

# Deformacija rasterskih elemenata digitalnog i klasičnog otiskivanja na tekstil

---

Mateković, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2016

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:556917>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-03**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
GRAFIČKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Iva Mateković

Smjer: tehničko-tehnološki



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

# DIPLOMSKI RAD

Deformacija rasterskih elemenata digitalnog i klasičnog  
otiskivanja na tekstil

Mentor:  
doc. dr. sc. Igor Zjakić

Student:  
Iva Mateković

Zagreb, 2016.

## ZAHVALE

Zahvaljujem se Poštovanom doc. dr. sc. Igor Zjakiću što je prihvatio moju temu i pružio mi svu pomoć oko pisanja ovog diplomskog rada. Također, izražavam zahvalu sitotiskari DinSar te svim njenim zaposlenicima koja mi je omogućila izradu eksperimentalnog dijela ovog diplomskog rada.

## SAŽETAK

Za tisak tekstilnih materijala upotrebljavaju se dvije tehnike tiska: Sitotisak i Ink jet tisak. Pri otiskivanju u sitotisku, potrebno je napraviti fiksnu tiskovnu formu, dok se kod ink jet-a tekuće bojilo direktno nanaša na tekstilnu podlogu. Kvaliteta reprodukcije na tekstilne materijale izrazito ovisi o sirovinskom sastavu tkanina (upojnost tkanine, dimenzionalna stabilnost), tkanju (dužina, čvrstoća, finoća i savitljivost vlakna), te površinskoj obradi. U ovom radu

## KLJUČNE RIJEČI

Sitotisak, sublimacijski preslikači, termo preslikači, dot gain.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.2 SITOTISAK.....	2
2.2.1 Povjest i razvoj sitotiska .....	2
2.2.2 Osnovni princip otiskivanja .....	3
2.2.3. Okviri za sitotisak .....	6
2.2.4 Materijali za izradu okvira.....	6
2.2.5Profili okvira .....	7
2.2.6. Napinjanje okvira.....	8
2.2.7 Sitotiskarske mrežice .....	10
2.2.8 Šablona.....	12
2.2.9. Tiskovne podloge u sitotisku .....	15
2.2.8. Sitotiskarsko bojilo .....	16
2.2.11 Sitotiskarski strojevi.....	17
2.3. Termotransfer tisak .....	23
2.4. Sublimacijski tisak preslikačima.....	30
3. EKSPERIMENTALNI DIO .....	32
3.1 Cilj i svrha istraživanja .....	32
3.2 Metodologija istraživanja.....	32
3.3. Izrada termotransfer preslikača.....	36
3.4 Izrada sublimacijskih preslikača .....	37
5. Rezultati istraživanja i diskusija rezultata.....	38
5.1 Termo preslikači .....	38
5.2 Sublimacijski preslikači .....	43
5.3 Termo preslikači .....	46
6. Ciljevi diplomskog rada.....	49
7. ZAKLJUČCI.....	50



## 1. UVOD

Sitotisk je jedna od najsvestranijih tehnika tiska. Njezina primjena je široka od umjetničkih reprodukcija do velikih tvorničkih naklada. Također i od otisaka malih dimenzija do onih velikih formata. Pomoću sitotiska može se tiskati na papir, tekstil, keramiku, plastiku i dr. Otisak može biti iz kotura, duge role ili na pojedinačne listove - arke. Također na objekte različitih materijala, sastava i oblika, kao što su staklo, šalice, reklamni paneli, majice, upaljači i ostalo. Tehnika sitotiska se najčešće se koristi kod tiska na tekstil. Ima mogućnost nanošenja većeg sloja debljine bojila. Otisak je reljefan ima veliku pokrivenost, te s time ujedno i duži vijek trajanja. U usporedbi s drugim tehnikama tiska, kvaliteta sitotiska nije velika, zbog nepravilnog oblika reproduciranih rasterskih točkica.

Termotransferni tisak na tekstil – THT (textil heat transfer) je postupak kojim željeni dizajn otisnemo na fleksibilnu podlogu i nakon toga otisak pomoću termo preše transferiramo na tkaninu.

Sublimacijski tisak spada u još jednu podgrupu inkjet tiska. Njegova glavna karakteristika, po kojoj je i dobio ime je to što se završni stupanj u procesu tiska zasniva na prijelazu tintnih čestica iz krutog u plinovito stanjem bez tekućeg stanja kao međufaze. U praksi to znači da se sublimacijska boja otisne inkjet putem na tkaninu ili papir te se onda u preši pod visokim pritiskom i temperaturom (cca 200 stup. C) prenosi na materijal gdje se polimerizira (sjedinijuje) sa molekulama tkanine i postaje njezin neodvojivi dio. Na taj način boja postane puno intenzivnija i otporna na mehaničke utjecaje, pranje, peglanje...

tako se sublimacijskim postupkom boja može prenijeti sa papira na različite predmete, od kape do olovke ili mobitela ...

Cilj ispitivanja je analizirati otiske na tri različite tekstilne podloge te tri različite tiskarske tehnike i prikazati najintenzivniju i najmanju ostvarenu kolornu vrijednost.



## 2. TEORIJSKI DIO

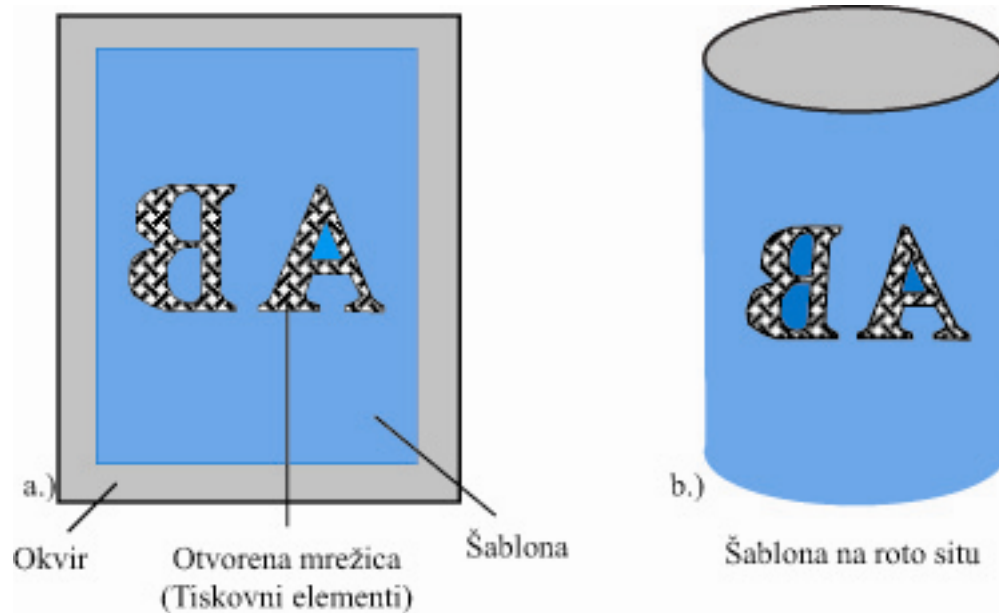
### 2.2 SITOTISAK

#### 2.2.1 Povjest i razvoj sitotiska

U različitim vremenskim periodima razdoblja čovječanstva, primjenjivale su se različite tehnike otiskivanja. U Kini već u 3. st. riječ je o visokom tisku koji koristi drvena slova. Izrađena su od drveta kruške ili trešnje. Od tehnika propusnog tiska, prvo se koristio šablonski tisak, dok je sitotisak novija tehnika tiska. Pojavila se kao prijava za patent 1907.g. kada je Samuel Simons primjenio svilenu gazu koja se koristila za prosijanje brašna, kao materijal za šablonu. Ubrzo nakon toga se počela primjenjivati tkanina, te je nastala običnim tkanjem. To je omogućilo preciznije tiskanje i poboljšano nanašanje boje. Svilena gaza koju je preporučio Samuel Simons tkana je od odabranog svilenog prediva s jednom niti. Da bi se spriječilo da niti kliznu i blokiraju tkaninu, osmišljena je posebna tehnika tkanja zvana „keper“. Kasnija pojava sintetičkih vlakana je pridonijela poboljšanju kvalitete sitotiska, povećanju i rasponu potencijalnih primjena. Tako je i Serigrafija, koju su prvobitno koristili umjetnici, postala industrijska tiskarska tehnika.

Prve sitotiskarske tkanine koje su posebno razvijene za sitotisak bile su izrađene od svilenog prediva s više niti. Time je omogućeno povećanje na 90 niti/cm. S druge strane, sintetičke tkanine su bile slične svilenim tkaninama, ali su se znatno lakše napinjale. Osim toga bila su neosjetljiva na vodu i otporna na djelovanje kemikalija. Te karakteristike su donijele revoluciju jer su tehnologiji sitotiska omogućile da se koristi svim zamislivim sustavima boje i materijalima. Uspjeh tekstilne industrije u proizvodnji tkanina s jednom niti omogućio je daljnji razvoj sitotiska. Tkanine s jednom niti mogu se proizvoditi sa znatno tanjim i konzistentnijim promjerima nego tkanine s više niti. Tako su se mogle proizvesti mrežice i do 200 niti/cm bez gubitka otvora mrežice u usporedbi s tkanjima s više niti. To je otvorilo nova tržišta za sitotisak, što je rezultiralo s tiskom na elektronicu, keramici, pakiranju, etiketama raznim i sl. Unatoč zadovoljavajućem rastu djelatnosti sitotiska, istraživanje i razvoj i dalje se nastavlja. Testiraju se novi materijali, zajedno s različitom obradom tkanina i novim tehnikama tkanja. Time je sitotiskarska djelatnost držala korak sa sve većim zahtjevima i očekivanjima.

## 2.2.2 Osnovni princip otiskivanja



Od četiri glavnih tehnika tiska, sitotisak spada u propusni tisak. Kod svih tehnika boja se nanosi na tiskovnu formu te se pritiskom prenosi na prijenosni medij ili tiskovnu podlogu. No sitotisak je specifičan po tome što jedino kod ove tehnike tiska boja prolazi kroz tiskovnu formu.

Tiskovna forma je alat (naprava) koji ima ulogu selektivnog prihvaćanja tiskarskog bojila. Svaka tiskovna forma sadrži dvije vrste površina: tiskovne elemente (prenose tiskarsko bojilo) i slobodne površine (uloga je odvajanje tiskovnih elemenata i stvaranje bjelina na otisku). Za različite oblike tiskovnih podloga i tiskovna forma može biti ravna ili zaobljena. Sitotisak je tehnika tiska u kojoj tiskovnu formu predstavlja sito odnosno mrežica napeta na okvir.

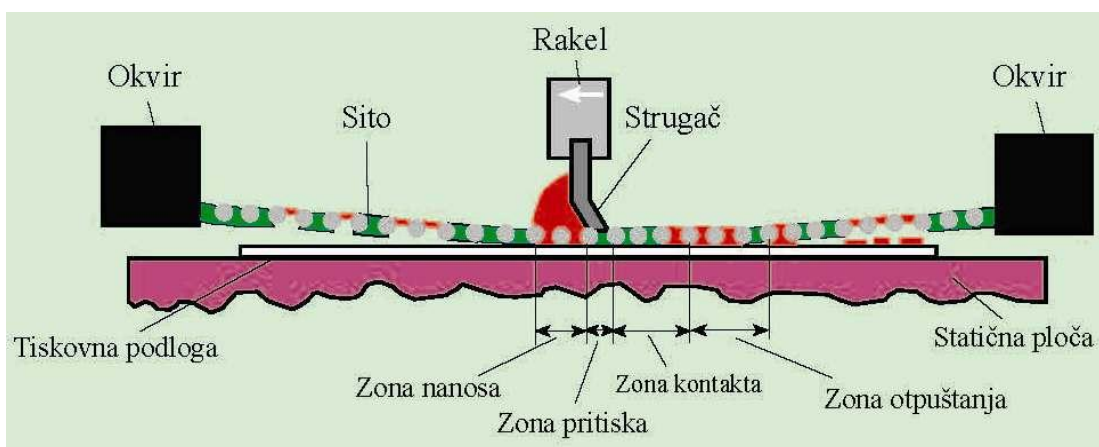
Slika 1: Oblici tiskovne forme a.) Ravna tiskovna forma b.) Cilindrična tiskovna forma

Izvor: [http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%207a.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%207a.pdf)

(05.06.2016.)

