

## STAKLENIČKI PLINOV I U GOSPODARENJU OTPADOM I KYOTSKI PROTOKOL

### *Kyotski protokol* i staklenički plinovi

Republika Hrvatska ratifikacijom *Kyotskoga protokola* obvezala se smanjiti emisije stakleničkih plinova za 5 posto u odnosu na polaznu 1990. godinu u razdoblju između 2008. do 2012. godine. U ukupnoj emisiji stakleničkih plinova u našoj zemlji, udio emisije metana s odlagališta komunalnog otpada gotovo je 2 posto. Uspostava cjelovitog sustava gospodarenja otpadom prema *Planu gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj od 2007.-2015. godine* uključuje izravne i neizravne mjere za smanjivanje ispuštanja stakleničkih plinova u atmosferu. Drži se da će se sanacijom više od 300 neuređenih odlagališta komunalnog otpada, ali i proizvodnjom električne energije iskorištavanjem bioplina iz stabiliziranoga organskog dijela komunalnog otpada mehaničko-biološkom obradom otpada, ostvariti doprinos nacionalnim ciljevima smanjivanja ispuštanja stakleničkih plinova za više od 2 posto u odnosu na polaznu godinu. Tako barem tvrde u svom radu dr. sc. Aleksandra Anić Vučinić i prof. dr. sc. Nikola Ružinski s Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, koji su svoja stajališta potanko obrazložili na X. međunarodnom simpoziju *Gospodarenje otpadom Zagreb 2008.*, održanom krajem prošle godine.

Okvirnu je konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime, zvanu UNFCCC – *United Nations Framework Convention on Climate Change* (NN br. 02/96), Hrvatska ratificirala 1996. i tako preuzela obveze zacrtane u Prilogu I. kao zemlja u tranzici-

### GREENHOUSE GASES IN WASTE MANAGEMENT AND KYOTO PROTOCOL

By ratifying the Kyoto protocol, Croatia has assumed responsibility to reduce greenhouse gas emissions by five percent. The methane generated at municipal waste disposal sites greatly participates in the emission of such gases. It can therefore be expected that emissions of greenhouse gasses will greatly be reduced by remedy of many inadequate waste disposal sites, and by electrical energy obtained through exploitation of biogas. According to county level plans, waste is most often subjected to mechanical and biological treatment, and the selected technology is based on bioreactor landfills in which almost 35 percent of power can be used as renewable source of energy. This would reduce use of fossil sources of energy, and hence the emission of greenhouse gases into the atmosphere would also be lowered. Biogas can be used for 5 years, after which the organic matter will be fully disintegrated. There are also plans for using waste as replacement fuel in the production of cement, which is yet another possibility for reducing harmful effects of greenhouse gases.

jskom procesu prema tržišnom gospodarstvu, pa se obvezala da će održavati ispuštanje stakleničkih plinova na razini iz 1990. godine. *Kyotski protokol*, koji je stupio na snagu u veljači 2005., Hrvatska je ratificirala prije dvije godine (NN br. 05/07), što je i jedan od uvjeta za primanje u punopravno članstvo Europske unije.

U našoj je zemlji povećanje emisije stakleničkih plinova u posljednjih deset godina gotovo 3,5 posto na godinu, pa su potrebna znatna smanjivanja kako bi se ostvario cilj preuzet prihvaćanjem *Kyotskog protokola*. To se smanjivanje može ostvariti samo primjenom troškovno učinkovitih mjera za smanjivanje ispuštanja stakleničkih plinova koje trebaju postati sastavnim dijelom sektorskih gospodarskih programa i strategija. Povećanje svijesti o potrebi zaštite okoliša i usklađivanje postojeće zakonske regulative s propisima Europske unije omogućilo je donošenje niza strateških i provedbenih dokumenata, ali i provedbu mnogih projekata i inicijativa na području gos-

podarenja otpadom u nas u posljednjih nekoliko godina. Strategija gospodarenja otpadom Europske unije, koja se temelji na Okvirnoj direktivi o otpadu i Direktivi o odlaganju otpada te drugim propisima, postavila je materijalnu i energetske oporabu ispred odlaganja otpada u sustavu gospodarenja otpadom, a tu je uključena i većina mjera koje pridonose smanjivanju ispuštanja stakleničkih plinova u atmosferu.

