

reakcijskim injekcijskim prešanjem s poliuretanom čija tvrdoća mora biti u granicama od 40 do 45 Shore A. Karakteristika potplata je mogućnost vezivanja na sve vrste sportske obuće.

Najbolji radovi konferencije podijeljeni su u četiri kategorije: *istraživački rad* (N. Navratilova, P. Dermek, M. Drienovsky, R. Cicka, A. Naplava: *DSC i TG analiza kao početna točka za optimizaciju proizvodnje polimernih materijala* (e. *DSC and TG analysis as a starting point for optimization of plastics processing*)), *multidisciplinarni rad* (I. Budak, B. Trifković, T. Puškar, Đ. Vukelić, V. Vucaj-Ćirilović, J. Hodolić, A. Todorović: *Komparacijska analiza 3D digitalizacije u području zubnih proteza* (e. *Comparative analysis of 3D digitization systems in the field*

*of dental prosthetics*)), *timski rad autora s različitih institucija* (O. Papp, E. Cszimás, C. I. Fábián, T. Vajnai: *Usporedba scenarija metoda generiranja s odlukama bez rizika* (e. *A comparison of scenario generation methods with risk-averse decisions*)) i *najbolja prezentacija* (S. Hloch: *Upotreba vodenog mlaza u ortopediji* (e. *Using water jet in orthopaedic surgery*)).

Konferencija je omogućila razmjenu iskustava i znanja između studenata, akademičara, istraživača i znanstvenika s raznih područja. Moto cijele konferencije bio je, a što i sam *TEAM* predstavlja, *zajedno svi postižu više* (e. *Together Everyone Achieves More*).

## Savjetovanje Bioplastika - danas i sutra

Privedila: Maja RUJNIĆ-SOKELE

### Conference Bioplastics - today and tomorrow

*A conference on bioplastics was held on 22<sup>nd</sup> November 2012 at the Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, organized by the Society of Plastics and Rubber Engineers. The Conference was attended by nearly 40 participants and 9 presentations were held. The Conference provided answers to many questions regarding bioplastics, but opened up some new issues. It can be concluded that these materials, whether they are biobased or biodegradable, definitely have their field of application and they will be increasingly developed in the future. Today, these materials are unfortunately still uncompetitive regarding price and properties in the comparison to conventional plastic materials that are already fulfilling ecological, economic and social criteria according to sustainable development policy with higher standard than analogous conventional products. Bioplastic materials have yet to accomplish that.*

U organizaciji Društva za plastiku i gumu na Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu održano je 22. studenog 2012. savjetovanje o bioplastici. Na savjetovanju je bilo gotovo 40 sudionika, a održano je devet prezentacija.

Osnovne pojmove vezane uz bioplastiku objasnila je Maja Rujnić-Sokele s Fakulteta strojarstva i brodogradnje. Pojam bioplastike nije baš potpuno jasan jer označava dvije različite stvari – izvor materijala (materijali mogu biti načinjeni od fosilnih izvora i od tzv. obnovljivih izvora, uzgojina) te ponašanje materijala na kraju njegova životnog vijeka (mogu biti biorazgradljivi ili nerazgradljivi). To znači da se u bioplastiku ubrajaju materijali koji su načinjeni npr. od škroba iz kukuruza ili krumpira, koji su uz to biorazgradljivi, te materijali koji su načinjeni od fosilnih izvora, dakle nafte ili prirodnog plina, i također su biorazgradljivi. Tomu pripadaju i materijali dobiveni od proizvoda agrokulture, tj. uzgojina, kao što je npr. polietilen od šećerne trske, ali su tijekom proizvodnje kemijskom modifikacijom izgubili svojstvo biorazgradljivosti pa se po svojstvima ne razlikuju od konvencionalnog polietilena, odnosno nisu biorazgradljivi. Iz navedenog treba zapamtiti samo to da biorazgradljiva plastika može

biti načinjena i od nafte ili prirodnog plina, a plastika načinjena od neke poljoprivredne kulture nije uvijek biorazgradljiva. Osnovna prednost plastike na bioosnovi je ušteda fosilnih izvora, kojih će biti sve manje, a bit će sve skuplji. Ako je osnova neka poljoprivredna kultura, u njima je vezan atmosferski ugljik koji su biljke pokupile tijekom rasta, a mogu pridonijeti i razvoju ruralnih područja. Dakako da su uz to povezani i nedostaci, oni vezani uz samu poljoprivredu, kao što su natapanje, emisije stakleničkih plinova, eutrofikacija i acidifikacija tla te smanjenje biorazgradljivosti.

