

## **Odlagalište komunalnog otpada: grobnica sirovina i energije opasna za okoliš i zdravlje ljudi**

Autori: Zlatko Milanović\*, Marija Novosel\*, Antonija Hojnik Vukojević\*,  
Magda Pehnac\*

\*Zagrebački holding d.o.o., Podružnica ZGOS; Zeleni trg 3, 10000 Zagreb

### Sažetak

Odlaganje je najjeftiniji postupak zbrinjavanja otpada. Istovremeno prema ekotoksikološkim vrednovanjima odlaganje je daleko najnepovoljniji način zbrinjavanja otpada. U tijelo odlagališta otpada ukopane su goleme vrijednosti sirovina i energije. Zato su odlagališta otpada grobnice prirodnih vrijednosti, koje kroz dugo vrijeme ugrožavaju okoliš i zdravlje ljudi. Polazeći od tih spoznaja nastoji se i odlagalište otpada održivo osmisliti.

Održivo odlaganje polazi od obveze da se komunalni i slični proizvodni otpad prije odlaganja obrađuje. Tek inertizirani otpad odložen u tijelo odlagališta jamči zaštitu okoliša i zdravlja ljudi. Međutim jedino je Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom održivo rješenje za otpad. Praktično to znači da je dugoročno prihvatljivo rješenje samo „bezdeponijski koncept“. Svakako treba na odlagalište usmjeriti samo onaj otpad koji se nije izbjegnulo, smanjio, reciklirao, kompostirao odnosno oporabio.

U Hrvatskoj još najveće količine komunalnog otpada odbacuju se na neuređena odlagališta otpada. Zahvaljujući naporima države i pojedinih jedinica lokalne samouprave u Hrvatskoj je sve manje neuređenih odlagališta-smetlišta, a sve je više uređenih odlagališta. Projektima sanacije stara se smetlišta transformiraju u uređena odlagališta otpada. Međutim stvarno se ne radi o sanaciji, već samo o tehničkim mjerama osiguranja (izolacije od okoliša) starih smetlišta. Tek na jednom hrvatskom uređenom odlagalištu iskorištava se energetska vrijednost odloženog komunalnog otpada.

Prema osnovnim hrvatskim strateškim smjernicama prije odlaganja komunalni i slični proizvodni otpad se treba obraditi u MBO odnosno u TO. U tom cilju otvara se, pored tri vrste odlagališta, i novi pojam bioreaktorskog odlagališta. Svakako je sanacija/osiguranje smetlišta izuzetno vrijedan, ali ne dovoljan, korak prema održivosti. Obrada ostatnog otpada prije odlaganja ne samo što smanjuje nepovoljne utjecaje na okoliš i zdravlje ljudi nego umnogome povećava iskoristivost ostatnog otpada odnosno smeća.

U konačnici cilj je potpuna prerada otpada. To je cilj održivog razvoja odlagališta, budućnost bez nadzemnog odlaganja komunalnog otpada. Glavni prijepori su kako doći do cilja. Obrada otpada prije odlaganja je važna i neizbježna karika, ali nikako to nije konačni cilj.

Ključne riječi: komunalni otpad, bezdeponijski koncept, odlagalište otpada,  
Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (CSGO)

# **Municipal solid waste landfill: cemetery of raw materials and energy, hazard to environment and human health**

**Authors:** Zlatko Milanović, Marija Novosel, Antonija Hojnik Vukojević, Magda Pehnc

Abstract:

Waste disposal is the cheapest way of waste treatment. At the same time, according to ecotoxicological valorization, disposal is the most unfavorable waste treatment method. Enormous values of raw materials and energy are buried in the landfill body. It is clear that landfills of waste are cemeteries of natural values, which endanger environment and human health. Starting from that knowledge, landfills should be organized in sustainable manner.

Sustainable landfilling results exclusively from requirement that municipal and similar waste should be pretreated before landfilling. Only inert waste disposed in the landfill body guarantees protection of environment and human health. However, integrated waste management system is sustainable solution for waste. Practically, it means that only „no-landfills concept“ is long-term acceptable solution. Only waste that couldn't be avoided, reduced, recycled, composted or reused should be directed to the landfill.

In the Republic of Croatia, greatest amounts of municipal waste are disposed at unsanitary landfills. Thanks to the efforts of the Government and some local self-government units, there are less unsanitary landfills and more sanitary landfills in the Republic of Croatia. Through remediation projects old dumpsites are transformed in sanitary landfills. However, only insuring of old dumpsites is being done, not actual remediation. Only one sanitary landfill in the Republic of Croatia uses energy value of disposed municipal waste.

According to the Croatian strategic guidelines, municipal and similar production waste should be pretreated in mechanical biological or thermal treatment plants. To that end, beside three types of landfills, we are facing new type: bioreactor landfill. Remediation/insurance of dumpsites is very important, but not sufficient, step towards sustainability. Treatment of remained waste before disposal

decreases unfavorable impacts on environment and human health and increases efficiency of remained waste, i.e. trash.

