

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**GRAFIČKI FAKULTET**

**ZAVRŠNI RAD**

Sara Ramljak



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko-tehnološki

# ZAVRŠNI RAD

## RAZVOJ TEHNIKA TISKA

Mentor:

Doc.dr.sc. Igor Zjakić

Student:

Sara Ramljak

Zagreb, 2019.

## **SAŽETAK:**

Porastom zahtjeva u kvaliteti grafičkih proizvoda usporedno raste i potreba za usavršavanjem grafičke tehnologije kako bi se zadovoljilo tržište. Širenjem i razvojem tehnologije ostvarena su znatna poboljšanja na području izuma strojeva, bolje kvalitete otiskivanja te same kvalitete kontrole otisaka. Cilj poboljšanja kvalitete proizlazi iz potrebe za smanjenjem broja grešaka koje direktno utječu na kvalitetu. Automatizacija proizlazi iz želje za većom ekonomskom isplativošću i većom brzinom procesa tiska. Ovaj završni rad predstavlja osvrt na moguća rješenja u budućim konstrukcijama te razvoj i opstanak pojedinih grana grafičke tehnologije.

**KLJUČNE RIJEČI:** usavršavanje, uspoređivanje, razvoj i opstanak tehnika

## **ABSTRACT:**

Increasing requirements in quality of graphic products require a general improvement of graphic technologies in order to satisfy the market. By developing and spreading the technology, noticeable improvements have been attained in fields such as invention of machines, increased quality of printing as well as increased quality of print control. The goal to improve the quality emerges from the attempt to decrease the number of printing mistakes which directly impacts on the products' quality. The automation of printing procedures arises from the request for a higher economical rentability and faster printing. This graduation work represents a review on possible solutions for future constructions as well as development and preservation of individual branches in graphic technologies.

**KEYWORDS:** improvement, relatively, development, preservation of individual branches in graphic technologies

## Sadržaj

1	UVOD.....	1
2	Općenito o tehnikama tiska .....	2
2.1	Ofsetni tisak .....	2
2.2	Fleksotisak.....	3
2.3	Duboki tisak .....	4
2.4	Sitotisak.....	5
2.5	Elektrofotografija .....	6
2.6	Inkjet .....	7
3	Razvoj tehnika tiska .....	10
3.1	Razvoj po sektorima.....	10
3.2	Tehnike tiska i njihov rast/pad .....	12
3.3	Fleksotisak.....	14
3.4	Inkjet .....	15
3.5	Usporedba digitalnog i analognog tiska .....	16
3.6	Ekološka prihvatljivost.....	18
4	ZAKLJUČCI .....	20
5	LITERATURA .....	21

## Slike

Slika 1 Princip ofsetnog tiska (2).....	2
Slika 2 Tiskovna jedinica fleksotiska (4).....	3
Slika 3 Princip dubokog tiska (4) .....	4
Slika 4 Općeniti princip sitotiska (4) .....	5
Slika 5 Osnovni princip elektrofotografije (4).....	6
Slika 6 Osnovni princip kontinuiranog inkjeta (4) .....	7
Slika 7 Princip rada Piezo inkjeta (10) .....	8
Slika 8 Princip rada termalnog inkjeta (10) .....	9
Slika 9 Pregled ukupne zarade (9) .....	10
Slika 10 Globalno gledano, rast tehnika tiska (9).....	12
Slika 11 Ulaganje u tehnike tiska (9).....	12
Slika 12 Ukupni rast fleksotiska po kontinentima (9) .....	14
Slika 13 Ukupni rast inkjeta po kontinentima (9).....	15
Slika 14 Usporedba digitalnog i analognog tiska (9).....	17
Slika 15 Stvaranje plastičnog otpada u EU 2015. godine (18) .....	18

## Tablice

Tablica 1 Relativna razina tiska ambalaže (6) .....	11
---	----

# 1 UVOD

U današnje doba tvrtke se suočavaju s nizom izazova kako bi zadovoljile potrebe potrošača. Sve više se teži ka digitalizaciji, a vidljiv je i porast korištenja pametnih telefona za čitanje novosti dok se novine kupuju sve manje. Tražilice su zamijenile kataloge i mnoge novinske reklame, a karte gradova ušle su u povijest. Gledajući prema naprijed, tempo tehnoloških promjena pokazuje znakove slabljenja brojnih industrija i njihovih djelatnosti, pa tako i slabi i tisak.

U ovom radu prikazani su usponi i padovi grafičke industrije u različitim segmentima njene proizvodnje. Zahtjevi korisnika i stalno se mijenjaju te će naposljetku odrediti buduće zahtjeve za ispisom. Digitalni tisak, u budućnosti, rasti će i omogućavati korisniku ekonomičniji pregled većeg broja izdanja. Zamjena ovakve vrste prisutna je kod knjiga, časopisa, novina, kataloga i imenika, što dovodi do pada njihove proizvodnje. Pozitivno se gleda na ambalažu i etikete, gdje postoji rast u svim segmentima bez zamjene od elektroničkih alternativa, iako mnoge marke istražuju mogućnost dodavanja funkcija paketima i njihovoj interakciji.

Trend koji vlada u suvremenom tiskarskom svijetu je ekološki prihvatljiv tisak. Grafička industrija je uvelike utjecala na okolinu, posebice na šume, vodu i energiju stoga je važno učiniti tiskanje ekološkim standardom, a ne trendom. U porastu je broj dobavljača koji traže certifikate za ekološku prihvatljivost. Digitalni tisak ima predispozicije biti ekološki prihvatljiva metoda jer se njegova tinta lakše ekstrahira i samim tim proizvodi manje otpada štetnog za okoliš.

Cilj ovog završnog rada je definirati tehnike tiska i njihov razvoj. Rad se sastoji od četiri glavna dijela, uvoda u kojem se opisuje industrija tiska i promjene koje utječu na njegov razvoj. Drugi i treći dio obuhvaćaju razradu tema koje se bave tehnikama tiska općenito te njihovim razvojem. U ovom dijelu se razrađuje svaka tehnika tiska, te se pojašnjava njihov razvoj u suvremenom dobu. Posljednji dio, zaključak, sažima cjelokupni rad, u njemu se rezimira i daje osvrt na ciljeve postavljene u radu.

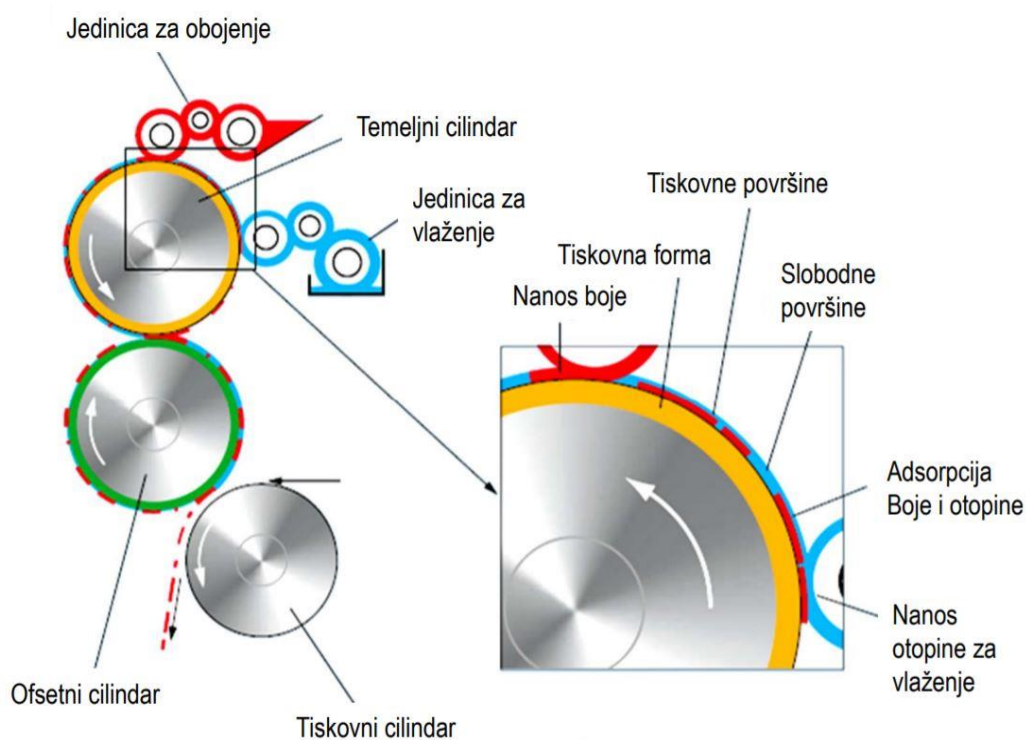
Ovaj završni rad rezultat je proučavanja kako strane tako i domaće literature iz područja razvoja tiska. On je rezultat proučavanja primjera dobre prakse dobivenih proučavanjem raznih znanstvenih knjiga, članaka, publikacija i internetskih stranica. Pri izradi rada korištene su metode analize, metoda sinteze i metoda deskripcije te je sam rad popraćen slikovnim sadržajem.

