



Privedila: Maja RUJNIĆ-SOKELE

Municipal and Plastics Waste Management in the European Union

Classification of waste in households in the European countries, especially in Northern and Central Europe has been common for many years. The citizens are aware of the need to sort and recycle waste (and of the sanctions if they do not do it), but other than the awareness that they are doing something good for the environment, they are financially motivated to separate different fractions of waste by paying only the unsorted part. Unfortunately, in the Republic of Croatia, waste disposal is still commonly charged by the square meter of living space, rather than by the quantity or volume of waste. The new Waste Act should regulate that local governments have to implement a new billing system, by weight or by volume of waste. Though much of the public is strongly against any possibility of burning waste or using waste as fuel, these options are equivalent to other waste treatment options because they are imposed by the EU Waste Framework Directive. Waste management must include all waste management options, and in the case of municipal waste, incineration and energy recovery is often the best solution.

Komunalni otpad jedan je od najvećih ekoloških problema modernog društva. Posebno gospodarenje tim otpadom. Količine komunalnog otpada povećavaju se sukladno napretku društva, tj. gospodarskom rastu i poboljšanju kvalitete života. Okvir za europsku politiku gospodarenja otpadom sadržan je u Rezoluciji Vijeća EU o Strategiji gospodarenja otpadom (97/C76/01), koja se temelji na Okvirnoj direktivi o otpadu (75/442/EEC) i drugim europskim propisima na području gospodarenja otpadom. Tri su ključna europska načela:¹

- sprječavanje nastajanja otpada
- recikliranje (mehanička uporaba) i ponovna uporaba materijalnog otpada
- poboljšanje kvalitete potrebne energijske uporabe i nadzirano odlaganje preostalog otpada.

Kako je dogovoreno u pregovorima s Europskom unijom, u Republici Hrvatskoj se do 1.

Gospodarenje komunalnim i plastičnim otpadom u Europskoj uniji

siječnja 2013. mora osigurati odvojeno sakupljanje biootpada, a do 1. siječnja 2015. i odvojeno sakupljanje papira, metala, plastike, stakla, električnoga i električnog otpada, otpadnih baterija i akumulatora, otpadnih vozila, otpadnih guma, otpadnih ulja, građevnog otpada, otpadnog tekstila i medicinskog otpada.²

Međutim, ni zemlje članice Europske unije ne ispunjavaju obveze koje su preuzele prilikom svoga ulaska u EU, a između pojedinih članica velika je razlika u postupanju s komunalnim otpadom. Izvještaj o gospodarenju otpadom³ pokazao je da većina zemalja članica neće uspjeti postići cilj gospodarenja otpadom koji uključuje recikliranje 50 % komunalnog otpada do 2020. Metodologija uključuje ponderiranje rezultata za tri odabrana kriterija vezana za opciju gospodarenja otpadom: recikliranje, energijsku uporabu i odlaganje komunalnog otpada. Najlošije je ocijenjena Grčka, koja je od 18 kriterija dobila ocjenu 0 za njih 17, a slijede je Bugarska i Malta. Među zemljama koje su najbolje ocijenjene jesu Austrija, Nizozemska, Danska, Njemačka, Švedska i Belgija, jer imaju najbolje razvijene sustave recikliranja, a odlažu manje od 5 % komunalnog otpada. Navedene zemlje postavile su ograničenja na odlaganje na odlagališta, pa najviše otpada oporabljaju, no u njima se već niz godina neprekidno radi na podizanju svijesti stanovništva o potrebi zaštite okoliša, odvajanja raznih frakcija otpada i recikliranja.

No recikliranje je održivo samo u slučajevima kada se na izlazu može postići kvalitetan reciklat, kada postoji tržište na kojem se može dobro prodati i kada se ostatne frakcije otpada mogu iskoristiti za energijsku uporabu, posebno

u slučajevima kada je otpad izmiješan. Dobar je primjer Njemačka, koja u svojem sustavu gospodarenja otpadom ima zastupljene razne opcije uporabe (tablica 1).

