

Acta Geogr. Croat.	Volumen 28	161-172	Zagreb, 1993.
--------------------	------------	---------	---------------

UDK 911.3:33 (1-775)
 Primljeno (Received): 27. 8. 1993.
 Prihvaćeno (Accepted): 28.12.1993.

Pregledni članak
 Review

GEOGRAFSKA OSNOVA ODLAGANJA KOMUNALNOG OTPADA NA PRIMJERU RAZVIJENIH ZEMALJA

ŽELJKA ŠILJKOVIĆ

Analizirano je stanje zbrinjavanja otpada u nekim od razvijenih zemalja svijeta. Izvršena je podjela otpada prema mjestu nastanka. Članak obrađuje načine na koji se danas u svijetu nastoji riješiti problem sve veće količine otpada, ukazujući da se i pored metoda spaljivanja (incineracija), reciklaže i kompostiranja najveći dio otpada odlaže na deponije. Pri tome se ističe da je najveći udio istih karaktera »smetlišta«. Komparativno se prikazuje utjecaj pojedinih postupaka na ekološke medije i ljudski okoliš.

Geographical Background of Municipal Waste Disposal in Developed Countries

Status of municipal waste disposal in some developed countries is discussed in the paper. The waste is classified according to sites of its origin. The methods of waste treatment are elaborated, and special attention is paid to the fact that besides running techniques of waste incineration, recycling and composting, landfilling is the prevailing type of waste disposal practiced in concerning countries. In the most cases there is the same type of »rubbish-heaps« prevailing everywhere. Comparative review of impact of particular waste treatment methods to the environment and human health is additionally presented in the article.

Današnje je društvo u stalnoj ekspanziji, kako pučanstva, tako i materijalnih dobara, industrije, prometa, proizvodnje hrane. Posljedica je i stalan rast količina otpadnih tvari koje se odlažu u prirodi. Pitanje otpada dugo je vremena, barem kod

nas, bilo zanemareno. Njegovo odlaganje u rijeke, jezera, islužene šljunčare, u šume, ili uz prometnice uzrokovalo je degradaciju geografskog okoliša, zagađujući tlo, površinske i podzemne tokove, zrak. Stanje se danas ipak kreće u pozitivnom smje-

ru, društvo je svjesnije činjenice da otpad nije samo problem komunalnih poduzeća i lokalne zajednice, već je njegovo rješavanje od strateškog interesa kako za pojedine države, tako i za međunarodnu zajednicu.

Što je otpad? Prema Nacrtu prijedloga zakona o otpadu Republike Hrvatske (čl. 2) otpad je definiran kao tvari ili predmeti koji se odlažu ili će biti odloženi ili je njihovo zbrinjavanje kao otpada potrebno provesti prema odredbama posebnih propisa.

Otpad je ne samo iskorištena, upotrijebljena i bačena ili odložena tvar ili tekućina, već i potencijalno korisna sirovina za industriju, hranjiva materija u poljoprivredi te izvor topline i energije.

Otpad možemo razložiti na nekoliko vrsti ovisno o mjestu njihova nastanka (shema 1.) čije rješavanje (zbrinjavanje) nije istovjetno.

Potrebno je pronaći ekonomski i ekološki najprihvatljivije metode za uklanjanje, što je često puta u koliziji.

Prema procjenama smatra se da danas u svijetu više od 5 milijardi stanovnika proizvede 1,03 milijarde tona otpada godišnje, ili prosječno svaki stanovnik planete godišnje proizvede 0,205 tona otpada.

Najveći dio tog otpada (90%) odlaze se na deponije, ali najveći dio istih (85%) karaktera su divljih deponija – smetlišta.

