

ANALITIČKI PRISTUP U ODREĐIVANJU GEOMETRIJSKOG PRIRASTA RTV KOD AM I FM RASTERSEKE TEHNOLOGIJE

AN ANALYTICAL APPROACH FOR DETERMINING THE MECHANICAL DOT GAIN OF AM AND FM SCREEN TECHNOLOGY

Dean Valdec, Darijo Čerepinko, Mario Tomiša

Izvorni znanstveni članak

Sažetak: FM rasterska tehnologija se razlikuje od konvencionalne AM tehnologije nepostojanjem linijature rastera i korištenjem mikro točkica za predstavljanje tonskih vrijednosti na slici. Geometrijski prirast RTV je promjena fizičke veličine rasterskog elementa koja se javlja za vrijeme procesa reprodukcije. Glavno pitanje ove studije bilo je definirati odnos između geometrijskog prirasta RTV kod AM i FM rasterske tehnologije. Pomoću dviju nezavisne analitičke metode temeljene na matematičkim jednadžbama definirane su prijelazne točke u %RTV kod kojih prirast RTV kod obje tehnologije ima jednaku vrijednost. Rezultati istraživanja su pokazali da se pomoću obje metode dobiju identične vrijednosti koje su važne prilikom odabira rasterskih tehnologija i definiranja osnovnih parametara rastriranja.

Ključne riječi: geometrijski prirast RTV, AM i FM rasterska tehnologija, promjer i opseg rasterskog elementa

Original scientific paper

Abstract: FM screening technology differs from conventional AM screening by the absence of screen ruling and the use of micro dots to represent the tonal values in an image. Mechanical dot gain is the change in geometrical dot size that occurs during the reproduction process. The major question of this study was to define the relationship between mechanical dot gain of AM and FM screening technology. Using two independent analytical methods, based on mathematical equations, the transition points of percentage dot area were defined where dot gain at both screening technology has the same value. The research results show that using both methods get identical values important for choosing a raster technology and defining basic parameters of screening.

Key words: mechanical dot gain, TVI - tone value increase, AM and FM screen technology, dot diameter, dot perimeter

1. UVOD

Kvaliteta i vjerodostojnost rasterske reprodukcije u suvremenoj grafičkoj tehnologiji vezana je, prije svega, uz dosljednu i ponovljivu reprodukciju rasterskih elemenata. Odabir rasterske tehnologije ovisi prvenstveno o tehnici tiska, bojilima i tiskovnim materijalima, a najzastupljenije su AM i FM rasterska tehnologija [1].

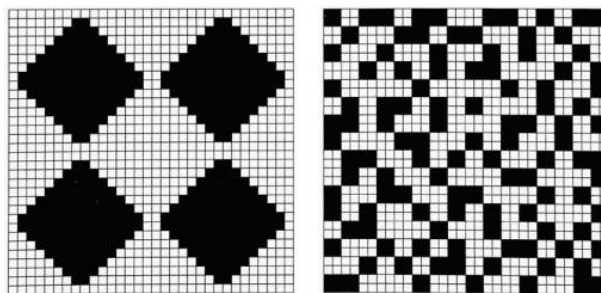
Za vrijeme proizvodnog procesa dolazi do promjene u veličini rasterskog elementa koja može rezultirati pomacima u tonu i obojenju. Postoje različiti faktori koji utječu na prijenos rastertonskih vrijednosti te mogu uzrokovati fizičku deformaciju rasterskog elementa, a jedan od načina kontrole je mjerenje prirasta RTV. Prirast RTV neizbježna je pojava koja se uvijek pojavljuje u tiskovnom procesu te se nastoji kompenzirati i standardizirati [2].

Prirast RTV (engl. Dot Gain, Tonal Value Increase) u tisku se nikada u potpunosti ne kompenzira jer će rezultirati presvijetlom reprodukcijom. Presvijetla reprodukcija ne odgovara percepciji ljudskog oka i ono očekuje da „vidi“ tamniju reprodukciju sa većim kontrastom. Prema tome, kontrolirani prirast RTV u

skladu sa standardom je u potpunosti prihvatljiva pojava [3].