Biorazgradljivost je smislena samo kada recikliranje nije izvedivo ili opravdano i kada je ambalaža onečišćena organskim otpadom. Primjerice kod ambalaže i u poljoprivredi, dakle u primjenama kada dodaje vrijednost proizvodu, tj. kada se to svojstvo na kraju zaista i iskoristi. U javnosti prevladava mišljenje da se biorazgradljiv plastični proizvod može odbaciti u okoliš jer će se u njemu brzo i potpuno razgraditi, no to je pogrešno mišljenje jer su za biorazgradnju nužni određeni uvjeti. Neka se biorazgradljiva plastika razgrađuje samo u aerobnim uvjetima (u prisutnosti zraka), neka u anaerobnim uvjetima (bez zraka), pri čemu se razgradnjom razvija metan, neka se razgrađuje u tlu, a neka u morskoj vodi. Međutim sva biorazgradljiva plastika za svoju razgradnju u vremenu određenom normom (najčešće 90, tj. 180 dana) treba određene uvjete koji u okolišu neće biti ispunjeni. Dakle ne treba biorazgradljivu vrećicu baciti u okoliš jer će joj za razgradnju trebati jako puno vremena, a do tada će predstavljati onečišćenje kao i polietilenska vrećica. Danas biorazgradljiva plastika više nije najvažnija, osim u nekim primjenama. Mnogo je važnija plastika na bioosnovi, čija će proizvodnja, prema predviđanjima, sve više rasti.

Plastika na bioosnovi nije novost, što je u svojem predavanju objasnila Đurđica Španiček s Fakulteta strojarstva i brodogradnje. Još 1947. godine Paul I. Smith u *Practical Plastic Illustrated* zapisao je: *Dva od mnogih istaknutih i dalekosežnih događaja modernog svijeta bila su 1864. otkriće parkesina, plastike celuloznog tipa, koju je pronašao engleski kemičar Aleksander Parkes, te 1907. Baekelandovo otkriće bakelita. Tomu treba dodati proizvodnju umjetne rožine (rožina = tvar od koje je načinjen rog) načinjene od mliječnih bjelančevina, kazeina, koji se proizvodio sve do kraja XIX. stoljeća, i imate temelje na kojima je izgrađena velika plastičarska industrija... Početci primjene biopolimera, međutim, sežu mnogo dalje u prošlost, pa je tako i astečki bog Xiuhcuhtli nacrtan s gu-*

menim loptama koje su služile za ceremonije. Za izradbu gumenih lopta Asteci su upotrebljavali lateks, sok kaučukovca koji se miješao sa sokom biljke *Ipomoea alba* (slično slaku vinove loze). Dodani sok dovodio je do umreživanja molekula izoprena, dakle do procesa sličnog vulkanizaciji.

Andrej Kržan iz ljubljanskoga *Kemijskog instituta* održao je predavanje o normizaciji i certificiranju bioplastičnih materijala. Normizacija je nužna jer je vrlo teško raspoznati bioplastične od plastičnih materijala, a njome se izbjegava lažno oglašavanje. Za područje bioplastike postoje razne norme koje su razvile i objavile organizacije za norme (*ISO, CEN, ASTM, JIS, SIST, HZN* itd.). *CEN* norme obvezne su za članice Europske unije. Certifikate izdaje neovisna organizacija (u Europi su to *DIN CERTCO* i *Vinçotte*), dobrovoljni su, a služe prepoznavanju bioplastike u javnosti. Valjani certifikat sastoji se od imena organizacije za certificiranje i broja certifikata te se nikakve druge oznake ili tvrdnje ne mogu se smatrati certifikatima.



