

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GRAFIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

Dino Hadžiselimović



Sveučilište u Zagrebu
Grafički fakultet

Smjer: Tehničko-tehnološki

ZAVRŠNI RAD
NOVE TEHNOLOGIJE TISKA NOVINA
I UTJECAJ NA OKOLIŠ

Mentor:

Izv.prof.dr.sc.Ivana Bolanča

Student:

Dino Hadžiselimović

Zagreb, 2018

SAŽETAK

Tema završnog rada je nove tehnologije tiska novina i utjecaj na okoliš.

Novine su tiskovina koja se svakodnevno proizvodi, ali vrijeme korištenja je kratko najviše do par dana ukoliko se ne radi o arhiviranju. Analiza životnog ciklusa spomenutih proizvoda ukazuje na negativan utjecaj na okoliš kroz potrošnju resursa, energije, materijala, emisiju zagađivala u vodi i zrak te pri zbrinjavanju proizvoda na kraju životnog vijeka. Korištenjem novih tehnologija tiska pridonosi se smanjenju negativnih trendova u kontekstu kvalitete okoliša. U završnom radu promatrat će se karakteristike recikliranih vlaknaca laboratorijskih listova u odnosu na različite uvjete dobivanja otiska novina.

Eksperimentalni dio sastoji se od 6 različitih uzoraka (D1-D6). Razlika kod pojedinog uzorka je u udijelu boje, kod D1 imamo 100% inkjet boje, D2- 80% inkjet boje i 20% ofset boje, D3- 60% inkjet i 40% ofset boje, D4- 40% inkjet i 60% ofset boje, D5- 20% inkjet i 80% ofset boje i D6- 100% ofset boje.

Izmjerena su optička svojstva te slikovna analiza s naglaskom na površinu te broj zaostalih čestica nečistoća na laboratorijskim listovima.

Ključne riječi: Inkjet, ofset, reciklaža, flotacija.

SADRŽAJ

1. Uvod.....	4
2.1. Teorijski dio.....	5
2.1.1. Tisak novina.....	5
2.1.2. Ofsetna tehnika tiska.....	5
2.1.3. Princip rada Inkjet pisača.....	6
2.1.4. Analiza životnog ciklusa proizvoda.....	8
2.1.5. Povijest razvoja životnog ciklusa proizvoda.....	8
2.1.6. Faze analiza.....	9
2.1.7. Analiza životnog ciklusa novina.....	10
2.1.8. Reciklaža papira.....	11
2.1.9. Postupak reciklaže.....	11
2.2.0. Utjecaj na okoliš.....	13
3. Eksperimentalni dio.....	14
3.1. Materijali i metode.....	15
3.2. Uzorci.....	15
3.3. Kemikalije.....	15
3.4. Metoda recikliranja.....	16
3.5. Uređaji.....	17
3.5.1. Dezintegrator.....	17
3.5.2. Homogenizator.....	18
3.5.3. Flotacijska ćelija.....	19
3.5.4. Uređaj za automatsku izradu papira.....	20
3.5.5. Spektrofotometar.....	21
4. Rezultati.....	21
4.1. Optičke karakteristike recikliranih vlakana.....	21

4.3. Eric	22
4.4. Svjetlina.....	23
4.5. Bjelina papira	25
4.2. Slikovna analiza	27
5. Zaključak	28
6. Literatura.....	29

1. Uvod

U suvremenom informacijskom društvu, masovni mediji u kojima spadaju i novine imaju četiri temeljne uloge: informirati, zabaviti, uvjeriti i transmitirati kulturu.

Primarnom, klasičnom ulogom novina smatra se informiranje, tj. prijenos, objašnjavanje i komentiranje za javnost važnih i aktualnih događaja.

Kada se govori o recikliranju novina, govorimo o papiru koji je idealan za recikliranje tj. može se reciklirati i do nekoliko puta, a da pritom zadrži svoja osnovna uporabna svojstva, odnosno da se i dalje može nesmetano koristiti.

Recikliranje papira je praksa kojoj se sve češće pristupa, a dva najvažnija i najveća razloga su očuvanje prirode i prirodnih resursa, ušteda energije, a samim time i znatna ušteda financijskih sredstava.

Cilj ovog rada je ispitati karakteristike vlakanaca od šest različitih uzoraka koji imaju različite udjele boja (*InkJet* i ofset) te utvrditi koji od uzoraka je najbolji i koji od uzoraka ima najefikasniju flotaciju odnosno reciklažu.

U radu je opisan proces recikliranja papira koji uključuje postupke prikupljanja, obrade i dobivanja recikliranog papira.

2.1. Teorijski dio

2.1.1. Tisak novina

Novine su dio našeg života unazad stotinama godina. One predstavljaju način informiranja javnosti o važnijim događajima koji se događaju u svijetu. Tijekom povijesti novine su prolazile kroz mnoge promjene. Jedne od prvih novina datiraju još iz doba Rima gdje su se obavijesti klesale u kamene ploče.

Jedna od najvećih promjena u povijesti novina je tiskanje novinskog tiska. Automatizacijom proizvodnje novina sam broj novina dostupnih javnosti se bitno povećao, na taj način postajući dostupnije ljudima. [1]

Od doba Gutenberga do danas mnogo se toga promjenilo u samom tiskanju novina. U kasnom 18. stoljeću te ranom 19. stoljeću došlo je do modificiranja strojeva za tiskanje zamjenjivanjem drvenih za metalne dijelove stroja.

2.1.2. Ofsetna tehnika tiska

Kada govorimo o tehnici tiska novina mislimo na ofsetni tisak. To je indirektna tehnika tiska što znači da se bojilo ne prenosi direktno s tiskovne forme na tiskovnu podlogu već se prenosi preko ofsetnog gumenog cilindra. Po vrsti tehnike tiska spada u plošni tisak što znači da su tiskovni elementi i slobodne površine u istoj ravnini.

Otiskivanje je moguće zahvaljujući razlikama u fizikalno kemijskim svojstvima. Tiskovni elementi na tiskovnoj formi su oleofilni (hidrofobni) tako da dobro apsorbiraju bojilo, a slobodne površine su hidrofilne (oleofobne) koje odbijaju boju odnosno prihvataju polarne otopine za vlaženje.

Prilikom otiskivanja na tiskovnu se formu prvo nanosi otopina za vlaženje koja prekriva slobodne površine. Na taj način se onemogućuje primanje oleofilnog bojila na slobodne površine koje se nanose na tiskovnu formu odmah nakon otopine za vlaženje. Tako se na površini tiskovne forme u istom trenutku nalaze dvije tekućine različitih svojstava koje moraju moćiti različito obrađene tiskovne i slobodne površine.

