

Dubravko Banić, Velimir Salamon, Goran Medek: ODRŽAVANJE STROJNOG PARKA TISKARA MAINTENANCE OF THE PRINTING COMPANY'S MACHINERY.....	249
Denis Jurečić, Darko Babić, Zvonimir Sabati: PREZENTACIJA SLIKOVNIH INFORMACIJA NA GRAFIČKOJ OPREMI AMBALAŽE PICTORIAL INFORMATION PRESENTATION ON GRAPHIC EQUIPMENT PACKAGING.....	253
Vlatka Vasik, Aleksandra Guteša: POMOĆNA SREDSTVA I MATERIJALI ZA PLASTIČNU AMBALAŽU HELPFUL MEANS AND MATERIALS FOR PLASTIC PACKING.....	259
Denis Jurečić, Vesna Kropar-Vančina, Sonja Jamnicki: PROJEKTIRANJE I KONSTRUIRANJE VREĆE ZA PAKIRANJE SIPKIH ROBA CONSTRUCTION PROJECT AND CONSTRUCTION OF THE SACKS FOR LOOSE GOODS PACKING....	263
Vedran Fabeta, Dejana Milosavljević, Darko Babić: ISPITIVANJE VALOVITOG KARTONA NA DINAMIČKO PROBIJANJE TESTING CORRUGATED CARDBOARD ON DYNAMIC PERFORATION.....	269
Marjeta Černič, Marko Kos: THE INFLUENCE OF SURFACE TREATMENT ON PRINTING LABEL RESISTANCE UTJECAJ POVRŠINSKE OBRADJE NA POSTOJANOST SPECIALNE ETIKETE.....	273
Klemen Možina, Vili Bukošek, Gabrijela Novak: MECHANICAL-PHYSICAL PROPERTIES OF LABEL PAPER BEFORE AND AFTER THE OFFSET PRINTING MEHANIČKO-FIZIKALNA SVOJSTVA ETIKETNIH PAPIRA PRIJE I POSLIJE OFSETNOG TISKA.....	277
Nataša Hribar, Vera Rutar: SLOVENIAN PAPERMAKING GOES ALL THE WAY BACK TO GUTENBERG'S TIME IZRADA PAPIRA SE U SLOVENIJI VRAĆA SVE DO GUTENBERGOVOG DOBA.....	283
Leopold Scheicher, Meta Černič: MICRO-MACRO POROSITY OF PRINTING PAPER MIKRO-MAKRO POROZNOST PAPIRA ZA TISAK.....	285
Vera Rutar: THE INFLUENCE OF ELECTRICAL PROPERTIES ON PRINTING QUALITY AND PRINTING RUNNABILITY UTJECAJ ELEKTRIČNIH OSOBINA PAPIRA U ELEKTROFOTOGRAFSKOM TISKU NA KVALITETU TISKA.....	289
Višnja Mikac-Dadić, Vesna Džimbeg-Malčić, Zdenka Bolanča, Stanislav Bolanča: MODULIRANA PRIJENOSNA FUNKCIJA ODABRANIH TISKOVNIH PODLOGA MODULATED TRANSFER FUNCTION OF SOME UNPRINTED SUBSTRATES.....	295
Katja Petric Maretić, Damir Modrić: PODPOVRŠINSKO RASPRŠENJE I TRANSPORT SVJETLOSTI U VOLUMETRIJSKIM MATERIJALIMA SUBSURFACE SCATTERING AND LIGHT TRANSPORT IN VOLUMETRIC MATERIALS.....	299
Vesna Kropar-Vančina, Sonja Jamnicki: VEZIVA TISKARSKIH BOJA PRINTING INKS VEHICLES.....	305
Suzana Pasanec: KARAKTERISTIKE BOJA ZA FLEKSOTISAK U SUSTAVU UPRAVLJANJA OKOLIŠEM CHARACTERISTICS OF FLEXOPRINTING INKS INTO MANAGING SYSTEM OF ENVIRONMENT....	311
Višnja Mikac Dadić, Vesna Džimbeg-Malčić, Vera Pavlovski, Petra Pestić: PROMJENE STANJA POVRŠINE UBRZANO STARENIH OTISAKA PRINT SUBSTRATES SURFACE CHANGES DURING ACCELERATED AGEING.....	317
Željka Barbarić-Mikočević, Ivana Bolanča, Prosper Matković: KEMIJSKA DEINKING FLOTACIJA OTISKA DIGITALNOG OFSETA THE CHEMICAL DEINKING FLOTATION OF DIGITAL OFFSET PRINT.....	323

