

Sanja RADOVIĆ, Zlatko MILANOVIĆ\*  
 Čistoća d.o.o., Zagreb, \*ZGOS d.o.o., Zagreb

# Razvoj odvojenoga sakupljanja i recikliranja ambalažnoga otpada od PET-a u Republici Hrvatskoj

ISSN 0351-1871

UDK 678:628.4

Stručni rad / Technical paper

Primljeno / Received: 11. 5. 2004.

Prihvaćeno / Accepted: 14. 6. 2004.

## Sažetak

Tijekom devedesetih godina prošloga stoljeća u Republici je Hrvatskoj došlo do, za okoliš, vrlo nepovoljne promjene strukture ambalaže napuštanjem povratne ambalaže te povećanjem uporabe nepovratne ambalaže velikog volumena. Na razini se države neopravdano zanemarivao problem gospodarenja ambalažnim otpadom te je izostala šira društvena i, posebice, državna podrška u rješavanju nastalih poteškoća. Istodobno su se sve više nametali interesi proizvođača, tj. tvrtki koje su imale vlastiti profitni interes u promjeni strukture ambalaže prema nepovratnoj i voluminoznoj.

Trenutna situacija na području postupanja s ambalažnim otpadom od PET-a za Hrvatsku je izrazito nepovoljna jer se taj otpad najvećim dijelom odlaže na odlagališta. Obveza je svake suvremene države na području gospodarenja otpadom organizacija sustava cjelovitoga gospodarenja otpadom. Taj zadatak proizlazi i iz prihvaćenih međunarodnih konvencija i smjernica. Najnovije spoznaje pokazuju da je i u Hrvatskoj moguće na rentabilan način reciklirati PET, ako se vodi računa o usklađivanju prihoda i troškova odvojenoga sakupljanja i recikliranja. To je dinamičan proces koji pored ostaloga podrazumijeva i razvoj materijalnoga recikliranja PET-a u Hrvatskoj.

## KLJUČNE RIJEČI

ambalažni otpad  
 gospodarenje otpadom  
 PET  
 recikliranje

## KEYWORDS

packaging waste  
 waste management  
 PET  
 recycling

## Development of separate collecting and recycling of PET packaging waste in the Republic of Croatia

### Summary

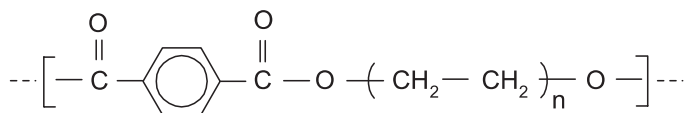
During the 1990s, in the Republic of Croatia a very unfavorable change took place in the structure of packaging a shift from rechargeable to non-rechargeable bulk packaging. The problem of managing packaging waste was long neglected and the social and state support to improve the situation was not forthcoming. At the same time, the *manufacturers*, namely, companies that profited

from the change of the structure of packaging towards non-rechargeable and voluminous kind pursued their interests.

The current situation in the field of PET packaging waste management in Croatia is very bad, because such waste is mostly dumped into landfills. The duty of every modern state in the area of waste management is the setting up of the of the system. That duty arises from accepted international conventions and guidelines. The latest insights show that it is possible to profitably recycle PET in Croatia. In the process, we must try to adjust the costs and benefits of separate collection and recycling. It is a dynamic process that leads to the expansion of material recycling of PET in Croatia.

## Uvod / Introduction

Poli(etilen-tereftalat), PET, čija je strukturna formula prikazana na slici 1, polimerni je materijal iz skupine poliestera razvijen u SAD-u još 1941. godine. Početkom pedesetih godina prošloga stoljeća koristio se kao osnova za vrlo kvalitetna umjetna vlakna u tekstilnoj industriji. Razvoj kemijske industrije doveo je do šire primjene PET-a. Suvremeni je PET oplemenjeni poliester bitno poboljšanih svojstava. To je nelomljiv, žilav materijal, otporan na mehanička opterećenja, lagan, bez mirisa, neutralan glede utjecaja na okus (aromu), nepropustan za kisik i ugljične kiseline te postojan na djelovanje većine kemikalija. PET je i površinski čvrst materijal, postojan trošenju.<sup>1</sup> Suvremeni se PET proizvodi iz nafte ili zemnoga plina te se gotovo isključivo sastoji iz ugljika i vodika. Iz 1,9 kg nafte proizvede se oko 1 kg PET-a. Donja je ogrjevna vrijednost koja se može energijski iskoristiti izgaranjem 23 MJ/kg.<sup>2</sup>



SLIKA 1. Strukturna formula poli(etilen-tereftalata)<sup>2</sup>

FIGURE 1. Structural formulae of polyethylene terephthalate<sup>2</sup>

Prve povratne boce iz PET-a proizvedene su u SAD-u početkom osamdesetih godina dvadesetoga stoljeća. U SR Njemačku povratne su boce iz PET-a uspješno uvedene 1990. godine, a 1992. godine započela je i u Hrvatskoj njihova šira potrošnja.<sup>3</sup>

U svijetu je 2000. prerađeno ukupno 8,7 milijuna tona PET-a, a očekivani rast do 2010. samo za područje boca iz PET-a je 8 % godišnje.<sup>4</sup> Zapadna je Europa u 2002. prerađila 3,23 milijuna tona PET-a, od čega se najveći dio preradi u ambalažu.<sup>5</sup>

Velika je prednost PET ambalaže za pića izvanredna prilagodljivost u transportu. Mala masa i otpornost na udarce PET ambalažu čine idealnom za prijevoz i na velike udaljenosti, pretovar i skladištenje. U jednoj od studija *Fraunhofer Instituta* iz Njemačke (1995)

uspoređeno je korištenje povratnih staklenih i PET boca. Konačni je rezultat pokazao da PET povratne boce (uz uvjet recikliranja) u cijelomu krugu korištenja bitno manje troše energiju i prirodne sirovine od staklenih tj., ekološki su povoljnije.<sup>3</sup>

PET ambalaža za pića bilježi stalni rast. Prema podacima instituta za istraživanje tržišta *Canadean Ltd* (Velika Britanija) PET je ambalaža 1999. godine, s udjelom od 39 %, u Europi pretekla staklenu ambalažu.<sup>3</sup>

PET ambalažni otpad zauzima veliki volumen i teško je biološki razgradiv. S druge se strane PET, uz složene mjere odvojenoga sakupljanja, može reciklirati.