## Princip otiskivanja u sitotisku

Tijekom otiskivanja, rakel protiskuje bojilo po cijeloj tiskovnoj formi. Bojilo se nalazi ispred rakela. Pritom se formiraju tri zone koje se javljaju prilikom otiskivanja. Zona pritiska gdje rakel protiskuje bojilo kroz sito. Zona nanosa u kojoj bojilo prolazi kroz tiskovne površine. Iza rakela su zone kontakta sitotiskarske mrežice i tiskovne podloge, te u zoni otpuštanja sitotiskarska mrežica se postepeno odvaja od tiskovne podloge ostavljajući bojilo, otisak. Prilikom procesa otiskivanja okvir sa sitom i ploča sa tiskovnom podlogom su statične.



Slika 2: Princip nastajanja otiska u sitotisku

Izvor:[http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%209a.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%209a.pdf)

(05.06.2016.)

## *Rakel*

Rakel ili protiskivač je alat pomoću kojeg se vrši otiskivanje, odnosno pomoću njega se protiskuje tiskarsko bojilo kroz šablonu. Izrađeni su od prirodne ili sintetičke gume ili od poliuretana. Oni od prirodne ili sintetičke gume se brže troše, no oni su manje skloni prikupljanju statičkog elektriciteta. Rakeli od poliuretana imaju bolju otpornost na abraziju, ali lakše na sebe prikupljaju elektrostatski naboj. Rakele odmah nakon tiskanja treba očistiti, jer preduga izloženost raznim otapalima može dovesti da nabubre čime oštrica postane valovita i neupotrebljiva. Rubovi moraju biti oštri i ravni bez rupica i nabora. Rakel se izrađuje u različitim

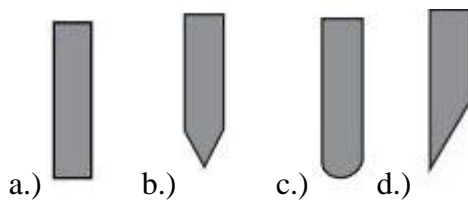
bojama ovisno o njegovoj tvrdoći, te se za postizanje kvalitetnog otiskivanja izgled i oblik njegovog vrha mora prilagoditi tiskovnoj podlozi. Najčešći oblici rakela prikazani su na slici 3.



Slika 3: Oblici rakela

Izvor: [http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%209a.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%209a.pdf)

(05.06.2016.)



Slika 4: Oblici oštrice rakela a.) Kvadratičan b.) Dvostruko brušen c.) Zaobljen  
d.) Jednostruko brušen

Izvor: [http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%209a.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%209a.pdf)

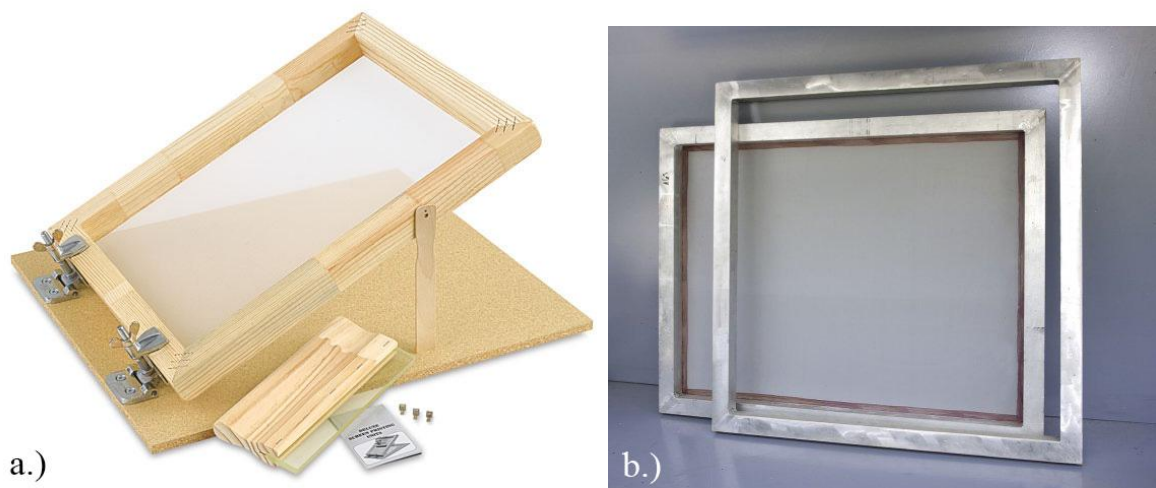
(05.06.2016.)

### **2.2.3. Okviri za sitotisak**

Konstrukcija okvira mora biti takva da on može čvrsto držati mrežicu koja je prethodno čvrsto napeta na njemu. Također treba biti što je više moguće otporan na mehaničke deformacije, kao i na razne kemikalije koje se primjenjuju tijekom izrade šablone i procesa otiskivanja, te na bojila, otapala i sredstva za čišćenje. Sastavni dijelovi okvira moraju biti posve stabilni i ravni. Ukoliko je potrebno mora ih se izravnati jer iskrivljeni dijelovi utječu na kvalitetu otiskivanja što može uzrokovati pogreške u registru. Veličina okvira se definira ovisno o željenoj površini za tiskanje i o tipu tiska, te treba uvijek postojati i prikladna zona izvan površine na kojoj se tiska. To je potrebno radi manipulacije tiskarskim bojilom koje se određuje testiranjem prikladnim za svaki tip stroja. Premali prostor za boju može dovesti do poteškoća sa registrom i prouzročiti lošu kvalitetu tiska. Mala težina okvira je također bitna za jednostavnije rukovanje. Kod tiska na tekstil, veličina površine koja se može tiskati i okvira mora se prilagoditi sustavu rakela, te uputama proizvođača stroja.

### **2.2.4 Materijali za izradu okvira**

Od materijala za izradu okvira koriste se: drvo, plastika, metal. Najpogodniji su drvo i aluminij, pri čemu se aluminijski okviri češće koriste. Drveni okvir je ekonomoski povoljniji, jednostavnije je napinjanje mrežice, a i rukovanje je lakše. Kod promjena relativne vlažnosti i temperature, drveni okviri podliježu bubrenju, počinju se savijati i skupljati, te imaju kraći vijek trajanja. To su najveći nedostaci drvenih okvira koji dovode do lošije kvalitete otiska, promjene u registru te je ih je zbog toga bolje izbjegavati (posebice kod preciznijih radova). Ti nedostaci se mogu umanjiti lakiranjem okvira dvokomponentnim lakom koji štiti drvo od vode i otapala. Metalni okviri imaju više prednosti. Nema bubrenja i savijanja, otporni su na kemikalije i trajnost im je veća. Imaju dobru otpornost na koroziju i lako se čiste. Mogu se koristiti za napinjanje svih vrsta mrežica, te postoji širok izbor poprečnih presjeka. Općenita prednost metalnih okvira je što mogu mijenjati format, a ono najbitnije je što nećemo imati problema sa „paserom“. Nedostatak je što su skuplji od drvenih i napinjanje mrežica je zahtjevnije. Čelični okviri imaju također brojne prednosti, međutim za razliku od aluminijskih okvira, nedostatak im je sklonost hrđanju i njihova velika masa.



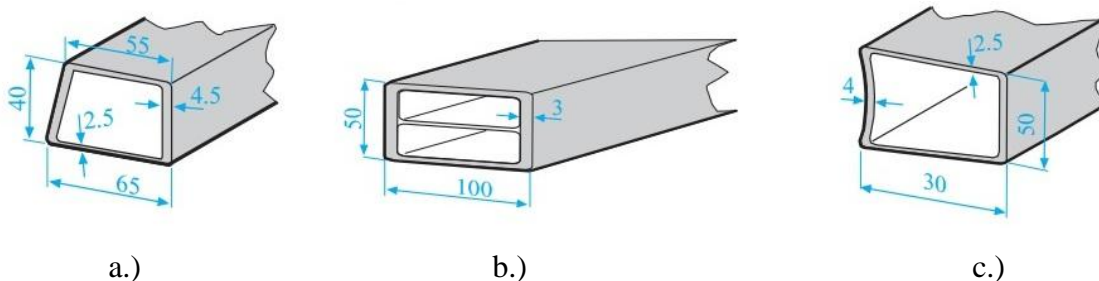
Slika 5: Najčešće korišteni okviri u sitotisku: a.) Drveni okvir b.) Aluminijski okvir

Izvor: <http://www.njuskalo.hr/strojevi-sitotisak/sitotisak-gotovi-aluminijski-oviri-sita-oglas-11860668>

(05.06.2016.)

### 2.2.5 Profili okvira

Profil i debljina stjenke okvira su segmenti koji utječu na dimenzionalnu stabilnost tiskovne forme za sitotisak. Razlikujemo pravokutne i specijalne profile. Pravokutni profili su sa četiri identične debljine stjenke dok specijalni presjeci mogu biti sa pojačanom okomitom stjenkom, kosim unutrašnjim rubom, unutrašnjim podupiračem, konkavnim rubom, konkavnim rubom koji je iskošen prema van, L presjek i ravna čelična traka.



Slika 6: Najčešći profili okvira: a.) Profil s kosim unutrašnjim rubom b.) Profil s unutrašnjim podupiračem c.) Profil s konkavnim rubom

Izvor: [http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%207b.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%207b.pdf)

(05.06.2016.)

## 2.2.6. Napinjanje okvira

Prije samog napinjanja sita, vrlo je važno pripremiti okvire. Okviri ne smiju imati oštre rubove niti šiljaste kutove. Sve to može oštetiti svilu. U početku okviri se moraju odmastiti pomoću acetona. Ne smiju se koristiti nikakva masna sredstva za čišćenje. Nakon odmašćivanja, okviri se premazuju istim sredstvom za prijanjanje kao što će se koristiti i za ljepljenje. Okviri koji nisu pjeskareni imaju jednu glatku površinu. Da bi se mrežica dobro prihvatila, tu stranu okvira potrebno je ogrubljeti postupkom pjeskarenja. Postupak se vrši upotrebom rotirajuće brusilice s brusnim papirom ili vlaknastom pločom namještenom na gumenu pozadinu. Ploče moraju biti obrađene sa brusnim papirom broj 24 ili 36. Moraju se dobiti ravni uglovi i rubovi.

Kod okvira koji su se već koristili bitno je ostrugati ostatke svile, boje i ljepila. Rubovi se moraju zaobliti kako ne bi poderali svilu. Kod napinjanja sita na okvir koriste se posebni uređaji temeljeni na rastezanju mrežice. Najbitnije je da je sitotiskarska mrežica jednako i jako napeta, kako bi se izbjegla kasnija deformacija slike. Ovisno o stupnju preciznosti razlikujemo tri osnovna pristupa odnosno sustava za napinjanje mrežice na okvir, a to su:

1. ručno napinjanje
2. mehaničko napinjanje
3. pneumatsko napinjanje

#### *Ručno napinjanje*

Ručno napinjanje vrši se manualno i izvodi se samo kod tiska na čvrstim i ravnim predmetima. Tako se napinju drveni okviri rukom uz pomoć držača i spajalica za napinjanje. Ono ne daje jednoliku napetost mrežice, te može lako doći do njezinog oštećenja.

