

# Nepravilnosti rasterskih elemenata u fleksotisku i njihov utjecaj na kvalitetu proizvoda

---

Vragović, Lucia

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:538944>

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

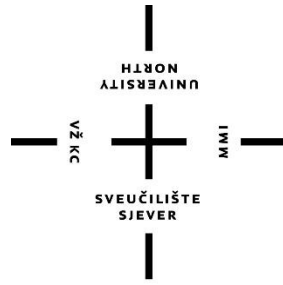
Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-18**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





**Sveučilište  
Sjever**

**DIPLOMSKI RAD br. 10/AMB/2019**

**NEPRAVILNOSTI RASTERSKIH ELEMENATA  
U FLEKSOTISKU I NJIHOV UTJECAJ NA  
KVALITETU PROIZVODA**

**Lucia Vragović, 0586/336D**

Koprivnica, lipanj 2019. godine

# Prijava diplomskog rada

## Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za ambalažu

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Ambalaža

PRISTUPNIK Lucia Vragović

MATIČNI BROJ 0586/336D

DATUM 27.05.2019.

KOLEGIJ Uvod u ambalažnu industriju

NASLOV RADA Nepravilnosti rasterskih elemenata u fleksotisku i njihov utjecaj na kvalitetu proizvoda

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Irregularities of raster elements in flexographic printing and their effect on product quality

MENTOR Robert Geček

ZVANJE Doc.art.

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. Doc.dr.sc. Dean Valdec - predsjednik
2. Doc.dr.sc. Krunoslav Hajdek - član
3. Doc.art. Robert Geček - mentor
4. Izv.prof.dr.sc. Mario Tomiša - zamjenski član
- 5.

## Zadatak diplomskog rada

BROJ 10/AMB/2019

OPIS

Kroz teorijski dio rada objasniti će se postupak tiska u fleksotisku. Naglasak će biti na osnovnim dijelovima tiskovne jedinice koji utječu na kvalitetu otiska (aniloks valjak, tiskovne forme, bojanik). Definirati će se vrste rastera, njihove karakteristike i posebnosti. Prikazat će se najčešće nepravilnosti rasterskih elemenata i odrediti njihovi uzročnici.

U praktičnom dijelu će se izdvojiti etikete tiskane u fleksotisku koje imaju anomaliju rastera. Mikro kamerom prikazat će se izgled deformiranih rastera i njihov utjecaj na vizualan dojam otiska. Kroz primjere ispitat će se vidljivost deformacija golim okom i njihov utjecaj na krajnju kvalitetu proizvoda.

U radu je potrebno:

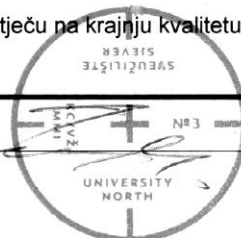
- Objasniti proces tiska u fleksotisku
- Definirati vrste rasterskih elemenata i njihove karakteristike
- Prikazati osnovne vrste deformacije rastera i odrediti njihove uzročnike
- Prikazati etikete tiskane u fleksotisku koje imaju anomaliju rastera
- Istražiti koliko su vidljive takve deformacije golim okom i da li one utječu na krajnju kvalitetu proizvoda
- Na temelju istraživanja iznijeti zaključak

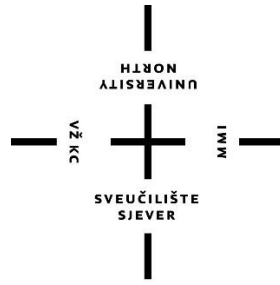
ZADATAK URUČEN

16.06.2019.

POTPIS MENTORA

SVEUČILIŠTE  
SIEVER





**Sveučilište  
Sjever**

**Studij: Ambalaža**

**DIPLOMSKI RAD br. 10/AMB/2019**

**NEPRAVILNOSTI RASTERSKIH ELEMENATA  
U FLEKSOTISKU I NJIHOV UTJECAJ NA  
KVALITETU PROIZVODA**

**Student:**

Lucia Vragović, 0586/336D

**Mentor:**

doc. art. Robert Geček

Koprivnica, lipanj 2019. godine



## *Zahvala*

*Zahvaljujem se svome mentoru doc. art. Robertu Gečeku na ukazanom povjerenju, savjetima i podršci pri izradi ovog rada. Veliko hvala svim profesorima Sveučilišta Sjever na prenesenom znanju.*

*Također, zahvaljujem se tiskari Hon-ing d.o.o., te njezinim djelatnicima od kojih sam dobila korisne savjete i pomoć kod izrade praktičnog dijela rada. Zahvaljujem se svim prijateljima koji su mi bili podrška kroz cijeli tijek mog studija, te se želim zahvaliti svojim kolegama koji su mi uljepšali vrijeme provedeno na fakultetu.*

*I za kraj, od srca se zahvaljujem svojoj obitelji i dečku koji su mi bili najveća podrška tijekom studiranja.*

## Sažetak

Fleksotisak je trenutno jedna od najzastupljenijih tehnika tiska, kada je riječ o tisku ambalaže. Radi se o tehnici visokog tiska koja koristi fleksibilne tiskovne forme, one omogućuju reprodukciju tiska na različitim vrstama materijala. Otisak se stvara pomoću sitnih elemenata koje nazivamo rasterske točke. U procesu pripreme i tiska mnogo je faktora koji mogu narušiti sklad i oblik rasterskih elemenata, a s time i kvalitetu otiska. Neki od njih su: neadekvatno odrađena priprema, loše izrađene tiskovne forme, problemi kod pripreme stroja (aniloks valjak, rakel, pritisak..), loša kvaliteta bojila ili materijala.

Ovo istraživanje bavi se upravo anomalijama rasterskih elemenata koje se pojavljuju kod tiska etiketa u fleksotisku. Glavno pitanje je kako izbjeći promjene oblika rasterskih elemenata i s time povećati kvalitetu otiska. Ponekad se radi o samo malim korekcijama na stroju dok se neke greške mogu otkloniti jedino korigirajući pripremu i izradom novih tiskovnih formi. Takve korekcije stvaraju dodatne troškove što povlači nova pitanja. Koliko su anomalije rasterskih elemenata uopće vidljive golim okom i da li ih kupci primjećuju?

Cilj rada je istražiti pogreške rasterskih elemenata i način na koji se one mogu korigirati. Na temelju primjera definirat će se vidljivost navedenih deformacija i koliko one zapravo utječu na kvalitetu krajnjeg proizvoda.

Ključne riječi: fleksotiska, ambalaža, rasterski element, tiskovne forme, deformacije

## Abstract

Flexography is currently one of the most common printing techniques when it comes to printing of packaging. It is a high printing technique that uses flexible printing forms which allow the reproduction of prints on different types of material. The imprint is created by using tiny elements called raster points. In the process of preparation and printing there are many factors that can disrupt the harmony and shape of the raster elements, and thus the quality of the imprint. Some of them are: inadequately performed preparation, badly made printing forms, problems during machine preparation (anilox roller, doctor blade, pressure...), poor quality of paint or material.

This research deals with the anomalies of the raster elements that appear during the printing of labels in flexography. The main question is how to avoid changes of the shape of raster elements and thereby increase the imprint quality. Sometimes these are just minor corrections on the machine while some mistakes can be eliminated only by correcting the preparation and by creation of new printing forms. Such corrections create additional costs that lead to new questions. How many anomalies of raster elements are actually visible to the naked eye and do the customers notice them?

The aim of the paper is to investigate the mistakes of raster elements and the way how they can be corrected. Based on the examples will be defined the visibility of these mentioned deformations and how much they actually affect the end product quality.

Keywords: flexography, packaging, raster element, printing forms, deformations



## Popis korištenih kratica

<b>RTV</b>	Raster tonska vrijednost
<b>ISO</b>	engl. International Organization for Standardization Međunarodna organizacija za standardizaciju
<b>CtP</b>	engl. Computer to plate Računalo na ploču
<b>cpi</b>	engl. Cells per linearinch Ćelija po inču
<b>BCM</b>	engl. BillionCubicMicrons Milijarda kubnih mikrona
<b>UV boje</b>	engl. Ultravioletcolor Ultraljubičaste boje
<b>PET</b>	engl. Polyethyleneterephthalate Polietilen tereftalat
<b>PVC</b>	engl. polyvinylchloride Polivinil klorid
<b>OPP</b>	engl. Orientatedpolypropylene Orijentirani polipropilen
<b>TAC</b>	engl. Total areacoverig Ukupna pokrivenost površine
<b>dyn</b>	engl. dyne din – mjerna jedinica za snagu
<b>ppi</b>	engl. pixel per inch Piksela po inču
<b>lpi</b>	engl. line per inch Linija po inču
<b>dpi</b>	engl. dots per inch Točaka po inču
<b>RGB</b>	engl. red greenblue Crvena zelena plava
<b>AM</b>	engl. Amplitude Modulate screen Amplitudno modulirani raster
<b>FM</b>	engl. FrequencyModulatedScreening Frekventno modulirani raster

**XM** engl. Cross Modulated Screening

**HD** engl. High Definition Screen

Raster visoke razlučivosti

**TVI** engl. Tone Value Increase

Povećanje vrijednosti tona

**LED** engl. Light Emitting Diode

Svjetleća dioda

# Sadržaj

1.	Uvod.....	12
2.	Fleksotisak .....	13
2.1.	Strojevi u flekostisku.....	14
2.2.	Proces tiska u fleksotisku .....	16
2.3.	Tiskovni i temeljni cilindri .....	18
2.4.	Tiskovne forme .....	20
2.4.1.	<i>Izrada tiskovnih formi .....</i>	22
2.4.2.	<i>Distorzija polimernih tiskovnih formi .....</i>	24
2.5.	Aniloks valjak .....	25
2.5.1.	<i>Linijatura aniloks valjka .....</i>	26
2.5.2.	<i>Volumen aniloks valjka .....</i>	27
2.6.	Bojila u fleksotisku.....	29
2.7.	Redoslijed boja u tisku .....	30
2.8.	Višebojni tisak.....	30
2.9.	Tiskovne podloge .....	32
2.9.1.	<i>Upojnost materijala.....</i>	33
3.	Mjerni sustavi.....	34
4.	Rasterski elementi .....	36
4.1.	AM raster.....	37
4.1.1.	<i>Linijatura rastera .....</i>	38
4.1.2.	<i>Kutevi rastera.....</i>	39
4.2.	FM raster .....	41
4.3.	Hibridni ili XM raster.....	42
4.4.	HD raster .....	43
5.	Parametri koji utječu na kvalitetu reprodukcije .....	44
6.	Anomalije rasterskih elemenata .....	45
6.1.	Prirast rastera.....	46
6.2.	Smicanje (Slurring) .....	48
6.3.	Dubliranje (Doubling) .....	49
6.4.	Mrljanje (Smearing) .....	50
6.5.	Prihvatanje bojila .....	50
6.6.	Moiré efekt .....	52

7.	Praktični dio .....	53
7.1.	Korišteni uređaji i programi .....	53
7.2.	Deformacija rastera uzrokovana istrošenim tiskovnim formama .....	55
7.3.	Deformacija rastera uzrokovana propuštanjem rakela .....	61
7.4.	Deformacija rastera uzrokovana nepravilnim pritiskom .....	63
8.	Zaključak.....	65
9.	Literatura.....	66

## 1. Uvod

Tisak ambalaže u fleksotisku je u stalnom porastu. Razvojem fleksotiskarskih strojeva teži se povećati kvaliteta otiska. Na kvalitetu reprodukcije utječu različiti parametri kao što su kvaliteta polimernih tiskovnih formi, aniloks valjka, postavke stroja, vrsta i kvaliteta bojila i tiskovnog materijala. Svaki otisak se sastoji od bezbroj sitnih rasterskih elemenata koji u konačnici stvaraju sliku. Različite anomalije rasterskih elemenata rezultiraju lošim otiskom, točnije više ili manje vidljivim greškama.

Razvoj i napredak fleksotiska neprestano raste i možemo reći da je upravo ambalaža zaslužna za ovako veliku zastupljenost navedene tehnike tiska. Vrlo važno je slijediti zahtjeve i inovacije ambalaže kako bi fleksotisak ostao na vrhu i mogao ponuditi rješenja za sve zahtjevnije reprodukcije. Fleksotisak ima široki spektar primjene, a s time i prostor za daljnji napredak.

Najvažniji proces kod pripreme i tiska u fleksotisku je svakako upravljanje bojom, točnije sposobnost dobivanja predvidljivog i ponovljivog otiska. Na taj način se kupcu daje garancija za konstantnom i održivom kvalitetom tiska.

## 2. Fleksotisak

Fleksotisak spada u direktnu tehniku tiska, bojilo se prenosi s tiskovne forme direktno na tiskovnu površinu. Koristi tiskovne forme s izbočenim tiskovnim elementima što ga svrstava u skupinu visokog tiska. Počinje se spominjati početkom 1952. godine,[1]ararije se je nazivao anilinski tisak, prema anilinskim bojilima koja su se tada koristila. Navedena vrsta bojila se više ne koristi zbog njihove štetnosti. Prelaskom na druge vrste bojila tražio se je novi naziv za ovu tehniku tiska. Nakon raznih prijedloga fleksotisak jedobio naziv prema fleksibilnim tiskovnim formama. Za fleksotisak možemo reći da je vrlo osjetljiva tehnika tiska zbog mekih tiskovnih formi koje pod utjecajem tlaka i rijetkog bojila (niske viskoznosti) mogu stvoriti veliki prirast rasterske vrijednosti. Grafička priprema ima veliku ulogu kod izrade tiskovnih formi kako bi se otisak prilagodio vrsti materijala na kojem se tiska i smanjila mogućnost deformacije rasterskih elemenata.

Zbog mogućnosti otiskivanja sve većeg i kvalitetnijeg asortimana ambalaže, fleksotisak se često naziva ambalažni tisak. Pogodna je za tisak srednjih naklada. Cijena pripreme i pranja stroja te izrada formi i ostalih potrebnih alata je veliki trošak za male naklade (cca do 50.000 etiketa). Možemo reći da je najbolji omjer cijene i mogućnosti tiska u fleksotisku kod tiska naklada od 1 do 2 milijuna otiska.

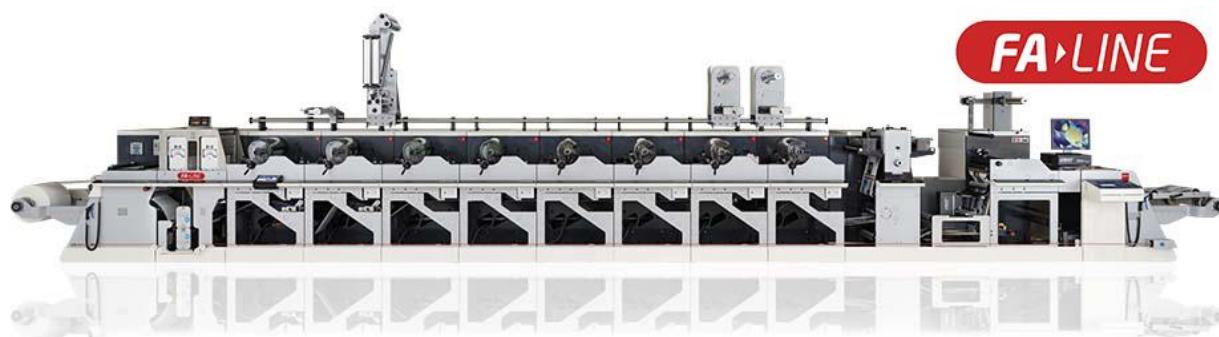
Fleksotisak je tehnika tiska koja je u stalnom razvoju i postignuti su napredci u različitim područjima. Poboľšane su karakteristike polimera za izradu tiskovnih ploča koje omogućuju bolji prijenos bojila. Razvoj laserske tehnologije za izradu aniloks valjka, omogućio je lako postizanje visoke linijature u tisku. Lasersko gravirani valjci imaju čašice koje lakše otpuštaju bojilo za razliku od klasično graviranih aniloks valjaka. Razvojem strojeva povećane su i brzine tiska koje se mogu kretati oko 300m/min i više.

Postoje definirani standardi za tisak u fleksotisku (ISO 12647-6),[2]veliki nedostatak je slaba primjena navedenog standarda. Naravno neki osnovni procesi se ne razlikuju i u većini tiskara su normirani prema zadanim propisima i standardima, ali postoje mnogi nedostaci koje je potrebno popuniti. Upravo zbog brzog razvoja fleksotiska mnogi parametri su ostali ne definirani. Osim na sam razvoj tehnologije i tiska u fleksotisku važno je posvetiti se standardizaciji.

## 2.1. Strojevi u flekostisku

Fleksotiskarski strojevi rade na principu otiskivanja cilindar – cilindar. [3]Ovakav način tiska iz role omogućava velike brzine tiska što je jedna od glavnih prednosti fleksotiska. Tiskovne jedinice sastoje se od temeljnog cilindra na kojem je smješтана tiskovna forma, tiskovnog cilindra koji pritiskuje materijal na tiskovnu formu i aniloks valjak koji regulira količinu boje koja se prenosi do forme. Bojilose nazali u bojaniku, koji može biti klasičnog oblika s jednim nožem za skidanje viška bojila ili na principu komornog bojanika koji koristi dva rakela. Raket također ima važnu ulogu, radi se o čeličnom nožu koji skida višak bojila s aniloks valjka. Svaki od navedenih dijelova tiskovne jedinice je na svoj način zaslužan za kvalitetu otiska.

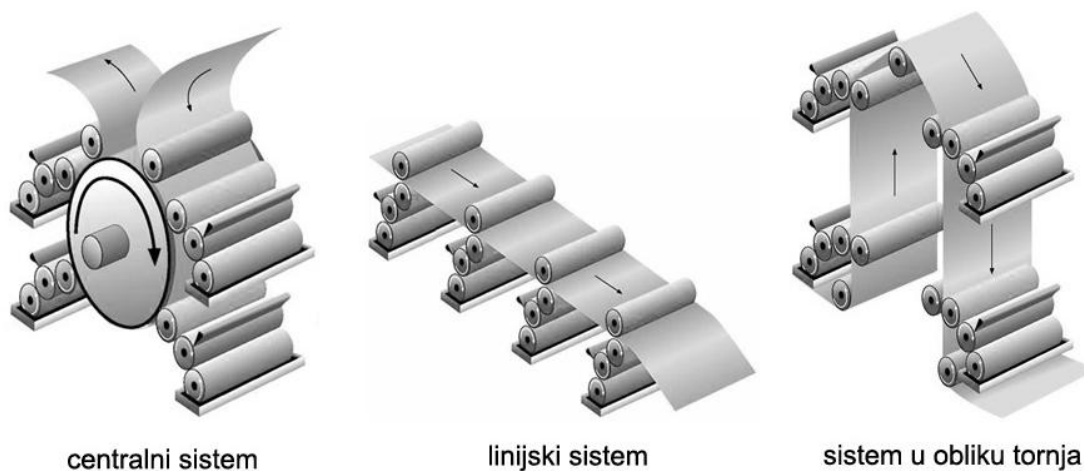
U tisku se najčešće koriste četiri osnovne boje cyanmagentayelow i black (CMYK). Iz navedenih procesnih boja se dobivaju ostali tonovi. Kako bi se uspio postići točno zadani ton na nekom dijelu otiska bez utjecaja na ostatak etiketa koriste se zasebne spotne boje. Radi se o bojama koje su definirane u Pantone[4]katalogu boja koji je popularan standard u cijelom svijetu. Tako se određene boje odvoje korištenjem zasebnog agregata i fizički se miješaju prije tiska. U fleksotisku se danas rijetko tiska samo iz procesnih boja. Sve veće tvrtke imaju svoju prepoznatljivu boju logotipa ili općenito ambalaže i zbog toga koriste dodatne spotne boje, kako bi otisak bio vjerodostojan na svakoj vrsti ambalaže. Pantone boje omogućavaju veću kvalitetu tiska, što je stvorilo potrebu za razvojem strojeva s više tiskovnih jedinica. Osim toga kod tiska pojedinih etiketa potrebno je tiskati podložnu bijelu boju, lak ili lijepilo što isto tako zauzima dodatan tiskovni agregat. Klasični strojevi za tisak etiketa u fleksotisku najčešće imaju od 8 do 12 agregata (tiskovnih jedinica). Što znači da imaju mogućnost tiska do 12 boja. U nastavku je fleksostroj proizvođača Nilpeter[5]s osam tiskovnih jedinica (Slika 2.1).