Istraživanja pokazuju da u okviru sakupljanja boca u njemačkomu sustavu gospodarenja otpadom, *Duales System Deutschland* (DSD-sustav), PET boce već sudjeluju s 30 %, od čega je 70 % načinjeno od bezbojnoga PET-a. Razvoj tehnologije danas omogućuje vrlo brzo i potpuno automatsko odvajanje nečistoća od PET boca, a zatim njihovo razvrstavanje po boji.<sup>6</sup>

### Uporaba PET ambalaže u Republici Hrvatskoj / Use of PET packaging in Croatia

U Republici se Hrvatskoj najviše PET-a potroši za izradbu ambalaže i to posebice nepovratnih boca za piće. Iako je bilo pokušaja da se organizirano i sustavno pripremljeno uvede korištenje povratnih PET boca s laganim nosiljkama,<sup>7</sup> do danas se one u širokoj potrošnji nisu koristile. Iako su povratne boce od PET-a u cjelovitoj ekotoksikološkoj analizi posebice povoljne za okoliš, država nije ni pokušala pomoći razvoju uporabe te ambalaže, iako je taj projekt predviđao 100 %-tno recikliranje. Stoga je tijekom 1990-tih godina u Republici Hrvatskoj došlo do, za okoliš, vrlo nepovoljne i štetne promjene strukture ambalaže. Hrvatski su stručnjaci stalno upozoravali na tu, za okoliš, izrazito nepovoljnu strukturu ambalažnoga otpada, napuštanja povratne ambalaže te povećanje korištenja nepovratne ambalaže velikoga volumena. Početno su hrvatska državna tijela odgovorna za zaštitu okoliša pokušala nešto i učiniti. Načinjena je zakonska osnova za gospodarenje otpadom. Prvi *Zakon o otpadu* usvojen je 1995, a 2003. godine usvojen je novi *Zakon o otpadu*.<sup>8</sup> 1996. godine donesen je *Pravilnik o postupanju s ambalažnim otpadom*.<sup>9</sup> Međutim, izostala je dosljedna primjena zakona i šira društvena te posebice državna podrška. Neopravdano su se na razini države zanemarivali problemi ambalažnoga otpada.

Istodobno se sve više nametao probitak tvrtki koje su imale vlastiti profitni interes u promjeni strukture ambalaže prema nepovratnoj i voluminoznoj. Takvo je ponašanje zabilježeno i u drugim europskim državama, ali u njima je država uporno inzistirala na provedbi načela najmanje mogućega ambalažnoga otpada koji se mora odložiti.<sup>10,11</sup> Republika Hrvatska ne može pobjeći od svjetskoga razvoja moderne ambalaže,<sup>12</sup> ali može i mora (kao i druge države) štiti okoliš i nacionalne interese.

Tako je u Republici Hrvatskoj, bez većih protesta i reakcija javnosti napušteno, odnosno odbačeno korištenje povratne ambalaže za čitav niz osvježavajućih pića i ulja te uvedena nepovratna voluminozna PET (ali i druga, npr. višeslojna) ambalaža. U upozoravanju na takve, za okoliš i nacionalne interese nepovoljne promjene, posebno mjesto zavrjeđuje analiza Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu iz 1999. godine.<sup>13</sup> Inspekcija je pokrenula nekoliko sudskih sporova koji su ili zastarjeli ili su izgubljeni iz formalnih razloga. Nemoć Republike Hrvatske u borbi protiv uskih interesa tvrtki *proizvođača* najjasnije je izrazio tadašnji ministar zaštite okoliša i prostornoga uređenja, koji je 2002. godine za aktualne probleme gospodarenja ambalažnim otpadom izjavio da se Hrvatska pretvara u *ekološku koloniju*! U lipnju 2003. godine *Novi list* donosi intervju s ministrom gospodarstva Republike

Hrvatske, koji je tijekom posjete Austriji izjavio da i u Hrvatskoj treba uvesti *porez na ambalažu*!? Hrvatski su stručnjaci, prije gotovo deset godina, jasno upozorili na te probleme.

### Analiza potrošnje ambalažnih boca od PET-a u Republici Hrvatskoj / An analysis of the consumption of PET bottles in Croatia

Na temelju analiza procijenjena je ukupna godišnja količina od 320 000 tona ambalažnoga otpada (to je godišnja količina od oko 68 kg/stanovnik). Uz nasipnu gustoću ambalažnoga otpada od oko 130 kg/m<sup>3</sup> proizlazi da svaki stanovnik samo ambalažnim otpadom prosječno godišnje zauzme gotovo 0,5 m<sup>3</sup> deponijskoga prostora. Ukupno je to za Hrvatsku oko 2,4 milijuna m<sup>3</sup> godišnje, što uz prosječnu visinu odlagališta od 10 m uzrokuje svake godine zauzimanje novih 2,4 hektara hrvatskoga tla!<sup>14</sup>

Brojne prednosti PET-a razlog su njegova sve većeg korištenja i u Hrvatskoj i to prvenstveno kao ambalažnoga materijala. Tako je 2003. godine jedan hrvatski dobavljač mlijeka najavio prijelaz s višeslojne na PET ambalažu. Procjenjuje se da će se u budućnosti i dalje povećavati uporaba ambalaže iz PET-a, kao što je to trend i u svijetu.<sup>14,15</sup>