U Republici Hrvatskoj, osim nekih svjetlih primjera kao što su Čakovec i Krk, sustav gospodarenja otpadom na vrlo je niskoj razini, a osim odlaganja gotovo i ne postoji neki drugi način zbrinjavanja otpada. Plan gospodarenja otpadom Grada Zagreba već se godinama odgađa, a problem komunalnog otpada sve je veći. Nakon nedavnih događaja vezanih uz odlaganje otpada u Zagrebu, pobune stanovnika Jakuševca i sprječavanja ulaska kamiona *Čistoće* na odlagalište, postalo je očito da vremena za odgađanje problema više nema. Odlagalište Jakuševac nema uporabnu dozvolu od 2010., a rok za pronalaženje novog rješenja administrativno se produljio do 2018. godine, do kada bi se trebalo pronaći novo rješenje za gospodarenje komunalnim otpadom u gradu Zagrebu.

Prije približno godinu dana u Zagrebu su postavljeni suvremeni, posebni spremnici za odvojeno odlaganje plastičnog otpada (slika 1). Kako piše na spremniku (slika 2), u crne spremnike sa žutim poklopcem može se odložiti plastični otpad od svih širokoprimjenjivih plastomera (PE, PP, PVC, PS i PET). Pri tome se u spremnike ne odlažu PET boce koje su u sustavu povratne naknade, već PET spremnici za deterdžente, boce za jestivo ulje i ocat i dr.

Osim spremnika za odvojeno sakupljanje plastičnog otpada, na nekim su mjestima postavljeni i novi smeđi spremnici za odvojeno sakupljanje biootpada, crni spremnici sa ze-

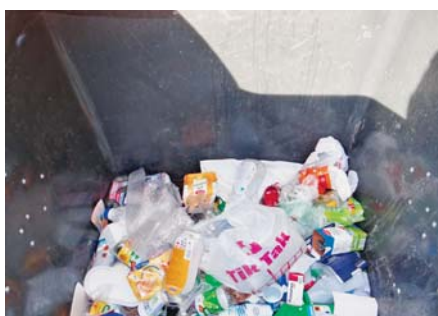
TABLICA 1 - Infrastruktura gospodarenja otpadom u Njemačkoj (stanje 2009.)⁴

Vrsta postrojenja	Broj
Spalionica otpada (uključujući 70 postrojenja za spaljivanje medicinskog otpada)	160
Energana na otpad	633
Postrojenje za kemijsko-fizičku obradbu otpada (npr. za obradbu otpadnih voda)	550
Postrojenje za biološku obradbu otpada (kompostiranje/digestija)	2 047
Postrojenje za mehaničko-biološku obradbu otpada	55
Postrojenje za razvrstavanje otpada	996
Postrojenje za uporabu vozila	1321
Postrojenje za uporabu električnog otpada	304
Postrojenje za obradbu tla	120
Postrojenje za uporabu građevnog otpada	2 055
Ukupno	14 958

nim poklopcem za odvojeno sakupljanje staklenog otpada i crni spremnici s plavim poklopcem za odvojeno sakupljanje papira. Budući da je nacionalnu koncesiju za sakupljanje i uporabu plastičnog otpada (osim PET-a) na deset godina dobila tvrtka *Eko Velebit* iz Gračaca, plastični se otpad balira i odvozi u Gračac. No postavlja se pitanje isplativosti takvog načina postupanja s plastičnim otpadom jer je recikliranje (materijalna uporaba) isplativo onda kada su otpadni tokovi čisti i odvojeni po vrstama. Tvrtki se, prema informacijama iz zagrebačke *Čistoće*, dostavlja balirani, izmiješani plastični otpad (slika 3), koji vrlo često uz plastiku sadržava i druge materijale poput metala, složenaca i dr.