#### *Mehaničko napinjanje*

Mehaničko napinjanje se vrši pomoću specijalnih uređaja koji ovisno o dimenzijama mogu napeti nekoliko okvira odjednom, što dovodi do povećanja produktivnosti. Navedeni uređaji se mogu podjeliti na:

- samonapinjajuće sitotiskarske okvire
- strojeve za napinjanje sa osovinom
- strojeve za napinjanje sa šipkama
- strojeve za napinjanje s jednostrukim stezaljkama

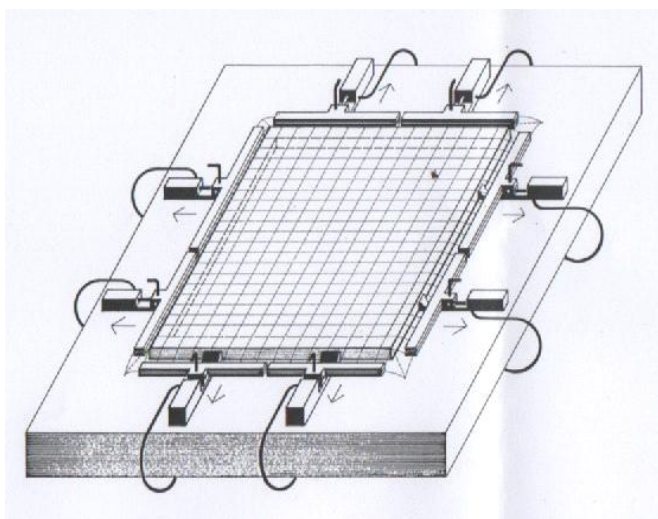
#### *Pneumatsko napinjanje*

Pneumatsko napinjanje vrši se pomoću strojeva koji se sastoje od više stezaljki koji su sa svake strane okvira zasebno, međutim međusobno su povezani i djeluju sinhrono. Stezače pokreće komprimirani zrak, a broj upotrebljenih stezaljki ovisi o veličini okvira. Sitotiskarska svila se mora nategnuti tako da su niti osnovne i potke točno pod kutem od  $90^0$ . Zbroj sveukupnih dužina natezača ne smije prijeći dužinu okvira za tiskanje, te se natezači moraju poravnati usporedno jedan do drugog i povlačiti jednako i istodobno mrežicu.

Kod pneumatskih strojeva postoje dva načina za dovod komprimiranog zraka: sustav s jednostrukim krugom i sustav s dvostrukim krugom. Oba sustava tako osiguravaju optimalno, ravnomjerno napinjanje sitotiskarske mrežice preko cijelog okvira. Prilikom napinjanja svile pod



određenim kutem, važno je da kod višebojnog tiska niti svile i linije koje se tiskaju ne budu međusobno paralelne. Dopusitva napetost ovisi o snazi pucanja određene svile, čiji je otpor na rastezanje važan čimbenik za osiguravanje ispravnog registra i određivanje pravilne udaljenosti između sita i tiskovne podloge. Napetost se mjeri u paskalima ( $N/cm^2$ ) odnosno ( $kp/cm^2$ ). Kod višebojnog tiska također je neophodno da sva sita imaju jednoliku napetost. Poteškoće prilikom otiskivanja mogu nastati ukoliko se prilikom napinjanja ne uzme u obzir da napeto sito može olabaviti oko 10-20% unutar 24 sata i zato ukoliko se zahtjeva precizan registar potrebno je sito ostaviti da miruje 24 sata prije same izrade šablone.



Slika 7: Pneumatsko napinjanje sitotiskarske mrežice na okvir

Izvor:[http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%207c.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%207c.pdf)

(20.06.2016.)

### 2.2.7 Sitotiskarske mrežice

Rastezanje sitotiskarske mrežice jedna je od važnijih karakteristika u sitotisku. Samim time postupak napinjanja uvjetovan je i jakošću mrežice. Ono izravno utječe na preciznost registra i dimenziju otisnute slike i odvajanje od tiskovne podloge. Sitotiskarska mrežica je definirana sa različitim stupnjevima gustoće odnosno brojem niti po dužinskom centimetru. Samim time označivanje 120/34 nam govori da tkanina ima 120 niti po cm, pri čemu je nominalni promjer niti od 34 mikrona.

Dodatne oznake na mrežici opisuju dodatna svojstva kao što su:

W= bijela mrežica

Y= žuta mrežica

CY= obojano ispredeno, žuto

PW= obično tkanje

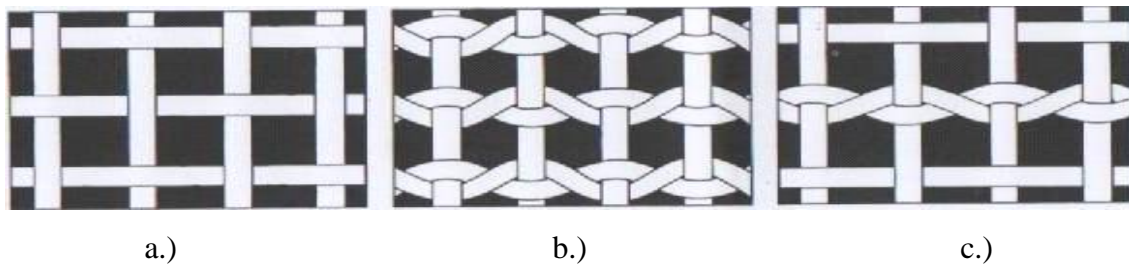
TW= keper tkanje

OSC= jednostrana kalindrirana

Pri izboru mrežice potrebno je poznavati i veličine kao što su širina ili otvor očice, relativna površina očice i debljina tkanja. Tako će veći broj niti dati bolju kvalitetu otiska koja se najviše očituje po oštrini rubova otiska. Jedan od zadataka mrežice je i dobro nanašanje šablone. Samim time razlikujemo one koje su napravljene od tanjih niti i debljih niti i onih koje su napravljene njihovom kombinacijom.

Vrste mrežica specificirane su tipom tkanja one mogu biti:

- obično tkane
- TIFT tkane
- mlinarsko tkane (kombinacija prva dva tkanja)



Slika 4: Prikaz tkanja u mrežicama za sitotisak: a.) Obično tkanje b.) TIFT tkanje  
c.) Mlinarsko tkanje

Izvor: [http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%207a.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%207a.pdf)

(21.06.2016.)

Sirovine od kojih se izrađuju mrežice mogu biti: prirodni, metalni i sintetski. Sintetske sitotiskarske mrežice su idealne za izradu šablona. Najčešće se koriste poliamidne (najlon) mrežice i polisterske mrežice. Svojstva polisterskih mrežica su: visoka elastičnost, visoka otpornost na istezanje, dobra mehanička postojanost, visoka otpornost na svjetost i abraziju, te neosjetljivost na klimatske uvjete. Poliamidne mrežice također imaju visoku elastičnost, dobre karakteristike površinske napetosti, visoku otpornost na abraziju. Prednosti su im dobra rastezljivost, te mogućnost otiskivanja većih naklada. Skuplje su od prirodnih, ali jeftinije od metalnih mrežica. Također je moguć tisak kolora uz mogućnost primjene svih kemikalija (osim organskih otapala).

Sintetski materijali mogu se razlikovati po bojama koje predstavljaju određene karakteristike sita. Osim toga sintetske mrežice mogu biti izrađene od jedne niti (tada je površina glatka) ili od više niti, te pletenih u jedan snop (tada je površina hrapava). Stabilnost šablone ovisi o glatkosti mrežice. S povećanjem glatkosti raste i stabilnost „držanja“ šablone. Od prirodnih materijala koji se koriste za izradu mrežica najčešće se upotrebljava svila. Ona je ekonomski gledano najpovoljnija, sito ne puca pod pritiskom rakel, ima vrlo dobru elastičnost. Šablona se vrlo dobro prima zbog hrapavih niti, te može izdržati veće naklade. Nedostatak im je taj što se šablona teško uklanja, osjetljive su na sve lužine i jake kiseline.

Metalne mrežice su pogodne za tisak sa vrućim tiskarskim bojilima. Mrežice od ovog materijala su najskuplje, ali i najtrajnije. Njihova velika prednost je mogućnost tiska visokokvalitetnih reprodukcija jer mogu biti od glatke i hrapave površine. Podnose sve tipove kemikalija osim jakih kiselina. Metalno sito je male elastičnosti, te kod velikog pritiska može doći do trajne deformacije.

## **2.2.8 Šablona**

Šablona u suštini predstavlja motiv koji je potrebno otisnuti. Drugim riječima pomoću nje se na mrežici stvaraju propusni tiskovni elementi i zatvorene slobodne površine. Da bi se izradila jedna šablona, potrebno je primjeniti mehanički ili fotomehanički postupak.

Mehaničke šablone tako mogu biti: ručno rezane šablone, vodotopivi i ručno rezani film i celulozno ručno rezani film. Fotomehaničke šablone mogu nastati direktnim postupkom: šablona

sa emulzijom, šablona sa filmom i emulzijom, šablona sa filmom i vodom i indirektnim postupkom: šablone s emulzijskim filmom na bazi vode. Pomoću direktne šablone nije moguće dobiti oštre prijelaze odnosno rubove otiska i prijelaz je ovisan o finoći sita dok kod indirektno metode prijelaz je oštar i ne zavisi o finoći sita.

Prednosti mehaničkih šablona se očituje u oštirini rubova i dobrom prijanjanju uz sitotiskarsku mrežicu, te njeno lako uklanjanje sa šablone. Do poteškoća pri može doći zbog prljavština (sa ruku ili prljavština na strani filma), te naboran film, pri uporabi slab kontakt za vrijeme ljepljenja, nedovoljnog predtretiranja te sušenja pri velikoj temperaturi. Kod fotomehaničkih šablona moguće je ostvariti dobru mehaničku otpornost, otpornost na organska otapala i vrlo dobra oštirina kontura. Međutim, veći nedostatak im je izdržljivost i varijacija kvalitete tijekom otiskivanja.

### *Postupak izrade šablona*

Prilikom njezine izrade sva sitotiskarska sita bilo da se radi o novim ili već upotrebljenim potrebno je odmastiti. Razlog tome su moguća onečišćenja nastala rukovanjem ili djelovanjem adekvatnim sredstvima iz zraka. Nakon odmaščivanja, sita se ne smiju ponovo dirati, te se emulzije ili film emulzije moraju nanjeti odmah nakon odmaščivanja. U suprotnome ako se ostave na zraku mogu ponovno privući masnoću ili prašinu. Daljnji postupak izrade sastoji se od nekoliko osnovnih segmenata, a to su: sušenje, premazivanje, sušenje, osvjetljavanje, razvijanje, sušenje i retuširanje. Kod nekih postupaka izrade imamo i dodatne postupke izrade kao što su nanos sredstva za vlaženje, hrapavljenje, učvrščivanje, prenošenje i slično.

Pri izradi šablone za tisak na tekstil mora se paziti na emulziju koja će se mora nanjeti u debljem sloju. Prethodno je potrebno pripremiti emulziju. Tako je fotoosjetljivi senzibilizator (prah žute boje) potrebno pomješati sa nosećom otopinom kako bih se mogao jednoliko nanjeti na površinu mrežice (navući navlakačem). Kako bih se postigao ujednačeni sloj, nanašanje se izvodi na suho sito sa obje strane. Proces oslojavanja završava sušenjem u trajanju od 45 min. Ova faza izvodi se u tamnoj komori kako ne bi došlo do neželjenih reakcija. Za potrebe ovog rada primjenjena je dvokomponentna „Dirasol 915 Universal“ fotoemulzija.



Slika 5: Korištena fotoemulzija Dirasol 915 Universal proizvođača Fujifilm

#### *Obnavljanje šablone za ponovnu upotrebu*

Nakon otiskivanja tiskarsko bojilo mora se isprati sa šablone preporučenom tekućinom za čišćenje. To je najpovoljnije učiniti neposredno nakon samog otiskivanja kako ne bih došlo do začepjenja otvora mrežice od strane bojila.

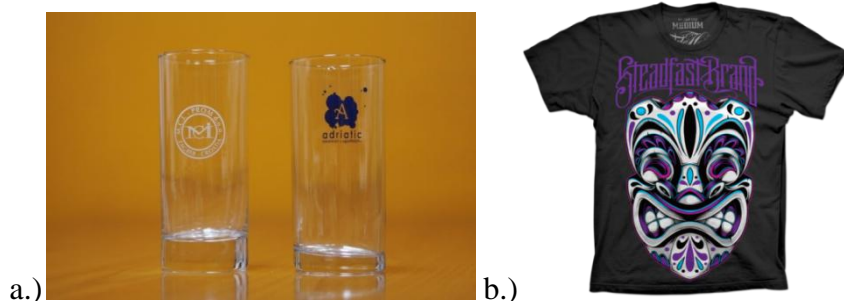
#### *Okviri za šablone*

Okviri za šablone imaju važnu ulogu kod osiguravanja preciznog registra te je neophodno uzeti u obzir linearni koeficijent toplinskog širenja i iskrivljavanje okvira napinjanjem sitotiskarske mrežice. Takvi okviri mogu biti konkavni ili konveksni.

