

Utjecaj koncentracije UV-luminiscentnog pigmenta na reprodukciju u propusnom tisku

Kraljević, Marija

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

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:216:200201>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-08**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GRAFIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

Marija Kraljević



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko tehnološki

ZAVRŠNI RAD

UTJECAJ KONCENTRACIJE UV-LUMINISCENTNOG PIGMENTA NA REPRODUKCIJU U PROPUSNOM TISKU

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Sanja Mahović Poljaček

Student:

Marija Kraljević

Zagreb, 2020

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET
Getaldićeva 2
Zagreb, 7. 7. 2020.

Temeljem podnijetog zahtjeva za prijavu teme završnog rada izdaje se

RJEŠENJE

kojim se studentu/ici Mariji Kraljević, JMBAG 0125160508, sukladno čl. 5. st. 5. Pravilnika o izradi i obrani završnog rada od 13.02.2012. godine, odobrava izrada završnog rada, pod naslovom: Utjecaj koncentracije UV-luminiscentnog pigmenta na reprodukciju u propusnom tisku, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Sanje Mahović Poljaček.

Sukladno čl. 9. st. 1. Pravilnika o izradi i obrani završnog rada od 13.02.2012. godine, Povjerenstvo za nastavu, završne i diplomske ispite predložilo je ispitno Povjerenstvo kako slijedi:

1. prof. dr. sc. Mandić Lidija, predsjednik/ica
2. izv. prof. dr. sc. Mahović Poljaček Sanja, mentor/ica
3. doc. dr. sc. Plazonić Ivana, član/ica



Prof. dr. sc. Nikola Mrvac

SADRŽAJ

Cilj ovog završnog rada je objasniti utjecaj koncentracije pigmenta na reprodukciju u propusnom tisku.

U teorijskom dijelu opisan je razvoj sitotiska, način izrade tiskovne forme, otiskivanje, tiskovne podloge i tiskovne boje. Rad osim teorijskog dijela sadrži i eksperimentalni dio koji prikazuje utjecaj koncentracije pigmenta u transparentnoj bazi na gotov otisak. Gotovi otisci su promatrani pod UV lampom i mjereni spektrofotometrijski parametri.

Ključne riječi:

Propusni tisak, sitotisak, tiskovna forma, otiskivanje.

ZAHVALA

Prvo se želim zahvaliti svojoj mentorici izv.prof.dr.sc. Sanji Mahović Poljaček i njenoj suradnici dr.sc.Tamari Tomašegović koje su umjesto mene odradile veliki dio posla zbog moje odsutnosti izazvane epidemijom COVID-19. Cijelo vrijeme su bile jako susretljive, uvijek spremne pomoći te dati savjet i na tome im puno hvala.

Jedno veliko hvala mojoj obitelji koji su me pratili cijelo moje školovanje i bili mi bezuvjetna podrška. Hvala mojoj sestri koja mi je bila cimerica u studentskom domu i uvijek imala strpljenja za mene i uvijek znala izabrati pravu riječ u pravo vrijeme.

Posebno se zahvaljujem svom dečku Anti koji je uvijek bio uz mene, bodrio me i ohrabrivao svo vrijeme mog školovanja.

Hvala cijeloj rodbini i prijateljima koji su cijelo vrijeme bili uz mene.

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	2
2.1. TISAK.....	2
2.2. RAZVOJ PROPUSNOG TISKA.....	3
2.3. PROPUSNI TISAK.....	4
2.4. TISKOVNA FORMA ZA PROPUSNI TISAK.....	5
2.4.1. OKVIR.....	5
2.4.2. MREŽICA.....	7
2.4.3. Nomenklatura sitotiskarskih mrežica.....	13
2.4.4. RAKEL.....	14
2.5. NAPINJANJE MREŽICE NA OKVIR.....	16
2.6. OTISKIVANJE.....	17
2.7. IZRADA TISKOVNE FORME.....	18
2.7.1. IZRADA TISKOVNE FORME KAPILARNIM FILMOM.....	18
2.7.2. IZRADA TISKOVNE FORME NANOŠENJEM EMULZIJE.....	18
2.7.3. IZRADA TISKOVNE FORME CtP POSTUPKOM.....	22
2.8. TISKOVNE PODLOGE U SITOTISKU.....	26
2.9. TISKARSKE BOJE.....	28
2.9.1. SITOTISKARSKE BOJE.....	29
2.9.2. LUMINISCENCIJA.....	29
2.9.3. FOTOLUMINISCENCIJA.....	30
2.9.4. LUMINISCENTNE BOJE.....	31
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	33
3.1. METODOLOGIJA RADA.....	33
3.2. KORIŠTENI UREĐAJI.....	34
3.3. KORIŠTENI MATERIJALI.....	38
4. REZULTATI I RASPRAVA.....	41
4.1. DEBLJINA NANOSA UV LUMINISCENTNE BOJE.....	41
4.2. VIZUALNA PROCJENA OTISAKA.....	41
4.3. SPEKTROFOTOMETRIJSKA ANALIZA OTISAKA.....	43
5. ZAKLJUČAK.....	46
6. LITERATURA.....	47

1. UVOD

U ovom završnom radu će biti opisan sitotisak. Sitotisak je tehnika propusnog tiska. Nastao je u prvim stoljećima poslije Krista u Kini, ali i danas ima veliku upotrebu, samo u novom ruhu. Danas spada među najkvalitetnije i najskuplje tehnike tiska. Njime se može tiskati na svim vrstama i svim oblicima tiskovnih podloga. Osim toga, sitotisak može koristiti i sve vrste tiskovnih boja s najraznolikijim efektima i dodacima. Sitotisak ne služi uvijek samo za tisak, nego može služiti i u doradnim procesima, za razna lakiranja i razne vrste premaza.

U teorijskom dijelu će biti opisan razvoj sitotiska, tiskovna forma za sitotisak, uređaji za sitotisak, tiskovne podloge i tiskovne boje za sitotisak. Također će biti opisan način izrade tiskovne forme za konvencionalni sitotisak i za CtP sitotisak te način otiskivanja.

U eksperimentalnom dijelu će biti opisani uređaji i materijali korišteni za izradu motiva na različitim podlogama. Također će biti opisan utjecaj koncentracije UV-luminiscentnog pigmenta na reprodukciju motiva.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. TISAK

Tisak je zajednički pojam za tiskana izdanja novina, časopisa, revija, magazina, knjiga, plakata i ostaloga. Tisak je tehnika mehaničkog umnažanja istovrsnih primjera teksta, slika i ilustracija. Kod tiska se razlikuju konvencionalne i digitalne tehnike tiska. Konvencionalne tehnike tiska su viski, duboki, plošni i propusni tisak od kojih svaka tehnika ima svoje podvrste [1]. Digitalne tehnike su novije tehnike koje se i danas razvijaju velikom brzinom. Podjela digitalnih tehnika je na fotografiju, ionografiju, x-grafiju, *ink-jet* tisak, elektrografiju, magnetografiju, termografiju.

Do nastanka tiska je došlo nakon pojave pisma. Razvoj pisma je započeo u Mezopotamiji nakon preoblikovanja klinopisa, piktografije i ideografije koji su bili česta pojava u spiljama. Prije toga je jedini prijenos informacija bio od čovjeka do čovjeka i često je bio vremenski i prostorno ograničen. Nakon pojave pisma dolazi do revolucije u prenošenju informacija. Druga velika revolucija tiska je nastala nakon izuma Gutenbergova izuma pomičnih slova. To je i preteča tiska kakvog danas poznajemo. Prva slova su bila udubljena u drvetu i imitirali su rukopis. Postupak izrade slova je trajao satima i nikada slova nisu izgledala identično, posebice ako su bila rađena od strane različitih ljudi. Za tisak jedne stranice teksta bilo je potrebno izraditi 2500 slovnih znakova. Gutenberg je gotovu ploču premazivao bojom na bazi vode te bi na ploču pritisnuo list papira tako da se na njega prenese čitav tekst. Daljnja revolucija je bila nakon izuma metalnih pomičnih slova (Slika 1.). Po zanimanju je bio zlatar pa mu lijevanje slova nije predstavljalo problem. Od zlata je izradio posebne kalupe za lijevanje slova, a za izradu slova je napravio posebnu leguru s većinskim udjelom olova. Osim olova tu su se nalazili antimon i kositar. To predstavlja leguru koja se i danas koristi. Lijevanjem su znakovi mogli izgledati istovrsno u odnosu na drvena slova. Iako je lijevanje bio dugotrajan proces, pomična slova su dala brzu izradu knjiga [2]. Prva tiskana knjiga je bila Biblija iz 1455. godine [3].



Slika 1. Metalna pomična slova

(<https://yellowgondolin.files.wordpress.com/2018/09/148835.jpg>)

2.2. RAZVOJ PROPUSNOG TISKA

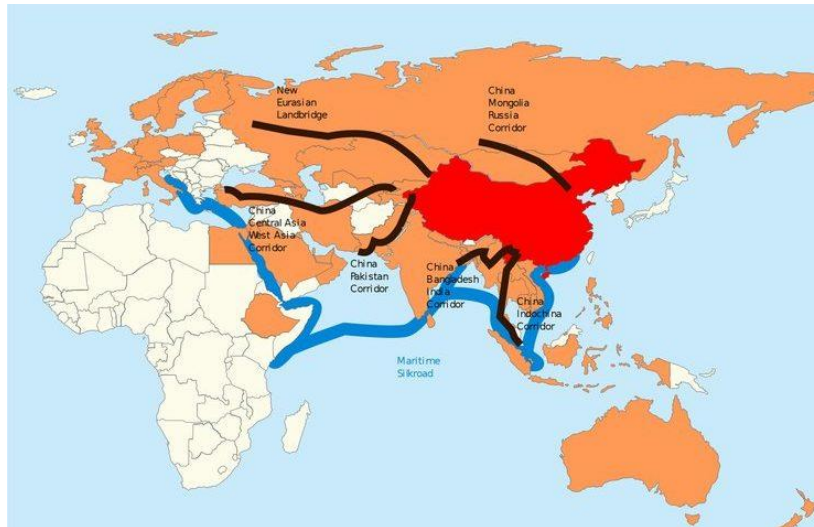
Za propusni tisak se može reći da je najstarija vrsta tiska. Propusni tisak kakav danas poznajemo nastao je u Kini oko 900. godine. Nakon Kine počele su ga prihvaćati i ostale kulture u Aziji, ali se u Europu počeo širiti znatno kasnije (Slika 2.).

Mrežica za propuštanje boje je nastala od ljudske kose dugotrajnim i sporim postupkom sljepljivanja. Za tiskovnu podlogu je korišten rižin papir. Osim kose za izradu mrežice, u Japanu se počela koristiti svila [4].

U Europu je propusni tisak stigao tek u 18. stoljeću. Prvotno je došao u Englesku i koristio se za ukrašavanje zidova. To je jako zaintrigiralo mladog slikara iz Manchestera koji je u tome vidio veliki napredak. Osmislio je drveni okvir preko kojeg je natezao svilene niti koje bi tvorile mrežicu. Osmislio je i emulziju za zatvaranje očica mrežice te tako blokirao prolaz boje. Na mjestima gdje su očice bile otvorene boja je nesmetano mogla prolaziti.

