

RECIKLABILNOST EMBALAŽNIH IZDELKOV IZ PAPIRJA IN KARTONA

RECYCLABILITY OF PAPER AND BOARD PACKAGING PRODUCTS

Janja ZULE¹, Mija SEŽUN¹, Matej ŠUŠTARŠIČ¹, Marjeta ČERNIČ²

IZVLEČEK

V članku je predstavljena sistematična določitev reciklabilnosti tipičnih papirnih, kartonskih in kompozitnih embalažnih izdelkov slovenskih proizvajalcev in uporabnikov. Analize smo izvedli v okviru projekta EcoPaperLoop v skladu z novo metodologijo vrednotenja reciklabilnosti. Kvantitativno smo določili najpomembnejše parametre, in sicer nepapirno snov, težko razvlakljive delce, lepljive nečistoče, vlakninski izkoristek in vizualno ocenili optično homogenost pridobljene vlaknine. Najboljšo reciklabilnost izkazujejo izdelki iz valovitega kartona, kartonske zloženke, spiralna in vlivana embalaža, medtem ko vsebujejo nosilne vrečke z ročaji, kompozitne vrečke in tekočinska embalaža previsoke koncentracije nezaželenih komponent in prenizek delež vlaken.

Ključne besede: reciklabilnost, papirna in kartonska embalaža, ne-papirne komponente, lepljive nečistoče, vlakninski izkoristek

ABSTRACT

A systematic recyclability determination of typical paper, board and composite packaging products from slovenian producers and users is presented in the article. The analyses were conducted within the EcoPaperLoop project in accordance with the newly developed evaluation methodology. The most important parameters, such as non-paper components, difficult to disintegrate particles or flakes, sticky impurities and fiber yield were quantitatively determined while optical homogeneity of acquired fibers was visually assessed. Corrugated boxes, folding boxboard, wound and molded packaging samples proved to have highest recyclability potential while on the other hand shopping bags with handles, composite sacks and liquid packagings contained exceeded concentrations of unwanted components and insufficient portion of fibers.

Key words: recyclability, paper and board packaging, non-paper components, sticky impurities, fiber yield

1 UVOD

Recikliranje papirja in embalaže iz papirja in kartona predstavlja pomemben delež gospodarstva. Kljub zmanjševanju porabe papirja stopnja recikliranja v Evropi še naprej narašča in je v letu 2013 dosegla že 71,7 %. Hkrati s porastom zaznavamo trend zniževanja kakovosti surovine za recikliranje, kar gre pripisati pomanjkljivostim v sistemih zbiranja, neupoštevanju eko-dizajna, neustreznem poudarku na pravilnem vrednotenju reciklabilnosti in nezadostni osveščenosti vseh, ki sodelujejo v vrednostni verigi uporabe papirja. Velik segment v sistemu recikliranja predstavlja embalaža iz papirja in kartona, katere delež se v zadnjih letih izrazito povečuje, v primerjavi z grafičnimi papirji, katerih prodaja in uporaba upadeta, in sicer predvsem zaradi prodora elektronskih medijev.

Papirna in kartonska embalaža se uporablja za transport in zaščito številnih izdelkov, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju. Prednost tvornice embalaže je, da v njej prevladuje najbolj razširjeni biopolimer v naravi, to je lesna celuloza, ki je obnovljiva in reciklabilna surovina. Z recikliranjem podaljšujemo življenjsko dobo materiala, s čimer ohranjamo

gozdove in prispevamo k manjši porabi energije v primerjavi s proizvodnjo iz svežih celuloznih vlaken. Pomembno je, da se tudi poraba procesnih kemikalij in sveže vode s postopkom recikliranja zmanjšujeta, kar se odraža na čistejšem okolju. Z vračanjem izdelkov v ponovno predelavo slednji postanejo sekundarna surovina in ne odpadki, ki bi končali na odlagališčih oz. bi se uporabljal kot energent v sežigalnicah, kar je v skladu z Uredbo o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo (Direktiva 2008/98/ES). Bistveno je, da je embalažni proizvod izdelan v skladu z eko-dizajnom, kar pomeni, da je zaradi tehnološkega postopka izdelave vpliv na okolje minimalen, hkrati pa je izdelek kakovosten, funkcionalen in reciklabilen [1].

