



[www.ror.edu.rs](http://www.ror.edu.rs)

Stručni rad

UDK 502.131.1(497.11);

628.4(497.11)

## UPRAVLJANJE OTPADOM, PRAVAC NAUČNIH ISTRAŽIVANJA U BUDUĆNOSTI

### WASTE MANAGEMENT, DIRECTION OF FUTURE SCIENTIFIC RESEARCH

Goran Vujić<sup>#</sup>, Dušan Milovanović

Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Primljen: 16. oktobar 2012.

Prihvaćen: 27. novembar 2012.

**IZVOD** – U prošlosti su zaštita ljudskog zdravlja i bezbednost bili glavni razlozi za upravljanje otpadom. Zaštita ljudskog zdravlja i životne sredine i danas predstavlja jedan od glavnih ciljeva upravljanja otpadom. Povećana transformacija materijala uslovljava izuzetno veliki pritisak na sistem upravljanja otpadom. Transformacija materijala kod praistorijskog čoveka je iznosila 5-6 tona godišnje, dok je transformacija modernog čoveka danas između 80 i 90 tona godišnje. Ovakav nivo upotrebe materijala je doveo do činjenice da se godišnje u svetu produkuje oko 1,2 milijarde tona komunalnog otpada. Iz tog razloga danas nije dovoljno zaštititi ljudsko zdravlje adekvatnim upravljanjem, već je neophodno i da upravljanje otpadom bude održivo. U razvijenim zemljama, gde je moguće izdvojiti veća sredstva za upravljanje otpadom, najzastupljenije su sofisticirane tehnologije, kao što je insineracija, dok u zemljama u razvoju potencijalna rešenja predstavljaju sanitarne deponije uz eventualno uvođenje MBT-a, zbog činjenica da insineracija iako predstavlja možda najbolje rešenje, teško može biti implementirana kao rešenje u zemljama u razvoju, zbog visoke cene funkcionisanja. Reciklaža je veoma popularna, međutim ne mogu se svi problemi rešiti samo reciklažom. Deponovanje kao krajnje odredište mnogobrojnih materijala će svakako ostati kako u nerazvijenim, tako i u razvijenim zemljama. Deponovanje predstavlja osnovu sistema upravljanja otpadom i mnogobrojna istraživanja danas su usmerena upravo na deponije kao krajnja odredišta materijala koje koristimo ili transformišemo različitim tipovima tretmana otpada. Srbiji, kao zemlji koja je u procesu priključenja Evropskoj Uniji zemlji u razvoju društva i ekonomije, od velikog značaja je i adekvatan razvoj sistema upravljanja otpadom. Kao tranziciona zemlja, sa postojeće 3.582 deponije, i godišnjom produkcijom od 0,87 kg po glavi stanovnika dnevno, i veoma teškom ekonomskom situacijom, traga za rešenje problema otpada. Kuznjecova kriva potvrđuje da je nemoguće preskočiti određene korake u razvoju sistema upravljanja otpadom u nerazvijenim zemljama, što znači da će zemlje u tranziciji morati da pronađu jeftinija rešenja za rešavanje problema upravljanja otpadom. Pravilna orijentacija i pravac naučnih istraživanja ka rešenju stanja u ovoj oblasti po pitanju sistema upravljanja i pronalaženju jeftinih, a primenljivih tehnologija, može učiniti ovu vrstu istraživanja aktuelnom u razvijenim zemljama, gde je deponovanje odavno prevaziđeno.

**Ključne reči:** otpad, nauka o otpadu, BDP, deponija, prerada otpada

<sup>#</sup> Kontakt adresa autora: G. Vujić, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu. Tel: 021/485-2439, Fax: 021/455-672.  
E-mail: [goranvujić@uns.ac.rs](mailto:goranvujić@uns.ac.rs)

\* Rad je u skraćenom obliku, kao plenarno predavanje, predstavljen na 7. Simpozijumu „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Soko Banja, Srbija 2012.

