

# Prirodna tehnika uzor je umjetnoj, čovjekovoj tehnici

Nedavno je Društvo za plastiku i gumu primilo priznanje Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa za dugotrajno promicanje i poticanje tehnološkog razvoja Hrvatske. To je prvo priznanje takve vrste u Hrvatskoj. Temelji se na promicanju tehnološkoga, pa i kulturološkog razvoja proizvoda i proizvodnje te obrazovanja tehnologa, pa i kulturologa. Tehnologa u smislu kako je J. Beckmann još 1777. definirao tehnologiju kao *sveobuhvatnu znanost o isprepletenosti tehnike, gospodarstva i društva*.<sup>1</sup> Slijedio je zaključak da su tehnički i gospodarski ciljevi uvijek u funkciji društvenih ciljeva. Tko definira danas društvene ciljeve, nije uvijek sasvim jasno, ali, povijesno, političari uvijek donose odluke o njima. Pri toj odluci za dodjelu tog priznanja spomenuta su dva rada koja se smatraju počecima takva pristupa.<sup>2,3</sup>

Neposredan povod za ovaj potpuno neuobičajeni tekst prikazi su dviju knjiga na stranicama ovog časopisa. To su *Design and Nature IV* i *Inspired by Biology*, čiji je prikaz uključen u ovaj tekst.

## Inspiriranost biologijom nije novost

Za čitateljstvo časopisa *POLIMERI* inspiriranost biologijom, preciznije prirodnom tehnikom, nije novost. Zašto?

Listopad je 1982. Prijateljsko društvo *VDI-Kunststoffe* slavi desetu obljetnicu rada. Würzburg, dvorac, poslije 21 sat. Za govornicu dolazi zoolog prof. W. Nachtigall. I sve se promijenilo zauvijek. Prvi rezultat, već 1983. ovaj časopis objavljuje tekst tog predavanja pod nazivom *Građevni materijali i lake konstrukcije u prirodi*.<sup>4</sup> Slijedio je desetak godina poslije još jedan važni članak: *Bionika – granično područje biologije i tehnike*.<sup>5</sup> Sredinom devedesetih godina prošlog stoljeća počeo se predavati bruošima *Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu* predmet *Uvod u strojarstvo*, poslije *Uvod u tehniku*. Jedna važna tema bila je naglašavanje povezanosti prirodne i umjetne tehnike, popularnije biologije i tehnike.<sup>6</sup> *Fakultet strojarstva i brodogradnje* ima već nekoliko godina *Katedru za biomehaniku i ergonomiju*.

Strogo uzevši, ovo povezivanje dviju tehnika nije novost. Već je Leonardo da Vinci crtao strojeve i brodove po uzoru na prirodu.<sup>7</sup>

U međuvremenu je pretvaranje rješenja prirode u tehnička rješenja postalo za neke istraživače svakodnevnica. U SR Njemačkoj pionirski je doprinio već spomenutog W. Nachtigala. U Velikoj Britaniji već desetak

godina skupina znanstvenika s *Wessex Institute of Technology* promiče tu povezanost, među ostalim i organiziranjem skupova, koje zatim izdavačka kuća *WIT Press* pretvara u zanimljive zbornike radova.

U studenom 2008. akademik B. Liščić održao je za potrebe *Vijeća za tehnološki razvoj HAZU* predavanje *O nekim aktualnostima u temeljnim fizikalnim i inženjerskim istraživanjima*.<sup>8</sup> Naglasio je važnost istraživanja na području gdje se konkretna tehnička rješenja traže u prirodi.

Navedene knjige i to predavanje bili su snažan poticaj da se pokuša osmisliti osnova za raspravu u hrvatskoj znanstvenoj zajednici o nužnosti kvalitetnog praćenja razvoja i pokušaja da se pronađu niše za uključivanje hrvatskih znanstvenika u to, jedno od najzanimljivijih područja suvremenih istraživanja. To više što je na tražilici svih tražilaca pronađeno 410 tekstova na hrvatskom jeziku koji sadržavaju riječ *biomimetika*. Onih koji rabe riječ *bionika* mnogo je više, 1 840, među ostalim postoji i tvrtka tog naziva.

