

Kvalitativne karakteristike višebojnog ofsetnog stroja

Ćorluka, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:791395>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-09**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

Karlo Ćorluka



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko-tehnološki

ZAVRŠNI RAD

KVALITATIVNE KARAKTERISTIKE VIŠEBOJNOG OFSETNOG STROJA

Mentor:

izv.prof.dr.sc. Igor Zjakić

Student:

Karlo Ćorluka

Zagreb, 2021.

RJEŠENJE POVJERENSTVA

SAŽETAK

Prema navedenoj temi završnog rada cilj je detaljno opisati principe rada pojedinih dijelova ofsetnog stroja konkretno u ovom primjeru Heidelberg osmerobojnog stroja. U uvodu ovog završnog rada reći će se nešto općenito o tisku i navesti kakvi sve ofset strojevi postoje.

Razrada će se uglavnom fokusirati na karakteristike osmerobojnog stroja, po čemu se razlikuje od drugih i njegove prednosti. S obzirom da se radi o suvremenom ofsetnom stroju kojeg prati pregršt dodatne opreme zadatak je svaki od njih pojedinačno obraditi počevši od ulagaćeg aparata pa sve do izlagaćeg aparata i kontrolnog centra. Tisak na ovom stroju je obostran i koristi sistem za okret arka, preko bubnja koji ćemo detaljno pojasniti.

Zaključak završnog rada bazirat će se na prednostima i manama koje se događaju prilikom tiska na navedenom stroju, praćenjem rada i iskustvom glavnih strojara koji rade na njemu.

Ključne riječi: tisak, ofsetni stroj, obostrani tisak, Heidelberg

ABSTRACT

According to the mentioned topic of the final paper, the aim is to describe in detail the principles of operation of individual parts of the offset machine, specifically in this example of the Heidelberg eight-colour machine. In the introduction to this final paper, we will say something general about printing and list what kind of offset machines exist.

The elaboration will mainly focus on the characteristics of the eight-colour machine, which distinguish it from others and its advantages. Since this is a modern offset machine that is accompanied by a handful of accessories, the task is to process each of them individually, starting from the input to the output machine and control center. The print on this machine is double-sided and uses an arc rotation system, via a drum that we will explain in detail.

The conclusion of the final work will be based on the advantages and disadvantages that occur when printing on the specified machine, monitoring the work and experience of the main operators working on it.

Keywords: printing, offset machine, double-sided printing, Heidelberg

SADRŽAJ

1.UVOD	1
2.TEORIJSKI DIO	2
2.1 Tisak	2
2.2 Plošni tisak	3
2.3 Ofsetni tisak	4
2.3.1 Otopina za vlaženje	6
2.3.2 Bojilo	7
2.3.3 Papir	9
2.4 Ofsetni strojevi iz arka	10
2.4.1 Primjeri višebojnih ofsetnih strojeva	11
2.5 Dijelovi višebojnog ofsetnog stroja Heidelberg XL-106-8P	14
2.5.1 Ulagaći aparat	14
2.5.1.1 Čeone i bočne marke	15
2.5.2 Tiskovni agregat	17
2.5.2.1 Tiskovne jedinice	17
2.5.2.2 Uređaj za vlaženje	17
2.5.2.3 Uređaj za obojenje	18
2.5.2.4 Temeljni cilindar i AutoPlate	20
2.5.2.5 Ofsetni cilindar i gumena navlaka	21
2.5.2.6 Tiskovni cilindar	22
2.5.2.7 Aparati za pranje cilindara	22
2.5.2.8 Bubanji za okret arka (eng. Perfector)	23
2.5.3 Izlagaći aparat	25
2.5.4 Kontrolni centar	28
3. ZAKLJUČAK	31
4. LITERATURA	32
5. PRILOZI	33

1.UVOD

Kroz ovaj završni rad objasnit će se funkcije višebojnog stroja za ofsetni tisak. Ofsetni tisak je indirektna tehnika plošnog tiska koja se razvila iz već dugo zastarjele tehnike tiska litografije. Zbog svoje kvalitetne reprodukcije otiska već desetljećima postaje glavna tehnika ispred do tada nezamjenjivog knjigotiska. Iz tog razloga ova tehnika se gotovo dovodi do savršenstva, postižu se nevjerojatne brzine otiska, a kvaliteta otisaka je ostaje ista.

Ovaj rad će pojedinačno objasniti princip rada svakog dijela stroja, te njihovu povezanost i usklađenost u procesu tiska, konkretno na osmerobojnom ofsetnom stroju Heidelberg koji se koristi za obostrani tisak. Stroj radi na principu tiska iz arka, te može tiskati više različitih formata, s obzirom da se radi o većim formatima već ranije je dokazano da se na tim formatima najbolje reproducira otisak. Uz navedeni stroj dolazi dosta dodatne opreme koja ubrzava i poboljšava kvalitetu tiska te smanjuje mogućnost eventualnih pogrešaka. Najsuvremeniji dodaci iz Heidelberga mogu se vidjeti na ovom osmerobojnom stroju.

Uz razgovor i iskustvo tiskara na ovom stroju cilj je doći do kvalitetnog zaključka o prednostima i pogreškama koje se događaju u procesu tiska.

2. TEORIJSKI DIO

2.1 Tisak

Povijest tiskarstva kreće iz Kine, oni su prvi počeli s proizvodnjom papira kao umjetnosti. Samim time postaju začetnici tiska u svijetu, a kao dokaz pronađen je najstariji otisak iz dinastije T'ang. Kinezi su se koristili dvjema tehnikama, u početku rezbarenjem drva, a kasnije su izmislili pomični drvorez za višekratnu upotrebu. Nastanak papira i tisak na istom smatra se jedan od najvećih izuma čovjeka u njegovoj povijesti [1]. Papir polako preko cijele Azije dolazi do sjevera Afrike, zatim ga Arapi šire do Španjolske i tom putanjom preko Italije po cijeloj Europi.

Za najveću revoluciju u tiskarstvu zaslužan je njemački tiskar Johannes Gutenberg te se njegov način tiska pomičnim slovima smatra pretečom današnjeg tiska kakvog znamo. Iako se ne zna točna godina i datum rođenja Gutenberga nagađa se da je rođen 1397. godine u Mainz-u, Njemačka. Odlazi iz svog rodnog grada zbog financijskih problema, a na kraju se vraća u Mainz gdje je umro 3. veljače 1468. [2].

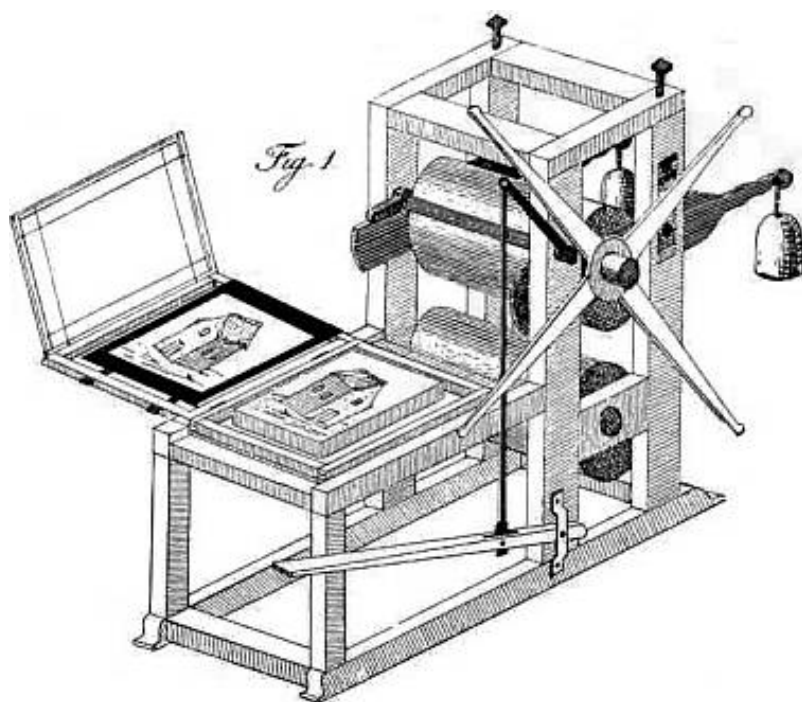
Gutenberg je po zanimanju bio zlatar i svoj posao je radio savršeno, ali nakon određenog vremena i zasićenosti tim poslom dolazi na ideju pomičnih slova. Ispočetka je to bilo u obliku drvenih stupaca, ali zbog brzog trošenja i kratkog vijeka takvih slova počinje praviti metalna slova. Njegov prijašnji zanat mu je pomogao da lako izradi metalna pomična slova, tako što je napravio zlatne kalupe za lijevanje metala. Legura se sastojala velikim dijelom od olova, zatim od kositra i antimona. Svojstva legure je doveo do savršenstva jer se i dan danas koristi njegova formula zbog izrazito niskog tališta, a antimon povećava volumen tekućine. Boja koju je Gutenberg koristio bila je gusta i na bazi ulja (vjerojatno biljno ulje). Nakon riješenih problema oko metalnih slova i boje problem mu pravi spori prijenos te pravi prešu kasnije nazvanu tiskarska preša. Preša je radila na principu zaklopnog stroja tako što bi papir bio pritisnut na već postavljenu tiskovnu formu [2]. Johannes Gutenberg tiska prvu Bibliju 1455. godine otisnutu u 42 retka, a pretpostavlja se da je naklada bila od 180 do 200 primjeraka.

