

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GRAFIČKI FAKULTET

TEA CAR

**CIRKULARNOST I
DEFORMACIJA RASTERSKIH
ELEMENATA U FLEKSOTISKU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2013.



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

TEA CAR

**CIRKULARNOST I
DEFORMACIJA RASTERSKIH
ELEMENATA U FLEKSOTISKU**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc.dr.sc.Igor Zjakić

Student:

Tea Car

Zagreb, 2013

Zahvaljujem se mentoru doc.dr.sc. Igoru Zjakiću na kritikama i sugestijama pri izradi diplomskog rada. Također se zahvaljujem dr.sc. Ireni Bates dipl.ing. koja me vodila kroz ovaj rad i nesebično mi pomagala. Veliko hvala tiskari „Grafičar d.d. Ludbreg“ koja mi je ustupila materijale na kojima su vršena mjerenja.

Zahvaljujem se bratu Saši na razumijevanju, pomoći i odgovorima na tisuću i jedno pitanje te roditeljima koji su bili strpljivi i podržavali me prilikom pisanja ovoga rada, ali i tokom cjelokupnog studiranja. Njima ujedno i posvećujem ovaj rad.

SAŽETAK

Kada se govori o pojmu raster tada se misli na sredstvo pomoću kojeg se vrši rastriranje. Kao produkt rastriranja nastaje rasterski element. U ovom diplomskom radu promatrat će se ponašanje rasterskih elemenata na različitim tiskovnim podlogama koje će biti otisnute tehnikom fleksotiska. Fleksotisak spada u tehniku visokog tiska i vrlo je popularna tehnika tiska zbog iznimne pogodnosti tiskanja na različitim tiskovnim podlogama. Osim toga, fleksotisak karakterizira odlična kvaliteta u pratnji povoljnih cijena, brzi proces otiskivanja, mogućnost korištenja bojila na bazi vode, na bazi otapala te UV bojila, veći nanos i dobra pokrivenost boja te jednostavnost tehnike tiska s kratkom pripremom za proizvodnju. Fleksotisak će u radu biti obrađen kroz poglavlja koja će opisivati njegovu povijest, strojeve koji se koriste, prednosti i nedostatke, boje i podloge koje su pogodne za proces tiska. Također će se u radu spomenuti rastriranje te nepravilnosti i deformacije rasterskih elemenata te razlozi zbog kojih do istih dolazi. U eksperimentalnom dijelu diplomskog rada pomoću mikroskopa će biti utvrđena manja odstupanja i deformacije rasterskih elemenata kod različitih vrsta podloge usprkos jednakim uvjetima tiska odnosno jednakom pritisku stroja i jednakim bojama, a razlog tome leži u činjenici da su karakteristike pojedine vrste podloga vrlo bitan faktor i da se ista boja ipak svojim sastavom mora prilagoditi vrsti podloge za koju se koristi.

KLJUČNE RIJEČI: fleksografski tisak, tiskovne podloge, deformacija rasterskog elementa

SUMMARY

When speaking of term screen, then it's meant about the technique of screening. As a result of screening, a screen element is made. In this thesis, screen element on different printing surfaces printed in fleksoprinting technique will be observed. Fleksoprinting appertains to letterpress printing and it is very popular technique due to its extraordinary convenience of printing on different printing surfaces. Except for that; fleksoprinting is characterized by excellent quality which is followed by favorable prices, fast printing process, ability of usage water based dyes, solvent and UV colorants, good color coverage, and simplicity of this printing technique with short preparation for production. Fleksoprinting in this thesis will be processed through chapters which will describe its history, machines that are used nowadays, advantages and disadvantages, dyes, colorants and surfaces which are suitable for printing process. Also will be mentioned screening, deformations of screen elements and reasons why do these deformations occur. In experimental part of this thesis, by usage of microscope, small aberrations and deformations of screen elements at different types of surfaces despite of equal conditions of printing, apropos equal machine pressure and dyes, will be observed. Reason for that lies in fact that characteristics of individual type of surface is relevant factor and fact that same dye has to adjust towards surface for which is used.

KEY WORDS: fleksoprinting, printing surfaces, deformations of screen elements

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. Povijest fleksotiska.....	2
2.2. Prednosti i nedostaci fleksotiska	3
2.2.1. Prednosti fleksotiska	3
2.2.2. Nedostaci fleksotiska	4
2.3. Osnovna shema fleksografske tiskovne jedinice.....	4
2.4. Aniloks valjak	5
2.4.1. Izrada i izbor aniloks valjka.....	6
2.4.2. Karakteristike aniloks valjka	6
2.5. Tiskovna forma	10
2.5.1. Gumena tiskovna forma.....	11
2.5.2. Fotopolimerna tiskovna forma.....	11
2.5.3. Analogna metoda	12
2.5.4. Digitalna metoda.....	13
3. Fleksografska bojila	15
3.1. Fleksotiskarske boje na bazi vode	16
3.2. Fleksotiskarske boje na bazi organskog otapala.....	16
3.3. UV boje	17
4.3. Priprema boje za tisak	18
4. Tiskovni materijali	19
4.1. Papir.....	19
4.2. Foliije.....	19
5. Rastriranje	20
5.1. Vrste rastera.....	21
5.2. Finoća rastera.....	23
5.3. Kutevi rastera i moiré	24
5.4. Nepravilnosti i deformacije rasterskih elemenata	25
5.5. Cirkularnost rasterskih elemenata	26

3. EKSPERIMENTALNI DIO	27
3.1. Korišteni uređaji i programi	27
3.1.1. Digitalni mikroskop	27
3.1.2. ImageJ	27
3.2. Korišteni materijali.....	29
3.2.1. Specifikacije podloga.....	29
3.2.2. Specifikacije boja.....	35
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	38
4.1 Kromopapir	39
4.2 Thermalni papir	47
4.3 Samoljepljiva PP transparentna folija	55
4.4 Bijela folija.....	63
4.5 Transparentna folija za naljepnice	71
4.6 Samoljepljiva PP folija bijela.....	79
5. REZULTATI I RASPRAVA	87
6. ZAKLJUČCI	89
7. LITERATURA	90
7.1. Popis slika	93
7.2. Popis tablica	94

1. UVOD

Rastriranje možemo objasniti kao proces kojim se višetonsku sliku pretvara u jednotonsku. Nastanak višetonskih reprodukcija prvenstveno je moguć zbog tromosti ljudskog oka i nemogućnosti raspoznavanja malih rasterskih elemenata bilo da je riječ o klasičnom ili digitalnom rastriranju. Rastriranjem dobivamo rasterske elemente koji mogu biti različitih oblika (okrugli, kvadratičasti, elipse..), a može se kombinirati i više vrsta rasterskih elemenata. U ovom diplomskom radu promatrat će se ponašanje rasterskih elemenata na različitim tiskovnim podlogama koje će biti otisnute tehnikom fleksotiska. Fleksotisak spada u tehniku visokog tiska. Tiskovna forma je u direktnom dodiru s materijalom za otiskivanje. U današnje vrijeme fleksotisak je vrlo popularna tehnika tiska zbog iznimne pogodnosti tiskanja na različitim tiskovnim podlogama. Osim toga što je pogodan za tisak na različitim podlogama, fleksotisak karakterizira odlična kvaliteta u pratnji povoljnih cijena, brzi proces otiskivanja, mogućnost korištenja bojila na bazi vode, na bazi otapala te UV bojila, veći nanos i dobra pokrivenost boja te jednostavnost tehnike tiska s kratkom pripremom za proizvodnju. Ova tehnika tiska naročito je pogodna za tisak različitih vrsta ambalaže. U ovom diplomskom radu govorit će se općenito o tehnici fleksotiska, principu rada, podlogama i bojama koje se koriste, pripremi tiskovne forme te će se govoriti o rasterskim elementima, njihovom nastajanju i vrstama odnosno oblicima rasterskih elemenata dok će se u eksperimentalnom dijelu rasterski elementi promatrati na različitim podlogama i bilježiti odstupanja rasterskih elemenata jedni od drugih zavisno o podlozi na kojoj se nalaze. Cilj eksperimentalnog dijela diplomskog rada je pokušati objasniti zbog čega dolazi do većih ili manjih odstupanja tj. deformacija rasterskih elemenata tokom procesa tiska kod pojedine vrste podloge s obzirom na jednake karakteristike stroja i uvijete tiska, a riječ je o jednakom pritisku stroja i jednakim bojama koje se koriste, a to su UV boje. Također je cilj utvrditi na kojoj vrsti podloge je reprodukcija najbolja s obzirom na istog proizvođača boje te eventualno ponuditi neko rješenje kako poboljšati reprodukciju rasterskih elemenata na podlozi na kojoj je vidna cirkularnost i deformacija rasterskog elementa.

2. TEORIJSKI DIO

Fleksotisak spada u tehniku visokog tiska što znači da su mu tiskovni elementi u odnosu na slobodne površine povišeni. Bojilo se nanosi samo na tiskovne elemente i na taj način prenosi na tiskovnu podlogu.

Fleksibilne i kompresibilne tiskovne forme ili tiskovne forme za fleksotisak, brzосуећа bojila i jednostavno obojavanje tiskovnih elemenata omogućuje reprodukciju višebojnih slika u malim i velikim nakladama na različitim tiskovnim materijalima.

Zadnjih desetak godina upotreba fleksotiska je značajno porasla, njegov godišnji porast, iznosi otprilike 8%. Takvu stopu rasta nije ostvarila niti jedna druga tiskarska tehnologija. Fleksotisak se brzo razvio tako da je moguć i njegov daljni razvitak, dakako uz više značajnih poboljšanja koja se odnose na strojeve, tiskovne podloge, tiskovne forme i bojila [1].

2.1. Povijest fleksotiska

Prvi naziv koji se koristio bio je anilintisak koji je ime dobio prema anilinskom materijalu koji se upotrebljavao za izradu tiskarskih boja. S obzirom da se fleksotisak većinom koristi za tisak ambalaže i to one u kojima se čuva prehrana, upotreba anilinskih boja je zabranjena jer su otrovne. Iako su ubrzo razvijene i proizvedene nove tiskarske boje, naziv im se zadržao do 1951. godine, kada je započela promijena naziva i od 1952. godine koristi se naziv fleksotisak [1].

Prva fleksotiskarska evolucija je bila 1974. godine kada je proizvođač tiskovnih formi „DuPoint“ predstavio prvu Cyrel* fotopolimernu fleksografsku tiskarsku formu. Ova tiskovna forma se uglavnom temelji na gumi, sa svojim razlikama i inherentnim nedostacima, do stabilnijih i izdržljivijih poliesterskih fleksibilnih plastika. U to vrijeme, i mnogo godina poslije, najpopularniji proces izrade ploča bio je ispiranje otapalima fotopolimerne ploče. Tijekom tog razdoblja, izum fleksotiska je usmjeren na proizvodnju lakše upotrebe, efikasnije procesore i veću učinkovitost, manje opasnih organskih otapala. Analogna izrada ploča koristi negativ kako bi se dobila slika na ploči te ovisi o ručnim operacijama, omogućujući tako i ljudske pogreške te veću potrošnju ploče a i negativa. Ploče se obrađuju pomoću kemijskih razvijaa i popravljaa. Zbog nezadovoljavajuće kvalitete reproduciranja u to se doba za ovu tehnologiju smatralo da

su potrebna posebna znanja za sami proces otiskivanja. Digitalno topljive ploče predstavljene su kako bi poboljšale kvalitetu i tijek rada. Eliminirajući razvijanje i rukovanje filma, kao i upotrebu kemijske obrade. Digitalne ploče su proizvedene s integralnom laserskom ablacijskom maskom koja laserom stvara savršenu kopiju reprodukcije na tiskovnoj formi. Do nedavno, DuPoint Cyrel je objasnio proces rada digitalno topljivih ploča kao primarni sustav kojim se postiže velika kvaliteta fleksotiska na ambalaži. Nova tehnologija termalne obrade iz DuPont-a je potaknula novu veliku evoluciju fleksotiska, nakon koje su ubrzo slijedili zabilježavanja koristi za okoliš ovog procesa, odnoseći se na eliminaciju otapala i hlapljivih organskih spojeva, štednju struje i recikliranje odnosno odstranjivanje otpada [2].

2.2. Prednosti i nedostaci fleksotiska

Unutar tiskovne industrije fleksografski tisak je najdinamičnije rastuće područje. Prije 20-ak godina nije se moglo zamisliti da fleksografski tisak bude konkurencija sa ofsetnim ili pak dubokim tiskom, a danas možemo reći da ova tehnologija ima izvanrednu stopu između cijene i vrijednosti. Danas je važno naglasiti da je tisak sve zahtjevniji, ali isto tako da svakim danom pruža sve više i više mogućnosti. Iako je fleksografski tisak znatno napredovao posljednjih nekoliko godina mora se naglasiti da ipak postoje neki nedostaci koji će se s godinama usavršiti i pružiti još veću kvalitetu tiska.

2.2.1. Prednosti fleksotiska

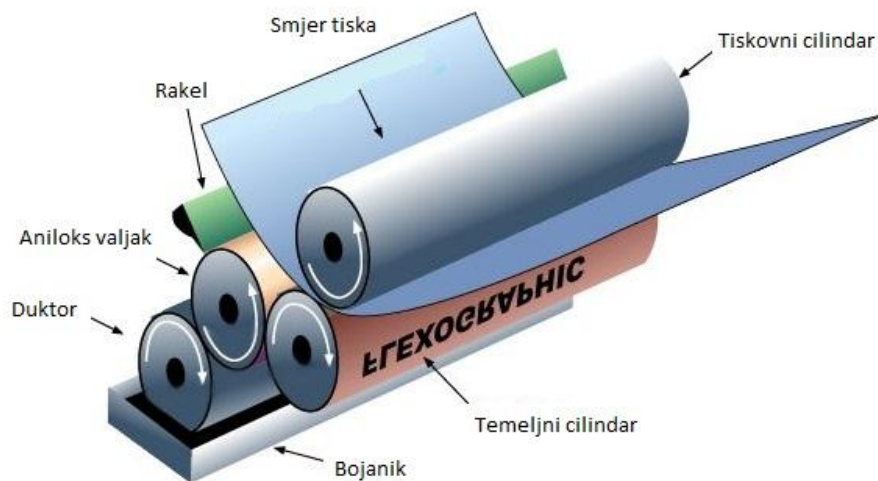
- Velik izbor tiskovnog materijala
- Širok opseg različitih boja
- Jednostavna konstrukcija uređaja za bojenje zbog male viskoznosti bojila
- Brzосуšeće boje
- Kratko vrijeme radnih naloga
- Velike naklade zbog izdržljive fleksibilne fotopolimerne tiskovne forme
- Tisak beskonačnih uzoraka
- Dobra kvaliteta tiska
- Ekonomski isplativ

2.2.2. Nedostaci fleksotiska

- Osjetljivost na promjene pritiska prilikom tiska
- Sklonost stvaranja nejednolike gustoće obojenja na rubovima otiska
- Karakterističan veliki prirast rasterskih elemenata koji se trebaju kompenzirati
- Nije praktično podešavati boje tokom procesa tiska
- Problem tiskanja punog tona rastriranih površina sa iste tiskovne forme, dolazi do prirasta
- Ograničena je finoća rastera u usporedni s ofsetom i bakrotiskom

2.3. Osnovna shema fleksografske tiskovne jedinice

Fleksotisak je tehnika direktnog visokog tiska. Vrlo je sličan knjigotisku, a osnovna razlika je u vrsti tiskovne forme koja je za razliku od knjigotiska elastična te je potreban manji pritisak da bi se otisak prenio na podlogu. Tiskovne jedinice fleksografskog tiska rade principom otiskivanja cilindar-cilindar, i sastoje se od: temeljnog cilindra, tiskovnog cilindra i uređaja za obojenje.



Slika 1. Tiskovna jedinica fleksografskog tiska

Izvor: <http://www.print-team.ba/flexotisak.html> – dostupno 06.08.2013. [23]

Sama tiskovna forma je u direktnom dodiru s materijalom na koji se tiska. Rijetko bojilo, koje je smješteno u bojanik se prenosi preko duktora, koji je svojom površinom djelomično uronjen u kadu s bojom na aniloks valjak, te se rotacijom s njega prenosi na temeljni cilindar oko kojeg je obavijena tiskovna forma [4]. Tiskovna forma može izdržati velike naklade jer su guma i fotopolimeri izdržljivi na trošenje, a osim toga, pritisci kod fleksotiska su vrlo mali u odnosu na druge tehnike tiska.

2.4. Aniloks valjak

Uloga aniloks valjka je doziranje tankog i jednoličnog nanosa tiskarske boje na tiskovnu formu. Aniloks valjak još se naziva i rastrirani valjak, a ime je dobio zbog izgleda površine koji ima oblik mrežice. Na valjku su ugravirane mnogobrojne male ćelije koje trebaju na tiskovnu formu prenositi određenu količinu boje što znači da ih možemo promatrati kao valjke koji su zaduženi za doziranje boje.



Slika 2. Aniloks valjak

Izvor: <http://www.anilox.it/> - dostupno 06.08.2013. [24]

Aniloks valjak je bakreni valjak pa se zbog toga nakon graviranja može kromirati. Aniloks valjak može biti čeličan i presvučen sa finim slojem keramike na koju se s laserom graviraju čašice za boju [5, 6].

2.4.1. Izrada i izbor aniloks valjka

Izum aniloks valjka svakako je unaprijedio kvalitetu fleksotiska koji do njegove pojave nije imao rješenje za kvalitetan prijenos boje na fleksibilnu tiskovnu formu. Način izrade aniloks valjka elektrokemijskim putem jetkanja odavno je napušten. Danas se izrađuje laserskim graviranjem u keramici i elektrogravirnim postupkom s dijamantnom iglom.

2.4.2. Karakteristike aniloks valjka

Najvažnije karakteristike aniloks valjka su kut graviranja, površina otvora ćelije te visina ćelije. Da bi graviranje bilo u potpunosti precizno, a otpornost aniloks valjka zadovoljavajuća potrebno je kod postupaka izrade koristiti materijale viske tvrdoće, ali i sposobne za daljnju obradu.

Volumen

Teoretsku količinu boje koja se prenosi na tiskovnu formu određuje volumen raster valjka, a izražava se u cm^3/m^2 ili BCM-u (Billions of Cubic Microns) [7].

Stvarni volumen prenesene boje ovisi o samim svojstvima boje, a riječ je o površinskoj napetosti i viskoznosti, pritisnim silama odnosno tlaku između aniloks valjka i osnovnog valjka, obodnoj brzini valjka, svojstvima tiskovne forme te obliku ćelija.

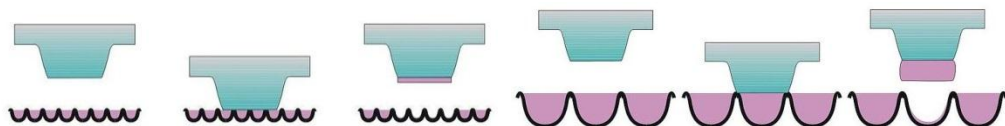
Volumen se može odrediti geometrijskim mjerenjem oblika ćelija uz pretpostavku da su poznati svi njihovi podaci. Sam volumen ćelija određen je dubinom ćelija i površinom baze koji ovisi o načinu izrade. Postoje različiti oblici ćelija no česta je pojava zapunjavanje dna ćelije zbog taloženja i sušenja boje što rezultira smanjenjem kapaciteta same ćelije [6].



Slika 3. Čelije dobivene graviranjem dijamantnom iglom i laserom

Izvor: <http://www.zecher.com/en/knowledge/basics/aniloxbasics.html> – dostupno 20.05.2013 [25]

Količina boje koja se prenosi s raster valjka na tiskovnu formu ima veliki utjecaj na kvalitetu tiska. Pri tisku malih RTV treba pripaziti na odnos veličine ćelije i rasterskog elementa na tiskovnoj formi. Što je veličina ćelije manja to je broj ćelija veći na jednakoj površini, a samim time je nanos boje ravnomjerniji. Grublji rasteri primjenjuju se pri tisku punih tonova, ali ukoliko je ćelija prevelika pri nanosu na male rasterske elemente dolazi do velikog prirasta rastertonske vrijednosti.

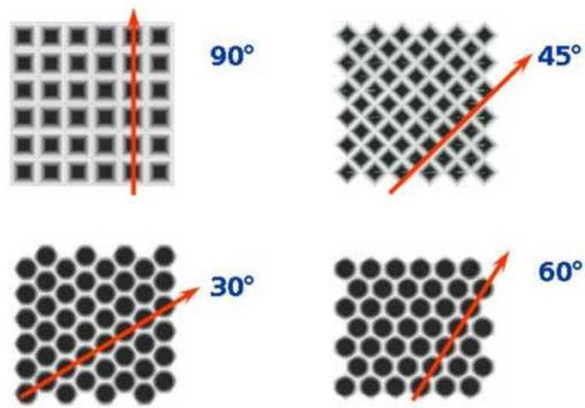


Slika 4. Aniloks valjak finije i grublje linijature

Izvor: <http://www.zecher.com/en/knowledge/basics/aniloxbasics.html> – dostupno 20.05.2013. [26]

Kut rastriranja

Tipični kutovi rastera na raster valjku su 30°, 45° i 60°. Kut od 60° omogućuje najbolje primanje i prenošenje boja. Najjednostavniji oblik graviranja jest pod kutom od 90° kod kojega su ćelije poredane po obodu valjka. Nakon graviranja jednog reda slijedi graviranje drugog na razmaku od veličine ćelije tzv. mostovi. Baza ovih ćelija je kvadratnog oblika međutim zbog tehničkih i tiskarskih poteškoća izbjegava se njegovo korištenje baš kao i aniloks valjaka graviranih pod kutom od 30°.

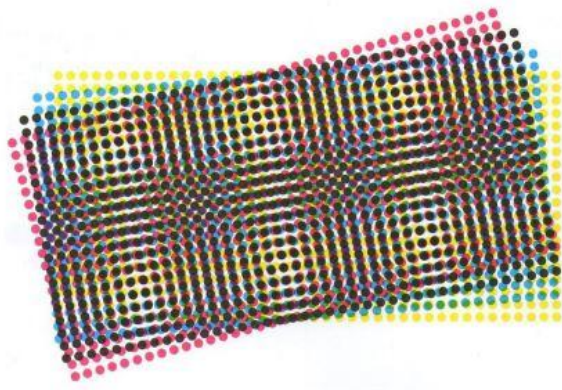


Slika 5. Kutevi graviranja ćelija

Izvor: <http://www.zecher.com/en/knowledge/basics/aniloxbasics.html> – dostupno 20.05.2013. [27]

Dobar se pokazao aniloks valjak graviran pod kutom od 45° te je upravo prema njemu postavljena osnovna separacija boja u fleksotisku i izrada tiskovne forme. Aniloks valjak koji je rastriran pod kutom od 60° je sastavljen od ćelija piramidalnog oblika i baze koja sadrži 12% više ćelija od valjka. S ćelijama baze kvadratnog oblika što rezultira zaključkom da se time prenosi i veća količina boje na tiskovnu formu [6].

Da bi otisak koji želimo dobiti bio kvalitetan kutovi rastera moraju biti pravilno definirani i podešeni. Ukoliko dođe do otiskivanja s krivim kutevima pojavljuje se osjećaj moiré-a [8]. Kada govorimo o aniloks valjku tada govorimo o dva moguća uzroka nastajanja moiré-a (neželjena pojava u tisku kada se otiskuje više rastera jedan preko drugoga, i ako su kutevi rastera krivo postavljeni). Tipičan moiré uzorak javlja se zbog prevelikog nanosa boje na rasterske elemente koji se uklanjaju pravilnim odabirom aniloks valjka u odnosu na tiskovnu formu dok drugi uzrok leži u nepovoljno pozicioniranim kuta rastera na aniloks valjku u odnosu na kuteve rastriranja separacije boje.

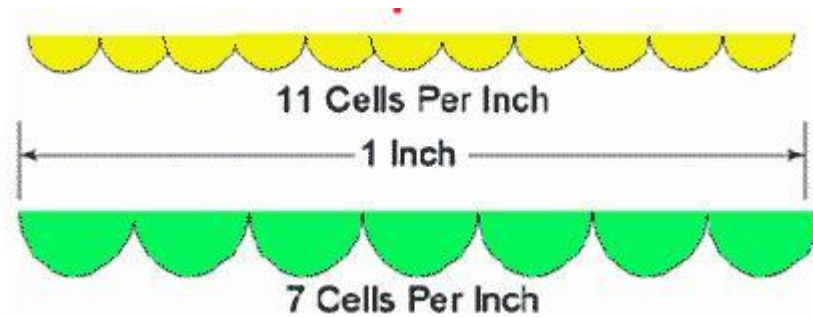


Slika 6. Pojava moiré-a

Izvor: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/Usporedba%20AM%20i%20FM%20rasterskih%20sustava,%20hibridni%20rasterski%20sustavi,%20Moire.pdf – dostupno 06.08.2013. [28]

Linijatura

Linijatura raster valjaka izražava se u broju ćelija po linearnom centimetru ili inču (1 inč = 2,54 cm), mjereno u smjeru kuta graviranja.



Slika 7. Broj ćelija po linearnom centimetru

Izvor: <http://www.harperimage.com/AniloxRolls/Anilox-Guides/Anilox-Line-Screen> – dostupno 06.08.2013. [29]

Današnjim tehnikama tiska moguće je izraditi valjak s rasterom od 28-500 Lin/cm. Kod višebojnog tiska preporuča se upotreba valjaka čiji je raster 4 puta veći od linijature rastera na tiskovnoj formi, kako bi se osigurao prijenos rasterskih elemenata s tiskovne forme odnosno da se izbjegne efekt mazanja ili prljanja otisaka u niskim tonovima.

Application	Appropriate Anilox Line Screen	Appropriate Anilox Volume
Heavy line and solids	180 - 330	9 - 4 BCMs
Line and type	200 - 400	8 - 3 BCMs
Vignettes	360 - 500	3.6 - 2.8 BCMs
Process	500 - 1200	2.8 - 0.9 BCMs

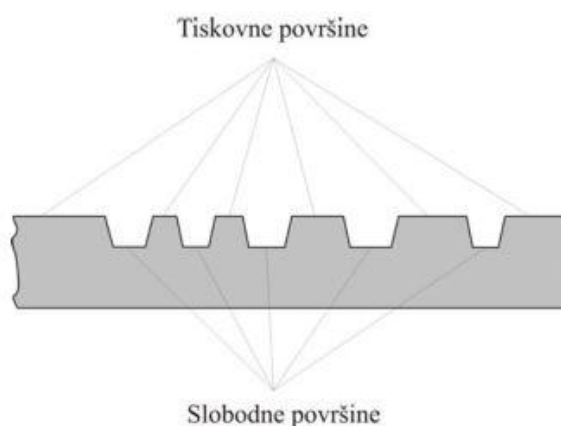
Slika 8. Prikaz linija po centimetru ovisno o zahtjevima tiska

Izvor: <http://www.harperimage.com/AniloxRolls/Anilox-Guides/Anilox-Line-Screen> – dostupno 06.08.2013. [30]

Različiti motivi na otisku zahtijevaju različitu linijaturu rastera. Ukoliko nismo sigurni u odabiru linijature rastera preporuča se izrada testnog raster valjka s različitim kombinacijama teoretskog volumena za pojedinu linijaturu [9].

2.5. Tiskovna forma

Kao što je već spomenuto, fleksotisak spada u tehniku visokog tiska što znači da su mu tiskovne površine uzdignute u odnosu na slobodne površine koje se nalaze u osnovnoj ravnini [10].