Nakon zatvaranja tvornice *Vartilen* u Varaždinu sredinom devedesetih godina, koja je iz uvozne bazne sirovine proizvodila predoblike iz PET-a i zatim gotove PET boce za punjenje, u Hrvatsku se počelo uvoziti pretežito već gotove predoblike iz PET-a. Od njih se u hrvatskim punionicama puhanjem proizvodi i puni PET ambalaža. Dio PET-a se u Hrvatsku uvozi i u obliku proizvoda. Postoje različite procjene o potrošenoj godišnjoj količini PET ambalaže. Jedna procjena naznačuje u Hrvatskoj korištenje oko 12 000 tona, odnosno ekvivalentno 300 milijuna boca od 40 grama. To znači da se po stanovniku prosječno godišnje rabi oko 70 PET boca, odnosno 2,8 kg PET-a! Ako se pretpostavi da svaki treći dan stanovnik Hrvatske ekvivalentno potroši jednu PET bocu od 40 grama, tada bi potrošnja PET-a godišnje u Hrvatskoj iznosila oko 21 000 tona! Ako godišnje u Hrvatskoj nastaje 1,1 milijuna tona komunalnoga otpada, a maseni udio plastičnoga otpada je 11 %, pri tom je udio PET-a u plastičnomu otpadu najmanje 10 %, tada je godišnje u bilanci komunalnoga otpada 12 100 tona PET otpada. Proizlazi da uz tzv. prostornu gustoću od 80 kg/m<sup>3</sup>, godišnje PET zauzima u Hrvatskoj najmanje 150 000 m<sup>3</sup> odlagališnoga prostora tj. oko 50 % obujma odlagališta koliko godišnje zauzima čitav Grad Zagreb!

Razvoj turizma i tranzicijskoga prometa još više povećava problem postupanja s PET ambalažnim otpadom.

### Postupanje s otpadnim PET-om u Republici Hrvatskoj / PET waste treatment in Croatia

Trenutna situacija na području postupanja s PET ambalažnim otpadom u Hrvatskoj izrazito je nepovoljna.<sup>16,17</sup>

- vrlo se malo PET ambalažnog otpada reciklira (npr. oko 1 000 t u 2003. godini, tj. svega oko 8 %),
- nema spalionica komunalnoga otpada,
- otpad se najvećim dijelom odlaže na uređena i neuređena odlagališta.

Prema analizi iz veljače 2001. godine<sup>13</sup> odlaganje PET tehnološkoga ambalažnog otpada iz samo jednoga dovoza kamiona od 15 m<sup>3</sup> (mase svega 430 kg), na komunalnomu odlagalištu otpada u Gradu Zagrebu zauzima deponijski prostor dostatan za odlaganje kućnoga otpada iz jednoga kućanstva kroz 10 godina! Za takav se ulaz PET otpada na odlagalište, na osnovi mase, trebalo platiti svega 126,85 kuna (bez PDV-a). Prosječno zagrebačko kućanstvo za zauzimanje istoga deponijskoga prostora, treba platiti 2 950,00

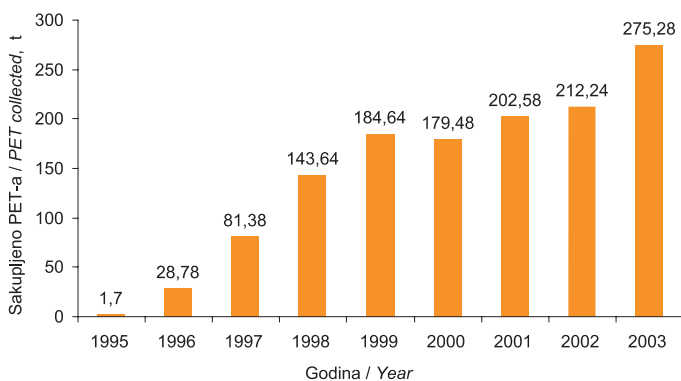
kn (bez PDV-a) odnosno dvadeset i tri puta više! Međutim, na većini drugih hrvatskih odlagališta ne postoji naplata otpada po masi, a da ne govorimo o plaćanju po volumenu. Iz toga je primjera uočljivo koliko dugoročne štete uzrokuje neodgovorno postupanje s PET ambalažnim otpadom. Analize komunalnoga otpada u Zagrebu i Rijeci<sup>13</sup> pokazuju da se maseni udio plastike u komunalnom otpadu povećava i do 20 %. Nedvojbeno se u Republici Hrvatskoj mora odmah odgovornije pristupiti izdvajanju PET-a iz komunalnoga otpada i zatim tako izdvojeno sakupljeni PET otpad predobraditi i reciklirati.

Zbog znakovitih posebnosti u postupanju s komunalnim i sličnim otpadom u Hrvatskoj, za sada se ne može govoriti o ozbiljnijem materijalnom recikliranju PET ambalažnog otpada.

## Recikliranje PET-a u Republici Hrvatskoj / PET recycling in Croatia

Obveza svake suvremene države je učinkovito, ekološki i ekonomski prihvatljivo gospodarenje otpadom. Ciljevi su utvrđeni međunarodnim konvencijama i smjernicama *Europske zajednice*. Napredne zemlje ostvaruju preuzete obveze organiziranjem učinkovitih, sebi primjerenih sustava gospodarenja otpadom. Tu obvezu treba uvijek nastojati ostvariti kada za to postoje ekotoksikološki pozitivni prinosi. Vrlo brzo će se pokazati da je svako neracionalno inzistiranje na gospodarenju otpadom (npr. izvoz otpada u nerazvijene države koje nemaju ni dovoljno novca ni minimalnih normi zaštite zdravlja ljudi i okoliša) dugoročno neprihvatljivo rješenje, koje može uzrokovati i nesagledive posljedice. S druge strane izvozom iskoristivoga otpada u razvijene države (kao što je sada slučaj s PET-om iz Hrvatske) gube se vrijedne sekundarne sirovine. Uz te se činjenice može utvrditi opravdanost razvoja materijalnoga recikliranja PET-a u Republici Hrvatskoj.