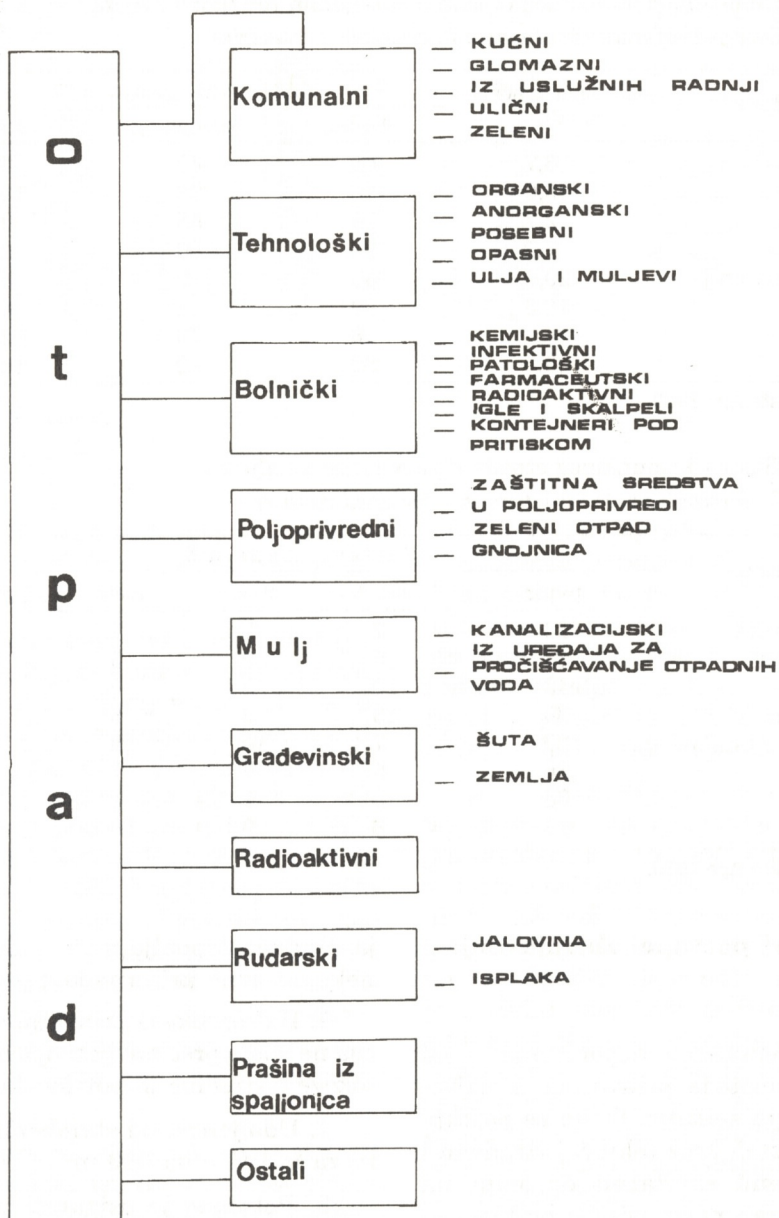
Ovakav način »zbrinjavanja« osobit je u nerazvijenim zemljama, iako i mnoge zemlje razvijenog dijela svijeta nisu daleko odmakle.

Tako npr. Indija 90% svog otpada odlaze na smetlišta uz stalne opasnosti od izbijanja požara, eksplozija i zaraza.

Na teritoriju cijele Indije postoji još uvijek samo jedna spalionica u Calcutti i uređaji za kompostiranje (25). Na sličan način rješava se odlaganje otpada u Egiptu i Brazilu. Razvijene, a time i financijski sposobnije zemlje u novije vrijeme iznalaze načine kako trajno riješiti problem otpada, vodeći interes o financijskoj isplativosti postupka i minimiziranju šteta po okoliš. U svijetu su danas u uporabi četiri osnovna postupka zbrinjavanja otpada: deponiranje, spaljivanje kao glavne metode, te recikliranje i kompostiranje kao dopunske metode.

