

# Izvještaj o sajmu plastike i gume K'07 u Düsseldorfu<sup>1</sup>

Izvjestitelji: Gordana BARIĆ, Božo BUJANIĆ\*, Igor ČATIĆ, Damir GODEC, Maja RUJNIĆ-SOKELE i Đurđica ŠPANIČEK,

Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb,\*Šestan-Busch d.o.o., Prelog

Redakcija: Igor ČATIĆ



Düsseldorf je još jedanput, od 24. do 31. listopada 2007., bio svjetsko središte polimerstva. Na sajmu su prikazane inovacije i dosadašnji uspjesi u proizvodnji plastike, čija potrošnja raste po godišnjoj stopi od 5 %, što je brže od rasta svjetskoga BDP-a. Ujedno se K'07 održao u godini kada je svijet slavio važnu obljetnicu, 100 godina od izuma prve sintetske plastike – popularnoga bakelita (fenol-formaldehida).

Ponovno se pokazalo: Europa je i dalje vodeća u najvažnijem segmentu sajma, proizvodnji opreme potrebne za pravljenje plastičnih i gumenih tvorevina. U Europi se danas proizvodi oko četvrtine svjetske proizvodnje polimera.

Udruženje proizvođača polimera u Europi *PlasticsEurope* procjenjuje da je potrošnja plastike u Europi 2005. bila oko 53 milijuna tona, od koje većina u samo sedam zemalja. Tako je Njemačka 2004. godine bila prva s 25 % udjela u europskoj potrošnji, Italija druga s 18,4 %, a Francuska treća s 12,3 %. Ambalažna industrija i dalje je vodeći korisnik plastike s 37 %, slijedi je građevinarstvo s 21 %, a zatim automobilska industrija s 8 % i elektronika sa 7 %. U cijeloj Europi potrošnja plastike je oko 93 kg po stanovniku godišnje, a prema prognozama *PlasticsEurope*, ta će potrošnja narasti na 112 kg do 2010.

Na sajmu se ponovno pokazalo da je proizvodnja polimera i njihova preradba u milijune različitih proizvoda jedna od najbrže rastućih i najperspektivnijih industrijskih grana u Europi i svijetu, a širina primjene proizvoda od polimernih materijala – ambalaža, građevinarstvo, medicina, elektroindustrija, automobilska industrija, brodogradnja, zrakoplovna industrija, sport, komunikacije, medicina i dr. Sve to jamči održavanje snažne potražnje i rasta u budućnosti. Evo nekih primjera.

Udio PET platenki za pića narastao je na 38 %, staklenke zauzimanju 28 %, a konzerve 17 %. Ako bi se postrana stakla na osobnim vozilima zamijenila onima od polikarbonata, samo u Europi moglo bi se uštedjeti oko 2 milijarde litara goriva godišnje i smanjiti emisiju CO<sub>2</sub> za oko 5,2 milijuna tona.

S razvojem medicine i lijekova stanovništvo trajno stari, troškovi rastu. Polimeri mogu bitno pridonijeti uštedi na tim troškovima. Procjena je da se godišnje u svijetu troši oko 1,8 milijuna tona plastike u medicini.

Stoga su bile potpuno očekivane riječi predsjednika *Savjeta sajma K'07*, uglednika te industrije u Njemačkoj, gospodina Ulricha Reifenhäusera, kako je već tijekom sajma zaključen velik broj ugovora, a neki od njih u milijunskim vrijednostima. Bilo je mnogo obećavajućih kontakata i upita o mogućnostima novih projekata. Zato ova industrija mora biti u potpunosti zadovoljna glede kontinuiranoga rasta.

To mišljenje dijele sva zastupljena područja ove industrije: od proizvođača materijala i dodataka do prerađivača te proizvođača strojeva, kalupa i ostale opreme.

Na sajmu je bilo 3 130 izlagača (+ 7,5 % u odnosu na 2004.) iz 59 (+ 6) zemalja i 242 000 (+ 11 000) posjetitelja iz više od 100 zemalja. Sajam je posjetio i veći broj stručnjaka negoli onaj 2004. To također jasno govori o statusu toga svjetskog sajma. Još je važniji međunarodni profil posjetitelja voljnih za investiranje, tako da su na izložbenim prostorima često vođeni intenzivni razgovori s posjetiteljima koji su došli s vrlo specifičnim projektnim pitanjima. Sve to upućuje na vjerojatnost dobre poslijesajamske suradnje.

Oko 57 % posjetitelja bilo je iz inozemstva, od toga opet 55 % iz Europe. Kao što se i očekivalo, broj posjetitelja iz Azije i dalje je u porastu, a najbrojniji su iz Indije. Jednako tako, velik broj posjetitelja došao je iz Sjeverne, Južne i Srednje Amerike.

Dominantan segment izložbe bila su postrojenja i strojevi, s gotovo 1 900 izlagača, a to je područje bilo i najinteresantnije za posjetitelje. Oko 42 % posjetitelja privuklo je predstavljanje novih materijala i dodataka, dok je 27 % bilo zainteresirano za plastične poluproizvode i tehničke dijelove. Oko 72 % posjetitelja vezanih profesionalno za područje plastike i gume bilo je iz industrije, a gotovo dvije trećine pripadaju vrhu ili srednjem menadžmentu. Prema provedenoj anketi, 96 % posjetitelja zadovoljno je ili vrlo zadovoljno izložbom i prezentacijama.

Sajam je posjetilo oko 500 učenika u sklopu posebnog programa. Bila je organizirana i prigodna izložba plastične ambalaže.

## Ocjena 40 godina K u Düsseldorfu

Redaktor je o K'07 izvjestio javnost u članku koji je urednik *Vjesnika* naslovio: *Isplati se reciklirati samo dio plastičnog otpada* (9. studenoga 2007.). On je prvi put došao na sajam u Düsseldorfu 1967. i zatim svaki put u proteklih četrdeset godina. Zato je sazeo svoja razmišljanja u svojevrsne povijesne ocjene i prognoze.

*Sajam je imao jednu falingu (nedostatak). Umjesto da se divi novim inačicama injekcijskog prešanja, poput kombinacije dvaju najproširenijih postupaka preradbe polimera, ekstrudiranja i injekcijskog prešanja, ili drugim brojnim inovacijama, trčalo se od štanda do štanda proizvođača polimera. Koji su gotovo svi bili u transu sa svojim rješenjima novih polimera od poljoprivrednih kultura. Riječ je o naporu da se ono što ponovno raste u polju, poljoprivredne kulture ili po najnovijem uzgojine, od sezone do sezone bude ulaz u proizvodnju biogoriva ili plastike. Što se saznalo novog o toj temi na sajmu? Predstavnici udruženja ne smiju zauzeti jasan stav, jer žive od članica koje vođene jedininim korporacijskim pravilom, profitom, najavljuju i promiču ideju o plastici od hrane. Makar se neslužbeno može naslutiti da su osobna mišljenja drugačija od službenih. Na službeni stav jednog proizvodnog diva još uvijek se čeka, napisano je stići će službeni korporacijski stav. Razgovarate li s profesionalnim novinarima koji rade za ono što se naziva engleski magazine, stavovi su približno isti, jer i takvi komercijalni časopisi žive od korporacijskih reklama. ... Zato kada se osvrnem na 40 godina posjeta tom sajmu, pada mi prva na um godina 1992. Ekolozi su nametnuli temu: recikliranje. Bila je to tada prava katastrofa zbog podilaženja zelenima koji su ispod žita crveni. Nije se razgovaralo o tome kako načiniti plastični ili gumeni proizvod, već kako ga reciklirati. Danas je jasno, mehanički oporabiti, reciklirati isplati se oko 15 % do maksimalno 25 % plastičnog otpada. Sve ostalo tre-*

<sup>1</sup> Izvori fotografija u ovome tekstu su informacije za tisak pojedinih tvrtki dostupne na sajmu K'07 (\*) ili su ih izvjestitelji snimili na samom sajmu (\*\*).

ba energijski oporabiti, pojednostavljeno spaliti. Najnovija studija svjetski poznatog proizvođača osobnih vozila BMW-a pokazuje da se ne isplati odvajati metalne od plastičnih dijelova isluženih vozila. Zajedno ih se šalje u metalurški proces, gdje se ponovno dobiva čelik, a plastika kao zamrznuća energija služi kao izvrsno gorivo.