Nakon Drugog svjetskog rata svilene niti su zamijenjene poliesterom koji je bio znatno jeftiniji i kvalitetniji. Omogućavao je višekratnu upotrebu što se sa svilenim nitima nije moglo tako lako postići.

Takav tisak je najviše koristio za tisak majica kuglačkih timova. Propusni tisak se i danas najvećim dijelom koristi za tisak tkanina [5].



Slika 2. Dolazak svile u Europu

(<https://www.geopolitika.news/wp-content/uploads/2018/12/put-svile-karta-742x478.jpg>)

2.3. PROPUSNI TISAK

Propusni tisak je vrsta direktnog tiska. Osnovna tehnika propusnog tiska je sitotisak. Sitotisak predstavlja tehniku direktnog otiskivanja i propuštanja boje kroz mrežicu. Tiskovna forma je sastavljena od tiskovnih elemenata koji propuštaju boju i slobodnih površina koji ne propuštaju boju.



Slika 3. Tisak na tkanine

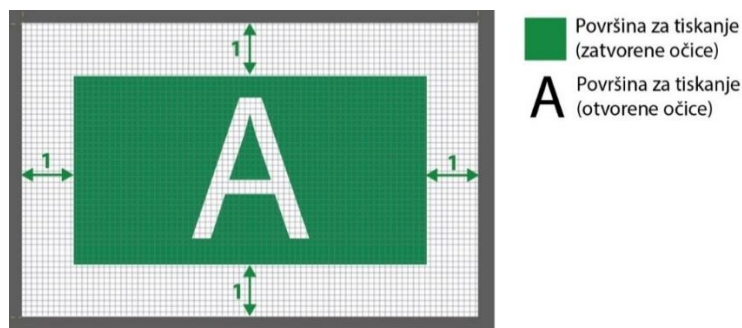
(https://lh3.googleusercontent.com/proxy/uSUse9dKIDzN2Zzgc0_i7ZXzcYNAX6gvF9Hu7zzzn74Gc3yC1crCJO4yt2YVQ6__ECLFKoXtujrYY0FuZsTtO7p8Ed2Cy0kV2QCw)

Tiskovni elementi i slobodne površine se nalaze u istoj ravnini. Kopirni predložak preko kojeg se osvjetljava tiskovna forma je stranično ispravan [6]. Tiskovna forma je izrađena

od drvenog ili metalnog okvira na koji je napeta mrežica. Mrežica je izrađena od poliestera, metala ili prirodnih materijala. Ovisno o linijaturi mrežice tiskovni elementi će biti veći ili manji [7]. Također, ovisno o debljini mrežice imamo različite debljine nanosa boje što je velika prednost sitotiska u odnosu na druge tehnike tiska. Debljina omogućava veliku stabilnost [8]. Prednost sitotiska je također što može tiskati na različite materijale, metal, tkanina, drvo, staklo, plastika, keramika (Slika 3.). Osim različitih tiskovnih podloga, sitotisk ima veliki izbor boja s različitim efektima [4].

2.4. TISKOVNA FORMA ZA PROPUSNI TISAK

Tiskovna forma za propusni tisak je izrađena od okvira i mrežice (Slika 4.). Na okvir je nategnuta mrežica. Mrežica ima otvorene i zatvorene očice koje tvore tiskovne elemente i slobodne površine. Na mjestima gdje su očice zatvorene su slobodne površine, a na mjestima gdje su očice otvorene, nalaze se tiskovni elementi. Protiskivanje boje kroz mrežicu se vrši pomoću gumenog rakela [5].



Slika 4. Tiskovna forma za propusni tisak

2.4.1. OKVIR

Okvir kod tiskovne forme za propusni tisak može biti drveni i aluminijski. On treba biti izrađen po standardima. Treba imati dobru otpornost na kemikalije korištene prilikom izrade motiva. Okvir također treba biti otporan i na boje koje se koriste kod pri otiskivanju.

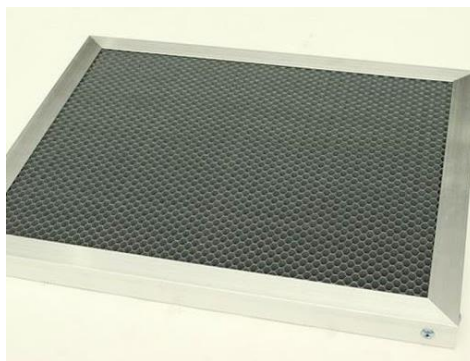
Drveni okviri su svoju namjenu imali puno više u prošlosti. Danas se koriste samo za izradu malih motiva radi mase. Drveni okviri također nemaju dobru stabilnost. Deformiraju se kod visoke vlage. Češće se koriste za kućne varijante [9].



Slika 5. Drveni okvir u sitotisku

(https://cdn.creadhesif.com/media/catalog/product/cache/1/small_image/420x/602f0fa2c1f0d1ba5e241f914e856ff9/m/e/meshwoodscreen.jpg)

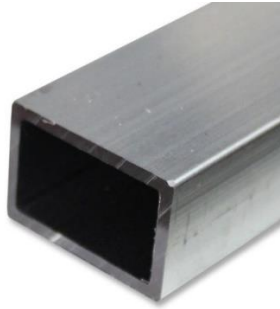
Trenutno se više koristi metalni okvir, odnosno aluminijski. Aluminijski okvir ima veliku otpornost na koroziju, jeftini su i lagani. Osim aluminijskog koristi se i čelik, ali jako rijetko radi svoje mase i krutosti [9].



Slika 6. Aluminijski okvir u sitotisku

(https://lh3.googleusercontent.com/H_GO4vFkCOF9sA1117ZRIT_iM_hD3B1eZquIb97BAiQFfMg_pvSG8t04SvoUQ2guj9Ri8Ps=s85)

Ovisno o debljini i profilu stjenki okvira dimenzionalne stabilnosti okvira mogu biti različite. Postoje pravokutni i specijalni profili. Pravokutni profili su standardni profili kod kojih su debljine stjenki sa svake strane iste. Specijalni profili imaju pojačanu okomitu stjenku, unutarnji podupirač, kosi unutarnji rub, konkavni rub, konkavni rub koji je nakošen prema van i L presjek [9].



Slika 7. Pravokutni profil

(https://lh3.googleusercontent.com/CFH0ozUmMtezW55GQCNOYzLdkTMEbSRWJGxX8zUu1EOV2cqXODuUvnmHhoP11_yndaNGg=s85)

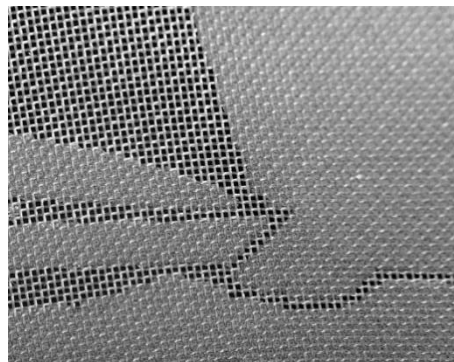
2.4.2. MREŽICA

Mrežica je najvažniji dio tiskovne forme kod sitotiska. Ona nosi motiv i ima na sebi tiskovne elemente i slobodne površine. Mrežica mora imati odgovarajuću čvrstoću i stabilnost prilikom tiska. Mrežica može biti izrađena od svilenih niti, metalnih niti ili sintetskih materijala. Prilikom izbora materijala za mrežicu treba biti na oprezu jer neke kemikalije mogu dovesti do uništenja mrežice.

Svilene niti se danas gotovo ne koriste, ali u prošlosti su bile glavne sirovine za izradu mrežice.

Kod izbora metala za izradu mrežica treba biti posebno oprezan jer treba pronaći metal otporan na koroziju, a koji se pri tome da izvlačiti u niti. Najčešće se koriste čelične niti, ali je rad njima dosta otežan. Mogu podnijeti tisak pri jako visokim temperaturama, ali nisu elastične te se nakon deformacije ne mogu vratiti u prvobitni položaj. Ali su to ujedno i najskuplje mrežice koje se mogu pronaći na tržištu [9].

Nadalje, za mrežicu se najčešće koriste sintetski materijali. Njima je dosta lagano manipulirati i utjecati na njihova svojstva te postići točno odgovarajuća za pojedine motive i boje. Najviše se koriste poliesterske mrežice, a nakon njih poliamidne. One su dosta skuplje od prirodnih materijala, ali i znatno jeftinije od metalnih. Imaju dobru elastičnost te se mogu rastezati, a da ne dođe do deformacije jer se svaka deformirana mrežica mora ukloniti i nanijeti potpuno nova. Također, sintetske mrežice su dosta otporne na koroziju, kemikalije, temperaturu i svjetlo što ih čini najpogodniji za izradu mrežica [4].



Slika 8. Mrežica za sitotisak

(<https://lh3.googleusercontent.com/laLzYJoVzo1V->

aWdziQiPmoD6CyEWzN7nDgajkxmnUpq_xEQx3uD0QinWFWtzCm4jqy1rjc=s107)

Mrežice osim što se razlikuju po vrsti materijala, razlikuju se i po boji. Boja uvelike može utjecati na reprodukciju motiva. Postoje dvije boje mrežica, bijela i žuta [4].

Mrežice ovisno o vrsti materijala mogu biti elastične i neelastične pa tako i deformacije koje nastaju mogu biti izraženije. Koristeći metalne mrežice deformacije koje nastaju su podosta velike pa nisu primjerene za tisak detalja. Ali koristeći metalne mrežice, sušenje boje može početi odmah ako se dovodi toplina, budući da su metali dobro provoditelji topline. Mrežice od tkanine mogu biti pamučne i svilene. Pamučne se danas ne koriste, dok su se u prošlosti dosta koristile. Kod njih su deformacije jako velike i nisu baš primjerene za tisak. Svilene mrežice su se pokazale jako dobre, imaju veliku izdržljivost i ne stvaraju jako velike deformacije. Danas se također ne koriste tako često. Mrežice sintetičkog sastava su najkorištenije. Rađene su od poliestera (PET) ili poliamida (PA). Poliesterske mrežice se mogu rastezati i dobro se montiraju na okvir. Imaju mogućnost

dugotrajnog korištenja, brzo se suše, otporne su na organske kiseline. Imaju jako glatku površinu i moguće je ostvariti dobru propusnost te otiskivati velikim brzinama. Koristeći PET mrežice, moguće je postići jako fine i sitne detalje. Poliamidne mrežice su prve sintetičke mrežice koje su se počele koristiti. Imaju dobra kemijska i mehanička svojstva, otporne su na lužine, otporne su na habanje. Imaju veliku trajnost i elastičnost.

Koristeći bijele mrežice svjetlost se probija prilikom osvjetljavanja. Zrake svjetlosti se reflektiraju ispod zacrnjenih područja kopirnog predloška pa se ne mogu postići oštri rubovi. Sukladno tome se bijele mrežice koriste kod velikih motiva gdje nema sitnih detalja (Slika 9.) [4].