KEMIJSKA DEINKING FLOTACIJA OTISKA DIGITALNOG OFSETA THE CHEMICAL DEINKING FLOTATION OF DIGITAL OFFSET PRINT

Željka Barbarić-Mikočević¹, Ivana Bolanča¹, Prosper Matković²

¹Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Getaldićeva 2, 10000 Zagreb

²Metalurški fakultet, Aleja narodnih heroja 3, 44103 Sisak

Sažetak

U ovom radu prikazani su rezultati ispitivanja mogućnosti predobrade otiska digitalnog ofseta načinjenog na principu elektrofotografije, namakanjem u lužnatoj otopini vodikovog peroksida i protočnim/statičkim ispiranjem, u postupku kemijske deinking flotacije. Predobradom uzorka povećava se učinkovitost deinkinga. U laboratorijskom listu poslije flotacije načinjenom bez predobrade uzorka identificirane su 4404 čestice. Predobradom uzorka namakanjem i protočnim ispiranjem broj preostalih čestica smanjio se na 303, a statičkim ispiranjem na 113.

Ključne riječi:

Indigo tisak, proces reciklacije, predobrada

Abstract

The investigation results of the possibility of pre-processing of digital offset prints made on the principle of electrophotography, by soaking in the alkaline solution of hydrogen peroxide and free-flowing/static rinsing in the process of chemical deinking flotation are presented in this work. By preprocessing of samples the efficiency of deinking is increased. 4404 particles are identified in handsheet after flotation made without preprocessing of sample. By preprocessing of sample and free-flowing rinsing the number of residual particles decreased to 303, and by statical rinsing it decreased to 113.

Key words:

Indigo print, recycling process, pre-treating

1 Uvod

Kemijska deinking flotacija je najčešće primjenjivani proces u reciklaciji papira. Deinking podrazumijeva tehnološki proces reciklacije sačinjen od niza neophodnih zasebnih procesa: dezintegracije starog papira, uklanjanje nečistoća iz celulozne suspenzije, izbjeljivanja vlaknaca i obrade procesne vode. Na učinkovitost postupka osim koncentracije, temperature i pH vrijednosti suspenzije, te hidrodinamičkih čimbenika utječu vrsta boje i tiskovne podloge te tehnika tiska.

Dezintegracija je faza u kojoj se iz papira priprema celulozna suspenzija uz strogo kontrolirano kemijsko i mehaničko djelovanje o kojima ovisi učinkovitost odvajanja čestica boje sa celuloznih vlaknaca, njihova disperzija, spriječavanje njihovog ponovnog vezanja na celulozna vlakna, ali i uspjeh cjelokupnog deinking procesa (1).

Uklanjanje nečistoća iz celulozne suspenzije (čestice tonera/boje, spajalice, naljepnice, komadići plastike i metala, pijesak) ovisi o njihovoj veličini te fizikalno kemijskim karakteristikama. Da bi razdvajanje bilo uspješno moraju se razlikovati fizikalna i kemijska svojstva vlaknaca od čestica boje ili tonera. Najčešće primjenjivani postupci uklanjanja čestica boje ili tonera su ispiranje i flotacija. Ispiranjem se uklanjaju hidrofilne čestice boje veličine od 1 do 25 μm u struji vode na sitima definiranih veličina otvora (2).