Ako je recikliranje osvrta na prošlost, sada prognoza: jednoga dana govorit će se o tom fantastičnom sajmu kako su ga proizvođači polimera upropastili svojim pričama o biopolimerima, biorazgradljivom plastikom i idejom sve od poljoprivrednih kultura.

Biopolimeri nisu novost, bez obzira na to kako se do njih došlo. Jedan veliki koncern proizvodi već 40 godina jednu vrstu plastike koja je namijenjena izradbi medicinskoga konca. Ali proizvoditi biorazgradljive vrećice koje su lošije od klasičnih, pravo je nasilje nad čovječanstvom. (Vjesnik, 7. ožujka 2007.)

A posljedice tih zamisli već se sada osjećaju. Zato se na sajmu pojavila jedna nepredviđena tema. *Cijena hrane nezadrživo raste*, jadali su se Europljani. Pa to je svakomu mislećem jasno već poodavno. Čini se da, nažalost, nije i nekim našim predstavnicima i predstavnicima naroda koji optužuju naftni i plinski lobi za napad na biogorivo. Znači li to da ne trebamo biogorivo? Ne, ali ne od hrane, već od biootpada poput stabljika kukuruza. Podrobnije o tome u tekstu *Uzgojine za plastiku i gorivo* (s. 239-243).

## Hrvatske tvrtke na K'07

U organizaciji *Hrvatske gospodarske komore, Područne komore Split*, na posljednjem sajmu K'07 svoje proizvode i mogućnosti predstavilo je samo pet tvrtki: *DIOKI* d.d., *AD Plastik* d.d., *Stražaplastika* d.d., *Hepplast-Pipe* d.d. i *Grad-Export* d.o.o. (slika 1). Zahvaljujući vještoj predstavnici organizatora, *Županijske komore Split*, i turističkim prospektima, hrvatski je prostor zasigurno bio više nego solidno posjećen, uz dodatne informacije o našoj zemlji.

Za zagrebački *Dioki*, tvrtku na vrhu hrvatskih izvoznika, ovakvi su događaji iznimno važni, prije svega zato što se u osobnim kontaktima može iznijeti vrlo mnogo važnih informacija o proizvodima i njihovoj primjeni. Za vrijeme ovogodišnjega sajma zabilježeno je oko 500 upita potencijalnih partnera, od čega 60 % iz Europe, koja je i najvažnije *Diokijevo* izvozno tržište. Uz pokrenutu suradnju s novim kupcima, unaprijeđen je i odnos s postojećima. Nekoliko važnih prerađivača pokazalo je interes i za PVC koji bi u 2010. trebao upotpuniti paletu proizvoda te tvrtke. Osim s kupcima ostvareni su potrebni kontakti i s dobavljačima strateških sirovina kako bi se otvorila mogućnost nabave iz više izvora, čime bi se znatno pridonijelo jačanju pozicije *Diokija* na tržištu.

Vinkovačka tvrtka *Grad-Export* d.o.o. predstavila je svoj program dekorativnih PVC

panela za vrata. Riječ je o tvrtki koja svoje proizvode uspješno plasira u nama susjedne zemlje te u Austriju, Češku, Slovačku i Poljsku, i do sada se uglavnom predstavljala na specijaliziranim sajmovima namijenjenima graditeljstvu i uređenju interijera. Ovo im je bilo prvo predstavljanje na K, na kojem su bili kako bi pronašli nove potencijalne kupce svojih proizvoda. Kako ta tvrtka rabi profile njemačke tvrtke *VEKA AG*, interesantno je napomenuti da su na njezinu štandu i u prospektu bili primjerci panela tvrtke *Grad-Export*.



SLIKA 1. Hrvatski štand na K'07\*\*

Ostalim tvrtkama s hrvatskoga štanda ovakvi su sajmovi zanimljivi više kao izvor informacija o materijalima, opremi, alatima i sličnom, jer su oni prije svega prerađivači koji se predstavljaju na specijaliziranim sajmovima vezanima uz automobilsku industriju, ambalažu ili cjevarstvo.

Svaki put treba naglasiti kako K nije sajam gotovih proizvoda, već, prije svega, sajam materijala, dodataka, strojeva, alata i ostale opreme, stručne literature, opreme za ispitivanje i svega ostaloga vezanoga uz plastičarsku i gumarsku industriju.

No nastupom hrvatskih poduzeća nitko ne može biti zadovoljan. Ne onih prerijetkih koji su imali hrabrosti doći u meku polimerstva, već onih kojih nije bilo.

U prethodnim tekstovima je naglašavano, broj hrvatskih izlagača pokazuje nespornost hrvatske plastičarske i gumarske industrije da se suoči s izazovima sve globaliziranijeg svijeta.

## Polimerni materijali, dodatci i kompoziti

### ARKEMA

Francuska tvrtka *Arkema* smatra se vodećim svjetskim proizvođačem amidnih polimera. Uz novost, pojačan naglasak na biopolimere (podrobnije u *Bioplastičnim materijalima*), predstavljeni su već poznati materijali kao što je *Rilsan Clear*, transparentni poliamid koji se odlikuje iznimnom žilavošću i kemijskom postojanošću, te *Pebax Clear*, elastoplastomer najmanje gustoće, velike otpornosti na zamor i elastičnosti koju zadržava u vrlo širokome temperaturnom rasponu.

U nastojanjima da se što više približe ideji održive kemije, *Arkema* je na tržište stavila i novu vrstu klorirane PVC folije, pogodna za pakiranje hrane, koja ujedinjuje prozirnost s visokom otpornošću na gorenje, dobru toplinsku postojanost i smanjenu emisiju plinova prilikom izgaranja.

Tvrtka *Arkema* predstavila je i nove dodatke za polimere. Obojeni PVC kao komponenta za mješavine udovoljava normama propisanim u pogledu toplinske postojanosti, otpornosti na gorenje i smanjene emisije dima. Pogodan je za prozirne cijevi za ambalažu koje prolaze sterilizaciju, ambalažu pogodnu za pećnice, cijevi i prozorske profile te posebno za filmove za kreditne i telefonske kartice.

Predstavljena je i porodica modifikatora za bioplastiku pod nazivom *BioStrength*. To su dodaci za polilaktičnu kiselinu (PLA), od kojih jedna vrsta omogućuje bolju preradljivost poboljšavajući tečljivost, te bistrinu i oporabljivost materijala, a druga vrsta poboljšava žilavost. Upravo se ta druga vrsta modifikatora često dodaje materijalima od kojih se izrađuju elementi za automobilsku industriju.

*Arkema* odnedavno surađuje s belgijskom tvrtkom *Beologic* u proizvodnji drvo-plastičnih kompozita, čija proizvodnja pokazuje godišnji porast od 15 %. Materijali se rabe u industriji namještaja za vanjske pokrove te za elemente u automobilskoj industriji. Odlikuju se poboljšanom postojanošću na starenje i djelovanje atmosferilija te na djelovanje morske vode. Sadržavaju od 50 do 80 % biosirovina i potpuno su reciklični.

### BASF

Tvrtka *BASF* predstavila je mnoge materijale, primjerice nove tipove *Ultradur High Speed* poli(butilen-tereftalata). Ovisno o sadržaju vlakana, ti materijali teku barem dvostruko brže od standardnih tipova, čime je omogućeno injekcijsko prešanje kompliciranijih otpresaka i skraćivanje vremena ciklusa. Skupina materijala *Ultradur High Speed* sadržava 15 proizvoda, a među najnovijima je toplinski vodljiv *Ultradur B4300 M12 High Speed*, koji odlikuje toplinska vodljivost u vrijednosti od 1 W/mK, dobra mehanička svojstva i dobra tečljivost.

Za izradbu stezljivih filmova za boce za napitke odličan izbor je *Styrolux HS 70* iste tvrtke, a riječ je o stiren/butiadienskom blokopolimeru namijenjenom ekstrudiranju, koji pokazuje iznimna svojstva skupljanja, 70 – 80 % (za usporedbu, dosadašnje SBS/PS mješavine skupljale su se oko 50 %). Materijal nije potrebno miješati s polistirenom, a izvrsne je prozirnosti i sjaja. Standardne SBS/PS mješavine imaju svojstva skupljanja usporediva s PVC-om, no *Styrolux HS 70* (slika 2) svojim se vrijednostima skupljanja približio današnjem industrijskom standardu – polietilenu modificiranom glikolom (PET-G). Zbog niže gustoće može se proizvesti

oko 30 % više filma po kilogramu u usporedbi s PVC-om i PET-G.