Prva tiskana knjiga u Hrvatskoj je „Misal po zakonu Rimskog dovora“ 1483.

2.2 Plošni tisak

Nakon visokog i dubokog tiska dolazi do otkrića litografije, tvorac nove tehnike tiska je Alois Senefelder. Rođen je 1771. godine u Pragu, već u ranoj fazi njegovog života dalo se naslutiti da bi Alois mogao postati uspješan tako što je pokazivao veliko znanje iz prirodnih znanosti. Naslijedio je ljubav prema glumi i kazalištu od svog oca te se nakon njegove smrti okušao u pisanju kazališnih odlomaka koje kasnije daje u tisak.

Nakon brojnih pokušaja stvaranja otiska na mjedenoj ploči shvaća kako je taj postupak skup i dolazi na ideju brušene vapnene ploče [1]. Uspio je formirati tiskovnu formu tako što su slobodne površine i tiskovni elementi bili u istoj ravnini. Na kamenoj ploči slobodne površine su bile hidrofilne što znači da prihvaćaju otopinu za vlaženje koja je tada bila obična voda, a hidrofobni i oleofilni tiskovni elementi su prihvaćali boju na bazi ulja. Ta direktna tehnika tiska nazvana je litografija. Ona je preteča današnjeg ofsetnog tiska [3]. Slika 1.



Slika 1. *Litografski stroj*

¹ Preuzeto s web stranice: http://communicateours.blogspot.com/2013/01/breaking-grid_10.html

2.3 Ofsetni tisak

Ofsetni tisak je indirektna tehnika tiska, a zasnovana je na direktnoj tehnici tiska litografiji. Svoj značaj dobiva početkom 70-ih i 80-ih godina prošlog stoljeća. Do tada glavna tehnika koja se koristila za tisak knjiga, novina, časopisa, bio je knjigotisak. Visoka kvaliteta otiska, poprilično velika brzina i jednostavnija izrada tiskovne forme dovela je do toga da ofsetni tisak postaje nezamjenjiv u posljednjih par desetljeća pa sve do danas.

Dijeli se na tisak iz role i tisak na arke, tisak iz role većinom se koristi za tisak novina dok za knjige koje zahtijevaju veću kvalitetu otiska tj. bolju reprodukciju koristimo tisak na arke. Tiskovne podloge su uglavnom papiri i kartoni različitih gramatura, za novinski tisak koriste se papiri malih gramatura dok je za tisak na arke veći raspon gramatura papira i kartona.

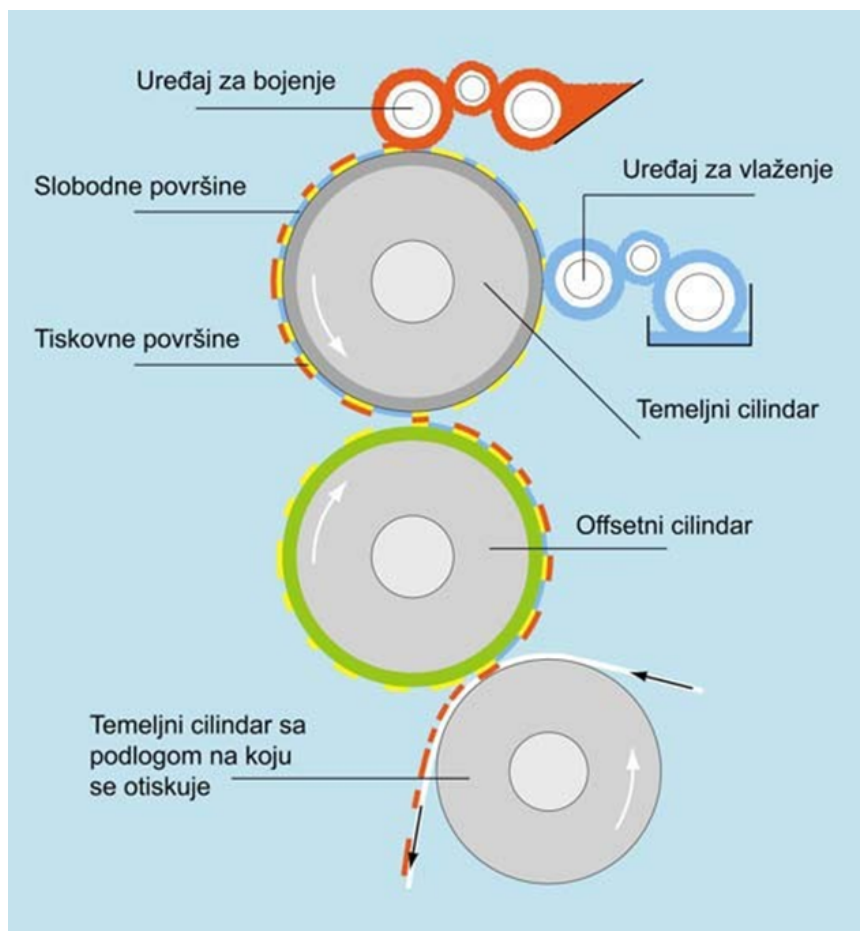
Danas ofset tisak koristi tanku aluminijsku tiskovnu formu, a napretkom tehnologije ubrzava se proces izrade forme. CtF (Computer to Film) princip izrade forme osvjetljavanjem forme preko fiksiranog filma, nakon tog se razvija CtP (Computer to Plate) najzastupljeniji princip izrade forme preko računala laserski se ispisuje ploča, a najnoviji način je CtPress (Computer to Press) što znači direktna izrada forme s računala u tiskarskom stroju [4]. Slika 2.



Slika 2. CtP uređaj

² Autorska slika

Osnova ofsetnog tiska temelji se na indirektnoj tehnici, što znači da temeljni cilindar na kojem je forma nije u direktnom odnosu s tiskovnim cilindrom nego između njih dolazi ofsetni cilindar. Otopina za vlaženje prva dolazi u doticaj s tiskovnom formom fiksiranom na temeljnom cilindru. Forma na slobodnim površinama ima hidrofilna svojstva zbog kojih prihvaća otopinu za vlaženje, a mjesta tiskovnih elemenata su hidrofobna. Zatim se na tiskovnu formu nanosi boja koja se prihvaća na tiskovne elemente (oleofilnost). Vršni se prijenos s obojenog motiva tiskovne forme na gumenu navlaku koja se nalazi na ofsetnom cilindru. Na kraju se motiv preslikava s gume na papir koji prolazi između ofsetnog cilindra i tiskovnog cilindra. To je temeljni prikaz tj. princip rada ofseta [5]. Slika 3.



Slika 3. Osnovna shema ofsetnog stroja

³ Preuzeto s web stranice: https://eprints.grf.unizg.hr/1845/1/DB158_Kolenko_Tomica.pdf

2.3.1 Otopina za vlaženje

Jedna od sastavnih komponenti u ofsetnom tisku je otopina za vlaženje. Nije lak posao balansirati fizikalno-kemijska svojstva otopine, ali je najvažniji temelj za nastavak tiska. Prva dolazi u doticaj s tiskovnom formom i priprema je za nanošenje boje. Kako ima dosta svojih prednosti, tako ima i mana koje znaju biti velik problem u tisku. Kada se nanese previše otopine za vlaženje na formu može doći do ispiranja tiskovnih elemenata, a u obrnutom slučaju kada fali otopine dolazi do toniranja gdje se boja prihvaća na sve dijelove tiskovne forme. Pozitivne karakteristike otopina za vlaženje su:

- Oleofobiziranje slobodnih površina, hidrofilnost slobodnih površina kako bi se boja prihvatila za njih
- Sprječavanje nanosa boje na slobodne površine
- Izuzetno brzo uklanja boju sa slobodnih površina
- Brzo širi vodu po cijeloj površini tiskovne forme
- Jednak dotok vode po cijeloj formi
- Produžava vijek trajanja ploče, podmazuje ploču i gumu
- Kontrolira emulgiranje vode i boje

U početku tiskarstva koristila se samo voda kao otopina za vlaženje, to nije imalo pozitivan učinak pa su se dodavale druge komponente. I dalje voda drži glavnu ulogu u otopini za vlaženje te je zbog toga bitna tvrdoća i kvaliteta vode koja bi bila pogodna za tisak. Potrebno ju je kontrolirati, u slučaju kada je velika tvrdoća vode slijedi proces demineralizacije [6].

