

OSNOVE VIŠEBOJNOG TISKA

Procesom rastriranja u tisku različite polutonske vrijednosti reproduciraju se kao tiskovne ili netiskovne površine. Doživljaj tonaliteta koje oko percipira refleksijom s rastrirane površine uvjetovan je različitim elementima.

osnove višebojnog tiska

Stotinama godina tisak je rađen tako da je reproducirana samo jedna tonska vrijednost.

1881. godine njemac Georg Meisenbach izumio je način reproduciranja više tonova, čiji se osnovni principi koriste i danas.

Georg Meisenbach

Izumom tiska i pomičnih slova omogućen je prijenos vizualnih informacija. Stotinama godina tisak je rađen tako da je reproducirana samo jedna tonska vrijednost, što je i logično s obzirom na tehnološku razvijenost tehnike visokog tiska koja je u to doba postojala. Kako je količina tiskanih informacija sporo ali i konstantno rasla, a posebno nakon izuma fotografije, porasla je i želja ljudi da reproduciraju kvalitetnije reprodukcije.

Međutim, nije postojao način za reprodukciju više različitih polutonova. Takvo stanje potrajalo je do 1881. godine kad je njemac *Georg Meisenbach* izumio način za višetonsku reprodukciju, a čiji se osnovni principi koriste i danas.

Osnovni problem skoro svih tehnika tiska (osim svjetlotiska) je taj da je količina bojila koja se nanaša na tiskovnu formu skoro podjednaka. Zbog toga je omogućavanje tiska višebojne reprodukcije u to vrijeme tehnikom visokog tiska *Georg Meisenbach* riješio proštanjem svjetlosti kroz finu mrežicu koja se nalazila na staklu.

Niti na mrežici bile su postavljene pod kutem od 90° i pravilnim fokusiranjem svjetlosti dobivala se slika iza rastera koja se sastojala



Slika 4. Prikaz jednostonske (lijevo) i višetonske (desno) reprodukcije.

od niza točkica promjenjive veličine, dok je razmak među njima bio konstantan. Procesom rastriranja različite polutonske vrijednosti reproduciraju se kao tiskovni ili netiskovni elementi. Kako je otprilike u to vrijeme izmišljena fotografija i materijali koji reagiraju na svjetlost (prozirni materijali predoslojeni srebro-halogenidom) uz pomoć kamera snimali su se višetonski negativni, a iz njih uz pomoć kontaktnog rastera rasterski dioni diapozitivi koji su kasnije služili za izradu tiskovnih formi.

Takav način rastriranja ostao je u upotrebi do razvoja *digitalnog* rastriranja. Prvi digitalni način rastriranja omogućili su *rotacioni skaneri* s kojima su se izrađivali rastrirani predlošci osvjetljavanjem svjetlosti čija je frekvencija osvjetljavanja uvjetovana elektronskim impulsima.

U današnje vrijeme rastriranje predloška ili tiskovne forme u potpunosti je digitalizirano i obavlja se na različite načine ovisno o vrsti algoritma. Osnovni principi rastriranja ostali su isti samo što je rastriranje danas osim promjene veličine rasterskog elementa omogućeno i promjenama razmaka među rasterskim elementima, kao i promjenama oblika rasterskih elemenata.

Kada se govori o pojmu *raster*, može se reći da je raster *sredstvo* kojim se obavlja rastriranje. Kao produkt rastriranja nastaje *rasterski element*. Neovisno da li se radi o klasičnom ili digitalnom rastriranju nastanak višetonskih reprodukcija omogućen je zbog tromosti ljudskog oka i nemogućnosti raspoznavanja pojedinačnih malih rasterskih elemenata. Informacija o intenzitetu dobiva se iz skupne refleksije više rasterskih elemenata. Što je rasterski element manji, to je uočavanje rasterskog elementa na otisku teže.

