

Bioplastika da, ali...^a

Igor Čatić, Maja Rujnić-Sokele

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, Hrvatska

Uvod

Mnogi časopisi, magazini, a osobito masovni mediji puni su riječi koje započnu s *bio*, poput biogorivo, bioplastika, biokozmetika itd. To vodi pitanju je li sve s oznakom *bio* univerzalno rješenje za pitanja poput klimatskih promjena, gladi u svijetu, ili sintagme *uporaba hrane kao oružja*. Postavlja se pitanje zašto su svi zgroženi kada čuju da je plastika načinjena od fosilnih goriva: nafte, prirodnog plina ili ugljena. Moraju li zaista svi biti oduševljeni s bioplastikom načinjenom od uzgojene, dakle po čovjeku načinjene biomase. To je naime sugerirao plakat jednog talijanskog proizvođača u promidžbenoj kampanji tijekom sajma plastike i gume K'10, u jesen 2010. u Düsseldorfu. Kao što je na reklamnoj fotografiji tog proizvođača bioplastike bila užasnuta jedna mlada dama koja izjavljuje: »zar se još uvijek upotrebljava plastika?«. Misleći pritom na onu načinjenu od proizvoda prirode: nafte ili prirodnog plina.

Problem je znatno ozbiljniji nego što se čini na prvi pogled. Teško se dobiju novčane potpore, kojih je svuda sve manje, za nešto što nema predznak *bio*.

Kada bi netko smogao snage, okupio apsolutno interdisciplinarni tim, od matematičara, fizičara i kemičara, do sociologa, filozofa, tehnologa i teologa te sakupio potrebna novčana sredstva, moglo bi se ne samo zagrebatu pod površinu, već i ući u dubinu tog problema. Ovaj je iskaz rezultat autorova iskustva u povodu njegove reakcije na spomenuti plakat s mladom damom.

Rezultat tih iskustava je da će ogromna većina časopisa biti prisiljena objavljivati tekstove o bioplastici i sličnim bioproizvodima.

Naime, tko će odoljeti pritisku moćnika.

Stoga treba najtoplije pozdraviti inicijativu časopisa *Svet polimera* da već sada posveti jedan cijeli broj bioplastici (4/2011). Premda je ovo po svim elementima stručni članak, treba ga objaviti kao mišljenje jednog *razjarenog autora* (3,4). Koji je u ovom broju puno toga naučio, ali je i spreman podijeliti mišljenje s čitateljstvom, ne samo u svojoj sredini već i šire.

Razvoj problema

Doista razjaren spomenutim plakatom u Düsseldorfu, autor je poslao na gotovo 300 adresa kolegama u svijetu pismo. U kojem je reagirao na nedopuštenu propagandu skupine materijala koja je statistički gotovo zanemariva protiv fosilne plastike, dakle plastike načinjene na temelju proizvoda prirode: nafte ili prirodnog plina. I to od proizvođača koji ima u svom proizvodnom programu 169 proizvoda od fosilne plastike i kaučuka.

Reakcije kolega bile su zanimljive. Glavni urednik časopisa *Plastics in Packaging* napisao je vrlo zanimljiv komentar pod naslovom *Sasjeci u korijenu* (3,4), koji je dostupan u izvorniku na mrežnoj stranici časopisa (3). Web magazine *Powder and Bulk Engineering International* iz SAD objavio je također reakciju (5). Članke (3,5) prenijeli su i neki portali iz Istočne Europe.

Časopis *Bioplastics Magazine* je objavio opširniji tekst kao *Mišljenje* (1). Treba napomenuti da je to jedini časopis u svijetu koji isključivo obrađuje područje bioplastike. Glavnom uredniku sigurno nije bilo lagano objaviti to *Mišljenje*.