## 2 Općenito o tehnikama tiska

### 2.1 Ofsetni tisak

Povijest ofsetnog tiska povezuje se s litografijom. Prvi koji je primijenio takvu tehniku bio je Alois Senefelder. On je izradio tiskovnu formu na kojoj su slobodne površine i tiskovni elementi u istoj ravnini. Slobodne površine su hidrofilne, a tiskovne površine su hidrofobne. Nakon vlaženja kamena slobodne su površine presvučene tankim slojem vode koja odbija bojilo, dok tiskovna forma preuzima bojilo na sebe. Uljno bojilo nanosi se valjkom na cijelu tiskovnu formu, a ono se prihvaća za površine bez vode (tiskovne površine) (1).

Amerikanac W. Rubel je 1904. godine konstruirao dodatni gumeni cilindar, kao što se vidi na Slika 1, putem kojeg se bojilo indirektno prenosilo na tiskovnu podlogu (2).



Slika 1 Princip ofsetnog tiska (3)

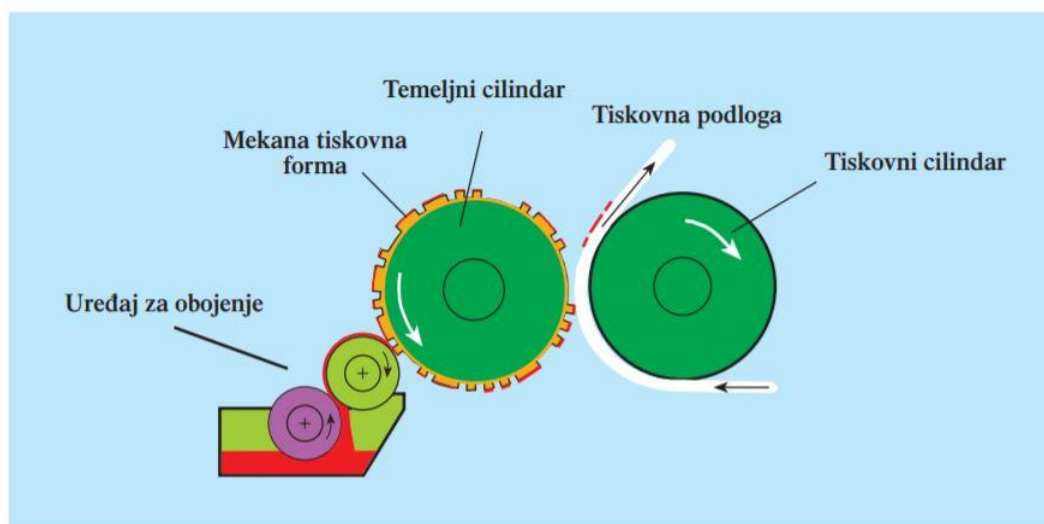
U današnje vrijeme tehnologija ofsetnog tiska znatno se promijenila iako je fizikalni princip tiska ostao isti. Danas se koristi aluminijska ploča debljine od 15 do 70 mikrona koja je presvučena fotoosjetljivim slojem. Tiskovna forma se dobiva direktnim osvjetljavanjem ploča CtP (computer-to-plate) uređajima. Tako razvijena tiskovna se forma montira na temeljni cilindar unutar kojeg se nalazi složeni sustav cilindara i valjaka koji sinkronizirano na nju prenose bojilo. Moderni strojevi često osim osnovnih agregata

CMYK koriste i dodatni agregat za lakiranje ili za dodatne boje čime se povećava gamut ili otiskuje posebna boja.

Nedostatak fleksibilnosti tehnologije ofsetnog tiska mijenja se uvođenjem novih UV bojila. Otisnuti materijali direktno iz tiska odlaze u doradu bez potrebe za sušenjem, a kupac materijale dobiva za svega nekoliko sati (2).

## 2.2 Fleksotisak

Fleksotisak se pojavljuje početkom 1952. godine kad je bio poznat pod nazivom anilinski tisak. Fleksotisak je tehnika visokog tiska koja za razliku od ostalih takvih tehnika ima nisku viskoznost boje i mali pritisak između tiskovne forme i tiskovne podloge.



Slika 2 Tiskovna jedinica fleksotiska (4)

Ofsetni tisak nudio je višu kvalitetu tiska nego fleksotisak zbog toga što je imao manje finoće rastera (do 48 linija/cm), dok su u ofsetnom tisku moguće finoće rastera od 60 do 120 linija/cm. Boje u fleksotisku su bile na osnovi vode i osnovi alkohola, a danas su to novo razvijena UV i EB tiskarska bojila. Razvojem tehnologija CtP i Sleeve omogućuje se znatno veća kvaliteta.

Fleksotisak je tehnika koja još uvijek pokazuje porast, uglavnom u pakiranju, etiketama i tiskanju novina. Glavna značajka fleksotiska je upotreba fleksibilnih tiskovnih ploča koje su relativno mekane (5).

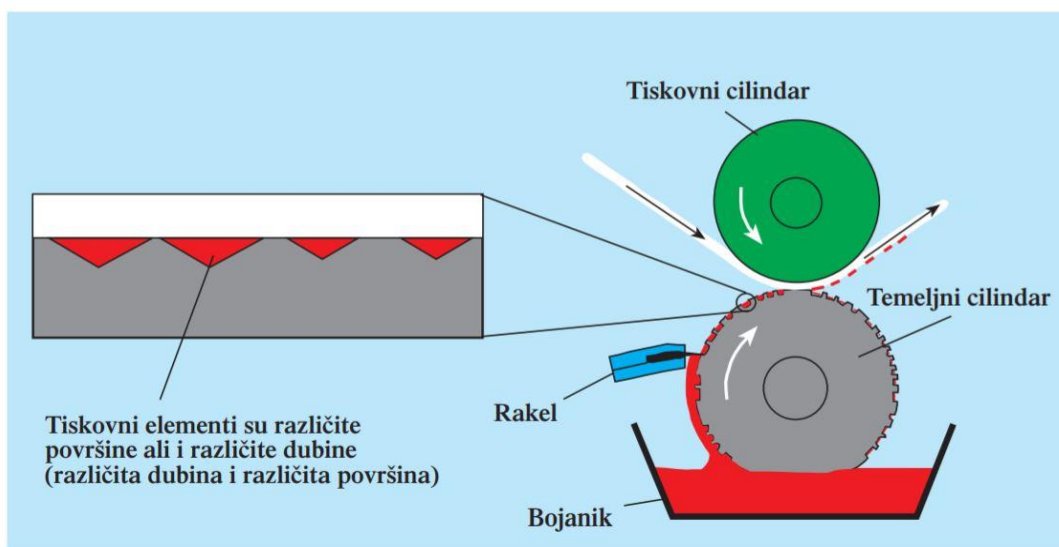
Pločama za ispis i odgovarajućim bojama, koje imaju nisku viskoznost, za tiskovnu podlogu moguće je ispisivati na upojne i neupojne tiskovne podloge tako da se tinta prenosi na tiskovnu podlogu pritiskom. Za današnje zahtjeve veće kvalitete, osobito u tisku pakiranja, koriste se fotopolimerne ploče. Njihova razlučivost ide do 60 linija / cm.



Fleksotisak je jedini tisak pomoću kojeg se može ostvariti tisak na vrlo tankim, fleksibilnim i čvrstim materijalima. Gotovo sve materijale može se koristiti kao tiskovnu podlogu uključujući papire, debele kartone, pakiranja s grubim površinama i tkanine (6).

### 2.3 Duboki tisak

Duboki tisak je star proces tiskanja čiji počeci sežu u 15. stoljeće. On se obično koristi za velike naklade od milijun primjeraka, a sve to zbog skupe izrade tiskovne forme. Tisak varira sve od tankih folija do debelih kartona. Tiskovna forma se dobiva procesima kao što su graviranje ili jetkanje gdje su tiskovni elementi udubljeni, a slobodne površine izdignute. Bakrotiskarska jedinica za otiskivanje je jednostavne konstrukcije i koristi nisko viskozno bojilo. Temeljni cilindar uronjen je u bojanik s kojeg se boja pomoću rakel uklanja. Pod pritiskom između temeljnog i tiskovnog cilindra nalazi se tiskovna podloga te se pri tom pritisku boja prenosi na postavljenu podlogu. Proces sušenja se provodi hlapljenjem, a otisci su visoko kvalitetni.