SLIKA 2. Stezljivi film *Styrolux HS 70* na polistirenskim bočicama i mjehurasta ambalaža *Styrolux 3G 46 (SBS)* tvrtke *BASF\*\**

Jedan zanimljivi podatak. *BASF* u Ludwigs-hafenu posjeduje rezidencijalnu četvrt, koja je izgrađena dvadesetih godina prošloga stoljeća. Trošila je oko 25 litara nafte godišnje po četvornome metru, no zahvaljujući preuređenju plastičnim proizvodima, danas troši manje od 3 L/m<sup>2</sup>. Tomu posebno pridonosi PVC stolarija.

### **Bayer MaterialScience**

Kompanija *Bayer MaterialScience* s prihodom od gotovo 10,2 milijarde eura, 30 proizvodnih lokacija diljem svijeta i gotovo 15 tisuća zaposlenih, nedvojbeno je jedno od najvećih poduzeća u polimerstvu. Pripada koncernu *Bayer*.

Tvrtka je nastala reorganizacijom *Bayerova* područja polimera u dvije kompanije: *Bayer MaterialScience* i *Lanxess*, koje su se prvi put samostalno predstavile na K'04.

Dugogodišnji sudionici razvoja polimerstva na ovim prostorima znaju visok stupanj povezanosti između *Bayera*, *DPG-a* i časopisa *POLIMERI*. Nekada je na skupove *DPG-a Bayer* odjednom slao i sedam autora (1973.). Ili bi, u povodu nekoga od sajмова u Düsseldorfu, cijeli broj časopisa *POLIMERI* bio ispunjen priložima iz te kompanije. Ta su vremena nepovratna prošlost. Iz dva razloga. Prvi, u globalizacijskim tokovima Hrvatska je premala za ozbiljniju prisutnost. Drugo, Hrvatska po svim pokazateljima sve drastičnije zaostaje upravo na područjima koja je nekada pokrivao *Bayer*, a to su konstrukcijski plastomeri i kaučukove smjese.

Proizvodni program *Bayer MaterialScience* usmjeren je na polimere povišenih svojstava za industriju vozila, elektrotehniku i elektroniku, građevinarstvo, namještaj, medicinu, sport i slobodno vrijeme itd. Za materijale i potrebne proizvodne postupke za ostvarivanje tržišno prihvatljivih proizvoda odgovorna su četiri proizvodna područja: polikarbonati, poliuretani, elastoplastomerni poliuretani te prevlake, adhezivi i brtvila.

Od 120 različitih proizvoda sa štanda tvrtke *Bayer MaterialScience*, izloženih pod

motom *Vizionarski djelovati – za danas i sutra* (e. *VisionWorks - Today and Tomorrow*), moguće je navesti samo neke.

Od postojećih materijala današnjice *skrojenih* za određenu svrhu treba istaknuti poliuretanski sustav *Bayfit®* za komfortnu sjedalicu *Shadow* talijanske dizajnerske zvijezde G. Pescea. Pritom je svaki proizvod unikat. Već 30 godina na tržištu je *Bayblend®*, uspješna mješavina polikarbonata i akrilonitril/butadien/stirenskog kopolimera (PC/ABS) za potrebe informatike i elektronike za zabavu.

Od rješenja sutrašnjice treba navesti dva. Krov za osobno vozilo *Smart fortwo* veličine 1,2 m<sup>2</sup> načinjen je od prozirnog *Makrolona® AG2677 (PC)*. Tim rješenjem šteti se 40 % težine tog dijela u odnosu na onaj od stakla. To je izravan doprinos plastike očuvanju energijskih izvora i zaštiti okoliša.

Velik su problem u svakodnevici buka i trajnost tračnica. To se sada smanjuje povezivanjem kamenja u postroju pruge i poliuretanskog sustava (*Fahrbahnsystem Durflex®*).

Nedvojbeno je da se nanotehnika snažno razvija. U središtu pozornosti je uspješna proizvodnja nanocjevčica (e. *Carbon Nanotubes, CNT*). Zahvaljujući razvoju novoga proizvodnog postupka, započela je u rujnu 2007. proizvodnja toga sve traženijeg proizvoda, pod nazivom *Baytubes®*. Za sada je kapacitet 60 t/god., ali se planira proširenje na 3 000 t/god. Nanocjevčice su osobito tražene pri razvoju novih sportskih rekvizita.

*Bayer MaterialScience* ulaže velike napore u održivi razvoj. Dva su primjera za to, poliuretanski proizvodi uštede više ekvivalentnog CO<sub>2</sub> nego što je potrebno za njihovu proizvodnju. Treba istaknuti i doprinos tim naporima sustava za sniženje potrošnje energije kod sunčevih zračnih kolektora.

I *Bayer MaterialScience* iskorištava hranu, tj. biljno ulje za proizvodnju PUR-sustava.

### **BellandVision**

Tvrtka *BellandVision* iz Bavarske predstavila je materijal *Belland*, kopolimer na osnovi polistirena i akrilata. Materijal se već potvrdio u praksi u obliku oporabljivih čaša za piće na velikim priredbama (npr. utakmicama) s više desetaka tisuća sudionika. Zahvaljujući topljivosti, polimer se nakon uporabe može razvrstati sa stopostotnom čistoćom, čak i izizmiješanih i onečišćenih otpadaka, i nakon toga filtriranjem u više stupnjeva u potpunosti pročistiti, čime se postižu prvobitna čistoća i svojstva. Nakon uporabe materijal se ne spaljuje niti pretvara u manje vrijedne proizvode kao što su klupe u parku, nego se ponovno prerađuje za iste visokovrijedne proizvode – ambalažu za prehrambene proizvode. Drugi primjeri primjene su naljepnice, zaštitni filmovi i prevlake, razgradljive vrećice svih oblika i veličina i sl.

### **Borealis i Borouge**

O navedenim tvrtkama sa sjedištem u Beču i Dubaiju posljednjih se godina učestalo pisalo na stranicama ovog časopisa. Međutim, uvijek postoje važne novosti.

*Voda svijetu* – moto je akcije kojom se želi smanjiti broj od milijardu ljudi bez pitke vode i gotovo dvije milijarde ljudi bez kvalitetno riješene odvodnje. Nadalje, bilježe se golemi gubici vode u postojećim sustavima (npr. Velika Britanija do 42 %). Stoga je osnovni cilj akcije smanjenje rasipanja postojećih vodnih resursa i dopremanje vode onamo gdje je potrebna.

Kao odgovor na rast potražnje za plastičnim materijalima za infrastrukturne projekte, automobilsku industriju i ambalažu, *Borealis* i *Borouge* šire svoje kapacitete za proizvodnju polietilena u Švedskoj, polipropilena u Njemačkoj i Finskoj (za potrebe ruskoga tržišta) te u Kini i Ujedinjenim Arapskim Emiratima. Razvijaju se i lokalni centri za inovacije (Austrija, Finska i Švedska) radi razvoja poboljšanih materijala i njihove primjene.

Za automobilsku industriju ponuđeni su materijali za odbojnikare teretnih vozila (*Nepol*), obojene dijelove panela kućišta i oni, visoke zagrebne čvrstoće, namijenjeni za vanjske i unutarnje dijelove automobila. Poznati su po jedinstvenom rješenju za unutrašnjost *Mercedesa C-klase*. Novost je sada školjka za vozilo *Smart*, u cijelosti načinjena od *Daplenu* izvedenoga od plastike (slika 3).



SLIKA 3. Maska *Smarta* načinjena od *Daplenu\**

*Smartov* odabir *Daplenu* zadovoljava potrebu brže proizvodnje. Novina je da se primjenom tog materijala dobiva površina izratka pripremljena za bojenje, što rezultira smanjenjem potrebe za naknadnom doradom te jednostavnije nanošenje završnoga sloja boje i lakše postizanje glatkoga završnog sloja. Postignuta je izvanredna prijonjivost boje i dugotrajna postojanost na UV zračenje, što omogućuje zadržavanje estetskih kvaliteta na dulji rok. Kao lagan materijal, *Daplen ED230HP* snižava ukupnu masu vozila za oko 15 %, što rezultira manjim utroškom goriva, a time i nižom emisijom CO<sub>2</sub>. Time se manje opterećuje okoliš, što se dopunski ostvaruje i mogućnošću recikliranja sukladno europskim propisima. Dijelovima od *Daplenu* poboljšava se i sigurnost vozila. Njegova niska toplinska rastezljivost u kombinaciji s izvanrednim omjerom žilavost/krutost pridonosi sigurnosti vozača.