Slobodne površine moraju se vlažiti otopinom za vlaženje u prisutstvu tiskarske boje, a tiskovne se površine moraju dobro močiti tiskarskom bojom.

S obzirom na oblik tiskovne podloge ofsetni tiskarski strojevi dijele se na tiskarske strojeve za tisak iz arka i tiskarske strojeve za tisak iz role. Osnovni principi tehnike tiska jednak je i primjenjuje se na oba tipa stroja dok se konstrukcijski izvedbe ovih strojeva ipak u mnogočemu razlikuju.

Novinske rotacije razvile su se kako bi se u što kraćem vremenu dobilo što više otisaka stoga se u novinskim rotacijama se ne koriste arci papira već beskonačne trake papira koje nazivamo kotur. Zato je za brzinu tiska osim brzine okretaja cilindra važna i brzina kojom se kreće traka papira kroz stroj.

Suvremene ofsetne rotacije grade se s više tiskovnih agregata koji se spajaju u vodoravnu liniju i okomito na katove, tj. u više etaža.

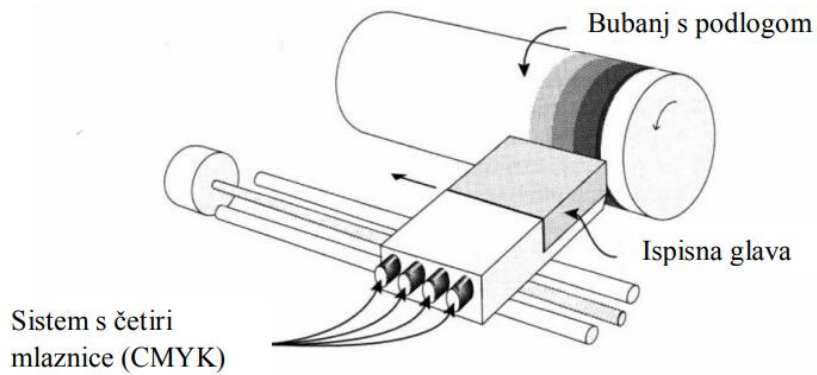
Svako nanoseno bojilo moramo i sušiti pa tako u novinskom tisku otisak sušimo penetracijom boje u strukturu podloge. U ofsetnim rotacijama se uz tiskarska bojila koja se suše pretežno penetracijom rabe *heat-Set* bojila koja se osim penetracijom suše pod utjecajem povišene temperature. Zagrijavanje i penetracija omogućuju vrlo brzo sušenje otisaka u punoj debljini nanosa bojila. [2]

2.1.3. Princip rada Inkjet pisaa

U teoriji, Inkjet je vrlo jednostavan način otiskivanja. Pritom jedna ispisna glava formira i ispušta kapljice bojila direktno na tiskovnu podlogu (Slika 1). Podaci koji se ispisuju pomoću Inkjet glave će primjeniti boju iz spremnika i distribuirati je na papir. Međutim u praksi, tehnologija Inkjet-a je komplicirana i njena konstrukcija zahtjeva mnogo sitnih dijelova.

Današnji DTP (*Desktop To Publishing*) printeri imaju glave koje sadrže između 300 i 600 mlaznica od kojih je svaka kao i ljudska vlas, odnosno promjera oko 70 mikrona.

Oslobođene kapljice će se iz mlaznica emitirati direktno na površinu tiskovne podloge koja je neophodna za formiranje buduće slike. Tijek otiskivanja izvodi se tako da ispisna glava pisaa prelazi preko tiskovne podloge u skenirajućem modu (lijevo- desno), dok se tiskovna podloga kreće prema naprijed. Kada je otisak otisnut podloga se izbacuje na izlagaću ladicu, a u stroj se ulaže novi arak papira. Kako bi pisaa imao veću brzinu u isto vrijeme ispisna glava ne tiska samo jedan red piksela već nekoliko njih. [3]



Slika 1: Princip rada DTP Inkjet-a

(Yang, L. (2003), Ink-paper interaction. A study in Ink-jet color reproduction, Department of Science and Technology Linkoping University, Norrkoping)

Izvedba Inkjet pisača može se okarakterizirati brzinom ispisa i rezolucijom. Brzina ovisi o frekvenciji kapanja i intervalu između dvije uzastopno formirane kapljice. Na običnom pisaču potrebno je oko pola sekunde da se ispiše jedna linija na tiskovnoj podlozi

2.1.4. Analiza životnog ciklusa proizvoda

Životni ciklus proizvoda predstavlja vrijeme od uvođenja proizvoda na tržište do njegovog isključenja iz proizvodnog programa. Svaki proizvod ima svoj ograničeni životni ciklus koji kod nekih proizvoda traje dulje a kod nekih kraće. Cilj svakog poduzeća je napraviti proizvod koji će postojati na duge staze, proizvod koji će pronaći sebi mjesto na policama trgovina proizvod kojem će životni vijek trajati što duže.

To je holističko vrednovanje djelovanja proizvoda na okoliš, a vodi se principom „od kolijevke do kolijevke“, što označava zatvoreni krug, a to je osnovni princip održivog razvoja.

Prva namjena LCA metode je istraživanje potrošnje resursa tj. energije, a druga je namjena višekriterijska analiza za ambalažne materijale.

2.1.5. Povijest razvoja životnog ciklusa proizvoda

U povijesti zbrinjavanja ambalaže, Coca-Cola je prva napravila i djelomično objavila rezultate procjene ekološke prihvatljivosti različitih tipova ambalaže u obliku REPA izvještaja (Resource and Enviromental Profile Analysis). U to vrijeme dolazi i do naftne krize (1974. – 1979.) pa industrija pokušava naći nešto kao alternativu neobnovljivim izvorima energije, a kao rezultat Net Energy Analysis dobiva se bioetanol. LCA se nastavlja koristiti i 1984. godine kada je objavljena publikacija švicarskog laboratorija za istraživanje i testiranje materijala EMPA („Ecological report of packaging material“). Tema publikacije bili su ambalažni materijali; je li ekopovoljnije staklo ili plastika (odlaganje ili povrat). 1991. godine SETAC (Society of Enviromental Toxicology and Chemistry) definira okvire za analizu životnog ciklusa („*A technical Framework for Life Cycle Assesments*“). U periodu od 1997. do 2000. godine ISO organizacija donosi niz internacionalnih standarda koji definiraju različite faze u LCA metodologiji (ISO 14041, 14042, 014043). [4]