Većina visokorazvijenih zemalja daje prednost deponiranju (Nizozemska, Njemačka, Velika Britanija, Kanada, SAD) putem sanitarnih deponija kojima se kontrolira kvaliteta proćjednih i podzemnih voda, te emisija plinova. Švedska, Švicarska i Japan daju prednost spaljivanju kao najprihvatljivijoj metodi (tab. 1.). U novije vrijeme sve više jačaju nastojanja da se iz otpada izdvoji koristan dio koji je moguće bilo reciklirati ili upotrijebiti kao kompost.

Još uvijek je taj udio relativno nizak (2 – 10%) iako je sastav otpada takav da bi se u znatnijoj mjeri mogao korisno obnoviti. Posebice se to odnosi na papir koji je volumenom najzastupljeniji sastojak otpada (tab. 2.) i kreće se od 18% u otpadu Njemačke do 43% u švedskom otpadu.



Shema 1. Vrste otpada prema mjestu njihova nastanka
 Scheme 1. Waste types according to the sites of origin

Tab. 1. Odlaganje komunalnog otpada u razvijenim zemljama svijeta
 Tab. 1. *Disposal of municipal waste in developed countries*

Država	Godišnja količina u mil. t.	Način odlaganja u %		
		deponij	spaljivanje	ostalo
Nizozemska	6,7	55	40	5
Njemačka	35,0	68	22	10
Švedska	2,7	35	55	10
Švicarska	3,5	18	80	2
Velika Britanija	20,0	85	10	5
Canada	16,0	90	4	6
Japan	—	18	70	12
SAD	160,0	80	10	10

Izvor: Waste Age 1989.

Tab. 2. Sastav komunalnog otpada u razvijenim zemljama
 Tab. 2. *Municipal waste structure in developed countries*

Država	Sastav otpada u %				
	papir	plastika	staklo	metal	ostalo
Nizozemska	23	7	7	3	60
Njemačka	18	6	9	3	64
Švedska	43	10	5	6	36
Švicarska	30	13	9	6	42
Velika Britanija	29	7	10	8	46
Kanada	36	5	7	7	45
Japan	38	8	1	2	51
SAD	37	8	9	10	36

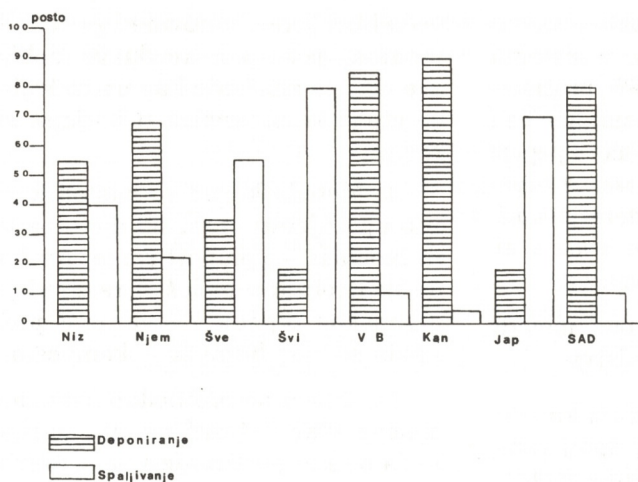
Izvor: Waste Age 1989.

Osnovni postupci zbrinjavanja otpada

1. Sanitarno deponiranje – od svih je metoda prihvaćeno u najvećem broju zemalja. Ovim se postupkom nastoji kroz tehnički izrađenu i opremljenu sanitarnu deponiju na kontroliran način riješiti problem uklanjanja otpada. Prethodno je nužno provesti analize geografskih geoloških, hidroloških osobina područja na kojem se predviđa gradnja deponi-

ja. Buduća deponija mora zadovoljiti neke osnovne kriterije kod gradnje:

1. Hidrogeološki prihvatljiva lokacija ne smije predstavljati opasnost za tokove podzemne ili površinske vode.
2. Udaljenost od stambenih zona mora biti više od 500 m.
3. Potrebno je osigurati pristup prometnicama.
4. Deponija mora imati izgrađenu infrastrukturu: vodovod, el. energiju, protupožarnu zaštitu.