Naime, navest će se lista poduzeća koja su novčano poduprla održavanje 6. europske konferencije o bioplastici krajem 2011. To su redom: *Amcor*, *Avantium*, *BASF*, *BioAmber*, *BKG Bruckmann*

& *Kreyenborg*, *Braskem*, *Clever Consult*, *Danone*, *Dow Chemicals*, *DSM*, *Erema*, *European Bioplastics*, *Federal Ministry of Economics and Technology Germany*, *Innovia Films*, *Institut für Kunststofftechnik Germany*, *NatureWorks*, *NNFCC*, *Novamont*, *PolyOne*, *Purac*, *Rhein Chemie*, *Roquette*, *Stora Enso*, *Taghleef Industries*, *Tecnaro*, *Toray Industries*, *Uhde Inventa-Fischer*, *University of Applied Sciences and Arts Hannover*, *World Wide Fund for Nature (WWF)* (6). U ovom popisu sponzora nedostaje ipak svojevrsni nositelj te propagande, *DuPont*. U narednim prigodama sigurno će se pridružiti i *Coca-Cola* koja je najavila da će ambalažirati svoje napitke u plastenke načinjene od 100 % uzgojina (7).

Treba kazati da sam zbog te akcije izgubio i neke drage prijatelje među urednicima.

Inženjeri moraju izabrati optimalni materijal

U ovom tekstu primijenjen je sintezologijski pristup (8) i vrlo precizno nazivlje (9). Sintezologijski pogled znači problem osvijetliti s maksimalno različitih kutova gledanja. Pojednostavljeno, shvatiti da su tehnički i gospodarski ciljevi uvijek u funkciji društveno-humanističkih ciljeva. Treba pridodati još jednu pojedinost važnu za ova promišljanja. Prije izbora za nastavnika s područja proizvodnje plastičnih i gumenih dijelova, prvi autor je obavljao dužnost asistenta iz kolegija: *Metali* i *Toplinska obrada*.

Zašto je prvi autor tijekom nastavničke karijere insistirao da njegovi studenti prisustvuju predavanjima? Živu riječ ne može zamijeniti pisani tekst. Navodio im je sljedeći primjer. Na prvom predavanju kojem je prisustvovao iz predmeta *Materijali*, još kao brucš tamo daleke 1954. naučio je zauvijek,

^a Tekst se temelji na radovima (1,2).

sljedeću misao. »Inženjer mora izabrati optimalni materijal za određenu svrhu. To ne znači najbolji ili najskuplji materijal.« Danas bi na temelju vlastitoga iskustva pridodao. »Izabrati optimalni materijal znači uzeti u obzir tehničke, gospodarske, društvene, pa i humanističke ciljeve.« Međutim na optimalni izbor ne smije utjecati marketing, posebno ne tzv. *ekomarketing* s vrlo dvojbenim ciljevima. Polazi se od teze da su proizvodi poljoprivrede, agrikulture, uzgojne, rezultat volje, znanja i sredstava čovjeka. Kao takvi nisu proizvodi prirode, prirodne. To je razlog zašto valja razlikovati dva temeljna pojma, prirodu i kulturu. Primjer su šumske jagode (prirodne) i uzgojene u plastenicima (kultivirane).

Potrebno je najprije definirati neke pojmove. *Opća tehnika* je za-

jedničko ime za *prirodnu* tehniku i čovjekovu, *umjetnu* tehniku. Samo se proizvode prirodne tehnike, prirodne proizvode. Sve načinjeno po čovjeku ili uz njegovu pomoć su kultivirani, umjetni proizvodi. U poljoprivredi i stočarstvu se upotrebljava izraz poljoprivredna kultura, uzgojena stoka. Dakle radi se o uzgojenome. U umjetnoj su tehnici odgovarajući nazivi: artefakt ili umjetnina (10).

Sve veći broj i sve raznovrsnijih materijala potakao je na misao. Je li postojeća podjela materijala na metale i nemetale primjerena staju tehnike? Nametnuo se odgovor, nije. Potrebna je nova podjela na polimere i nepolimere.