*Slika 2.1 Fleksotiskarski stroj proizvođača Nilpeter (8 tiskovnih jedinica)*

*(Izvor: [https://web.nilpeter.com/media/FA-4X\\_oct14.jpg](https://web.nilpeter.com/media/FA-4X_oct14.jpg))*

U fleksotisku postoje različite podijele: prema širini tiskarskog stroja, prema obliku, vrsti proizvoda koji mogu tiskati... Strojevi za fleksotisakse dijele prema obliku na strojeve s centralnim tiskovnim cilindrom (engl. central impression), [6] strojeve u obliku tornja (engl. stack) i strojeve kojima su tiskovne jedinice poslagane u liniju (engl. inline). Strojevi s centralnim sistemom mogu imati od četiri do osam tiskovnih jedinica koje su smještane oko jednog velikog tiskovnog cilindra. Ovaj sustav se koristi za tisak tankih i rastezljivih folija kod velikih brzina tiska. Strojevi s tiskovnim jedinicama poslaganim u liniji mogu tiskati do dvanaest boja i uz pomoć uređaja za preokretanje mogu tiskati obostrano. Često se koriste za tisak debelih tiskovnih materijala kao što su kartoni. Tiskovne jedinice kod strojeva u obliku tornja smještene su jedna iznad druge, mogu imati od jedne do osam tiskovnih jedinica. Ovakvi strojevi imaju mogućnost obostranog tiska i često se nalaze u liniji s drugim operacijama kao što je laminiranje, štancanje... U nastavku je prikaz svakog navedenog sistema (Slika 2.2).



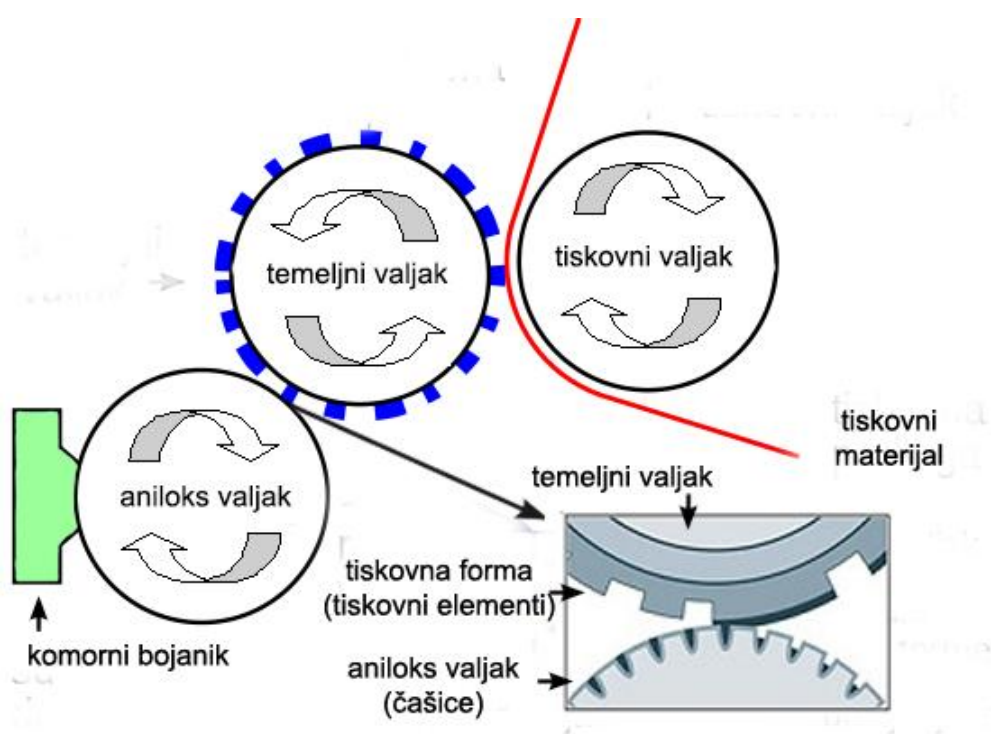
*Slika 2.2 Fleksotiskarski strojevi podijeljeni prema obliku*

Osim prema obliku, strojevi se razlikuju prema širini materijala na koju mogu tiskati. Možemo ih podijeliti u tri skupine: strojeve koji imaju mogućnost tiska materijala do 30cm širine nazivamo uskim, do 45 cm su srednji, a širine 1m ili više su najširi. Zbog fleksibilnih tiskovnih formi, tehnika tiska fleksotisak omogućava tisak na manje glatke tiskovne podloge. Razvoj fleksotiska je u konstantnom porastu, usavršavanjem strojeva, bojila, tiskovnih formi i tiskovnih materijala otisci u fleksotisku su sve kvalitetniji. Zbog toga se fleksotisak koristi za tisak različitih proizvoda, a možemo ih podijeliti u neke osnovne skupine, to su: tisak ambalaže, etiketni tisak i tisak valovitog kartona.



## 2.2. Proces tiska u fleksotisku

Proces tiska u fleksotisku započinje prijenosom boje iz bojanika na aniloks valjak koji dalje prenosi određenu količinu boje na tiskovnu formu, a višak boje se skida rakelom. Na tiskovnoj formi bojilo se prihvaća samo na izbočene dijelove koji čine tiskovne elemente. Prijenosom bojila s tiskovne forme na tiskovnu površinu dobiva se otisak. Ovakav način otiskivanja naziva se direktna tehnika tiska (Slika 2.3).



Slika 2.3 Proces tiska u fleksotisku

Na slici (Slika 2.4) je prikazan proces tiska u fleksotisku sa zatvorenim sustavom za obojenje. Postoje dvije vrste sustava za obojenje: zatvoreni (komorni) sustav i klasični sustav s jednim rakelom. Bazirani su na potpuno različitim principima prijenosa bojila. Kod sustava za obojenja s klasičnim rakelom koristi se i dodatni mekani valjak (duktor) koji prenosi bojilo do aniloks valjak dok kod komornog sistema aniloks valjak je u direktnom kontaktu sbojilom. Za doziranje boje zadužen je čelični rakel koji skida višak bojila. U zadnje vrijeme je komorni sistem(Slika 2.4) sve više zastupljen zbog bolje kontrole potrošnje bojila, dosljednijeg otiska i prednosti vezane uz očuvanje okoliša, sprječava emisiju štetnih tvari iz bojila u atmosferu.



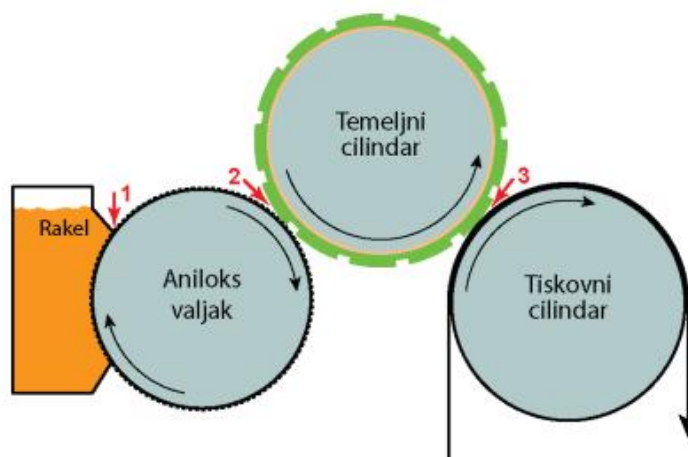
*Slika 2.4 Komorni sistem bojanika*

Aniloks valjak ima sitne „čšašice“ koje primaju boju i prenose točno određenu količinu boje do tiskovne forme. Tiskovna forma se nalazi na temeljnom cilindru, za apliciranje tiskovne forme na temeljni cilindar koristi se montažna ljepljiva traka. Kod tiska veliku ulogu ima kvaliteta tiskovnih formi i način izrade tiskovnih elemenata koji na sebe primaju boju.

Zadnji korak u tisku je prijenos bojila s tiskovne forme na materijal čime se stvara otisak. Pritisak između aniloks valjka i temeljnog cilindra je jednako važan kao pritisak tiskovne forme na materijal. Pritiskom se kontrolira količina prenijetog bojila, zbog fleksibilne tiskovne forme pritisak između tiskovnog i temeljnog cilindra mora biti dobro podešen kako ne bi došlo do deformacije mekane tiskovne forme. Ovo je proces tiska jedne tiskovne jedinice, kod višebojnog tiska seza svaku boju koristi jedna tiskovna jedinica. Na kvalitetu otiska u fleksotisku utječu različiti parametri koji se tiču tehnologije, pritiska na aniloksu, izradi tiskovnih formi, vrsti aniloks valjka i vrsti tiskovnog materijala.

### 2.3. Tiskovni i temeljni cilindri

Temeljni cilindar se nalazi između aniloks valjka i tiskovnog cilindra, na njega se aplicira tiskovna forma. Kako bi se tiskovna forma držala na cilindru koristi se ljepljiva traka koja dolazi preko cijelog temeljnog cilindra i na nju se lijepi tiskovna forma. Veličina tiskovnih formi ovisi o veličini temeljnog cilindra, točnije njegovom opsegu. Ovisno kakav se proizvod tiska odabire se određena veličina temeljnog cilindra kako bi se maksimalno iskoristio tiskovni materijal. Pritisak je vrlo važan parametar koji direktno utječe na ravnomjerni prijenos bojila na tiskovnu formu. Kao što je vidljivo na slici niže postoje tri mjesta na kojima se on može korigirati.



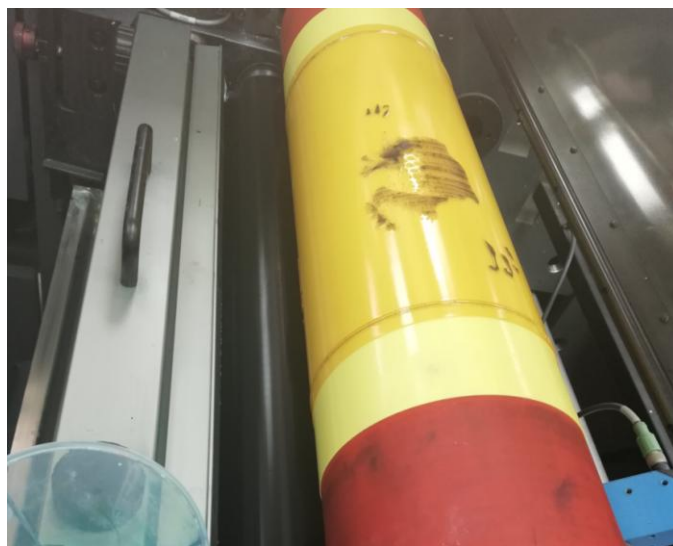
Slika 2.5 Pozicije na kojima se može podesiti pritisak

(Izvor: <https://eprints.grf.unizg.hr/1897/1/Doktorski%20rad%20Valdec%20Dean.pdf>)

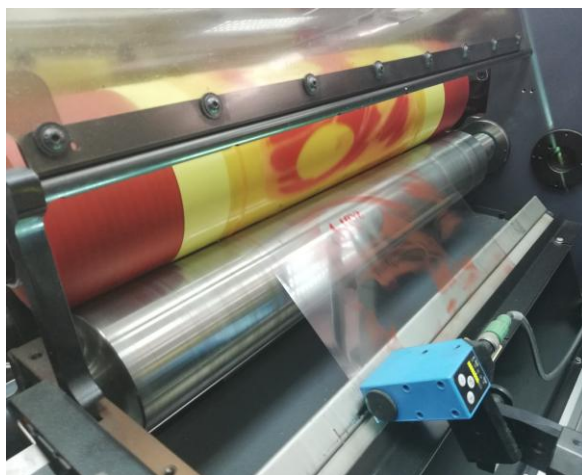
Pritisak između rekela i aniloks valjka (broj 1) [2] je potrebno ispravno postaviti kako na aniloks valjku ne bi ostalo previše boje. Isto tako rakel (čelični nož) može oštetiti aniloks valjak ako je preblizu i neispravno postavljen na aniloks valjku. Kako se povećava pritisak aniloks valjka, povećava se opterećenje na oštricu rakela što može smanjiti učinkovitost rakela.

Pritisak između aniloks valjka i temeljnog cilindra (broj 2) određuje količinu boje koja će se prenijeti na tiskovnu formu. Promjena pritiska određuje gustoću obojenja, što je veći pritisak gustoća obojenja se smanjuje. Zbog svoje fleksibilnosti tiskovna forma se može lako deformirati ako je preveliki pritisak, na tom mjestu se pritisak preporučuje držati na minimumu.

Pritisak između temeljnog i tiskovnog cilindra (broj 3) određuje količinu bojila koje će se prenijeti na tiskovnu podlogu. Radi se o pritisku koji utječe na prirast rasterskih vrijednosti. Što je veći pritisak dolazi do većeg prirasta rasterskih vrijednosti i deformacije tiskovnih formi.



*Slika 2.6 Prijenos bojila od komornog bojanika do aniloks valjka*

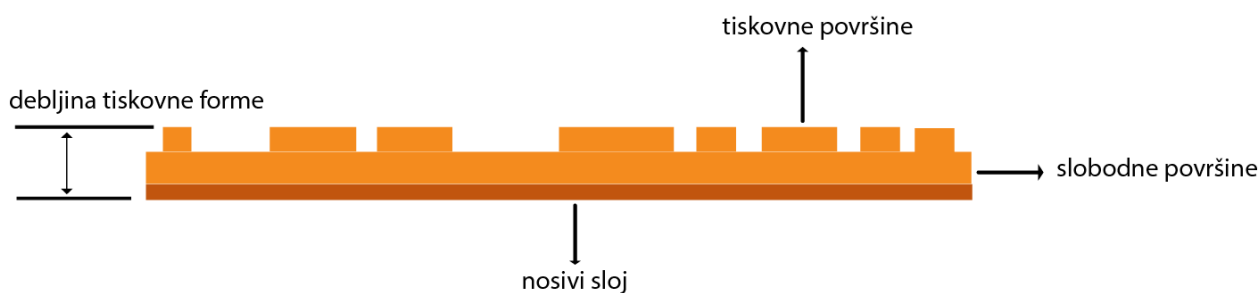


*Slika 2.7 Prijenos bojila od tiskovne forme na tiskovnu površinu*

Na prvoj slici (Slika 2.6) prikazan je prijenos bojila od komornog bojanika na aniloks valjak, koji dio bojila prenosi do tiskovne forme. Na drugoj slici (Slika 2.7) vidi se korak koji slijedi, a to je prijenos bojila s tiskovne forme na materijal. Kao što je i ranije prikazano na shematskom prikazu, materijal prolazi između tiskovnog i temeljnog valjka koji reguliranim pritiskom omogućuju prijenos bojila na tiskovnu podlogu. Ovo je prikaz jedne tiskovne jedinice na stroju linijske strukture, gdje su tiskovne jedinice poredane u liniju.

## 2.4. Tiskovne forme

Sve do ranih 70-tih godina prošlog stoljeća tiskovne forme su se izrađivale od gume.[7] Nedostatak tiskovnih formi od gume je loša reprodukcija glatkih prijelaza u svijetlim i tamnim područjima. Danas se tiskovne forme u fleksotiskurade od fotopolimernog materijala. Razvojem fotopolimernih tiskovnih formi postigla se je nova kvaliteta tiska u fleksotisku. Neke od prednosti ovakvih tiskovnih formi: lagane za montiranje, ponovljive, određene debljine i veličine.



Slika 2.8 Glavni dijelovi tiskovne forme

Osnovni dijelovi tiskovne forme su izbočene tiskovne površine, slobodne površine (koje se ne tiskaju) i na kraju nosivi sloj ploče (Slika 2.8). Nosivi sloj tiskovne forme je od materijala koji osigurava stabilnost ploče (poliester). Svi navedeni dijelovi skupa, točnije njihova visina određuje debljinu tiskovne ploče.

Fotopolimerne tiskovne forme mjerljive su s dva parametra: debljinom i tvrdoćom.

- Debljina tiskovnih formi je vrlo važan parametar i bira se prema vrsti proizvoda koji se tiska. U počecima su se koristile forme debljine od 1,70mm do 6,35mm, a danas su fotopolimerne ploče debljine između 0,76mm i 6,35mm.[6] Najčešće se forme debljine 1,14mm i 1,70mm koriste za tisak etiketa, a deblje forme za tisak ostalih vrsta proizvoda kao što je tisak na karton. Koja debljina tiskovnih formi će se koristiti ovisi o konfiguraciji tiskarskog stroja, dužini otiska, vrsti proizvoda koji se tiska i širini role. Tanje ploče se koriste kod tiska kvalitetnije grafike, otisak je oštiji jer su tiskovne forme tvrđe.

- Tiskovne forme napravljene od tvrdog materijala omogućuju kvalitetniji tisak rastera i manji prirast RTV (raster tonske vrijednosti), dok se mekane tiskovne forme dobro prilagođavaju strukturi tiskovne površine. Postepeno su se počeli rabiti sve tvrdi polimerni materijali za izradu tiskovnih formi kako bi se uspješno otisnula veća linijatura rastera. Danas se u fleksotisku mogu otisnuti otisci relativno velike linijature rastera.

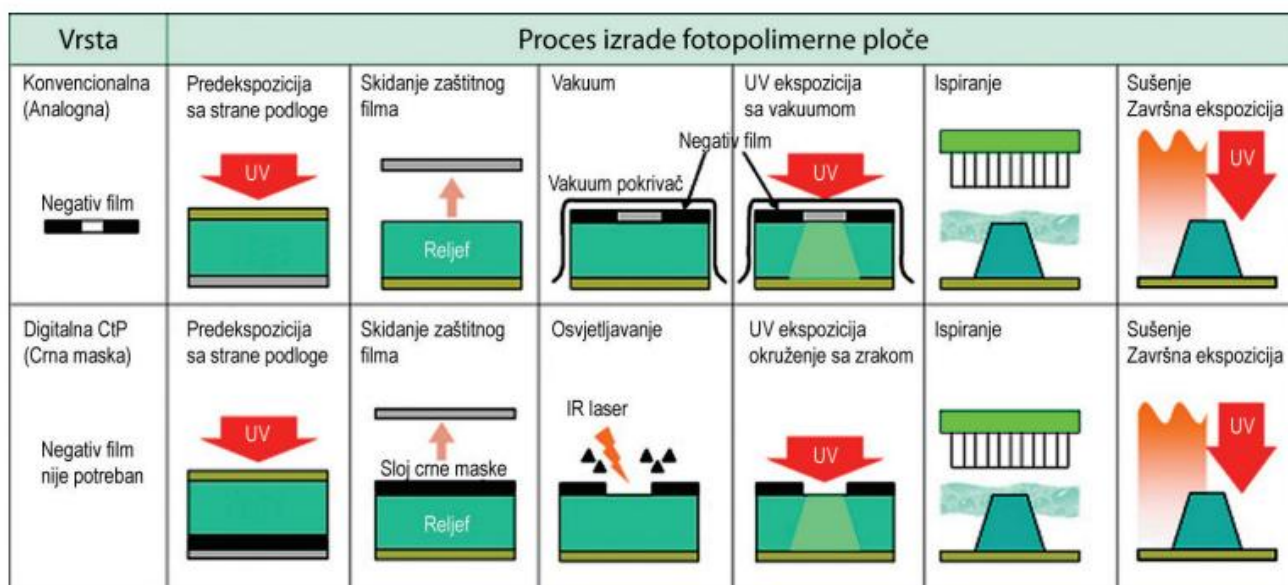
Zahvaljujući fleksibilnim tiskovnim formama u ovoj tehnici tiska je moguće tiskati na različitim upojnim i neupojnim materijalima kao što su folije, papir, karton, filmovi... Veličina tiskovnih formi ovisi o veličini temeljnog cilindra, točnije njegovom opsegu.

Tiskovne forme se na temeljni cilindar apliciraju pomoću ljepljivih montažnih traka. Radi se o tankim trakama pjenaste strukture debljine od 0,4mm do 3mm, ljepljive s obje strane. [2]Važno je napomenuti da montažna traka ne smije biti deblja od polovice debljine polimerne ploče. Kod odabira montažne trake potrebno je sagledati sve njezine karakteristike, jer ona ima utjecaj na gustoću obojenja, kontrast i prirast RTV. Primjerice kod tiska slike visoke linijature najčešće se koristi tvrđa tiskovna forma, iz tog razloga je potrebno odabrati mekšu montažnu traku. Kada se tiska s tvrdom tiskovnom formom dolazi do udaraca tiskovnog cilindra koje mekša montažna traka apsorbira i ublažuje. Obrnuta situacija je kod tiska punih tonova, preporučuje se mekša tiskovna forma i tvrđa montažna traka. Tako se omogući bolji prijenos bojila na tiskovnu formu što sprječava šupljikasti otisak punih tonova.

## 2.4.1. Izrada tiskovnih formi

Fleksibilne tiskovne forme rade se od polimernih ploča s poliesterskim nosivim slojem. U početcima su se tiskovne forme izrađivale analognim postupkom pomoću negativ filma. Razvoj cijelog procesa izrade tiskovnih formi krenuo je drugim putem, točnije dolazi do digitalizacije cijelog postupka. Klasični konvencionalni postupak zahtijevao je prvo izradu i osvjetljavanje filma uz pomoću kojeg se je kasnije osvjetljavala tiskovna forma.