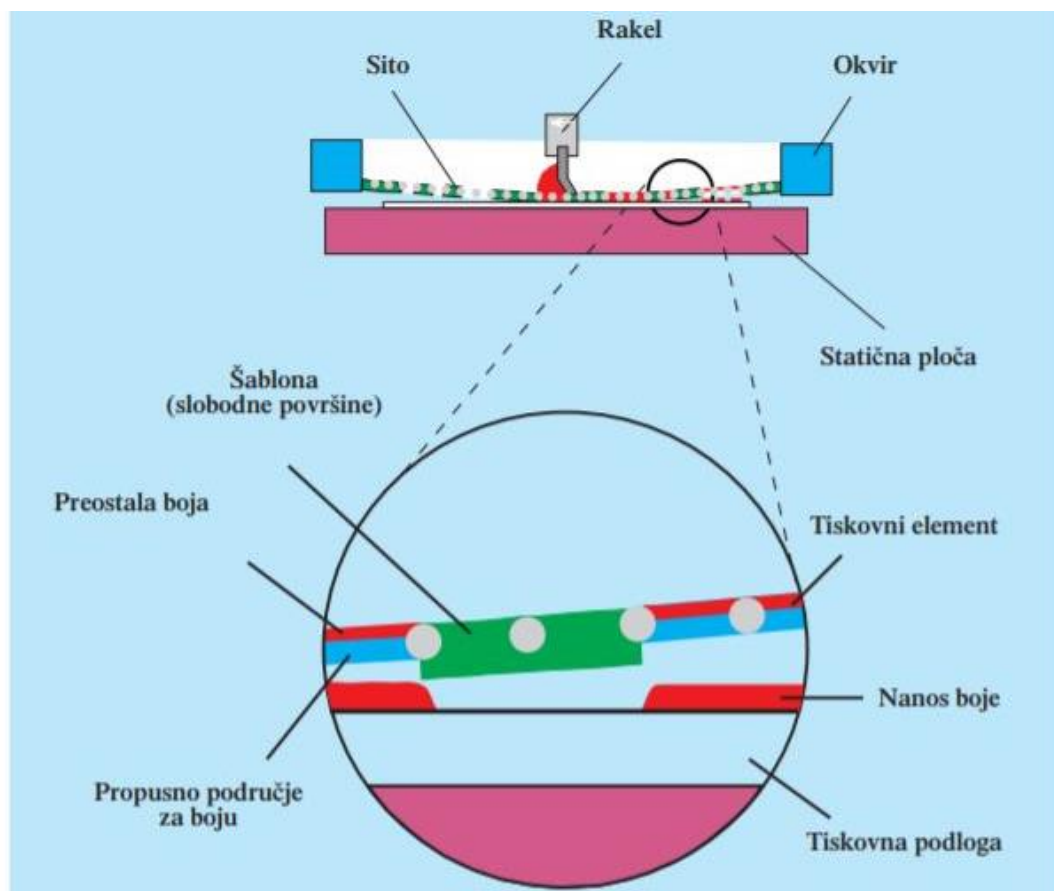


Slika 3 Princip dubokog tiska (4)

## 2.4 Sitotisak

Sitotisak se smatra novijom tehnikom tiska čiji je razvoj počeo nakon 1907. godine u Engleskoj. To je tehnika propusnog tiska čija se tiskovna forma sastoji od mrežice napete na okvir. Mrežice su građene od propusnih materijala kroz koje se boja pomoću rakela protiskuje. Prednost sitotiska je što ima mogućnost otiska na različite materijale kao što su staklo, tkanine, plastika itd. Sitotiskom su se često služili i umjetnici koji su njime stvarali svoja umjetnička djela (7) (8).

U ovoj tehnici mogu se koristiti i razne vrste boja koje su prilagođene zadanom otisku. Sitotiskarski strojevi se protežu od onih za kućni obrt do velikih strojeva za industrijsku proizvodnju. Proces otiskivanja pomoću matrica jedan je od najstarijih na svijetu. Posljednjih 150 godina ubrzanog razvoja sitotisak je uvelike napredovao, ali je i dalje ostao jedna od sporijih tehnika tiska (9).

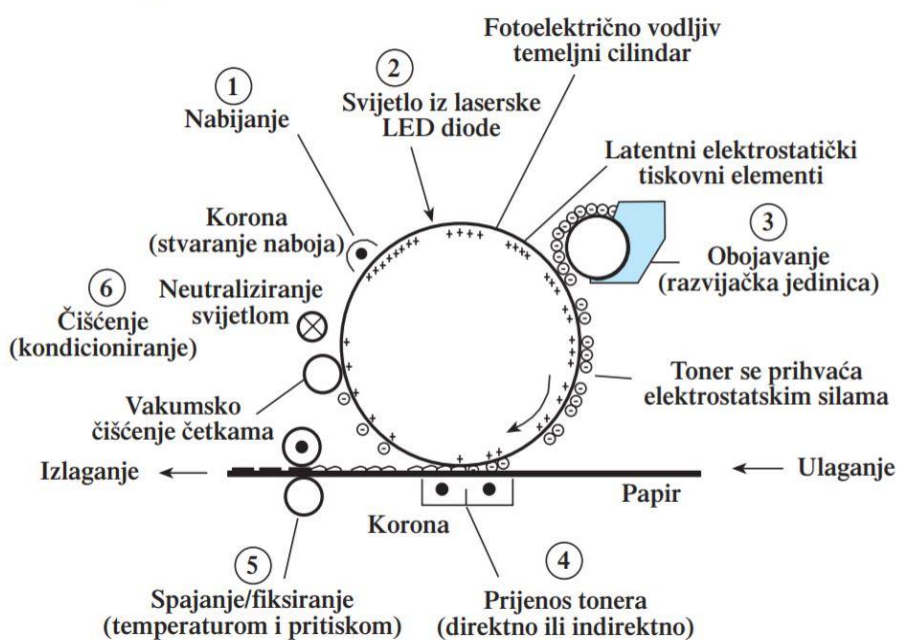


Slika 4 Općeniti princip sitotiska (4)

## 2.5 Elektrofotografija

Početak razvoja elektrofotografije se smatra 1938. godina kad su Chester Carlson i Otto Kornei postigli otisak sa suhim praškastim bojilom. Istraživanje je nastavljeno tek 1949. godine kada se otkupljuje patent. Stroj je tada predstavljen od strane tvrtke Harold, sadašnji Xerox, 1959. godine. Danas je upravo ta konstrukcija temelj svih fotokopirnih strojeva (10).

Proces elektrografije počinje nabijanjem elektriciteta čime se stvara homogeno nabijena površina. Bujanj se selektivno osvjetli laserom pa se dobije virtualna tiskovna forma koja sadrži tiskovne elemente i slobodne površine. Boje, primjerice one za toner, su 80% u praškastom obliku, a ostalo su tekućine. Čak šest boja može se ispisati s tekućim tonerima. Debljina sloja tonera kod elektrofotografije je od 5 do 10  $\mu\text{m}$ , a podloge za elektrofotografiju su uglavnom od 70 do 300  $\text{g/m}^2$  te imaju mogućnost višebojnih otisaka 600 DPI (6) (4).



Slika 5 Osnovni princip elektrofotografije (4)

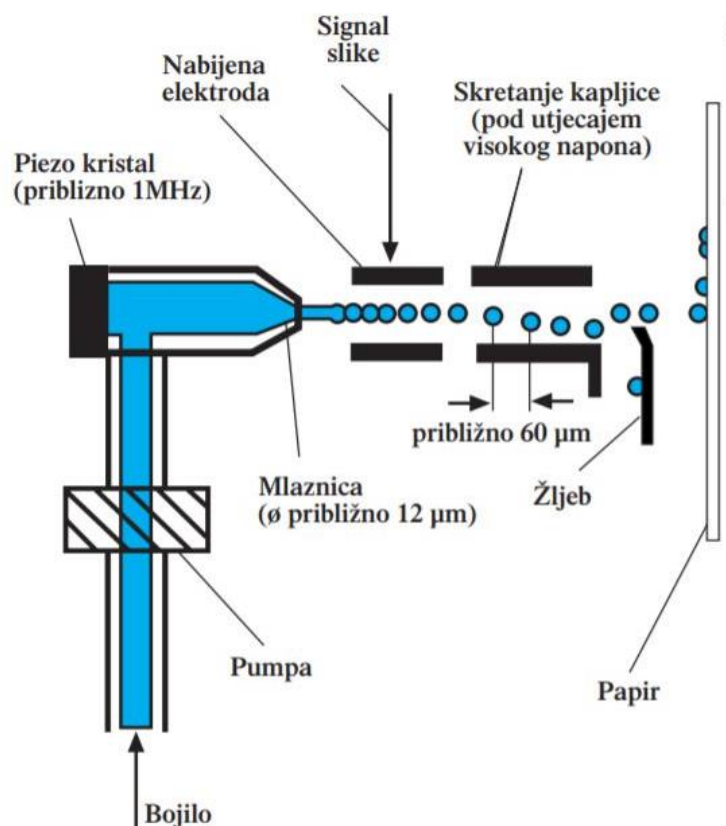
## 2.6 Inkjet

Inkjet je najpopularnija tehnika digitalnog tiska. Ovisno o veličini kapljice on može biti binarni i varijabilni. Kod binarnog inkjeta sve kapljice su iste veličine, a prijelazi tonova i zacrnjenje ovise o tome kolika će biti količina na jedinici površine. Kako bi se kod malih kapljica postigli fini prijelazi tonova potrebno je nanijeti više prijelaza, te se zahtjeva visoka rezolucija ispisa. Za razliku od binarnih kapljica, varijabilne imaju fine tonove i prijelaze pri malim rezolucijama ispisa što uvelike utječe i na samu brzinu ispisa (11).