**Key words:** landfill, municipal waste, integrated waste management system

## 1. Uvod – opasnosti i rizici odlaganja otpada

U Nacionalnoj strategiji zaštite okoliša Republike Hrvatske (2002. godina) konstatira se, da je neodgovarajuće gospodarenje otpadom jedan od najvećih problema okoliša u RH <sup>(5)</sup>. Tada je i upozoreno, da je izgradnja uređaja za pročišćavanje otpadnih voda investicijski gledano veće opterećenje, ali za razliku od problematike otpada, na području voda problemi financiranja i organizacije jesu riješeni <sup>(5)</sup>.

Na području otpada, već tada prije osam godina, upozorilo se na „negospodarsko ponašanje u odnosu na moguće iskorištavanje materijalnih i energetskih potencijala otpada“ <sup>(5)</sup>. Nabrojano je i pet glavnih problema otpada:

- nesanitarni način odlaganja,
- niski stupanj recikliranja,
- zanemarivi udio tehnologija obrade otpada,
- nedostatan nadzor toka otpada,
- veliki broj neriješenih problema!

Nešto kasnije, 2003. godine, Mladen Ružman zamjenik ministra zaštite okoliša i prostornog uređenja je upozorio da „ gradovi koji ne saniraju svoja odlagališta biti će prekršajno kažnjeni“ (Novi list 08.05.03.) Nastavno je on govorio o “ 10 do 12 regionalnih odlagališta koja bi se modularno priključila na centralno odlagalište za zbrinjavanje otpada“. Gospodin Ružman ističe i

važnost gradnje regionalnih „tvornica otpada“ , te naročito upozorio na rješavanje problema otpada u hrvatskim turističkim područjima.

Citirane izjave gospodina Ružmana oslikavaju tadašnja promišljanja hrvatskih čelnika. Koliko su danas takva promišljanja promijenjena? I ove 2010. godine u ljetnoj sezoni vrlo veliki su bili problemi s neodgovornim i nepropisnim odlaganjem otpada (npr. Biograd), ali veliki problemi su bili i svih prijašnjih godina (npr. Murter, Hvar, Makarska). Da li je ijedan lokalni moćnik smijenjen, a poznato je da za komunalna odlagališta upravo odgovaraju jedinice lokalne samouprave?

Još uvijek se dešavaju možda i vrlo zabrinjavajuće situacije. Ove godine je inspekcija zaštite okoliša zabranila „namjerno zapaljenje“ odnosno korištenje jednog lokalnog komunalnog odlagališta dok se ne ugasi vatra. Reakcija lokalnog moćnika je bila zastrašujuća. Sjetiti se treba da je početkom novog milenija u RH zbog neprovođenja hrvatskog propisa o odlagalištima otpada smijenjena glavna inspektorica, a niti jedan od lokalnih čelnika!

Posljednje četiri godine usvojeni su u RH propisi koji određuju odlaganje otpada <sup>(7,11)</sup>. To je omogućilo uređivanje smetlišta i gradnju novih uređenih odlagališta. Doduše neki od tih propisa nameću suvišno administriranje (npr. vođenje Pratećih listova unutar iste tvrtke samo u Zagrebu „zapošljava“ 5 radnika i proizvodi godišnje 2 tone papira koji se uredno baca u skladišta!)

Znano je da sve količine smeća odnosno zaostalog komunalnog otpada u RH završavaju na smetlištima odnosno odlagalištima. Tek u nekim hrvatskim sredinama (npr. Čakovec 700 kn/t, Zagreb 322 kn/t + PDV) obračunava se trošak odlaganja. Odlaganje je daleko najjeftiniji način zbrinjavanja otpada. Tako i u razvijenim zemljama, gdje se otpad odlaže isključivo na uređena odlagališta, jedna od analiza pokazuje da zbrinjavanje plastike odlaganjem, u odnosu na reciklažu odnosno uporabu, može imati čak tri do sedam puta manji trošak (300 prema 2100 eura/t) <sup>(17)</sup>.

Za RH ulazak u EU je posebno prioritetan cilj, koji nameće vrlo važne obveze za postupanje s otpadom. Kod toga uvijek treba znati da je „*Europska unija kontigentni proizvod svojih institucija... Lisabonski ugovor (1. prosinac 2009.) pokazuje kako povremeno ponovo usklađivanje EU sustava, koji je –a priori- nestabilan, jer svaki nezadovoljan partner misli da će pri ponovnom definiranju imati izgleda da stekne bolju poziciju... Rezultat je još složeniji sustav, iako je cilj reforme EU bilo pojednostavljenje i racionalizacija.*“ <sup>(18)</sup>. Zato za RH treba biti cilj izbjegavanje odlaganja otpada, a ne slijepo preslikavanje EU pravila. Tablica 1 zorno pokazuje svu različitost u gospodarenju otpadom unutar EU. Odlaganje se unutar EU tako kreće, ovisno od zemlje, od 0,7 % (Njemačka) do 91 % (Poljska).