Osnovna sestavina vlakninske embalaže so sveža ali reciklirana celulozna vlakna, ki jim dodamo plasti iz drugih materialov kot so kovina, sintetični polimeri in tekstilna vlakna. Kompozitno sestavljeni materiali pridobijo predpisane karakteristike in postanejo funkcionalni, kar je še posebej pomembno pri embalaži živil, kjer je potreben strog nadzor nad fizikalno-kemijskimi lastnostmi, kot so propustnost za kisik, vodo, vodno

paro, maščobe in mikroorganizme. Z vključevanjem nevlakninskih materialov v kompozitno strukturo se zmanjšuje sposobnost in primernost izdelkov za snovno predelavo oz. v najslabših primerih embalaža postane neuporabna za recikliranje v običajnih papirniških tehnoloških sistemih. Reciklabilen izdelek mora vsebovati čim manjšo vsebnost ne-papirnih komponent, težko razvlakljivih delcev oz. vlakninskih kosmov in ostankov embalažnih lepil, ki jih imenujemo tudi makro-lepljivi delci. Vlakninski izkoristek naj bo čim višji, da bo postopek predelave učinkovit [2–6].

V okviru projekta EcoPaperLoop smo vpeljali in optimirali laboratorijsko analizo metodo za kvantitativno vrednotenje omenjenih komponent. Metoda je simulacija priprave snovi v postopku recikliranja in je podrobno predstavljena v prispevku Zule et al [7]. V sklopu analize gravimetrično določimo vsebnost nepapirne snovi (grobi rejekt) in težko razvlakljivih delcev (vlakninski kosmi), s pomočjo slikovne analize pa tudi vsebnost lepljivih nečistoč oz. makro-lepljivih delcev. Nato ovrednotimo preostala dva pomembna parametra reciklabilnosti, in sicer vlakninski

izkoristek in optično homogenost pridobljene vlaknine. Hkrati z vpeljavo metode smo določili vrednostne kriterije za določanje reciklabilnosti in definirali mejne in ciljne vrednosti za posamezne parametre.

Namen raziskave je bil sistematično ovrednotiti reciklabilnost najširše uporabnih embalažnih izdelkov iz papirja in kartona, ki so proizvedeni v Sloveniji ali prihajajo v večjih količinah na naše tržišče od drugod. Pri raziskavah smo se poslužili nove metodologije vrednotenja, ki smo jo skupaj s partnerji razvili v sklopu projekta EcoPaperLoop [7, 8].

2 EKSPERIMENTALNI DEL

V sklopu raziskave smo ovrednotili 29 vrst splošno uporabnih embalažnih izdelkov iz papirja in kartona različnih proizvajalcev, ki smo jih razvrstili v 9 kategorij. Vzorce smo zbirali neposredno pri proizvajalcih ali uporabnikih, in sicer pred polnjenjem vsebine in končnim zapiranjem embalažnega izdelka. Vsak vzorec je spremljal skrbno izdelan vprašalnik, ki vključuje podatke o proizvajalcu, vrsti izdelka, uporabljenih surovinah, tehnološkem postopku izdelave, površinski obdelavi in vrsti uporabljenega lepila ter tehniki lepljenja. Sodelovali so večji in manjši embalažerji, medtem ko sta bili tekočinska in vlivana embalaža pridobljeni od uporabnikov.

2.1 Vzorci embalažnih izdelkov

Izvedli smo analizo in vrednotenje reciklabilnosti za 9 skupin embalažnih izdelkov iz papirja, kartona in valovitega kartona kot je prikazano v Preglednici 1.

Embalažne škatle iz valovitega kartona (4 vzorci) za sekundarno in terciarno embalažo so izdelane iz dvo- in enoslojnega valovitega kartona; dva vzorca sta potiskana in površinsko zaščitena. Zloženske iz kartona, lepenke in mikrovalovitega kartona (5 vzorcev) so potiskane in površinsko oplemenitene. Kartonske zloženske za zamrznjeno hrano (2 vzorca) so v notranji plasti oplemenitene z zaščito za hrano. Nosilne vrečke z ročaji (4 vzorci) so izdelane iz papirja. Kompozitne vrečke (4 vzorci) so dveh vrst, ene so papirnate vrečke s plastičnim oknom in druge so iz plasti potiskanega papirja in polimerne folije; vsi vzorci so namenjeni prehrabeni industriji. Navadne papirne vrečke (2 vzorca) so iz celuloznih vlaken. Vzorci tekočinske embalaže (4 vzorci) smo pridobili od uporabnikov (mlekarne, proizvodnja sadnih sokov). Vzorci vlivane embalaže (2 vzorca) so nosilna embalaža za jajca in zaščitna embalaža za steklenice, vse smo dobili od uporabnikov. V skupini spiralne embalaže (2 vzorca) smo testirali nosilne stročnice za higienski papir (brisače, wc) in darilne ovalne škatle s pokrovom.