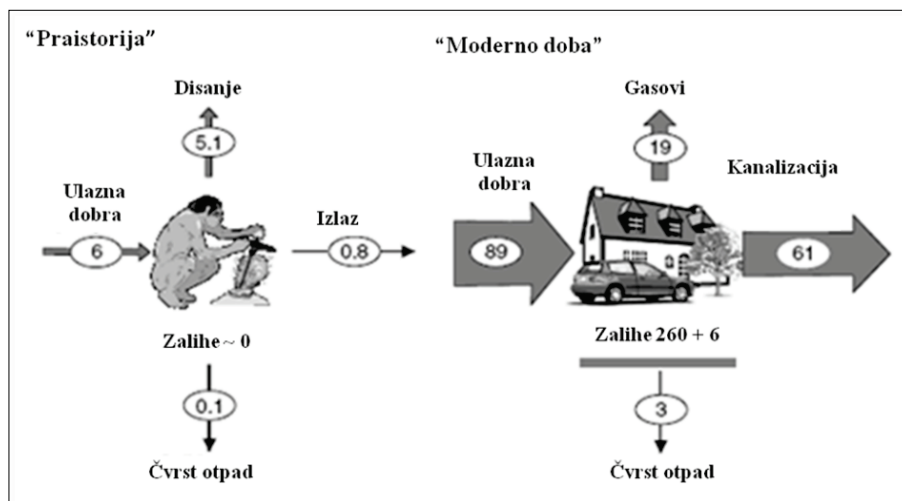
**ABSTRACT** – In the past protection of human health and safety represented the main reasons for waste management. Protection of human health and the environment, even today, stands as the purpose of waste management. Increased transformation of materials highly influences the waste management system. Transformation of materials for prehistoric men amounted up to 5-6 tons per year, while for modern men today it goes up to 80-90 tons per year. Such level of material use led to the fact that around 1.2 billion tons of municipal waste has been produced in the world annually. Therefore, today it is not enough to protect human health only through adequate management, but it is also necessary for waste management to be sustainable. In developed countries, where it is possible to use significant financial resources, the most common are sophisticated techniques, such as incineration, while in developing countries potential solutions are sanitary landfills with possible implementation of MBT, due to the fact that incineration, even though it is probably the best solution, can hardly be implemented in developing countries due to the high operational cost. Recycling is very popular, but only recycling could solve not all problems. Landfilling, as the final sink of numerous materials will definitely subsist in undeveloped and developed countries as well, since it represents the basis of waste management system and numerous researches have been focused on landfills as final destination of materials we use or transform through various types of waste treatment. Serbia is currently in process of joining European Union, and together with development of entire society and the economy, adequate development of waste management system is also very important. As country in transition with 3582 landfills and annual production of  $0.87 \text{ kg capita}^{-1} \text{ day}^{-1}$ , and very tough economic situation, Serbia seeks for solution of problem with waste. Kuznetov's curve confirms that it is impossible to skip certain steps in the development of the waste management system in undeveloped countries, which means that transition countries will have to find less expensive solution to waste management problems. Right orientation and direction of scientific research towards the regulation of this area regarding management system and finding affordable and applicable technologies, can make such research up-to-date in developed countries, where landfilling has been overcome.

**Key words:** waste, waste science, GDP, landfill, waste treatment

## 1. UVOD

Porast upotrebe proizvoda široke potrošnje, odnosno materijala, je usko povezan sa ekonomskim razvojem jednog društva. Najupečatljivija razlika između transformacije materijala u praistoriji i danas

predstavljaju količine materijala koje se nalaze uskladištene u ekonomiji, a koje će pre ili kasnije završiti u sistemu upravljanja otpadom. Upravo ovakav stepen potrošnje i transformacije materijala danas je uslovio i velike količine generisanog otpada sa kojima se mora na adekvatan način upravljati.

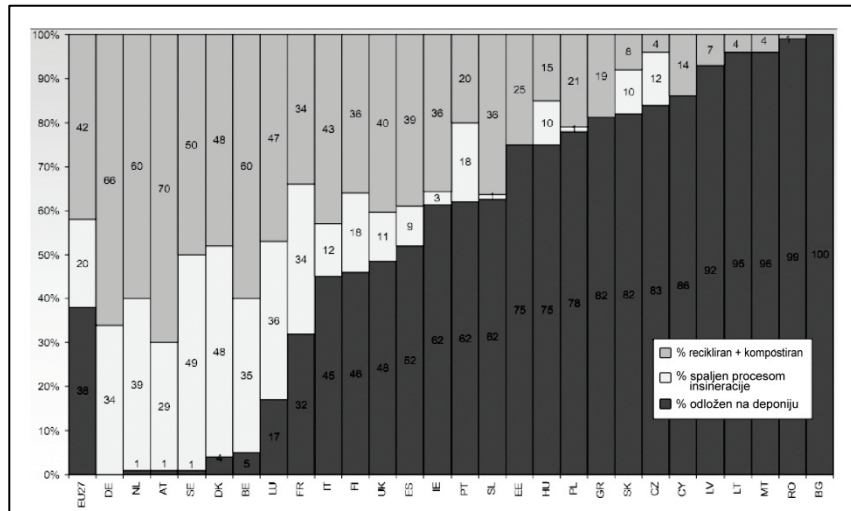


Slika 1. Transformacija materijala u praistoriji i danas [1]

Određivanje ukupne količine generisanog otpada u svetu je veoma teško. Izuzetno je teško pristupiti podacima o količinama otpada koje nisu formalno zabeležene u ruralnim područjima zemalja kao što su Indija i Kina. Izražavanjem podataka u tonama otpada po stanovniku, sakupljenih u periodu od jedne godine, izmerene su vrednosti od 700 kg godišnje po jednom stanovniku u SAD-u i procenjene vrednosti od 150 kg godišnje po stanovniku u urbanim područjima u zemljama kao što je Indija. Zbog očigledne razlike između vrednosti, nailazimo na kontradiktornu situaciju

u pogledu sakupljanja i vrste otpada (što je populacija bogatija, otpad je sofisticiraniji i imamo više ambalaže, manje otpada od hrane, a više papira, plastike, stakla, metala i toksičnih proizvoda). Naravno, razlike se odnose i na metode tretmana i ponovnog korišćenja.