Tablica 1: Gospodarenje otpadom u Europskoj Uniji (Izvor: C. Spohn ITAD e.V. *Abfallsymposium, IFAT 2008*)

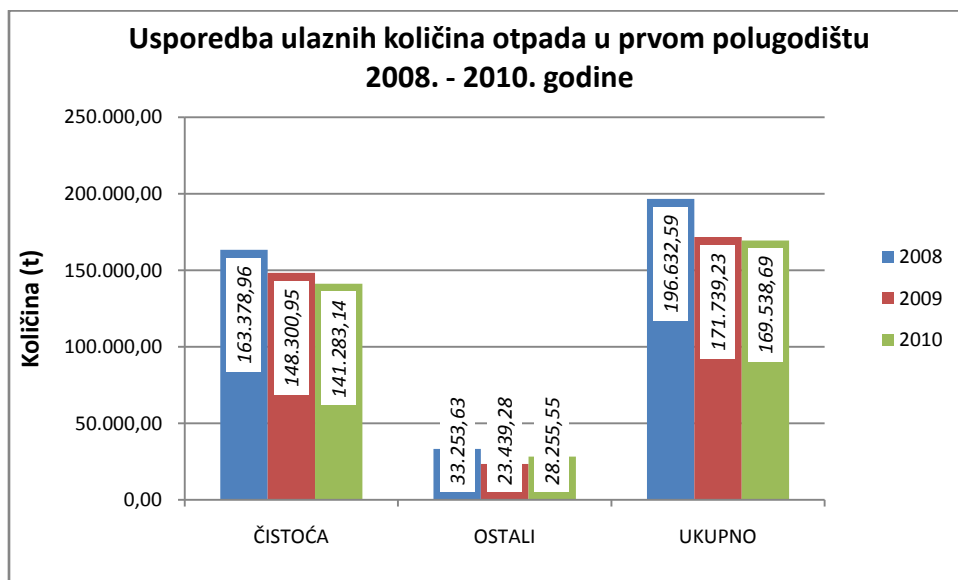
<b>GOSPODARENJE OTPADOM U EU</b>			
<i>(Izvor: C. Spohn ITAD e.V. „Energieeffizienz und Klimaschutzpotenzial von WtE-Anlage in Deutschland“, AbfallSymposium, IFAT 2008)</i>			
*WtE = energane na otpad			
<b>Zemlja</b>	<b>Odlaganje</b>	<b>WtE</b>	<b>Reciklaža</b>
Njemačka	1% (0,7)	32%	67%
Nizozemska	2%	34%	64%
Belgija	5%	33%	62%
Danska	5%	40%	55%
Švedska	5%	47%	48%
Austrija	10%	29%	61%
Luksemburg	19%	38%	43%
Francuska	35%	33%	32v
Španjolska	50%	7%	43%
Italija	52%	12%	36%
Finska	58%	9%	33%
UK	60%	9%	31%
Portugal	63%	22%	15%
Češka	79%	10%	11%
Mađarska	81%	8%	11%
Grčka	87%	0%	13%
Poljska	91%	0,37%	9%

## **Odlaganje otpada u Zagrebu**

Zagreb unutar RH prednjači u razvoju gospodarenja otpadom (npr. prvo sanirano odlagalište, prvi spremnici za odvojeno skupljanje, prvo reciklažno dvorište, uvođenje cjelovitog sustava gospodarenja otpadom, biokompostana, reciklaža građevinskog otpada, renta za izgubljenu vrijednost nekretnina). Posljednjih godina i druge hrvatske sredine slijede, a u nekim postupcima i nadmašuju Zagreb (npr. Čakovec, te donekle i Krk). U Zagrebu je uvođenjem sustava odvojenog skupljanja ambalaže zapravo došlo do zastoja primarne reciklaže. Najnoviji projekti Čistoće Zagreb (namještaj, „divlji“ deponiji, otpad iz čistilica, skupljanje od vrata do vrata) najavljuju daljnje značajno povećanje reciklaže.

Vjerovati treba da će se mijenjati praksa u nadzoru toka otpada na području Zagreba. Dok je u prvom polugodištu 2010. godine na postrojenje za reciklažu građevinskog otpada zaprimljeno jedva 6000 tona, u okolici središta Zagreba postoji čitav niz lokacija na kojima se bez nadzora prima i neodgovorno zbrinjava - odbacuje građevinski otpad. Početkom srpnja (VL 9. srpanj 2010.) objavljena je vijest kako je intervencijom inspekcije zaštite okoliša spriječeno daljnje nepropisno odlaganje na jednoj lokaciji u Sesvetama. Nepovoljno je što je do izlaska inspekcije došlo tek na intervenciju građana.