2.2 Metode preskušanja

Reciklabilnosti izdelkov smo določali v skladu z laboratorijsko metodo, ki smo jo vpeljali v sklopu projekta EcoPaperLoop. Natančen opis metode je bil objavljen v Zule et.al [7]. Za posamezno analizo smo potrebovali 480 g a. s. vzorca. V skladu z metodo določanja reciklabilnosti smo izvedli naslednje standardne in nestandardne analize preskušanja: (i) vsebnost vlage (ISO 287), (ii) delež lepljene površine, (iii) vsebnost nepapirne snovi (grobi rejekt), ki smo ga gravimetrično

ovrednotili po predhodnem razpuščanju v laboratorijskem razpuščevalniku in prebiranju suspenzije skozi 10 mm sito, (iv) celotni izkoristek grobega prebiranja smo izračunali tako, da smo od celotne mase izdelka odšteli maso grobega rejekta, (v) vsebnost pepela v vlakninski suspenziji po grobem prebiranju (ISO 1762), kjer smo za analizo uporabili ostanek na filtru po določanju gostote vlakninske suspenzije, (vi) vsebnost kosmičev (težko razvlakljiva snov), ki smo jo določili v skladu z metodo ZELLCHEMING Leaflet V/18/62 po prebiranju skozi 0,7 mm sito, (vii)

Preglednica 1: Vzorci embalaže iz papirja, kartona, valovitega kartona in sestavljene embalaže
Table 1: Samples of paper, board, corrugated board and composite packaging

Vrsta embalaže	Oznaka vzorca	Vrsta vlaken	Vrsta lepila	Ne-papirne komponente
Škatle iz valovitega kartona	ICP 9, 2-slojni (F 0201)	S	disperzija	/
	ICP 11, 1-slojni (mikroval)	S	disperzija	ofset tisk, lak (disperzijski)
	ICP 12, 1-slojni (mikroval)	S	škrob, talilno	ofset tisk, PVA na površini
	ICP 13, 2-slojni	P	disperzija	/
Zloženske (karton, lepenka in valoviti karton)	ICP 1, enostranski premaz	S	disperzija	PVC okence
	ICP 3, 1-slojni, mikroval, enostranski premaz	S	disperzija	ofset tisk, lak (disperzijski)
	ICP 5, lepenka	P, S	/	ofset tisk
	ICP 10, 1-slojni (mikroval)	P	/	ofset tisk, lak (UV), vroči pečatni tisk
	ICP 28, 1-slojni (mikroval)	P, S	/	/
Kartonske zloženske za zamrznjeno hrano	ICP 2, enostranski premaz	S	disperzija	ofset tisk, notranjost (PE folija)
	ICP 29, enostranski premaz	P	/	ofset tisk, notranjost (vosek za živila)
Nosilne vrečke z ročaji	ICP 6	P	da (neznan izvor)	flekso tisk, polimerna folija
	ICP 7	P, nebelj.	disper, talilno	flekso tisk
	ICP 8	P	disper, talilno	flekso tisk
	ICP 21	P	disperzija	flekso tisk, polimerna folija
Papirne vrečke	ICP 15	P	škrobno	flekso tisk
	ICP 27	P	škrobno	/
Kompozitne vrečke	ICP 4	P	disperzija	flekso tisk, PE folija
	ICP 14, enostranski premaz	P	PE vroče lep.	flekso tisk, PE folija
	ICP 16	P, nebelj.	/	flekso tisk, plastično okno
	ICP 20	P	škrob	plastično okno
Tekočinska embalaža	ICP 18, tetrapack kompozit za mleko (PE, Al, PE, karton, tisk, PE)	P	/	PE in Al folija, več plasti, tisk
	ICP 19, tetrapack kompozit za sokove (PE, Al, PE, karton, tisk, PE)	P	/	PE in Al folija, več plasti, tisk
	ICP 25, kompozit za mleko (PE, karton, tisk, PE)	P	/	PE folija, tisk
	ICP 26, kompozit za mleko (PE, karton, tisk, PE)	P	/	PE folija, tisk
Vlivana embalaža	ICP 23, jajčna embalaža	S	/	/
	ICP 24, za steklenice	S	/	/
Spiralna embalaža	ICP 17, WC papir	S	disperzija	/
	ICP 22, enostransko premazan (zaščitne škatle)	S	da (neznan izvor)	tisk