Slika 9. Bijela mrežica za sitotisak

(https://lh3.googleusercontent.com/nGRgAMMQmsYHrklN2juzP-qM_wn_aWm0y3NLhU7i_A6JIEcYwOngrCkGusS16mmewaXvFA=s113)

Žuta mrežica je dosta bolja, ali i dosta skuplja od bijele. Ona sprječava rasipanje svjetlosti i komplementarna je s UV svjetlošću pa je s njom moguće raditi sitne i fine detalje (Slika 10.) [4].



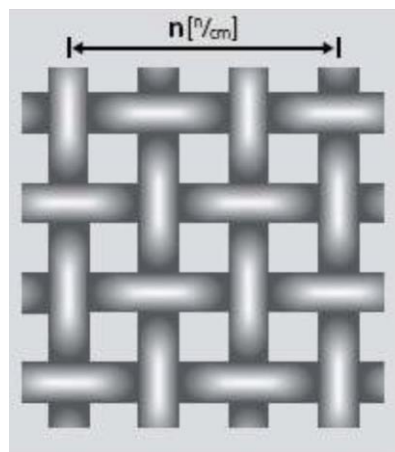
Slika 10. Žuta mrežica za sitotisak

(https://lh3.googleusercontent.com/LLiA3tyyNiUtQ2e-3h-_P6eBq0w1dnwtQjpKHvLZDJA4OfHB0QvkOlhTY___wlsfH5IVw=s94)

Osim navedenog mrežica za sitotisak definirana je slijedećim parametrima:

- Linijatura (od 10 niti/cm do 200 niti/cm)
- Promjer niti (μm)
- Način tkanja
- Otvor očice (μm)
- Debljina mrežice
- Otvorenost površine mrežice (%)
- Teorijski volumen boje.

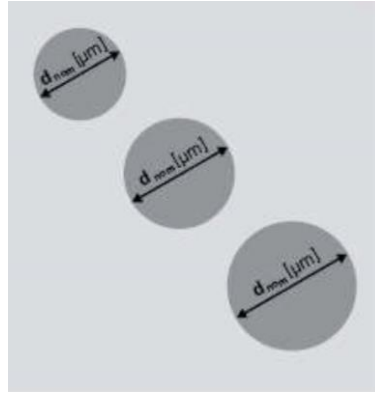
Linijatura ili broj niti po cm određuje koliko je gusto tkanje te ovisno o tome detalji mogu biti preciznije urađeni ili motivi mogu biti veliki bez prevelike preciznosti. Broj „n“ označava broj niti po cm ili inch. Tolerancija je definirana kao statistički raspon utvrđenih srednjih vrijednosti mjerenja (Slika 11.) [10].



Slika 11. Linijatura mrežice

(https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2099779/mod_resource/content/1/TF1-vjezba10-tf-propusni-tisak.pdf)

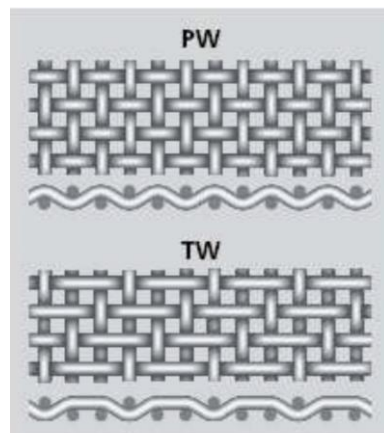
Promjer niti je bitan parametar prilikom određivanja rezolucije tiskovnih elemenata. Izražava se u μm (Slika 12.) [10].



Slika 12. Promjer niti

(https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2099779/mod_resource/content/1/TF1-vjezba10-tf-propusni-tisak.pdf)

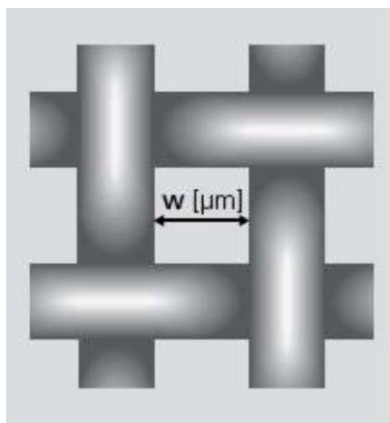
Način tkanja je izbor tkanja kako će biti mrežica istkana. Postoje dvije vrste tkanja, PW obično tkanje ili plain weave 1:1 i TW keper tkanje ili twill weave 2:1 ili 2:2 (Slika 13.) [10].



Slika 13. Način tkanja

(https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2099779/mod_resource/content/1/TF1-vjezba10-tf-propusni-tisak.pdf)

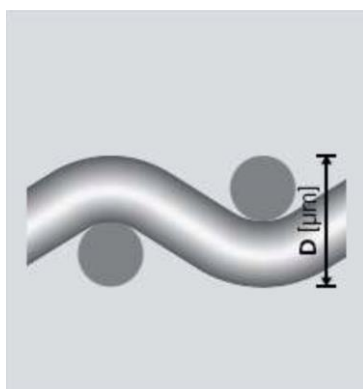
Otvor očice predstavlja otvorenost mrežice za propusnost boje (Slika 14.) [10].



Slika 14. Otvor očice

(https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2099779/mod_resource/content/1/TF1-vjezba10-tf-propusni-tisak.pdf)

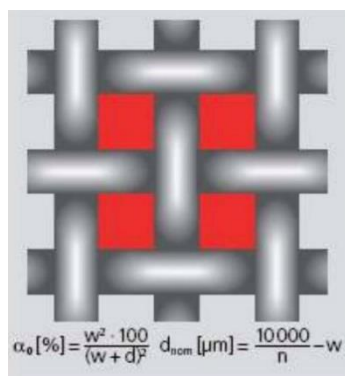
Debljina mrežice se definira u μm , a bitna je za debljinu nanosa tiskarske boje (Slika 15.). Što je deblja mrežica, debljina nanosa boje na otisku će biti veća [10].



Slika 15. Debljina mrežice

(https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2099779/mod_resource/content/1/TF1-vjezba10-tf-propusni-tisak.pdf)

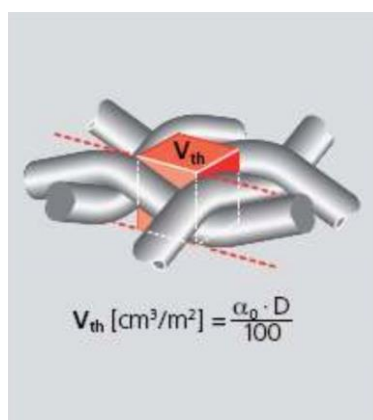
Otvorenost površine mrežice predstavlja iznos svih otvora na mrežici u odnosu na površinu čitave mrežice (Slika 16.) [10].



Slika 16. Otvorenost površine mrežice

(https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2099779/mod_resource/content/1/TF1-vjezba10-tf-propusni-tisak.pdf)

Teorijski volumen boje je vrijednost koja proizlazi iz odnosa otvorenosti mrežice i njezine debljine (Slika 17.) [10].



Slika 17. Teorijski volumen boje

(https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2099779/mod_resource/content/1/TF1-vjezba10-tf-propusni-tisak.pdf)

2.4.3. Nomenklatura sitotiskarskih mrežica

Sitotiskarsku mrežicu je moguće definirati sa sedam varijabli:

PET 1000 140 – 34 Y PW OSC

PET označava vrstu materijala mrežice

1000 označava kakvoću mrežice

140 označava linijaturu mrežice

34 označava promjer niti

Y označava boju mrežice

PW označava tip tkanja

OSC označava plosnatost [9].

2.4.4. RAKEL

Rakle je alat koji služi za otiskivanje u sitotisku. Njegova funkcija je da protiskuje tiskarsku boju kroz mrežicu i tako ostavi otisak na tiskovnoj podlozi. Rakel je mekani alat da ne ošteti mrežicu. Može biti izrađen od gume, prirodne ili sintetičke ili poliuretana. Rakel od gume se brže troši od rakela od poliuretana, ali je istovremeno rakel izrađen od poliuretana skloniji prikupljanju ekektrostatskog naboja (Slika 18.) [11].



Slika 18. Rakel

(https://lh3.googleusercontent.com/HNmTE1UIOyQm0RpWX7IfSNFJK913aQ8GM2oQWGNjqR5TuZhrkSeK_YHUVSvzBR43i4ML=s128)

Nakon otiskivanja se odmah mora očistiti da ne dođe do uništavanja. Također rakel mora biti i bez oštećenja i rupica po sebi. Rubovi moraju biti oštri.

Ovisno o tiskovnoj podlozi treba prilagoditi tvrdoću rakel pa se tako rakel proizvode u različitim bojama.

Rakeli se razlikuju i po profilima, odnosno po oblicima rubova. Mogu biti kvadratični, jednostruko brušeni, dvostruko brušeni i zaobljeni. Vrsta rakel se bira prema vrsti podloge jer ne odgovara svaki rakel svakoj podlozi. Kvadratični se koriste za tisak na papire, zaobljeni za tisak na deblje materijale, za lakiranje i za pokrite boje. Brušeni rakel se koriste za tisak tkanine, stakla i keramike (Slika 19.) [12].



Slika 19. Profili rakel

(https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422561/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje%209a.pdf)

Postoji podjela rakel i po načinu izvedbe. Mogu biti jednodijelni, dvodijelni, trodijelni i RKS rakel (Slika 20.) [11].



Slika 20. Izvedbe rakel

(https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422561/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje%209a.pdf)

2.5. NAPINJANJE MREŽICE NA OKVIR

Da bi imali dobru tiskovnu formu treba pravilno napeti mrežicu na okvir. Okvir mora biti gladak i bez oštećenja. Ne smije imati oštre kutove jer mogu uništiti mrežicu. Ako se okvir koristi više puta, mora se potpuno ukloniti svaki zaostatak ljepila, mrežice, fotoosjetljivog materijala.

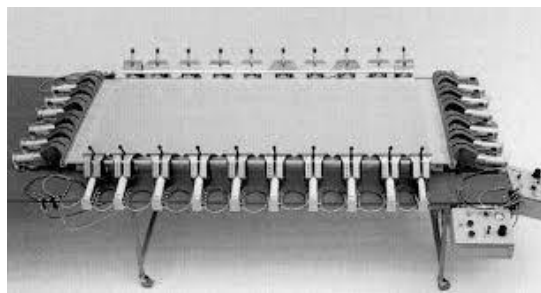
Okvir je također potrebno odmastiti sredstvom za odmašćivanje. Cijeli okvir se premazuje sredstvom za lijepljenje mrežice. Mrežicu je bitno dobro napeti na njenoj cijeloj površini da ne bi došlo do deformacije motiva [12].

Postoje tri osnovna načina napinjanja:

- Ručno napinjanje
- Mehaničko napinjanje
- Pneumatsko napinjanje

Ručno napinjanje je napinjanje koje se najrjeđe koristi. Koristi se kod kućnog napinjanja na drvene okvire. Okviri moraju jako čvrsti i ravni. Takvo napinjanje ne može dati jednaku napetost mrežice i lakše može doći do njenog uništenja. Pričvršćivanje se vrši spajalicama.