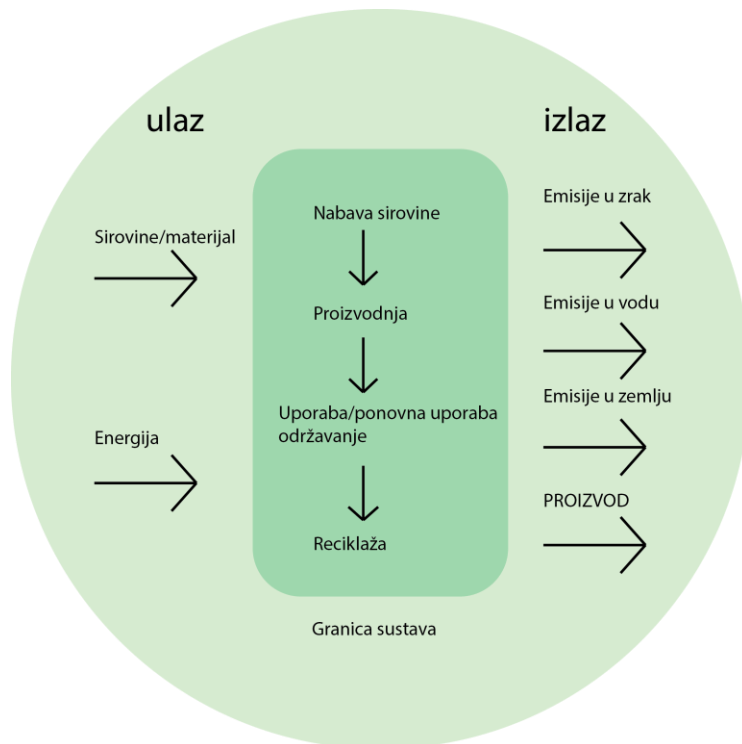
2.1.6. Faze analiza

LCA uspostavlja ekološki profil proizvodnog sustava razjašnjavanjem okolišnih aspekata (npr. potrošnja energije, potrošnje materijala i čvrstog otpada) povezanih s proizvodnim sustavom. Tada se takvi rezultati koriste za procjenu ekoloških i ljudskih utjecaja. LCA procjenjuje utjecaj na okoliš prema sljedećim glavnim fazama životnog ciklusa:

- Nabava sirovine ili stjecanje sirovine
- Materijali za obradu
- Proizvodnja proizvoda
- Korištenje proizvoda, održavanje i obnova
- Završno pozicioniranje, kraj životnog ciklusa

Ove faze se mogu podijeliti u podfaze. Kao podfaza najčešće se koristi nabava materijala za proizvodnju te obrada materijala. Sama proizvodnja može biti podijeljena na dvije dodatne podkomponente: izrada procesa i sustav montaže. Ulaz (npr. resursa i energije) i izlaz (npr. proizvoda, emisije i otpad) proizašli su iz svake faze životnog ciklusa i interakcije između svake pojedine faze (npr. prijevoz).

Ciklus počinje vađenjem sirovine koja je potrebna, dolazi iz okoliša te završava kao materijal koji se vraća u okoliš. Takav se ciklus naziva od „kolijevke do groba“. Sve faze međusobno su povezane; utjecaj na jednu fazu djeluje na ostale faze. Prikaz faze životnog ciklusa najbolje je prikazano na slici 2. gdje se jasno vide granice između svih sustava. [5]



Slika 2: Faze životnog ciklusa s pripadajućim ulaznim i izlaznim tokovima

2.1.7. Analiza životnog ciklusa novina

Životni ciklus novina sastoji se od osam uzastopnih koraka proizvodnje a to su: šuma, transport, proizvodnja papira, tisak, korisnik, recikliranje i reciklaža.

Prvi dio životnog ciklusa novina je njihovo podrijetlo, a to je šuma. Papir se uglavnom proizvodi od švedske smreke. Nakon toga, drvo za novine priprema se za transport. Vlakna drveta su spojena u mehaničku pulpu koja nastaje automatskim odvajanjem vlakana kako bi se uključili svi dijelovi drveta. Lignin, glavni dio mehaničkih vlakana, blijedi pod utjecajem svjetla. Ova pojava se obično može primjetiti kod požutjenja novina. Idući je korak životnog ciklusa novina izrada papira. Kako bi bilo spremno za izradu papira, najvažnije osnovne komponente za izradu papira su mehanička pulpa i reciklirana vlakna.

Idući je korak tisak papira. Ofset tehnika je metoda koja se koristi za printanje novina. Kako bismo mogli otisnut papir u uvodnoj fazi pripremamo, razvijamo tiskovnu formu. Tada je papir spreman za otisivanje. Nakon tiska slijedi distribucija. Novine koje su otisnute prenose se marketinškim kanalima, maloprodajnim mjestima ili direktno u kućanstva. Nakon što je sve distribuirano korisnik novina čita novine. Kad se novine pročtaju šalju se u kontejnere za recikliranje ili u odlagališta. Da bismo dobili reciklirani papir (novine), skupljamo stare novine trgamo ih na određenu dimenziju, te onda stavljamo u dezintegrator pa u flotacijsku ćeliju i uz pomoć deinking flotacije vadimo van čestice tinte kako bismo mogli dobiti što čišći reciklirani papir. Detaljniji postupak reciklaže ćemo objasniti u nastavku. [6]

2.1.8. Reciklaža papira

Izdvajanje materijala iz otpada i njegovo ponovno korištenje nazivamo recikliranjem. To uključuje sakupljanje, izdvajanje, preradu i izradu novih proizvoda iz iskorištenih stvari ili materijala. Da bi recikliranje bilo zadovoljeno važno je najprije odvojiti otpad prema vrstama otpadaka. Mnoge otpadne tvari mogu se ponovno iskoristiti ako su odvojeno sakupljene. U proces recikliranja spada sve što se može ponovno iskoristiti, a da se ne baci. U svijetu postoje centri za reciklažu koji iskorištavaju materijal od starih stvari kako bi napravili nove. Najpoznatiji i najčešći postupak je recikliranje papira gdje se otpadci namoče i očiste, a iz ocijedenih ostataka se pravi karton ili papir niže kakvoće. Reciklaža podrazumijeva cjelovite sustave gospodarenja i nadzora ostataka te otpadaka od njihovog nastanka do konačne obrade. Ti su postupci bitna sastavnica modernog društva te su za njihovo razvijanje i učinkovitost važne gospodarske odrednice koje potiču smanjivanje otpada i razvoj odvojenog prikupljanja i recikliranja otpada. [7]

2.1.9. Postupak reciklaže

Prije samog procesa reciklaže trebamo prikupiti papir koji je odložen u predviđenim spremnicima odnosno kontejnerima. Da bi papir što bolje bio recikliran važno je da su prethodno stari papiri bili u spremnicima bez ikakvih drugih otpada.