klasično rastriranje

digitalno rastriranje

raster

uočavanje rasterskog elementa



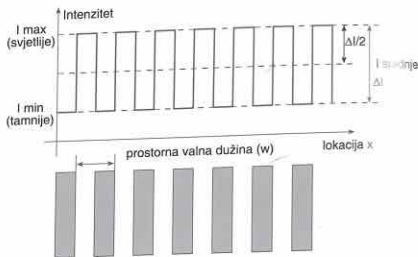
finoća rastera

relativna vidljivost V

Stoga je osnovna razlika među rasterima upravo u veličini i razmaku rasterskih elemenata koji definiraju *finoću* ili *linijaturu* rastera ovisno o vrsti rastera. Osjećaj tonova definira se s *relativnom vidljivošću* V , koja se može prikazati kao:

$$V = \frac{\Delta I / 2}{I_{\text{rednje}}}$$

gdje se vrijednosti I , I_{max} , I_{min} i ΔI mogu prikazati grafički kao:



Slika 5. Percepcija osjetljivosti oka u ovisnosti o parcijalnom intenzitetu svjetlosti.

Vrste rastriranja

Kada se višetonski original rastrira vrijednosti tonaliteta transformiraju se u tiskovni ili netiskovni element.

Teoretski rasterski element pravilnog je oblika. Ako promatramo okrugli rasterski element, intenzitet reflektirane svjetlosti definiran je s veličinom i pokrivenosti bojom samog rasterskog elementa. U realnoj grafičkoj proizvodnji pokrivenost i oblik rasterskog elementa ovisi o postupku tiska, tiskovnim materijalima, bojilima, itd. Dakle, doživljaj različitih tonaliteta koje oko percipira refleksijom



Slika 6. Okrugli rasterski element.

s rastrirane površine uvjetovan je nizom različitih elemenata koji mogu utjecati na doživljaj. Konačna reprodukcija bazirana na rastriranju ovisi i o prethodnim fazama nastajanja rasterskog elementa kao što je izrada predloška za tisak ili izrada tiskovne forme.

Doživljaj tonaliteta definiran je s određenim *karakteristikama* rastera. Intenzitet doživljaja tonaliteta ovisit će i o interakciji podloge s rasterom, bojila s rasterom, itd. Zbog toga se pojavila potreba za različitim vrstama rastriranja kako bi se pravilnim odabirom rastera povećala kvaliteta grafičke reprodukcije.

Klasificiranje rastera po vrsti dijeli se na dvije *osnovne* skupine:

- 1) *amplitudno modulirani* ili *klasični raster (AM)*
- 2) *frekventno modulirani* ili *stohastički raster (FM)*.

Pored osnovnih skupina postoje i podskupine rastera koje su *hibrid* različitih vrsta rastera i oblika rasterskih elemenata te rasteri s *modulacijom obojenja*.

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. Bitno je napomenuti da je karakteristika konstantnosti razmaka između rasterskih elemenata neovisna 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 7. U elementarnom kvadratu k predstavlja površinu elementarnog kvadrata, $A - B$ razmak između rasterskih elemenata i d promjer rasterskog elementa (kad je rasterski element točkica).

doživljaj refleksije s površine

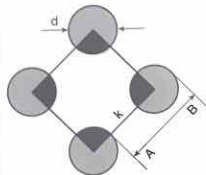
različite vrste rastriranja

AM raster

FM raster

hibridni raster

raster s modulacijom obojenja



Slika 7. Prikaz elementarnog kvadrata kod klasičnog rastera.

Izračunavanje površine elementarnog kvadrata k , dobiva se jednačbom:

$$k = |A \cdot B|^2$$

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

$$a = F_g / F_a$$

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)*:

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

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

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 reproduciranja 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.