Detalj sa skupa

Gordana Barić s *Fakulteta strojarstva i brodogradnje* govorila je o proizvodnji i primjeni bioplastike u svijetu. Bioplastični materijali još su dva do četiri puta skuplji od konvencionalnih plastičnih materijala jer su u cijenu ugrađeni početni troškovi istraživanja i razvoja, a nema pozitivnog učinka ekonomike obujma. Kada su lokalno dostupne uzgojne jeftine (npr. u Brazilu), a proizvodni pogoni velikoga kapaciteta (npr. bio-PE, bio-PET, bio-PP), bioplastični materijali mogu cijenom konkurirati materijalima proizvedenima od prirodnih, ali neobnovljivih izvora. Ukupno se 2011. proizvelo oko 306 milijuna tona polimernih materijala, od čega je plastičnih materijala bilo 280 milijuna tona, a uzgojenoga i sintetskoga kaučuka 26 milijuna tona. U usporedbi s tim, 2011. je proizvedeno oko 1,16 milijuna tona svih vrsta bioplastičnih materijala (što je 60 % više nego u 2010., kada je bilo proizvedeno 724 000 tona), što je 0,42 % od ukupne proizvodnje plastičnih materijala. Brojke proizvedenih bioplastičnih materijala ne obuhvaćaju materijale na osnovi celuloze, duromerne smole s biododatcima, kaučukove smjese na osnovi uzgojenoga kaučuka te plastomere s dodatkom drva ili škroba jer se radi o poznatima, već dugo upotrebljivanim materijalima. U sljedećih pet godina predviđa se povećanje proizvodnje bioplastičnih materijala, koja bi 2016. trebala dosegnuti količinu od 5,8 milijuna tona, što je pet puta više nego u 2011., ali tek 1,75 % od ukupne proizvodnje plastičnih materijala koja bi prema predviđanjima 2016. trebala iznositi 330 milijuna tona.

Slijedilo je predavanje tajnice *Udruženja za plastiku i gumu pri Hrvatskoj gospodarskoj komori* Gordane Pehneć-Pavlović, koja je govorila o statističkim podacima vezanima uz plastičarsku industriju u Republici Hrvatskoj te o aktivnostima *Udruženja*. U 2011. godini uvezeno je 169 578 tona polimernih proizvoda, a izvezene su 56 193 tona. *Udruženje* se angažiralo na aktivnostima vezanima uz rješavanje problema domaćih proizvođača plastičnih cijevi te obranu proizvođača plastičnih vrećica.

O mjestu bioplastike u novoj sistematizaciji materijala te o tome da *ne treba ispirati mozak* bioplastikom govorio je Igor Čatić s *Fakulteta strojarstva i brodogradnje*. Plastika na biosnovi i na fosilnoj osnovi razlikuju se prema ulazu – kod bioplastike ulaz je biomasa, rijetko proizvod prirode, najčešće je to uzgojna (biljka ili životinja) ili neki ostatak, a kod fosilne plastike ulaz su prirodine (prirodne, neprerađene tvari – nafta, prirodni plin ili ugljen). Prema novoj sistematizaciji materijala, postoje organski i anorganski makromolekulni spojevi, koji mogu biti polimeri i nepolimeri. Polimeri je skupno ime za prirodne i sintetske tvari i materijale kojih je osnovni sastojak sustav makromolekula, makromolekulni spoj, s *ponavljajućim jedinicama*, a nepolimeri je skupno ime za prirodne i sintetske tvari i materijale kojih je osnovni sastojak sustav makromolekula, makromolekulni spoj, bez ponavljajućih jedinica. Dakle, umjesto klasične podjele materijala na metale i nemetale predlaže se nova podjela na polimere i nepolimere, pri čemu obje skupine mogu biti anorganske i organske. Početkom rujna 2012. udruženje *European Bioplastics* objavilo je priopćenje u kojem upozorava na lažno ili zbudujuće komuniciranje opisom svojstava proizvoda s oznakom *ekološki proizvodi*. To su saželi u sintagmu *No greenwashing with bioplastics*. Na hrvatski se riječ *greenwashing* ne može izravno prevesti, nego je treba opisati. Zahvaljujući dostignućima kognitivnih znanosti, razvijene su mnoge metode manipulacije, pa tako i one na području zaštite okoliša. Pozornost javnosti treba preusmjeravati s važnih problema na nevažne, kao što je u osnovi problem plastičnih vrećica. Još je jedan problem reklamiranje uzgojenih proizvoda kao prirodnih, primjerice majice od *prirodno uzgojenog pamuka*. Ako se nešto pravi npr. od stabljike kukuruza, ni to nije prirodno, to je samo otpadna biomasa koju treba iskoristiti. Uzgojeno nije prirodno, pa se zato ništa uzgojeno ne bi smjelo reklamirati kao prirodno.

