

Proizvodni proces izrade LDPE ambalaže u fleksotisku

Fajt, Elena

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:689889>

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

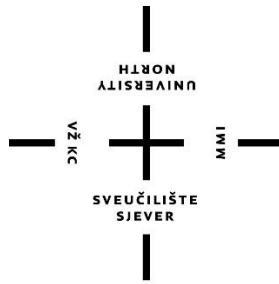
Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-08**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



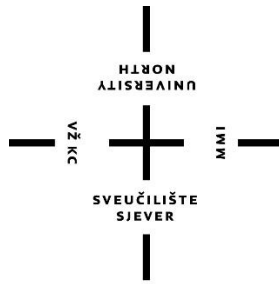


**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br. 874/MM/2024

Proizvodni proces izrade LDPE ambalaže u fleksotisku

Elena Fajt, 0336051707



Sveučilište Sjever

Odjel za multimediju, oblikovanje i primjenu

Završni rad br. 874/MM/2024

Proizvodni proces izrade LDPE ambalaže u fleksotisku

Student

Elena Fajt, 0336051707

Mentor

doc.dr.sc Marko Morić

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za multimediju		
STUDIJ	preddiplomski stručni studij Multimedija, oblikovanje i primjena		
PRISTUPNIK	Elena Fajt	MATIČNI BROJ	0336051707
DATUM	18.06.2024.	KOLEGIJ	Tiskarske tehnike
NASLOV RADA	Proizvodni proces izrade LDPE ambalaže u fleksotisku		

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU The production process of manufacturing LDPE packaging in flexographic printing

MENTOR	Marko Morić	ZVANJE	doc.dr.sc.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. pred., Anja Zorko, mag. ing. - predsjednik		
	2. doc. dr.sc., Marko Morić, - mentor		
	3. doc. dr. sc Marko Čačić - član		
	4. dr.sc., Snježana Ivančić Valenko, dipl. ing. - rezervni član		
	5.		

Zadatak završnog rada

BROJ 874/MM/2024

OPIS

Fleksotisak je tehnika visokog tiska koja se koristi za tisak ambalaže i etiketa te je uz digitalni tisak jedina tehnika koja raste i kojoj je u narednim godinama predviđena također ekspanzija. Koristi fleksibilne ploče za prijenos bojila na različite vrste podloga, uključujući papir, metalne folije, plastične folije i filmove i druge materijale. Tehnika fleksotiska ima najbolju kvalitetu otiska (uz duboki tisak).

U ovom radu detaljno je opisan proizvodni proces tiska na plastični film (LDPE) u tehnici fleksotiska. Rad obuhvaća faze od zaprimanja radnih datoteka, grafičke pripreme, izrade tiskovnih formi, tiska, kontrole kvalitete tiska, pa sve do konačne dorade i rezanja.

U radu će se:

- objasniti pojam fleksotiska
- prikazati i objasniti područje vezano za tiskovne forme te njenu izradu kao i za boje
- objasniti karakteristike i proces tiska
- objasniti procese pripreme za tisak i procese dorade nakon tiska
- objasniti karakteristike materijala koji se koriste, s naglaskom na LDPE i njegove prednosti

ZADATAK URUČEN

19.6.2024.



Predgovor

Želim izraziti zahvalnost svima koji su mi bili podrška tijekom studiranja i svima koji su na bilo koji način doprinijeli izradi ovog završnog rada.

Prije svega, veliko hvala mom mentoru, doc.dr.sc. Marku Moriću, na stručnom vodstvu, podršci i strpljenju tijekom cijelog procesa. Vaši savjeti, smjernice i iskustvo bili su od neprocjenjive važnosti za uspješno dovršavanje ovog rada.

Posebnu zahvalu dugujem svojim roditeljima koji su me uvijek podržavali i vjerovali u mene. Vaša ljubav, razumijevanje i nesebičnost pružali su mi snagu i motivaciju kroz sve izazove s kojima sam se susretala. Bez vas ovo ne bi bilo moguće. Uz roditelje, veliko hvala najbližim prijateljima i obitelji.

Na kraju, želim zahvaliti poduzeću Muraplast na omogućenoj prilici obavljanja stručne prakse i stjecanja neprocjenjive količine praktičnog znanja. Veliko hvala mentoru i ostalim djelatnicima, Vaša suradnja i susretljivost bili su od velike pomoći i motivacije.

Hvala vam!

Sažetak

Fleksotisak je glavni predstavnik tehnike visokog tiska. Danas je jedna od najraširenijih tiskarskih tehnika, a najveću primjenu pronalazi u tisku fleksibilne ambalaže te u tisku vreća i vrećica. Fleksotisak omogućava tiskanje na raznim materijalima, od upojnih poput kartona, do neupojnih kao što je folija.

Proces tiska započinje od grafičke pripreme i provjerom radne datoteke što osigurava točnost i kvalitetu otiska. Moderne tehnologije poput CtP (Computer to Plate), omogućuju precizniju i bržu izradu tiskovnih formi. Priprema stroja, proces tiska i procesi grafičke dorade zahtijevaju kontrolu s ciljem postizanja konzistentne kvalitete proizvoda i ekonomične proizvodnje.

Praktični dio obuhvaća proizvodni proces otiska unutarnjeg pakiranja maramica koji obuhvaća sve navedene procese.

Ključne riječi: fleksotisak, ambalaža, tiskovna forma, grafička priprema, proizvodni proces

Summary

Flexography is the major representative of relief printing techniques. Today, it is one of the most widespread printing techniques, with its primary applications in printing flexible packaging as well as bags and pouches. Flexography allows printing on various materials, from absorbent ones like cardboard to non-absorbent ones such as foil.

The printing process begins with graphic preparation and checking the working file, ensuring accuracy and print quality. Modern technologies such as CtP (Computer to Plate) enable more precise and faster production of printing plates. Machine setup, the printing process, and post-press operations require control to achieve consistent product quality and economical production.

The practical part includes the production process of printing the inner packaging of wipes, covering all the mentioned processes.

Keywords: flexography, packaging, printing plate, prepress, production process

Popis korištenih kratica

CtP	Computer to Plate
UV	Ultraviolet
EB	Electro Beam
CMYK	Cyan, Magenta, Yellow, Key
PDF	Portable Document Format
RGB	Red, Green, Blue
RIP	Raster Image Processor
ICC	International Color Consortium
ISO	International Organization for Standardization
cpi	Cells per inch
BCM	Billion Cubic Micrometers
CI	Central Impression
nm	Nanometer
PP	Polypropylene
BOPP	Biaxially-Oriented (BO) Polypropylene
PE	Polyethylene
PET	Polyethylene terephthalate
AL	Aluminium
LDPE	Low density polyethylene
TF	Tiskovna forma
EAN	European Article Number
CPP	Cast polypropylene
OPA	Polyamide nylon
NC	Nitrocellulose
PVB	Polyvinyl Butyral

Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. VISOKI TISAK – FLEKSOTISAK.....	2
2.1. POVIJEST VISOKOG TISKA	2
2.2. KARAKTERISTIKE I PRIMJENA.....	3
3. KORACI PROIZVODNOG PROCESA	4
3.1. PREPRESS	4
3.1.1. Priprema grafike	4
3.1.2. Zaprimanje i provjera PDF-a.....	5
3.1.3. Slanje PDF-a u grafički studio	6
3.2. TISKOVNE FORME	6
3.2.1. Gumene tiskovne forme.....	8
3.2.2. Fotopolimerne tiskovne forme.....	9
3.2.3. Raster Image Processor	10
3.2.4. Izrada tiskovne forme.....	11
3.3. IZRADA RADNIH NALOGA I DOKUMENTACIJE	12
3.4. TISAK.....	13
3.4.1. Aniloks valjak.....	13
3.4.2. Bojila u fleksotisku.....	14
3.4.2.1. Bojila na bazi organskog otapala.....	15
3.4.2.2. Bojila na bazi vode.....	15
3.4.2.3. UV i EB bojila	16
3.4.3. Tiskovne podloge.....	16
3.4.4. Strojevi.....	17
3.4.4.1. Strojevi s centralnim tiskovnim cilindrom	18
3.4.4.2. Strojevi s linijskim sistemom.....	19
3.4.4.3. Strojevi sa sistemom toranj.....	20
3.4.5. Priprema stroja za tisk.....	20
3.4.6. Proces tiska.....	21
3.4.7. Princip otiskivanja.....	22
3.4.8. Kontrola tiska.....	23
3.4.9. Pogreške u tisku	24
3.5. PROCESI DORADE.....	25
3.5.1. Laminacija	25
3.5.2. Rezanje	27
4. PROIZVODNI PROCES IZRADE LDPE AMBALAŽE U FLEKSOTISKU.....	28
4.1. NARUDŽBA	28
4.2. EKSTRUZIJA.....	29
4.2.1. Karakteristike materijala	30

4.3.	PRIPREMA I IZRADA KLIŠEJA	31
4.4.	KREIRANJE RADNOG NALOGA ZA TISAK.....	32
4.5.	TISKARSKI STROJ	34
4.6.	TISAK.....	35
4.7.	KONTROLA OTISKA	37
4.8.	KREIRANJE RADNOG NALOGA ZA REZANJE	38
4.9.	REZANJE I KONTROLA FINALNOG PROIZVODA.....	39
5.	ZAKLJUČAK.....	41
6.	LITERATURA.....	42
7.	POPIS SLIKA.....	44

1. Uvod

Prvi kontakt potrošača s nekim proizvodom je upravo njegovo pakiranje. Pakiranje proizvoda vizualno privlači potrošača i potiče ga na kupovinu. Osim kvalitetno grafički dizajniranog proizvoda, na odluku potrošača utječe i izvedba proizvoda, odnosno kvaliteta otiska.

Fleksotisak, kao jedna od najprilagodljivijih tehnika tiska, ima veliku ulogu u industriji ambalaže. Omogućuje visoku kvalitetu otiska na različitim vrstama podloga različitih svojstava, uključujući plastične filmove, folije, papir i karton. Učestalim razvojem tehnologija, fleksotisak se može pohvaliti sve boljim karakteristikama ispisa, uključujući kvalitetu i brzinu, a kvalitetno se približio tehnici offseta.

Ovaj rad istražuje proizvodni proces izrade omota za pakiranje suhih maramica primjenom fleksotiska. Prvi dio rada obrađuje tematiku fleksotiska od samih početaka razvoja pa do modernih tehnologija današnjice. Prolazi kroz sve elemente koji su ključni u procesu tiska, kao što su vrste strojeva koji se razlikuju po građi, a samim time i namjena. Zatim, vrste tiskovnih formi i bojila i anilox valjci kao važni elementi u samom prijenosu bojila na tiskovnu formu. Opisana je važnost kontrole kvalitete kao glavnog eliminatora pogrešaka prije konačne proizvodnje.

Drugi dio rada obrađuje detaljno tijek proizvodnje grafičkog proizvoda u tisku, uključujući procese prepresa, tiska i procesa grafičke dorade.

Istraživački dio razrađuje detaljan proces proizvodnje pakiranja maramica. Proces proizvodnje započinje zaprimanjem narudžbe od kupca te grafičkom pripremom kako bi se na vrijeme naručila izrada tiskovne forme. Proizvodni proces uključuje i izradu dokumentacije i radnih naloga za lakše praćenje procesa. S obzirom da se tvrtka Muraplast bavi i proizvodnjom plastičnih filmova i folija, proizvodni proces uključuje i ekstruziju materijala. Zatim slijede tisak te procesi grafičke dorade, u konkretnom slučaju rezanje.

2. Visoki tisak – Fleksotisak

Fleksotisak ili fleksografija je glavni predstavnik visokog tiska i upravo ona ima sve veću ulogu u industriji fleksibilne ambalaže. Fleksotisak je tehnika direktnog rotacijskog tiska, no danas postoji i strojevi za tisak na arke. Tehnika fleksotiska prvi puta se javlja 1952.godine, a u počecima se naziva anilskim tiskom, zbog vrsta bojila koje se koristilo. Tiskovna forma fleksotiska je savitljiva, odnosno fleksibilna, odakle i dolazi naziv fleksotisak. Tiskovna forma se sastoji od tiskovnih površina koje su uzdignute i netiskovnih ili slobodnih površina. Bojilo se prenosi s anilox valjka i prihvaća na tiskovne površine i pod pritiskom se prenosi na tiskovnu podlogu. Tiskovne podloge u fleksotisku su širokog spektra, a o tiskovnoj površini koja se koristi ovisi bojilo koje će se koristiti i sama tehnika otiskivanja. Tako fleksotisak omogućuje tisak na materijale kao što su plastika, folija, i film, ali i na papir, karton, aluminijsku foliju i slično. Danas se u fleksotisku koriste 3 vrste bojila, bojila na bazi organskih otapala, bojila na bazi vode, i UV bojila. Bojila koja se koriste u fleksotisku su brzосуећа bojila koja se суше isparavanjem i sigurna su za upotrebu na pakiranjima koja dolaze u izravan kontakt s hranom.

Od samog početka pa do danas fleksotisak je prošao kroz mnoge segmente razvoja kako bi pružio kvalitetan ispis i mogao konkurirati daleko kvalitetnijim tehnikama tiska kao što je ofset, što uključuje uvođenje novih materijala, naprednih tehnologija graviranja anilox valjka, inovacija u proizvodnji bojila i građi stroja te sustava za kontrolu tiska.

2.1. Povijest visokog tiska

Tehnika visokog tiska javlja se u povijesti daleko prije izuma Gutenbergovog tiskarskog stroja. Prva takva tehnika pojavila se u Kini u 6. stoljeću za vrijeme vladavine dinastije Han. Princip otiskivanja temeljio se na trljanju bojila na izbočene dijelove tiskovne podloge, odnosno papira. Također u Kini, stoljeće kasnije, započinje razvoj ksilotipije. Tiskovna forma bila je izrađena od drveta, a bojilo se nanosilo direktno na tiskovne elemente tiskovne forme. Razvoj tiska i tiskovne forme od materijala koji se manje troše bio je u punom mahu. Tako su se već u 14. stoljeću u Kini izrađivale knjige s tvrdim hrptom. No u Europi tek tada započinje razvoj tiska s pojavom nove tiskovne podloge - papira. Uz visoki tisak, krajem 14. stoljeća javljaju se i tehnike dubokog tiska koje zbog kvalitete postaju vodeća tiskarska tehnika u tisku ilustracija tog vremena. Međutim, zbog spore izrade, tiskani materijali nisu bili dostupni široj publici. Do velike prekretnice dolazi u 15. stoljeću, izumom tiskarskog stroja za koji je zadužen Johannes Gutenberg. Osim veće brzine tiska, dolazi i do velike promjene u kvaliteti, ali i izdržljivosti tiskovnih formi koji su izrađene od metala.