Imajući to na umu, raspravljat će se o novoj sistematizaciji materijala. Već se i u školama stoljeći-

ma poučava da postoje dvije osnovne skupine materijala: metali i nemetali. Pritom autori nisu nikada bili poučeni po kojem je to kriteriju načinjena ta podjela.

Nedavno je skupina stručnjaka na čelu s prvim autorom predložila novu sistematizaciju materijala koja predviđa podjelu na polimere i nepolimere (11,12). Ideja za tu sistematizaciju temelji se na osnovnoj definiciji polimera. Naziv *polimeri* je zajedničko ime za prirodne i sintetske tvari i materijale kod kojih je osnovni sastojak sustav makromolekula, preciznije makromolekulnih spojeva s *opetovanim jedinicama* (13-15). Ta podjela temelji se na kriteriju rasprostranjenosti makromolekulnih spojeva s *opetovanim jedinicama* (slika 1)⁶.

⁶ Slika je hrvatska inačica slike izvorno objavljene u (2).

SLIKA 1. Od materije do složenaca (2)

P	Kompozitni materijali: <ul style="list-style-type: none"> organski proizvod sinteze (n.pr.. polietilenska vlakna i plastomerna matrica) Kompozitni proizvodi: <ul style="list-style-type: none"> organski proizvod sinteze i uzgojeni proizvod (npr. duromerna matrica i juta) organski proizvod sinteze and anorganski polimer (npr. duromerna matrica i staklena vlakna) organski proizvod sinteze i anorganskog nepolimera (metal) (npr. plastična matrica i metalno ojačavalo) 		Hibridni materijali: <ul style="list-style-type: none"> organskoanorganski hibridi (npr. plastično zeolitni hibrid) anorganskoorganski hibrid [npr.. poly(organosiloksan) i plastika] organsko xxx + osnovni organski polimer (xxx i protein) organski polimer/organsko nepolimeri hibrid [npr. pol(laktik-ko-glikolna kiselina) i lipid] Hibridni proizvod: <ul style="list-style-type: none"> injekcijski prešani višeslojni hibridi 			
P	Kompozitni materijali* i kompozitne tvorevine**		Hibridni materijali i hibridne tvorevine			
P	Složenci (materijali i proizvodi)					R7
P	Metali	Plastomeri	Duromeri /	Plastomeri	Elastomeri	
	• čelici, Al-slitine, itd.	npr. polisilazani	• PF, UP, PUR, itd.	• PE, PVC, PS, PA, itd.	• guma	
		Elastomeri			• elastoplastomeri	
		npr. polisiloksani				
P	Anorganske nepolimerne tvari i materijali	Anorganski sintetski polimeri	Organski sintetski polimeri (neživo)	Kemijski modificirani biopolimeri od prirodnih i uzgojenih proizvoda (živo)	Npr. ulja	
			<i>Fosilna plastika</i>	<i>Bioplastika</i>		
P	Anorganske tvari i materijali		Organske tvari i materijali			R6
T	KONTROLIRANE ANORGANSKE REAKCIJE		KONTROLIRANA ORGANSKA SINTEZA	KONTROLIRANA BIOSINTEZA		
T	UMJETNA TEHNIKA					
P			NEŽIVI ORGANSKI PRIRODNI PROIZVODI (npr. prirodni plin)	ŽIVI ORGANSKI PRIRODNI PROIZVODI (npr. bmrstira)		R5
P			FITOPOLIMERI (npr. drvo)	ŽIVOTINJSKI POLIMERI (npr. kosti)		R4
P			Biopolimerni organizmi (mikroorganizmi i makroorganizmi)			R3
P	PRIRODNO:	PRIRODNO:	PRIRODNO:		PRIRODNO	
	• samородni metali: zlato, živa	• glina	• bjelančevine (proteini)			
	• metalne rudače	• mica (tinjac)	• nukleinske kiseline			
		• zeoliti	• polisaharidi			
P	Prirodni nepolimeri anorganski makromolekulni spojevi (nepolimeri)	Prirodni geopolimeri (prirodni anorganski polimeri)	Biopolimeri (prirodni organski polimeri)		Prirodni nepolimeri organski makromolekulni i spojevi (npr. lipidi)	R2
P	PRIRODNI ANORGANSKI MAKROMOLEKULNI SPOJEVI (nežive prirodne – minerali)		PRIRODNI ORGANSKI MAKROMOLEKULNI SPOJEVI (žive prirodne – živi organizmi)			R1
	A	B	C		D	
T	GEOLOŠKI PROCESI NEŽIVOGA		BIOSINTEZA (SINTEZA ŽIVOGA)			
P	MAKROMOLEKULNI SPOJEVI (tvar)					R
P	Koloidi i nanočestice					R-1
P	Molekule					R-2
P	Atomi (10 ⁻¹⁰ m)					R-3
	...					
P	Kvarkovi (10 ⁻²⁰ m)					R-x
	MATERIJA					
T	PRIRODNA TEHNIKA					
T	OPĆA TEHNIKA					Razine