Svaki dodatak u otopini za vlaženje ima svoju određenu funkciju koju obavlja u tisku. Ako se poveća ili smanji udio tog dodatka u otopini to će se svakako odraziti na otisku, zbog toga je potrebno poznavati fizikalno-kemijska svojstva otopine za vlaženje da bi se mogli otkloniti problemi ako kojim slučajem dođe do njih. Neki od dodataka u otopini su: puferi, površinski aktivne tvari, otapala, soli za hidrofilizaciju, gumiarabika, agensi za emulgiranje, biocidi i sredstva za povećanje viskoziteta.

2.3.2 Bojilo

Glavna karakteristika boje za ofsetni tisak je pastoznost, boja posjeduje veliku viskoznost. Za indirektnu tehniku tiska kao u ovom slučaju za ofset tisak smatra se najzahtjevnija boja tj. najstroženija iz razloga što je put do tiskovne podloge duži nego kod direktnih tehnika tiska. Uz dug put problem stvara i doticaj boje s otopinom za vlaženje. Danas tiskarski strojevi tiskaju velikim brzinama pa je bitno prilagoditi viskoznost boje.

Sastav boje za ofsetni tisak počinje od: veziva, pigmenta, punila i dodataka. Vezivo koje se sastoji od teških smola (20-50%) s alkidnom smolom i kolofonijem (0-20%), zatim od biljnih (0-30%) i mineralnih (20-40%) ulja. Vezivo ima ogromnu ulogu, prvo je povezivanje čestica pigmenta te povezivanje bojila s tiskovnom podlogom [7].

Pigment je sastavni dio koji bojilu daje obojenje i njegov udio je (10-30%). Netopivost u vodi i kruta tvar je svojstvo pigmenta. Prema podrijetlu može biti prirodni i umjetni, a po kemijskom sastavu anorganski i organski. Osnovna svojstva pigmenta su: disperzitet, izdašnost, pokritost, tekstura i svjetlostalnost.

Punila se dodaju da bi povećala masu i poboljšala konzistenciju. Dodavanjem punila ne mijenja se ton boje, ali se znatno može smanjiti intenzitet obojenja. Zamjena su za skupe pigmente i smanjuju cijenu boje.

Udio dodataka je oko 10% . Sikativi (sušila), vosak i antioksidansi su najpoznatiji dodaci. Sikativi ubrzavaju proces sušenja. Dodaju se bojama koje suše oksipolimerizacijom i koja sadrže u sebi ulja. Voskovi se dodaju s ciljem smanjenja ljepljivosti, slijepljenja otisaka i povećanja otpornosti otisaka na otiranje. Antioksidansi brzo apsorbiraju kisik i dodaju se kako bi spriječili prerano sušenje otiska [7].

Tiskarske boje za ofsetni tisak iz arka najčešće suše oksipolimerizacijom, a njihova najveća prednost je dobra reprodukcija sitnih detalja na hrapavijim i lošijim tiskovnim podlogama.

Danas se najčešće koristi tisak iz kolora koji ima određen redoslijed otiska boja crna boja, cijan, magenta i žuta (CMYK). (Slika 4).



4

Slika 4. *Ofsetna boja*

2.3.3 Papir

Najzastupljenija podloga u ofsetnom tisku je papir. Može se podijeliti po gramaturi:

Papir	<150 g/m ²
Karton	250-500 g/m ²
Ljepenka	>600 g/m ²

Tablica 1. *Podjela papira po gramaturi*

Glavni sastojci za izradu papira su vlakanca i dodaci. Biljna vlakna dobivena iz drva su najčešće korištena, također postoje vlakna životinjskog, mineralnog i sintetskog podrijetla. Sastav papira u najvećem postotku sastoji se od celuloznih vlakna koja su međusobno isprepletana i tako tvore mrežastu strukturu s mnogo šupljina.

Dodaci se dodaju kako bi se postigla određena svojstva papira, a najviše se koriste punila, keljiva i bojila. Punila su mineralni dodaci koji se dodaju u samom procesu proizvodnje ili naknadno nakon proizvodnje za postizanje premazanog papira. Struktura im je praškasta pa se iz tog razloga smještaju između vlakanaca i popunjavaju šupljine. Zadaće punila je povećanje gramature papira, povećavanje svjetline, bjeline i opaciteta. Dodavanjem punila poboljšavaju se tiskovna svojstva, a površina papira postaje je dosta glađa [8].

Organski dodaci dobiveni iz biljnog, životinjskog i sintetskog podrijetla su keljiva. Dodavanjem keljiva postiže se određena stabilnost papira, smanjuje se upojnost i kontakt otopine za vlaženje s vlakancima.

Prilikom izrade papira dodaju se bojila u topivom ili pigmentnom obliku kako bi se povećala bjelina. U bojila spadaju i optička bjelila, to su pigmenti koji apsorbiraju ultraljubičasto zračenje i reflektira zrake kako bi se dobio dojam izrazito bijele boje papira.

Izrada papira u industrijskoj proizvodnji vrši se na papir-stroju koji je podijeljen u velike cjeline. Papir kao podloga u ofsetnom tisku je zahtjevna iz razloga što dolazi u doticaj s otopinom za vlaženje što dovodi do dimenzionalne nestabilnosti i bubrenja vlakanaca.

2.4 Ofsetni strojevi iz arka

Ofsetne strojeve iz arka možemo podijeliti s obzirom na formate koje mogu tiskati. Podjela ofsetnih strojeva:

Malog formata	A3, A4, B3, B4
Srednjeg formata	A2, A1, B2, B1
Velikog formata	A0, B0

Tablica 2. *Formati papira*

Najčešće se koristi tisak na srednjim formatima jer je dokazana najbolja reprodukcija i može s postići velika brzina, na najnovijim strojevima čak i do 18.000 otisaka po satu. Stroj se sastoji od 3 osnovna dijela: ulagači aparat, tiskovni agregat i izlagači aparat. Opširnija podjela sastoji se od:

- Ulagači aparat
- Tiskovna jedinica (cilindri)
- Uređaj za vlaženje
- Uređaj za obojenje
- Izlagači aparat
- Pogon i komande
- Kontrolni centar.

Kako je rasla potražnja za ofsetnim tehnikom tako se ona brzo razvijala i usavršavala. Od jedne ili dvije tiskovne jedinice danas je došlo do toga da se koristi čak i 10 tiskovnih jedinica. Dijelimo ih s obzirom na jedan prolaz: jednobojni, dvobojni, četverbojni, peterbojni, šesterbojni, osmerbojni i deseterbojni strojevi. Uz jednostrani tisak postoji mogućnost obostranog tiska, uz pomoć bubnja za okret arka u samom stroju. Npr. Osmerbojni stroj između 4. i 5. tiskovne jedinice ima bubanj za okret arka. Neki strojevi imaju uz tiskovne jedinice imaju i uređaj za lakiranje (npr. 4 tiskovne jedinice plus lak).

2.4.1 Primjeri višebojnih strojeva za ofsetni tisak

Višebojne strojeve za ofsetni tisak dijelimo s obzirom na broj tiskovnih jedinica i načinu tiska (jednostrano, obostrano). Ovisno o zahtjevima posla tiskare kupuju stroj koji će najviše iskoristiti, tiskare koje tiskaju veće naklade i višebojni tisak najčešće koriste strojeve s četiri pa na više tiskovnih jedinica. Najpoznatiji proizvođači tiskarskih strojeva su: Heidelberg, Man Roland, Mitsubishi, Komori, KBA, Ryobi. Heidelberg se do sada pokazao kao najbrži razvijatelj tehnologije tiska, neki od njihovih višebrojnih strojeva su:

Osmerobojni ofset stroj na arke Heidelberg xl-106-P koji ima mogućnost obostranog tiska zbog bubnja za okret arka na poziciji između 4. i 5. tiskovne jedinice (Schön-und Widerdruck) (Slika 5.) .



Slika 5. *Heidelberg XL-106-8P*

Peterobojni ofsetni stroj s mogućnosti lakiranja kao zasebna tiskovna jedinica. Stroj se koristi za jednostrani višebojni tisak, najčešće namijenjen za tisak ambalaže i korica preko kojih ide lakiranje (Sve vrste vododisperzivnog laka)(Slika 6.) .