Ivona Jerković s *Tekstilno-tehnološkog fakulteta* u Zagrebu održala je predavanje o bioplastici u tekstilu. Bioplastika je posebno zanimljiva u području tehničkoga i medicinskog tekstila. Glavni je korisnik tehničkog tekstila automobilska industrija. U automobilu se danas prosječno nalazi od 14 do 20 kg tekstila, najčešće u unutrašnjosti vozila, za autosjedala. Za medicinski tekstil najčešće se upotrebljavaju vlakna polilaktida (PLA) i poliglikolne kiseline (PGA), od čega se izrađuju kirurške rukavice, zaštitna kirurška odijela i kirurški konac te implantati. Primjerice, mreže od vlakana PGA potpuno se razgrađuju u tijelu nakon implantiranja u roku od 90 dana.

Sanja Perinović s *Kemijsko-tehnološkog fakulteta* u Splitu predstavila je svoja istraživanja u miješanju poli(L-laktida) (PLLA) s mljevenim košticama maslina. Cilj je rada bio načiniti biorazgradljiv ili ekološki prihvatljiv polimerni materijal od obnovljivih sirovina, poboljšati preradbeni svojstva poli(L-laktida) i proširiti mogućnost primjene poli(L-laktida) modifikacijom pogodnim punilom i omekšavalom. Materijal koji je pripremljen od omekšanog PLLA i mljevenih koštica masline posjeduje relativno dobra toplinska i mehanička svojstva, no pokazalo se nužnim modificirati površinu mljevenih koštica masline kako bi se poboljšala adhezija mljevenih koštica masline i poli(L-laktida) te spriječila aglomeracija mljevenih koštica masline. Materijal bi se mogao upotrijebiti za proizvodnju različite ambalaže u poljoprivredi i drugoga potrošnog materijala (npr. lonci za uzgoj presadnih poljoprivrednih kultura).

Posljednje predavanje održali su Ivana Radić-Boršić iz tvrtke *EcoCortec* i Damir Godec s *Fakulteta strojarstva i brodogradnje*, o vodorazgradljivoj foliji tvrtke *EcoCortec* i njezinoj primjeni u projektu *MarineClean*. Program za ekološke inovacije koji provodi *Europska agencija za kompetitivnost i inovacije* (EACI) sufinancira projekt *MarineClean*, punog naziva *Uklanjanje morskog otpada i sprječavanje daljnjeg onečišćenja*. Projekt je započeo u studenom 2011., a trajat će tri godine. Vodi ga međunarodni konzorcij sastavljen od osam partnera iz Hrvatske, Slovenije i Litve, a cilj je projekta očuvanje vodotoka, jezera i mora, sprječavanje daljnjeg onečišćenja i smanjenje štetnih utjecaja na okoliš uz promicanje