Slika 9. Tiskovna forma za fleksotisak s uzdignutim tiskovnim površinama

Izvor: http://www.skriptarnica.net/skripte/cat_view/66-grafiki-fakultet-u-zagrebu/40-tiskovne-forme-1.html – dostupno 06.08.2013. [31]

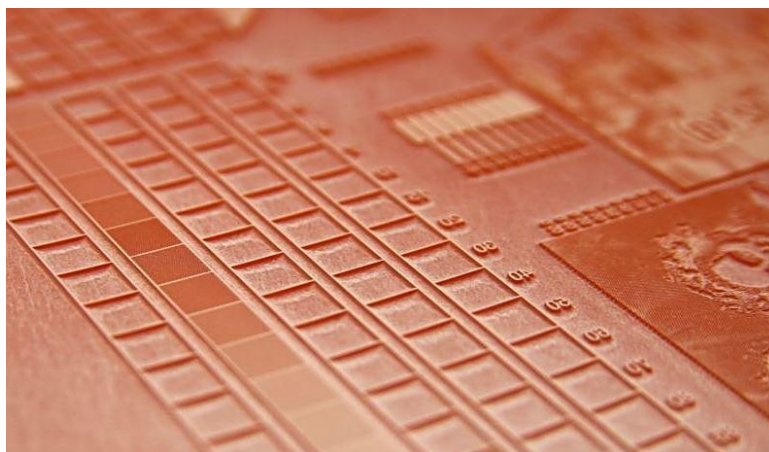
Tiskovna forma za fleksotisak je savitljiva, a izrađuje se od prirodne ili sintetske gume i fotopolimera.

2.5.1. Gumena tiskovna forma

Gumene tiskarske ploče upotrebljavaju se od tridesetih godina prošloga stoljeća, a izrađivale su se ručno. Metalna cinkova pločica osloji se fotoosjetljivim slojem te se na nju stavi negativ. Pri osvjetljavanju u kopirnoj rami dolazi do fotokemijske reakcije polimerizacije na mjestima gdje se svjetlo apsorbiralo u kopirni sloj i na tim mjestima koprini sloj mijenja svoja kemijska svojstva odnosno postaje netopiv i ne može se isprati. Dio kopirnog sloja koji nije osvjetljen ostaje topiv i uklanja se procesom razvijanja uz pomoć otapala, a zatim se metalna pločica jetka u otopini dušične kiseline. Na taj način dobiva se reljef sa uzdignutim tiskovnim elementima. Tako dobivena ploča pritišće se na vrući prijenosni materijal u kojem nakon stvrdnjivanja ostaje reljef u koji se izlije guma koja se nakon vulkanizacije vadi iz kalupa dok je topla [11]. Gustoća rastera kod ovih ploča je maksimalno do 20 lpi, a podešavanje registra je jednako teško kao i kod fotopolimernih ploča. Imaju slabu dvodimenzionalnu stabilnost pa u tisku daju veliki prirast rasterskog elementa. Danas se rijetko upotrebljavaju, češće kod „computer to plate“ postupka, gdje laser direktno gravira tiskovnu formu.

2.5.2. Fotopolimerna tiskovna forma

U sedamdesetim godinama prošlog stoljeća počela je primjena polimernih tiskovnih ploča. Fotopolimer je proziran i fotoosjetljiv materijal baziran na akril poliesteru koji je sposoban povećati svoju tvrdoću pod utjecajem ultraljubičastih (UV) valova. Fotopolimerne tiskovne forme imaju neke prednosti, a to su da imaju mogućnost reproduciranja relativno velike linijature rastera, brza izrada i jednolične su debljine te posjeduju odličnu dvodimenzionalnu stabilnost. Postoje dvije vrste fotopolimernih ploča, na bazi krutog fotopolimera i na bazi tekućeg fotopolimera.



Slika 10. Fotopolimerna tiskovna podloga

Izvor: <http://anilox.hr/proizvodi/flekso-ploce/#prettyPhoto> – dostupno 06.08.2013. [32]

Tiskovna forma se pravi od fotoosjetljivog polimernog materijala. Ovisno o namjeni, debljina tiskovne forme može biti od 1,7 do 6 mm. Osvjetljavanjem ultraljubičastim svjetlom kroz negativ i naknadnim ispiranjem u vodi ili nekoj drugoj vrsti otapala dobiva se reljefna tiskovna forma. Početkom 21. stoljeća tiskovne forme se proizvode metodom CtP (eng. *computer to plate*).

Metoda CTP je izrada ploča tj. tiskovne forme uz pomoć lasera, bez osvjetljavanja i ispiranja čime se znatno skraćuje vrijeme izrade ploča uz bolju kvalitetu same ploče.

Razlikujemo dva načina izrade tiskovnih formi:

Analogna metoda (preko filmova)

Digitalna metoda (CTP – bez filmova)

Kod obje metode princip izrade je očvršćivanje sintetičkog materijala pod djelovanjem ultraljubičastih valova ili lasera [12].

2.5.3. Analogna metoda

Kod tiskovne forme na bazi krutog fotopolimera osnovni princip izrade je taj da se najprije stražnja strana izlaže djelovanju ultraljubičastih zraka i tada se odredi dubina reljefa tj. debljina podloge. Nakon toga se gornja strana osvjetljava kroz kopirni predložak koji propušta ili reflektira zrake zavisno od motiva. Sljedeća faza je ispiranje kako bi se uklonilo neočvrsnute dijelove. Sušenjem se izbjegava ljepljivost i u

posljednjoj fazi još jednom se izlaže ultraljubičastim zrakama kako bi se dodatno otvrdnuli tiskovni elementi.

Kod tiskovne forme na bazi tekućeg fotopolimera najprije se na staklo osvjetljavača postavlja kopirni predložak. Prekrije se tankom i zaštitnom prozirnom folijom na koju se nanosi sloj tekućeg polimera i prekrije folijom koja ujedno služi i kao podloga za tiskovnu formu [1].

Obje strane tiskovne forme se gotovo istovremeno osvjetljavaju. Prije ispiranja treba ukloniti zaštitnu foliju. Neočvrsnuti fotopolimer koji se ispere može se ponovo upotrijebiti za izradu drugih tiskovnih formi. Kao i kod krutog fotopolimera završna faza je sušenje i završno osvjetljavanje.



Slika 11. Analogna fotopolimerna ploča

Izvor: <http://www.radin-grafika.hr/eng/products/flexo-printing-repromaterials/180/photopolymer-plates/217/?PHPSESSID=a81om6akjtq0leqnbk4s6sgid3> – dostupno 06.08.2013. [33]

2.5.4. Digitalna metoda

Pojam CTP označava najviši mogući stupanj objedinjavanja mnogobrojnih faza grafičke pripreme. Ta se kratica međutim, podjednako odnosi na različite sustave, čije je ishodište računalo (*C za computer*), u kojem su pripremljeni tekst i slike te proveden prijelom stranice [12].

Prema načinu ispisa tako pripremljene informacije razlikuju tri CTP sustava:

- Computer to Plate (računalo – tiskovna forma)
- Computer to Press (računalo – tiskarski stroj)
- Computer to Print (računalo – tisak)

Za fleksotisak svoju primjenu ima sustav *Computer to Plate*. Temelji se na cjelovitoj i integriranoj pripremi, dakle unosu teksta, očitavanju i digitalizaciji slike selektivnom odvajanju i korekciji boja, elektronskom prijelomu i montaži stranica, što je danas standard za kvalitetnu grafičku pripremu [12].

Taj sustav predstavlja najviši stupanj objedinjavanja cjelokupne grafičke pripreme s gotovom tiskovnom formom kao nositeljem informacija. Film kao medij za prijenos informacija stoga je potpuno bespotreban. Fotopolimerna tiskovna forma je konstruirana da bude izložena laserskim zrakama i sadrži sljedeće elemente:

1. Zaštitni film – koji štiti ploču do trenutka osvjetljavanja prilikom rukovanja
2. Maska – visoko osjetljiv sloj formiran od ugljika koji se osvjetljava ("pali") laserom i zamjenjuje negativ film prilikom glavnog osvjetljavanja
3. Fotopolimerni sloj – predstavlja tiskovnu formu nakon osvjetljavanja laserom
4. Podloga – poliesterska ploča, omogućava dimenzionalnu stabilnost tiskovne forme [12].



Slika 12. Digitalna fotopolimerna ploča

Izvor: <http://www.radin-grafika.hr/eng/products/flexo-printing-repromaterials/180/photopolymer-plates/217/?PHPSESSID=a81om6akjtq0leqnbk4s6sgid3> – dostupno 06.08.2013. [34]

3. Fleksografska bojila

Fleskotiskarske boje moraju posjedovati određena svojstva koja odgovaraju svojstvima tiskovnih podloga tj. materijala poput papira, PVC folija, alu-folija, limova itd. Za kvalitetan tisak na raznim vrstama tiskovnih materijala biraju se najbolje i najkvalitetnije boje, ali i boje koje najmanje štete ljudskom zdravlju i koje minimalno zagađuju prirodni okoliš [1].

Fleksografske boje su rijetke, tekuće boje male viskoznosti (0.05-0.5), temeljene na tekućim bojilima ili pigmentima te organskim otapalima ili vodi. Proizvođači u pravilu isporučuju boje veće viskoznosti, pa ih tiskari prije početka tiska moraju razrijediti [13]. Za tisak ambalaže koriste se tri tipa fleksografskih boja

1. Boje temeljene na otapalima
2. Boje temeljene na vodi
3. UV boje

Zbog niza različitih tiskovnih podloga u fleskotisku nije moguće proizvesti jedan tip boje koja bi zadovoljila uvjete svih tiskovnih podloga općenito [14].

Glavni zahtjevi za visoko kvalitetnu flekso boju su:

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

3.1. Fleksotiskarske boje na bazi vode

Ove boje uvode se kao ekološki povoljnije boje koje će zamijeniti boje temeljene na hlapivim organskim otapalima. Boje temeljene na vodi se gotovo odmah suše na vrlo upojnoj podlozi, a ukoliko tiskamo na neupojnim podlogama potrebno je znatno više energije za sušenje otisaka, što dakako usporava brzinu otiskivanja. Te boje su jače pigmentirane (30% i više) od boja temeljenih na otapalima. Zbog jače pigmentacije mogu se tiskati otisci zadovoljavajuće gustoće obojenja s manjim količinama boje, pa se tako smanjuje i količina vode koju treba sušenjem ishlapiti [14].

3.2. Fleksotiskarske boje na bazi organskog otapala

Ova vrsta bojila koristi se za tisak na neupojnim polimernim materijalima, folijama, laminatima, papirima, kartonima i ljepenkama. Za filmove se koriste boje odgovarajuće adhezije, ali kako ne postoji fleksotiskarska boja s kojom bi se moglo otiskivati na svim filmovima potrebno je za svaku polimernu podlogu izabrati optimalnu boju. Boje za folije trebaju biti vrlo transparentne kako bi se maksimalno iskoristila reflektivna svojstva folije pa se rabe nitrocelulozna bojila visoke svjetlostalnosti. Za fleksotisak na papirima i kartonima rabe se jednostavne i jeftine fleksotiskarske boje koje sadrže bazična bojila otopljena u alkoholu, sredstvo za taloženje i smolni firnis kako bi se poboljšao prijelaz boje i otpornost otiska [15].

Tiskovne boje na bazi vode baš kao i one na bazi organskog otapala sastoje se uglavnom od četiri glavne komponente. Dakako, riječ je o pigmentima, aditivima, vezivima i otapalu.

Od komponenti koje daju obojenje upotrebljavaju se pigmenti ili tekuća bojila, Aditivi daju specifična svojstva boji, a ujedno s vezivom određuju i upotrebu tiskovnih boja. Otapala se najčešće baziraju na organskim otapalima etil-acetatu ili etanolu, a kod boja s vodenom bazom na prirodnoj vodi ili na prirodnoj vodi s jednim malim dijelom organskog otapala [1].

3.3. UV boje

Kod UV boja nema upotrebe otapala, jer UV zračenje kod ove vrste boja trenutno aktivira polimerizacijske reakcije, koje na tiskovnoj podlozi trenutno potpuno stvrdnu otisnute boje. Viskozitet UV boja može se prilagoditi za upotrebu u fleksotisku i dubokom tisku tj. bakrotisku.

Kao što je napomenuto, ove boje ne sadrže otapala, ali se sastoje od

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

Izlaganjem otiska UV zračenju dolazi do momentalnog sušenja odnosno osvijetljeni fotoinicijatori započinju polimerizaciju što rezultira skrućivanjem. Takvim se bojama postižu visoko kvalitetni otisci s dobrim mehaničkim i kemijskim svojstvima, a svoju primjenu pronašli su na podlogama tipa: papir, PVC, aluminijske folije, laminati... [14].

UV fleksotiskarske boje proizvode se ovisno o namjeni i o vrsti materijala na koji će se tiskati.

Sve UV boje, lakovi i UV zračenja mogu utjecati na kvalitetu ljudskog zdravlja, a samim time i na prirodni okoliš posebice ukoliko se s njima nepropisno postupa, zato se za njihovu upotrebu iz sigurnosnih razloga mora vršiti obuka tiskara.

UV boje ili lakovi se stvrdnjavaju u sljedećim područjima UV zračenja

- UV-A područje 380 – 350 nm
- UV-B područje 350 – 280 nm
- UV-C područje 280 – 100 nm

Prednosti UV boja su što ne sadrže hlapljiva organska otapala, gustoća obojenja je bolja u odnosu na boje na bazi otapala, dok je nedostatak skupoća.

4.3. Priprema boje za tisak

Fleksotiskarske boje sastoje se od mnogih komponenata koje se moraju uskladiti, a da bi se dobila dobra kvaliteta istih mora se pažljivo pristupiti ne samo izboru sirovina već i određenoj recepturi, iste količine i vrste kvalitetnih sirovina. Da bi nam boja za tisak bila pogodna mora se obratiti pažnja na njenu viskoznost.

Viskozitet boje ima neposredan utjecaj na tisak pa se on mora prilagoditi radim uvjetima. Pogrešan viskozitet bojila potrebno je korigirati. Ukoliko je riječ o previskom viskozitetu potrebno je dodavati vodu s neutralnom pH-vrijednosti dok se s druge strane viskozitet može povećati dodavanjem pigmentne baze ili nove boje u istom omjeru kao i u prvobitnoj formuli [16].

Za viskozitet možemo reći da odgovara vremenu u sekundama koje je potrebno da određena količina boje prođe kroz otvor utvrđenog promjera, a potrebno ga je odrediti prije procesa tiska pomoću ručnog viskozimetra ili automatski kompjuterski regulirane viskoznosti sa sensorima. Za kontrolu nanosa boje koriste se konvencionalni sustavi s gumenim valjcima koji preko aniloks valjaka doziraju boju.

4. Tiskovni materijali

U današnje vrijeme ambalaža se tiska na veliki broj raznovrsnih tiskovnih materijala, a riječ je o plastičnim folijama, papirnim ili aluminijskim folijama. Za tisak na različitim podlogama potrebne su i različite vrste fleksotiskarskih boja koje se suše na 21°C, kod zagrijavanja do otprilike 230°C i kod UV zračenja. Tiskovne boje moraju odgovarati i svojstvima svake određene tiskovne podloge i tiskovne forme, jer prilikom tiska tiskovne boje ne smiju praviti nikakve smetnje.

4.1. Papir

Na papirima za fleksotisak koriste se boje koje sadrže bazična bojila otopljena u vodi, sredstva za taloženje i smolni firnis, kako bi se poboljšao prijenos boje i otpornost otiska. Za tisak na papirima koriste se fleksotiskarske boje koje imaju veziva s vodbazom ili pigmentiranu – obojenu vodu. Osim toga rabe se i polu pigmentirane boje s titan – dioksidom za tisak smeđih i obojenih papira. Za tisak na papire koji imaju veću glatkoću, a samim time i manju upojnost rabe se boje koje sadrže plastifikator i vosak [17].

4.2. Folije

Osim na papir česta pojava u fleksotisku jest i tisak na različite vrste folija, a riječ je o plastičnim folijama na bazi polipropilena (PP), poliamida i poliester folijama, celofana, polivinilklorid (PVC), te se koriste i aluminijske metalizirane folije. Boje koje se koriste za tisak na folije od polietilena i polipropilena su one na bazi poliamida što znači da u otapalu sadrže samo alkohol. Za tisak na poliamidnim i poliesterskim folijama upotrebljavaju se polivinil butiral (PVB) – nitro celulozne boje na alkoholnoj bazi ili tzv. polivinil klorid (PVC) boje s ester ili ketonskom bazom. Jednokomponentne boje daju željeno obojenje na bijeloj podlozi koja se dobiva s tiskom dvo-komponentne boje ili bijeloga laka, a koriste se za tisak na celofan. PVC folije za tisak koriste nitrocelulozne (NC) boje - tiskovne boje s otapalom koje sadrže benzen i etanol, a mogu se koristiti i polivinil klorid (PVC) akrilat boje za tisak na mekim polivinil klorid (PVC)

folijama. Fleksotisak za tisak na aluminijskim folijama koristi specijalne UV boje tzv. nitro – boje [17]. To su nitro-celulozne boje sa etanol i etil-acetat supstancama, pogodne za fleksografski tisak na polipropilen (PP) i polietilen (PE) folijama [43].

5. Rastriranje

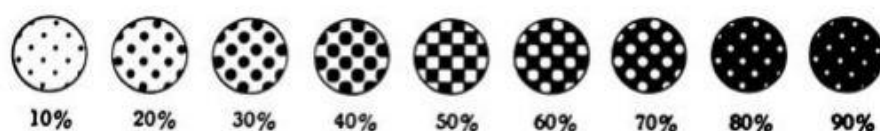
Rastriranje u fleksotisku ima specifičnosti koje proizlaze iz svojstva tiskovne forme, a riječ je o elastičnosti i kompresibilnosti. Posebnu pažnju treba obratiti na male rastertonske vrijednosti (RTV) vrijednosti jer je česti slučaj u fleksotisku veliki prirast RTV upravo u tom području.

Kada govorimo o pojmu raster tada mislimo na sredstvo kojim se obavlja rastriranje, a kao njegov produkt nastaje rasterski element. Bez obzira radi li se o klasičnom ili digitalnom rastriranju nastanak višetonskih reprodukcija moguć je zbog tromosti ljudskog oka i nemogućnosti raspoznavanja pojedinačnih malih rasterskih elemenata. Informacije o intenzitetu dobivamo iz skupne refleksije više rasterskih elemenata. Ukoliko je rasterski element manji, to je uočavanje rasterskog elementa na otisku teže. Možemo reći da je osnovna razlika među rasterima njihova veličina i međusobni razmak koji definiraju finoću rastera [18]. Veličina rasterskog elementa može se izraziti kao postotak pokrivenosti površine rastertonske vrijednosti (RTV) ili preko integralne gustoće obojenja (D_i).

$$D_i = \log [S/(S-S_a)]$$

S - ukupna površina

S_a - pokrivena površina

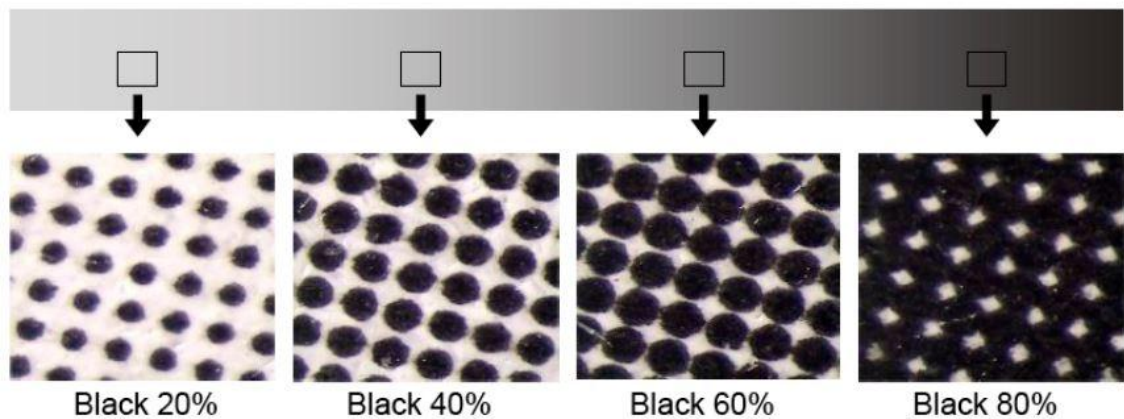


Slika 13. Raster tonske vrijednosti

Izvor: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – dostupno

06.08.2013. [35]

Temeljni tonovi na otisku postižu se većom pokrivenošću površine rasterskim elementima. Kod smanjivanja površine gustoće obojenja u rasterskim slikama prednost se daje okruglim raster elementima iz razloga što se dodiruju kod jedne pokrivenosti i zacrnjenosti od otprilike 65% (simetrične okrugle točkice) odnosno 80% (asimetrične okrugle točkice) [1].



Slika 14. Princip višebrojne reprodukcije

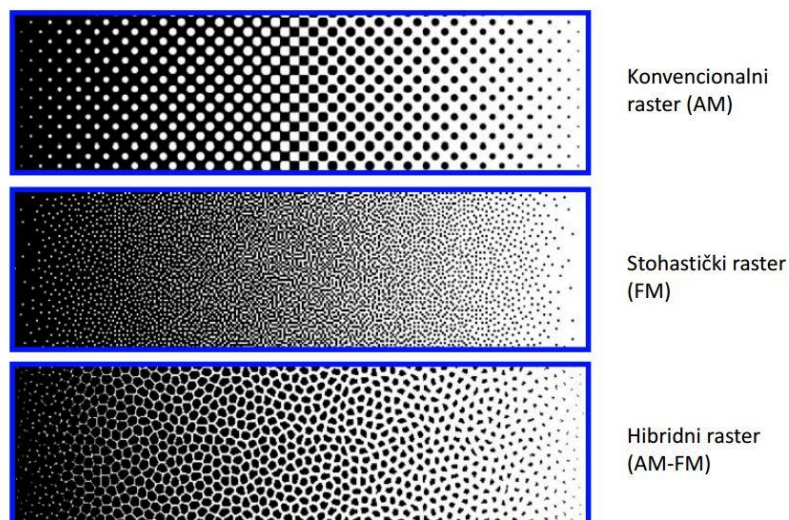
Izvor: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – dostupno 06.08.2013. [36]

5.1. Vrste rastera

Osnovna podjela rastera je na;

1. Klasični raster odnosno amplitudno modulirani (AM)
2. Stohastički raster odnosno frekventno modulirani (FM)

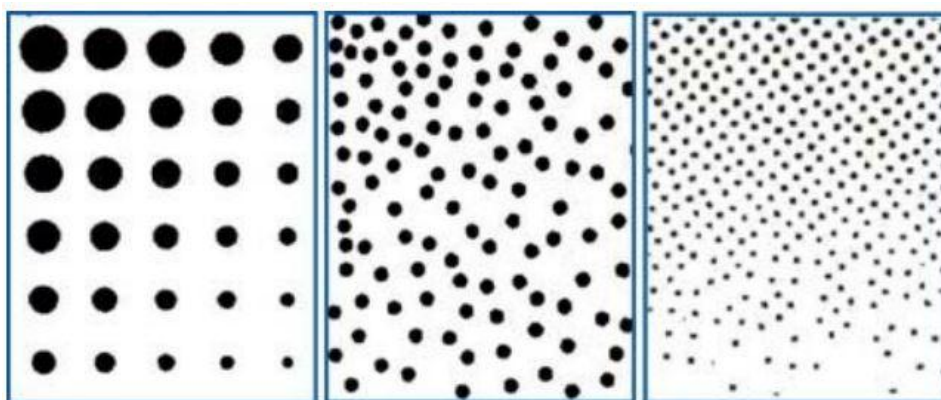
Danas je u porastu i upotreba tkz. hibridnih rastera koji obuhvaćaju različite vrste rastera i oblik rasterskih elemenata te rasteri s modulacijom obojenja.



Slika 15. Vrste rastera

Izvor: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – dostupno 06.08.2013. [37]

Kada govorimo o amplitudno moduliranom rasteru tada govorimo o modulaciji veličine rasterskih elemenata dok je razmak između njih uvijek konstantan (ovisi o linijaturi). Frekventno modulirani raster je raster kod kojeg je veličina rasterskih elemenata jednaka, a modulira se njihova frekvencija. Kombinacijom AM i FM rastera dobiva se hibridni raster. FM se koristi za 0-10% i 90-100% rastertonskih vrijednosti, a za ostatak se koristi AM raster [19].



Slika 16. AM raster, FM raster i Hibridni raster

Izvor: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – dostupno 06.08.2013. [38]

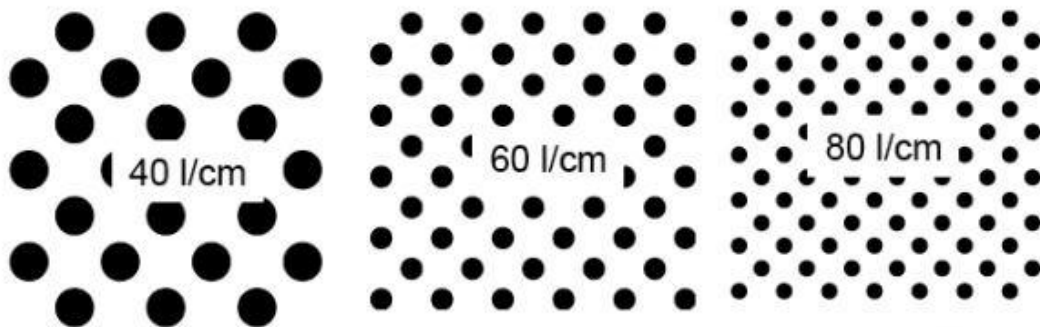
5.2. Finoća rastera

Kada govorimo o finoći rastriranja tada možemo reći da finoća amplitudno moduliranog rastera ovisi o linijaturi rastera. Linijatura je definirana gustoćom rasterskih linija odnosno brojem linija po inču (lpi) ili centimetru (lin/cm). Linijatura AM rastera ili finoća rastriranja ovisi o namjeni reprodukcije, tehničari tiska te o papiru i boji koja će se koristiti. Prema tome raster možemo podijeliti na:

Grubi raster – do 30 l/cm

Srednje fini - 30-60 l/cm

Fini raster - - iznad 60 l/cm



Slika 17. Linijatura AM rastera

Izvor: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – dostupno 06.08.2013. [39]

Kod FM rastera nema linijature kao kod AM rastera jer je razmak između rasterskih elemenata različit, stoga finoća FM rastera ne ovisi o linijaturi već o veličini rasterskog elementa. Ako je rasterski element okruglog oblika, što je najčešći primjer, linijatura se definira promjerom rasterskog elementa u mikrometrima (μm) [19].

5.3. Kutevi rastera i moiré

Jedan od najvećih problema kod amplitudnog rastriranja je vidljivi uzorak koji može nastati na reprodukciji i predstavlja tehničko ograničenje procesa, a naziva se moiré. Do moiré – a dolazi ukoliko nisu pravilno podešeni kutevi rastera na pojedinim separacijama. Zato se svaka boja podešava pod određeni kut da bi se smanjili negativni učinak moiré – a. Ta tema je donekle obuhvaćena u poglavlju o aniloks valjku gdje su ujedno i navedeni uzroci vezani uz aniloks valjak. Također valja napomenuti da su kutevi rastera definirani prema aniloks valjku graviranim pod kutem od 45°. Moiré pojava je izraženija što je pomak kuta manji. U fleksotisku treba posebno pripaziti na ovu pojavu prilikom tiska na rastezljive podloge gdje lakše dolazi do pomaka pasera [19].