Polimeri i nepolimeri

Temeljeno na definiciji moguće je razlikovati četiri osnovne skupine makromolekulnih spojeva (razina R2, slika 1). Polimeri i nepolimeri mogu biti organski i anorganski.

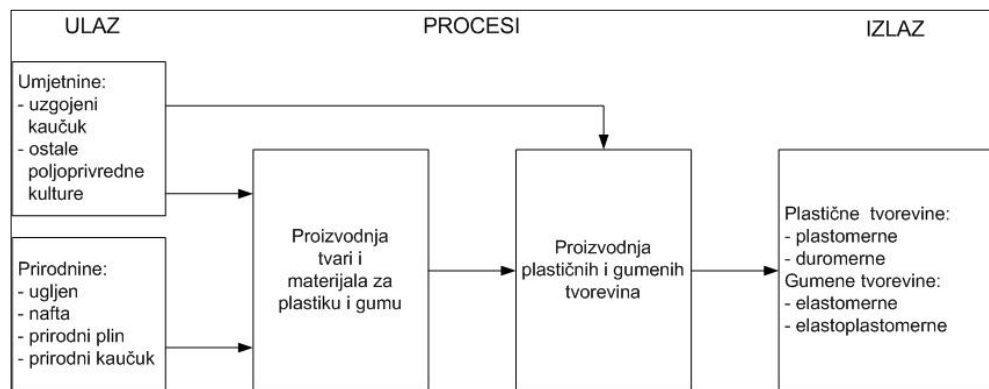
Za ovaj tekst je od interesa samo stupac C u slici 1, *Prirodni organski polimeri*. Pritom se tablica 1 čita odozdo prema gore. Ono što je niže je općenitije, ono više proizlazi iz onoga nižega.

Najprije treba naglasiti da su svi prirodni organski polimeri rezultat prirodne tehnike: osnovni (R2) poput bjelančevina, biopolimerni organizmi (mikroorganizmi, R3), fitopolimeri (npr. drvo, R4) i animalni polimeri [npr. prirodna (*divlja*) svinja (R4)]. Na razini R5, nalaze se neživi organski produkti poput nafte ili prirodnoga plina i žive organske prirodne, poput brnistre. Slijede proizvodi umjetne (čovjekove) tehnike. Pojednostavljeno na razini R6 proizvode se plastika i elastomeri. Pritom je moguće razlikovati te materijale koji su rezultat organske sinteze, a načinjeni su od neživih tvari poput fosilnih goriva (npr. PE, PVC, PS, UP, PUR). To je fosilna plastika. Drugu skupinu čine kemijski modificirani biopolimeri od prirodnih ili uzgojenih izvora (npr. PLA, PHA ili bio-PE). Tu je skupinu materijala moguće nazvati bioplastika.