⁵ Autorska slika



Slika 6. *Heidelberg XL-106-5+L*

Dvobojni ofset stroj za obostrani tisak, koristi se za jednobojni obostrani tisak manje zahtjevnih naklada kao što su knjižni blokovi za romane, bilježnice i rokovnike (Slika 7.).



Slika 7. *Heidelberg XL-106-2*

Navedeni strojevi imaju mogućnost tiska minimalnog formata 340x480 mm te maksimalnog formata 753x1060 mm. Maksimalna brzina 18.000 araka u satu.

⁶ Autorska slika

⁷ Autorska slika

Peterbojni stroj za ofsetni tisak ima namjena jednaku kao kod prethodno opisanog peterbojnog stroja, ali performanse su mu različite. Format koji tiska je različit, minimalni 350x210 mm, a maksimalni 750x530mm. Brzina mu je 15.000 araka po satu i manje dodatne opreme koju Heidelberg nudi. (Slika 8.)



Slika 8. *Heidelberg XL-75-5+L*

2.5 Dijelovi višebojnog ofsetnog stroja Heidelberg XL-106-8P

2.5.1 Ulagaći aparat

Prvi dio ofsetnog stroja kreće od ulagaćeg aparata. Na paleti je smješten kup papira koji ulazi u stroj, automatski postavljene dimenzije papira koji se tiska određene su laserski kako bi strojaru omogućile lakše i točnije pozicioniranje kupa papira. Kada kup papira postavimo u stroj na horizontalnu ploču koja se podigne na zadanu visinu kreće proces ulaganja. Pneumatska glava je najvažniji dio ulagaćeg aparata i radi na vakuumskom te tlačnom principu. Na vrh kupa papira spušta se papučica, a puhaljke sa svih strana upuhuju zrak kako bi se razdvojili gornji arci. Dva reda pipaca spuštaju se kako bi preuzeli prvi arak papira, prvo jedan red pipaca pa onda drugi, a metalni listići podizanjem arka spuštaju se na sljedeći kako pipci ne bi povukli više araka. Pipci imaju mogućnost pokreta gore-dolje i lijevo-desno. Nakon što prvi arak dođe do kosog stola te bude otprilike na polovici kupa spušta se prvi red pipaca i nastavlja se proces ulaganja. Na pneumatskoj glavi možemo regulirati (povećavati i smanjivati) usisnu jačinu u pipcima i jačinu zraka na svakoj puhaljci. Trošenjem papira horizontalni stol se automatski podiže kako bi kup papira uvijek bio na zadanoj visini. Napredovanjem tehnologije povećala se brzina ulaganja, a ovaj stepenasti princip se pokazao najučinkovitijim procesom ulaganja. (Slika 9.) (Slika 10.)



Slika 9. *Ulagaći aparat*

Slika 10. *Ulagaći aparat*

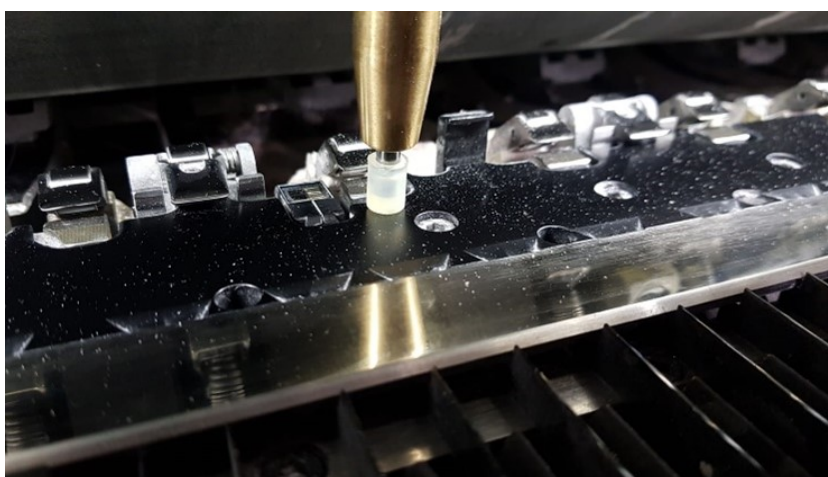
⁹ Autorska slika

¹⁰ Autorska slika

Prva stanica za dolazak papira na kosi ulagači stol je graničnik (metalna pločica) koji je u taktu tj. sinkroniziran s radom glave. Graničnik se diže i spušta, tek nakon prolaska graničnika arak dolazi između dva kotačića koja su povezana osovinom i tako su u stalnom pokretu. Put papira do bočnih i čeonih marki čini traka na kosom ulagačem stolu koja vakuumom drži papir pozicioniranim te konstantom brzinom i rotiranjem omogućuje brzu putanju araka.

2.5.1.1 Čeone i bočne marke

Čeone i bočne marke služe za uvijek isto pozicioniranje araka kako bi otisak uvijek bio na istom mjestu. Od velike su važnosti zbog toga što se u višebojnom tisku moraju poklapati sve boje na određenom mjestu (paser) te kod paginacije. Svaki arak mora doći na određeno mjesto i biti pravilno pozicioniran jer ako nije tisak staje, a svako zaustavljanje stroja usporava proces tiska i stvara trošak. Čeone marke služe za poravnavanje araka, da arak ne uđe nepravilno u stroj. Ona je sinkronizirana s taktom stroja, a kod modernih strojeva postavljeni su senzori koji prate kosinu arka i automatski javljaju grešku u sustavu. Još jedna od opcija suvremenih strojeva je prilagođavanje čeonih marki papiru koji nije pravilnog oblika. Za sve pogreške u radu dolazi do zvučnog signala i stroj staje, a zaustavljene arke papira potrebno je ukloniti i ponoviti proces. Na kosom ulagačem stolu postavljene su četke koje kontroliraju „odskakanje“ araka, kada papir dođe do čeone marke zna se dogoditi da se pomakne unatrag, a to sprječavaju četke. U ovom slučaju koriste se rotacione četke jer je stepenasto ulaganje.



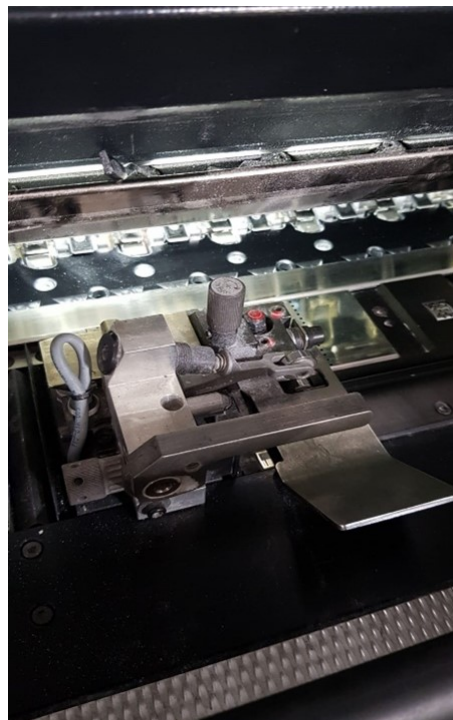
11

Slika 11. Sustav čeonih marki

¹¹ Autorska slika

Zadaća bočne marke je konstantno povlačenje arka i poravnanje svakog od njih jednako. Postoji više načina rada bočne marke, kod starog sistema uz pomoć opruge kod novog uz pomoć vakuuma. Podešavanje se vrši po gramaturi papira. Moderni strojevi u bočnim markama imaju stabilizatore za precizno poravnavanje i senzor u slučaju nepravilnog povlačenja arka, a grešku javlja uz zvučni i vizualni signal na kontrolnom centru. Stabilizator se podešava po gramaturi papira.

Za manje formate koristi se bočna marka koja gura, a kod većih formata bočna marka koja vuče. Kada bi veće formate papira gurali vjerojatnost gužvanja bi se povećala. Bočna marka određuje horizontalan smjer, poziciju arka više u lijevo ili desno. Dvije bočne marke koristimo ovisno o daljnjoj potrebi u procesu dorade zbog uložnog kuta (lijeva ili desna bočna marka).