Razvoj recikliranja PET ambalaže u Hrvatskoj započeo je 1995. godine u Gradu Zagrebu pilot projektom kojega su zajedno pripremili i proveli *ZGO d.o.o.* i *Sustav OHO*. Nakon početnih uspjeha, stalnoga porasta broja posuda za odvojeno sakupljanje i količina sakupljene otpadne PET ambalaže, došlo je do zastoja (slika 2). Doduše, odvojeno sakupljanje otpadne PET ambalaže postupno se proširilo i na druga područja Hrvatske, ali količine tako sakupljenoga PET-a nisu se očekivano brzo povećavale. Do 2000. godine se odvojeno sakupljeni PET ambalažni otpad ručno razvrstavao, balirao te međuskladištio. Bilo je i nekoliko pokušaja da se PET otpad u Hrvatskoj regnanulira i prerađuje u druge proizvode. 2000. godine je balirani i razvrstani PET tvrtka *Čistoća d.o.o.*, Zagreb (kojoj je kasnije pripojen *ZGO d.o.o.*) izvezla u Njemačku (preko tvrtke *Kaplast d.d.*). Na taj su način, po prvi puta, za plastični otpad dobivena i stanovita financijska sredstva.



SLIKA 2. Količina odvojeno sakupljenoga PET ambalažnog otpada na području Grada Zagreba (1996 – 2003)<sup>18,19</sup>  
FIGURE 2. The volume of separately collected PET packaging waste in the City of Zagreb (1996-2003)<sup>18,19</sup>

Do 2006. godine treba na kvalitetan način povećati odvojeno sakupljanje PET ambalaže s 1 000 t godišnje na najmanje 3 000 t godišnje! Dugoročno, do 2011. godine se recikliranje PET-a mora povećati na 11 000 t godišnje, tj. iznad 90 % količina koje će tada biti stavljene na tržište.

Već je prethodno navedeno da se u 2003. godini godišnja količina odvojeno sakupljenoga otpada u Hrvatskoj povećala na oko 1 000 tona. Stoga se čini ambicioznim planirati najmanje trostruko povećanje godišnje količine PET-a kroz naredne tri godine, tj. na sakupljenih 75 milijuna PET boca od 40 grama. To je ostvariv cilj koji se može dostići organiziranjem sustava i stručnim vođenjem procesa odvojenoga sakupljanja i recikliranja te odgovarajućom državnom i društvenom podrškom.

75 milijuna PET boca koje bi se u naredne tri godine (do 2006) odvojeno sakupile zauzimaju površinu od 2,25 milijuna m<sup>2</sup> odnosno 225 hektara! PET se inače vrlo sporo razgrađuje, tako da jednom odbačena PET boca vrlo dugo opterećuje tlo. Ukoliko se pretpostavi da 1 m<sup>2</sup> hrvatskoga tla vrijedi oko 5 €, proizlazi godišnje izgubljena vrijednost od 11,25 milijuna €.

Uz pretpostavku da se godišnje želi sakupiti minimalno 3 000 tona otpadne PET ambalaže, tada je u Hrvatskoj potrebno minimalno postaviti 6 000 žutih posuda/spremnika za odvojeno sakupljanje PET-a (500 kg PET-a po posudi godišnje). Procjenjuje se da je u Hrvatskoj već postavljeno 1 500 takvih posuda/spremnika, a s planiranih 6 000 posuda postiže se površinska gustoća od 717 stanovnika po posudi.

## Troškovi gospodarenja PET ambalažnim otpadom / Costs of PET packaging waste management

Za izračun troškova gospodarenja PET ambalažnim otpadom bilo je nužno izdvojiti pojedine aktivnosti u okviru poslova odvojenoga sakupljanja i to: nabava odgovarajućih posuda, tjedno pražnjenje svih lokacija, a za izuzetno frekventne i češće, razvrstavanje, baliranje, međuskladištenje sakupljenoga PET-a te redovno održavanje potrebne opreme.

### A - Troškovi nabave posuda

Pretpostavlja se da trošak nabave posude za odvojeno sakupljanje PET-a, uključujući troškove postavljanja, iznosi 1 500,00 kn po posudi, a bez troškova kapitala godišnji je trošak 300,00 kn po posudi. Ovisno o godišnjoj sakupljenoj količini PET-a tijekom pet godina troškovi posude iznose od 0,13 do 1,20 kn/kg.

Međutim troškovi nabave posuda za odvojeno sakupljanje PET-a nadoknađuju se smanjenjem troškova za nabavu koševa za otpad te posuda i spremnika za kućni i slični otpad. Zato se troškovi nabave posuda za PET djelomično mogu kompenzirati s troškovima lokalnoga komunalnog poduzeća. Nužno je stalno pratiti efikasnost korištenja svake posude i stalno optimiranje njene lokacije.

### B – Troškovi pražnjenja posuda

Troškovi pražnjenja posuda za odvojeno sakupljanje PET-a mogu se također djelomično kompenzirati smanjenjem troškova zbog rjeđeg pražnjenja koševa za otpad i posuda s izmiješanim otpadom. Ovisno o godišnjem broju posuda i broju pražnjenja troškovi pražnjenja posude iznose od 2,1 do 4,2 kuna po kilogramu sakupljenoga PET-a.

Ukupno, bez kompenzacija komunalnoga poduzeća, a temeljeno na cijenama izlicitiranim krajem 1990-tih (koje su osim sakupljanja uključivale i predobradbu odvojeno sakupljenog PET-a), troškovi gospodarenja PET ambalažom od potrošača do pogona za recikliranje kretali su se od 2,23 do 5,40 kn/kg (odnosno 297 do 705 €/t) odnosno od 0,09 do 0,22 kn ili 0,012 do 0,030 € po komadu PET boce od 40 grama.



Navedene iznose treba poimati samo kao orijentacijske za daljnje analize, procjene i planove. Sasvim je sigurno da će se s razvojem sustava i racionalizacijom procesa sakupljanja navedeni troškovi smanjiti.