## Terminologija

Za razumijevanje daljnjih izlaganja potrebno je precizirati osnovno nazivlje. Prema *Wikipediji bionika* [također poznata kao *biomimetika* (višestruko potvrđena riječ), *biognoza* (e. *biognosis*), *biomimikrija* (e. *biomimicry*) ili *bionička kreativna tehnika* (e. *bionical creativity engineering*)] je primjena bioloških postupaka i sustava iz prirode u proučavanju i konstrukciji tehničkih sustava i suvremene tehnike.<sup>7</sup> Riječ *bionika* skovao je Jack E. Steele 1958. Pretpostavlja se da prvi dio riječi dolazi od grčke riječi *βίον*, koja se izgovara kao *bion*, a označuje jedinicu života (e. *unit of life*), i sufiksa *-ic*, u značenju *nalik ili na način nečega*, dakle poput života. Neki rječnici definiraju bioniku kao složenicu od *biologija* + *elektronika*.<sup>7</sup> Alternativni naziv biomimetika potječe od Otta Schmitta (pedesete godine prošlog stoljeća).<sup>7</sup> U tehnici se radije rabe izrazi biomimetika i biomimikrija, da se izbjegne pomutnja s nazivom bionika koji se rabi u medicini.<sup>7</sup> Postoji npr. pojam *bioničke žene*, ali takvu ženu s nizom implantata svake vrste bilo bi primjerenije nazvati kiborškom ženom ili ženom kiborgom.

T. Filetin u svom tekstu *Primjena nanomaterijala u tehnici* piše: *...biomimetički materijali. Materijalna bionika je interdisciplinarno područje koje povezuje znanja iz biologije, kemije, strojarstva (konstrukcijska rješenja) i medicine*.<sup>9</sup> Dakle, upotrebljava oba naziva.

Kao zaključak se nameće potreba da se nazivi što prije usuglase, jer to je nužno npr. za pisanje prikaza knjiga.

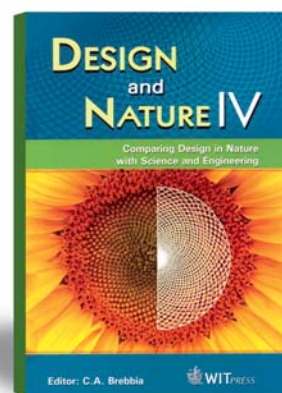
## Prikaz knjiga

U nastavku prikazat će se obje knjige. Uobičajeni komentari prikazivača će izostati jer će se koristiti poslije u osmišljavanju prijedloga.

C. A. Brebbia, urednik

## Design and Nature IV Comparing Design in Nature with Science and Engineering

WIT PRESS, Southampton, 2008.



E-ISSN: 1743-3541, ISBN: 978-1-84564-120-7, cijena 121 GBP (240 USD)

Sadržaj: *Biomimetic; Shape and form in engineering and nature; Nature and architectural design; Natural materials and surfaces; Complexity; Education; Author Index.*

Riječ je o zborniku radova bijenalnog skupa *Design and Nature*, koji je prošle godine održan četvrti put, od 24. do 26. lipnja 2008. u Algarveu, Portugal.

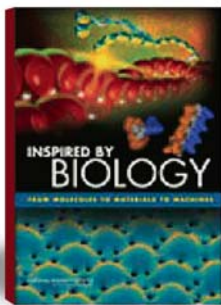
Trajno raste zanimanje za tehnička rješenja koja su prijateljska prema okolišu i prirodi, a uključuje optimiranje uporabe prirodnih izvora. Pojedini tekstovi bave se tehničkim i arhitektonskim rješenjima temeljenima na dostignućima prirode. Radovi su svrstani u šest poglavlja. Neka od važnijih opisanih dostignuća su *zlatni rez* u mehanici tekućina (kapljevinu i plinova), disipativne strukture u prirodi i ljudskim sustavima te novi sustav za štrcanje inspiriran afričkim jelenkom s ciljnikom (e. *African bombardier beetle*).

Knjiga je namijenjena istraživačima i ostalim zainteresiranim koji se bave proučavanjem prirodnih materijala, organizama, procesa i važnosti za konstrukcije u suvremenom svijetu.

**Committee on Biomolecular Materials and Processes, National Research Council; Authoring Organizations: Board on Physics and Astronomy (BPA), Board on Life Sciences (BLS), Earth and Life Studies (DELS), Engineering and Physical Sciences (DEPS)**

### Inspired by biology From Molecules to Materials to Machines

The National Academies Press, Washington, 2008.