Prednosti inkjeta:

- veliki formati
- brzina otiskivanja
- tisak na raznim oblicima
- jednostavna formulacija bojila
- kratko vrijeme sušenja otiska

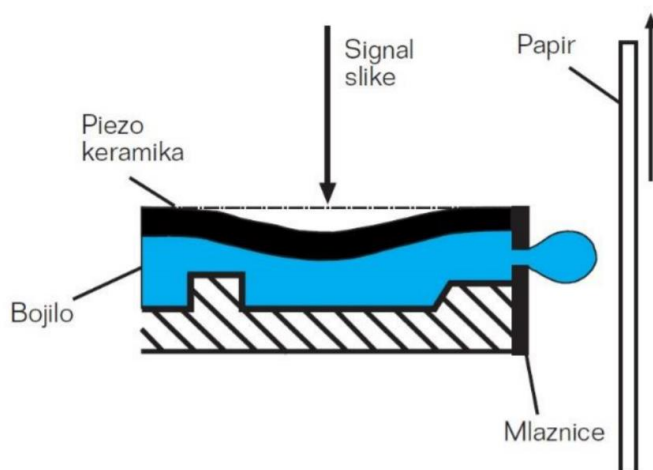
Upravo zbog takvih prednosti mnoge poznate multinacionalne kompanije prepoznale su ovaj način ispisa i njegovom upotrebom svakodnevno unaprjeđuju kvalitetu i produktivnost (12).



Slika 6 Osnovni princip kontinuiranog inkjeta (4)

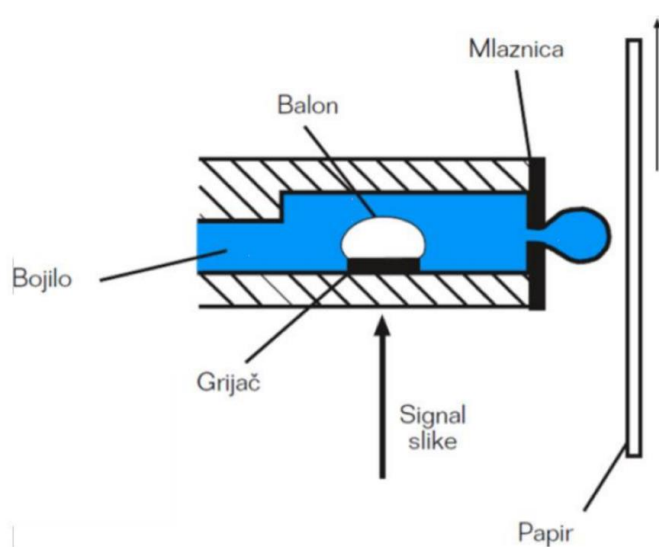
Imamo dvije vrste inkjeta, formiranje kapljice na zahtjev i kontinuirani inkjet. Kod kontinuiranog inkjeta, kao što se vidi na Slika 6, kapljica se formira na zahtjev i on može raditi na dva principa, binarno skretanje kapljica boje i višestruko. Danas se koristi za brzo otiskivanje ambalaže ili kodova. Princip kapanja na zahtjev može biti u ovim izvedbama, piezo i elektrostatski inkjet. Oni su precizno kontrolirani i proizvode kap tinte samo kada je to potrebno. Njihova posebnost u odnosu na ostale principe leži u tome da oni osim tekućih boja mogu koristiti i gušća taljiva bojila (4) (10).

Za piezo princip inkjet otiskivanja koriste piezoelektrični kristal koji se prilikom promjene električkog naboja deformira i izbacuje tintu kroz sitne rupice mlaznica. Piezo kristal je polarizirani materijal koji mijenja oblik ili volumen unutar električnog polja. Signalom koji dolazi iz računala mijenja se oblik piezo kristala, a s njim i volumen mlazne komore. Kada se piezo kristal vrati u svoj prvobitni oblik dolazi do povećanja pritiska i do izbacivanja bojila kroz mlaznicu. Princip je moguće koristiti kod svih tekućina i za sve vrste bojila uključujući i kemijski reaktivna otapala, bojila na vodenoj bazi, UV bojila itd.



Slika 7 Princip rada Piezo inkjeta (10)

Termalna tehnologija, koju je prvi put predstavio Canon, nazivala se bubble jet. Osmišljen je veoma sličan sistem otiskivanja, neovisno o njima, i nazvan je termalni inkjet. Termalna glava se zagrijava sve dok se u komori za generiranje ne stvori mjehurić pare koji zatim širenjem i pritiskom izbacuje određenu količinu tinte iz mlaznice. Hlađenjem ugrijanog elementa nastaje vakuum pomoću kojeg ulazi nova količina tinte iz spremnika u mlaznicu i cijeli proces kreće ispočetka. Ova tehnologija radi efikasno samo s bojilima na bazi vode te se zbog toga ne koristi za vanjsku upotrebu. Solventna ili UV bojila su ona koja se koriste za vanjsku upotrebu. Iznimka je HP Latex koji koristi termalne inkjet ispisne glave. Termalne glave su izrađene fotopostupkom što omogućuje jeftiniju proizvodnju i veću razlučivost od piezo glava (10) (11).



Slika 8 Princip rada termalnog inkjeta (10)

### 3 Razvoj tehnika tiska

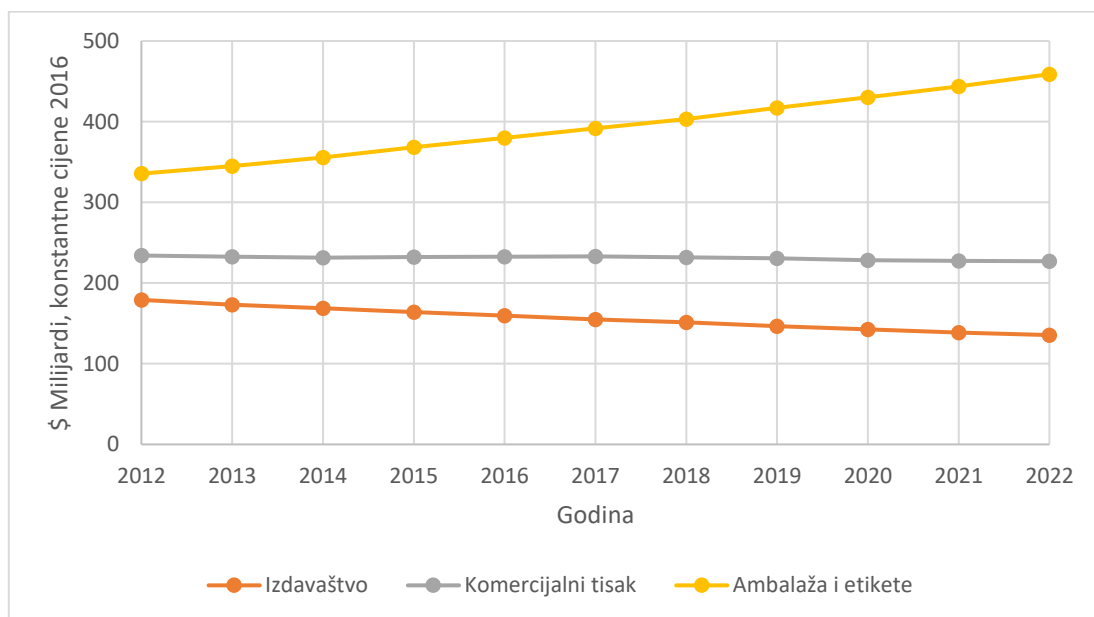
Razvoj tehnika tiska obrađen je u vremenskom razdoblju od 2012 do 2022. godine. Sve konstante cijena su u dolarima iz 2016 godine. Usporedbom tehnika tiska te potrošnjom po kontinentima pokazat će se koje tehnike imaju najviše izgleda za opstanak i razvoj u budućnosti.