Trenutno se u velikom dijelu koriste jednoslojne, fotopolimerne ploče koje su namijenjene CtP osvjetljavanju[7]. CtP (engl. computer to plate) je skraćenica za tehnologiju koja se koristi za izrade tiskovnih formi. Radi se o direktnom kompjuterski kontroliranom osvjetljavanju tiskovnih formi. Ovaj proces eliminira ranije korištene filmove, te procese osvjetljavanja i razvijanja filma. Na ovaj način izrada tiskovnih formi je vremenski puno brža, isplativija i omogućuje primjenu različitih vrsta rastriranja i oblika rasterskog elementa što rezultira boljom kvalitetom reprodukcije. Digitalni proces omogućava lakšu standardizaciju, dosljednost kod ponovne izrade formi i bolju kontrolu nad izradom oblika rastera.

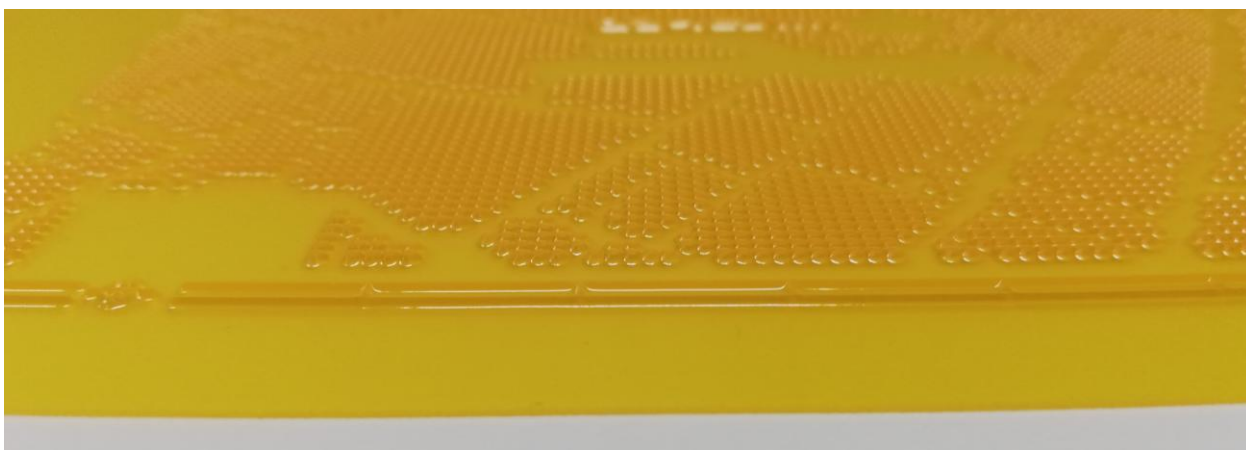


Slika 2.9 Usporedba analognog i digitalnog procesa izrade tiskovnih formi

(Izvor: <https://eprints.grf.unizg.hr/1897/1/Doktorski%20rad%20Valdec%20Dean.pdf>)

Postoje i mnoge druge naprednije metode za izradu tiskovnih formi koje poboljšavaju prijenos bojila i omogućuju jednoličnu raspodjelu bojila na otisku. Glavna razlika između navedenih procesa izrade tiskovnih formi i naprednijih je u konačnom obliku vrha rasterskog elementa. U globalu se tehnologije za izradu tiskovnih formi mogu podijeliti u dvije glavne skupine: one koje proizvode ravni vrh rasterskog elemenata na ploči i one koje proizvode zaobljeni rub. Cilj svih vrsta procesa izrade polimernih formi je dobiti što kvalitetniju reprodukciju svijetlih tonova.

Na počecima se je koristila guma kao glavni materijal za izradu tiskovnih formi, razvojem tehnologija i procesa izrade tiskovnih formi počinje korištenje polimernih materijala. Površina polimernih tiskovnih formi je vrlo glatka i teško je regulirati ujednačenu debljinu nanosa bojila i njegovu ravnomjernu raspodjelu. [8]Guma je u tom pogledu bila prihvatljivija zbog svoje hrapave strukture koja je jednomjerno prihvaćala bojilo na tiskovnim elementima. Iz tog razloga postoje sustavi za postizanje mat teksture na polimernim pločama koja stvara jednolični nanos bojila bez pretjeranog povećavanja pritiska.



*Slika 2.10 Izgled tiskovne forme*



## 2.4.2. Distorzija polimernih tiskovnih formi

Polimerna tiskovna forma pod utjecajem mehaničkog naprežanja i pritiska zbog svojih fleksibilnih svojstva ima tendenciju promjene oblika. Tiskovna ploča se montira na temeljni cilindar, kod montaže i kasnijeg tiska dolazi do razvlačenja mekih dijelova ploče što rezultira izduženim otiskom.[8]Ovakvo izobličenje polimerne forme naziva se distorzija. Prije izrade tiskovne forme potrebno je izračunati faktor distorzije, ovisno o veličini polimerne forme točnije opsegu temeljnog cilindra na koji se forma montira. Nakon odrađene distorzije tiskovna forma je kraća od izvorne veličine slike ali otisak ispadne u zadanom omjeru. Distorzija se odrađuje u procesu grafičke pripreme, a ovisi o debljini tiskovne forme i vrsti tiskarskog stroja. Na slici niže prikazan je efekt distorzije polimerne ploče (Slika 2.11).

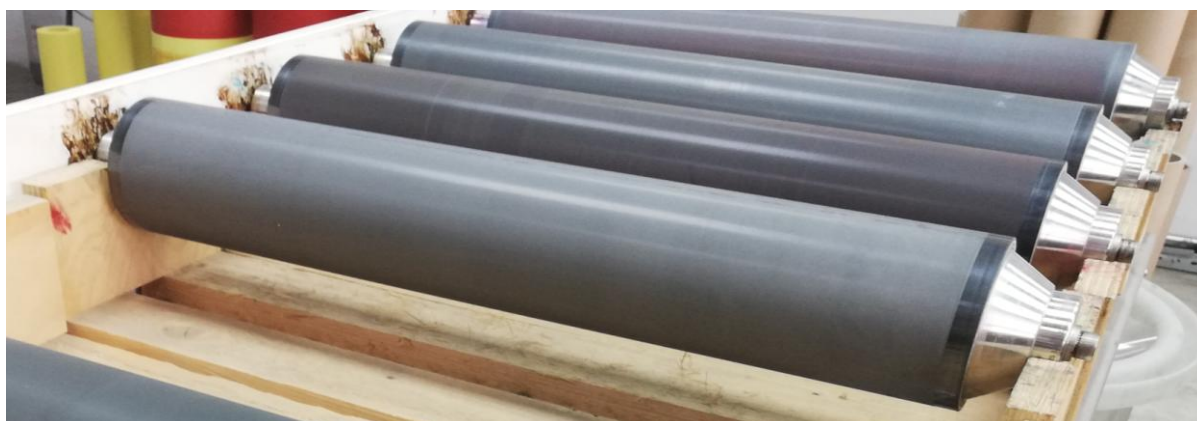


*Slika 2.11 Distorzija tiskovne forme u fleksotisku*

*(Izvor: <https://eprints.grf.unizg.hr/1897/1/Doktorski%20rad%20Valdec%20Dean.pdf> )*

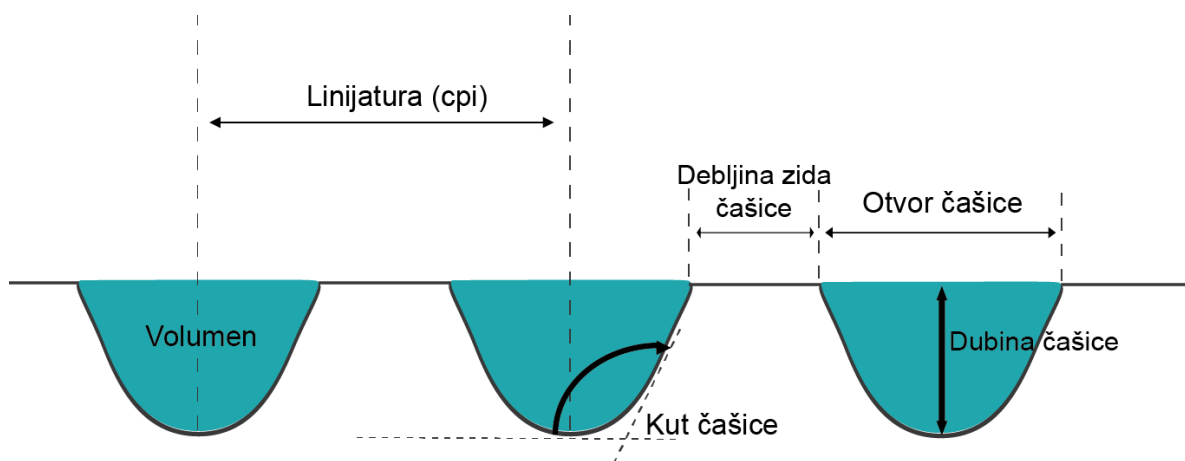
## 2.5. Aniloks valjak

U fleksotisku je glavni naglasak na sustavu za obojenje, točnije na aniloks valjku. Aniloks valjak je zadužen za prijenos bojila iz bojanika na tiskovnu formu. Radi se o valjku koji je sastavljen od sitnih mjernih čašica koje određuju količinu boje koja će se prenijeti. Veličina (volumen) i broj ćelija na površini aniloks valjka određuje količinu boje koja će se prenijeti na tiskovnu formu i u konačnici na tiskovnu podlogu. Odabiraniloks valjka ovisi o vrsti projekta koji se tiska, vrlo bitno je odabrati odgovarajući kako bi se ostvarilo željeno bojenje rastera.



*Slika 2.12 Aniloks valjci različitih linijatura*

Glavna karakteristika aniloks valjak je linijatura. [9] Osim linijature aniloks valjak ima različite karakteristike koje određuju njegove mogućnosti, neke od njih su volumen, dubina i kut graviranja. (Slika 2.13) Čašice su najčešće u obliku heksagon uzorka koji je definiran pod određenim kutom, najčešće pod kutom graviranja od  $60^\circ$  i  $30^\circ$ . Naprednijim tehnologijama graviranja omogućeno je graviranje različitih oblika čašica.

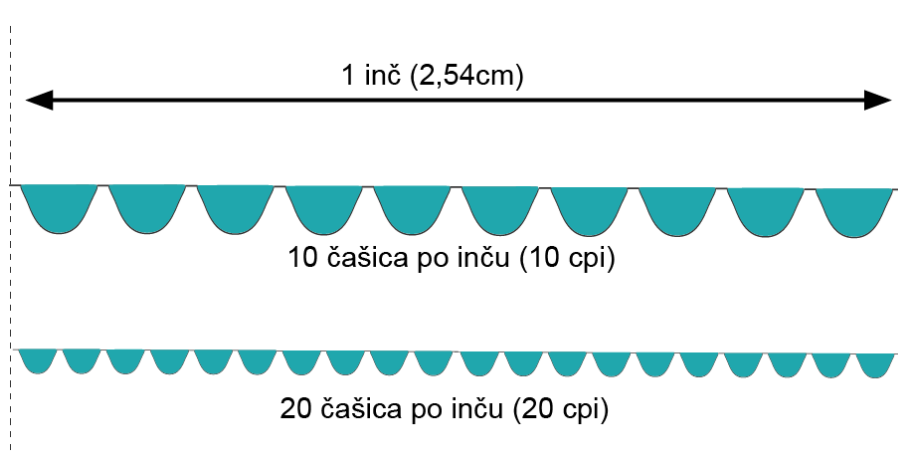


Slika 2.13 Izgled čašica aniloks valjka i njihove karakteristike

Kod prijenosa tiskarskog bojila na tiskovnu formu, višak bojila se uklanja pomoću rakela, boja ostaje samo u udubinama aniloks valjka. Neravnomjernim i nepravilnim pritiskom rakela na aniloks valjak može doći do trošenja i oštećenja valjka. Održavanje aniloks valjka je ključno kako bi se spriječilo nakupljanje i sušenje bojila u čašicama, zasušeno bojila smanjuje volumen čašica i ometa normalni prijenos bojila na tiskovnu podlogu.

### 2.5.1. Linijaturaaniloks valjka

Aniloks valjak je definiran linijaturom koja određuje broj čašica po inču (engl. cells per linearinch). Što je veća linijatura broj čašica je veći, a s time i dubina čašica manja. Drugim riječima linijaturaaniloks valjka je u zavisnosti s volumenom. Na slici je prikazana linijaturaaniloks valjka koja određuje broj čašica po inču (Slika 2.14).



Slika 2.14 Linijaturaaniloks valja (broj čašica po inču)

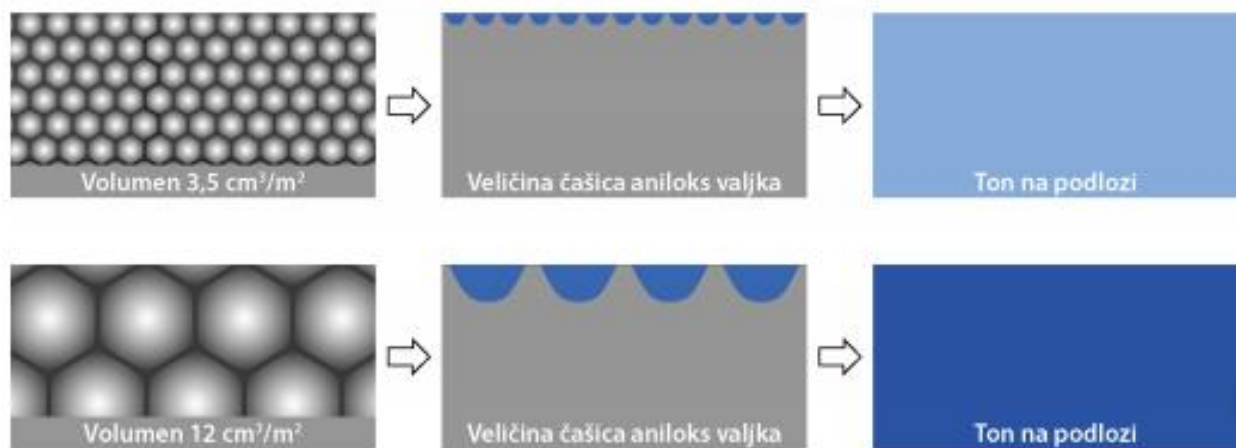
Veće linijature aniloks valjka (800-1200 cpi) koriste se za postizanje detalja s finim linijama i tekstom, te za tisak mekanih prijelaza. Manje linijature aniloks valjka znače da su ćelije veće, imaju veći volumen i prenose više bojila. Na temelju toga možemo zaključiti da su valjci manjih linijatur pogodni za tisak punih tonova.

### **2.5.2. Volumen aniloks valjka**

Volumen ćašica definira količinu bojila koje će se prenijeti na tiskovnu formu. Mjerna jedinica koja se koristi za izražavanje volumena valjka je kubični mikrometar.[9] Ova mjerna jedinica predstavlja volumen ćašica unutar jednog kvadratnog inča (ili kvadratnog centimetra). Radi se o vrlo sitnim ćelijama koje golim okom gotovo i nisu vidljive. Zbog toga je i mjerna jedinica vrlo mala, mikron je milijunti dio metra. [2] Kako bi se izbjeglo pisanje silnih nula, volumen se izražava u milijardama kubnih mikrona, a koristi se oznaka BCM (engl. Billion Cubic Microns).

Što je veći volumen aniloks valjka, linijatura je manja. Što je veća linijatura, ćašice koje prenose boju su manje i automatski prenose manju količinu (volumen) bojila. Još jedna mjerna jedinica za volumen aniloks valjka, kojom se definira teorijska potrošnja bojila po metru kvadratnom je kubični centimetar po kvadratom metru ( $\text{cm}^3/\text{m}^2$ ). Ova vrijednost je vrlo bitna kod odabira aniloks valjka za određene poslove, na temelju nje se može izračunati okvirna potrošnja bojila pri otiskivanju punog tona na površini od  $1\text{m}^2$ . Optimalna dubina ćašica je 20-30% ukupne širine otvora ćašice. Aniloks valjci s predubokim ćašicama se teže čiste i održavaju, bojilo se loše odvaja od ćašice zbog njezine velike dubine i teško se izvodi zadano graviranje.

Manji volumen ćašica na aniloks valjku znači da će se prenijeti tanji nanos bojila na tiskovnu formu i omogućiti precizniji tisak svijetlih tonova. (Slika 2.15) Isto tako otvor ćašice aniloks valjka je manji što je veća linijatura. Kod punih tonova aniloks valjci malog volumena ne prenose dovoljno bojila i potrebno je koristiti valjke većeg volumena. Do problema dolazi kada se na jednoj tiskovnoj formi nalaze puni tonovi i vrlo svijetli prijelazi. Korištenjem aniloksa visoke linijature dobit će se dobra reprodukcija svjetlijih tonova ali će puni tonovi biti manjeg intenziteta. U takvim slučajevima gustoću obojenja punih tonova moguće je postići korekcijom pripreme ili separacijom boje na dvije tiskovne forme (posebno raster, posebno pune tonove) kojima se dodijele aniloks valjci odgovarajućeg volumena.



Slika 2.15 Utjecaj volumena i linijature aniloks valjka na gustoću obojenja punih tonova  
(Izvor: <https://eprints.grf.unizg.hr/1897/1/Doktorski%20rad%20Valdec%20Dean.pdf>)

Volumen ćelija aniloks valjka ima značajan utjecaj na kvalitetu reprodukcije. Točno definiranom linijaturom i volumenom aniloks valjka, te njegovim periodičnim održavanjem i čišćenjem omogućava se dosljedan i ponovljiv otisak. Tako definirani parametri u konačnici smanjuju količinu otpada i skraćuju vrijeme potrebno za pripremu i pravilno upravljanje procesom tiska. Veliki utjecaj na odabir aniloksvaljkaima tiskovna podloga i njezina upojna svojstva. Na tiskovnu podlogu s izraženim upojnim svojstvima potrebno je prenijeti više bojila za kvalitetniji otisak, što znači da se treba koristiti aniloks valjak većeg volumena. Isto tako uzalud je odabrati odgovarajući aniloks valjak ako on nije redovno održavan te ima nakupljenog bojila u čašicama. U tom slučaju dolazi do djelomičnog prijenosa bojila iz čašica. Kontrolu volumena aniloks valjka potrebno je redovito provoditi. Preporučuje se kod izmjene poslova na stroju, kada se želi provjeriti istrošenost valjka i naravno u svakoj situaciji kada rezultat tiskanja odstupa od očekivanog.

Svaka tiskara teži postaviti svoje vlastite standarde alata kako bi imali smjernice za odrađivanje pripreme i tiska za pojedine poslova. Najčešće tako da se odabere nekoliko aniloks valjaka različitih linijatura i volumena, pomoću kojih se okarakterizira pojedini tiskovni proces. Tako se dobije ponovljiv otisak koji ne ovisi o stroju na kojem se tiska ili strojaru koji na njemu radi. Najčešće se prije tiska novog projekta rade probni otisci na kojima se definiraju postavke stroja i kupac ovjerava otisak koji kasnije služi kao referentan uzorak u tisku.

## 2.6. Bojila u fleksotisku

Bojila u fleksotisku su niske viskoznosti, što znači da su rijetka. Ona mogu biti na bazi vode, otapala ili UV bojila. Ovako tekuća bojila su brzo sušeća i idealna za tisak na polimernim materijalima (PET, PVC, OPP) i laminatima. Stupanj viskoznosti mora biti podešen prema tiskovnoj formi i tiskovnom materijalu kako bi se dobio zadovoljavajući otisak.

Bojilo na bazi vode (engl. Water based ink) se najčešće koristi za tisak papira i kartona. [8]Upravo zbog upojnih svojstva takvih tiskovnih materijala, što znači da se dio bojila apsorbira u podlogu, a dio pod utjecajem topline ispari. Ne preporučuje se za tisak na folije zbog određenih poteškoća koje se javljaju tijekom tiska. Bojila na bazi vode su najprihvatljivija za tisak ambalaže namijenjene za pakiranje prehrambenih proizvoda.

Bojila na bazi otapala nazivamo solventna bojila (engl. Solvent base ink)[9], donedavno su se u velikoj mjeri koristila za tisak folija. Trenutno se sve rjeđe koriste zbog štetnog utjecaja na zdravlje i zbog zapaljivih otapala koja sadrže.

Danas su najčešće korištena UV bojila, zbog mogućnosti postizanja veće gustoće obojenja, samim time i kvalitetnije reprodukcije. UV bojila se suše, odnosno stvrđavaju pod utjecajem UV zračenja, što sprječava sušenje bojila u čašicama aniloks valjka. Radi se o posebnim lampama koje fokusiraju UV zračenje na površinu tiskovne podloge. Ovakve vrste bojila omogućavaju reprodukciju visoke kvalitete na folijama i ostalim neupojnim podlogama.

