

Utjecaj tiskovne podloge na reprodukciju tonova u sitotisku

Vuković, Ines

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:655469>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-28**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište
Sjever**

Multimedija, oblikovanje i primjena

Završni rad br. 532/MM/2017

Utjecaj tiskovne podloge na reprodukciju tonova u sitotisku

Student

Vuković Ines, 3755/601

Mentor

Doc.dr.sc. Dean Valdec

Varaždin, lipanj 2017.

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za multimediju, oblikovanje i primjenu		
PRISTUPNIK	Ines Vuković	MATIČNI BROJ	3755/601
DATUM	31.05.2017.	KOLEGIJ	Grafički alati 3
NASLOV RADA	Utjecaj tiskovne podloge na reprodukciju tonova u sitotisku		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	The influence of the printing substrate on tone reproduction in Silkscreen printing		

MENTOR	dr. sc. Dean Valdec	ZVANJE	docent
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. pred. Snježana Ivančić Valenko, dipl.ing. - predsjednik		
	2. doc.dr.sc. Petar Miljković - član		
	3. doc.dr.sc. Dean Valdec - mentor		
	4. doc.art. Robert Geček - zamjenski član		
	5. _____		

Zadatak završnog rada

BROJ	532/MM/2017
OPIS	<p>Sitotisak je jedna od četiri glavne tehnike tiska, a primjenjivao se puno prije izuma visokog tiska. Danas sitotisak ima široku primjenu, a moguće je otiskivanje na različitim oblicima i vrstama tiskovnih podloga: tekstilu, papiru, drvetu, koži, staklu svih oblika, metalu, plastici i dr. Tiskovna podloga obzirom na površinska svojstva ima značajan utjecaj na kvalitetu grafičke reprodukcije što je i temelj izučavanja u ovom radu. U teoretskom dijelu potrebno je opisati tehnološki proces sitotiska te objasniti postupak izrade grafičkih predložaka i šablona koji se koriste u procesu tiska.</p> <p>U praktičnom dijelu treba istražiti kako svojstva tiskovne podloge utječu na reprodukciju tonova u sitotisku. Potrebno je koncipirati testnu formu i otisnuti na tri vrste tiskovnih podloga tehnikom sitotiska. Pomoću kvalitativnih parametara boje treba usporediti kvalitetu reprodukcije.</p> <p>U radu je potrebno:</p> <ul style="list-style-type: none">- Opisati povijesni pregled razvoja i osnovni princip rada tehnike sitotisak- Opisati postupke izrade predložaka i šablona za tisak- Obrazložiti principe kontrole kvalitete cjelokupnog procesa reprodukcije- Izraditi testnu formu za tisak i otisnuti na tri vrste tiskovnih podloga- Izvršiti mjerenja pomoću denzitometrijske metode (gustoća obojenja i RTV)- Analizirati i usporediti rezultate mjerenja- Iznijeti zaključak

ZADATAK URUČEN

19.06.2017



IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, INES VUKOVIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom UČESNA TISKANJE PONUDE NA REPRODUKCIJU TROJNA U (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Vuković

(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, INES VUKOVIĆ (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom UČESNA TISKANJE PONUDE NA REPRODUKCIJU TROJNA U (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Vuković

(vlastoručni potpis)

Predgovor

Zahvaljujem se profesoru Deanu Valdecu koji pratio cijeli proces nastajanja završnog rada, stručnim savjetima i strpljenju tokom izrade. Također bih zahvalila djelatnicima tvrtke Printex d.o.o. na stručnoj pomoći i savjetima. Najveća zahvala mojoj obitelji i prijateljima na podršci i poticaju.

Sažetak

Ovaj rad daje uvid u tehnologiju propusnog tiska, odnosno sitotiska. Sitotisk kao jedna od četiri glavne tehnike tiska primjenjivao se puno prije izuma visokog tiska. Svojim sekarakteristikama potpuno izdvaja od ostalih tehnika tiska. Zbog toga, zahtjeva dugačak tok tiska i veliku pažnju stručnih ljudi kako bi konačan proizvod bio zadovoljavajuće kvalitete. Danas sitotisk ima široku primjenu. Moguće je otiskivanje na različitim oblicima i vrstama tiskovnih podloga: tekstilu, papiru, drvetu, koži, staklu svih oblika, metalu, plastici i dr. Kvaliteta reprodukcije u sitotisku u usporedbi s ostalim tehnikama tiskarelativno je manja. Reproducirane rasterske točkice nisu pravilnog oblika, što rezultira nepravilnu mrežastu strukturu na mjestima preplitanja mrežastih niti. Međutim, prednost sitotiska je otiskivanje pomoću gustih, jako viskoznih bojilau vrlo debelim nanosima na željenu tiskovnu podlogu, koji u konačnici mogu imati reljefan oblik.

Teoretski dio rada objašnjava razvoj, primjenu i tok razvoja tehnologije sitotiska, dok eksperimentalni dio prikazuje kako različite sitotiskarske mrežice šablone, tiskovna podloga i bojila utječu na kvalitetu tiska. Za potrebe ovog rada, koriste se dvije vrste šablone – 77/48 i 140/34 (gdje brojevi 77 i 140 označavaju broj niti po cm, a brojevi 48, 34 promjer niti) i dvije različite linijature rastera, 40 l/cm i 70 l/cm. Kombinacijom navedenih parametara izradit će se otisci na tri vrste tiskovne podloge: na tekstilni materijal (pamuk i svilu)te papir, s plastisol bojilima (bojila sastavljena od PVC čestica suspendiranih u plastisolnoj emulziji). Dobiveni otisci izmjereni su denziometrom, a analiza izmjerenih vrijednostipokazuje koja je tiskovna podloga i sitotiskarska mrežica šablone najpogodnija za pojedine uvjete tiska.

KLJUČNE RIJEČI:

Sitotisk, tiskovna podloga, kvaliteta reprodukcije, optička gustoća, rastertonska vrijednost

Popis korištenih kratica

RTV	Rastertonska vrijednost
D	Optička gustoća
LPI	Linijatura rastera po inču

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	TEORIJSKI DIO.....	2
2.1.	Povijesni razvoj sitotiska.....	2
2.2.	Osnovni princip sitotiska.....	4
2.3.	Izrada grafičkih predložaka.....	5
2.4.	Šablone.....	7
2.4.1.	<i>Osnovni postupak izrade šablone.....</i>	8
2.5.	Sitotiskarske mrežice.....	8
2.6.	Okviri za šablonu.....	10
2.6.1.	<i>Napinjanje mrežice na okvir.....</i>	12
2.7.	Rakel.....	13
2.8.	Bojila.....	14
2.9.	Rasterska reprodukcija.....	16
2.9.1.	<i>AM raster.....</i>	16
2.9.2.	<i>FM raster.....</i>	16
2.9.3.	<i>Linijatura rastera.....</i>	17
2.10.	Kontrola kvalitete.....	17
2.10.1.	<i>Mjerenje debljine emulzijskog sloja.....</i>	17
2.10.2.	<i>Mjerenje svjetlosnog zračenja (radiometar).....</i>	18
2.10.3.	<i>Mjerenje tvrdoće (shoremeter).....</i>	18
2.10.4.	<i>Mjerenje gustoće zacrnenja (denzitometar).....</i>	18
2.10.5.	<i>Mjerenje rastertonske vrijednosti - RTV.....</i>	19
3.	Praktični dio.....	20
3.1.	Metodologija.....	20
3.2.	Rezultati i analiza.....	21
3.2.1.	<i>Gustoća obojenja.....</i>	24
3.2.2.	<i>Rastertonska vrijednost.....</i>	27
4.	Zaključak.....	30
5.	Literatura.....	32

1. Uvod

Sitotisk, odnosno propusni tisak, jedan je od četiri glavne tehnike tiska, a počeo se primjenjivati u drevnom Egiptu, Rimu, Kini i Japanu za različite vrste oslikavanja. S obzirom na starost tehnike, postupak otiskivanja nije se puno primijenio. Osnovni proces otiskivanja je da se kroz tiskovnu formu, koju predstavlja šablona, protiskuje bojilo na željenu tiskovnu podlogu. Specifičnost ove tehnike je mogućnost otiskivanja na vrlo širok raspon tiskovnih podloga: od papira, tekstila, metala, plastike, drveta, do kože, stakla, ljepenke, folije i sl. S obzirom na širok raspon tiskovnih podloga, sam postupak pripreme i otiskivanja potrebno je prilagoditi zasebno za svaku pojedinu kombinaciju. Koriste se različita bojila (od onih na bazi vode pa do onih na bazi pvc čestica), različite vrste sitotiskarske mrežice koje se napinju na okvir, različita priprema grafičkog predloška koji se snima na šablonu. Rasterska reprodukcija u sitotisku nije toliko kvalitetna kao kod digitalnog tiska. Na kvalitetu otiska utječu mnogi elementi pa se za visoku kvalitetu provode standardi koji traže podatke i tolerancije koje se mogu reproducirati, a prikupljaju se odgovarajućim mjernim instrumentima.

Završni rad se sastoji od dvije cjeline, kroz koje je opisano i provedeno istraživanje. Prvi dio daje uvid u samu tehniku sitotiska, njegovu primjenu i funkciju. Drugi dio rada je eksperimentalni i fokus je na istraživanju utjecaja tiskovne podloge na rastersku reprodukciju u sitotisku.

Cilj je prikazati i objasniti rastersku reprodukciju na tiskovne podloge kod definiranih uvjeta reprodukcije i kako drugi parametri, sitotiskarska mrežica i linijatura rastera, utječu na kvalitetu reprodukcije. Za potrebe ovog rada, digitalno su izrađeni predlošci, sa dvije različite linijature rastera (40 l/cm i 70 l/cm) koji se razvijaju na šablone sa dvije različite sitotiskarske mrežice (77/48 i 140/34). Kombinacijom navedenih parametara izradit će se otisci na tri vrste tiskovne podloge: na tekstilni materijal (pamuk i svilu) te papir, s plastisol bojilima (bojila sastavljene od PVC čestica suspendiranih u plastisolnoj emulziji). Tako će se dobiti šest različitih vrsta otisaka čije će se karakteristike mjeriti pomoću denzitometra. Rezultat mjerenja su vrijednosti kvalitativnih parametara otiska, optička gustoća i rastertonska vrijednost, koji će biti prikazani u tabelama i grafovima. Analiza će pokazati koja je vrsta sitotiskarske mrežice bolja za otiskivanje pojedine vrste rastera i na koju tiskovnu podlogu.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Povijesni razvoj sitotiska

Propusni tisak, odnosno sitotisak, jedna je od prvih jednostavnih tiskarskih tehnika, a koristila se puno prije izuma visokog tiska odnosno Gutenbergovog otkrića pomičnih slova. U Kini, još prije nove ere, tiskalo se na svilu, papir i keramiku pomoću drvenih okvira na koje je bila napetamrežica ispletana od dugačke ženske kose, a kao bojilo koristila su se različita bojila biljnog ili mineralnog porijekla. Kao tehnika tiska stara gotovo tisuću godina, sitotisak je doživio vrlo malo promjena što se tiče samog postupka tiska. Za razvoj suvremenog sitotiska uvelike je pomoglo razvoj sirovina, materijala te automatskih strojeva. [1,3,4]

Najveći nedostatak upotrebe šablona bili su odvojeni elementi dizajna koji nisu imali kontakt sa vanjskim okvirom šablone. Za rješavanje problema neželjenih kretnji izoliranih elemenata dizajna, izrađivale su se sekcije mostova kako bi se elementi međusobno vezali sa vanjskim okvirom šablone. Kod kompleksnijeg otiska povećavao se broj sekcija mostova te je sam dizajn izgubio prvotnu funkciju a rezultat je apstraktna forma originalnog dizajna. Zbog toga je bila potrebna metoda kojom bi izolirani elementi ostali na svojim pozicijama bez da se sam dizajn dovede u kompromis. Kroz povijest se ne mogu pripisati zasluge jednoj osobi za pojavu moderne metode sitotiska jer je svojevrsan doprinos metodi imalo istovremeno više osoba. U Japanu se prvi put usavršila upotreba zanemarivo tankih sekcija mostova uporabom niti kose u svrhu tiska šablonama. U Sjedinjenim Američkim Državama slične rezultate dobivali su uporabom tankih svilenih niti čime se povećala gustoća tkanja same sitotiskarske mrežice. [1,3,4]