12

Slika 12. *Bočna marka*

2.5.2 Tiskovni agregat

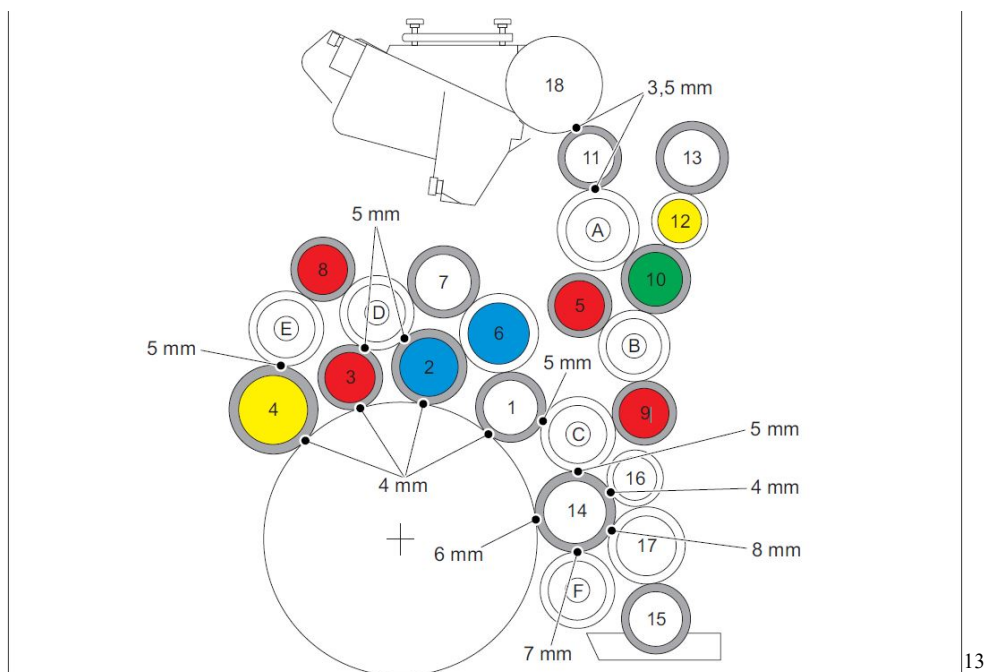
2.5.2.1 Tiskovne jedinice

Dolaskom arka do tiskovnog agregata tj. tiskovne jedinice završava se proces ulaganja, tako što se čeone marke spuštaju i arak preuzimaju hvataljke na prijenosnom (transfer) bubnju. Prijenosni cilindar se okreće i prenosi arak do tiskovnog cilindra. Tiskovna jedinica sastoji se od: automatskog dozatora boje, valaka za obojenje, valjaka za vlaženje, automatske izmjene ploča, temeljnog cilindra, ofsetnog cilindra, tiskovnog cilindra, prijenosnog cilindra i aparata za pranje cilindra. Neki od navedenih jedinica su moderna dodatna oprema koja ubrzava proces tiska. Heidelberg XL-106-8P stroj namijenjen za obostrani tisak pa mu je na sredini smješten cilindar za okret arka.

2.5.2.2 Uređaj za vlaženje

Pod procesom tiska valjak za vlaženje je u konstantom kontaktu s tiskovnom formom (pločom) te ravnomjerno nanosi otopinu za vlaženje na nju. Otopina je smještena u posudu „kadicu“ koja je povezana kružnim procesom s uređajem za kontrolu temperature i doziranjem kemijskih tvari te s uređajem za filtriranje i pročišćavanje već iskorištene otopine za vlaženje. Taj kružni proces je pod stalnim tlakom od 0,4 bara i u ovom slučaju temperaturom oko 10 stupnjeva. Uređaj za doziranje je spojen s kontrolnim centrom na kojem tiskar ima uvid trenutnog stanja otopine za vlaženjem: temperatura otopine za vlaženje (°C), postotak alkohola u otopini (%) i električna provodljivost (μS).

U sustavu valjaka za vlaženje koristi se pet valjaka različitog materijala i teksture. Tri su osnovna valjka, prvi je gumeni valjak uronjen u kadicu s otopinom za vlaženje i naziva se dozirni valjak. Drugi je metalni prijenosni valjak koji služi za prijenos otopine do trećeg valjka (nanosnog) te on dolazi u kontakt s tiskovnom formom. Dva popratna valjka služe za stabilizaciju i kvalitetu otiska. U ovom stroju postoji mogućnost direktnog kontakta uređaja za vlaženje i uređaja za obojenje. Na slici (Slika 13.) prikazani su idealni kontakti među valjcima i cilindrima te svi valjci u sustavu obojenja i vlaženja.



Slika 13. Sustav valjaka obojenja i vlaženja

2.5.2.3 Uredaj za obojenje

Na slici (Slika 13.) prikazan je sustav za obojenje. Proces obojenja kreće od bojanika u kojem je smještena boja, dukt je u konstantnom kontaktu s bojom i podijeljen je na segmente koje kontroliraju zoniski vijci (na ovom stroju 32 zone). Prije su se ručno podešavale zone, sada je to zamijenio elektromotor. Zonski vijci propuštaju količinu boje ovisno o potrebi otiska na arku, a boja se nalazi na plastičnoj foliji koja je zamijenila stariju tehniku metalnog noža.

Doziranje boje je automatizirano, tako što se pokretna glava pomiče duž cijelog bojanika i dozira boju. Taj Heidelbergov sistem se naziva (eng. InkStar). InkStar ima dvije mogućnosti, prva mogućnost je ubacivanje uložaka boje u posudu na InkStaru, a druga opcija je povezivanje InkStar-a na centralni sistem boje. Na ovom stroju koristi se druga opcija, tako što su velike bačve sa standardnom bojom za kolor tisak (CMYK) direktno povezane sa svakom tiskovnom jedinicom. Takav princip osigurava stabilnost gustoće boje te pojednostavljuje i ubrzava proces doziranja boje u bojanike. (Slika 14.) (Slika 15.)

¹³ Preuzeto s web stranice: www.heidelberg.com



14

Slika 14. *InkStar direct*

15

Slika 15. *Bačve s bojom*

Ovaj sustav obojenja sastoji se od 19 valjaka. Razlikuju se po materijalu, promjeru i teksturi. Vrste valjaka su: duktor, heber, nanoseći valjci, razribaći valjci i prijenosni valjci. Duktor svojom brzinom okreta propušta zadanu količinu boje, zatim heber prenosi u određenom taktu (brže ili sporije) boju. Prijenos s hebera vrši se na valjak za razribavanje koji prosljeđuje boju na ostale valjke. Na tiskovnu formu boju nanose 4 osnovna nanoseća valjka. Stroj ima mogućnost rada s jednim ili sa sva četiri nanoseća valjka. Ovisno o vrsti boje koriste se valjci različite teksture, za konvencionalne boje, UV boje i mješoviti rad boja [9]. Valjci se tijekom rada troše i potrebna im je promjena nakon određenog vremena, oni su gumeni i njihova razlika ovisi o tvrdoći koja je izražena u shorima (Sh) i promjeru (\emptyset).

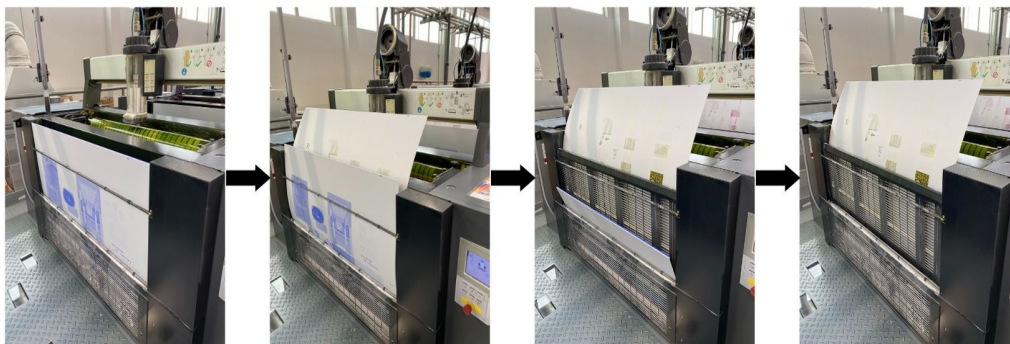
¹⁴ Autorska slika

¹⁵ Autorska slika

2.5.2.4 Temeljni cilindar i AutoPlate

Osnovna tri cilindra u stroju (temeljni, ofsetni i tiskovni) su od metala. Zadaća temeljnog cilindra je ravnomjerno postavljanje aluminijske tiskovne forme. Forma se postavi u škripove koji zatvore i zategnu ploču. Osnovni princip je ručno postavljanje forme, ali naprednom tehnologijom razvijen je sustav (eng. AutoPlate) automatske izmjene ploča u stroju.

Razvijena su tri načina automatskih izmjena ploča: standardni AutoPlate, AutoPlate Pro i AutoPlate XL3. Rad klasičnog AutoPlate sistema na višebojnom stroju je izmjena ploča parnih i neparnih tiskovnih jedinica. AutoPlate Pro je drugi način automatske izmjene ploča i radi na principu tako što se tiskovne forme postavljaju ili izbacuju jedna za drugim, a cilindri su konstantno povezani sa pogonskim sustavom i okreću se istovremeno. Najnapredniji sistem je AutoPlate XL 3 koji ploče postavlja i izbacuje istovremeno, svaki cilindar se odvaja od pogona i dolazi u osnovni položaj. Kad se izvršni proces promjene tiskovnih formi cilindri se vraćaju na početno stanje, a tijekom procesa je moguće oprati cilindre. Na ovom stroju postavljen je AutoPlate XL 3 koji svojom nevjerojatnom brzinom u 60 sekundi napravi promjenu na svih osam tiskovnih jedinica, što znatno ubrzava proces tiska [9].