*Borealis* je prvi injekcijskim prešanjem napravio odbojnik i prednji dio za kamione rabeći polipropilen ojačan dugim staklenim vlaknima i time zamijenio dotadašnje izvedbe od staklom ojačanoga poliestera. Na taj je način pojednostavnjena proizvodnja jer je moguće integrirati više funkcija u jednom koraku, a načinjeni proizvod posjeduje dobra mehanička i estetska svojstva te je prihvatljiviji za okoliš.

Posebno se ističe dobro prigušenje zvukova u usporedbi s metalnim i staklom ojačanim ostalim materijalima, a povećana je udobnost vozača zbog smanjenja vibracija i buke motora. *Daplenom ED230HP* moguće je zamijeniti tradicionalne materijale za takvu namjenu, prije svega mješavinu polikarbonat/poli(butilen-tereftalat) (PC/PBT).

Navedene tvrtke trajno predstavljaju svoje inovacije. *Bormod* je namijenjen za tankostijene otpreske, *Borpact* za krutu prozirnambalažu načinjenu toplim oblikovanjem, *BorSafe* za cijevi pod tlakom (udovoljava novim normama) i *Borcell* (kabelske prevlake).

Jedan od proizvoda razvijenih u centru za inovacije je folija za prekrivanje farmi riba i rakova (slika 4) na Tajlandu, otporna na vrlo nepogodne vremenske uvjete – jako sunce i snažne vjetrove. Tanke folije, izdržljivije i jeftinije od bilo kojega drugog rješenja, štite riblju i račju mlad od ptičjih nasrtljivaca kojima su omiljena hrana. A ribe i rakove od jakog sunca u uzgajalištima. Moto pod kojim su folije razvijane bio je: *Borstar – vole ga ljudi, ali ne i ptice*.



SLIKA 4. Uzgajališta rakova i riba na Tajlandu prekrivena folijom *Borstar* \*

Tvrtka *Borealis* izložila je i ukrasne panele za izradbu namještaja, vrata, ukrasnih elemenata i sličnih proizvoda, načinjene od *HIPE®WOODA*, kompozita melamina i drva (slika 5).

### Clariant

Tvrtka *Clariant* sa sjedištem u Švicarskoj (Muttenz blizu Basela) nedvojbeno je jedan od vodećih svjetskih proizvođača bojila i koncentrata (e. *masterbatches*). Prepoznajući globalizacijske trendove, one održivoga razvoja, tvrtka je pokrenula novu inicijativu nazvanu *360° Service™*. Želi se pružiti kup-

cu svekolika podrška, od zamisli do plasiranja proizvoda na tržište.



SLIKA 5. Ukrasni paneli od *HIPE®WOODA*\*

O uspješnosti kompanije govori i to da će u zgrade i opremu u svojim središtima u Belgiji, Francuskoj i Španjolskoj investirati 10 milijuna eura. Posebno treba istaknuti osnivanje *Tehničkog centra* blizu Pariza.

Već je 1997. *Clariant Masterbatches* objavio *Izjavu o opredjeljenju za upravljanje proizvodima* (e. *Commitment to Product Stewardship*), koja naglašava 11 načela povezanih sa zaštitom okoliša, sigurnošću i zdravljem. Ta izjava obvezuje sve zaposlenike u kompaniji. Evo nekih naglasaka. Od 1995. tvrtka je zabranila uporabu teških metala ili smjesa s teškim metalima. Razvijeni su *zeleni* koncentri. Za biopolimere poput polilaktida (PLA) razvijene se prirodne boje i odgovarajući koncentri. Već šest godina *Clariant* je jedan od poticatelja primjene programa *REACH*. Od 2006. preporučuje suzdržavanje od uporabe ftalata u proizvodima u dodiru s hranom te u proizvodnji dječjih igračaka i za medicinske namjene. *Clariant* nastoji svojim bojilima omogućiti daljnje proširenje uporabe spremnika načinjenih od 100 % regenerata, dodatcima poboljšati fizička i mehanička svojstva recikliranoga PET-a ili poliolefina (*Enigma™*) te smanjiti potrošnju materijala i energije.

Izloženo je smanjivalo gorivosti *RENOL®* (e. *flame-retardant*), osobito traženo u konzumnoj elektronici za pravljenje LCD i plazma televizora te za kućanske proizvode od mješavina polikarbonata i akrilonitril/butadien/stirena (PC/ABS).

### Dow

Pisati o izloženim proizvodima i postupcima kompanija poput *Dowa* (*SAD*) praktički je nemoguća misija. Samo sadržaj novinarskih materijala te tvrtke ima oko 100 naslova. Zato je svaki prikaz samo slučajaj.

*Dow Chemical Company* postavila je preda se visok cilj: primjenom kemijskih znanosti ostvariti u tri faze svoju viziju da bude najveća, najprofitabilnija i najperspektivnija kemijska kompanija u svijetu. Putovi su različiti. Jedan je investiranje u proizvodnju u Kini, Indiji, na Bliskom istoku, u Rusiji i ostalim dijelovima Istočne Europe. Istodobno pridonositi održivom razvoju smanjenjem potrošnje. Evo nekoliko primjera. Od 1995. do 2005. kompanija *Dow* smanjila je količinu čvrstog otpada

za 750 000 tona, vode za 82 milijuna tona (potrošnja 170 000 kućanstava u *SAD-u*). Smanjila je količinu ispuštenih stakleničkih plinova za 21 % (ispod granice propisane *Protokolom iz Kyota*) te poboljšala energijsku učinkovitost za 22 %, što odgovara godišnjoj potrošnji energije 8 milijuna kućanstava u *SAD-u*. Te rezultate ostvarile su 43 000 zaposlenih diljem svijeta, uz vrijednost godišnje prodaje od gotovo 50 milijardi USD.

Posebno je *Dow* ponosan na svoj pjenasti izolacijski proizvod *STYROFOAM\**. Samo u Sjevernoj Americi tim je proizvodom izolirano više od 2 milijuna kuća, što omogućuje godišnju uštedu u energiji više od 200 milijuna USD te bitno sniženje potrošnje fosilnih goriva i ekvivalentne emisije CO<sub>2</sub>.

*Dowovi* proizvodi za oslojavanje papira omogućuju papirnoj industriji i industriji kartona poboljšanje čvrstoće, jasnoće, neprozirnosti ili čitljivosti brošura, grafika i knjiga.

Lopaticice vjetrenjača načinjene od *Dowovih* epoksida su lakše, veće i trajnije.

Neki od *Dowovih* plastomera ne zahtijevaju naknadno bojenje proizvoda poput kućišta televizora. To smanjuje emisiju hlapljivih sastojaka i poboljšava recikličnost kućišta.

*Sarani* (viniliden-kloridni polimeri i kopolimeri, *VDC*) omogućuju bolju zaštitu hrane, npr. kao ovojnica za kobasice. Te ovojnice omogućuju jednostavniji transport i produljuju trajnost prehrambenih proizvoda do šest mjeseci bez hlađenja.

Poliuretani ove tvrtke omogućuju bolja svojstva sjedala za vozila te sniženje buke i vibracija.

### DSM

Kao jedan od vodećih proizvođača materijala iz skupine poliamida, *DSM* je predstavio novi poliamid PA4T, materijal jedinstvene uravnoteženosti svojstava kao što je iznimna dimenzijska stabilnost, mogućnost povezivanja bezolovnim lemljenjem, visoka krutost i čvrstoća pri povišenim temperaturama, visoko talište te dobra reološka svojstva. Taj novi poliamid odgovor je na tržišne trendove minijaturizacije elektroničkih naprava kao što su telefoni i računala. Prema riječima direktora R. Westerbeeka, *Stanyl* PA4T veoma je pogodan za elektroničke namjene kao što su spojnice za memorijske kartice, memorije za prijenosna računala, a u automobilskoj industriji za elektrosustave i komponente za zrak i gorivo. *DSM* je popunio patentnu prijavu, u Nizozemskoj razvija proizvodni pogon, a materijal se na tržištu očekuje već u prvom tromjesečju 2008.

