

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

Tomislav Bijelonjić



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko-tehnološki

ZAVRŠNI RAD

RASTRIRANJE HRVATSKIH I EUROPSKIH TISKOVINA

Mentor:
Doc.dr.sc. Igor Zjakić

Student:
Tomislav Bijelonjić

Zagreb, 2015

SAŽETAK

Ovim završnim radom ispitati će se kvaliteta tiska, hrvatskih i europskih tiskovina, ovisno o tehnikama rastriranja. Detaljnom analizom otisaka utvrdit će se dolazi li do pojave deformacije rasterskih elemenata, koja je direktno povezana s kvalitetom tiska. Samim time prikazat će se na koji način uočiti spomenutu pojavu te koji su uzroci nastajanja.

U teorijskom dijelu nabrojane su vrste rastriranja, gdje je svaka od njih detaljno objašnjena. Također se opširnije opisuje deformacija rasterskih elemenata, a objašnjeni su najvažniji parametri koji smanjuju kvalitetu tiska.

Ekperimentalni dio ondnosi se na praktičan dio završnog rada. Opisuje se tijekom rada te korišteni mjerni uređaji i oprema. Zatim se prilažu i analiziraju dobiveni rezultati te se u konačnici dolazi do zaključka.

Ispitivanjem se ustanovilo koje metode rastriranja su korištene kod pojedinih tiskovina, dolazi li do prirasta rastertonske vrijednosti, odnosno deformacije rasterskih elemenata te na samom kraju utvrđeno je postoji li razlika u kvaliteti (ovisno o navedenim parametrima) između hrvatskih i europskih tiskovina.

KLJUČNE RIJEČI

Kvaliteta, raster, deformacija rasterskog elementa, tisak, prirast rastertonske vrijednosti.

ABSTRACT

This final work will examine the quality of the press, Croatian and European, depending on the bit-mapping techniques. Detailed analysis of the prints will determine whether it comes to the deformation of the screen elements, which is directly linked to the quality of printing. Thus it will be shown how to spot mentioned phenomenon and the causes of formation.

In the theoretical part there are listed types of screening, where each of them is explained in detail. Also, deformation of the screen elements is further explained as well as the most important parameters that reduce print quality.

Experimental part is the practical part of this work. It describes the workflow and the measuring devices and equipment that were used. Then the results are being attached and analyzed and ultimately it comes to the conclusion.

The test found which screening methods are used for specific printed matter, if it comes to dot gain or deformation of the screen elements, and at the very end it is determined whether there is a difference in quality (depending on the specified parameters) between the Croatian and European press.

KEY WORDS

Quality, raster, deformation of the screen element, press, dot gain.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
2. TEORIJSKI DIO	3
2.1. VRSTE RASTRIRANJA	3
2.1.1. AM raster	3
2.1.2. FM raster	8
2.1.3. Hibridni raster	10
2.1.4. Raster s modulacijom obojenja	11
2.2. DEFORMACIJA RASTERSKIH ELEMENATA	11
2.2.1. Geometrijska deformacija	13
2.2.2. Optička deformacija	18
2.3. PRIRAST RASTERTONSKE VRIJEDNOSTI	20
3. EKSPERIMENTALNI DIO	22
3.1. METODOLOGIJA RADA	22
3.1.1. Upotrebljavani uređaji.....	22
3.2. MJERNI UREĐAJ	24
4. REZULTATI I RASPRAVA	25
5. ZAKLJUČAK	27
6. LITERATURA.....	28

1. UVOD

Tisak je, bez obzira na pojavu novih, osobito elektroničkih medija, još uvijek jedan od najznačajnijih sredstava prijenosa informacija.

Raster kao osnova grafičke reprodukcije omogućuje proces višetonskog tiska.

Kako postoje različite vrste rastera, tako se i kombiniranjem istih može postići bolja ili lošija kvaliteta tiska. Također, jedan od najvažnijih parametara u smanjenju kvalitete tiska je deformacija rasterskih elemenata.

Cilj završnog rada je, ovisno o rastriranju, ispitati kvalitetu hrvatskih, odnosno europskih tiskovina. Rezultati će se usporediti te zaključiti je li tisak kvalitetniji u Europi ili Hrvatskoj ili razlike uopće nema.

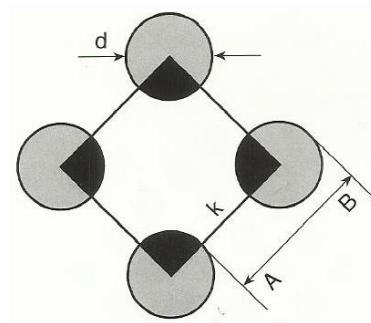
2. TEORIJSKI DIO

2.1. VRSTE RASTRIRANJA

2.1.1. Amplitudno modulirani (klasični) raster

Kad se govori o amplitudno moduliranom rasteru doživljaj različitih tonaliteta uvjetovan je promjenom veličine rasterskog elementa. Razmak između rasterskih elemenata uvijek je konstantan. Karakteristika konstantnosti razmaka između rasterskih elemenata neovisna je o obliku rasterskog elementa.

Ako se promatra okrugli rasterski element, rasterska “točkica” kod amplitudno moduliranog rastera pokriva dio površine elementarnog kvadrata kojeg čine četiri rasterska elementa kao što se vidi na slici 1. U elementarnom kvadratu k predstavlja površinu elementarnog kvadrata, $A - B$ razmak između rasterskih elemenata i d promjer rasterskog elementa (kad je rasterski element točkica).



Slika 1. Prikaz elementarnog kvadrata kod klasičnog rastera

Izračunavanje površine elementarnog kvadrata k , dobiva se jednačbom:

$$k = |A - B|^2 \quad (1)$$

Za rastersko reproduciranje određenog tona bitna je relativna rasterska površina koja se izračunava jednačbom:

$$a = F_g / F_a \quad (2)$$

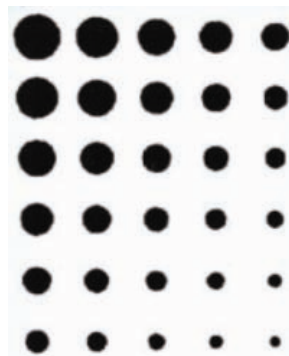
gdje je F_g površina pokrivena rasterskim elementom, a F_a ukupna površina. Kada se vrijednost relativne rasterske površine pomnoži sa 100 dobiva se rastertonska vrijednost (RTV):

$$RTV = 100 (F_g / F_a) \quad (3)$$

Rastertonska vrijednost RTV izražava se u postocima i označava se $\%RTV$.

Korištenje amplitudno moduliranog rastera u grafičkoj proizvodnji vrlo je rasprostranjeno. Razlog za to je vrlo kvalitetna mogućnost reproduciranja skoro cijelog raspona rastertonskih vrijednosti.

Upotreba ovakvog rastera pokazala se manjkava prilikom reprodukciranja sitnih detalja. Ovo ograničenje uvjetovano je veličinom rasterskih elemenata koji variraju ovisno o pokrivenosti površine. Veličina rasterskog elementa najčešći je uzrok smanjene mogućnosti reprodukcije finih detalja kod velikih rastertonskih vrijednosti.