16

Slika 16. *AutoPlate*

2.5.2.5 Ofsetni cilindar i gumena navlaka

Ofsetni cilindar pozicioniran je između temeljnog i tiskovnog cilindra, a na njemu se nalazi gumena navlaka. Boja se prenosi kontaktom temeljnog i ofsetnog cilindra, tako što su u dodiru tiskovna forma i gumena navlaka. Promjeri temeljnog i ofsetnog cilindra moraju biti podjednaki. Gumena navlaka pričvršćena je i zategnuta pod silom izraženom u newtonima (N) koju je proizvođač odredio kao idealnu.

Karakteristike gumene navlake:

- Fleksibilnost – dobro prihvaćanje raster elementa na površinu arka (eng. Trapping)
- Debljina – 1,70 do 1,95 mm po današnjem standardu
- Oštrina reprodukcije raster točke s gume na papir – (eng. Dot gain)
- Stabilnost pri velikim brzinama.

Tvrdoća gume izražena je u shorima (Sh). Tvrda gumena navlaka (75-80Sh) zahtijeva kvalitetan papir kako bi se dobio kvalitetan otisak, srednja gumena navlaka (70-75Sh), te mekana (65-70Sh) korištena za tisak na hrapavijim podlogama i zbog deformiranja rasterskih elemenata otisak je nekvalitetan.

Ispod gumene navlake obavezno je staviti podlogu „filažu“ (vrsta papira). Različite debljine filaže postavljaju se ispod gumene navlake kako bi se dobila tehnička nula, što znači da prsten cilindra i gumena navlaka moraju biti u istoj visini. Za tvrdu gumenu navlaku podloga je papir ili karton, za srednju gumenu navlaku potrebna je gumena podloga te papir i karton. Mekana gumena navlaka podlaže se sa dvije gumene podloge, papirom, kartonom i filcom [10].

Po građi gumene navlake se dijele na: kompresibilne i nekompresibilne. Kompresibilne daju kvalitetniji otisak, skuplje su i ne dolazi do deformacije otiska. Nekompresibilne su znatno jeftinije, dolazi do deformacije otiska, guma bježi, ali joj je prednost što dobra na hrapavim materijalima [10].

2.5.2.6 Tiskovni cilindar

Arci papira prolaze između ofsetnog i tiskovnog cilindra. Na tiskovnom cilindru nalaze se hvataljke koje preuzimaju arke od prijenosnog (transfer) cilindra i šalju ih do sljedećeg transfer cilindra koji se nalazi između svake tiskovne jedinice.

Kod obostranog tiska tekstura tiskovnog cilindra je drukčija nego kod jednostranog tiska. Cilindar je hrapaviji iz razloga što obostrano otisnuti arci prolaze preko njega, a boja je svježija i to sprječava razmazivanje boje. Da se koriste glatki cilindri boja bi se na takvoj površini razmazala i otisak ne bi bio ispravan. Kod ovog stroja tiskovni cilindar je promjerom duplo veći od ofsetnog i temeljnog, takvu tehnologiju razvio je Heidelberg kako bi podigao brzinu otisaka u satu.

2.5.2.7 Aparati za pranje cilindara

Nakon svakog izlaganja otisnutog papira ili nakon promjena ploča potrebno je oprati cilindre. Nakupine boje i prašine potrebno je ukloniti s gumene navlake, tiskovnog cilindra i tiskovne forme. U početku je dužnost tiskara bila povremeno očistiti svaki cilindar, napretkom tehnologije taj proces se znatno olakšao.

Prvo su se koristile četke za pranje, a zadnja tehnologija radi na principu čišćenja posebnim tkaninama. Tkanine se namataju na aparate koji se postavljaju kod cilindara, namočene tekućinom za pranje (ofsetinom) skidaju moguće ostatke boje i prljavštine (Slika 17.) (Slika 18.).



17



18

Slika 17. Aparat za pranje gumene navlake Slika 18. Aparat za pranje tiskovnog cilindra

2.5.2.8 Bubanj za okret arka (eng. Perfector)

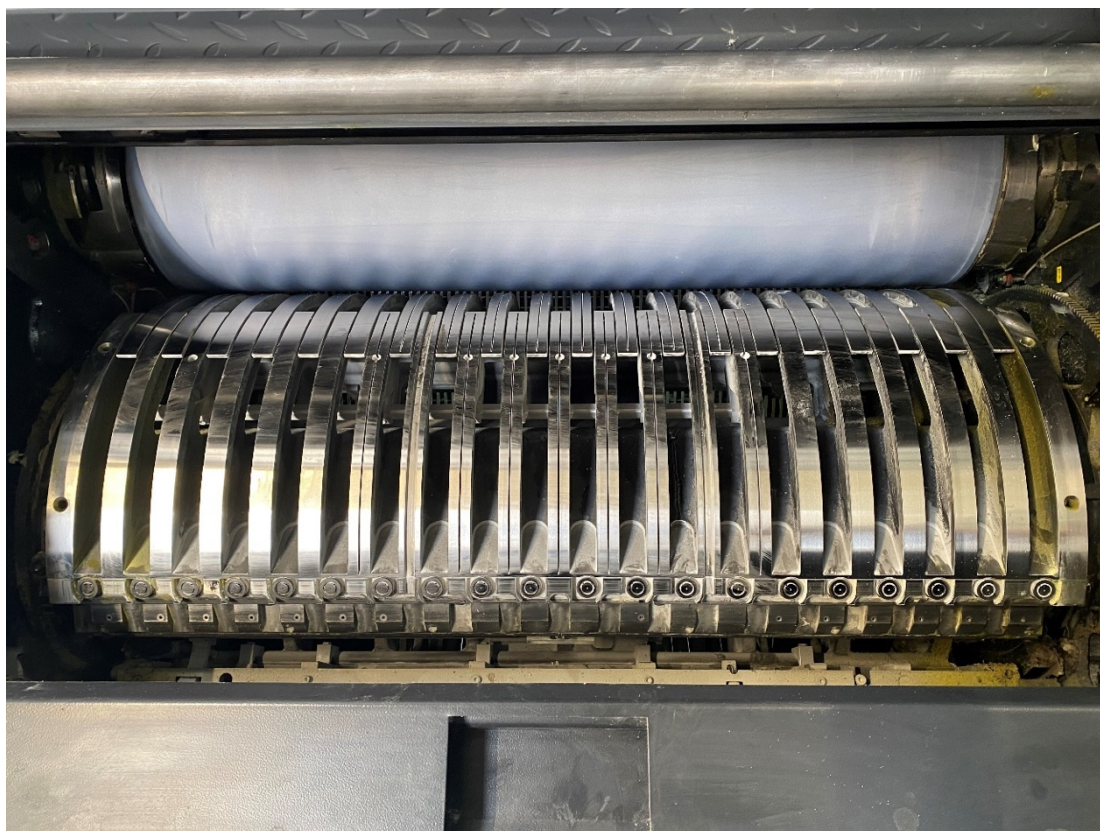
Bubanj za okret arka zaslužan je za razvijanje obostranog tiska. Rješenje obostranog tiska u početku izvodilo se uz pomoć strojeva za jednostrani tisak. Otisnuta strana izloži se na kup papira koji bi se okrenuo, a nakon toga slijedi proces tiska druge neotisnute strane. Na ovom osmerobojnom stroju koristi se bubanj za okret arka (eng. Perfector). Bubanj se nalazi na poziciji između četvrte i pete tiskovne jedinice, ova tiskara koristi više ovakvih strojeva zbog kolornog tiska osnovnih boja (CMYK) 4/4.

Okret arka na bubnju kreće od prijenosnog cilindra koji preuzima arka s tiskovnog cilindra i prenosi ga do bubnja za okret arka. Perfector ima dvije vrste hvataljke, na strani koja preuzima arak su standardne hvataljke, a na strani koja predaje arak su vakuumske hvataljke. Bubanj je podijeljen u dva segmenta, a svaki segment na dva dijela. Jedan dio segmenta je fiksiran, a drugi pomičan. Ovisno o promjeni formata papira pomični dio cilindra pomjera se na zadani format. Najvažniji trenutak je predaja arka s bubnja za okret arka do sljedećeg prijenosnog cilindra.

