

- mješavina poli(vinil-klorid)/klorirani polietilen*, Zbornik radova, International Conference MATRIB 2006, Vela Luka, 22. – 24. 6. 2006., 1-5.
2. Erceg, M., Kovačić, T., Klarić, I.: *Određivanje kinetičkih parametara neizotermne razgradnje PHB-a IKP metodom*, Zbornik radova, International Conference MATRIB 2005, Vela Luka 23. – 25. 7. 2005., 24-28.
  3. Erceg, M., Andričić, B., Kovačić, T., Klarić, I.: *Thermal degradation of poly(3-hydroxybutyrate) plasticized with acetyl tributyl citrate*, Third International Conference on Polymer Modification, Degradation and Stabilisation, MoDeSt 3, Lyon, 29. 8. – 2. 9. 2004.
  4. Andričić, B., Kovačić, T., Klarić, I., Leskovic, M., Vrsaljko, D.: *Istraživanje mogućnosti kompatibilizacije poli(vinil-klorida) i polipropilena površinski modificiranim punilom*, Zbornik radova, International Conference MATRIB 2004, Vela Luka 23. – 25. 6. 2004., 9-14.
  5. Erceg, M., Kovačić, T., Klarić, I.: *Toplinska razgradnja PHB/AAC mješavina*, Zbornik radova, International Conference MATRIB 2004, Vela Luka 23. – 25. 6. 2004., 62-66.
  6. Ptiček, A., Hrnjak-Murgić, Z., Jelenčić, J., Kovačić, T.: *Characterization of modified graft copolymers*, Conference Proceedings, International Conference MATRIB 2004, Vela Luka 23. – 25. 6. 2004., 238-243.
  7. Ptiček, A., Hrnjak-Murgić, Z., Jelenčić, J., Kovačić, T.: *Structure-Properties Relationships of Graft Copolymers EPDM-g-PS, PE-g-HH, EPDM-g-HH*, Third International Conference on Polymer Modification, Degradation and Stabilisation, MoDeSt 3, Lyon, 29. 8. – 2. 9. 2004.
  8. Erceg, M., Kovačić, T., Klarić, I.: *Investigation of PVC/PLLA blends*, Conference Proceedings, International Conference MATRIB 2003, Vela Luka, 26. – 28. 6. 2003., 33-37.

# BBS d.o.o. – prva hrvatska tvornica za oporabu PET ambalaže

Priredila: Tatjana SVRTAN-BAKIĆ



## Uvod

Prva hrvatska tvornica za oporabu PET ambalažnoga otpada postala je prepoznatljiva zainteresiranima u Hrvatskoj te dijelu jugoistočne i srednje Europe. Zaokruženim sustavom oporabe otpadne PET ambalaže, tvornica je primjer iskorištavanja plastičnog otpada kao sirovine. Projekt oporabe započeo je 2003. godine, a tvrtka trenutačno zapošljava 150 radnika. Na čelu tvrtke je poduzetnik Krunoslav Bešenić.

Tvrtka BBS d.o.o. (slika 1) bavi se materijalnom oporabom (recikliranjem) iskorištene plastične ambalaže, ponajprije PET ambalaže. Posluje prema načelima *Zakona o otpadu* (NN 178/04, 153/05, 111/06), *Pravilnika o vrstama otpada* (NN 27/96), *Pravilnika o ambalaži i ambalažnom otpadu* (NN 97/05, 115/05), *Pravilnika o postupanju s ambalažnim otpadom* (NN 53/96), *Uredbe o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s Katalogom otpada i listom opasnog otpada* (NN 50/05), *Nacionalne strategije zaštite okoliša* (NN 46/02) i *Zakona o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost* (NN 107/03). Tvrtka BBS d.o.o. zadovoljila je sve pro-

pisane kriterije za dobivanje koncesije za oporabu plastičnoga ambalažnog otpada iz navedenih zakona i akata, nakon čega joj je *Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva* dodijelilo koncesiju.