Mehaničko napinjanje se vrši pomoću specijalnih uređaja. Takvim napinjanjem lako se može postići jednaka napetost na cijeloj površini, a također se može napeti i više okvira odjednom što povećava produktivnost.



Slika 21. Pneumatsko napinjanje mrežice

(https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422558/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje%208a.pdf)

2.7. IZRADA TISKOVNE FORME

Postoje dva osnovna načina izrade tiskovne forme kod sitotiska. To su izrada pomoću kapilarnog filma i izrada nanošenjem emulzije [5].

2.7.1. IZRADA TISKOVNE FORME KAPILARNIM FILMOM

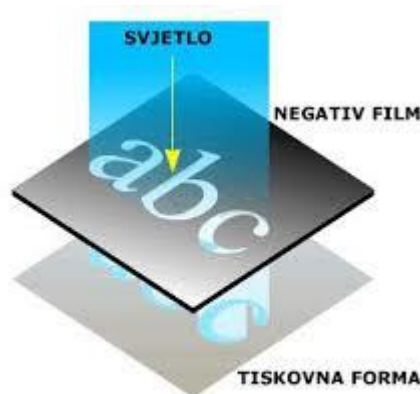
- Priprema mrežice, mrežicu na kojoj će se izraditi motiv treba prvo odmastiti iz razloga jer je možda prije korištena ili radi prethodnih tretiranja prilikom postavljanja mrežice na okvir
- Ispiranje mrežice vodom, nakon što su uklonjene potencijalne masnoće, potrebno je isprati mrežicu pod mlazom vode
- Prijenos kapilarnog filma na mrežicu, uvijek se radi mat stranom okrenutom prema mrežici radi boljeg prihvaćanja
- Sušenje mrežice u specijalnim strojevima namijenjenim za sušenje
- Uklanjanje noseće folije
- Osvjetljavanje kroz predložak u uređaju za osvjetljavanje
- Razvijanje vodom pri čemu se uklanjaju otopljeni dijelovi koji će biti tiskovni elementi prilikom otiskivanja
- Sušenje u uređaju za sušenje [5]

2.7.2. IZRADA TISKOVNE FORME NANOŠENJEM EMULZIJE

Postupak izrade tiskovne forme za propusni tisak danas se najčešće provodi izravnim nanošenjem fotoosjetljive emulzije na površinu mrežice. Nakon pripreme, nanos emulzije se provodi pomoću lađice, manualno ili u automatiziranom uređaju. Nakon sušenja slijedi osvjetljavanje tiskovne forme te kemijsko razvijanje pri čemu dolazi do formiranja tiskovnih elemenata na površini tiskovne forme.

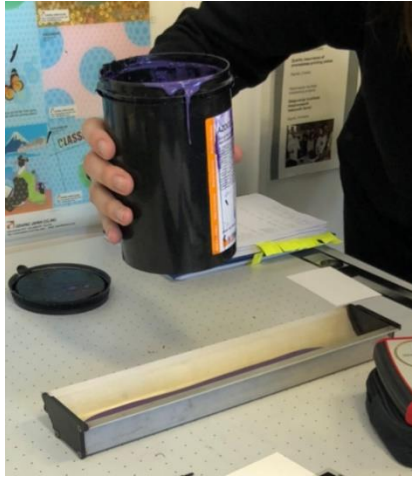
Detaljan pregleda faza izrade tiskovne forme nalazi se u nastavku:

- Priprema fotoosjetljivog sloja (emulzija)
- Priprema mrežice, mrežicu na kojoj će se izraditi motiv treba prvo odmastiti iz razloga jer je možda prije korištena ili radi prethodnih tretiranja prilikom postavljanja mrežice na okvir
- Ispiranje mrežice vodom, nakon što su uklonjene potencijalne masnoće, potrebno je isprati mrežicu pod mlazom vode
- Sušenje mrežice
- Oslojavanje mrežice fotoosjetljivim slojem
- Sušenje mrežice u uređaju za sušenje
- Osvjetljavanje kroz predložak u uređaju za osvjetljavanje
- Razvijanje vodom pri čemu se uklanjaju otopljeni dijelovi koji će biti tiskovni elementi prilikom otiskivanja
- Sušenje u uređaju za sušenje [5].

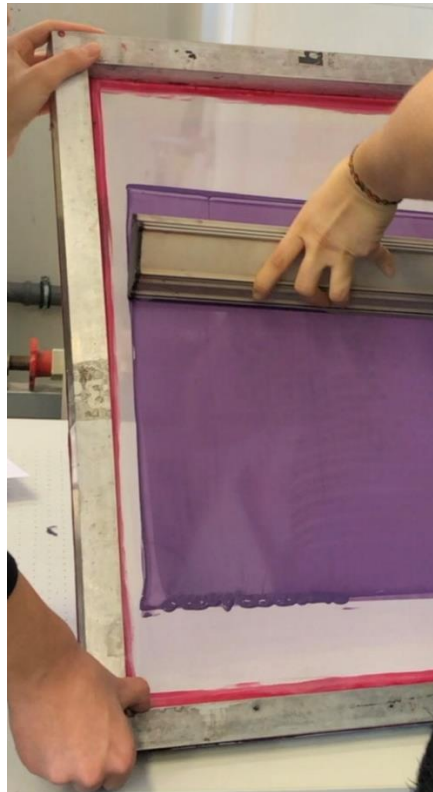


Slika 23. Osvjetljavanje mrežice kroz negativ film

(<https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fgogss.hr%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F02%2Ftiskovne-forme.pdf&psig=AOvVaw0nYHROfh1jjQFqSRvEY5cX&ust=1593968807954000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCIjgoNaKtOoCFQAAAAAdAAAAABAJ>)



*Slika 24. Nanošenje emulzije u nanosač
(Autorska slika)*



*Slika 25. Oslojavanje mrežice emulzijom
(Autorska slika)*



*Slika 26. Uređaj za osvjetljavanje
(Autorska slika)*

2.7.3. IZRADA TISKOVNE FORME CtP POSTUPKOM

CtP tehnologija (eng. *Computer to Plate*, računalo – tiskovna forma) je postupak izrade tiskovne forme računalnim putem. CtP postupak omogućava izradu tiskovne forme bez korištenja grafičkih filmova te se ispis motiva radi izravno na materijal za izradu tiskovne forme. Računalo generira motiv i prenosi je na tiskovnu formu.

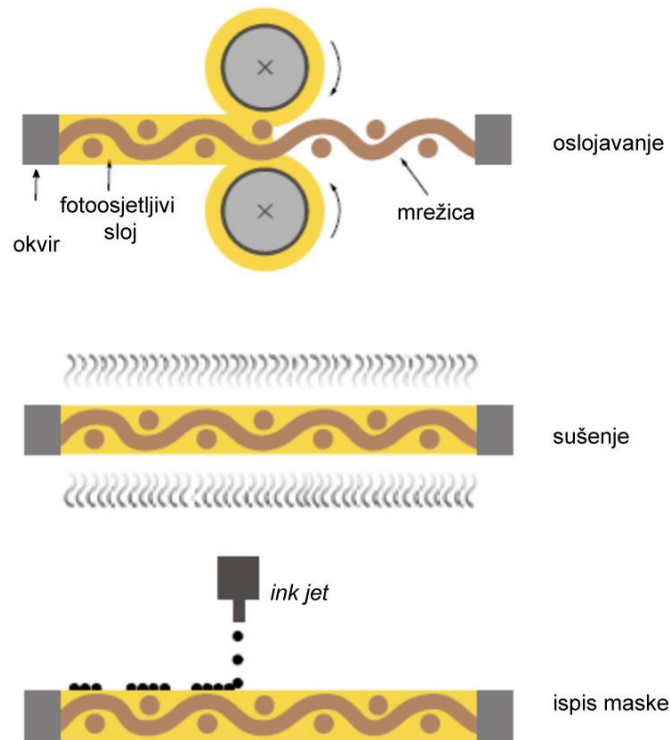
Ovim postupkom proces izrade tiskovne forme je efikasniji, naročito iz razloga što je eliminiran velik broj procesa koji su bili nužni u konvencionalnim postupcima izrade tiskovne forme. Isto tako, ovim postupkom izrade tiskovne forme smanjen je i štetan utjecaj sredstava za izradu i obradu grafičkih filmova i gledano s ekološkog aspekta, ovakav način izrade tiskovnih formi znatno je prihvatljiviji. Akromin „CtP“ osim na pojam *Computer to Plate* postupak odnosi se i na postupke *Computer to Press* (računalo – tiskarski stroj) i *Computer to Print* (računalo – otisak) [15].

Digitalni postupak izrade tiskovne forme u propusnom tisku naziva se eng. *Computer to Screen* (računalo – mrežica). Postoji nekoliko načina izrade tiskovne forme CtP postupkom:

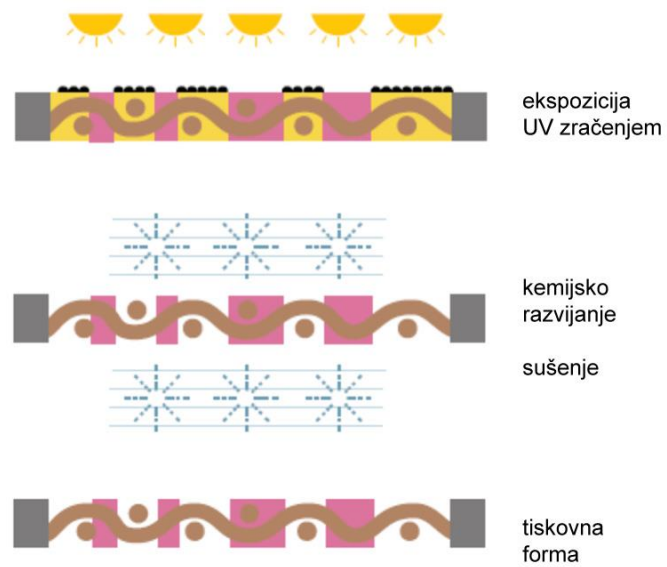
- *Ink-jet* sustavi,
- Izravni ispis UV zračenjem,
- Postupak s LAMS maskom [16].

2.7.3.1. INK-JET SUSTAV

- Oslojavanje sita emulzijom
- Sušenje
- *Ink-jet* mlaznicama aplicira se maska na emulzijskom sloju (umjesto klasičnog filma) (Slika 27.)
- Osvjetljavanje kao u konvencionalnom postupku
- Osvjetljeni dijelovi polimeriziraju i postaju netopivi
- Mjesta prekrivena *ink-jet* bojilom se ispiru vodom
- Sušenje tiskovne forme (slika 28.) [16].