Slika 18. Kutevi rastriranja

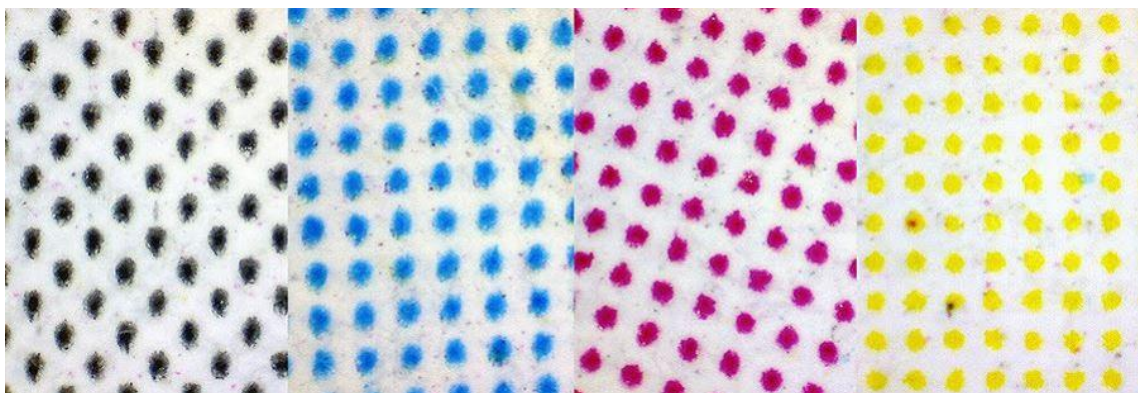
Izvor: http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.predavanje%20-%20RASTERSKI%20SUSTAVI.pdf – dostupno 06.08.2013. [40]

5.4. Nepravilnosti i deformacije rasterskih elemenata

Iako je do danas tehnologija mnogo napredovala još uvijek se suočavamo s problemima prilikom dobivanja kvalitetnog otiska posebice ukoliko neki od parametara sustava nije postavljen u optimalan odnos s ostalim elementima. Jedan od najvažnijih parametara u smanjenju kvalitete tiska jest deformacija rasterskih elemenata. Mnogo faktora utječe na rasterski element prilikom proizvodnje i s obzirom na tu činjenicu rasterski element se može povećati (pozitivna deformacija) ili pak smanjiti (negativna deformacija) u odnosu na teoretsku površinu. Kada govorimo o deformaciji većinom je riječ o pozitivnoj deformaciji, a to je deformacija kad je stvarna veličina rasterskog elementa veća od teoretske veličine. Valja napomenuti da je deformacija rasterskih elemenata pojava koja se događa neovisno o vrsti rastriranja.

Deformaciju rasterskih elemenata možemo podijeliti na geometrijsku deformaciju i optičku deformaciju. Postoje različiti uzroci deformacija rasterskih elemenata no najčešći su oni vezani za sile pritiska između valjaka, bubnjeva i cilindara.

Geometrijska deformacija rasterskih elemenata nastaje prilikom mehaničkih djelovanja na rasterski element za vrijeme i nakon tiska, a riječ je o obodnim brzinama cilindara te pritisku na materijal. Geometrijska deformacija rasterskih elemenata za vrijeme i nakon tiska može se najčešće dogoditi uslijed smicanja, razmazivanja i dubliranja. Za razliku od geometrijske deformacije, optička deformacija rasterskih elemenata nastaje uslijed refleksije svjetlosti s unutarnjih slojeva tiskovne podloge [18].



Slika 19. Deformacije rasterskih elemenata

Izvor:http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf – dostupno 06.08.2013. [41]

Bez obzira na vrstu deformacije vrlo je bitno ustanoviti deformaciju koju je moguće djelomično smanjiti pravilnim kalibriranjem i karakteriziranjem proizvodnog sustava posebno definiranim ICC profilima (eng. International Colour Consortium) [19].

5.5. Cirkularnost rasterskih elemenata

Kvaliteta rasterskog elementa uvelike ovisi i o njegovoj cirkularnosti. Rasterski elementi mogu biti različitog oblika no najčešći oblik rasterskog elementa je krug koji se u postupku reprodukcije deformira prolazeći kroz pojedine faze. Rubovi elementa postaju „nazubljeni“. Savršeni krug odnosno idealni element ima i najmanji mogući opseg dok realni element ima „nazubljene“ rubove i veći opseg. Cirkularnost se može izračunavati po formuli:

$$\text{Cirkularnost} = \frac{\text{opseg}^2}{4p * \text{površina}}$$

te u slučaju idealnog elementa iznosi 1. Za one realne elemente je >1.

Što je deformacija rasterskog elementa veća to je ljudski doživljaj oštine i kontrasta otiska manji. Na samu cirkularnost elemenata najviše utječe tiskovna podloga tj. njena hrapavost [22].

3. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu diplomskog rada promatrani su otisci dobiveni na različitim tiskovnim podlogama, a riječ je o kromopapiru, thermalnom papiru, transparentnoj foliji za naljepnice, samoljepljivoj PP transparentnoj foliji, samoljepljivoj PP foliji bijeloj i bijeloj foliji. Svi materijali otisnuli su se UV bojama na istom uređaju pod jednakim uvjetima rada, odnosno jednakom pritisku stroja te jednakim aniloks valjkom čija linijatura iznosi 420 l/cm.

3.1. Korišteni uređaji i programi

Kako bi obradili dobivene uzorke morali smo se koristiti određenim uređajima i programima za njihovu obradu, a riječ je o digitalnom mikroskopu i programu za obradu slike ImageJ.

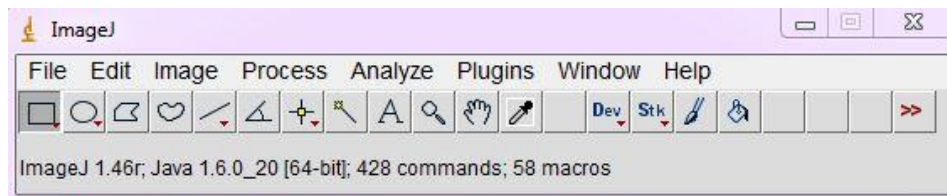
3.1.1. Digitalni mikroskop

Dino – Lite je kompaktan digitalni mikroskop s puno mogućnosti u odnosu na tradicionalni mikroskop. Ovaj mikroskop može se povezati s računalom i omogućava snimanje fotografija i filmova, kao i snimanje s ubrzanim protokom vremena. Ovisno o verziji, povećanje je moguće u rasponu od 10 do 200 pa čak i 500x. LED svjetla su u bijeloj, polariziranoj, ultraljubičastoj, infracrvenoj ili promjenjivoj kombinaciji. Većina njih ima mogućnost kalibracije i mjerenja. Samo kućište je kompozitno ili od aluminijske legure. Ova vrsta mikroskopa ima širok raspon primjene i to u medicini, tisku i tekstilu, u edukacijskim ustanovama te industriji [20].

3.1.2. ImageJ

Riječ je o programu za obradu slike koji je implementiran u Javi što nam omogućuje njegovo pokretanje pomoću bilo koje platforme koja ima JRE (Java Runtime Environment), poput Mac OSX, Windows, Linux. Pisan je u Javi pomoću makro naredbi koje omogućuju izvođenje funkcija u programu. Pomoću ImageJ – a možemo otvoriti različite formate poput TIFF, JPEG, GIF, BMP, PGM itd., a međusobno se razlikuju po rasponu boja i načinu kompresije. Kako ne bi izgubili na kvaliteti slike

prilikom svakog njenog spremanja najbolje je koristiti ne komprimirane formate. Za korišćenje programa nije potrebna nikakva licenca i on je u potpunosti besplatan, a omogućena je i njegova nadogradnja od strane svakog korisnika. Prvenstveno se koristi za obrađivanje, analiziranje i uređivanje slika (8-bitnih, 16-bitnih i 32-bitne), a omogućuje nam standardne funkcije za obradu slika kao što su detektiranje rubova, filtriranje, manipulacija kontrasta, oština itd. [21].



Slika 20. Izgled programa ImageJ

Izvor: <http://rsbweb.nih.gov/ij/features.html> – dostupno 09.08.2013. [42]

3.2. Korišteni materijali

3.2.1. Specifikacije podloga

VRSTA MATERIJALA: **KROMOPAPIR 80 g/m²**

NAZIV MATERIJALA: SCANDCOAT MC SSP 50AF HG0

PROIZVOĐAČ: SCANDSTICK Švedska

Tablica 1. Specifikacija kromopapira

Parametri	JM	Vrijednosti	Standard	Tolerancije
Gornji sloj				
Osnovna težina	g/m ²	80	ISO 536	± 3%
Debljina	mm	0,065	ISO 534	± 5%
Hrapavost (PPS 10, WS)	µm	1,0	ISO 8791-4	
ISO sjaj WS	%	93	ISO 8154	
Opacitet	%	86	ISO 2471	
Podloga				
Osnovna težina	g/m ²	60	ISO 536	± 3%
Debljina	mm	0,054	ISO 534	± 4%
Transparentnost	%	50	ISO 2469	
Ljepilo				
Min. temperatura primjene		-10°C		
Temperatura upotrebe		-40 °C +70 °C		
Laminat-ukupna gramatura	g/m ²	160	ISO 536	± 3%
Laminat –ukupna debljina	mm	0,137	ISO 534	± 10%



Slika 21. Kromopapir

VRSTA MATERIJALA: **THERMALNI PAPIR 79 g/m²**

NAZIV MATERIJALA: SCANDTHERM TCS SSP 50AF HG0

PROIZVOĐAČ: SCANDSTICK Švedska

Tablica 2. Specifikacija thermalnog papira

Parametri	JM	Vrijednosti	Standard	Tolerancije
Gornji sloj				
Osnovna težina	g/m ²	76	ISO 536	± 5%
Debljina	mm	0,082	ISO 534	± 8%
Podloga				
Osnovna težina	g/m ²	62	ISO 536	± 4%
Debljina	mm	0,054	ISO 534	± 4%
Transparentnost	%	50	ISO 2469	
Ljepilo				
Min. temperatura primjene		-10°C		
Temperatura upotrebe		-40°C/ +70°C		
Laminat-ukupna gramatura	g/m ²	158	ISO 536	± 3%
Laminat –ukupna debljina	mm	0,154	ISO 534	± 10%



Slika 22. Thermalni papir

VRSTA MATERIJALA: **Samoljepiva PP transparentna folija 60μm silikon bijeli**

NAZIV MATERIJALA: RI-707 60 PP GLOSS CLEAR TC AP901 WG62

PROIZVOĐAČ: RITRAMA Italija

Tablica 3. Specifikacija Samoljepljive PP transparentne folije

Parametri	JM	Vrijednosti	Standard	Tolerancije
Gornji sloj				
Osnovna težina	g/m ²	54	ISO 536	
Debljina	mm	0,060	ISO 534	
Podloga				
Osnovna težina	g/m ²	62	ISO 536	
Debljina	mm	0,055	ISO 534	
Transparentnost	%	>45	DIN 53147	
Ljepilo (62X)				
Min. temperatura primjene	C ⁰	-5 C ⁰		
Temperatura upotrebe	C ⁰	-40 do +120 C ⁰		
Laminat-ukupna gramatura	g/m ²	136	ISO 536	
Laminat –ukupna debljina	mm	0,115	ISO 534	



Slika 23. Samoljepljiva PP transparentna folija

VRSTA MATERIJALA: **Bijela folija**

NAZIV MATERIJALA: RADIL EGL = Taghleef LGL

PROIZVOĐAČ: Taghleef Industries Njemačka

Tablica 4. Specifikacija bijele folije

Svojstva	Metoda	Jed. mjera	Vrijednosti			Tolerancije
Debljina	-	µm	33	38	47	± 10% (*)
Težina	DIN 53352	g/m ²	20,5	23,6	29,1	± 5% (*)
Jačina napetosti MD	ASTM 882 (**)	N/mm ²	80			≥60
TD			160			≥120
Rastezljivost MD		%	140			≤200
TD	30			≤75		
Sjaj 45°	Machbeth TD931	%	85			≥75
Dinamika C.O.F. NT/NT	ASTM D 1894		0,50			≤0,70
Svjetlostalnost	ASTM D 1003	g/cm	28	25	23	±20%
Dinamika C.O.F. NT/NT	ASTM D 1894		0,25			0,15-0,40
Obrada	ASTM D 2578	dyne/cm	38			≥36
		dyne/cm				
Radil folije su zagarantirane za period od 6 mjeseci od datuma proizvodnje						
(*) Odnosi se na jednu rolu		(**) Brzina 100mm/min		Dužina uzorka : 200mm		



Slika 24. Bijela folija

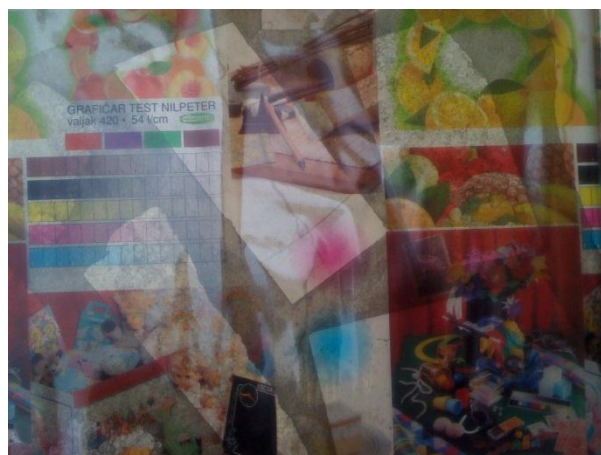
VRSTA MATERIJALA: **TRANSPARENTNA FOLIJA ZA NALJEPNICE 40 μ m**

NAZIV MATERIJALA: TREOFAN LTD FOLIJA ZA NALJEPNICE

PROIZVOĐAČ: HEADOFFICE TREOFAN GROUP TREOFAN GERMANY GMBH
& CO. KG 65479 RAUNHEIM, GERMANY

Tablica 5. Specifikacija transparentne folije za naljepnice

SVOJSTVA	LTD 38	LTD 40	JEDINICA	METODE
nominalna debljina	35	40	μ m	ISO 4591
gustoća	0,91	0,91	g/cm^3	-
jedinica težine	31,8	36,4	g/m^2	ISO 4591
količina	31,4	27,5	m^2/kg	ISO 4591
prekidna opterećenja: MD CD	130 300	130 300	N/mm^2	DIN ISO 527
rastezljivost kod kidanja: MD CD	180 50	180 50	% %	DIN ISO 527
površinska napetost	36-39	36-39	mN/m	DIN ISO 8296
koeficijent trenja	0,3	0,3	-	DIN ISO 8295



Slika 25. Transparentna folija

VRSTA MATERIJALA: SAMOLJEPIVA PP FOLIJA BIJELA 60 μ m

NAZIV MATERIJALA: 03817 RI-757/60 PP GLOSS WHITE CAVITATED TC
RP1101 WG62

PROIZVOĐAČ: RITRAMA / CARTUS Italija

Tablica 6. Specifikacija samoljepljive PP folije bijele

Parametri	JM	Vrijednosti	Standard	Tolerancije
Gornji sloj RI-757/60 PP GLOSS WHITE CAVITATED TC				
Osnovna težina	g/m ²	45	ISO 536	± 3%
Debljina	mm	0,060	ISO 534	± 5%
Podloga WG62				
Osnovna težina	g/m ²	62	ISO 536	± 3%
Debljina	mm	0,055	ISO 534	± 5%
Transparentnost	%	>45	DIN 53147	
Ljepilo RP1101				
Min. temperatura primjene	°C	+0		
Temperatura upotrebe	°C	-10 do+70		
Laminat-ukupna gramatura				
Laminat –ukupna debljina	g/m ²	122	ISO 536	± 10%
	mm	0,13	ISO 534	± 10%



Slika 26. Samoljepljiva PP folija bijela

3.2.2. Specifikacije boja

Svi materijali tiskani su uz pomoć UV sušivih nisko migrirajućih boja. Ovaj sistem boja pruža minimalan miris i niske migrirajuće komponente na posušenom filmu bez upotrebe benzofenona, ITX i BDK. Ove boje su vrhunski proizvod proizveden koristeći se najsvremenijom disperzijskom tehnologijom tako potvrđujući standarde kvalitete, a pogodne su za korištenje na uskim i srednjim rotacijama UV flekso strojeva. Pružaju optimalne performanse na svim jedinicama s UV sušenjem.

Tablica 7. Karakteristike korištenih UV boja

KARAKTERISTIKE	PREDNOSTI	DOBIT
ne sadrži benzofenon, ITX i BDK	niske migracije na posušenom filmu	širi portfolio prikladnog posla
minimalni miris	moгуćnost tiskanja materijala za sekundarni kontakt sa hranom	širi portfolio prikladnog posla.
optimizirani viskozitet i tok	nema pjenjenja	dobro teče kroz stroj
brzi odaziv sušenja.	minimalni dot gain(prirast točke)	oštrije slike i bistrija naglašenja
superiorno nalijeganje	izvrsno puštanje ćelija	štedi vrijeme
	može se pumpati	potencijalna ušteda vrem. i novca.
	strojevi mogu brže raditi.	manje odbijanje kvalitete.
	nema set offa na valjcima ili tisku	fleksibilnost kod izrade proizvoda.
	nema set offa na valjcima ili tisku	smanjen inventar
Pantone odobrene procesne boje	minimalne zalihe boja.	puni spektar boja može se lakše izmiješati
	boje odgovaraju industrijski priznatom standardu	lakša komunikacija sa kupcima i dizajnerima
ne sadrži otapalo	prijateljski za okoliš	zdrav radni okoliš
	boje mogu biti otvorene	manje pranje
	nema štete na lampama	manje zamjene = ušteda novca
spremno za tisak	nema potrebe za aditivima	odgovara strojaru, ušteda vremena
visoki sjaj	nema potrebe za završnim lakom	potencijalna ušteda

Ovaj sistem boja dizajniran je s namjerom za korištenje na većini papira, ljepenk, sintetike i podržanih i nepodržanih folija. Boje su spremne za tisak te upotreba aditiva nije preporučljiva bez prijašnje konzultacije ili preporuka Paragona Inksa koji je proizvođač istih.

Preporučeno je testiranje na sintetičkim materijalima da se osigura dobro nalijeganje i kvaliteta otiska. Sistem boja nije prikladan za termalne papire bez korištenja prikladnog završnog laka, a preporučeno je adekvatno testiranje prije početka produkcije.

Sve boje pojašnjene u ovoj specifikaciji ne sastoje se od radikala i smatrane su prikladnima za preštampavanje (eng. overprint) sa drugim materijalima – flekso boje, lakovi, termalno transferne vrpce, vruće folije i laserski toneri međutim preporuča se obavezno testiranje prije početka produkcije.

Tablica 8. Fizički podaci boje

Količinske anilox preporuke (lpi/cm³/m²):	
proces – standardni opseg	700-900 lpi/3-4.5 cm ³ /m ²
proces – širi opseg	900-1200 lpi/2-4 cm ³ /m ²
linijski:	400-650 lpi/4-6 cm ³ /m ²
krutost:	250-550 lpi/5-9 cm ³ /m ²
bijela poledina:	100-200 lpi/10-20 cm ³ /m ²
metalizirannje:	100-200 lpi/8-11 cm ³ /m ²
lakiranje:	100-300 lpi/6-11 cm ³ /m ²

Brzina sušenja: > 100mpm

Vrsta sušenja: UV

Tipična gustoća: yellow: 0.95-1.15

magenta: 1.35-1.45

cyan: 1.35-1.45

black: 1.40+

Tablica 9. Prikaz prikladnosti boja s obzirom na podlogu

<i>PODLOGE</i>	<i>IZVRSNA</i>	<i>DOBRA</i>	<i>PREPORUČENO TESTIRANJE</i>
lakirani papir	+		
lakirane sintetičke podloge	+		
termalni papiri(nadlakirani) folije	+	+	+
<i>KOMBINACIJA</i>			
UV knjigotisak	+		
UV flexo	+		
UV primoflo	+		
UV flexo(propusni lak)	+		
flexo(vođena baza)			+
UV screen(bez silikona)	+		+
<i>PRIKLADNE OVERPRINT METODE</i>			
termalni transfer	+		+
direktno termalni		+	+
vruća folija	+		+
laserski overprint	+		+

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prva faza praktičnog dijela jest mikroskopiranje odnosno promatranje otisaka pod povećanjem od 60x kako bi se vidjeli pojedini rasterski elementi. Mikroskopirana su bila polja rastertonskih vrijednosti od 2% i to za cijan, magentu, žutu i crnu boju.



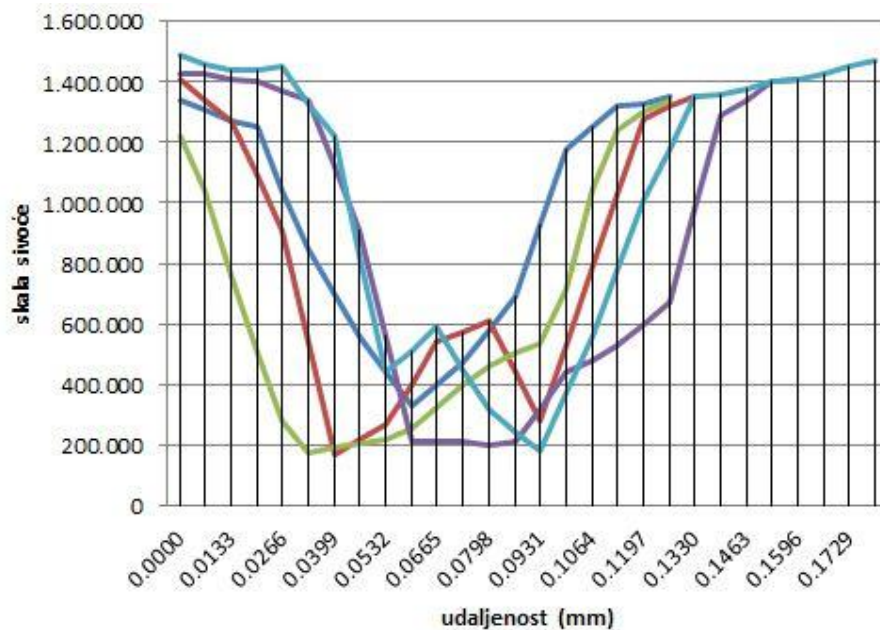
Slika 27. Kontrolni strip

Prije provođenja mjerenja rađena je kalibracija kako bi se uspostavio odnos između vrijednosti koje pokazuje mjerni instrument ili vrijednosti koje predstavlja materijalizirana mjera odnosno referentni materijal ili vrijednosti koje realizira standardna mjera.

Nakon kalibracije slijedilo je mjerenje pojedinih rasterskih elemenata za pojedinu boju na šest različitih podloga. Od svake boje izmjeren je promjer pet velikih i pet malih rasterskih elemenata za sve rasterske vrijednosti odnosno za rasterske vrijednosti od 2% na svakoj od podloga.

4.1 Kromopapir

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za crnu boju.

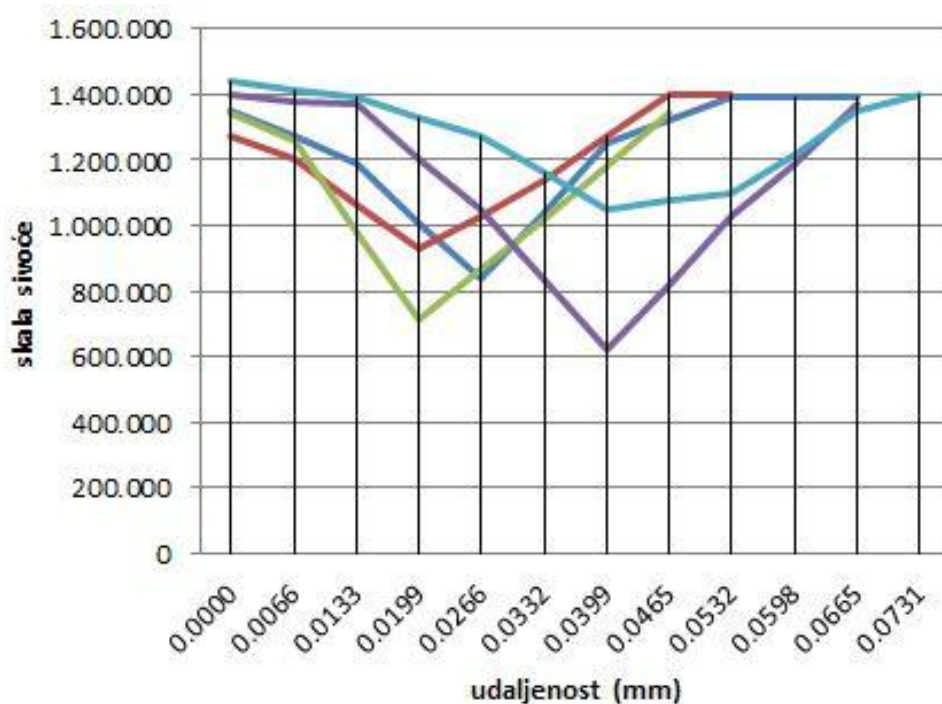


Graf 1. Usporedba velikih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 10. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,953
2.rasterski element	0,921
3.rasterski element	0,936
4.rasterski element	0,929
5.rasterski element	0,977

Rasterski elementi za crnu boju kod kromopapira imaju u jednaku reproduciranu površinu odnosno obojenje im je slično po svim dijelovima. Veličina velikog rasterskog elementa proteže se na udaljenosti od 0,04 pa sve do 0,09. Potpuno zacrnjenje vidljivo je na nekoliko mjesta u rasponu udaljenosti od 0,06 do 0,09. Skala sivoće za sve elemente se proteže na jednakom nivou i to na 1,000,000. Rasterski elementi su okruglog oblika. Nisu idealne cirkularnosti 1 već variraju oko 0,921 do 0,977.



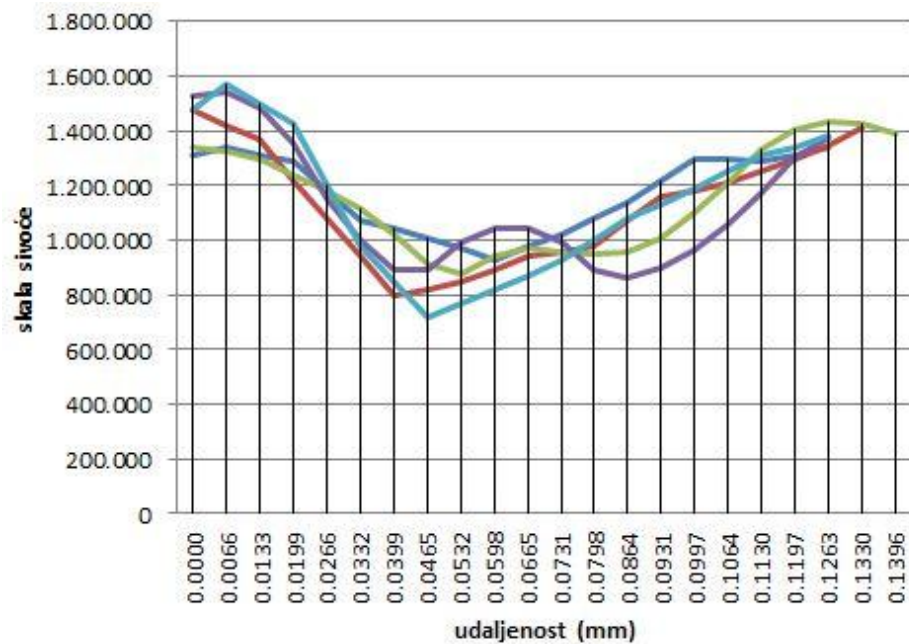
Graf 2. Usporedba malih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 11. Cirkularnost za male crne rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0.887
4.rasterski element	1
5.rasterski element	1

Mali rasterski elementi za crnu boju kod komopapira u 90% slučajeva su idealno okruglog oblika što znači da im je cirkularnost jednaka 1. Obojenje je slično na svim dijelovima rasterskih elemenata, a ovisno o rasterskom elementu proteže se na udaljenosti od 0,02 do 0,03 ili pak na udaljenosti od 0,03 do 0,05. Potpuno zacrnjenje vidljivo je u samo jednoj točki i to na udaljenosti ili 0,02 ili 0,04. Svi mali rasterski elementi većinom se protežu na sivoći cca. 1,300,000.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za cijan

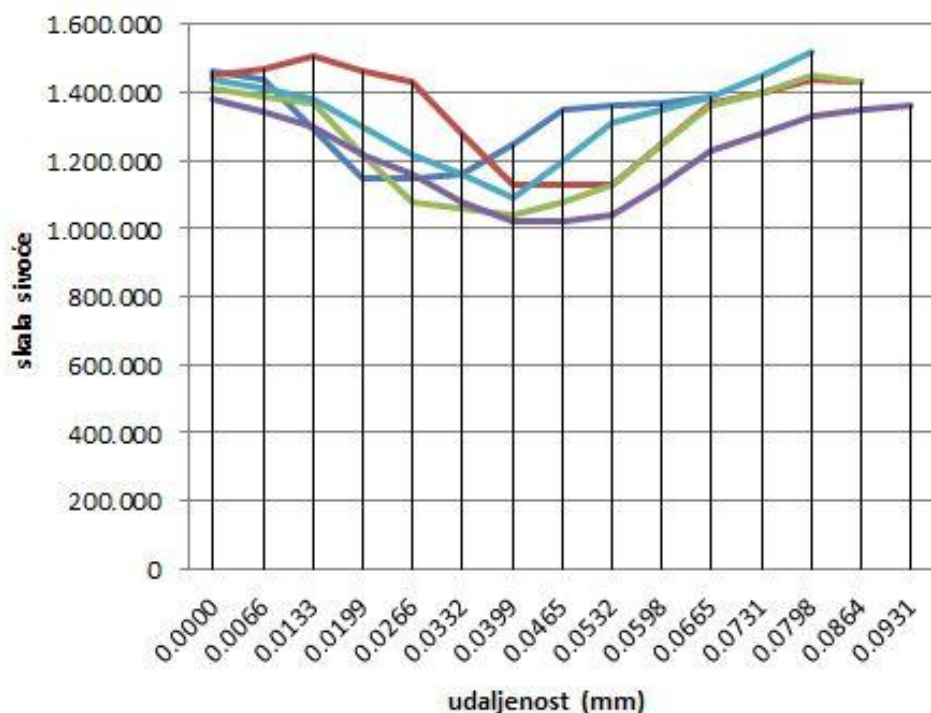


Graf 3. Usporedba velikih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 12. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,907
2.rasterski element	0,985
3.rasterski element	0,042
4.rasterski element	0,906
5.rasterski element	0,938

Rasterski elementi za cijan nemaju zabilježenu veću deformaciju rasterskog elementa štoviše udaljenost na kojima se proteže rasterski element je za sve elemente gotovo jednaka i to se radi o udaljenosti od 0,02 pa sve do 0,09. Rijetko koji rasterski element svojom veličinom prelazi područje 0,10. Rasterski elementi većinom se protežu na skali sivoće cca. 1,115,000 ili pak 1,300,000 i obojenje je slično na svim djelovima. Cirkularnost izmjerenih elemenata proteže se od 0,906 pa do 0,985 i riječ je o okruglim rasterskim elementima.