ISBN-10: 0-309-11704-6 ISBN-13: 978-0-309-11704-3, cijena 36,5 USD

Sadržaj: *Table of Contents; Front Matter; Summary; Introduction, Understanding Biomolecular Processes: Toward Principles That Govern Biomaterial Design; Advanced Functional Materials; Probes and Tools for Biomolecular Materials Research, Infrastructure and Resources; Conclusions and Recommendations; Appendix A: Statement of Task; Appendix B: Biographies of Committee Members; Appendix C: Committee Meeting Agendas; Appendix D: Glossary*

Dugogodišnja je želja prirodosnanstvenika i inženjera stvaranje umjetnih sustava (umjetna tehnika) koji su usporedivi svojim funkcijama, preciznošću i efikasnošću s biološkim sustavima (prirodna tehnika). Istraživači su svojim otkrićima omogućili razvoj novih umjetnih materijala, onih koji ne postoje neposredno u prirodi, bez obzira na to jesu li dobiveni sintezom ili modifikiranjem prirodnih tvari i materijala. Kako bi se potaknuo daljnji razvoj na tom području, *Department of Energy and the National Science Foundation* zatražio je od *National Research Councila (NRC)* da identificira najvažnija pitanja i utvrdi mogućnosti te sugerira strategije od nacionalne važnosti na područjima kao što su primjerice zdravstvena skrb i gospodarski rast. Raspravljaju se mogućnosti razvoja novih ili unaprijeđenih materijala potaknutih prirodnim, biomaterijalima. Namjena tih materijala trebaju biti izabrane funkcije kao

što su to energija, nacionalna sigurnost, širenje alata potrebnih za takva istraživanja te ispitivanje potrebne infrastrukture i resursa za premoštenje dviju sastavnica materijalike: biomaterijala i umjetnih materijala.

### Komentari o navedenim knjigama

Knjiga *Design and Nature IV* obuhvaća široku lepezu pitanja i korisna je svima koji se bave tim područjem. Želi li se tko baviti tim područjem produbljeno, sigurno će u tom zborniku pronaći niz poticaja.

Međutim, u sklopu ovog teksta osobitu pozornost privlači poglavlje *Zaključci i preporuke* iz knjige *Inspired by biology*. Zato će biti navedeni neki dijelovi tih zaključaka i preporuka.

Zaključci počinju ocjenom da se stanje na ovom području kvalitativno dramatično mijenja. Nastupilo je vrlo poticajno vrijeme za ispresijecanje fizike, biologije (o.a. i *biomedicinskih znanosti*) te znanosti o materijalima. Nove metode mjerenja, manipuliranja i proračunavanja svojstava bioloških sustava omogućuju spoznaje o njihovoj funkcioniranju. Pridruže li se tomu nove spoznaje o kondenziranoj tvari, otvoren je put stvaranju novih materijala različitih funkcija s biomimetičkom preciznošću (o.a. za sada do nanorazine<sup>10</sup>). To nameće potrebu koordiniranja multidisciplinarnih istraživanja. Izvedeno iz odgovarajuće preporuke koja se oslanja na američko stanje stvari, preporuka za Hrvatsku glasila bi: *Nacionalno vijeće za znanost* treba predložiti osnivanje *povjerenstva za opću tehniku*, koje bi osmislilo to nužno povezivanje putem projekata koje podupire MZOŠ i razne zaklade. O potrebi takvih povezivanja bit će riječi u idućem poglavlju.

Druga preporuka odnosi se na potrebu da sveučilišni odjeli za fiziku, kemiju, znanosti o materijalima, matematiku, medicinu i tehniku (o.a. *neživoga*) zajednički prouče svoje nastavne planove. Treba pronaći način za pripremu prirodosnanstvenika, medicinarra i tehničara za istraživanja na području ispresijecanja prirodne i umjetne tehnike. Novi nastavni planovi moraju biti provjereni interdisciplinarno i pluriperspektivno, uključivši mišljenja industrije i javnih instituta. Dok se to ne učini, moguća prečica su ljetne škole.