U *Zakonu o otpadu* (NN br. 178/04, 111/06) i *Strategiji gospodarenja otpadom Republike Hrvatske* (NN br. 130/05) za strateški je cilj istaknuta potreba uspostave učinkovitoga sustava gospodarenja otpadom, a *Planom gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj od 2007. do 2015. godine* (NN RH 85/07) (PGO) stvoreni su preduvjeti za uspostavu cjelovitoga sustava. Utvrđena je i dinamika primjene mjera iskorištavanja materijalnih i energetskih potencijala komunalnog otpada i odlagališnog plina, a to su ujedno i mjere za smanjivanje emisije stakleničkih plinova.

Mjera	Učinak na atmosferu	Dokument
Sanacija i zatvaranje svih postojećih odlagališta komunalnog otpada uz ugradnju sustava aktivnog ili pasivnog otplinjavanja	Smanjuje se emisija metana do 50% u odnosu na prijašnje stanje	PGO, Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN RH 117/07)
Postavljanje ciljeva za smanjenje udjela biorazgradivog otpada u komunalnom otpadu (do 2020. godine - 35% masenog udjela biorazgradivog komunalnog otpada koji je proizveden 1997. godine.)	Smanjenje emisije metana zbog smanjenja količine odloženog biorazgradivog otpada	PGO
Uspostava sustava primarnog odvajanja komponenti komunalnog otpada – izdvajanje segmenata otpada koji se mogu reciklirati ili ponovno upotrijebiti ili oporabiti.	Ušteda na sirovinama i energiji koja je potrebna da se proizvede određeni proizvod koji bi inače završio na odlagalištu	Pravilnik o gospodarenju otpadnim električnim i elektroničkim uređajima i opremom (NN RH 74/07.) Pravilnik o gospodarenju otpadnim vozilima (NN RH 136/06.) Pravilnik o gospodarenju otpadnim baterijama i akumulatorima (NN RH 133/06.) Pravilnik o gospodarenju otpadnim uljima (NN RH 124/06.) Pravilnik o gospodarenju otpadnim gumama (NN RH 40/06.) Pravilnik o ambalaži i ambalažnom otpadu (NN RH 97/05.)
Otpad mora biti obraden prije odlaganja	U obradi se kontrolirano gospodari segmentima komunalnog otpada pa se smanjuje emisija metana	Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN RH 117/07)
Uspostava CGO pri čemu se komunalni otpad obrađuje/spaljuje, a ostatak kontrolirano odlaže uz primjenu mjera zaštite.	Proizvodi se bioplina, energija ili se plinovi spaljuju na baklji.	PGO Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN RH 117/07) Uredba o graničnim vrijednostima emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN RH 21/07)
Mehaničko-biološka obrada - proizvodi se gorivo iz otpada i organska inaktivna komponenta	Gorivo iz otpada koristi se kao energent koji zamjenjuje fosilno gorivo. Iz organske komponente proizvodi se bioplina koji zamjenjuje fosilno gorivo.	PGO Pravilnik o praćenju emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN RH 1/06)

Prikaz mjera i njihova učinka na atmosferu u sustavu gospodarenja otpadom

### Gospodarenje otpadom i klimatske promjene

Gotovo dva stoljeća trajao je industrijski i gospodarski razvitak onoga što se danas naziva razvijenim svijetom. No kako je klima nedjeljiva i ne poznaje državne granice, posljedice općega zagađenja snose i oni koji pripadaju nerazvijenom svijetu. Sveukupne ljudske aktivnosti stalno povećavaju koncentraciju stakleničkih plinova u atmosferi, a to će nesumnjivo izazvati znatno zatoplji-

vanje Zemljine površine i druge s tim povezane promjene klime u idućih nekoliko desetljeća.