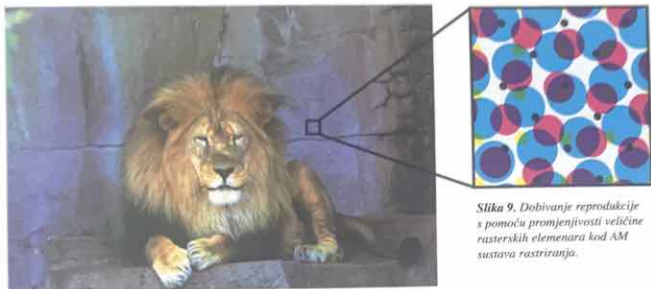
Slika 8. Različiti postotci RTV kod AM rastriranja.

površina elementarnog kvadrata

relativna rasterska površina

rastertonska vrijednost

upotreba AM rastera



Slika 9. Dobivanje reprodukcije s pomoću promjenjivosti veličine rasterskih elemenara kod AM sustava rastriranja.

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*.

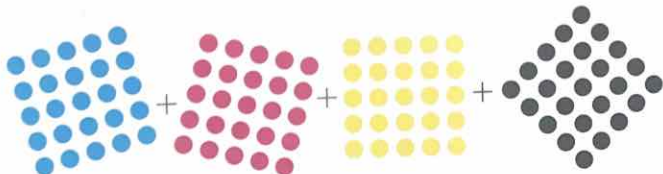
Prilikom određivanja kuteva rastera pod kut od 45° stavlja se boja koja je najkontrastnija tj. crna. Ovo je bitno zbog toga što ljudsko oko najslabije razaznaje detalje upravo pod navedenim kutem. Ostale kontrastne boje (cijan i magenta) stavljaju se tako da budu 30° u odnosu na crnu. Kako je žuta najmanje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

Pravilni kutevi rastera su:

cijan 15° ,
magenta 75° ,
žuta 0° ,
crna 45° .

Kutevi cijan i magenta boje mogu biti zamijenjeni.

Slika 10. Kutevi rastriranja AM rastera.

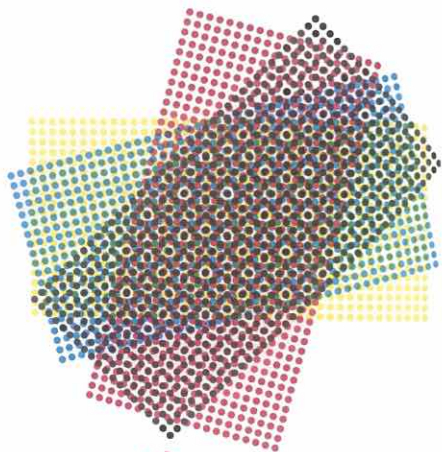




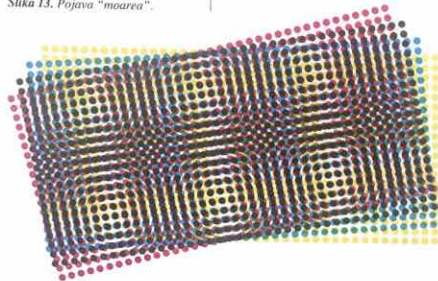
Slika 11. Pojava "rozeta".

Slika 12. Prikaz rastriranja pravilnim kutevima rastera.

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



Slika 13. Pojava "moarea".



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

Pojava se vidi na slici 13. u kojoj su kutevi rastera pomaknuti jedan od drugog za 5° . Što je pomak kuta manji to su tamniji dijelovi dalje jedan od drugog.

Točnim pozicioniranjem rasterskih elemenata doživljaj reprodukcije ovisan je o suprativnom, 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 drugačiju boju kao što se vidi na slici 14. kod reprodukcije plave pozadine.

Ova pojava naročito je vidljiva kod tiska srednjih gustoća obojenja i reprodukcije manje kro-matičnih 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.