Sav prikupljeni papir otprema se na preradu i potom izradu novih proizvoda široke upotrebe, primjerice novina, knjiga, uredskog papira, toaletnog papira i drugog.

Recikliranje se definira kao „*prerađivanje otpadnog materijala tako da se u cjelini ili djelomice dovede u stanje u kojem se može upotrijebiti*“. [8]

Sama etimologija riječi „reciklirati“ potvrđuje navedeno značenje – dolazi od engleskog izraza „*recycle*“ koji, pak, korijen ima u latinskoj riječi „*cyclus*“, odnosno grčkoj „*kyklos*“, koje znače „krug“ (engleska složenica latinsko – grčkom izrazu dodaje prefiks „*re*“ i ta se inačica koristi diljem svijeta i označava isto). [8]

Drugim riječima, recikliranje je izdvajanje materijala iz otpada i njegovo ponovno korištenje. Uključuje sakupljanje, izdvajanje, preradu i izradu novih proizvoda iz iskorištenih stvari ili materijala. Vrlo je važno najprije odvojiti otpad prema vrstama.

Proces recikliranja starog papira uključuje miješanje starog papira s vodom i različitim kemikalijama kako bi se razdvojili sastojci. Zatim se dobiveni materijal usitnjava i grije. Dobivena smjesa dalje se obrađuje procijeđivanjem čime se uklanjaju materijali poput ljepila ili plastike koji se još uvijek mogu nalaziti u smjesi. Slijedi čišćenje, bijeljenje i ponovno miješanje s vodom.

Recikliranje se odvija u 10 osnovnih faza, navedenih u nastavku:

- Sakupljanje otpadnog i starog papira,
- Ukoliko papir nije moguće izdvojiti u tijeku sakupljanja otpada u kontejnere, odvaja od ostalog otpada u centrima za sortiranje otpada te se sortira prema kvaliteti i preša u bale,
- Bale sortiranog papira odvoze se u centar za recikliranje papira,
- U centru za recikliranje papira najprije se ocjenjuje kvaliteta otpadnog papira radi utvrđivanja cijene istog,
- Od papira se odvajaju zaostali, krupni komadi otpada poput žice, plastike, metala, tekstila ili drva,
- Papir se usitnjava (u valjkastoj drobilici), nakon čega se dodaje voda i nastaje pulpa,
- Čišćenjem i prosijavanjem nastavlja se odvajanje zaostalih sitnih čestica otpada od vlakana celuloze, plastike, gumenih traka, ljepila, lateksa i drugih nečistoća,

- Flotacija, najveći izazov u recikliranju papira, predstavlja uklanjanje štetnih primjesa poput polimernih mastila i prevlaka, jedan od primjera su toneri koji se koriste u laserskim kopirnim uređajima te su toplinski spojeni s površinom tiskane strane papira. To su najčešće polimeri na bazi najlona koje je teško odvojiti od papirnatih vlakana što je nepovoljno zbog toga što je uredski papir proizveden od prethodno jako izbijeljene pulpe. U flotaciji se kao kolektori koriste masne kiseline, a uklanjanjem boja s vlakana papira, sirovina je praktički spremna za daljnji tretman u tvornici papira,
- Ovisno o potrebi ponekad je potrebno naknadno pranje vlakana papira kako bi se odstranile punila i prevlake,
- Pulpa se izbjeljuje te se provode ostali postupci kojima se u konačnici dobiva čisti reciklirani papir. [9]

2.2.0. Utjecaj na okoliš

Agencija za zaštitu okoliša (AZO) dokazala je da recikliranje papira dovodi do smanjenja onečišćenja vode za 35% i 74% manjeg onečišćenja zraka u odnosu na primarnu proizvodnju papira. [10]

Reciklirani papir upotrebljava se u proizvodnji knjiga, udžbenika, časopisa, novina i drugih proizvoda

Otpadni papir ne može se reciklirati beskonačno jer vlakna unutar njega pucaju i više nije moguće održavati stabilnu mrežu koja povezuje ta ista vlakna.

Recikliranje papira s razlogom poprima sve veću važnost u suvremenim društvenim zajednicama i na globalnoj razini. S obzirom na sve dobrobiti (za prirodu, odnosno okoliš, i za zdravlje ljudi) recikliranje papira jedna je od najvažnijih stavki kada se govori o štednji energije i odgovornom ponašanju prema planeti na kojoj živimo.

Organizirano i odvojeno prikupljanje starog papira te recikliranje čuvaju šume, ne onečišćavaju se vode i općenito okoliš, štede se prirodni resursi te se znatno smanjuje količina otpada na odlagalištima i deponijima.

Važno je napomenuti sljedeću činjenicu: jedan list papira može se reciklirati i do nekoliko puta prije nego se raspadne. Unatoč tome još uvijek veliki dio starog papira završava u

smeću, stoga je od izuzetne važnosti promovirati recikliranje papira kao jedan od najboljih načina čuvanja prirode i štednje energije.

Svaki kilogram recikliranog papira predstavlja četiri kilograma manje stakleničkih plinova u atmosferi, a jedna tona prikupljenog papira spašava 20 stabala. Uzmimo za primjer SAD; jedna je od vodećih zemalja svijeta u recikliranju papira, s dugom praksom u ovoj domeni, ali i jedan od najvećih proizvođača papira, odnosno papirnog otpada. [11]

Reciklirani papir ima, uz ekološke, i znatne ekonomske prednosti. Recikliranje donosi uštedu, a samim i time reciklirani papir znatno je jeftiniji. Dvije trećine starog papira na području EU reciklira se s ciljem proizvodnje ambalažnih i omotnih papira, a ta vrsta spada u tzv. smeđu klasu, dok se uklanjanje čestica bojila dobiva sofisticiranim načinom recikliranja i koristi se za proizvodnju tzv. bijele klase.

Recikliranje značajno smanjuje potrošnju energije, a iko se među stručnjacima još uvijek vode rasprave o kojima se točno brojkama radi. [12]

3. Eksperimentalni dio

U ovom završnom radu promatrat će se karakteristike vlaknaca prije i poslije deinking flotacije. Deinking flotacija je proces selektivnog odvajanja čestice bojila od celuloznih vlaknaca. Mehanizam odvajanja temelji se na kemijskim karakteristikama površine mjehurića zraka i bojila koje su hidrofobne pa se privlače, dok su celulozna vlakanca hidrofilna pa se odbijaju. Mjehurići zraka se sa česticama bojila, silama potiska, odlaze na površinu tekuće faze, gdje se odvajaju u obliku pjene. Efikasnost procesa deinking flotacije ovisna je o tehnici tiska, karakteristikama bojila, svojstvima tiskovne podloge, komponentama premaza, vrsti i količini kemikalija korištenih u različitim fazama procesa, kao i o kemijskim i fizikalnim uvjetima sustava.