U pogonima tvrtke obavlja se prihvata plastične ambalaže iz svih dijelova zemlje. U Republici Hrvatskoj se na godinu proizvede i uveze oko 20 000 tona PET ambalaže, pri čemu se otprilike polovina te količine reciklira u pogonima tvrtke BBS d.o.o. Dio plastične ambalaže koji se ne može preraditi u vlastitom pogonu, nakon razvrstavanja se proslijeđuje kupcima, dok se PET ambalaža prerađuje u procesu *od boce do boce* (e. *bottle to bottle*). Nakon prihvata i razvrstavanja od ostalih vrsta plastike (slika 2), PET ambalaža dobavlja se liniji za pranje i mljevenje. Dobiveni mljevenac (PET pahuljice) dobavlja se liniji za regranuliranje, pri čemu nastaje PET regranulat. On se upotrebljava za izradu predoblika različitih težina. Iz predoblika se puhanjem dobivaju boce. Na taj način zaokružen je ciklus *od boce do boce*. Dio PET mljevenca i PET regranulata kao materijal se prodaje za daljnju preradbu drugim kupcima (80 % se izvozi).



SLIKA 1. Tvornica za oporabu PET ambalaže tvrtke BBS d.o.o.





SLIKA 2. Prihvat i razvrstavanje plastične ambalaže

### Linija za prihvat i razvrstavanje iskorištene plastične ambalaže

Sva dopremljena ambalaža skladišti se na otvorenom skladištu u rasutom stanju ili isprešana u bale. Ambalaža se viličarima doprema do transportnih traka linije za razvrstavanje. Tu se ručno izdvajaju pojedine vrste plastične ambalaže te odvajaju u zasebne silose (njih ukupno 9). Plastična se ambalaža razvrstava (slika 3) na onu načinjenu od polipropilena (PP), polistirena (PS), polietilena visoke gustoće (PE-HD), polietilena niske gustoće (PE-LD) te na onu načinjenu od ostale plastike. PET boce razvrstavaju se po boji na prozirne, plave, zelene i ostale PET boce.



SLIKA 3. Prikaz postupka razvrstavanja plastične ambalaže

Iz silosa se sva razvrstana plastika (PP, PS, PE-HD, PE-LD, PET pивske boce te boce za mliječne proizvode i ostala plastika), osim PET boca za napitke, transportnim trakama odvodi na baliranje, a PET boce odlaze na liniju za pranje i mljevenje.

### Linija za pranje i mljevenje

Linija za pranje i mljevenje je postrojenje talijanske tvrtke *Sorema*, *PET PLANT* od 1 000 kg (slika 4).



SLIKA 4. Postrojenje talijanske tvrtke *Sorema*, *PET PLANT*

Razvrstane PET boce transportnom se trakom odvođe od silosa prema ulaznom lijevku linije za pranje i mljevenje PET boca. U prvom se dijelu pogona perforirane boce peru uz izdvajanje etiketa i ostalog materijala koji nije PET. Oprani materijal dodatno se razvrstava kako bi se izdvojile PVC boce i boce s PVC etiketama. Boce s čepovima, ali bez etiketa, nakon toga se melju. Dobiveni PET mljevenac boca i čepova ide u taložnicu, gdje se PET mljevenac odvaja od čepova. Kako je PET mljevenac više gustoće nego voda, a čepovi su izrađeni od polipropilena i polietilena čija je gustoća niža od gustoće vode, ona pada na dno taložnice, a mljevenac čepova ispliva na površinu i prelijeva se u vibracijsko sito, gdje se ocijedi od vode. PET mljevenac s dna taložnice zatim se intenzivno pere te slijede: ispiranje, sušenje i spremanje u velike vreće. Slika 5 prikazuje mljevenac proizveden od PET boca različitih boja.



SLIKA 5. Mljevenac proizveden od PET boca različitih boja

Prozirni PET mljevenac prerađuje se u PET regranulat (otprilike 70 % proizvodnje), a obojeni PET mljevenac (otprilike 30 % proizvodnje) izvozi se u zemlje Europske unije.

### Linija za regranuliranje PET-a

Linija za regranuliranje proizvod je austrijske tvrtke *EREMA*, tip *KT 1 500 M 20-VS & VAC 1 500T VS* (slika 6).