Temeljna komponenta svakog bojila je pigment, ostali sastojci su tekuća baza, sastojci za fiksiranje bojila na podlogu i komponente koje poboljšavaju karakteristike otiska. Neke od karakteristika bojila u fleksotisku su: mala viskoznost, velika kohezija, brzo sušenje na tiskovnoj podlozi, dobra tečljivost[9]. Mala viskoznost se odnosi na gustoću bojila, u fleksotisku je bojilo vrlo rijetko. Kohezija je svojstvo koje djeluje kao sila između dvije čestice bojila, kako bi se bojilo prenijelo iz čašica aniloks valjka na tiskovnu formu potrebna je velika kohezija bojila. Dobra tečljivost je svojstveno uz sposobnost bojila da se što bolje rasporedi po površini aniloks valjka. Bojilo u fleksotisku mora biti brzосуšeće na tiskovnoj podlozi ali se ne smije sušiti u bojaniku, niti na stroju prije tiskovne podloge.

## 2.7. Redoslijed boja u tisku

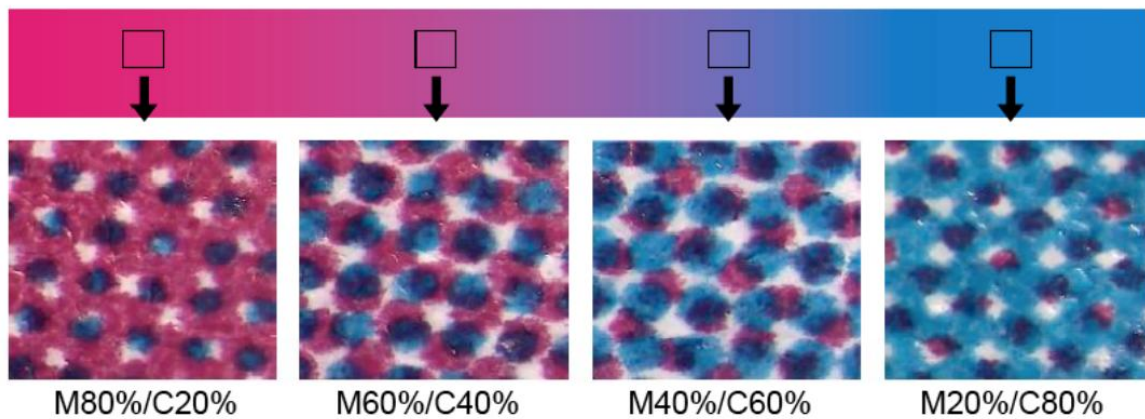
Zbog djelomično transparentnih svojstva bojila, vrlo važnu ulogu u tisku ima redoslijed tiskanja boja. Radi se o rasporedu boja po agregatima od prve boje koja se tiska na materijal do zadnje koja se prihvaća na bojilo otisnuto na agregatima prije. Kod pripreme stroja, uobičajeni raspored boja po agregatima je od najsvjetlije prema najtamnijoj. Radi se o višebojnom tisku gdje se koriste procesne boje iz kojih se dobivaju ostali tonovi. Preklapanjem boja stvara se vizualan dojam treće boje, ali tako se može doći do neočekivanih rezultata. Naravno ovisno o projektu i odrađenoj pripremi ne mora značiti da je navedeni raspored idealan u svim uvjetima. Zbog toga tijekom izrade probnog otiska važno je imati na umu kako je ponekad dovoljna samo zamjena redoslijeda boja kako bi se dobio traženi rezultat.

Kod transparentnih materijala se najčešće tiska na poledini prozirne tiskovne podloge. Takav tisak naziva se reverzni tisak (engl. reverse-side printing)[2] i kod ove vrste tiska ne vrijedi navedeni redoslijed boja od najsvjetlije prema najtamnijoj. Nakon što se materijal otisne grafika je vidljiva s prednje strane tiskovne podloge.

## 2.8. Višebojni tisak

Višebojna slika sastoji se od milijun različitih tonova i boja. Reproducira se uz pomoću sitnih rasterskih elemenata. Najčešće se radi o tisku sa četiri osnovne boje, CMYK (cyan, magenta, yellow, black) koje još nazivamo procesne boje. Uz pomoću njih se dobivaju svi ostali tonovi. Rasterski elementi različitih oblika, veličina i intenziteta daju dojam različitih nijansi boja. Radi se o preklapanju osnovnih boja koje stvaraju vizualni dojam tonova. Teoretski se sve boje mogu reproducirati korištenjem tri procesne boje CMY (cyan, magenta, yellow). Radi se o suptraktivnoj sintezi. Što znači da se miješanjem procesnih boja dobiva crna. Naravno intenzitet crne dobivene iz procesnih boja u nekim slučajevima nije zadovoljavajući iz tog razloga se koristi crna, kao posebna boja koja je kod višebojnog tiska zadužena za povećanje kontrasta.

Za dobivanje različitih tonova koriste se procesne boje u različitim omjerima. [10] Osim omjera procesnih boja na ton boje utječe redoslijed boja u tisku, veličina rasterskog elementa, upojnost materijala, kut rastera, korišteni aniloks valjak, vrsta rastera, kvaliteta tiskovnih formi i mnogi drugi parametra...



*Slika 2.16 Višebojni otisak (prikaz cijane i magente u različitim omjerima)*

*(Izvor: [http://repro.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf](http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/6.%20Rasterski%20sustavi.pdf))*

Kako bi se uspio postići točno zadani ton na nekom dijelu otiska bez utjecaja na ostatak etiketa koriste se zasebne spotne boje. Radi se o bojama koje su definirane u Pantone katalogu boja koji je popularan standard u cijelom svijetu. Boje se odvoje korištenjem zasebnog agregata i fizički se miješaju prije tiska. S perspektive dizajna ove mogućnosti daju puno više prostora za kreativnost i primjenu atraktivnih boja. U fleksotisku se danas rijetko tiska samo iz procesnih boja. Sve veće tvrtke imaju svoju prepoznatljivu boju logotipa ili općenito ambalaže i zbog toga koriste dodatne spotne boje kako bi otisak bio vjerodostojan na svakoj vrsti ambalaže. Pantone boje omogućavaju veću kvalitetu tiska, što je stvorilo potrebu za razvojem strojeva s više tiskovnih jedinica. Osim toga kod tiska prozirnih materijala jedan agregat zauzima pokrivna bijela boja. Bijela boja je neophodna kod tih vrsta etiketa jer bi bez nje otisak izgledao plošno, bez kontrasta i transparentno.

Kod višebojnog tiska zbroj svih tonskih vrijednosti ne smije biti veći od propisanog. Što znači da se maksimalno dozvoljeni udio svake boje mora poštovati, u suprotnom se boja ne stigne dovoljno osušiti. Oznaka za ukupni dozvoljeni nanos boje je TAC (engl. Total areacoverage).[2] Na primjer kod tiska iz četiri boje, ako svaka boja postiže puni ton u vrijednosti od 100%, dobili bi pokrivenost bojilom u vrijednosti od 400%.

U procesu tiska višebojnih slika moguće su pogreške u različitim koracima koje u konačnici rezultiraju krivim tonom boje ili drugim anomalijama. Koraci prije samog tiska su izrada pripreme, separacija boja, izrada probnog otiska (Proof), rastriranje (ripanje), izrada tiskovnih formi, odabir aniloks valjaka i na kraju tisak. Svaka od navedenih faza proizvodnje i svaki uređaj koji sudjeluje u navedenom procesu je potencijalni izvor pogreške.



## 2.9. Tiskovne podloge

Zbog fleksibilnih tiskovnih formi moguće je tiskati na materijale različitih karakteristika. Najčešće su to folije (PET, PVC, OPP), samoljepljivi materijali (premazani i nepremazani), papir, kartoni, laminati... [10]Svaki od navedenih materijala ima različita upojna svojstva bojila što ima direktan utjecaj na reprodukciju rasterskih elemenata. Kako bi se omogućila što bolja reprodukcija i dobila zadana kvaliteta otiska svaki tiskovni materijal mora zadovoljiti određena tehnička svojstva. Neka od njih su:

- Izgled (prozirnost, boja, bjelina...)
- Kemijski sastav (sadržaj vlage, pH, punila, ljepila...)
- Gornji sloj za tisak (statički elektricitet, glatkost, apsorpcija, abrazivnost...)

Kod reprodukcije rasterskih elemenata u tisku, sva navedena svojstva imaju svoj doprinos na kvalitetu otiska. Osim navedenih svojstva svaki materijal je određene gramature. Gramatura papira je u rasponu od 60 do 120 g/m<sup>2</sup>, nakon 160g/m<sup>2</sup> počinje nova skupina koju nazivamo karton. Papir je na bazi isprepletenih tankih vlakanca, koja mogu biti od drveta, organskih materijala ili tekstila.

Filmovi i folije su trenutno najkorištenija vrsta ambalažnog materijala. Folije su debljine od 200 mikrona i rjeđe se koriste kod tiska ambalaže, za razliku od filmova koji su debljine od 20 do 200 mikrona i koriste se češće. Specifičnost filmova je napetost površine koja za materijale kao što je PVC, polietilen i polipropilen treba iznositi između 38-44dyn/cm (engl. dyne)[11]. Iz tog razloga se prije samog tiska radi predobrada koja poboljšava svojstva primanja bojila na tiskovnu podlogu. Najkorišteniji postupak predobrade je korona pražnjenja, i najčešće se radi u liniji prije tiska.

Laminati su vrsta materijala koja se dobiva spajanjem dvaju ili više slojeva materijala zajedno. Kombinacijom različitih materijal cilj je postići što bolja barijerna svojstva konačnog materijala. Tisak laminata može biti s vanjske strane klasično kao i kod ostalih materijala ili na jednom od slojeva koji se kasnije spajaju tako da je u konačnici otisak unutar materijala.

### **2.9.1. Upojnost materijala**

Jedno od najvažnijih svojstva materijala kod samog tiska je upojnost. U fleksotisku se teži da je tiskovna podloga glatka i što manje upojna, tako se može postići bolja reprodukcija. Kada je podloga upojna, znači da se većina bojila upije u materijali i zbog toga može doći do razlijevanja rasterskog elementa što rezultira promjenom njegovog oblika i dolazi do stvaranja mrlja. Tiskom na neupojne materijale bojilo ostaje na površini i tamo se osuši. Upravo zbog male viskoznosti fleksa bojila dolazi do značajnog upijanja bojila u neke vrste materijala. Papiri, kartoni i ljepenke spadaju u upojne materijale dok premazani papiri, laminati i folije nemaju izražena upojna svojstva. Premazani ili sjajni materijali su svakako atraktivniji, tonovi na otisku izgledaju življe za razliku od nepremazanih materijala koji zbog upojnih svojstva dodatno stvaraju dojam svjetlijeg otiska.

### 3. Mjerni sustavi

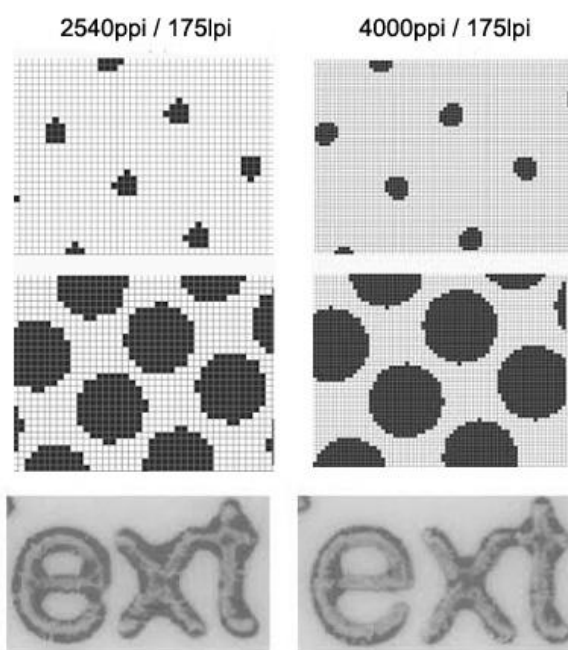
Važno je razlikovati pojmove koji su vezani uz prikaz na ekranu i kasnije reprodukcije u tisku. Kod prikaza na ekranu koriste se jedni mjerni sustavi dok u tisku imamo mjerne sustave koji se vežu uz rasterske elemente.

<b>RAČUNALO</b>	<b>ppi</b> (engl. pixel per inch)	Radi se o mjernom sustavu koji se veže uz prikaz slika na ekranu, osnovni mjerni element je piksel. Brojem piksela po inču definira se razlučivost. Razlučivost je veličina koja određuje mogućnost prikazivanja detalja čime se opisuje kvaliteta slike. Radi se o prikazu slike na ekranu i najčešće se koristi razlučivost od 72 ppi.
<b>ANILOKS VALJAK</b>	<b>spi</b> (engl. cells per inch)	Mjerni sistem koji se veže uz aniloks valjak. Brojem čašica po inču se definira linijaturaaniloks valjka koji je u fleksotisku zadužen za prijenos bojila na tiskovnu formu.
<b>TISKOVNE FORME</b>	<b>lpi</b> (engl. line per inch)	Radi se o broju rasterskih linija po inču, što još nazivamolinijatura rastera. U fleksotisku je ovaj pojam vezan uz tiskovne forme koje se izrađuju određene linijature.
<b>OSVJETLJIVAČ / SKENER</b>	<b>dpi</b> (engl. dots per inch)	Označava rezoluciju tiska, točnije broj točaka koji će se otisnuti po inču. Standardno se preporučuje korištenje 300dpi standarda jer se pripreme veće rezolucije ne mogu kvalitetno reproducirati, samo opterećuju memoriju računala. Mogućnost kvalitetnije reprodukcije ovisi o izlaznoj razlučivosti uređaja (osvjetljiivača, printera).

Tablica 3-1 Mjerni sustavi za prikaz na ekranu i u tisku

Kako bi se slike prikazane na računalu mogle kasnije kvalitetno otisnuti potrebno ih je adekvatno pripremiti za tisak. Postoje razna pravila za izradu dizajna i pripreme za tiska kako bi se zamišljeni proizvod mogao otisnuti bez neočekivanih deformacija. Primjerice slike koje će se tiskati moraju biti minimalno dva puta veće od linijature klišeja kojom će se tiskati. Što znači, ako je tiskovna forma linijature 133lpi slika mora biti najmanje 266 dpi na monitoru. Najčešće se preporučuje rezolucija od 254 do 300dpi. Gustoća rastera koja se može postići kod tiska u

fleksotisku je od 45 lpi do 150lpi, a najčešće se koristi 100lpi do 133lpi.[12]Prema tome možemo zaključiti da korištenje velikih rezolucija slika kod izrade pripreme (npr 400dpi) nema smisla jer se one ne mogu otisnuti u većim kvalitetama, a nepotrebno zauzimaju memoriju računala. Proces izrade grafičke pripreme bazira se na pripremanju i obradi dokumenta prema kojem će se izrađivati tiskovne forme. Kako bi izrada tiskovnih formi bila što lakša i točnija zaslužna je dobro odrađena priprema.



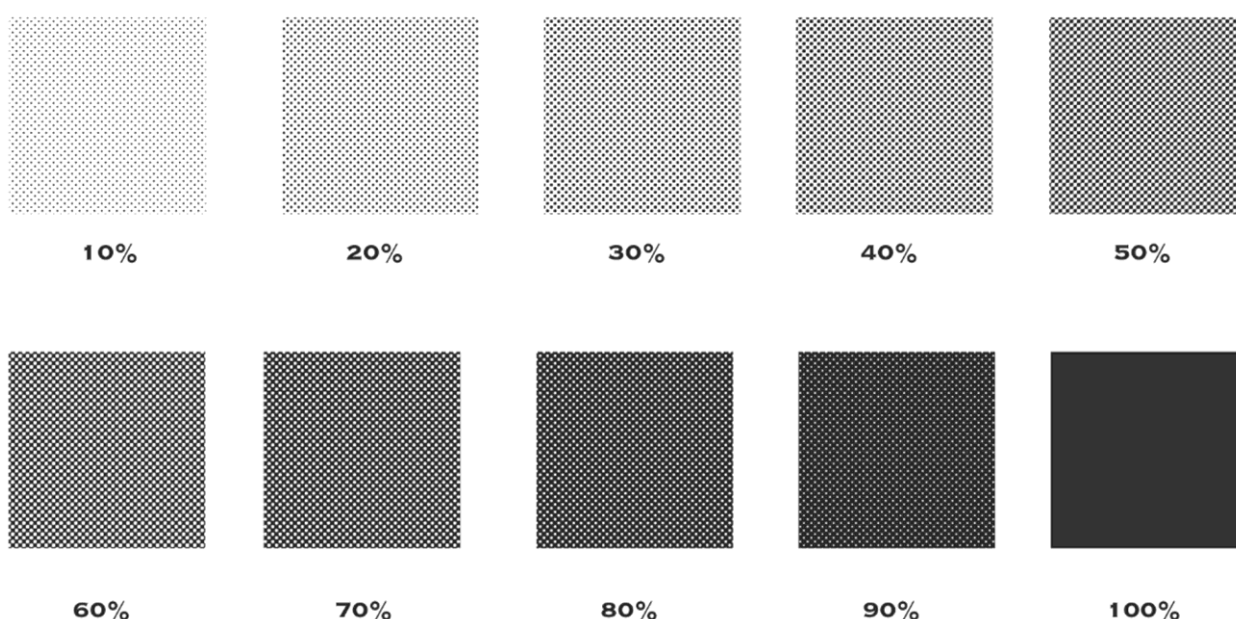
*Slika 3.1 Izgled razlučivosti 2540ppi i 4000ppi iste linijature (175lpi)*

Ono što je vrlo bitno primijetiti na slici (Slika 3.1), svjetliji tonovi koji se na ekranu prikazuju s vrlo malo sitnih piksela izgledaju nazubljeni. Kasnije kod procesa izrade tiskovnih formi takvi nazubljeni oblici se prenose na tiskovnu formu i stvaraj probleme u tisku. Na nepravilnim završecima se skuplja bojilo i stvaraju se mrlje na otisku, što rezultira lošom kvalitetom reprodukcije.

## 4. Rasterski elementi

Reprodukcija otiska u fleksotisku ostvaruje se pomoću sitnih rasterskih elemenata koji tvore sliku. Rasterski elementi na otisku golim okom gotovo da nisu vidljivi, kod promatranja otiska s udaljenosti za čitanje dobije se dojam slike. Oblik rasterskog elementa najčešće je okrugli (eng. Rounddot), ali to ne znači da otisak nije moguće dobiti korištenjem rasterskih elementa dugih oblika.

Veličina rasterskog elementa izražava se kao pokrivenost površine [13](RTV - raster tonska vrijednost) ili preko integralne gustoće zacrnjenja. S većom pokrivenošću tiskovne površine rasterskim elementima dobivaju se tamniji tonovi, što je vidljivo na slici niže (Slika 4.1).



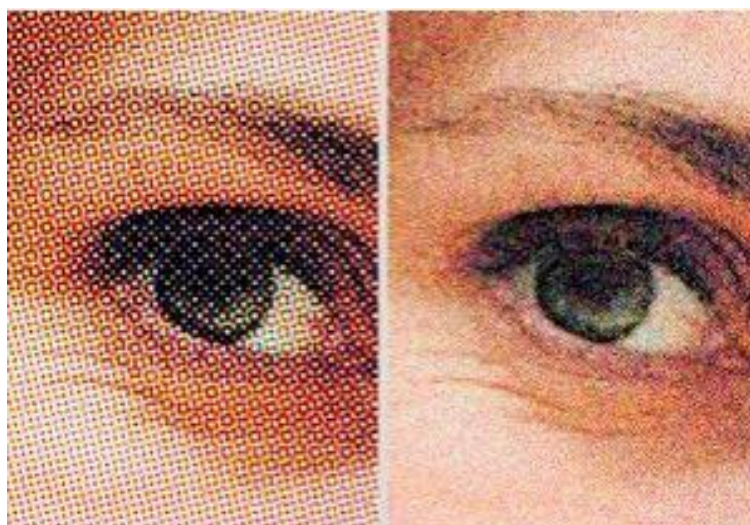
Slika 4.1 Raster tonska vrijednost crne (RTV izražen u postocima)

(Izvor: <https://docs.esko.com/docs/en-us/curvepilot/12/userguide/assets/cup/Esko0009.png>)

U pravilu se tekst deklaracijetiska iz 100% crne, jer postoji mogućnosti da će sitni tekst biti nečitak ako se tiska manjom pokrivenošću rasterskih elemenata. Rasterski elementi su vrlo sitni, a rade se na relativno mekanj polimernoj tiskovnoj formi, pod utjecajem pritiska dolazi do savijanja izdignutih tiskovnih elemenata i stvaranju lošeg otiska. Ovaj problem je posebno vidljiv kod tiska OPP folija velikih širina koje zahtijevaju veći pritisak ili kod tiska neravnih materijala kao što je karton. Zbog toga je u pripremi potrebno definirati minimalnu veličinu rasterskog elementa (bijela točka), ona se definira u postocima i služi kao orijentacija kod izrade formi, kako tiskovni elementi ne bi bili presitni. Naravno definiranje ove minimalne točke ovisi

o kojem se stroju radi, uvjetima u tisku i naravno materijalu na kojem se tiska. Upravo definiranjem minimalne veličine rasterskog elementa se direktno utječe na kvalitetu izvedbe zahtjevnijih dizajna. Prvenstveno je vidljiv problem kod tiska blagih prijelaza ili sjena koje bi trebala ići u nulu. U tom slučaju prijelazi završavaju s oštrim rubovima u vrijednostima minimalnog rasterskog elementa.