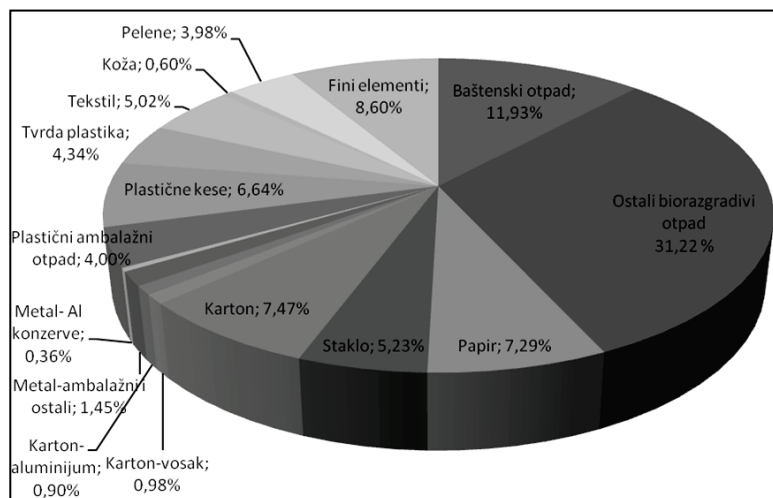
U panevropskim zemljama, osim u nekim zemljama EU-10, generisanje komunalnog otpada je u porastu. Povećanje generisanja komunalnog otpada je povezano sa povećanjem potrošnje u domaćinstvima (na primer nameštaj i oprema) i stepenom zamene mnogih proizvoda [2].



Slika 2. Prerada komunalnog otpada u Evropi [3]

Sistem upravljanja otpadom u Srbiji se suočava sa periodom brzih i fundamentalnih promena. Pre nekoliko godina, sistem upravljanja otpadom se sastojao od prikupljanja i odlaganja otpada na komunalnim deponijama, koje u većini slučajeva ne ispunjavaju

sanitarne standarde za deponije čvrstog otpada. Kako bi se uspostavila osnova razvoja sistema upravljanja otpadom jedan od prvih koraka podrazumeva izradu katastra svih deponija u Srbiji, te određivanje količine generisanog otpada, kao i sastav otpada [4].



Slika 3. Morfološki sastav otpada u Srbiji [5]

Rezultati istraživanja ukazuju da u Srbiji postoji više od 3.500 deponija, od čega su 180 zvanične komunalne deponije. Podaci o količini i sastavu otpada u Srbiji dobijeni su u okviru sprovedenih projekata kvantifikacije i morfološke analize komunalnog čvrstog otpada u 10 reprezentativnih opština Srbije raznolikog društveno ekonomskog statusa. Rezultati pokazuju da se u Srbiji generiše 2.374.375 tona otpada godišnje ili u proseku 0,87 kg po glavi stanovnika dnevno [5, 6].

Najdominantnija kategorija je baštenski otpad (12,14%) i drugi biodegradibilni otpad (37,62%), potom plastika (10%) i njena podkategorija – plastične kese (4%-7%). Papir, staklo i karton učestvuju sa 2% do 10%. Sastav otpada je prilično sličan i u drugim zemljama u razvoju. Razvijene zemlje generišu više papira i kartonske ambalaže i manje organskog otpada. Brojne studije pokazuju da je organski otpad prisutan u većem procentu u zemljama u razvoju u odnosu na

razvijene zemlje, dok je situacija obrnuta kada se govori o kategorijama otpada poput papira i plastike.

Analizirajući razvoj sistema upravljanja otpadom, delimično opisanom u ovom radu, može se zaključiti da je sistem upravljanja otpadom u Srbiji trenutno u veoma sličnoj poziciji u kojoj su 1970-ih godina bile sada razvijene evropske zemlje (Holandija, Nemačka, Austrija).

Srbiji, koja je u procesu priključenja Evropskoj Uniji, od izuzetne važnosti je i adekvatan razvoj sistema upravljanja otpadom, uporedo sa razvojem celokupnog društva i ekonomije.

Sa 3.527 identifikovanih deponija sa preko 2,3 miliona tona generisanog otpada godišnje, od čega je dominantan organski otpad, sa 80% teritorije na kojoj je organizovan sistem prikupljanja otpada, Srbija je u svojoj strategiji odredila uspostavljanje 29 regionalnih deponija, 4 insineratora i nekoliko MBT postrojenja.