Npr., za usporedbu se u francuskom sustavu *Eco-Emballages* po jednoj licenciranoj PET boci za mineralnu vodu plaćalo 0,7306 € (ili oko 200 €/t). Troškovi francuskoga sustava, uz sakupljanje i predobradbu, uključuju i transportne troškove do pogona za recikliranje.

Ukupni troškovi za odvojeno sakupljanje PET ambalaže po regionalnim centrima, u količini od najmanje 3 000 tona i uz prosječni trošak odvojenoga sakupljanja od 2,20 kn/kg, iznose godišnje 6,6 milijuna kuna (oko 880 000 € godišnje)!

U prethodnom su dijelu teksta navedeni troškovi sakupljanja i predobradbe temeljeni na iskustvima zagrebačkoga pilot projekta odvojenoga sakupljanja PET ambalaže tijekom druge polovice devedesetih godina prošloga stoljeća. Troškovi su uključivali odvojeno sakupljanje u žutim mrežastim posudama, izmjenu vreća, održavanje posuda, razvrstavanje i baliranje.

Početak devedesetih se tako predobrađeni PET ambalažni otpad u Hrvatskoj mogao prodati za 30 do 45 €/t.

#### **Dodatni troškovi gospodarenja otpadnom PET ambalažom / Additional costs of PET packaging waste management**

Odvojeno sakupljanje otpadne PET ambalaže te recikliranje tako sakupljenoga otpada u odnosu na dosadašnje sustave zbrinjavanja komunalnoga otpada stvara određene predvidive dodatne troškove:

- *troškovi odvojenog sakupljanja* (TOP) i
- *troškovi prve predobradbe* (TPM) otpadnoga PET-a koji se najčešće zajedno iskazuju, a s obzirom na lokalne uvjete kreću se u velikomu rasponu od 297 do 705 €/t.

Već je prethodno navedeno da odvojeno sakupljanje PET-a može na lokalnoj razini znatno povećati troškove. Oni se mogu smanjiti integriranjem u lokalne komunalne sustave. U budućnosti se planira lokalne sredine stimulirati isključivo na osnovi godišnje količine i kvalitete odvojenoga sakupljenoga PET-a predanoga u pogon za recikliranje odnosno *regionalni centar*. Za daljnju se analizu polazi od iznosa:  $TOP + TPM = 330 \text{ €/t}$  (10 % približno veća vrijednost od minimalno ostvarene prema zagrebačkom pilot projektu).

- *troškovi prijevoza od regionalnih centara do pogona za recikliranje* (TP) su s obzirom na geografske karakteristike i premreženost prometnicama Hrvatske osobito važna kategorija, a za daljnju se analizu pretpostavlja  $TP = 40 \text{ €/t}$ .
- *troškovi postupanja s nečistoćama* (TS) ovise o udjelu nečistoća koji ne bi trebao biti veći od 1 % u cijeni odlaganja otpada:  
 $TS = 0,01 \cdot NZO \text{ (naknada za odlaganje)} = 0,5 \text{ €/t}$ .

#### **Razvoj materijalnoga recikliranja PET-a / Development of PET recycling**

Iz podataka navedenih u prethodnomu poglavlju proizlazi da se prodajom predobrađene PET ambalaže u Hrvatskoj nisu mogli pokriti troškovi odvojenoga sakupljanja i predobradbe. U Hrvatskoj ne postoji pogon za recikliranje PET-a, iako je bilo niz pokušaja da se on izgradi. Pri tom se uvijek dokazivalo da su postojeće odvojeno sakupljene količine PET ambalažnoga otpada premale za rentabilni pogon (liniju za recikliranje). Najnovije spoznaje upućuju da je, uz pretpostavku sakupljanja barem 3 000 t/godina moguće i u Republici Hrvatskoj na rentabilni način reciklirati PET.

Izgradnjom takvoga pogona u blizini Zagreba izbjegava se skupi prijevoz do postojećih centara za recikliranje PET-a u Italiji ili Njemačkoj. Potencijalni bi hrvatski pogon tako mogao osigurati dvostruko veću cijenu prihvata kvalitetno odvojenoga i predobrađenog PET-a. Kao i kod drugih sekundarnih sirovina i za odvojeno sakupljeni PET se u Europi utvrđuju sve stroži uvjeti preuzimanja, npr. ukupni težinski udio nečistoća mora biti manji od 1 %! S obzirom na povoljan položaj Zagreba za očekivati je kako bi takav pogon privukao PET i iz susjednih država čime bi povećalo iskorištenje kapaciteta takvoga pogona.

S druge strane izgradnja pogona za recikliranje sigurno će naići na velike otpore lokalne zajednice! Zato je nemoguće bez pomoći države i promicanja hrvatskih interesa uopće krenuti u osmišljavanje takvoga projekta. Sve pripremne radnje su već obavljene, a uključeni stručnjaci jamče izuzetno uspješnu proizvodnju proizvoda iz 100 posto recikliranoga otpadnog PET-a. Osnovni uvjet uspješnosti je osiguranje dovoljnih godišnjih količina PET-a. Sustav organiziranoga odvojenoga sakupljanja i pogon za recikliranje neodvojivi su dijelovi uspješnoga gospodarenja PET ambalažnim otpadom.

Hrvatski bi strateški interes trebala biti izgradnja pogona za recikliranje PET-a, ali samo zasnovanoga na tržišnim uvjetima. Međutim, dosadašnja iskustva pokazuju da se cijene otpadnoga PET-a na svjetskim burzama sekundarnih sirovina stalno mijenjaju te je sasvim sigurno nemoguće na njima jamčiti razvoj recikliranja PET-a u Hrvatskoj!

S druge strane komunalne tvrtke koje su u vlasništvu općina, gradova ili države, dužne su za odvojeno sakupljeni PET svake kalendarske godine provoditi javna nadmetanja. U više je navrata dokazano da cijene izlicitirane u Hrvatskoj ne odgovaraju u potpunosti svjetskim cijenama. Sigurno je međutim da će se te cijene dugoročno uskladiti. Međutim, zbog pozitivnoga djelovanja na razvoj recikliranja PET-a u Hrvatskoj nužno je, iz strateških interesa, jamčiti na ulazu u pogon za recikliranje jedinstvene cijene otpadnoga PET-a.