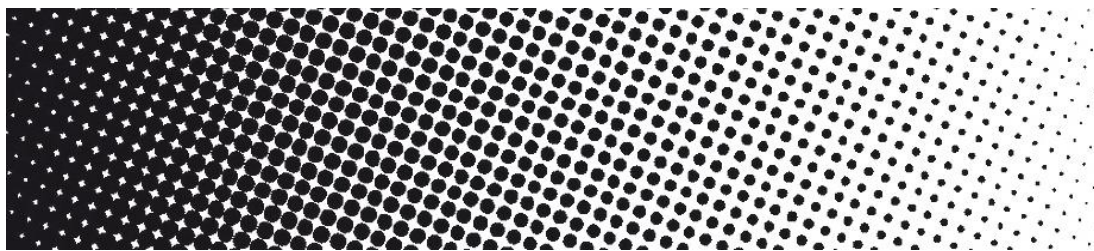
Postoje dvije osnovne vrste rastera, konvencionalni (AM - amplitudno modulirani) raster i stohastički (FM- frekventno modulirani) raster. [14] Osim ove dvije vrste rastera danas je u porastu i tako zvani hibridni raster. Hibridni raster je mješavina karakteristika AM i FM rastera. AM raster se koristi za prikaz srednjih tonova dok se FM raster preporučuje za prikaz svijetlih i tamnih tonova.



Slika 4.2 Otisak sa AM (lijevo) i FM (desno) rasterom  
(Izvor: <https://www.dod.ch/de/produktion/fm-raster>)

#### 4.1. AM raster

Konvencionalni ili amplitudno modulirani (engl. Amplitude Modulate screen) raster karakterističan je po pravilnom rasporedu rasterskih elemenata, na jednake udaljenosti, različitih veličina rasterskih elemenata. AM raster je još uvijek najraširenija metoda rastriranja, a temelji se na fiksnom broju rastera na pravokutnoj mreži. Mreža je definira brojem linija po centimetru (lpcm) ili inču (lpi). Ovisno o tonskim vrijednostima slike modulira se amplituda ili veličina rasterskog elementa. Veći rasterski elementi su za reprodukciju tamnijih tonova, a manji za reprodukciju svjetlijih tonova. Amplitudni raster se preporučuje za reprodukciju srednjih tonova, kod svijetlih i tamnih tonova dolazi do gubljenja rasterskih elemenata, a s time i detalja na slici.



*Slika 4.3 Amplitudno modulirani raster*

*(Izvor: [https://www.heinatz.hamburg/wp-content/uploads/2015/09/SEFAR\\_SGHB\\_AM-Raster2.jpg](https://www.heinatz.hamburg/wp-content/uploads/2015/09/SEFAR_SGHB_AM-Raster2.jpg))*

Kod višebojnih otisaka, rasterski elementi svake boje se postavljaju pod različitim kutovima. Kada su kutovi rastera dobro definirani, nazire se rozeta načinjena od rasterskih elemenata. Ako se rasterski elementi poklapaju pod krivim kutom dolazi do pojave neželjenog moiré efekta. Postoje različita pravila prema kojima se određuje kut rastera sve s ciljem da se izbjegne navedeni efekt, o čemu ćemo u nastavku rada.

#### **4.1.1. Linijatura rastera**

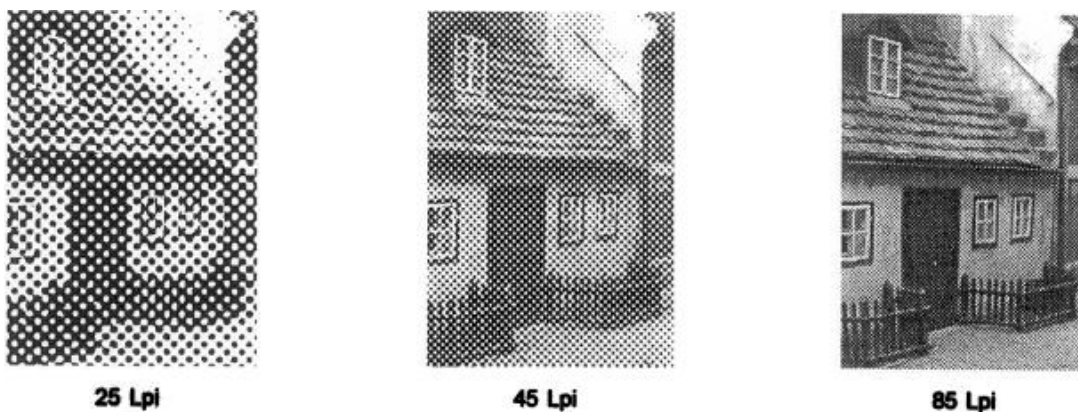
Radi se o pojmu koji je vezan uz AM raster. Linijatura rastera definira finoću amplitudno moduliranog rastera. Izražava se u jedinici lpi (linija po inču) ili lpcm (linija po centimetru). Finoća rastriranja ovisi o namjeni tiska i tehnici tiska, ali i o vrsti tiskovne podloge i boje koje će se koristiti. Linijaturu AM rastera možemo podijeliti u tri skupine

Grubi raster – do 80 lpi

Srednje fini – od 80 do 150 lpi

Fini raster – iznad 150 lpi

Neke od najčešćih linijatura AM rastera u fleksotisku su 133, 150, 175 i 210 lpi. Veća linijatura znači više rasterskih elemenata po inču, što rezultira manjim rasterskim elementima koji su isto tako manje vidljivi golim okom. Na otisku linijature od 100 lpi ili više s normalne udaljenosti je gotovo nemoguće primijetiti sitne rasterske elemente od kojih se sastoji. Većom linijaturom rastera dobiva se kvalitetnija i foto-realistična reprodukcija.



*Slika 4.4 Različite linijature rastera*

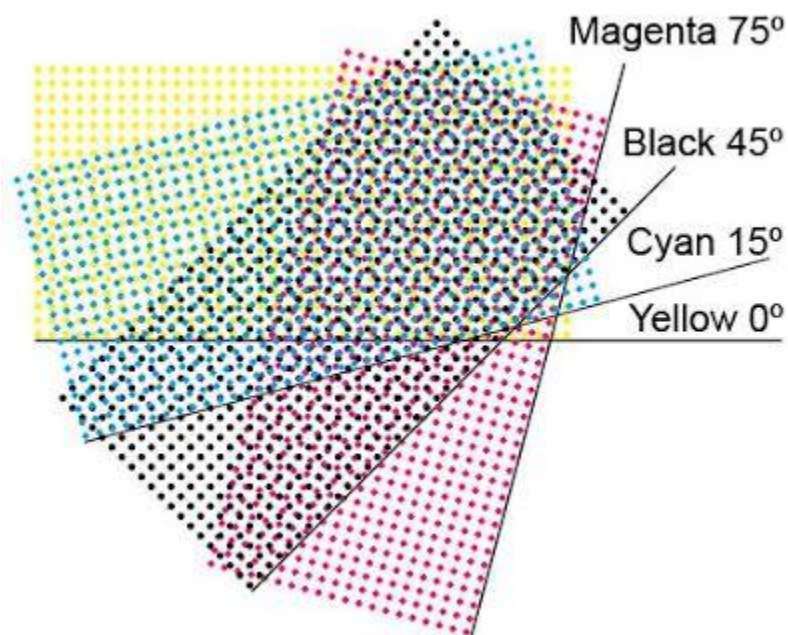
(Izvor: [http://docs.esko.com/docs/en-us/curvepilot/12/userguide/home.html?q=en-us/common/cup/concept/c\\_aa1002889.html](http://docs.esko.com/docs/en-us/curvepilot/12/userguide/home.html?q=en-us/common/cup/concept/c_aa1002889.html))

#### **4.1.2. Kutevi rastera**

Kao što smo spomenuli AM raster ima pravilan rasporeda rasterskih elemenata. Što znači da kod višebojnog tiska svaka boja ima svoju mrežu u kojoj su raspoređeni rasterski elementi. Kako se rasterski elementi različitih boja ne bi poklapali na istom mjestu, kod izrade tiskovnih formi definiraju se različiti kutevi rastera. Ako kutovi rastera na pojedinim separacijama nisu pravilno podešeni dolazi do pojave moiré efekta. Radi se o jednom od najvećih problema kod amplitudnog rastriranja. Kako bi se spriječio nastanak neželjenog moiré efekta potrebno je poštivati određena pravila i svaku boju podesiti pod pravilnim kutom.

Krenemo li s jednobojnom reprodukcijom, gdje koristimo sam crnu boju, koristi se raster rotiran za 45°. Ljudsko oko prati horizontalne i vertikalne linije, točnije na njih je najbolje istrenirano dok na dijagonalne linije ima manju osjetljivost. [8] Zato se najtamnija boja (crna) uvijek stavlja pod kutom od 45°. Kod višebojne reprodukcije, najčešće se cyan stavlja pod kutom od 15°, magenta 75° i yellow 0°.





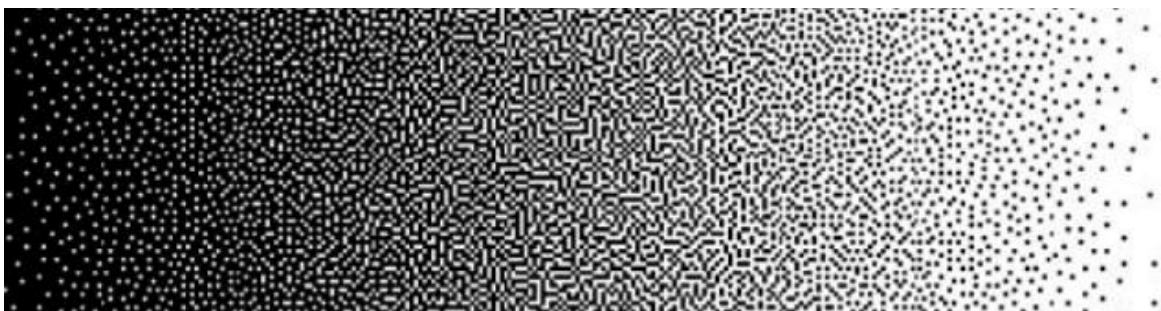
*Slika 4.5 Pravilno raspoređeni kutevi rastera (rozeta)*

*(Izvor: <https://i.pinimg.com/originals/a0/9d/79/a09d79fa6278e43367f928b0c98b34aa.jpg>)*

Pravilnim postavljanjem kuteva rastera dolazi do pojave minimalne vidljivosti móire efekta, i takav uzorak se naziva rozeta. Pojava rozete je znak da su kutevi rastera dobro postavljeni, vidljiva je golim okom ali samo ako se uzorak gleda s male udaljenosti. Osim zbog kuteva rasterskih elemenata na tiskovnoj formi, do pojave móire efekta u fleksotisku može doći zbog kuta graviranja aniloks valjka (30°, 45° i 60°). Ako se u tisku koriste dodatne Pantone boje one se najčešće rotiraju za 7,5°.

## 4.2. FM raster

Frekventno modulirani raster ilistohastični raster (engl. FrequencyModulatedScreening) ima nekoliko prednosti naspram AM rastera.[14]Koristi mikro točkice od 10 do 60 $\mu$ m. Kod FM rastera sitne rasterski elementi nisu posloženi u mrežu već svojom brojnošću definiraju otisak. Kod FM rastera modulira se broj rasterskih elemenata, a ne njihova veličina. Iako rasterske točkice nisu pravilno poredane, njihov redoslijed je pažljivo definiran kako bi se omogućila odlična reprodukcija čak i najfinijih detalja. Vrijednost FM rastera definira se veličinom rasterskog elementa. Neke od veličina FM rastera koji se najčešće koriste su 20, 30, 40 i 50  $\mu$ m.



*Slika 4.6 Frekventno modulirani raster*

(Izvor: [https://kerndruck.de/images/stories/kap201102\\_019.png](https://kerndruck.de/images/stories/kap201102_019.png) )

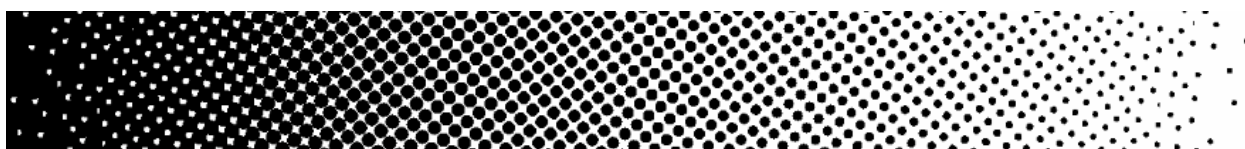
Kod stohastičkog (FM) rastera svi rasterski elementi su jednake veličine, nisu pravilno raspoređeni po površini te se broj elemenata mijenja ovisno o tonu. Modulira se njihova frekvencija, kod reprodukcije tamnijih tonova koristi se veći broj rasterskih elemenata dok kod svjetlijih tonova rasterski elementi su vrlo rijetko poredani. Neke od prednosti stohastičkog rastera su dobra reprodukcija detalja, linija i sitne tipografije, može se postići veliki broj boja na otisku, manja potrošnja boje (brže se suši) i nema problema s rasterskim kutevima i pojavom moiré-a. Kvalitetnija reprodukcija se postiže korištenjem što manjih rasterskih elemenata koji stvaraju vrlo oštru sliku s puno detalja. Nedostaci su visoki tehnički zahtjevi (kod izrade i osvjetljavanja ploča), zahtjeva kvalitetniji tiskovni materijal i postoji problem s prirastom rasterskih vrijednosti (najviše u području srednjih tonova) što uzrokuju lošiju reprodukciju tonskih vrijednosti u srednjim tonovima. Kod odabira vrste rastera (AM ili FM) kojim će se tiskati veliki utjecaj imaju njihove mogućnosti u reprodukciji određenih tonova. U današnje vrijeme se korištenjem FM rastera teži stvoriti otisak sa što manjim rasterskim elementima, kako bi se postigla vjernija reprodukcija (većih izlaznih razlučivosti npr. 4000dpi). FM raster nema jednaki razmak između rasterskih elemenata, što znači da nema linijaturu kao AM raster upravo zbog toga finoća FM rastera se ne ovisi o linijaturi, već o veličini rasterskog elementa.

### 4.3. Hibridni ili XM raster

Zbog nedostataka koje imaju AM i FM tehnologije rastriranja pojavila se je potreba za tehnologijama koje uzimaju najbolje od postojećih tehnologija i tako eliminiraju njihove nedostatke. Tehnologija koja se je u zadnjih nekoliko godina uvelike razvila i koristi se kod tiska zahtjevnijih poslova naziva se hibridna ili XM rasterska tehnologija (engl. Cross Modulated Screening)[12]. Cilj hibridne tehnologije je kombinirati prednosti AM i FM tehnologije i ukloniti njihove nedostatke kako bi se postigla što bolja kvaliteta tiska i olakšala sama priprema i tisak. Zbog toga se ova tehnologija bazira na FM rasteru kad je u pitanju reprodukcija svjetlijih i tamnih tonova te finih detalja, dok za prikaz srednjih tonova i postizanje glatkih prijelaza koristi se AM tehnologija rastriranja.

Na primjeru niže (Slika 4.7) možemo vidjeti kako se s hibridnom tehnologijom rješava prijelaz iz tamnijih u svjetlije tonove i obrnuto. Za prikaz srednjih tonova koristi se klasični AM raster koji je definiran mrežom i smanjenjem rasterskih elemenata dobivaju se svjetliji tonovi. Kada se postigne minimalna veličina rasterskog elementa kreće ispuštanje rasterskih elemenata s mreže. Radi se o prelasku na FM raster koji ima mogućnost reproducirati svjetlije tonove, a linija završetkaje manje vidljiva nego kod AM rastera. Na isti način se kreira prijelaz iz srednjih tonova u tamne koje nabolje reproducira FM raster. Naravno, kako bi prijelaz iz jedne u drugu tehnologiju bio što mekši precizno se izračunava prijelazna točka. Inače je fleksotiska poznat po lošem pretapanju iz jedne u drugu boju, prijelaz koji se još naziva „flexo break effect“. Korištenjem XM tehnologije navedeni problem se smanjuje na minimum.

Proizvođači CtP opreme nude različita rješenja za navedene prijelaze, u suštini se radi o gore opisanoj tehnologiji ali se razlikuje u imenu ovisno o proizvođaču. Neki od njih su Artwork System QuantumHybrid i HeidelbergPrinectHybrid. Na primjeru niže prikazan je Esko Samba hibridni sistem rastriranja.



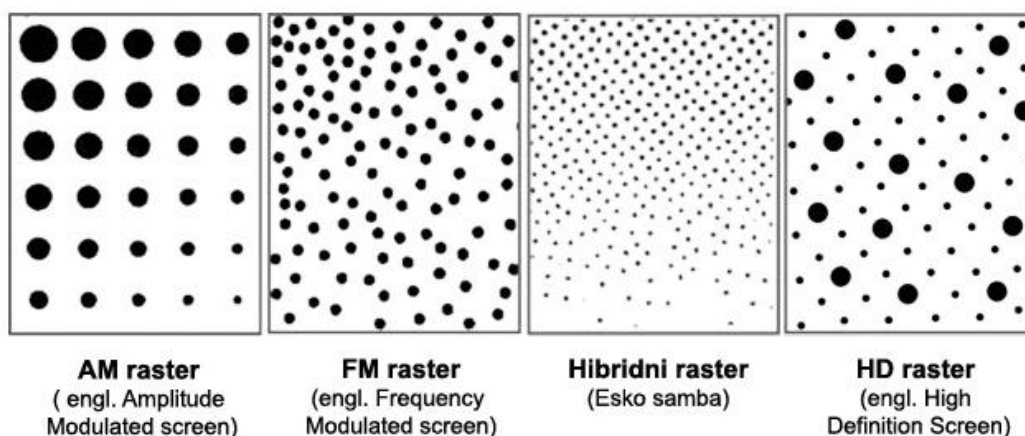
*Slika 4.7 Hibridni raster (XM raster)*

(Izvor: [https://docs.esko.com/docs/en-us/imagingengine/18/userguide/home.html#en-us/common/ie/reference/reie LegacyScreens.html](https://docs.esko.com/docs/en-us/imagingengine/18/userguide/home.html#en-us/common/ie/reference/reieLegacyScreens.html) )

Možemo zaključiti da svaka od navedenih vrsta rasterskih tehnologija ima svoje prednosti i nedostatke. Primjerice FM tehnologija se preporučuje za tisak oštih slika s puno detalja, dok kod tiska srednjih tonova može doći do pojave zrnatosti. AM raster je pogodan za tisak srednjih tonova, ali dolazi do problema u tisku svjetlijih prijelaza, svjetliji tonovi najčešće izgledaju odrezani. Što se tiče XM tehnologije, ona dobro smanjuje vidljivost moiré-a, pruža mogućnost reprodukcije visoke linijature rastera bez gubitka detalja i prijelaznih tonova.

#### 4.4. HD raster

Još jedna naprednija tehnologija rastriranja poznata je pod nazivom HD tehnologija (engl. HighDefinitionScreen)[2]. Radi se o tehnologiji koja se bazira na optici visoke razlučivosti CtP uređaja što omogućava finiji zapis na tiskovnoj formi i reprodukciju naprednijih vrsta rasterskih elemenata. HD tehnologija radi na principu smanjenja veličine bijele točke, točnije minimalne veličine rastera. Korištenjem ove tehnologije za postizanje svjetlijih tonova ne nastavlja se klasično smanjenje rasterskih elemenata kao kod AM tehnologije već se stvara kombinacija većih i manjih rasterskih elemenata. Tako veći rasterski elementi služe kao potpora i nose teret pritiska te sprječavaju deformaciju i oštećenje malih rasterskih elemenata. Tako se prenese manja količina bojila i stvara dojam svjetlijeg otiska. Ovom tehnikom se omogućuje finiji zapis veće razlučivosti (u veličini od 4000ppi) i dobiva se pravilni (okrugli) oblik rasterskih elemenata.



*Slika 4.8 Usporedba AM, FM, hibridnog i HD rastera*

(Izvor: [https://www.gallus-group.com/archiv/en/desktopdefault\\_aspx/tabid-336/503\\_read-1132.html](https://www.gallus-group.com/archiv/en/desktopdefault_aspx/tabid-336/503_read-1132.html))

## 5. Parametri koji utječu na kvalitetu reprodukcije

Prema ranije navedenom procesu tiska u fleksotisku možemo zaključiti da postoji cijeli niz parametra koji više ili manje utječu na kvalitetu otiska. Standardizacija parametra za pojedine proizvodne situacije je ključna kako bi se odstupanja svela na minimum. Cijeli je niz parametra koje je potrebno uskladiti. Možemo ih podijeliti prema logičkom slijedu pripreme i tiska u fleksotisku.