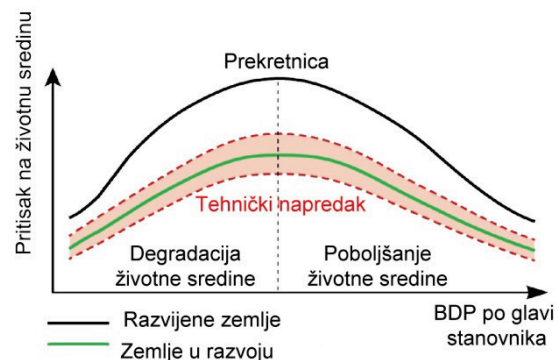
Tabela 1. Pregled postojeće prakse deponovanja u Srbiji

Postojeće sanitarne deponije	Broj stanovnika / otpad (t/god)	% ukupnog generisanog otpada
Kikinda	67.002 (16480)	3,95%
Lapovo (Lapovo, Batočina, Despotovac, Velika Plana, Rača)	99.698 (14480)	
Leskovac (Leskovac, Bojnik, Lebane, Medveđa, Vlasotince, Crna Trava, Vladičin Han, Surdulica)	240.621 (50421)	
<b>Sanitarne deponije u izgradnji, Finansira EU, 2010</b>		
Sremska Mitrovica (Sremska Mitrovica, Šabac)	209.057 (46905)	7,24%
Pirot (Pirot, Babušnica, Bela Palanka, Dimitrovgrad)	100.133 (19676)	
Užice (Užice, Arilje, Bajina Bašta, Čačak, Čajetina, Ivanjica, Kosjerić, Lučani, Požega)	371.010(82366)	
<b>Ukupno (u poređenju sa celom državom)</b>	<b>14,5%</b>	<b>11,19%</b>

\* Ostatak generisanog otpada se odlaže na nekontrolisane deponije

Prelazak sa nekontrolisanog na kontrolisano odlaganje je veoma težak zadatak. U Nemačkoj ovaj process je trajao oko 20 godina od 1966. do 1986. [7].

Kuznjecova kriva pokazuje vezu između nivoa prihoda i pritiska na životnu sredinu. Isto se može primeniti i na sistem upravljanja otpadom. Jednostavno, da bi smo dostigli određeni tehnički napredak kada je upitanju upravljanje otpadom i paralelno sa njim smanjili negativne uticaje na životnu sredinu neophodan je paralelni rast BDP-a. Odnosno, jedino uvećanjem BDP-a, i samim tim životnog standarda građana možemo dostići i nivo u kojem ćemo nadograđivati naše sisteme naprednim tehnologijama.



Slika 4. Kuznjecova kriva

Srbiji, koja je uprocesu priključenja Evropskoj Uniji, od izuzetne važnosti je i adekvatan razvoj sistema upravljanja otpadom, uporedo sa razvojem celokupnog društva i ekonomije. Analizirajući razvoj sistema upravljanja otpadom, delimično opisanom u ovom radu, može se zaključiti da je sistem upravljanja otpadom u Srbiji trenutno u veoma sličnoj poziciji u kojoj su 1970-ih godina bile sada razvijene evropske zemlje (Holandija, Nemačka, Austrija). Suočena sa novim trendovima i novim znanjem, pitanja rešavanja problema u oblasti upravljanja otpadom i načina dostizanja tog cilja, se nalazi pred donosiocima odluka. Pre donošenja određenih odluka, važno je primetiti da ciljevi upravljanja otpadom i zaštita čoveka i životne sredine i očuvanje resursa, i bez opterećenja za brigu posle zatvaranja deponije (što je sada cilj u razvijenim zemljama) i različite tehnologije prerade predstavljaju samo alatke za postizanje ovih ciljeva.

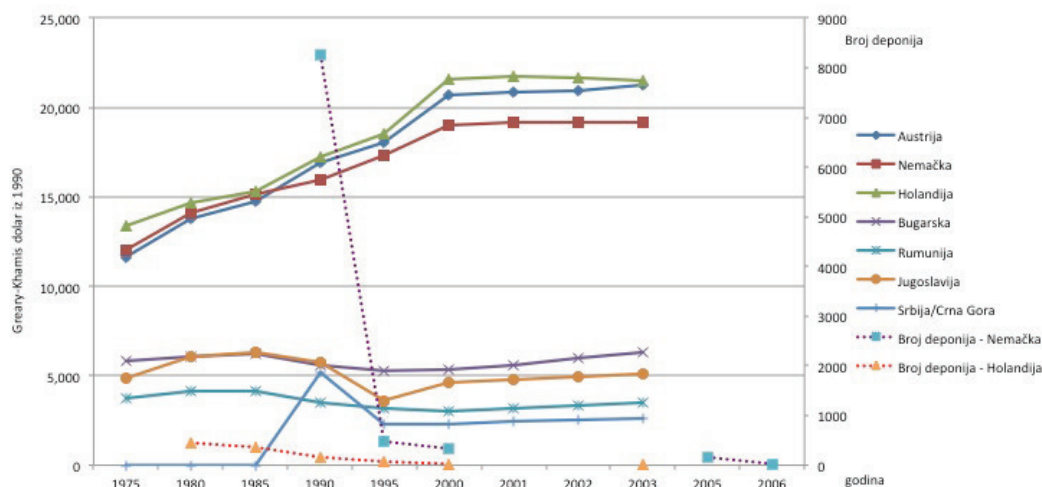
Odnos između BDP i sistema upravljanja otpadom je očigledan. Premda su i društveni, kulturalni, religijski i istorijski faktori takođe bitni, rast BDP-a ima direktan uticaj na količinu generisanog otpada i mogućnost implementacije adekvatnog sistema upravljanja otpadom.