PET mljevenac se kontinuirano pužnim transporterom unosi u sušnik na kontinuirano sušenje, dalje u podtlačni (vakuumski) krista-



lizator te se zatim zagrijava u ekstruderu na potrebnu temperaturu taljevine od 280 °C. Rastaljeni materijal u obliku reznaca se hladi i odvodi do rotacijskog noža, gdje se izrezuje u granule koje se zatim kristalizira. Dobiveni PET regranulat zatim se sprema u velike vreće. Slika 7 prikazuje PET regranulat proizveden od nekoliko vrsta PET mljevenca.



SLIKA 6. Linija za regranuliranje



SLIKA 7. PET regranulat proizveden od nekoliko vrsta PET mljevenca

Regranulat se djelomično koristi za proizvodnju predoblika (20 % proizvodnje), a ostatak se izvozi u zemlje Europske unije.

### Linija za izradu predoblika za PET boce

U pogonima tvrtke BBS d.o.o. nalaze se dva postrojenja za izradu predoblika PPS 48/72 talijanske tvrtke SIPA (slika 8).

PET regranulat se od linije za regranuliranje doprema do prihvratnih lijevak linije za izradu predoblika PET boca, gdje se miješa sa

svježim granulatom i pigmentom. Ta se smjesa nakon sušenja dovede do pužnoga vijka ubrizgavalice. Rastaljeni se i homogenizirani materijal ubrizgava u kalupe temperirane vodom. Gotovi se predoblici prenose na liniju za hlađenje, pakiraju i otpremaju u skladište gotovih proizvoda. Slika 9 prikazuje predoblike različitih težina.



SLIKA 8. Postrojenje za izradu predoblika



SLIKA 9. Predoblici različitih težina

Kapacitet proizvodnje predoblika je 200 milijuna komada na godinu (u Hrvatskoj se godišnje potroši otprilike 1,5 milijardi komada). Najveći kupci PET predoblika tvrtke BBS d.o.o. jesu Zvijezda d.d. i Jamnica d.d.

### Linija za puhanje PET boca

Puhanje PET boca različitih volumena radi provjeravanja ispravnosti PET predoblika provodi se na pihalici SF 1 talijanske tvrtke SIPA (slika 10).

### Ostalo u tvrtki BBS d.o.o.

Kako tijekom proizvodnje PET mljevenca nastaju velike količine otpadne vode, tvrtka ima vlastiti uređaj za obradu otpadnih voda (fizičko-kemijsko-biološki uz ozonizaciju), čime pridonosi očuvanju prirodnih resursa i zaštiti okoliša.

U sklopu tvrtke je laboratorij koji se bavi kontrolom kvalitete proizvoda, kontrolom kvalitete ulazne sirovine te parametara tehnološkog procesa (slika 11). Laboratorij je opremljen vrlo modernom opremom za ispitivanje svojstava PET mljevenca, regranulata, predoblika i boca, tako da se u svakom trenutku u tijeku proizvodnje može provjeriti kvaliteta navedenih proizvoda. Uz kontrolnu, laboratorij



ima i razvojnu funkciju na poboljšanju kvalitete postojećih proizvoda. Trenutačno se radi na miješanju PET regranulata sa svježim granulatima kako bi se dobio predoblik sa što višim udjelom PET regranulata, a koji zadovoljava visoke kriterije koje traži tržište.



SLIKA 10. Puhalice SF 1 talijanske tvrtke SIPA

Zdravstvena ispravnost proizvoda PET predoblika i regranulata potvrđena je od Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, dok je zdravstvena ispravnost proizvoda PET predoblika prema zahtjevima norme FDA potvrđena od ovlaštenog laboratorija BIOCHEM iz Italije.

U tvrtku BBS d.o.o. u kolovozu prošle godine uveden je Sustav upravljanja kvalitetom i zaštitom okoliša, ISO 9001:2000 i ISO 14001:2004, a ove godine Sustav zdravlja i sigurnosti prema Specifikaciji OHSAS 18001:1999.



SLIKA 11. Laboratorij tvrtke BBS d.o.o.