<b>PRIPREMA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Izrada dokumenta rastriranjem</li><li>▪ Tehnologija izrade fleksibilnih formi</li><li>▪ Proces izrade formi (obrada i osvjetljavanje)</li><li>▪ Svojstva i vrsta fleksibilne tiskovne forme (debljina, tvrdoća, materijal, dubina reljef)</li></ul>
<b>TISAK</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bojanici i sustav za obojenja</li><li>▪ Rakel (odstranjivanje viška bojila)</li><li>▪ Aniloks valjak (linijatura, volumen, vrsta)</li><li>▪ Pritisak, raspored boja u tisku, brzina tiska</li><li>▪ Atmosferski utjecaji (vlaga, temperatura), prašina</li><li>▪ Sušenje boje, napetost materijala</li></ul>
<b>TISKOVNA PODLOGA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Upojnost materijala</li><li>▪ Vrsta i svojstva tiskovne podloge</li><li>▪ Površinska obrada koronom ili plazmom</li><li>▪ Svojstva površine materijala (hrapavost, poroznost...)</li></ul>
<b>BOJILO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vrsta bojila</li><li>▪ Viskoznost, elastičnost</li><li>▪ Kolorimetrijska svojstva (transparentnost, pigmentacija)</li><li>▪ Prihvaćanje bojila</li></ul>

Tablica 5-1 Parametri koji utječu na kvalitetu reprodukcije

Upravo navedeni parametri na neki način utječu na promjenu oblika rasterskih elemenata što naše oko percipira kao grešku u tisku. Radi se o manjim ili većim transformacijama rasterskih elemenata čime se narušava njihov sklad i dolazi do pojave mrlja, moiré-a ili drugih anomalija rasterskih elemenata.

## 6. Anomalije rasterskih elemenata

Rasterski elementi su temelj svakog otiska u fleksotisku, ako do narušavanja njihovog oblika ili rasporeda dolazi do više ili manje vidljivih grešaka. Kvaliteta reprodukcije otiska ovisi o dosljednosti i pravilnom ponavljanju rasterskih elemenata. Razvojem strojeva i alata povećava se kvaliteta tiska i smanjuje mogućnost anomalija rasterskih elemenata. Deformacije rasterskih elemenata možemo podijeliti u dvije skupine: pozitivna deformacija (povećanje rasterskog elementa) i negativna deformacija (smanjenje rasterskog elementa). Povećanje rasterskog elementa znači da je rasterski element veći od teoretski zadane veličine, i to je najčešća vrsta deformacije (prirast). Anomalije rasterskih elemenata možemo podijeliti u dvije skupine, a to su: mehaničke deformacije i optičke deformacije rasterskih elemenata.

- Geometrijska (mehanička) deformacija

Do geometrijske deformacije najčešće dolazi zbog mehaničkog djelovanja tijekom tiska. Radi se o anomalijama kao što je prirast, smicanje, dubliranje, razmazivanje... U nastavku rada bazirat ćemo se upravo na deformaciju rastera mehaničkim djelovanjem.

- Optička deformacija

Optička deformacija nastaje pod utjecajem refleksije svjetla s unutarnjih slojeva tiskovne podloge. Svjetlosna zamka (engl. Lighttrapping) [15] naziva se efekt koji se dobiva zbog prozirnosti tiskovne podloge. U tom slučaju se svjetlost ne reflektira na površini nego u njegovoj unutrašnjosti.

## 6.1. Prirast rastera

Prirast (engl. DotGain)[13] rastera je najčešća vrsta deformacije rastera, to je razlika između teoretski definirane površine rasterskog elementa i površine rasterskog elementa nakon reprodukcije u tisku. Kod ovakve deformacije može doći do povećanja ili smanjenja rasterskog elementa, izražava se u postocima. Najčešće dolazi do povećanja rasterskih elemenata. Prirast je najčešće izazvan nepravilnim pritiskom tijekom procesa otiskivanja. Ovakav prirast vidljiv je u obliku zasebnog ruba oko otisnute rasterske čestice.



*Slika 6.1 Prirast rastera*

Definira se pomoću površine kružnog vijenca oko rasterske točkice. Pod kružni vijenac se podrazumijeva razlika između površine teoretski definirane rasterske točkice i veličine rasterske točkice koja je dobivena u tisku. Bez obzira na veličinu rasterske točkice, širina kružnog vijenca je uvijek ista. Na određivanje prirasta utječe linijatura rastera, točnije broj rasterskih točkica na jedinici površine, jer se zbrajaju sve dužine vijenaca. Zbog prirasta rasterskih elemenata ne postiže se željena optička gustoća, jer povećanjem ili smanjenjem veličine rasterskog elementa mijenja se i relativna rasterska površina.

Prirast rasterskog elementa je česta pojava za vrijeme tiska, koja može rezultirati promjenom tona na otisku. Ne mora nužno biti problem u reprodukciji, prihvatljiv je i u jednu ruku poželjan do nekih granica. Drugim riječima kontrolirani prirast rasterskih vrijednosti se smatra prihvatljivom pojavom jer u suprotnom dolazi do presvijetle reprodukcije koja ne odgovara percepciji ljudskog oka. Kod izrade pripreme uzima se u obzir povećanje rasterskog elementa u tisku ovisno o uvjetima tiska. Primjerice kod pripreme koja je izrađena s 50% crne, kod otiska se može očekivati tamnija reprodukcija s okvirno 75% crne. Prema tome se unaprijed smanji

postotak crne boje kako bi se u tisku dobila željena reprodukcija. Na slici niže prikazan je otisak s različitim postotkom crne boje, koja konkretno utječe na kontrast (Slika 6.2).



*Slika 6.2 Prirast rastera kod crne boje*

(Izvor: <https://myprintinglife.files.wordpress.com/2013/05/dot-gain.gif?w=480> )

Kod izrade pripreme za tisak određuje se veličina rasterskih točkica, koja definira gustoću na otisku. Ovisno o uvjetima u tisku i prenošenju tonских vrijednosti dolazi do promjene veličine rasterske točkice.

Prirast rasterskog elementa ovisi u mnogim čimbenicima, kao što su:

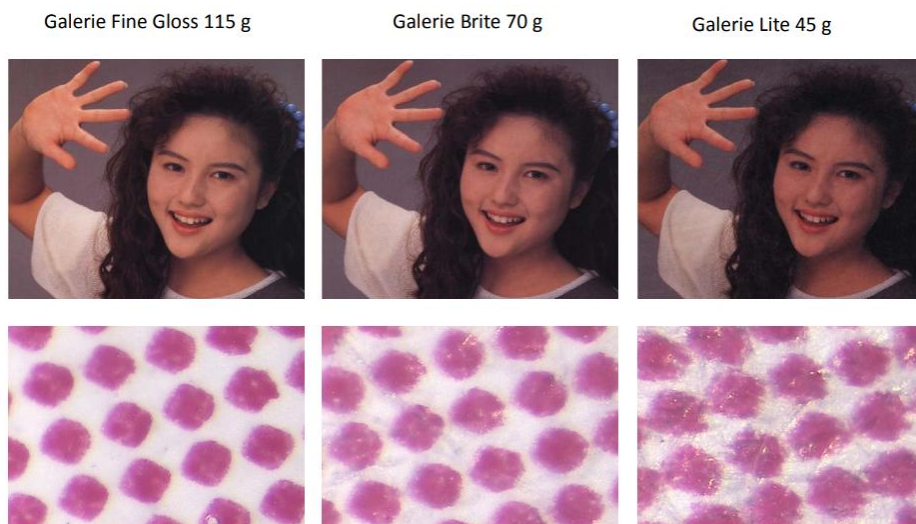
- kvaliteta i vrsta tiskovne forme
- pritisak tiskovne forme na tiskovnu podlogu
- vrsta tiskovne podloge (upojnost, glatkoća)
- linijatura i vrsta aniloks valjka
- vrsta bojila (njihova viskoznost i koncentracija)

Što je rasterski element veći to je deformacija manje vidljiva. Na finom rasteru sve nepravilnosti su uočljivije za razliku od grubog rastera. Što je raster veće linijature, znači da je više rasterskih elemenata na jednom centimetru kvadratnom. Drugim riječima, kontura rasterskih elemenata je duža za razliku od grubog rastera gdje je manje elemenata čime je i ukupna kontura manja. Time možemo zaključiti kako se kod finijih rastera pojavljuje veći prirast.

Osim navedenih utjecaja, svoj doprinos ima i tiskovni materijal. Svaki materijal ima različitu sposobnost apsorpiranja boja što utječe na konačan prirast RTV. [10] Veća upojnost materijala znači da će se veliki dio bojila apsorbirati u materijal, zbog čega dolazi do razlijevanja bojila i



proširenja rasterskog elemenata. Na materijalima manje upojnosti većina bojila ostaje na površini gdje se i osuši, te ne dolazi do razlijevanja rasterskog elementa. Na primjeru niže možemo vidjeti izgled rastera na materijalima različitih upojnih svojstva (Slika 6.3).



Slika 6.3 Prirast rastera kod tiska na različite vrste tiskovnih podloga

(Izvor:[http://repro.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf](http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf))

Prirast rasterskog elementa se nastoji kontrolirati mjerenjem i standardizirati putem ISO standarda. Kako bi se mogli definirati parametri stroja i alata potrebno je odraditi kalibraciju stroja i kreirati profil koji mu odgovara.

## 6.2. Smicanje (Slurring)

Jedna od deformacija rasterskih elemenata u tisku, koja utječe na promjenu oblika rastera je smicanje (slurring). Radi se o izduženju rasterske točke. Ton rasterske točkice ostaje isti ali točkica poprima ovalni (izduženi) oblik. Uzrok ovakve deformacije najčešće je neusklađenost cilindra. Na primjeru niže možemo vidjeti zadani okrugli uzorak rasterskog elementa prije tiskai izdužene rasterske elemente kao rezultat deformacije u tisku.



zadani oblik  
rasterskog elementa



deformacija rasterskog elementa u tisku  
"efekt smicanja"

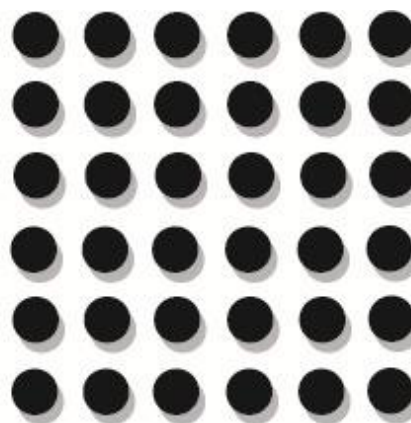
Slika 6.4 Prikaz efekta smicanja rasterskog elementa

### 6.3. Dubliranje (Doubling)

Efekt dubliranja (doubling)[15] pojavljuje se kod netočnog prijenosa bojila s tiskovne forme na tiskovnu podlogu. Pokraj otisnutog rasterskog elementa pojavljuje se još jedan element ali slabijeg intenziteta koji se s prvim rasterskim elementom ne pokriva u potpunosti. Ton rasterskog elementa je različit. Često izgleda kao sijena rasterskog elementa, efekt dubliranja prikazan je u nastavku.



zadani oblik  
rasterskog elementa



deformacija rasterskog elementa u tisku  
"efekt dubliranja"

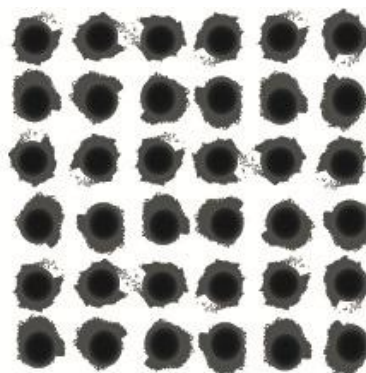
Slika 6.5 Prikaz efekta dubliranja rasterskog elementa

## 6.4. Mrljanje (Smearing)

Mrljanje rasterskog elementa odnosi se na promjenu oblika rasterske točke. Rasterska točka se razmaže i dobije se dojam mrlje, a ne točke. Dolazi i do promijene tona rasterskog elementa, ton ide od tamnijeg prema svjetlijem na rubovima rastera. Do pojave mrljanja najčešće dolazi zbog mehaničkog utjecaja. Ova vrsta deformacije rastera je danas vrlo rijetka zbog poboljšanih svojstva bojila i strojeva za tisak u fleksotisku.



zadani oblik  
rasterskog elementa



deformacija rasterskog elementa u tisku  
"efekt mrljanja"

*Slika 6.6 Prikaz efekta mrljanja rasterskog elementa*

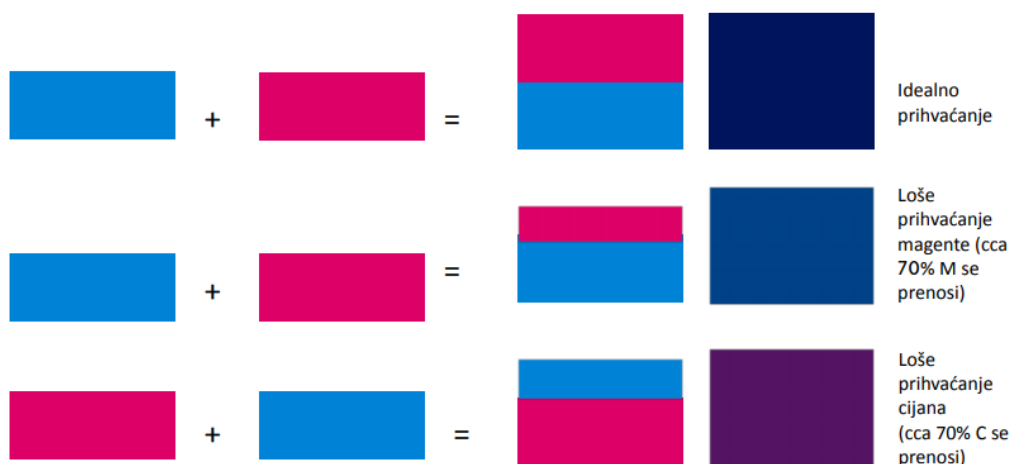
## 6.5. Prihvaćanje bojila

Kod višebojnog tiska potrebno je više boja (tiskovnih formi) uskladiti kako bi se poklapale na predviđenim pozicijama i tako stvorile zadanu sliku. Što se postigne bolje prihvaćanje boje, dobiva se bolja reprodukcija. Kod lošeg prihvaćanja boje dolazi do promijene tona boje. Boje u fleksotiskusu polutransparentne zbog tog dolazi do navedenog efekta. Na prihvaćanje bojila utječe sljedeći faktori:

- viskoznost i ostale karakteristike bojila
- debljina sloja prve i debljina sloja druge boje
- redosljed tiskanja boja
- upojnost tiskovnog materijala

Lošeprihvaćanje boje osim utjecaja na promjenu tona, smanjuje i tonski raspon koji se može postići u tisku. Prihvaćanje bojila se može izmjeriti pomoću denzitometra.[10]Kod tiska u fleksotisku, ton neke Pantone boje dobiva se miješanjem osnovnih boja prema zadanoj recepturi.

Kada tiskamo iz četiri osnovne boje CMYK intenzitet neke boje može se korigirati zamjenom redoslijeda tiskanja boja.



Slika 6.7 Prihvaćanje bojila

(Izvor: [http://repro.grf.unizg.hr/media/download\\_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf](http://repro.grf.unizg.hr/media/download_gallery/8.%20i%209.%20Karakteristike%20visebojne%20reprodukcije.pdf))

Primjerice, ako tiskamo sliku s crvenim cvijetom, a otisak nam djeluje previše narančasti, najčešće je dovoljno samo zamijeniti redoslijed magente i žute i tako pojačati intenzitet crvene boje. Bojila u fleksotisku su djelomično transparentna, zbog toga dolazi do stvaranja drugačijeg dojma boje ovisno o redoslijedu tiska. Nakon tiska prve boje, boja koja dolazi na nju zbog svoje prozirnosti poprima tonove prve boje. U nekim slučajevima to rezultira zadanim tonom, ali ponekad su potrebne zamjene pozicija boja.

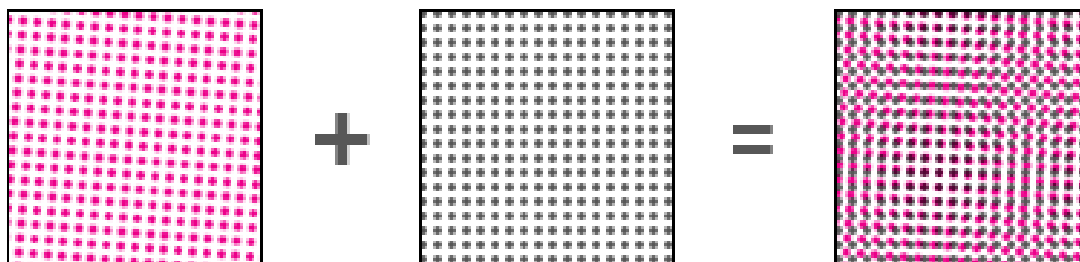
Kod tiska punih tonova, u pripremi se oko svakog elementa dodaje napust (engl. trapping) [13] koji sprječava da se kod pomaka u tisku nazire tiskovna podloga. Na primjeru niže možemo vidjeti negativan utjecaj napusta koji je rezultirao vidljivim tamnim obrubom. Ovaj tamni obrub nastao je preklapanjem zelene i roze boje.



Slika 6.8 Utjecaj nepravilno definiranog i otisnutog napusta

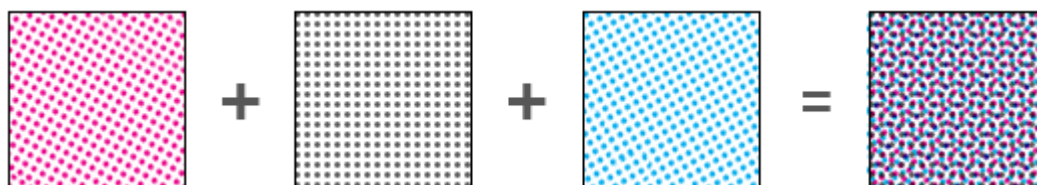
## 6.6. Moiréefekt

Već smo ranije spomenuli, móireefekt je vezan uz amplitudno modulirani raster. Nastaje zbog pogrešno definiranog kuta rastera. Stvaranjem móire efekta se ne utječe na oblik rasterskog elementa već na ukupan doživljaj otiska. Dolazi do pojave mreže i različitih oblika. Kako bi se spriječio nastanak ovog efekta bitno je poštovati definirane kuteve rastera kod pripreme i izrade tiskovnih formi.



Slika 6.9 Moire

(Izvor: [https://www.webmasterpro.de/design/article/rasterwinkel-im-cmyk-druck.html/image/Raster\\_moire2.png](https://www.webmasterpro.de/design/article/rasterwinkel-im-cmyk-druck.html/image/Raster_moire2.png) )



Slika 6.10 Pravilno postavljene kuteve rastera (rozeta)

(Izvor: [https://www.webmasterpro.de/design/article/rasterwinkel-im-cmyk-druck.html/image/Raster\\_3\\_60Gra.png](https://www.webmasterpro.de/design/article/rasterwinkel-im-cmyk-druck.html/image/Raster_3_60Gra.png))

## **7. Praktični dio**

Cilj ovog istraživanja je odrediti utjecaj deformacije rasterskih elemenata na krajnju kvalitetu proizvoda. Prema definiranim karakteristikama tiska u flekostisku možemo zaključiti da postoji mnogo parametra koji mogu narušiti sklad rasterskih elemenata i tako utjecati na vizualni doživljaj reprodukcije. Praktični dio rada bazirat će se na tisak etiketa u roli, cilj je definirati najčešće deformacije rastera koje se pojavljuju kod tiska ovakve vrste ambalaže. Primjeri koji će se koristiti u nastavku rada otisnuti su na različitim vrstama materijala. Radi se o termo skupljajućoj foliji (PVC) i OPP foliji.

Mnoge nepravilnosti se pojavljuju tijekom pripreme stroja, i najčešće se mogu odmah eliminirati. U tom slučaju se spriječi plasiranje proizvoda s greškom. Kada se deformacija dogodi tijekom tiska, često se greška ne uoči na vrijeme, što znači da neki dio otisnutih etiketa stigne do kupca. U nastavku rada prikazat će se nekoliko deformacija rastera koje se najčešće pojavljuju, a mogu se riješiti korekcijama na stroju bez izrade novih alata i dodatnih financijskih troškova.