Slika 2. Različiti postoci RTV kod AM rastriranja

Prednosti AM rastera:

1. Jednostavan za tisak
2. U posljednjih 70 godina najkorisnija metoda
3. Kvalitetna mogućnost reproduciranja skoro cijelog raspona rastertonskih vrijednosti

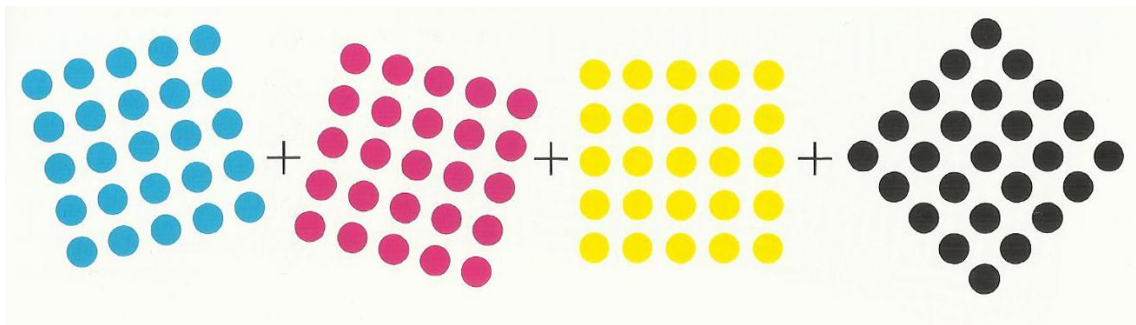
Mane AM rastera:

1. *Dot gain* – na dobivenom otisku, stvarna veličina “točkice“ se razlikuje od teorijske veličine, dolazi do povećanja ili smanjenja rasterskog elementa, odnosno pozitivne ili negativne deformacije
2. Loša reprodukcija sitnih detalja
3. Mogućnost pojave *moarea*

Kutevi rastriranja AM rastera

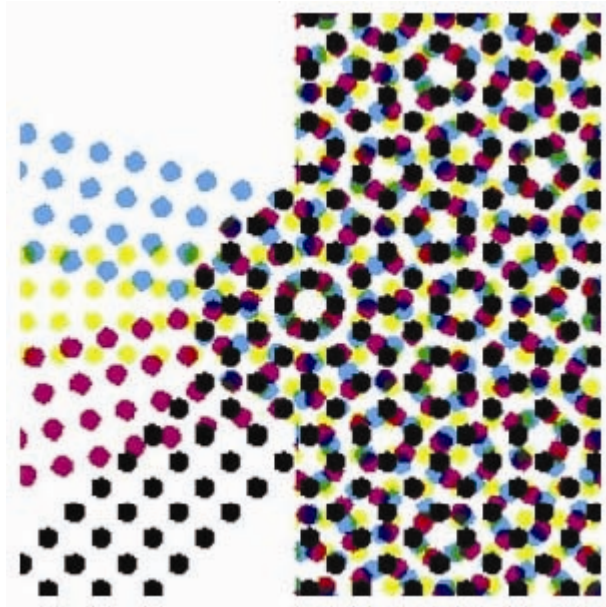
Dobivanje kvalitetnog otiska kod AM rastera definirano je točnim kutnim položajem rastera koji je potreban radi izbjegavanja interferencije rasterskih elemenata što u oku izaziva pojavu *moarea*.

Prilikom određivanja kuteva rastera pod 45° stavlja se boja koja je najkontrastnija tj. crna. Ovo je bitno zbog toga što ljudsko oko najslabije razaznaje detalje upravo pod navedenim kutom. Ostale kontrastne boje (cijan i magenta) stavljaju se tako da budu 30° u odnosu na crnu. Kako je žuta najmanje kontrastna boja stavlja se pod kut od 0° što je razlika od cijan i magente 15° .



Slika 3. Kutevi rastriranja AM rastera

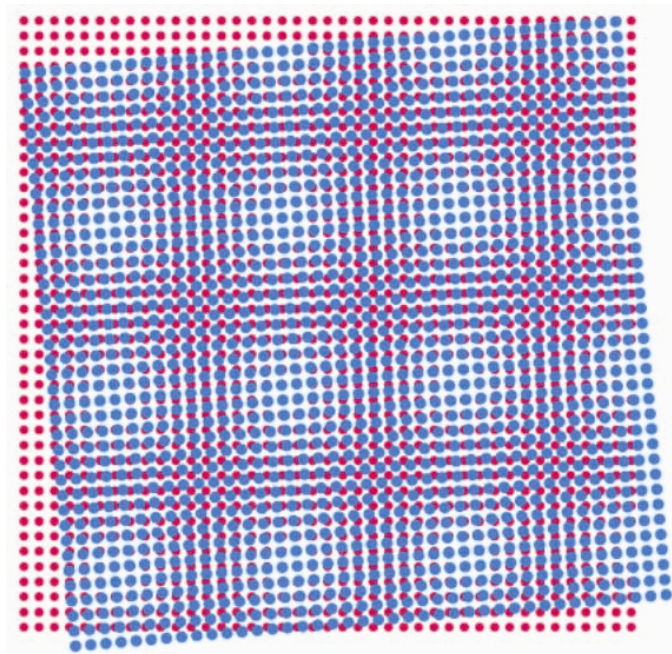
Kada su kutevi ovako definirani i kada se otisak promatra pod povećanjem uočava se pojava *rozeta* tj. kružnih oblika u rasteru.



Slika 4. Prikaz rastriranja pravilnim kutevima (pojava "rozeta")

U slučaju otiskivanja s krivim kutevima rastriranja pojavljuje se osjećaj *moarea* koji je također rezultat tromosti ljudskog oka.

Pojava se vidi na slici 5. gdje kutevi rastera nisu pravilno podešeni. Što je pomak kuta manji to su tamniji dijelovi dalje jedan od drugog.



Slika 5. Pojava "moarea"

Točnim pozicioniranjem rasterskih elemenata doživljaj reprodukcije ovisan je o suptraktivnom, aditivnom i rasterskom miješanju boja.

Točno pozicioniranje rasterskih elemenata djelomično osigurava kvalitetnu reprodukciju. Ovisnost pozicioniranja rasterskih elemenata i doživljaja reprodukcije leži u transparentnosti bojila kojima se obavlja tisak. Međutim, ukoliko u procesu tiska dođe do malog pomaka pasera jedne boje u odnosu na drugu, može doći do različitog doživljaja reprodukcije tj. neki tonovi mogu izgledati tamnije, svjetlije ili mogu imati dugačiju boju. Ova pojava naročito je vidljiva kod tiska srednjih gustoća obojenja i reprodukcije manje kromatičnih boja.