### 2.2.9. Tiskovne podloge u sitotisku

Tehnikom sitotiska moguće je otiskivati na razne tiskovne materijale, samim time i na materijale različite upojnosti i površinske upojnosti. Upojne tiskovne materijale karakterizira penetracija tiskarskog bojila. Takvi materijali su: papir, karton, ljepenke, koža, drvo, tekstil. Neupojne materijale karakterizira zatvorenost površine koja ne upija tiskarsko bojilo. To su: staklo, metal, plastika, keramika i slično.

Sve tiskovne podloge neposredno prije tiska potrebno je prilagoditi optimalnim klimatskim uvjetima kako bi se postigla optimalna kvaliteta otiskivanja. Iznimno je važno tiskovni materijal aklimatizirati na uvjete u prostoriji za tiskanje. U idealnom slučaju ti uvjeti bi trebali biti i u prostorijama za skladištenje materijala. Ukoliko se prilikom otiskivanja upotrebljavaju papir, karton ili ljepenka, važni čimbenici koji utječu na kvalitetu tiska su temperatura i relativna vlažnost zraka. Takve podloge sadrže hidroskopna biljna vlakna koja mogu dovesti do dimenzionalne nestabilnosti i nepravilnosti tiskovne podloge, a time i do poteškoća s registrom i paserom. Ukoliko se prilikom otiskivanja koriste neupojne podloge (staklo, metal, plastika ili keramika) potrebno je njihovu površinu pripremiti procesima kao što su odmašćivanje pomoću pasta, eloksiranjem, te bombardiranjem površine ionima.



Slika 6: Otisak na podlozi: a.) neupojna podloga- staklo b.) upojna podloga- tekstil

Izvor: <http://www.pletenina-novska.com/hrv/proizvodiusluge>

(22.06.2016.)

### 2.2.8. Sitotiskarsko bojilo

Sitotiskarsko bojilo se priprema neposredno prije tiska. To se vrši tako da se u originalno gusto bojilo dodaje razrjeđivač koji regulira viskoznost. Osim toga u bojilo se mogu dodati usporivači, ubrzivači sušenja, te lakovi za površinsko lakiranje. U današnje vrijeme, plastizol bojila za sitotisak su gotove i kompletna, te njih nije potrebno mješati sa ostalim komponentama. Kako se u sitotisku koristi mnogo tiskovnih podloga sukladno tome postoje i više vrsta sitotiskarskih bojila.

To su:

- jednokomponentna tiskarska koja se suše penetracijom, hlapljenjem i oksipolimerizacijom
- dvokomponentna brzosušeća tiskarska bojila koja se suše hlapljenjem i isparavanjem

Najvažniji kriteriji koje sitotiskarsko bojilo mora zadovoljiti je: točna viskoznost koja samim time utječe na prolaz bojila kroz tiskovne elemente, brzinu tiska, debljinu nanosa na tiskovnoj podlozi, oštrinu rubova na otisku, te nanašanje boje na boju. Tiskarsko bojilo mora biti dobro prilagođeno s materijalom na koji se tiska. Određena vrsta grafičkog proizvoda također zahtjeva određenu vrstu tiskarskog bojila. Zato postoje slijedeće podvrste bojila:

- bojila sa mat efektom
- bojila sa sjajnim efektom
- transparentna bojila
- pokritna bojila
- fluorescentna bojila
- metalik bojila

Prilikom otiskivanja na teksil koriste se specijalno prilagođena tekstilna bojila. To su najčešće vodena tiskarska bojila i plastizol tiskarska bojila. Tekstilna tiskarska bojila na bazi vode mogu se razrijediti ili prati vodom. Nakon procesa fiksiranja ova tiskarska bojila su točnija i mekanija. Njihova prednost također je i u tome što su jeftinija i ekološki prihvatljivija. Vodene tiskarske

boje češće se koriste kod aplikacija na majice i druge odjevne predmete namjenjene masovnoj prodaji koje nalazimo u centrima i buticima.

Plastizol tiskarska bojila su na bazi aromatskih ugljikovodika. Razrjeđuju se posebnim otapalima zbog čega su ekološki nepovoljnija. Karakteristika ovih tiskarskih bojila je da su prilično gusta i pokrivna. Stoga se najčešće upotrebljavaju u ručnom sitotisku, te su značajnije skuplje od vodenih tekstilnih bojila.

### *PVC tiskarska bojila*

PVC tiskarska bojila su na bazi otapala i imaju široku primjenu. Koriste se za tisak na raznovrsne materijale i proizvode kao što su: kemijske olovke, privjesci, plastične boce, plastična kućišta, kišobrani itd. Naziv ovakvog bojila može se zahvaliti polivinil kloridu koji polimerizira tijekom procesa sušenja.[1]

## **2.2.11 Sitotiskarski strojevi**

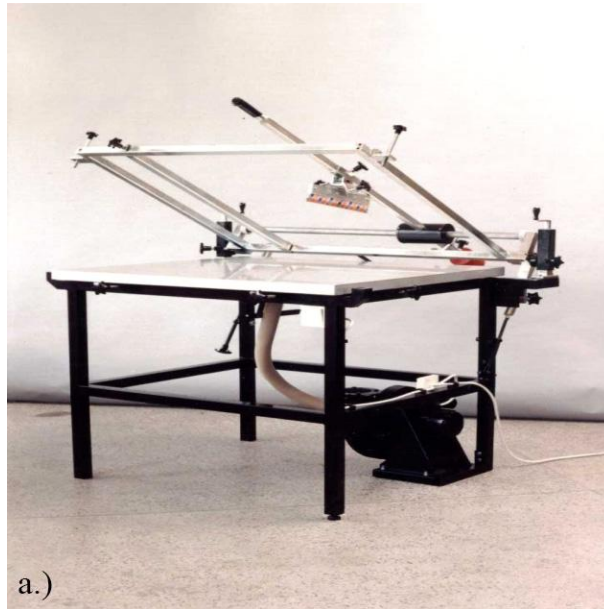
Glavna podjela strojeva koji se primjenjuju u sitotisku temeljena je na stupnju automatizacije i samim time razlikujemo: ručne strojeve, poluautomatske i automatske. Otiskivanje na ručnom stroju se vrši kompletno manualno, a s povećanjem stupnja automatizacije smanjuje se udio ljudskog rada pri upravljanju sa strojem.

### *Ručni strojevi*

Ručni strojevi su konstrukcijski najjednostavniji. Njegovi osnovni dijelovi su: stol na koji se stavlja tiskovna podloga i sito kroz koje se rakelom protiskuje tiskarsko bojilo. Ručno se izvode sljedeće operacije: ulaganje tiskovne podloge, nanos bojila, dizanje i spuštanje sita, pritisak rakela i izlaganje otisnute tiskovne podloge. Za bolju kvalitetu otiskivanja može se dodati ploča koja pomaže kod podešavanja pasera za kolorni tisak, te vakumski uređaj za pridržavanje tiskovne podloge. Vakumski uređaj je građen tako da je cijela površina stola perforirana dok se ispod stola nalazi centrifuga koja ostvaruje komprimirani zrak (vakum). Ovakvim dodatnim



uređajima osigurava se i pravilan registar. Kako bi se osiguralo da prvi otisak bude jednak posljednjem potrebna je konstantna brzina, jednak pritisak i uvijek isti nagib rakela. Radi lakšeg evidentiranja i vođenja naklade može se dodati i numerator koji broji koliko puta se spustilo sito. Njegova uporaba nije potrebna na nakladama koje su manje od 250 otisaka, odnosno upotrebljava se samo prilikom tiska velikih naklada.



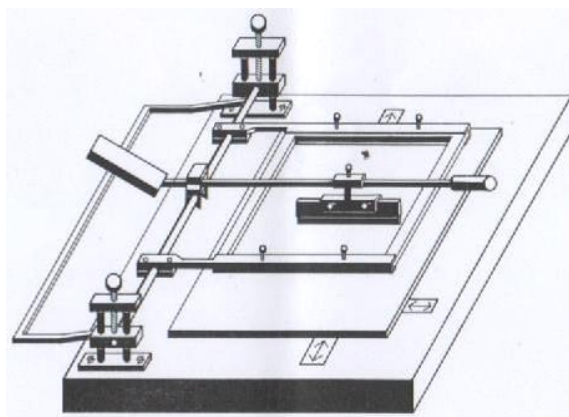
Slika 7: Ručni sitotiskarski strojevi: a.) stol za tiskanje s jednim sitom b.) Ručni karusel za više  
boja

Izvor: <http://www.graphiccenter.hr/rucni-karuseli.htm>

(02.07.2016.)

### *Poluautomatski sitotiskarski strojevi*

Za razliku od ručnih sitotiskarskih strojeva, ovi sitotiskarski strojevi imaju veći stupanj automatizacije. Pritom se smatra da su oni prijelazna faza između automatskog i ručnog uređaja za otiskivanje. Poluautomatski strojevi uvijek imaju jednak pritisak i brzinu rakela što dovodi do kvalitetnije reprodukcije i olakšanog otiskivanja. Viši stupanj automatizacije očituje se sa ugrađenim uređajem za automatsko ulaganje i izlaganje tiskovne podloge.



Slika 8: Shematski prikaz sitotiskarskog stroja za poluautomatsko otiskivanje

Izvor:[http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%207c.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%207c.pdf)

(02.07.2016.)

Da bi se formirao jedan otisak moguće ga je izvesti na dva postupka.

Prvi postupak otiskivanja kronološki će sadržavati sljedeće faze:

1. ručno ulaganje tiskovne podloge
2. ručno spuštanje sita
3. ručno nanašanje tiskarskog bojila
4. pokretanje procesa otiskivanja pritiskom na taster
5. ručno izlaganje tiskovne podloge

Drugi način otiskivanja više je automatiziran, te sadrži samo 4 radne faze. To su:

1. ručno ulaganje tiskovne podloge
2. automatsko spuštanje sita pritiskom na taster
3. ručno povlačenje rakela te vršenje otiskivanja
4. ručno izlaganje otisnute tiskovne podloge



Slika 9: Suvremeni poluautomatski stroj sa ručnim ulaganjem i izlaganjem araka

Izvor: <http://www.bok.hr/hr/tiskara-bok/>

(10.07.2016.)

### *Automatski sitotiskarski strojevi*

Automatski strojevi imaju najviši stupanj automatizacije odnosno cijeli proces otiskivanja vrši se uz minimalan rad čovjeka čija je uloga nadgledati i kontrolirati rad stroja i proces otiskivanja naklade. Stroj je automatski što znači da se nosači sa tiskovnom podlogom okreću automatski. Navlakač navlači boju, a rakel protiskuje boju kroz sito također automatski. Jedino čovjek mora uložiti na nosače željeni proizvod, te ga skinuti nakon otiskivanja i staviti u tunel na sušenje. Na sitotiskaru još ostaje obaveza kontrole i korekcije nepoželjnih pojava ako do njih dođe u toku tiska. Postoje i strojevi koji su potpuno automatizirani sa samostalnim ulaganjem i izlaganjem.

Pritom će prilikom nastajanja otiska stroj kronološki samostalno izvoditi:

1. ulaganje tiskovne podloge
2. spuštanje sita
3. nanašanje tiskarskog bojila
4. otiskivanje rakelom
5. dizanje sita
6. izlaganje otisnute tiskovne podloge



Slika 10: Potpuno automatski tiskarski stroj za sitotisak

Izvor: Kiphan H.; Hand Book of Print Media, Springer, Berlin, 110, 2001.

### *Sitotiskarske rotacije*

Kod rotacijskog sitotiska tiskarsko bojilo nalazi se u unutrašnjosti tiskovnog cilindra zajedno sa fiksnim rakelom za skidanje bojila. Znači tijekom tiska kreće se okruglo sito i tiskovna podloga što omogućuje kontinuirano tiskanje. Danas su ovi sustavi u potpunosti kompjuterizirani što znači da je cijeli proces otiskivanja vođen i nadziran putem računala.