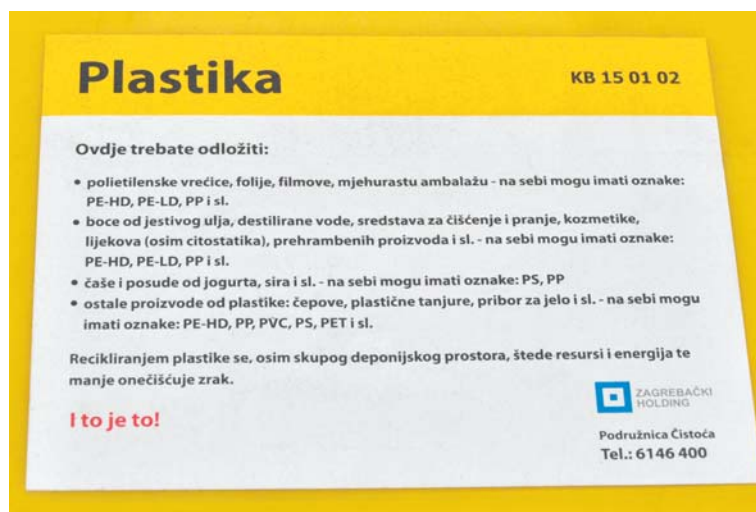


SLIKA 1 – Spremnik za odvojeno sakupljanje plastičnog otpada u Zagrebu

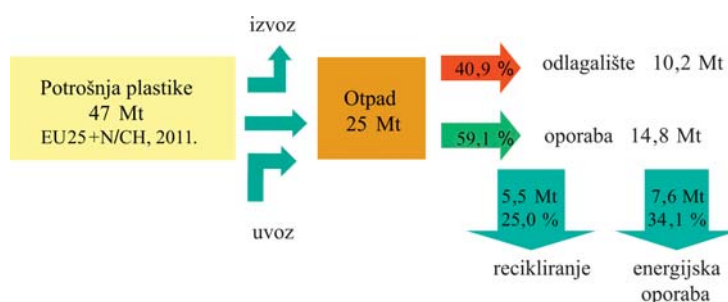


SLIKA 3 – Sadržaj spremnika za plastični otpad

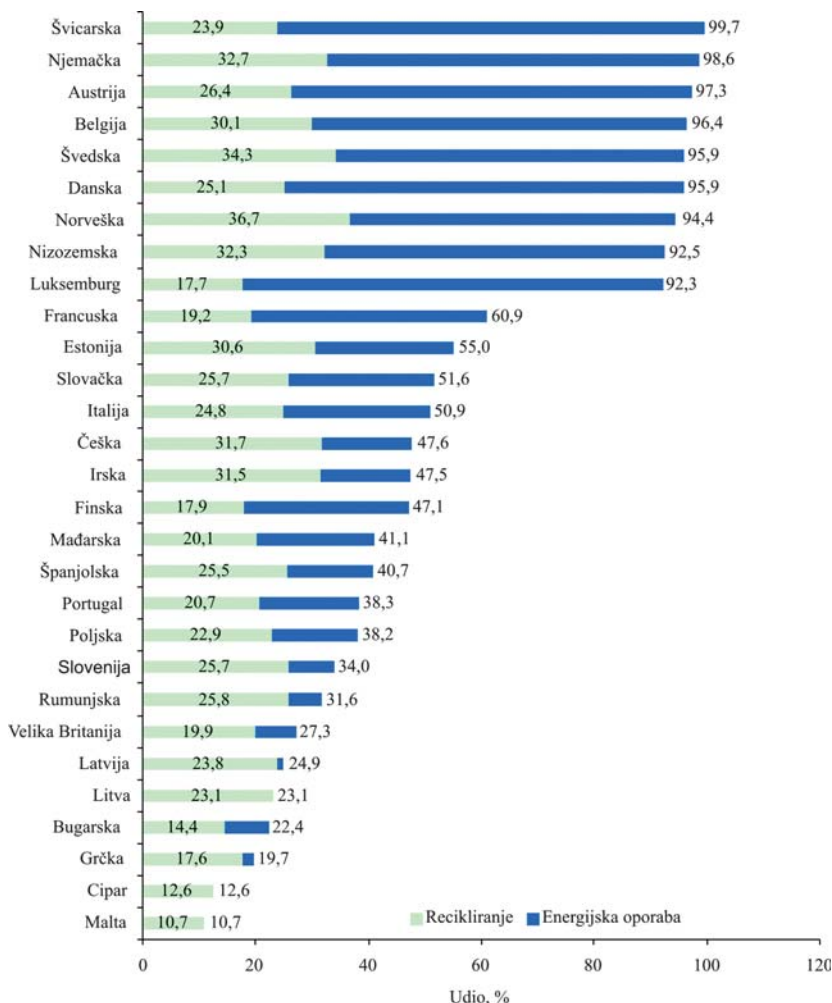
Više od 62 % plastičnog otpada čini ambalaža, koja vrlo brzo završi u smeću. U Europi (EU-27, Švicarska i Norveška) 2011. na otpadu je završilo 29 milijuna tona plastičnog otpada. Od toga 25 milijuna tona otpada potječe od potrošača, a 4 milijuna tona iz industrije. Plastičnim otpadom gospodarilo se na razne načine. U prosjeku je uporabljeno više od 59 % (slika 4), no devet europskih zemalja koristi više od 90 % svoga plastičnog otpada. Ne treba ni napominjati da upravo te zemlje imaju najstroža ograničenja odlaganja otpada (slika 5). Tako Švicarska zbrinjava 99,7 % plastičnog otpada, no od toga 23,9 % reciklira, a 75,8 % energijski uporabljuje. Slično je i s ostalim zemljama.