#### 3.1 Razvoj po sektorima

Sektor koji je najveći u smislu obujma i najniži u smislu vrijednosti je izdavaštvo, koje pokazuje pad u cijelom razdoblju. Izdavaštvo pokazuje pad za čak 24,3%. Prognoza za 2022. godinu je zarada od 135,5 milijardi dolara, u usporedbi sa zaradom iz 2012. god. koja je bila 179,1 milijardi dolara. Nasuprot tome, postoji rast u ambalaži i etiketama koje rastu za 36,7% te čine najveću razliku u promatranom razdoblju. Komercijalni ispis pokazuje malu statističku vrijednost i smanjenje volumena u odnosu na 2012. godinu, za samo 3%, što ga čini djelomično konstantnim u razdoblju do 2022. godine.

U izdavačkoj prodaji postoje poboljšanja u prognoziranju potražnje, na primjer u distribuciji novina i tjednika gleda se na stvarne podatke o maloprodaji kako bi utvrdili potražnju, te sukladno tome odredili proizvodnju sljedećeg tjedna. U knjigama, inkjet je smanjio ukupni trošak proizvodnje, lakšim postavljanjem i s manje otpada.

Proizvođači su koristeći bolji tijek rada i automatizaciju postali učinkovitiji te su minimalizirali postojeće troškove (9).



Slika 9 Pregled ukupne zarade (9)

Promjena načina života dovela je do uvođenja novih proizvodi, pa se tako primjerice povećala količina gotovih jela i jela iz mikrovalne pećnice u prehrambenoj industriji. Rastu kvalitativni i kreativni zahtjevi tržišta, a ovo tržište ne samo da potiče buduće tiskanje na papir nego i na ostale različite materijale.

Trendove u ambalažnoj industriji diktiraju potrošači koji su svakim danom sve zahtjevniji. Ambalaža, osim dobrog izgleda koji privlači kupca, ima još puno parametara koje treba zadovoljiti. Osnovna uloga ambalaže je da zaštiti proizvod od vanjskih utjecaja. Od velike je važnosti i za marketing zbog prepoznatljivosti branda i prodaje. Dizajn ambalaže nije među važnim stavkama što nužno ne znači da nema utjecaj na prodaju. Velika većina kupaca će izabrati proizvod upravo na temelju njegovog dizajna. Sve veći je razvoj i ulaganje u pametnu ambalažu koja se prilagođava ekološkim standardima. Upravo takva ambalaža omogućava smanjenje otpada, poboljšanje lanaca prodaje, bolju kvalitetu ponuđenog proizvoda i smanjenje cijene. Posebni naglasak se stavlja na elektronski papir koji bi se mogao koristiti umjesto klasičnih naljepnica u svakoj vrsti pakiranja i ambalaže. Ukupna cijena proizvoda te materijali i tehnika korištenih u procesu uvelike utječu na prodaju. Karton zbog brojnih mogućnosti tehnološke obrade i ekološke prihvatljivosti igra važnu ulogu u budućnosti ambalaže (13) (14).

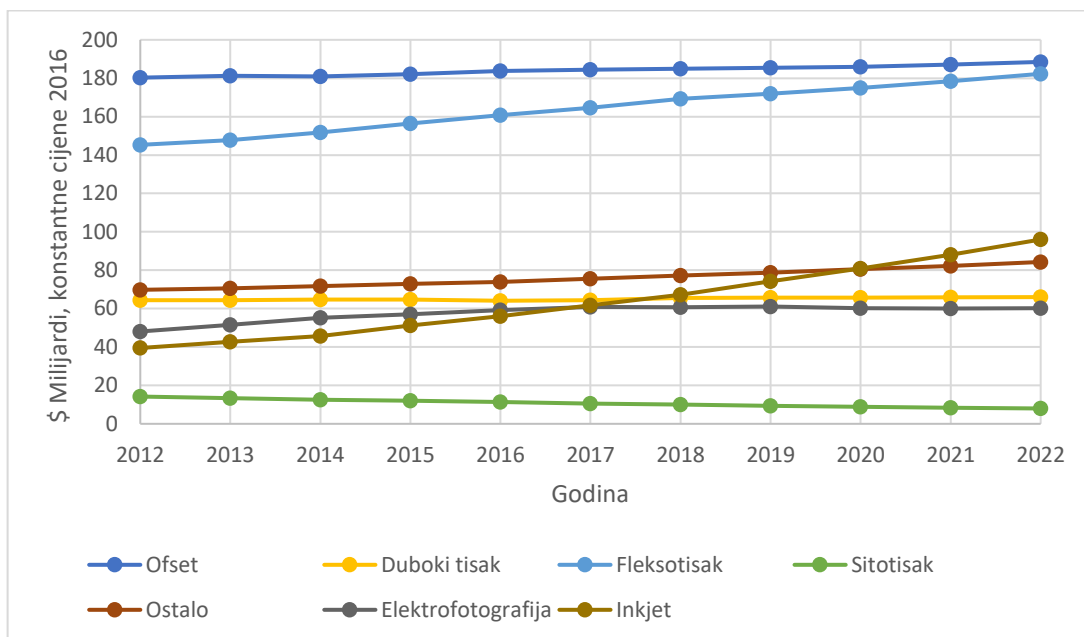
Tablica 1 Relativna razina tiska ambalaže (6)

	papir	pakiranja /plastika	staklo	metal	drvo	ostalo
Brazil	31%	45%	8%	16%	-	-
Južna Afrika	38%	28%	8%	23%	-	3%
Australija	37%	27%	11%	21%	-	4%
Kina	38%	35%	9%	9%	-	9%
Japan	43%	23%	4%	17%	6%	7%
Velika Britanija	46%	27%	6%	16%	5%	-
Njemačka	40%	29%	9%	20%	2%	-
SAD	38%	34%	6%	14%	-	8%

Iz Tablica 1 može se vidjeti razina tiska ambalaže za svaku vrstu ambalažnog materijala. Oko 65% ukupnog ispisa dolazi iz ambalaže papira i kartona te fleksibilne ambalaže odnosno plastike. Za analizu je odabrano samo tržište ambalažne potrošačke robe što čini 70% ukupnog tržišta ambalaže. Tržište tiska etiketa smatra se najdinamičnijim i upravo ono bilježi najveći porast. "Inteligentno pakiranje" je klasificirano kao pakiranje koje ispunjava dodatne funkcije uz pružanje stvarne informacije o proizvodu. Naljepnica sadrži varijabilne informacije o tome kada i gdje je proizveden proizvod, njegov datum upotrebljivosti, temperaturu na kojoj proizvod treba boraviti (6).

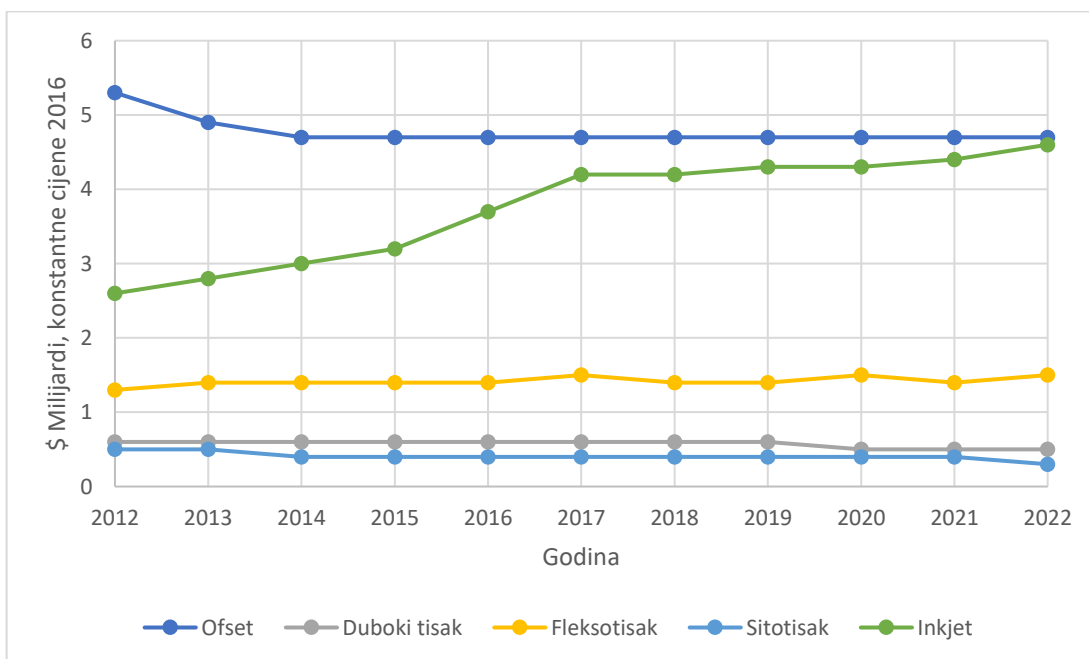


### 3.2 Tehnike tiska i njihov rast/pad



Slika 10 Globalno gledano, rast tehnika tiska (9)

Iz grafa Slika 10 vidi se konstantni rast inkjeta. On je porastao za čak 143,4% u rasponu od 2012. do 2022. godine. Duboki tisak, elektrofotografija i ofsetni tisak drže relativnu konstantu. Iako pokazuje mali rast od 4,6% ofsetni tisak se drži visoko s ukupnom zaradom od oko 188,5 milijardi američkih dolara. Fleksotisak se po ukupnoj zaradi u 2022. godini približio ofsetnom tisku sa 182,3 milijardi dolara. Sitotisak, globalno gledano, ima najmanji rast od svih tehnika. Prognoza govori da će pasti za 43,5% što je gotovo polovica u odnosu na 2012. godinu.