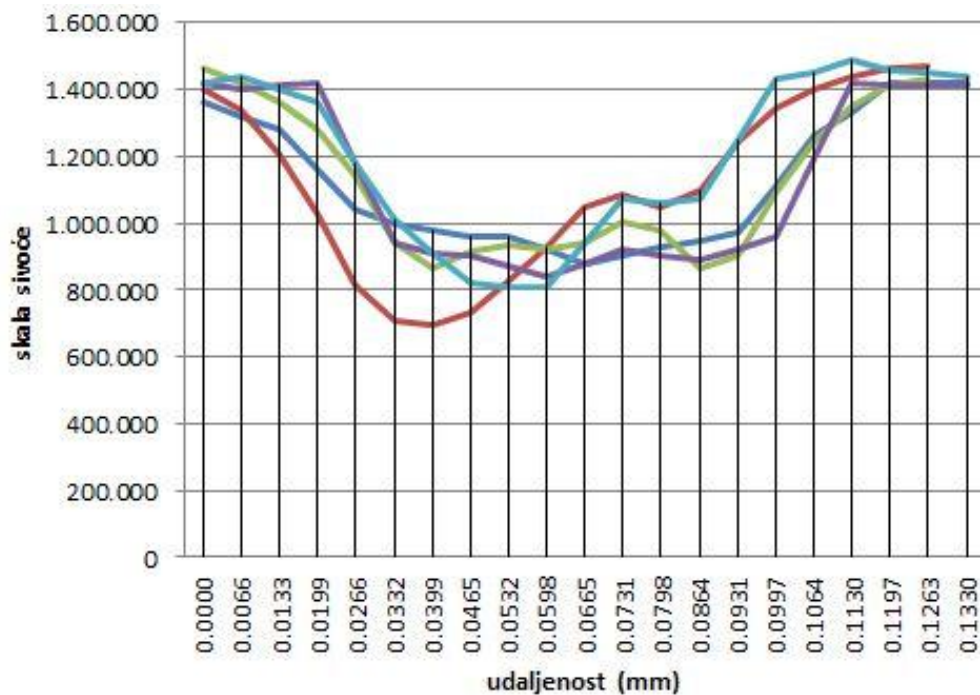
Graf 4. Usporedba malih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 13. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,953
4.rasterski element	0,974
5.rasterski element	1

Mali rasterski elementi za cijan su skoro pa idealni. Od izmjerenih rasterskih elemenata tek jedan rasterski element je odstupio od idealno okruglog oblika i njegova cirkularnost iznosila je 0,974 no bez obzira na to on je također spada u elemente okruglog oblika. Reproducirana površina je gotovo jednaka za sve rasterske elemente. Najtamniji dijelovi se nalaze na udaljenosti 0,04 dok neki elementi imaju veću potpuno zacrnjenu površinu koja se proteže od 0,02 do 0,03 ili pak 0,04 do 0,05. Skala sivoće jednog rasterskog elementa u odnosu na drugi je jednaka i nalazi se na 1,300,000.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za magentu

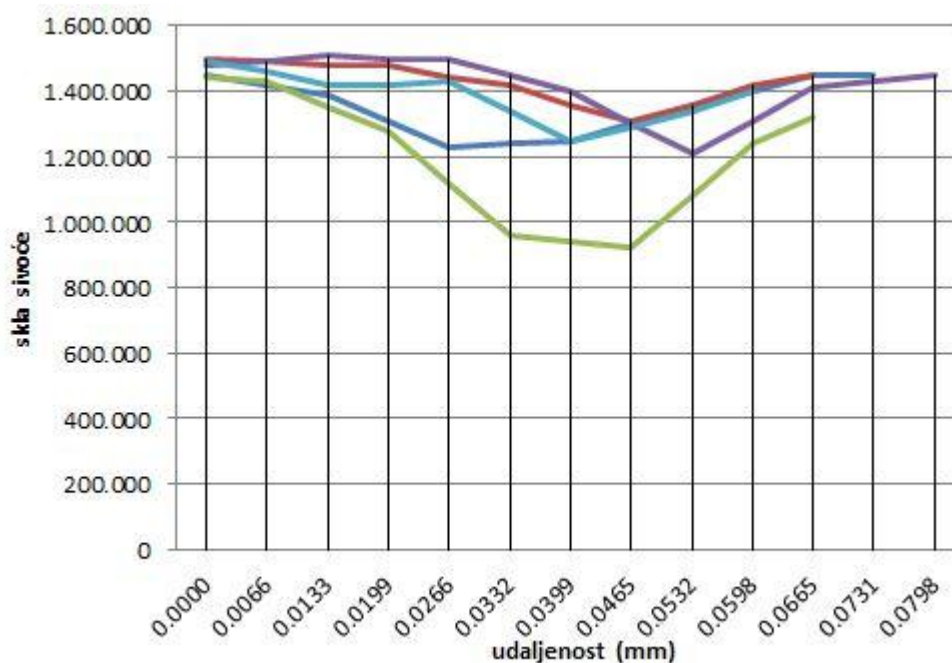


Graf 5. Usporedba velikih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 14. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	0,923
2.rasterski element	0,907
3.rasterski element	0,986
4.rasterski element	0,900
5.rasterski element	0,935

Rasterski elementi za magentu na kromopapiru vrlo su usklađeni što znači da nema većih deformacija. Svaki rasterski element cirkularnosti je veće od 0,90 i spada u okrugle rasterske elemente. Obojenje je slično na svim djelovima iako se najtamniji djelovi nalaze na različitim udaljenostima iako je veličina svakog rasterskog elementa u rasponu od 0,03 do 0,09, a elementi se većinom protežu na skali sivoće 1,200,000.



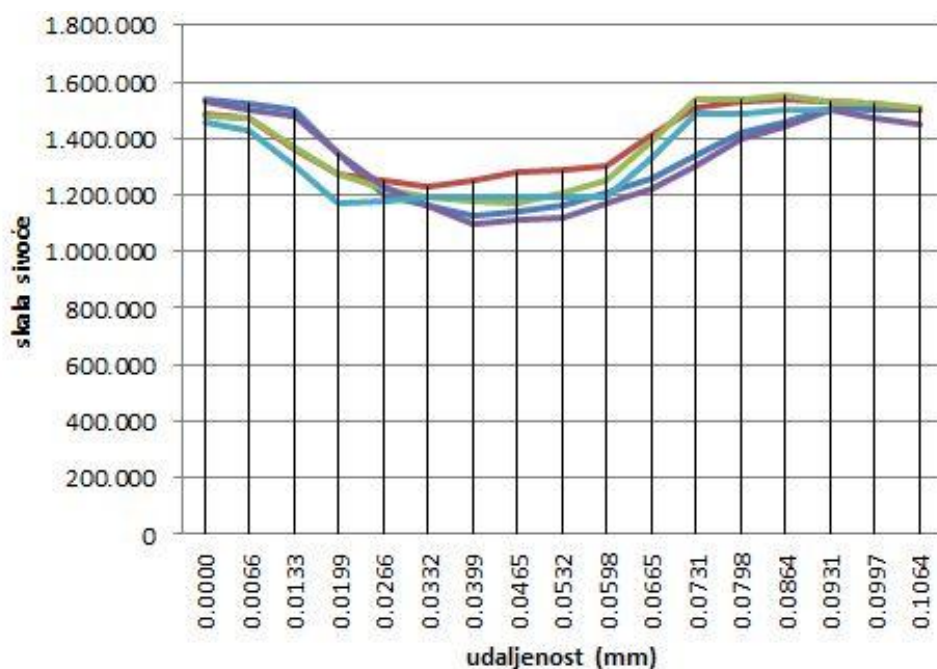
Graf 6. Usporedba malih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 15. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	1

Idealno okrugli rasterski elementi karakteristični su za male rasterske elemente magente. Od svih nasumično izmjerenih rasterskih elemenata cirkularnost je 1 pa se pretostavlja da su i ostali mali rasterski elementi za magentu okruglog odnosno idealnog oblika. Bez obzira na idealan oblik rasterskog elementa čija veličina se proteže na udaljenosti od 0,03 do 0,06 skala sivoće za različite rasterske elemente proteže se ili na 1,350,000 ili pak 1,200,000.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za žutu boju

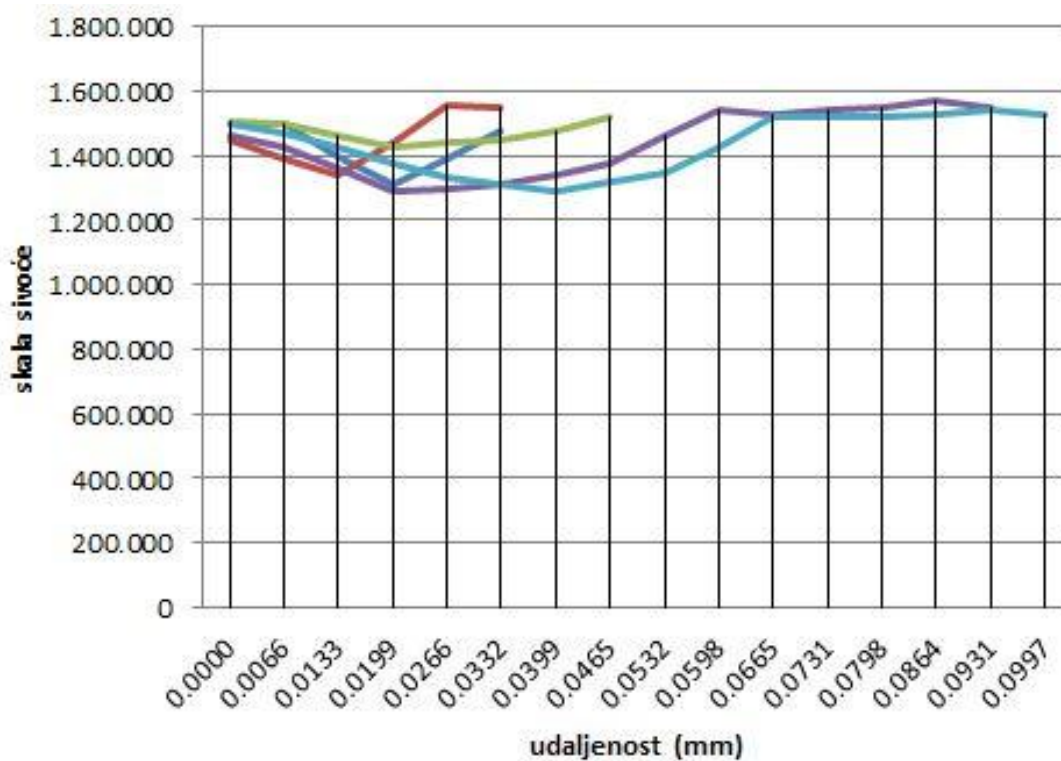


Graf 7. Usporedba velikih rasterskih elemenata za žutu boju

Tablica 16. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,944
2.rasterski element	0,973
3.rasterski element	0,945
4.rasterski element	0,983
5.rasterski element	0,959

Veliki rasterski elementi za žutu boju veličine su od 0,02 do 0,07 i naizgled su svi jednako široki. Razlika se nalazi u najtamnijim djelovima koji su na istoj udaljenosti različito raspoređeni tako da neki imaju najtamnije djelove na 0,02 neki na 0,04 dok su neki najtamniji u točki na udaljenosti 0,06. Rasterski elementi većinom se protežu na skali sivoće 1,350,000. Cirkularnost od 0,944 preko 0,973 do 0,983 čini ih okruglim rasterskim elementima.



Graf 8. Usporedba malih rasterskih elemenata za žutu boju

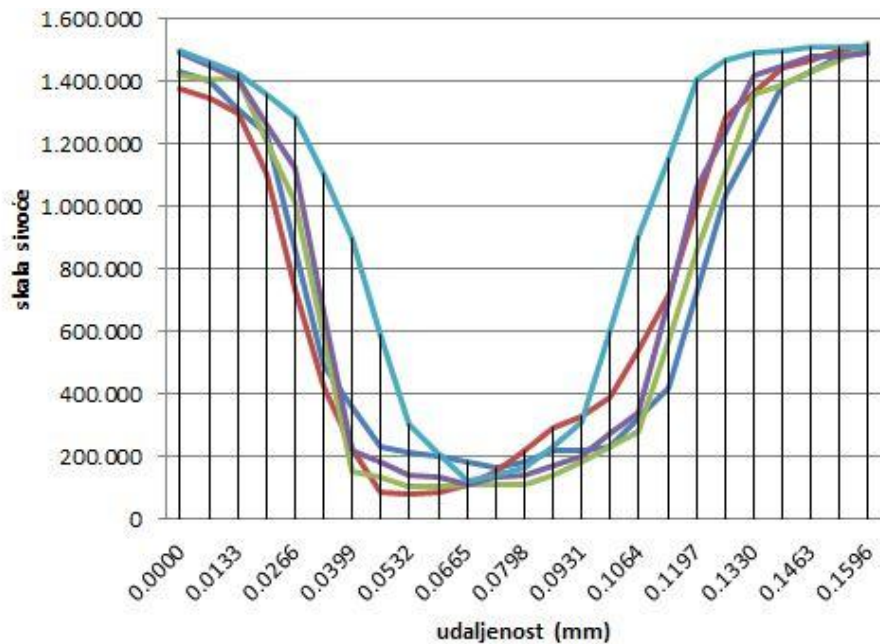
Tablica 17. Cirkularnost za male žute rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,726
2.rasterski element	0,331
3.rasterski element	0,740
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,873

Vidljiva je deformacija na izmjerenim malim rasterskim elementima za žutu boju. Prema izmjerenoj cirkularnosti većina izmjerenih rasterskih elemenata ima oblik elipse, a ona iznosi 0,726 ili pak 0,740 dok okrugli elementi čine iznimku. Skala sivoće ne proteže se za svaki element jednako već se nalazi na cca 1,400,000 i 1,480,000, a najtamniji dijelovi nalaze se tek u jednoj točki i to kod svakog izmjerenog rasterskog elementa na drugom mjestu.

4.2 Termalni papir

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za crnu boju.

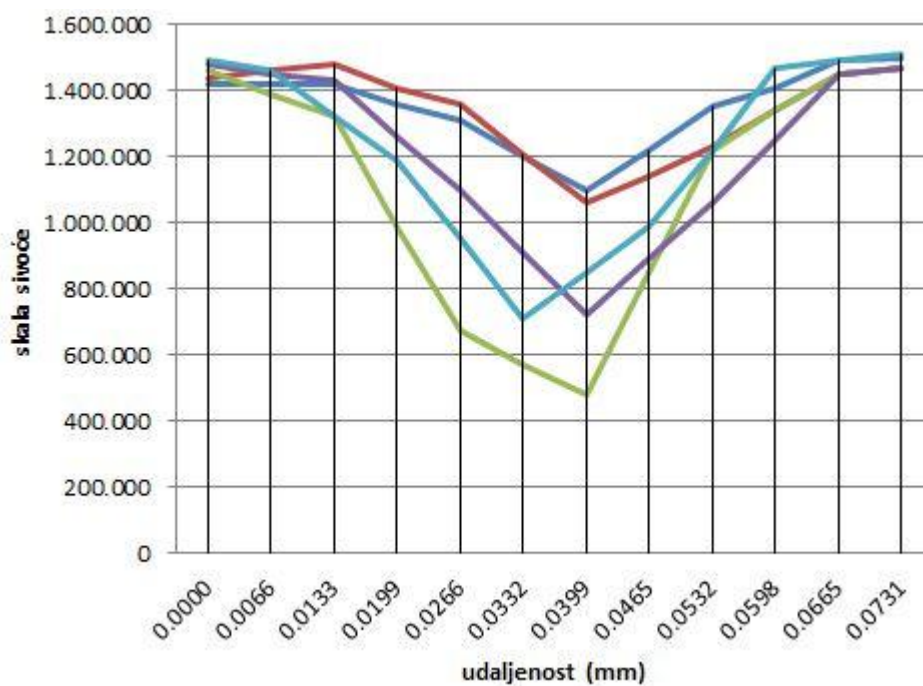


Graf 9. Usporedba velikih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 18. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,924
2.rasterski element	0,939
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	1

Veliki rasterski elementi za crnu boju naizgled su jednaki što se i vidi iz vrijednosti koje se nalaze u dijagramu. Reproducirana površina velikih rasterskih elemenata na termalnom papiru je jednaka i većinom se proteže na sivoći od cca 1,000,000. Širina rasterskog elementa proteže se na udaljenosti od 0,04 pa sve do 0,12. Najtamniji djelovi su na 0,05 i 0,06 i nalaze se u nekoliko točaka, a ne samo jednoj. Cirkularnost elemenata je od 0,924, 0,927, 0,939 i 1 što znači da su svi rasterski elementi okruglog oblika.



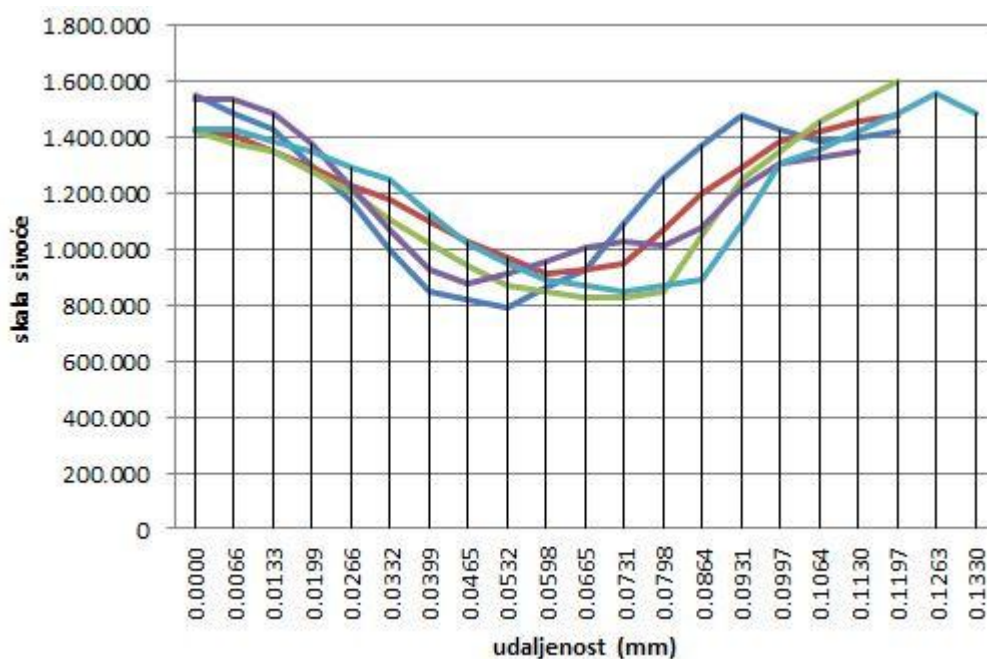
Graf 10. Usporedba malih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 19. Cirkularnost za male crne rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,809
2.rasterski element	1
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	1

Baš kao i kod velikih rasterskih elemenata za crnu boju, i mali rasterski elementi su dosljedni jedan drugome. Naizgled su jednaki odnosno iste su širine, a ona se proteže od 0,01 do 0,06, a najtamniji dio je kod svakog elementa u samo jednoj točki. Od pet izmjerenih elemenata njih četiri su savršeno okrugli odnosno cirkularnosti 1 dok se jedan element malo izdvaja svojom nesavršenošću, ali još uvijek okruglim oblikom i najtamnijim djelom na udaljenosti 0,03. Sivoća se većinom proteže na 1,000,000 ili pak 1,300,000 ovisno o kojem je elementu riječ.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za cijan

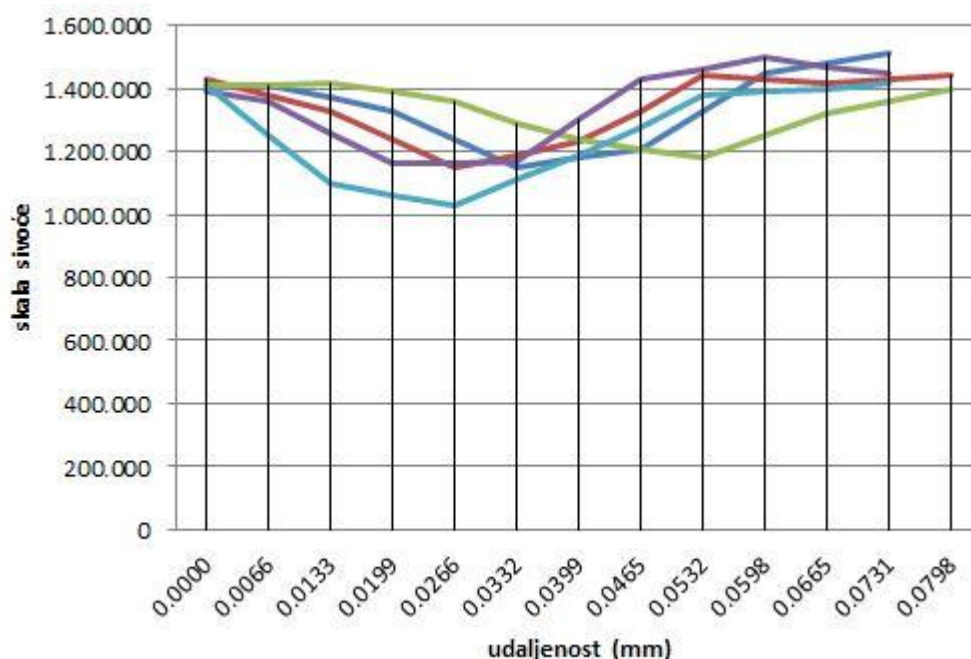


Graf 11. Usporedba velikih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 20. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,959
2.rasterski element	0,954
3.rasterski element	0,920
4.rasterski element	0,943
5.rasterski element	0,935

Cijan rasterski elementi koji su nasumce odabrani na otisku ne bilježe znatno velika odstupanja jedan od drugoga. Svi promatrani rasterski elementi imaju jednako reproduciranu površinu. Skala sivoće jednog elementa u odnosu na drugi je jednaka i proteže se na sivoći cca 1,200,000. Veličina svakog pojedinog rasterskog elementa je od 0,02 do 0,09. Izmjereni elementi spadaju u okrugle rasterske elemente, a izmjerena cirkularnost im je 0,959, 0,954, 0,943, 0,929 i 0,935.



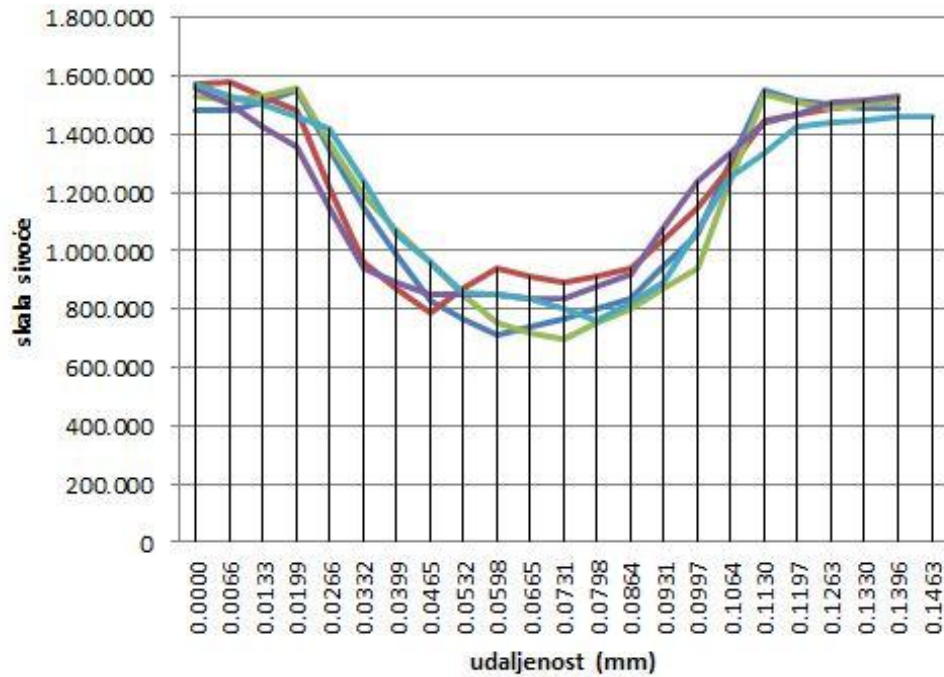
Graf 12. Usporedba malih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 21. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	1
2.rasterski element	0,869
3.rasterski element	1
4.rasterski element	0,976
5.rasterski element	0,993

Za razliku od velikih rasterskih elemenata, mali rasterski elementi za cijan na thermalnom papiru pokazuju varijacije jedan u odnosu na drugi i to prvenstveno svojom veličinom odnosno širinom. Iz prikaza je vidljivo da jedan element iskače u odnosu na druge elemente. Svaki mjereni rasterski element ima potpuno zacrnjenje u jednoj točki koje ovisno o njegovoj veličini varira na određenim udaljenostima. Skala sivoće je oko 1,200,000, dok je izračunatom cirkularnošću definirano da su izmjereni rasterski elementi okruglog, ali ne savršeno okruglog, oblika.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za magentu

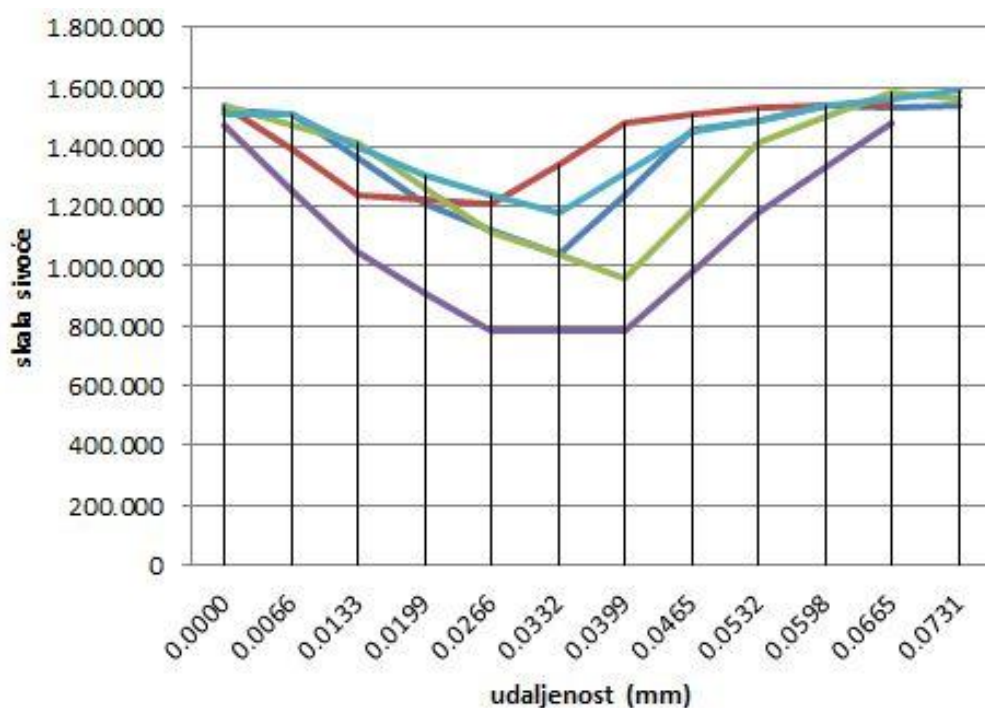


Graf 13. Usporedba velikih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 22. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	0,967
2.rasterski element	0,933
3.rasterski element	0,936
4.rasterski element	0,985
5.rasterski element	0,946

Pogledom na graf uočavamo da su svi prikazani rasterski elementi iste veličine odnosno jednako su široki, a njihova širina varira od 0,03 pa sve do 0,11. Nema većih deformacija rasterskog elementa, a svi rasterski elementi spadaju u one okruglog oblika jer im je izračunata cirkularnost za svaki od elemenata oko 0,933. Svi elementi su jednakog obojenja po cijeloj površini i to na skali sivoće od oko 1,300,000, a razlikuju se tek po mjestu najtamnijih mjesta na rasterskom elementu koje je kod svakog izmjenjenog na drugom mjestu unutra njegove dužine.