U jednoj od preporuka potiče se povezivanje temeljnih s primjenskim istraživanjima. U terminologiji ovog autora preporučuje se povezati istraživanja koja vode otkrićima s onima koja se pretvaraju putem izuma u nove proizvode i proizvodne postupke.<sup>11</sup> Pritom treba poticati istraživanja koja vode otkrićima na ona koja su usmjerena prema sada neriješenim pitanjima. Opravdanost takvih preispitivanja pokazat će se na jednom primjeru.

### Mogu li se iskoristiti spoznaje o rastu kostiju u polimerstvu?

Preciznije, pitanje glasi: Može li se iz rasta kostiju djeteta u majčinoj utrobi naučiti nešto o tome kako bolje proizvoditi injekcijskim prešanjem integralne poliuretanske otpjenke (npr. automobilske odbojnice)?

Odakle to pitanje? Autor se sam, a poslije i sa svojim suradnicima, bavi dulje od četiri desetljeća primjenom sustavne teorije tehničkih postupaka (npr.<sup>12,13</sup>). Najopsežnija su bila istraživanja na području injekcijskog prešanja, što je rezultiralo konceptom tehnološkog projekta *Injekcijsko prešanje polimera i ostalih materijala*.<sup>13</sup> U navedenom projektu opisano je gotovo 240 inačica postupka injekcijskog prešanja polimera, metala, keramičkih smjesa, ali i bioinjekcijsko prešanje živog tkiva. Imajući trajno na umu bionički ili biomimetički pristup, nametnulo se pitanje što je prirodni model injekcijskog prešanja. Analizom funkcija došlo se do zaključka da je to reprodukcija viših životinja i čovjeka.<sup>14,15</sup> Podrobniji opis istraživanja prelazi namjenu ovog članka. Treba, međutim, upozoriti na osnovni problem. Nitko od ginekologa nije se htio uključiti u projekt. Trebalo bi istražiti razloge zašto je tomu tako. Ako se prihvati druga preporuka iz knjige *Inspired by biology*, ne bi trebalo biti problema.

### Hrvatska treba povjerenstvo za opću tehniku

Na temelju iznesenoga predlaže se da se pokrene postupak osnivanja povjerenstva za opću tehniku. Objektivno, Hrvatska ne može očekivati spektakularne rezultate na tom području. Ali mora stvoriti jaku skupinu stručnjaka koja će se trajno baviti tim područjem i ekspertno ga pratiti te uključivati hrvatske znanstvenike u sve učestalije međunarodne projekte. Ali istodobno prepoznati mogućnosti hrvatskih znanstvenika da samostalno istražuju neka uža područja. Ne bi se smio dopustiti novi slučaj nanoznanosti i nanotehnike, da nema kvalificiranog eksperta koji se može označiti vođom područja i koji je u svakom trenutku spreman napisati pregled tih područja u svijetu i osobito u Hrvatskoj.

### Zaključak

Povezivanje dostignuća prirode (prirodna tehnika) i umjetne, čovjekove tehnike nije novost. Ali se to područje nevjerojatno brzo razvija. To traži bitno drukčiji pristup obrazovanju. Ali i osnivanje povjerenstva za opću tehniku koje će ekspertno djelovati.

### Zahvala

*Tekst je nastao u sklopu projekta* Primjena sustavne teorije u raščlambi opće tehnike, koji financira Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa. Autor zahvaljuje MZOŠ-u na financijskoj potpori.