U Manchesteru, 1907. godine Samuel Simon je razvio i patentirao metodu gdje se šablona odabranog dizajna stavlja na svilenu gazu, a bojilo se nanosilo sa gumenim nožem, spužvom ili kistom preko cijele površine. Ova metoda nazvana je „Silk screen printing“. Gaza kojom se koristio bila je jednostrukog keper tkanja. Prve mrežice od svile koje su posebno razvijene za sitotisak bile su izrađene od svilenog prediva s više niti zbog čega se broj niti povećao na 90niti/cm. Kasnije je fina, svilena mrežica zamijenjena sintetičkim materijalima. [1,3,4]

Dolaskom prvog svjetskog rata sitotisak dobiva pravu uporabnu vrijednost na tržištu i to zahvaljujuću tisku plakata i zastava. Rane 1910. godine istražuje se područje foto reaktivnih materijala, a pojavom fotografskih filmova sitotisak se širi i utemeljuje na američkom tržištu. Do 1930-tih godina sitotisak se koristi isključivo za komercijalne svrhe, nakon čega dolazi do izražaja umjetnički sitotisak ili serigrafija. [1,3,4]

Tijekom drugog svjetskog rata primjena svilenih prediva drastično opada zbog svoje uporabne vrijednosti u ratu. Kao zamjena koriste se sintetička prediva od poliester. Istovremeno

počinje razvoj tehnologije fotografije, kemigrafije te napreduju karakteristike boja i kemikalija koje se koriste u tehnici sitotiska. Prva sintetička prediva bila tu tkana s više niti te običnim tkanjem čime su bila lakša za napinjanje. Osim toga bile su neosjetljive na vodu i otporne na djelovanje. Te karakteristike su donijele revoluciju u sitotisku jer su omogućile da se koristi u svim zamislivim sustavima boje i materijalima. Uspjeh tekstilne industrije u proizvodnji tkanina s jednom niti omogućila je daljnji razvoj sitotiska jer se iste mogu proizvoditi znatno tanjim i konzistentnijim promjerima nego tkanine s više niti. Tako su se počele proizvoditi sitotiskarske mrežice i do 200 niti/cm bez gubitka otvora mrežice u usporedbi s tkanjima s više niti. To je otvorilo nova tržišta za sitotisk s primjenom na elektronici, keramici, ambalaži, porculanu i sl. [1,3,4]

Sitotisk postaje popularan kada se u SAD-u, 1960-tih javlja niz društvenih reformi, među kojima su: pokret za građanska prava, prava žena i antiratne kampanje. Tako se javlja potreba za medijem kojim bi se širile ideje i poticali pokreti. U to doba, plakati i majice pokazuju se kao jak medij širenja poruka i informacija. [1,3,4]

Jedna od ikoničkih radova sitotiska bila je od umjetnika pop arta Andy Warhol-a 1962.godine izradom „Marilyn Dyptich“, portreta poznate glumice Marilyn Monroe (Slika 2.1.). [1,3,4]



Slika 2.1. "Marilyn Dyptich"

2.2. Osnovni princip sitotiska

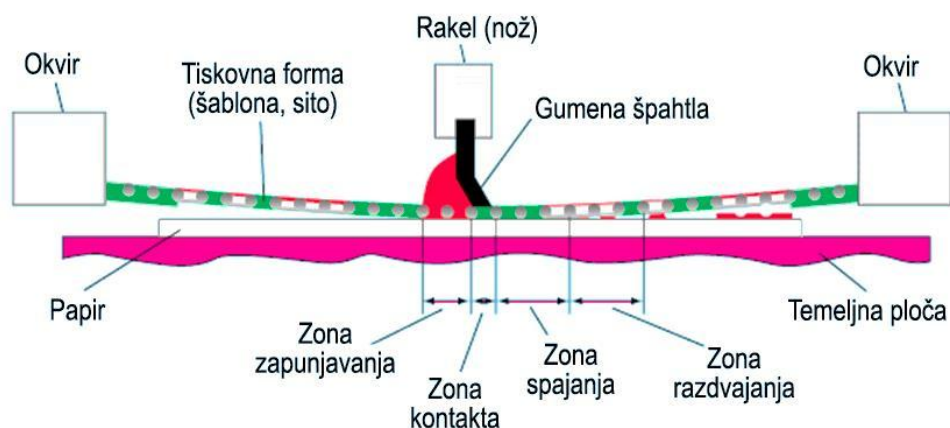
Od četiri glavne tehnike tiska, sitotisk pripada propusnom tisku. Kao što sama riječ govori, tiskovnu formu predstavlja sito (šablona), odnosno sitotiskarska mrežicanapeta na okvir. Specifičnost ove tehnike je u tome što bojilo prolazi kroz tiskovnu formu. Tiskovna forma ima ulogu selektivnog prihvaćanja tiskarskog bojila. Svaka tiskovna forma sadrži dvije vrste površina: slobodne površine i tiskovne elemente. Uloga tiskovnih elemenata je da prenosi tiskarsko bojilo na tiskovnu podlogu, dok je uloga slobodnih površina da odvaja tiskovne elemente, odnosno predstavlja slobodne površine kroz koje neće prodirati bojilo (Slika 2.2.). [3, 4, 6, 12]



Slika 2.2. Standardni princip sitotiska

Tijekom otiskivanja, rakel protiskuje bojilo po cijeloj tiskovnoj formi (Slika 2.3.). Prilikom otiskivanja formiraju se četiri zone [4]:

- Zona pritiska gdje rakel protiskuje bojilo kroz šablonu
- Zona nanosa u kojoj bojilo prolazi kroz tiskovne površine
- Zona kontakta sitotiskarske mrežice i tiskovne podloge
- Zona otpuštanja gdje se sitotiskarska mrežica postepeno odvaja od tiskovne podloge ostavljajući bojilo odnosno otisak.



Slika 2.3. Presjek dodirnih površina tiskovne forme i tiskovne podloge kod sitotiska

Posebnost sitotiska je fleksibilna, gipka tiskovna forma koja omogućava tisak na neravne tiskovne podloge, kao što su metal, plexiglas, staklo, plastika, koža, drvo, papir, ljepenka, pluto, folija i sl. (Slika 2.4.) [12].



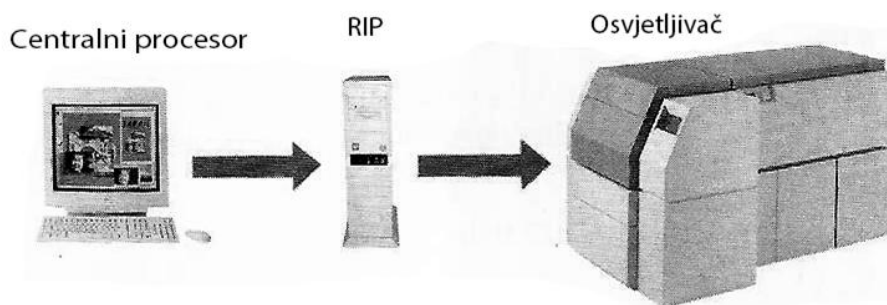
Slika 2.4. Proizvodi sa tiskom - tehnika sitotisk

2.3. Izrada grafičkih predložaka

Kod izrade šablone potrebno je koristiti digitalno izrađeni predložak za sliku koju želimo reproducirati. Predlošci se mogu raditi ručno, fotografski ili digitalno. [3, 8]

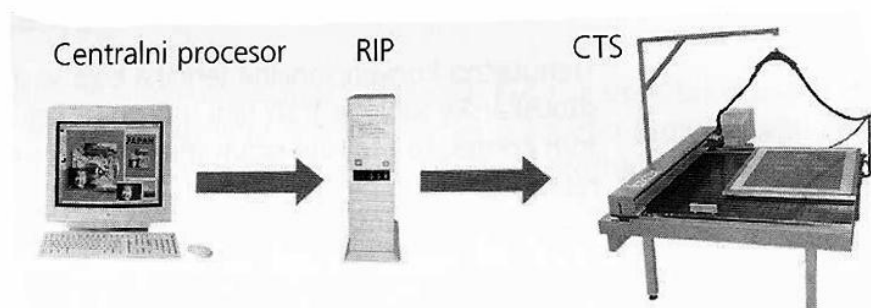
Predlošci ručne izrade su crtani bojom na transparentnoj poliesterskoj foliji. Crta se pomoću tuša, voštane olovke, litografske olovke, crne akrilne boje, tehničke olovke i rapidografa. Ovakvi predlošci najčešće se koriste za umjetnički tisak ili za korekcije već otisnutih grafički izrađenih predložaka. Kod ovakvog načina izrade predložka potrebno je, na rukom iscrtanu sliku, dodati još jedan nanos bojila kako si se osigurala potpuno neprozirna ilustracija. Predlošci se izrezuju specijalnim nožem ili kompjutorski kontroliranim rezačem (ploterom). [3, 8]

Tehnika fotografski izrađenih predložka je konvencionalna tehnika koja se općenito koristi za izradu sitotiskarske šablone s predložkom u pozitivu. Predložci se izrađuju na laserskim osvjetljivačima. Kompjutorski podaci prenose se putem PostScripta i RIP-a („Raster Image Processor“ – procesor rasterske slike) na osvjetljivač, čiji je rezultat osvjetljivanje predložka (Slika 2.5.). [3, 8]



Slika 2.5. Proces fotografske izrade filma

CTS (postupak izrade po principu s kompjutora na šablonu) odnosno digitalna izrada šablone je najnoviji proces izrade šablone. Kompjutorski podaci se preko RIP-a prenose do ink-jet ploterakoji prska UV bojilo ili vosak na premazanu šablonu (Slika 2.6.). [3, 8]



Slika 2.6. Digitalni proces izrade šablone

2.4. Šablone

Šablona predstavlja motiv koji se želi otisnuti, odnosno na mrežicistvara propusne tiskovne elemente i zatvorene slobodne površine. Izrađuju se mehaničkim ili fotomehaničkim postupkom. [4, 8, 12]

Mehaničke šablone dijele se na [4, 8, 12]:

- *Ručno rezane šablone* čija se prednost očituje u oštini rubova. Najviše se upotrebljava za slova i velike čvrste predmete.
- *Vodotopljivi ručno rezani digitalni predložak* pogodan je za sva bojila na bazi otapala. Digitalno izrađeni predložak savršeno prijanja uz sitotiskarsku mrežicu zbog površinske napetosti te se lako skida toplom vodom.
- *Celulozni ručno rezani digitalni predložak* zahtjeva sitotiskarsku mrežicu pripremljenu i odmašćenu kao kod foto-šablone. Da bi digitalno izrađeni predložak savršeno prijanjao uz sitotiskarsku mrežicu potrebno je koristiti otapala koja je preporučio proizvođač predloška. Otporni su samo na bojila na bazi vode te se uklanjaju pomoću otapala.