*DSM* je prikazao i usavršenu inačicu PA6, pogodnog za izradbu komponenata namještaja. U usporedbi s klasičnim PA6 i PA66, ova usavršena inačica omogućuje veću slobodu u dizajnu namještaja i ima bolja površinska svojstva. U odnosu pre-

ma tradicionalnim metalnim komponentama, ta inačica PA6 smanjuje ukupnu masu proizvoda, nema potrebe za njegovom površinskom zaštitom, a troši samo oko 10 % energije potrebne za proizvodnju istih dijelova od aluminija.

### DuPont

O težištima u dostignućima svjetski poznate korporacije *DuPont*, sa sjedištem u SAD-u, koja su prikazana na K'07, izviješteno je u prošlom broju (Polimeri, 28(2007)3, 196-198). Sažeto, to su: hrana za plastiku, zamjena metala plastikom radi očuvanja energije i sniženja emisija, materijali povišenih svojstava za najrazličitije namjene: vozila, zdravlje, sport, slobodno vrijeme itd.

Prikazano je i nekoliko dodataka: modifikator (*Biomax® Strong*), antistatik (*Entira™ Antistat*), novi maleanhidridni kopolimer (MAN) za PA, kabele i kompozite prirodnih vlakana itd.

### Dyneon

Američka tvrtka *Dyneon*, dio kompanije *3M*, predstavila je fluoropolimere *Dyneon™*, načinjene s dodatkom novoga emulgatora, soli derivirane iz perfluorooktanske kiseline (PFOA). Riječ je o netoksičnom emulgatoru čiji je zaostatak u živim organizmima 10 puta manji od onih do sada korištenih za istu namjenu. U razvoj novog emulgatora krenulo se radi smanjenja štetnih emisija i sastojaka proizvodnje dodataka na bazi amonijaka.

Nove je emulgatore moguće dodavati čitavom nizu plastomera i elastomera na bazi flaura i na taj se način pojednostavnjuje uporaba proizvoda načinjenih od tih materijala, a nerijetko se radi o proizvodima koji se rabe pri visokim temperaturama. Novi emulgator ne utječe bitnije na cijenu materijala, a tvrtka *Dyneon* ga, kao prva, već nudi na tržištu.

### GLS

Tvrtka *GLS*, sa sjedištem u Chicagu, SAD, ali i podružnicama u Nizozemskoj, Kini i Tajvanu, ostala je vjerna svojim najavama uoči K'07 i uglavnom se usredotočila na predstavljanje elastoplastomera na osnovi olefinskih blok-kopolimera. Mogu se dobiti u pet standardnih stupnjeva u pogledu preradbe injekcijskim prešanjem (izvršna reološka svojstva) uz svjetlopropusne (transluentne) i neprozirne varijante i sa širokim rasponom tvrdoće od 5 do 60 Shore A. Odlikuju se izvanrednim površinskim svojstvima kao što je mekoća i odbojnost na prašinu te dobrom puznom čvrstoćom (e. *creep resistance*). Riječ je o materijalima s optimiranim karakteristikama tečenja i posebnim izotropnim stezanjem. Često se dodatno kombiniraju s polipropilenom, što proširuje mogućnosti primjene.

### Huntsman

Globalna tvrtka *Huntsman*, sa sjedištem u SAD-u, predstavila je svoj *revolucionarni* do-

datak koji mijenja pravila pri uporabi praha  $TiO_2$ . Taj dodatak nazvan *Deltio* rabi već većina proizvođača koncentrata (e. *masterbatch*) zbog veoma jednostavnog rukovanja bez prašine. *Huntsman* je to demonstrirao prikazujući kvantitativni pokus usporedbe dodavanja klasičnog pigmenta i pigmenta *Deltio*. Glavna je prednost što *Deltio* nema onu uobičajenu prionjivost karakterističnu za obični  $TiO_2$ . Kod uobičajenih pigmenta katkad je doslovno potrebno primijeniti silu da bi prah izašao iz spremnika, dok *Deltio* omogućuje kontinuirano tečenje praha bez grudica i nakupina. Cijena je neznatno viša od uobičajenog titanova pigmenta, a rezultati bi, prema prikazanom, bili izvanredni i za proizvodnju i čistoću okoline.

### Milliken

Sjevernoamerička tvrtka *Milliken* na sajmu se predstavila s nekoliko novih materijala te novim primjenama svojih već poznatih materijala. Ne smije se izostaviti i dobiveno priznanje američkoga časopisa *Ethisphere Magazine*, koji istražuje povezanost etike i postignutoga profita. Naime, taj je časopis proglasio *Milliken* najetičnijom svjetskom tvrtkom, koja u više od 140 godina postojanja nastoji činiti prave stvari na pravi način, što je i moto najvećih menadžera današnjice. U poslovanju ove tvrtke prepoznata je etičnost i odgovornost, napori za održivi razvoj industrijskoga područja te socijalno odgovorno djelovanje u sredinama u kojima se posluje.

Središnje mjesto *Millikenova* predstavljanja zauzima kompozitni materijal današnjega naziva *Tegris™* (predstavljen na K'04 pod tržišnim nazivom *MFT*), od kojega je tvrtka *Legacy Paddlesport* načinila *Ultimate™*, veoma lagan i čvrst kajak jednosjed (slika 6). *Tegris™*, polipropilenski troslojni kompozit visoke krutosti, žilav i lagan, pokazao se osobito dobrim za izradbu proizvoda namijenjenih sportovima na vodi, motosportu i zaštiti od ozljeda. Kajak *Ultimate™* prvi je komercijalni veliki, trodimenzionalni proizvod načinjen od novoga materijala za čiju je izradbu razvijen aluminijski kalup sa silikonskim zatvaračem. Kajak je obložen filmom koji štiti osnovni materijal od ogrebotina i UV zračenja, na koji se jednostavno nanosi boja, a koji također izrađuje *Milliken*.



SLIKA 6. Kajak *Ultimate™*\*

S pomoću *Millikenova* dodatka polipropilenu, bistrila tržišnog naziva *Millad®*, moguće je proizvesti potpuno prozirne polipropilenske proizvode. Ambalaža (slika

7) načinjena od polipropilena uz dodatak bistrila *Millad®* oznake 3988i u mnogim se primjenama pokazala kao dobra zamjena za PET. Ne radi se samo o jeftinijem rješenju već o materijalu koji ima dobra barijerna svojstva i omogućuje jednostavnija tehnička rješenja pri vrućim punjenjima.

Materijal se može prerađivati injekcijskim razvlačnim puhanjem, injekcijskim prešanjem, puhanjem te ekstrudiranjem, a tvrtka *Unilever* ga je izabrala za pakiranje salatnih preljeva i gotovih umaka. Upravo dobra barijerna svojstva toga materijala omogućuju dulju trajnost proizvoda, a prozirnost nesmetan pogled na sadržaj. Kako je riječ o materijalu niže gustoće, pri preradbi ga treba manje od PET-a te se, uz to što je PP jeftiniji od PET-a, i na taj način postiže ušteda.



SLIKA 7. Prozirna PP ambalaža\*

Dodatak, pak, bistrila *Millad®* oznake *NX8000* omogućuje i do 50-postotno smanjenje mutnoće polipropilenskoga izratka u usporedbi s postojećim bistrilima. Može se dodavati materijalu od kojega se izrađuje ambalaža za prehrambene proizvode jer ne mijenja okus i miris sadržaja.

Od dodataka tvrtke *Milliken* treba spomenuti još pospješivala kristalizacije, kristalizatore poliolefina *Hypoform®*. *Hypoform® HPN-20E* namijenjen je polietilenima od kojih se izrađuju jednoslojni i višeslojni ekstrudirani filmovi za pakiranje hrane, ali i polipropilenima. Zahvaljujući ovoj seriji dodataka smanjuje se isparavanje vlage, stvaranje zaderotina te pucanje filmova.

### Quadrant

Globalna kompanija *Quadrant* (sjedište u Belgiji) težište je stavila na unapređenje postojećih materijala. Ponajprije za primjenu u automobilskoj industriji, gdje se uštedama na težini i volumenu postižu bitna poboljšanja, posebno u unutarnjem uređenju. Tako polimernim kompozitima novih svojstava omogućuju povećanje broja sjedala i veći prtljažni prostor – primjenom kompozitnih ploča *SymaLITE* s plastomer-

nom matricom, koje su vrlo lagane a jake. Novi materijali koje su prikazali i koje uvođe na tržište su iz skupine poliimida (PI). Jedan je na osnovi čistog PI, drugi s 15 % grafita, što ga čini pogodnim za primjenu u tribološkim uvjetima. Prema riječima S. Glandera, menadžera za *Quadrantovo* područje usavršenih materijala, poliimidni proizvodi su upotrebljivi na temperaturama višim od 200 °C. To znatno širi paletu konstrukcijskih polimernih materijala. S obzirom na stakliste novoga poliimida ( $T_g$  pri 375 °C), njegovom se pojavom na tržištu premošćuje jaz između poliimida (PAI) ( $T_g = 285$  °C) i poli(benzimidazola) (PBI) s  $T_g$  pri 425 °C. Novi materijal rezultat je dvogodišnjega razvojnog rada u kojem su procjenjivali različite poliimide dok nisu pronašli onaj boljih svojstava od svojstava tradicionalnog PI.