3.1. Materijali i metode

3.2. Uzorci

Uzorci pripremljeni za recikliranje, spojeni su kombinacijom *Inkjet-a* i foseta kako je prikazano u Tablici 1

Tablica br. 1: Tablica uzoraka po udijelu boja

	D1	D2	D3	D4	D5	D6
InkJet	100%	80%	60%	40%	20%	-
ofset	-	20%	40%	60%	80%	100%

3.3. Kemikalije

Odabir i količina kemikalija izravno utječu na efikasnost procesa.

Kemikalije su dodane u dezintegrator.

Kemikalije koje su se koristile su :

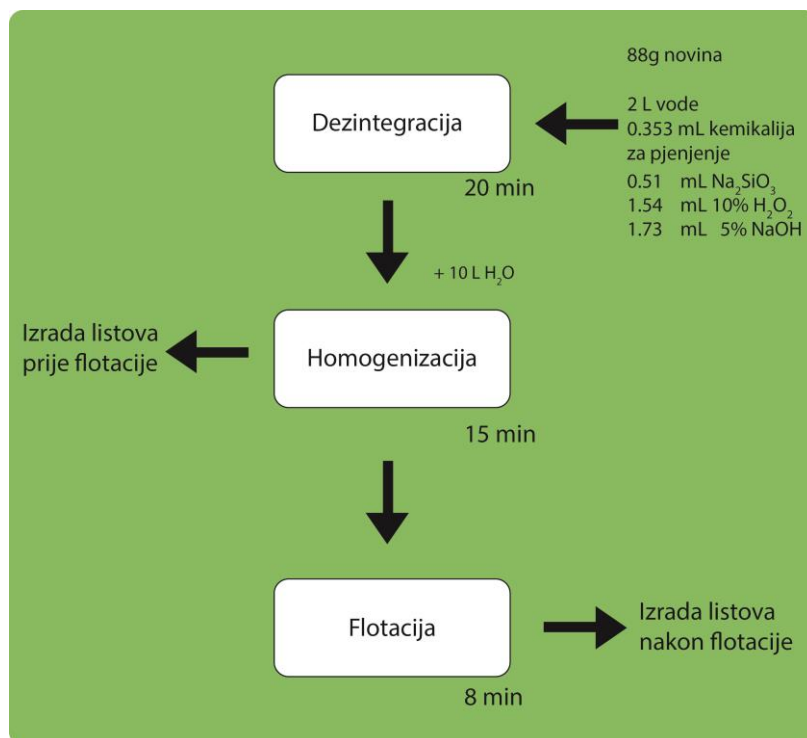
NaOH (Natrijev hidroksid)

H₂O₂ (vodikov peroksid),

Kemikalije za pjenjenje

3.4. Metoda recikliranja

Recikliranje je provedeno kako je prikazano na slici 3.



Slika 3: Prikaz metode recikliranja

3.5. Uređaji

3.5.1 Dezintegrator

Uređaj koji stvara papirnu pulpu, tj. suspenziju celuloznih vlaknaca u vodi, a sastoji se od posude u koju se stavlja uzorak, vijaka za fiksiranje posude, elektromotora koji pokreće mješalicu, brojača okretaja, glavnog prekidača, signalne lampice i startnog prekidača zove se dezintegrator. U ovom radu korišten je Enrico Toniolo dezintegrator. (slika 4)



Slika 4: Prikaz dezintegratora

3.5.2. Homogenizator

Uređaj koji sprječava slijeganje vlakanaca celuloze radi izrade laboratorijskih listova prema ISO standardu zove se homogenizator (Slika 6)



Slika 6: Prikaz homogenizatora

3.5.3. Flotacijska ćelija

Nakon homogenizacije, suspenzija se premješta u flotacijsku ćeliju, gdje se odvija proces flotacije.(Slika 7.)

To je uređaj koji u celuloznu suspenziju uvodi mjehuriće zraka na koje se prihvaćaju hidrofobne čestice bojila te se izlučuju u obliku pjene koja se uklanja.

Kemikalije koje su dodane prije povećale su hidrofobnost čestica bojila u celuloznoj suspenziji, time se povećala efikasnost same deinking flotacije.



Slika 7: Prikaz flotacijske ćelije

3.5.4. Uređaj za automatsku izradu papira

Laboratorijski listovi prije i poslije flotacije napravljeni su na automatskom uređaju za izradu papira on Rapid-Köthen Sheet Machine, PTI (Slika 8).

Većina papira se izrađuje na velikim dugačkim trakama, dok na ovom uređaju se izrađuju laboratorijski listovi koje koristimo u svrhu mjerenja.

Uređaj funkcionira na način tako da se former napuni prvo vodom te se onda ulijeva suspenzija po situ da bi se homogenizirala sa vodom.

Suspenziju celuloze dodajemo u uređaj kada voda dosegne nivo između 4 – 7 L vode.

Kada su se suspenzija i voda ravnomjerno izmješale, uređaj ispušta višak vode kroz donji dio spremnika, a na situ zaostaju vlakanca, odnosno ostaje nam mokri formirani laboratorijski list. Na taj list stavljamo papir velike upojnosti i preko njega prelazimo s valjkom u svim smjerovima. Zatim ga odvajamo ručno od sita udarajući od podlogu. Kada smo razdvojili od sita stavljamo ga u uređaj za sušenje koje traje 8 minuta te nam javlja zvučnim signalom da je laboratorijski list suh.



Slika 8: Prikaz uređaja za automatsku izradu papira

3.5.5. Spektrofotometar

Spektrofotometar mjeri optičke karakteristike papirne pulpe i papira. Mjere se promjene u refleksiji, transmisiji ili zračenju, u intervalima, duž valnih duljina vidljivog spektra.

Rad uređaja se zasniva na rastavljanju bijelog svijetla na pojedinačne valne duljine pomoću monokromatora (prizma ili optička rešetka).

U ovom završnom radu optičke karakteristike svih uzoraka uzoraka prije i nakon *deinking* flotacije izmjerene su na Technydine Colour Touch 2 Spektrofotometru.