Uzrok pomaka pasera jedne boje u odnosu na drugu u procesu tiska najčešće dolazi uslijed dimenzionalne nestabilnosti tiskovne podloge. Prolaskom tiskovnog materijala kroz tiskovne agregate, uslijed sila pritiska tiskovni materijal se može rastegnuti prije otiskivanja slijedećeg bojila te se to bojilo ne otiskuje na točno definirano mjesto.

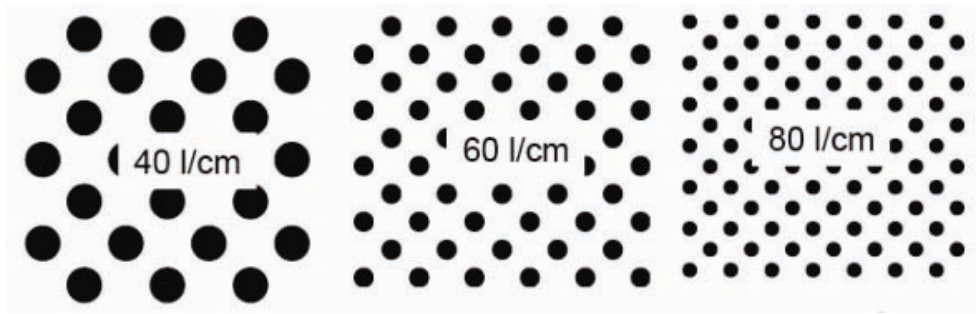
Finoća AM rastera

Finoća amplitudno moduliranog rastera ovisi o linijaturi rastera. Linijatura je definirana gustoćom rasterskih linija, odnosno brojem linija po inču (lpi) ili centimetru (l/cm). Linijatura AM rastera ili finoća rastriranja ovisi o namjeni reprodukcije, tehnici tiska te o papiru i boji koja će se koristiti.

- Grubi raster – do 30 l/cm
- Srednje fini – 30-60 l/cm
- Fini raster – iznad 60 l/cm

Smanjenjem površine elementarnog kvadrata finoća rastera je veća što znači da će ljudsko oko teže uočiti rasterske elemente kad se reprodukcija promatra s optimalne udaljenosti od oko 30 cm.

Prosječna osjetljivost ljudskog oka vrlo teško prepoznaje rasterske elemente kod AM rastera kad je finoća (linijatura) rastera 60 ili više rasterskih elemenata po 1 cm.

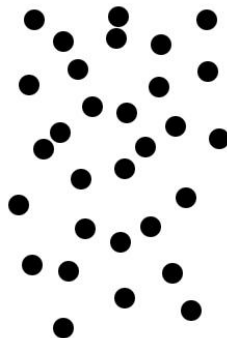


Slika 6. Različite linijature AM rastera

2.1.2. Frekventno modulirani (stohastički) raster

Za razliku od amplitudno moduliranog rastera, osjećaj tonaliteta kod frekventno moduliranog rastera dobiva se različitim udaljenostima među rasterskim elementima dok je veličina rasterskog elementa konstantna.

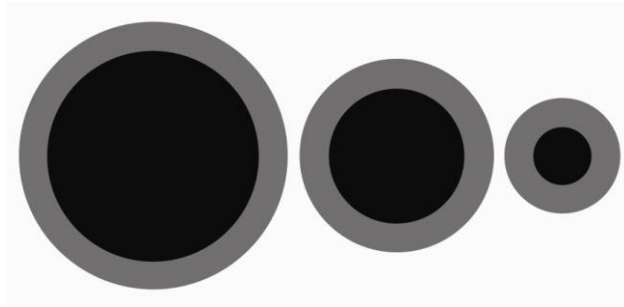
Kod FM rastera nema linijature kao kod AM rastera, jer je razmak između rasterskih elemenata različit, stoga finoća FM rastera ne ovisi o linijaturi, već ovisi o veličini rasterskog elementa. Ako je rasterski element okruglog oblika, što je najčešći primjer, linijatura se definira promjerom rasterskog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



Slika 7. FM raster

Karakteristika frekventno moduliranog rastera je mogućnost vrlo kvalitetnog reproduciranja sitnih detalja. Međutim, FM rasteri rjeđe se koriste kod reproduciranja motiva koji se sastoje od jednoličnih površina. Razlog tome je mogućnost pojavljivanja “brazdi“ na otisku koje u stvarnosti ne postoje, već se događaju kao optička varka koja nastaje uslijed tromosti oka.

Drugi problem kod korištenja frekventno moduliranog rastera je pojava prirasta *RTV* koja je u načelu skoro uvijek veća kod rastera s manjim rasterskim elementom.



Slika 8. Prikaz istog prirasta RTV na različitim veličinama rasterskog elementa

Prednosti FM rastera:

1. Dobra reprodukcija finih detalja, linija i sitnije tipografije
2. Nema problema sa rasterskim kutevima i pojavom *moaré* uzorka
3. Manji utrošak bojila - brže sušenje
4. Može se postići veći opseg boja na otisku
5. Konzistentnija reprodukcija boja.

Mane FM rastera:

1. Problem prirasta rastertonskih vrijednosti (najveći je u području srednjih tonova kod rastertonskih vrijednosti između 40-60%) što uzrokuje lošiju reprodukciju tonских prijelaza u srednjim tonovima
2. Zahtjeva kvalitetan papir (premazani)
3. Tehnički zahtjevna tehnika - tisak sa FM rasterom ne tolerira greške (zahtjeva se velika preciznost pripreme i osvjetljavanja ploča - radi male točke 10-20 mikrona potrebni su termalni osvjetljivači ploča).

Finoća FM rastriranja

Finoća FM rastera definirana je veličinom rasterskog elementa. Vrijednosti u μm odnose se za promjer rasterskog elementa kad je rasterski element okruglog oblika.

U slučajevima drugačijih oblika rasterskih elemenata, velčina rasterskih elemenata najčešće je dana kao vrijednost duže dijagonale rasterskog elementa. U ostalim slučajevima kad su rasterski elementi posebno dizajniranih oblika, vrijednost veličine rasterskog elementa dana je od proizvođača uređaja za rastriranje.

2.1.3. Hibridni raster

Hibridni rasteri su rasteri koji su sastavljeni od elemenata amplitudno i frekventno moduliranog rastera.

Takvi rasteri imaju određene prednosti s obzirom na mogućnosti reprodukcije tonaliteta. U novije vrijeme proizvođači uređaja za rastriranje stvorili su mnoge nove algoritme koji s hibridnim rasterima omogućuju reprodukciju malih i velikih *RTV* upotrebom FM rastera, dok su srednji tonovi reproducirani uz pomoć AM rastera. Naravno prijelaz s jedne vrste rastera na drugu kreće se u određenom rasponu *RTV*.

Pored navedenih mogućnosti, rasterski elementi u takvim rasterima mogu biti i različitih oblika kao npr.: trokut, četverokut, linije, sinusoida i sl. ili posebno dizajnirani oblik određenog predmeta: automobil, kuća, svjetiljka, itd.