Sustav gospodarenja otpadom znatno utječe na sve sastave u okolišu i na povećanje zagađivanja tla, voda (površinskih i podzemnih) i zraka. Staklenički plinovi koji najviše pridonose globalnom zatopljenju su ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) i dušični oksidul (N<sub>2</sub>O), od kojih ugljični dioksid ima globalni potencijal zatopljenja 1 i služi za usporedbu, a metan i dušični oksidul imaju mnogo veći – 21 GWP odnosno 310 GWP (*Global Warming Potential*). Odlaganje komunalnog otpada, koji je jedna od djelatnosti u sustavu gospodarenja otpadom, predstavlja izvor emisije metana (CH<sub>4</sub>) i ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferu, a do toga dolazi zbog anaerobnih i aerobnih procesa razgradnje organskog otpada u odlagalištima.

Pri uspostavi sustava gospodarenja otpadom valja se brinuti o tome kako osigurati ne samo sigurnu obradu i odlaganje otpada, već i sustav obrade stakleničkih plinova koji mora



Jedno od divljih odlagalište

biti sastavni dio cjelokupnoga gospodarenja otpadom. Prema procjenama, od 2007. u Hrvatskoj je u postupku sanacije 298 odlagališta komunalnog otpada, od čega je približno 50 službenih odlagališta već sanirano, odnosno gotovo 1.000.000 m<sup>3</sup> otpada sigurno odloženo, i na taj je način smanjeno ili uklonjeno ispuštanje štetnih tvari u okoliš, osobito stakleničkih plinova. U projektnoj dokumentaciji za odlagališta veća od 10.000 m<sup>3</sup> otpada bilo je predviđeno aktivno otplinjavanje (spaljivanje na bakljama), dok je za odlagališta koja su imala manje od 10.000 m<sup>3</sup> odloženog otpada bilo propisano pasivno otplinjavanje tijela odlagališta s pomoću biofiltera. I jedan i drugi sustav mogu ukloniti do 50 posto ukupno proizvedenog metana u tijelu odlagališta.

U postupku sanacije je i više od 500 divljih odlagališta od čega je dosad sanirano više od 300 lokacija, a sanacija se takvih odlagališta planira završiti do kraja 2010. godine.

Dosadašnje su aktivnosti, poput mjera određenih hijerarhijskim načinom gospodarenja otpadom i provedbom sanacije legalnih i divljih odlagališta, izazvale očito smanjivanje emisije metana iz sustava gospodarenja otpadom, a taj će se trend i dalje nastaviti, sve do potpune izgradnje novih centara za gospodarenje otpadom.

### Plan gospodarenja otpadom u Hrvatskoj

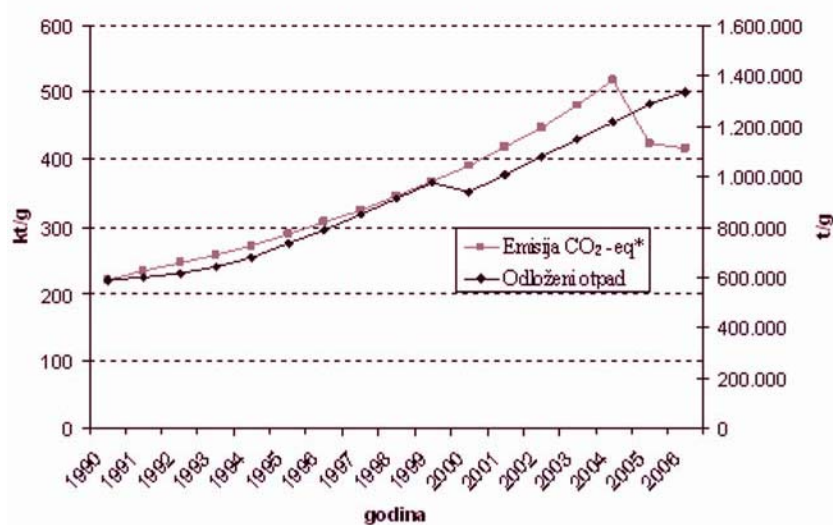
Svaki ozbiljan posao, a gospodarenje komunalnim otpadom nije u tome izuzetak, započinje izradom temeljitog plana. Plan gospodarenja otpadom (PGO), osim što uređuje sustav gospodarenja otpadom, sadrži niz izravnih i neizravnih mjera za smanjivanje ispuštanja stakleničkih plinova u okoliš. Uz taj je Plan donesen i cijeli niz drugih zakonskih propisa koji su povezani sa sustavom gospodarenja otpadom, a njihova primjena također utječe na količine stakleničkih plinova.