Kako je predloženo da se pogon za recikliranje PET-a izgradi u okolici Zagreba na lokaciji s dobrim prometnim vezama, u kojem tijekom godine nastaje najviše otpadnoga PET-a i u kojem je najveća potražnja za recikliranim PET-om, moralo bi se s državne razine osigurati svim regionalnim centrima za recikliranje jedinstvenu cijenu preuzimanja otpadnoga PET-a (bez obzira koliko je određen regionalni centar udaljen od pogona za recikliranje). Konkretno *Regionalni centar* u Zagrebu ne bi primao nikakvu naknadu za troškove prijevoza, dok bi npr. *Regionalni centar* u Dubrovniku dobivao najveću naknadu za troškove prijevoza.

Troškovi gospodarenja PET ambalažnim otpadom obično nisu pokriveni prihodima. Iskustva iz Europe (npr. *DSD-sustav*) pokazuju da se planski mora uzeti u obzir početni rizik, koji će se tek kroz nekoliko godina sustavne i cjelovite provedbe smanjiti na najmanju moguću mjeru. Kod toga se uvijek mora inzistirati na otvorenim tržišnim nadmetanjima i sustavnim prilagođivanjem jedinstvene naknade za PET ambalažu. U strateškom nacionalnom definiranju sustava gospodarenja otpadom pod svaku se cijenu treba inzistirati na obuhvaćanju čitavoga životnog ciklusa ambalaže iz PET-a. To može značiti da država (carinama, porezima) stimulira korištenje, npr., PET predoblika iz recikliranoga hrvatskoga otpadnog PET-a!

#### **Financijske i ostale poticajne mjere / Financial and other stimulating measures**

Kako bi se osigurala dostatna količina sekundarne sirovine za rentabilan rad pogona za recikliranje moguće je primijeniti čitav niz financijskih i ostalih poticajnih mjera:

- *Naknada za odlaganje* (NZO) kojom se potiče odvojeno sakupljanje i poslije toga recikliranje je lokalno uvjetovana financijska mjera kojom se smanjuje količina otpada za odlaganje. Problem je međutim što u Hrvatskoj do 2003. godine nije ustrojen sustav naknada za odlaganje. Najveći broj hrvatskih odlagališta u vlasništvu je lokalnih komunalnih tvrtki, koje *same sebi* ne naplaćuju naknadu za odlaganje otpada koje su sakupile. Zbog toga se u većini hrvatskih sredina trenutno naknada za odlaganje ne naplaćuje, što je vrlo nepovoljno za razvoj recikliranja općenito, pa i recikliranja PET-a.

Na zagrebačkomu odlagalištu otpada Prudinec naknada je za odlaganje komunalnoga otpada polovicom 2003. godine iznosila 356 kn/t (bez PDV-a). U odnosu na razvijene europske države to nije visoka cijena. Utvrđivanjem naknade za odlaganje na razini od 47,5 €/t sve lokalne sredine koje još nisu uvele ovu naknadu time bi izravno stimulirale odvojeno sakupljanje i recikliranje brojnih vrsta otpada.

- *Državna naknada (taksa) za odlaganje* (DNZO) koja je u razvijenim europskim državama uvedena prije deset i više godina sa svrhom da se postupno napusti odlaganje otpada kao način njegova zbrinjavanja. Zbog toga se u razvijenim državama ta naknada sustavno povećava, i svakako je važna mjera za razvoj recikliranja.

U 2003. godini u Hrvatskoj su propisani uvjeti (*Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost*) koji su omogućili uvođenje državne naknade za odlaganje. Postojeće europske naknade nije realno primijeniti u Hrvatskoj. Stoga se za daljnju analizu određuje visina ove naknade u iznosu od 5 €/t. U svrhu smanjenja odlaganja otpada ta se naknada dugoročno mora povećavati.

- *Naknada za sakupljanje otpada* (NSO) u Hrvatskoj postupno, razvojem privatizacije, postaje tržišna kategorija. Prema važećim propisima u Republici su Hrvatskoj odlaganje i sakupljanje komunalnoga otpada komunalne djelatnosti.

Potrošači odnosno proizvođači komunalnoga otpada u Hrvatskoj još ne mogu birati sakupljača odnosno tvrtku kojoj će plaćati naknadu za komunalni otpad. Također je u Hrvatskoj naknada za komunalni otpad fiksna i redovito vezana uz površinu stana. Tek se u nekim dijelovima Hrvatske uvodi sustav naplate koji će poticati potrošača na smanjenje otpada, a istodobno na povećanje odvojenoga sakupljanja.

Uz pretpostavku da se za postupanje s komunalnim otpadom prosječno godišnje plaća u Zagrebu po kućanstvu 389,00 kn odnosno 52 €, te da jedno kućanstvo proizvede prosječno 1 tonu otpada godišnje, tada su troškovi zbrinjavanja otpada iz kućanstva 52 €/t.

Za potrebe se analize polazi od visine troškova sakupljanja otpada u iznosu od 20 €/t, čime se obuhvaćaju i troškovi nešto duljega prijevoza komunalnoga otpada do regionalnih centara. Time se potiče ne samo sjedinjavanje regionalnih centara već i sjedinjavanje postojećih komunalnih tvrtki u veće, čime bi se troškovi sakupljanja do regionalnih centara što više približili prosjeku.

- *Cijena otpadnog PET-a* (CPET) u Hrvatskoj još nije dovoljno ovisna o tržištu. Hrvatska je mala država te će se vrlo teško u njoj razviti otvoreno tržište otpadnog PET-a. Treba naglasiti da postoje, kao i kod drugih sekundarnih sirovina, velike razlike u cijeni otpadnog PET-a u ovisnosti o njegovoj kvaliteti.