Slika 9. Dobivanje reprodukcije s pomoću promjenjivosti oblika kod hibridnog sustava rastriranja



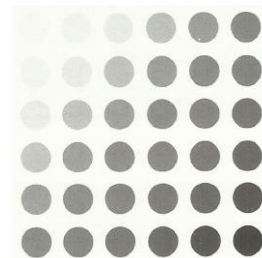
Slika 10. Dobivanje reprodukcije kod hibridnog sustava rastriranja

2.1.4. Raster s modulacijom obojenja

U dosadašnjem dijelu opisivali su se rasteri koji su različit doživljaj tonaliteta omogućavali promjenom veličine i položaja rasterskih elemenata. Obojenje svih navedenih elemenata bilo je nepromjenjivo (uvjetovano gustoćom obojenja u tisku).

Međutim, postoje tehnike tiska u kojima je doživljaj gustoće obojenja uvjetovan različitim obojenjem pojedinačnih rasterskih elemenata. Ovakvo rastriranje modulacijom obojenja moguće je npr. kod tehnike bakrotiska ili nekih digitalnih tehnika kao što su npr. ink jet ili elektrofotografija. Kod ove vrste rastriranja moguće je mijenjati i veličinu rasterskih elemenata.

Slika 11. Dobivanje reprodukcije s modulacijom obojenja rasterskih elemenata



2.2. DEFORMACIJA RASTERSKIH ELEMENATA

Dobivanje kvalitetnog otiska izrazito je veliki problem, pogotovo ako neki od parametara sustava nije postavljen u optimalni odnos s ostalim elementima. Zbog toga je vrlo važno ustanoviti problem, kvalitetno ga definirati i određenim znanstvenim i stručnim metodama kvalitetno riješiti, ili ako to nije u potpunosti moguće staviti ga u optimalan odnos s ostalim elementima proizvodnje kako bi proces bio ponovljiv i standardiziran.

Proces proizvodnje sastoji se od faza u kojima se događaju fizikalne i kemijske interakcije. Kako je proces tiska osnovni i najvažniji proces proizvodnje u kojem može doći do pada kvalitete grafičkog proizvoda, greške koje se mogu dogoditi za vrijeme otiskivanja na nepovratan način mogu smanjiti ugled tiskare i moguću konkurentnost na tržištu.

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

Može se reći da je kvalitetno ustanovljen problem deformacije rasterskih elemenata i kvalitetno postavljen sustav koji na adekvatan način minimizira deformacije rasterskih elemenata, osnovni i najvažniji uvjet omogućavanja kvalitetnog tiska, ponovljivosti procesa i povećanja kvalitete grafičkog proizvoda u cijelosti.

Rasterski element teoretski je definiran tako da pokriva određeni dio elementarne površine. Kvaliteta reprodukcije i raspon integralne gustoće obojenja ovisi o uvjetima koji utječu na veličinu rasterskog elementa prilikom prijenosa kroz reproduksijski lanac te o uvjetima u samom procesu tiska.

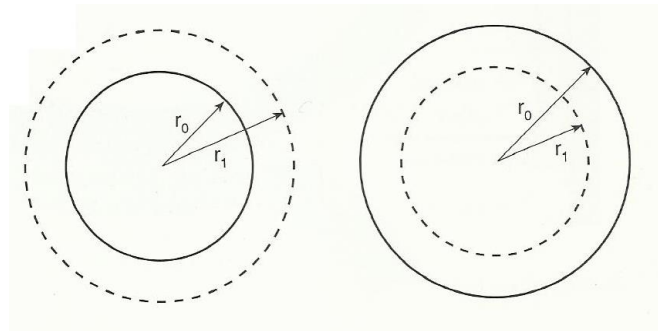
Faktori koji mogu deformirati rasterski element tijekom proizvodnje utječu na rasterski element tako da se rasterski element poveća (pozitivna deformacija) ili smanji (negativna deformacija) u odnosu na teoretsku površinu. Deformacija rasterskog elementa u većini slučajeva je pozitivna, osim u slučajevima kada se na rasterski element djeluje preventivno u nekom dijelu proizvodnje te omogući negativna deformacija koja će kasnije u toku proizvodnje postati manje pozitivna.

Deformaciju rasterskog elementa moguće je ustanoviti razlikom radijusa između teoretske i stvarne veličine rasterskog elementa. Kad je stvarna veličina rasterskog elementa veća od teoretske veličine ($r_1 > r_0$) tada nastaje pozitivna deformacija, a kada je teoretska veličina rasterskog elementa veća od stvarne veličine ($r_0 > r_1$) nastala je negativna deformacija.

Ako rasterski elementi nisu okruglog oblika već npr. kvadrat ili elipsa, tada se deformacija može prikazati kao razlika teoretske i stvarne veličine duže dijagonale. Kod rasterskih elemenata koji su sastavljeni od linija, sinusoide i sl., deformacija rasterskog elementa može se prikazati kao razlika debljine rasterskog elementa između teoretske i stvarne veličine (slika 12.).

Deformacija rasterskih elemenata je pojava koja se događa neovisno o vrsti rastriranja. U procesu proizvodnje deformacija rasterskih elemenata je neizbježna bez obzira bila ona pozitivna ili negativna. Cilj svake reprodukcije je izbjeći te deformacije koliko je

god moguće. Preduvjet za to je kvalitetno određivanje i kvantificiranje nastalih deformacija.



Slika 12. Prikaz pozitivne (lijevo) i negativne (desno) deformacije okruglog rasterskog elementa

Deformacija rasterskih elemenata dijeli se na dvije vrste:

- a) geometrijsku deformaciju
- b) optičku deformaciju.

Uzroci deformacija rasterskih elemenata mogu biti različite naravi. Jedan od glavnih uzroka deformacija su sile pritiska između valjaka, cilindara i bubnjeva.

Osim toga, jedna od karakteristika većine tiskarskih tehnika je ta da količina bojila koja se nalazi na rasterskom elementu nije ista kroz cijelo vrijeme tiska. Uzrok takve nestabilnosti niz je različitih parametara koji se javljaju u tijeku proizvodnje uslijed promjena temperature, vlage, kemijskih karakteristika bojila i otopine za vlaženje, adhezionih i kohezionih sila bojila i tiskarskog materijala, itd. Kako je jedan od osnovnih ciljeva grafičke proizvodnje postići što veći raspon gustoće obojenja prilikom reprodukcije, za vrijeme tiska potrebno je dozirati količinu bojila u kojoj relativni tiskovni kontrast K_{rel} ima maksimalnu vrijednost, odnosno onu količinu bojila koju je reprodukcijski proces u stanju kvalitetno apsorbirati. U takvim uvjetima tiska pojava deformacije rasterskih elemenata se smanjuje.