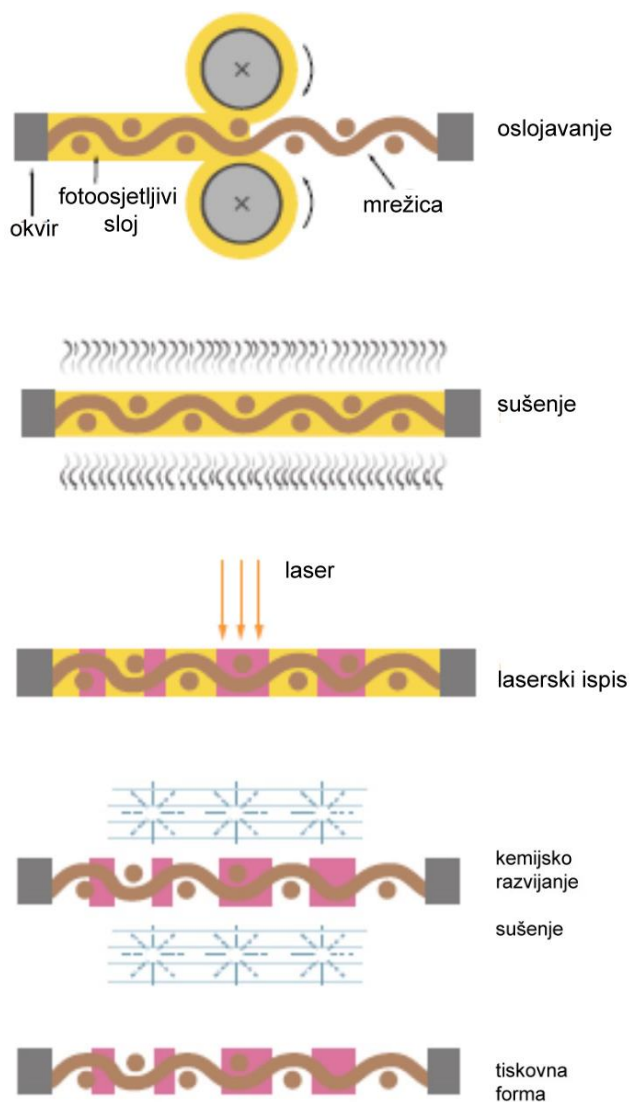
Slika 27. Nanošenje ink-jet bojila



Slika 28. Izrada TF ink-jet postupkom

2.7.3.2. IZRAVNI ISPIS UV ZRAČENJEM

- Oslojavanje sita emulzijom
- Sušenje emulzije
- Ispis UV laserom u CtP uređaju
- Uklanjanje topivih dijelova vodom
- Sušenje tiskovne forme (Slika 29.) [16].

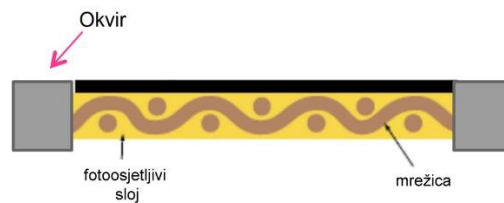


Slika 29. Izrada TF Uv zračenjem

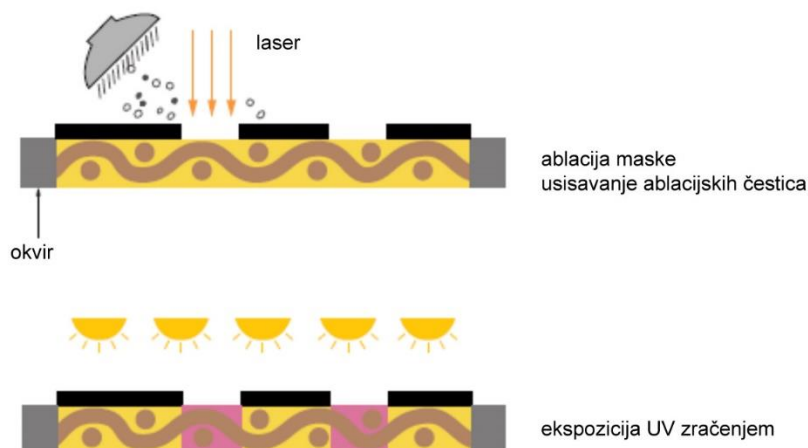
2.7.3.3. POSTUPAK LAMS MASKOM

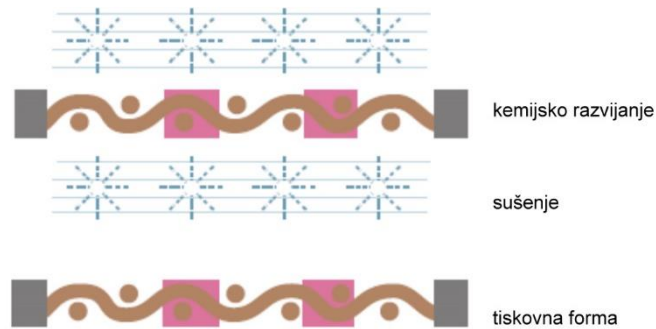
Za ovakav postupak sitotiskarska mrežica je oslojena fotoosjetljivim materijalom i LAMS maskom. Fotoosjetljivi materijal je na bazi polimera, a LAMS maska na bazi grafita (Slika 30.). Na mrežicu odgovarajućih svojstava se prvo nanosi fotoosjetljivi materijal pa potom LAMS maska. Radne faze izrade tiskovne forme prikazane su na slici 31.

- Ispis u CtP uređaju ablacijom LAMS maske
- Osvjetljavanje UV zračenjem
- Razvijanje tiskovne forme
- Sušenje tiskovne forme [16].



Slika 30. Mrežica s fotoosjetljivim slojem i LAMS maskom





Slika 31. Izrada TF LAMS maskom

2.8. TISKOVNE PODLOGE U SITOTISKU

Sitotisak je tiskovna tehnika koja može tiskati na različitim vrstama materijala. Može se tiskati na papire, kartone, ljepenke, metale, staklo, plastiku, keramiku, drvo, tekstil. Vidimo da je to tehnika tiska kojom se može tiskati na upojne i neupojne podlogae. Pri tome vrstu tiskovne boje treba prilagoditi vrsti tiskovne podloge budući da sve boje nisu prilagođene za sve tiskovne podloge. Radi velikog izbora pozadina, sitotisak danas ima veliku primjenu. Od upojnih materijala kod sitotiska koriste se papiri, kartoni, ljepenke, tekstil i drvo. Svaka od ovih podloga se razlikuje po fizikalnim u kemijskim svojstvima. Neke se podloge hrapave, dok su neke jako glatke pa sukladno tome biramo odgovarajuću boju [4].



Slika 32. Tisak na tekstil

(https://lh3.googleusercontent.com/g4jagh_w3Wq7_UD_Xjzt20ArdMPLvxV_4mO7_zMlybESViCYOLX3h5Z6QYCASRiG2ZfCgw=s162)



Slika 33. Tisak na papirnu podlogu

(Autorska slika)

Od neupojnih podloga koriste se plastika, metal, keramika i staklo. Svaka od tih podloga je specifična na svoj način. Imaju drugačiju strukturu površine i različite su hrapavosti pa se moraju koristiti i drugačiji načini tiskanja [4].



Slika 34. Tisak na neupojnu podlogu, metal

(<https://lh3.googleusercontent.com/LxqUwhPU6xPUje0->

6AfNXBgRzPDyaiHxqMYKMZDZcPL46HoHmMlNaLkgmgW1NOrm2jOM=s113)



Slika 35. Tisak na neupojnu podlogu, staklo

(https://lh3.googleusercontent.com/Q7SgwYnCBdtDArc04Y3qMSDtCFKo1qecFwIWW_NoQFGg1Z54wPAHw4x-5yTPmobwVWaEYoY=s113)

2.9. TISKARSKE BOJE

Tiskarska boja je tvar koja ima određeno obojenje i sposobna je u procesu tiska vezati se na tiskovnu podlogu. Njihova glavna funkcija je stvoriti kontrast. Prenose se na tiskovnu podlogu pomoću tiskarskih strojeva. Tiskarska boja je sastavljena od koloranata, veziva i pomoćnih sredstava. Koloranti mogu biti pigmenti ili bojila, ovisno o tehnici tiskai tiskovnoj podlozi [17]. Prema konzistenciji mogu biti pastozne i tekuće. Svaka tiskarska boja bi trebala imati dobra kohezijska i adhezijska svojstva radi dobrog vezivanja na tiskovnu podlogu [18]. Ovisno o tehnici tiska dijelimo ih na tiskarske boje za:

- Visoki tisak
- Duboki tisak
- Plošni tisak
- Propusni tisak
- Digitalni tisak
- Specijalne boje [17].

2.9.1. SITOTISKARSKE BOJE

Sitotiskarske boje se dijele na dvije osnovne grupe ovisno o načinu sušenja. Mogu sušiti isparavanjem otapala ili oksipolimerizacijom. Boje se propusni tisak se pripremaju netom prije tiska. Koriste se jednokomponentne i dvokomponentne boje u ovisnosti o tiskovnim podlogama.

Jednokomponentne boje su građene od originalne guste boje koja se razrjeđuje razrjeđivačem te se ujedno njime regulira i viskoznost. Ove boje suše penetracijom, hlapljenjem i oksipolimerizacijom i koriste se za upojne podloge.

Dvokomponentne boje su najčešće na bazi otapala, a građene su od boje i katalizatora koji se miješaju u određenim omjerima. To su specijalne boje koje se koriste za neupojne podloge. Osim na bazi otapala, mogu biti građeni i od UV sušećih komponenti. Suše hlapljenjem otapala i polimerizacijom boje i katalizatora. Za sušenje ovih boja potrebno je dovesti toplinu kako bi se proces ubrzao jer bi inače sušenje trajalo i do nekoliko dana, a to bi dovelo do neisplativosti. Sloj osušene boje ima veliku otpornost na kiseline, lužine, povišene temperature. To im omogućava tisak na metale, plastiku i keramiku. Ovakve boje se također koriste za predmete koji su otisnuti i izloženi svim vremenskim uvjetima.

Uz gore navedene boje u sitotisku se koriste i razne vrste lakova, ovisno o potrebi. Boje za sitotisak koriste najrazličitije vrste boja [19].

2.9.2. LUMINISCENCIJA

Luminiscencija je emisija elektromagnetskog zračenja koja nije pobuđena toplinskim zračenjem nego je to posljedica primanja energije u nekom drugom obliku, najčešće ultraljubičastim i infracrvenim zračenjem. Dolazi od engleske riječi *luminescence*, što znači svijetljenje, svjetlucanje. Razlikujemo više vrsta luminiscencije prema izvoru energije koji pobuđuju emisiju:

- Bioluminiscencija (kemijska reakcija koja uzrokuje emitiranje svjetlosti se nalazi u živom organizmu)
- Katodoluminiscencija (energija dolazi od bombardiranja elektrona)

- Elektroluminiscencija (energija nastaje djelovanjem električnog polja)
- Radioluminiscencija (energija dolazi od ionizirajućeg zračenja)
- Rendgenoluminiscencija (energija dolazi pobuđivanjem X-zraka)
- Kemijska luminiscencija ili kemiluminiscencija (kemijska energija je uzrok emitiranja svjetlosti)
- Fotoluminiscencija (energija dolazi od UV zračenja)
- Termoluminiscencija (energija dolazi djelovanjem topline)
- Sonoluminiscencija (energija dolazi djelovanjem zvuka)
- Mehanoluminiscencije (nastaju mehaničkim djelovanjem na krutinu)

Zračenje emitirano luminiscencijom emitira cijeli spektar. Postoje i luminiscentne lampe koje su pokrivene luminiscentnim prahom te na taj način dolazi do emisije u UV području [20].