*Quadrant* jednako tako razvija novi oblik tekstilnih membrana s poli(viniliden-fluoridom) (PVDF) za vanjske uporabe (pokrovi, bočne stijene) (EPP'sSYMALIT PVDF). Nazivaju ga *arhitektonskim tekstilom*. Na tekstilnu podlogu nanosi se tanki film PVDF. Ključni element strukture je zavarivanje fluorno-polimernih filmova u čvrstom stanju na polimernu tkaninu. Kako su obje komponente od istoga polimera, omogućeno je recikliranje. PVDF se odlikuje izvrsnom postojanošću na vodu pa je pogodan i kao kruti supstrat za fasade. Kao i ostale tekstilne membrane, i PVDF treba posjedovati dugotrajna optička i estetska svojstva, omogućujući difuznu svjetlost, u čemu prednjači pred ostalima jer propušta oko 90 % svjetlosti pa je pogodan za sve primjene gdje se traži dobra propusnost za UV zrake: pokrovi za nastambe u zooološkim vrtovima, bazeni, sportski tereni.

### Polimeri Europe

Petrokemijska kompanija talijanske korporacije *ENI*, *Polimeri Europe*, izložila je svoj asortiman kemikalija, polietilena, stirenika, kaučuka i elastoplastomera. Riječ je o još jednoj tvrtki koja omogućuje e-kupovanje.

Kompanija je među ostalim izložila skupinu polietilena za ekstruzijsko puhanje običnih i stezljivih filmova, ekstruzijsko oslojavanje te lijevanje *Clearflex*<sup>®</sup>. Od stirenskih materijala treba istaknuti *EXTIR*<sup>®</sup>/*GIOTTO*, pjeneći polistiren (PS-E) s minimalno plinskih emisija tijekom cijeloga životnog vijeka proizvoda, osobito tijekom preradbe. Time se tu skupinu polistirena prilagodilo zahtjevima *Protokola iz Kyota*.

Od kaučuka treba navesti stiren/butadien/stirenski kaučuk (SBS), a od elastomera hidrogenirani elastoplastomer *SOL TH*.

### Rhodia

Poznato je iz prakse da povišenje tečljivosti u taljevine radi poboljšanja preradljivosti uzrokuje sniženje mehaničkih i pogoršanje toplinskih svojstava. Proizvođač poliamida

*Rhodia* predstavio je nove tipove poliamida, među ostalima i *Technyl SI (Super Impact)*, materijal koji odlikuje visoka žilavost, dobra krutost i lagana preradljivost. *Technyl XCell* PA66 i PA6 optimirani su za postupak *MuCell* tvrtke *Trexel*.

*Rhodia* je na *K'07* predstavila novi PA66, koji posjeduje ista mehanička i toplinska svojstva kao uobičajeni PA66, ali znatno poboljšano tečenje. To se odnosi i na staklom punjeni PA66 (do 69 % ojačanja). Svojstva poliamida *Technyl XCell* uključuju poboljšanu preradljivost i izvrstan izgled površine.

Tečljivost je svojstvo materijala koje utječe i na preradbu, ali i na uporabna svojstva proizvoda. Pri injekcijskom prešanju novi tip *Rhodia* PA66 u usporedbi s uobičajenim omogućuje 50 – 80 % brže punjenje kalupa i sniženje tlaka ubrizgavanja od 20 do 40 %. Brže punjenje i niži tlak omogućuju jeftiniju proizvodnju zbog uštede energije ubrizgavanja, niže sile držanja kalupa i skraćanja ciklusa.

U usporedbi s *Techyl Starom* (PA6 poboljšane tečljivosti istog proizvođača), PA66 visoke tečljivosti omogućuje bolje tečenje taljevine, kraće cikluse zbog brže kristalizacije, poboljšanu postojanost na toplinsko starenje, manju osjetljivost na vlagu, bolju dimenzijsku stabilnost i bolju kemijsku postojanost. Ciljana primjena je za automobilsku industriju (slika 8), spojnice (konektore) i izmjenjivače topline. U početku će biti dostupne inačice punjene s 50 % i 60 % staklenog ojačavanja u crnoj boji (na tržištu od listopada 2007.). Ponuda će se u bliskoj budućnosti proširiti mineralnim punjenjem i poboljšanom otpornošću na gorenje.



Slika 8. Poklopac motora od poliamida *Technyl XCell* tvrtke *Rhodia*\*

### SABIC

Tvrtka *SABIC*, proizvođač polimernih materijala sa sjedištem u Saudijskoj Arabiji, osnovana je 1979. na inicijativu saudijske vlade koja je uz postojeća prirodna bogatstva (fosilna goriva) željela ponuditi na međunarodna tržišta i proizvode s višom dodanom vrijednosti. Danas je *SABIC* po veličini deseta svjetska petrokemijska tvrtka. Svoje proizvode prodaje u više od stotinu zemalja i zapošljava preko 30 000 ljudi u 56 pogona. Četvrti je po veličini proizvođač poliolefina (polietilena i polipropilena) i na svjetskom vrhu u proizvodnji konstrukcijskih plastomera, glikola i metanola.

*SABIC* ima ukupni proizvodni kapacitet od preko 8 milijuna tona polimernih materijala.

U tijeku su investicije u nove i postojeće kapacitete te preuzimanja drugih pogona u vrijednosti većoj od 20 milijardi USD. Ulažu se napori kako bi se 2009. godina završila s ukupnim kapacitetom od gotovo 24 milijuna tona polimernih materijala.

Najzanimljivija nedavna *SABIC*-ova investicija bila je kupnja *GE Plasticsa*, američkoga proizvođača vrlo široke palete konstrukcijskih plastomera. Upravo je taj događaj izazvao najviše interesa *sedme sile* na *SABIC*-ovoj konferenciji za novinare. Tom akvizicijom tvrtka *SABIC* ušla je u novo područje. Nije riječ o pukom povećanju kapaciteta i preuzimanju tržišta, već o novim proizvodima u portfelju. Zanimljivo je bilo pitanje koje je postavila kolegica iz Kanade, a koje proizlazi iz kulturoloških razlika. Naime, *SABIC* i *GE Plastics* dolaze iz različitih kultura pa je novinarku zanimalo što će biti sa ženama u menadžmentu *GE Plasticsa*. Odgovoreno je kako u mnogobrojnim akvizicijama i izgrađenim novim pogonima diljem svijeta *SABIC* ima žene na čelnim položajima i kako to za tvrtku nije nikakav problem, već se njeguje jednakost spolova i zabranjuje svaka diskriminacija. Pojednostavnjeno, *SABIC* strogo poštuje običaje zemlje u kojoj posluje.

Za naše je čitatelje zanimljivo spomenuti kako je *SABIC* zajedno s hrvatskom tvrtkom *Drnišplast* pobijedio na natječaju za obnovu vodovoda i odvodnje obalnoga dijela Crne Gore. *SABIC*-ov polietilen 100, tržišnog naziva *Vestolen A 6060R*, pokazao se jako dobrim u ekstremno teškim uvjetima polaganja cjevovoda na stjenovitom tlu. Tim su poslom *SABIC*-u otvorena vrata istočnoeuropskih tržišta.

*SABIC* je na vodećem mjestu po razvoju materijala za specifične potrebe u automobilske industriji, prije svega konstrukcijskih plastomera. Tako *SABIC Innovative Plastics' Automotive Division* razvija namjenske materijale za *General Motors (Chevrolet Volt)*, *Hyundai (QarmaQ)*, nadalje tu su materijali za potrebe automobila *SEAT Leon*, *Honda Civic* i *Chevrolet Corvette*.