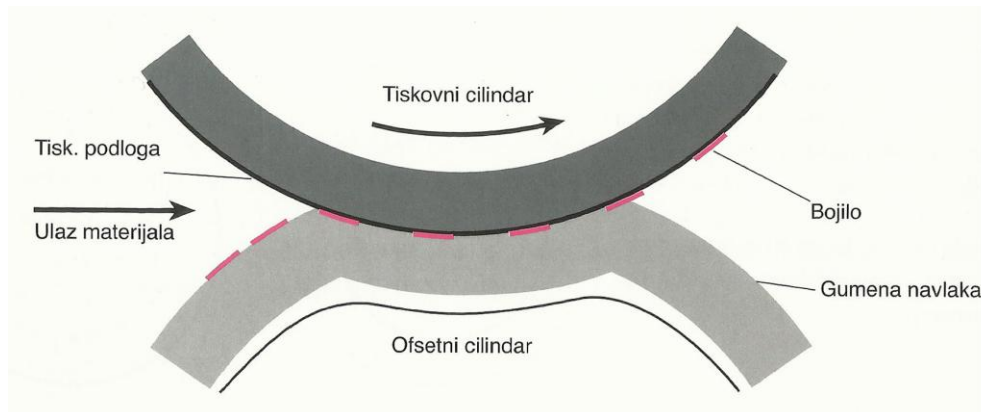
2.2.1. Geometrijska deofrmacija rasterskih elemenata

Geometrijska deformacija rasterskih elemenata nastaje uslijed mehaničkih djelovanja na rasterski element za vrijeme i nakon tiska.

Jedan od velikih problema tijekom proizvodnje upravo je postizanje istih obodnih brzina cilindara i drugih uvjeta preko kojih se rasterski element prenosi na tiskovnu podlogu. Zbog toga je vrlo bitno da je tehnološki prostor na temeljnom cilindru točno propisane debljine. Iz istog razloga, debljina gumene navlake zajedno s podlogom mora biti ona koju propisuje proizvođač. Tek tada je zagarantirano da su u trenutku tiska obodne brzine cilindara i valjaka unutar propisanih tolerancija (u optimalnim uvjetima stanja stroja).

Kako se tisak obavlja na različitim debljinama tiskovnih materijala, reguliranje pritiska materijala i ofsetnog cilindra uz pomoć tiskovnog cilindra obavlja se za svaki materijal. Nepravilnim postavljanjem pritiska, osovine cilindara nisu u propisanom razmaku što znači da će promjena radijusa dodirne točke i osovine cilindra za vrijeme tiska uzrokovati različitu obodnu brzinu.

Kada se tisak obavlja uz nepravilno definiran tehnološki prostor, valjci koji se dodiruju s tiskovnom formom neće biti u pravilnom kontaktu. Razlog tome također je promjena radijusa temeljnog cilindra (s tiskovnom formom). U tom slučaju valjci se okreću brže ili sporije od obodne brzine temeljnog cilindra, a što je najvažnije za deformaciju rasterskih elemenata, rasterski element gubi pravilni oblik i postaje “veći“ već na gumenom cilindru. Prijenos rasterskog elementa događa se uslijed tlačne sile koja s jednim materijalom djelomično tlači drugi materijal kao što se vidi na slici 13. Kako je gumena navlaka kompresibilni materijal, zbog navedene tlačne sile također će doći do deformacije rasterskih elemenata.



Slika 13. Prikaz tlačenja ofsetnog cilindra

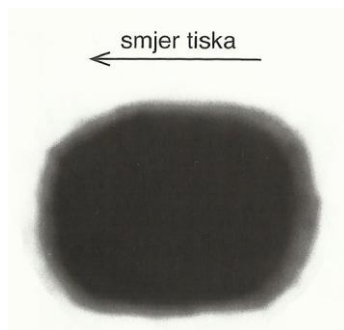
Iz svih navedenih razloga dolazi do proklizavanja dijelova koji prenose rasterski element, a s tim i do deformacije rasterskog elementa. Geometrijska deformacija rasterskih elemenata za vrijeme i nakon tiska može se najčešće dogoditi uslijed:

- a) smicanja
- b) dubliranja
- c) razmazivanja.

Smicanje

Smicanje je deformacija rasterskog elementa kod koje rasterski element postane izdužen u jednom od smjerova. Karakteristika tako deformiranog rasterskog elementa je da je izduženje rasterskog elementa (u smjeru tiska) optički vrlo slične gustoće obojenja kao teoretska veličina rasterskog elementa što se vidi na slikama 14. i 15.. Uvjet nastajanja deformacije rasterskog elementa uslijed smicanja najčešće je različita obodna brzina temeljnog, ofsetnog i tiskovnog cilindra koje može nastati uslijed istrošenosti i nepravilnog postavljanja ofsetne gume ili radi tehnički neispravnog stroja.

Otkrivanje smicanja moguće je izvesti promatranjem rasterskog elementa pod dovoljno velikim povećanjem s kojim se vide razlike u gustoći obojenja teoretske i stvarne površine rasterskog elementa. Od navedenih pojava koje uzrokuju geometrijsku deformaciju rasterskih elemenata smicanje je pojava koja se najčešće događa.



Slika 14. Prikaz smicanja okruglog rasterskog elementa



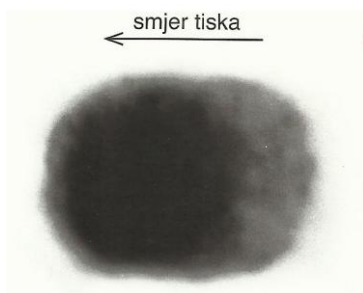
Slika 15. Prikaz smicanja okruglog rasterskog elementa na stvarnom višebojnom otisku

Dubliranje

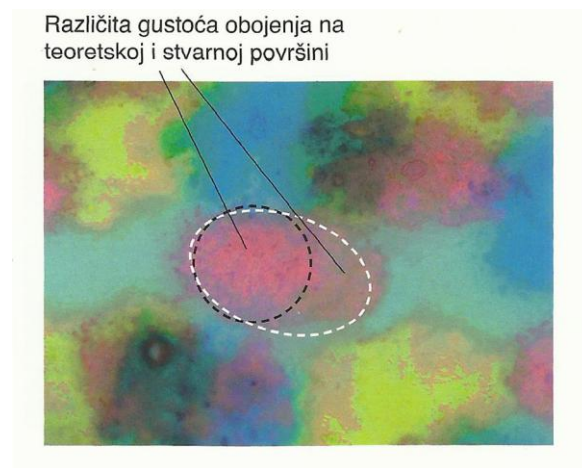
Dubliranje je geometrijska deformacija rasterskog elementa koja se najčešće događa uslijed dodira cilindra kada je gumena navlaka nedovoljno nategnuta ili kada su nepravilne vrijednosti debljine podloge ispod gumene navlake. Vrlo česta pojava dubliranja događa se prilikom obostranog tiska kad dio bojila ostaje na tiskovnom cilindru prvog tiskovnog agregata te se nakon okreta arka taj dio otiskuje na poleđinu.

Ova pojava vrlo je česta kod starijih tiskarskih strojeva i ovakav problem praktički je nemoguće riješiti. Djelomično rješenje ovog problema je u obrezivanju araka papira prije tiska. Prikaz dubliranja vidi se na slikama 16. i 17.

