

I. Čatić,^{a*} M. Rujnić Havstad^a i A. Mihajlović^b^a Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu
Ivana Lučića 5, 10 002 Zagreb^b Društvo inženjera plastičara i gumara,
11 040 Beograd, SrbijaOd zamišljenog plastičnog
proizvoda do pohrane
preostatka

Uvod

Godine 2014. objavljen je tekst *Polymers and non-polymers – a new systematisation of substances and materials*.¹ Nova sistematizacija tvari i materijala. S obzirom na ranije, tom sistematizacijom napuštena je podjela na metale i nemetale. Uvedena je nova, na polimere i nepolimere. Na hrvatskom je tablica objavljena u ref.² Razlog, bitna proširenost polimernih anorganskih i organskih tvari i materijala. Čelika se proizvodi ispod 2 milijarde tona godišnje, po obujmu plastike i gume oko 3 milijarde, a veziva za stvaranje betonskih konstrukcija, anorganskog polimera, cementa, proizvodi se oko 4 milijarde tona godišnje, što je dovoljno za 10 do 12 milijardi tona betonskih konstrukcija godišnje.

Nova sistematizacija objavljena je uz napomenu Uredništva časopisa *Rubber, fibres, plastics* (RFP). "Članak prof. Čatića i suradnica možda je teško razumjeti i neće svi slijediti takav pristup. No mi smo, Gupta Verlag, odlučili objaviti članak i potaknuti raspravu. Zaista bismo željeli saznati vaše mišljenje o ovoj temi." Isto vrijedi i za ovaj članak koji objavljuje časopis "Kemija u industriji" u povodu 100. obljetnice osnivanja područja polimerijskih znanosti.

Prirodne i umjetne tvari i materijali

Za razumijevanje daljnijeg teksta treba posebno naglasiti jednu pojedinost, koju prihvaćaju autori. Postoje samo dva osnovna pojma – priroda i kultura. Sve tvari i materijali mogu biti prirodni i umjetni. Prirodni proizvodi su samo oni na čije stvaranje nije utjecao čovjek. Ako je utjecao svojom voljom i znanjem, radi se o proizvodima materijalne kulture. Po tom kriteriju uzgojne su proizvodi umjetne kulture. Tome svjedoči izraz agrokultura. Uzgojne se u najboljem slučaju mogu uzgojiti okružene prirodom.²

Sva plastika su polimeri,
no svi polimeri nisu plastika

Usustavljenjem tvari i materijala na dvije osnovne skupine od razine atoma moguće je razlikovati sedam razina tvari i materijala (tablica 1).³

U nastavku se opisuju razine polimera u sažetom obliku, podrobnije u ref.³ Prvi slojevi rezultat su prirodne tehnike, prirodne. Temeljni sloj čine prirodni organski spojevi: bjelančevine (proteini), nukleinske kiseline i polisaharidi. Primjeri anorganskih prirodnih spojeva su gips, glina i cirkon. Slijede biopolimerni organizmi: mikroorganizmi i makroorganizmi. Živi organski polimeri mogu biti biljni (npr. celuloza, škrob, šećer, lignin) i životinjski polimeri (npr. kosti i koža). Idući sloj čine neživi organski polimeri od kojih su nastale sirovine. Sirovine su naziv za prirodne neprerađene tvari i materijale koji se pridobivaju. Rezultat umjetne, čovjekove tehnike su anorganske i organske tvari i materijali. Na vrhu su kompoziti i hibridi u obliku materijala ili proizvoda.

Pažljiva analiza pokazuje da su suvremena plastika: fosilna i bioplastika, rezultat čovjekove volje i znanja. Time pripada umjetnim materijalima. Stoga je njemačka riječ *Kunststoffe* ispravna.