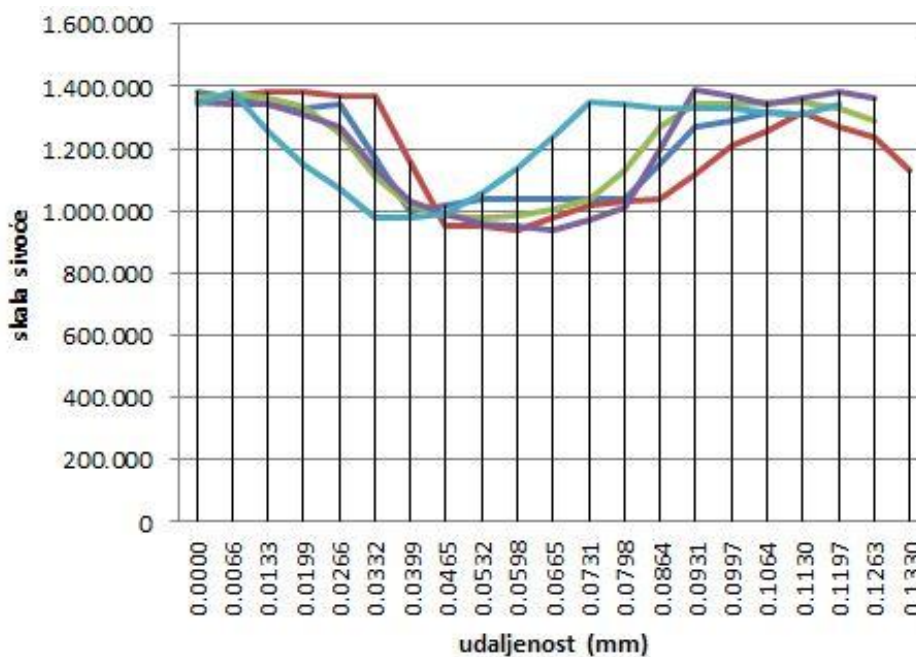
Graf 14. Usporedba malih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 23. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,914

Mali rasterski elementi nešto se razlikuju jedan od drugoga za magentu za razliku od velikih rasterskih elemenata koji su se pokazali gotovo jednakima. Iako izračunom cirkularnosti spadaju u idealno okrugle rasterske elemente jer od pet izmjerenih njih četiri ima idealnu cirkularnost koja iznosi 1 dok je jedan element iskočio iz idealnih okvira, ali ne i iz okruglog oblika. Rasterski elementi različite su širine pa im reproducirana površina nije u potpunosti jednaka. Svaki prikazani element ima drugačiju dominaciju skale sivoće, ali im je zajedničko to da su potpuno zacrnjeni samo u jednoj točki.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za žutu boju

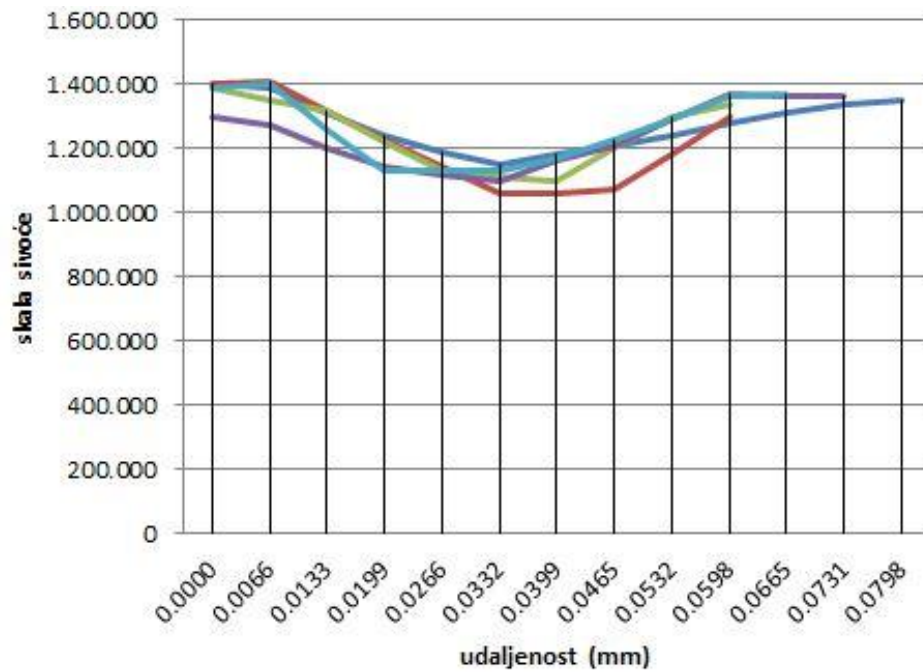


Graf 15. Usporedba velikih rasterskih elemenata za žutu boju

Tablica 24. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	0,787
2.rasterski element	1
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,836

Veliki rasterski elementi za žutu boju razlikuju se od velikih rasterskih elemenata drugih boja. Naime, oni pokazuju nešto veće deformacije rasterskog elementa i između nasumce odabranih i izmjerenih rasterskih elemenata osim onih okruglog obilka, koji dominiraju, našao se i jedan rasterski element cirkularnosti 0,787 što ga uvrštava u rasterski element oblika elipse. Reproducirana površina rasterskih elemenata nije jednaka već varira na različitim udaljenostima, a rasterski elementi većinom se protežu na sivoći od cca 1,200,000.



Graf 16. Usporedba malih rasterskih elemenata za žutu boju

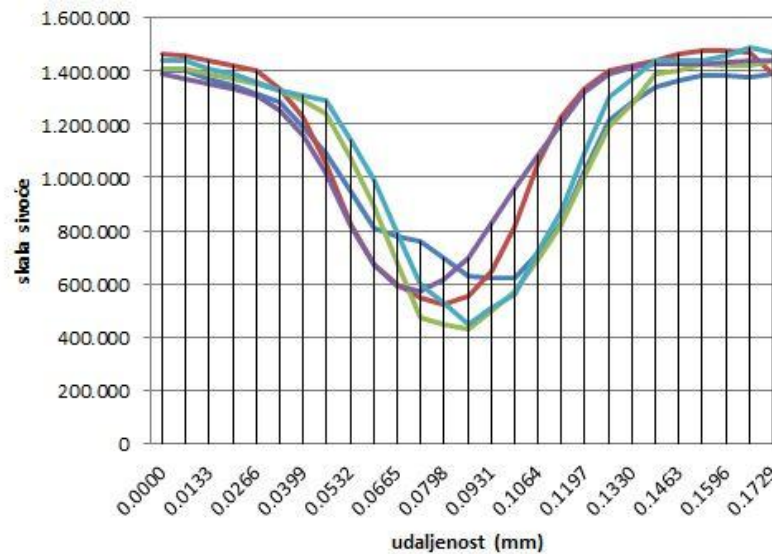
Tablica 25. Cirkularnost za male žute rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,988
4.rasterski element	0,898
5.rasterski element	0,976

Ovaj puta za razliku od velikih rasterskih elemenata, mali rasterski elementi su u puno boljem odnosu jedan naspram drugoga. Njihova veličina se proteže na istim udaljenostima s vrlo malim varijacijama, a riječ je o udaljenosti od 0,01 do 0,06. Svi rasterski elementi su poprilično jednako zatamnjeni na svim mjestima, a većinom se proteže na sivoći od 1,250,000 ili pak 1,300,000. Svi izmjereni rasterski elementi ne odstupaju od okruglog oblika što znači da im je izračunata cirkularnost veća od 0,8.

4.3 Samoljepljiva PP transparentna folija

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za crnu boju.

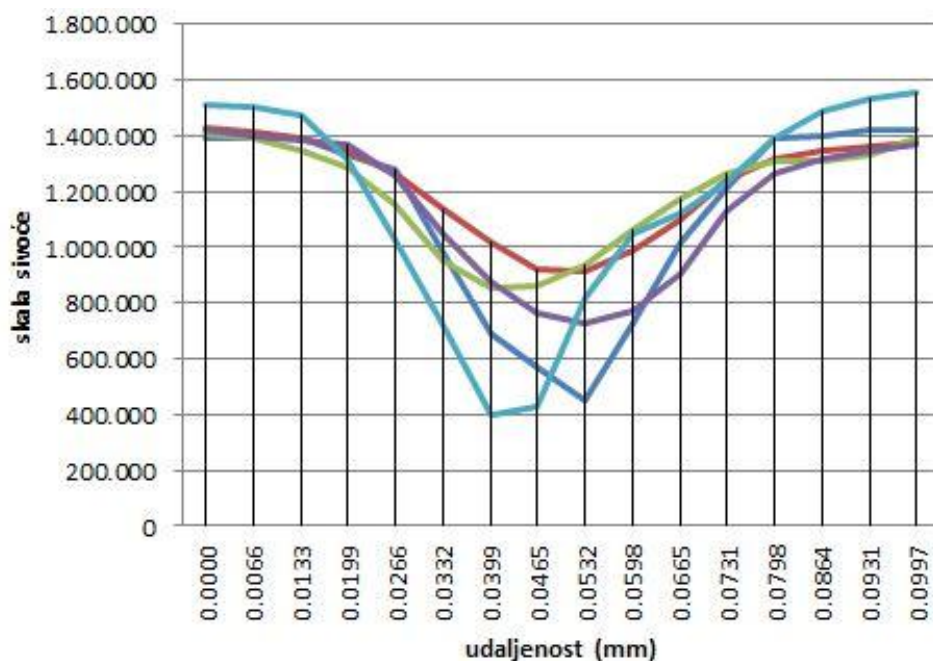


Graf 17. Usporedba velikih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 26. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,983
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,978
4.rasterski element	0,854
5.rasterski element	0,946

Nakon izvršenog mjerenja za polja od 2% rastertonske vrijednosti za velike rasterske elemente za crnu boju na grafovima je vidljivo da svi mjereni rasterski elementi obuhvaćaju cirkularnost od 0,854 do 1 što znači da spadaju u okrugle rasterske elemente koji su skoro pa idealni u svakom od slučaja. Slično obojenje proteže se kroz sve rasterske elemente, a izrazito velika zacrnjenost proteže se na udaljenosti od 0,06 pa sve do 0,08 dok je potpuno zacrnjenje vidljivo tek u nekoliko točaka na udaljenosti 0,07 i 0,08. Svi rasterski elementi jednake su širine, a reproducirana površina većinom se proteže na skali sivoće 1.000.000.



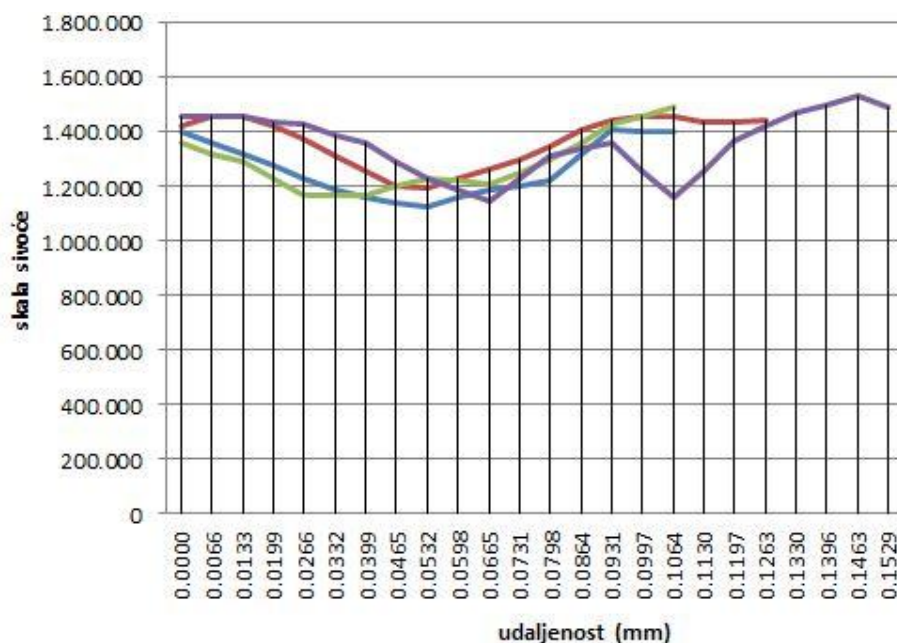
Graf 18. Usporedba malih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 27. Cirkularnost za male crne rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,941

Za razliku od velikih rasterskih elementa, mali rasterski elementi samo u jednom od mjerenih slučajeva nisu idealni što znači da je u većini slučajeva cirkularnost 1 odnosno idealna je i rasterski element je u potpunosti okrugao. Svi rasterski elementi su poprilično iste širine, a potpuno zacrnjenje se za dva slučajeva nalazi samo u jednoj točki na udaljenosti od 0,04 dok se na preostala 3 rasterska elementa ono nalazi na udaljenosti 0,05. Skala sivoće također ne odstupa previše već varira za sve rasterske elemente na području od 1.200.000.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za cijan

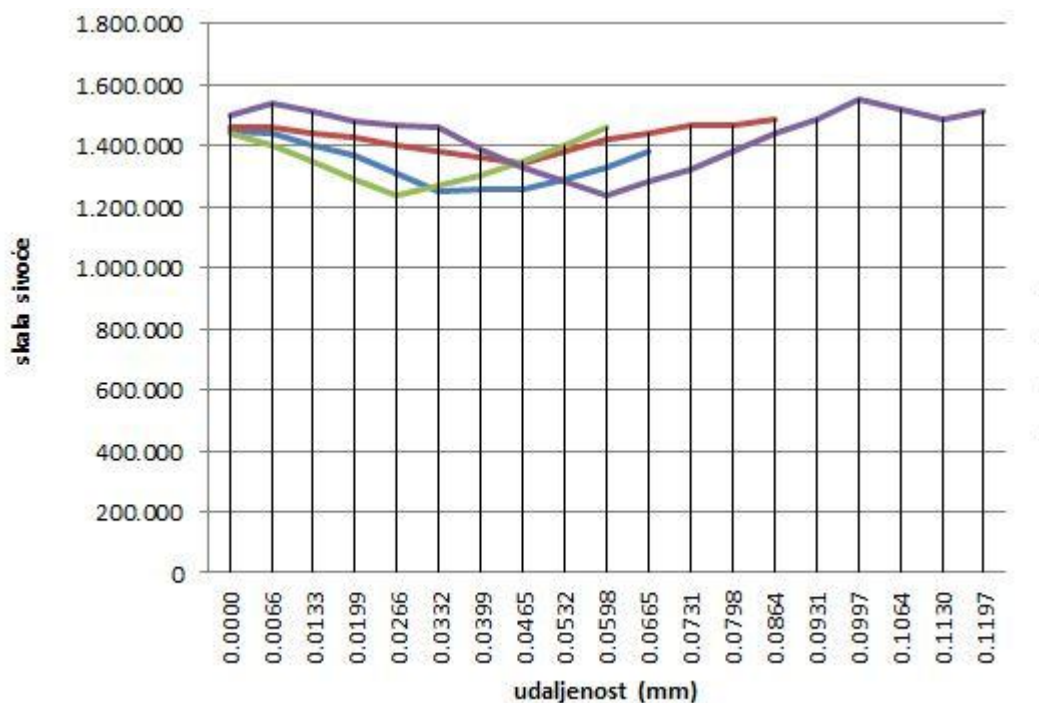


Graf 19. Usporedba velikih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 28. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,726
2.rasterski element	0,732
3.rasterski element	1
4.rasterski element	0,905
5.rasterski element	1

Što se tiče rasterskih elemenata za cijan vidljivo je da su oni poprilično različiti i da imaju vidljiva odstupanja sivoće i cirkularnosti. Svaki od mjerenih rasterskih elemenata ima potpuno zacrnjenje u jednoj točki dok se jedan rasterski element ističe sa dvije točke u potpuno crnom polju. Za većinu rasterskih elemenata dominantno polje sivoće proteže se na udaljenosti od 0,05 do 0,07 dok postoje iznimke gdje je dominantno polje sivoće na udaljenosti 0,03 do 0,07. Reproducirana površina najviše se proteže na skali sivoće 1.300.000. Cirkularnost rasterskih elemenata nije idealna, ali se proteže u rasponu od 0,925 do 1 za većinu rasterskih elemenata što znači da su okruglog oblika dok je manji dio u rasponu cirkularnosti od 0,726 do 0,732 što ih čini ovalnim rasterskim elementima.



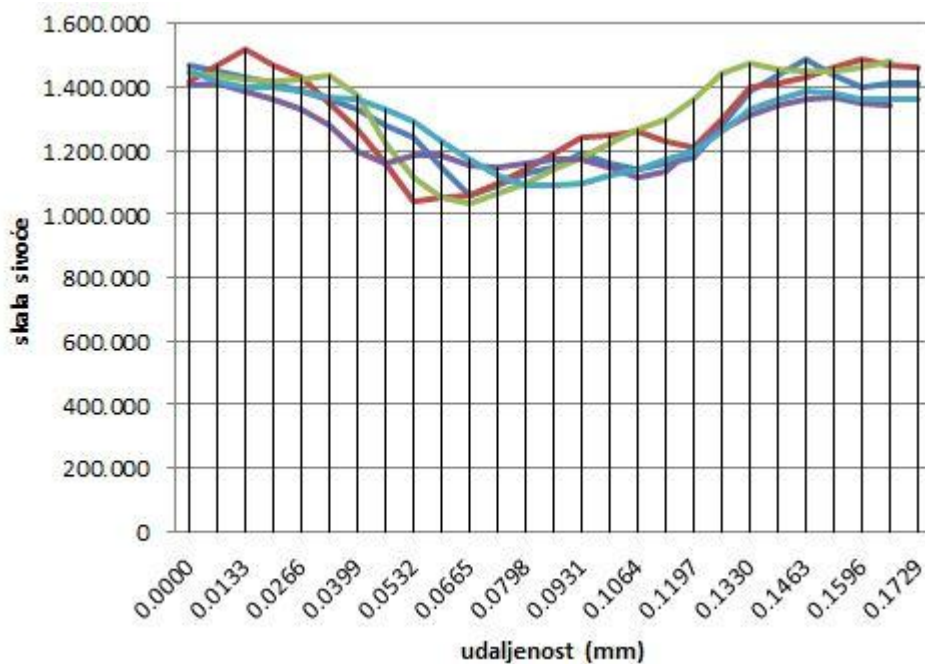
Graf 20. Usporedba malih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 29. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,951
2.rasterski element	1
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,886

Mali rasterski elemeti za razliku od velikih nemaju tolika odstupanja. Cirkularnost im je gotovo idealna kod svakog rasterskog elementa jer se govori o samo jednoj točki koja čini rasterski element. Tek jedan od pet mjerenih rasterskih elemenata ima cirkularnost 0,886 dok ostali imaju 1 što znači da su savršeno okrugli. Pretpostavlja se da je i ostatak malih rasterskih elemenata isto idealno okruglog oblika. Skala sivoće proteže se najčešće na 1,450,000 i to na udaljenost za većinu rasterskih elemenata od 0,03 do 0,05.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za magentu

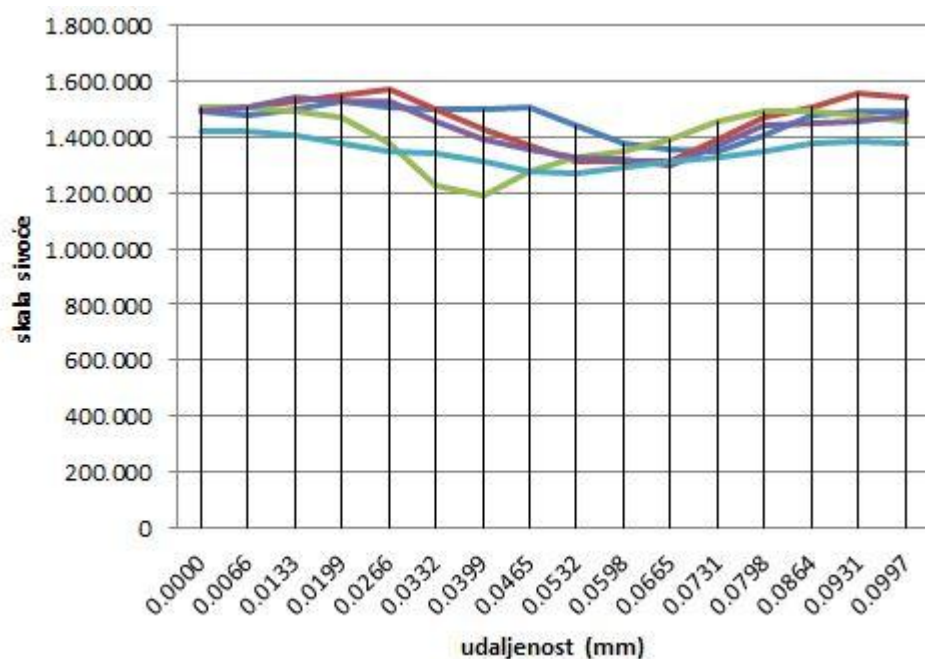


Graf 21. Usporedba velikih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 30. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,716
2.rasterski element	0,860
3.rasterski element	0,964
4.rasterski element	0,9868
5.rasterski element	0,821

Kod magenta velikih rasterskih elemenata kod samoljepljive PP transparentne folije vidljivo je to da su elementi okruglog oblika, a cirkularnost se proteže od 0,821 do 0,964 što znači da nema idealno okruglog oblika, a tek pokoji rasterski element poprima elipsa oblik. Skala sivoće se proteže u većini slučajeva na 1,400,000 i 1,450,000., a potupno zacrnjenje rasterskog elementa je kod svakog izmjerene na drugoj udaljenosti, a riječ je o udaljenostima 0,04, 0,05, 0,06 i 0,07 i 0,08. Svi rasterski elementi imaju reproduciranu površina na udaljenosti od 0,04 pa do 0,12.



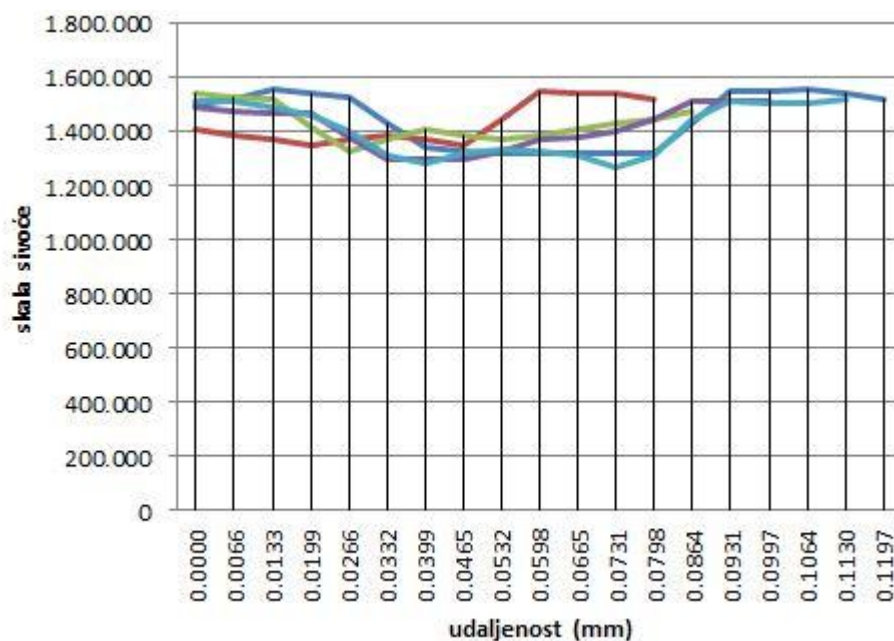
Graf 22. Usporedba malih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 31. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,806
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,720

Mali rasterski elementi za magentu nemaju u potpunosti jednaku reproduciranu površinu. Vidljiva je zacrnjenost rasterskih elemenata na različitim udaljenostima, a kao i za prethodne slučajeve ona se proteže na udaljenostima od 0,03 pa sve do 0,08 za različite rasterske elemente. Potpuno zacrnjenje vidljivo je tek na manjem odnosno užem području i to na udaljenostima 0,04, 0,07 i 0,05 za različite rasterske elemente. Rasterski elementi većinom se protežu na sivoći od 1,450,000 i 1,500,000. S obzirom na cirkularnost, magenta rasterski elementi su okruglog oblika s malim odstupanjima od idealnog.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za žutu boju

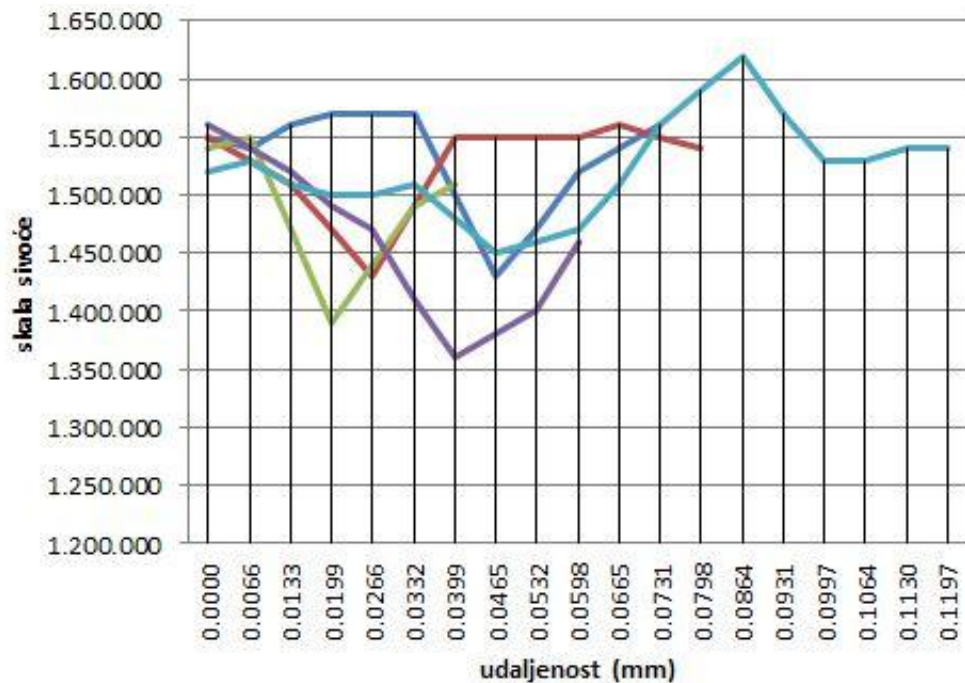


Graf 23. Usporedba velikih rasterskih elemenata za žutu boju

Tablica 32. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	0,625
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,943

Kod rasterskih elemenata za žutu boju najvidljivija je deformacija i njihovo odstupanje od idealnog. Iako prema izračunu za cirkularnost od njih pet, četiri spadaju u okrugle rasterske elemente samo jedan od izmjerenih rasterskih elemenata spada u elipsa oblik. Na izmjerenim rasterskim elementima vidljiva je različita obojenost na različitim mjestima iako im je skala sivoće za svaki od elemenata u rasponu od 1,400,000 i 1,450, 000 i po tom kriteriju ne odstupa previše. Najveće odstupanje vidljivo je kod obojenosti rasterskog elementa koja se proteže u velikom rasponu od 0,01 pa sve do 0,09 za različite rasterske elemente.