Karakteristika takve geometrijske deformacije je trag rasterskog elementa koji nije iste gustoće obojenja kao teoretski rasterski element. Trag koji se nalazi iza rasterskog elementa (u smjeru tiska) manje je gustoće obojenja od gustoće obojenja teoretske veličine rasterskog elementa. Ono što je karakteristično za navedeni trag je približno jednolika gustoća obojenja cijelog traga, odnosno površine koja predstavlja razliku stvarne i teoretske veličine rasterskog elementa. Bitno je napomenuti da je dubliranje pojava koja je rjeđa u tisku i da je to pojava koja se vrlo teško ustanovljava.



Slika 16. Prikaz dubliranja okruglog rasterskog elementa



Slika 17. Prikaz dubliranja okruglog rasterskog elementa na stvarnom višebojnom otisku

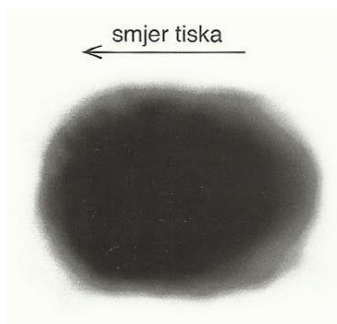
Razmazivanje

Razmazivanje rasterskog elementa najčešće se ne događa u tisku, već nakon tiska ukoliko dođe do pojave struganja nekih dijelova stroja ili poledine tiskovnog materijala otiska koji nadolazi.

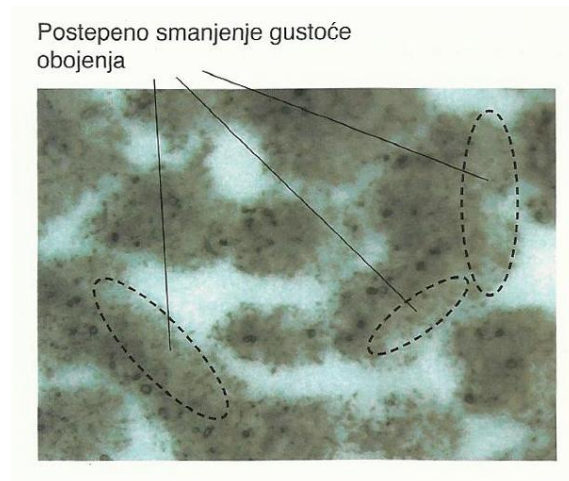
Razmazivanje se može dogoditi na onim mjestima na stroju na kojima dolazi svježe otisnut arak u mehanički dodir sa strojem. Razmazivanje se može dogoditi i prilikom višebojnog tiska kad nema struganje već kad je količina ukupnog bojila na otisku tolika da se prilikom tiska slijedeće boje rasterski element razmazuje iz razloga nemogućnosti zadržavanja na površini materijala uslijed pritiska cilindara nadolazećih boja. Ovakva pojava česta je kod tiska na neupojnim materijalima.

Isto tako kod tiska na višebojnim tiskarskim strojevima, tiskovni arak nakon tiska jedne boje prenosi se na drugi tiskovni agregat prijenosnim bubnjevima koji mogu uzrokovati razmazivanje.

Zbog toga su prijenosni bubnjevi napravljeni s točno definiranom hrapavosti površine materijala ili s hvataljkama bez plašta bubnja, kako bi se u što većoj mjeri izbjeglo razmazivanje rasterskog elementa prije nego dođe u slijedeći tiskovni agregat ili na izlagači stroj.



Slika 18. Prikaz razmazivanja okruglog rasterskog elementa



Slika 19. Prikaz razmazivanja okruglog rasterskog elementa kod FM rastera na stvarnom otisku

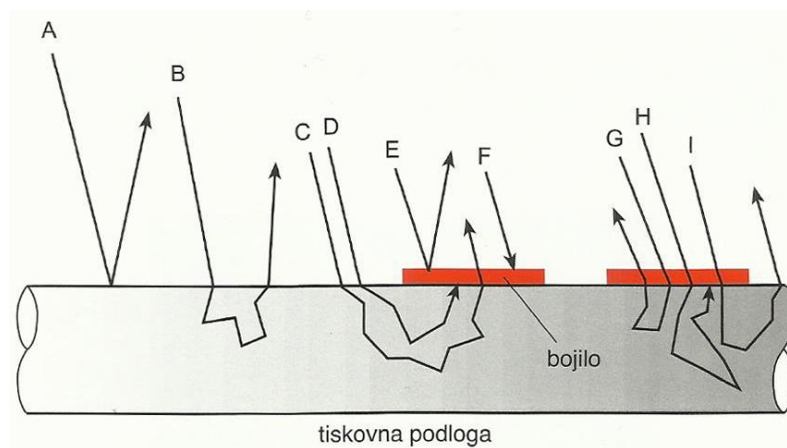
Isto tako razmazivanje može nastati uslijed nepravilnog doziranja otopine za vlaženje tiskom u graničnim uvjetima uslijed prevelike količine bojila za vrijeme tiska ili premale količine otopine za vlaženje. U tim slučajevima također se događa pojava razmazivanja, odnosno zapunjenja rasterskih elemenata (toniranje).

Posljedica zapunjenja rasterskih elemenata je smanjenje raspona gustoće obojenja, a samim time i pada kvalitete grafičkog proizvoda.

2.2.2. Optička deformacija rasterskih elemenata

U do sada objašnjenom djelu, deformacije rasterskih elemenata uvjetovane su geometrijskim promjenama. Kada bi refleksija svjetlosti bila "idealna", problemi u tisku koje ove deformacije uzrokuju vrlo lako bi se rješavali nakon kvalitetnog ustanovljavanja pogreške koja je uvjetovala deformaciju.

Međutim, uslijed prolaska svjetlosti kroz tiskovnu podlogu, dio svjetlosti vraća se reflektirana od unutarnjih slojeva tiskovne podloge. Takva pojava poznatija je pod nazivom *halo efekt*. Rezultat takve refleksije svjetlosti je doživljaj proširenja rasterskog elementa. Odnos upadne svjetlosti i njene refleksije ovisi o parametrima koji uzrokuju refleksiju i apsorpciju na tiskovnoj podlozi. Prikaz najčešćih mogućih pojava koje djeluju na upadnu svjetlost prikazana je slijedećom slikom:

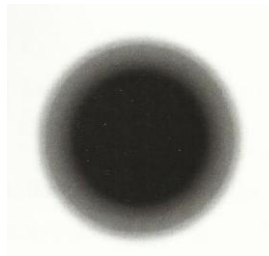


Slika 20. Prikaz najčešćih refleksija s površine i unutrašnjosti tiskovne podloge

gdje ulazna svjetlost koja se reflektira s površine materijala ovisi o:

- A – refleksiji s površine tiskovne podloge*
- B – debljini, gustoći i strukturi tiskovne podloge*
- C – propusnosti sloja bojila povratne svjetlosti*
- D – apsorpciji sloja bojila povratne svjetlosti*
- E – refleksiji sloja bojila*
- F – apsorpciji svjetlosti na sloju bojila*
- G – propusnosti upadne i povratne svjetlosti*
- H – apsorpciji upadne i povratne svjetlosti*
- I – refleksiji djelomično apsorbirane svjetlosti kroz sloj bojila i tiskovnog materijala*

Reflektirana svjetlost u “idealnoj“ refleksiji reflektirala bi se samo u slučajevima 100% - tne refleksije s netiskovnih dijelova površine tiskovne podloge (*A*) i refleksije s tiskovnih dijelova površine tiskovne podloge (*E*), kod koje se svjetlost reflektira samo s gornje površine tiskovnih elemenata. Rezultat takvog proširenja rasterskog elementa vidljiv je na slijedećoj slici:



Slika 21. Prikaz doživljaja okruglog rasterskog elementa uslijed optičke deformacije

Iz navedenog se može vidjeti da optička deformacija rasterskih elemenata nastaje uslijed refleksije svjetlosti s unutarnjih slojeva tiskovne podloge.