Kod mehaničkog postupka potrebno je pripaziti na nekoliko čimbenika koji uzrokuju poteškoće: prljavština na strani digitalno izrađenog predloška može prouzročiti probleme povezivanja, prilikom rezanja ruka treba biti položena na zaštitnom listu kako bi se izbjegle masne mrlje (pr.: znojenje ruke ili krema za ruke), nedovoljno predtretiranje i odmašćivanje sitotiskarske mrežice, naboranpredložak, slab kontakt za vrijeme povezivanja, sušenje pri prevelikoj temperaturi, korištenje neodgovarajućeg alata za odvajanje predloška i sl. [4, 8, 12]

Fotomehaničke šablone mogu nastati[4, 8, 12]:

- *Direktnim postupkom* čija je prednost dobro prijanjanjepredloška uz sitotiskarsku mrežicušto omogućava otiskivanje većih naklada, ali ne i sitnijih detalja jer nije moguće dobiti oštre prijelaze odnosno rubove otiska, a prijelaz je ovisan o finoći mrežice.
- *Indirektnim postupkom* gdje se šablone rade zasebno i naknadno se pričvršćuju na sitotiskarsku mrežicu. Zbog zasebnog osvjetljavanja digitalno izrađenog predloška od šablone, boja sitotiskarske mrežice ne utječe na vrijeme osvjetljavanja ili na oštrinu rubova šablone. Rasipanje svjetlosti je jednoliko jer se osvjetljavanje provodi kroz

podlogu predložka. Nedostatak kod ovog postupka je labavo povezivanje šablone sa mrežicom, pa nije preporučljivo za velike naklade. [4, 8, 12]

2.4.1. Osnovni postupak izrade šablone

Prije izrade bilo kakve šablone, sitotiskarska mrežica, bilo da se radi o novoj ili već upotrebljavanoj, treba se odmastiti odgovarajućim sredstvom za odmašćivanje. Razlog onečišćenju mogu biti nepravilno rukovanje istim ili prašinom iz zraka. Nakon odmašćivanja potrebno je odmah nanijeti emulziju. Daljnji postupak izrade šablone sastoji se od nekoliko osnovnih segmenata [4, 8]:

- Sušenje vode pri sobnoj temperaturi
- Premazivanje fotoemulzijom
- Sušenje fotoemulzije pri maksimalnoj temperaturi od 40°C
- Osvjetljavanje npr. metal-halogenom svjetiljkom točno određenim vremenom
- Razvijanje pomoću umjerenog mlaza vode
- Sušenje preostale vlage
- Retuširanje nepoželjnih otvora na šablona pomoću punila za sitotiskarsku mrežicu

2.5. Sitotiskarske mrežice

Idealan materijal za izradu šablona u sitotisku su standardne poliesterske mrežice satkane od poliestera visoke viskoznosti i smanjene elastičnosti. Te mrežice povećavaju pouzdanost procesa te omogućavaju veću napetost prilikom većeg broja otisaka i dužeg vremenskog razdoblja. Niti koje se najčešće koriste za sitotiskarsku mrežicu su poliamid i poliester. [3, 4, 8, 12]

Karakteristike poliestera (PET) [8] :

- Visoka otpornost na istezanje
- Dobra mehanička postojanost
- Dobra otpornost na abraziju*
- Visoka otpornost na svjetlost
- Neosjetljivost na klimatske uvjete

**Abrazija* – postupak mehaničke obrade materijala, struganjem pomoću abraziva; *abraziv* – tvar velike tvrdoće pomoću koje se trljanjem, brušenjem ili struganjem sa čvrstih površina mogu skinuti sitne čestice materije [9]

- Osjetljiv na lužine
- Vrlo otporan na anorganske kiseline

Karakteristike poliamida (PA, najlon) [8]:

- Vrlo dobra mehanička postojanost
- Visoka otpornost na abraziju*
- Dobre karakteristike površinske napetosti
- Visoka elastičnost
- Dobre karakteristike vraćanja dimenzija
- Dobra otpornost na lužine
- Osjetljiv na kiseline

Modificiranjem iste grupe vlakana i/ili procesa za proizvodnju mrežice mogu se proizvesti mrežice za sitotisak s različitim karakteristikama. Te karakteristike rastezanja mrežice su od velike važnosti, a određene su [8]:

- Postupkom napinjanja
- Jakosti mrežice
- Stabilnosti mrežice

Također, iste utječu na karakteristike korištenja kao što su [8]:

- Ponašanje pri odvajanju od tiskovne podloge
- Prilagođavanje tiskovnoj podlozi na koju će se tiskati (pri nejednolikoj ili neravnoj površini)
- Odabir tipa mrežice koji odgovara zahtjevima tiskanja

Geometrija mrežice opisuje sve dvodimenzionalne i trodimenzionalne karakteristike strukture mrežice. Glavni čimbenici u geometriji mrežice su broj niti i promjer niti. Broj mrežice definira se kao broj niti po centimetru. Promjer niti odnosi se na neistkanu nit. Geometrija mrežice direktno utječe na [3, 8]:

- Mogućnost tiskanja finijih linija i polutonskih slika
- Definiciju ruba u otisku
- Karakteristike propuštanja bojila
- Maksimalnu brzinu tiskanja

- Gustoću volumenabočila
- Potrošnju bočila
- Sušenje bočila

Tehničke liste podataka SEFAR-a imaju definirane vrijednosti za sve specifikacije mrežice[8]:

- Otvor mrežice u μm (w)
- Otvor mrežice u % (ao)
- Debljina mrežice u μm (D)
- Teoretski volumen boje u cm^3/m^2 (Vth)
- Broj mrežice (Fn)
- Promjer niti (d)
- Korak mrežice – osnovna geometrijska jedinica (t)

Prema ovim specifikacijama „tip mrežice“ znači broj niti po centimetru ili inču zajedno s promjerom niti. Primjer: 140/34 - označava 140 niti po centimetru gdje je promjer svake niti 34 μm [8].

2.6. Okviri za šablonu

Okviri za šablonu u sitotisku su dizajnirani i konstruirani na način da čvrsto drže napeti komad sitotiskarske mrežice. Potrebno je da budu što otporniji na mehaničko deformiranje prilikom izrade šablone i tijekom otiskivanja, kao i na kemikalije koje se koriste u izradi šablona, bočila, otapala i materijale za čišćenje. Iskrivljene dijelove okvira potrebno je izravnati jer utječu na kvalitetu otiskivanja. Definiranje veličine okvira ovisi o tiskarskoj površini, vrsti tiska te prikladnoj zoni izvan površine na kojoj se tiska za manipulaciju bočilom. Za izradu okvira koristi se drvo i/ili metal (aluminij, čelik). [3, 4, 8, 12]

- Drveni okviri (Slika 2.7.) –lako rukovanje, posebice kod direktnog tiska na tiskovne podloge. Zbog promjenjive vlažnosti i temperature unutar nekoliko sati, drvo nabubri i sakuplja se pa nije pogodan za korištenje kod preciznih otisaka. Drveni okviri imaju kraći vijek trajanja od metalnih, iskrivljuju se i ne leže ravno. Lakiranje dvokomponentnim lakom štiti drvo do vode i otapala. [3, 4, 8, 12]



Slika 2.7. Drveni okvir

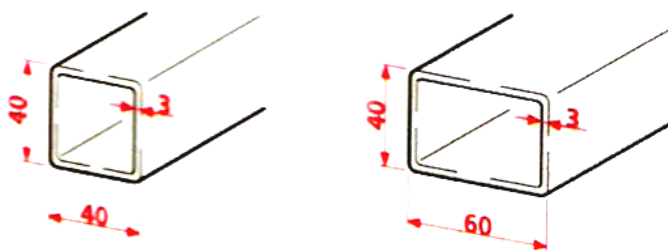
- Metalni okviri (Slika 2.8.) –najčešći metali kod izrade metalnih okvira su aluminij i čelik. Kako je aluminij slabiji od čelika potrebno je povećati površinu poprečnog presjeka ili ojačati stjenke presjeka, što mu je nedostatak. Lagan je za rukovanje i ne hrđa, no manje je otporan na lužine i kiseline. Ne može se naknadno napeti nakon otiskivanja određene naklade jer je mrežica fiksirana na okviru. Zbog toga se iznova napinju na stroju za mehaničko napinjanje. Prednosti aluminijskih okvira: mogućnost korištenja za napinjanje svih vrsta sitotiskarskih mrežica, lagani su, širok izbor poprečnih presjeka, jeftini, otporni na koroziju i lako se čiste. S obzirom na dobru krutost čeličnih okvira, koriste se cijevi manjeg poprečnog presjeka. Nedostaci čeličnog okvira je njegova težina zbog čega je otežano rukovanje, skloni su hrđanju te zahtijevaju dodatno prebojavanje prije ponovnog napinjanja (lakiranje ili galvanizacija). Jedina prednost kod ovih okvira je što su jeftini. [3, 4, 8, 12]



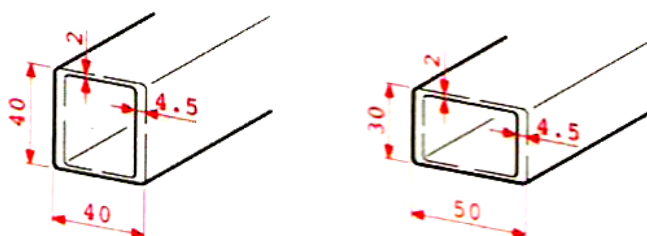
Slika 2.8. Metalni okvir

Postoje razni presjeci sitotiskarskih okvira. Konačnu ulogu u zadržavanju dimenzijske stabilnosti okvira ima materijal koji se koristi, tip presjeka i debljina stjenke. Svaki okvir mora podnijeti točno određenu količinu sile sa minimalnim odstupanjem deformacije. Okvir može podnijeti sile koje određuje duljina i širina formata šablone. Prema ovom pravilu vrijedi da okvir

od 30 x 30 cm mora podnijeti minimalnu silu od 900 N ($30 \times 30 = 900$). Razlikuju se pravokutni (slika 2.9.) i specijalni presjeci (slika 2.10.). [3, 4, 8, 12]



Slika 2.9. Pravokutni presjek okvira sa 4 jednake debljine stijenki



Slika 2.10. Specijalni presjek okvira s pojačanim okomitim stijenkama

2.6.1. Napinjanje mrežice na okvir

Snaga napinjanja ograničena je kapacitetom opreme za napinjanje, ali i snagom mrežice i krutosti okvira. Prije samog napinjanja mrežice na šablonu, važno je da okvir bude dobro pripremljen. To podrazumijeva odmašćen okvir pomoću otapala (acetona), premazani okvir sredstvom za prijanjanje koje se koristi i za lijepljenje, te okvir bez šiljastih kutova i oštih rubova koji bi mogli oštetiti ili poderati mrežicu prilikom napinjanja. Za dobivanje ravnih rubova i uglova, okvir je potrebno obrubiti pomoću rotirajuće brusilice s brusnim papirom ili vlaknastom pločom namještenom na gumenu pozadinu. Postoje tri osnovna pristupa tj. sustava za napinjanje sitotiskarske mrežice, gdje svaki daje različite stupnjeve preciznosti [3, 4, 8]:

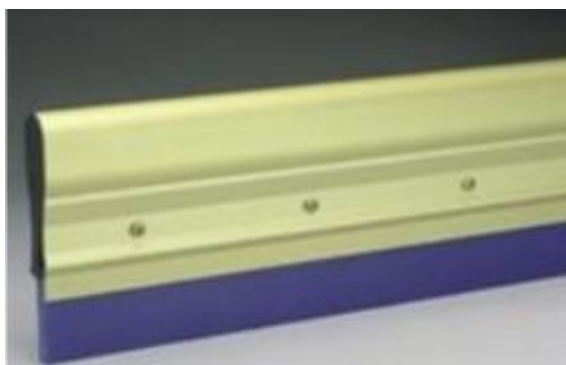
- Ručno napinjanje – tradicionalna metoda napinjanja mrežice na drvene okvire rukom zbog čega može doći do nejednolike napetosti mrežice te oštećenja prilikom korištenja spajalica.

- Mehaničko napinjanje – napinjanje mrežice na okvir vrši se pomoću specijalnih uređaja koji, ovisno o dimenzijama, mogu napeti nekoliko okvira istovremeno čime se povećava produktivnost i preciznost
- Pneumatsko napinjanje – strojevi za pneumatsko napinjanje napravljeni su od mnogo stezača za pojedinačno napinjanje, međusobno su povezani i djeluju usklađeno što rezultira najpreciznije napinjanje. Komprimirani zrak pokreće sve stezače, a veličina sitotiskarskog okvira definira broj upotrijebljenih stezača.