Graf 24. Usporedba malih rasterskih elemenata za žutu boju

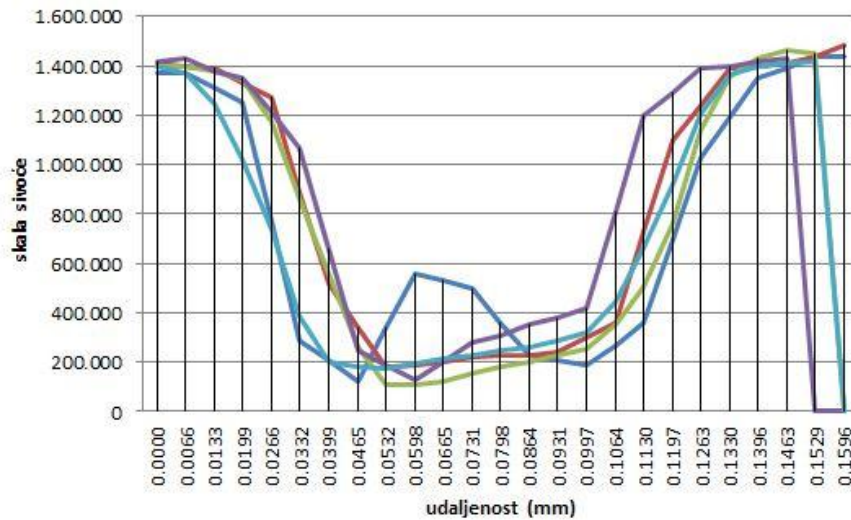
Tablica 33. Cirkularnost za male žute rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	0,857
3.rasterski element	1
4.rasterski element	0,887
5.rasterski element	0,857

Kao i kod velikih rasterskih elemenata i mali rasterski elementi za žutu boju bilježe vidljiva odstupanja. Reproducirana površina za svaki element je drugačija iako se za sve rasterske elemente proteže na skali sivoće oko 1,500,000. Svaki izmjereni rasterski element najtamniji je u samo jednoj točki i to na različitim udaljenostima. Cirkularnost koja dominira je na području od 0,85 pa i te rasterske elemente možemo svrstati u one okruglog oblika iako ne u potpunosti savršenog.

4.4 Bijela folija

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za crnu boju

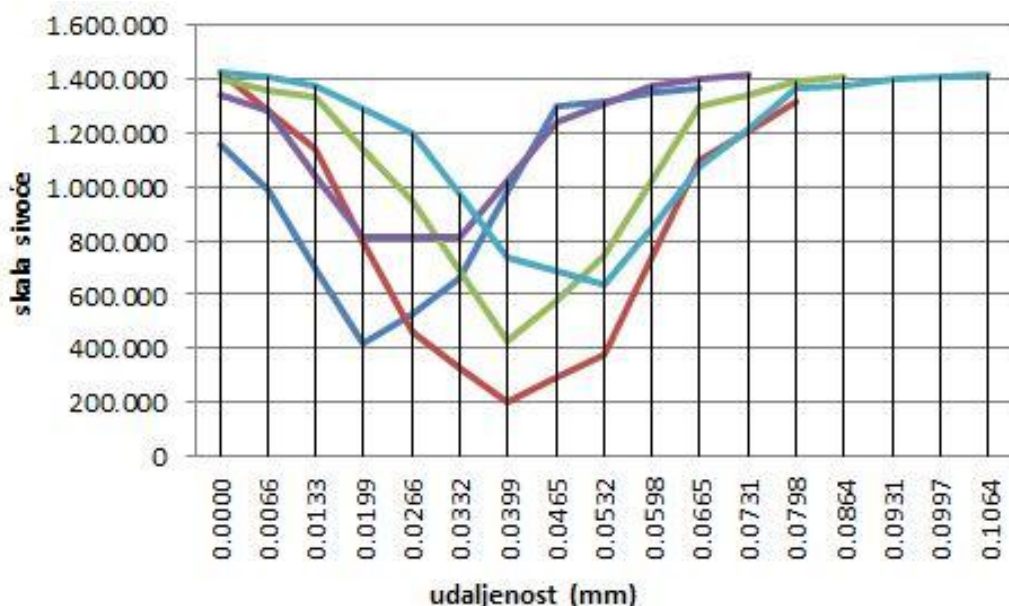


Graf 25. Usporedba velikih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 34. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,955
2.rasterski element	0,962
3.rasterski element	0,945
4.rasterski element	0,983
5.rasterski element	0,916

Kao i u prethodnim slučajevima rasterski elementi za crnu boju ostavljaju dojam najbolje reproduciranih elemenata. Baš kao i na prethodnim podlogama, rasterski elementi za crnu boju na bijeloj foliji su naizgled svi jednaki odnosno vrlo malo variraju jedan u odnosu na drugoga. Veličina svih izmjerenih rasterskih elemenata je gotovo jednaka, a proteže se na udaljenosti od 0,03 do 0,13 jedino je vidljivo odstupanje jednog izmjerenog rasterskog elementa koji ima slabije obojenje od ostalih elemenata. Obojenje se većinom proteže na sivoći od cca 1,000,000. Izračunata cirkularnost svakog od elementa je iznad 0,916 tako da bez obzira na dobro ili loše obojenje samog rasterskog elementa spadaju u okrugle rasterske elemente.



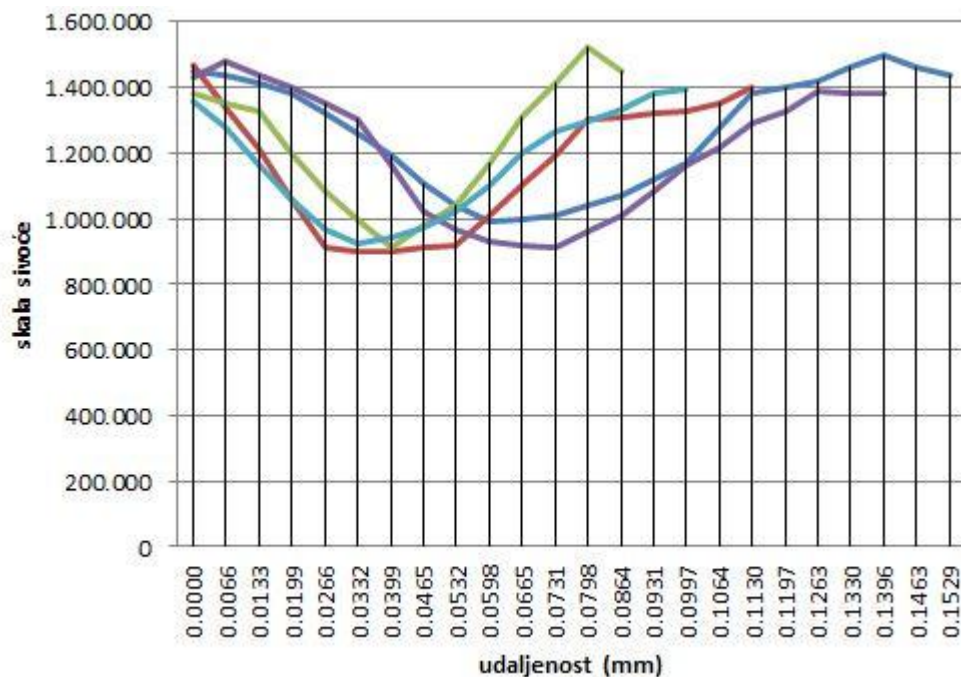
Graf 26. Usporedba malih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 35. Cirkularnost za male crne rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,954
2.rasterski element	0,990
3.rasterski element	1
4.rasterski element	0,985
5.rasterski element	1

Kod malih rasterskih elemenata vidljive su oscilacije istih. Na prvi pogled širina svih rasterskih elemenata je ista, ali se radi o različitim udaljenostima. Skala sivoće tako varira za svaki element drugačije, a obojenje je na svako djelu drugačije pa se iz priloženih grafikona vidi da su pojedini rasterski elementi svjetliji od drugih, a zajedničko svim elementima je da im je najtamniji dio u samo jednoj točki. Prema izračunatoj cirkularnosti spadaju u okrugle rasterske elemente.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za cijan

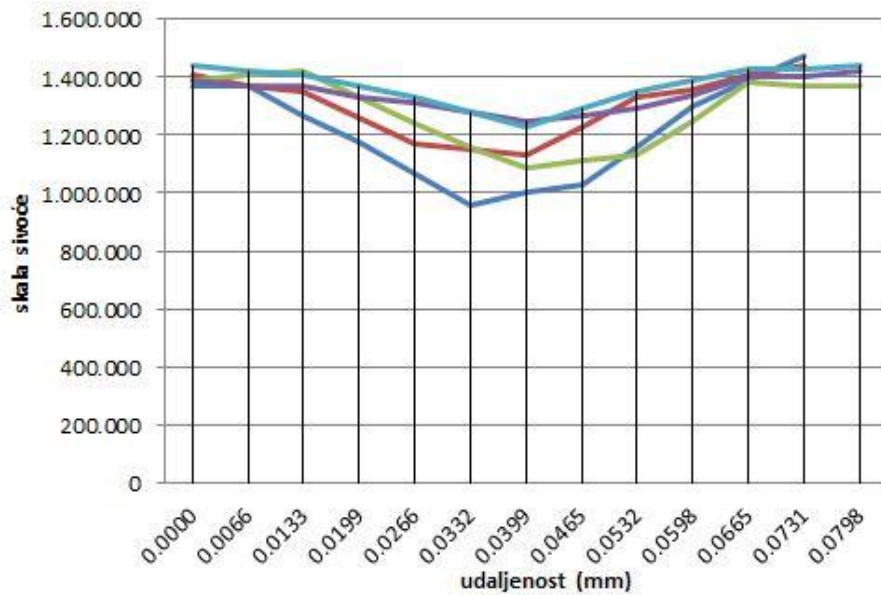


Graf 27. Usporedba velikih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 36. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,979
2.rasterski element	0,929
3.rasterski element	0,993
4.rasterski element	0,943
5.rasterski element	0,956

Cirkularnost ovih rasterskih elemenata iznosi od 0,929 preko 0,979 do 0,993 i otkriva da se radi o okruglim rasterskim elementima. Iz grafikona je vidljivo da su rasterski elementi različite širine, ali da je njihovo obojenje jednako po čitavoj površini iako se radi o različitim udaljenostima. Skala sivoće je cca 1,200,000 za gotovo sve izmjerene velike rasterske elemente.



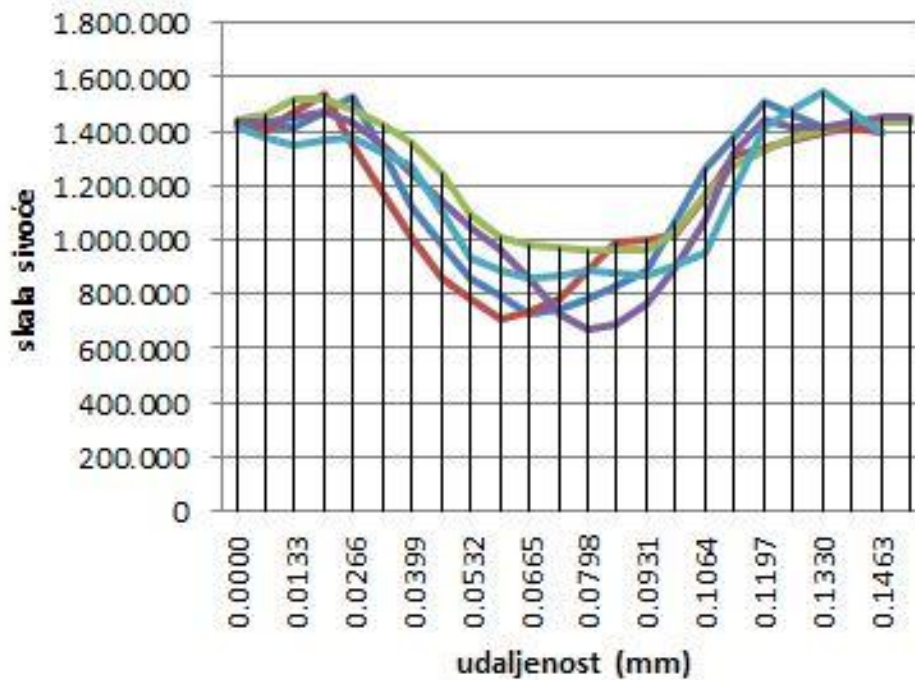
Graf 28. Usporedba malih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 37. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,960
4.rasterski element	1
5.rasterski element	1

Mali rasterski elementi za cijan svi su poprilično jednake širine i protežu se na udaljenosti od 0,01 do 0,07. Svaki element ima jednako obojenje kroz cijelu širinu što znači da nema većih varijacija iako je iz grafa vidljivo da su pojedini rasterski elementi svjetliji jedni od drugih. Svaki od elemenata ima jednu točku koja je najtamnija, a nalazi se na udaljenosti 0,04 za četiri od pet izmjerenih elemenata. Reproducirana površina većinom se proteže na skali sivoće 1,350,000. Izračunata cirkularnost govori da se radi o idealno okruglim rasterskim elementima čija vrijednost iznosi 1. Tek je jedan rasterski element od njih pet manji od 1 i iznosi 0,960, ali još uvijek spada u okrugle rasterske elemente.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za magentu

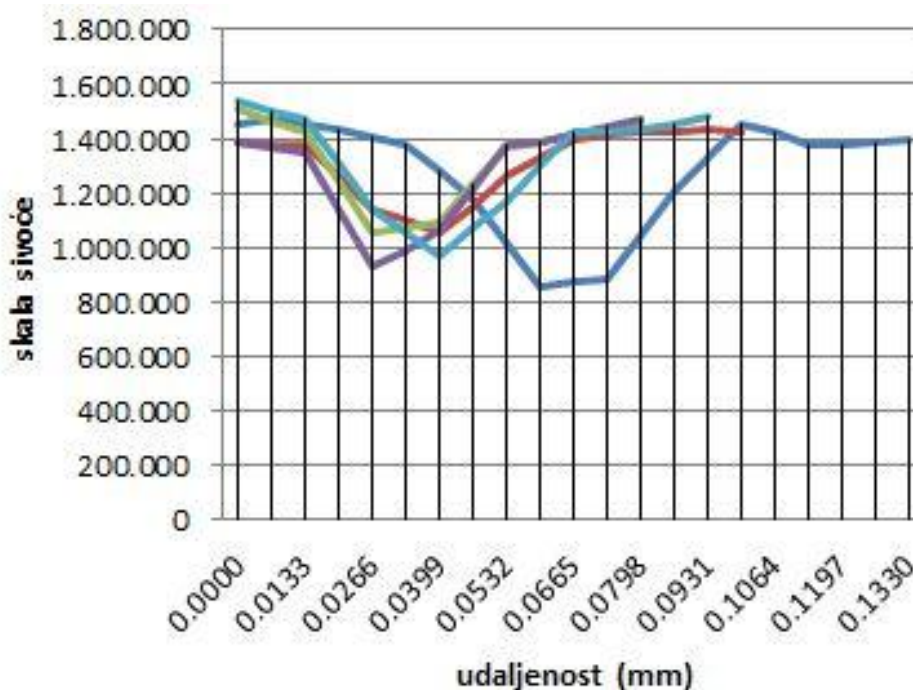


Graf 29. Usporedba velikih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 38. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,975
2.rasterski element	0,958
3.rasterski element	0,933
4.rasterski element	0,981
5.rasterski element	0,910

Veliki rasterski elementi mjereni za magentu naizgled su svi jednake širine međutim nekoliko elemenata je užih od drugih pa se razlikuju površine i njihova obojenja. Izrazito velika zacrnjenost vidljiva je u nekoliko točaka na svakom rasterskom elementu. Izračunata cirkularnost za rasterske elemente iznosi 0,975, 0,958, 0,933, 0,981 i 0,910 što znači da su i ovi rasterski elementi za magentu okruglog oblika.



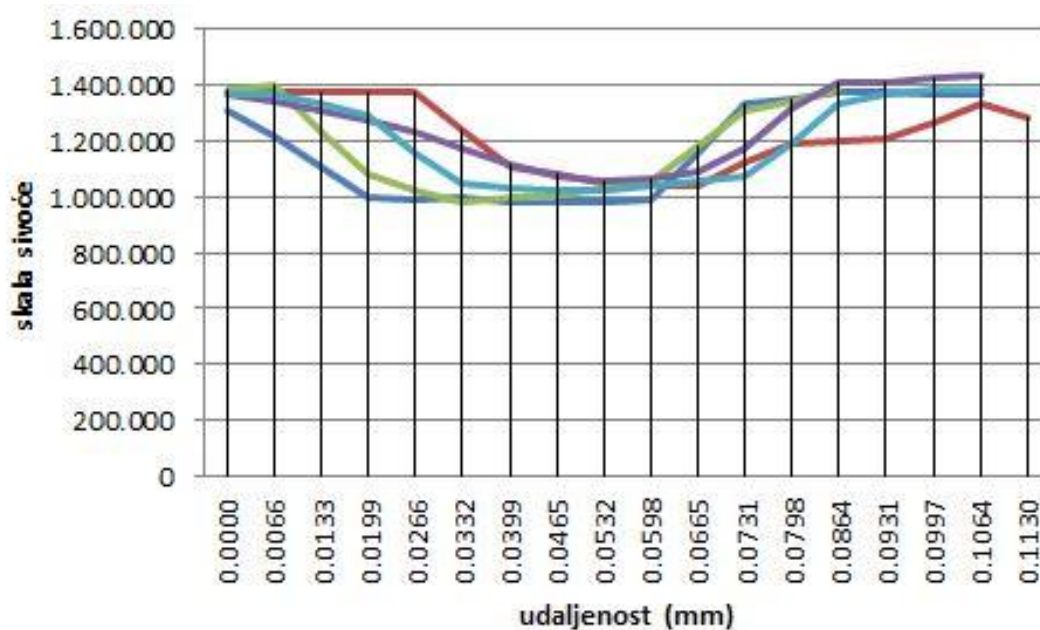
Graf 30. Usporedba malih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 39. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,974
2.rasterski element	0,958
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	1

Mali rasterski elementi za magentu su prilično uski naspram onih velikih i različite su širine. Vidljiva je deformacija rasterskih elemenata i njihovo različito obojenje. Izrazito velika zacrnjenost vidljiva je u samo jednoj točki i to na različitim udaljenostima za različite rasterske elemente i to na udaljenostima od 0,03, 0,04 i 0,06 ovisno o rasterskom elementu. Skala sivoće različita je za pojedine rasterske elemente. Tri od pet rasterskih elemenata je idealno okruglog oblika što znači da im je izračunata cirkularnost iznosila 1 dok su dva elementa nešto manjih vrijednosti od 1, ali još uvijek okruglog oblika.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za žutu boju

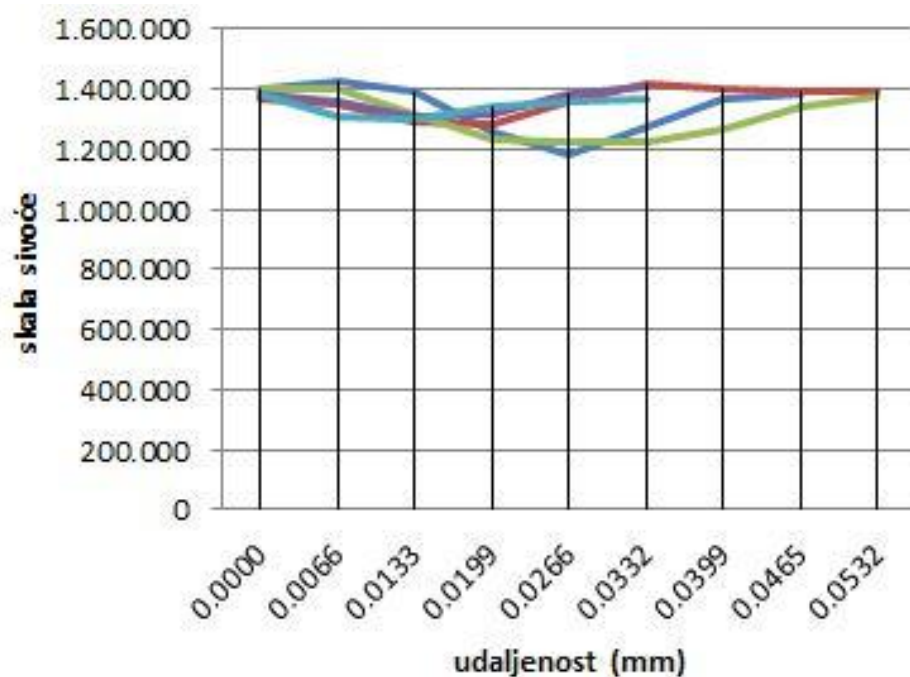


Graf 31. Usporedba velikih rasterskih elemenata za žutu boju

Tablica 40. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	0,943
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,924
4.rasterski element	0,953
5.rasterski element	0,809

Do sada se na različitim podlogama ispostavilo da su rasterski elementi za žutu boju najviše podložni deformacijama. U ovom slučaju vidljivo je da su reproducirane površine skoro jednake. Iz grafa je vidljivo da je riječ o širokim rasterskim elementima osim jednog koji je nešto uži od ostalih. Obojenje je slično po svim djelovima rasterskog elementa, a većinom se proteže na sivoći cca. 1,200,000. Prema izračunatoj cirkularnosti rasterski elementi spadaju među one okruglog oblika jedino se jedan od izmjerenih rasterskih elemenata nalazi na rubu okruglog oblika i blizu je obliku elipse.



Graf 32. Usporedba malih rasterskih elemenata za žutu boju

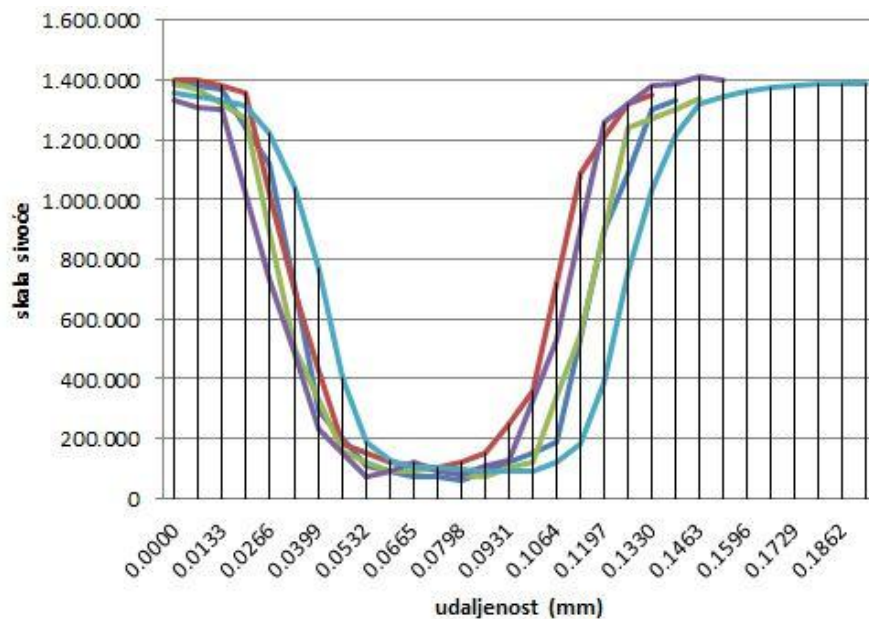
Tablica 41. Cirkularnost za male žute rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,564
2.rasterski element	0,645
3.rasterski element	0,976
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,713

Deformacije malih rasterskih elemenata za žutu boju na bijeloj foliji su znatno velike u odnosu na velike rasterske elemente žute boje na istoj podlozi. Svi promatrani rasterski elementi međusobno se razlikuju. Obojenje je različito na svim djelovima, a skala sivoće za svaki je element drugačija. Od pet mjerenih rasterskih elemenata samo dva elementa su okruglog oblika dok su ostala tri prema izračunu cirkularnosti elipse.

4.5 Transparentna folija za naljepnice

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za crnu boju

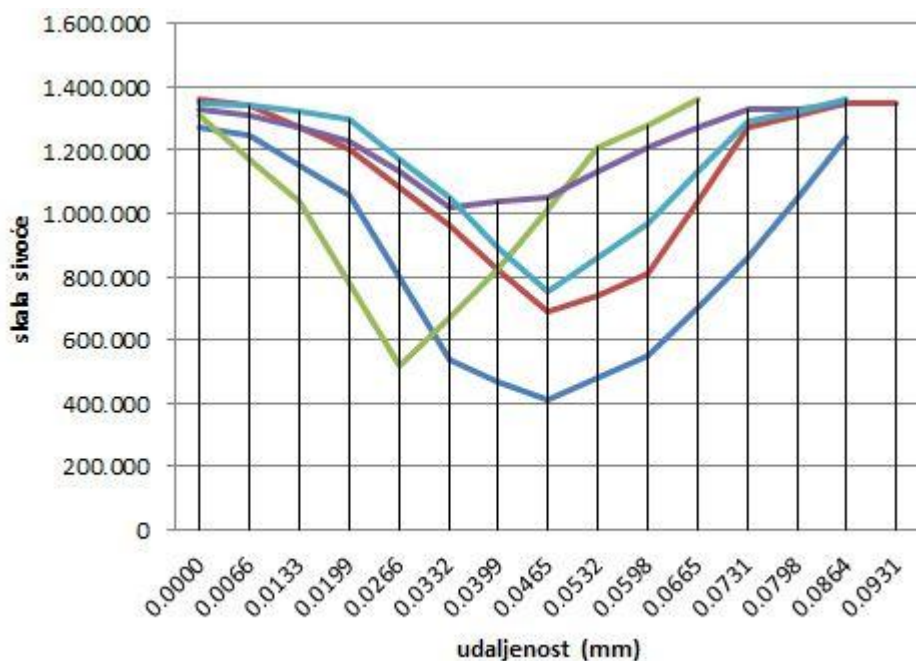


Graf 33. Usporedba velikih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 42. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,932
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,968
4.rasterski element	0,943
5.rasterski element	1

Kod transparentne folije veliki rasterski elementi za crnu boju karakteristični su po tome što im je reproducirana površina jednaka. Svi promatrani rasterski elementi skoro su jednake širine, a protežu se na udaljenosti od 0,02 do 0,11. Svi rasterski elementi imaju slično obojenje po svim svojim djelovima, a izrazito velika zacrnjenost za sve elemente proteže se od 0,06 do 0,09. Sivoća se za sve elemente proteže jednako na 1,000,000. Izračunata cirkularnost naizgled jednakih elemenata samo potvrđuje njihovu sličnost, a riječ je o vrijednostima 0,932, 0,943 i 1 što znači da su svi promatrani rasterski elementi okruglog oblika.