Bez obzira koja se od navedenih vrsta deformacija rasterskih elemenata pojavi u tisku, krajnji rezultat je smanjenje kvalitete grafičkog proizvoda. Zbog toga je vrlo bitno

ustanoviti deformacije kako bi se iste kvalitetno mogle predviditi prilikom izrade proizvoda. Takvim predviđanjem deformacije je moguće djelomično smanjiti pravilnim kalibriranjem i karakteriziranjem proizvodnog sustava posebno definiranim ICC profilima (International Colour Consortium).

2.3. PRIRAST RASTERTONSKJE VRIJEDNOSTI

Tijekom proizvodnog procesa dolazi do promjene u veličini rasterskih elemenata. Rasterski elementi mogu se povećati (pozitivan prirast) ili u rijetkim slučajevima smanjiti (negativan prirast). Time se mijenja i relativna rasterska površina, pa se na otisku ne postiže željena optička gustoća.

Prirast je definiran pomoću površine kružnog vijenca oko rasterske točkice. Izražava se u postocima. Kružni vijenac oko rasterske točkice je razlika između površine rasterske točkice na originalu (teoretski definirane rasterske točkice) i rasterske točkice koja je dobivena u tisku. Širina kružnog vijenca je uvijek ista, bez obzira na veličinu rasterske točkice (slika 8.). Na veličinu prirasta utječe broj rasterskih točkica na jedinici površine (linijatura rastera), jer se tada zbrajaju sve dužine kružnih vijenaca.

Prirast rasterskih elemenata ovisi o:

1. Vrsti i linijaturi rastera
2. Vrsti tiskovne podloge (upojnost, glatkoća)
3. Svojstvima bojila (viskoznost, koncentracija)
4. Uvjetima prilikom tiska (gumena navlaka na cilindru, podešenost stroja, pritisak) i dr.

Ukupni prirast rastertonskih vrijednosti za jednobojne reprodukcije moguće je izračunati *Yule-Nielsenovom* jednadžbom:

$$R(a) = (R_s^{1/n} + (1-a) R_0^{1/n})^n \quad (4)$$

gdje je $1 \leq n \leq 2$, za refleksiju tiskovnih R_s i netiskovnih R_0 elemenata.

Međutim, ovom jednadžbom nije moguće ustanoviti optički i ukupni prirast rastertonskih vrijednosti, već je vrijednost prirasta dana kao umnožak optičkog i ukupnog prirasta rastertonskih vrijednosti.

Kada se želi prikazati optički prirast rastertonskih vrijednosti tada refleksija svjetlosti $R(x, y)$ uslijed upadnog intenziteta svjetlosti $I(x, y)$ tvori kovolucijsku funkciju:

$$R(x, y) = [(I(x, y) T(x, y)) \times P(x, y)] T(x, y) \quad (5)$$

gdje je $T(x, y)$ transparentnost sloja bojila, a $P(x, y)$ integralna funkcija refleksije površine tiskovne podloge.

Navedena jednadžba odnosi se na jednobojne reprodukcije. Kod višebojnog tiska potrebno je uzeti i parametre distribucije svjetlosti, pa se optički prirast rastertonskih vrijednosti može prikazati kao:

$$R(x, y, \lambda) = [(I(x, y, \lambda) T(x, y, \lambda)) \times P(x, y, \lambda)] T(x, y, \lambda) \quad (6)$$

gdje je λ valna dužina svjetlosti.

Kada se želi izračunati stvarna rastertonska vrijednost određenog polja $F(a)$, tada je prema Murray-Daviesu:

$$\text{—————} \quad (7)$$

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

Prirast rastertonskih vrijednosti pojava je koju je u realnoj grafičkoj proizvodnji nemoguće izbjeći i težnja svake tiskare treba biti postizanje uvjeta kojima se pojava prirasta rastertonskih vrijednosti standardizira na određene i po mogućnosti što manje tolerancije.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

Cilj ovog rada je ispitati kvalitetu hrvatskih, odnosno europskih tiskovina, ovisno o rastriranju. Utvrditi vrste rastera koji se koriste te ustanoviti postoji li problem deformacije rasterskih elemenata.

U praksi, dobivanje kvalitetnog otiska uvjetovano je optimalnim odnosom svih parametara. Zbog toga je vrlo važno ustanoviti problem, kvalitetno ga definirati i određenim znanstvenim i stručnim metodama kvalitetno riješiti ili ako to nije u potpunosti moguće, staviti ga u optimalan odnos s ostalim elementima proizvodnje kako bi proces bio ponovljiv i standardiziran.

Pod dovoljno velikim povećanjem, moguće je utvrditi vrstu rastera te ustanoviti postoji li neka vrsta deformacije rasterskog elementa.

3.1. METODOLOGIJA RADA

Prva faza rada bila je evaluacija otisaka USB mikroskopom. Za uzimanje uzoraka koristila su se tri časopisa. Dva europska, "BAZAAR" (Velika Britanija) te "ELLE" (Njemačka) i jedan hrvatski, "GloriaGLAM". Na svakom od otisaka snimljeni su svijetli, srednji i tamni tonovi, kao što je prikazano slikom 22.

U sljedećoj fazi rada, snimljeni otisci dodatno su obrađeni na računalu, kako bi uzorci bili jasnije prikazani.

Zatim se uzorci analiziraju te međusobno uspoređuju, nakon čega je moguće zaključiti o kojoj vrsti rastera se radi i postoji li problem deformacije rasterskih elemenata.

3.1.1. Upotrebljavani uređaji

Mikroskop korišten prilikom rada prikazan je slikom 23. *Dino – Lite AM413T Dino– Lite Pro*, digitalni uređaj kojim je moguće precizno i pod velikim povećanjem prikazati otisak.

Prilikom dodatne obrade snimljenih otisaka na računalu, korišten je grafički program *Adobe Photoshop CS6* (korekcija tonova, oštrina...), kako bi uzorci bili jasnije prikazani.



Slika 22. Časopis "BAZAAR" (VB), (gore prema dolje - svijetli, srednji i tamni tonovi)

Kao i na prikazanoj slici, isto je učinjeno s preostala dva časopisa.