Flotacijom se iz celulozne suspenzije uklanjaju hidrofobne čestice boje/tonera zrakom koji se uvodi na dnu flotacijske ćelije (3). Zračni mjehurići dižu se prema vrhu ćelije te se dodiruju s dispergiranim česticama nečistoća koje se prihvaćaju na zračne mjehuriće. Na granici faza suspenzija/zrak nastaje pjena u kojoj se zadržavaju odvojene čestice tonera. Sakupljanjem i uklanjanjem pjene iz ćelije uklanjaju se i čestice tonera, a djelomično i celulozna vlaknaca. Iskorištenje vlaknaca veće je u postupku flotacije u odnosu na ispiranje. Na temelju rezultata ispitivanja nekih autora može se reći da se flotacijom uklanjaju čestice reda veličine od 10 do 120 μm , što ovisi o vrsti papira, boje/tonera i tehnike tiska ispitivanih uzoraka (4, 5, 6).

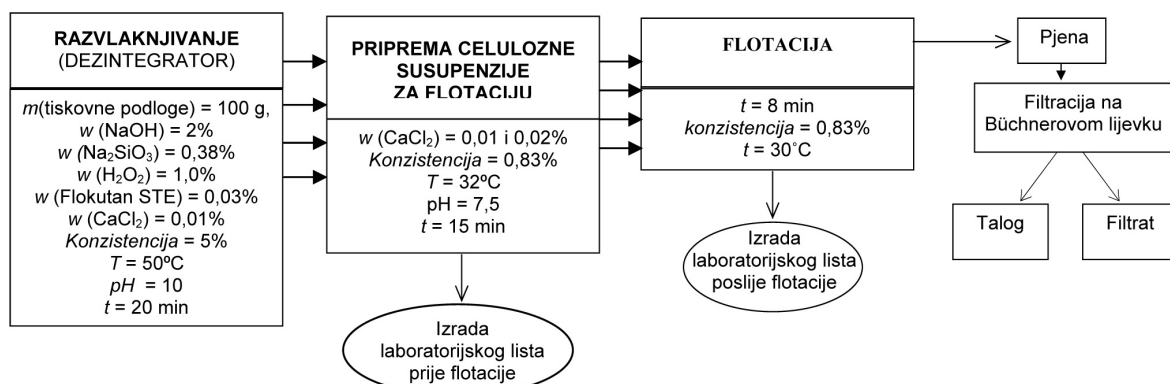
Flotacijskim deinkingom uklanjaju se hidrofobne čestice tonera iz suspenzije hidrofilnih celuloznih vlaknaca uz dodatak površinsko aktivnih tvari, kolektora, sredstava za pjenjenje, regulatora pH vrijednosti, sredstava za kontrolu veličine čestica, itd. Vrsta i količina dodanih sredstava ovisi o papiru, tehnici tiska i kemijskom sastavu boja (7).

Rezultati mnogih dosadašnjih istraživanja pokazala su da se kemijskom deinking flotacijom slabo uklanjaju polimerne čestice Electrolnka iz celulozne suspenzije otiska digitalnog ofseta načinjenog na principu elektrofotografije (8). Razlog je tome prvenstveno način izrade otiska, tj. polimerizacija tekućeg tonera toplinom i prenošenje vrućeg polimeriziranog tonera na hladnu tiskovnu podlogu. Dezintegracijom otiska polimerni film mekša i usitnjava se u čestice širokog raspona veličina i nepravilnih oblika.

U radu su prikazani rezultati istraživanja utjecaja predobrade otiska digitalnog ofseta načinjenog na principu elektrofotografije u otopini vodikovog peroksida koncentracije $0,32 \text{ molL}^{-1}$ pH vrijednosti 10 na učinkovitost kemijske deinking flotacije. Diskutiraju se rezultati slikovne analize laboratorijskih listova prije i poslije flotacije u odnosu na predobradu uzorka.

2 Eksperimentalni dio

U radu je korištena tiskovna podloga proizvođača Fedrigoni, premazani mat papir za umjetnički tisak, gramature 130 g/m^2 . Otisak digitalnog ofseta načinjen je na tiskarskom stroju Indigo E-Print 1000+. Korištena tiskovna test forma sastoji se od klina raster tonskih vrijednosti od 0 do 100% u koracima od 10% za CMYK.