Uspostava županijskoga ili regionalnoga sustava gospodarenja otpadom podrazumijeva gradnju Centra za gospodarenje otpadom (CGO) u županiji ili regiji (više udruženih županija). U CGO-u se prihvaća otpad prikupljen skupljačkom mrežom područja u blizini CGO-a ili prikupljen u pretovarnim stanicama. U CGO-ima se odvijaju različite aktivnosti vezane za obradu otpada prije njegova konačnog odlaganja na odlagalištu neopasnog otpada koji je ujedno i sastavni dio svakog CGO-a. Te su aktivnosti: prihvata, obrada sortiranog ili nesortiranog otpada, prikupljanje otpada koji se može ponovno uporabiti ili reciklirati, sakupljanje i daljnja predaja opasnog otpada, prikupljanje i raspodjela otpada koji se može iskorištavati u druge svrhe, energetska iskorištavanje pojedinih frakcija otpada te odlaganje obrađenog otpada.

Prema prijedlozima planova gospodarenja na razini županija, najčešće je planirana tehnologija obrade komunalnog otpada bila mehaničko-biološka obrada (MBO). U PGO-u na razini Hrvatske, za procjenu troškova gospodarenja komunalnim otpadom odabrana je MBO tehnologija s biorektorskim odlagalištem, gdje se u fazi mehaničke obrade u količini od gotovo 35 posto frakcija

otpada s energetska vrijednošću može dalje iskorištavati kao obnovljiv izvor energije, tzv. gorivo iz otpada (GIO). Uporabom goriva iz otpada smanjuje se uporaba određenih količina fosilnih izvora energije pa se tako pridonosi smanjivanju ispuštanja stakleničkih plinova u atmosferu. Smanjuje se i količina CO<sub>2</sub> koji bi nastao kao produkt izgaranja jer se u organskom sadržaju komunalnoga otpada CO<sub>2</sub> smatra neutralnim. Smanjivanjem količine odloženog otpada manja je i količina ispuštenoga CH<sub>4</sub> do koje bi došlo nakon odlaganja otpada.

Nakon daljnje faze anaerobne obrade biorazgradivoga obrađenoga komunalnog otpada (osušenoga i djelomice stabiliziranoga), ta se njegova frakcija odlaže u tzv. biorektorskim odlagalištima. Biorektorsko odlagalište mora svojom izvedbom prema posebnom propisu udovoljavati svim zahtjevima za odlagalište neopasnog otpada. Tijekom punjenja biorektorskog odlagališta proces metanogene razgradnje u potpunosti je zaustavljen zbog niskoga udjela vlage, a proces se potiče dodatkom vode kada se odlagalište napuni otpadom, te se izvede pokrovni brtveni sloj i prateća infrastruktura za prikupljanje plina. Polje za odlaganje biorazgradivog dijela otpada obično



Grafički prikaz emitiranja CO<sub>2</sub>-eq

se dimenzionira za punjenje u razdoblju od pet godina. Prosječno je vrijeme iskorištavanja bioplina približno 5 godina, nakon čega je organska tvar iz otpada potpuno razgrađena i ostaje na odlagalištu.

Iskorištavanjem komunalnog otpada kao zamjenskoga goriva u proizvodnji cementa do 2020. godine također se procjenjuje mogućnost smanjivanja emisije stakleničkih plinova od oko 400 kilotona (kt) CO<sub>2</sub>-eq (eq - ekvivalent, jedinica za opisivanje količine kemijske vrste, koji bi se dobilo izgaranjem nafte) na godinu. Vjeruje se da će realizacija postavljenih ciljeva u Planu gospodarenja otpadom imati višestruke učinke na smanjivanje emisije stakleničkih plinova CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> u atmosferu.