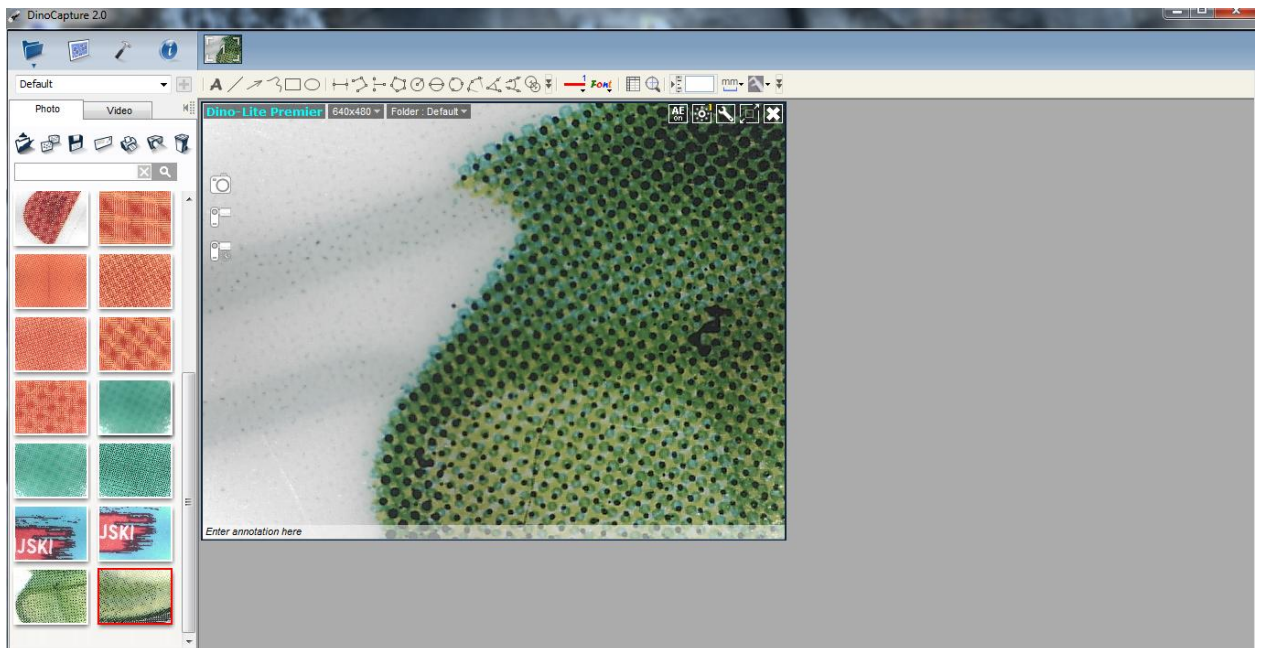
### **7.1. Korišteni uređaji i programi**

Kako bi mogli prikazati rasterske elemente i njihov oblik korišten je digitalni mikroskop Dino-Lite kojise direktno spaja na računalo[16]. Radi se o digitalnom mikroskopu koji ima puno više mogućnosti za razliku od klasičnog. Ima ugrađeno LED svjetlo koje omogućava bolji prikaz objekta koji se snima. Povećanje je moguće u rasponu od 10, 50, 100, 200 pa čak i 250 puta. Ovakva vrsta mikroskopa primjenjuje se u različitim istraživanjima. U ovom slučaju korištena je za prikaz sitnih rasterskih elementa, koji gotovo da nisu vidljivi golim okom.



*Slika 7.1 Dino-Lite mikroskop kamera*

Za snimanje i prikaz slika na računalu korišten je softver DinoCapture 2.0.. Radi se o softveru koji je moguće instalirati na Windows i Vista operativnim sustavima. Omogućuje spremanje slika u nekoliko formata, naprednu obradu slika, posjeduje opcije za mjerenje (linija, radijusa, kuta...), alat za regulaciju rasvjete na mikroskopu i mnoge druge opcije. Dostupan je na preko dvadeset jezika. Posjeduje i mnoge napredne funkcije kao što je čitanje bar koda. Izgled njegovog sučelja prikazan je u nastavku.



*Slika 7.2 Sučelje DinoCapture 2.0 programa za upravljanje digitalnim mikroskopom*

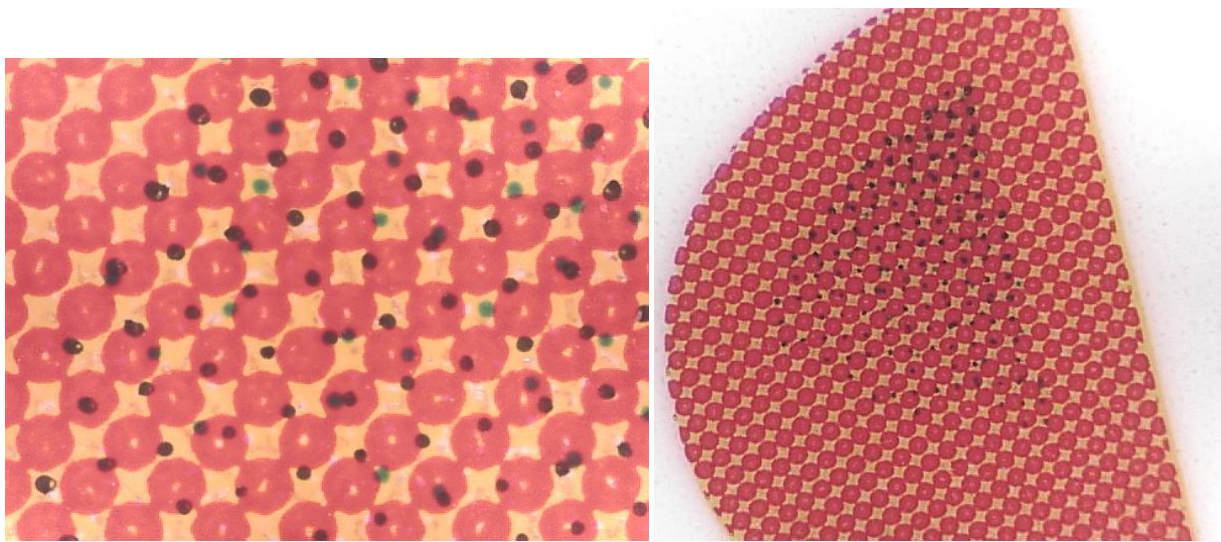
## 7.2. Deformacija rastera uzrokovana istrošenim tiskovnim formama

Najčešće deformacije rastera u fleksotisku nastaju zbog istrošenih tiskovnih formi. Zbog mekanog i fleksibilnog materijala od kojeg se rade tiskovne forme, kod velikih naklada dolazi do njihovog trošenja. U tom slučaju dolazi do povećanja raster tonske vrijednosti (pojave prirasta) i promijene oblika rastera. U nastavku su prikazana tri uzorka. Prvi uzorak je prikaz rastera na prvom otisku dobivenom s novim tiskovnim formama. Drug otisak je nakon otisnute naklade od 100.000 etiketa, a treći nakon otisnutih 500.000 etiketa. Sve etikete su otisnute istim postavkama stroja (pritisak), istim formama i aniloks valjcima. Niže navedene karakteristike vrijede za sva tri uzorka. Deformacija rastera snimana je na jednom određenom dijelu etikete kako bi se rezultati mogli međusobno usporediti. Kod snimanja s digitalnim mikroskopom korištena je led rasvjeta.

<b>Materijal:</b>	PVC 45my - termoskupljajuća folija Polivinil klorid
<b>Bojilo:</b>	UV
<b>Tiskovne forme:</b>	Debljina: 1,14mm Linijatura: 133lpi AM raster
<b>Aniloks valjak:</b>	Cyan - 400L/cm 4,3cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> Magenta – 400L/cm 3,0cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> Black – 340L/cm 5,9cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
<b>Napomena:</b>	Pritisak između valjaka nije mijenjan tijekom tiska

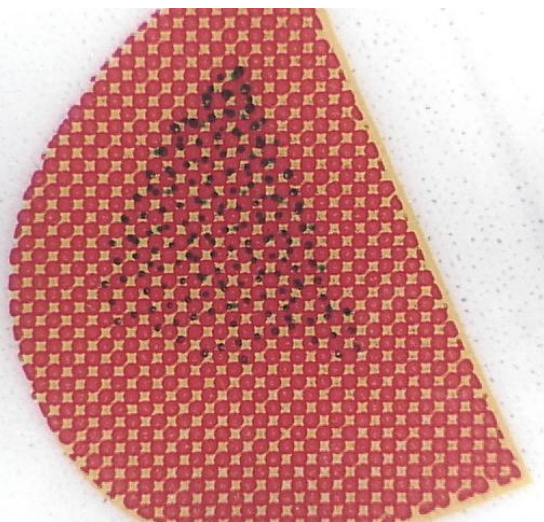
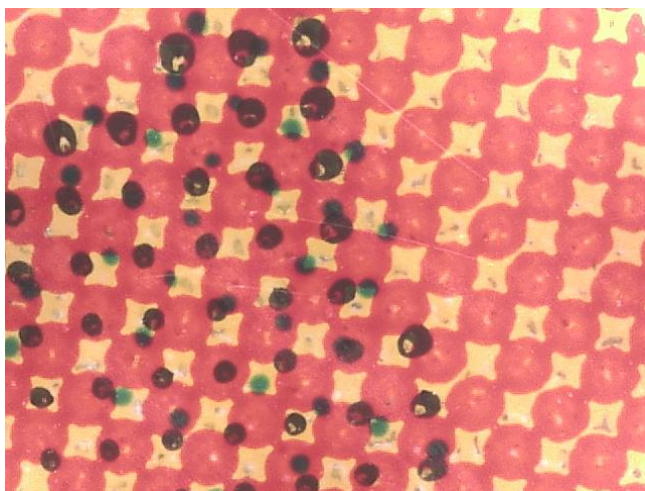
Tablica 7-1 Tehničke karakteristike uzorka 1





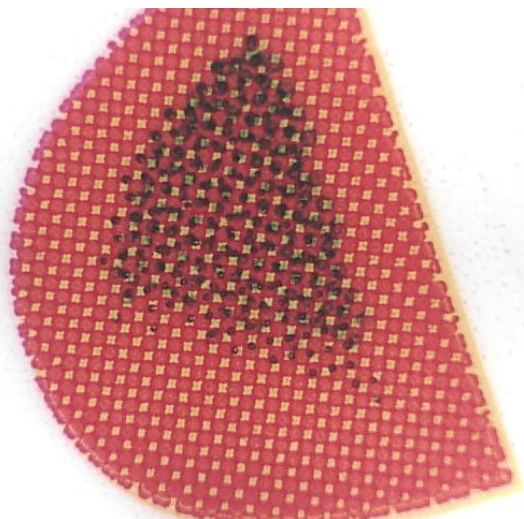
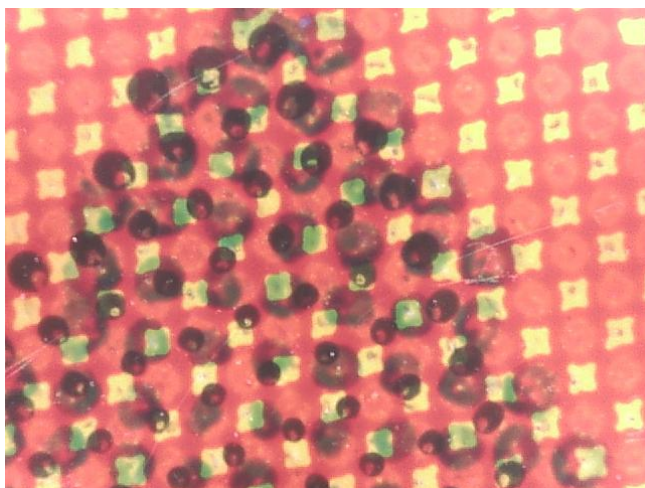
*Slika 7.3 Uzorka br.1- izgled rastera na prvom otisku (nove tiskovne forme)*

Na uzorku broj jedan imamo sitne crne rasterske elemente koji na etiketi predstavljaju sijenu u slovu „E“. U pozadini su rasterski elementi crvene boje koji se na nekim mjestima dotiču ali je vidljivo da nema neželjenog prirasta oko rasterskih točkica.



*Slika 7.4 Uzorak br. 2 - izgled rastera nakon 100.000 otiska*

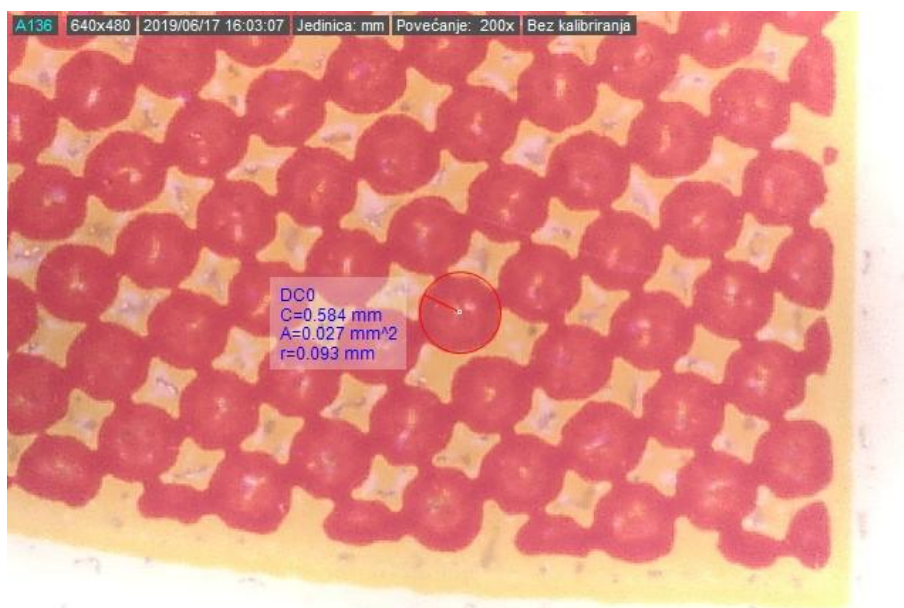
Kod uzorka broj dva nakon otisnutih 100.000 etiketa može se primijetiti lagani prirast rasterskih elemenata. Na otisku je vidljiva tamnija sijena u slovu „E“.



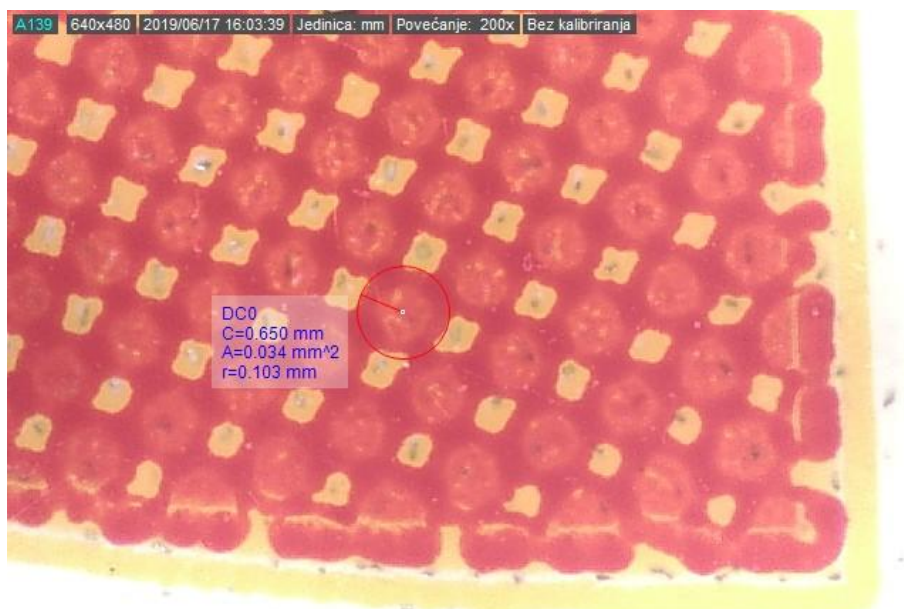
*Slika 7.5 Uzorka br. 3 - izgled rastera nakon 500.000 otiska*

Nakon otisnutih 500.000 etiketa cjelokupna etiketa je mnogo tamnija i okom su vidljive deformacije rastera. Rasterski elementi imaju sve veći prirast i počinju se spajati u jednu cjelinu. Dolazi do zapunjenja slobodnih (ne tiskovnih) površina na tiskovnoj formi. Osim toga možemo primijetiti efekt dubliranja, pojave dodatnog svjetlijeg rasterskog elementa. Kroz prikazane uzorke možemo primijetiti kako kod tiska većih naklada tiskovne forme mijenjaju svoja svojstva i dolazi do prijenosa veće količine bojila koje uzrokuje tamniji otisak.

Na slikama niže vidljivi su rasterski elementi na prvom i zadnjem uzorku. Kod oba uzorka za snimanje rasterskih točkica korišteno je povećanje od 200 puta. Pomoću alata za mjerenje radijusa kružnice definirana je veličina rasterskih točkica. Radijus rasterskog elementa na prvom otisku je 0,093mm dok na zadnjem 0,103mm. Na zadnjem uzorku nakon otisnute naklade vidljiv je pozitivan prirast, točnije povećanje rasterske točkice. Možemo zaključiti da se je veličina rasterskog elementa tijekom tiska povećala za 10%.



*Slika 7.6 Radijus rasterskog elementa na prvom uzorku*



*Slika 7.7 Radijus rasterskog elementa na trećem otisku nakon otisnutih 500.000 etiketa (prirast)*

U nastavku su prikazane prva i zadnja etiketa na kojima možemo vidjeti gore navedene deformacije. Etiketa desno (nakon otisnute naklade od 500.000) je vidljivo tamnija i na nekim mjestima se pojavljuju mrlje zbog istrošene forme od cyana i ostalih boja (vidljivo na slici ananasa).



*Slika 7.8 Usporedba prve otisnute etikete s novim tiskovnim formama (lijevo) i zadnje etikete nakon tiska cijele naklade od 500.000 etiketa (desno)*

Zbog fleksibilnih svojstva tiskovnih formi kod većih naklada potrebno je ponavljanje formi kako se tijekom tiska ne bi odstupalo od zadanog ovjerenog otiska. Ovakve deformacije rastera su najčešće slabo vidljive golim okom, što znači da ne utječu drastično na krajnju kvalitetu proizvoda. Takvi otisci su najčešće unutar granica tolerancije kod mjerenja gustoće obojenja pomoću spektrofotometra.

### 7.3. Deformacija rastera uzrokovana propuštanjem rakela

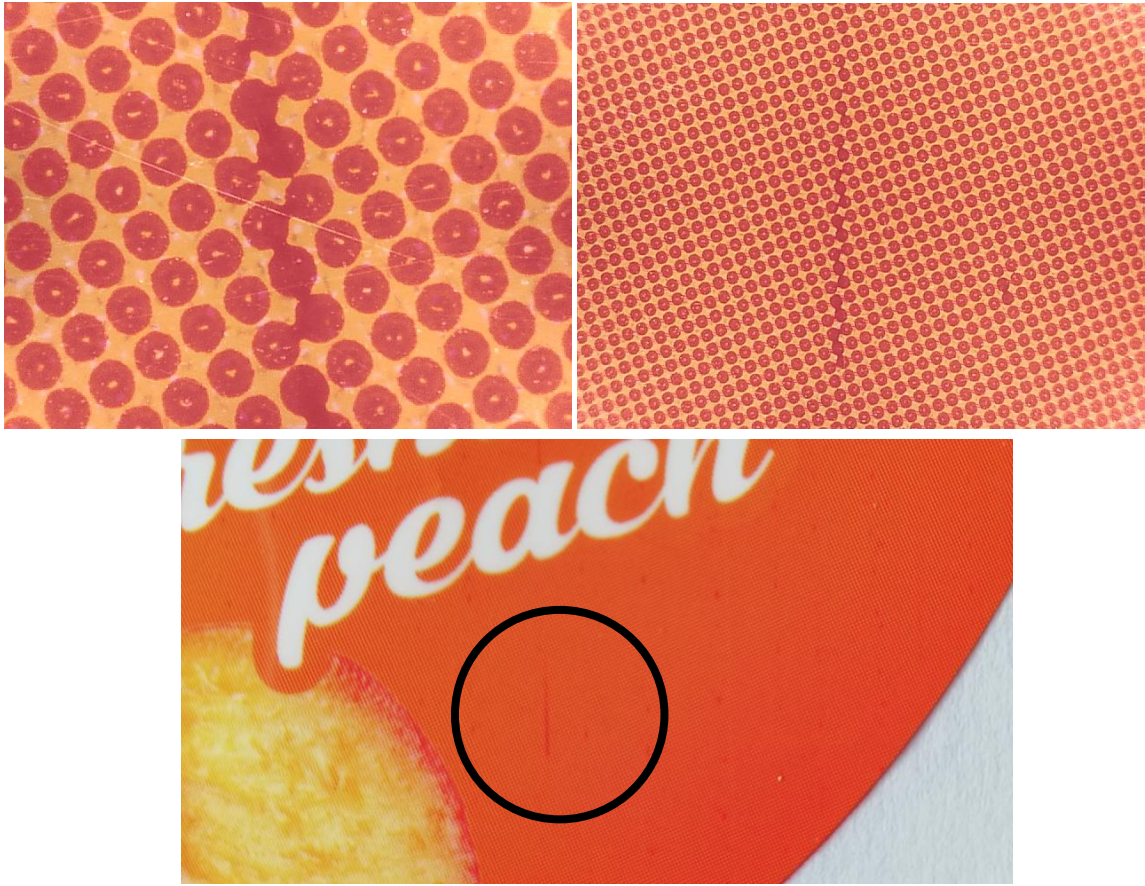
Kao što je i u teorijskom dijelu objašnjeno, za skidanje viška bojila s aniloksvaljka zadužen je nož koji još nazivamo rakel. Radi se o čeličnom nožu koji se može vrlo lako oštetiti. Nepravilno postavljani rakel može uzrokovati trošenje stijenke aniloks valja. I najmanje oštećenje rakela može utjecati na kvalitetu otiska. U nastavku je prikazan otiska na kojem je vidljivo propuštanje rakela što uzrokuje spajanje rasterskih elemenata i stvaranje vidljivih mrlja i linija. Radi se o etiketi tiskanoj na transparentnom OPP materijalu.