Određivanje prirasta RTV započinje izradom otisaka testnih karata kod različitih uvjeta tiska primjenom različitih rasterskih tehnologija. Otisci se analiziraju pomoću denzitometrijske metode, a rezultati mjerenja daju relevantne podatke o kvaliteti reprodukcije [4].

Primjena ove metode zahtjeva dosta napora, stoga je cilj ovog rada analitičkim pristupom definirati odnos između geometrijskog prirasta RTV kod AM i FM rasterske tehnologije (Slika 1).



Slika 1. AM i FM rasterski elementi kod 44% RTV [4]

1.1. AM tehnologija rastriranja

AM raster ili amplitudno modulirani raster (engl. Amplitude Modulated Screening) još je uvijek najraširenija metoda rastriranja [5]. Ova metoda postavlja fiksni broj rasterskih elemenata na pravokutnu mrežu. Mreža je definirana brojem linija po inču (lpi) ili po centimetru (lpcm) i određuje koje finoće će biti rasterski elementi. Veličina ili amplituda rasterskog elementa modulira se prema tonskim vrijednostima slike. Tamnije tonove stvaraju veći rasterski elementi, a u svjetlijim područjima rasterski elementi su manji. Kod visokih linijatura AM rastriranje u srednjim tonovima je besprijeckorno. Međutim, u svijetlim i tamnim tonovima gube se sitni rasterski elementi, a to znači da se gube detalji na slici. Rezultat je smanjena kvaliteta reprodukcije sa vidljivim efektom „posterizacije“. Kod linijatura rastera od 200 lpi i više, uzorak rasterskog elementa je nevidljiv za normalnog promatrača sa uobičajene udaljenosti za čitanje, a otisnuta slika poprima fotografsku kvalitetu. Ova metoda rastriranja je provjerena tijekom dugogodišnje primjene i primjenjuje se u skoro svim tehnikama tiska.

1.2. FM tehnologija rastriranja

FM raster ili frekventno modulirani raster (engl. Frequency Modulated Screening), također poznat kao stohastički raster, nadilazi mnoga ograničenja AM rastera. FM raster modulira broj ili učestalost rasterskog elementa, a ne njegovu veličinu. FM raster koristi mikro točke veličine od 10–60 μm , odnosno tako male veličine koje su održive na tiskovnoj formi i u tisku. Umjesto postavljanja rasterskih elemenata na mrežu, FM raster nakuplja mikro točke ovisno o tonskoj vrijednosti slike. Iako se čini da je to nakupljanje nasumično, bez ikakvog reda, ove točke su pažljivo izračunate i postavljene. Efekt nakupljanja omogućava FM metodi reprodukciju najfinijih detalja, a otisnuta slika više nalikuje na fotografiju nego na rastersku reprodukciju [4].

Uzorak FM rastera je po izgledu vrlo sličan zrcima srebra halogenida u fotografskom filmu. Uzevši u obzir takav izgled i relativno malu veličinu rasterskog elementa rezultat je oštra slika sa puno detalja. Na taj se način iz slike visoke razlučivosti može izvući maksimalna korist.

2. ANALITIČKI PRISTUP U ODREĐIVANJU GEOMETRIJSKOG PRIRASTA RTV

Temeljem provedenih prijašnjih istraživanja, utvrđeno je da se prirast RTV kod AM rastriranja povećava s povećanjem linijature rastera i smanjenjem kvalitete papira [2]. Nadalje, eksperimentalnom analizom utvrđeno je da je prirast RTV kod FM rastera relativno veći u odnosu na AM raster. Međutim, u svijetlim područjima prirast RTV je veći kod AM rastera [6]. Razlog tome je što veličina rasterskih elemenata kod AM rastriranja linearno raste, a veličina rasterskih elemenata kod FM rastriranja je fiksna.