Tablica 2: Odložene količine na odlagalištu Prudinec u Jakuševcu, u prvom polugodištu od 2008.- 2010.



U tablici 2 je usporedni pregled polugodišnjih količina odloženog otpada na odlagalištu Prudinec u Jakuševcu. Količine odloženog otpada zadnjih dvadesetak godina u Zagrebu su se i smanjivale i povećavale. Načelno od polovice devedesetih količine bilježe višestruko smanjenje. Od 2008. godine količine se stalno smanjuju. Konkretno s područja Zagreba odloženo je 163.379 tona u 2008. godini, a u 2010. odloženo je samo 141.283 tona.


Analize pokazuju <sup>(2,39)</sup> da u Zagrebu dolazi do povećanja odvojenog skupljanja otpada iznad 25 težinska postotka. Isto je omogućeno djelovanjem FZOEU, povećanjem malootkupa i rastom biokompostiranja. Očekuje se da će uz projekte koje priprema Čistoća Zagreb odvojeno skupljanje komunalnog otpada

narasti do 50 posto. Posljednjih godina u zemlji je recesija, koja vjerojatno smanjuje količine komunalnog otpada.

Zagreb je već početkom devedesetih godina promovirao Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom konkretiziran tzv. Studijom ARGE. Prema aktualnom prijedlogu Plana gospodarenja otpadom Grada Zagreba <sup>(1)</sup> izabran je „bezdeponijski“ koncept utemeljen na termičkoj obradi uz maksimalno provedivo odvojeno skupljanje i recikliranje, pri čemu su mjere izbjegavanja neprijeporan prioritet.

U Zagrebu projekt PTOOZ (postrojenja za termičku obradu otpada Zagreb) rješava i problem mulja iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, a proizvedena energija treba se iskoristiti u mreži daljinskog grijanja Zagreba i elektroprivredi. Već dulje vrijeme traju prijepori oko štetnih emisija iz PTOOZ, koji u konačnici predlažu da se i Zagreb odluči za MBO i bioreaktorsko odlagalište. Mjerenja iz suvremenih postrojenja za TO pokazuju da su plinovite emisije daleko ispod dozvoljenih vrijednosti (tablica 3).

Tablica 3: Plinovite emisije iz postrojenja za TO njemačkog grada Hannover-a u 2008.



**Emissionsdaten des Jahres 2008**

**der Thermischen Restabfallbehandlungsanlage Hannover EEW Hannover GmbH  
in Hannover-Lahe, Moorwaldweg 310**

gemäß § 18 der 17. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (17. BImSchV)

Verfahrenslinie		1	2	
<b>Allgemeine Daten</b>				
Verbrannte Restabfallmenge	t/a	118.815	110.983	
Mittlere Rauchgasmenge (trocken)	Nm <sup>3</sup> /t	5801	5555	
Betriebsstunden	h/a	8.231	7.747	
<b>Kontinuierliche Überwachung (Durchschnittswerte)</b>				<b>Genehmigte Werte</b>
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	0,00	0,00	10
NO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	116,6	121,4	200
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	16,7	17,8	50
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	3,8	3,3	10
C <sub>gesamt</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	0,4	0,6	10
Hg	mg/Nm <sup>3</sup>	0,0005	< 0,00001	0,030
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	8,3	10,3	50
NH <sub>3</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2,0	4,4	30
<b>Einzelmessungen (Mittelwerte)</b>				
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	< 0,01	< 0,01	1
Cd + Tl	mg/Nm <sup>3</sup>	< 0,0002	< 0,0002	0,05
Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	mg/Nm <sup>3</sup>	< 0,015	< 0,022	0,5
As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr	mg/Nm <sup>3</sup>	< 0,002	< 0,002	0,05
PCDD/PCDF	ng TE/Nm <sup>3</sup>	0,002	0,002	0,1