Uskoro su se po cijeloj Europi proširile tiskare koje su koristile Gutenbergov princip, a tiskarstvo postaje cijenjeno zanimanje. Prva tiskana knjiga u Hrvatskoj, tiskana je upravo u tehnici visokog tiska, 1483. godine u Kosinju. [1]

Fleksotisak je svoj brzi razvoj započeo sredinom 1990. godina, ali tehnika kao takva prvi put u povijesti se javlja 1952. godine. Fleksotisak kao tehnika visokog tiska se kroz povijest u literaturi spominje pod različitim nazivima. Prvi naziv pod kojim se spominje je anilski tisak. Naziv anilski tisak dolazi od anilskog bojila koje se koristilo u to vrijeme. Kako bi se postigli bolji rezultati u tisku i kako bi se uspješnije postigla veća linijatura rastera, tiskovna forma se sve rjeđe izrađuje od gume, a sve češće od tvrdog sintetskog materijala. Zbog svojstva fleksibilnosti, tehnika dobiva naziv fleksotisak. Zbog malog pritiska koji je dovoljan da bi se ostvario otisak, fleksotisak se često naziva i tisak poljupca. A upravo zbog njegove vrlo velike primjene u različitim vrstama ambalaže u novije vrijeme, često ga se naziva i jednostavno ambalažni tisak.

2.2. Karakteristike i primjena

U fleksotisku se koriste gumene ili fotopolimerne tiskovne ploče s tiskovnim elementima koji su izdignuti u odnosu na netiskovne elemente. Tiskovna forma je relativno mekana te ima dobre performanse prijenosa bojila, posebno bojila na bazi alkohola. Od ostalih bojila koriste se UV i EB bojila kao i bojila na bazi vode. Ova bojila su ekološki prihvatljiva te netoksična za radnu okolinu. Strojevi za fleksotisak omogućuju tisak do 10 boja, pojedini čak i više. Prijenos bojila u ovom sustavu je pojednostavljen uporabom anilox valjka. Anilox valjak omogućuju kontrolirani prijenos bojila i lakše održavanje cijelog sustava obojenja. Bojilo se s anilox valjka prenosi na tiskovnu podlogu koja se montira na tiskovni valjak čije duljine koraka mogu varirati ovisno o vrsti proizvoda koji se otiskuje. Fleksotisak postiže velike brzine tiska, čak do 750 metara u minuti što je 1.5 do 2 puta brže nego offset. Koristeći sve najnovije tehnologije, fleksotisak postiže otisak jako dobre kvalitete. Može se postići otisak do 200 linija po inču s bogatim nanosom bojila, žarkim bojama, jasnom slikom, prikladnim za ambalažu, sve češće otisak može konkurirati offsetu. Strojevi za fleksotisak u većini slučajeva imaju mogućnost dorade, npr. laminacija, perforacija, rezanje, glaziranje. Spektar tiskovnih materijala je vrlo širok. Fleksotisak je pogodan za tisak na materijale kao što su papir, ljepenka, karton ali i plastika. [2]

3. Koraci proizvodnog procesa

Osim tiska, proizvodni proces se sastoji i od nekoliko koraka pripreme za tisak, a ovisno o proizvodu koji se izrađuje, može se sastojati i od raznih procesa dorade. Prvi korak je grafička priprema gdje se digitalne datoteke provjeravaju i prilagođavaju za tiskanje. Sljedeći korak je izrada tiskovnih formi, gdje se dizajn prenosi na tiskovne ploče ili cilindre, ovisno o vrsti tiska koji se koristi. Nakon toga slijedi priprema tiskarskog stroja, uključujući postavljanje boja, ploča i podešavanje postavki stroja. Nakon što je stroj spreman, slijedi korak tiska i kontrole tiska gdje se provjerava kvaliteta i moguće su izmjene. Nakon tiska, materijali prolaze kroz grafičku doradu, koja može uključivati laminaciju, lakiranje, rezanje i slično, ovisno o vrsti konačnog proizvoda koji se radi. Na kraju se gotovi proizvodi pakiraju i pripremaju za distribuciju.

3.1. Prepress

Kada grafički studio zaprimi radnu grafiku, ponovno se radi provjera kako bi bili sigurni da će konačni rezultati biti korektan. Nakon toga slijedi grafička priprema, gdje se provode korekcije boja, separacija boja na CMYK ili dodatne boje ili premaze, te priprema raster grafike. Jednom kad su sve potrebne prilagodbe napravljene, slijedi izrada tiskovne forme. U fleksotisku, to uključuje izradu fleksibilnih ploča koje se koriste za prijenos bojila na tiskovnu podlogu. Tiskovna forma mora biti precizno izrađena kako bi se osiguralo da su sve linije, tekst i slike na konačnom proizvodu jasne i oštre. Proces izrade ploče može se razlikovati ovisno o tehnologiji ili vrsti tiskovne forme.

3.1.1. Priprema grafike

Priprema grafike za tisak se odnosi na proces prikupljanja grafike od kupca te provjere i daljnje obrade grafike. Dobra priprema grafike olakšava proces izrade tiskovne forme i skraćuje vrijeme proizvodnje te eliminira moguće pogreške u tisku.

3.1.2. Zaprimanje i provjera PDF-a

Kada tiskara zaprimi radnu datoteku od kupca, provjeravaju se pojedini tehnički zahtjevi kako bi se u grafički studio poslala ispravna datoteka spremna za daljnju grafičku pripremu i izradu tiskovne forme. Poželjno je da su materijali koji se dostavljaju u tiskaru u nekom od radnih formata kao što je ai. te u .pdf formatu u omjeru 1:1. Ovi formati su standardni u grafičkoj industriji te omogućavaju lakše modifikacije i precizniju pripremu za tisak, te lakše uočavanje nedostataka koji se prema potrebi komuniciraju s kupcem i rade se izmjene. Omjer 1:1 osigurava prikaz svih elemenata u stvarnim dimenzijama kako bi se izbjegle greške kod skaliranja. PDF datoteka služi kao vizualna referenca koja osigurava da se krajnji tiskani proizvod podudara s dizajnerskim rješenjem. PDF datoteka također pruža uvid u separaciju boja. Separacija boja je nužna za izradu tiskovne forme, ali prije toga za provjeru točnosti separacije kako bi krajnji otisak ispao što vjerniji te za provjeru broja boja što je važno za odabir i pripremu tiskarskog stroja i opreme za stroj. Osim toga, PDF dokument služi za provjeru layouta i sadržaja grafike. Datoteka poslana u PDF-u ne smije biti zaključana za uređivanje. Važno je provjeriti je li zaprimljena grafika u rasteru, a ne u pikselima. Preporučena linijatura rastera za fleksotisak iznosi između 20 i 60 l/cm.

Kod separacije boja potrebno je obratiti pozornost na nekoliko važnih točaka. Separacija boja mora biti u CMYK, a ne RGB formatu.

Tekstovi u dostavljenim datotekama trebaju biti uključeni u nepretvorenoj i pretvorenoj verziji. Nepretvoren tekst, odnosno tekst u fontovima, omogućava izmjene i korekcije direktno u tiskari ili grafičkom studiju. Pretvoreni tekst ili tekst pretvoren u grafiku, osigurava da će fontovi biti prikazani ispravno, bez obzira na dostupnost fontova u grafičkom studiju te da će biti čitki i uočljivi. Često se oko teksta postavlja trapping koji prema standardu iznosi 0,2 mm. Sitnije linije i manji tekst ne treba rasterizirati. Također je poželjno izbjegavati tekst manjih veličina u rasteriziranim područjima.

Svi elementi unutar datoteke moraju biti dostupni za uređivanje u smislu promjene veličine, boje i oblika. Svi vanjski elementi koju su korišteni u dizajnu, poput grafike, također trebaju biti dostupni. To omogućava potpunu kontrolu nad dizajnom tijekom pripreme za tisak i potrebne izmjene.

Mjesto i veličina oznake za fotoćeliju trebaju biti jasno određeni. Fotoćelija je ključna za točnu registraciju i usklađivanje prilikom tisak. Ona omogućava tiskarskom stroju da je ispis točan za svaki ispisni ciklus. Tiskovne i netiskovne površine također moraju biti jasno označene, kao i transparentni ili dijelovi s bijelim tiskom. Također je kod transparentnih filmova potrebno provjeriti je li predviđena podložna bijela boja. Ako nije, potrebno ju je ubaciti i obavijestiti kupca. Bez bijele podloge, boje na transparentnom filmu neće biti vidljive i istovjetne grafičkom rješenju.

Bijeli film odnosno podloga bolji je od polutonske slike jer osigurava bolji kontrast i zasićenije boje. Bijeli film je također važan kod procesa dorade, odnosno laminacije. Laminacija može promijeniti izgled i svojstva tiskanih proizvoda pa je važno pravilno postaviti bijelu bazu kako bi se osigurala dosljednost konačnog proizvoda. [3]

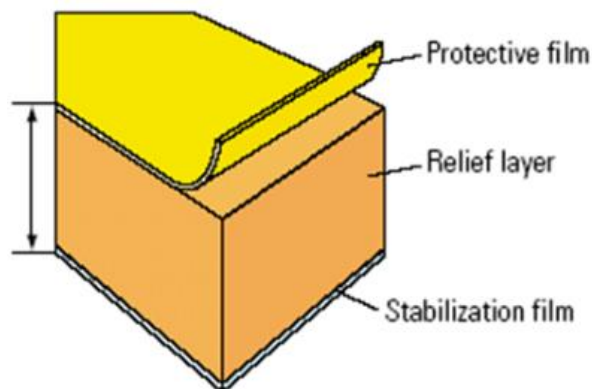
3.1.3. Slanje PDF-a u grafički studio

Ako tiskara nema mogućnost izrade tiskovne forme, tada u većini slučajeva komunicira s grafičkim studijom ili drugom tiskarom koja izrađuje tiskovne forme. Kada je kupčev PDF provjeren i ispravan, tiskara ga šalje u grafički studio. Uz PDF i separaciju, šalju se i neki tehnički zahtjevi na temelju kojih grafički studio izrađuje tiskovne forme. Uobičajeno je da se koriste standardizirani nazivi proizvoda koji omogućavaju lakše snalaženje i komunikaciju. Prvi parametri koji su važni za izradu ploče jesu širina dizajna i korak, odnosno raport. Kod manjih dizajna, zbog kapaciteta strojeva, uobičajeno je da se na jednoj ploči radi nekoliko slika, pa je važno napomenuti u koliko traka će se otiskivati, odnosno izrađivati ploča. Iduća napomena se odnosi na boju filma ili folije. Najčešći filmovi koji se koriste u fleksotisku su transparentni i bijeli film. Sukladno tome daje se napomena koja se odnosi na vrstu tiska, odnosno je li tisak vanjski ili unutarnji. Kod tiska na film u boji nije potrebno pisati ovu napomenu, jer se radi vanjski tisak. Ponekad je važno napomenuti i broj boja koji se otiskuje te da li se radi bijela podložna ili ne. Kao posljednja napomena se stavlja rok isporuke. Rok isporuke je važan kako bi tiskovne forme stigle na vrijeme za tisak kako ne bi došlo do kašnjenja ili prekida u rasporedu.

3.2. Tiskovne forme

Od početka razvoja fleksotiska pa sve do nedavno, jedina vrsta tiskovne forme koja je bila u upotrebi je bila klasična tiskovna forma. Klasična, odnosno gumena tiskovna forma se izrađivala utiskivanjem vrućeg kalupa u prirodni ili umjetni kaučuk, a nakon što se ohladila, mehanički se dotjerivala. Sličan princip izrade gumenih tiskovnih formi zadržao se sve do danas, a uz njih su se pojavile nove tiskovne forme te novi principi izrade. Glavna prekretnica u razvoju tiskovnih formi bila je činjenica da je tržištem počeo prevladavati offsetni tisak, koji je bio vodeći u kvaliteti reprodukcije. Tehnika offseta mogla je postići linijature rastera do 120 linija/cm dok fleksotisak znatno manje, do 48 linija/cm.

Strukturno gledajući, tiskovna forma fleksotiska je višeslojne, varijabilne građe (Slika 1). Osnovna građa tiskovne forme sastoji se od sljedećih dijelova: tiskovne površine, slobodne površine i nosivi sloj ploče.



Slika 1 Građa tiskovne forme (Materijali s predavanja)

Svi dijelovi zajedno određuju visinu, odnosno debljinu tiskovne forme. Tiskovna forma određena je s dva parametra, debljinom i tvrdoćom. Kako bi se smanjila deformacija tiskovnih elemenata u tisku, koriste se tanje tiskovne forme. Međutim, to ujedno zahtjeva i veću tvrdoću materijala. Suprotno tome, deblje tiskovne forme često su mekše, a mekane tiskovne forme pogodne su za otiskivanje na manje glatke tiskovne podloge. Nekadašnje debljine tiskovnih formi su varirale od 1,70 mm do 6,35 mm, dok su danas u upotrebi tiskovne forme debljine od 0,76 mm do 6,35 mm. U tisku fleksibilne ambalaže najčešće se koriste tiskovne forme debljine 1,14 mm i 1,8 mm. [4]

Postoje različiti načini izrade fleksografskih tiskovnih formi, a najčešća dva su analogni, odnosno konvencionalni i digitalni ili laserski postupak. Analogni postupak obuhvaća sistem izrade matrice i koristi se za izradu gumenih ploča i fotokemijski postupak za izradu fotopolimernih ploča. S druge strane, digitalni postupak koristi lasersku tehnologiju za izradu tiskovnih formi. Ovaj postupak omogućuje precizniji i brži proces izrade te je popularniji u današnje doba. [1]

Tiskovna forma se na temeljni cilindar može montirati na nekoliko načina. Prvi način je direktno lijepljenje tiskovne forme na površinu tiskovnog cilindar, idući način je montiranje klišeja na temeljni cilindar posredstvom čvrstog papira, također umjesto papira se mogu koristiti i sintetske folije ili metalne ovojnice. Međutim, najkorišteniji sustav montiranja je s pomoću dvostrane ljepljive trake debljine 0,4 mm do 3 mm, koje variraju i u tvrdoći.