Zavisnost BDP-a i stope generisanja otpada i tretmana otpada je dobijena u okviru istraživanja sprovedenih od strane Bruner & Fellner [8]. Rezultati pokazuju da u Beču (BDP 27.300 kg po glavi godišnje), Damasku (BDP 1.360 kg po glavi godišnje) i Daki (BDP 370 kg po glavi godišnje) stopa generisanja otpada iznosi redom 545, 225 i 140 kg po glavi stanovnika

godišnje, što ukazuje na zavisnost između BDP-a i stope generisanja otpada. Takođe, interesantno je primetiti da se u Beču, gde su troškovi upravljanja otpadom 106 € po glavi stanovnika godišnje, 28% te sume odnosi na preradu otpada, dok u Damasku, gde su troškovi upravljanja otpadom 3,8 € po glavi stanovnika godišnje, 9 % se troši na preradu otpada, i u Daki sa troškovima upravljanja otpadom od 0,7 € po glavi godišnje, 90% se koristi za tretman otpada i 10% se koristi samo za prikupljanje i odlaganje.

U skladu sa gore pomenutim, važno je napraviti komparativnu analizu istorijskih koraka sistema upravljanja otpadom u različitim zemljama, kao i društveno ekonomsku situaciju u Srbiji, kao zemlji u razvoju.

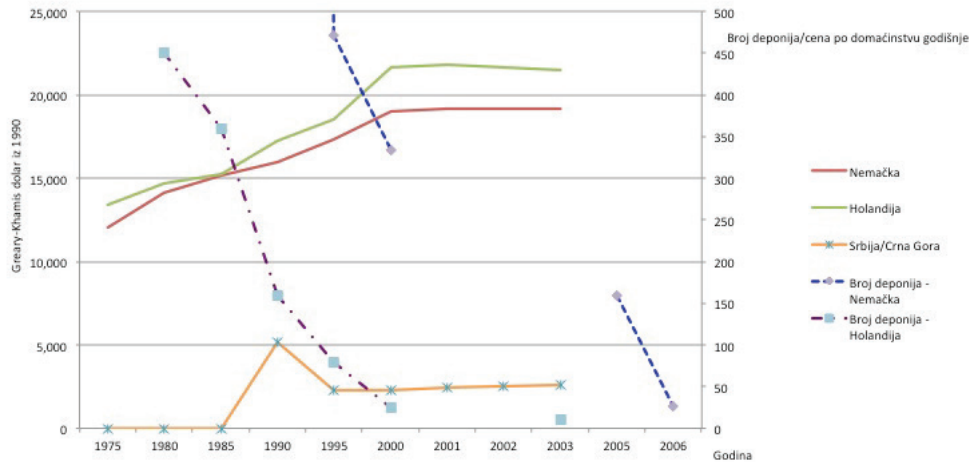
Ukoliko poredimo smanjenje otpada u Holandiji i Nemačkoj sa BPD po glavi godišnje, ne može se ustanoviti jasna zavisnost, ali se može primetiti da je vrednost BPD po glavi godišnje iznosila preko 15.000 Geary-Khamis dolara („međunarodnih dolara“) iz 1990., uz konstantan rast, sve do momenta dostizanja minimalnog broja deponija (2003 u Holandiji i 2006 u Nemačkoj), kada je vrednost BPD po glavi godišnje iznosila oko 20.000 Geary-Khamis dolara („međunarodnih dolara“) iz 1990. U poređenju sa zemljama u razvoju, gde je dominantno odlaganje otpada na divljim deponijama, poput Rumunije, Bugarske, Argentine i Srbije, BDP po glavi godišnje je značajno manji i iznosi oko 5.000 Geary-Khamis dolara („međunarodnih dolara“) iz 1990.



Slika 5. Prikaz rasta BDP-a po stanovniku i smanjenja broja deponija u pojedinim razvijenim zemljama

Veoma je važno primetiti da je smanjenje broja deponija u Holandiji trajalo otprilike 23 godine u periodu od 1980. do 2003., a u Nemačkoj 20 godina od

1986. do 2006. Takođe, bitno je i poređenje odnosa taksi koje građani plaćaju za preradu otpada.



Slika 6. Pregled taksi za odlaganje otpada u različitim zemljama

Iz slike 6. može se primetiti da se taksa po domaćinstvu godišnje povećava sa smanjenjem otpada i uvođenjem naprednih tehnologija. Taksa se sa 100 € po domaćinstvu godišnje u 1990. podigla na 220 € po domaćinstvu godišnje u 2003. kada je dostignut najmanji broj deponija. Taksa u Novom Sadu se kretala od 25 € po domaćinstvu godišnje do 30 € u 2003., dok je 2010 iznosila 36 € po domaćinstvu godišnje [9].