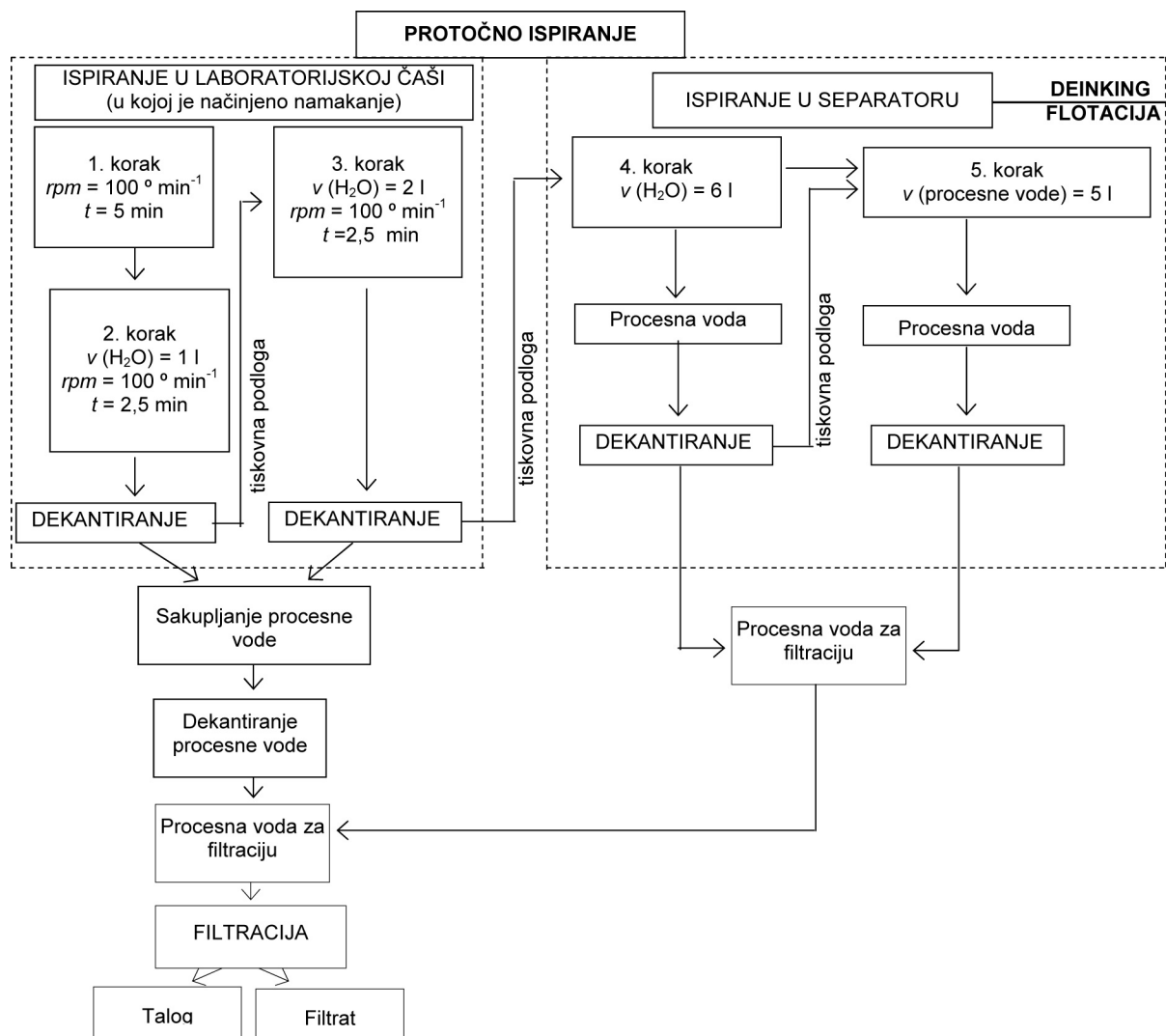
Slika 1. Shematski prikaz toka procesa kemijske deinking flotacije bez predobrade uzorka