**Erläuterungen:**

<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; größer als</li> <li>&lt; kleiner als</li> <li>/ pro Maßeinheit</li> <li>°C Grad in Celsius</li> <li>t Tonne</li> <li>mg Milligramm (1 mg = 0,001 g)</li> <li>ng Nanogramm (1 ng = 0,000000001 g)</li> <li>Nm<sup>3</sup> Volumen des Gases im Normzustand (0°C, 1,013 bar)</li> <li>Staub Gesamtstaub</li> <li>NO<sub>2</sub> Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, angegeben als Stickstoffdioxid</li> <li>SO<sub>2</sub> Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid, angegeben als Schwefeldioxid</li> <li>HCl Gasförmige anorganische Chlorverbindungen, angegeben als Chlorwasserstoff</li> <li>C<sub>gesamt</sub> Organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff</li> <li>Hg Quecksilber u. seine Verbindungen, angegeben als Hg</li> <li>HF Gasförmige anorganische Fluorverbindung, angegeben als Fluorwasserstoff</li> <li>NH<sub>3</sub> Ammoniak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TE Toxizitäts-Äquivalent: Summenwert aus 17 verschiedenen Dioxinen und Furanen, die mit verschiedenen Äquivalenzfaktoren gewichtet werden</li> <li>Cd Cadmium und seine Verbindungen</li> <li>Tl Thallium und seine Verbindungen</li> <li>Sb Antimon und seine Verbindungen</li> <li>As Arsen und seine Verbindungen</li> <li>Pb Blei und seine Verbindungen</li> <li>Cr Chrom und seine Verbindungen</li> <li>Co Cobalt und seine Verbindungen</li> <li>Cu Kupfer und seine Verbindungen</li> <li>Mn Mangan und seine Verbindungen</li> <li>Ni Nickel und seine Verbindungen</li> <li>V Vanadium und seine Verbindungen</li> <li>Sn Zinn und seine Verbindungen</li> <li>PCDD/PCDF Dioxine und Furane</li> <li>DF Kohlenmonoxid</li> <li>CO Kohlenmonoxid</li> <li>O<sub>2</sub>-Gehalt Sauerstoffgehalt des Rauchgases am Ende der Nachverbrennungszone</li> </ul>
---	---

TO osigurava najbolje iskorištavanje energetske vrijednosti smeća odnosno zaostalog otpada, koji se mora odložiti (tablica 4). U europskim gradovima

razvijenih zemlja danas rade, a i grade se nova postrojenja za TO komunalnog otpada (npr. Švicarska-Zürich 44 % udio TO, Austrija-Beč 43 %, Švedska-Stockholm 58 %, Danska-Kopenhagen 52 %, Francuska-Paris 62 % itd.)<sup>(4)</sup>. Zahvaljujući TO komunalnog otpada mnogi europski gradovi diče se bezdeponijskim konceptom (npr. Kopenhagen, München). S druge strane u tranzicijskim zemljama, koje nemaju nikakva iskustva s TO (npr. Moskva, Zagreb) energane na otpad izazivaju snažne reakcije pojedinaca i nekih udruga. Jedna od anketa javnog mjenja tijekom 2009. godine pokazala je da većina građana (> 70%) smatra da je projekt PTOOZ jedan od prvih prioriteta Zagreba.

## **2. Održivost odlaganja otpada u RH**

Održivo odlaganje u RH, kao prioritetni problem odlaganja otpada detaljnije je razmatran već 2002. godine<sup>(6)</sup>, odnosno iste godine kada su od strane Sabora RH i Vlade RH usvojeni strateški dokumenti zaštite okoliša i gospodarenja otpadom<sup>(5)</sup>. U toj se analizi podsjeća, da li je nakon bezuspješne provedbe administrativne zabrane korištenja neuređenih odlagališta 1. siječnja 2002., aktualan novi nadnevak 1. srpanj 2003. Znano je da ni do 1. srpnja daleko najveći broj hrvatski odlagališta nije bio saniran. Usprkos tih činjenica do sada nijedan lokalni dužnosnik (ni načelnik općine ni gradonačelnik grada) nije smijenjen zbog neriješenog problema otpada. Ne treba posebno ni isticati da još uvijek neka velika hrvatska odlagališta nisu sanirana odnosno uređena.

Suštinsko je pitanje, zašto u široj javnosti nikada do sada nije potencirana odgovornost lokalnih dužnosnika radi nelegalnog korištenja smetlišta. S druge strane čak je i laiku jasno, da načelnik ili gradonačelnik koji odredi novu lokaciju za odlagalište otpada ili poveća postojeće ima izuzetno veliku šansu da više neće biti izabran.

Najveći pomaci prema održivom odlaganju otpada u RH učinjeni su posljednjih godina zahvaljujući aktivnostima Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (MZOPUG), koje je donijelo čitav niz propisa, ojačalo inspekcije i ustrojilo Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU). Prema jednom od posljednjih izvještaja MZOPUG objavljenog u javnosti (Vjesnik 8. srpanj 2010.) od 2005. do 2009. postupak sanacije pokrenut je za 299 odlagališta. Od tog broja na 76 odlagališta je sanacija završena, a 54 je zatvoreno uz premještanje otpada na druge lokacije. Također je FZOEU od 984 „divljih“ odlagališta 606 sanirao, dok je sanacija ostalih u tijeku.

Ostaje samo upitno, što nekome i nije osobito bitno, da li su tako financijski nagrađene one lokalne zajednice koje su zanemarivale i odugovlačile problem sanacije vlastitih neuređenih odlagališta. Proizlazi također da financijski nisu dobro prošle lokalne zajednice koje su prednjačile i vlastitim sredstvima sanirale smetlišta (npr. Zagreb). Proizlazi da u RH nisu korištene preporuke hrvatskih stručnjaka <sup>(6)</sup> ni europska iskustva, te nisu financijski destimulirane jedinice lokalne samouprave koje odgađaju uređenje vlastitih odlagališta.