4. Rezultati

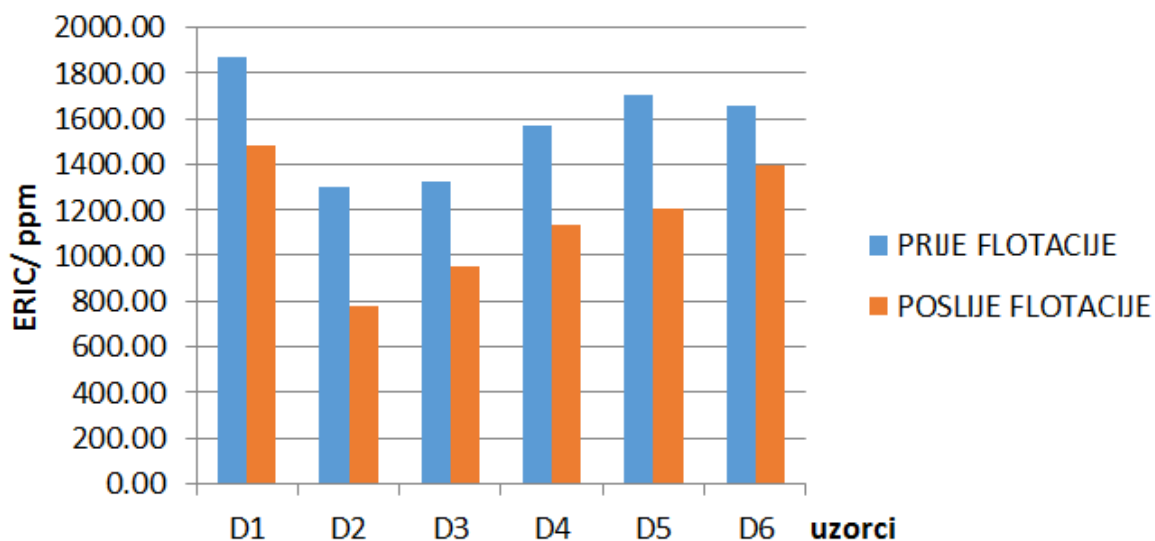
4.1. Optičke karakteristike recikliranih vlakana

Da bi uvrđili karakteristike vlakana dobivenih prije i poslije flotacije i pojasnili mehanizam procesa reciklaže pratili smo tendenciju čestica ostalih na laboratorijskom listu nakon izrade. Mjerenje se provodilo na šest različitih uzoraka gdje je je izmjereno tri puta s gornje i tri puta s donje strane laboratorijskog lista. Dobiveni rezultati su prikazani na slikama, odvojeno za gornju i donju stranu laboratorijskog lista.

4.3. Eric

ERIC vrijednost (eng. *Effective Residual Ink Concentration*) je efektivna koncentracija zaostalog bojila u papiru. Iz ovog mjerenja može se vidjeti uspješnost deinking flotacije i moramo li provoditi deinking ili bijeljenje da bi se postigla zadovoljavajuća svjetlina papira. Eric vrijednost mjerili smo 3 puta na svih šest uzoraka prije i poslije flotacije. Rezultate mjerenja svih šest uzoraka prikazani na slici 9.

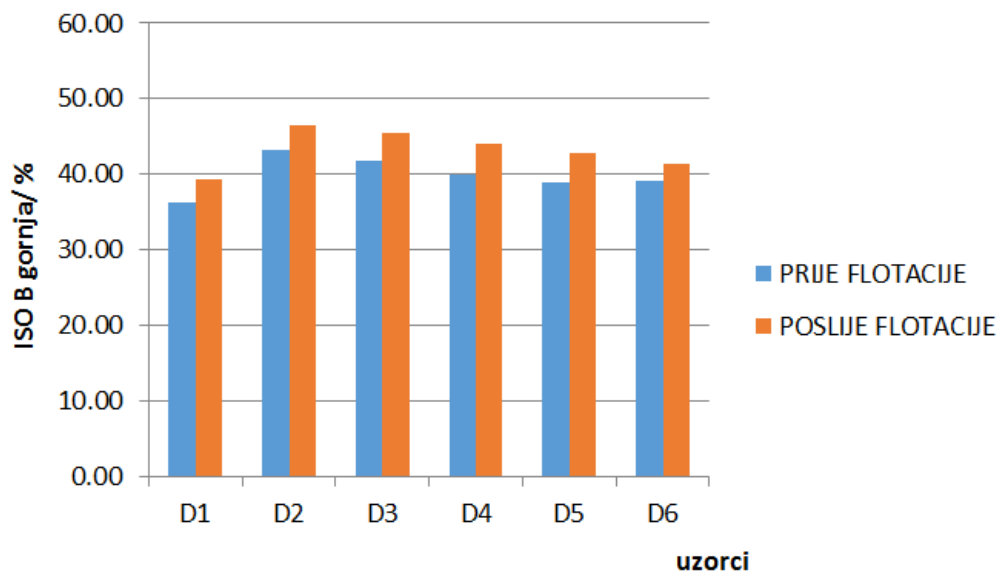
Promatrajući uzorak D2 u kojem imamo 80 % InkJeta i 20 % ofseta vidimo najveću razliku u ERIC vrijednosti (40 %). Uzorak D3 koji ima 60 % Inkjeta i 40% ofseta ima 28 % manje bojila poslije flotacije, D4 (40% Inkjet-a i 60% ofseta) ima 27% manje bojila, D5 (20 % inkjeta i 80 % ofseta) ima 29 % manje bojila i D6 (100 % ofseta) ima 15 % manje bojila. D6 uzorak ima najlošiju efikasnost flotacije zbog toga što ofestna boja sadrži fine sitne čestice koje se teško uklanjaju.