3.2.1. Gumene tiskovne forme

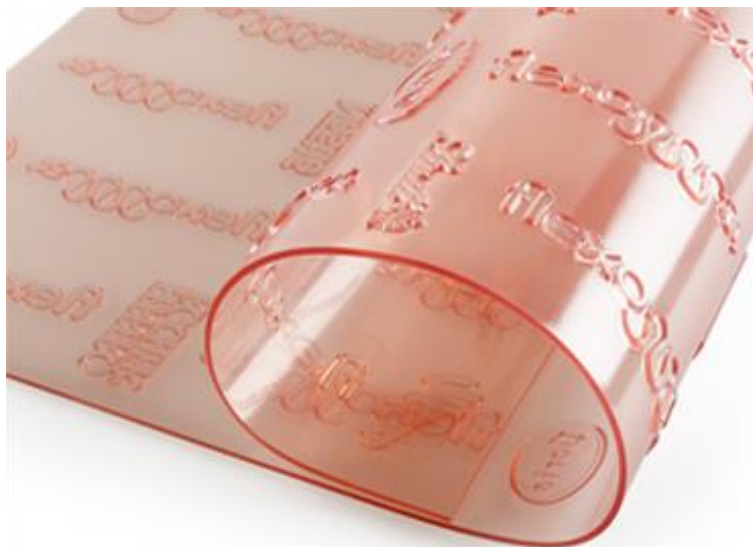
U početku fleksotiska su se koristile gumene tiskovne forme (Slika 2). One su se izrađivale koristeći vrući postupak prešanja. U sedamdesetim godinama kreće se s izradom gumenih ploča direktnim graviranjem na ravne površine ili cilindar prekriven gumom. Slična tehnika zadržana je i danas, međutim danas se koristi kompjutorski kontrolirano lasersko graviranje. Prednost laserskog graviranja je sam oblik tiskovnog elementa koji zadržava svoj oblik sve do donjeg dijela gdje se blago širi. Trošenjem tiskovne forme ne dolazi do proširenja rasterske točkice. Gumena tiskovna forma je elastična i mekana, vrlo često je mekanija i deblja od fotopolimerne tiskovne forme, pa samim time nije pogodna za tisak finijeg rastera. Zbog mekane forme i pritiska dolazi do proširenja raster točke na tiskovnoj formi. Samim time gumene tiskovne forme nisu pogodne za otiskivanje finijih rastera. Gumene tiskovne forme danas pokrivaju manje od 15 % tržišta. [1]



Slika 2 Gumena tiskovna forma (<https://www.pannier.com/industrial-printers/dies-inks/printing-plates/>)

3.2.2. Fotopolimerne tiskovne forme

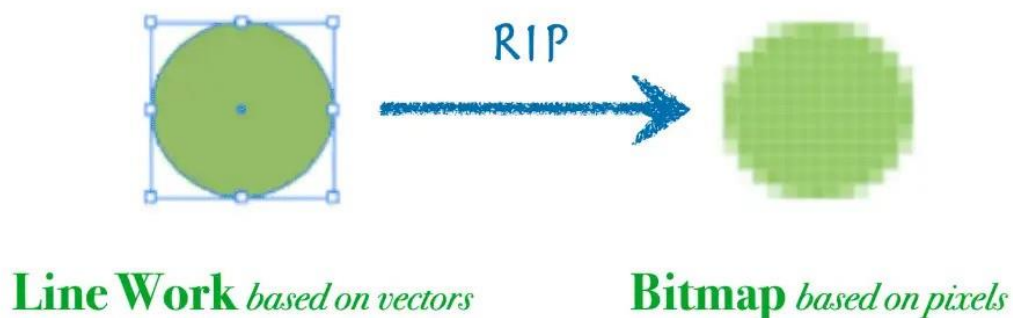
Danas su češće korištene fotopolimerne tiskovne forme (Slika 3). Fotopolimerne ploče se mogu proizvoditi od tekućeg ili krutog materijala. Pojam fotopolimer se odnosi na niz polimera koji reagiraju na energiju ultraljubičastog svjetla. Fotopolimeri dolaze u obliku ploča standardnih dimenzija ili u tekućem obliku, omogućujući izradu ploča prilagođenih željenoj veličini. Građa fotopolimerne ploče većinom se sastoji od više slojeva različitih sastava, debljina i svojstava te o tome ovisi i kvaliteta otiska. Fotopolimerne ploče se danas najčešće izrađuju CtP postupkom. CtP omogućuje preciznu izradu ploče kojom se mogu postići visokokvalitetni i oštri ispisi čiste višetonске reprodukcije. Fotopolimerne ploče su predviđene za rad s bojilima na bazi alkohola, vode, ulja ili njihovim kombinacijama. Upravo zbog svoje dobre performanse ispisa i kvalitete prijenosa bojila popularne su za tisak restera i procesnih boja. [5]



Slika 3 Fotopolimerna tiskovna forma (<https://www.flexo24.com/international/customizer/>)

3.2.3. Raster Image Processor

Raster image processor ili RIP je softver ili računalo koje pretvara digitalne vektorske podatke (poput PDF-a, Illustrator ili InDesign dokumenta) u rasterski format koji pisač može obraditi. Obraduje podatke iz ulazne datoteke i generira rastersku sliku za ispis ili prikaz. Dobivena rasterska slika ili bitmapa je sastavljena od mreže piksela koje pisač može razumjeti i ispisati. Svaki piksel predstavlja određenu boju i položaj na slici. Većina RIP softvera dolazi s ICC (International Color Consortium) upravljačkim profilima boja. Osim upravljanja bojom, RIP određuje uzorak i kut rastera te rezoluciju konačnog proizvoda. [6] Zadaci koje obavlja računalo su podijeljeni u nekoliko koraka. Prvi korak je interpretacija PostScript datoteke u kojoj se dekodiraju grafički elementi poput slike, teksta, popune ili obruba. Idući korak je renderiranje prepoznatih grafičkih elemenata kako bi svaki bio pretvoren u odgovarajući uzorak piksela koji čine izlazni raster (Slika 4). Posljednji korak je izlaz generiranog rastera. Generirani raster se šalje mehanizmu za ispis u izlaznom uređaju koji može biti npr. Ink jet glava. [7]



Slika 4 Raster Image Processor (<https://flexopedia.net/rip-and-software-solutions-in-flexo-printing/>)

3.2.4. Izrada tiskovne forme

Najčešći sustavi za izradu tiskovnih formi su konvencionalni i CtP postupak. U konvencionalnom postupku izrade tiskovne forme za fleksotisak najprije se slika osvjetljava na filmski negativ s pomoću laserskog uređaja (Slika 5).



*Slika 5 Dupont Cyrel Fast 1000 ECLF – uređaj za predekspoziciju i glavnu ekspoziciju TF
(https://partners.hu/wp-content/uploads/2020/03/DuPont-EDS-EU0002-EN_Cyrel_1000_ECLF-i.pdf)*

Tada se negativni film izravno postavlja na neekspoziranu stranu ploče koja je obložena fotopolimerom i ploča se izlaže UV svjetlu u uređaju za ispis informacija (Slika 6). Osvijetljena mjesta na tiskovnoj formi formirat će tiskovne elemente dok će neosvijetljena mjesta postati slobodne površine.



Slika 6 Uređaj za ispis informacija na TF – Esko CDI Spark 4260 (<https://litho.co.uk/equipment-information/Flexographic-Equipment/Esko-Equipment/ESKO-CDI-Spark-4260-Auto>)

Nakon glavne ekspozicije slijedi kemijska ili mehanička obrada tiskovne forme kako bi se oslobodile tiskovne površine od netiskovnih. Ploča se suši i potom izlaže UV svjetlu kako bi dodatno očvrstnula i kako bi se poboljšala njena mehanička svojstva. [8,9]

Danas je najkorišteniji digitalni ili CtP postupak. Za CtP postupak nije potreban predložak. Podaci se nakon obrade direktno šalju na uređaj za ispis. U ovom slučaju je neizloženi film negativa prethodno laminiran na fotopolimernu ploču, tako da se oba sloja mogu izložiti uređaju istovremeno. Ova tehnika eliminira potrebu za ručnom manipulacijom filma i ploče, čime se povećava učinkovitost. Nakon izlaganja, ploča se može brzo obraditi i pripremiti za tisak. Kao i kod konvencionalnog postupka, vrši se naknadna ekspozicija kako bi se poboljšala mehanička svojstva tiskovne forme. [10]

3.3. Izrada radnih naloga i dokumentacije

Prije samog proces izrade materijala i tiska potrebno je kreirati radne naloge i popratnu dokumentaciju ako je potrebna. Kreiranjem radnih naloga dokumentira se sam proces proizvodnje te ga je u budućnosti moguće pratiti, ponoviti ili ispraviti. Proces započinje zaprimanjem narudžbe od klijenta, nakon čega se kreira radni nalog koji sadrži sve potrebne informacije o poslu koji se obavlja. Radni nalog uključuje detalje poput vrsta materijala, dimenzija, boja i broja boja, duljine koraka otiska, količini i posebnih zahtjeva klijenata. Kada se radi o radnom nalogu za tisak tada on uključuje i podatke o vrsti bojila koja se koriste, potrebnim anilox valjcima i tiskovnim pločama koje se koriste te stroju na kojem se otiskuje. Ovaj dokument služi kao referenca za cijeli proizvodni tim, od strojara do tehnologa. Ako tiskara nudi i mogućnost ekstruzije materijala ili neke procese dorade tada se izrađuju radni nalozi za svaki od pojedinih procesa, a tehničke specifikacije moraju biti konzistentne i dosljedne jedna drugoj.

Dokumentacija uključuje color proofove ili referentne uzorke koje je kupac odobrio, a služe za kontrolu tiska te ih kupac može pregledati i odobriti konačni dizajn koji se tada pušta u proizvodnju. Promjene ili korekcije koje zahtijeva klijent se evidentiraju u radnom nalogu kako bi se ispravile prilikom sljedećeg tiska. Dokumentacija također može uključivati specifikacije vezane za pakiranja koja dolaze u direktan kontakt s hranom ili higijenskim proizvodima, a definirao ih je kupac ili su definirane prema nekom ISO standardu. Također u dokumentaciju ulaze specifikacije finalnog proizvoda, uputstva za pakiranje, obrasci rezanja, etikete, liste paleta i slično.

3.4. Tisak

Proces tiska obuhvaća niz koraka koji se provode kako bi se slika, grafika ili tekst prenijeli s digitalnog ili fizičkog medija na tiskovnu podlogu. Nakon što je napravljena kvalitetna grafička priprema i izrađene su tiskovne forme, kreće se u realizaciju proizvoda.

3.4.1. Aniloks valjak

Aniloks valjak ključan je u prijenosu bojila iz bojanika na tiskovnu formu na temeljnom cilindru. Aniloks valjak je cilindričnog oblika s kromiranom ili keramičkom rastriranom presvlakom. Danas se u 90 % slučajeva koriste keramički valjci koji su izdržljiviji za velik broj otisaka. Keramički sloj znatno je tvrdi od sloja kroma, a samim time i otporniji na habanje. Valjak cijelom svojom površinom sadrži male čašice (Slika 7), odnosno aniloks ćelije koje u sebe uzimaju bojilo te služe kao prijenosnik. Ćelije na površini zapravo određuju količinu bojila koje će se prenositi. Aniloks valjak je određen brojem ćelija te volumenom ćelije. Upravo na te parametre je nužno obratiti pozornost kada se bira aniloks valjak za određeni posao.

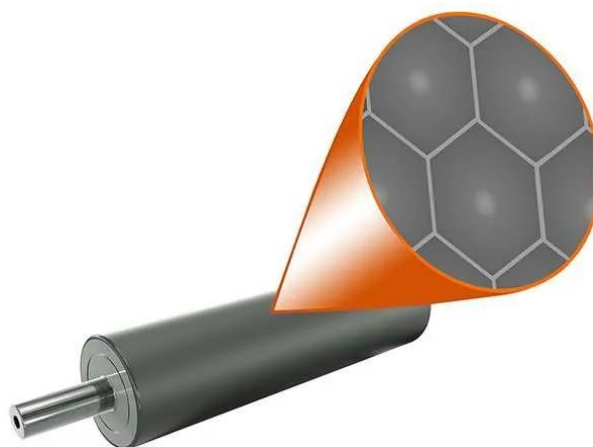
Aniloks ćelije su najčešće u obliku heksagona koji mogu biti raspoređeni pod kutovima od 30, 45 i najčešće 60 stupnjeva. Raspored heksagon uzorka pod kutom od 60 stupnjeva je postao svjetski standard za fleksotisak. Takvim rasporedom ćelija one mogu biti zajedno čvršće uklopljene, što omogućava približno 15 % veći broj čašica na istoj površini u odnosu na ostale načine graviranja, a zidovi između čašica su svedeni na minimum. Pri tome čašice mogu biti pliće, a da još uvijek otpuštaju istu količinu bojila jer postoji veći broj čašica na istoj jedinici površine. [11]

Linijatura rastera označava broj ćelija po jedinici aniloks valjka. Viša linijatura rastera znači veći broj manjih ćelija po inču. Tako valjci veće linijature omogućuju preciznije i detaljniji tisak te ljepše i mekanije prelaze. S druge strane, niža linijatura rastera znači manji broj većih ćelija koji je pogodan za ispis punih tonova. Linijatura rastera se kreće od 140 do 1300 cpi (*cell per inch*).

Isto tako, što je veći broj ćelija, dubina je manja i prenosi se manje bojila. Isto vrijedi i obrnuto, manji broj ćelija znači veću dubinu i prijenos veće količine bojila, odnosno deblji nanos. Veći volumen omogućuje također intenzivniji ispis. Volumen aniloks valjka izražava se u milijardama kubičnih mikrometara, a raspon vrijednosti volumena s kreće od 1,8 do 16 BCM (billion cubic micrometers).