3.2. MJERNI UREĐAJ

Prilikom rada korišten je jedan mjerni uređaj, spomenuti *Dino – Lite AM413T Dino– Lite Pro*. Uređaj nije sposoban za samostalan rad, već ga je potrebno spojiti na računalo.

Dino-Lite AM413T Dino-Lite Pro

NAMJENA

USB mikroskop za evaluaciju otisaka. U kombinaciji sa programom DinoCapture moguće je mjeriti udaljenosti između elemenata, njihove promjere i površine

TEHNIČKE ZNAČAJKE

- Povećanja: 20x–50x, 200x
- Detektor: Color CMOS 1.3 megapiksela
- Osvjetljenje: 8 LED dioda
- 30 fps
- Integrirana 3.0 megapixel CMOS kamera
- Godina nabave: 2010.

KONTAKT

igor.majnaric@grf.hr

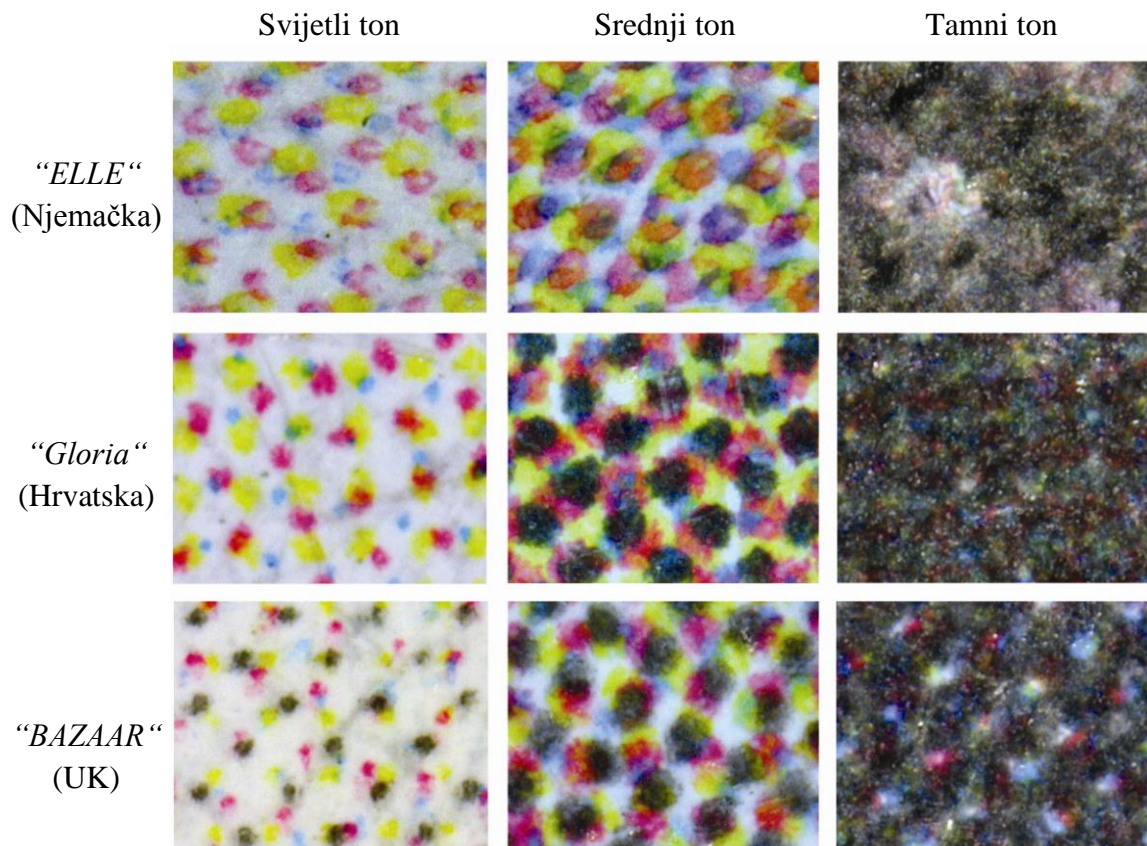
DODATNE INFORMACIJE

<http://www.dino-lite.eu/downloads/productsheets/AM4023.pdf>



Slika 23. Dino – Lite

4. REZULTATI I RASPRAVA



Slika 24. Rezultati snimljenih otisaka

Promatranjem dobivenih rezultata na slici 24. može se primjetiti kako su rasterski elementi na pojedinom uzorku jednake udaljenosti, odnosno jednake veličine. Time se utvrđuje da se prilikom grafičke reprodukcije koristio AM raster. Kutevi rastriranja, koji su pod točno definiranim vrijednostima, potvrđuju kvalitetu otisaka. Samim time, izbjegnuta je pojava *moarea*.

Teoretski gledano, reproducirani rasterski element biti će pravilnog okruglog oblika, međutim u priloženom je prikazano suprotno. Rasterski elementi nisu pravilnog okruglog oblika. Razlog tomu je prirast rastartonske vrijednosti (*RTV*), povećanje stvarne pokrivenosti u odnosu na teorijsku pokrivenost.

Pojava prirasta rastertonskih vrijednosti problem je koji se gotovo uvijek događa u tisku i može se riješiti tek nakon što se prvo ustanovi vrijednost prirasta rastertonskih vrijednosti, a zatim određenim metodama predvidi i smanji prije i u toku tiska.

Međutim, problem prirasta rastertonskih vrijednosti utoliko je veći što se vrlo teško može ustanoviti vrijednost geometrijske i optičke deformacije koja svaka za sebe djeluje na smanjenje kvalitete tiska.

Zbog toga se ustanovljavanje geometrijske i optičke deformacije rasterskih elemenata odnosno razlika teorijske i stvarne veličine rasterskih elemenata (*geometrijski i optički prirast rastertonskih vrijednosti*) radi ustanovljavanjem *ukupnog* prirasta rastertonskih vrijednosti.

5. ZAKLJUČAK

Između uspoređenih rezultata hrvatskih i europskih tiskovina razlike u korištenim metodama rastriranja te kvaliteti dobivenih otisaka nema. Dakle, utvrđeno je da se prilikom grafičke reprodukcije koristio AM raster s točno definiranim odnosima kuteva rastriranja, što omogućuje kvalitetan otisak, odnosno isključuje mogućnost pojave *moarea*. Osim spomenutog prirasta rastertonske vrijednosti koji je neizbježan u procesu tiska, značajnijih deformacija rasterskih elemenata nema.

Iz provedenog ispitivanja može se zaključiti kako je kvaliteta tiska zadovoljavajuća, kako kod europskih, tako i kod hrvatskih tiskovina.

6. LITERATURA

1. Zjakić I. (2007). *Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska*, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb
2. http://www.grf.unizg.hr/wp-content/uploads/2010/09/SMP_KatalogOpreme_FINAL-WEB_v2.pdf
3. <http://www.grafx.ba/>, Članci: *Raster kao osnova grafičke reprodukcije I dio, Raster II-dio: Deformacija rasterskih elemenata*
4. http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf
5. http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf
6. <http://cm-partner.de/>, Članak: *Perfekte reprofilm*