Šablona za rotacijski tisak je šupalj perforirani cilindar tankih stjenki, stabilnih dimenzija i preciznog registra. Proces otiskivanja sa rotacijskim šablonama može teći uz diskontinuirani ili kontinuirani rad. U oba slučaja tiskarsko bojilo se do rakela dovodi kroz osovinu i ono uvijek mora biti ispred rakela. Kroz navedenu osovinu dolazi tekuće tiskarsko bojilo i puni se u rezervoar malog kapaciteta. Da bi otisak nastao, usisni pipci uzimaju arak papira i ulažu ga na tiskovni cilindar koji miruje. Ovisno o proizvođaču preuzeti arak ili drže hvataljke tiskovnog cilindra ili vakum. Nakon toga sito i cilindar sa arkom se kreću sinkronizirano jednakom brzinom, dok rakel stoji mirno stvarajući pritisak na površinu (protiskuje boju). Arak prolazi cijelom površinom preko cilindra, dok hvataljke prihvaćaju sljedeći arak koji kreće u tisak. Ovakva tehnika tiska na arke postiže brzinu od 3000 araka na sat. Naravno, veće brzine tiska postižu se u tisku iz role (Rotamesh). Brzine tiska se pritom penju i do 2 m/s. Najmoderniji strojevi današnjice imaju mogućnost tiska i do 12 boja sa priključenom jedinicom za sušenje. Nakon tiska, rola se nastavlja kretati do jedinice za sušenje toplim zrakom, gdje nakon što se otisak osuši. Otisnuti otisci se na kraju namotavaju u rolu ili izrezuju na arke.



Slika 12: Rotacijski sitotisak

Izvor: <http://digitalnitisakivizitke.wordpress.com/page/2/>

(15.07.2016.)

### *Sušenje otisaka u sitotisku*

Tanki film boje koji je nanešen na tekstilni materijal suši se toplim zrakom. Pritom se predmet za otiskivanje kreće dugačkom trakom i ulazi u tunel u kojem se nalaze grijači ili plamenici. Ako se koriste UV boje, tada se otisci izlažu UV lampama, čija svjetlost izvodi sušenje. Ovim načinom rada može se tiskati i obostrano i jednostrano (slikom prema dolje). Kod jednostranog tiska, tiskarsko bojilo se nanosi pod pritiskom nakon čega rakel protiskuje bojilo kroz sito. Kod obostranog tiska otisak je okrenut prema dolje, te umjesto rakel za protiskivanje može se koristiti i valjak.[1]

### **2.3. Termotransfer tisak**

Često se postavlja pitanje zašto dizajn direktno ne apliciramo na tkaninu već koristimo obilazan put?!

- a) često nam tehnologija ne dopušta direktan otisak (laserski i ink jet printeri)
- b) jeftinije je skladištiti preslikač i napraviti transfer na majicu prema zahtjevima tržišta od skladištenja otisnutih majica
- c) ponavljanje nekog otiska je vrlo brzo sa gotovim preslikačima
- d) apliciranje preslikača je vrlo jednostavno i ne zahtijeva posebna znanja, a greške su gotovo zanemarive
- e) neke efekte na tkanini nije moguće napraviti drugim tehnikama ili ne po prihvatljivoj cijeni
- f) tisak složenog dizajna je jednostavnije otisnuti na papir i transferirati od tiska direktno na tkaninu
- g) otisak sa preslikačima je ekološki prihvatljiv, bez potrebe za specijalnim prostorom ili skupim strojevima

Ovo su neke od prednosti korištenja preslikača. Čest nedostatak korištenja preslikača je krutost otiska i smanjena prozračnost.

Trajnost otiska preslikačima je različita. Tehnologija izrade preslikača omogućuje izradu vrlo trajnih preslikača u sitotiskarskim tehnikama ili sa najnovijim CUT folijama -trajnost majice je manja od trajnosti preslikača. Međutim tu su neki nedostaci -proizvodnja veće serije identičnih preslikača da biste dobili prihvatljivu cijenu ili nemogućnost rasterskog otiska kod CUT folija. Neke radionice koje proizvode preslikače kombiniraju digitalne tehnike otiska preslikača na koje

naknadno dodaju ljepilo čime povećavaju trajnost preslikača na tkanini. Način dodavanja ljepila na preslikač je poslovna tajna svake radionice i uglavnom to ostaje iza četiri zida radionice. Trajnost otiska preslikačima se kreće od nekoliko pranja što je neprihvatljivo i za kratke marketinške kampanje pa do odlične trajnosti koja nadmašuje trajnost predmeta na koji se transferira. Prihvatljiva trajnost otiska je relativan pojam a ovisi o marketinškoj kampanji ili događaju za koji je otisak potreban. Minimalna trajnost otiska bi se trebala svesti na 20-tak pranja pri preporučenoj temperaturi za pranje navedenog proizvoda a da preslikač ne izgubi na intenzitetu boja ili se ne odlijepi od tkanine. Za T-shirt majicu je preporučeno pranje na 40 stupnjeva.

### *Laserski izrađeni preslikači*

Na našem tržištu ima nekoliko proizvođača medija za laserske printere. Otisak ovom tehnikom ima dobru postojanost na svijetlim tkaninama. Na tamnim tkaninama postoje opcije tiska laserom na specijalni medij koji se nakon toga izrezuje škarama ili rezačem te transferira na tkaninu. Trajnost ovako izrađenih otisaka je upitna. Postoje opcije povećavanja trajnosti dodavanjem ljepila na otisak. Druga opcija je ispis OKI ili Ricoh laserskim printerom koji ima bijelu boju. Ovako izrađeni preslikači imaju prihvatljivu trajnost otiska (20-tak pranja i više).

### *Ink jet preslikači*

Trajnost ovih preslikača ovisi o više parametara. Od medija na koji se ispisuje do proizvođača boja sa kojima radimo preslikač. Najčešće korištene tehnike ispisa su sublimacijskim i ekosolventnim printerima.

Sublimacijski preslikači imaju odličnu trajnost na poliesteru. Boje su vrlo žarke. Problem kod sublimacijskih preslikača je tisak na pamučne materijale. Neki proizvođači printera (Ricoh) su proizveli inačicu printera i boja koje se mogu koristiti na svijetlim pamučnim materijalima. Nismo upoznati sa trajnošću tako otisnutih majica. Drugo rješenje je tisak na specijalni papir te nakon toga nanošenje ljepila na otisak. Transferirani otisak na tkaninu gubi djelomično na fleksibilnosti, ali ga je moguće transferirati na svijetle, pamučne materijale. Trajnost otiska je zadovoljavajuća (dvadesetak pranja).

Ekosolventni printeri su vrlo često u upotrebi prilikom izrade preslikača. Mnogi proizvođači THT folija su razvili dobra rješenja za ovu vrstu preslikača. THT folije se danas proizvode u

debljinama od 60mikrona. Podatne su za print solventnim ili lateks printerima. Trajnost otiska je zadovoljavajuća (20-tak pranja i više).

### *Najčešće korištene folije na tržištu*

#### *Sef*

Sef je poduzeće u kojem su ljudska dimenzija i dugoročna održivost najbitniji faktor. Tri generacije prije, g. Pierre Lion izumio je flock preslikače. Danas oko 120 ljudi proizvodi stotine različitih proizvoda za tekstil i ambalažnu industriju. Već 40 godina pružaju industriji odjevnih predmeta materijale za izrezivanje, sitotisk, visokofrekventne varilice te zadnju generaciju Flock&Flex folija.

Od prvih proizvoda nastalih sitotiskom koje su napravili 70-ih, predstavili su svoj film za digitalno izrezivanje prije 17 godina, do najnovijih PU flex i termo transfer folija. Njihova tvornica se nalazi u Lavalu, u Francuskoj. Formulirali su vlastitu PU smjesu, te sami boje i rade flock folije. Proizvodnja i otprema je na jednom mjestu. 95% njihovih dobavljača je udaljeno svega nekoliko sati vožnje s automobilom od tvornice u Francuskoj – tako da ne koriste uvozne, jeftine materijale već je njihova opskrba bazirana na efikasne, lokalne dobavljače.

Ono što je najvažnije je opip i doživljaj gotovog tekstila. FlexCut, Tatto, Clear Flex i VelCut su jedni od najmekanijih materijala u ponudi. Oni koriste PU na bazi vode, nema ni kapi solventa u njihovim formulacijama, te tako nema ni solventnih para, samo vodena para.

Većina njihovih konkurenata radi sa solventnim formulama. Pošto sve proizvode sami, posao zahtijeva puno kontrole. Između ostalog kontroliraju i debljinu i težinu različitih nanosa te otpornost na trganje i postojanost kod pranja. Temperatura može uvelike utjecati na sam otisak na majici. Većina termo transfer folija se topi na temperaturi od 100 do 110°C (drugačije ne bi dobili postojanost kod pranja) a oni prenose sa temperaturom od 165°C, jer bi drugačije dugo trajalo da se sloj rastopi. Treba vremena da se tekstil zagrije.

Preporučena temperatura je 165°C ili u slučaju da trebate skratiti vrijeme možete povećati temperaturu ili obrnuto.

Ono što veže preslikač na tkaninu je sloj termo ljepila koje se pod toplinom topi, u tekućem stanju pritisne na tekstil i veže, a kada se ohladi, drži sloj boje na majici. Ono što je još potrebno za dobar otisak na majici je kvalitetna majica ali i to može ovisiti o vrsti tekstila kojeg koristite. Kod standardnog pamuka ne možete nikako pogriješiti.



## *Stahls*

Kompanija Stahls je osnovana 1932.g. u Detroitu. Povijest Stahlsa počinje u obiteljskoj garaži dvoje supružnika kao tima. Obiteljski posao vodili su 80 godina. G. Ted Stahl je treća generacija i uspio je održati tradiciju prema kojoj cijeni potrebe i zahtjeve kupaca, što je glavni fokus poduzeća. Danas je Stahl inovator i vodeće poduzeće u visoko kvalitetnim termo ispisnim proizvodima, opremi i uslugama u više od 100 zemalja diljem svijeta. Zbog stalnog stvaranja inovativnih ideja i poboljšanja proizvoda Stahls je danas brzo rastuće poduzeće.

Stahls je revolucionizirao odjevnu dekoraciju sa predstavljanjem Cad-Cut – linija proizvoda koja ima mogućnost rezanja termo transfer folije, i Cad-Color – linijom proizvoda za digitalni tisak i izrezivanje. Danas nude najveću liniju materijala za izrezivanje, za odjevne predmete sa tvornicama na tri kontinenta.

Dostupnost u roli, kao proširena linija materijala, za skoro svako tržište uključujući sport, modu ili poslovnu modu velika je prednost. Njihovi termo transfer materijali su garantirano nepoderivi te neće popucati ili izbljediti. S modernim bojama i trendnim uzorcima, ne postoje granice kod dizajna.

Kod korištenja termo transfer folija jako je bitna konzistentna i precizna temperatura za savršeni rezultat. Kao dodatak pravoj temperaturi, određeni vremenski period je potreban da bi osigurali trajnu vezu termo transfera sa odjevnim predmetom ali ne smijemo zaboraviti i na pravilan pritisak.

Navedeni koriste specijalna ljepila, koja kombiniraju sa istraživanjem i razvojem u suradnji sa modernim proizvodnim metodama. Razvili su svoj novi proizvod STiX2. On je lagan, aktivira se na niskim temperaturama, elastičan je i primjenjiv skoro na svakoj vrsti tekstila ili površine.

Veoma je važno da se termo transfer folija nanosi sa kvalitetnom termo prešom. Moramo biti sigurni da imamo odgovarajuću temperaturu po cijeloj grijanoj površini, da bi imali ispravne parametre kada nanosimo foliju na odjevni predmet. Također je bitno imati i kvalitetnu majicu koja se može zagrijavati na veće temperature.

Stahl Cad-Color je jedna od naprednijih linija printabilnih termo transfer materijala. Lagani je termo transfer materijal koji nudi ultra mekan doživljaj sa izvanrednim četvero – smjernim elasticitetom. Ključ tehnologije je u patentiranom STiX2 ljepilu, koje se veže na širok raspon materijala na niskim temperaturama bez ugrožavanja termo osjetljivih tkanina. Također su poboljšali svoju Cad-Cut i Cad-Color sportsku foliju. Možete nanijeti svaku od boja u samo pet

sekundi za savršen otisak. To kratko vrijeme Vam omogućuje uštedu novaca i vremena i najbolji je dokaz visoke kvalitete njihovih proizvoda.

### *Chemica*

Chemica, koja je osnovana 1983. godine u St. Etiennu, u Francuskoj, je inovativni proizvođač termo- transfer folija za tekstilno tržište. Većina proizvoda koristi Oeko-Tex oznaku, koja pokazuje da je proizvod u skladu s propisima o zdravlju i sigurnosti.