Bioplastika je organski polimer kojeg je također načinio čovjek

Iz slike 1 proizlazi da se uporabom naziva bioplastika uvodi i još jedna podjela plastike. To je ona na bioplastiku i fosilnu plastiku. Poželjno je na ovom mjestu definirati sva tri pojma.

Prema definiciji usvojenoj u projektu *Struna*, plastika je materijal čiji je osnovni sastojak tvar visoke molekularne mase i koji se pri potrebnoj smičnoj viskoznosti može praoblikovati (16). Pritom osnovnu tvar čine makromolekulni



SLIKA 2. Od prirodnih i poljoprivrednih kultura (umjetnih) do plastičnih i gumenih tvorevina (17)

anorganski ili organski spojevi, kojima se po potrebi dodaju odgovarajući sastojci, dodatci.

Bioplastika je oblik plastike kod koje ulaz u proces njezine proizvodnje čini biomasa iz obnovljivih izvora poput biljnog ulja, škrob ili mikrobiota (slika 2). Osnovno obilježje fosilne plastike temelji se na uporabi fosilnih goriva: nafte, prirodnog plina pa čak i ugljena kao ulaza u proizvodni proces. Neke vrste bioplastike su predviđene da degradiraju, da se razgrade, ali to je moguće postići i s fosilnom plastikom.

Produbljenim proučavanjem definicije polimera slijedi zaključak da je bioplastika također umjetni materijal koji je načinio čovjek. Po čemu se onda razlikuju bioplastika i fosilna plastika. Kod bioplastike su ulaz u proces proizvodnje uzgojine, ali one nisu u pravilu proizvodi prirode, prirodne. Pritom treba upotrebljavati samo otpadni dio biomase, a svim sredstvima spriječiti uporabu hranidbenog dijela biomase, poput kukuruza ili krumpira.

Za ovaj tekst važna su dva podatka o proizvodnji fosilne plastike i bioplastike te raspoloživim kapacitetima. Trenutno raspoloživi kapaciteti za proizvodnju bioplastike su oko 1 milijun tona a fosilne plastike oko 320 milijuna tona. U 2010. proizvedeno je 725 tisuća tona bioplastike, od čega otpada na tzv. *zeleni* polietilen koji se proizvodi u Brazilu oko 200 tisuća tona (18). Istodobno, u 2010. proizvedeno je 265 milijuna tona fosilne plastike (19). To znači da je u 2010. u ukupnoj proizvodnji plastike udio bioplastike bio manji

od 0,3 %. Nedovoljna osnova da se tako agresivno naglašava važnost bioplastike. Stoga je potpuno neprihvatljivo da se reklamira bioplastika na račun fosilne plastike. Tko će platiti štetu? Ispravno je reklamirati bioplastiku kao plastiku posebnih svojstava (2). Vrlo je realistična procjena R. Langa da će bioplastika biti za dvadesetak do tridesetak godina utjecajni faktor u proizvodnji svekolike plastike (20).

Polimeri nisu dovoljno precizan naziv za plastiku i gumu

Treba priznati, postoje najmanje tri časopisa koja imaju u nazivu riječ polimeri. To su hrvatski časopis *Polimeri*, srpski *Svet polimera* i poljski *Polimery*. Je li oni zaista pokrivaju ovako definirano područje polimera. Ne, pišu uglavnom o plastici i gumi te postupcima pravljenja plastičnih i gumenih dijelova. Kako su *Polimeri* stariji od *Sveta polimera*, treba pogledati kako je došlo do naziva časopisa *Polimeri*. Na Sveučilištu u Zagrebu osnovan je 1971. studij *Makromolekularne znanosti*. Činile su ga dvije bitne sastavnice, prema novoj sistematizaciji, razina R2, sve o osnovnim biopolimerima: bjelančevinama (proteinima), polisaharidima i nukleinskim kiselinama, te razina R6, sve o plastici i gumi. Drugi razlog bio je već tada, ali i sada; u svjetskoj literaturi na neki način se poistovjećuju riječi: polimeri, plastika, kaučuk i guma. To je sigurno bio jedan od razloga zašto je prvi glavni urednik koji je osmislio časopis, prof. K. Adamić,

predložio da se zove *Polimeri*. Što je i prihvaćeno.