održivih i inovativnih tehnologija. Vodotopiva folija tvrtke, na temelju poli(hidroksi-alkanoata), razgrađuje se u vodi, u anaerobnim uvjetima, u tlu, u kućnim i komercijalnim kompostištim, a namijenjena je izradbi ambalaže. Od materijala koji je inače namijenjen ekstrudiranju načinjeni su ispitci kojima su ispitana mehanička svojstva, zdravstvena ispravnost materijala za neposredan dodir s hranom te biorazgradljivost folije i injekcijski prešanih ispitaka u morskoj vodi. Na ispitcima je primijećeno visoko rastezno istezanje (~ 500 %), no prema *Pravilniku EC 1935/2004, EU 10/2011 i Pravilniku o zdravstvenoj ispravnosti materijala i predmeta koji dolaze u neposredan dodir s hranom* (NN 125/2009, članak 33, stavak 1), ispitak ne odgovara zbog visoke globalne migracije u kiseloj otopini hrane. Ispitivanje biorazgradljivosti u morskoj vodi pokazalo je kako je razgradnja u vodi moguća kod tankostjenih proizvoda, iako su se i na injekcijski prešanim ispitcima pojavili razni organizmi (bentoska flora, diatomi, dinoflagelata, nanoflagelata, morski crv, mahovnjaci, plijesan i sl.).

Savjetovanje je završilo raspravom o prikladnosti pojma bioplastike, koju je započeo Romeo Deša, pomoćnik direktora za proizvodnju *Dine* d. d. On je na adrese stotinjak kemijsko-tehnoloških instituta, fakulteta i udruženja diljem svijeta poslao *e-mail* s pitanjem – koji materijali pripadaju bioplastici. Obratio se šefovima katedra, voditeljima instituta i odsjeka za plastiku i/ili bioplastiku ili predsjednicima i tajnicima udruženja. Na kraju je dobio 84 komentara, sa službenih *web*-stranica preuzeo još 20 službenih definicija različitih udruženja i udruga te dobio

20 odgovora profesora i znanstvenika s fakulteta i iz instituta iz cijelog svijeta na izravno upućene *e-mailove*. Možda je zanimljivo izdvojiti neke komentare. Primjerice, Chris Smith, urednik časopisa *Injection World*, kaže: *Definicija bioplastike koju su prihvatili Savjet za bioplastiku Udruženja plastičarskih inženjera (SPI) i European Bioplastics nastala je u doba kada je biorazgradljivost bila mnogo važnija karakteristika nego to da je plastika iz bioizvora. Sada se težište prenosi na plastiku iz bioizvora. Obje organizacije žele zadržati tu nejasnu definiciju jer bi njezinim mijenjanjem morali neke članove isključiti iz svoga članstva...* Možda je najbolji komentar dr. Jorgea Rochea, voditelja *Odjela za kemijsko inženjerstvo Sveučilišta u Coimbri*, Portugal, koji kaže: *Prije ili poslije službenu definiciju odredit će neko svjetski ovlašteno tijelo i bit će zakonski regulirana neovisno o tehničkoj ili znanstvenoj točnosti. Bilo bi bolje kada bi oba svojstva, odnosno prednosti (bioizvornost i biorazgradljivost), bila uključena u definiciju...*

Na kraju savjetovanja, koje je dalo odgovore na mnoga pitanja vezana uz bioplastiku, ali i otvorilo neka nova, može se zaključiti da ti materijali, bilo oni na biosnovi ili biorazgradljivi, nedvojbeno imaju svoje područje primjene i u budućnosti će se sve više razvijati. Danas su ti materijali, na žalost, cijenom i svojstvima još nekonkurentni konvencionalnim plastičnim materijalima, jer ne treba zaboraviti da plastični materijali već ispunjavaju sve kriterije održivog razvoja, i ekološke i ekonomske i socijalne. Bioplastični materijali to tek trebaju ostvariti.