Cilj ove analize je odrediti ključne točke kod kojih geometrijski prirast RTV kod obje tehnologije ima jednake vrijednosti. Za potrebe analize definirana su dva

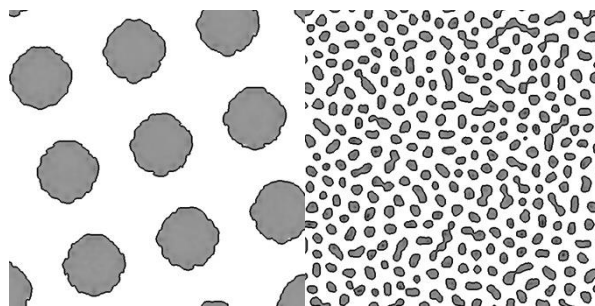
osnovna parametra rastriranja: standardna izlazna razlučivost 2540 dpi i okrugli oblik rasterskog elementa (engl. Round dot). Analitičkim pristupom te primjenom i kombiniranjem vrijednosti dviju najvažnijih varijabli u procesu rastriranja (veličina FM rasterskih elemenata i vrijednosti linijature AM rastera) izračunate su vrijednosti pokrivenosti površine u postocima koje odgovaraju upravo tim ključnim točkama. Za potrebe analize definirano je osam najčešćih linijatura rastera (120, 133, 150, 175, 210, 240, 280 i 340 lpi) te četiri veličine FM rasterskog elementa za izlaznu razlučivost od 2540 dpi (20, 30, 40 i 50 μm).

Pomoću jednadžbi koje su izvedene na temelju geometrijskih modela moguće je odrediti dodirne točke koje matematički opisuju odnose veličina AM i FM rasterskih elemenata, a samim time i odnos prirasta RTV.

Postupak izračuna prijelaznih točaka može se izračunati pomoću dvije metode. Prva metoda se temelji na postavljanju odnosa opsega rasterskih elemenata FM i AM rasterske tehnologije, a drugi način se temelji na određivanju promjera rasterskog elementa kod AM rasterske tehnologije. Oba postupka će biti detaljno objašnjena i prikazana pomoću matematičkih jednadžbi.

2.1. Metoda 1: Usklađivanje prirasta RTV putem izračuna odnosa opsega FM i AM rastera

Temelj za analizu prirasta RTV pomoću ove metode je činjenica da se može odrediti postotak pokrivenosti površine (%RTV) kod kojeg je prirast RTV identičan za obje tehnologije rastriranja (AM i FM). Prirast RTV kod obje rasterske tehnologije ima jednaku vrijednost samo u slučaju kada je ukupan opseg rasterskih elemenata po jedinici površine jednak (slika 2).



Slika 2. Prikaz ukupnog opsega AM i FM rasterskih elemenata po jedinici površine kod 20% RTV

Slika 2 prikazuje opseg rasterskih elemenata po jedinici površine kod konvencionalnog AM rastera linijature 200 lpi (lijevo) i kod 20 mikronskog stohastičkog FM rastera (desno).

Ako je r_{FM} polumjer rasterskog elementa kod FM rastera, a n broj rasterskih elemenata po jedinici površine tada pokrivenost površine A_D iznosi:

$$A_D = r_{FM}^2 \pi n \quad (1)$$

Iz formule (1) slijedi:

$$n = \frac{A_D}{r_{FM}^2 \pi} \quad (2)$$

Ako se omjer broja rasterskih elemenata kod FM rastera (n) i broja rasterskih elemenata kod AM rastera (L^2) po jedinici površine prikaže kao parametar q tada se pomoću formule (2) dobije:

$$q = \frac{n}{L^2} = \frac{A_D}{L^2 r_{FM}^2 \pi} \quad (3)$$

Korištenjem formule (2) dobiva se da je opseg svih rasterskih elemenata po jedinici površine u FM rasteru jednak:

$$o_{FM} = 2r_{FM}\pi n = 2r_{FM}\pi \cdot \frac{A_D}{r_{FM}^2 \pi} = \frac{2A_D}{r_{FM}} \quad (4)$$

Sukladno formuli za izračun pokrivenosti površine kod FM rastera (1) pokrivenost površine kod AM rastera iznosi:

$$A_D = r_{AM}^2 \pi L^2 \quad (5)$$

Iz formule (5) slijedi:

$$r_{AM}^2 = \frac{A_D}{L^2 \pi} \quad (6)$$

Nadalje, iz formule (6) slijedi:

$$r_{AM} = \frac{\sqrt{A_D}}{L\sqrt{\pi}} \quad (7)$$

Dakle, ubacivanjem formule za radijus AM rasterskog elementa (7) dobiva se opseg svih elemenata u AM rasteru:

$$o_{AM} = 2 r_{AM} \pi L^2 = 2\pi L^2 \cdot \frac{\sqrt{A_D}}{L\sqrt{\pi}} = 2L\sqrt{\pi A_D} \quad (8)$$