Sl. 1. Odnos postupka deponiranja i spaljivanja u razvijenim zemljama

Fig. 1. Correlation of landfilling and incineration as waste treatment methods in developed countries

5. Potrebno je dovoljno zemljanog materijala za prekrivanje slojeva otpada.

Ujedno deponija mora zadovoljiti propise koji će minimizirati njen mogući štetni utjecaj po okoliš. Da se spriječi širenje procjedne vode u podzemne tokove, na dno deponije polaže se sloj nepropusne gline ili se vrši brtvljenje plastičnim folijama velike gustoće. Zbog velike količine plinova metana – 55% i ugljičnog dioksida 45% koji nastaju u tijelu deponije kao produkti razgradnje, ugrađeni su sistemi otplinjavanja koji skupljaju plinove, ili se preko njih vrši spaljivanje. Posebno je za deponij opasan metan koji često uzrokuje i dubinske požare.

Popratni efekti na deponiji su neugodni mirisi, te prisutnost glodavaca, insekata i ptica. Iz tog se razloga, kao i mogućnosti raznošenja materijala na vjetru, vrši dnevno prekrivanje slojeva otpada zemljom. Deponija mora posjedovati stalnu čuvarsku službu

i mora biti ograđena kako bi se onemogućila prisutnost životinja i ljudi na njoj. Osnovni je problem deponije njen ograničeni vijek trajanja što uzrokuje potrebe za novim slobodnim zemljištem koje mora biti dovoljno prostrano (300000 tona otpada = 6 ha), a takvih je sve manje.

2. Spaljivanje je danas najsigurniji postupak za rješavanje problema otpada, uz uvjet da zadovoljava propise o zaštiti zraka i voda. Na području EZ radi 524 spalionice otpada koje godišnje spale 27 milijuna tona otpada. Spaljivanje je najprihvaćenije u Švicarskoj koja godišnje spali 80% svog otpada, Švedskoj sa 55%, Nizozemskoj 44%, dok je u ostalim zapadnoeuropskim zemljama Velikoj Britaniji, Francuskoj, Belgiji, Danskoj, pa i Njemačkoj zastupljeno u nešto manjem obimu.

U odnosu na ostale metode spaljivanje ima niz prednosti, visoka temperatura izgaranja (više od 1000 °C) u kratkom vremenskom roku uništa-

va sve štetne dijelove otpada. Nastali plinovi pročišćavaju se u sistemu elektrofiltera uz 98 – 99% pročišćenosti. Volumen otpada smanjuje se i do 80%, a preostali dio šljake i pepela odlaže se na deponiju inertnog otpada. Nastala toplinska energija koristi se za dobijanje tople vode i el. energije u stambenim zonama.

Najveći nedostatak ove metode su velika financijska sredstva.

3. Recikliranje se koristi kao dodatni postupak vezan uz spaljivanje ili deponiranje kao temeljne metode zbrinjavanja otpada. Reciklaža omogućuje ponovno korištenje otpada, ali sada kao sirovine za novi proizvod. Postupak obuhvaća aktivno sudjelovanje pučanstva putem edukacije, stvaranjem navika za odvajanjem korisnog dijela otpada. Razrađeniji sistem pretpostavlja gradnju sabirnih postaja za prikupljanje otpada (npr. bijelo i miješano staklo, metalni otpad, papir, plastika, baterije, rabljena ulja...) za zajednicu sa približno 3000 stanovnika. S obzirom na sve

veću iscrpljenost sirovina i prirodnih resursa, postupak reciklaže dobija sve više na značenju kao način kojim se otpad transformira u korisnu sirovinu.

4. Metoda kojom se nastoji korisno upotrijebiti organski dio otpada, ili biomasa – kompostiranje, predviđa kontroliranu biološku razgradnju organskog otpada i stvaranje proizvoda sličnog humusu – komposta.