Linijatura anilox valjka i linijatura tiskovne forme su također povezane te je važno uskladiti parametre kako bi se postigao kvalitetniji ispis. Za kvalitetan ispis linijatura anilox valjka mora biti nekoliko puta veća od linijature tiskovne forme. Preporučeni omjeri se kreću od 3,5:1 pa sve do 6:1, ovisno o željenom ispisu.

Kombinacija odgovarajuće linijature rastera i volumena čašica ključna je za postizanje željene kvalitete ispisa u fleksotisku.



Slika 7 Anilox valjak (<https://print-techsolutions.co.uk/anilox-rollers/>)

3.4.2. Bojila u fleksotisku

Prva bojila u fleksotisku su bila anilinska bojila po kojima je u početku on i dobio ime. Anilinska bojila dobivena su destilacijom kamenog ugljena te se kasnije proizvodio kao obojena tekućina. Karakteristike anilinskog bojila bile su niske viskoznosti i niskog stupnja ljepljivosti što je pogodno za tisak na tanke tiskovne podloge koje su vrlo često građene od sintetskog materijala. Također, anilinsko bojilo bilo je brzosušeće, slabe do srednje pokrivne moći. Većinu ovih karakteristika zadržala su i nova bojila u fleksotisku, no to ipak varira o njihovom sastavu. Anilinsko bojilo u početku je bila prava otopina, dok su današnja bojila disperzije. [4]

Razvojem bojila fleksotisak se dijeli na bojila na bazi vode, na bazi organskog otapala i UV i EV bojila. Bojila na bazi vode i otapala zadržala su svojstva niske viskoznosti i brzog sušenja te pružaju dobru pokrivenost. Bojila na bazi otapala se češće koriste za tisak na neporozne materijale kao što su razne folije, dok se bojila na bazi vode koriste za tisak na poroznije materijale poput papira i kartona. UV bojila su novija bojila veće viskoznosti koja se suše pod UV svjetlom, a fleksotisku omogućuju da se kvalitetno približi ofsetu i bakrotisku.

Nanos bojila varira o tehnici i bojilu, a kreće se od 2 do 60 mikrona. Osim toga, sušenje daleko ovisi i o samom sustavu sušenja i uvjetima rada, ali i materijalima na koje otiskuje.

3.4.2.1. Bojila na bazi organskog otapala

Bojila na bazi organskog otapala prevladavaju u tisku fleksibilnog pakiranja s čak 80 % primjene. Ova bojila izvrsno prijanjaju na neporozne podloge poput folije i plastike. Vrlo su popularna zbog dobrih karakteristika. [12]

Bojila na bazi organskih otpala sastoje se od četiri glavne komponente u omjerima 40-60 % organskog otapala, 15-20 % veziva, 10-20 % pigmenta i 5-10 % aditiva. Kao temeljno vezivo se koristi nitroceluloza. Prednosti nitroceluloze su brzo sušenje i otpornost na toplinu, a osim toga čvrstoća nitroceluloze implicira dodatak plastifikatora u formulaciju bojila. [13] Dominantan sastojak ovih bojila je organskog otapalo, odnosno alkohol. Najčešće korištena organska otapala su aceton, etil acetat i izopropil. Dovođenjem toplog zraka u zatvorenim komorama za sušenje, organsko otapalo isparava, a bojilo na podlozi iz tekućeg prelazi u kruto stanje. Isparavanjem organskih otapala koja sadrže otrovne kemikalije, ali i ostalih komponenti bojila, stvara se veliki ekološki problem. Danas su razvijena dva sustava rješavanja tog ekološkog problema. Prvi način je s pomoću sustava ukapljivanja u kome se hlapljiva organska komponenta odvaja iz zraka i vraća proizvođaču kao sirovina za nova otapala. Drugi način je razgradnja organskih para s pomoću bioloških filtera. Osim ekološkog zagađenja, ova bojila mogu biti opasna i po zdravlje samih djelatnika. [1]

3.4.2.2. Bojila na bazi vode

Bojila na bazi vode najčešće se koriste za tisak papira i kartona zbog njihovih upojnih svojstava, što znači da se dio bojila zapravo apsorbira u samu podlogu. Bojila na bazi vode zbog svojeg sastava manje zagađuju okoliš te su ekološki prihvatljivija u odnosu na solventna bojila. Uobičajeni sastav bojila na bazi vode čine voda, pigmenti, akrilne smole, akrilne emulzije, male količine organskih otapala, spojevi za održavanje kiselosti i aditivi.

Kao i solventna bojila, vodena bojila se prvenstveno suše hlapljenjem. S obzirom na to da se voda hladi sporije od alkohola, strojevi koji koriste ovu vrstu bojila moraju imati učinkovit sustav za sušenje. Također to može utjecati i na brzinu otiska, pa su brzine nešto manje.

Kao prednosti bojila na bazi vode mogu se još izdvojiti smanjen rizik od požara zbog izostanka alkohola, bolja stabilnost u tisku, sigurnija radna okolina za zaposlenike te su vrlo prihvatljiva za tisak na pakiranja prehrambenih proizvoda. [4]

3.4.2.3. UV i EB bojila

Korištenje ultraljubičastog spektra za sušenje bojila razvijeno je 80-ih godina dvadesetog stoljeća. Osim što je riješen problem ekološkog zagađenja, ovaj način otiskivanja pruža puno bolje rezultate i učinkovitiji tisak, a posebno je izražen u tisku etiketa. [14] Kasnije su razvijena EB (Electron Beam) bojila koja se suše s pomoću snopa elektrona i također su ekološki prihvatljivija. Ovakva bojila se suše polimerizacijom što znači da ne dolazi do isparivanja nikakvih tvari i da sve nanoseno bojilo ostaje na tiskovnoj podlozi. Samim time, nanos bojila je deblji nego kod klasičnih tehnika. Osim debljeg nanosa, otisak je sjajniji. UV i EB bojila pružaju otpornost na habanje, ogrebotine i vanjske utjecaje. Glavne komponente UV i EB bojila čine akrilni polimeri, akrilni monomeri, fotoinicijatori i pigmenti.

Kao nedostatak UV i EB bojila može se izdvojiti velika potrošnja električne energije. Osim toga ove zrake mogu biti opasne po ljudski vid ili mogu uzrokovati opekline pa sustav za sušenje mora biti kvalitetno zaštićen. [4]

3.4.3. Tiskovne podloge

Fleksotisak je tehnika tiska koja obuhvaća širok spektar materijala na koje se može otisnuti. Gotovo svaki materijal koji ima mogućnost namatanje iz role u rolu može se koristiti u fleksotisku. Tako širok spektar tiskovnih podloga može uključivati materijale kao što su papir, karton, plastika, folija i tkanine koje mogu biti glatke ili hrapave, premazane ili nepremazane, valovite ili ravne. Svaki od ovih materijala ima svoje karakteristike i svojstva što uvelike utječe na proces tiska i rezultat. Već spomenuta bojila su klasificirana i namijenjena otisku na različite materijale zbog svojih svojstava upojnosti i sušenja kako bi se postiglo optimalno prijanjanje bojila i kvaliteta otiska. Osim toga tiskovne podloge moraju zadovoljiti i neke fizikalne zahtjeve. Jedan od njih je gramatura koja mora biti ujednačena i prilagođena proizvodu za koji je ambalaža namijenjena. Također kod odabira tiskovne podloge važno je uzeti u obzir i svojstva poput prozirnosti, poroznosti, glatkoće, čvrstoće i otpornosti na vanjske utjecaje. Tako se primjerice papir često koristi za tiskanje ambalaže, etiketa i reklamnih materijala zbog novih trendova u ambalaži, recikliranju i ponovnoj upotrebi. Plastika i folija se često koriste za tiskanje ambalaže koja zahtijeva otpornost na vlagu, masti ili druge vanjske uvjete kako bi proizvod zadržao svoju kvalitetu.

Glavna područja primjene fleksotiska u ambalaži (Slika 8) :

- Etikete, omotni materijali, fleksibilna ambalaža
- Kutije od valovite ljepenke, složive kutije
- Papiorne vrećice, vrećice za trgovine [4]



Slika 8 Proizvodi otisnuti tehnikom fleksotiska (<https://www.packagingstrategies.com/articles/99891-exploring-the-pros-and-cons-of-water--and-solvent-based-inks-for-flexo-printing>)

3.4.4. Strojevi

Razvojem fleksotiska i probojem na tržište, razvilo se nekoliko tipova gradnje strojeva koji ispunjavaju zahtjeve tiska različitih proizvoda. Odabir odgovarajućeg stroja za posao znači postizanje ravnoteže između kvalitete i funkcionalnosti s obzirom na podlogu, bojilo i druge aspekte. Tako su strojevi s obzirom na građu podijeljeni u 3 osnovne kategorije:

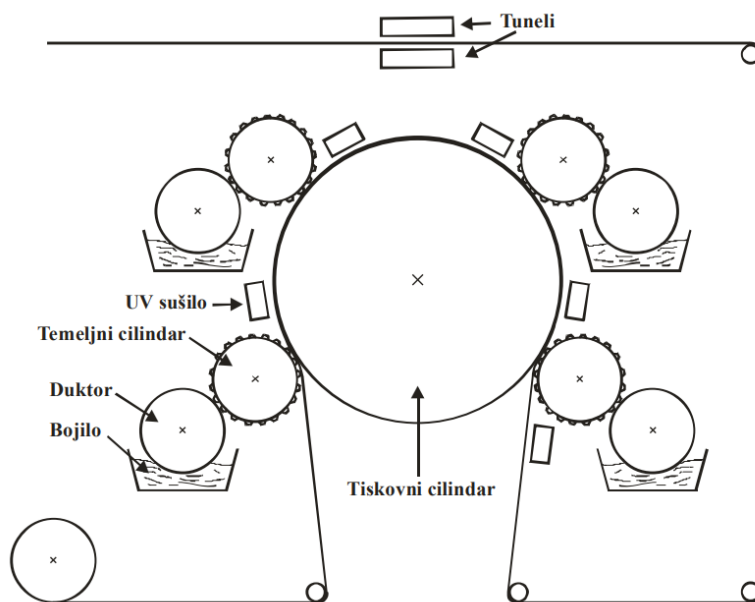
- Strojevi s centralnim tiskovnim cilindrom
- Strojevi s linijskim sistemom
- Strojevi sa sistemom toranj

3.4.4.1. Strojevi s centralnim tiskovnim cilindrom

Tiskarski strojevi s centralnim tiskovnim cilindrom, poznati i kao CI (central impression) vrlo su česti fleksotisku. Građeni su tako da imaju jedan veliki cilindar smješten centralno te su oko njega satelitski simetrično poslagani temeljni cilindri (Slika 9) . Centralni tiskovni cilindar drži tiskovnu podlogu stabilnom tijekom cijelog tiskarskog procesa i na taj način održava registar. Ovakvi tipovi strojeva najčešće imaju 2 do 10 temeljnih cilindara s pripadajućim uređajima za bojenje. Ci stroj pogodan je za otisak na različite tiskovne podloge, posebno za one na kojima je teško održati registar. Omogućen je otisak i na materijale velikih dimenzija, širine otiska čak do 3 m. Stroj pritom može postići velike brzine.

Tiskovni materijal se na ulaznoj jedinici odmatava s role i nakon tiskanja na izlaznoj jedinici se ponovno namota u rolu željenih dimenzija. Tiskovni materijal leži na centralnom cilindru tijekom cijelog procesa te prolazi od prve do zadnje pozicije gdje su smještene tiskovne forme temeljnim cilindrima, omogućujući prijenos svake boje i stvaranje konačne slike na izlaznoj jedinici.

Prednost centralnog tiskovnog cilindra uključuje dobro održavanje registra kao i mogućnost tiska višebojnih dizajna u jednom prolazu, a svojom građom zauzima manje prostora od nekih drugih tipova strojeva. Nedostatak mu je nemogućnost preokretanja tiskovne vrpce. Samim time nije moguć tisak s obje strane, već u jednom prolazu stroj može otiskivati samo s jedne strane tiskovne podloge.

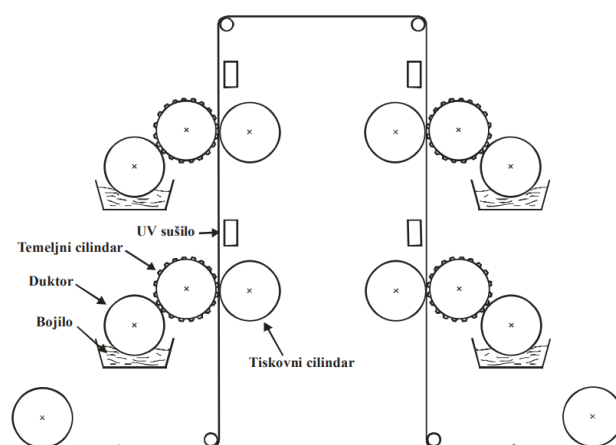


Slika 9 Stroj s centralnim tiskovnim cilindrom

(<https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A3865/datastream/PDF/view>)

3.4.4.3. Strojevi sa sistemom toranj

Strojevi u fleksotisku sa sistemom toranj, poznati i kao “stack” ili “tower”, građeni su tako da su tiskovne jedinice postavljene jedna iznad druge, stvarajući strukturu nalik tornju. Prvi strojevi su građeni tako da su se tiskovne jedinice nalazile samo s jedne strane tornja, a razvojem i povećanjem broja tiskovnih jedinica, one su poslagane i na drugu stranu tornja, jedna iznad druge (Slika 11). Između tiskovnih jedinica bojilo se suši. Ovakvi tip stroja najčešće otiskuje 6 ili 8 boja, a omogućuje i obostrani tisak. Strojevi u obliku tornja manje su precizni u odnosu na ostale tipove. Tako nisu pogodni za tisak na tanje materijale koji imaju malu dimenzionalnu stabilnost, na kojima ne može dobro održavati registar i za zahtjevnije poslove. Pogodni su za tisak na materijale koji ne zahtijevaju veliku preciznost kao što je valoviti karton. Međutim, ovakav tip stroja može postići veće brzine, do oko 300 m/min i pogodan je za velike naklade. [15]



Slika 11 – Stroj s sistemom toranj

(<https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A3865/datastream/PDF/view>)

3.4.5. Priprema stroja za tisak

Prije početka otiskivanja potrebno je pripremiti tiskarski stroj i opremu koja je potrebna. Kvalitetna i pravovremena priprema stroja i opreme može značajno utjecati na brzinu i kvalitetu proizvodnje. Također, čišćenje i održavanje stroja nakon završetka tiska skraćuje vrijeme pripreme na početku novog proizvodnog procesa i otklanja neželjene probleme. U pripremu stroja za tisak ulaze priprema tiskovne forme, anilox valjaka i tiskovnih cilindara. Praksa je da se tiskovne forme, ako je moguće, montiraju na tiskovne cilindre unaprijed. Vrlo često se na jednom stroju za montažu montiraju tiskovne forme za više tiskarskih strojeva pa je poželjno montirati unaprijed što je moguće. Nadalje, pripremaju se bojila prema specifikacijama ili uputstvima iz radnog naloga.