Konačna formula za omjer opsega FM i AM rastera koja se primjenjuje u proračunu za potrebe analize dobije se pomoću formula (4) i (8):

$$\frac{o_{FM}}{o_{AM}} = \frac{\frac{2A_D}{r_{FM}}}{2L\sqrt{\pi A_D}} = \frac{\sqrt{A_D}}{r_{FM} L\sqrt{\pi}} \quad (9)$$

gdje je:

o_{FM} – opseg FM rasterskih elemenata na jediničnoj površini

o_{AM} – opseg AM rasterskih elemenata na jediničnoj površini

A_D – postotak pokrivenosti površine rasterskog elementa u postocima

r_{FM} – polumjer FM rasterskog elementa

L – linijatura rastera u 1/mm

Za izračun omjera opsega FM i AM rastera koriste se prethodno određene vrijednosti linijature AM rastera (L) i radijusa FM rasterskog elementa (r_{FM}). U slučaju kada je omjer opsega FM i AM rastera jednak 1 znači da je opseg jednak, a samim time jednak je i geometrijski prirast RTV. Ako je omjer veći od 1, veći je opseg FM rasterskih elemenata, a time i geometrijski prirast RTV i obrnuto. Rezultati proračuna prikazani su u poglavlju 3.

Poveća li se radijus rasterskog elementa za Δr , površina tog rasterskog elementa poveća se za ΔP . Obzirom da je kod FM rastera n elemenata istog radijusa r_{FM} , ukupno povećanje površine iznosi:

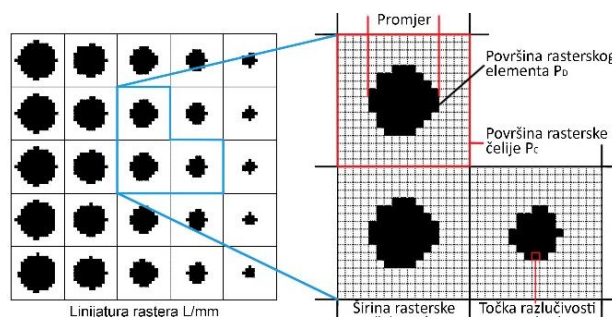
$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \Delta P_i &= n\Delta P = n[(r_{FM} + \Delta r)^2 \pi - r_{FM}^2 \pi] \\ &= n\pi[r_{FM}^2 + 2r_{FM} \cdot \Delta r + \Delta r^2 - r_{FM}^2] \\ &= n\pi[2r_{FM} \cdot \Delta r + \Delta r^2] \\ &= n\pi\Delta r[2r_{FM} + \Delta r] \end{aligned} \quad (10)$$

2.2. Metoda 2: Usklađivanje prirasta RTV pomoću izračuna promjera AM rasterskog elementa

Druga metoda temelji se na izračunu veličine AM rasterskog elementa i usklađivanju sa veličinom FM rasterskog elementa. Primjenom izvedene formule izračuna se promjer AM rasterskog elementa za pojedine RTV vrijednosti u svijetlim tonovima. Temeljem proračuna, veličine FM rasterskih elemenata u mikronima prikazuju se kao vrijednosti %RTV kod AM rastera što ujedno određuje ključnu točku gdje je geometrijski prirast RTV izjednačen.

2.2.1. Izvođenje formule za izračun promjera AM rasterskog elementa

Na slici 3 prikazana je struktura rasterske rešetke kod AM rastera koja će poslužiti kao temelj za izvođenje važnih formula koje se koriste za određivanje veličine rasterskog elementa i usklađivanje sa veličinom rasterskog elementa kod FM rastera.