Deinking flotacija bez predobrade uzorka - Shematski prikaz toka procesa te uvjeta po fazama procesa prikazani su na slici 1. Učinkovitost uklanjanja nečistoća praćena je mjerenjem svjetline laboratorijskog lista prije i poslije flotacije optičkim mjernim instrumentom X-ritom te slikovna analiza neuklonjenih čestica polimernog ElectroInka. Laboratorijski listovi nakon dezintegracije i flotacije načinjeni su prema TAPPI standardnoj metodi T 205.

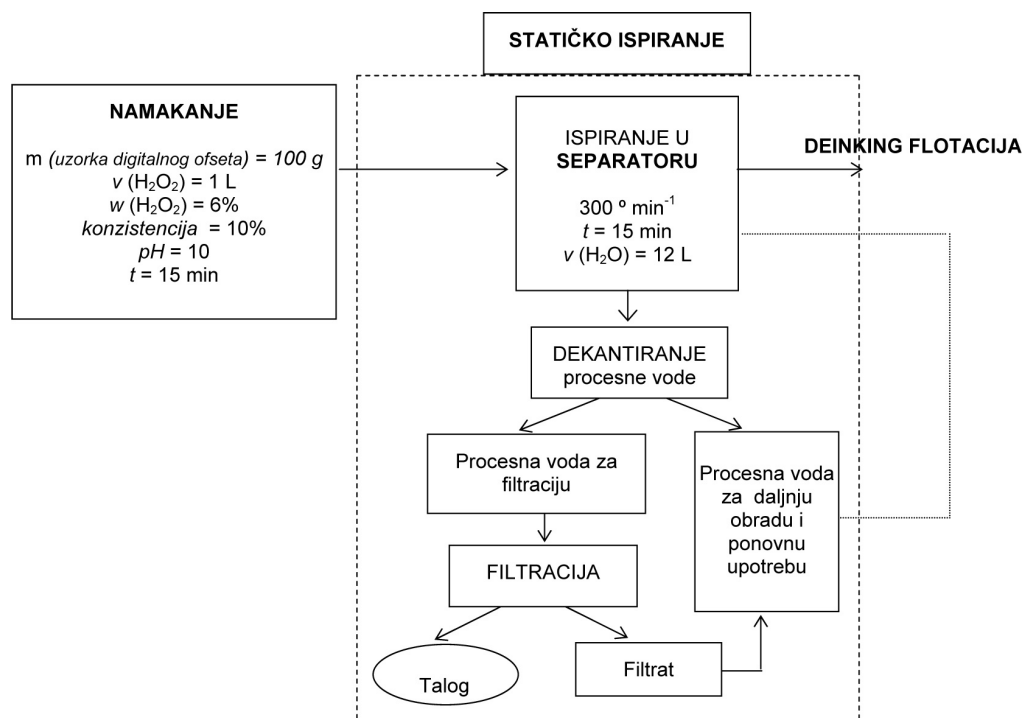
Deinking flotacija nakon predobrade uzorka (9) - Uzorak otiska digitalnog ofseta namakan je u lužnatoj otopini vodikovog peroksida koncentracije $0,032 \text{ mol L}^{-1}$ pH vrijednost 10, nakon čega je načinjeno ispiranje uzorka na dva načina: statičko i protočno.

Ispiranje namakanog uzorka načinjeno je u separatoru, laboratorijskoj posudi od nehrđajućeg čelika volumena 5 L čije je dno načinjeno od sita s otvorima površine od 25 mm^2 . Tijekom ispiranja uzorka separator je bio uronjen u posudu s 15 L vodovodne vode i podignut desetak cm od dna posude. Miješanjem uzorka čestice polimernog ElectroInka odvojene od tiskovne podloge prelazile su kroz otvore sita iz separatora u vanjsku posudu. Po isteku vremena ispiranja separator je izvađen iz vanjske posude, a djelomično obrađeni uzorak prenesen u dezintegrator. Priprema celulozne suspenzije, flotacija i izrada laboratorijskih listova načinjeni su kao kod deinking flotacije bez predobrade uzorka.