¹⁷ Autorska slika

¹⁸ Autorska slika

U trenutku predavanja arka vakuumske hvataljke ostaju bez zraka što omogućuje prijenosnom cilindru preuzimanje arka bez trganja. Pozicija otvaranja hvataljki kod klasičnog načina i bubnja za okret nije jednaka, a putanja arka je duža u ovom slučaju. Zbog poboljšanja stabilizacije arka na bubnju urezani su kanali koji uz pomoć vakuuma izravnavaju arak, a vakuumske hvataljke od preuzimanja do predaje arka imaju mogućnost zatezanja papira. Ispod sistema za okret arka također se nalazi zračni plašt koji radi uz pomoć ventilatora podijeljenih u segmente s automatskom regulacijom na kontrolnom centru. Kod korištenja manjeg formata od maksimalnog dio vakuumskih hvataljki koje nisu potrebne u tom trenutku automatski se zatvaraju kako ne bi došlo do smanjenja jačine snage u ostalim potrebnim hvataljkama. Predani arci nastavljaju put preko prijenosnih i tiskovnih cilindara (Slika 19.).



19

Slika 19. *Sistem arka na okret*

2.5.3 Izlagaći aparat

Završetkom dijela tiskovnog agregata nastavlja se proces tiska izlaganjem otisnutih araka. Tiskovni cilindar otisnute arke predaje do hvataljki u izlagaćem aparatu. Hvataljke imaju zadatak prenijeti arke do kupa papira u što boljem stanju, a u tome im pomaže Venturi tehnologija. Kako arci papira ne bi imali doticaj s ostalim dijelovima stroja i tako deformirali svježe otisnutu boju na arcima koristi se ova tehnologija. Rad tehnologije temelji se na zrakovima, rupice na metalnim plaštovima propuštaju zrak i tako stabilizira, te sprječava kontakt araka s površinom. Ovaj način rada koristi se od početka pa do kraja izlaganja (Slika 20.).

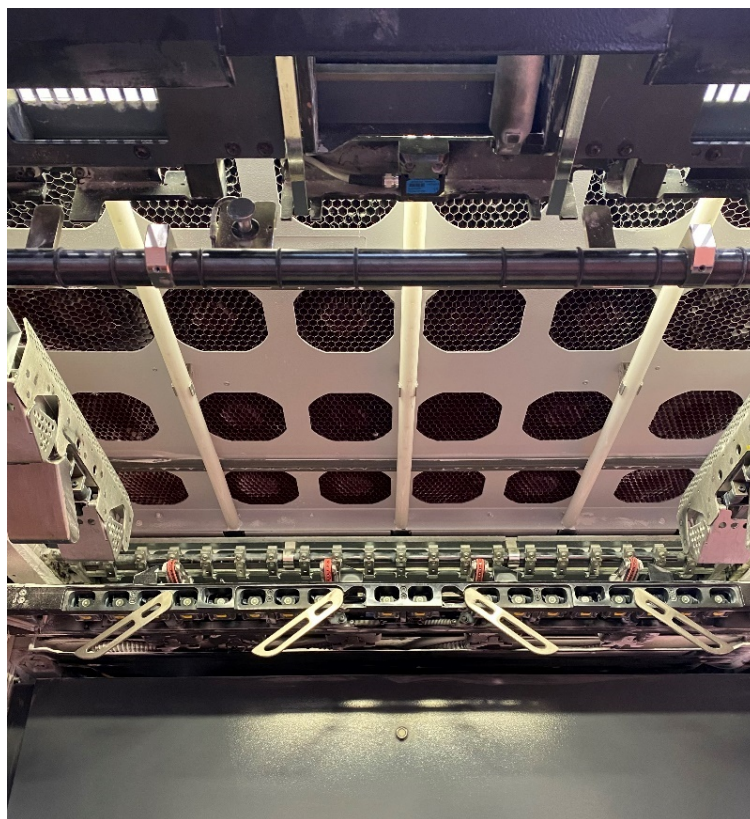


Slika 20. *Venturi tehnologija i hvataljke izlagaćeg aparata*

Prije samog izlaganja na kup papira arke je potrebno zaštititi puderom koji sprječava lijepljenje araka kada dođu jedan na drugi. Boja na otisnutim arcima nije dovoljno osušena, a ako ne zaštitimo arak došlo bi do preslikavanja motiva s jednom na drugi. Uređaj istovremeno i s obje strane arka nanosi puder. Dodatna opcija u ovom procesu je Heidelbergova nova tehnologija čišćenja viška pudera (CleanStar) koji se nakupi tijekom rada. Također dodatna opcija je sušenje araka prije izlaganja (DryStar) korištenjem UV ili Led lampi, a time se smanjuje potrošnja pudera.

²⁰ Autorska slika

Nakon procesa nanošenja pudera arak pada na dinamičke kočnice koje usporavaju njegovu brzinu. Prednost ovih kočnica je automatsko pomjeranje u tijeku tiska i zatezanje arka prije izlaganja. Kada se arak dovede u poziciju iznad kupa papira kako bi se kvalitetno izložio potrebna mu je pomoć ventilatora koji zrakom guraju papir prema kupu te ravnala koji se nalaze sa svih strana podešenih prema formatu papira. Bočna ravnala i prednje ravnalo vibriranjem poravnavaju arke na vrhu kupa papira, a stražnje ravnalo je fiksirano (Slika 21.).



21

Slika 21. *Ventilatori, kočnice, ravnala*

Kup papira je smješten na horizontalnu ploču koja se spušta i tako omogućuje da zadnji arak uvijek bude na jednakoj visini. Dodatna opcija je non-stop izlaganje koja omogućuje tiskanje bez prekida, tako što se napunjeni kup papira izvuče bez zaustavljanja stroja. Svako zaustavljanje stroja ima negativne ekonomske posljedice i nakon ponovnog pokretanja potrebno je ukloniti arke koje ne zadovoljavaju zadane standarde (Slika 22.) .



22

Slika 22. Izlagaći aparat

2.5.4 Kontrolni centar

Uz tiskarski stroj kod izlagaćeg aparata postavljen je kontrolni centar za upravljanje i kontrolu tiska. U grafičkoj tehnologiji prva automatizacija razvila se na tiskarskom stroju. Početak razvijanja kontrolnog centra je bio CPC sustav koji je mogao znatno manje funkcija obavljati nego što to današnja tehnologija dozvoljava. Ovaj stroj je Heidelbergova zadnja tehnologija koja se zasniva na sistemu „Push to stop“. Takav sistem omogućuje cjelokupnu automatizaciju tiskarskog stroja. Novi zaslon na kontrolnom centru (Wallscreen XL) na kojemu je instaliran Intellistart 3 omogućuje tiskaru potpunu kontrolu tiskovnih araka od početka tiska do izlaganja (Slika23.).



23

Slika 23. *Wallscreen XL*

Jedna od najvažnijih stavki je mjerni uređaj Inpress control. Inpress radi na principu mjerenja Dipco stripova. U ovom stroju postavljen je najnoviji Inpress Control 3 koji daje sve potrebne informacije za analizu kontrole kvalitete otisnutog arka i informacije šalje na analizu (Prinect Quality Report) te na Wallscreen XL gdje daje uvid tiskaru u trenutno stanje kvalitete tiska.

Najbitnije informacije koje Inpress daje su: denzitometrijsku vrijednost, spektrofotometrijsku vrijednost, prirast rastertonske vrijednosti, smicanje, dubliranje, kontrola pasera i odstupanje boje od zadane vrijednosti (ΔE). Ovaj sistem je jedinstven zbog toga što jednako kvalitetno obavlja funkciju rada i pri brzini od 18.000 araka po satu u obostranom tisku (Slika 24.).