Polovicom 2010. je u javnosti objavljeno, da će Inspekcija zaštite okoliša do kraja 2011. zatvoriti nepropisna odlagališta. Čini se da se ponavlja 2003. godina, prijete se inspekcijom a izbjegava financijsko destimuliranje korištenja neuređenih odlagališta.

Svakako je najvažnija činjenica da je 2007. usvojila Plan gospodarenja otpadom RH (Plan)<sup>(7)</sup>, kojim se predviđa gradnja Centara za gospodarenje otpadom s tehnologijama mehaničke, biološke i termičke obrade ostatnog otpada. To znači prijelaz na bioreaktorska odlagališta, ali ujedno i smanjenje odlaganja otpada. Istovremeno je osnivanjem FZOEU u RH osigurano značajno povećanje odvojenog skupljanja i reciklaže otpada. Na taj je način planski usmjeren održivi razvoj gospodarenja otpadom u RH. Naročito je važno moguće prije financijski istovremeno kažnjavati, one koji ne provode Plan, a stimulirati zajednice koje provode Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (CSGO) i napuštaju odlaganje otpada.

Do sada nije u RH izgrađeno nijedno MBO postrojenje, a bioreaktorsko odlagalište tek je opisano <sup>(7)</sup>, a provedba još ne postoji ni razini projekta. CGO u RH često se planiraju s uređenim odlagalištem komunalnog otpada. U osnovnom dokumentu iz 2007., koji određuje odlaganje otpada, bioreaktorsko se odlagalište ne određuje niti se spominje <sup>(11)</sup>. Problem odlaganja ostataka MBO obraditi će se u nastavku.

U tablici 4 je usporedba energetske efikasnosti iskorištavanja otpada iz koje proizlazi da izgaranje na roštilju jamči najviši stupanj (oko 75 %). Isto međutim ne treba biti osnova za odabir tehnologije obrade prije odlaganja, već samo usporedba ukupnih ekotoksikoloških koeficijenata svakog pojedinog projekta.

Tablica 4: Usporedba efikasnosti energetskog iskorištavanja otpada

Postupak obrade otpada	Specifična proizvodnja energije iz 1 Mg komunalnog otpada (7730 kJ)			Ukupni stupanj iskorištenja
	Električna energija (kWh)	Toplinska energija (MJ)	Ukupno (kWh)**	
Iskorištavanje deponijskog plina	200 – 270	900 - 1800	200 – 700	9 – 36 %
Anaerobna* biološka obrada	155 – 200	650 – 1450	335 – 600	18 – 48 %
Izgaranje na roštilju	345 (do 540)	4560 (do 5800)	1610 (do 2150)	oko 75 %
Piroliza + izgaranje	255 - 300	3330 - 3960	1180 - 1400	55 – 65%

### 3. „Zero landfill or zero waste“

U RH trenutno (2010.) središnju pozornost zauzimaju priprema za gradnju županijskih odnosno regionalnih CGO (Centara za gospodarenje otpadom), koji se temelje na uređenom odlaganju s mehaničko-biološkom obradom (neopasnog) otpada<sup>(7)</sup>. Izuzetak je grad Zagreb<sup>(1)</sup> gdje je planirana gradnja postrojenja za termičku obradu otpada (PTOOZ). Međutim austrijska iskustva<sup>(19)</sup> pokazuju da i kod TO (termičke obrade) i kod MBO (mehaničko biološke obrade) postoje problemi zbrinjavanja ostataka. Prema sadržaju  $C_{org}$  u ostacima obrade, kod TO ti su problemi manji. Obrada zaostalog otpada je smjer prema održivom odlaganju.

Neprijeporno i MBO i TO, kao postupci oporabe/obrade, prvenstveno trebaju smanjiti opasnosti i rizike odlaganja otpada. Iskorištavanje materijalnih i energetskih vrijednosti otpada ipak su od sekundarne važnosti. Međutim MBO ne može ispuniti uvjete sigurnog odlaganja ( $C_{org} < 2\%$ ). Do sada (simpozij u Hannover-u 2009.) MBO postrojenja nisu mogla  $C_{org}$  smanjiti ispod 15%! U općenitom promišljanju MBO je financijski povoljnija obrada<sup>(13)</sup>, iako kod toga treba voditi računa da ovisno od pojedinih lokalnih uvjeta MBO može biti čak i skuplja obrada zaostalog komunalnog otpada od TO (tablica 5).