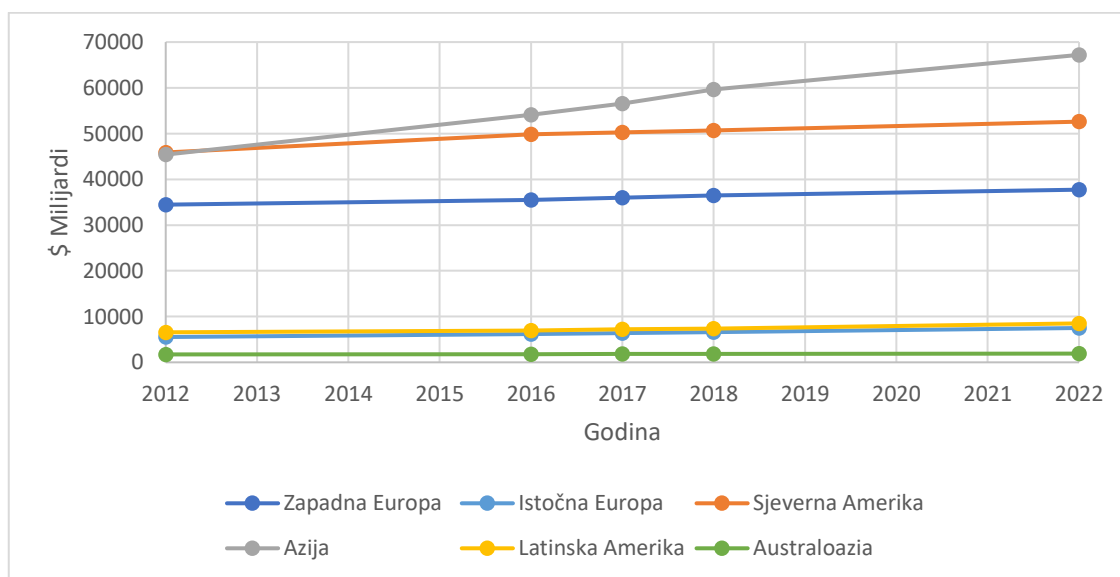


Slika 11 Ulaganje u tehnike tiska (9)

Gledajući na sve tehnike tiska iz grafa se vidi da najveći rast i razvoj imaju fleksotisak i digitalni tisak (Slika 10). Kada to usporedimo s grafom (Slika 11) iz kojeg iščitavamo ulaganja za pojedine tehnike tiska, uočavamo da fleksotisak u odnosima uloženo i zarađeno pokazuje najveći rast. Ulaganja mu se nisu značajno pomjerala od 2012. do 2022. godine, svega 11,3%. Kada govorimo o drugoj tehnici s najbržim rastom, inkjetu, uložilo se jako puno u odnosu na 2012. godinu. S početnih 2,6 milijardi američkih dolara (2012.god.) na 4,6 milijardi američkih dolara (2022.god.) što čini ukupnu razliku od 77,9%. Ofsetni tisak bilježi pad od 10,3% i tako u 2022. godini dolazi u istu točku s inkjetom.

### 3.3 Fleksotisak

Širom svijeta povećala se važnost fleksotiska zahvaljujući mnogim novim razvojem tj. poboljšanjima u ovom području i veoma dobrim rezultatima postignutim u industriji ambalaže. Pokazalo se da je ova industrija jedna od najprikladnijih za daljnji razvoj industrijskog tiska. Tržišni udio u posljednjih nekoliko godina porastao je iznad prosjeka. Postignut je veliki napredak u pripremi za tisak kao uvođenje novih računalnih tehnologija. Trenutni rezultati su veoma obećavajući. Prednost koja se ističe u razvoju računalnih tehnologija leži u visokoj kvaliteti ispisa te uštedi troškova zbog filmova i kemikalija koje su korištene, a više neće biti potrebne. To znači da je i s ekološkog gledišta puno prihvatljivije (4). Tržište fleksotiska raste kako se potražnja za pakiranjima širom svijeta povećava. Automatizacija pospješuje brzinu i postiže niže razine rasipanja. Sveukupni učinak tih promjena učinio je fleksotisak sve konkurentnijim protiv ofsetnog tiska. Fleksotisak postavlja sve više tehnologije kao što je potpuna kontrola motora i izravni pogon, što omogućava brzu izmjenu i eliminaciju vibracija, te se tako osigurava veća razlučivost. Vrijednost tona (dot gain) se kontrolira i prilagođava tijekom proizvodnje (5).



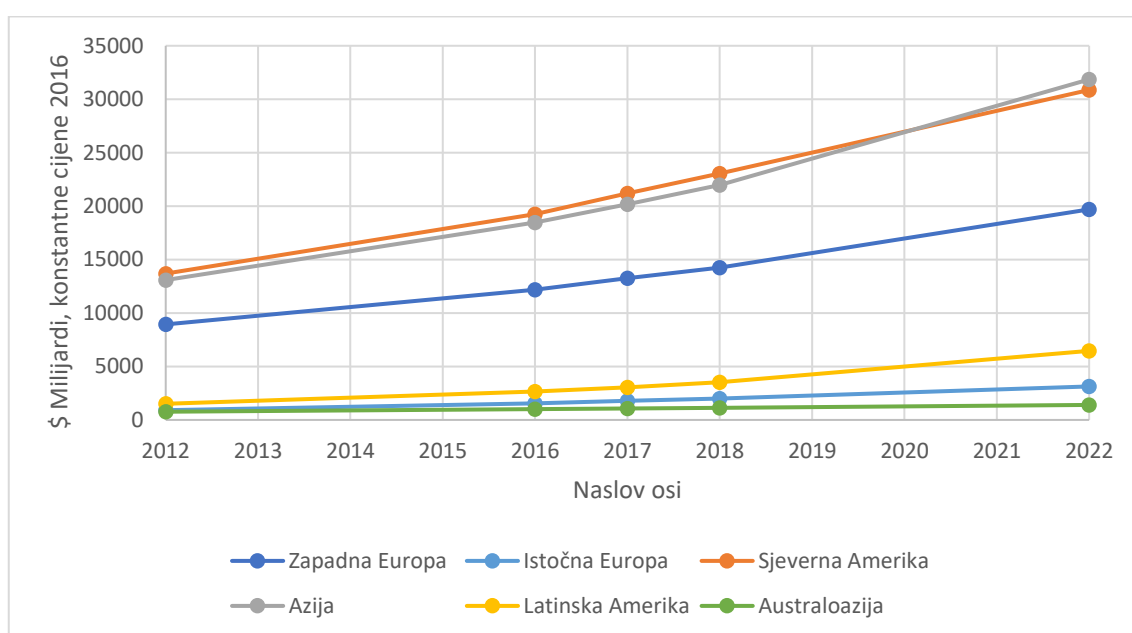
Slika 12 Ukupni rast fleksotiska po kontinentima (9)

Zemlje koje pokazuju rast kao što je i vidljivo na Slika 12 su Azija, Sjeverna Amerika i Istočna Europa. Ostale zemlje su zanemarive u odnosu na nabrojane vodeće zemlje u sveukupnom svjetskom poretku.

### 3.4 Inkjet

Inkjet je u širokoj upotrebi, pogotovo u ambalaži. Kao što se vidi na Slika 11 u inkjet se dosta ulagalo posljednjih nekoliko godina. Također, on je i najbrže rastući proces tiska, vidljivo na Slika 10, a rast mu se s godinama ubrzava. Inkjet omogućava prijenos na digitalno te poboljšava kvalitetu slike i ostvaruje niže troškove.