Za potrebe što tanje prozirne ambalaže za pakiranje hrane, *SABIC* je predstavio novu paletu polipropilena *SABIC<sup>®</sup>CPC Clearpact*. Jedan od njih, s oznakom *526K*, omogućuje izradbu savršeno okruglih čepova kojima se smanjuju problemi na linijama za punjenje i oblaganje rukavcima.

Jedna od novina je i polietilen niske gustoće namijenjen ekstruzijskom prevlačenju, nastao kao odgovor na, prije svega, europske zahtjeve za smanjenje potrošnje energije pri preradbi te smanjenje broja potrebnih pregradnji. Uporabom novoga tipa PE-LD-a smanjuje se potreba obradbe površine izratka ozonom i sam postupak zahtijeva manju potrošnju energije.

Sve su češće površine sportskih terena, posebice onih namijenjenih nogometu, ragbiju ili hokeju na travi, umjesto travom prekrivene sintetičkim proizvodima. *SABIC*-ov linearni

polietilen niske gustoće razvijen je upravo za tu namjenu i od njega se proizvode monofilamenti i vlakna namijenjeni izradbi umjetnih travnatih površina. Uporabu tih materijala odobrila je *Svjetska nogometna federacija* i može se očekivati kako će i neko od igrališta na kojem će se igrati utakmice skoroga *Europskoga nogometnog prvenstva* biti prekriveno pokrovom od *SABIC*-ova materijala.

### Solvay

*Solvay* je zbog starenja stanovništva diljem svijeta uočio novu proizvodnu nišu. To su materijali za medicinske usatke (implantate) nazvani biomaterijali *Solviva*. Postoje četiri različita tipa, a svaki ima posebnu kombinaciju svojstava. Primjerice, *Zeviva™* polie(eter-eter-eton) (PEEK) visoke je čvrstoće i krutosti, žilav je i otporan na umor, a *Proniva™*, samoojačavajući polifenilen (e. *self-reinforcing polyphenylene*, SRP) najkručiji je i najčvršći neojačani plastomer na tržištu, odlične kemijske postojanosti i tvrdoće. *Veriva™* poli(fenilen-sulfon) pruža izvrsnu kombinaciju žilavosti, prozirnosti i kemijske postojanosti, a *Eviva™* polisulfon (PSU) je žilav, čvrst i proziran materijal.

*Solvay* i dalje zadržava vodeću poziciju na području vinilnih materijala.

Jedan od velikih problema izvjestiteljima pri pisanju su sve brojnije kratice koje ostaju neobjašnjene ili nazivi koji zavode. Redaktor je pitao što znači *Inegry*. Nije bilo nikakva robnog znaka ili nečeg slično. Odgovoreno je da je to *naziv sustava za gorivo osobnih vozila*. Dobro je bilo što se moglo pitati.

### TechnoCompound

Tipovi PET-a ojačanoga staklenim vlaknima *TechnoPet* (slika 9) njemačke tvrtke *TechnoCompound* namijenjeni su injekcijskom prešanju, području primjene PET-a koje raste brzinom od 6 % na godinu. Tipovi PET-a namijenjeni injekcijskom prešanju odlikuju se visokim brzinama kristalizacije koje omogućuju kratka preradbeno vremena. Visoke su krutosti, odlične toplinske postojanosti i dimenzijske stabilnosti pa su pogodni za zamjenu lijevanih metala i duromera u mnogim zahtjevnim primjenama.

### UBE

Japanska tvrtka *UBE* jedan je od tri najveća svjetska proizvođača kaprolaktama, važnog sastojka za poliamide. Proizvodi sada 105 000 tona PA6 godišnje, čemu će pridodati daljnjih 50 000 tona u 2009. Na sajmu je tvrtka izložila široku paletu poliamida. *UBE* je jedan od rijetkih proizvođača PA12 u svijetu, namijenjenoga osobito za gubljenje cijevi za gorivo. Proizvode i PA12, elastomer namijenjen npr. izradbi sportske opreme.



SLIKA 9. PET ojačan staklenim vlaknima za injekcijsko prešanje tvrtke *TechnoCompound\**

### Bioplastični materijali

Već je upozoreno na pojavu povećanog broja izlagača bioplastičnih materijala, proizvoda i opreme na ovogodišnjem sajmu.

Naglasak tvrtke *Arkema* iz Francuske na K'07 bio je na još jednom u nizu njezinih biopolimera koje proizvodi dulje od 40 godina. Tvrtka *Arkema* predstavila je tri nova konstrukcijska polimera na biosnovi načinjena od ricinusova ulja: *Pebax Rnew*, plastomerni elastomer na osnovi poliamida 11, *Bio-strength*, modifikator žilavosti za biorazgradljivi PLA koji omogućuje preradbu materijala na biosnovi na konvencionalnoj opremi te poboljšava mehanička, optička i estetska svojstva materijala, te *Platamid Rnew*, namijenjen za rastaljiva ljepljiva.

Polazna tvar za sintezu poliamida 11 (PA11) je nejestivo i genetički nemodificirano ricinusovo ulje, dakle nejestiva uzgojina. Stoga se takav ulaz u proces smatra pogodnim jer ne ugrožava ljudsku prehranu. Osim toga, proces dobivanja je takav da smanjuje potrebe za fosilnim gorivima, snižava ekvivalentnu emisiju CO<sub>2</sub>.<sup>2</sup> To je dodatni razlog što PA11 smatraju pogodnim za tržište, na koje dolazi pod nazivom *Pebax Rnew*. Ostali materijali iz skupine *Pebax Rnew* (tvrdoće od 25 do 72 D) načinjeni su također od obnovljivih izvora i mogu se pohvaliti jednakim izvanrednim svojstvima kao što je mala gustoća, otpornost na umor i visoka elastičnost. Sva svojstva materijali zadržavaju u širokome temperaturnom rasponu.

*Pebax Rnew* dobro se uklapa u koncept održivog razvoja. Pogodan je za uporabu u elektronici, industriji sporta (slika 10) i zabave, automobilske industriji, svuda gdje se traži visokovrijedan proizvod sukladan zahtjevima zaštite okoliša.

Predstavljeno je i prvo ljepljivo sa 100 % biosnovom, *Platamid hx 2656 Rnew*. Biosnova je važna jer npr. automobilska industrija, koja ga rabi, nastoji upravo na taj način smanjiti emisiju hlapljivih organskih spojeva u putničkim kabinama. Polazna tvar za *Platamid Rnew* načinjena je na osnovi biljnoga ulja i potpuno je obnovljiv organski ugljik prema normi *ASTM D 6866* (e. *Standard Test Methods for Determining the Biobased Content of Natural Range Materials using Radiocarbon and Isotope Ratio Mass Spectrometry Analysis*). *Platamid* je vruće plastomerno ljepljivo i već je uspješno upotrijebljeno u širokoj paleti industrijskih proizvoda. Rješenje je za povezivanje na zahtjevnim područjima kao što je tekstilna industrija, elektronika i automobilska industrija. Novo ljepljivo na neki način znači nastavak uspješne dugogodišnje uporabe klasičnog ljepljiva.



SLIKA 10. Tenisice *Mizuno* s potplatom od materijala *Pebax Rnew* tvrtke *Arkema\**

Njemačka tvrtka *BASF* predstavila je *Ultramid BALANCE*, poliamid 610 (PA610), koji se sastoji od oko 60 % sebacinske kiseline dobivene od ricinusova ulja. Osim tog materijala predstavljena su još dva – *Ecoflex* i *Ecovio*. *Ecoflex* je alifatsko-aromatski kopolijester na osnovi monomera 1,4-butandiola, adipinske i tereftalne kiseline, a namijenjen je ekstrudiranju crijevnoga filma. Odlično se miješa s drugim biorazgradljivim polimerima kao što su PLA, biorazgradljivi alifatski kopolijesteri ili škrobne mješavine. *Ecovio* se sastoji od *Ecoflexa* i 45 % PLA načinjenoga od kukuruza, a kao i *Ecoflex*, prerađuje se postupkom ekstrudiranja crijevnoga filma. Zadovoljava europsku normu *EN 13432* vezanu uz biorazgradljive i kompostabilne materijale, a namijenjen je izradbi vreća za kompost, ambalažnih filmova i vrećica za nošenje. Na slici 11 prikazana je razgradnja filma *Ecovio* nakon jednoga (a) i dva (b) tjedna kompostiranja u kontroliranim uvjetima.