24

Operation Quality - Summary

Job		Operation	
Job Name:	Pizzabijel_005_9789048836	Operation designation:	TXT_FB_005_4/4
Job number:	29826	Operation status:	Completed
Customer Name:	GPS Group	Machine:	10X1.106-8

OK sheet

Measurement Number: 15 ✓

Black		Cyan		Magenta		Yellow	
PU 1		PU 2		PU 3		PU 4	
ΔE	D	Dg	Dg	ΔE	D	Dg	Dg
	40%	80%		40%	80%	40%	80%
3.49	1.80	16.0	10.0	3.65	1.37	14.0	12.0
				1.15	1.36	13.0	11.0
				3.13	1.25	15.0	9.0

Measurement Number: 16 ✓

Black		Cyan		Magenta		Yellow	
PU 5		PU 6		PU 7		PU 8	
ΔE	D	Dg	Dg	ΔE	D	Dg	Dg
	40%	80%		40%	80%	40%	80%
3.45	1.81	18.0	11.0	3.31	1.38	15.0	12.0
				1.98	1.35	12.0	10.0
				2.88	1.26	14.0	10.0

25

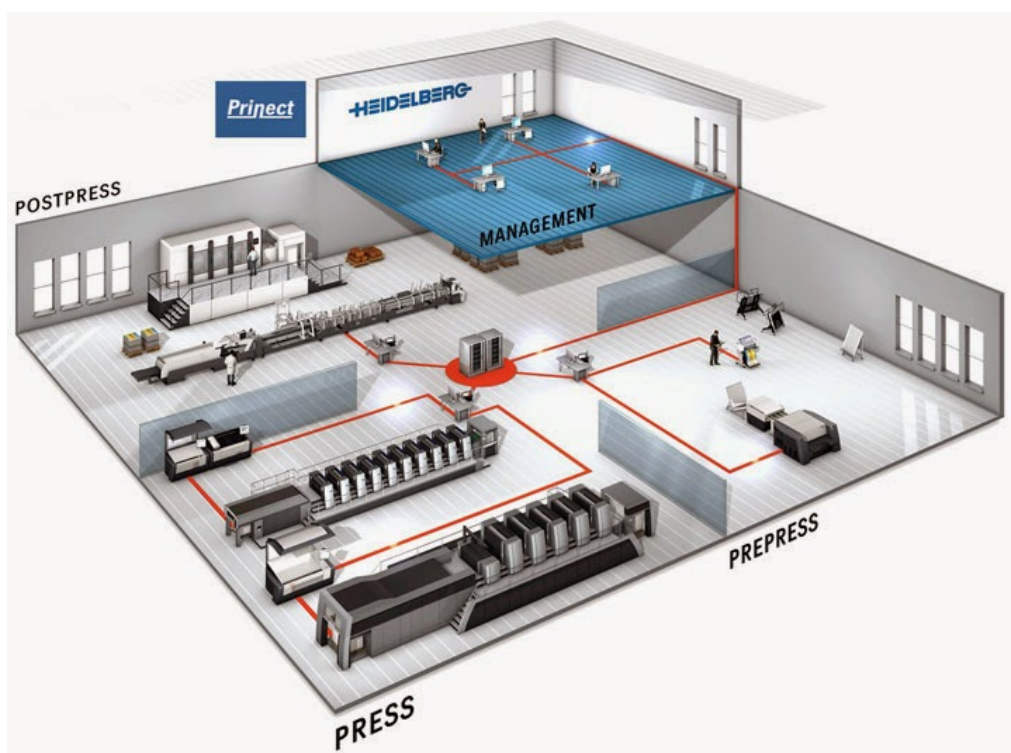
Slika 24. Inpress Control

Slika 25. Prinect Quality Report

²⁴ Preuzeto s web stranice: www.heidelberg.com

²⁵ Autorska slika

Cijeli sustav povezan je sa Prinect sistemom koji povezuje sve dijelove grafičke proizvodnje od menadžmenta do predaje gotovog proizvoda. Prinect nastoji digitalizirati i automatizirati cijelu tiskaru. Automatizira izračun troškova, plan i datum materijala, prati logistiku i upravlja poslovima. Ovaj sistem prati svaku aktivnost, svaku narudžbu, svaki proizvod i tako poboljšava profitabilnost tiskare tj. stvara pametnu tiskaru. Pod ovim sustavom koristi se još dosta popratnih programa koji poboljšavaju kontrolu i analizu u svim dijelovima tiska, kao npr. Prinect Quality Report program prati i analizira otisnute arke, te jednostavno daje uvid u rezultate(Slika 25.). Ovim sustavom može se kontrolirati tiskarski stroj u svakom trenutku, svaki tiskovni arak prolaskom kroz stroj je označen, tim principom grafičkim tehnolozima olakšan je posao i svaki podatak dostupan im je na računalu. Unosom broja naloga posla u program moguće je vidjeti tijek i putanju od početka do gotovo proizvoda. Prinect je ubrzao i pojednostavio cijelu grafičku proizvodnju, te na taj način smanjio moguće pogreške (Slika 26.) [9].



26

Slika 26. Prinect sustav

²⁶ Preuzeto s web stranice: <http://www.labelsind.com/2014/09/integrated-prinect-packaging-workflow.html>

3. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu prikazan je ofsetni tisak stroja na arke, za primjer i opis korišten je Heidelberg XL-106-8P. Stroj je proizveden od strane velike kompanije tiskarskih strojeva Heidelberg, godina proizvodnje stroja je 2020. i korištena je najmodernija dodatna oprema. Dodatna oprema povećava produktivnost i smanjuje moguće pogreške u tisku, propusti su svedeni na minimum, a gotovo svaki dio stroja je automatiziran.

Mana ovog stroja je visoka cijena, prilagodba i usklađivanje radnog procesa. Instaliranje i pokretanje stroja je zahtjevan i kompliciran posao, potrebno je dosta radnog vremena da se odlično povežu svi dijelovi stroja. Svaki dio treba biti precizno postavljen i usklađen s ostalim dijelovima kako bi se besprijekorno mogao obavljati tisak. Transport stroja do tiskare koristi posebna prijevozna sredstva što znatno povećava cijenu stroja.

Prednosti ovog stroja su definitivno veće nego mane. Uz brzinu od 18.000 araka po satu i obostrani tisak reprodukcija motiva je odlična. Ovim sustavom pojednostavljen je rad na ofsetnom stroju, a odgovornost tiskara je manja. Svaka pogreška i neispravan arak označen je na kontrolnom centru, a rješavanje problema automatiziranim dijelovima stroja je brzo i efikasno. Brza izmjena ploča, čišćenje cilindara, bubanj za arak na okret i mnogi drugi dijelovi opisani u ovom radu prikazuju ubrzanje procesa. Takvim načinom smanjuju se moguće ljudske pogreške. Kontrola kvalitete arka preko korištenih programa automatski ukazuje na moguće pogreške u tisku, a takve pogreške je prije trebalo utvrditi i analizirati ljudsko oko. Ovdje se dolazi do zaključka da je tehnologija ofsetnog tiska dovedena gotovo do savršenstva, ali činjenica je da će se još razvijati zbog kvalitetne reprodukcije i povećane potražnje za ovakvim načinom tiska.

4. LITERATURA

- [1] Zjakić Igor, Upravljanje kvalitetom ofsetnog tiska, Hrvatska sveučilišna naklada, Zagreb, 2007.
- [2] B.Loza. Diplomski studij grafičke tehnologije. Razvoj tiskarstva. Nastavni tekstovi. Zagreb, 2009.
- [3] Bolanča Stanislav, Glavne tehnike tiska, Acta Graphica, Zagreb 1997
- [4] K.Krizmarić. Kvalitativne karakteristike digitalnog i konvencionalnog ofsetnog tiska. Diplomski rad. Zagreb: Grafički fakultet, 2010.
- [5] T.Kolenko. Tolerancija obojenja u tisku. Diplomski rad. Zagreb: Grafički fakultet, 2012.
- [6] T.Cigula, S. Mahović Poljaček, M. Gojo. Grafički fakultet, Zagreb. Funkcija dodataka otopine za vlaženje. <https://www.ziljak.hr>
- [7] Kolegij tiskarske boje. Grafički fakultet, Zagreb (2019.-2020.)
<https://moodle.srce.hr/>
- [8] Kolegij papir. Grafički fakultet, Zagreb (2018.-2019.) <https://moodle.srce.hr/>
- [9] <http://www.heidelberg.com>
- [10] Kipphan Helmut, Handbook of Print Media, Springer Verlag Berlin Heidelberg New York, 2001.

5. PRILOZI

Slika 1. Litografski stroj

Slika 2. CtP uređaj

Slika 3. Osnovna shema ofsetnog stroja

Slika 4. Ofsetna boja

Slika 5. Heidelberg XL-106-8P

Slika 6. Heidelberg XL-106-5+L

Slika 7. Heidelberg XL-106-2

Slika 8. Heidelberg XL-75-5+L

Slika 9. Ulagaći aparat

Slika 10. Ulagaći aparat

Slika 11. Sustav čeonih marki

Slika 12. Bočna marka

Slika 13. Sustav valjaka obojenja i vlaženja

Slika 14. InkStar direct

Slika 15. Bačve s bojom

Slika 16. AutoPlate

Slika 17. Aparat za pranje gumene navlake

Slika 18. Aparat za pjanje tiskovnog cilindra

Slika 19. Sistem arka na okret

Slika 20. Venturi tehnologija i hvataljke izlagaćeg aparata

Slika 21. Ventilatori, kočnice, ravnala

Slika 22. Izlagaći aparat

Slika 23. Wallscreen XL

Slika 24. Inpress Control

Slika 25. Prinect Quality Report

Slika 26. Prinect Sustav

Tablica 1. Podjela papira po gramaturi

Tablica 2. Formati papira