Dalje investicije zavise od stepena ekonomskog razvoja, ali takođe i od sposobnosti relevantnih institucija i donosioca odluka da prepoznaju značaj investicije u oblasti upravljanja otpadom.

Gore spomenute činjenice snažno ukazuju na neophodnost visokog BDP, što direktno utiče na mogućnost finansiranja sistema upravljanja otpadom uz moderne tehnologije prerade otpada. Nemoguće je finansirati tehnologije prerade sa 30 € po glavi stanovnika godišnje (primer Beča), kada je ukupan budžet za oblast upravljanja otpadom značajno niži [8].

Vlada Republike Srbije i profesionalna zajednica su pod stalnim pritiskom u vezi brzine načina ostvarivanja ciljeva upravljanja otpadom i harmonizacije politike sa zvaničnom. Mnogobrojni eksperti iz Evropske Unije izjavljuju da se greške razvijenih zemalja u upravljanju otpadom ne bi smele ponoviti od strane zemalja u razvoju, i da zemlje u razvoju moraju raskrčiti put ka razvijenom sistemu upravljanja otpadom imajući u vidu greške koje su iskusile razvijene zemlje.

Republika Srbija usvojila je set zakona o ambalažnom otpadu i pristupila velikoj porodici evropskih država koje imaju sistem zelenih tački. Nakon uspostavljanja zakona i ciljeva reciklaže ambalažnog otpada definisani su na sledeći način: u 2010. na nivo od 4%, potom u 2011. 8% i 25% u 2014. Ovakvi ciljevi su

veoma ambiciozni i ostavljaju pitanje šta raditi sa ostatkom otpada (75%). Još jednom treba napomenuti da količina otpada koja može da se reciklira iznosi 38% (sa visoko optimističnom 100% efikasnošću separacije) ukupnog otpada u Srbiji.

Ukupne procenjene investicije potrebne za primenu mera predviđenih akcionim planom za period 2010-2014. iznose €447 miliona i €958 miliona kumulativno do 2019. godine. Kao što se može očekivati, najveći deo ukupnih investicionih ulaganja odnosi se na sisteme i postrojenja za upravljanje komunalnim otpadom. Za tu svrhu potrebno je €380 miliona do 2014. (85% ukupnog iznosa) i €806 miliona do 2019. godine (84% ukupnog iznosa). Godišnje investicije dostižu maksimum u 2014. godini kada iznose 180 miliona evra i ravnomerno opadaju do 2019.

Operativni troškovi ravnomerno rastu u skladu sa kumulacijom investicija i iznose 201 milion eura godišnje u 2019. godini.

Napredne tehnologije prerade otpada su nekoliko puta skuplje u poređenju sa deponovanjem, čak i sa ukalkuliranim troškovima perioda održavanja posle zatvaranja na deponiji u trajanju od nekoliko decenija. Troškovi insineracije otpada iznose oko 100 € po toni, dok je prerada otpada u savremenim pogonima za kompostiranje više od 40 € po toni. Troškovi reciklaže zavise od tržišta sekundarnih materijala, ali sveukupan proces reciklaže, koja uključuje odvojeno prikupljanje, transport, preradu, reciklažu i ponovno korišćenje sekundarnih sirovinskih materijala iznosi oko 80 € po toni.

Sve tehnologije prerade otpada imaju značajno više troškove u poređenju sa deponovanjem na sanitarnoj deponiji, što iznosi oko 20 € po toni komunalnog čvrstog otpada.

## 2. PRAVAC NAUČNIH ISTRAŽIVANJA

Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu je deo Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu. Fakultet je sastavljen od 13 Inženjerskih departmana i po svojoj uređenosti predstavlja Tehnički Univerzitet, sličan tehničkim univerzitetima u Svetu, ali pre svega u Austriji i Nemačkoj. Sa svojim prirodnim okruženjem Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu, svoja istraživanja koja su inženjersko-naučna, fokusira na unapređenje sistema upravljanja otpadom koji postoji. Istraživanja ne mogu biti apstraktna i nevezana za sistem upravljanja otpadom jer to nije svojstveno inženjerskim istraživačkim institucijama.

Na osnovu stanja sistema upravljanja otpadom prezentovanom u pethodnom poglavlju i osnova inženjerskih naučnih istraživanja, dalja istraživanja u upravljanju otpadom je potrebno fokusirati na:

- Razvijanje metodologije za definisanje stanja deponije i procenu rizika;
- Deponije kao resurs i mogućnost upotrebe “Landfill mining” fenomena;
- Praćenje tokova materijala u cilju pronalazeja jeftinih tehnologija tretmana otpada.

Razvijanje metodologije za definisanje stanja deponije i procenu rizika, sa pomenutim istraživanjem je veoma usko povezan i model pravilnog monitoringa za praćenje zagađenja životne sredine.