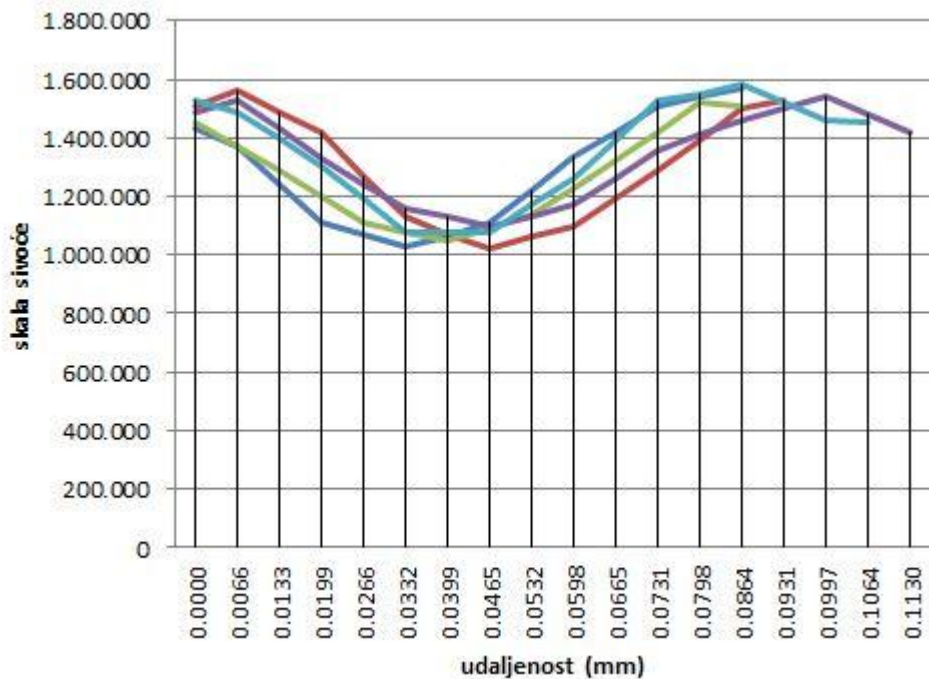
Graf 34. Usporedba malih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 43. Cirkularnost za male crne rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	0,949
2.rasterski element	1
3.rasterski element	1
4.rasterski element	0,996
5.rasterski element	0,873

Na malim rasterskim elementim, za razliku od velikih vidljivija su odstupanja odnosno variranja tamnih i svijetlih tonova. Zajedničko svim rasterskim elementima je da imaju izrazito veliku zacrnjenost samo u jednoj točki, a ona se nalazi, ovisno o rasterskom elementu, na udaljenosti 0,05, 0,026 ili pak 0,03. Kao što je već napomenuto obojenje je različito na svakom rasterskom elementu. Što se pak tiče cirkularnosti i ona varira za pojedine elemente pa tako se proteže od 0,873 preko 0,949 do idealnih 1. Bez obzira na to što cirkularnost varira svi elementi spadaju u okrugle elemente.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za cijan

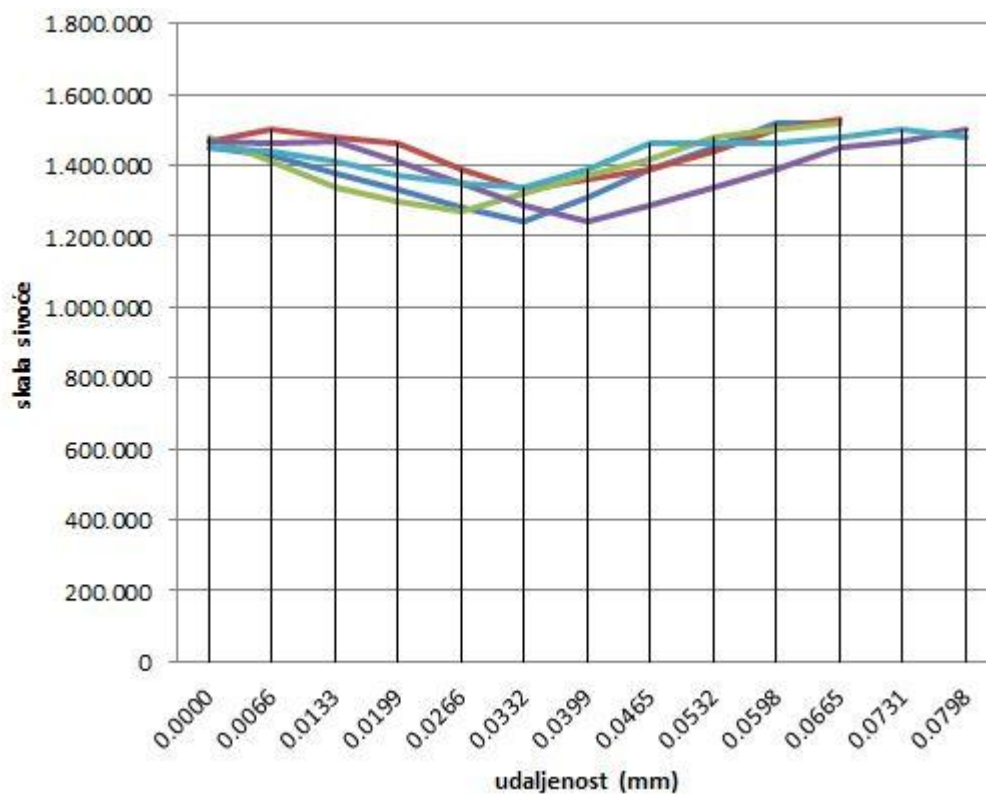


Graf 35. Usporedba velikih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 44. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,967
2.rasterski element	0,985
3.rasterski element	0,935
4.rasterski element	0,972
5.rasterski element	0,903

Veliki rasterski elementi za cijan imaju dosljednu cirkularnost odnosno svi variraju oko 0,972 što znači da i oni spadaju u rasterske elemente okruglog oblika. Raterski elementi nisu jednake širine iako im je obojenje slično po svim djelovima. Najtamniji djelovi kod svakog od rasterskih elemenata nalazi se samo u jednoj točki, ali na različitim udaljenostima, a rasterski element se većinom proteže na sivoći cca 1,300,000.



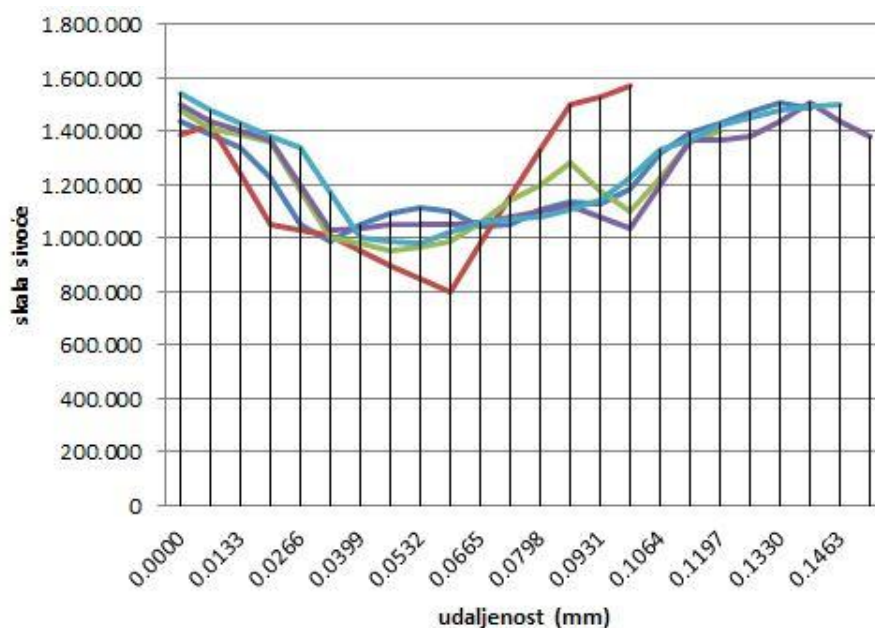
Graf 36. Usporedba malih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 45. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,914
4.rasterski element	0,912
5.rasterski element	0,903

Mali rasterski elementi različite su širine i različitog obojenja. Kod pojedinih elemenata vidljiva je manja zatamnjenost dok je kod svih elemenata potpuno zacrnjenje vidljivo u samo jednoj točki, za svaki element na različitoj udaljenosti. Točke velike zacrnjenosti nalaze se na udaljenostima 0,04, 0,03, 0,027. Svi rasterski elementi okruglog su oblika, a čak dva mjerena rasterska elementa imaju savršeno okrugao oblik dok ostala tri malo odstupaju od savršenoga.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za magentu

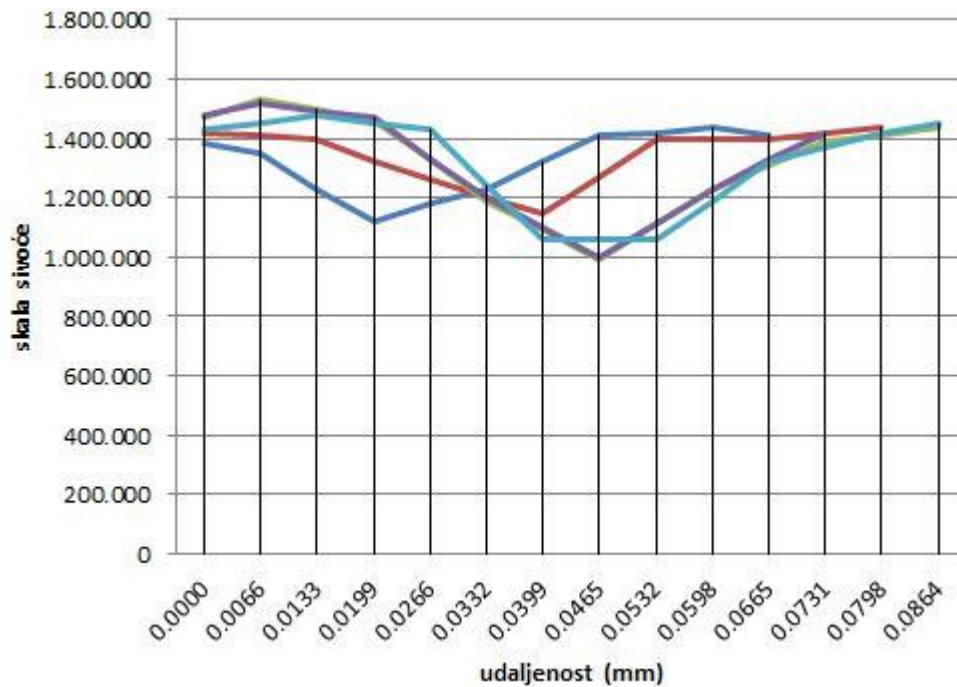


Graf 37. Usporedba velikih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 46. Cirkularnost za velike mageta rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	0,963
2.rasterski element	0,935
3.rasterski element	0,781
4.rasterski element	0,941
5.rasterski element	0,983

Veliki rasterski elementi mjereni za magentu uvelike odstupaju od dosadašnjih rezultata. Svaki nasumce odabran i izmjeren rasterski element vidljivo je drugačiji. Riječ je o drugačijem obliku rasterskog elementa odnosno njegovoj dužini. Reproducirana površina nije jednaka, a obojenje je različito kod svakog rasterskog elementa. Izrazito velika zacrnjenost kod svakog je rasterskog elementa na drugom mjestu, a kod nekih rasterskih elemenata vidljiva je i na više mjesta. Prema dobivenim podacima cirkularnost varira te tako iz dobivenih podataka jedan element odskaka jer za razliku od preostala četiri poprima oblik elipse.



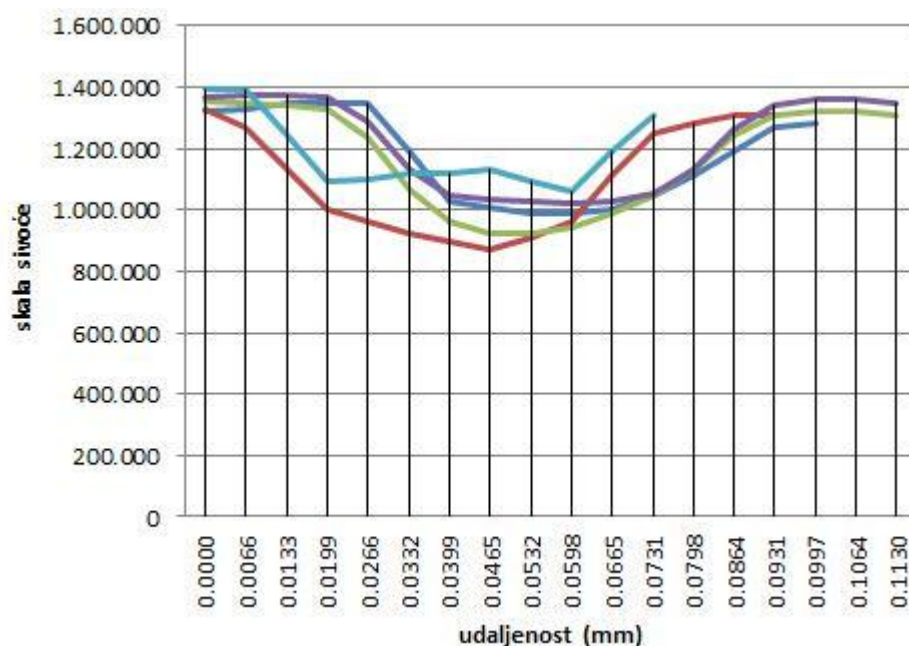
Graf 38. Usporedba malih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 47. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,983

Prema izmjerenoj cirkularnosti mali rasterski elementi za magentu skoro u svakom slučaju izmjerenoj elementa su idealno okruglog oblika. Vidljivo je da je potpuno zacrnjenje za svaki rasterski element prisutno u samo jednoj točki dok im obojenje varira pa je za svaki element drugačije na skali sivoće.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za žutu boju

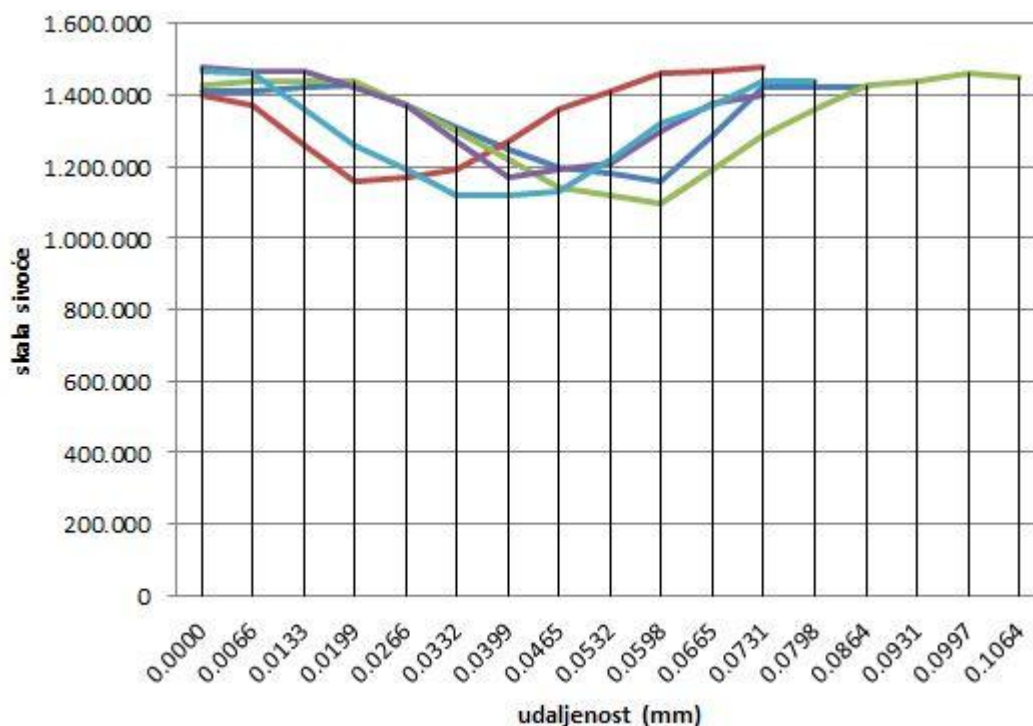


Graf 39. Usporedba velikih rasterskih elemenata za žutu boju

Tablica 48. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	0,437
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,566
4.rasterski element	0,689
5.rasterski element	0,710

Veliki rasterski elementi mjereni za žutu boju svi su od reda široki. Svaki element se proteže na velikoj udaljenosti od 0,01 pa do 0,09. Prema izračunatoj cirkularnosti svi elementi poprimaju oblik elipse, a vrijednosti su im oko 0,710 i 0,689. Različito obojenje proteže se kroz svaki rasterski element. Dva od pet mjerena rasterska elementa protežu se na skali sivoće cca 1,200,000 dok se preostala tri elementa protežu na skali sivoće cca 1,250,000. Potpuno zacrnjenje vidljivo je u nekoliko točaka kod svakog rasterskog elementa i to u rasponu udaljenosti od 0,04 do 0,06.



Graf 40. Usporedba malih rasterskih elemenata za žutu boju

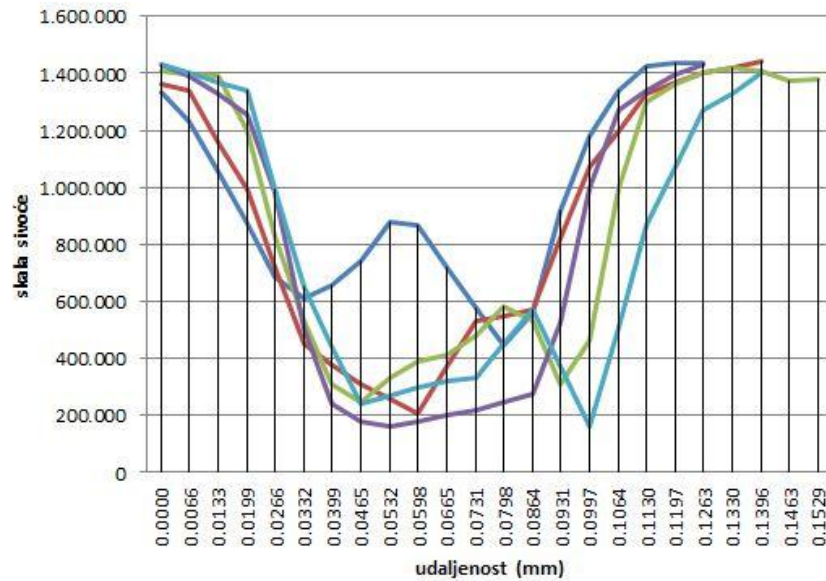
Tablica 49. Cirkularnost za male žute rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,815
4.rasterski element	1
5.rasterski element	1

Mali rasterski elementi za razliku od velikih imaju cirkularnost koja iznosi 1 za četiri od pet izmjerenih rasterskih elemenata što znači da su ti elementi savršeno okrugli. Elementi se protežu na različitim udaljenostima. Svaki od elemenata ima zacnjenje u jednoj točki, a one se nalaze za svaki element na drugoj udaljenosti, a riječ je o udaljenostima 0,06, 0,02, 0,04 i 0,03. Svi rasterski elementi bez obzira na različitost većinom se protežu na skali sivoće cca 1,300,000.

4.6 Samoljepljiva PP folija bijela

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za crnu boju

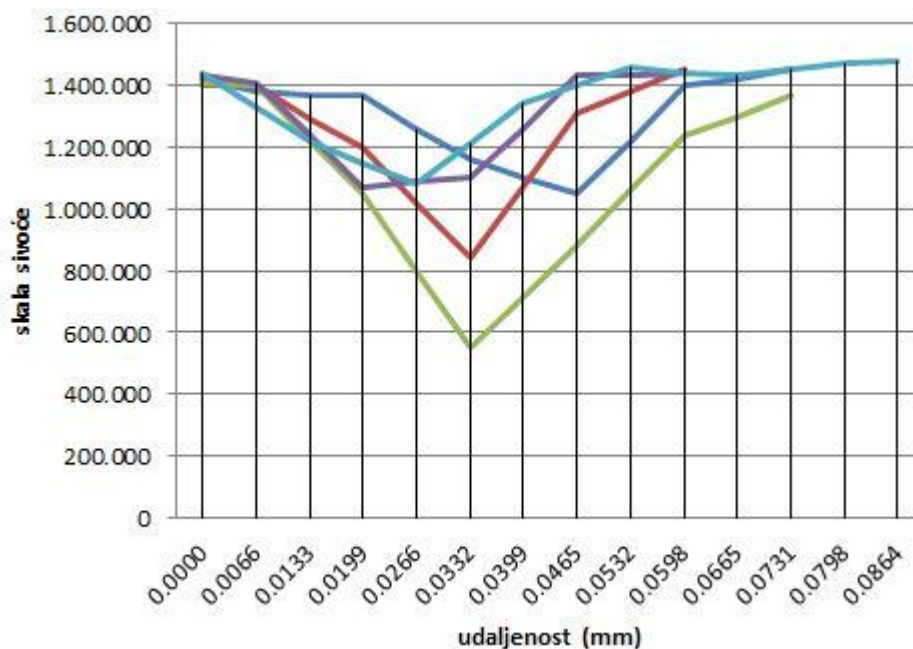


Graf 41. Usporedba velikih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 50. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,903
2.rasterski element	0,878
3.rasterski element	0,942
4.rasterski element	0,917
5.rasterski element	0,945

Samoljepljiva PP folija bijela za razliku od prijašnjih podloga na kojima su mjereni veliki crni rasterski elementi daje potpuno drugačije rezultate. Naime, svi izmjereni rasterski elementi jednake su širine, ali im obojenja jako variraju odnosno reproducirana površina nije im jednaka. Rasterski elementi protežu se na različitim sivoćama. Ovi rasterski elementi imaju potpuno zacrnjenje u samo jednoj točki dok su veliki rasterski elementi u prijašnjim slučajevima imali potpuno zacrnjenje u više točaka. Cirkularnost elemenata je 0,878, 0,942, 0,917, 0,945 i 0,903 što znači da su svi rasterski elementi okruglog oblika.



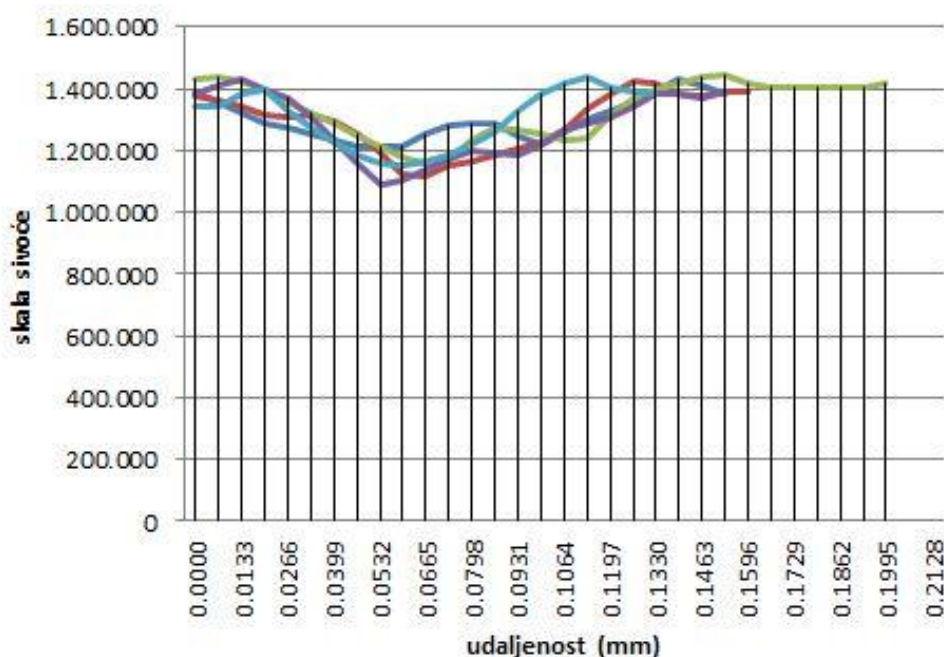
Graf 42. Usporedba malih rasterskih elemenata za crnu boju

Tablica 51. Cirkularnost za male crne rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	1
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,800

Manji rasterski elementi za crnu boju također se međusobno razlikuju. Njihovo obojenje drugačije je za svaki element. Svaki od njih drugačije je širine i proteže se na drugačijoj skali sivoće. Potpuno zacrnjenje kod svih pet rasterska elementa nalazi se samo u jednoj točki. Od pet rasterskih elemenata četiri rasterska elementa su idealne cirkularnosti, odnosno iznose 1 i savršeno su okrugli dok se jedan rasterski element izdvaja i svojom veličinom je bliže obliku elipse odnosno njegova cirkularnost iznosi 0,800.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za cijan

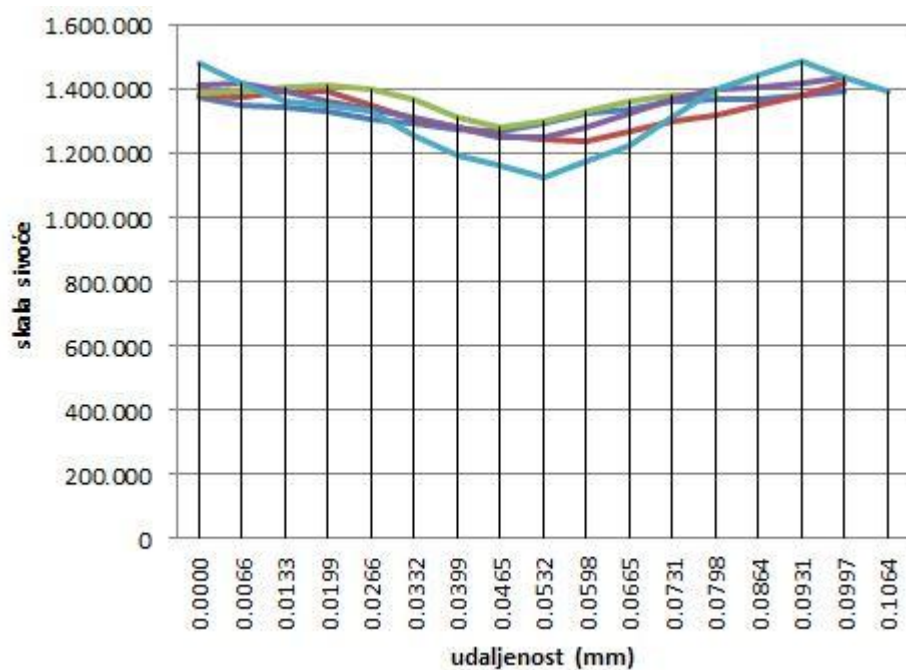


Graf 43. Usporedba velikih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 52. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,689
2.rasterski element	0,946
3.rasterski element	0,786
4.rasterski element	0,910
5.rasterski element	0,870

Veliki rasterski elementi mjereni za cijan su jednako široki, ali im se razlikuje obojenje koje je prisutno kod elemenata. Skala sivoće za četiri izmjerena rasterska elementa proteže se na cca 1,300,000 dok se jeddan element malo ističe i njegova skala sivoće se većinom proteže na 1,350,000. Vidljivo zacrnjenje uočeno je kod svih rasterskih elemenata, ali na različitim udaljenostima, a riječ je o udaljenostima 0,05 i 0,06. Cirkularnost za ove rasterske elemente varira su tako dva rasterska elementa u obliku elipse dok ostali spadaju u okrugle rasterske elemente.