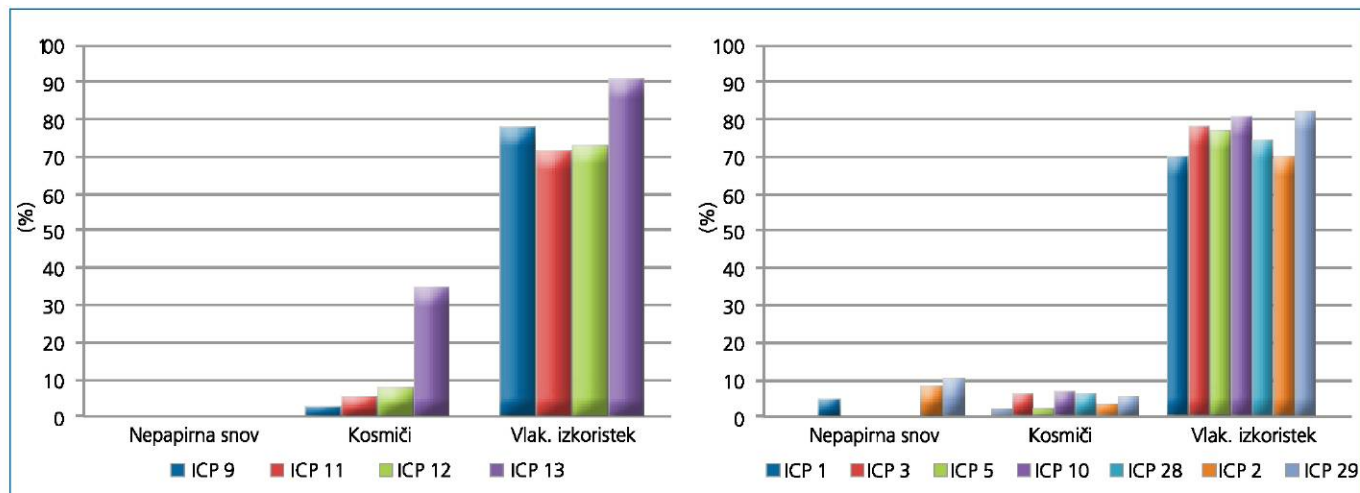
Vrsta vlaken*: P, primarna vlakna, S, sekundarna vlakna

vlakninski izkoristek, ki smo ga izračunali iz celotnega izkoristka po grobem prebiranju ob upoštevanju deleža pepela, (viii) vsebnost lepljivih nečistoč v vlakninski suspenziji po odstranitvi grobega rejekta, ki smo ga določali v skladu z metodo INGEDE Method 4 po prebiranju skozi 100 µm sito, nakar smo koncentracijo izoliranih, lepljivih delcev

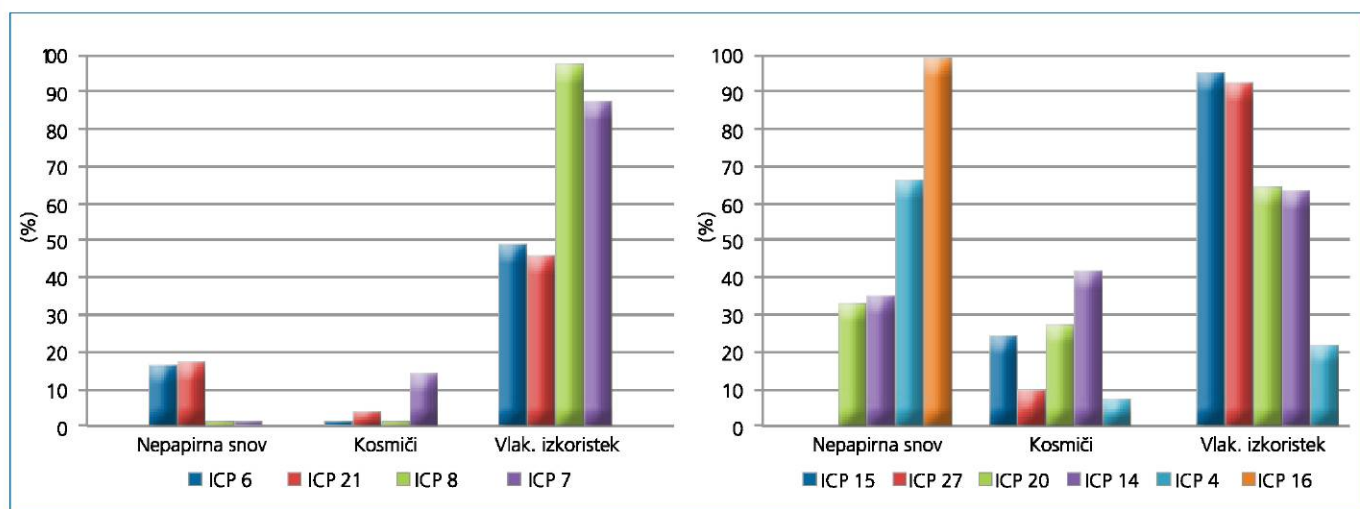
določali po vizualizaciji delcev s pomočjo slikovne analize z uporabo sistema DOMAS, (ix) optično homogenost laboratorijskih listov, izdelanih iz vlakninske suspenzije po odstranitvi lepljivih nečistoč v skladu z ISO 5260-2 smo ocenili kot vizualni izgled. Vsebnosti nepapirne snovi, kosmičev in vlaken v embalažnih izdelkih smo izrazili kot