Departman je u saradnji sa Ministarstvom za zaštitu životne sredine i Fondom za zaštitu životne sredine oformio projekat MOPRORK Utvrđivanje zagađenja sa deponija i modela **MONitoriga**, **Procene Rizika**, **Određivanje Referentih Količina** otpada savremenim satelitsko - informacionim tehnologijama u cilju podrške primene zakonske regulative – **MOPRORK projekat**. U projektu MOPRORK će biti ispitane nove tehnologije

koje pre svega treba da daju odgovor na pitanje da li je deponija završila proces biodegradacije biodegradabilnog otpada, odnosno u kom stadijumu se nalazi taj proces. Takođe u tom projektu će biti definisan optimalan monitoring za deponije koje su u radu i deponije koje su zatvorene. Optimalan monitoring znači pravilan način uzorkovanja i definisanje dovoljnog broja parametara koji će odrediti veličinu i gradijent zagađenja. Jedna od novih metoda koja se koristi u svetu je upotreba FT-IR Spektrofotometrije [10] ili IR – Spektrometrije [10], koji su razvijeni na Univerzitetu prirodnih resursa i primenjenih nauka (BOKU). Pravilni način uzorkovanja i određivanje ukupnog organskog ugljenika (TOC) je, takođe, proces koji se razvija za deponije u Srbiji na Univerzitetu u Novom Sadu.

Model procene rizika koji odgovara dostupnim podacima i stanju deponija u Srbiji je razvijen i koristi se za karakterizaciju rizika svih deponija, kako bi se odredili prioriteti za sanaciju i načini sanacije, što u mnogome određuje visinu potrebnih finansijskih sredstava.

## 3. DEPONIJE KAO RESURS I MOGUĆNOST UPOTREBE “LANDFILL MINING” FENOMENA

Broj od 3582 deponije na kojima je procenjeno najmanje 44 miliona m<sup>3</sup> otpada je resurs koji treba istražiti [11]. Otpad koji se nalazi u Srbiji na deponijama je raspoređen kako je dato u tabeli 2.

Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine u svrhu utvrđivanja stanja deponije ali i njene dubine te sastava zajedno sa Centrom za Geoinformacione tehnologije, koristi GEO-radar. Prva istraživanja su urađena zašta postoje rezultati i ova tehnologija je u daljem razvoju.

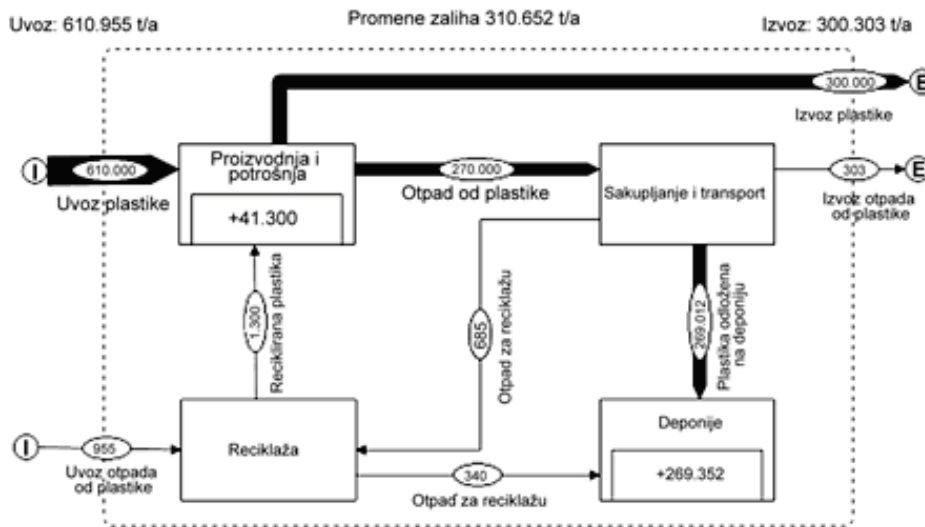
Tabela 2. Ukupan broj deponija u Srbiji i klasifikacija

Prosečna dubina deponije [m]	Broj deponija	% od ukupnog broja	Površina (ha)	Zapremina otpada [mil. m <sup>3</sup> ]	% ukupne zapremine otpada u Srbiji	Procenjena gustina deponovanog otpada [t/m <sup>3</sup> ]	Masa deponovanog otpada [mil. t]
Dubina < 1	3,302	92	819	3.64	8.3	/	/
1 < dubina < 3	210	6	200	4.34	9.9	/	/
Dubina > 3	70	2	321	36.1	81.8	/	/
<b>Zapremina otpada na deponiji [m<sup>3</sup>]</b>							
Zap. < 1,000	2,702	75	154	0.60	1.4	0.4	<b>0.24</b>
1,000 < zap. < 10,000	698	19	480	2.25	5.1	0.4	<b>0.90</b>
10,000 < zap. < 100,000	131	3.5	313	4.09	9.3	0.5	<b>2.04</b>
Zap. > 100,000	51	1.5	393	37.1	84.2	0.9	<b>33.4</b>
<b>Ukupno</b>	<b>3,582</b>	<b>100</b>	<b>1,340</b>	<b>44.0</b>	<b>100</b>	/	<b>36.6</b>