Iz otpada se prethodno izdvajaju opasne tvari i teški metali, napose kada se kompostiranje vrši iz komunalnog ili industrijskog otpada koji često sadrže metale olova, bakra, kroma, kadmija, žive, nikla, cinka.

Kompost je našao široku primjenu u poljoprivredi zapadnoeuropskih zemalja (tab. 3.). Najzastupljeniji je u voćarstvu i vinogradarstvu Francuske i Njemačke, povrtlarstvu i cvjećarstvu Švicarske, te u održavanju gradskih zelenih površina Nizozemske. No još uvijek je kompostiranjem obuhvaćen mali dio otpada, svega do 10%. Kompost u tlu potiče

Tab. 3. Potražnja komposta u poljoprivredi europskih zemalja 1973. g. (u %)

Tab. 3. Demand for compost in agriculture in European countries in 1973. g. (expressed in percent)

Grana agrara	Države			
	Francuska	Njemačka	Švicarska	Nizozemska
vinogradarstvo i voćarstvo	60	57	32	–
povrtlarstvo i cvjećarstvo	9	14	40	20
uzgoj šampinjona	10	–	–	–
komunalno zelenilo	5	11	20	75
ostalo	16	18	8	5
ukupno	100	100	100	100

Izvor: Durman, 1991.

Tab. 4. Utjecaj postupaka odlaganja otpada na ekološke medije

Tab. 4. *Impact of waste disposal to the environment*

Medij	Postupci		
	Smetlišta	Sanitarne deponije	Spaljivanje
Zrak	stalne nekontrolirane emisije CO ₂ , metan, prašina, smrad, patogene bakterije	djelomična kontrola putem otplinjavanja	kontrolirana emisija CO ₂ , metan, prašina, teški metali ovisno o stupnju pročišćavanja
Voda	procjedne vode moguće zagađenje podzemnih tokova, ili izvora, VPC, te površinskih tokova	moguće prodiranje procjedne vode i zagađenje podzemne vode	kontrolirano ispuštanje otpadne vode putem uređaja za pročišćavanje
Tlo	degradirano tlo, kretanja na tijelu i unutar deponije bakterija, insekata, glodavaca, te mogući požari i eksplozije	degradirano tlo, kretanja bakterija, insekata, glodavaca	degradirano tlo na mjestu odlaganja prašine i inertnog materijala

Izvor: Potočnik, 1991.

rast biljaka, poboljšava im kvalitetu, a na kiselim tlama djeluje neutralizirajuće zbog svoje alkalne reakcije.

Izbor rješenja zbrinjavanja otpada određen je nizom različitih i često kontradiktornih faktora: sastavom i količinom otpada, geografskim osobinama regije, financijskom moći zajednice, edukacijom pučanstva, stavom javnosti. Stav javnosti ponekad postaje i najveći problem s obzirom na sve jače prisutne sindrome NIMBY (not – in – my – backyard), NIABY (not – in – anyone's – backyard), te sve prisutniji i kod nas sindrom GO-OMBY (get – out – of – my – backyard). Svaki način rješavanja otpada ima niz utjecajnih povratnih efekata, kako na financije, gospodarstvo, tako i na okolinu. Ti utjecaji su najčešće u koliziji, pa je stoga česti slučaj

da je odabrani postupak kratkoročno najjeftiniji, ali i ekološki najneprihvatljiviji i dugoročno najskuplji (tab. 4.).

Rješavanje otpada u nekim razvijenim zemljama

Francuska, Velika Britanija i Njemačka među vodećim su europskim proizvođačima komunalnog otpada (Francuska 20,9 milijuna tona / godišnje, Velika Britanija 20 mil. t/g., Njemačka 30 mil. t/g.).

Najveći dio otpada rješava se sistemom deponiranja i spaljivanja, iako je sve izraženija namjera da se djeluje na pučanstvo dvojako: smanjiti količinu otpada i iskoristiti nastali otpad kao sirovinu za nove proizvode.