Neke vrste luminiscencije nastavljaju emitirati svjetlo i nakon što je izvor isključen i takve emisije se nazivaju fosforescencije. Luminiscencije koje emitiraju svjetlost samo tijekom izlaganja izvoru energije nazivaju se fluorescencije. Ove dvije luminiscencije se razlikuju i po detektorima koji detektiraju fosforescenciju i fluorescenciju [21].

Luminiscentne tvari mogu biti u krutom, tekućem i plinovitom agregatnom stanju. Prolaskom električnog naboja kroz plin, pobuđuju se atomi ili molekule na luminiscenciju. Lampe sa živinim parama su primjer luminiscencije plina [22]. Električnim pražnjenjem uzrokuje se pobuda atoma žive koji emitiraju elektromagnetsko zračenje vidljivog ili ultraljubičastog dijela spektra. Dosta velik broj tekućina, poput ulja ili bojila u odgovarajućim otapalima svijetle pri UV svjetlu [23].

2.9.3. FOTOLUMINISCENCIJA

Fotoluminiscencija je vrsta luminiscencije nekog tijela pobuđenog elektromagnetskim zračenjem UV, vidljivog i infracrvenog spektra. Fotoluminiscentni materijal emitira elektromagnetsko zračenje veće valne duljine od one koja je pobudila materijal. Fotoluminiscencija može biti fosforescencija, fluorescencija ili oboje [24].



Slika 36. Fluorescentne otopine pod UV svjetlošću

(https://lh3.googleusercontent.com/Ll6BkTxshVj0kTQ3uScL9xYHBtslxYgGsFIAhVCpxZUeERRGlwfF46zB_Kx3rAjAyByA=s151)

Postoji tip fotoluminiscencije koji se naziva simultana fotoluminiscencija i kod njega je energija pohranjena u luminiscentnom materijalu te je naknadno emitirana svjetlošću određene emisije zračenja. Intenzitet ovakve luminiscencije opada s vremenom kako se smanjuje količina pohranjene energije [24].



Slika 37. UV lampa

(https://lh3.googleusercontent.com/oLG49q0O8dYisOLj2_-2ZQICb_0YCsp4-aSY08ddnxMfkEobUZRRG5k1-z6QVCRGDZ1F=s85)

2.9.4. LUMINISCENTNE BOJE

Luminiscentne boje su luminiscentni materijali mogu istodobno djelovati i kao bojila ili pigmenti, i kao luminiscentni izvor zračenja. Bojilo i pigment proizvodi vizualni učinak selektivnom refleksijom (odbijanjem) upadnog zračenja. Takvi luminiscentni materijali mogu na primjer selektivno reflektirati crveno svjetlo, a s luminiscentnim djelovanjem pretvaraju energiju apsorbiranog ljubičastog i zelenog svjetla u dodatno crveno svjetlo. Takve luminiscentne boje upotrebljavaju se za dobivanje različitih vidljivih vizualnih

fenomena koji pod utjecajem ultraljubičastog zračenja daju zanimljive efekte koji se danas primjenjuju u različite svrhe, kao npr. u marketingu, dizajnu interijera, scenografiji, ambalažnoj i grafičkoj industriji i slično.



Slika 38. UV pigmenti

(<https://lh3.googleusercontent.com/oNfw3ybgfXewIr635hbBAXUE28yveljDIMWiI8aIISNhtHEddDIRct4TUtAgN0TgQq30=s85>)

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. METODOLOGIJA RADA

Motiv koji je korišten napravljen je u programu Adobe Illustrator. To je vektorski računalni program za crtanje. Motiv je otisnut na prozirnoj foliji koja će prilikom izrade motiva na tiskovnoj formi biti kopirni predložak [25].

Nakon izrade kopirnog predloška bilo je potrebno pripremiti sito i mrežicu na kojoj će biti motiv. Korišteno sito je bilo od aluminijske mrežice, dok je mrežica bila bijela, linijature 40 l/cm. Nakon odabira mrežice i sita, mrežicu je bilo potrebno odmastiti. Za odmašćivanje mrežice korišten je odmašćivač Pregan NT 9. Nakon što je mrežica odmašćena nanosi se emulzija KIWO Azocol Z 133. Emulzija je i s podložne i s raketne strane nanošena po jedan put. Nakon što je emulzija s obje strane nanošena odgovarajući broj puta, slijedilo je sušenje mrežice. Sušenje mrežice se odvijalo u uređaju DRI-VAULT kabini za sušenje tijekom 10-ak minuta i . Nakon završetka sušenja slijedilo je osvjetljavanje kroz unaprijed pripremljen kopirni predložak. Osvjetljavanje se provodilo u uređaju EXPOS-IT kopirnoj rami tijekom 2 minute. Korak koji slijedi nakon osvjetljavanja je razvijanje. Razvijanje je proces uklanjanja nepolimeriziranih dijelova emulzije na kojima će se boja propuštati i ostavljati trag na tiskovnoj podlozi. Razvijanje se provodi ispiranjem pod mlazom vode. Nakon što se razvijanje završilo, mrežica se ponovno sušila 20-ak minuta i provjeravala se količina zaostale vlage SEFAR uređajem.

Kada se sa sušenjem završi, provjerava se je li se mrežica osušila dovoljno uređajem SEFAR Humicheck. To se provodi nakon svakog sušenja jer voda može utjecati na kvalitetu motiva.

Kada je gotova tiskovna forma, uslijedilo je otiskivanje. Otiskivanje se provodi na uređaju za ručno otiskivanje za sitotisk s vakuum pumpom. Kod otiskivanja treba pripaziti na mjesto otiskivanja na tiskovnoj podlozi i postaviti bočne i čeone arke. Kod ručnog otiskivanja, to se radi samoljepljivo trakom. Na stol se postavlja papir kojeg vakuum vuče i onemogućuje mu pomjeranje. Boja se prije otiskivanja postavlja na mrežicu i rakelom razmazuje po cijeloj površini. Nakon toga se tiskovna forma dovodi u kontakt s tiskovnom podlogom i vrši se protiskivanje.

Prije otiskivanja pripravljena je tiskarska boja. Tiskarska boja je od napravljena od UV luminiscentnog pigmenta i transparentne baze. Boja je pripravljena u tri različita omjera s obzirom na količinu pigmenta. U transparentnu bazu mase 50 g umiješano je 1.5 g, 3g i 5 g pigmenta. S obzirom na količinu pigmenta, dobivene su različite nijanse.

Nakon što se otiskivanje završilo, otisci su ostavljeni na sušenje u atmosferskim uvjetima tijekom 24 sata.

Kada se sušenje otiska završilo izmjerene su debljine nanosa boje uređajem SaluTron D4.

Osim mjerenja debljine boje na otisku, provodila su se i spektrometrijska mjerenja refleksije UV luminiscentne boje na tiskovnim podlogama u UV i vidljivom dijelu spektra. Ova mjerenja su se provodila uređajem Ocean Optics QE65000-FL Spectrometer [26].

3.2. KORIŠTENI UREĐAJI

- **DRI-VAULT 10 screen drying cabinet by Vastex international**

DRI-VAULT kabina za sušenje je uređaj za sušenje sitotiskarskih okvira. Istovremeno uređaj može sušiti 10 okvira, dimenzija 63.6 x 91.4 cm. Kabina se zatvara hermetički, a temperatura unutra se podešava vanjskim vijkom. Ovakvi uređaji mogu biti s jednim ili dva puhala zraka. Sušenje emulzije je jako brzo, 20 minuta. Uređaj je jednostavan za čišćenje i održavanje [27].



Slika 39. Uređaj DRI-VAULT 10

(https://lh3.googleusercontent.com/yxz0u6WNMromxpBWdTKdjRCN9Mm6-N51wXDmZRW0Iux45H_ckLY_yyhh5HJuL5DAUHGSQ=s99)

- **EXPOS-IT screen exposure system high output by Vastex international**

EXPOS-IT je uređaj za osvjetljavanje s metal-halogenidnim lampama i vakuum pumpom. Služi za osvjetljavanje emulzije. Snažan vakuum održava tiskovnu formu kopirni predložak u kontaktu. Uređaj posjeduje digitalni timer koji precizno kontrolira svjetlo. Koriste 40 Watt H.O. žarulje duljine 71 cm. Za dobre detalje zaslužno je kaljeno staklo koje eliminira lomove [28].



Slika 40. Uređaj EXPOS-IT

(<https://lh3.googleusercontent.com/VGePw9ZvmNXMTjBoIj3QadeUdsNjwEm8Qq592rlDDx4CrqZ7qqfSvfiowyL6oaofVS0Vb3A=s85>)

- **SEFAR Humicheck**

SEFAR je uređaj za provjeru suhoće emulzije, odnosno provjerava se zaostalost vlage u emulzije što se prikazuje crvenim svjetlima na ekranu uređaja. Kada se na ekranu pojave zelena svjetla, emulzija je dovoljno suha i tiskovna forma je spremna za otiskivanje [29].



Slika 41. Uređaj SEFAR

(https://lh3.googleusercontent.com/_xjXSi1AqkvODrYih41sskHc2987OrgMOiliwO1ETfRLMCA2XnWGQRLZTd_UvM_H4Uo=s85)

- **Sitotiskarski stroj za ručno otiskivanje**

Uređaj za ručno otiskivanje koji posjeduje vakuum pumpu koja pridrži papir prilikom otiskivanja i onemogućuje pomjeranje papira. Aktivira se nakon spuštanja sita. Uređaj također sadrži držače sita na koje se sito pričvršćuje netom prije otiskivanja.



Slika 42. Sitotiskarski stroj

(Autorska slika)

- **SaluTron D4**

Uređaj SaluTron služi za mjerenje debljine nanosa boje na tiskovnoj podlozi. Uređaj je malih dimenzija pa je njime jednostavno i lako rukovati. Ima raspon mjerenje od 0 do 5 mm visoke preciznosti koji omogućuje kontrolu kvalitete otisaka. Mjeri sve vrste nemetalnih premaza na svim vrstama tiskovnih podloga. Uređaj sadrži vizualni alarm koji

ukazuje na neispravnu podlogu ili predebeo nanos boje. Otporan je na habanje i vibracije prilikom mjerenja ne utječu na rezultate. Rezultati se prikazuju u milimetrima [30].



Slika 43. Uređaj SaluTron

(https://lh3.googleusercontent.com/788z2XRQgOuk2-g-XTC1mrgkGMg1ZdK_ntCJpx7gp5ACf2L5WjdILetk9NpljE7Qcst1IQ=s85)

- **Ocean Optics QE65000-FL Spectrometer**

Uređaj za spektrofotometrijska mjerenja signala jako niskog intenziteta koji se koristi za mjerenje fluorescencije, DNA analizu i Raman spektroskopiju.

Ima A/D rezoluciju od 16 bita, optičku rezoluciju od 0.14 do 7.7 μm . Vrijeme integracije je od 8 ms do 15 min, a linearnost je veća od 90% [31].