Slika 14. Ispravna reprodukcija (slika gore) i reprodukcija s malim pomakom rasterskih elemenata jedne boje u odnosu na drugu (slika dolje).

finoća ili linijatura
AM rastera

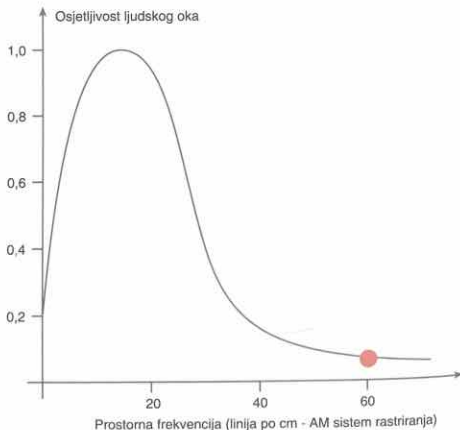
osjetljivost oka na finoću
AM rastera

Finoća AM rastriranja

Kada se govori o *finoći* rastriranja, kod amplitudno moduliranog rastera finoća se može definirati i *linijaturom* rastera.

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.

Smatra se da 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. Osjetljivost ljudskog oka prikazana je slijedećom slikom:



Slika 15. Osjetljivost ljudskog oka u odnosu na linijaturu rastera.



a)



b)



c)

Slika 16. Finoća rastera od:

a) 40 lin/cm

b) 60 lin/cm

c) 80 lin/cm.

Korištenje klasičnog rastera najčešće je pri otiskivanju ofsetnim tiskom i fleksotiskom. U ofsetnom tisku kod srednje kvalitete tiska uglavnom se upotrebljava finoća rastera od 60 lin/cm.

Kod tiska kvalitetom zahtjevnijih reprodukcija najčešće se koriste finoće rastera od 70-80 lin/cm. Pri tisku s većom finoćom od 80 lin/cm može doći do problema pri prenošenju rasteronskih vrijednosti na tiskovnu podlogu. Ti problemi najviše se očituju pojavom velikog prirasta rasteronskih vrijednosti (sl. 82 i 83).

FM raster

finoća FM rastera

tromost oka kod FM rastera

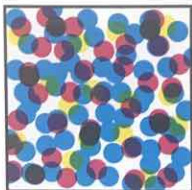
Frekventno modulirani (stohastički) raster

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.

Finoća rastera nije definirana veličinom elementarnog kvadrata, već veličinom rasterskog elementa. Veličine rasterskih elemenata definiraju se u μm .

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. Objašnjenje pojave prirasta RTV biti će u kasnijim poglavljima.



Slika 17. Dobivanje reprodukcije s pomoću promjenjivosti razmaka između rasterskih elemenata kod FM sustava rastriranja.

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, veličina 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.



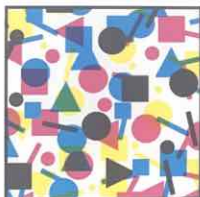
Korištenje *FM* rastera u grafičkoj proizvodnji najčešće je kod izrade visokokvalitetnih proizvoda i kad se tisak obavlja na visokokvalitetnim tiskovnim podlogama.

Vrlo veliku primjenu *FM* sustav rastriranja ima i kod tiska zaštićenih vrijednosnica gdje položaj rasterskih elemenata mora biti strogo definiran. Finoća *FM* rastera najčešće se kreće od $\approx 20 \mu\text{m}$ do $\approx 40 \mu\text{m}$.

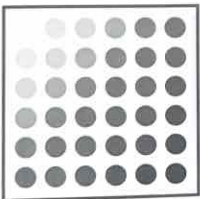
*Slika 18. Finoća rastera od:
a) 21 μm
b) 70 μm .*



Slika 19. Dobivanje reprodukcije s pomoću promjenjivosti veličine i razmaka rasterskih elemenata kod hibridnog sustava rastriranja.



Slika 20. Dobivanje reprodukcije s pomoću promjenjivosti oblika, veličine i razmaka rasterskih elemenata kod hibridnog sustava rastriranja.



Hibridni raster

Kada se govori o *hibridnim* rasterima, onda se misli na rastere 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*, *linija*, *sinusoida* i sl. ili kao posebno dizajnirani oblik određenog predmeta: *automobil*, *kuća*, *svjetiljka*, itd.