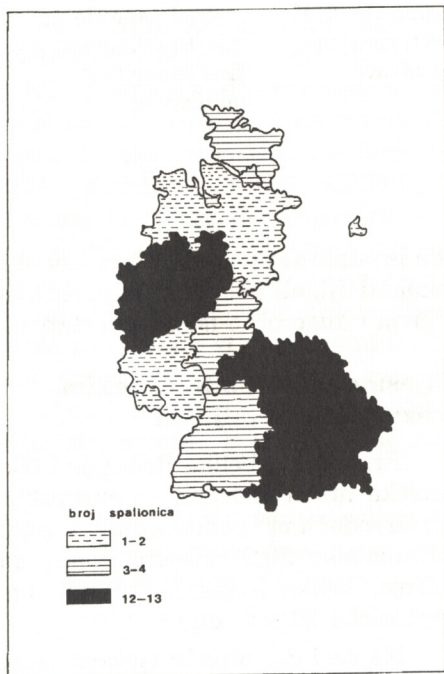
Tako Velika Britanija nastoji da do 2000 godine gotovo polovinu svog otpada iskoristi kao sekundarnu si-

rovinu. To omogućuje i sama struktura otpada u kojem prevladava papir 33%, staklo i metal 10%, biomasa 20%, plastika 7%, odnosno tvari koje su pogodne za recikliranje. Danas se reciklira svega desetina ukupne količine odbačenog stakla (210000 tona godišnje). Najveći dio otpada odlaže se na deponije koje su locirane u starim napuštenim šljunčarama. Najveći je problem u velikim britanskim gradovima kojih produkcija otpada konstantno raste, a većina postoje-

ćih deponija je na pragu ispunjenosti i bit će uskoro zatvorene. Londonskih 3 milijuna tona otpada godišnje (komunalni otpad) odlaže se na deponije u regijama Kent, Essex, Sussex, Surrey, a zbog pomanjkanja prostora otpad se odvozi i do 80 km udaljene deponije. Svega četvrtina otpada spaljuje se u dvije spalionice: Edmonton (375000 t/g) i Lewisham (400000 t/g). Francuska je svoju prvu spalionicu izgradila 1913. g. u Lyonu i do danas spaljuje više od 40% komunalnog otpada. Znatan dio otpada spaljuje se na principu pretvaranja dobivene topline u energiju (24%).

Razrađeniji sistem rješavanja otpada ima Njemačka. Svojih 30 milijuna tona otpada godišnje rješava spaljivanjem u 47 spalionica (8,5 mil. t/g.), kompostiranjem u 17 kompostana (1,2 mil. t/g.), dok se najveći dio odlaže na oko 4000 deponija. Njemačka je poduzela niz akcija u cilju edukacije pučanstva o potrebi smanjenja količina otpada i nužnosti recikliranja. Izgrađeni su centri za prikupljanje korisnih (papir, staklo, metal, drvo, tekstil) i štetnih tvari (rabljena ulja, baterije), te lijekova.

Edukacija se provodi putem stručnih predavanja, napisa u tisku, izlazenjem brošura, uređenjem informacijskih izloga, telefonskim savjetima, te organiziranim posjetama deponijima i spalionicama. Cjeloviti sistem u rješavanju otpada primijenjen je na području grada Bonna. Godišnje grad producira 180000 tona otpada koji je moguće podvrgnuti spaljivanju. Nastala energija koristi se kao pogonsko gorivo u gradskoj toplani. Otpadna



Sl. 2. Regionalna zastupljenost spalionica kao metode uklanjanja otpada na području Zapadne Njemačke 1986. g.