Tablica 1 – Od kvarka i gluona do kompozitnih i hibridnih materijala te kompozitnih i hibridnih proizvoda

| | | | | |
|---|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|
| P | Kompozitni i hibridni materijali i proizvodi | | | L7 |
| T | Proizvodnja kompozitnih i hibridnih materijala i proizvoda | | | |
| P | Anorganske tvari i materijali | Organske tvari i materijali | | L6 |
| T | Kontrolirane anorganske reakcije | Kontrolirana organska sinteza | Kontrolirana biosinteza | |
| T | Umjetna tehnika | | | |
| P | Prirodni anorganski makromolekulni spojevi (neživi prirodni spojevi – minerali) | Prirodni organski makromolekulni spojevi (živi prirodni spojevi – živi organizmi) | | L1 |
| T | Geološki procesi neživog | Biosinteza (sinteza živoga) | | |
| P | Makromolekulni spoj (tvar) | | | L0 |
| | ... | | | |
| P | Materija (kvark, 10 ⁻²⁰ m) | | | L-x |
| T | Prirodna tehnika | | | |
| T | Opća tehnika | | | Razina |

T – tehnika, postupak, proces; P – proizvod

Slika 1 je dovoljno razumljiva da nisu potrebni produbljeni opisi. Tek poneka pojedinost. Zamišljenu tvorevinu može smisliti svatko. No postoji neki redosljed. Nju se projektira, konstruira i dizajnira. Može i redosljed: dizajniranje, projektiranje i konstruiranje. Rezultat je oblik tvorevine i odabrani materijal. U ovom slučaju plastika. Slijede faze proizvodnje materijala. Međutim uočeno je, posebno u stranoj literaturi, da se umjesto proizvoda polimerizacije, polimerizata, rabi riječ polimer, što stvara neprecizne iskaze. To je bio poticaj da se u slučaju izabranog materijala, plastike, razmotri put od ideje do završetka uporabe (slika 1).

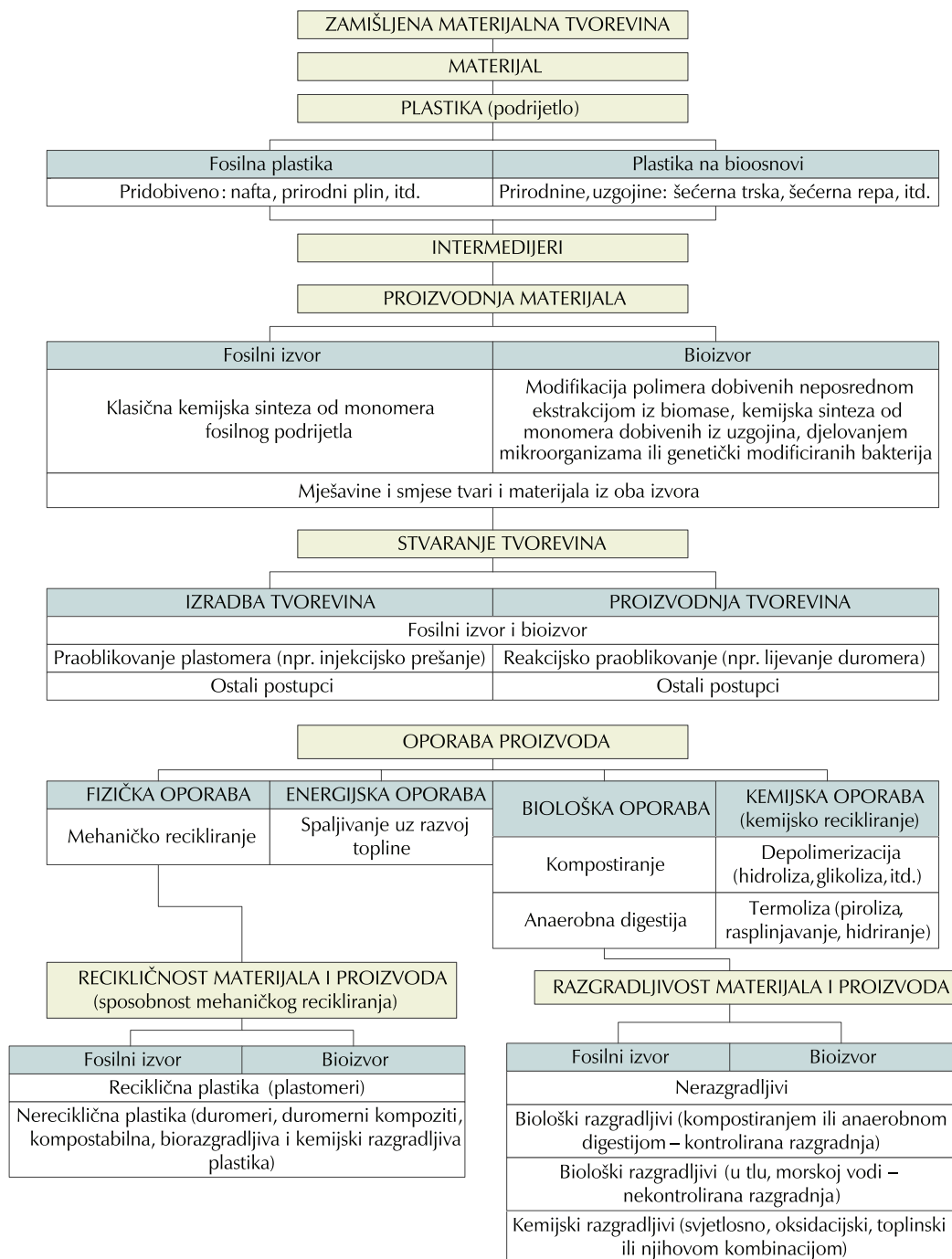
U skladu s dosadašnjim izlaganjima, nazivi fosilna plastika i bioplastika označuju samo ulaze u proces pravljenja tvari ili materijala. Ulazi u proces fosilne plastike su sirovine, prirodne neprerađene tvari, poput nafte ili prirodnog plina. Nasuprot tome, kod bioplastike su ulazi u proces modificiranja najčešće uzgojne koje modificiranjem ili na neki drugi način (npr. kemijskom sintezom od monomera dobivenih od uzgojina) postaju umjetni materijal, bioplastika. Jedini prirodni ulaz u proizvodnju bioplastike je brnista.