SLIKA 2 – Natpis za potrošače – što se sve može odložiti u spremnik za plastični otpad



SLIKA 4 – Oporaba plastičnog otpada u EU 2011.⁵



SLIKA 5 – Načini gospodarenja plastičnim otpadom u EU 2011.⁴

Umjesto zaključka

Razvrstavanje otpada u kućanstvima u europskim je zemljama, posebno u sjevernoj i središnjoj Europi, uobičajeno već niz godina. Građani su upoznati s potrebom razvrstavanja i recikliranja otpada (i sankcijama ako to ne rade), no osim svijesti da čine nešto dobro za svoj okoliš, oni su i financijski potaknuti na odvajanje raznih frakcija otpada time što plaćaju samo nerazvrstani dio. Na žalost, u Republici Hrvatskoj odvoz otpada i dalje se najčešće naplaćuje prema kvadratima stambenog prostora, a ne prema količini ili volumenu otpada. Novi *Zakon o otpadu* trebao bi propisati da jedinice lokalne samouprave moraju provesti novi sustav naplate,

prema masi ili prema volumenu otpada. Iako je velik dio javnosti protiv bilo kakve mogućnosti spaljivanja otpada ili korištenja otpada kao energenta, te su mogućnosti jednakovrijedne ostalim mogućnostima zbrinjavanja otpada prema europskoj *Okvirnoj direktivi o otpadu*. Gospodarenje otpadom mora uključivati sve postupke gospodarenja otpadom, a u slučaju komunalnog otpada, spaljivanje i iskorištenje energije često je najbolje rješenje.

KORIŠTENA LITERATURA

1. Stulić, I.: *Analiza količina i vrsta otpada u kućnom smeću*, diplomski rad, FSB, 2011.

2. *Na Zakon o otpadu stiglo 1 000 primjedbi*, www.mzoip.hr/default.aspx?id=12554, 12. 10. 2012.
3. *Screening of waste management performance of EU Member States*, Report submitted under the EC project *Support to Member States in improving waste management based on assessment of Member States' performance*, Report prepared for the European Commission, DG ENV, BiPRO, July 2012, ec.europa.eu/environment/waste/studies/pdf/Screening_report.pdf
4. Sartorius, I.: *Quality Waste Management*, Ljubljana, Zajednička konferencija industrije plastike Slovenije i Hrvatske Upravljanje polimernim otpadom, Gospodarska zbornica Slovenije, Ljubljana, 2. 10. 2012.
5. *Plastics – the Facts 2012: An analysis of European plastics production, demand and waste data for 2011*, PlasticsEurope, 2012.

Dr. sc. Ana PILIPOVIĆ – nova doktorica znanosti



Pristupnica Ana Pilipović obranila je 3. listopada 2012. na *Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu* doktorski rad pod naslovom *Utjecaj parametara izrade na svojstva polimernoga prototipa*, pred povjerenstvom u kojem su bili prof. dr. sc. Dorian Marjanović, prof. dr. sc. Mladen Šerčer, prof. dr. sc. Đurđica Španiček, prof. dr. sc. Igor Drstvenšek i prof. dr. sc. Pero Raos.

Ana Pilipović rođena je 14. listopada 1980. godine u Zagrebu, gdje je završila osnovnu školu i zatim *II. opću gimnaziju. Fakultet strojarstva i brodogradnje*, smjer strojarstvo, upisuje akademske godine 1999./2000. Diplomirala je u srpnju 2006. godine na usmjerenju *Preradba i montaža*. Tijekom studiranja (2002. godine) nagrađena je *Rektorovom nagradom*. Od siječnja 2008. godine zaposlena je na *Katedri za preradu polimera i drva pri Zavodu za tehnologiju Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu* na mjestu asistentice.