U planu je izgradnja kotlovske postrojenja za iskorištavanje energijskog potencijala otpada koji nastaje tijekom uporabe u obliku mulja (celuloza, mljevena plastika) i čvrstog otpada od papira, etiketa i plastike (PP, PE, PS, PVC i PET). Svrha je povećanje energetske učinkovitosti i ušteda na osnovnom energentu – plinu te time doprinos zaštiti okoliša.

U idućih nekoliko mjeseci očekuje se puštanje u pogon postrojenja za uporabu ostale plastike (PP, PE).

S obzirom na pozitivan trend potrošnje PET ambalaže, ovih je dana puštena u pogon nova linija za pranje i mljevenje njemačke tvrtke B+B, kojom je udvostručen kapacitet uporabe PET-a.

Uspostavom uporabe PET ambalaže tvrtka BBS d.o.o. daje doprinos zaštiti i očuvanju okoliša i prirodnih resursa.

## SAJMOVI

# Boot Düsseldorf 2008

Ljubav prema jahtama i vodenim sportovima gotovo ne poznaje granice. Od 19. do 27. siječnja 2008. 279 000 posjetitelja iz 65 zemalja pridonosilo je zadovoljstvu izlagača te uspješno sklapalo poslove na sajamskoj priredbi *boot Düsseldorf 2008*. Devet je dana 1 699 izlagača iz 57 zemalja premijerno predstavljalo brodice, opremu za vodene sportove, kao i dodatnu opremu na 220 000 m<sup>2</sup> u 17 paviljona düsseldorfskoga sajma. Zadovoljstvo posjetiteljima iz cijeloga svijeta visoke kupovne moći nisu krili ni organizatori.

San američkoga multimilijunaša Joes Vittorija o jahti većoj, bržoj, višoj i komfornijoj od postojećih, realizirali su Novozelčanin Ron Holland i englesko brodogradilište *Vosper Thornycroft*. Luksuzna jahta *Mirabella V* (slika 1), duga 75 metara, najvjerojatnije je najveća konstrukcija načinjena od kompozitnih materijala. S jarbolom visine 90 metara, koji je najviša kompozitna konstrukcija na svijetu, a načinjena je od ugljikovih vlakana, brod ne bi prošao ispod mosta *Golden Gate*. Širina od 15 metara onemogućuje mu prolazak kroz Panamski

kanal. Trup jahte proizveden je kao sendvič-konstrukcija staklom ojačanih polimera s unutarnjim slojem PVC pjene švicarskoga proizvođača *Alcan Airex*. Taj materijal omogućuje izvrsnu izolaciju i za tropske i za hladne uvjete, a pjena jahtu čini gotovo nepotopivom.



SLIKA 1. Presjek paluba luksuzne jahte *Mirabella V*

Vodeći njemački proizvođač *Bavaria Yachtbau* upravo je uveo moderni CNC-obradni centar za oblikovanje najčešćih rješenja paluba načinjenih od staklenim vlaknima ojačanih polimera. Ako se predviđa barem

manja serija pojedinih modela, moguće je uvesti i CAD/CAM i ostale računalne obradne izvedbe, što umanjuje izloženost nezdruvim proizvodnim uvjetima pri proizvodnji kompozitnih materijala ojačanih ugljikovim ili staklenim vlaknima.

Proizvodnja brodice postaje sve brža, premda i umjerenijih dimenzija, pa *Rikutec* npr. od četiri metra dugih PE cijevi izrađuje tijelo određenih sportskih čamaca svakih 5 do 6 minuta. Rastaljeni PE visoke molekularne mase oblikuje se poput boca ili kanistara postupkom puhanja. Ciklus je uglavnom određen vremenom hlađenja.

Suprotno trendu izrade brodice, brodovi se još većinom izrađuju od čelika i, iako postoji više primjera primjene aluminija i plastike, to su i dalje iznimke te je udio kompozitnih materijala u brodogradnji samo 6 %. Usporedbi radi, u industriji automobila taj je iznos 23 %, a u zrakoplovnoj 17 %. Ne treba, međutim, zaboraviti da se granice primjene gotovo ne vide i da se srednjoročno očekuje prirast i u ovoj grani.

Tatjana HARAMINA