Kod pravljenja plastičnih proizvoda razlikuju se dva slučaja. Valja razlikovati proizvodnju i izradu plastičnih dijelova. Duromerne tvorevine se proizvode. To znači da se najprije praoblikuju od tvari, što se ubraja u izradbenu tehniku (engl. *manufacturing technology*). Slijedi očvršćivanje tvorevine reakcijama polimeriziranja i umreživanja. To je rezultat procesne tehnike (engl. *process technology*). Plastomeri se u pravilu praoblikuju od materijala, dakle oni se izrađuju.

Posebna je pozornost posvećena postupcima uporabe plastičnih proizvoda. Naziv jednokratni plastični proizvodi često se potpuno neopravdano skraćuje na jednokratnu plastiku. Time se nanosi neprocjenjiva šteta ugledu plastike, najzelenijeg materijala 21. stoljeća.

Dio tih promišljanja protumačen je u ovom broju KUI-ja pod naslovom "Mitovi i znanstvene spoznaje".⁴ Može se kazati, previše

* Autor za dopisivanje: Profesor emeritus Igor Čatić
e-pošta: igor.catic@fsb.hr



Slika 1 – Od zamišljenog proizvoda do završetka uporabe

se insistira na pomodnim pojmovima poput kružno gospodarstvo ili nula otpada. Recikliranjem, mehaničkim i kemijskim (praktički u povojima) može se gospodariti tek dijelom otpada. Preostaje energetska uporaba od koje svi "bježe". No "Nova sistematizacija tvari i materijala" omogućuje iskaz: "Zašto je moguć sve veći udio uklanjanja humanih i animalnih polimera, pod nazivom kremiranje?"

Umjesto zaključka

Ovo je pogled na područje koji neće svi prihvatiti. Radovat ćemo se svakom prijedlogu koji vodi poboljšanju tog novog pogleda na plastiku, koja je jednostavno nezamjenjiva u suvremenom svijetu. No nisu svi postojeći plastični proizvodi nezamjenjivi.

Literatura

1. I. Čatić, G. Barić, M. Rujnić-Sokele, Polymers and non-polymers – a new systematization of substances and materials, *Rubber-Fibre-Plastics* **9** (1) (2014) 50–57.
2. I. Čatić, Stop greenwashing with agricultural products, *Academia Journal of Agricultural Research*, January 2013. <http://www.academiapublishing.org/ajar>, ISSN: 2315-7739.
3. I. Čatić, G. Barić, Đ. Španiček, Zrelost plastike i gume, *Svet polimera* **20** (1) (2017) 11–15, url: <http://ipg-society.org/Novosti/Zrelost%20plastike%20i%20gume.pdf>.
4. I. Čatić, Mitovi i znanstvene spoznaje (Mišljenja i komentari), *Kem. Ind.* **69** (11-12) (2020) 669.