Već je prethodno navedeno da se predobradba otpadnog PET-a prvenstveno prilagođava potrebama pogona za recikliranje. Otpadni PET je vrlo lagani materijal koji ima visoke transportne troškove, koji se značajno povećavaju s porastom udjela drugoga otpada u odvojeno sakupljenom PET-u.

Za daljnju se raščlambu polazi od pretpostavke kvalitetnoga odvojeno sakupljenoga PET-a, pa bi cijena otpadnoga PET-a bila 80 €/t.

- *Jedinstvena naknada za PET ambalažu* (NAPET) propisana je u svim razvijenim europskim državama, a u Hrvatskoj (iako je propisima obvezna) njeno se plaćanje izbjegava. Sve dok se obveza plaćanja te naknade ne počne primjenjivati, troškovi postupanja s otpadnim PET-om se preko komunalne naknade za otpad prebacuju na sve građane.

Korištenje PET ambalaže bez materijalnoga ili energijskog recikliranja izuzetno opterećuje okoliš. Zbog velikoga volumena otpadna ambalaža od PET-a zahtijeva veću komunalnu infrastrukturu (posude, spremnike, vozila), koja povećava troškove za sakupljanje i naročito – odlaganje komunalnoga otpada! Te povećane *prividne* troškove zapravo plaćaju svi građani, pa i oni koji često ne rabe PET ambalažu. S druge strane PET je izuzetno vrijedna sekundarna sirovina, za čiji se uvoz svake godine izdvajaju znatna financijska sredstva.

Jedinstvenu naknadu za PET ambalažu, prema europskim iskustvima, treba svake godine korigirati.

- *Sinergetski prinosi* (SP) su poticajna mjera koju nije jednostavno opisati. U osnovi se pojavljuju na lokalnoj i državnoj razini. Na lokalnoj razini sinergetski prinosi se najviše ostvaruju pri povezivanju odvojenoga sakupljanja PET-a s lokalnom komunalnom tvrtkom. Na državnoj razini sinergetski prinosi se ostvaruju, primjerice, organiziranjem i stručnim osmišljavanjem sustava gospodarenja otpadom na cijelom državnom području.

Za daljnje se analize polazi od nulte vrijednosti sinergetskih prinosa čime se postiže izravna stimulacija za djelotvorniji rad na lokalnoj i na nacionalnoj razini.

## Zaključak / Conclusion

Stručnjaci stalno upozoravaju na, za okoliš, izrazito nepovoljnu strukturu ambalažnoga otpada u Republici Hrvatskoj koja proizlazi iz napuštanja povratne ambalaže te povećanja korištenja nepovratne ambalaže velikoga volumena. Trenutna situacija na području postupanja s PET ambalažnim otpadom u Hrvatskoj izrazito je nepovoljna jer se vrlo malo takvoga otpada reciklira, nema spalionica komunalnoga otpada, a otpad se najvećim dijelom odlazi na uređena i neuređena odlagališta.

Prihodi i troškovi odvojenoga sakupljanja i recikliranja PET-a rijetko su kada usklađeni na lokalnoj i na nacionalnoj razini. Usklađivanje prihoda i troškova je dinamičan proces koji u konačnici treba dovesti do razvoja materijalnoga recikliranja PET-a u Hrvatskoj i smanjenja troškova gospodarenja otpadom. Izuzetno je važno da sve ključne aktivnosti gospodarenja otpadom ambalažom iz PET-a budu vođene u svrhu izjednačavanja prihoda i troškova.

Zbog velikoga broja utjecajnih i nedovoljno definiranih čimbenika u početnomu provođenju projekta gospodarenja otpadom ambalažom od PET-a sigurno će se pojaviti negativna razlika između svih financijskih i ostalih poticajnih mjera i troškova. Uz pretpostavku da nema sinergetskih prinosa, jedinstvena naknada za PET ambalažu morala bi na razini cijele Republike Hrvatske biti 227 €/t. Radi se samo o orijentacijskoj veličini određenoj uz niz pretpostavki, koje će se tek nakon nekoliko godina provjere u praksi moći točno utvrditi.

Uz proračunati iznos jedinstvene naknade za PET ambalažu (218,5 €/t) za odvojeno sakupljanje PET-a u Hrvatskoj trebalo bi se godišnje od proizvođača ambalaže osigurati ukupno 2,6 milijuna €. Proizlazi da je, sve dok proizvođači ambalaže ne plaćaju taj iznos, *Hrvatska stvarno ekološka kolonija!*

## LITERATURA / REFERENCES

1. Domininghaus, H.: *Die Kunststoffe und ihre Eigenschaften*, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1986.
2. Šerčer, M. i drugi: *Oporaba plastike i gume*, Mtg-topgraf d.o.o., Gospodarstvo i okoliš, Zagreb, 2000.
3. Pardos, F.: *Engineering and speciality plastics in the world 2000-2010*, Conference Proceeding, 60th ANTEC, San Francisco, May 5-9, 2002, 2736-2740.
4. N. N.: *An analysis of plastics consumption and recovery in Europe*, APME, Brussel, 2003.
5. Milanović, Z. i drugi: *Ogledni projekt primarne oporabe PET ambalažnog otpada 1995-1998*, Prva zagrebačka iskustva, ZGO, Zagreb, ožujak 1999.
6. N. N.: *DKR im Blick*, (2000)4.
7. Eylert, S.: *PET Recycling*, Kaplast-Karlovac, stručno izlaganje o Schoeller Wavin Systems, 27. 6. 2001.
8. *Zakon o otpadu*, NN, (2003)151.
9. *Pravilnik o postupanju s ambalažnim otpadom*, NN, (1996)53.
10. Mikulandra, K.: *Udio ambalaže u komunalnom otpadu Grada Zagreba*, Završni rad, Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, studeni 1997.
11. N. N.: *Ambalažni otpad i odlaganje otpada*, ZGOS d.o.o., Zagreb, 27. 2. 2001.
12. N. N.: *PET je u trendu*, Gospodarstvo i okoliš (2001)49,165.
13. Šerčer, M. i drugi: *PET na prijelazu u 21. stoljeće*, Gospodarstvo i okoliš (1999)39, 242-247.
14. Milanović, Z.: *Procjena mogućnosti primarne reciklaže PET ambalaže u Gradu Zagrebu*, JP ZGO Zagreb, kolovoz 1992.
15. Milanović, Z.: *Procjena mogućnosti primarne oporabe PET-ambalaže u Gradu Zagrebu*, Polimeri 16(1995)1, 15-18.
16. Podaci ZGO d.o.o., Zagreb, 1996-1999.
17. Vučić, V., Radović, S., Majcan, T.: *Čuvajmo okoliš, oblikujmo budućnost*, Čistoća d.o.o. Zagreb, 2004.
18. *Packaging and packaging waste*, Council Directive, 94/62/EC.
19. A proposal for a Directive amending Directive, 94/62/EC on packaging and packaging waste, COM/2001/0729 final.