Potrebno je osigurati da su boje pravilno izmiješane, izmjeriti viskozitet i paziti na konzistentnost tijekom cijelog procesa tiska. Ako je potrebno, boje se mogu korigirati tijekom probnog otiska kako bi ispale što vjernije grafičkom rješenju ili uzorku. Priprema stroja uključuje postavljanje tiskovnih cilindara i anilox valjaka na stroj te podešavanje pritiska valjka te kontrolu brzine tiska kako bi se postigao optimalan prijenos bojila. Ako stroj nudi tu mogućnost, važno je postaviti senzore za kontrolu kvalitete i registraciju pogrešaka, kako bi se osiguralo da svaki otisak ispunjava standarde kvalitete. Na kraju se provodi probni otiska, vrlo često na probnoj tiskovnoj podlozi, kako bi se izmjerili svi parametri i napravile potrebne prilagodbe prije početka tisk konačnog proizvoda.

3.4.6. Proces tiska

Proces tiska uključuje prijenos boje s tiskovne forme na tiskovnu podlogu. Podloga se kreće kroz tiskarski stroj, prolazeći između valjaka koji prenose boju na nju. Ovisno o vrsti tiska, proces može uključivati jedan ili više prolaza kroz stroj za primjenu različitih boja ili slojeva. U fleksotisku, svaki anilox valjak na sebi sadrži ugravirane čašice koji služe za precizno doziranje i prijenos određene količine boje na tiskovnu formu, koja zatim pod pritiskom prenosi boju na podlogu. Tijekom prolaza kroz stroj, tiskovna podloga može prolazi kroz nekoliko stanica, od kojih svaka nanosi različitu boju što omogućuje stvaranje zajedničke slike. Također, osim bojila mogu se nanosi različite vrste lakova i zaštitnih slojeva. Ključni korak kod stvaranja točne slike je nanos svake boje na točno predviđeno mjesto, što se već ostvaruje kod montaže tiskovnih valjaka.

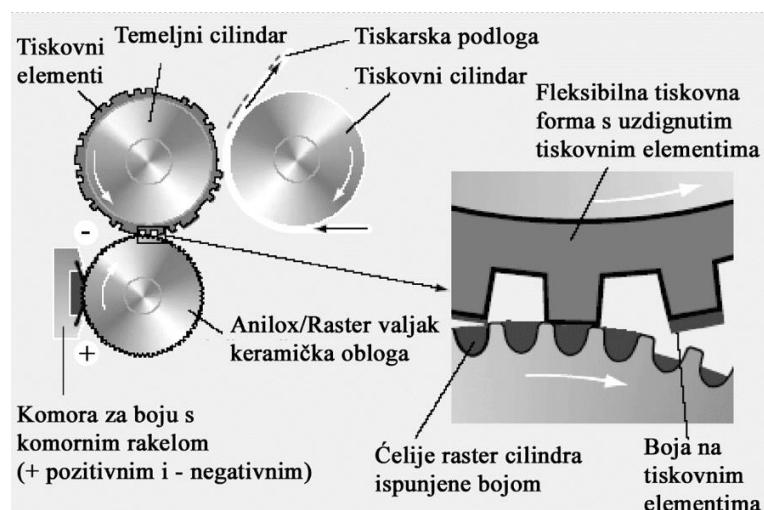
Razvoj tehnologije omogućio je i jednostavniji nadzor tiska. Strojari na tisku nadziru proces tiska, koriste razne alate za kontrolu kvalitete i razne dodatne mogućnosti stroja koje automatski traže pogreške. Usporedno tome, zadatak strojara je i vizualna i instrumentalna kontrola boja. Instrumentalna kontrola boja se najčešće radi s uređajem poput spektrofotometra.

Poneki tiskarski strojevi, osim mogućnosti tiska, dolaze s mogućnostima dodatne obrade kao što je tretiranje podloge korona nabojem i perforacija, koji također ulaze u proces tiska i strojari na tisku su ih dužni pratiti i kontrolirati. [16]

3.4.7. Princip otiskivanja

Fleksotisak spada u izravne tehnike visokog tiska. Izravna tiskarska tehnika je postupak tiska u kojem tiskovna forma izravno prenosi bojilo na tiskovnu podlogu bez posrednika. Glavni sustav na stroju u kome se vrši tisak je sustav za obojenje. Tiskovne jedinice stroja za fleksotisak koriste sustav za obojenje s klasičnim rakelom i sustav za obojenje s komornim rakelom (Slika 12), koji se primjenjuju na najvećim strojevima. Sustav s komornim rakelom omogućava bolju kontrolu korištenja bojila i veću dosljednost bojila tijekom tiska. Sustav za obojenje s komornim rakelom sastoji se od dva rakel, plastičnog rakel postavljeneg suprotnog smjeru vrtnje i čeličnog rakel, postavljeneg u smjeru vrtnje aniloks valjka. Aniloks valjak prenosi bojilo do tiskovne ploče. Aniloks valjak na površini ima gustu rastersku mrežicu ćelija koja omogućava preciznost nanošenja bojila. U ćelije, odnosno čašice se prima bojilo i prenosi točno određenu količinu bojila na tiskovnu formu. Nanos bojila na tiskovnoj formi mora biti ravnomjieran. Tiskovna forma sastavljena je od tiskovnih i netiskovnih elemenata. Tiskovni elementi su izdignuti i dolaze u kontakt s bojilom te ga prenose na tiskovnu podlogu. [17]

Tijekom cijelog tiskarskog procesa nastoji se održati ravnomjieran nanos bojila kako bi se dobio kvalitetan i ispravan otisak. Ponekad je potrebno više vremena kako bi se postigao kvalitetan otisak. Samim time, potrebno je raditi korekcije tijekom procesa. Najčešće korekcije se odnose na nanos bojila, pritisak temeljnog i tiskovnog cilindra, napetost podloge i zamjene aniloks valjka. Uz pravilnu primjenu korekcija moguće je postići kvalitetne otiske, smanjiti otpad i povećati efikasnost proizvodnje.



Slika 12 Sustav za obojenje s komornim rakelom (Materijali s predavanja)

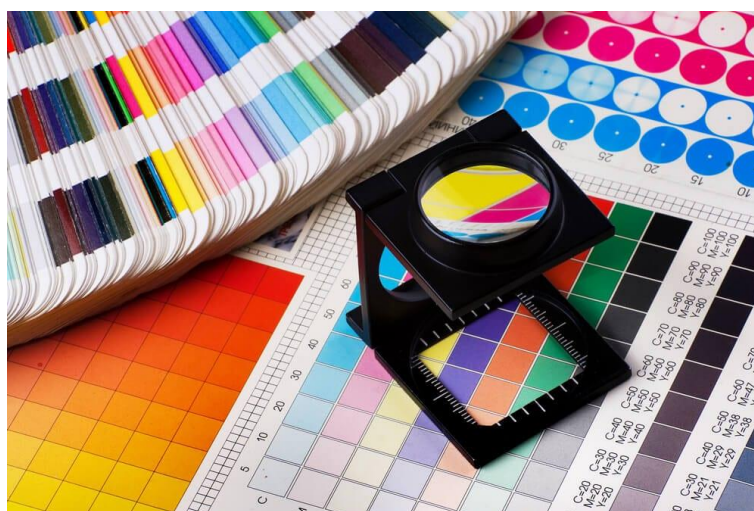
3.4.8. Kontrola tiska

U grafičkoj industriji vrlo je važna kontrola tiska kojom se otklanjaju pogreške i osigurava kvaliteta i dosljednost tiska. Važnost kontrole je pravovremeno uočavanje i ispravljanje pogrešaka kako bi se izbjegle neželjene količine otpada i osigurala veća efikasnost. Glavni cilj je zadovoljiti potrebe kupca i krajnjeg potrošača. Kontrola boja na otisku ima ključnu ulogu u osiguravanju kvalitete otisak u fleksotisku, gdje točnost i konzistentnost boje osiguravaju zadovoljstvo kupca. Ljudsko oko može percipirati samo određeni dio spektra boja koji se naziva vidljivi dio spektra i proteže se od 380 do 750 nm.

Postoji nekoliko metoda tiska koje se mogu provoditi a razlikuju se u složenosti, ali i točnosti. Najčešće metode su vizualna kontrola, kontrola mjernim uređajima te softverskim alatima.

Vizualna kontrola je osnovna metoda koja se oslanja na iskustvo i percepciju kontrolora. U vizualnoj kontroli pažljivo se pregledava otisak kako bi se uočile nesukladnosti u boji i registru. Često se u takvom slučaju koristi neka referenca ili određeni katalog boja. Kod kontrole boja često se koristi Pantone sustav boja koji je omogućio standardizaciju i komunikaciju specifičnih boja između dizajnera, tiskara i klijenata.

Vizualna kontrola također može uključivati i mjerenja koja se odnose na duljinu koraka i širinu ispisa. Vizualna kontrola tiska može uključivati promatranje otisnutih punih površina, jednakosti obojenja, točnosti registra i sposobnosti reprodukcije niskih tonskih vrijednosti. Kao pomoćni alat može se koristiti povećalo koje može uvećati sliku i do 12x kako bi se lakše uočili nedostaci. (Slika 13) [18] Iako je vizualna inspekcija korisna i može rano otkloniti pogreške, subjektivna je i može varirati od osobe do osobe koje vrši kontrolu.



Slika 13 Povećalo za vizualnu kontrolu boja (<https://ateamprinting.com.au/how-to-proof-your-digital-print-services/>)

Kako bi se postigla preciznost, kontrola boja se oslanja na instrumente. Mjerni uređaji kao što su spektrofotometri i denzitometri pružaju objektivnije i preciznije mjerenje kvalitete boje i ispisa. Spektrofotometar je uređaj koji je dizajniran da vidi svjetlo na sličan način kao ljudsko oko. Za razliku od ljudskog oka, instrument može kvantificirati boju u smislu 3 vizualna atributa: nijansa, zasićenje i svjetlina. Spektrofotometar mjeri količinu svjetlosti koju apsorbira i reflektira uzorak na različitim valnim duljinama. Za referencu koristi uzorak te mjeri razliku u obojenjima. [19] Denzitometar je uređaj koji mjeri optičku gustoću boje na tiskovnoj podlozi i dot gain. Djeluje usmjeravanjem svjetla na ispisanu površinu i zatim mjerenjem količine reflektiranog svjetla. [20] Mjerenja se najčešće odnose na CMYK boje.

Osim što osigurava estetsku kvalitetu, kontrola boja igra važnu ulogu u postizanju konzistentnosti otiska tijekom proizvodnog procesa. Kontrola boja pomaže u sprječavanju neželjenih odstupanja koja bi mogla dovesti do nezadovoljstva klijenata.

3.4.9. Pogreške u tisku

Iako je fleksotisak poprilično jednostavna tiskarska tehnika, svejedno dolazi do određenih pogrešaka. Pogreške u fleksotisku mogu značajno utjecati na kvalitetu konačnog proizvoda i učinkovitost proizvodnog procesa. Najčešće pogreške uključuju nepravilnosti u registru boja, mrlje, pruge i neujednačeni prijenos tinte. Parametri koji mogu utjecati na kvalitetu tiska su grafička priprema, izrada tiskovne forme, materijali na koje se otiskuje kao i bojilo, no čak 70 % pogrešaka rezultat je samog procesa tiska. Kako bi se minimizirale pogreške, ključno je osigurati pravilno održavanje opreme, strojeva te nastojati kontinuirano obučavati zaposlenike. Osim toga, korištenje kvalitetnih materijala i suvremenih tehnologija može znatno smanjiti učestalost pogrešaka. Najčešće pogreške u tisku su:

- BLEEDING
 - Mogući uzroci: previsoki viskozitet, prevelik nanos bojila, prevelike brzina ispisa, previše slojeva bojila
- MORÉ (Slika 14)
 - Mogući uzroci: krivi kut rastera na tiskovnoj ploči, sušenje bojila na anilox valjku, prenizak omjer linijature anilox valjka i raster točke na tiskovnoj formi
- PRIRAST RASTER TOČKE
 - Mogući uzroci: premekana tiskovna forma i pretvrda dvostrana ljepljiva traka, pogrešno izračun prirast raster točke, prevelik pritisak između tiskovne forme i tiskovne podloge

- DUŽINA KORAKA
 - Mogući uzroci: prevelika ili premala napetost tiskovne podloge, previsoka ili preniska temperatura sušenja
- REGISTAR
 - Mogući uzroci: pogrešno montirana tiskovna podloga, previsoka temperatura sušenja, pogrešno definirana napetost tiskovne podloge [21]



Slika 14 Primjer Moré-a (Flexographic printing guide, Siegwirk)

3.5. Procesi dorade

Grafička dorada je završna faza izrade grafičkog proizvoda u kojem proizvod poprima uporabni oblik. [22] Postupci grafičke dorade mogu uključivati niz različitih tehnika kao što su laminiranje, lakiranje, savijanje, izrezivanje i uvezivanje, a sve ovisi o vrsti proizvoda koji se izrađuje.

3.5.1. Laminacija

Laminacija je tehnika izrade višeslojnog materijala, kako bi kompozitni materijal postigao poboljšanu čvrstoću, stabilnost i zaštitu finalnog proizvoda korištenjem različitih materijala. Laminat se trajno spaja s pomoću ljepila. [23] Proces laminacije uključuje prekrivanje tiskanog proizvoda tankim slojem prozirnog filma, koji može biti od različitih materijala, a najčešće je izrađen od polipropilena (BOPP). Dodatni sloj pruža zaštitu od vlage, prljavštine, habanja i vanjskih utjecaja poput kiše i UV zračenja.