## LITERATURA

1. Ropohl, G.: *Eine Systemtheorie der Technik, Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie*, C. Hanser Verlag, München, Wien, 1979.
2. Čatić, I.: *Application of General Technology During Checking of Products and Analysis of Primary Shaping Procedures, Social Interpretation of Technics*, predavanje, Međunarodni univerzitetski centar, Dubrovnik, 1990.
3. Čatić, I.: *Vrednovanje tehnike pri razvoju proizvoda*, Polimeri 11(1990)9-12, 229-234.
4. Nachtigal, W.: *Građevni materijali i lake konstrukcije u prirodi*, Polimeri 4(1983)9-10, 285-287.
5. Nachtigal, W.: *Bionika – granično područje biologije i tehnike*, Polimeri 17(1996)3, 151-162.
6. Čatić, I.: *Uvod u tehniku*, vlastita naklada, Zagreb, 2003.
7. en.wikipedia.org/wiki/Bionics.
8. Liščić, B.: *O nekim aktualnostima u temeljnim fizikalnim i inženjerskim istraživanjima*, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, 27. 11. 2008.
9. Filetin, T.: *Primjena nanomaterijala u tehnici*, Bilten br. 1, Razred za tehničke znanosti HAZU, Zagreb, 2003., 29-52.
10. Čatić, I.: *Zašto je moguć korjenit razvoj materijala a samo inovativni proizvodnih postupaka i proizvoda?*, Polimeri 24(2003)2-4, 64-73.
11. Čatić, I.: *Krčitelja je malo, ostali trebaju kriterije*, Kemija u industriji 57(5)260-261(2008).
12. Čatić, I., Razi, N., Raos, P.: *Analiza injekcijskog prešanja polimera teorijom sustava*, Društvo plastičara i gumaraca, 1991.
13. Čatić, I., Johannaber, F.: *Injekcijsko prešanje polimera i ostalih materijala*, Društvo za plastiku i gumu i Katedra za preradu polimera FSB-a, Zagreb, 2004.
14. Čatić, I., Rujnić-Sokele, M., Tiljak, H., Petriček, G.: *Prirodni model injekcijskog prešanja*, 6. lošinjski dani bioetike, Mali Lošinj, 10.-13. 6. 2007.
15. Čatić, I., Tiljak, H., Rujnić-Sokele, M., Petriček, G.: *Process of human reproduction – The natural model of injection moulding of living and non-living substances*, 4. Südosteuropäisches Bioethik-Forum, KPG und KBG, Rijeka, 3.-5. 9. 2008., 30.

## Moje stajalište o plastici

Privedila: Ana ARMANO, XV. gimnazija, Zagreb

Ana Armano, maturanica zagrebačke XV. gimnazije, svoja je razmišljanja o plastici imala prigodu pokazati kao jedan od hrvatskih predstavnika na prošlogodišnjem Europskom debatnom natjecanju. Natjecanje je održano pod pokroviteljstvom udruženja PlasticsEurope. Natjecatelja: jedni su branili plastiku, a drugi je pokušali obezvrijediti. Prenosimo stajališta koja je mlada sudionica debate gorljivo branila i na prednatjecanju u Zagrebu u organizaciji Udruženja za plastiku i gumu Hrvatske gospodarske komore i na onome održanome u Bruxellesu 13. listopada 2008.

Plastika je polimerni materijal bez kojega bi život kakav je danas bio nezamisliv. Razmislite kako započinje vaš dan. Budi vas plastična budilica ili plastični mobitel, kuhate kavu koju pijete iz plastične ambalaže, otvarate plastični hladnjak, točite mlijeko iz plastične boce, čitate jutarnje e-mailove na plastičnom računalu sjedeći na plastičnom stolcu. Perete zube plastičnom četkicom, češljate se plastičnim češljem, obuvate cipele plastičnih donova i odlazite od kuće kroz svoja plastična vrata te sjedate u plastični automobil. I sve tako do navečer, kad se udobno smjestite pred plastični televizor ili u svoj krevet, na plastični madrac. Dan bez plastike? Nemoguće!

Plastika se proizvodi od neobnovljivih izvora energije – nafte i plina. Točnije, udio nafte potrošen za proizvodnju plastike kreće se od 4 do 6 %, dok se 90 % nafte potroši na zagrijavanje i transport. Prestankom proizvodnje plastike smanjila bi se potrošnja nafte i zemnog plina za 4 do 6 %, no mnogo više nafte može se uštedjeti na zagrijavanju ili transportu – zahvaljujući upravo plastičnim materijalima. Dijelovi automobila proizvedeni od plastike lakši su u usporedbi s istim dijelovima proizvedenim od drugih materijala te cijeli automobil čine lakšim. Na isti način plastika se koristi i u proizvodnji aviona i drugih prijevoznih sredstava, što smanjuje njihovu potrošnju goriva.

U građevinarstvu plastika se može koristiti kao termoizolacijski materijal. U Francuskoj,

Velikoj Britaniji, Njemačkoj i Italiji ugrađuju se plastične izolacijske ploče na vanjske zidove, krov i podrum te se koriste plastični profili prozora. Tako se potrošnja plina ili loživog ulja korištenog za zagrijavanje može smanjiti s 20 na čak 3 litre po četvornome metru godišnje. Opisani način uštede energije plastičnim izolacijskim pločama nije primjenjiv samo pri novogradnji nego je moguć i na postojećim i povijesno važnim građevinama.