Tablica 5: Troškovi obrade komunalnog otpada u EU, prema postupcima, 2000  
(Izvor: IPZ Uniprojekt MCF d.o.o., TD 1398)

Postupak obrade komunalnog otpada	Prosječna vrijednost troška, EUR/t obrađenog
Odlaganje	56
Spaljivanje	64
MBO (mehaničko-biološka obrada)	60-75
Izdvojeno skupljanje papira, metala ili stakla	40
Izdvojeno skupljanje plastike	400
Izdvojeno skupljanje električnog i elektronskog otpada (eng. WEEE)	300
Kompostiranje	35-50
Anaerobna digestija	65
Recikliranje papira	-450
Recikliranje plastike	150-300
Recikliranje metala	-22 (željezo); -945 (aluminij)
Recikliranje stakla	-34
Recikliranje WEEE	50-450

Kako MBO ne jamči dovoljno smanjenje rizika odlaganja komunalnog i sličnog proizvodnog otpada propisano je u RH bioreaktorsko odlagalište <sup>(7)</sup>. Općenito bioreaktorsko odlagalište je put prema održivosti jer omogućuje: a) povećanje energetske iskoristivosti otpada, b) skladištenje i/ili preradu procjedne vode, c)

povrat zračnog prostora odlagališta, d) smanjenje troškova motrenja i održavanja odlagališta <sup>(12)</sup>.

Laboratorijski su početkom sedamdesetih godina (Pohland), a demonstracijski polovicom osamdesetih godina (Natale & Anderson) dokazivane prednosti bioreaktorskog odlagališta. Krajem devedesetih godina prošlog stoljeća SWANA (Udruga za kruti otpad Sjeverne Amerike) ističe da više od 130 odlagališta reciklira procjedne vode. Međutim mnogi su odlučili prekinuti s recirkulacijom procjedne vode (Wintheiser) <sup>(12)</sup>. U to vrijeme i u Zagrebu se na plohi 1 saniranog odlagališta Jakuševac odustalo od recirkulacije procjedne vode (stvaranje lokvi vode zbog slabe propusnosti smeća).

Složenost bioreaktorskog odlagališta očituje se i izbor uvjeta rada: anaerobni ili aerobni (Celje anaerobna MBO; Ljubljana najavljuje projekt anaerobne MBO). U literaturi se nalaze brojne varijante bioreaktorskih odlagališta <sup>(12,16)</sup>. Najavljena su postrojenja MBO treće generacije, koja trebaju osigurati kvalitetniju obradu prije odlaganja. Naročito je zanimljiva japanska metoda Fukoka aerobnog odlagališta (samostalno-prirodno ozračivanje). Često se bioreaktorsko odlagalište određuje u domeni obrade procjednih voda, te ujedno priječenje mumifikacije tijela uređenog odlagališta.

Jedan primjer njemačkog grada Hannover-a pokazuje da je ostvariva ideja aerobno/anaerobne MBO i TO komunalnog otpada, i to na istoj lokaciji.

Najvažnije je poimati MBO i TO kao tek jedan korak prema održivom odlagalištu odnosno bezdeponijskom konceptu.

#### **4. Zaključak**

Uređeno (sanitarno) odlaganje otpada sigurno ne rješava problem otpada. Ne treba dokazivati, da je odlaganje neobrađenog otpada „ najjeftiniji“ način zbrinjavanja otpada, koji je u RH trenutno propisima dozvoljen. Zato je odlaganje otpada za suvremene političare bio spasonosni izlaz, sve dok je postojao odnosno dok još „ negdje“ postoji dostatan odlagališni prostor.

Krajem dvadesetog stoljeća stalni porast količina otpada nametnuli su RH i čitavoj Europi problem nedostatnog novog prostora za odlaganje. Istovremeno se pokazalo, u interesu zaštite zdravlja ljudi, da treba sanirati odnosno zatvoriti stara neuređena odlagališta (smetlišta). Tehničari su se trudili povećati, na različite načine, iskoristivost raspoloživog volumena postojećih odlagališta te kombiniranim sustavima brtvljenja izolirati odloženi otpad od okoliša. Vrlo često se istovremeno saniralo stara smetlišta i gradilo nova uređena odlagališta otpada. Ti su napori, često uz izravnu ugrozu sigurnosti i zdravlja ljudi (u RH namjerno paljenje smetlišta „ sa ciljem povećanja obujma“ registrirano je i u 2010.), samo i nepotrebno odugovlačili primjenu održivih postulata CSGO.

Međutim iskustva razvijenih europskih zemalja (Švicarska od 2002.) ukazala su da se rizici odlaganja otpada mogu minimizirati samo obradom otpada prije odlaganja. EU je i Uredbom<sup>(8)</sup> Izričito ukazala na potrebu iskorištavanja

materijalnih i energetske vrijednosti otpada. U Njemačkoj udruzi zbrinjavanja otpada (BDE) vjeruju da će već do 2020. postići potpunu preradu komunalnog otpada, te na taj način daljnja nadzemna odlagališta <sup>(14)</sup>.