Stroj za laminaciju (Slika 15) najčešće koristi kombinaciju topline, pritiska i valjkastog mehanizma. Laminacija također može utjecati i na vizual određenog proizvoda, dodajući mu sjajni ili mat efekt.

Kada se govori o laminaciji u proizvodnji fleksibilnog pakiranja, najčešće se razlikuju duplex i triplex kombinacije, od kojih su najčešće:

- Duplex BOPP / BOPP – pakiranja tjestenine, šećera, slatkiša
 - Dobra transparentnost, čvrstoća, otpornost na vanjske utjecaje
- Duplex BOPP / PP Cast – tjestenina, suhi keksi
 - Dobra barijerna svojstva, prozirnost, otpornost na oštećenja
- Triplex PET / AL / PE - začini, kava
 - Dobra barijerna svojstva, zaštita okusa proizvoda, vizualna prezentacija [23]

Laminacija se može svrstati u 4 glavne kategorije: suho laminiranje, mokro laminiranje, laminacija bez otapala i laminacija voskom ili vrućim taljenjem. [24]



Slika 15 Stroj za laminaciju – Nordmeccanica Group Super Simplex SL e800

[\(https://www.flexography.org/industry-news-iq/nordmeccanica-launches-new-solventless-lamination-solution-for-hp-indigo-printed-digital-flexible-packaging/\)](https://www.flexography.org/industry-news-iq/nordmeccanica-launches-new-solventless-lamination-solution-for-hp-indigo-printed-digital-flexible-packaging/)

3.5.2. Rezanje

Posljednji korak prije isporuke gotovog proizvoda predstavlja rezanje jumbo role na manje role prema zahtjevima kupca. Ovaj postupak uključuje precizno rezanje tiskanog materijala na željene dimenzije, a mogu se prilagođavati različite širine i promjeri rola. Kod strojeva (Slika 16) koji se koriste u fleksotisku, uključujući i rezalice, bitno je održavanje registra i pravilno podešavanje napetosti kako ne bi došlo do iskrivljenja proizvoda, odnosno promjene dužine koraka, te kako bi i finalna rola odgovarala tehničkim zahtjevima koje je postavio kupac. [25]

Osim za rezanje, ovi strojevi su namijenjeni i za premotavanje rola ili premotavanje u role manjeg promjera.



Slika 16 Rezalica Euromac TB 3.08 (Izvor autora)

4. Proizvodni proces izrade LDPE ambalaže u fleksotisku

U suradnji s tvrtkom “Muraplast” dobila sam mogućnost pratiti proizvodni proces tiska. Konkretno se radilo o tisku unutarnjeg pakiranja suhих maramica. Tisak je bio unutarnji, odnosno boja je dolazila s unutarnje strane materijala. Proizvodni proces je pratio proizvod od ekstruzije materijala, izrade montaže za tiskovne ploče, izrade radnih naloga za tisak i rezalicu te na kraju sam otisak i konačno rezanje proizvoda na naručene dimenzije.

4.1. Narudžba

Proces započinje od zaprimanja kupčeve narudžbe. Nakon što je kupac u narudžbi definirao svoje zahtjeve, priprema se ponuda koja uključuje detaljne cijene i konačne specifikacije proizvoda kojeg je moguće proizvesti, a kupac vraća povratnu informaciju prihvaća li ili ne prihvaća ponudu. Konkretno, kupac je definirao da materijal koji želi je LDPE film debljine 0.03 mm, a količina je 84.00 km. Osim toga, naveo je posebne specifikacije kao što su specifikacije pakiranja, točnost kod raporta i slično.

Na početku je kupac zatražio okviran izračun potrošnje boje u €/kg što je komercijalist koji je zadužen za kupca iskomunicirao s voditeljem tiska.

U ponudu koja se šalje kupcu, ulazi i ponuda s cijenama i montažom klišeja, koja se komunicira s određenim grafičkim studijom koji radi montažu za izradu tiskovne forme.

Nakon što je napravljena kompletna montaža, šalje se krajnjemu kupcu na ovjeru te se nakon njegovog odobrenja radi narudžba prema grafičkom studiju i oni kreću s izradom tiskovne forme.

4.2. Ekstruzija

Ekstruzija u proizvodnji plastične ambalaže je proces oblikovanja plastičnih masa u obliku granulata ili peleta, s pomoću temperature, u kontinuiranu foliju, film ili crijevo. Granulat se pod utjecajem topline topi u ekstruderu (Slika 17) te prolazi kroz glavu ekstrudera koja talinu oblikuje u tanki kružni oblik. Masa se oblikuje u balon, hladi, a nakon hlađenja se gotov proizvod namata u rolu. Prije namatanja pojedini ekstruderi imaju mogućnost dodatnog tretiranja filma corona nabojem, mogućnost perforacije te rezanja gotovog proizvoda na željene duljine. Osim toga tijekom procesa ekstruzije moguće je dodavanje aditiva materijala, poput boja, stabilizatora i punila. [26]

Proces ekstruzije omogućuje proizvodnju plastičnih filma i crijeva različitih debljina, boja, tekstura i različitih svojstva ovisno o potrebama raznih industrija kao što su prehrambena industrija ili industrija građevinskih materijala.



Slika 17 Windmüller & Hölscher ekstrudor (Izvor autora)

4.2.1. Karakteristike materijala

LDPE (Low-Density Polyethylene) je vrsta polietilenskog materijala niske gustoće koji se primjenjuje u pakiranjima industrija kao što su prehrambena i poljoprivredna industrija, a koristi se za pakiranja proizvoda kao što su vrećice za namirnice ili vrećice za smeće, spremnici za sokove i samoljepljive folije. LDPE je definiran rasponom gustoće od 917 do 930 kg/m³. LDPE je vrlo fleksibilan materijal što ga čini pogodnim za ambalažna pakiranja. Osim toga, LDPE je mekan materijal proziran izgledom. [27] Ono što je važno kod materijala koji se koristi u ambalažnom pakiranju je otpornost na vremenska uvjete što uključuje i dobru izolaciju te otpornost na kemikalije i koroziju. Nije primjeren za pakiranja koja zahtijevaju čvrstoću i otpornost na visoke temperature. U pakiranju proizvoda kao što su maramice, nužna je mogućnost zavarivanja materijala kako bi ono ispunilo svoju svrhu.

Moguće ga je 100 % reciklirati. Tijekom procesa recikliranja, iskorišteni LDPE se usitnjava u male komadiće i zatim ponovno oblikuje u granule. U tom procesu se preporučuje dodavanje čistog LDPE zbog svojstva čvrstoće i pouzdanosti. LDPE ima broj za recikliranje "4" kao svoj identifikacijski kod smole unutar univerzalnog simbola za recikliranje. [28]

Firma Muraplast omogućuje ekstruziju jednoslojnih ili troslojnih crijevnih polietilenskih filmova. Muraplast nudi mogućnost izrade sljedećih LDPE proizvoda: ravna LDPE folija u roli, polucjevasta LDPE folija u roli, cjevasta LDPE folija u roli, cjevasta LDPE folija u roli s bočnim umetcima i perforirane LDPE ploče u roli.

4.3. Priprema i izrada klišeja

Kupac je prilikom narudžbe poslao pripremu za tisak napravljenu u Adobe Illustrator te istu datoteku u PDF formatu. Uz pripremu za tisak, poslali su i otisnuti uzorak od prethodnog dobavljača koji će služiti kao referenca. Zanimljivo je da se na jednom koraku otiska nalazi pet različitih dizajna (Slika 18).



Slika 18 Grafička priprema montaže za izradu TF (Izvor autora)

Muraplast interno ne radi grafičku pripremu niti ploče za tisak. Izradu ploča za tisak radi se u vanjskom studiju. Komunikacija s određenim grafičkim studijom se odvija u nekoliko faza, a započinje sa slanjem zaprimljene kupčeve grafike na temelju koje se radi montaža, sa separacijom boja, kontrolnim klinovima, kotiranim markerima te naznačenom širinom i raportom otiska.

Prilikom izrade montaže također je važno obratiti pozornost na posebne napomene i moguće probleme koji bi se mogli javiti tijekom tiska. U ovom primjeru, kupac je poslao grafičku pripremu napravljenu u CMYK sustavu, dok je kao referentni uzorak za boje u tisku napravljen s pomoću boja Pantone skale, što je dokazano mjerenjima s pomoću spektrofotometra. U tom slučaju, grafički studio je također napravio mjerenja, te je primljeni dokument pripremio za otisak s pomoću spotnih boja.

Gotovo cijeli otisak se radi u punom tonu, osim loga koji se tiska s pomoću rastera. Na referentom uzorku su napravljena mjerenja linijature rastera te je izmjerena linijatura koja iznosi 38 l/cm.

Za svaku tiskovnu formu zasebno se računa kvadratura, s obzirom na to da ne pokrivaju sve ploče jednaku tiskovnu površinu te kako bi se u konačnici klišeji mogli naplatiti kupcu. Za konkretan primjer izračunata je sveukupna kvadratura za 8 koja iznosi 47.430 cm².

Nakon napravljene konačne montaže, grafički studio vraća 2 dokumenta, kompozitni dokument te dokument sa separacijom boja. Odlučeno je da će se raditi otisak u 6 traka i u 1 prolazu, na valjku 850 mm. Sam dizajn je napravljen tako da se u 1 prolazu otiskuje 5 različitih slika koje se umotavaju u istu rolu, a između svake slike je prozirna zona bez otiska koja iznosi 8 mm. Prilikom tiska, u mjestima prozirnih zona, na stroju bi se javljale vibracije i neželjeni udarci koji bi prouzrokovali probleme poput poroznosti na rubnim dijelovima slika. S ciljem izbjegavanja takvih problema, svaka traka je zamaknuta u odnosu na drugu upravo za tih 8 mm. Osim toga, na zaprimljenom kompozitnom dokumentu ucrtana je i bijela linija koja će služiti kao fotoćelija na rezalici te su u legendi definirane vrijednosti linijature rastera (38 l/cm), debljine tiskovne ploče (1,14 mm), vrsta tiska (unutarnji), dimenzije rola koje se šalju kupcu (143x168 mm) te boje otiska (Black, P193, P1955, P2143, P2757, P489, P644). Prije slanja montaže kupcu potrebno ju je provjeriti. Provjera uključuje provjeru boja i separaciju boja, raport i širinu, čitljivost EAN koda ako postoji.

4.4. Kreiranje radnog naloga za tisak

Nakon što je kupac potvrdio narudžbu i na temelju montaže odobrio posao, posao se stavlja u plan tiska. Kada će se određeni posao tiskati ovisi o obujmu posla, tehničkim zahtjevima te dostupnosti tiskarskih strojeva koji mogu ispuniti dane zahtjeve. Nakon što je posao ubačen u plan tiska te je poznat datum proizvodnje, može se krenuti s izradom radnog naloga, što je u pravilu dva do tri dana prije samog tiska. Osim na datum tiska, potrebno je obratiti pažnju i na dostupnost poluproizvoda i njegove kapacitete.

Samim time, prije izrade naloga potrebno je proći nekoliko koraka koji su nužni za pripremu svih validnih informacija koje radni nalog mora sadržavati, kako bi u konačnici sav materijal bio adekvatno pripremljen, a konačni proizvod pravilno otisnuti.

Prvi korak je u sustavu (programu) otvoriti šifru pod kojom će se voditi poluproizvod koji će se koristiti na tisku. Nova šifra proizvoda se otvara u sekciji *Zajednički podaci* -> *Osnovni podaci aplikacija* -> *Artikli* -> *Artikli*. Najprije se odabire grupa artikala, što je u ovom slučaju 0202 – Poluproizvod PE film, te generirati novu šifru koja se generira automatski slijedno. Osim toga, još se upisuje kompletan naziv artikla te jedinična mjera artikla, u konkretnom slučaju je to kilogram.


U kartici ostala svojstva potrebno je popuniti polja Debljina folije, Faktor, Faktor intrastat, Širina (folije), Gustoća (folije), Valjak te potvrdno polje da se folija tiska.

Idući korak je popunjavanje obrasca za radni nalog. Obrazac otvara u kartici *Praćenje proizvodnje* -> *Priprema proizvodnje* -> *Sastavnica*.

Najprije je potrebno odabrati grupu proizvoda, što je u ovom slučaju tisak te u polje *Sastavnica* za upisati šifru poluproizvoda koji se koristi. Potom se u polje napomene upisuju uputstva i napomene kao što su referentni uzorak, smjer namatanja role, uputstva o obrezivanju, napetostima i slično, na koje je bitno pripaziti tijekom tiska. Nakon toga se unose podaci o širini i debljine folije, odnosno poluproizvoda. Posljednji i najbitniji korak je unasanje podataka o bojama, određivanje rasporeda boja kojim redom će se otiskivati, odabiru anilox valjka te ljepila za klišeje.

Kod odabira redosljeda boja potrebno je obratiti pažnju na način otiskivanja, odnosno je li tisak vanjski ili unutarnji. Posebice je to važno zbog bijele boje koja se kod vanjskog tiska otiskuje prva, dok kod unutarnjeg posljednja. Od ostalih boja, preporuka za kvalitetni otisak je da se kod unutarnjeg tiska, najprije otiskuju tamnije, a zatim svjetlije boje, dok je kod vanjskog tiska obrnuti redosljed. Tamnije boje bolje prekrivaju svijetle te se na taj način mogu izbjeći uočljive pogreške. S popisa anilox valjka potrebno je uskladiti koji valjak će se koristiti za koju boju te imati na umu da se anilox valjci manjih linijatura, a većeg opsega koriste za otiske punog tona, dok se valjci većih linijatura, a manjeg opsega koriste za tisak rastera. Također, tvrđa ljepila kao što su E1720H i E1820H se koriste za otiske punog tona, a ljepila poput E1320H, za tisak rastera.