Protočno ispiranje načinjeno je u pet koraka kako je prikazano na slici 3. Statičko ispiranje načinjeno je u jednom koraku kako je prikazano na slici 2.



Slika 2. Shematski prikaz toka procesa predobrade uzorka namakanjem i protočnim ispiranjem.

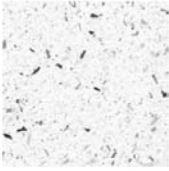
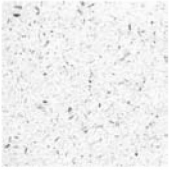
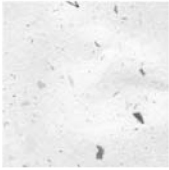
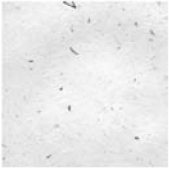


Slika 3. Shematski prikaz toka procesa predobrade uzorka namakanjem i statičkim ispiranjem.

3 Rezultati i diskusija rezultata

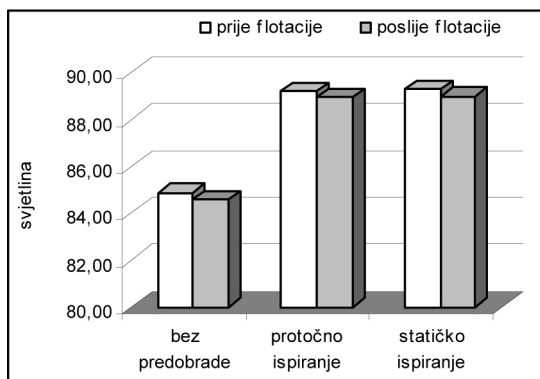
Rezultati slikovne analize laboratorijskih listova prije i poslije flotacije prikazani su u tablici 1.

Tablica 1. Rezultati slikovne analize čestica polimernog Electrolnka ovisno o načinu predobrade uzorka

Flotacijski deinking	Laboratorijski list					
	prije flotacije			poslije flotacije		
	Izgled lista	Ukupni broj čestica	Ukupna površina čestica	Izgled lista	Ukupni broj čestica	Ukupna površina čestica
bez predobrade		3039	275,395		4404	159,497
nakon protočnog ispiranja		498	105,552		303	28,409
nakon statičkog ispiranja		254	36,536		113	6,534

Na površini od 6400 mm² identificiran je ukupni broj i ukupna površina čestica u rasponu veličine od 0,001 mm² do onih većih od 5 mm². Učinkovitost kemijske deinking flotacije otiska digitalnog ofseta bez predobrade uzorka u otopini vodikovog peroksida je vrlo slaba. U listu prije flotacije identificirano je ukupno 3039 čestica polimernog Electroinka čija ukupna površina iznosi 275,395 mm². U listu poslije flotacije identificirane su 4404 čestice s ukupnom površinom od 159,497 mm². Nakon flotacije povećao se broj identificiranih čestica, a smanjila njihova ukupna površina. Razlog je tome flotacija čestica polimernog Electroinka većih od 2 mm². Može se primjetiti i na prikazanim listovima kako je na listu poslije flotacije prisutno puno manje velikih čestica u odnosu na list prije flotacije.