Održivo odlaganje podrazumijeva napuštanje ugrađivanja i obrađenog i neobrađenog otpada u tijelo odlagališta. Održivo odlaganje je proces, koji ljudskoj civilizaciji nameće potrebu gospodarenja otpadom, koji se samo privremeno može odložiti na neko skladište. Kod toga uvijek treba znati što i kroz koje se vrijeme ostaci odlažu. Uvođenje obveze obrade otpada prije odlaganja je samo jedna razvojna karika prema konačnom cilju – društvo bez novih odlagališta otpada.

Najveći prijepori su kako doći do cilja. Mnogi vjeruju da je to odmah ostvarivo, a istovremeno navode primjere koji pokazuju da nije moguće odmah izbjeći nadzemno odlaganje. Moguće je i to se treba odmah osigurati smanjenje odlaganja kako po količini tako i po opasnosti. Aktualni hrvatski propis također zahtijeva smanjenje odlaganja lako biorazgradivih dijelova komunalnog otpada<sup>(7)</sup>.

Trenutno u RH nije aktualna maksima „ bezdeponijsko“ već „svedeponijsko“ gospodarenje otpadom. Izbjegavanje otpada i recikliranje su prioritetne mjere održivog gospodarenja otpadom. Sanacija smetlišta bez obrade je samo izolacija odloženog otpada od okoliša. Zaostali otpad – smeće treba tretirati kao vrijedne sirovine za daljnju preradu. Propisi također moraju gospodarenje otpadom

izbaciti iz sfere zbrinjavanja u područje gospodarskog razvoja. Na tim osnovama održivo odlaganje je budućnost bez odlagališta otpada s brojnim gospodarskim objektima za iskorištavanje materijalnih i energetske vrijednosti otpada. To je proces društvene promjene, koji će generacijski dugo trajati.

## Literatura:

1. Prijedlog Plana gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu, svibanj 2009.
2. Bilanca otpada za Grad Zagreb u 2007. godini, IPZ Uniprojekt TERRA Zagreb
3. Bilanca otpada za Grad Zagreb u 2008. godini, IPZ Uniprojekt TERRA Zagreb
4. – „Sigurno i čisto“, Gospodarstvo i okoliš“ 99/2007, 771-778
5. – „Nacionalna strategija zaštite okoliša – Nacionalni plan djelovanja za okoliš“, Narodne novine, broj 46 – travnja 2002.
6. Milanović Z., Pokrovac-Patekar A., Radović S., Hojnik A., Novosel M.: „Održivo odlaganje – Prioritetni problem gospodarenja otpadom u RH“, VIII. Međunarodni simpozij gospodarenje otpadom Zagreb 2002, Zagreb 13. – 15. 11. 2002.
7. – „Plan gospodarenja otpadom RH“, studeni 2007.
8. – DIREKTIVA 2008/98/ES Europskog parlamenta i vijeća, od 19. studenog 2008
9. Milanović Z., Hojnik A., Šušterčić D.: „Održivo odlaganje otpada II. dio: Bezdeponijsko ili svedeponijsko gospodarenje otpadom“, VIII. Međunarodni simpozij gospodarenje otpadom, Zagreb 2004 (neobjavljeno)

10. – „Izvješće o ostvarivanju programa rada i poslovanja FZOEU za 2009. godinu“, Zagreb travanj 2010.
11. – „Pravilnik o načinu i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada“, 8. studeni 2007.
12. Debra R. Reinhart i dr.: „Odlagalište tipa bio-reaktor: status i budućnost“, *Gospodarstvo i okoliš* 59/2002, 555-564
13. Kippenberger Franz i dr.: „Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einer Mechanisch-Biologischen Restabfallbehandlungsanlage (MBA) im Vergleich zur Ablagerung bzw. thermischen Behandlung von Restabfällen“, *Müll und Abfall* 6 – 98, 384-388
14. Hahn Jürgen: „Doprinos termičke obrade otpada ekološko-političkom cilju potpune prerade otpada – cilj 2020“, *Gospodarstvo i okoliš* 84/2007, 31-35
15. Reinhart D: R. i dr.: „Odlagalište tipa bio-reaktor: status i budućnost“, *Gospodarstvo i okoliš* 59/2002, 555-564
16. Stegmann Rainer i dr.: „Konceptija odlagališta za otpad nakon MBO – Mehaničko biološke obrade s minimalnim naknadnim održavanjem“, *Gospodarstvo i okoliš* 91/2008, 157-162
17. Wollny V. i dr.: „Vergleich der rohstofflichen und energetischen Verwertung von Verpackungskunststoffen“, *Müll und Abfall* 11-00, 667-674

18. Mangenot M.: „Lisabonski ugovor i nove institucije Europske Unije“,  
Politička misao, god 47, br. 1, 2010, str.151-160
19. – „Gospodarenje otpadom u Austriji“, Gospodarstvo i okoliš 86/2007,  
311-315