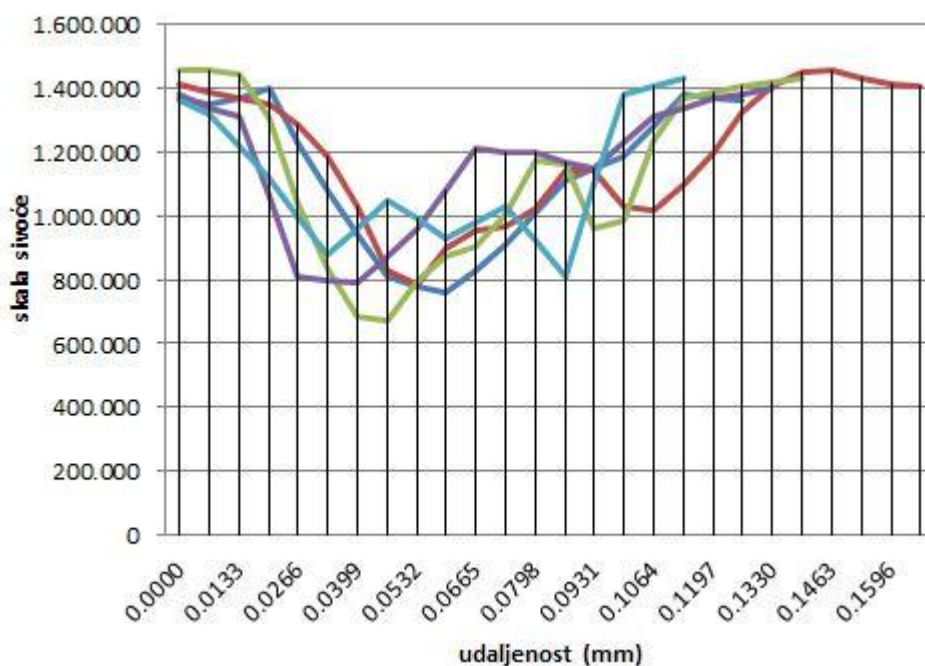
Graf 44. Usporedba malih rasterskih elemenata za cijan

Tablica 53. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	1
2.rasterski element	0,916
3.rasterski element	1
4.rasterski element	0,965
5.rasterski element	0,862

Mali rasterski elementi svi su jednake širine i prema izračunu cirkularnosti svi spadaju u okrugle rasterske elemente. Dva od pet rasterska elementa imaju cirkularnost 1 odnosno savršeno su okrugli dok preostala tri rasterska elementa imaju cirkularnost 0,916, 0,965 i 0,867. Svi rasterski elementi imaju slično obojenje, a većinom se protežu na skali sivoće 1, 350,000 dok im je izrazito velika zacrtnjenost u jednoj točki i to kod svih elemenata na istoj udaljenosti 0,05.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za magentu

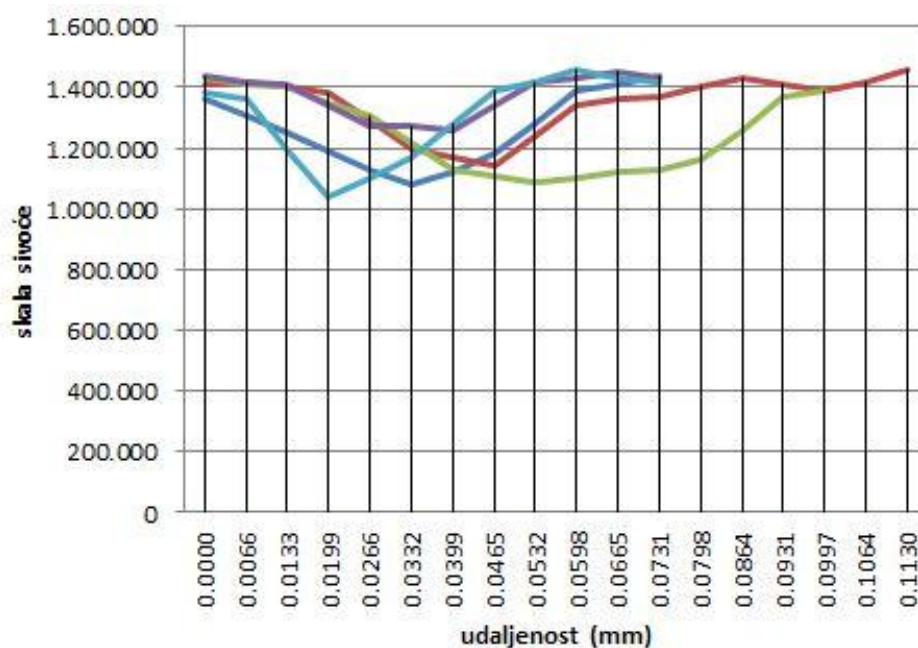


Graf 45. Usporedba velikih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 54. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	0,920
2.rasterski element	0,926
3.rasterski element	0,977
4.rasterski element	0,951
5.rasterski element	0,947

Veliki rasterski elementi za magentu znatno se razlikuju jedan od drugoga. Reproducirana površina nije im jednaka što znači da im obojenje nije slično po djelovima već se od elementa do elementa razlikuje. Svaki rasterski element proteže se na drugačijoj skali sivoće no bez obzira na drugačiju obojenost svi promatrani rasterski elementi prema izračunu cirkularnosti spadaju u okrugle rasterske elemente, a izračunate vrijednosti su im 0,920, 0,926, 0,977, 0,951 i 0,947.



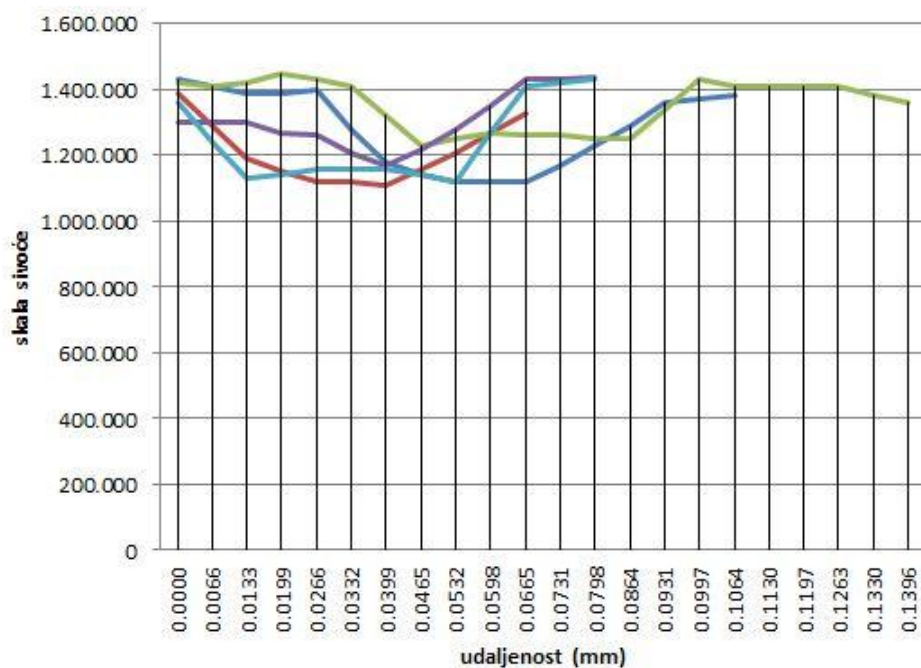
Graf 46. Usporedba malih rasterskih elemenata za magentu

Tablica 55. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	1
2.rasterski element	1
3.rasterski element	0,846
4.rasterski element	1
5.rasterski element	1

Prema izračunu cirkularnosti četiri od pet rasterskih elemenata spadaju u okrugle rasterske oblike i to s cirkularnošću 1 što znači da su idealno okruglog oblika dok je jedan rasterski element također okruglog oblika, ali ne idealnog. Veličina rasterskih elemenata se razlikuje pa su neki elementi širi od drugih, a i vidljiva je varijacija obojenja. Reproducirana površina nije jednaka. Potpuno zacrnjenje je kod svih rasterskih elemenata, ali na različitim udaljenostima. Iako su različiti, rasterski elementi većinom se protežu na sivoći 1,300,000 dok se jedan element izdvaja i proteže se na sivoći 1,350,000.

Rast polja od 2% rastertonske vrijednosti za žutu boju

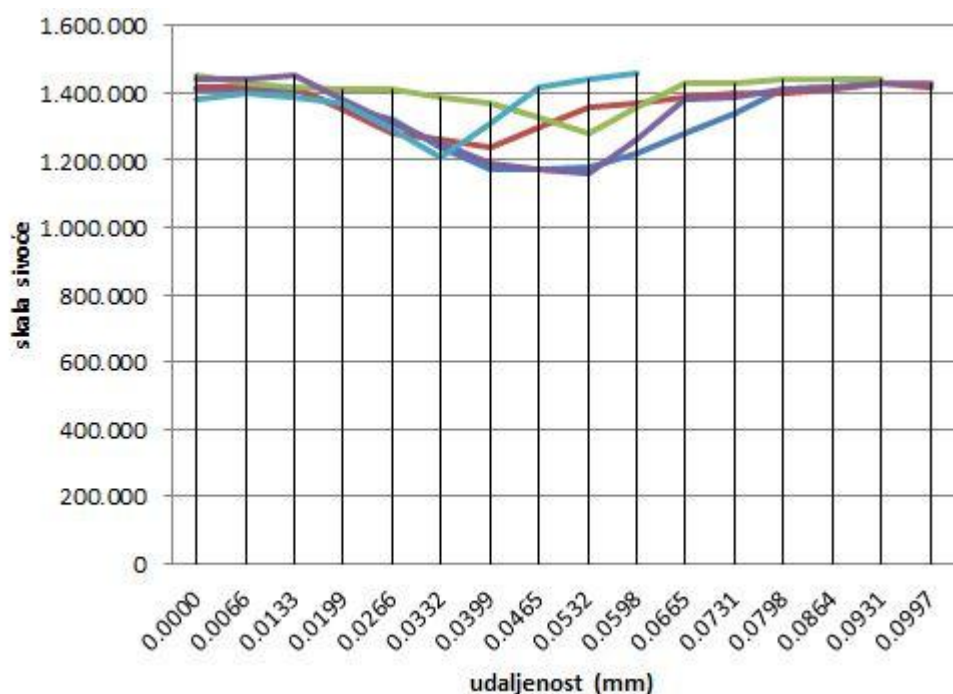


Graf 47. Usporedba velikih rasterskih elemenata za žutu boju

Tablica 56. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente

Cirkularnost	
1.rasterski element	0,891
2.rasterski element	0,771
3.rasterski element	1
4.rasterski element	0,723
5.rasterski element	0,974

Žuti rasterski elementi za sada su se pokazali najviše podložni deformacijama pa to potvrđuje i ovaj primjer. Svi rasterski elementi drugačije su širine i drugačijeg obojenja po cijeloj svojoj površini. Protežu se na različitim skalama sivoće. Što se tiče cirkularnosti ona je različita za svaki element pa tako je izračunata cirkularnost za tri rasterska elementa manja od 0,771 što znači da su ti rasterski elementi u obliku elipse dok se preostala dva rasterska elementa svrstavaju u one okruglog oblika iako nijedan od njih ne poprima idealno okrugli oblik.



Graf 48. Usporedba malih rasterskih elemenata za žutu boju

Tablica 57. Cirkularnost za male žute rasterske elemente

	Cirkularnost
1.rasterski element	0,996
2.rasterski element	0,599
3.rasterski element	0,780
4.rasterski element	1
5.rasterski element	0,967

Manji rasterski elementi također se razlikuju jedan od drugoga. Jedni su široki dok su drugi užji iako se većinom protežu na skali sivoće cca 1,350,000 i 1,400,000. Tri od pet rasterskih elemenata imaju zacrnjenje u samo jednoj točki dok dva elementa imaju zacrnjenje u nekoliko točaka, ali svako zacrnjenje za svaki rasterski element nalazi se na različitoj udaljenosti. Od pet rasterskih elemenata dva elementa poprimaju oblik elipse dok se preostala tri prema izračunu cirkularnosti uvrštavaju u okrugle elemente i njihove vrijednosti su 0,996, 0,974 i 1.

5. REZULTATI I RASPRAVA

Mjerenja su se vršila na šest različitih tiskovnih podloga, a bilo je riječ o kromopapiru, thermalnom papiru, samoljepljivoj PP transparentnoj foliji, bijeloj foliji, transparentnoj foliji za naljepnice i samoljepljivoj PP foliji bijeloj. Za svaku podlogu bilo je mjereno polje od 2% rastertonske vrijednosti za svaku boju, crnu, cijan, magentu i žutu te se za mjerenje uzimalo pet velikih i pet malih nasumce odabranih rasterskih elemenata kod svake boje i međusobno ih se uspoređivalo na grafikonu koji pruža odnos udaljenosti i skale sivoće. Nakon izvršenih mjerenja došlo se do sljedećih zaključaka:

Veliki rasterski elementi za crnu boju pokazuju najveće odstupanje kod kromopapira, ali je poprilično veliko odstupanje vidljivo i kod samoljepljive PP folije bijele za razliku od malih crnih rasterskih elemenata koji najviše odstupanja bilježe na bijeloj foliji. Kada govorimo o odstupanju ovdje se misli na odstupanje na reproduciranu površinu koja nije jednakog obojenja po čitavoj površini rasterskog elementa, a i rasterski elementi su jedan naspram dugoga uža ili širi. Što se tiče deformacije rasterskog elementa može se reći da su crni rasterski elementi kod svih tiskovnih podloga okruglog oblika i da nisu podložni deformacijama koliko su to podložni rasterski elementi drugih boja.

Proučavajući cijan rasterske elemente došlo se do zaključka da najviše odstupanja od reproducirane površine kod velikih rasterskih elemenata ima kod bijele folije, ali naznake odstupanja također pokazuje i samoljepljiva PP transparentna folija. Što se tiče malih rasterskih elemenata za cijan oni najviše odstupanja bilježe kod kromopapira, ali i kod samoljepljive PP transparentne folije. Izračunata cirkularnost za gotovo sve cijan rasterske elemente je pozitivna odnosno gotovo svi cijan rasterski elementi su okruglog oblika jedino je odstupanje vidljivo kod samoljepljive PP transparentne folije i samoljepljive PP folije bijele gdje su pojedini veliki rasterski elementi u obliku elipse odnosno cirkularnost rasterskog elementa je manja od 0,8.

Kod magente veliki rasterski elementi bilježe odstupanja kod samoljepljive PP folije bijele, ali i kod transparentne folije za naljepnice. Reproducirana površina nije im jednaka te su vidljiva različita obojenja na površini velikih rasterskih elemenata. Manji magenta rasterski elementi za razliku od ostalih malih rasterskih elemenata drugih boja bilježe odstupanja kod svih podloga osim kod samoljepljive PP transparentne folije no

najviše se odstupanje bilježi kod bijele folije. Osim kod transparentne folije za naljepnice kod koje je zabilježen veliki rasterski element oblika elipse ostale podloge i ostali rasterski elementi su okruglog oblika.

Žuta boja odnosno rasterski elementi žute boje pokazali su se kao najpodložniji deformacijama. Najviše odstupanja kod velikih rasterskih elemenata bilježe samoljepljiva PP folija bijela i samoljepljiva PP transparentna folija dok su najveće razlike u reproduciranoj površini kod malih žutih rasterskih elemenata vidljive kod kromopapira i kod samoljepljive PP transparentne folije. Prilikom izračuna cirkularnost kod svake tiskovne podloge za svaki rasterski element, bilo veliki ili mali, zabilježena su odstupanja odnosno najviše rasterskih elemenata je u obliku elipse za razliku od drugih promatranih boja na istim tiskovnim podlogama. Od svih tiskovnih podloga najviše odstupanja od okruglog oblika rasterskih elemenata zabilježeno je na samoljepljivoj PP foliji bijeloj.

Na kraju se može iz dobivenih rezultata zaključiti da je najveće odstupanje reproducirane površine vidljivo na rasterskim elementima samoljepljive PP transparentne folije. Nju slijede kromopapir i samoljepljiva PP folija bijela. Najmanje odstupanje reproducirane površine zabilježeno je na thermalnom papiru. Što se pak tiče cirkularnosti ona je podjednaka kod svih mjerenih tiskovnih podloga za sve rasterske elemente svih boja i govori da se većinom radi o okruglim rasterskim elementima. Najveće odstupanje cirkularnosti zabilježeno je kod samoljepljive PP folije bijele gdje je najveći broj izmjerenih rasterskih elemenata poprimao oblik elipse i to kod rasterskih elemenata žute boje.

S obzirom da su ovi rasterski elementi mjereni na polju 2% rastertonske vrijednosti relativno jednaki i da je količina dobivenih odstupanja očekivana i ne prevelika smatram da su rasterski elementi na poljima viših rastertonskih vrijednosti manje podložni deformacijama odnosno da je reproducirana površina tih elemenata bolja i kvalitetnija po čitavoj površini rasterskog elementa i da je cirkularnost rasterskog elementa konstantnija.

6. ZAKLJUČCI

Najveći problem kod fleksografskog tiska predstavlja tendencija rastereskih elemenata da se na tiskovnoj podlozi prilikom tiska deformiraju što uzrokuje različito obojenje reproducirane površine. Rezultati provedenih mjerenja također su potvrdili poprilično različite gustoće obojenja na različitim rasterskim elementima na različitim tiskovnim podlogama. Slikovna analiza predstavlja moćno sredstvo za analizu negativnih pojava u grafici pa je otvorenost nekih programa za slikovnu analizu, poput ImageJ-a omogućilo da tehniku obrade, a kasnije proces tiska u potpunosti prilagodimo svojim potrebama i poboljšamo kvalitetu. Rezultati mjerenja dali su podatke o velikom odstupanju žute boje na svim tiskovnim podlogama, a to može biti posljedica ne korištenja uređaja za vođenje kontrole kvalitete nego sve odluke vezane uz korekciju i omjere među bojama donosi strojar na temelju vlastitog iskustva ili uzorka dobivenog od naručitelja zahtjeva. Na kraju, zaključak koji se može izvesti iz provedenih rezultata mjerenja jest da se tiskare ne drže u potpunosti preporučenih vrijednosti kako bi se dobio savršeni otisak no na kraju krajeva ukoliko se naručitelju zahtjeva sviđa otisak i voljan ga je preuzeti, tiskara je uspješno obavila svoj posao, a činjenica da vrijednosti odskaču od preporučene manje je bitna.

7. LITERATURA

1. Horvatić, S. (2011.), *Fleksotisak tisak ambalaže*, Markulin d.o.o., Zagreb
2. ***http://www2.dupont.com/Packaging_Graphics/en_GB/assets/downloads/Evolution_Revolution_EN.pdf - Povijest fleksotiska, dostupno 20.05.2013.
3. Kipphan H. (2001.), *Handbook of print media*, Springer
4. ***http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MR%20rad%20Igor%20Majnaric.pdf – Fleksotiskarska jedinica, dostupno 27.05.2013.
5. ***<http://en.wikipedia.org/wiki/Anilox> – Anilox valjak, dostupno 06.08.2013.
6. ***<http://www.zecher.com/en/knowledge/basics/aniloxbasics.html> – Aniloks valjak, dostupno 20.05.2013.
7. ***<http://www.harperimage.com> – Volumen aniloks valjka, dostupno 20.05.2013.
8. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/Usporedba%20AM%20i%20FM%20rasterskih%20sustava,%20hibridni%20rasterski%20sustavi,%20Moir.e.pdf – Fm i Am raster, dostupno 06.08.2013.
9. ***<http://www.harperimage.com/AniloxRolls/Anilox-Guides/Anilox-Line-Screen> – Linijatura aniloks valjka, dostupno 06.08.2013.
10. ***http://www.skriptarnica.net/skripte/cat_view/66-grafiki-fakultet-u-zagrebu/40-tiskovne-forme-1.html – Tiskovna forma za visoki tisak, dostupno 06.08.2013.
11. Korelić, O. (1986.), *Kemigrafija*, Viša grafička škola, Zagreb
12. Lovreček, M., *Tiskovne forme 2*, predavanja
13. Mikota, M., Vančina V. (1993.), *Boje*, priručnik za vježbe, Zagreb
14. http://materijali.grf.unizg.hr/media/visoki_offset.pdf – Fleksografske boje, dostupno 20.05.2013.
15. Kropar Vančina V. (2011.), *Fleksografske boje za tisak ambalaže, Tisak na ambalaži*, Zagreb, 83-90str
16. Bobst SA (2006.), *Flexo printing*, Lausanne

17. ***http://www.google.hr/#bav=on.2,or.r_qf.&fp=1d97dfa2b24e462f&q=papiri+za+visoki+tisak – podloge za visko tisak, dostupno 20.08.2013.
18. Zjakić, I. (2007), *Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb
19. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – Rasterski sustavi, dostupno 06.08.2013.
20. ***<http://www.dino-lite.eu/index.php/hr/digitalni-mikroskopi> – Digitani mikroskop, dostupno 11.06.2013.
21. ***<http://rsbweb.nih.gov/ij/> - ImageJ, dostupno 10.06.2013.
22. ***http://www2.grafika.ntf.uni-lj.si/uploads/media/Davor_Donevski.pdf - Cirkularnost elemenata, dostupno 10.08.2013.
23. ***<http://www.print-team.ba/flexotisak.html> – Tiskovna jedinica fleksografskog tiska, dostupno 06.08.2013.
24. ***<http://www.anilox.it/> - Aniloks valjak, dostupno 06.08.2013.
25. ***<http://www.zecher.com/en/knowledge/basics/aniloxbasics.html> – Čelije dobivene graviranjem dijamantnom iglom i laserom, dostupno 20.05.2013
26. ***<http://www.zecher.com/en/knowledge/basics/aniloxbasics.html> – Aniloks valjak finije i grublje linijature, dostupno 20.05.2013.
27. ***<http://www.zecher.com/en/knowledge/basics/aniloxbasics.html> – Kutevi graviranja čelija, dostupno 20.05.2013.
28. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/Usporedba%20AM%20i%20FM%20rasterskih%20sustava,%20hibridni%20rasterski%20sustavi,%20Moir%20e.pdf – Pojava moiré-a, dostupno 06.08.2013.
29. ***<http://www.harperimage.com/AniloxRolls/Anilox-Guides/Anilox-Line-Screen>– Broj čelija po linearnom centimetru, dostupno 06.08.2013.
30. ***<http://www.harperimage.com/AniloxRolls/Anilox-Guides/Anilox-Line-Screen> – Prikaz linija po centimetru ovisno o zahtjevima tiska, dostupno 06.08.2013.
31. ***http://www.skriptarnica.net/skripte/cat_view/66-grafiki-fakultet-u-zagrebu/40-tiskovne-forme-1.html – Tiskovna forma za fleksotisak, dostupno 06.08.2013.

32. ***<http://anilox.hr/proizvodi/flekso-ploce/#prettyPhoto> – Fotopolimerna tiskovna podloga , dostupno 06.08.2013.
33. ***<http://www.radin-grafika.hr/eng/products/flexo-printing-repromaterials/180/photopolymer-plates/217/?PHPSESSID=a81om6akjtq0leqnbk4s6sgid3> – Analogni fotopolimerna ploča, dostupno 06.08.2013.
34. ***<http://www.radin-grafika.hr/eng/products/flexo-printing-repromaterials/180/photopolymer-plates/217/?PHPSESSID=a81om6akjtq0leqnbk4s6sgid3> – Digitalna fotopolimerna ploča, dostupno 06.08.2013.
35. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – Raster tonske vrijednosti, dostupno 06.08.2013.
36. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – Princip višebojne reprodukcije, dostupno 06.08.2013.
37. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – Vrste rastera, dostupno 06.08.2013.
38. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – AM raster, FM raster i hibridni raster, dostupno 06.08.2013.
39. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf – Linijatura AM rastera, dostupno 06.08.2013.
40. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.predavanje%20-%20RASTERSKI%20SUSTAVI.pdf – Kutevi rastriranja, dostupno 06.08.2013.
41. ***http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf – Deformacija rasterskih elemenata, dostupno 06.08.2013.
42. ***<http://rsbweb.nih.gov/ij/features.html> – Izgled programa ImageJ, dostupno 09.08.2013.
43. ***<http://www.ichemco.it/eng/Bt/192.HTM> - Nitro boje, dostupno 07.09.2013.

7.1. Popis slika

Slika 1. Tiskovna jedinica fleksografskog tiska

Slika 2. Aniloks valjak

Slika 3. Čelije dobivene graviranjem dijamantnom iglom i CO2 laserom

Slika 4. Aniloks valjak finije i grublje linijature

Slika 5. Kutevi graviranja čelija

Slika 6. Pojava moiré-a

Slika 7. Broj čelija po linearnom centimetru

Slika 8. Prikaz linija po centimetru ovisno o zahtjevima tiska

Slika 9. Tiskovna forma za fleksotisak s uzdignutim tiskovnim površinama

Slika 10. Fotopolimerna tiskovna podloga

Slika 11. Analogna fotopolimerna ploča

Slika 12. Digitalna fotopolimerna ploča

Slika 13. Raster tonske vrijednosti

Slika 14. Princip višebrojne reprodukcije

Slika 15. Vrste rastera

Slika 16. AM raster, FM raster i Hibridni raster

Slika 17. Linijatura AM rastera

Slika 18. Kutevi rastriranja

Slika 19. Deformacije rasterskih elemenata

Slika 20. Izgled programa ImageJ

Slika 21. Kromopapir

Slika 22. Thermalni papir

Slika 23. Samoljepljiva PP transparentna folija

Slika 24. Bijela folija

Slika 25. Transparentna folija

Slika 26. Samoljepljiva PP folija bijela

Slika 27. Kontrolni strip

7.2. Popis tablica

- Tablica 1. Specifikacija kromopapira
- Tablica 2. Specifikacija thermalnog papira
- Tablica 3. Specifikacija Samoljepljive PP transparentne folije
- Tablica 4. Specifikacija bijele folije
- Tablica 5. Specifikacija transparentne folije
- Tablica 6. Specifikacija samoljepljive PP folije bijele
- Tablica 7. Karakteristike korištenih UV boja
- Tablica 8. Fizički podaci boje
- Tablica 9. Prikaz prikladnosti boja s obzirom na podlogu
- Tablica 10. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente
- Tablica 11. Cirkularnost za male crne rasterske elemente
- Tablica 12. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente
- Tablica 13. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente
- Tablica 14. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente
- Tablica 15. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente
- Tablica 16. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente
- Tablica 17. Cirkularnost za male žute rasterske elemente
- Tablica 18. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente
- Tablica 19. Cirkularnost za male crne rasterske elemente
- Tablica 20. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente
- Tablica 21. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente
- Tablica 22. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente
- Tablica 23. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente
- Tablica 24. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente
- Tablica 25. Cirkularnost za male žute rasterske elemente
- Tablica 26. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente
- Tablica 27. Cirkularnost za male crne rasterske elemente
- Tablica 28. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente
- Tablica 29. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente
- Tablica 30. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente
- Tablica 31. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente

Tablica 32. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente
Tablica 33. Cirkularnost za male žute rasterske elemente
Tablica 34. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente
Tablica 35. Cirkularnost za male crne rasterske elemente
Tablica 36. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente
Tablica 37. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente
Tablica 38. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente
Tablica 39. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente
Tablica 40. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente
Tablica 41. Cirkularnost za male žute rasterske elemente
Tablica 42. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente
Tablica 43. Cirkularnost za male crne rasterske elemente
Tablica 44. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente
Tablica 45. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente
Tablica 46. Cirkularnost za velike mageta rasterske elemente
Tablica 47. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente
Tablica 48. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente
Tablica 49. Cirkularnost za male žute rasterske elemente
Tablica 50. Cirkularnost za velike crne rasterske elemente
Tablica 51. Cirkularnost za male crne rasterske elemente
Tablica 52. Cirkularnost za velike cijan rasterske elemente
Tablica 53. Cirkularnost za male cijan rasterske elemente
Tablica 54. Cirkularnost za velike magenta rasterske elemente
Tablica 55. Cirkularnost za male magenta rasterske elemente
Tablica 56. Cirkularnost za velike žute rasterske elemente
Tablica 57. Cirkularnost za male žute rasterske elemente