Nakon predobrade uzorka namakanjem i protočnim ispiranjem u listu prije flotacije identificirano je 498 čestica ukupne površine od 105,552 mm², dok su u listu poslije flotacije identificirane 303 čestice ukupne površine od 28,409 mm². U listu prije flotacije načinjene iz celulozne suspenzije dobivene predobradom uzorka namakanjem i statičkim ispiranjem identificirane su 254 čestice ukupne površine od 36,536 mm². U listu poslije flotacije identificirano je 113 čestica ukupne površine od 6,534 mm². Predobradom uzorka u lužnatoj otopini vodikovog peroksida i statičkim/protočnim ispiranjem znatno se smanjuje broj ukupno identificiranih čestica znatno manje ukupne površine u odnosu na listove načinjene kemijskom deinking flotacijom bez predobrade uzorka. Smanjenje broja čestica posljedica je kemijsko mehaničke aktivnosti u predobradi uslijed koje se glavina nečistoća (čestica polimernog Electroinka i čestica premaza) odvaja od otiska. Odvojene čestice su tijekom miješanja uklonjene iz separatora zbog mogućnosti prijelaza kroz otvore dna separatora u vodu vanjske posude. Tako je znatno smanjen udio nečistoća u djelomočno obrađenom uzorku koji je nakon predobrade prenesen u dezintegrator gdje je pripremljena celulozna suspenzija. Smanjenjem broja čestica u laboratorijskim listovima uslijed predobrade uzorka otiska povećala se svjetlina listova za približno pet jedinica u odnosu na listove načinjene deinking flotacijom bez predobrade (slika 4).



Slika 4. Ovisnost svjetline laboratorijskih listova prije i poslije flotacije o načinu predobrade uzorka

Uvjeti ispiranja, prvenstveno vrijeme ispiranja i brzina miješanja uzorka u separatoru bitno utječu na učinkovitost uklanjanja nečistoća. Statičkim ispiranjem dobivena je bolja učinkovitost.

4 Zaključak

Predobradom uzorka otiska digitalnog ofseta, načinjenom na principu elektrofotografije na obostrano premazanoj tiskovnoj podlozi, namakanjem u lužnatoj otopini vodikovog peroksida i statičkim/protočnim ispiranjem prije dezintegracije i flotacije znatno se smanjuje ukupni broj čestica polimernog Electroinka u laboratorijskim listovima prije i poslije flotacije.

5 Literatura

1. K. L. Pinder, S. Carrieré, Low Temperature Deinking of Xerographically Printed Office Recovered Paper: Particle Size Reduction, Progress in Paper Recycling, (1996) 59-68
2. D. G. Economides, A. G. Vlyssides, S. I. Simonetis, Th. L. Philippakopoulou, Reuse of Effluent from a Wastepaper Wash-Deinking Process, Environmental Pollution, 103 (1998), 229-237
3. M. Kemper, State-of-the-art and New Technologies in Flotation Deinking, Int. J. Miner. Process, 56 (1999), 317-333
4. P. Somasundaran, L. Zhang, S. Krishnakumar, R. Slepety, Flotation Deinking - a Review of the Principles and Techniques, Progress in Paper Recycling, 22 (1999), 22-36
5. J. K. Borchardt, Mechanistic Insights Into De-inking, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering

Aspects, 88 (1994), **13-23**

6. M. R. W. Walmsley, A. Hird, R. J. Kiptanui, A Laboratory Study into the Effect of Toner Particle Size on Flotation and Agglomeration Kinetics, Tappi Proceedings, Recycling Symposium, (1997) **115-124**
7. T. J. Heindel, Fundamentals of Flotation Deinking, Tappi J., 82 (1999), **115-124**
8. Z. Bolanča, I. Bolanca, Ž. Barbarić-Mikočević, A. Hladnik, The Influence of Different Digital printing Tehniques of the Print recycling Efficiency, Proceedings on International Congress of Imaging Science, Tokyo, 2002, 112.
9. Ž. Barbarić-Mikočević, Mehanizmi deinkinga otisaka nekih tehnika digitalnog tiska, Doktorska Disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet, 2004.

Izdavači / Publishers:

Grafički fakultet Sveučilišta u Zagrebu / Faculty of Graphic Arts - University of Zagreb
Ogranak Matice hrvatske Senj
Inštitut za celulozo in papir, Ljubljana / Pulp and paper Institute, Ljubljana

Za izdavače / For publishers:

izv. prof. dr. sc. Lucija Kaštelan-Kunst
Mislav Bilović, dipl. iur.
Boris Tavčar, univ. dipl. ing.