2.7. Rakel

U svim glavnim tehnikama tiska koristi se sustav valjaka za prijenos bojila na tiskovnu površinu, osim u sitotisku, gdje se koristi rakel (Slika 2.11.). Građen je od prirodne ili sintetičke gume (neopren) ili od poliuretana (vulkolan, ulon, i dr.). Pomoću njega se bojilo protiskuje kroz propusne površine šablone na tiskovnu površinu prilikom čega mora zadovoljiti standardne uvjete za kvalitetan otisak. Tijekom procesa otiskivanja na rakel utječu sila okomitog pritiska koja dovodi šablonu i tiskovnu površinu u kontakt te otpor uzrokovan trenjem rakela i površine šablone, čime se dobiva željeni kontaktni kut između istih. Veličina kontaktnog kuta bitan je faktor o kojem ovisi jednolik nanos bojila i količina hidrodinamičkog pritiska na bojilo. Brojni faktori utječu na kontaktni kut među kojima su [3, 8, 11]:

- pritisna sila rakela
- brzina protiskivanja
- visina i širina rakela
- tip i materijal rakela
- sustav bojila



Slika 2.11. Rakel

Rakeli izrađeni od prirodne ili sintetičke gume brzo se istroše, ali znatno su manje skloni prikupljanju elektrostatičkog naboja, dok oni izrađeni od poliuretana imaju bolju otpornost od trošenja, ali veću sklonost da prikupe elektrostatički naboj prilikom tiskanja. Oba materijala s vremenom otvrdnu, te ih je potrebno često brusiti kako rupice i ogrebotine ne bi načinile isprugani otisak. [3, 8, 11]

Tvrdoća rakela izražena je u stupnjevima shorea, čime je preporučena tvrdoća između 60–75 shorea. Tvrdi rakeli (70–75 shorea) pogodni su za velike formate i tisak rastera, dok se mekši (60–65 shorea) rakeli koriste za pune tonove i neravne površine. [3, 8, 11]

2.8. Bojila

Prednost sitotiska je mogućnost otiskivanja na različite tiskovne materijale što podrazumijeva različitu upojnost materijala. Materijali sa upojnom tiskovnom podlogom su tekstil, papir, koža, ljepenka, drvo, dok staklo, metal, keramika, plastika i slični materijali spadaju u neupojne materijale. Zbog ovakve podjele tiskovnih podloga sitotiskarska bojila dijele se na dvije grupe [3, 4, 12]:

- Jednokomponentna sitotiskarska bojila koja se koriste za upojne podloge, a suše se penetracijom, hlapljenjem i oksipolimerizacijom.

U ovu grupu spadaju bojila na bazi vode (Slika 2.12.) i plastisol bojila (Slika 2.13.). Bojila na bazi vode mogu se razrijediti ili prati vodom. Miješaju se neposredno prije otiskivanja, najčešće prema PANTONE ili CMYK katalogu boja. Prednost je što su jeftina i ekološki prihvatljiva.

Plastisol bojila su na bazi aromatskih ugljikovodika. Tipična su po svojoj gustoći i pokrivnosti, a razrjeđuju se posebnim otapalima, zbog čega su ekološki nepovoljna.



Slika 2.12. Bojilo na bazi vode



Slika 2.13. Plastisol bojilo

- Specijalna dvokomponentna brzосуšeća bojila za tisak na neupojne podloge. To su PVC bojila (Slika 2.14.) na bazi otapala koje zbog brzog sušenja ubrzavaju proizvodnju. Zbog svog sastava, polivinil klorid-a nisu ekološki prihvatljiva.



Slika 2.14. PVC bojilo

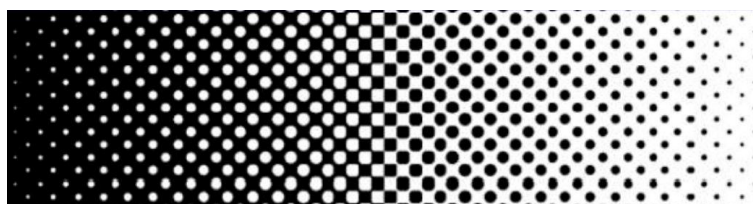
Sitotiskarsko bojilo prvenstveno mora zadovoljiti definiranu pokrivenost i viskoznost koja utječe na prolaz bojila kroz tiskovne elemente na sitotiskarskoj mrežici, brzinu tiska, oštrinu rubova i debljinu nanosa. [3, 4, 12]

2.9. Rasterska reprodukcija

Svaka slika sastoji se od više različitih boja i tonova. Prije otiskivanja sliku je potrebno pretvoriti u odgovarajući oblik koji se može tiskati. To se ostvaruje pretvaranjem fotografije s neprekidnim tonom u rasterske elemente, koristeći AM (amplitudno modularni rasteri) ili FM raster (frekventno modularni rasteri). [14, 16, 17]

2.9.1. AM raster

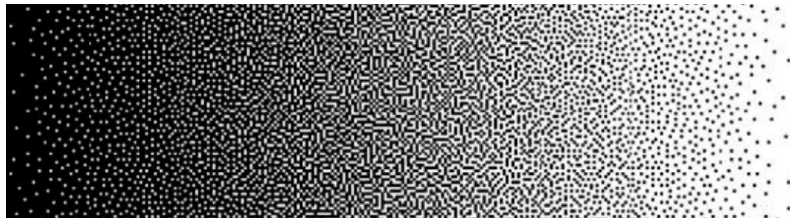
Površina s neprekidnim tonom pretvara se u mrežu (Slika 2.15.). Veličina rasterskih elemenata povezana je s intenzitetom boje, dok je udaljenost između rasterskih elemenata jednaka. Odnosno dobije se određen razmak između rasterskih elemenata s promjenjivom površinom. Ovakvim otiskom dobiva se analogan (kontinuirani tonski prijelaz) prikaz originala jer je proces tiskanja binaran (1/0, bez boje). Za otiskivanje u boji potrebno je dodatno razdvajanje pojedinih boja pod kutom, kako bi se što je više moguće, smanjio moiré-efekt koji nužno nastaje uslijed tiska u više boja. [14, 16, 17]



Slika 2.15. AM raster

2.9.2. FM raster

Kod frekventno moduliranog rastera postiže se slika s neprekidnim tonom gdje su rasterski elementi jednake veličine, a modulira se njihova frekvencija (Slika 2.16.). Ovakav raster rezultira osjetno finijim rasterskim elementima na predlošku, što omogućava bolju pokrivenost bojilom. Očito je da kod otiskivanja nema moiré-efekta ali se javljaju drugi problemi, npr. grupiranje ili gomilanje. [14, 16, 17]



Slika 2.16. FM raster

2.9.3. Linijatura rastera

Finoća rasterske mreže (l/cm) uvijek je povezana s finoćom sitotiskarske mrežice i tipom šablone, odnosno finoća detalja ovisi o finoći sitotiskarske mrežice. Kritične su površine s većom pokrivenošću bojilom gdje najmanje točke emulzije moraju prianjati uz mrežicu. Pravilan odabir sitotiskarske mrežice mjeri se mikroskopski. Najmanja točka mora odgovarati veličini dvije niti plus jedan otvor mrežice. [14, 16, 17]

2.10. Kontrola kvalitete

Na kvalitetu otiska u sitotisku utječu mnogi elementi: izrada digitalnog predloška, gustoća zacrnjenja predloška, šablona, napetost mrežice, debljina nanosa bojila i drugi. Visoka kvaliteta otiska može se postići i održavati samo ako se provode standardi koji traže podatke i tolerancije koje se mogu reproducirati, a prikupljaju se uz odgovarajuće mjerne instrumente. [8]

2.10.1. Mjerenje debljine emulzijskog sloja

Uređaj za mjerenje debljine premaza, odnosno emulzijskog sloja – Stencil thickness gauge sastoji se od metalne pločice koja se postavlja na donju stranu emulzijskog sloja te mjernog uređaja koji se postavlja s gornje strane. Između ta dva dijela mjeri se debljina nanosa emulzijskog sloja na sitotiskarskoj mrežici. Spomenuta debljina određuje oštrinu rubova, rezoluciju i debljinu naslage bojila na tiskovnoj podlozi. [8, 13]

2.10.2. Mjerenje svjetlosnog zračenja (radiometar)

Šablone se najbolje pripremaju i stvrđuju kada se izlože dobrom izvoru svjetlosti, odnosno UV izvoru s rasponom između 320 – 420 nm. Svjetiljke imaju ograničeni vijek trajanja, a energija osvjetljavanja pada sa starošću svjetiljke. Radiometar osigurava najjednostavnije sredstvo za mjerenje učinkovitosti te svjetiljke. [8]

2.10.3. Mjerenje tvrdoće (shoremeter)

Ovim se instrumentom provjerava tvrdoća gume protiskivača, odnosno rakel. Na gumu utječu razna otapala, a podliježe i prirodnom procesu slabljenja prilikom kojeg se tvrdoća s vremenom mijenja, slabi. Tvrdoća se očitava tako da se igla, koja se nalazi na dnu uređaja, prisloni na gumu. [8, 13]

2.10.4. Mjerenje gustoće zacrnljenja (denzitometar)

Uređaj koji mjeri faktor refleksije ili transmisije, odnosno omjer između upadnog svjetla usmjerenog na uzorak i reflektiranog ili propuštenog svjetla koji dođe do fotoćelije u uređaju. Postoje dvije vrste: transmisijski i refleksni denzitometar. Njime se izračunava optička gustoća (D) izražena u obliku logaritamskih vrijednosti. Denzitometrijskim metodama mogu se mjeriti sve vrste deformacija, na otiscima i predlošcima, dok su nešto ograničene kod mjerenja na tiskovnim formama.[7, 20]

Optička gustoća je stupanj do kojeg materijali apsorbiraju svjetlo. Što je više svjetla apsorbirano, tj. što je manja refleksija ili transparentija površine, optička gustoća je veća. S obzirom na vrstu uzoraka koji se mjeri, optička gustoća se može podijeliti na [7, 20]:

- Analitičku optičku gustoću koja se mjeri na jednoslojnim uzorcima i to filterom komplementarne boje. Ovo mjerenje se prakticira u proizvodnji kolor fotomaterijala za ispitivanje pojedinačnih slojeva.
- Integralnu optičku gustoću koja predstavlja postotak pokrivenosti površine $D_i(\%)$, a mjeri se na višeslojnim uzorcima u kojima su slojevi nanošeni jedan iznad drugog.

2.10.5. Mjerenje rastertonske vrijednosti -RTV

Kod proizvodnog procesa dolazi do promjene u veličini rasterskog elementa koja može rezultirati pomacima u tonu i obojenju. Postoje različiti faktori koji utječu na prijenos rasterskih vrijednosti te mogu uzrokovati fizičku deformaciju rasterskog elementa, a jedan od načina kontrole je mjerenje prirasta RTV. RTV je postotni odnos između pokrivena i ukupne površine rasterskog polja. Prirast RTV neizbježna je pojava koja se uvijek pojavljuje u tiskovnom procesu te se nastoji kompenzirati i standardizirati. [7, 22]

3. Praktični dio

Zadatak ovog završnog rada je istražiti kako tiskovna podloga i vrsta sitotiskarske mrežicena šablona utječu na rastersku reprodukciju u sitotisku. Dobiveni otisci se analiziraju denzitometrijskom metodom, a dobiveni rezultati optičke gustoće i rastertonske vrijednosti daju relevantne podatke o kvaliteti reprodukcije. Uzorci za ispitivanje otisnuti su na:

Tri vrste tiskovne podloge:

- Pamuk – 100% pamuk
- Svila – 100% poliester
- Papir – 320 g/m², mat papir

Sa dvije vrste sitotiskarske mrežice:

- PET 1000 70-48W PW (skraćeno 70/48)
- PET 1000 140-34Y PW (skraćeno 140/34)

Korištene su:

- Plastisol bojilo, koja je sastavljena od PVC čestica suspendiranih u plastisolnoj emulziji. Pogodna je za otiskivanje finijih linija i polutonskih mreža na tekstilu.
- Hi – gloss bojilo, također bojilo na bazi PVC-a, a koristi se za otiskivanje na tvrdim površinama poput drveta, plastike, papira i sl.

3.1. Metodologija

Prije samog početka potrebno je izraditi i zacrniti digitalno izrađeni predložak isprintan na paus papiru. Digitalno su izrađena 2 predložka sa testnim formama različitih linijatura, 40 l/cm (srednje fini raster) i 70 l/cm (fini raster). Testnu formu čini i tekst različite veličine te linije različite debljine u pozitivu i negativu.