U 2009. godini u fazi projektiranja i izgradnje nalaze se četiri centra za

gospodarenje otpadom. Na temelju izrađenih procjena nastajanje komunalnog otpada do 2020. godine bez uspostave sustava planiranog gospodarenja otpadom emitiralo bi se na godinu otprilike 450 kt CO<sub>2</sub>-eq. Bioreaktorska stabilizirana komponenta otpada je u razdoblju do zatvaranja polja i njegove aktivacije neaktivna. Dodatni učinci moći će se ukalkulirati u ukupne emisije stakleničkih plinova na razini Hrvatske tek 2015. godine kada će početi energetska iskorištavanje biorazgradive komponente komunalnog otpada. Električna energija proizvedena u bioreaktorskim odlagalištima za proizvodnju plina smanjit će odgovarajuću (ekvivalentnu) količinu fosilnih goriva koja bi se u međuvremenu potrošila.

Primjenom mjera utvrđenih hijerarhijskim sustavom gospodarenja ot

padom, koje su ujedno i mjere za smanjenje ispuštanja stakleničkih plinova u atmosferu, takvi se plinovi mogu smanjiti za gotovo 800 kt CO<sub>2</sub>-eq u 2012. godini, što je gotovo 2,4 posto emisije u odnosu na polaznu godinu. Smanjivanje emisije od 1000 kt CO<sub>2</sub>-eq može se ostvariti primjenom mjera do 2020. godine.

Mjere za smanjivanje emisije stakleničkih plinova u gospodarenju otpadom trebaju postati sastavnim dijelom strategije cijeloga sektora, a ujedno predstavljaju i mjere za postizanje nacionalnih ciljeva smanjivanja ispuštanja stakleničkih plinova u atmosferu, što je posebno važno iz perspektive hrvatskih obveza u odnosu na Kyotski protokol.

Jadranka Samokovlija Dragičević

Snimio: Luka Dragičević

## NOVO POSTROJENJE ZA MEHANIČKO RECIKLIRANJE EE OTPADA U DONJOJ BISTRI

U skladu s državnom koncesijom za obavljanje poslova obrade otpadnih električnih i elektroničkih uređaja i opreme za područje Republike Hrvat-



Slika 1. Primarna obrada EE otpada

ske dobivenom 1. studenog 2007., tvrtka *Spectra Media d.o.o.* sa sjedištem u Zagrebu izradila je projekt za izgradnju Tehničkog centra za proizvodnju metalnih prerađevina recikliranjem iz EE otpada.

Električni i elektronički (EE) otpad jedan je od najbrže rastućih vrsta otpada, kako tehnologija napreduje tako tehnički uređaji postaju sve jeftiniji i dostupniji, a njihov vijek trajanja sve kraći. Prema procjeni Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva u Hrvatskoj svake godine nastaje oko 30.000 do 45.000 t EE otpada, odnosno 6,6 do 10 kg/stan/god. Sustav prijave i sakupljanja organiziran je preko besplatnog telefona ili preko internet-skih stranica ovlaštenih sakupljača (Flora VTC Virovitica, Spectra Media Zagreb, Cezar Zagreb, Metis Rijeka).



Slika 2. Ručno odvajanje vrijednih komponenta

Sav sakupljeni otpad preuzima se u pogonu u Virovitici, gdje se obavlja primarna obrada. Ona podrazumijeva prvu radnju izdvajanja opasnih komponenata: baterija, tonera, elek-

trolitskih kondenzatora, živinih prekidača, ulja i HCFC plinova (slika 1.).

Većim dijelom odvaja se plastika, a posebno plastika koja u sebi sadrži bromide. Dalje se ručno odvajaju vrijedne komponente kao što su elektromotori, žice, pločice i transformatori (slika 2.).

Rastavljeni i u bale sortirani EE uređaji odvoze se kamionima u pogon u Donjoj Bistri (slika 3.).



Slika 3. Sortirani EE uređaji

Primarno obrađenim otpadom, koji stiže iz pogona u Virovitici, puni se transportna traka koja vodi materijal do prvog usitnjivača od 78 mm (slika 4.).



Slika 4. Dio pogona s transportnom trakom

Usitnjeni se materijal magnetnim separatorom odvođa na dvije transportne trake, gdje se ručno odvajaju preostale opasne komponente od vrijednih komponenata (slika 5.).



Slika 5. Ručno odvajanje preostalih opasnih komponenti

Ostatak materijala dolazi do četveroosovinskog usitnjivača koji usitnjava materijal na veličinu 28 mm (slika 6.).