Svoje proizvode distribuira isključivo putem međunarodne mreže specijaliziranih distributera te jamči profesionalnu uslugu svim korisnicima. Radi potrebe klijenata Chemica je otvorila novu podružnicu u Atlanti, u SAD-u 2007., te u Hong Kongu 2012.g. Timski rad Chemicinih znanstvenika, dizajnera i projektanata osigurava kvalitetan proizvod vrlo jednostavan za korištenje.

Odjel kvalitete stalno radi na poboljšanju kvalitete folija. Već više od deset godina, Chemica je vodeća tvrtka za isporuku tankih, 60 mikronskih folija, a sada prvi proizvođač modnih proizvoda s širokim spektrom boja i uzoraka u ovom području. Proizvodnja je bazirana u Saint-Etienne-u, u Francuskoj.

Proizvodi su tanki, jednostavni za korištenje, s velikom otpornošću na pranje. Izrađeni su od poliuretana ili vinila, s ljepilom i poliesterom na podlozi. Svaka rola se kontrolira, provjerava kvaliteta, debljina... Svaka rola se testira apliciranjem na tekstil a zatim se pere. Vrlo je važno pridržavati se uputa za temperaturu, pritisak i vrijeme prešanja folije. Svaki proizvod ima tehnički list u kojem su detaljno navedene sve preporuke.

Ako je temperatura previsoka, to može oštetiti Vašu transfer foliju a ako je pak temperatura preniska, folija se neće zalijepiti na tekstil.

Nova usluga Chemice je "Dizajn na zahtjev". Korisnici sami mogu kreirati svoj dizajn, a Chemica ga proizvede za naručitelja.

Prošle godine je predstavljena nova poliuretanska folija "QUICKLFEX", vrlo tanka, koja se aplicira u samo 5 sekundi.

### *Forever NoCut*

Do sada, mogućnost postizanja metalik efekta na tkaninama mogla se postići isključivo upotrebom standardnih flex i flock folija. Takav način ima mnogo limitacija, a najveći problem je transferiranje sitnih detalja.

Forever, njemački proizvođač specijalnih materijala za transferiranje otiska na razne podloge ponudio je na tržištu “No cut hot stamping foils”, odnosno završne folije za postizanje metalik efekta. Upotrebom tih folija bilo koji otisak se može vrlo jednostavno metalizirati, a najveća prednost je ta što se mogu metalizirati i najsitniji detalji veličine 1 mm, i to vrlo brzo, jednostavno i bez upotrebe cuttera.

Proces izrade sastoji se od dva koraka. Prvi korak je transferiranje jednobojnog otiska na tkaninu pomoću “Forever No Cut Low Temperature” termo transfera, a drugi korak je metaliziranje otiska. Za izradu proizvoda potrebni su samo laserski printer i termo preša.

“No cut hot stamping foils”, mogu se nabaviti u 52 različita metalik tona. Folije imaju veliku primjenu u modnoj industriji i promotivnom tisku. Tkanine odrađene “No cut” završnim folijama sigurno neće ostati nezapažene.

### *Politape*

Početak devedesetih je osnovano poduzeće POLI-TAPE GmbH. Osnovna djelatnost je bila proizvodnja samoljepljivih traka. Danas nakon 23. godine POLI-TAPE Group prodaje svoje visokokvalitetne THT folije na sve kontinente. Osim Njemačke, gdje je središnjica poduzeća, POLI-TAPE je kupio talijanskog proizvođača Kemica S.p.a. te otvorio podružnicu u SAD-u i u Italiji.

Proizvodnja je organizirana u Njemačkom gradu Remagenu, južno od Bonna. Kupnjom talijanske Kemice, u Italiji je organizirana proizvodnja visokokvalitetnih samoljepljivih PVC folija.

Od 2006. godine, proizvodnja termo folija postaje osnovna djelatnost poduzeća POLI-TAPE.

Danas POLI-TAPE u svom proizvodnom asortimanu ima vrlo veliki izbor folija namjenjenih dekoracijama tkanine. Na skladištu imaju oko 180 različitih vrsta THT folija. Veliki izbor folija omogućuje otisak na najzahtjevnije materijale. Trajnost otiska je vrlo visoka. Najmodernija tehnologija, organizacija proizvodnje, istraživački laboratorij, kontrola kvalitete te podrška krajnjem korisniku su certificirani mnogim certifikatima (TUV, ISO...).

## *Hexis*

Hexis je francuski proizvođač repromaterijala za tisak velikih formata. Proizvodnja je bazirana u 4 odvojena segmenta. Proizvodnju specijalnih folija za označavanje vozila, cast folije za obljepjivanje vozila, filmove za laminiranje i zaštitu te materijale za tisak velikih formata.

Unutar ove posljednje skupine Hexis proizvodi jedan od korištenijih materijala za print preslikača. To je model HEX860. Karakteristikama folija HEX860 spada u sam vrh folija za ispis. Baza je ljepilom presvučena poliuretanska folija, debljine 85 mikrona.

Izrađena je na vodenoj bazi, bez otapala, neprozirna, tanka i elastična. Pogodna je za korištenje na pamuku, poliesteru i elastinu. Jako je dobra za izrezivanje slova na odjevne predmete, za izradu logotipova ili malih slika. Debljine je 85 mikrona te dobro prianja na pamuk i poliester.

## *Siser*

Povijest tvrtke Siser započinje 1970- ih u Vicenzi, u srcu sjeveroistočne Italije. Poznati su kao jedna od vodećih kompanija u proizvodnji termo – transfer folija za aplikaciju na tkanine. Stalni rast poduzeća usmjeren je i na cut i na digitalni tisak.

Proizvodnja termo – transfer folija uključuje razne korake i tehnologije, od različitih strojeva i proizvodnih pogona pa do poznavanja kemijskih sastojaka kako bi se u konačnici dobili što kvalitetniji preslikači.

Na tržištu su stalno prisutni u sportu, u apliciranju brojeva ili logotipova na dresove. Tijekom ranih 80-ih, Siser je na tržište lansirao dva revolucionarna proizvoda, Videoflex i Stripflock. Po njima dobri transfer filmovi moraju biti lagani za apliciranje i otporni na pranje.

THT može biti baziran na PVC-u ili na PU-u.

Da bi održali stalnu kvalitetu, imaju puno različitih kontrola te preporučaju da se slijede upute dobivene na njihovim proizvodima jer prevelika temperatura ili pritisak mogu lako uništiti tkaninu, foliju a tako i cijelu aplikaciju.

## *Digitalna izrada preslikača*

U današnje vrijeme, vrijeme interneta kada su Vam sve informacije odmah dostupne, digitalni ispis ima veliku prednost pred ostalim načinima tiska. On omogućuje otisak na zahtjev kupca, u brzom roku, a kvalitetom ne zaostaje za drugim tehnikama tiska.

Današnje THT folije se mogu transferirati na tkanine različitog sastava za razliku od DTG printera ili sublimacije koji imaju ograničenja vezano uz sastav materijala. Njihovo apliciranje je moguće na gotovo sve proizvode, od tenisica, majica, kapa, zavjesa te na bilo koje mjesto na površini artikla.

Dizajneri odjeće ili dekorateri interijera su u velikoj prednosti s ovim načinima apliciranja folija. Nudi im se široka lepeza aplikacija, boja i sve zapravo ovisi o njihovoj mašti i o sposobnosti pretvaranja želje naručitelja u djelo. S digitalno otisnutim transferima cijena se kreira ovisno o pokrivenosti boja u samom dizajnu a ne po broju boja.

Također uz sve veću ekspanziju termo transfer medija, dizajneri odjeće imaju mogućnosti koje im do sada nisu bile dostupne. Na primjer, uvođenje THT folije i bijelog tonera za tamne tkanine što pruža kreativnost koja do sada nije mogla biti realizirana kroz sublimacijske procese.

Napredak u tehnici pruža i mogućnost isporuke 100%- ne pokrivenosti materijala.

Najveće prednosti digitalnog tiska na transfer folije su svestranost, brzina proizvodnje, niski troškovi održavanja, kvaliteta ispisa. Pružaju Vam neograničene palete boja, fleksibilnost podloge, sam proces je brz, čist i svestran.

Što se tiče nedostataka, boja nije toliko trajna kao kod sublimacijskih pisaa. U rangu je sa DTG-pisačima. Transfer folijom je skuplji od ostalih načina prenošenja aplikacija i nema istu živost boje. Dio THT preslikača nema mogućnost rasterskog otiska, a oni koji imaju, u principu su krući na tkanini od klasičnih tehnika tiska.

## **2.4. Sublimacijski tisak preslikačima**

Kod termalnog ink-jeta odnosno sublimacijskog, kapljice bojila nastaju djelovanjem toplinske energije. Tijekom aktiviranja grijaba temperatura se poveüava na 300°C. Bojilo zbog toga zagrijavanja počinje isparavati i formira plinski mjehur. Nastali mjehur formira kapljicu te ju gura van iz mlaznice. U jednom trenutku dolazi do prestanka zagrijavanja kapljice i mjehura, kapljica počinje pucati, a kapilarna sila usisava novo bojilo u komoru s mlaznice. Ova tehnologija je poznata i kao bubble jet (eng. bubble - mjehuriü) [1]. Karakteristike termalnog

ink-jet su frekvencija kapanja od 5 do 8 kHz, volumen kapljica od 23 pl uz promjer kapljica od 35  $\mu$ m.

Kapljice bojila koje su dobivene ovim postupkom jednake su volumena. Piezo ink-jet pisari koriste rijetka bojila viskoznosti od 1 do 10 mPa·s. Bojilo se sastoji od organskog otapala, pigmenta i izvorno obojene tekućine kao dodatnog nosioca obojenja. Na tiskovnoj podlozi bojilo suši uz kombinaciju isparavanja i penetracije. Nanos boje na tiskovnoj podlozi iznosi oko 0,5  $\mu$ m. Piezo ink-jet može koristiti i druge tipove bojila poput brzosušućih UV boja, kao i bojila na bazi organske tvari [1]. Da bi se postigao dobar otisak, podloge moraju imati veću upojnost kako ne bi došlo do efekta „mrlja“ [2]. Karakteristična obilježja piezo ink-jet tehnike su volumen kapljice od 14 pl, frekvencija kapanja od 10 do 20 kHz te promjer kapljice od 30  $\mu$ m.

### **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

#### **3.1 Cilj i svrha istraživanja**

U ovom diplomskom radu cilj je utvrditi kvalitetu otiska dobivenog putem preslikača u usporedbi sa kvalitetom otiska dobivenog putem sitotiska i to pomoću otisaka na tri različite vrste tkanina, a to su: tkanina od 100% pamuka, tkanina od 100% poliestera i tkanina koja sadrži 50% pamuka i 50% elastina.

#### **3.2 Metodologija istraživanja**

Želja je doći do informacije koja tkanina će dati najbolju, a koja najlošiju kolornu reprodukciju u sitotisku. Da bi se to postiglo, potrebno je bilo izraditi motiv za probno otiskivanje. Samim time proces započinje računalnom obradom. Kako bi se izradili separacijski filmovi, digitalna tiskovna forma se iz PDF formata osvjtlila na fotoosvjtljivaču primjenjujući postavke točkasti raster i linijaturu 30 l/cm. Tako su dobivena 4 separacijska izvatka od kojih su za ovaj završni rad iskorištena tri, za cijan, magentu i žutu. Osvjetljena forma sadržavala je slikovne ilustracije, klin za analizu rastertonske vrijednosti, linije različitih debljina i orijentaciju.

Nakon toga slijedila je priprema sita. Pritom je odabrana mrežica linijature od 120 linija /cm koja je napeta silom od 20 N/cm. Okvir koji je pritom korišten imao je dimenzije 63x58 cm i rađen je od aluminijske mrežice. Mrežica je žuto obojena poliesterska tkanina koja se preporuča kod otiskivanja finijih linija, teksta i polutonova.

Nakon napinjanja 3 sita iste linijature, izvršeno je čišćenje (odmaščivanje) i ispiranje mlazom vode. Pritom se primjenio visokotlačni perlač. Tako oprana sita sušena su u sušioniku u trajanju od 30 min. Nakon prvog sušenja slijedilo je nanašanje debljeg sloja fotoemulzije navlakačem sa obje strane mrežice po dva puta i ponovno sušenje u sušioniku.