Nakon toga slijedi izrada šablona. Odabrane mrežice šablona, žuta (PET 1000 140-34Y PW, skraćeno 140/34) i bijela (PET 1000 70-48W PW, skraćeno 70/48), napinju se na aluminijske okvire te se odmašćuju i suše. Slijedi premazivanje fotoosjetljivom emulzijom sa obje strane mrežice šablona te ponovno sušenje. Nakon što su se šablona dobro osušile, prvo se šablona 140/34 stavlja u osvjetlivač zajedno sa digitalno izrađenim predložkom položenim na sredinu te se osvjetljava 120 sekundi, a nakon nje druga šablona 70/48 istim postupkom. Ovako snimljene šablona potrebno je razviti, odnosno isprati neosvjetljene dijelove laganim mlazom vode. Slijedi

temeljito sušenje, prvo na sobnoj temperaturi, a zatim u komori za sušenje. Dobro osušene šablone spremne su za tisak.

Prije stavljanja šablona na stroj potrebno ih je obljepiti ljepljivom trakom, kako bojilo prilikom protiskivanja nebi procurilo kroz mrežicu šablone gdje nema emulzije (odnosno rubove šablone).

Probni otisci se rade na sličnim tiskovnim podlogama. Kada je podešena brzina, pritisak i nagib protiskivanja rakela i navlačenja bojila svake šablone, vrši se otiskivanje na originalne tiskovne podloge. Svila i pamuk se stavljaju u sušnicu, na 170°C sa oko 2min prolaska, dok se papir ostavlja sušiti na sobnoj temperaturi. Nakon sušenja otisci su spremni za mjerenje i analizu.

3.2. Rezultati i analiza

Mjerenje otisaka se provodi 24 satanakon sušenja, kada se otisak na papiru dobro osuši. Stavlja se na ravnu podlogu i mjeri se pojedino polje rastera testne forme. Mjerenja se provode pomoću refleksnog denzitometra X-Rite, a rezultati se koriste za određivanje vrijednosti prirasta RTV-a i gustoće obojenja (D, density).

Sve izmjerene vrijednosti optičke gustoće i rastertonske vrijednosti nalaze se u tabelama. Tabele 3.1., 3.2., i 3.3. prikazuju vrijednosti D i RTV(%) za obje linijature rastera, 40 l/cm i 70 l/cm, otisnute preko šablone 140/34 na tri tiskovne podloge, dok su vrijednosti u tabelama 3.4., 3.5. i 3.6. za otiske preko šablone 70/48.

Tabela 3.1. Vrijednosti optičke gustoće i RTV za papir (šablona 140/34)

PAPIR 140/34	LPI: 40 l/cm		LPI: 70 l/cm	
	D	RTV (%)	D	RTV (%)
0	0	0	0	0
10	0,16	36	0,13	29
20	0,3	54	0,21	41
30	0,43	65	0,31	52
40	0,56	74	0,48	61
50	0,71	84	0,61	69
60	0,89	89	0,72	78
70	1,09	93	0,88	83
80	1,25	95	0,99	90
90	1,58	99	1,29	96
100	1,92	100	1,99	100

Tabela 3.2. Vrijednosti optičke gustoće i RTV za svilu (šablona 140/34)

SVILA 140/34	LPI: 40 l/cm		LPI: 70 l/cm	
	D	RTV (%)	D	RTV (%)
0	0	0	0	0
10	0,09	12	0,03	10
20	0,15	27	0,11	22
30	0,26	43	0,25	41
40	0,45	56	0,36	53
50	0,62	65	0,48	61
60	0,81	79	0,59	70
70	1,09	88	0,76	79
80	1,37	95	0,99	84
90	1,65	98	1,24	90
100	1,89	100	1,66	97

Tabela 3.3. Vrijednosti optičke gustoće i RTV za pamuk (šablona 140/34)

PAMUK 140/34	LPI: 40 l/cm		LPI: 70 l/cm	
	D	RTV(%)	D	RTV(%)
0	0	0	0	0
10	0,08	18	0,07	14
20	0,15	34	0,14	31
30	0,2	46	0,23	48
40	0,32	57	0,31	58
50	0,41	63	0,42	68
60	0,49	70	0,52	72
70	0,61	78	0,65	77
80	0,69	85	0,75	81
90	0,8	89	0,83	86
100	1,09	92	0,99	91

Tabela 3.4. Vrijednosti optičke gustoće i RTV za papir (šablona 70/48)

PAPIR 70/48	LPI: 40 l/cm		LPI: 70 l/cm	
	D	RTV(%)	D	RTV(%)
0	0	0	0	0
10	0,14	27	0,24	43
20	0,23	42	0,38	55
30	0,34	55	0,49	66
40	0,39	60	0,67	74
50	0,5	69	0,83	81
60	0,6	76	1,01	86
70	0,78	84	1,23	91
80	0,93	90	1,44	93
90	1,21	95	1,77	98
100	1,78	100	1,95	100

Tabela 3.5. Vrijednosti optičke gustoće i RTV za pamuk (šablona 70/48)

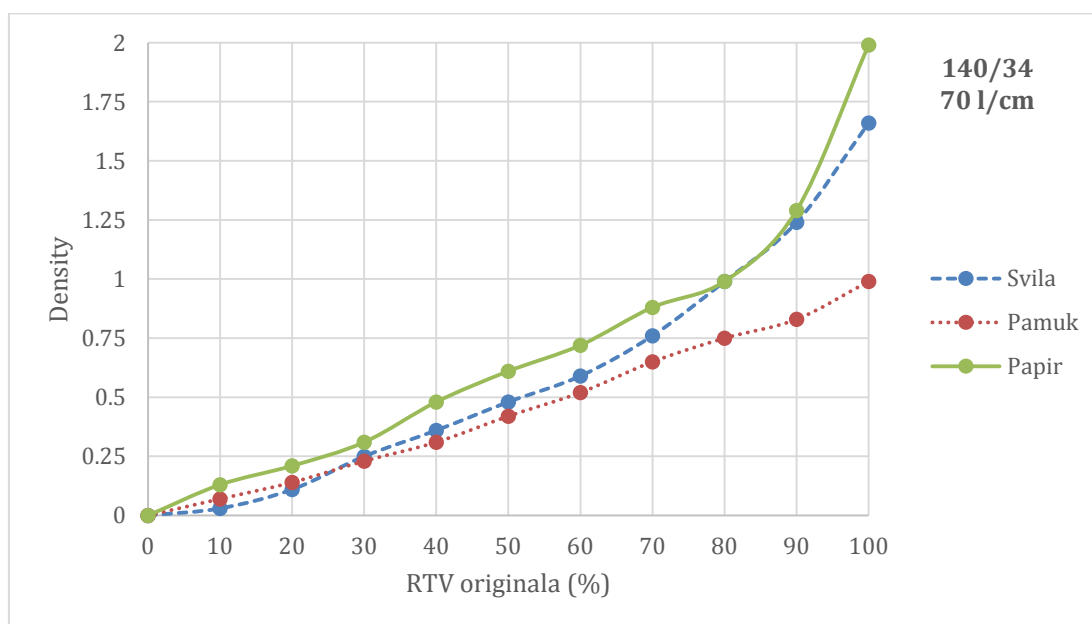
PAMUK 70/48	LPI: 40 l/cm		LPI: 70 l/cm	
	D	RTV(%)	D	RTV(%)
0	0	0	0	0
10	0,2	46	0,32	54
20	0,35	58	0,51	73
30	0,5	70	0,64	80
40	0,61	81	0,81	84
50	0,71	87	0,92	89
60	0,77	90	1,1	91
70	0,89	93	1,27	95
80	1,01	96	1,35	98
90	1,2	98	1,46	99
100	1,49	100	1,65	100

Tabela 3.6. Vrijednosti optičke gustoće i RTV za svilu (šablona 70/48)

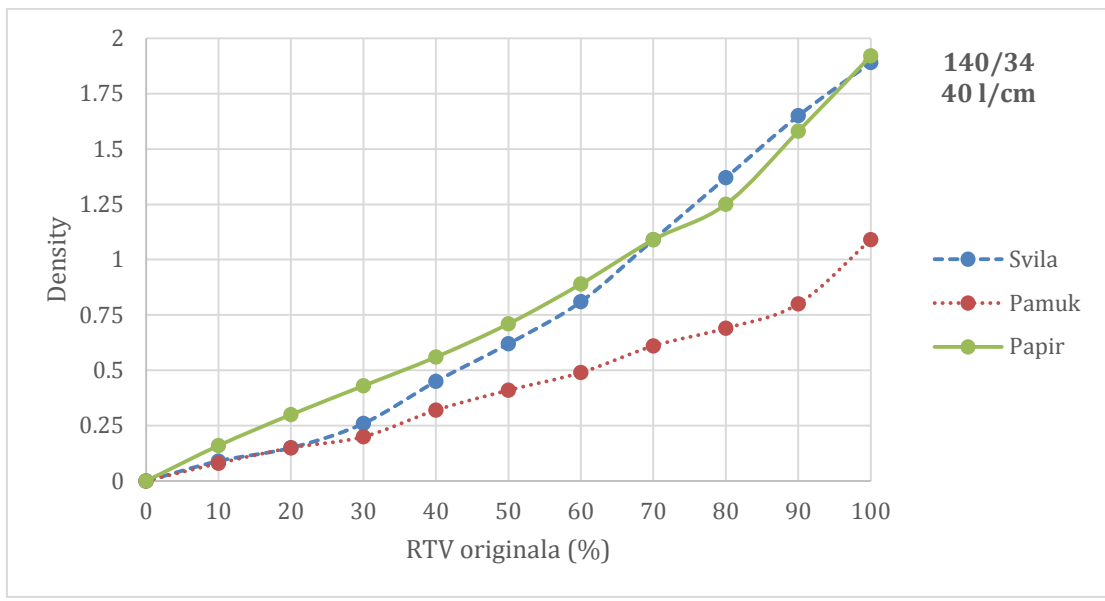
SVILA 70/48	LPI: 40 l/cm		LPI: 70 l/cm	
	D	RTV(%)	D	RTV(%)
0	0	0	0	0
10	0,19	46	0,4	45
20	0,31	56	0,6	62
30	0,43	62	0,72	73
40	0,52	69	0,89	81
50	0,58	73	1,03	89
60	0,69	79	1,19	92
70	0,89	82	1,45	95
80	1,02	88	1,61	97
90	1,37	92	1,79	99
100	1,59	98	1,91	100

3.2.1. Gustoća obojenja

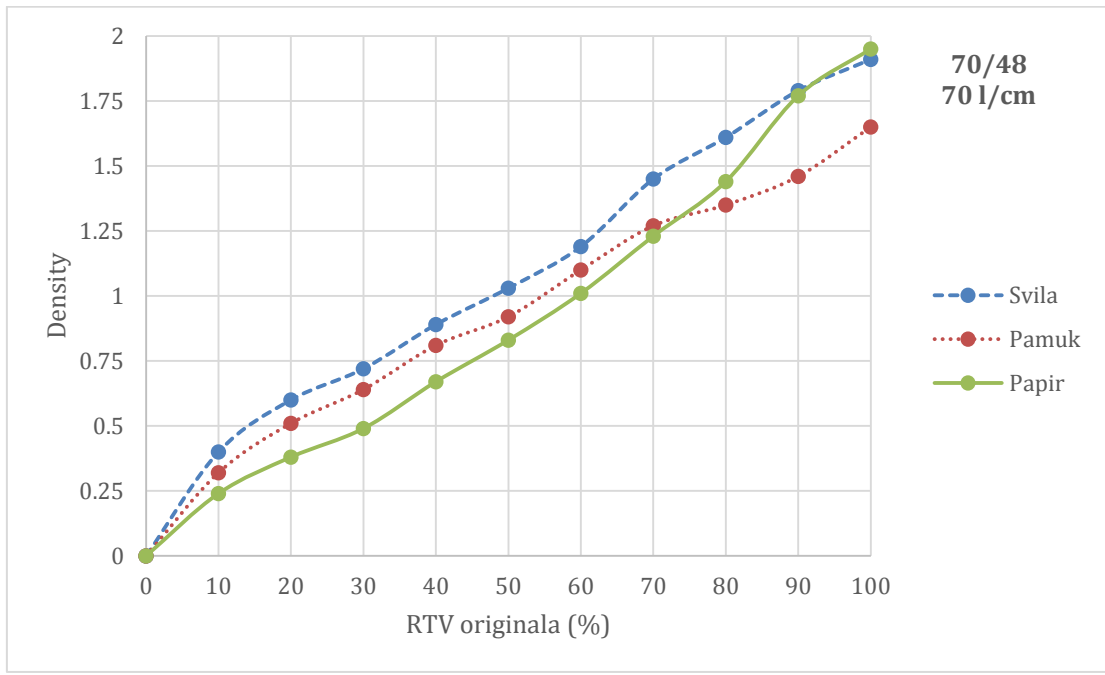
Na temelju izmjerenih vrijednosti, konstruirane su krivulje gustoće obojenja za tri vrste tiskovnih podloga kod definiranih uvjeta reprodukcije, a prikazane su na grafikonima od 3.1. do 3.4.