Dobavljači ulažu velike količine novca u ispisne glave, tintu, podloge, kontrolu sustava za ispis, softver, transport i sušenje. Time osiguravaju velike promjene u svijetu tiska. Usavršavanje inkjeta ovim naglim rastom dovodi do toga da sve više dobavljača zamjenjuje trenutne tehnike otiskivanja s digitalnim tehnikama. Može se reći da će inkjet postati novi “trend“ među tehnikama tiska.



Slika 13 Ukupni rast inkjeta po kontinentima (9)

Inkjet tisak na svakom od kontinenata bilježi rast. Vodeće zemlje su kao što se može iščitati iz grafa (Slika 13) Sjeverna Amerika i Azija koje u razdoblju od 2012. godine do 2022. godine pokazuju daleko najbrži rast. Zapadna Europa malo zaostaje za njima ali je i dalje u porastu. Zemlje kao što su Latinska Amerika, Australoazija i Istočna Europa nisu konkurentne na tržištu jer se na ljestvici nalaze na dnu, iako i one pokazuju blagi porast.

### 3.5 Usporedba digitalnog i analognog tiska

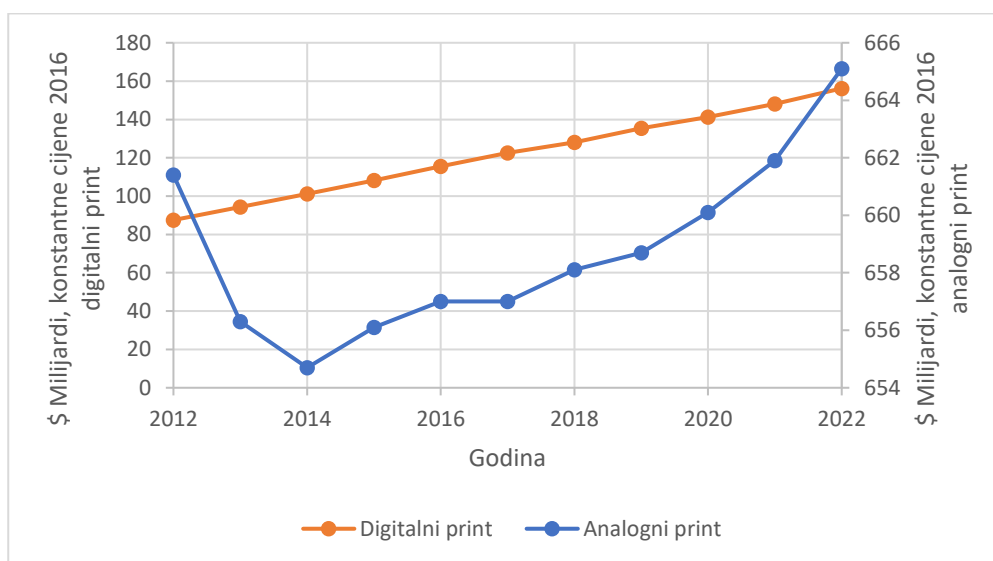
Za razliku od ofsetnog tiska ne postoji jedinstven broj ili slijed koraka za kontrolu procesa digitalnog tiska. Sve to zbog različitih medija, tehnologije i tinte koja se koristi. Kako se tiskarska i izdavačka industrija mijenja, tako se i način rukovanja datotekama mijenja. Konvencionalni načini pripreme zamjenjuju se zbog novih uvjeta ispisa (15).

U digitalnom tisku za inkjet se izdvajaju velike svote novca za razna istraživanja, a posebno za ispisne glave, tintu i sustave za završnu obradu. Općenito, nastavit će se daljnje usvajanje digitalne tehnologije na štetu ostalih uključujući ofsetni tisak, fleksotisak i duboki tisak. Na iscrtanom grafu na Slika 14 uzeti su u obzir stvarni troškovi proizvodnje, uključujući kapitalne troškove, razdoblje razmatranja, održavanje, raspored pomaka, cijene rada, energiju, spremnost za rad, troškove ploča, troškove postavljanja i rada, brzinu ispisa i korištenje tiska te troškove papira i tinte u varijabilnim vrijednostima. Kako se tehnologija i cijene mijenjaju, ovaj model je koristan alat tvrtkama za odabir najprikladnije tehnologije za svoja tržišta. Također je korisno za dobavljače opreme da odrede kako se njihova tehnologija uklapa u tržište opskrbe. Digitalni tisak i dalje će rasti u većini tiskarskih sektora širom svijeta. Elektrofotografija se zamjenjuje tintom u boji. Vrijednost elektrofotografije i dalje će rasti s rastom aplikacija u boji. Inovativni korisnici pronaći će više aplikacija kako bi iskoristili prednosti otvaranjem ovih potpuno novih mogućnosti.

Izbor između digitalnog i analognog nije uvijek ograničen samo na jedno. Obzirom da mnogi dobavljači koriste analogne i digitalne tehnike, kao dio svog proizvodnog procesa, te dvije tehnologije mogu biti komplementarne. Postoji veća fleksibilnost za projektiranje pa se na taj način može poboljšati ukupna učinkovitost tiskare. Postojanje digitalnih i analognih rješenja znači da pružatelji usluga mogu ponuditi najpovoljnije rješenje za kupce (16).

Inkjet tisak je mnogo složeniji i puno osjetljiviji od analognog. Kod njega se zahtjeva visoka preciznost i točnost u veličini i pozicioniranju kapi. Osjetljivi su na neke vrste bojila te kemikalije koje se u njima koriste, što utječe na cjelokupan tijek ispisa. Proizvođači ispisnih glava u startu definiraju koja se bojila mogu koristiti na njihovom proizvodu. Otapala i pojedini kemijski spojevi mogu uništiti ispisne glave. One se razlikuju po tome što imaju različite tolerancije na određena bojila, dok će jedne tolerirati vodene tekućine druge neće. Korisnici se uglavnom usmjeravaju na ispisnu glavu kao glavni izvor problema u tisku no u većini slučajeva taj problem je neodgovarajuće bojilo (11).

Rast digitalnog tiska može se pripisati brojnim prednostima koje se nude. Pridonosi se manjem zagađenju okoliša jer nema faza tiska između digitalne datoteke i finalnog otiska pa stoga nema potrebe za izradom filma i svih kemikalija koje bi se za to koristile. Ponekad su cijene za potpunu ekološku prihvatljivost visoke. Postoje načini kako bi se ti troškovi smanjili, a da se okolini šteti samo u dozvoljenim mjerama. Kada se osvrnemo, digitalni tisak nudi brže vrijeme otiskivanja proizvoda zbog minimalnog podešavanja tiska. Sve manje je koraka unutar procesa i ljudi koji su uključeni u sam proces tiska te se tako tvrtkama osigurava financijska ušteda. Budući da računala upravljaju procesom tokom ispisa, mnogo je lakše promijeniti sadržaj (17).

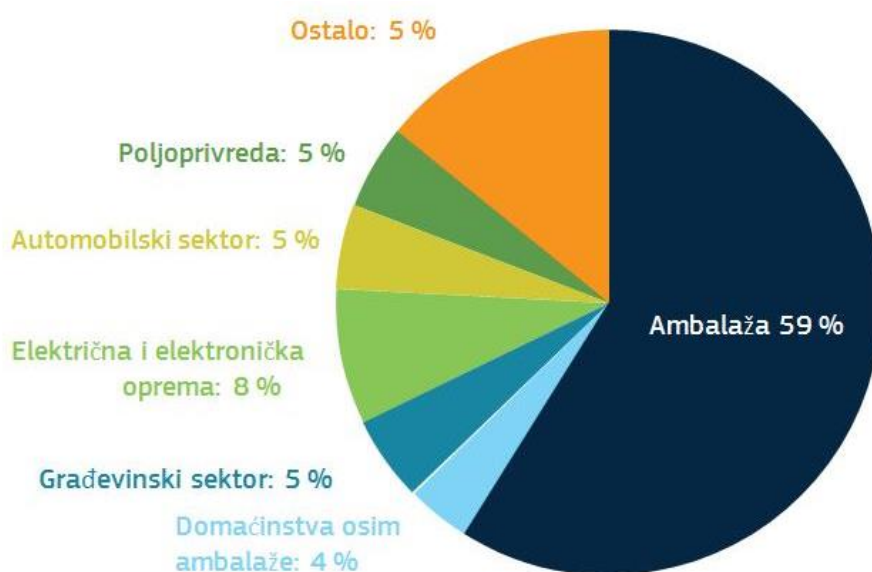


Slika 14 Usporedba digitalnog i analognog tiska (9)

U grafu Slika 14 uočava se pad analognog printa do 2014. godine nakon čega se pokazuje rast do 2022. godine. Uzevši u obzir sve njegove uspone i padove porast mu je za samo 0.60%. Digitalni print je u konstantnom usponu. Njegov rast doseže 78,60% što ga čini najbrže rastućom tehnologijom.