Naredna faza je osvjtljavanje tj. izlaganje oslojenog sita svjetlosnim izvorima. Pritom će se na svako sito sa donje strane staviti odgovarajući separacijski film (cmyk). Oni moraju biti

pozicionirani točno na sredini sita i fiksirani prozirnom ljepljivom trakom. Takvo pripremljeno sito je spremno za osvjetljavanje koje se izvodi u kopirnoj rami u trajanju od 60 s. Nakon TU osvjetljavanja slijedi razvijanje. Navedeno se izvodi nanašanjem vode koja će otopiti ne osvjetljene površine. Prvo se vrši ispiranje slabijim mlazom vode, pa sve jačim i jačim dok se ne uklone svi topivi dijelovi. Nakon toga slijedi ponovno sušenje u trajanju od 30 min. Na samom kraju, nakon što su se sita osušila, širokom ljepljivom trakom obljepljuju se rubovi sita kako bi se spriječilo rubno obojavanje (površine na kojima nema emulzije).

Tablica 1: *Karakteristike tiskovne forme korištene za eksperimentalno otiskivanje:*

<b>Okvir</b>	Aluminijski
<b>Dimenzije</b>	63 x 58 cm
<b>Mrežica</b>	
PES	Materijal
1000	Kakvoća
120	Linijatura mrežice
34	Promjer
W/Y	Boja svile (bijela/žuta)
PW/TW	Obično tkanje/Keper tkanje
OSC	Kalindrirana

Za eksperimentalno otiskivanje primjenio se sitotiskarski stroj “M&R Sportsman” sa 10 glava za tiskanje i 12 radnih mjesta. Tehničke karakteristike dane su u tablici 2.



Tablica 2: *Karakteristike stroja M&R Sportsman*

Broj boja	10
Maksimalni format tiska	51 x 51 cm
Maksimalna dimenzija sita	66 x 91 x 5 cm
Radni pritisak	7,5 – 8 bara

Nakon podešavanja pasera izvršeno je otiskivanje na prethodno definirane materijale koje su sušene u sušari pri temperaturi od 160<sup>0</sup>C i trajanju od 60s. Pri tom se transportna traka kontinuirano kreće što direktno utječe na kvalitetu sušenja.

Praćenje kvalitete otisaka izvršeno je spektrofotometrom X-rate SwachBook. To je laboratorijski spektrofotometrijski uređaj kojim je moguće precizno odrediti obojenje. Osnovne karakteristike X-rite spektrofotometra dane su u tablici 3.

Tablica 3: *Osnovne karakteristike Spektrofotometra X-rite Swatch book*

Točnost	<1ΔE max., <5 prosjek
Spektralni senzor	DRS tehnologija
Spektralni opseg mjerenja	400 - 700 nm
Ponovljivost	0,2 ΔE max
Brzina mjerenja	2 s po mjerenju
Interno instrumentsko slaganje	<1ΔE max., <0,5 prosjek
Mjerna geometrija	45 % ANSI i ISO standard

Izlaz	31 točka spektralnih podataka, kolorimetrijski podaci statusa (T,I,A i E)
Izvor svjetlosti	A,C, D <sub>50</sub> ,D <sub>55</sub> ,D <sub>65</sub> ,D <sub>75</sub> ,F <sub>2</sub> ,F <sub>7</sub> ,F <sub>11</sub> ,F <sub>12</sub>
Kut promatranja po CIE	2 <sup>0</sup> , 10 <sup>0</sup>

### 3.3. Izrada termotransfer preslikača

Napravila se priprema kao i za sitotisak te su se navedeni preslikači ispisali na termofoliji pomoću stroja Ink Jet printer sa solventnim bojama – Roland VS540.

Izrađeni preskiči su pomoću termalne preše naljepljeni na tkaninu. Tarmo preša je radila sa pod pritiskom od 4,5 bara, na temperaturi od 160 C<sup>0</sup> te vremenski 14 sec.



Slika 13. Roland VS540

Zvor: [https://www.google.hr/search?q=Roland+VS+540&espv=2&biw=1517&bih=741&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi4u7yJ2pvOAhWDuRQKH5HBF4Q\\_AUIBigB&dpr=0.9#imgrc=zFsMbwnN6WwhIM%3A](https://www.google.hr/search?q=Roland+VS+540&espv=2&biw=1517&bih=741&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi4u7yJ2pvOAhWDuRQKH5HBF4Q_AUIBigB&dpr=0.9#imgrc=zFsMbwnN6WwhIM%3A)

(28.07.2016.)

### 3.4 Izrada sublimacijskih preslikača

Napravila se priprema kao i za sitotisak te su se navedeni preslikači ispisali na termopoliji pomoću stroja Ink Jet printer sa solventnim bojama – Epson L300.

Izrađeni preskiči su pomoću termalne preše naljepljeni na tkaninu. Tarmo preša je radila sa pritiskom od 4 bara, na temperaturi od 150 C<sup>0</sup> te vremenski 14 sec.



Slika 14. Epson L300

Izvor:

[https://www.google.hr/search?q=Epson+L300&espv=2&biw=1517&bih=741&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiVyOao2pvOAhWGPRQKHSG-DLMQ\\_AUIBigB&dpr=0.9#imgrc=DD3zeo84NJBf7M%3A](https://www.google.hr/search?q=Epson+L300&espv=2&biw=1517&bih=741&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiVyOao2pvOAhWGPRQKHSG-DLMQ_AUIBigB&dpr=0.9#imgrc=DD3zeo84NJBf7M%3A)

(28.07.2016.)

## 5. Rezultati istraživanja i diskusija rezultata

### 5.1 Termo preslikači

#### *Dot Gain*

Navedeno se mjerilo na CMYK otiscima obojenja 10%-100%. Dobivene rezultate se ubacilo u formula te su se dobili sljedeći rezultati.

$$\text{Dot Gain} = \frac{R_0 - R_N}{R_0 - R_{100}} \times 100 - N$$

*formula 1. Dot gain*

*Izvor: [http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn\\_DotGain.html](http://www.brucelindbloom.com/index.html?Eqn_DotGain.html)*

Rezultati

%	CIJAN	MAGENTA	YELLOW	K	STANDARD
10%	21,6	17,3	25,1	17,4	
15%					3
20%	35,2	26,2	37,7	/	
25%					7
30%	39,8	34,1	41,6	19,1	
40%	42,2	28,8	39,2	28,2	
50%	37,5	22,6	37,2	37,9	13
60%	34,5	20,8	31,6	35,1	14
70%	20,8	16,6	21,7	28,2	
75%					12
80%	15,2	13	15,6	14,3	
85%					8
90%	9,6	5,6	7,1	7,6	
100%	0	0	0	0	0

Tablica 1. Sitotisak na tkanini Pamuk+Elastin

%	CIJAN	MAGENTA	YELLOW	K	STANDARD
10%	23,4	23,4	22,4	25,9	
15%					3
20%	34	31,5	47,8	/	
25%					7
30%	40,8	37,7	47,5	22,8	
40%	41,7	32,8	43,8	36,7	
50%	37,7	32,1	38,9	36,6	13
60%	32,7	16,3	35	35,8	14
70%	27	18,5	26,1	29,1	
75%					12
80%	15,5	16,1	15,9	15,8	
85%					8
90%	9,3	9,3	9,4	9,2	
100%	0	0	0	0	0

Tablica 2. Sitotisak na tkanini Poliester

%	CIJAN	MAGENTA	YELLOW	K	STANDARD
10%	22,1	15,9	32,7	19,5	
15%					3
20%	36,27	24,4	38,4	/	
25%					7
30%	40,2	30,4	39,4	23,4	
40%	43,2	22,9	41,8	29,1	
50%	40,6	17,8	36,1	34,2	13
60%	32,8	18,4	28	35,7	14
70%	26	20	24,6	27,2	
75%					12
80%	14,6	15	15,5	14,9	
85%					8
90%	9,2	8,4	8,9	9	
100%	0	0	0	0	0

Tablica 3. Sitotisak na tkanini 100% Pamuk

### Diskusija rezultata

Navedene tablice prikazuju RTV vrijednosti 10%-100% sa dodatnim vrijednostima 15%, 25%, 75% te 85%.

RTV vrijednosti su ubačene u tablicu za izračun vrijednosti Dot gain te smo dobili navedene rezultate.

Tablica također sadrži standard ISO 2001 pomoću kojeg je napravljena usporedba te su navedene razlike u rezultatima te odstupanja koja su vidljiva.

Potrebno je napomenuti kako je navedeni ISO standard rađen na  $30 \text{ cm}^{-1}$  linijskom rasteru dok su otisci na kojima su se vršila mjerenja rađeni pomoću  $40 \text{ cm}^{-1}$  linijskog raster. Uzevši u obzir navedeno sva mjerenja su nešto veća nego što bi trebala biti po ISO 2001 standardu.

Vidljivo je da rezultati kod velikih RTV odgovaraju odstupanju od maksimalno 5% dok rezultati kod malih i srednjih RTV vrijednosti imaju puno veća odstupanja od standard te je najbolje

rješenje navedenog problema promjena RTV vrijednosti (smanjenje) u samoj pripremi. Rezultat smanjenja RTV u pripremi rezultiralo bi manjim RTV na otisku.

#### *Vizualna kontrola otisaka*

##### *Otisak na poliesteru*

Kod ovog materija su vidljiva polja već od 10% gustoće obojenja. Boje su žarke, jasne i usporedno sa ostalim otiscima (termo i subli) najbolji. Sve linije od najtanje do najdeblje su vidljive golim okom. Fotografije su nešto tamnije nego očekivane. Prva fotografija je poprimila malo hladniji ton, a druga I treća su malo tamnije od očekivanog.

##### *Otisak na Pamuk+elastin*

Kod ovog materijala su vidljiva polja od 30% gustoće obojenja. Boje su žarke, jasne i usporedno sa ostalim otiscima (termo i subli) najbolji. Sve linije od najtanje do najdeblje su vidljive golim okom. Fotografije su nešto tamnije nego očekivane. Prva fotografija je poprimila malo hladniji ton, a druga I treća su malo tamnije od očekivanog.

##### *Otisak na pamuku*

Kod ovog materijala su vidljiva polja od 30% gustoće obojenja. Boje su žarke, jasne i usporedno sa ostalim otiscima (termo I subli) najbolji. Sve linije od najtanje do najdeblje su vidljive golim



okom. Fotografije su nešto tamnije nego očekivane. Prva fotografija je poprimila malo hladniji ton, a druga I treća su malo tamnije od očekivanog.

## 5.2 Sublimacijski preslikači

*Dot gain*

%	CIJAN	MAGENTA	YELLOW	K	STANDARD
10%	8,9	8	8,2	9	
15%					3
20%	19	16,2	17,6	18,9	
25%					7
30%	20,9	19,2	20,6	20,1	
40%	19,1				
50%	14,8	13,2	14,1	13,9	13
60%	12,7	13,1	12,9	14,2	14
70%	8,5	8,4	7,9	8,1	
75%					12
80%	4,5	4,6	4,2	4,2	
85%					8
90%	2,8	2,5	2,6	3	
100%	0	0	0	0	0

*Tablica 4. Sublimacijski preslikač na tkanini Pamuk+Elasti*

%	CIJAN	MAGENTA	YELLOW	K	STANDARD
10%	1	3,2	2,1	2,6	
15%					3
20%	14	13,6	13,8	13,9	
25%					7
30%	25	27,2	23,6	28,2	
40%	25	26,3	24,2	27,6	
50%	23,3	23,6	23,1	25,1	13
60%	19,7	20,1	18,6	20,6	14
70%	15,3	14,9	13,2	15,4	
75%	11,2	11,6	10,9	11,6	12
80%	9,3	9,6	9,2	9,8	
85%					8
90%	7,2	8,1	7,8	8,3	
100%	0	0	0	0	0

*Tablica 5. Sublimacijski preslikač na tkanini Poliester*

%	CIJAN	MAGENTA	YELLOW	K	STANDARD
10%	16,4	15,9	14,9	16,3	
15%					3
20%	25,5	24,9	25,3	27,1	
25%					7
30%	20,2	19,6	19,5	20,6	
40%	22,9	21,9	20,8	23,5	
50%	21,2	22,2	21,6	22,6	13
60%	14,9	14,8	13,9	15,2	14
70%	12,6	13,1	12,9	13,5	
75%					12
80%	11,6	11,8	10,9	11,9	
85%					8
90%	7,9	7,5	8,1	8,2	
100%	0	0	0	0	0

*Tablica 6. Sublimacijski preslikač na tkanini 100% Pamuk*

### *Diskusija rezultata*

Navedene tablice prikazuju RTV vrijednosti 10%-100% sa dodatnim vrijednostima 15%, 25%, 75% te 85%.