delež (%) v suhi snovi, medtem ko smo koncentracijo lepljivih nečistoč podali kot površino nečistoč na maso suhe snovi oz. embalaže (mm²/kg).

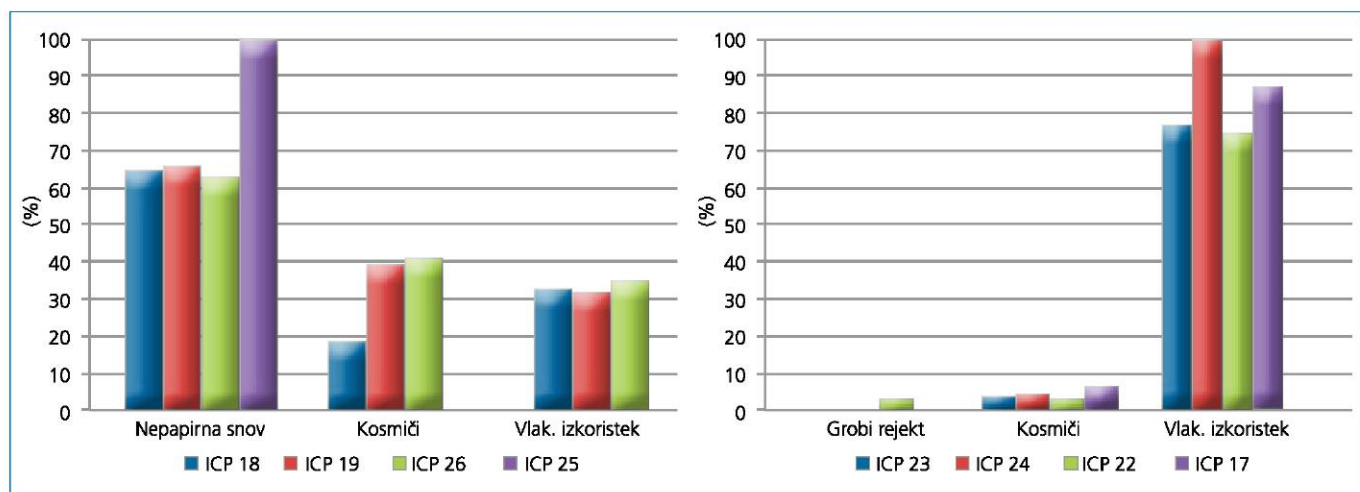
Predlagane mejne oz. še dopustne vrednosti parametrov reciklabilnosti smo partnerji projekta EcoPaperLoop definirali skupaj na osnovi rezultatov številnih testiranj reciklabilnosti tipičnih



Slika 1: Parametri reciklabilnosti škatel iz valovitega kartona (levo) in kartonskih zloženk (desno)
Figure 1: Recyclability parameters of corrugated boxes (left) and folding boxboard (right)



Slika 2: Parametri reciklabilnosti nosilnih vrečk z ročaji (levo) in papirnih in kompozitnih vrečk (desno)
Figure 2: Recyclability parameters of bags with handles (left) and paper and composite sacks (right)



Slika 3: Parametri reciklabilnosti tekočinske embalaže (levo) in vlivane in spiralne embalaže (desno)
Figure 3: Recyclability parameters of liquid packaging (left) and molded and wound packaging (right)

embalažnih izdelkov, ki se proizvajajo oz. so prisotni na tržiščih srednje evropske regije.

3 REZULTATI IN RAZPRAVA

Posamezni vzorci oz. skupine vzorcev, ki smo jih testirali na Inštitutu za celulozo in papir se med seboj precej razlikujejo glede na vrednosti različnih parametrov reciklabilnosti. Rezultati določanja vsebnosti nepapirne snovi, kosmičev in vlakninskega izkoristka so zbrani in prikazani na slikah 1 do 3, rezultati določanja lepljivih nečistoč pa na sliki 4.