Posljednji korak je prebaciti status radnog naloga iz *Otvoren* u *Planiran* te *Aktiviran* i u kartici *Proizvodni nalozi* -> *Pregled proizvodnih naloga* provjeriti status naloga. Nakon što je nalog uspješno aktiviran, printa se i spreman je za realizaciju. Uz radni nalog (Slika 19), u privitku se pridodaju i proizvodno kontrolni list, lista s ekstruzije, print PDF montaže te uzorak od kupca.

Šajnišna 16, 40329 Kotoriba tel: 9036(0)48 683 200 Muraplast d.o.o.				RADNI NALOG		Broj : 240453/7 Datum PN : 23.04.2024	
				23.04.2024. 12:06:07		Stranica : 1 / 2	
				Stroj : ZF - W&H NOVOFLEX*			
Valjak : 850 mm RAPORT: 168 mm				Klasifikacija artikla : PLASTIKA			
Kupac : Paloma d.d.				Narudžba :			
Šifra proizvoda :				Brzina : m/min			
Vrsta proizvoda		Količina		Materijal			
LDPE FILM 1010I.030 E-599 PALOMA FRIENDS		470.00 kg		TRANSPARENT za rezalicu			
Pozicija	Boja (proizvođač)	Napomena	Raster (proizvođač)	Visko zilet	Ljepilo		
1.	PROCESS BLACK		200 - 8	20	E1520H-VIOLET		
2.	PLAVA P-2143		148 - 13	20	E1720H-GREEN		
3.	PLAVA P-2757		200 - 8	20	E1520H-VIOLET		
4.	PLAVA P-644		200 - 10	20	E1720H-GREEN		
5.	CRVENA P-193		200 - 10	20	E1720H-GREEN		
6.	CRVENA P-1955		168 - 13	20	E1720H-GREEN		
7.	BEZ P-489		300 - 6.5	20	E1720H-GREEN		
8.	White	+ linja za rezalicu	148 - 13	28	E1820H-BLUE		
9.							
10.							
RAZRJEDIVAČ - USPORIVAČ - ETOKSIPROPANOL - zbirne boje							
NOVI KUPAC - STROGO PAZITI NA KVALITETU TISKA !							
NOVI TISAK - PREMA PRINTU BOJE PREMA UZORKU OD KUPCA STROGO PAZITI NA BOJE							
ČITLJIVA STRANA JE VANJSKA STRANA NA ROLI SMJER ODMATANJA POKAZAN NA PRINTU							
ŠTAMPATI CUJELE ROLE S EKSTRUZIJE - nema obrezivanja, potrebno centriranje tiska na dimenziju 1010 mm - obrezivanje i rezanje na trake na rezalici - OBAVEZNO PROVJERAVATI ČITLJIVOST BAR CODOVA							
PAŽNLJAI PAZITI NA RAPORT - MORA BITI 168 mm (tolerancija +/- 1) PAZITI NA NAPETOSTI (obavezno upisati)							

Slika 19 Radni nalog za tisak (Izvor autora)

4.5. Tiskarski stroj

Windmüller & Hölscher je jedan od svjetski vodećih proizvođača strojeva i sustava za proizvodnju fleksibilne ambalaže koji uključuju strojeve za ekstruziju, tisak i preradu folije. [29]. Jedna od novijih inovacija u tisku fleksibilne ambalaže je upravo *Cl-Flexo-Printing-Press NOVOFLEX L8* s centralnim cilindrom (Slika 20). Ova generacija Novoflex tiskarskog stroja dolazi sa 8 jedinica za ispis te maksimalnom širinom ispisa 1650 mm ulaznih rola maksimalne širine 1700 mm. Raspon raporta, odnosno duljine koraka ispisa koji obuhvaća je od 440 mm do 1250 mm.

Brzine otiska ovise o specifikacijama i zahtjevima tiska te raznim faktorima stroja, koji između ostaloga mogu uključivati vrstu materijala na koji se otiskuje, vrstu bojila, složenost dizajna i broj boja te sveukupno tehničko stanje stroja. Novoflex postiže brzine otiska do 500 m/min. Bitna karakteristika stroja u industriji fleksibilnog pakiranja je mogućnost otiskivanja na različite vrste te debljine materijala, s obzirom na širok spektar proizvodnje različitih primjena. Novoflex je omogućio ispis na materijale LDPE, CPP, BOPP, OPA i PET debljine između 8-150 µm. Novoflex omogućuje ispis s bojilima na bazi vodenog ili alkoholnog otapala. Konkretni primjer stroja namijenjen je za NC bojila, PVB bojila, dvokomponentna bojila i bojila na bazi vode.

Tablica 1 Karakteristike stroja za tisak Novoflex

Tip stroja	Cl-Flexo-Printing-Press NOVOFLEX'' L8
Širina tiskovne podloge	max. mm 1.700
Širina ispisa	max. mm 1.650
Dužina koraka ispisa	mm 440 – 1.250
Broj tiskovnih jedinica	8
Max. brzina tiska	550 m/min
Promjer role	max. mm 1.300
Materijali tiskovnih podloga	LDPE, CPP, BOPP, OPA, PET
Debljine tiskovne podloge	8-150 µm

Novoflex druge generacije pruža industriji fleksibilne ambalaže sve najbolje tehničke karakteristike koje se očekuju od stroja u današnje vrijeme. Postiže odlične brzine ispisa s odličnim registrom tiska i savršenom aplikacijom bojila. Omogućava automatizirane postavke kao što su postavljanje viskoziteta, podešavanje pasera i pritiska. Stroj obećava minimalno podrhtavanje, što i ispunjuje i to ga čini savršenim za ispis manjih grafika.



Slika 20 Windmüller & Hölscher Novoflex (Izvor autora)

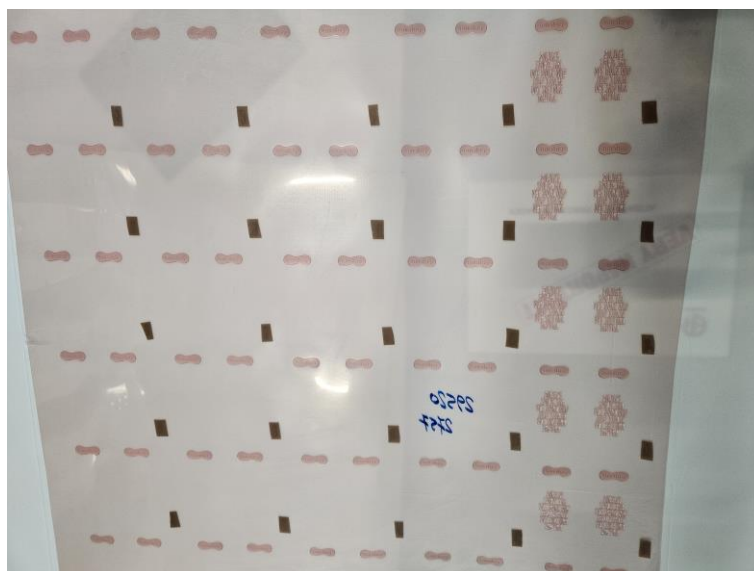
4.6. Tisak

Ako proizvod ne zahtijeva daljnju obradu, kao što su rezanje ili laminacija, otisak je u većini slučajeva posljednji korak u proizvodnom procesu. Odabir odgovarajućeg i kvalitetnog stroja i priprema materijala igraju veliku ulogu u postizanju vrhunske kvalitete otiska.

U pripremu materijala ubrajaju se priprema boje, koja se radi prema popisu boja, koje strojar može pronaći na radnom nalogu ili u sustavu te pripremu anilox valjaka i valjaka s tiskovnom formom, odnosno klišejem.

Fotopolimerna tiskovna forma (Slika 21) montira se na tiskovne cilindre ili sleeveove s pomoću montažne trake. Montažna traka također igra veliku ulogu i kvaliteti otiska. Montažna traka varira u tvrdoći, tako postoje mekše trake (E1320H) koje se koriste kod otiska finih, raster elemenata, te tvrde trake (E1720H) za ispis punih tonova.

Odabirom pogrešne trake, mogu se postići neželjene pogreške, kao što su prestisnuti ili zamrljani raster elementi ili porozni otisak punog tona. Prema potrebi, moguće je kombinirati trake različitih tvrdoća na pojedinim dijelovima klišeja, kako bi se postigao bolji otisak. Također, kod odabira montažne trake, trebalo bi imati na umu nekoliko aspekata koji bi mogli imati utjecaja na pravilan ispis, a to su brzina otiska, trošenje fotopolimera, veličina raster točke i pritisak na stroju. [30]



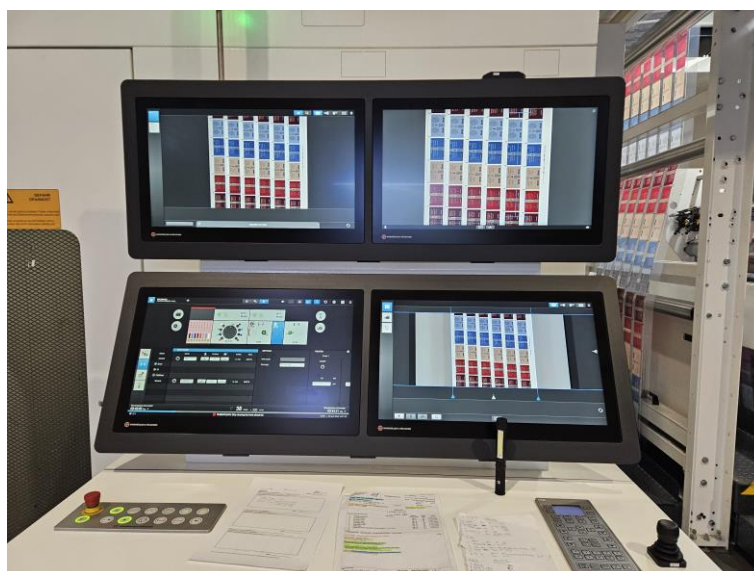
Slika 21 Tiskovna forma za P2757 (Izvor autora)

Idući korak je priprema anilox valjaka koji su također određeni prilikom sastavljanja radnog naloga, iako se tijekom namještanja otiska mogu zamijeniti u svrhu postizanja kvalitetnije otiska.

Nakon što su svi elementi pripremljeni i montirani na stroj, kreće se s probnim ispisom. Prvi korak je namještanje postavke Precondition koja služi za namještanje viskozitet boje, a optimalan viskozitet je 20 m²/s. Zatim stroj automatski postavlja pritisak za svaku boju posebno, a nakon što se otisak spoji, strojar prema potrebi ručno podešava registar preko upravljačke ploče stroja (Slika 22).

Prva kontrola otiska obavlja se nakon što su sve postavke na stroju postavljene. U ovom koraku vrlo je važno napraviti instrumentalnu provjeru boja, kako bi se mogle napraviti potrebne izmjene, zatim prema dimenzijama s grafike izmjeriti širinu i raport. Instrumentalna kontrola boja napravljena je spomoću spektrofotometra Exact Advanced tvrtke XRite, a referentni uzorak za boje bio je kupčev uzorak. Prema potrebi moguće su izmjene u postavkama pritiska na tiskovnom cilindru, napetosti ili izmjene u bojama te izmjene anilox valjaka.

Nakon što je postignut optimalan otisak, kreće s otiskivanjem finalnog proizvoda.



Slika 22 Upravljačka ploča na tiskarskom stroju (Izvor autora)

4.7. Kontrola otiska

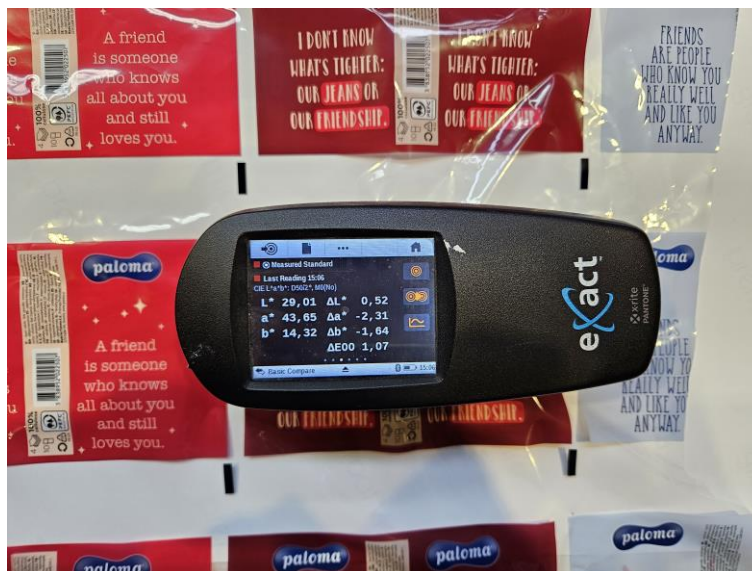
Tijekom cijelog procesa namještanja postavki za tisak potrebno je provoditi kontrolu otiska kako bi se postigli željeni rezultati, odnosno korektno boje, zadani raport te širina otiska. Kontrola tijekom tiskarskog procesa nije bitna samo kako bi se postigao kvalitetan otisak i bio u skladu standardima i zahtjevima klijenata, već osigurava i ekonomičniji rad u smislu potrošnje boje, škarta i potrošnji energije. Također dobra kontrola sprečava gubitke u vidu materijala, vremena i resursa, poboljšava učinkovitost.

Nakon što su svi parametri usklađeni i tehnički zahtjevi ispunjeni, uzorak se smatra referentnim te se može koristiti tijekom budućih otisaka.

Kod kontrole boja kupac može definirati i poslati referentni uzorak prema kojemu se mjere boje ili može definirati da su boje referentne prema *Pantone* ili nekoj drugoj skali. Mjerenjem boja uređajem kao što je spektrofotometar dobivamo informaciju ΔE koja mjeru razlike u boji između dva otiska ili između otiska i referentne boje. ΔE se izračunava kao udaljenost između dvije točke u trodimenzionalnom prostoru boje. Koristi se za kvantifikaciju razlike u boji na temelju promjena u vrijednostima Lab* prostora boje, gdje L^* predstavlja svjetlinu, a a^* i b^* predstavljaju bojne komponente. Maksimalna optimalna ΔE razlika u fleksotisku iznosi 2.