Slika 9 : Razlika u ERIC vrijednostima prije i poslije flotacije

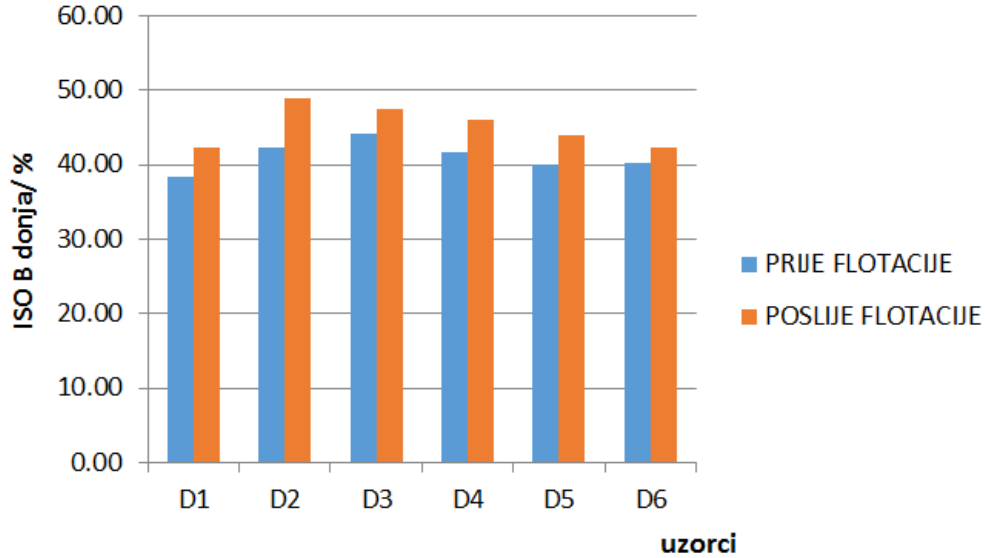
4.4. Svjetlina

„Mjerenje ISO Svjetline provedo se prema standardiziranoj ISO metodi (ISO 2470) . ISO svjetlina definira se kao omjer stupnja refleksije difuznog plavog svjetla ($\lambda=457\text{nm}$) s površine neprozirnog uzorka papira (list papira u snopu) prema stupnju refleksije idealnog reflektirajućeg tijela“.ISO svjetlina je mjerena na svih 6 uzoraka prije i poslije flotacije, s gornje i donje strane po tri puta. Rezultati i usporedbu mjerenja svih 6 uzoraka prikazani su na slici 10. [15]



Slika 10: ISO svjetline laboratorijskih listova papira prije i poslije deinking flotacije s gornje strane papira

Na slici 10 vidljivo je da se ISO svjetlina povećava nakon postupka deinking flotacije kod svih uzoraka. Najveći porast svjetline nakon postupka deinking flotacije je kod uzorka D4 (40% Inkjeta i 60% ofseta) a najveća svjetlina dobivena je kod uzorka D2 (80% Inkjeta i 20% ofseta). Takvi rezultati mogu se tumačiti djelomičnim otapanjem bojila u suspenziji papirne pulpe.

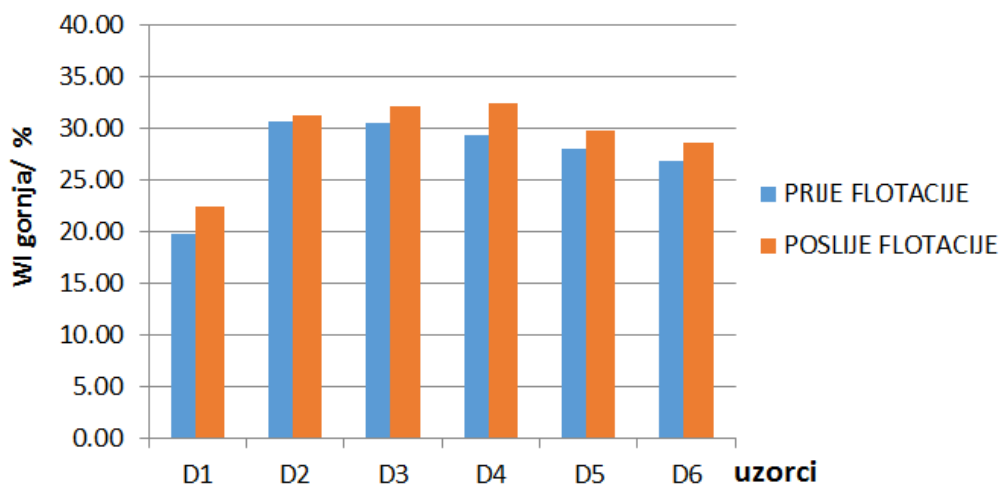


Slika 11: ISO svjetline laboratorijskih listova papira prije i poslije deinking flotacije s donje strane papira

Uzorak D1 uzorak koji sadrži 100 % Inkjet boje ima najmanje posto svjetline s gornje i donje strane uzorka. D2 kojeg čini 80% Inkjeta i 20% ofseta ima najviše posto svjetline, zatim se uzorcima D3, D4, D5 i D6 vrijednosti postepeno smanjuju sa gornje i sa donje strane uzorka. Takav trend se opaža kod uzoraka sa gornje i donje strane (Slika 10 i 11).

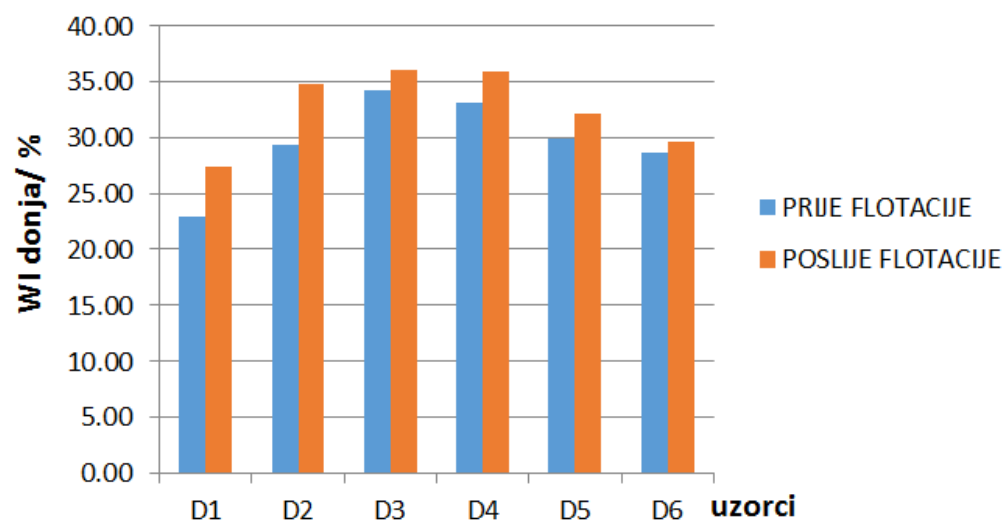
4.5. Bjelina papira

„Bjelina papira predstavlja stupanj difuzne refleksije svjetlosti (svih valnih duljina) s površine uzorka kroz cijeli spektar vidljive svjetlosti. Određuje se prema standardu ISO 11475:1999- Određivanje CIE bjeline, D65/10°. Stupanje bjeline (%) određuje se mjerenjem refleksije svjetlosti s površine papira u vidljivom području spektra“. [13]



Slika 12: Bjelina laboratorijskih listova prije i poslije deinking flotacije s gornje strane papira

Rezultati mjerenja bjeline laboratorijskih listova papira sa gornje strane papira prikazani su na slici 12. Mjereni rezultati pokazuju gotovo isti trend kao i kod rezultata mjerenja svjetline. Uzorak D4 pokazuje najveći prirast bjeline, dok uzorak D1 ima najmanju bjelinu.