3.1 Vsebnost nepapirne snovi, kosmičev in vlakninski izkoristek

Dobro reciklabilnost so izkazovali vzorci iz valovitega kartona in kartonske zloženke (slika 1). Le v dveh primerih smo opazili odstopanja od predlaganih še dopustnih vrednosti reciklabilnosti, ki so za te vrste embalaže naslednje: nepapirna snov – do 20 %, kosmiči – do 20 % in vlakninski izkoristek – nad 70 %. Vzorec škatle iz dvo-slojnega valovitega kartona (ICP13) je imel previsoko vsebnost kosmičev, in sicer 35 %, medtem ko smo pri kartonskih zloženkah ICP1 in ICP2 zaznali minimalno odstopanje vlakninskega izkoristka; izmerjena vrednost v obeh primerih je 69 %, torej ni dosegla limitne vrednosti 70 %.

Za nosilne vrečke z ročaji je predlagana mejna vsebnost vlaken nižja, znaša 50 %, ker je precej izdelkov, ki se pojavljajo na tržiščih narejenih iz kompozitnih materialov. Papirni nosilec je običajno oplemeniten s polimerno folijo, ki polepša izgled. Pri vzorcih kompozitnih nosilnih vrečk ICP6 in ICP21 smo kljub nižjemu kriteriju zaznali prenizko vsebnost vlaken, in sicer 49 in 46 %. Vsebnosti nepapirne snovi in kosmičev sta bili v obeh primerih

zadovoljive, torej pod limitno vrednostjo 20%. Rezultati so prikazani levo na sliki 2.

V kategoriji papirnih in kompozitnih vrečk opazimo nekoliko več odstopanj parametrov reciklabilnosti analiziranih vzorcev od mejnih vrednosti, ki so: nepapirna snov – do 20 % (papirne vrečke) in do 50 % (kompozitne vrečke), kosmiči – do 20 % in vlakninski izkoristek – nad 50 % (papirne vrečke) in nad 40 % (kompozitne vrečke). Le vzorec papirne vrečke ICP15 je imel preseženo dovoljeno koncentracijo kosmičev (24 %), medtem ko so bila odstopanja pri kompozitnih vrečkah precejšnja. Vzorec ICP4 (s PE folijo) je vseboval preveč nepapirnih komponent (66 %) in premalo vlaken, in sicer komaj 22 %. Pri podobnem vzorcu ICP14 so bili omenjeni parametri v dopustnih mejah, bila pa je presežena vsebnost kosmičev, ki je znašala kar 42 %. Najbolj kritičen je bil vzorec prehrabene vrečke ICP16 (s plastičnim oknom), ki je bil v celoti (100 %) nereciklabilen. Materiala ni bilo možno razpustiti, tako da je ves ostal na situ v fazi grobega prebiranja. Papir je izdelan iz nebeljene sulfatne celuloze iglavcev. Za te vrste papirja, ki poleg celuloznih vlaken vsebujejo visok delež neceluloznih snovi (lignin) je ugotovljeno, da ni primeren za recikliranje v običajnih postopkih (kot je npr. deinking) [1, 9]. Drugi vzorec vrečke (beljena celulozna vlakna) s plastičnim oknom ICP20 je dosegel parametre v dovoljenih mejah, razen nekoliko presežene vsebnosti kosmičev (27 %). Rezultati so predstavljeni desno na sliki 2.

Predlagane mejne vrednosti za tekočinsko embalažo so: nepapirna snov – do 50 %, kosmiči – do 20 %, vlakninski izkoristek – nad 50%. Analiza je pokazala, da so si vzorci zelo podobni z izjemo ICP25, ki je bil popolnoma nereciklabilen (100 % nepapirne snovi). Tipično za to vrsto vzorcev je, da vsebujejo preveč nepapirne snovi, in sicer nad 60 % in premalo vlaken (pod 40 %), tudi vsebnosti

kosmičev sta bili v dveh primerih znatno preseženi. Tekočinska embalaža spada med specialne vrste papirje, za katere so običajno potrebni posebni postopki obdelave [9]. Rezultati so prikazani levo na sliki 3.

Vzorci vlivane in spiralne embalaže so izkazovali dobro reciklabilnost (nizka vsebnost nepapirne snovi in kosmičev, visoka vsebnost vlaken), kar je razvidno iz slike 3 (desno).