Na uzorku koji zadovoljava kupčeve zahtjeve izmjerene su sljedeće vrijednosti za svaku boju:

- P489 - $\Delta E = 0,47$
- P644 - $\Delta E = 2,76$
- P193 - $\Delta E = 0,95$
- P2143 - $\Delta E = 2,26$
- P1955 - $\Delta E = 1,07$ (Slika 23)



Slika 23 Kontrola boja s pomoću Xrite spektrofotometra (Izvor autora)

4.8. Kreiranje radnog naloga za rezanje

Posljednji proces u izradi traženog proizvoda je rezanje otisnutog proizvoda, odnose otisnute role, na širinu koju je zatražio kupac. Za praćenje proizvodnog tijeka, potrebno je također kreirati radni nalog sa specifikacijama poluproizvoda kao i konačnog proizvoda.

Kreiranje radnog naloga započinje otvaranjem nove sastavnice u kartici *Praćenje proizvodnje* -> *Priprema proizvodnje* -> *Sastavnica*. U sastavnici se najprije odabire grupa proizvoda, što je rezanje, te se popunjavaju polja jedinične mjere, koja su u konkretnom slučaju km i kg. Kako bi se olakšalo popunjavanje ostatka obrasca, kopira se sastavnica sličnog proizvoda s istim ili sličnim specifikacijama koje se po potrebi moraju korigirati. Najprije se korigiraju napomene. U konkretnom slučaju potrebno je korigirati toleranciju u širini konačnog proizvoda, upisati zadanu težinu te promjer role, ostaviti mjesta kako bi se nakon završetka rezanja upisale napetosti koje su bile postavljene na stroju. Posljednji korak u popunjavanju je kopiranje sastavnice za tuljke na koje će se namatati i sastavnice poluproizvoda koji se koristi te odabir stroja. Stroj koji se koristi na konkretnom primjeru je *Euromac TB 3.08*. Nakon što je radni nalog kreiran, pridodaje mu se

ID, a zatim je potrebno prebaciti status radnog naloga iz *Otvoren* u *Planiran* te *Aktiviran* i u kartici *Proizvodni nalozi* -> *Pregled proizvodnih naloga* provjeriti status naloga.

Kreirani radni nalog se printa i prosljeđuje u proizvodnju, a uz njega se još prilažu i obrazac rezanja, print PDF-a, specifikacija proizvoda koja se kreira uz radni nalog ako se posao obavlja prvi puta ili ako su potrebne izmjene, etikete te lista paleta s tiska.

4.9. Rezanje i kontrola finalnog proizvoda

Za rezanje poluproizvoda s tiska korištena je rezalica *Euromac TB 3.08* (Slika 24). Rezalica *Euromac TB 3.08* omogućuje rezanje ulazne role minimalne širine 400 mm do maksimalne širine 1650 mm, te ulazne role promjera od minimalno 400 mm do maksimalno 1050 mm i maksimalne težine ulazne role do 1500 kg. Rezalica omogućuje rezanje rola na sve ukupno 14 manjih rolica minimalne širine 35 mm, a maksimalne 1650 mm, te maksimalnog promjera role 800 mm.

U konkretnom slučaju, kupac je zatražio role duljine filma 4000 m, rezane na dužinu 143 mm s tolerancijom +/- 1 mm. Zadana je minimalna tolerancija pa je vrlo bitno paziti na napetosti koje se postavljaju kako ne bi došlo širenja raporta ili suženja ili proširenja širine trake. Tako je napetost odmotavanja take postavljena na 80 m. S obzirom da je i montaža rađena u 6 traka, rola s tiska se također reže na 6 traka. Brzina rezalice postavljena je na 100 m/min te duljina na 4000 m.

Tablica 2 Karakteristike *Euromac* rezalice

Tip stroja	TB 3.08
Širina ulazne role	Min. mm 400 , max. mm 1650
Širina izlazne role	Min. mm 35 , max. mm 1650
Promjer ulazne role	Min. mm 400 , max. mm 1050
Promjer izlazne role	Max. mm 800
Brzina stroja	m/min 600
Materijali koji se mogu rezati	Laminati (duplex,triplex, quadriplex), LDPE

Tijekom kontrole, kontrolira se ponovno raport te širina trake. Nakon kontrole, proizvod se može pakirati prema specifikacijama koje zadaje kupac. Kupac je zadao da se svaka rola pakira zasebno u vreću, na Euro-paletu, 6 rola po paleti u maksimalno 4 reda.



Slika 24 Rezanje jumbo role u konačni proizvod (Izvor autora)

5. Zaključak

Fleksotisak je postala nezamjenjiva tehnika u suvremenoj industriji ambalaže koja pruža visoku kvalitetu, ekonomičnu proizvodnju i prilagodljivost različitim materijalima. Proizvodi fleksotiska ne samo da imaju svrhu ambalaže i očuvanja kvalitete proizvoda, već imaju i veliku ulogu u privlačenju kupca te ga potiču na kupovinu. Dobar grafički vizual započinje dobrom grafičkom pripremom, a završava kvalitetnom izvedbom na tisku. Kvalitetan otisak u današnjici osiguravaju moderne tehnologije i stalnih napredak, uključujući razvoj tiskarskih strojeva, razvijanje tehnologija proizvodnje tiskovne forme, kvalitete i veće linijature anilox valjaka.

U ovom radu, detaljno su analizirane sva faze proizvodnog procesa izrade omota za pakiranje suhih maramica, od početne grafičke pripreme do konačnih koraka dorade i rezanja. Razmatranje svih faza proizvodnog procesa, od grafičke pripreme do finalnog proizvoda, naglašava kompleksnost i važnost svakog pojedinog koraka. Osim kvalitetne opreme, u proizvodnji veliku važnost imaju i zaposlenici koji sudjeluju u izradi sve tehničke dokumentacije, ali i samom procesu proizvodnje. Ljudski faktor je nezamjenjiv kod kontrole ispisa i nadgledanju procesa te može spriječiti pogreške i eliminirati nepotrebne troškove.

Fleksotisak ne samo da ide u korak sa suvremenim zahtjevima tržišta, već mu i današnji trendovi življenja i masovne proizvodnje ostavljaju prostora za nove inovacije i još veći napredak u industriji tiska. Proizvodnja i tisak ambalažnog pakiranja nikad neće zastarjeti, s obzirom na sve veći broj proizvoda i kontinuirani rast potrošnje. Ambalaža ostaje neophodna za zaštitu, prezentaciju i transport proizvoda. Tijekom pandemije COVID-19, došlo je do značajnog porasta popularnosti web trgovina, što je rezultiralo i porastom ambalažnog i transportnog pakiranja. S porastom online trgovina, potreba za kvalitetnom i funkcionalnom ambalažom postala je još izraženija, osiguravajući da proizvodi sigurno i neoštećeni stignu da krajnjih korisnika.

6. Literatura

- [1] Bolanča S. (2021.), Visoki tisak, Sveučilište Sjever
- [2] <https://www.dabaprintingmachine.com/info/what-are-the-characteristics-of-flexographic-p-30667412.html>, pristupljeno 20.05.2024.
- [3] <https://amerplast.com/design-instructions-flexo-printing/>, pristupljeno 03.06.2024.
- [4] Bolanča S. (2013.), Tisak ambalaže, Hrvatska sveučilišna naklada
- [5] Flexography: Principles and Practices 5th Edition, Volume 1. (1999.). Preuzeto s <https://library.lol/main/847BB16364F112944FFB1EFEB101FE1C> 15.05.2024
- [6] <https://www.kornit.com/glossary/rip-raster-image-processor-software-definition/>, pristupljeno 02.06.2024.
- [7] <https://blog.globalgraphics.com/what-is-a-raster-image-processor-rip/>, pristupljeno 03.06.2024
- [8] <https://blog.focuslabel.com/what-are-flexographic-printing-plates>, pristupljeno 05.06.2024.
- [9] Kavan K. (2017.) – Modifikacija svojstava tiskovnih formi izrađenih od tekućih fotopolimera. Preuzeto s https://eprints.grf.unizg.hr/2752/1/Z829_Kavan_Kristijan.pdf 10.05.2024.
- [10] <https://blog.focuslabel.com/what-are-flexographic-printing-plates>, pristupljeno 03.06.2024.
- [11] Valdec D. (2013.) – Utjecaj promjenjivih parametara fleksotiska na geometriju rasterskog elementa predostisnute tiskovne podloge. Preuzeto s <https://eprints.grf.unizg.hr/1897/1/Doktorski%20rad%20Valdec%20Dean.pdf> 22.04.2024.
- [12] <https://flexopedia.net/flexo-printing-inks/>, pristupljeno 16.05.2024.
- [13] https://sintochem.it/wp-content/uploads/2021/12/SINTO_Inks.pdf, pristupljeno 16.05.2024.
- [14] <https://www.flexotechmag.com/key-articles/20507/advantages-of-uv-inks-and-curing/>, pristupljeno 17.05.2024.
- [15] <https://flexo101.luminite.com/blog/3-main-types-of-flexo-presses>, pristupljeno 20.05.2024.
- [16] <https://cpandp.com/mastering-the-science-of-flexo-press-set-up/>, pristupljeno 05.06.2024.
- [17] Krušelj A. (2019.), Grafička priprema i izrada fotopolimernih tiskovnih formi za fleksotisak. Preuzeto s <https://repozitorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A2984/datastream/PDF/view> 28.04.2024

- [18] <https://core.ac.uk/download/pdf/53879637.pdf>, pristupljeno 05.06.2024.
- [19] <https://www.solopress.com/glossary/spectrophotometer/>, pristupljeno 05.06.2024.
- [20] <https://www.solopress.com/glossary/densitometer/>, pristupljeno 05.06.2024.
- [21] Flexographic printing guide, Siegwirk, 2014.
- [22] <https://www.enciklopedija.hr/clanak/graficka-dorada>, pristupljeno 05.06.2024.
- [23] Flexible packaging – composition of the material, Muraplast, 2015.
- [24] <https://www.kymc.com/msg/laminating-flexible-materials.html>, pristupljeno 06.05.2024.
- [25] <https://www.flexography.org/industry-news-iq/slitter-rewinder-selecting/>, pristupljeno 06.05.2024.
- [26] [https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/Okoli%C5%A1na%20dozvola/OUZO-postoje%C4%87e/Tehnisko-tehnolosko_rjesenje_\(kotoriba\).pdf](https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/Okoli%C5%A1na%20dozvola/OUZO-postoje%C4%87e/Tehnisko-tehnolosko_rjesenje_(kotoriba).pdf), pristupljeno 06.05.2024.
- [27] <https://www.xometry.com/resources/materials/low-density-polyethylene-ldpe>, pristupljeno 18.05.2024.
- [28] <https://www.theplasticbottlescompany.com/plastic-types/ldpe-plastic/>, pristupljeno 18.05.2024.
- [29] https://www.wh.group/na/en/company/w_h_group/, pristupljeno 02.05.2024.
- [30] https://www.3m.com/3M/en_US/printing-us/printing-applications/flexographic-plate-mounting-tapes/shop-talk/full-story/~selecting-mounting-tape-article/?storyid=79843996-7ffb-4562-975a-0c39ef8bbe06, pristupljeno 03.05.2024.

7. Popis slika

Slika 1 Građa tiskovne forme (Materijali s predavanja).....	7
Slika 2 Gumena tiskovna forma (https://www.pannier.com/industrial-printers/dies-inks/printing-plates/).....	8
Slika 3 Fotopolimerna tiskovna forma (https://www.flexo24.com/international/customizer/)	9
Slika 4 Raster Image Processor (https://flexopedia.net/rip-and-software-solutions-in-flexo-printing/).....	10
Slika 5 Dupont Cyrel Fast 1000 ECLF – uređaj za predekspoziciju i glavnu ekspoziciju TF (https://partners.hu/wp-content/uploads/2020/03/DuPont-EDS-EU0002-EN_Cyrel_1000_ECLF-i.pdf)	11
Slika 6 Uređaj za ispis informacija na TF – Esko CDI Spark 4260 (https://litho.co.uk/equipment-information/Flexographic-Equipment/Esko-Equipment/ESKO-CDI-Spark-4260-Auto)	11
Slika 7 Anilox valjak (https://print-techsolutions.co.uk/anilox-rollers/)	14
Slika 8 Proizvodi otisnuti tehnikom fleksotiska (https://www.packagingstrategies.com/articles/99891-exploring-the-pros-and-cons-of-water--and-solvent-based-inks-for-flexo-printing/)	17
Slika 9 Stroj s centralnim tiskovnim cilindrom (https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A3865/datastream/PDF/view).....	18
Slika 10 Stroj s linijskim sistemom (https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A3865/datastream/PDF/view).....	19
Slika 11 – Stroj s sistemom toranj (https://repositorij.unin.hr/islandora/object/unin%3A3865/datastream/PDF/view).....	20
Slika 12 Sustav za obojenje s komornim rakelom (Materijali s predavanja).....	22
Slika 13 Povećalo za vizualnu kontrolu boja (https://ateamprinting.com.au/how-to-proof-your-digital-print-services/)	23
Slika 14 Primjer Moré-a (Flexographic printing guide, Siegwirk).....	25
Slika 15 Stroj za laminaciju – Nordmeccanica Group Super Simplex SL e800 (https://www.flexography.org/industry-news-iq/nordmeccanica-launches-new-solventless-lamination-solution-for-hp-indigo-printed-digital-flexible-packaging/).....	26
Slika 16 Rezalica Euromac TB 3.08 (Izvor autora).....	27
Slika 17 Windmüller & Hölscher ekstrudor (Izvor autora)	29
Slika 18 Grafička priprema montaže za izradu TF (Izvor autora).....	31
Slika 19 Radni nalog za tisak (Izvor autora).....	33
Slika 20 Windmüller & Hölscher Novoflex (Izvor autora)	35

Slika 21 Tiskovna forma za P2757 (Izvor autora).....	36
Slika 22 Upravljačka ploča na tiskarskom stroju (Izvor autora).....	37
Slika 23 Kontrola boja s pomoću Xrite spektrofotometra (Izvor autora).....	38
Slika 24 Rezanje jumbo role u konačni proizvod (Izvor autora)	40

**IZJAVA O AUTORSTVU**

Završni/diplomski/specijalistički 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, ELENA FAJT (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROJEKATNI PROCES IZRADE LORE AMBKLARJE U FLEKSOTISKU (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Fajt

(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.