Slika 44. Uređaj za mjerenje spektrometrije

(<https://lh3.googleusercontent.com/jbeRqWW2xfrBZPCkcSy7bfjHzvZVE-qjSFcdC1eOPZkZByqZPAzdkb1nFxW2YbRGIdEE=s119>)

3.3. KORIŠTENI MATERIJALI

- **KIWO Azocol Z 133 i Diazo 23 set**

Azocol Z 133 je emulzija koja se koristi za izradu šablona kod sitotiska i ljubičaste je boje. Omogućuje otiskivanje tonova i polutonova. Emulzija je jednostavna za korištenje i može se nanositi ručno ili strojno. Mora se dobro osušiti prije osvjetljavanja ili otiskivanja, to se najbolje provodi u uređaju za sušenje gdje nema prašine pri temperaturi 35-40 °C. Osvjetljavanje se provodi na valnoj duljini od 350 do 420 nm metal halogenidnim lampama. Vrijeme izlaganja lampama nije točno definirano i ono ovisi o finoći detalja koji se trebaju dobiti [32].



Slika 45. Emulzija Azocol Z 133

(<https://lh3.googleusercontent.com/opfepL4eiKsW0UpLdqBwwhsWJ8PrwNkmD5LZIEIkFDSaXMP2lpdHhKc9WgcEtEtrtlhbRw=s85>)

- **Pregan NT 9**

Pregan NT 9 je odmašćivač koji se razrjeđuje s vodom u omjeru 1:10. Koristi se odmašćivanje svih vrsta mrežica i sprečava pojava povrata i propadanje površine prilikom izravnog nanošenja emulzije [33].



Slika 46. Odmašćivač mrežica

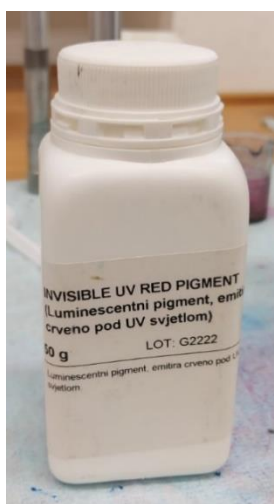
(Autorska slika)

- **KFG Transparentna baza**

KFG je transparentna baza na bazi vode u koju se mogu umiješati različite vrste pigmentata i dobiti različiti efekti. Koristi se za sitotisak na tekstilu.

- **UV luminiscentni crveni pigment**

Luminiscentni pigment koji pod UV svjetlom emitira crveno. Miješa se s KFG transparentnom bazom u svim omjerima, ovisno o potrebama boje.



Slika 47. UV luminiscentni crveni pigment

(Autorska slika)

- **Papiri**

Za otiskivanje su korištene tri vrste papira, crni nepremazani, ofsetni nepremazani i mat premazani. Crni nepremazani papir imao je debljinu 330 μm , ofsetni nepremazani papir 200 μm , a mat premazani papir debljinu 255 μm .

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. DEBLJINA NANOSA UV LUMINESCENTNE BOJE

Tablica 1. Rezultati mjerenja debljine nanosa boje s UV luminiscentnim pigmentom

	OFSETNI PAPIR	MAT PREMAZANI PAPIR	CRNI NEPREMAZANI PAPIR
$d_{\text{nanosa}} (\mu\text{m})$	$25,1 \pm 3,3$	$24,2 \pm 2,39$	$24,3 \pm 2,23$

Tablica 1. prikazuje rezultate mjerenja debljine nanosa boje na svim korištenim papirima. Mjerenja debljine nanosa boje su provedena kako bi se provjerilo je li nanos boje uniforman na svim otiscima, budući da bi nejednolik nanos mogao utjecati na izgled boje pod UV svjetlom. Kako je moguće vidjeti, uniformnost nanosa je postignuta, te je za različit vizualni dojam, tj. intenzitet boje odgovorna isključivo koncentracija UV luminiscentnog pigmenta u bazi.

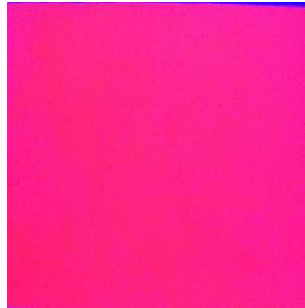
4.2. VIZUALNA PROCJENA OTISAKA

Izgled otiska na ofsetnom nepremazanom papiru i bojom napravljenom od 50 g transparentne baze i 1.5 g UV crvenog luminiscentnog pigmenta prikazan je na slici 47.



*Slika 48. Ofsetni nepremazani papir s UV luminiscentnom bojom
(1.5 g pigmenta + 50 g baze)*

Izgled otiska na ofsetnom nepremazanom papiru i bojom napravljenom od 50 g transparentne baze i 3 g UV crvenog luminiscentnog pigmenta prikazan je na slici 47.



*Slika 49. Ofsetni nepremazani papir s UV luminiscentnom bojom
(3 g pigmenta + 50 g baze)*

Izgled otiska na crnom nepremazanom papiru i bojom pripremljenom od 50 g transparentne baze i 5 g UV crvenog luminiscentnog pigmenta prikazan je na Slici 50.

Nakon otiskivanja i pregleda otisaka pod UV lampom uočene su najizraženije razlike u izgledu motiva prilikom korištenja različite koncentracije pigmenta na bijelom ofsetnom nepremazanom papiru (Slike 48-50). Količina od 1.5 g pigmenta u 50 g baze ne pokazuje vizualno uniforman puni ton, te se stoga ne preporučuje.



*Slika 50. Ofsetni nepremazani papir s UV luminiscentnom bojom
(5 g pigmenta + 50 g baze)*

Izgled otiska na crnom nepremazanom papiru i bojom pripremljenom od 50 g transparentne baze i 3 g UV crvenog luminiscentnog pigmenta prikazan je na Slici 51.



*Slika 51. Otisak UV luminescentne crvene boje na crnom nepremazanom papiru
(3 g pigmenta + 50 g baze)*

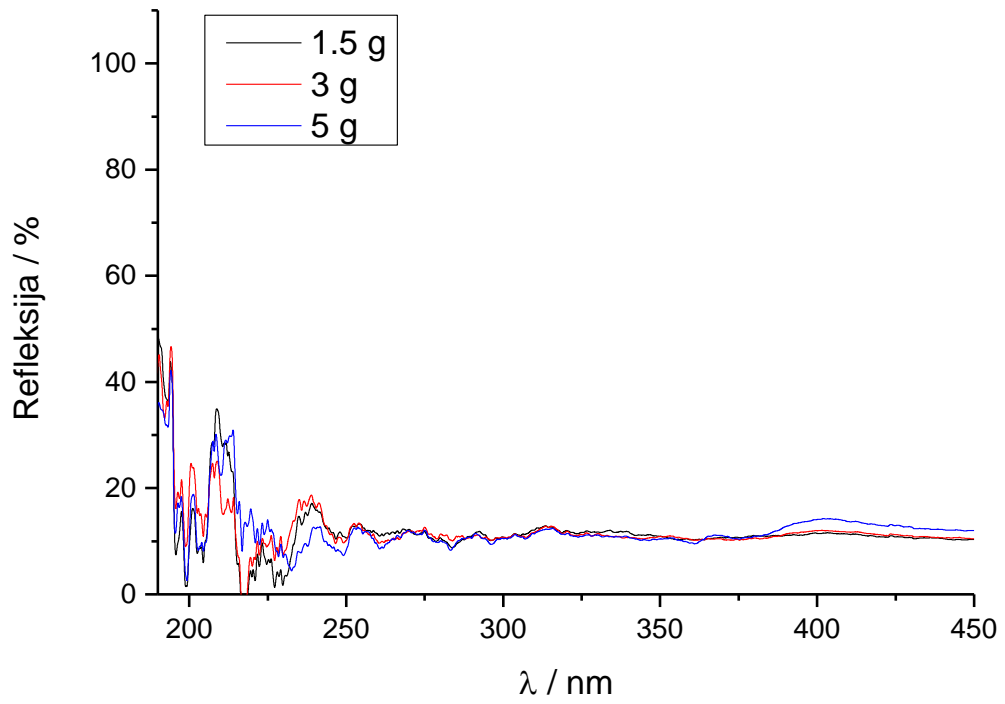
Izgled otiska na mat premazanom papiru s bojom načinjenom od 50 g transparentne baze i 3 g UV crvenog luminescentnog pigmenta prikazan je na slici 52.



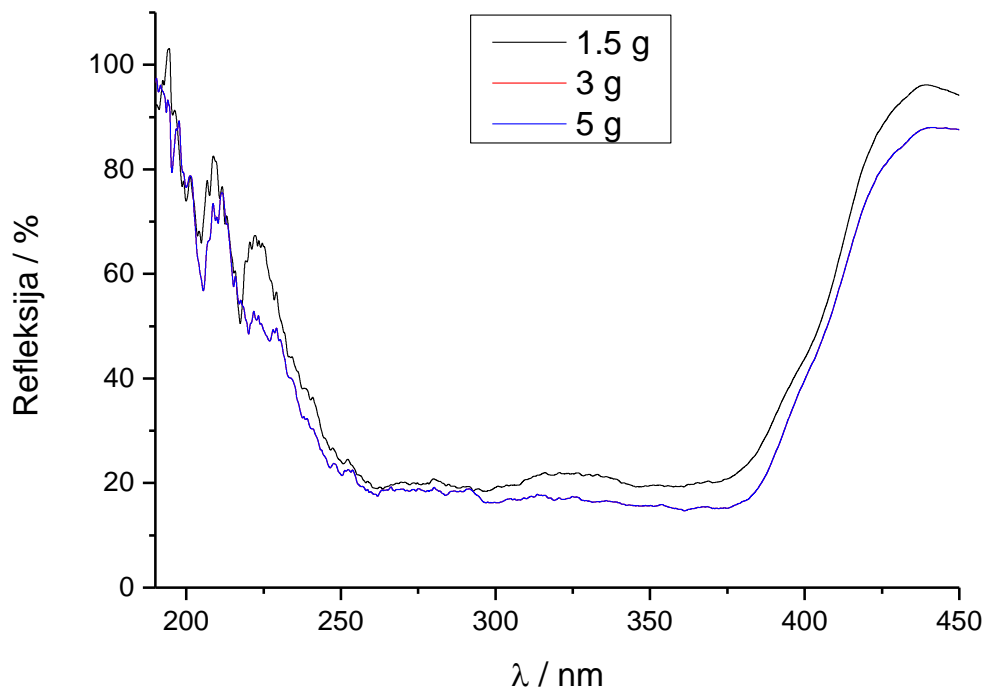
*Slika 52. Otisak UV luminescentne crvene boje na mat premazanom papiru
(3 g pigmenta + 50 g baze)*

4.3. SPEKTROFOTOMETRIJSKA ANALIZA OTISAKA

Spektrofotometrijska analiza otisaka provedena je prvenstveno kako bi se pratila refleksija u UV dijelu spektra ovisno o različitoj koncentraciji pigmenta u bazi. Slika 53. prikazuje krivulju refleksije na otisku na crnom nepremazanom papiru. Moguće je zaključiti kako je zbog crne podloge refleksija ponešto smanjena te ne prelazi 50%. Koncentracija UV luminescentnog pigmenta utječe na krivulju, s naznačenim razlikama u području od oko 240 nm, te u području od oko 400 nm za boju s najvećom koncentracijom UV luminescentnog pigmenta (5 g).