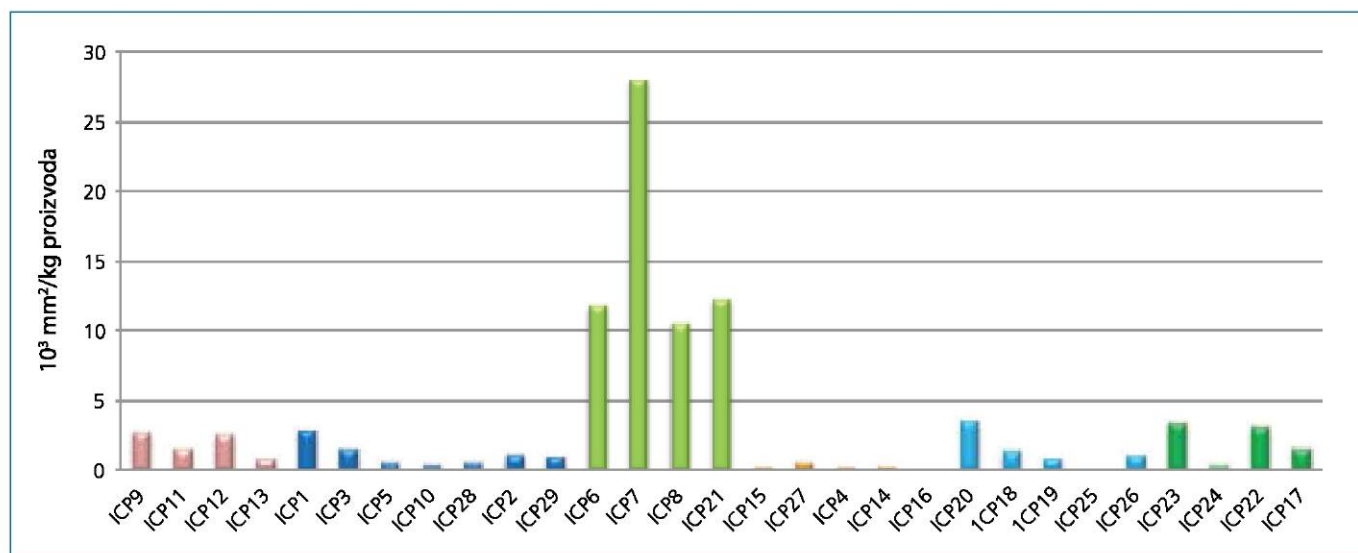
3.2 Vsebnost lepljivih delcev v vzorcih embalaže

Predlagane mejne vrednosti lepljivih delcev, ki so manjši od 2000 µm, se pri posameznih vrstah embalaže nekoliko razlikujejo. Najvišja še dopustna koncentracija je 2000 mm²/kg za tekočinsko in vlivano embalažo, 5000 mm²/kg za škatle iz valovitega kartona, kartonske zloženke in kompozitne vrečke, 10.000 mm²/kg za papirne vrečke ter 20.000 mm²/kg za nosilne vrečke in spiralno embalažo. Slika 4 prikazuje rezultate določanja vsebnosti lepljivih delcev, manjših od 2000 µm.

Dopustna koncentracija lepljivih delcev, ki so manjši od 2000 µm, je bila presežena pri dveh vzorcih, in sicer ICP7 in ICP23. Višje vsebnosti opazimo predvsem v primeru nosilnih vrečk z ročaji, in sicer zaradi visokega deleža lepljene površine in uporabe talilnih in disperzijskih lepil, ki niso vodotopna in se težje razpuščajo. Potrebno je poudariti, da je večje delce lepljivih nečistoč mogoče odstraniti s prebiranjem, medtem ko manjši delci ostajajo v sistemu in povzročajo tehnološke težave.

3.3 Optična homogenost pridobljene vlaknine

Optična homogenost oz. vizualni izgled laboratorijskih listov izdelanih iz vlakninske suspenzije po odstranitvi lepljivih delcev je bila v večini primerov



Slika 4: Vsebnost lepljivih delcev, katerih velikost je manjša od 2000 µm, v vzorcih embalaže
Figure 4: Content of sticky particles, smaller than 2000 µm in all packaging samples

dobra, razen pri vzorcih ICP10 in ICP29 (kartonske zloženke), kjer smo opazili nekaj nečistoč.