Polietilen načinjen od etanola na osnovi šećerne trske proizvod je brazilske tvrtke *Braskem*. Materijal je proizvod dvogodišnjeg

<sup>2</sup> Prema iskazu N. Ružinskog u razgovoru za *Polimere* (s. 216-217), preciznije je rabiti naziv ekvivalentni utjecaj CO<sub>2</sub>. Time se izbjegava nabranje svih mogućih plinova poznatih pod pogrešnim nazivom staklenički plinovi. Naime, osim CO<sub>2</sub> tu su i metan, klorirani ugljikovodici, npr. freoni i dušikovi oksidi.

istraživanja u laboratoriju *Beta Analytic*. Svojstva polietilena su jednaka svojstvima klasičnoga polietilena na petrokemijskoj osnovi. Iako je još u fazi ispitivanja, polietilen se već proizvodi za velike klijente, no početak industrijske proizvodnje predviđa se za kraj 2009. Procijenjeni kapacitet proizvodnje je 200 000 tona godišnje.

Tvrtka *BioLog GmbH* iz Njemačke razvila je novi bioplastični materijal na osnovi škroba, hitosana (polisaharid, dobiva se iz ljuski morskih račića) i poliestera, koji se može prerađivati ekstrudiranjem crijevnoga filma u debljinama od 10 do 30  $\mu\text{m}$  za filmove za ambalažu ili u debljinama od 30 do 200  $\mu\text{m}$  za filmove za malčiranje<sup>3</sup> i vrećice. Moguća je izradba jednoslojnih i višeslojnih filmova, a materijal se može prerađivati i postupcima ekstruzijskoga puhanja, toploga oblikovanja i injekcijskoga prešanja.



a)



b)

SLIKA 11. Razgradnja filma *Ecovio* nakon a) jednog tjedna i b) dva tjedna kompostiranja u kontroliranim uvjetima\*\*

Biopolimeri traže posebna bojila, što je pokazala tvrtka *Clariant Masterbatches* predstavivši svoje koncentrate boja *RENOL-natur* i *CESA-natur*. U suradnji s tvrtkom *Novamont* načinjena je olovka od biorazgradljive plastike *Mater-Bi*. Suncokretove sjemenke položene su u jedan kraj kemijske pa se nakon uporabe cijela olovka može posaditi u vrt gdje će se tijelo razgraditi, a iz sjemenki će narasti suncokret. Koncentrati boja načinjeni su od organskih materijala (cvjetovi i korijeni biljaka), a udovoljavaju europskoj normi *EN 13432* za biorazgradljivu ambalažu. Mogu se miješati s raznim biorazgradljivim materijalima kao što su PLA, PHA, PHB i škrobne mješavine. Koncentrati

boje *RENOL-natur* raspoloživi su u crvenoj, žuto-narančastoj i zelenoj boji, a plava boja je u posljednjoj fazi razvoja.

Njemačka tvrtka *FKuR Kunststoff GmbH*, još jedan proizvođač bioplastičnih materijala, kojih je na sajmu bio velik broj, proizvodi kompostabilne mješavine polilaktida (polimera mliječne kiseline) (PLA) i biorazgradljivog kopoliestera za široko područje primjene. Materijal je namijenjen preradbi na uobičajenim linijama za ekstrudiranje crijevnoga filma, a najtanji film je debljine 8  $\mu\text{m}$ . Temperature preradbe su od 145 do 205 °C, a svojstva filma usporediva su sa svojstvima PE-LD i PE-HD filmova. Od materijala *Bio-Flex* mogu se praviti vrećice za otpad, filmovi za malčiranje, ambalaža za voće i povrće, vrećice za kupnju i drugi proizvodi, a dostupni su u pet različitih tipova. Tip *Bio-Flex 219F* namijenjen je izradbi filma za malčiranje, a u usporedbi s biorazgradljivim filmovima za malčiranje drugih proizvođača, sporije se razgrađuje i postojaniji je na klimatske promjene. Osim toga, film je visoke zadržne čvrstoće, dobro se raspada u zemlji, a na voću i povrću ne ostavlja nikakve tragove.

Njemačka tvrtka *GEHR* načinila je ekstrudiranjem šipke od novoga materijala nazvanoga PLA-L, koji se sastoji od polilaktida i lignina. Šipke PLA-L-a mogu se nabaviti u promjerima od 10 do 40 mm. Materijal ima dobra mehanička svojstva, koja su slična svojstvima ABS-a: visoku krutost i odličnu žilavost. Također je postojan na djelovanje polarnih medija kao što su kiseline, lužine i otapala, a proizvodi se mogu upotrebljavati pri temperaturama od -30 do +60 °C. Pod odgovarajućim uvjetima može se zbrinuti industrijskim kompostiranjem ili spaljivanjem. Moguća područja primjene su industrija igračaka, poljoprivreda, strojarstvo i medicina.

Finska tvrtka *Karelina Oy Ltd.* na tržištu je već niz godina, a bavi se biokompozitima na osnovi PLA, ali i kompozitima s prirodnim vlaknima s matricom od PP-a, PE, ABS-a, PS-a, i POM-a, pri čemu je udio prirodnih vlakana u rasponu od 25 do 55 mas. %. Primijenjena ojačavajuća vlakna su celulozna vlakna na osnovi drva, a granulati *Karelina* može se injekcijski prešati na svim uobičajenim ubrizgavalicama i kalupima. Na sajmu je među ostalim proizvodima predstavljena električna gitara *Flaxwood* (slika 12).

Američka tvrtka *Metabolix* predstavila je novu skupinu biorazgradljive i kompostabilne plastike, proizvedene od kukuruza, nazvanu *Mirel*. Kada se pravilno odloži, bioplastika *Mirel* razgrađuje se u zemlji, industrijskom kompostu te običnoj i slanoj vodi. Materijal je postojan na toplinu i vruće kapljevine, može biti krut i savitljiv pa može zamijeniti poliolefine i materijale na osnovi

stirena za izradbu ambalaže (npr. vreće za kompost, filmovi za malčiranje, ambalaža za prehrambene proizvode i kozmetiku i dr.). Bioplastične materijale *Mirel* moguće je prerađivati injekcijskim prešanjem, ekstrudiranjem, toplim oblikovanjem i ekstruzijskim prevlačenjem. Injekcijski prešane proizvode odlikuje visok sjaj površine, a tanki filmovi i folije napola su prozirni i lagano se boje.



SLIKA 12. Električna gitara *Flaxwood* tvrtke *Karelina Oy Ltd.*, načinjena od kompozita s prirodnim vlaknima\*

Biorazgradljive cijevi tvrtke *Mitsubishi Plastics Inc.* iz Japana, *Hishiecolo*, načinjene su od PLA. Podjednake su čvrstoće i žilavosti kao i PVC cijevi istoga proizvođača, no posjeduju i svojstvo razgradljivosti hidrolizom pod utjecajem vode i mikroba. Moguća primjena je izradba privremenih cijevi za kratkotrajnu uporabu ili za ugradnju na mjestima gdje je otežano njihovo uklanjanje.

Japanska tvrtka *Mitsui Chemicals Polyurethanes* predstavila je savitljive poliuretanske pjene od poliola načinjenoga u potpunosti od ricinusova ulja. Poliuretan sadržava 70 % poliola i 30 % izocijanata, a osnovna karakteristika pjene je niska elastičnost, što je čini idealnom za primjenu u jastucima. Ostale PUR pjene na biosnovi su krute pjene za izolacijske svrhe, a u tim materijalima sadržaj poliola na biosnovi je oko 30 %.

Tvrtka *Toray Industries Inc.*, također iz Japana, predstavila je polilaktid (polimer mliječne kiseline) (PLA) poboljšanih svojstava iz svoje porodice polilaktida *Ecodear*. Mala količina konstrukcijskoga plastomera u obliku nanočestica fino je dispergirana u strukturu PLA, čime se postižu poboljšana svojstva žilavosti i toplinske postojanosti, bolja od istih svojstava PET-a, PS-a, pa čak i PS-HI-ja. Moguća primjena su kućišta za osobna računala i punjači za mobitele.

<sup>3</sup> Malčiranje (e. *mulching*) — prekrivanje tla slojem za to prikladnog materijala, npr. korom drveta, sijenom, borovim iglicama, piljevinom, kompostom i sl. Malčevi organskog podrijetla osim što sprječavaju isušivanje tla i rast korova, istodobno postupnim raspadanjem obogaćuju tlo organskom tvari te tako popravljaju njegovu strukturu. Potiču i razvoj korisne mikroflora tla te sprječavaju eroziju.