Slika 6. Pogon za usitnjenje

Magnetnim separatorima izdvaja se željezo, koje se ovako obrađeno plasira na tržište sekundarnih sirovina. Preostali materijal prenosi se sljedećom transportnom trakom na EDDY strujni odjeljivač u kojem se s pomoću brzo mijenjajućeg magnetskog polja odvajaju nemetali od plastike. Metali poput bakra, aluminija i mesinga idu dalje u mlin čekićar. Nakon toga materijal dolazi na sito koje odvaja frakcije veličine do 3 mm i veće. Tako odvojene frakcije padaju na zračni separator koji odvaja lakšu frakciju (aluminij) i težu frakciju (bakar i mesing) (slika 7.).



Slika 7. Uređaj koji odvaja frakcije veličine do 3 mm i veće

Postotak reciklaže postrojenja u Donjoj Bistri je više od 95 posto. Od materijala koji dolazi u pogon ne može se ponovno upotrijebiti svega 2 do 3 posto. Sve ostalo je vrijedna

sirovina koja se upotrebljava za izradu istih aparata koji se recikliraju (slika 8.).



Slika 8. Frakcije dobivene recikliranjem EE otpada

Prošle je godine obrađeno oko 3.500 t otpada - od tih 3.500 t 12 t je bio ostali otpad, a 130 t opasni otpad. Ostali se otpad može odlagati na komunalna odlagališta, a opasni se otpad šalje u spalionice u Grazu i Beču. Cjelokupno je upravljanje linije za recikliranje automatizirano i obavlja se iz upravljačkog centra. Nazivna snaga postrojenja je 350 kW s kapacitetom od 4.000 kg/h. Kapacitet obaju pogona u jednoj smjeni je 12.000 t/god. U ovom trenutku to je daleko više nego što ima otpada. Cilj je ministarstva skupiti 4 kg/stan/-/god. Ako se to ostvari radit će se o 18.000 t/ god EE otpada. Prvu kategoriju EE otpada obrađuje tvrtka Cezar. Toj kategoriji pripadaju hladnjaci, štednjaci, perilice što čini otprilike 40 posto otpada. U pogonu u Donjoj Bistri ostaje 12. 000 t/god., što se može obraditi sa 60 zaposlenika u jednoj smjeni u godinu dana. Specifičnost je postrojenja što s malo utroška energije proizvodi vrlo vrijednu sirovinu. Dobivaju se frakcije metala koje su jako dobre za talionice (slika 9.).



Slika 9. Frakcije metala za talionicu

Fracije su male i svi komadići su isti pa talionicama treba vrlo malo energije da bi ih talili i prerađivali. Pogon je sagrađen na vlastitom građevinskom zemljištu tvrtke *Specra Media*, veličine 4.470 m<sup>2</sup>. Hala ima 2.114,85 m<sup>2</sup>, a podijeljena je u dva dijela: uredi, garderobe, zajedničke prostorije za zaposlenike te proizvodni pogon u kojem se nalazi postrojenje i dio za ručno rastavljanje otpada na katu. Vrijednost investicije bila je

20,2 milijuna kuna. Zemljište i građevina vrijedni su 8,6 milijuna kuna, oprema 11,6 milijuna kuna. Od toga za liniju za recikliranje EE otpada uloženo je 10,8 milijuna kuna, a na ostalu opremu (specijalna vozila za prijevoz kontejnera, transportne trake za ručno rastavljanje, mosna vaga) utrošeno je 0,8 milijuna kuna.

Dio opasnog otpada izvozi se iz Hrvatske u spalionice u Austriji, Njemačkoj ili Francuskoj. Preostale

komponente: plastika, staklo i metali (željezo, bakar, aluminij, plemeniti metali) odvajaju se, drobe i mehanički obrađuju. Kao takve ponovno se rabe kao sekundarne sirovine i vraćaju u proces proizvodnje novih uređaja. Time se smanjuje eksploatacija prirodnih resursa i čuva se okoliš i planet za buduća pokoljenja.

Smiljan Mahečić

Izvor: *Tehnoeko* 3/2009