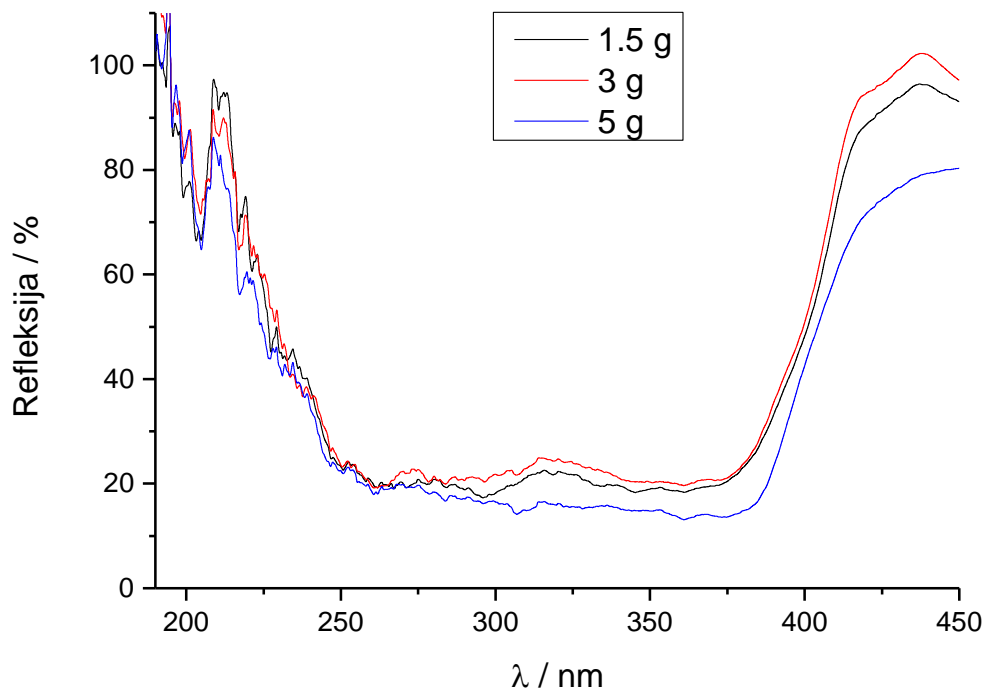
Slika 53. Krivulja refleksije za otiske na crnom nepremazanom papiru



Slika 54. Krivulja refleksije za otiske na bijelom ofsetnom nepremazanom papiru

Slika 54. prikazuje prikazuje krivulju refleksije na otisku na bijelom ofsetnom nepremazanom papiru. U usporedbi s crnim papirom, refleksija ja znatno jače izražena. Krivulje za koncentracije pigmenta od 3 g i 5 g se poklapaju, te je moguće zaključiti kako je u slučaju potrebe za izraženijim intenzitetom obojenja pod UV svjetlom koncentracija pigmenta od 3g dovoljna za pojačan efekt te potrošnja veće količine pigmenta nije opravdana.

Slika 55. prikazuje krivulju refleksije na otisku na bijelom mat premazanom papiru. Budući da papir s mat premazanom površinom ima veću glatkost i smanjenu upojnost u usporedbi s ostalim korištenim papirima, razlika u refleksiji između različitih koncentracija UV luminiscentnog pigmenta je jače izražena.



Slika 55. Krivulja refleksije za otiske na bijelom mat premazanom papiru

5. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada bilo je procijeniti i analizirati utjecaj koncentracije UV luminiscentnog pigmenta u transparentnoj bazi na vizualni dojam i refleksiju na motivima otisnutima na različite papire. UV luminiscentni pigmenti su vizualno dojmljivi, a mogu biti korišteni i u funkcionalne svrhe, npr. prilikom skeniranja barkoda u mraku i sličnim primjenama. Ipak, skupoća ovakvih pigmenta zahtijeva racionalno korištenje u smislu najmanje koncentracije koja će na pojedinoj tiskovnoj podlozi pokazati zadovoljavajući efekt. Nakon provedene analize otisaka s različitim koncentracijama UV luminiscentnog pigmenta na različitim papirima moguće je zaključiti kako koncentracija od već 5.5% u transparentnoj bazi pokazuje vizualno efektan dojam na nepremazanom crnom i bijelom papiru, te na mat premazanom bijelom papiru. Niža koncentracija pigmenta (3% i manje) neće kao rezultat imati uniforman izgled motiva pod UV svjetlom, dok koncentracija pigmenta u transparentnoj bazi od 10% i više neće imati vizualno toliko značajne razlike u odnosu na koncentraciju od 5.5%. Stoga se, ovisno o korištenoj tiskovnoj podlozi, preporuča preliminarni test prilikom odabira optimalne koncentracije UV luminiscentnih pigmenta kako bi se racionalizirala potrošnja, a istovremeno postigao željen vizualni dojam.

6. LITERATURA

- [1] Mahović Poljaček S. (2018), *Podjela i osnovna svojstva tiskovnih formi*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/1987192/mod_resource/content/1/Predavanje3ok-podjela-i-svojstva-tf.pdf, datum pristupa: 17.2.2020. godine
- [2] Majnarić I. (2019.), *Knjigotisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422533/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje%201a.pdf, datum pristupa: 17.2.2020.
- [3] Nepoznat autor, *Tiskarstvo i inkunabule*, dostupno na: <https://hrvatskiporebiblog.wordpress.com/izvannastavne-aktivnosti/glagoljaska-druzina/tiskarstvo-i-inkunabule/>, datum pristupa: 17.2.2020.
- [4] Majnarić I. (2019.), *Sitotisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422555/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje7a.pdf, datum pristupa: 17.2.2020.
- [5] Mahović Poljaček S. (2018.), *Tiskovna forma za propusni tisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2113526/mod_resource/content/1/Predavanje11-tiskovna%20forma%20za%20propusni%20tisak.pdf, datum pristupa: 18.2.2020.
- [6] Mahović Poljaček S. (2018.), *Prijenos slike*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2024825/mod_resource/content/1/TF1-vjezba3-prijenos-slike.pdf, datum pristupa: 18.2.2020.
- [7] Mahović Poljaček S. (2018.), *Tiskovna forma za propusni tisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2105830/mod_resource/content/1/TF1-vjezba11-tf-propusni-tisak.pdf, datum pristupa: 18.2.2020.
- [8] Majnarić I. (2019.), *Sitotisak*, dostupno na: Majnarić I. (2019.), *Sitotisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422562/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje%209b.pdf, datum pristupa: 19.2.2020.

- [9] Majnarić I. (2019.), *Sitotisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422556/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje%207b.pdf, datum pristupa: 19.2.2020.
- [10] Mahović Poljaček S. (2018.), *Tiskovna forma za propusni tisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2099779/mod_resource/content/1/TF1-vjezba10-tf-propusni-tisak.pdf, datum pristupa: 19.2.2020.
- [11] Majnarić I. (2019.), *Sitotisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422561/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje%209a.pdf, datum pristupa: 19.2.2020.
- [12] Majnarić I. (2019.), *Sitotisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422560/mod_resource/content/2/MTT%20vjezba%207%20i%20vjezba%208.pdf, datum pristupa: 19.2.2020.
- [13] Majnarić I. (2019.), *Sitotisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422558/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje%208a.pdf, datum pristupa: 19.2.2020.
- [14] Majnarić I. (2019.), *Sitotisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3422559/mod_resource/content/1/MTT%20predavanje%208b.pdf, datum pristupa: 19.2.2020.
- [15] Mahović Poljaček S. (2018.), *CtP osnovni elementi i podjela CtP TF*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2233397/mod_resource/content/1/Predavanje3-podjela-CtP-tf.pdf, datum pristupa: 19.2.2020.
- [16] Mahović Poljaček S. (2018.), *CtS – CtP za propusni tisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2018-2019/pluginfile.php/2523960/mod_resource/content/1/Predavanje12-CtS.pdf, datum pristupa: 19.2.2020.
- [17] Jamnicki Hanzer S. (2019.), *Tiskarske boje*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3078773/mod_resource/content/1/Tiskarske%20boje_prvo%20predavanje.pdf, datum pristupa: 23.2.2020.

- [18] Jamnicki Hanzer S. (2019.), *Opća svojstva tiskarskih boja*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3290140/mod_resource/content/1/Opca%20svojstva%20tiskarski%20boja_reologija.pdf, datum pristupa: 23.2.2020.
- [19] Jamnicki Hanzer S. (2019.), *Boje po tehnikama tiska: bakrotisak, sitotisak, ink-jet tisak*, dostupno na: https://moodle.srce.hr/2019-2020/pluginfile.php/3316273/mod_resource/content/1/TB_bakrotisak%2C%20sitotisak%2C%20ink-jet.pdf, datum pristupa: 23.2.2020.
- [20] Hrvatska enciklopedija, *Luminiscencija*, dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=37550>, datum pristupa: 23.5.2020.
- [21] Chris Woodford, *Luminescence*, dostupno na: <https://www.explainthatstuff.com/luminescence.html>, datum pristupa: 23.5.2020.
- [22] W. Elenbaas, (1971.), *Fluorescent Lamps*, dostupno na: https://books.google.ba/books?id=vVJdDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=hr&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false, datum pristupa: 23.5.2020.
- [23] M. Robić, (2015.), *Sinteza derivata benzotiazola kao potencijalnih kromofora*, završni rad, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
- [24] Hrvatska enciklopedija, *Fotoluminiscencija*, dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=20262>, datum pristupa: 23.5.2020.
- [25] Adobe Illustrator, dostupno na: <https://www.adobe.com/products/illustrator.html>, datum pristupa: 16.6.2020.
- [26] S. Dragović, (2014.), *Mogućnost reprodukcije specijalnih efekata s tiskovnom formom za propusni tisak*, završni rad, Grafički fakultet
- [27] <https://www.vastex.com/Screen-Printing-Equipment/Prepress-Equipment/Dri-Vault/Dri-Vault-1024.php>, datum pristupa: 20.6.2020.
- [28] <https://www.vastex.com/Screen-Printing-Equipment/Prepress-Equipment/Exposit/Exposit.php>, datum pristupa: 20.6.2020.
- [29] <https://sefarmeshapp.inaffect.one/cms/equipment/sefar-humicheck/>

- [30] <https://www.salutron.de/en/coating-thickness-gauges/salutron-d4-d5/>, datum pristupa: 20.6.2020.
- [31] Halma Group Company, *Ocean optics*, dostupno na:
https://www.usna.edu/Users/physics/vanhoy/_files/SP425/LabDocs/Ocean%20Optics%202000/SpectraSuite/070131_1347%20R/documentation/Spectrometers%20and%20Software/QE65000.pdf, datum pristupa: 20.6.2020.
- [32] https://www.kiwo.de/fileadmin/default/TI_PDF/en/AZOCOL_Z_133.pdf, datum pristupa: 20.6.2020.
- [33] <https://www.jacksonsart.com/kiwo-pregan-nt9-ecoline-1-litre-screen-printing-degreaser>, datum pristupa: 20.6.2020.