Fig. 2. Regional distribution of waste incinerators in the Federal Republic of Germany in 1986

Tab. 5. Broj postojećih i planiranih spalionica otpada u Zapadnoj Njemačkoj

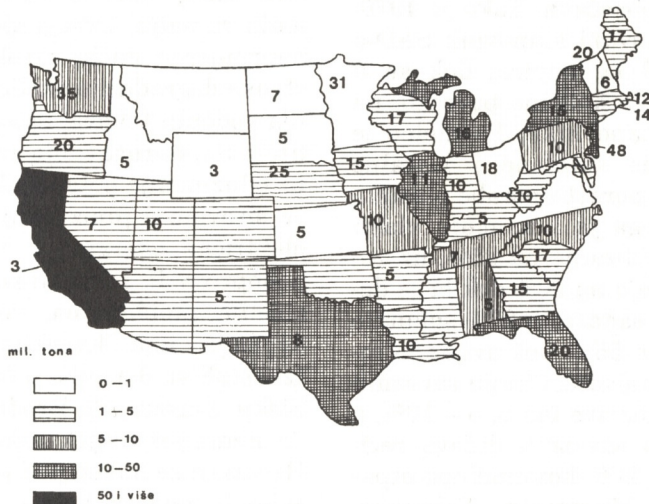
Tab. 5. Number of present and planned waste incinerators in the Federal Republic of Germany

Pokrajina	Broj spalionica	
	1985.	planirane do 1995.
Baden – Württemberg	4	8
Bayern	13	20
Berlin	1	1
Bremen	2	2
Hamburg	2	2
Hessen	4	8
Niedersachen	1	2
Northrhein – Westfalen	12	14
Rheinland – Pfalz	1	2
Saarland	1	3
Schleswing – Holstein	3	5
Ukupno	44	67

Izvor: McIlvaine, 1989

šljaka služi kao podloga kod izgradnje cesta uz prethodno izdvajanje željeza. Reciklaža je primjenjiva na nizu otpadnih tvari: staklo se prikuplja putem kontejnera (za bijelo i miješano), u biokontejnere se odlaže biljni otpad, papir i tekstil prikupljaju se po kućama, istrošena stara ulja sakupljaju prodavači, dok se glomazni otpad odvozi periodično četiri puta godišnje. Njemačka vlada planira da do 1995. g. reciklira 80 – 90% svoje ambalaže (kartonske, plastične, metalne, te drvene palete) uz planiranu izgradnju novih spalionica (porast od 50%). Pri tome se izdvajaju regije Bayern, Northrhein – Westfalen, Baden – Württemberg, Hessen (tab. 5.).

SAD su zemlja s jednom od najvećih produkcija otpada na svijetu. Tokom 1990. g. pučanstvo SAD-a proi-



Sl. 3. Količina otpada u pojedinim saveznm državama SAD i zastupljenost recikliranja

Fig. 3. Waste amounts in particular federal states and the presence of waste recycling method in the USA

zvelo je više od 278000000 tona komunalnog otpada, što je 100000000 tona više od službenog izvješća EPA, ili 27,18% ukupne svjetske proizvodnje otpada godišnje. Najveći dio tog otpada zbrinjava se sistemom deponiranja (80%), dok se svega 10% spaljuje. S obzirom na količinski i postotni udio pojedinih komponenti u otpadu sve više je uočljiva

namjera da se pitanje otpada rješava i postupkom reciklaže. Najveći dio čini papir čija se količina konstantno povećava. Tako je 1970. g. prosječno svaki stanovnik SAD-a proizveo 216 kg papira, dok se u 1986. godini ta količina povećala na 265 kg po stanovniku. Paralelno je smanjen udio staklene i metalne ambalaže uz porast uporabe plastike (tab. 6.). Stoga je i namjera vlasti povećati recikliranje na 25%, uz porast spaljivanja na 20% dok bi se deponiranje sa sadašnjih 80% smanjilo za 25%, ili na 55%. Još uvijek je recikliranje u najvećem broju saveznih država zanemarivo malo, 5 - 10%, a svega sedam saveznih država reciklira više od 20% komunalnog otpada: Florida, Minnesota, Nebraska, New Jersey, Oregon, Rhode Island, Washington.

Tab. 6. Količine otpada u USA prema vrsti otpada u razdoblju 1970 - 1986.