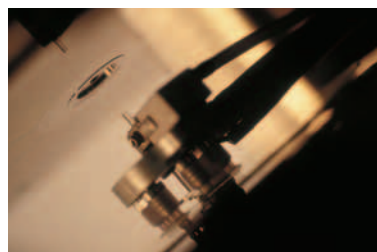
## DOPISIVANJE / CORRESPONDENCE

Mr. sc. Sanja Radović  
 ČISTOĆA d.o.o. Zagreb  
 Radnička cesta 82  
 HR-10000 Zagreb  
 Hrvatska / Croatia  
 Tel.: +385-1-61-87-311  
 Fax: +385-1-61-87-038  
 E-mail: sanja.radovic@zg.htnet.hr

## Posljednje vijesti

Priredio: Damir GODEC

## Tvrtnica Toyo predstavila je novu električnu ubrizgavalicu za izradbu optičkih diskova

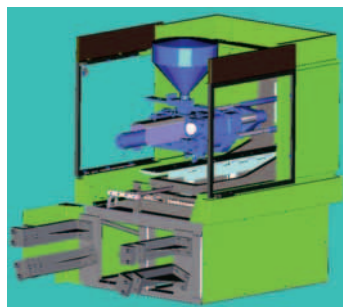


Ubrizgavalica i kalup za izradbu optičkih diskova

Tvrtnica *Toyo Machinery & Metal Co.* razvila je novu električnu ubrizgavalicu za izradbu optičkih diskova s naglaskom na DVD diskove. Nova ubrizgavalica nastala je kao rezultat suradnje između tvrtkâ *Toyo* i *Future Technology Engineering (FTE)* sa svrhom zadovoljavanja budućih potreba industrije optičkih nosača informacija: što manje izmjere opreme, visoka pouzdanost u radu, što kraći ciklusi injekcijskoga prešanja, mogućnost brze izmjene formata diska i mogućnost prilagodbe budućim formatima nosača. Pri tome je tvrtka *Toyo* osigurala potrebno znanje s područja električnih ubrizgavalica, dok je tvrtka *FTE* doprinijela svojim znanjem o kalupima i vođenju procesa pri izradbi optičkih diskova. Novi sustav predstavlja prvi potpuno integrirani sustav električne ubrizgavalice i odgovarajućega kalupa u svijetu, s pomoću kojega je moguće izrađivati sve formate optičkih diskova. Ubrizgavalica je vrlo kompaktna i stabilna, a zajedno s dodatnom opremom ima vrlo male ugradbene izmjere. Sustav omogućuje izradbu DVD diska u ciklusu injekcijskoga prešanja kraćem od 3 s.

Axxicon, Press Release

## Novi Engelov koncept – višekomponentno injekcijsko prešanje na klasičnim ubrizgavalicama



Novi koncept Engelove ubrizgavalice za višekomponentno injekcijsko prešanje

Tvrtnica *Engel* predstavila je mini jedinice za ubrizgavanje s pomoću tih jedinica klasične ubrizgavalice bez priječnica serije *ENGEL VICTORY* vrlo se jednostavno mogu prilagoditi za dvokomponentno injekcijsko prešanje. Za sada su na raspolaganju mini jedinice za ubrizgavanje promjera pužnoga vijka 10 do 18 mm, s obujmom ubrizgavanja 4 do 15 cm<sup>3</sup>. Trendovi na tržištu postavljaju sve veće zahtjeve za izradbom kompleksnih višekomponentnih otpresaka. Jedna od posljedica takvih zahtjeva je potreba za fleksibilnim konceptima ubrizgavalica koji omogućuju ekonomično prebacivanje s klasičnoga na višekomponentno injekcijsko prešanje. Stoga je tvrtka *Engel* odlučila novim konceptom mini jedinica za ubrizgavanje udovoljiti tim zahtjevima. U slučaju kada je obujam druge komponente vrlo mali, mini jedinica za ubrizgavanje te komponente može se izravno montirati na kalup. Međutim, u većini slučajeva ta je jedinica montirana na ubrizgavalicu. Pogonska jedinica mini jedinice za ubrizgavanje može biti zasebna ili se za pogon može rabiti pogonska jedinica ubrizgavalice. Upravljanje obiju jedinica za ubrizgavanje provodi se s pomoću novoga *Engelovoga* upravljačkog sustava *CC200*. Tvrtnica *Engel* je svojim kupcima već ponudila mogućnost nabave sustava opremljenih mini jedinicama za ubrizgavanje čime je postignuta određena ekonomičnost primjene višekomponentnoga injekcijskoga prešanja. Za sada se s tim jedinicama isporučuju ubrizgavalice serije *VICTORY* s klasičnim jedinicama za ubrizgavanje *Type ES 80* i *Type ES 500* (promjeri pužnih vijaka 18 do 45 mm, obujam ubrizgavanja 25 do 20 cm<sup>3</sup>).

ENGEL, Press Release