<b>Materijal:</b>	Transparentna OPP folija 40μm (Orijentirani polipropilen)
<b>Bojilo:</b>	UV
<b>Tiskovne forme:</b>	Debljina: 1,14mm Linijatura: 133lpi AM raster
<b>Aniloks valjak:</b>	Magenta - 400L/cm <sup>2</sup> 4,0cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
<b>Napomena:</b>	Pritisak između valjaka nije mijenjan Rađena izmjena rakela

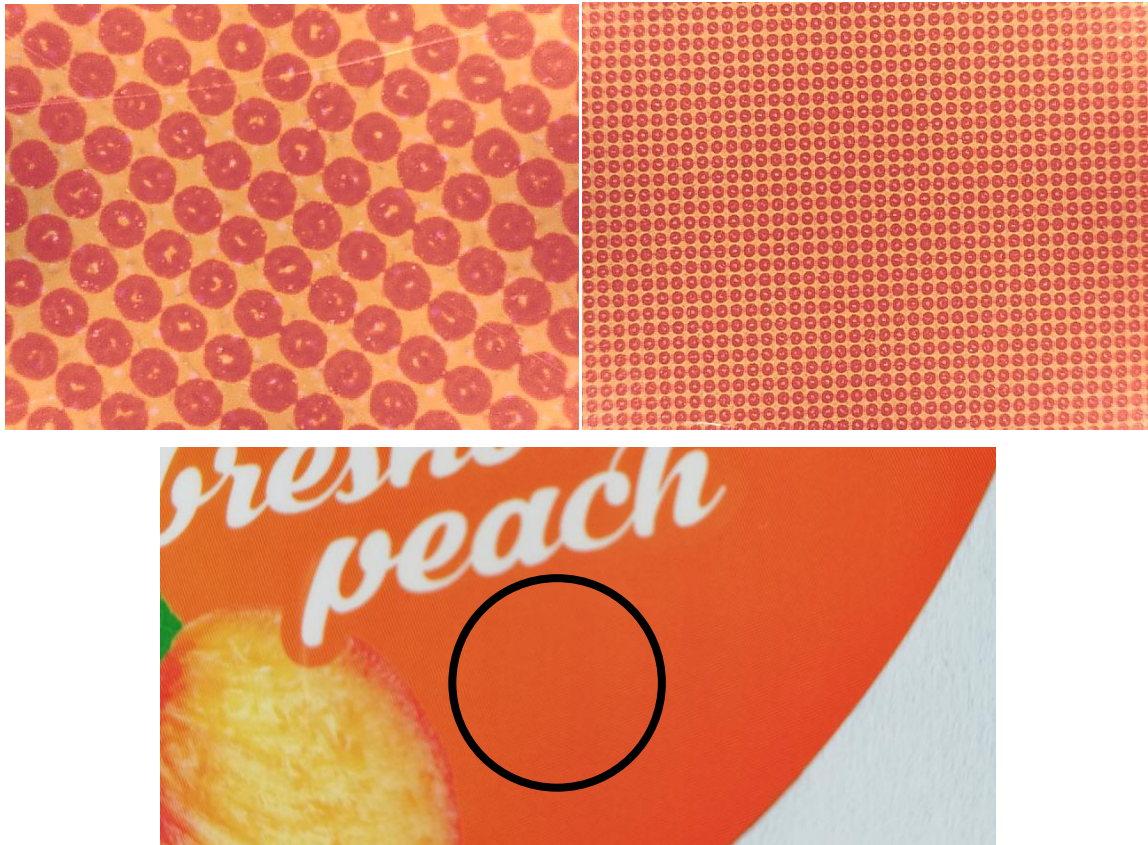
Tablica 7-2 Tehničke karakteristike uzorka 2

Kod ovakve deformacije rasterskih točkica potrebna je zamjena rakela. Zbog prelijepa prevelike količine bojila dolazi do zapunjenja slobodnih površina na formi. Iz tog razloga, najčešće nije dovoljna samo zamjena rakelaveć je potrebno i pranje formi kako mrlje na otisku ne bi ostale tijekom tiska.

Na slici u nastavku (Slika 7.9), možemo primjeriti kako su ovakve deformacije najviše vidljive na jednobojnim dijelovima otiska. Zbog spajanja rasterskih elemenata dolazi do vidljivih mrlja koje ovisno o dizajnu mogu značajno narušiti kvalitetu otiska. Zamjenom rakela i pranjem tiskovnih formi uklonjene su vidljive nepravilnosti (Slika 7.10).



*Slika 7.9 Otisak s oštećenim rakelom*



*Slika 7.10 Otisak s novim rakelom*

#### 7.4. Deformacija rastera uzrokovana nepravilnim pritiskom

Pritisak se može korigirati na tri mjesta, između rekela i aniloks valjka, aniloks valjka i temeljnog cilindra te između temeljnog i tiskovnog cilindra. U primjeru niže prikazan je uzorak na kojem je vidljiva deformacija rasterskih točkica crne boje zbog prevelikog pritiska tiskovne forme.

<b>Materijal:</b>	Folija transparentna OPP 40my (Orijentirani polipropilen)
<b>Bojilo:</b>	UV
<b>Tiskovne forme:</b>	Debljina: 1,14mm Linijatura: 133lpi AM raster
<b>Aniloks valjak:</b>	Black - 400L/cm $3,1\text{cm}^3/\text{m}^2$
<b>Napomena:</b>	Korigiran pritisak između temeljnog i tiskovnog cilindra

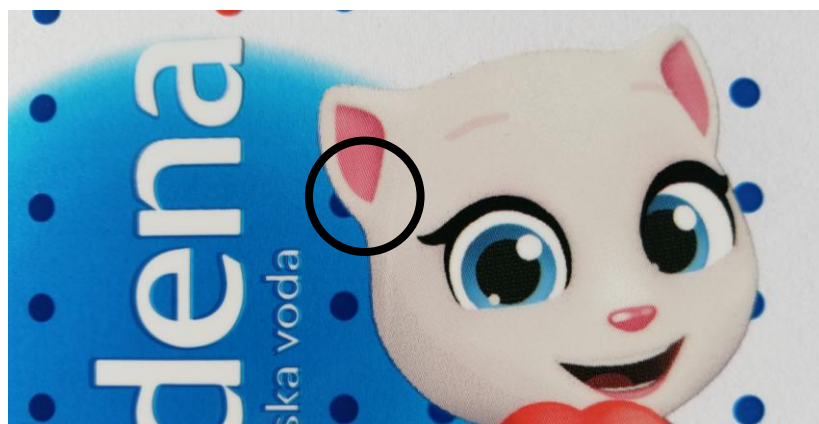
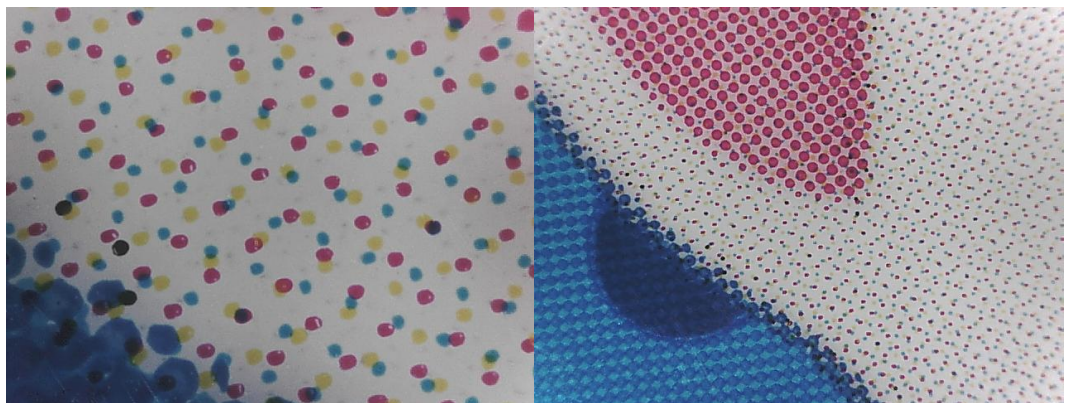
Tablica 7-3 Tehničke karakteristike uzorka broj 3

Na slici niže (Slika 7.11) možemo primijetiti kako je zbog prevelikog pritiska tiskovne forme natiskovnu površinu došlo do deformacije tiskovnih elemenata, što je uzrokovalo prijenos velike količine bojila. Nepravilnim pritiskom može doći do trajnog oštećenja tiskovne forme. Ovakva deformacija je najčešća kod svijetlih tonova gdje se koriste sitni rasterski elementi. Tiskovna forma je fleksibilna, a tiskovne površine su vrlo male i ne mogu izdržati veliki pritisak tiskovnog cilindra. Zbog male brojnosti izbočenih tiskovnih elemenata na formi dolazi do njihovog savijanja što uzrokuje vidljive mrlje na otisku. Korekcijom pritiska između temeljnog i tiskovnog cilindra spriječila se je deformacija tiskovnih površina na formi i odstranjene su mrlje na otisku (Slika 7.12).





*Slika 7.11 Deformacija rastera crne boje zbog prevelikog pritiska na tiskovnu površinu*



*Slika 7.12 Smanjeni pritisak između temeljnog i tiskovnog cilindra*

## 8. Zaključak

Cilj ovog praktičnog rada bio je prikazati najčešće nepravilnosti rasterskih elemenata u fleksotisku. Ispitati uzrok pojave deformacije i način na koji se ona može korigirati. Na temelju analiziranih uzoraka možemo procijeniti koliko su takve deformacije vidljive golim okom i utječu li na krajnju kvalitetu proizvoda.

Prema iznesenim činjenicama u teorijskom dijelu, možemo zaključiti da postoji mnogu čimbenika koji mogu utjecati na kvalitetu otisnutih rasterskih točkica. Uzorci koji su odabrani za provođenje praktičnog dijela rada prikazuju najčešće deformacije rasterskih elemenata. Uzroci takvih deformacija su istrošene tiskovne forme, oštećeni rakel nepravilno podešen pritisak između temeljnog i tiskovnog cilindra. Na slikama snimljenim digitalnim mikroskopom, vidjeli smo različite deformacije rastera kao što je pozitivni prirast, dubliranje, mrljanje i slično, te prikaz ispravno otisnutih rastera nakon odrađenih korekcija. Tiskovne forme zbog svojih fleksibilnih svojstva imaju mogućnost otisnuti određeni broj etiketa, nakon čega dolazi do vidljivih nepravilnosti. Ovisno o vrsti proizvoda i načinu na koji se tiska vrlo važno je kontrolirati kvalitetu otiska kako bi se sena vrijeme ponovno izradile forme i spriječilo odstupanje od ovjerenog otiska. Kod tiska većih naklada ovakve deformacije su vrlo česte ali pravilnim planiranjem i predviđanjem mogućih problema mogu se lako spriječiti. Deformacije nastale zbog oštećenog rakel se najčešće uočavaju tijekom pripreme stroja za tiska. No kako bi se spriječila njihova pojava unutar naklade potrebno je redovno održavanje bojanika i rakel, te pravilno podesiti pritisak između aniloksa valjka i bojanika. Podjednako veliku ulogu ima pritisak između temeljnog tiskovnog cilindra koji direktno utječe na tiskovnu formu i način na koji se prenosi bojilo na tiskovnu podlogu.

Kroz ovo istraživanje prikazao se je izgled navedenih nepravilnosti na konkretnim primjerima i njihov utjecaj na vizualni dojam konačnog proizvoda. Iz primjera možemo zaključiti kako su deformacije rasterskih elemenata izrazito vidljive pod mikroskopskom kamerom, dok su minimalno vidljive golim okom. Svakom proizvođaču i naručitelju etiketa cilj je postići što kvalitetniji otisak, iz tog razloga se navedene deformacije pokušava svesti na minimum. U slučaju plasiranja etiketa s navedenim rasterskim deformacijama najčešće ih samo mali broj kupaca primjećuje. Svim tiskarama se preporučuje korištenje doradnih strojeva koji imaju ugrađenu kameru za prepoznavanje navedenih nepravilnosti. Na taj način se vrši kontrola otisnutih etiketa i sprječava plasiranje istih.

U Koprivnici, \_\_\_\_\_

## 9. Literatura

- [1] Duvnja J., Kvaliteta otiska fleksografskog tiska // Završni rad, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, 2014. god
- [2] Valdec D., Utjecaj promjenjivih parametra fleksotiska na geometriju rasterskog elementa predotisnute tiskovne podloge // Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, 2013.
- [3] Čerina P., Utjecaj UV bojila na volumen aniloks valjka u tehnici fleksotisak // Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, 2016.
- [4] Pantonecolor, službena stranica URL: <https://www.pantone.com/> (14.04.2019)
- [5] Nilpeter, službena stranica URL: <https://www.nilpeter.com/> (14.04.2019.)
- [6] Bubanić N., Fleksibilna ambalaža // Završni rad, Sveučilište Sjever 2017.
- [7] Kičinbaći J. Mrvac N., Bertić I., Trendovi razvoja fleksografskog tiska // Stručni rad, Grafički fakultet Zagreb, 2007.
- [8] Brajnović O., Prilagodba izrade fotopolimerne tiskovne forme novim kvalitativnim zahtjevima // Magistarski rad, Grafički fakultet Zagreb 2011.
- [9] Horvatić Stjepan, Fleksotisak tisak ambalaže, Markulin d.o.o., Zagreb 2011.
- [10] Zubčić I., Ovisnost kolorimetrijskih promjena i kvalitete tiska neupojnih tiskovnih podloga kroz nakladu // Završni rad, Grafički fakultet Zagreb 2014.
- [11] Bates I., Studija specifičnih parametara reprodukcije fleksografskog tiska // Doktorski rad, Grafički fakultet Zagreb 2013
- [12] Valdec D., Zjakić I., Klopotan I., Utjecaj linijature rastera na prirast rastertonskih vrijednosti u fleksotisku // Stručni rad, Sveučilište u Varaždinu, Grafički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Finesa d.o.o., Varaždin, Hrvatska
- [13] Barry Lee, Design characteristics unique to the flexographic printing process, 1998. URL: <https://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1600&context=theses> (20.05.2019.)
- [14] Valdec D., Čerepinko D., Tomiša M., Analitički pristup u određivanju geometrijskog prirasta rtv kod am i fm rasterske tehnologije // Izvorni znanstveni članak, Sveučilište Sjever, Sveučilišni centar Koprivnica 2015.
- [15] Kurečić M. S., Karakteristike višebojne reprodukcije
- [16] Dino-Lite Digital Microscope, službena stranica, URL: <https://www.dino-lite.hr/rad-na-udaljenosti/> (28.05.2019.)
- [17] DinoCapture, službena stranica, URL: <https://www.dino-lite.eu/index.php/en/software/dino-lite-general-software/dinocapture-windows> (28.05.2019.)

## Popis slika

Slika 2.1 Flekostiskarski stroj proizvođača Nilpeter (8 tiskovnih jedinica).....	14
Slika 2.2 Fleksotiskarski strojevi podijeljeni prema obliku .....	15
Slika 2.3 Proces tiska u fleksotisku .....	16
Slika 2.4 Komorni sistem bojanika.....	17
Slika 2.5 Pozicije na kojima se može podesiti pritisak.....	18
Slika 2.6 Prijenos bojila od komornog bojanika do aniloks valjka .....	19
Slika 2.7 Prijenos bojila od tiskovne forme na tiskovnu površinu .....	19
Slika 2.8 Glavni dijelovi tiskovne forme.....	20
Slika 2.9 Usporedba analognog i digitalnog procesa izrade tiskovnih formi .....	22
Slika 2.10 Izgled tiskovne forme .....	23
Slika 2.11 Distorzija tiskovne forme u fleksotisku.....	24
Slika 2.12 Aniloks valjci različitih linijatura.....	25
Slika 2.13 Izgled čašica aniloks valjka i njihove karakteristike .....	26
Slika 2.14 Linijatura aniloks valja (broj čašica po inču) .....	26
Slika 2.15 Utjecaj volumena i linijature aniloks valjka na gustoću obojenja punih tonova.....	28
Slika 2.16 Višebojni otisak (prikaz cyana i magente u različitim omjerima).....	31
Slika 3.1 Izgled razlučivosti 2540ppi i 4000ppi iste linijature (175lpi) .....	35
Slika 4.1 Raster tonska vrijednost crne (RTV izražen u postocima).....	36
Slika 4.2 Otisak sa AM (lijevo) i FM (desno) rasterom .....	37
Slika 4.3 Amplitudno modulirani raster .....	38
Slika 4.4 Različite linijature rastera.....	39
Slika 4.5 Pravilno raspoređeni kutevi rastera (rozeta).....	40
Slika 4.6 Frekventno modulirani raster .....	41
Slika 4.7 Hibridni raster (XM raster).....	42
Slika 4.8 Usporedba AM, FM, hibridnog i HD rastera .....	43
Slika 6.1 Prirast rastera .....	46
Slika 6.2 Prirast rastera kod crne boje .....	47
Slika 6.3 Prirast rastera kod tiska na različite vrste tiskovnih podloga .....	48
Slika 6.4 Prikaz efekta smicanja rasterskog elementa .....	49
Slika 6.5 Prikaz efekta dubliranja rasterskog elementa .....	49
Slika 6.6 Prikaz efekta mrljanja rasterskog elementa .....	50
Slika 6.7 Prihvatanje bojila .....	51
Slika 6.8 Utjecaj nepravilno definiranog i otisnutog napusta.....	51

Slika 6.9 Moire .....	52
Slika 6.10 Pravilno postavljeni kutevi rastera (rozeta).....	52
Slika 7.1 Dino-Lite mikroskop kamera .....	54
Slika 7.2 Sučelje DinoCapture 2.0 programa za upravljanje digitalnim mikroskopom .....	54
Slika 7.3 Uzorka br.1- izgled rastera na prvom otisku (nove tiskovne forme).....	56
Slika 7.4 Uzorak br. 2 - izgled rastera nakon 100.000 otiska.....	57
Slika 7.5 Uzorka br. 3 - izgled rastera nakon 500.000 otiska.....	58
Slika 7.6 Radijus rasterskog elementa na prvom uzorku.....	59
Slika 7.7 Radijus rasterskog elementa na trećem otisku nakon otisnutih 500.000 etiketa (prirast) .....	59
Slika 7.8 Usporedba prve otisnute etikete s novim tiskovnim formama (lijevo) i zadnje etikete nakon tiska cijele naklade od 500.000 etiketa (desno) .....	60
Slika 7.9 Otisak s oštećenim rakelom.....	62
Slika 7.10 Otisak s novim rakelom.....	62
Slika 7.11 Deformacija rastera crne boje zbog prevelikog pritiska na tiskovnu površinu .....	64
Slika 7.12 Smanjeni pritisak između temeljnog i tiskovnog cilindra .....	64

## **Popis tablica**

Tablica 3-1 Mjerni sustavi za prikaz na ekranu i u tisku.....	34
Tablica 5-1 Parametri koji utječu na kvalitetu reprodukcije .....	44
Tablica 7-1 Tehničke karakteristike uzorka 1 .....	55
Tablica 7-2 Tehničke karakteristike uzorka 2 .....	61
Tablica 7-3 Tehničke karakteristike uzorka broj 3 .....	63



IZJAVA O AUTORSTVU  
I  
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

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

Ja, LUCIA VRAGOVIC (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica ~~završnog~~/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom NEPRAVILNOST RASPERSEKIH ELEMENTARA U FLEESCHOVSKIM I NJIHOV UTJECAJ NA KVALITETU PREVOZVA (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nezovoljeni način (bez ~~pravilnog~~ citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Lucia Vragovic  
(vlastoručni potpis)

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

Ja, LUCIA VRAGOVIC (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasna/na s javnom objavom ~~završnog~~/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom NEPRAVILNOST RASPERSEKIH ELEMENTARA U FLEESCHOVSKIM I NJIHOV UTJECAJ NA KVALITETU PREVOZVA (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:  
(upisati ime i prezime)

Lucia Vragovic  
(vlastoručni potpis)