Slika 13: Bjelina laboratorijskih listova prije i poslije deinking flotacije s donje strane papira

Na slici 13 koja prikazuje bjelinu prije i poslije deinking flotacije s donje strane laboratorijskog lista vidljivo je da se trend ponavlja kao i sa gornje strane. Iz toga možemo zaključiti da je uzorak dobro homogeniziran i da se čestice smještaju jednoliko unutar uzorka.

Iz rezultata bjeline i svjetline može se zaključiti da će uzorku D2 biti potreban proces bijeljenja prije komercijalne upotrebe papira.

4.2. Slikovna analiza

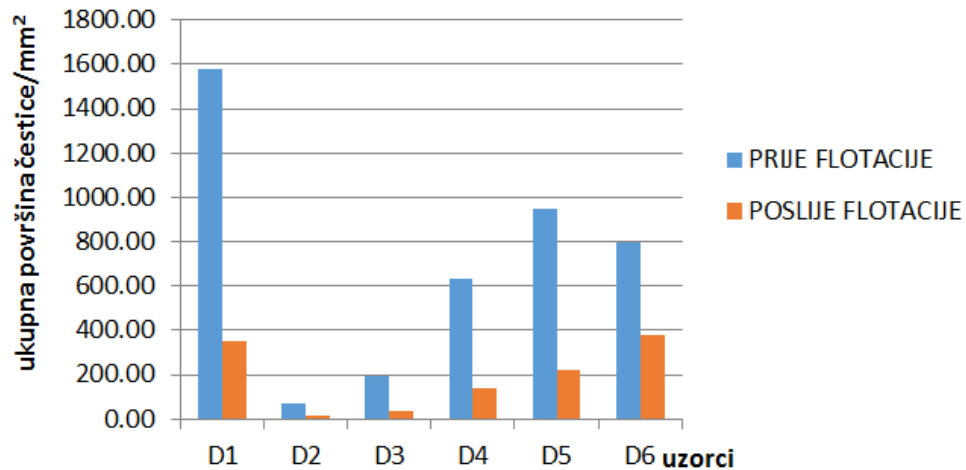
Slikovna analiza je analiza koja se provodi kako bi se utvrdio broj, promjer i površina pokrivena česticama bojila koje je zaostalo na površini papira nakon procesa deinking flotacije.

„Izrađeni listovi moraju biti male gramature jer se snimaju samo one čestice koje se nalaze na površini uzorka. Proces mjerenja odvija se u 7 koraka: stvaranje slike, digitalizacija, povećanje slike, segmentacija, stvaranje binarne slike, mjerenje nečistoća i mrljica, izlaz podataka“. [14]

Prepoznavanje nečistoća metodom slikovne analize se temelji na kontrastu između čestica i njihove pozadine, odnosno laboratorijskog lista papira. Slika dobivanjem skeniranjem se digitalno transformira u piksele. Svakom pikselu dodjeljuje se veličina, ovisna o stupnju sivoće.

Segmentacijom se te veličine konvertiraju u binarne vrijednosti, nakon čega slijede mjerenje nečistoća i izlaz podataka. [15]

Za slikovnu analizu korišten je software Spec*Scan, Apogee System. [16]



Slika 8: Prikaz ukupne površine čestica prije i poslije flotacije

Rezultat koji uočavamo na slici 8. je odlična efikasnost deinking flotacije na uzorku D1 koji sadrži 100% InkJet boje te poslje flotacije smo uklonili 77% čestica, no zbog velikog broja čestica male veličine u uzorku D1 papir ima malu vrijednost bjeline i svjetline (slika 10 i slika 12). Iz slike 8. je također vidljivo da uzorci D1 i D3 imaju malu ukupnu površinu čestica što doprinosi njihovoj svjetlini i bjelini.

5. Zaključak

Kao što je opisano u eksperimentalnom dijelu ovog rada, metodom deinking flotacije reciklirane su tiskovne podloge s različitim udjelima Inkjet-a i ofsetne boje. Kako bi odredili efikasnost procesa deinking flotacije, proveli smo analizu čestica bojila zaostalih na papiru nakon deinking flotacije. Mjerenja ISO bjeline i svjetline pokazuju isti trend od najnižih vrijednosti kod uzorka D1 prema najvišim vrijednostima kod uzorka D3 te blaži pad vrijednosti prema uzorku D6. Metodom slikovne analize određivanjem ukupnog broja zaostalih čestica bojila vidljivo je da je postupak deinking flotacije uspješan jer se ukupna površina smanjuje za više od 70%.

Kako se u realnim uvjetima nikada neće reciklirati samo 100% novine iste tehnike tiska možemo sa sigurnošću reći da će reciklaža biti zadovoljavajuće efikasnosti, koja će ovisiti o udjelu pojedinih tehnika tiska u sakupljenim otiscima spremnim za reciklažu.

6. Literatura

- [1] Bolanča S., (2004.), Tiskarske rotacije i roto tisak, Adamić, Rijeka.
- [2] Ida Lovrin., (2016.), Tehničko uređivanje i oblikovanje europskih i svjetskih novina, Grafički fakultet, Zagreb
- [3] Yang, L. (2003.), Ink-paper interaction. A study in Ink-jet color reproduction, Department of Science and Technology Linkoping University, Norrkoping
- [4] Ivana Bolanča Mirković, Skripta predavanja (2014.), Grafički fakultet, Zagreb
- [5] Renata Marinić.,(2013.), Ekološka valorizacija ofsetnog tiska kroz životni ciklus proizvoda, Grafički fakultet, Zagreb
- [6] <http://www.designlife-cycle.com/newspapers/>, pristupljeno: 2018-09-05
- [7] <http://hgk.biznet.hr>, pristupljeno: 2018-09-05
- [8] Rječnik hrvatskog jezika. Leksikografski zavod Miroslava Krležje. Zagreb; 2001.
- [9] Maja Šokman., (2016.), Recikliranje papira, Geotehnički fakultet, Varaždin
- [10] Food and Agriculture Organization of the United States
- [11] Case history: The Truth about recycling. The Economist; 2012.
- [12] Information about Recycling Bureau of International Recycling; 2007.
- [13] http://materijali.grf.unizg.hr/media/6.%20vjezba_optika.pdf, pristupljeno: 2018-09-05
- [14] Barbara Kolenko., (2016.), Ekološka održivost : Ambalaža, obnovljive sirovine i reciklaža, Grafički fakultet; Zagreb
- [15] Ivana Bolanča Mirković, Skripta laboratorijske vježbe (20014.), Grafički fakultet, Zagreb
- [16] TAPPI T 563-08/R (2012.), Equipment black area and count of visible dirt in pulp, paper and paperboard by image analysis