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 21. Dobivanje reprodukcije s modulacijom obojenja rasterskih elemenata.

Miješanje višebojnih reprodukcija u oku

Doživljaj višebojne reprodukcije u oku nastaje uslijed različitih interakcija koje se događaju pri ulasku svjetlosti u oko kao i djelovanjem na ljudski mozak. Miješanje višebojnih reprodukcija u oku događa se zbog:

- aditivnog miješanja
- suptraktivnog miješanja
- rasterskog miješanja.

Kako se vizualni receptori u mozgu nalaze na vrlo maloj udaljenosti jedni od drugih uslijed ulaska svjetlosti u oko može doći do pobude čunjića koji su osjetljivi na druge valne dužine. Uslijed takve pobude u ljudskom oku dolazi do *aditivnog* miješanja.

Miješanje se može prikazati zbrajanjem valnih dužina koje imaju različite spektralne maksimume u tri osnovna dijela vidljivog spektra. Takve valne dužine mogu se prikazati emitiranjem crvene, zelene i ljubičasto-plave svjetlosti kako je prikazano na slici 22.

U aditivnom miješanju boja, dvije ili više spektralnih distribucija svjetla $I_i(\lambda)$ tvore linearnu kombinaciju različitih dužina a_i čine izlazni spektar $I(\lambda)$:

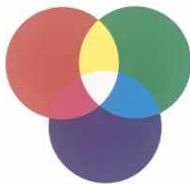
$$I(\lambda) = a_1 I_1(\lambda) + a_2 I_2(\lambda)$$

$$I(\lambda) = \sum I_i(\lambda)$$

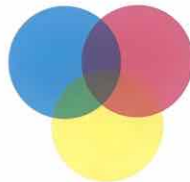
Miješanjem obojenih otopina ili odbijanjem svjetlosti s obojenih ili pigmentnih površina sa zajedničkim vezivom gdje se svojstva apsorpcije obojene površine mijenjaju djelovanjem druge površine, uvjetuje nastajanje *suptraktivnog* miješanja.

U grafičkoj reprodukciji miješanjem tri osnovna bojila C , M i Y u određenim odnosima može se dobiti refleksija cijelog vidljivog dijela spektra koja je ograničena reflektivnim svojstvima pigmenta.

aditivno miješanje
suptraktivno miješanje
rastersko miješanje



Slika 22. Aditivno miješanje boja.



Slika 23. Suptraktivno miješanje boja.

refleksijska funkcija

Kada se bijelom svjetlu oduzimaju pojedine valne dužine uz pomoć filtera različitih spektralnih propusnosti ograničava se refleksija bijelog svjetla te se reflektira svjetlost različitih valnih duljina $R_i(\lambda)$ koja tvori refleksijsku funkciju $R(\lambda)$:

$$R(\lambda) = R_1(\lambda)R_2(\lambda)$$

$$R(\lambda) = \prod_i R_i(\lambda)$$

Apsorpcijska svojstva filtera s različitim propusnostima iste boje mogu biti u ovisnosti s odabranim filterom. EkspONENT D_i direktno je vezan za iznos spektralne propusnosti svakog filtera. Ovisnost filtera može se prikazati:

ovisnost filtera

$$R(\lambda) = (R_1(\lambda))^{D_1}(R_2(\lambda))^{D_2}$$

$$R(\lambda) = \prod_i (R_i(\lambda))^{D_i}$$

Logaritmiranjem jednadžbe dobiva se izraz sličan aditivnom miješanju boja:

gustoća obojenja

$$\log R(\lambda) = D_1 \log R_1(\lambda) + D_2 \log R_2(\lambda)$$

$$\log R(\lambda) = \sum_i D_i \log R_i(\lambda)$$

Zbog ove sličnosti uobičajena je praksa da se za suptraktivno miješanje boja koristi izraz *gustoća obojenja*. Mjerenje gustoće obojenja suptraktivnog miješanja boja u relaciji je s mjerenjem intenziteta aditivnog miješanja boja.