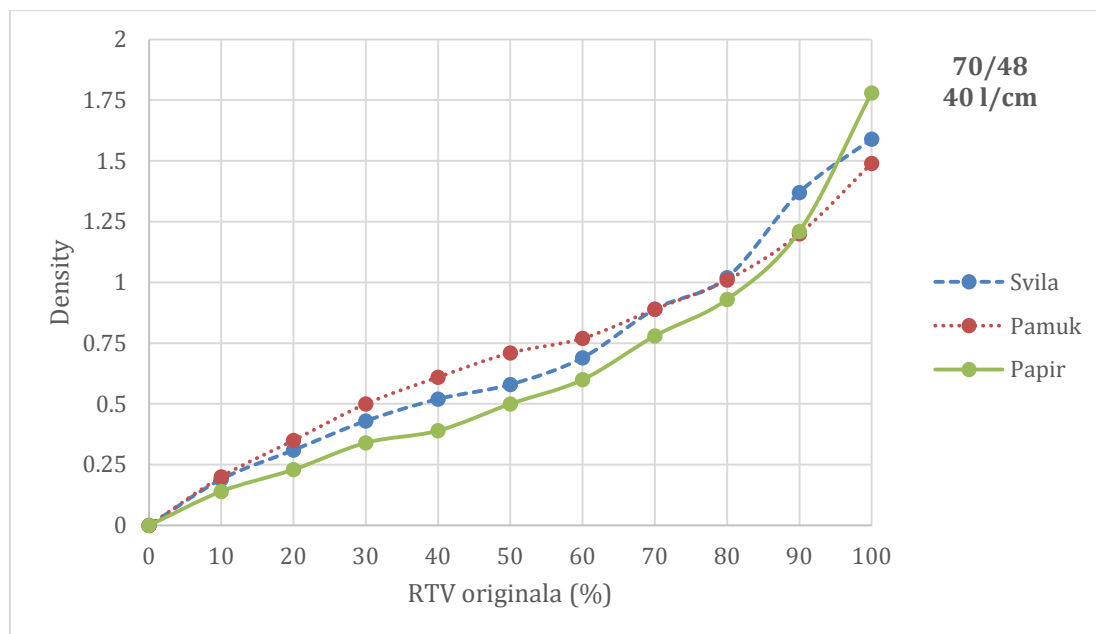
Grafikon 3.1. Krivulje optičke gustoće – papir, svila, pamuk (140/34, 70 l/cm)



Grafikon 3.2.Krivulje optičke gustoće – papir, svila, pamuk(140/34, 40 l/cm)



Grafikon 3.3.Krivulje optičke gustoće – papir, svila, pamuk (70/48, 70 l/cm)



Grafikon 3.4.Krivulje optičke gustoće – papir, svila, pamuk(70/48, 40 l/cm)

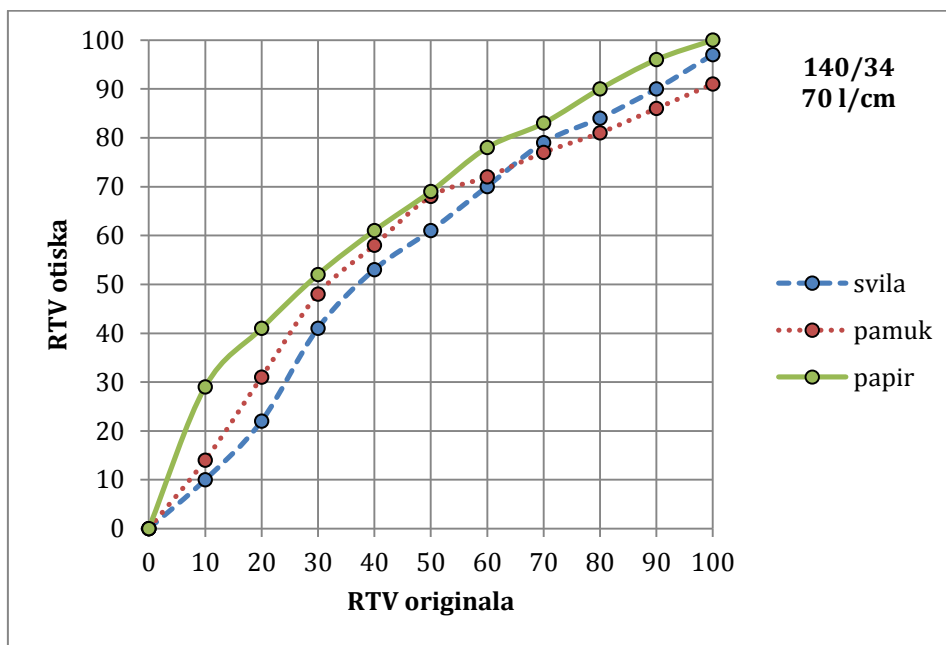
Iz grafikona je vidljivo da je kod različitih vrsta šablona gustoća obojenja (engl. Density, D) ovisno o tiskovnim podlogama značajno različita. Gustoća obojenja je veća kod više upojnih materijala, odnosno tiskovnih podloga grublje površinske strukture.

Kod šablone sa finijom mrežicom 140/34 sa finijom linijaturom rastera od 70 l/cm, uočeno je da je gustoća obojenja najveća na papiru, nešto manja na svili, a značajno najmanja na pamuku. Za usporedbu gustoća obojenja kod 50% RTV na papiru iznosi 0,61, na svili iznosi 0,48, a na pamuku 0,42 (Tabele 3.1. - 3.3.). Nešto značajnije odstupanje gustoće obojenja između navedenih tiskovnih podloga uočeno je u tamnijim tonovima, iznad 70%. Primjenom grublje linijature rastera (40 l/cm) gustoća obojenja kod sve tri tiskovne podloge generalno je veća. Tako gustoća obojenja kod 50% RTV na papiru iznosi 0,71, na svili iznosi 0,62, a na pamuku iznosi 0,41. Naime, gustoća obojenja je primjenom finije linijature rastera prosječno veća za 0,10.

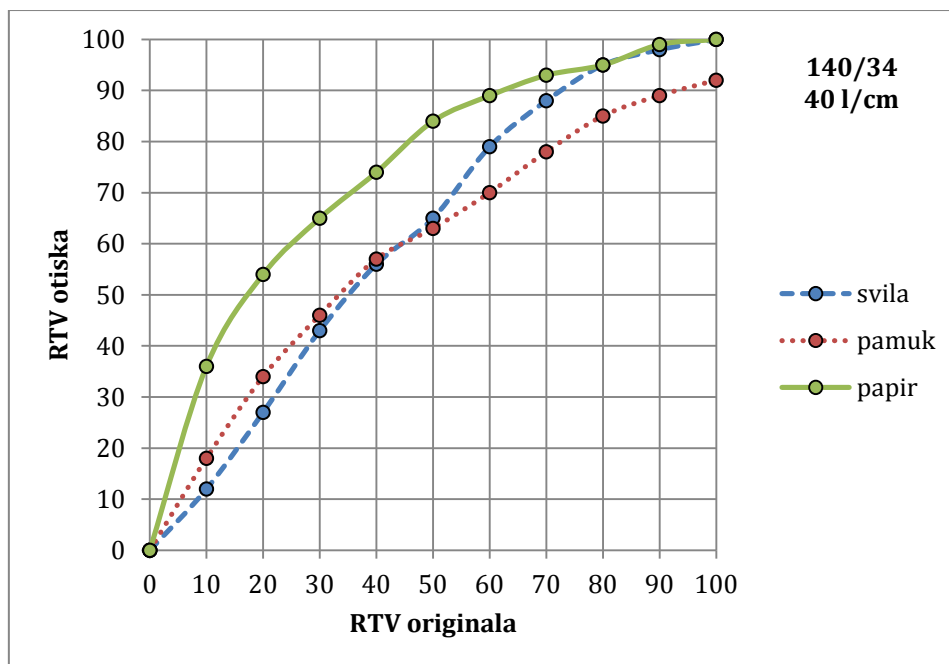
Kod šablone sa grubljom mrežicom 70/48 sa finijom linijaturom rastera od 70 l/cm, uočeno je da je najmanja gustoća obojenja kod papira, a nešto veća kod svile i pamuka. Može se zaključiti da su rezultati mjerenja primjenom grublje linijature sitotiskarske mrežice pokazali upravo suprotno u odnosu na finiju linijaturu mrežice gdje je papir imao najveću gustoću obojenja. Gustoća obojenja na papiru kod 50% RTV iznosi 0,83, na pamuku kod 50% RTV iznosi 0,92, a na svili kod 50% RTV iznosi 1,03 (Tabele 3.4. – 3.6.). Primjenom grublje linijature rastera (40 l/cm), upravo suprotno u odnosu na 140 linijsku sitotiskarsku mrežicu, gustoća obojenja je generalno manja. Ta promjena gustoće obojenja utjecajem grublje linijature rastera značajnije je manja nego kod 140 linijske mrežice.

Upravo na ovakav način karakterizacijom cjelokupnog proizvodnog procesa donose se određene smjernice i preporuke za primjenu određene linijature mrežice u odnosu na linijaturu rastera, odnosno određuje se optimalna kombinacija istih.