Osim što se korištenjem plastike može smanjiti potrošnja neobnovljivih izvora energije, plastika se upotrebljava u dobivanju energije iz alternativnih izvora. Vjetrenjače, solarne ćelije i solarni paneli također su izrađeni od plastike. Kako bi snaga vjetra bila iskoristiva na komercijalnoj razini, propeleri vjetrenjača moraju biti dovoljno dugi i čvrsti kako bi izdržali stalna mehanička naprezanja pa se izrađuju od vlaknima ojačane plastike. Sunčeva energija najčešće se iskorištava za zagrijavanje vode ili se pretvara u električnu, pri čemu je plastika u ulozi kućišta fotovoltaznih kolektora, izolacije cijevi te u središnjem kontrolnom sustavu nezamjenjiva.

Uporabom perilica za rublje i posuđe, osim vremena, štedi se i voda. Metalne cijevi za vodu oštećene kamencem prevlače se plastičnim prevlakama ili se zamjenjuju plastičnim, nekorodirajućim cijevima. Plastika kao nereaktivni materijal ima bolja higijenska svojstva od ostalih materijala te je kao takva izvrsna za izradu medicinskog pribora; npr. epice (Eppendorf epruvete, male plastične epruvete) su nezamislive od nekoga drugog materijala, a koriste se i za analizu krvi te različita istraživanja. Računala, u kojima se skladište svi podaci, sadržavaju plastične materijale. Cjelokupni razvoj znanosti imao je važno uporište upravo u korištenju plastike.

Plastika je veoma bitan materijal za smanjenje potrošnje nafte i plina, prelazak na iskorištavanje alternativnih izvora energije, napredak znanosti i, naravno, svakodnevni život. Samo je pitanje koristimo li je upravo na taj način ili nam je u prvom planu njezina niža cijena, lakša dostupnost i s te strane luk-

suz koji nam pruža. Jesmo li savjesni stanari svog planeta ili sebični egocentrični? Plastične vrećice koje se šakom i kapom dijele u trgovinama i supermarketima, a u velikoj su većini slučajeva zamjenjive papirnatima ili platnenima, plastične čaše koje oduzimaju prednost staklenima i kartonskima samo su primjeri prekomjernoga korištenja toga suvremenog, jeftinijeg materijala. Uza sav napredak u pogledu biorazgradljive plastike i reciklaže, još se prevelike količine plastike konstantno nagomilavaju u okolišu. Velika onečišćenja morskih zaljeva, masovna ugičanje ptica, morskih sisavaca i kornjača nisu stvari koje nas se ne tiču. Niti zato što posredno utječu i na naš život, a još manje jer smo mi uzrok tim problemima. S druge strane, nesmotreno srljanje u sve širu primjenu još nedovoljno istražene plastike izravno utječe na naše zdravlje. Primjer su limenke za piće, posude za zagrijavanje hrane u mikrovalnoj pećnici, dječje bočice izrađene od polikarbonatne plastike koja sadržava bisfenol A (BPA) koji se iz nje otpušta u hranu ili piće, pogotovo ako je ono toplo. Bisfenol A može uzrokovati hormonske poremećaje, neplodnost, rak, niz srčanih bolesti, dijabetes, povećanu smrtnost fetusa, hiperaktivnost te mnoge druge poremećaje i bolesti. Naravno, bisfenol A ima najveći učinak na djecu koja ga putem plastičnih bočica, ali i majčina mlijeka unose u organizam u prekomjernim količinama.

Smanjenje korištenja nekih vrsta plastike za određene namjene smanjilo bi zdravstvene i ekološke probleme koje ona uzrokuje, jednako kao što njezino povećano korištenje u nekim oblicima može smanjiti onečišćenje okoliša i iskorištavanje iscrpljivih izvora energije. Plastika je samo materijal, a čovjek je onaj koji je oblikuje i njome se koristi. O ljudima ovisi hoće li ona biti materijal čija će upotreba pomoći u rješavanju problema klimatskih promjena, očuvanju neobnovljivih energenata i smanjenju ekološkog onečišćenja. Ili će ljudi, kakav je trenutni trend, proizvodnjom plastike te probleme samo produbiti.