### 3.6 Ekološka prihvatljivost

Na Sliku 15 prikazano je da je u 2015. godini, u Europi, najviše otpada otišlo na ambalažu, čak 59%. Europa proizvede 25,8 milijuna tona plastičnog otpada od čega se samo 30% prikupi za recikliranje. Ponovna upotreba i recikliranje plastičnog otpada u Europi uglavnom je neiskorištena, osobito kada je usporedimo sa drugim materijalima kao što su papir, staklo ili metali. Velike količine plastičnog otpada odlažu se na kopnu i moru, te tako stvaraju znatnu štetu za gospodarstvo i okoliš. Na globalnoj razini od 5 do 13 milijuna tona plastike, odnosno od 1,5% do 4% svjetske proizvodnje plastike, završi svake godine u oceanima diljem svijeta (18).



Slika 15 Stvaranje plastičnog otpada u EU 2015. godine (18)

Industrijska proizvodnja oduvijek ima utjecaj na okoliš. Odgovorno rukovanje resursima, kao što je energija, voda, zrak, tinta, papir i druge potrebne tvari, najvažnije su zadaće u tiskarskoj industriji.

U tintama se koriste tvari koje su ekološki prihvatljive i ne ugrožavaju ljudsko zdravlje. Godine 1993. proizvođači tinte dobrovoljno su se obvezali da će se suzdržati od korištenja određenih pigmenata, boje, otapala, omekšivača i toksičnih tvari. Tinte koje se danas koriste u ofsetnom tisku sastoje se više od 60% obnovljivih sirovina. Proizvođači tinte rade na povećanju zamjene mineralnih ulja biljnim uljima, poput primjerice sojinog ulja. U crnilu za gravuru, korišteni toluen ne smije sadržavati više od 0,1% benzena. Sadržaj klora u bojama manji je od 0,5%, a samo male količine teških metala još uvijek se nalaze u određenim vrstama tinte, na primjer, željezo i mangan u mineralnim pigmentima, kobalt kao sredstvo za sušenje i bakar u organskom plavom i zelenom pigmentu.

Inicijativu za smanjenje VOC-a, isparavajućih organskih spojeva, pokrenula je Njemačka tiskarska industrija. Nezavisni institut za ispitivanje (FOGRA) provjerava sredstva za čišćenje koja nisu toksična, sukladnost sigurnosnih propisa i zaštite okoliša te kompatibilnost materijala.

Papir se gotovo uvijek sastoji od drvenih vlakana i ostalih tvari kao što su punila i pigmenti koji mogu nadoknaditi čak 35% sadržaja. Drvo je obnovljiva sirovina i oko 8% sječa drva u svijetu koristi se za proizvodnju papira. Tropsko drvo se ne koristi u industriji papira jer su njegova vlakna neprikladna. Papirna industrija je 1994. godine obećala povećati količinu recikliranog otpada na 60%, a postotak od 83,1% je postignut još 1997. godine (6).



## 4 ZAKLJUČCI

Ofsetni tisak je u cjelini zrela grana na tržištu koja ne bilježi velike promjene. Unatoč svim drugim tehnikama i njihovom rastu ofsetni tisak je i dalje dominantna svjetska tiskarska tehnologija koja drži gotovo polovinu svjetske potrošnje otisnutih materijala. Isto tako može se vidjeti da najlošije stoji sitotisak koji se i dalje koristi za raznovrsne industrijske primjene. Iako je vrlo fleksibilan proces te je s njim moguće ispisivati na različite površine, problem je što su drugi procesi znatno više napredovali, kao inkjet, koji je mnogo fleksibilniji i ekonomičniji. Proces inkjeta je kasnio u digitalizaciji pripreme za tisak i u automatizaciji cjelokupnog procesa, što je pridonijelo relativnom padu u odnosu na druge tehnike. U tehniku fleksotiska nije puno ulagano ali zbog sve veće potrebe za ambalažom on bilježi kontinuirani rast, što ga čini jednom od vodećih tehnika. S vremenom ofsetni tisak je zamijenjen drugim tehnikama kao što je fleksotisak i digitalne tehnike. Prodaja strojeva ofsetnog tiska je pala zbog pojava novih tehnologija koje donose jednostavnije upravljanje, čime je skraćeno vrijeme i priprema procesa. Osim toga znatno je smanjen i otpad što direktno utječe na profitabilnost. Budućnost leži u digitalnom tisku u koji se ulaže sve više novca radi poboljšanja ukupnog procesa. Rast mu je konstantan što se pripisuje prednostima koje on nudi, a to su prijelaz na digitalno, veću kvalitetu slike te niže troškove. U pogledu na prognoze, navodi se da će tijekom sljedećih godina najdinamičnije područje za promjene biti područje ambalaže i etiketa. Buduća predviđanja rasta za tiskanu ambalažu, pozitivna su, s povećanjem volumena i vrijednosti, bez zamjene za elektroničke verzije. Iako joj se predviđa svjetla budućnost zahtjevi za ambalažu su iz dana u dan sve veći. Danas se teži na ekološkoj prihvatljivosti, održavanju niskih cijena i bržoj proizvodnji. Zbog otpada, održivosti i sigurnosti samih materijala ambalaža će se, u budućnosti, susretati sa sve većim problemima. Trend koji vlada u suvremenom tiskarskom svijetu je ekološki prihvatljiv tisak, a upravo digitalni tisak ima predispozicije biti ekološki prihvatljiva metoda jer se njegova tinta lakše ekstrahira i samim tim proizvodi manje otpada štetnog za okoliš.

## 5 LITERATURA

1. Miroslav Gojo, Sanja Mahović Poljaček. Osnove tiskovnih formi. Zagreb : an., 2013.
2. Budućnost ofset tiska. Magazin, Print. 21, 2017.
3. moodle. Povijesni razvoj TF za plošni tisak. [Mrežno] [Citirano: 10. 6 2019.]  
[https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1531732/mod\\_resource/content/1/20\\_TF%20-%20plosni%20tisak.pdf](https://moodle.srce.hr/2017-2018/pluginfile.php/1531732/mod_resource/content/1/20_TF%20-%20plosni%20tisak.pdf).
4. Majnarić, Igor. KVALITETA DIGITALNIH OTISAKA. Magistarski rad. Zagreb : Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2004.
5. Kičinbaći, Mrvac, Bertić. Hrcak. Trendovi razvoja fleksografskog tiska. Tehnički glasnik. [Mrežno] 2007. [Citirano: 10. 06 2019.] <https://hrcak.srce.hr/85981>.
6. Kipphan, Helmut. Handbook of Print Media.
7. Desktop class. History Of Silk Screen Printing. [Mrežno] [Citirano: 28. 5 2019.]  
[www.desktopclass.com/skills/history-of-silk-screen-printing.html](http://www.desktopclass.com/skills/history-of-silk-screen-printing.html).
8. Stanislav Bolanča, Kristijan Golubović. TEHNOLOGIJA TISKA OD GUTENBERGA DO DANAS. Senj : an., 2008.
9. Smyth, Dr Sean. The Future of Global Printing to 2022. s.l. : PIRA, 2017.
10. gogss.hr. Digitalni tisak. [Mrežno] [Citirano: 10. 06 2019.] <http://gogss.hr/wp-content/uploads/2016/03/Digitalni-tisak.pdf>.
11. Ink-jet ispisne glave. PrintMagazin. s.l. : PrintMagazin, 2016.
12. Igor Majnarić, Tihomir Leskovec. [https://bib.irb.hr/datoteka/430673.ink\\_jet\\_1.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/430673.ink_jet_1.pdf). [Mrežno] [Citirano: 5. 6 2019.]
13. Kraljević, Domagoj. Uloga promotivnih aktivnosti oblikovanju prodajne ambalaže. Završni rad. Zagreb : an., Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2016.
14. Miočić, Luka. Osiguravanje kvalitete u procesu razvoja inovativne ambalaže. Diplomski rad. Zagreb : an, Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2015.
15. Kraushaar, Andreas. ProcessStandardDigital. Aschheim (Munich) : Fogra, 2018.
16. Printing Impressions. Smithers Pira Report: Three Key Trends in the Future of Digital Versus Analog Printing. [Mrežno] [Citirano: 22. 6 2019.]  
<https://www.piworld.com/article/three-key-trends-future-digital-versus-analog-printing/>.

17. Developments in digital print standardization. Trochoutsos, Politis, itd. [Online]  
[Cited: 06 15, 2019.]  
[http://www.grid.uns.ac.rs/symposium/download/2018/grid\\_18\\_p58.pdf](http://www.grid.uns.ac.rs/symposium/download/2018/grid_18_p58.pdf).

18. Europska komisija. Europska strategija za plastiku u kružnom gospodarstvu.  
[Mrežno] [Citirano: 15. 06 2019.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0028&from=EN>.