## Okrugli stol *Kako do cjelovitog sustava gospodarenja otpadom?*

Privedila: Gordana BARIĆ

### **Roundtable** How to design the whole waste management system

*The roundtable "How to make the whole waste management system?" was organized by the Scientific Council for Protection of the Nature of the Croatian Academy of Sciences and Arts and by the Croatian Business Council for Sustainable Development and it was held on 30th November 2012 in Zagreb. Over seventy participants discussed for more than three hours about the present situation in the area of waste management in the Republic of Croatia. This shows that the public wants to be informed and that has a lot to say about this important economic and environmental issue. The economic development and environmental protection cannot be separated; Croatia has a lot to do in the area of waste management because there are lots of obligations that were signed during the negotiation process with the European Union and there is not enough time for all of it to be accomplished. This area still has lots of unknown and undefined things.*

Okrugli stol *Kako do cjelovitog sustava gospodarenja otpadom?* održan je 30. studenog 2012. u *Velikoj sjedničkoj dvorani HAZU* u organizaciji *Znanstvenog vijeća za zaštitu prirode HAZU* i *Hrvatskoga poslovnog savjeta za održivi razvoj (HR PSOR)*. Iako je organiziran samo mjesec dana nakon *XII. međunarodnog simpozija o gospodarenju otpadom* na kojem je održan niz stručnih predavanja i rasprava, odazvalo mu se sedamdesetak sudionika, koji su gotovo tri sata raspravljali o stanju u gospodarenju otpadom u Republici Hrvatskoj. To pokazuje da javnost želi biti informirana o tom važnom gospodarskom i ekološkom pitanju te da o njemu ima što reći. Naime, i na spomenutom je simpoziju ostalo dosta neodgovorenih pitanja – zašto još nema strategije gospodarenja otpadom,

kako će se odgovoriti na zahtjeve i rokove Europske unije, čija bi članica Hrvatska uskoro trebali postati, gospodarstvo želi znati koliko će morati platiti i hoće li potrošnja uplaćenoga biti transparentna...

Na okruglom stolu, koji je moderirala ravnateljica *HR PSOR*-a Mirjana Matešić, govorili su: F. Tomić, akademik, predsjednik *Znanstvenog vijeća za zaštitu prirode HAZU*, A. Rajlić, predstavnik *Ministarstva zaštite okoliša i prirode*, T. Čolan, savjetnik direktora za posebne kategorije otpada *Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost*, prof. dr. sc. N. Voća, ravnatelj *Agencije za zaštitu okoliša*, D. Bagarić, direktorica *Eko Ozre*, Ž. Horvat, direktor industrijske ekologije u *Holcimu Hrvatska*, B. Ivčić, predsjednik *Zelene akcije*, prof. dr. sc. T. Krička, dekanica *Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu*, dr. sc. M. Nušnović, savjetnik u *Ekonomskom institutu*, T. Renić, predsjednik uprave *Cemexa Hrvatska*, i D. Varlec, tajnica *Zajednice za zaštitu okoliša pri Hrvatskoj gospodarskoj komori*.

Predstavnici javnog sektora (*MZOIP, FZOEU, AZO*) govorili su o planovima *MZOIP*-a za srednjoročno razdoblje, pripremanja *Zakona o otpadu* te zahtjevima *Europske direktive o otpadu i odlagalištima* kojima se taj *Zakon* mora prilagoditi (posebice u području količina i rokova zbrinjavanja biootpada te građevinskog otpada). Glavni nositelji sustava zbrinjavanja bit će centri za gospodarenje otpadom, ali se u postizanje preuzetih obveza moraju, uz *MZOIP*, uključiti svi do krajnjega korisnika sustava. Samo je tako moguće uspostaviti cjeloviti sustav zbrinjavanja pojedinih vrsta otpada. Do 2018. trebao bi se donijeti i provesti *Zakon o odlaganju predobrađenog otpada*. Postavljeno je pitanje postupka procjene učinaka propisa za postojeći *Zakon o otpadu*. Naime, u njemu se ne koriste norme iako one za neke vrste otpada postoje, npr. za biomasu, za gorivo iz otpada, a nema ni jedinstvenog pojmovnika.

*Ministarstvo* će gospodarstvu, koje postaje osnova sustava, omogućiti da bude dio cjelovitog rješenja gospodarenja otpadom te će se, primje-