Od 2007. godine uključena je u znanstveni projekt *Povišenje učinkovitosti razvoja i preradbe polimernih proizvoda*, koji je dio programa *Brza proizvodnja – od ideje do stvarnosti* koji financira *Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta RH* (glavni istraživač: prof. dr. sc. Mladen Šerčer), a od srpnja 2010. godine i u projekt *Dinamička mehanička analiza polimera i kompozita* (glavni istraživač: doc. dr. sc. Tatjana Haramina) koji financira *Hrvatska zaklada za znanost*. Od srpnja 2010. godine radi i na *FP7* projektu *KARMA* (e. *Knowledge Based Process Planning and Design for Additive Layer Manufacturing*) te od studenoga 2011. godine na projektu *MarineClean*, u sklopu programa *Eco-Innovation*.

Dobitnica je stipendije za izobrazbu doktoranada *Hrvatske zaklade za znanost*, koju je iskoristila na *Fakultetu za strojništvo, Univerza v Mariboru*, Slovenija, u trajanju od šest mjeseci.

Područja interesa dr. Pilipović su aditivni postupci, postupci proizvodnje polimernih tvorevina, postupci proizvodnje kompozitnih tvorevina, recikliranje polimernih materijala itd. Aktivno sudjeluje u izvođenju nastave svih kolegija *Katedre za preradu polimera i drva* te je također uključena u ostale znanstvene i stručne djelatnosti *Katedre*. Do sada je objavila kao autorica ili koautorica 29 znanstvenih i stručnih radova u raznim časopisima i zbornicima radova u zemlji i inozemstvu. Članica

je *Društva za plastiku i gumu* i *Uredništva* časopisa *Polimeri* te aktivno sudjeluje u organizaciji stručnih savjetovanja u sklopu *Društva*.

Cilj doktorskog rada bio je istražiti utjecaj parametara izrade kod postupka selektivnoga laserskog srašćivanja na svojstva polimernoga prototipa. Selektivno lasersko srašćivanje (SLS) ne pripada klasičnim postupcima prerade polimernih tvorevina, nego aditivnima, kojima se tvorevine izrađuju sloj po sloj. Takvim se postupcima mogu načiniti tvorevine komplicirane geometrije u kratkom vremenu. Kako se radi o sraslinama, gustoća takvih proizvoda niža je od one tvorevina načinjenih od materijala izvorne gustoće jednim od preradbenih postupaka.

U doktorskome radu detaljno je opisana problematika vezana uz parametre izrade kod selektivnoga laserskog srašćivanja. U ispitivanjima je potvrđen parametar izrade koji utječe na svojstva prototipa, tj. gustoća energije koja ovisi o snazi lasera, brzini laserske zrake i razmaku između putanje laserske zrake. Statističkom obradom ustanovljena je njihova međusobna ovisnost i potreba za utvrđivanjem novih parametara. Prema principu rada samoga lasera, srašćivanja čestica i na temelju provedenih ispitivanja utvrđen je novi parametar – faktor preklapanja laserske zrake (omjer promjera laserske zrake i razmaka između njezine putanje). Ponovljena su ispitivanja rasteznih i savojnih svojstava s novim parametrom i ustanovljene su optimalne vrijednosti potrebnih parametara (snaga lasera, brzina laserske zrake, razmak između putanje laserske zrake i faktor preklapanja laserske zrake) za dobivanje svojstava prototipa koja su poboljšana u usporedbi sa svojstvima tvorevine načinjene klasičnim postupcima prerade polimernih materijala.

U radu je također obrađen utjecaj i vrijednosti navedenih parametara (gustoće energije) na vrijeme izrade, debljinu sloja i izmjere. Ovim je radom proširena znanstvena spoznaja o parametrima koji utječu na svojstva prototipa, tj. proširen je matematički model za određivanje gustoće energije.

U radu je posebno obrađena tematika vezana uz utjecaj atmosferilija (UV zračenja i apsorpcije vode) na vrstu omjera recikliranog materijala (100 % originalni materijal, 50 % originalni s 50 % recikliranim i 100 % reciklirani materijal) te orijentacije prototipa u izradbenom prostoru stroja (orijentacija u *xy* ravnini s 4 mm i 10 mm visine i orijentacija u *z* osi s visinom od 80 mm do 150 mm) na mehanička svojstva prototipa. Terenskim i laboratorijskim ispitivanjima utvrđene su maksimalne i minimalne vrijednosti mase, tvrdoće, rasteznih i savojnih svojstava tvorevine nakon UV zračenja i apsorpcije vode.

Čestitamo mladoj doktorici znanosti.

Maja RUJNIĆ-SOKELE