RTV vrijednosti su ubačene u tablicu za izračun vrijednosti Dot gain te smo dobili navedene rezultate.

Tablica također sadrži standard ISO 2001 pomoću kojeg je napravljena usporedba te su navedene razlike u rezultatima te odstupanja koja su vidljiva.

Potrebno je napomenuti kako je navedeni ISO standard rađen na 30 cm<sup>-1</sup> linijskom rasteru dok su otisci na kojima su se vršila mjerenja rađeni pomoću 40 cm<sup>-1</sup> linijskog raster. Uzevši u obzir navedeno sva mjerenja su nešto veća nego što bi trebala biti po ISO 2001 standardu.

Vidljivo je da rezultati kod tablice br. 4. vrijednost srednjih RTV odgovara standardnom odstupanju od 5%.

Nadalje, kod tablice 5. i 6. Je vidljivo odstupanje veće od dozvoljenog te je najbolje rješenje navedenog problema promjena RTV vrijednosti (smanjenje) u samoj pripremi. Rezultat smanjenja RTV u pripremi rezultiralo bi manjim RTV na otisku.

### *Vizualna kontrola otisaka*

#### *Otisak na poliesteru*

Kod ovog materijala su golim okom vidljiva polja sva polja pa I ona sa najmanjom gustoćom obojenja kao i najtanje linije od 1pt. Jasno je vidljiva razlika između 10,20,30...100% gustoće obojenih polja te polja sivog balansa. Kod fotografija je vidljivo da je prva fotografija malo otišla u hladniji ton dok je druga otišla malo u topliji ton. Treća fotografija vizualnom kontrolom najviše odgovara samoj pripremi.

#### *Otisak na pamuku*

Kod ovog materijala je sublimacijski otisak najsvjetliji, slike nisu jasno vidljive te su polja sa obojenjima od 20% tek vidljiva golim okom. Linije od najtanje do najtamnije su vidljive golim okom, ali su također primjetno svjetlije.

#### *Otisak na pamuk+elastin*

Kod ovog materijala je također vidljiv vrlo svjetliji otisak od očekivanog. Golim okom su vidljiva polja od 20% nadalje te su linije iako znatno svjetlije vidljive golim okom.

Usporedimo li sva tri otiska otisak na poliesteru je znatno bolji od preostala dva.

### 5.3 Termo preslikači

*Dot gain*

%	CIJAN	MAGENTA	YELLOW	K	STANDARD
10%	6,8	7,1	6,8	7,2	
15%					3
20%	7,3	6,9	7,2	7,5	
25%					7
30%	10,1	11,2	9,9	10,4	
40%	15,1				
50%	18,2	17,6	16,6	18,3	13
60%	18,2	17,6	18,7	19,2	14
70%	14,1	13,9	14,2	14,4	
75%					12
80%	10,7	10,6	10,2	11,1	
85%					8
90%	6,6	6,9	7,2	7,6	

*Tablica 7. Termo preslikač na tkanini Pamuk+Elastin*

%	CIJAN	MAGENTA	YELLOW	K	STANDARD
10%	6,7	6,2	7,1	6,9	
15%					3
20%	8,1	7,9	7,6	7,4	
25%					7
30%	11,4	12,1	11,6	11,2	
40%	14,1	14,2	13,9	14,1	
50%	18,6	18,5	18,2	19,9	13
60%	17,6	17,9	16,9	17,5	14
70%	13,2	12,9	13,6	12,8	
75%					12
80%	10,9	11,2	11,5	12,3	
85%					8
90%	7,2	8,2	7,8	7,6	
100%	0	0	0	0	0

*Tablica 7. Termo preslikač na tkanini Poliester*

%	CIJAN	MAGENTA	YELLOW	K	STANDARD
10%	4,5	4,7	4,2	4,1	
15%					3
20%	6,2	6,8	7,2	7,1	
25%					7
30%	10,1	11,2	9,9	10,2	
40%	12,3	12,1	12,6	11,9	
50%	17,9	17,8	16,9	17,5	13
60%	15,1	15,2	14,9	15,1	14
70%	13,9	13,8	12,9	13,1	
75%					12
80%	9,9	10,2	9,8	10,4	
85%					8
90%	7,2	7,4	8,2	7,9	
100%	0	0	0	0	0

*Tablica 7. Termo preslikač na tkanini Pamuk*

### *Diskusija rezultata*

Navedene tablice prikazuju RTV vrijednosti 10%-100% sa dodatnim vrijednostima 15%, 25%, 75% te 85%.

RTV vrijednosti su ubačene u tablicu za izračun vrijednosti Dot gain te smo dobili navedene rezultate.

Tablica također sadrži standard ISO 2001 pomoću kojeg je napravljena usporedba te su navedene razlike u rezultatima te odstupanja koja su vidljiva.

Potrebno je napomenuti kako je navedeni ISO standard rađen na  $30 \text{ cm}^{-1}$  linijskom rasteru dok su otisci na kojima su se vršila mjerenja rađeni pomoću  $40 \text{ cm}^{-1}$  linijskog raster. Uzevši u obzir navedeno sva mjerenja su nešto veća nego što bi trebala biti po ISO 2001 standardu.

Vidljivo je da rezultati kod svih triju tablica prikazuju prihvatljivo odstupanje u malim te velikim RTV. Srednje vrijednosti RTV su različito veće ili manje od dozvoljenog odstupanje te iste treba prilagoditi u pripremi (smanjiti ili povećati RTV).

### *Vizualna kontrola otisaka*

Sva tri materijala (pamuk, poliester te pamuk sa elastinom su vrlo dobro podnijeli ovu vrstu preslikača. Nakon vizualne kontrole otiska utvrđeno je da je deformacija rasterskih elemenata minimalna, nevidljiva golim okom te su i polja sa najmanjim postotkom obojenja vidljiva golim okom. Nadalje, najtanje linije od 1pt su također jasno vidljive golim okom.

Nakon vizualne kontrole može se potvrditi da je nepravilnost rasterskih elemenata izražena kod treće fotografije s tim što je cijelokupna fotografija zadobila malo tamniji ton nego kod pripreme.

Najveći nedostatak ovih preslikača je taj da se oni printaju na posebnoj termo foliji koja se zajedno sa otiskom prenosi na tkaninu. Zbog navedenog je otisak bolji od očekivanog no također

je vizualno lošiji jer se vidi sama folija. Također ovaj način tiska je pogodan samo za bijelu boju majica pošto je termo folija bijele boje.

Nakon vizualne kontrole, otisci su jasno bolji na otiscima koji su izvršeni sitotiskom. Nakon sitotiska su termopreslikači, a najlošiji su otisci sa sublimacijskim preslikačima.

## **6. Ciljevi diplomskog rada**

Glavni cilj ovog diplomskog rada je utvrditi kvalitetu otiska dobivenog putem preslikača u usporedbi sa kvalitetom otiska dobivenog putem sitotiska. Postavlja se temeljna hipoteza da su otisci sitotiska kvalitetniji od otiskaka sa preslikačima. S obzirom da bi ispitivanjem potvrdili hipotezu postavlja se drugi cilj rada, a to je kako poboljšati kvalitetu otiska sa preslikačima kako bi isti bili konkurentni otiscima u sitotisku te da bi se zbog povoljnije cijene i brzine koristio sve više bez obzira na nakladu. Također se postavlja i treći cilj rada kako smanjiti potrebne procese, koji uključuje konačnu cijenu u odnosu na kvalitetu te utrošeno vrijeme rada.

Prvi cilj u ovom diplomskom radu je bio utvrditi kvalitetu otiska dobivenog putem preslikača u usporedbi sa kvalitetom otiska dobivenog putem sitotiska te je to i učinjeno.

Drugi cilj rada: kako poboljšati kvalitetu otiska sa preslikačima kako bi isti bili konkurentni otiscima u sitotisku te da bi se zbog povoljnije cijene i brzine koristio sve više bez obzira na nakladu.

Treći cilj ovog rada je zaključiti kako smanjiti potrebne procese, koji uključuje konačnu cijenu u odnosu na kvalitetu te utrošeno vrijeme rada.



## 7. ZAKLJUČCI

Temeljna hipoteza da su otisci sitotiska kvalitetniji od otiskaka sa preslikačima je dokazana. Nakon ispitivanja se pokazalo da u otisci putem termo preslikača kvalitetom jednaki sitotisku ali postoje problem kao što su debljina termo folije i svjetlina otiska kod sublimacijskog tiska.

Otisci sa termo preslikačima bi bili puno bolji kada bi termofolija bila prozirna te se na samom materijalu nebi vidjela kao dodatan sloj već kao samostalni otisak.

Otisci sa sublimacijskim preslikačima bi bili puno kvalitetniji kada bi samo sublimacijsko bojilo imalo jači pigment te bi i same boje nakon prijenosa bile jasnije i vjerodostojnije samoj pripremi. Procese kod izrade preslikača možemo smanjiti na način da se ne ispisuje jedan po jedan preslikač već da se na većoj površini otisne više preslikača koji si nakon toga režu (cut-aju na cut-eru) te se nakon toga pod visokom temperaturom prenose na tkaninu. Sami proces bi bio svejedno sporiji od sitotiska pogotovo kada se radi o nakladama od par tisuća. No uzme li se u obzir minimalna potrošnja bojila te brzina otiskivanja ovim načinom bi samo otiskivanje preslikača bilo puno brže te jednostavnije. Također postoje i termo preše koje su većih dimenzija te bi se u jednom pritisku moglo staviti više komada tkanine pa s time i raditi više otisaka odjednom što je još jedan način da se cijelokupni proces ubrza. Rukovanje preslikačima i termoprešom je vrlo jednostavno te nije potreban veliki obujam znanja kao što je potreban za izradu tiskovnih forma za sitotisak te samo upravljanje sitotiskarskim strojem.

## 8. LITERATURA

1. Sefar, Priručnik za sitotiskare, Hrvatska udruga sitotiskara, 105-120, Zagreb, 1999.
2. Kiphan H.; Hand Book of Print Media, Springer, Berlin, 25-250, 2001.
3. \*\*\*[http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%207a.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%207a.pdf) (05.06.2016.)
4. \*\*\*[http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%209a.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%209a.pdf) (05.06.2016.)
5. \*\*\*<http://www.njuskalo.hr/strojevi-sitotisk/sitotisk-gotovi-aluminijski-oviri-sita-oglas-11860668> (05.06.2016.)
6. \*\*\*[http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MTT%20Predavanje%207b.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MTT%20Predavanje%207b.pdf) (20.06.2016.)
7. \*\*\*<http://www.pletenina-novska.com/hrv/proizvodiusluge> (21.06.2016.)
8. \*\*\*<http://www.graphiccenter.hr/rucni-karuseli.html> (02.07.2016.)
9. \*\*\*<http://www.bok.hr/hr/tiskara-bok/> (10.07.2016.)
10. \*\*\*<http://digitalnitisakivizitke.wordpress.com/page/2/> (13.07.2016.)
11. \*\*\*[http://tisak.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/MR%20rad%20Igor%20Majnari%20c.pdf](http://tisak.grf.unizg.hr/media/download_gallery/MR%20rad%20Igor%20Majnari%20c.pdf)
12. \*\*\*[http://en.wikipedia.org/wiki/Screen\\_printing](http://en.wikipedia.org/wiki/Screen_printing) (15.07.2016.)
13. \*\*\* <http://www.print-magazin.eu/tema-broja-sublimacija-lipanj-2015/> (17.08.2016.)
14. \*\*\* <http://www.print-magazin.eu/tema-broja-termo-transfer-preslikaci-ozujak-2015/> (20.08.2016.)
15. \*\*\* <https://www.prepressure.com/design/basics/dot-gain> (18.08.2016.)