Tab. 6. Waste amounts in the USA after generating waste types (in the period 1970-1986)

Vrste otpada	količine			
	1970.		1986.	
	kg/st	%	kg/st	%
papir i karton	216	37,1	265	41,0
staklo	61	10,5	53	8,2
metal	66	11,3	56	8,7
plastika	14	2,4	42	6,5
guma - koža, drvo - tekstil	44	7,5	52	8,1
organski otpad (hrana i zeleni otpad iz vrtova)	171	29,5	167	25,8
ostalo	10	1,7	11	1,7
Ukupno	582	100,00	646	100,00

Izvor: Ribarović, 1991.

Zaključak

Odlaganje otpada problem je od strateškog značenja za većinu razvijenih zemalja. Odlaganje otpada na neprimjeren način uzrokom je višestruke degradacije okolice, zagađivanja vodenih tokova, oštećivanja kvalitete tla, narušavanja zdravlja ljudi, uz oduzimanje potencijalno iskoristive sirovine u proizvodnji toplinske i električne energije, u industriji ili poljoprivredi. I Hrvatska se nalazi u sličnim problemima, većina njenih deponija ima karakter smetlišta. Izuzetak su deponije u Ivanić-gradu, Sisku, Zaboku, Sl. Brodu. S obzirom da nema još uvijek zakon o otpadu Hrvatska se nalazi pod pritiskom razvijenih zemalja koje se nastoje riješiti svog otpada izvozeći ga u nerazvijene krajeve.

Literatura

1. AGUINO, T. J. (1992): The Waste Industry in France. *Waste Age*. January, No. 1. 61–62.
2. CRAWFORD, J. and SMITH, G. P. (1985): *Landfill technology*. Butterworths.
3. DURMAN, P. (1991): Kompost i njegova primjena. Zbornik. Zbrinjavanje komunalnog otpada. 333–344, Zagreb.
4. GOLUB, V. (1991): Način zbrinjavanja otpada u nekim većim gradovima. Zbornik. Zbrinjavanje komunalnog otpada. 75–80, Zagreb.
5. MCLLVAIN, W. R. (1989): Incineration APC trends in Europe. *Waste Age*, January No. 1, 105–110.
6. MEADE, K. (1992): Recycling Rates: How States Count. *Waste Age*, April No. 4, 70–80.
7. MILANOVIĆ, Z. (1992): Deponij – Trajno odlaganje otpada. ZGO Zagreb.
8. Nacrt prijedloga zakona o gospodarenju otpadom. (1992) Zagreb.
9. ORAŠANIN, R. (1991): Pregled zastupljenosti sistema suvremenog zbrinjavanja krutog otpada. Zbornik. Zbrinjavanje komunalnog otpada. 63–68, Zagreb.
10. REED, A. (1992): Germany Recycles Packaging Material. *Waste Age*. January No. 1. 5.
11. RIBAROVIĆ, Z. (1991): Separatno prikupljanje krutih otpadaka. Zbornik. Zbrinjavanje komunalnog otpada. 75–80, Zagreb.

Summary

GEOGRAPHICAL BACKGROUND OF MUNICIPAL WASTE DISPOSAL IN DEVELOPED COUNTRIES

by

Željka Šiljković

Waste disposal represents a strategic problem for the most of developed countries. Inconvenient methods of waste disposal can cause a multiple negative consequences to the environment leading to its degradation, pollution of streams, deterioration of soil quality, jeopardizing of human health, diminishing of potential energy resources usable in production of heat and electricity, as

well as in industry and agriculture. Croatia meets the same problems: most of landfills in our country are nothing but rubbish-heaps. There are some exceptions like landfills in Ivanić-grad, Sisak, Zabok and Slavonski Brod. Since the Law on Wastes has not yet been come into force in Croatia, our country is exposed to the pressure of developed states to export their wastes to less developed countries.

Mr. Željka Šiljković
OŠ »O. Keršovani«
Hrvatska, 41000 Zagreb
Račkoga 4