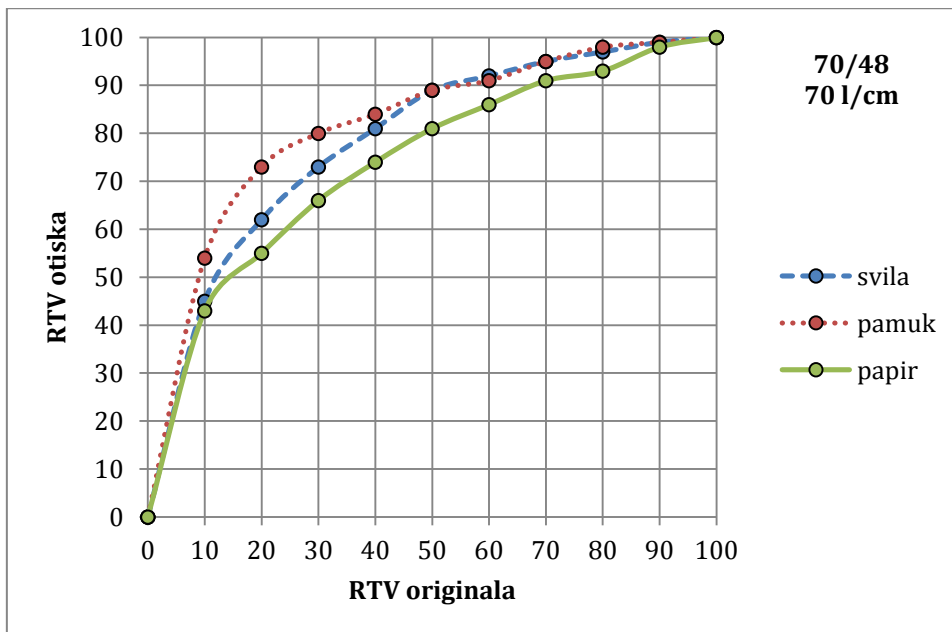
3.2.2. Rastertonska vrijednost



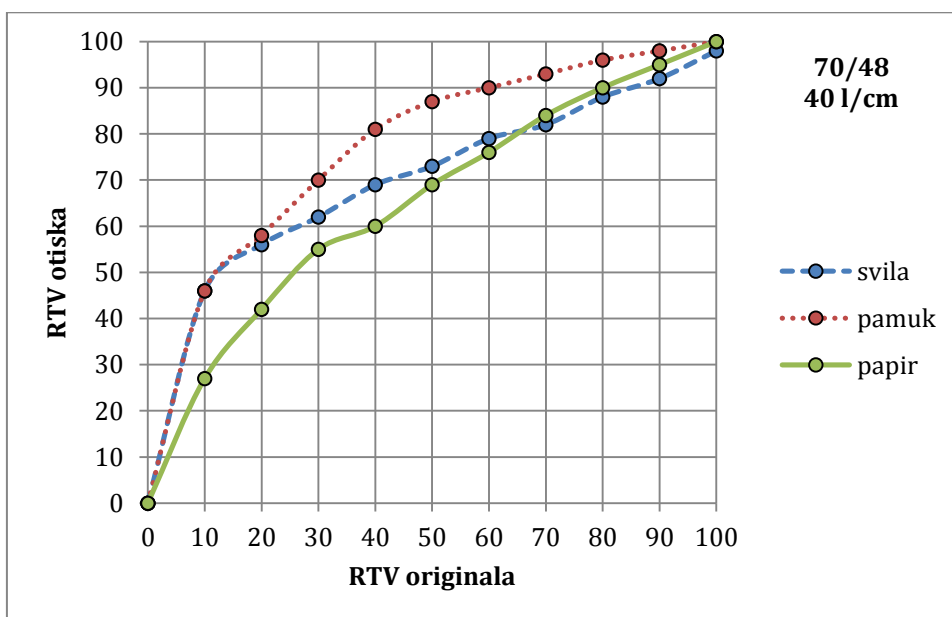
Grafikon 3.5. RTV – papir, svila, pamuk (140/34, 70 l/cm)



Grafikon 3.6. RTV – papir, svila, pamuk (140/34, 40 l/cm)



Grafikon 3.7.RTV – papir, svila, pamuk(70/48, 70 l/cm)



Grafikon 3.8.RTV – papir, svila, pamuk(70/48,40 l/cm)

Na temelju izrađenih otisaka testnih karata i izmjerenih vrijednosti može se odrediti RTV kod definiranih uvjeta tiska. Konstruirane su krivulje koje prikazuju promjene RTV na otiscima kod sve tri tiskovne podloge kod različitih uvjeta tiska (dvije linijature sitotiskarske mrežice i dvije linijature rastera), a prikazane su u grafikonima od 3.5. do 3.8.. Promjena RTV sagledava se u odnosu na zamišljeni pravac pod 45° koji znači da promjene u tisku u odnosu na nominalne vrijednosti na tiskovnoj formi nema. Prema tome veće odstupanje od zamišljenog pravca prikazuje i veći prirast RTV u tisku i obrnuto.

Kod reprodukcije primjenom šablone 140/34 sa linijaturom od 70 l/cm vidljivo je da je prirast RTV generalno nešto veći kod papira i pamuka, dok je kod svile manji za 10%. Prirast RTV izmjeren na polju od 50% RTV na papiru iznosi 19%, na svili iznosi 11%, a na pamuku iznosi 18%. Značajno odstupanje uočeno je kod papira primjenom grublje linijature rastera odnosno na šablone 140/34 sa linijaturom od 40 l/cm, gdje prirast RTV kod 50% iznosi 34%. Temeljem prirasta RTV može se uočiti da je reprodukcija na papiru previše tamna što se može poistovjetiti i sa lošom kvalitetom tiska. Prirast RTV u tisku kod 50% RTV na svili iznosi 15%, dok na pamuku iznosi 13% te nema značajne razlike između navedenih tiskovnih podloga. Može se zaključiti da finija linijatura mrežice u kombinaciji sa grubim rasterima daje visok prirast RTV što nije dobra kombinacija za kvalitetni tisak.

Primjenom grublje linijature mrežice na šablone (70 l/cm) prirast RTV je značajno veći (20-30%) u odnosu na finiju linijaturu (140 l/cm). Prirast RTV izmjeren na polju od 50% RTV (raster 40 l/cm) na papiru iznosi 19%, na svili iznosi 23%, a na pamuku iznosi 37%. Najveća promjena zabilježena je kod pamuka i to za +24%, zatim kod svile +8% dok na papiru nema značajnije promjene uslijed promjene linijature mrežice. Reprodukcije koje imaju prirast RTV kod 50% RTV iznad 23% smatraju se lošom reprodukcijom, odnosno uvjeti tiska nisu zadovoljavajući.

Primjenom finije linijature rastera taj prirast RTV (na 50% RTV) dodatno raste pa tako na papiru iznosi 31%, na pamuku i svili 39%. Može se zaključiti da gruba linijatura mrežice u kombinaciji sa finom linijaturom rastera daje značajan prirast u tisku te ova kombinacija nije pogodna za izradu kvalitetne reprodukcije.

4. Zaključak

Cilj diplomskog rada bio je ispitati i objasniti rastersku reprodukciju na tri tiskovne podloge kod definiranih uvjera reprodukcije. Analizom otisaka denzitometrijskom metodom dobivene su vrijednosti gustoće obojenja i rastertonske vrijednosti koje daju relevantne podatke o kvaliteti reprodukcije. Tehnikom sitotiska moguća je reprodukcija na širok raspon tiskovnih podloga, međutim sam postupak pripreme i reprodukcije potrebno je prilagoditi za svaki materijal. Za potrebe ovog rada koristile su se tri tiskovne podloge (svila, pamuk i papir), dvije vrste sitotiskarske mrežice (140/34 i 70/48), dvije linijature rastera (70 i 40 l/cm) i plastisol bojilo.

Iz dobivenih grafikona je vidljivo da je kod različitih vrsta šablona gustoća obojenja ovisno s tiskovnim podlogama značajno različita. Gustoća obojenja je veća kod više upojnih materijala, odnosno tiskovnih podloga grublje površinske strukture. Kod reprodukcije sa šablonom finije strukture mrežice (140/34) sa finijom linijaturom rastera (70 l/cm) najveća gustoća obojenja je na papiru, a najmanja na pamuku. Primjenom grublje linijature rastera (40 l/cm) sa istom linijaturom mrežice šablone, gustoća obojenja kod sve tri tiskovne podloge generalno je veća za 0,10. Kod šablone sa grubljom strukturom mrežice (70/48) i finijom linijaturom rastera od 70 l/cm gustoća obojenja kod svih tiskovnih podloga je veća nego kod 140 linijske mrežice. Međutim, najveća gustoća obojenja je kod svile, a najmanja kod papira. Primjenom grublje linijature rastera (40 l/cm), gustoća obojenja je generalno manja na svim tiskovnim podlogama.

Prirast RTV neizbježna je pojava koja se uvijek pojavljuje u tiskovnom procesu, a svaka promjena RTV sagledava se u odnosu na zamišljeni pravac pod 45° , gdje svako odstupanje od tog zamišljenog pravca prikazuje i prirast RTV u tisku. Kod reprodukcije sa šablonom sa 140 linijskom mrežicom i finijom linijaturom rastera, najmanji prirast RTV je kod svile, dok je kod papira i pamuka veći za oko 10%. Značajnije odstupanje prirasta RTV je kod papira primjenom grublje linijature rastera, dok kod svile i pamuka nema značajnije razlike. Prema tome, može se zaključiti da finija linijatura sitotiskarske mrežice u kombinaciji sa grubim rasterima daje visok prirast RTV što nije dobra kombinacija za kvalitetni tisak. Primjenom grublje linijature mrežice prirast RTV je značajno veći kod reprodukcije sa obje linijature rastera. Taj prirast RTV kod 50% RTV je iznad 23% što se smatra lošom reprodukcijom, odnosno uvjeti tiska nisu zadovoljavajući. Dakle, gruba linijatura sitotiskarske mrežice nije pogodna za izradu kvalitetne reprodukcije.

Na izradu kvalitetne rasterske reprodukcije preporuča se finija linijatura sitotiskarske mrežice sa finijom linijaturom rastera, a što se tiče tiskovne podoge, najpogodnija je svila, odnosno tiskovne podloge koje nemaju grubu površinsku strukturu.

U Varaždinu, 30.06.2017.