Slika 3. Struktura rasterske rešetke kod AM rastera

Postupkom rastriranja najmanja veličina rasterskog elementa kod izlazne razlučivosti od 2540 dpi definirana je pojedinačnim pikselom što odgovara veličini od 10 mikrometra. Sljedeće veličine rasterskog elementa se formiraju sa 2, 3 i 4 piksela. Rasterski element sa 2x2 piksela (4 piksela kod 2540 dpi) odgovara veličini od 20 mikrometra. Nadalje, sljedeće veličine rasterskog elementa se formiraju sa 5, 6, 7 i 8 piksela. Rasterski element sa 3x3 piksela odgovara veličini od 30 mikrometra.

Promjer rasterskog elementa u mikrometrima izračunava se na temelju odnosa pokrivenosti površine rasterskog elementa P_D i površine rasterske ćelije P_C :

$$P_D = \frac{A_D}{100} * P_C \quad (11)$$

Pokrivenost površine rasterskog elementa P_D i površina rasterske čašice P_C određuje se iz formula:

$$P_D = \left(\frac{d}{2}\right)^2 * \pi \quad (12)$$

$$P_C = \left(\frac{1}{L}\right)^2 \quad (13)$$

gdje je:

d – promjer rasterskog elementa

A_D – postotak pokrivenosti površine u postocima

L – linijatura rastera definirana brojem linija po milimetru (l/mm)

Uvrštavanjem u početnu formulu (11) dobije se:

$$\left(\frac{d}{2}\right)^2 * \pi = \frac{A_D}{100} * \left(\frac{1}{L}\right)^2 \quad (14)$$

Nakon sređivanja dobije se konačna formula za promjer rasterskog elementa u milimetrima koja se množi sa 1000 da bi se dobila vrijednost u mikrometrima:

$$d = \sqrt{\frac{A_D}{25 * \pi * L^2}} * 1000 \quad (15)$$

Formula se koristi kod izračuna promjera rasterskog elementa na originalu gdje nema utjecaja prirasta RTV, odnosno izračunava se teoretska veličina rasterskog elementa originala.

Za pretvaranje linijature rastera definirane u inčima (lpi) u linijaturu definiranu u milimetrima (l/mm) za izlaznu razlučivost od 2540 dpi koristi se sljedeća formula:

$$L = \frac{lpi}{25,4} \quad (16)$$

Vrijednosti promjera su izračunate pomoću kreirane formule (15) za standardnu izlaznu razlučivost od 2540 dpi i linijature rastera od 120–340 lpi u najsvjetlijim tonovima (od 1-10% RTV), a prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Teoretske vrijednosti promjera AM rasterskog elementa u mikronima

Linijatura rastera	Veličina rasterskog elementa (μm) za definirane vrijednosti %RTV								
	LPI	L/mm	1%	2%	3%	4%	5%	7%	10%
120	4,724	24	34	41	48	53	63	76	
133	5,236	22	30	37	43	48	57	68	
150	5,905	19	27	33	38	43	51	60	
175	6,889	16	23	28	33	37	43	52	
210	8,268	14	19	24	27	31	36	43	
240	9,449	12	17	21	24	27	32	38	
280	11,024	10	14	18	20	23	27	32	
340	13,386	8	12	15	17	19	22	27	

Upravo su vrijednosti promjera kod definiranih rastertonskih vrijednosti ključne za usklađivanje sa veličinom FM rasterskih elemenata, posredno preko

postotka pokrivenosti površine (%RTV). Istaknuto područje u tablici 1 (1% kod 340 lpi) je slučaj gdje je rasterski element manji od jednog piksela kod definirane razlučivosti (minimum je 10 mikrona) te stoga neće biti reproduciran temeljem navedene izlazne razlučivosti. Reprodukcijska 1% RTV kod 340 lpi ipak je moguća primjenom veće izlazne razlučivosti prilikom rastriranja. Veličina jednog piksela kod 4000 dpi iznosi 6 mikrona, a kod 5800 dpi 4 mikrona [7].

Iz tablice 1 također je vidljivo da FM rasterski element od 20 μm nije ništa manji od rasterskog elementa 2% kod 210-linijskog AM rastera.