Treba li mijenjati nazive časopisa? Ne, upravo suprotno, treba ih doživjeti kao proročanske. Zašto? Govori li se o biorazgradljivoj plastici, često se govori o mikroorganizmima (R3). Sve učestaliji su drvno-plastični, npr. drvno-polipropilenski kompoziti. Što je kombinacija razina R4 i R6. Raspravljaju li se o plastičnim, pretežno polietilenskim i papirnatim vrećicama, ulazi u proces su razina R4 (biljke) i R5 (fosilna goriva). Kod torbi od tkanog tekstila radi se o uzgojinama (R6) dok su one od netkanog tekstila u pravilu od sintetskih plastomera: polietilena, polipropilena ili pjenastog PVC-a (popularni *skaj*, R6). To je osnovni razlog zašto ne treba mijenjati naziv časopisa. Drugi je razlog vrlo visoka učestalost identifikacije riječi polimeri s plastikom i gumom. Treći koji sam naučio od jednog mog nastavnika, vrhunskog terminologa. »Ne mijenjaj što funkcionira, osim u slučaju krajnje nužde.«

Međutim treba naglasiti još jednu poteškoću s engleskom riječju *polymer*. U tom se jeziku riječ *polymer* upotrebljava kao naziv i za proizvod polimerizacije. Na ovim prostorima postoji nadsustav, koji čine četiri prava podsustava: bosanski, crnogorski, hrvatski i srpski (21). U tim jezicima trebalo bi zvati proizvod polimerizacije polimerizatom. Riječ se rijetko upotrebljava kao *polymerisate* u engleskome, ali učestalo u njemačkom *Polymerisat* (22).

Zaključak

Temeljeno na nekim idejama nizozemskog filozofa H. van Riessena (iz 1911) moguće je rezimirati (23). »Više materijala može ispuniti svrhu proizvoda. Istodobno kupac je nezainteresiran za vrstu materijala ili postupak njegovog pravljenja. Njega zanima isključivo svrha proizvoda i optimalni omjer kvalitete i cijene.« Primjerice tzv. *zeleni* polietilen je polietilen pri čijoj je proizvodnji ulaz u proizvodni proces jedan od oblika biomase. Sukladno naporima ekomarketinga riječ *zelen* trebala bi pobuditi interes kupca. Odnosno u nekim slu-

čajevima omogućuje postizavanje potrebnih svojstava proizvoda.

Stoga je bioplastika samo jedna skupina među tako brojnim skupinama plastike, ali posebnih karakteristika. Suvremeni kupac treba upotrebljiv proizvod, ali je istovremeno sve svjesniji utjecaja proizvoda na okoliš i prirodu.

U trenutku kada je proizvodnja bioplastike manja od 0,3 % ostale plastike, iz reklamnih razloga, slijedeći ideje lošeg ekomarketinga, napadati fosilnu plastiku je pogrešno. Tko će platiti nastalu, praktički nenadoknadivu štetu?

Reference:

1. Čatić, I., Rujnić-Sokele, M.: *Bioplastika da, ali...*, Okrugli stol: *Plastika i guma u programima političkih stranaka*, Društvo za plastiku i gumu, Zagreb, 22. 11. 2011.
2. Čatić, I.: *Is All Non-Bio Plastic Bad? Bioplastics are just plastics with special features*, *Bioplastics MAGAZINE* 6(4)44-46(2011).
3. Pacitti, S.: *Cut off at the roots*, *Plastics in Packaging*, (2)9-10(2011), <http://www.petcore.org/content/cut-roots>.
4. Pacitti, S.: *Industrijska i medijska propaganda*, *Vjesnik* 17. 3. 2011.
5. Čatić, I.: *The truth about bioplastics*, *Powder and Bulk Engineering International*, March 2011, web magazine.
6. Prospekt 6th *Bioplastics Conference: Ready for Next Decade*, Berlin, 22. and 23th of November 2011. Cijena 995 Eura.
7. Ziobro, P.: *Coca-Cola plans to have 100% plant-based bottle*, <http://www.hydrocarbonprocessing.com/Article/2950012/Latest-News/Coca-Cola-plans-to-have-100-plant-based-bottle.html?LS=EMS598513>.
8. *Sintezologija*, <http://sintezologija.com.hr/hr/>.
9. Čatić, I., Čatić, R.: *Hrvatsko-englesko-njemački elektronički rječnik polimerstva*, Društvo za plastiku i gumu, u pripremi za objavu.
10. Čatić, I.: *Zašto je moguć korjeniti razvoj materijala a samo inovativni proizvodnih postupaka i proizvoda?*, *Polimeri* 24(2003)2-4, 64-73.
11. Čatić, I. at all.: Draft of the basic systematization of inorganic and organic macromolecular com-

pounds, ANTEC 2011, Society of Plastics Engineers, Boston, May, 2011, p. 2012-2017.

12. Čatić, I., Barić, G., Cvjetičanin, N., Galić, K., Godec, D., Grancarić, A.M., Katavić, I., Kovačić, T., Raos, P., Rogić, A., Rujnić-Sokele, M., Vranješ, N., Vrsaljko, Domagoj, Andričić, B.: *Polimeri – od prapočetaka do plastike i elastomera*, *Polimeri* 31(2)59-70(2010).
13. Van Krevelen, D. W.: *Properties of Polymers* (3rd ed.), Elsevier, Amsterdam, 1997.
14. scifun.chem.wisc.edu/CHEM WEEK/POLYMERS/Polymers.html.
15. en.wikipedia.org/wiki/Polymer.
16. Projekt: *Izrada hrvatskog stručnog nazivlja, Struna*, voditeljica M. Bratanić, Institut za hrvatski jezik i jezikoslovlje, financira Hrvatska zaklada za znanost (projekt u razvoju od 2008).
17. Čatić, I., Rujnić-Sokele, M.: *Biorafinerije*, Okrugli stol „Zelena kemija i plastika“, Društvo za plastiku i gumu, Zagreb, 15. i 16. 11. 2007. prezentacija.
18. <http://www.sustainableplant.com/2011/05/bioplasic-production-to-exceed-one-million-tonnes-in-2011>
19. Barić, G.: *Proizvodnja i prerada plastike i gume u svijetu i Europi*, predavanje na skupu: *Plastika i guma u programima političkih stranaka*, Zagreb, 22. 11. 2011, dostupno na <http://www.fsb.unizg.hr/polimeri/index.php?str=9>.
20. Lang, R.: *Prezentacija tijekom posjeta skupine inozemnih novinara Sveučilištu Johannes Kepler u Linzu*, 2011.
21. Čatić, I., Šarić, Lj.: *Prilog sustavnoj analizi hrvatskog jezika*, *Rasprave Zavoda za hrvatski jezik*, 20,19-30(1994), dostupno na: http://www.fsb.unizg.hr/polimeri/erpo hen/pdf/prilog_sustavnosnoj_analizi_hrvatskoga_jezika.pdf
22. Čatić, I., Čatić, R.: *Trorječnik polimerstva: hrvatsko-englesko-njemački*, u pripremi za izdanje na CD-u, Društvo za plastiku i gumu, Zagreb.
23. Eekels, J.: *Some Historical Remarks on the Philosophy of Making and Design*, ICED 95, Prague, August 22-24, 1995, 36-43.

Ovo *Mišljenje* prenosi se s odobrenjem iz časopisa *Bioplastics MAGAZINE*, 04/11. u prilagođenom i bitno proširenijem obliku.