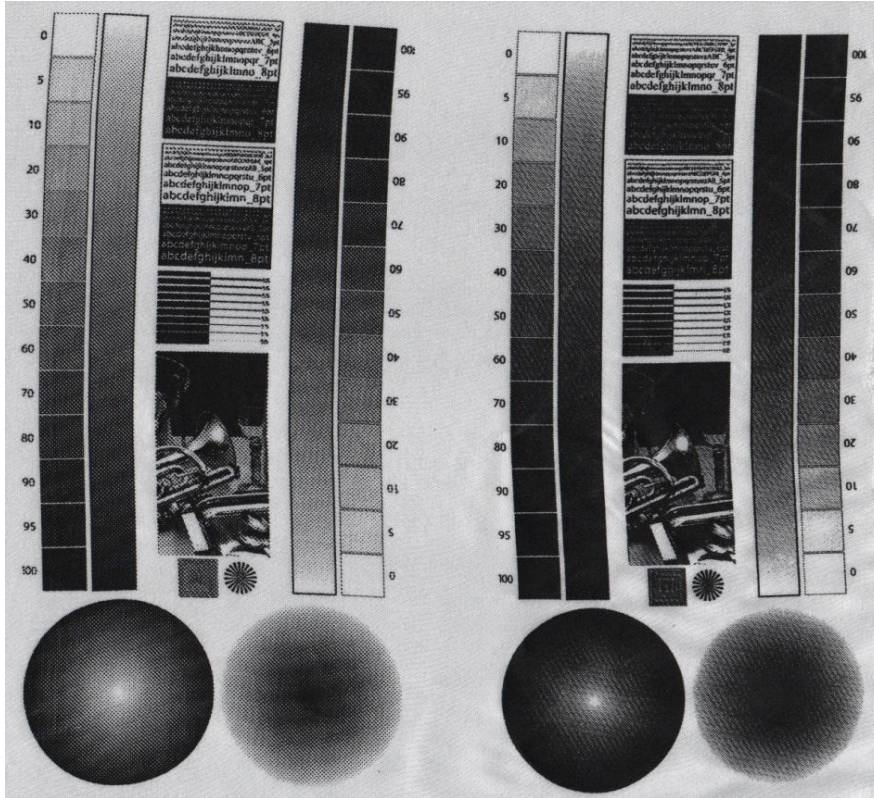
Ines Vuković

5. Literatura

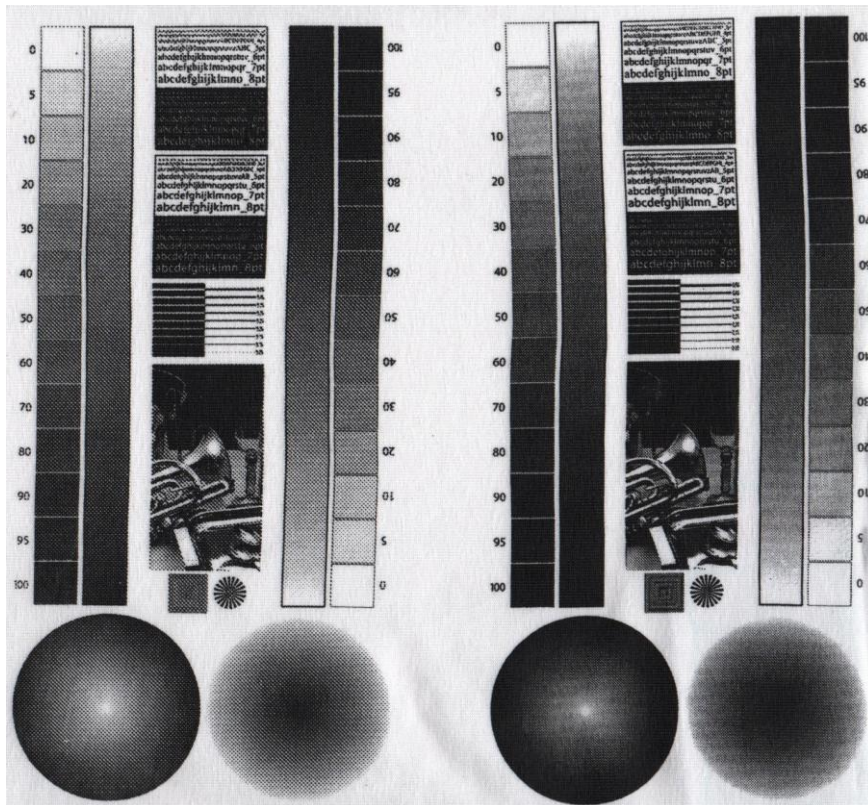
- [1] <http://www.adriascreen-tiskara.hr/05%20Povijest%20tiska/Povijest%20tiska.html>(Dostupno 10.11.2015.)
- [2] http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MR%20rad%20Igor%20Majnaric.pdf (Dostupno 10.11.2015.)
- [3] http://eprints.grf.unizg.hr/215re0/1/DB346_Gataric_Ivan.pdf (Dostupno 10.11.2015.)
- [4] https://bib.irb.hr/datoteka/715823.DINO_OSI_ZAVRNI_RAD_final.pdf (Dostupno 10.11.2015.)
- [5] Vladimir Mesić: Tehnologija knjigotiska, Zagreb 1970., Grafički školski centar
- [6] http://gogss.hr/wp-content/uploads/2012/10/graficka_tehnologija_prvi_razred.pdf (Dostupno 11.11.2015.)
- [7] Marin Milković: Tiskovne forme predavanja, Veleučilište u Varaždinu, 2012.
- [8] Sefar AG : Priručnik za sitotiskare, Zagreb 2001., Hrvatska udruga sitotiskara
- [9] Vladimir Anić, Ivo Goldestein: Rječnik stranih riječi, Zagreb 1999., Novi Liber
- [10] Damir Vusić: Sitotiskarska prezentacija, Veleučilište u Varaždinu, 2014
- [11] http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%209a.pdf (Dostupno 10.8.2016)
- [12] <http://materijali.grf.unizg.hr/media/duboki%20sito%20%5BCompatibility%20Mode%5D.pdf> (Dostupno 10.8.2016.)
- [13] http://eprints.grf.unizg.hr/1494/1/DB318_Miljkovic_Mauro.pdf(Dostupno 19.8.2016.)
- [14] http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf(Dostupno 19.8.2016)
- [15] http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/OSNOVE%20O%20BOJI%203.dio.pdf (Dostupno 20.8.2016.)
- [16] http://gogss.hr/wp-content/uploads/2014/05/grafi%C4%8Dka_tehnologija_drugi.pdf (Dostupno 20.8.2016.)
- [17] Valdec D., Čerepinko D., Tomiša M.: Analitički pristup u određivanju geometrijskog prirasta RTV kod AM i FM rasterske tehnologije, Sveučilište Sjever, Koprivnica 2015

Prilozi

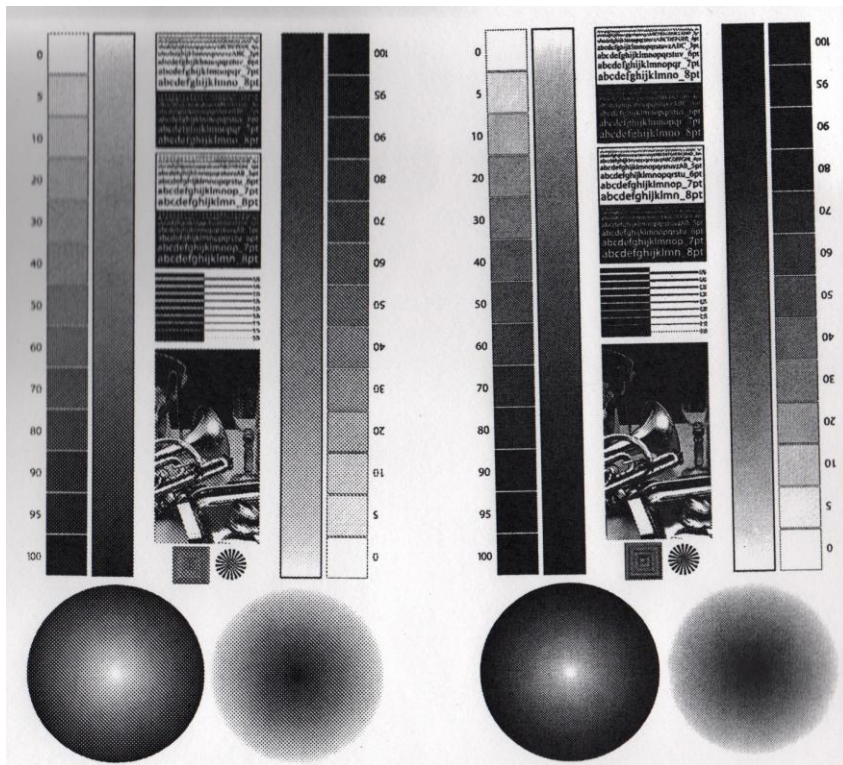
U nastavku su fotografije otisnutih uzoraka.



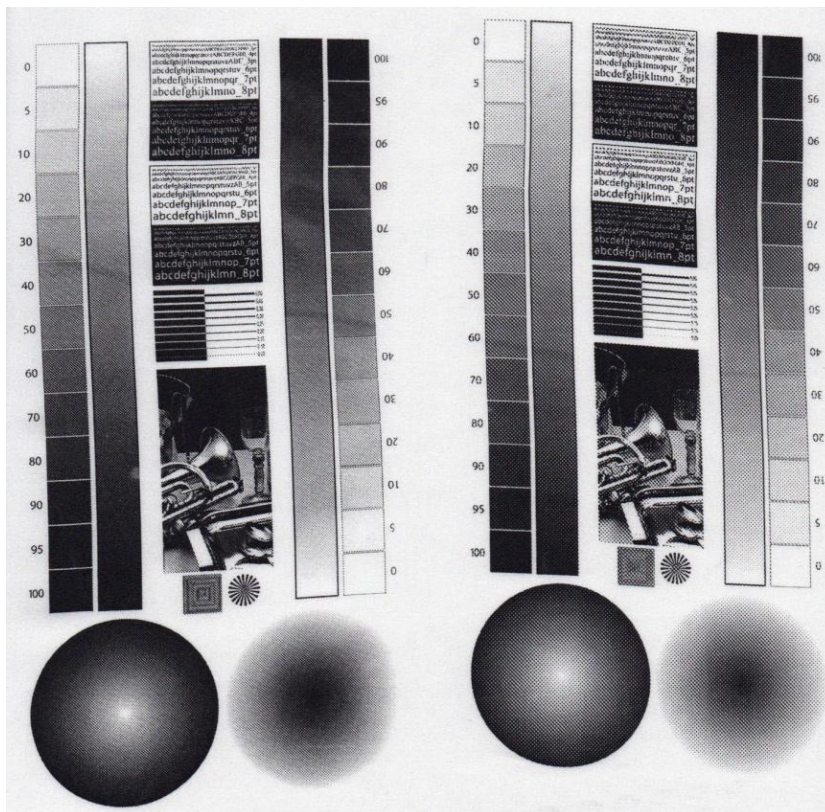
Otisak na svili, 140/34



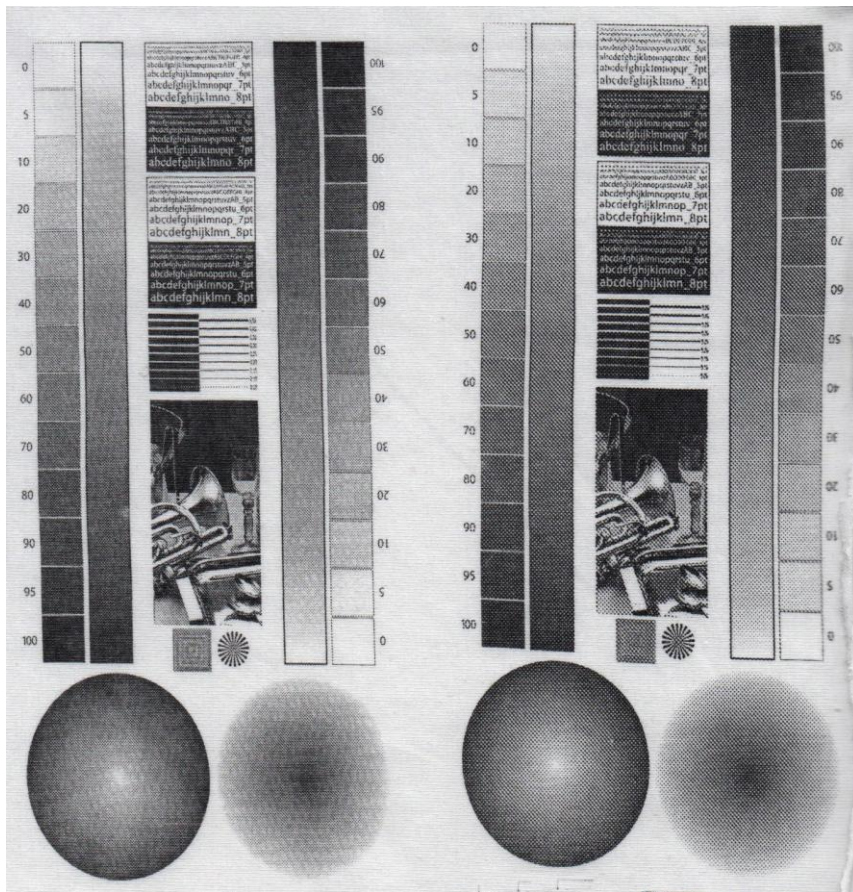
Otisak na pamuku, 140/34



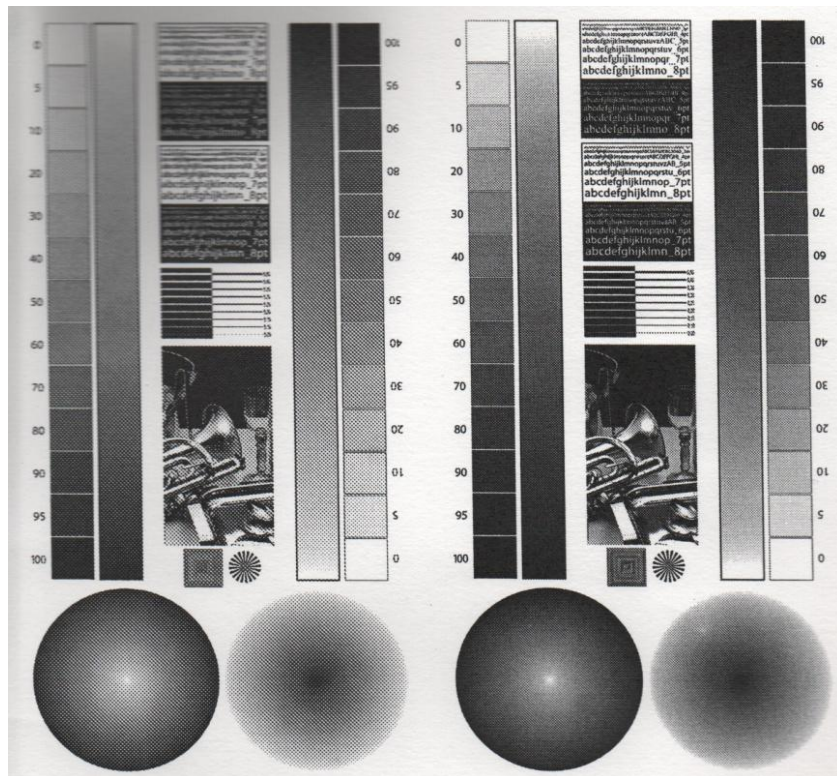
Otisak na papiru, 140/34



Otisak na svili, 70/48



Otisak na pamuku, 70/48



Otisak na papiru, 70/48