4 ZAKLJUČEK

Od skupno 29 vzorcev vlakninske embalaže, ki smo jih testirali v skladu z EcoPaperLoop metodo, je kar 16 vzorcev nereciklabilnih. Problematične so predvsem nosilne vrečke z ročaji zaradi visoke vsebnosti lepljivih nečistoč ter kompozitne vrečke in tekočinska embalaža z visokim deležem nepapirne snovi in nizko vsebnostjo vlaken. Med slednjimi sta bila 2 vzorca popolnoma nereciklabilna. Zaradi vse večjega deleža embalažnih izdelkov v vrednostni verigi papirja je zelo pomembno, da so slednji izdelani v skladu s konceptom ekodizajna, ki narekuje njihovo reciklabilnost oz. vračljivost v ponovno predelavo. Velik izziv stroki predstavlja razvoj naprednih, funkcionalnih embalažnih materialov in izdelkov, ki bodo nadomestili vse tiste, katerih reciklabilnost je neustrezna. Pričakovati je nadaljnji in pospešen razvoj lažjih kompozitov z bariernimi plastmi, kot so npr. specialni premazi in folije ter učinkovitejšo uporabo ekoloških lepil. Recikliranje vračljivih materialov in zmanjševanje količin odpadkov je trajnostna usmeritev evropskega in tudi slovenskega gospodarstva.

ZAHVALA

Raziskava je bila izvedena v okviru projekta EcoPaperLoop – ECO Design for the Enhancement of Central Europe PAPER based Products Recycling LOOP, ki ga sofinancira Evropski Regionalni Razvojni Sklad (ERDF) za obdobje 2013-2014.



LITERATURA IN VIRI

- [1] COST Action E48 – The Future of Paper Recycling in Europe: Opportunities and Limitations, The final report of COST Action E48 „The Limits of Paper Recycling“, COST Office 2010, Dostopno na: <http://www.cost-e48.net/thebook.htm>
- [2] PUTZ, H.J.: Recyclability of Paper and Board products, IPW 4 (2007) 37-43
- [3] NAZHAD, M.M.: Recycled Fiber Quality – a review, Journal of Industrial and Engineering Chemistry 11 (2005) 3: 314-329
- [4] OKAYAMA, T. The effect of recycling on pulp and paper properties, Japan TAPPI Journal 56 (2002) 7: 62-68

[5] HOWARD, R.C. The effect of recycling on paper quality, Journal of Pulp and Paper Science 16 (1990) 5: J143-J149

[6] PUTZ, H. J. Stickers in recycled fiber pulp v Recycled Fiber and Deinking (Book 7) iz serije Papermaking Science and Technology, Götsching, J., Pakarinen, H. (Editors), Fapet Oy, 2000, Finland: 441-497

[7] ZULE, J., ČERNIČ, M. GREGOR-SVETEC, D. Določanje reciklabilnosti papirne in kartonske embalaže, Papir 42 (2014) 10: 36-40

[8] PUTZ, H. J., RUNTE, S. Training School. Recyclability of packaging products. Seminar. Ljubljana, 23. January 2014, Dostopno na: <http://www.ecopaperloop.eu/semi-lj.html>

[9] SIST EN 643:2014: Papir, karton in lepenka - Seznam evropskih standardnih vrst papirja, kartona in lepenke za recikliranje (Paper and board - European list of standard grades of paper and board for recycling), 18 str.

¹Inštitut za celulozo in papir, Bogišičeva ulica 8, SI-1000 Ljubljana
²DITP, Društvo inženirjev in tehnikov papirništva, Bogišičeva 8, SI-1000 Ljubljana

dr. Janja Zule, univ. dipl. ing. kem.
 dr. Mija Sezun, univ. dipl. ing. zoo. teh.
 Matej Šuštaršič, univ. dipl. biol.
 dr. Marjeta Černič, univ. dipl. ing. kem. teh.



Omya je več...

... kot samo dobavitelj CaCO₃.

Omya ne nudi samo široke ponudbe polnil, premaznih in specialnih pigmentov, temveč tudi obširno paleto pomožnih kemikalij za papirno in kartonsko industrijo.



PAPIER & KARTON

- Polnila
- Premazni pigmenti
- Kemijski dodatki
- Rešitve orientirane po kupcih



SERVIS

- Tehnična podpora
- Ekspertize
- Analize
- Mreža razvojnih in pilotskih linij



LOGISTIKA

- Optimalna veriga dobave
- Fleksibilnost
- Dobavna mreža
- Skladiščih in depojih



R&R

- Interdisciplinarna
- Usmerjena ciljem
- Stroškovno usmerjena
- Razvojna mreža



PROIZVODNJA

- Zagotovljene surovine
- Usmerjena ciljem
- Najmodernejša proizvodne tovarne
- ISO certificirane kontrole kvalitete