Definicija *gustoće obojenja* D_i ukupne površine koja se mjeri S , u odnosu na površinu koja je obojana S_o prikazana je kao vrijednost logaritma opaciteta:

$$D_i = \log O, \text{ gdje je } O = 1/R \text{ i } R = [(S-S_o)/S]$$

Stavljanjem navedenih relacija u odnos dobiva se:

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

Gustoća obojenja predstavlja pojam koji definira refleksiju ukupne svjetlosti koja dolazi u oko ili uređaj, neovisno o rastertonskoj vrijednosti.

Stoga se umjesto izraza gustoća obojenja može upotrijebiti i izraz integralna gustoća obojenja.

Kada se govori o *rasterskom* miješanju boja tada promatranjem višebojne reprodukcije udio svjetlosnih komponenti koje nam dolaze u oko nastaje kad su nam poznate vrijednosti refleksije primarnih stimulusa ($R_c(\lambda)$, $R_m(\lambda)$, $R_y(\lambda)$) te refleksije preklapajućih boja ($R_{cm}(\lambda)$, $R_{my}(\lambda)$, $R_{cy}(\lambda)$, $R_{cm_y}(\lambda)$). c , m i y su pokrivenosti površina primarnih komponenti C , M i Y , a_w udio netiskovne površine, a_c , a_m i a_y udio pokrivenosti površine pojedinačnih boja, i a_{c_y} , a_{m_y} , a_{cm} , a_{cm_y} udjeli pokrivenosti površina preklapajućih boja i refleksije netiskane površine ($R_w(\lambda)$).

Spektralna refleksija rasterskog miješanja boja može se prikazati kao:

$$R(\lambda) = a_w R_w(\lambda) + a_c R_c(\lambda) + a_m R_m(\lambda) + a_y R_y(\lambda) + a_{cm} R_{cm}(\lambda) + a_{cy} R_{cy}(\lambda) + a_{my} R_{my}(\lambda) + a_{cm_y} R_{cm_y}(\lambda)$$

odnosno, ako je mjerenje refleksije obavljeno u X , Y , Z vrijednostima, spektralna refleksija rasterskog miješanja boja prikazuje se kao:

$$X = a_w X_w + a_c X_c + a_m X_m + a_y X_y + a_{cm} X_{cm} + a_{cy} X_{cy} + a_{my} X_{my} + a_{cm_y} X_{cm_y}$$

$$Y = a_w Y_w + a_c Y_c + a_m Y_m + a_y Y_y + a_{cm} Y_{cm} + a_{cy} Y_{cy} + a_{my} Y_{my} + a_{cm_y} Y_{cm_y}$$

$$Z = a_w Z_w + a_c Z_c + a_m Z_m + a_y Z_y + a_{cm} Z_{cm} + a_{cy} Z_{cy} + a_{my} Z_{my} + a_{cm_y} Z_{cm_y}$$

Odnos refleksije R s papirne površine uslijed pokrivenosti rasterskim elementima a i linearne ovisnosti s integralnom gustoćom obojenja punog polja R_s te netiskovnih elemenata R_0 , može se prikazati kao:

$$R(a) = aR_s + (1-a)R_0$$

gdje se može izračunati i pokrivenost tiskovne površine:

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

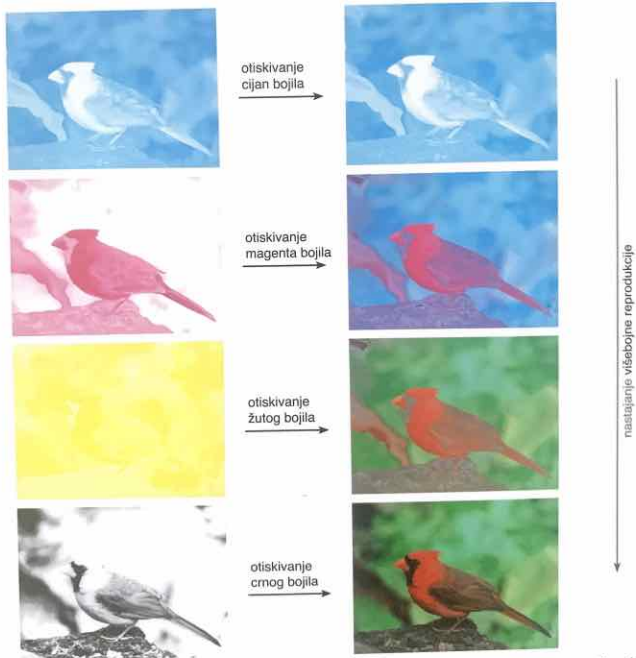
za a u području od 0 do 1 kada je $R=R_0$, tj. $R=R_s$.

rastersko miješanje

spektralna refleksija rasterskog miješanja

pokrivenost tiskovne površine

Dakle, nastajanje grafičke reprodukcije omogućeno je nanašanjem osnovnih bojila suptraktivne sinteze jedne na drugu nakon procesa separacije kako je prikazano slikom 24.



Slika 24. Nastajanje višebojne reprodukcije nanašanjem bojila suptraktivne sinteze kod jednobojnih i dvobojnih strojeva.

Kao što je iz slike vidljivo nakon tiska tri osnovne boje suptraktivne sinteze tiska se i crna. Tisak crnog bojila potreban je radi "neidealne" refleksije boja s površine tiskovne podloge kojima se uvijek nepoželjno reflektira i dio valnih dužina ostalog dijela vidljivog spektra.

Iz tog razloga osjećaj crne boje koji bi trebao nastati tiskom cijan, magente i žute boje u 100%-tnim iznosima ne daje osjećaj crne boje, već tamno smeđe.

Crna se stoga tiska da "amortizira" neidealnu refleksiju i najčešće se tiskaju elementi koji čine konture i tamne dijelove reprodukcije. Kasnijim razvojem tehnologije tiskom crnog bojila omogućen je tisak slika separiranih GCR i UCR metodom što je omogućilo pozitivne ekonomske aspekte proizvodnje s obzirom da su akromatske boje (crna) u prosjeku jeftinije od kromatskih (cijan, magenta, žuta).

Kako je proizvodni proces sastavljen od niza proizvodnih faza, najveća transformacija vizualnih elemenata događa se u dijelu *pripreme* i *tiska* proizvoda. Stoga je vrlo bitno da se ti međusobni odnosi prilikom prijenosa informacije tehnološki dovedu u optimalan međusobni odnos.

Zbog toga se posljednjih godina razvila tehnologija *CtP* postupaka koja je omogućila izbjegavanje dijela proizvodnje u kojem je vrlo često dolazilo do nepravilne transformacije tonskih vrijednosti.

Klasični postupak snimanja predloška i izrade tiskovne forme još uvijek je u upotrebi i vjerojatno će se još neko vrijeme upotrebljavati i dalje u manjim tiskarama koje nemaju financijske mogućnosti nabave moderne *CtP* opreme. Takve tiskare vrlo će teško konkurirati industrijskim tiskarama koje će proizvod moći zbog svoje tehnološke razvijenosti napraviti *kvalitetno, brzo i jeftino*.

Pri korištenju izraza: "boja", "bojilo", "tiskarska boja", definiranje termina "boja" odnosi se na psihofizički doživljaj, dok se termin "bojilo" i "tiskarska boja" odnosi na tvar koja daje obojenje.

Zbog toga se za navedeni izraz mogu koristiti oba termina: "bojilo" ili "tiskarska boja".

tisak crnog bojila

GCR

UCR

CtP tehnologija

Redosljed nanašanja bojila kod četverbojnih strojeva je: K, C, M, Y
a kod jednobojnih i dvobojnih strojeva je: C, M, Y, K.