2.2.2. Usklađivanje veličine FM rasterskog elementa sa površinom pokrivenosti (%RTV)

Pokrivenost površine u postocima obzirom na promjer rasterskog elementa i linijaturu rastera iz tablice 1 može se izračunati korištenjem sljedeće formule, koja je izvedena iz formule za izračunavanje promjera (15):

$$A_D = (5 * d * L)^2 * \pi \quad (17)$$

gdje je:

A_D – postotak pokrivenosti površine u postocima

d – promjer rasterskog elementa u mm

L – linijatura rastera u l/mm

Rezultati proračuna dobiveni pomoću formule (17), odnosno RTV vrijednosti ključnih točaka kod kojih je prirast RTV jednak prikazani su u sljedećem poglavlju.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

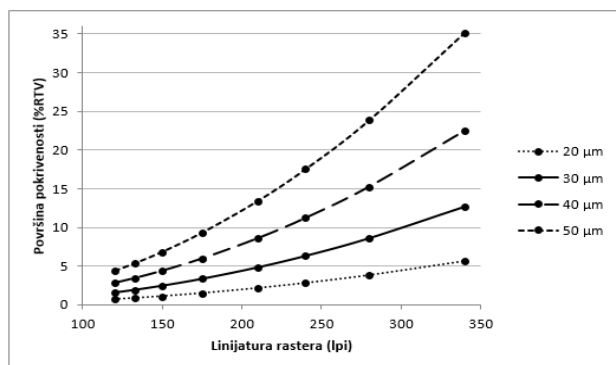
Za proračun su korištene konačne formule (9) i (17) iz obje opisane metode s ciljem određivanja postotka pokrivenosti površine kod kojeg je geometrijski prirast RTV jednaka vrijednost.

Tablica 2. Pokrivenost površine (%RTV) kod kojih je geometrijski prirast RTV kod FM i AM rastera jednak

Linijatura (L)		Pokrivenost površine A_D (%) za definirane veličine FM točaka u μm			
LPI	L/mm	20μm	30μm	40μm	50μm
120	4,724	0,7	1,6	2,8	4,4
133	5,236	0,9	1,9	3,4	5,4
150	5,906	1,1	2,5	4,4	6,8
175	6,890	1,5	3,4	6,0	9,3
210	8,268	2,1	4,8	8,6	13,4
240	9,449	2,8	6,3	11,2	17,5
280	11,024	3,8	8,6	15,3	23,8
340	13,386	5,6	12,7	22,5	35,2

Rezultati dobiveni primjenom obje formule potpuno su identični što potvrđuje vjerodostojnost istraživanja i primjenjivost opisanih metoda. Rezultati proračuna za omjer $\frac{O_{FM}}{O_{AM}} = 1$ prikazani su posredno preko postotka pokrivenosti površine, a nalaze se u tablici 2.

Prijelazna točka, mjesto sa jednakim geometrijskim prirastom RTV, prikazana kao postotak pokrivenosti površine kod određene linijature povećava se s porastom linijature rastera i sa povećanjem veličine FM rasterskog elementa kao što prikazuje slika 4, a na temelju podataka iz tablice 2. Ista veličina rasterskog elementa u mikronima prisutna je kod svih osam navedenih linijatura rastera, ali kod različitih RTV vrijednosti.



Slika 4. Promjena pokrivenosti površine utjecajem linijature rastera (lpi) te veličine FM rasterskih elemenata

4. ZAKLJUČAK

Geometrijski prirast RTV definiran je površinom kružnog vijenca P oko rasterskog elementa. Kružni vijenac prikazuje promjenu površine rasterskog elementa ΔP uslijed promjene radijusa rasterskog elementa Δr . To je u stvarnosti razlika između površine teoretske veličine rasterskog elementa na originalu i površine rasterskog elementa nakon reprodukcije u tisku. Širina kružnog vijenca Δr uvijek je ista kod strogo definiranih uvjeta tiska neovisno o veličini rasterskog elementa. Na ukupni prirast RTV utječe broj rasterskih elemenata na jedinici površine koji je direktno zavisna od ukupnom opsegu svih rasterskih elemenata. Kod AM rastera broj rasterskih elemenata definiran je linijaturom rastera (lpi), a kod FM rastera veličinom rasterskog elementa (μm).

Ovim istraživanjem je dokazano da je, kod određenih RTV vrijednosti u svijetlim tonovima, geometrijski prirast RTV kod AM i FM rasterske tehnologije jednake vrijednosti. Te RTV vrijednosti nazvane su prijelaznim točkama. Od te točke prema svijetlim tonovima geometrijski prirast RTV će biti veći kod AM rastera, a od te točke prema tamnijim tonovima geometrijski prirast RTV će biti veći kod FM rastera. Također je dokazano da je geometrijski prirast RTV funkcija direktno zavisna od ukupnom opsegu rasterskih elemenata po jedinici površine.

Pomoću definiranih analitičkih metoda ne može se odrediti ukupni prirast RTV jer on ovisi o vrsti i linijaturi rastera, vrsti tiskovne podloge, svojstvima bojila, uvjetima tiska i dr. Postupak za određivanje ukupnog prirasta u praksi zahtjeva dosta napora, vremena i novca.

Temeljem rezultata analitičkih metoda može se odrediti samo omjer prirasta RTV FM i AM rasterske tehnologije što je vrlo često jedan od kriterija odabira rasterskih tehnologija te definiranja osnovnih parametara rastriranja u praksi. To je posebno izraženo u današnje vrijeme kada se teži što većim linijaturama rastera i što

manjim veličinama FM rastera primjenom većih izlaznih razlučivosti poput 4000 ili 5800 dpi.

Rezultati istraživanja primjenjivi su i kod odabira prijelazne točke kod hibridnih rastera koji kombiniraju spomenute FM i AM rastery. Prijelazna točka određuje mjesto gdje se dvije vrste rastera spajaju s ciljem dobivanja što mekšeg prijelaza iz jednog rastera u drugi.

Analiza pokrivenosti površine kod prijelaznih točaka iz tablice 2 i promjera rasterskog elementa iz tablice 1 ukazala je na zaključak da se kod RTV vrijednosti do 2% prednost može dati AM rasterskoj tehnologiji, a kod većih RTV vrijednosti prednost se može dati FM rasterskoj tehnologiji. Razlog je taj što se upravo reprodukcija 2% RTV u tisku smatra dobrom reprodukcijom.

Prema podacima iz tablice 2 može se zaključiti da što je rasterski element manji (veća linijatura rastera) veća je relativna geometrijska deformacija rasterskog elementa. To se može povezati sa ukupnim opsegom – ukupnom dužinom kontura rasterskih elemenata. Grubi raster ima manji broj rasterskih elemenata na jedinici površine od finih rastera (ukupna dužina kontura je manja), što znači da je i ukupni opseg manji pa je i prirast RTV manji.

5. LITERATURA

- [1] Kipphan H., Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods, New York: Springer, 2001.
- [2] Valdec, D.; Zjakić, I., Klopotan, I.: Utjecaj linijature rastera na prirast RTV u fleksotisku, Tehnički glasnik, svez. IV, br. 1-2, pp. 48-51, 2010.
- [3] AG Heidelberg Druckmaschinen: An introduction to screening technology, Heidelberg Druckmaschinen AG, Heidelberg, 2007.
- [4] Gronberg, J.: A study of the relationship between Optical Dot Gain and Mechanical Dot Gain of AM and FM Halftones, Master's Thesis, Rochester Institute of Technology, Rochester, New York, 1996.
- [5] Hsieh, Y.C.; Cheng, H.W.; Cheng, Y.H.; Chen, S.Y.; Ng, V.S.: Flexible hybrid Screening solution for flexography, International conference on computer science and software engineering, Washington, 2008.
- [6] Valdec, D.; Vusić, D.; Tomiša, M.: XM Screening Technology, Proceeding 11th International conference of printing, design and graphic communication Blaž Baromić, Zadar, 2007. 145-148
- [7] Harris, D.: HD Flexo: Quality on Qualified Plates, EskoArtwork, Gent, 2009.

Kontakt autora:

Doc.dr.sc. Dean Valdec
dean.valdec@unin.hr

Doc.dr.sc. Darijo Čerepinko
darijo.cerepinko@unin.hr

Izv.prof.dr.sc. Mario Tomiša
mario.tomisa@unin.hr

Sveučilište Sjever,
Trg dr. Žarka Dolinara 1
48000 Koprivnica