#### 4. PRAĆENJE TOKOVA MATERIJALA U CILJU PRONALAZENJA JEFTINIH TEHNOLOGIJA TRETMANA OTPADA

Istraživanja koja uključuju model MFA (materialflowanalysis) [12] pokazuju da kao i u svim ostalim ekonomijama zastupljenost plastike može predstavljati problem u budućnosti. Usled povećane potrošnje materijala od plastike, njihov udeo u generisanom otpadu konstantno raste. Odgovarajuće

upravljanje ovom kategorijom otpada može značajno smanjiti potrebu za ovom vrstom materijala kao primarnom resursu. U Srbiji više od 99% materijala od plastike se direktno deponuje, bez ikakve prerade i to uglavnom na nekontrolisane deponije. Posmatrajući današnje tokove plastike, rezultati dobijeni u okviru Analize tokova materijala za period od 2010. – 2020. ukazuju da će količina materijala od plastike u državnim rezervama iznositi 475.000 tona i oko 3.100.000 t deponovano na deponijama.



Slika 7. Tok plastike u otpadu u Republici Srbiji [12]

Prethodna istraživanja su samo primer kako treba uraditi za sve tokove otpada, kako bi se pronašli optimalni tretmani za pojedine ali i ukupni otpad koji nastaje u Republici Srbiji.

Zadatak univerziteta u zemljama u razvoju je upravo da pronađu tehnologije za tretman otpada koje odgovaraju sastavu, količinama ali i društveno-ekonomskom sistemu u kome se zemlja nalazi. Usavršavanje postojećih tehnologija i sistemi koji postoje u Svetu, ne može dati rezultate koji su primenljivi u zemljama u razvoju. Postojeće tehnologije i sistemu su napravljeni za količine i sistem upravljanja otpadom koji mogu da podrže građani u tim zemljama, odnosno i tehnologije i sistemi su skupi sistemi. Promena tih sistema na jeftinije bi urušila ne samo sisteme upravljanja otpadom već i šire. Tako da se ne može očekivati od naučnika i univerziteta u razvijenim zemljama da pronađu jeftina rešenja koja bi bila primenjena u zemljama u razvoju. Jeftina rešenja za

tehnologiju i sisteme upravljanja otpadom, ako postoje, moraju biti razvijena upravo na univerzitetima u zemljama koje su u razvoju.

#### 5. ZAKLJUČAK

S obzirom da mnogi materijali završe u sistemu upravljanja otpadom, bitno je poznavanje procedura rukovanja svim materijalima i to po prihvatljivoj ceni. Otvoreno pitanje je da li rešenja i pravci razvijenih ekonomija mogu biti isti kao u regionima u razvoju. Da li su nerazvijene zemlje sa niskim BDP sposobne da primene skupu sofisticiranu tehnologiju u okviru svojih sistema upravljanja otpadom sa cenom do 100 € po glavi stanovnika. Trenutno postoji preko 3.500 nekontrolisanih deponija u Srbiji i samo 3,5% generisanog otpada se deponuje na sanitarnim deponijama, s tim da nesus vi stanovnici obuhvaćeni sistemom prikupljanja otpada. Srbija je identifikovala u



svojoj strategiji upravljanja otpadom nekoliko insineratora, MBT postrojenja, ali i dominantnost deponija. Nizak BDP i troškovi sistema upravljanja otpadom su realistični indikatori da moderne tehnologije ne predstavljaju pogodno rešenje za zemlje u razvoju, do određenog nivoa ekonomske razvijenosti.

Osnovna greška je mišljenje da je neophodno izbeći sisteme upravljanja otpadom zasnovane na deponijama. Pitanje je da li je moguće ostvariti ciljeve upravljanja otpadom po prihvatljivoj ceni ili razviti savremen sistem upravljanja otpadom bez deponija, koje predstavljaju osnovu svakog sistema upravljanja otpadom. Ogromne količine korišćenih materijala završe kao otpad, i nije moguće reciklirati 100% tih materijala. Deponije su izvodljivo rešenje za zemlje u razvoju, ali su takođe i neophodne za regione u razvoju s obzirom da predstavljaju konačno odredište za mnoge materijale. Deponije su definitivno održivo rešenje za regione u razvoju, sa MBT postrojenjima kao sledećem koraku u budućem razvoju. Tranzicija sistema upravljanja otpadom je takođe neizbežna. Svi nerazvijeni regioni i države moraju biti svesni da preskakanje pojedinih koraka u razvoju sistema upravljanja otpadom može imati negativne posledice i da iskustvo razvijenih regiona mora i treba biti korišćeno kao primer i vodilja, ali samo na pravi način.

Pronalaženje novih jeftinih rešenja i orijentacija budućih naučnih istraživanja za rešavanje trenutnog stanja u sistemu i tehnologija tretmana otpada u Srbiji je pravac u budućnosti Univerziteta u Srbiji i departmana koji se bave ovom oblašću. Trenutno stanje otpada je odavno pravaziđeno u EU i razvijenim zemljama, što može uzkovati retrogradnost naučnih istraživanja u ovoj temi, ali pravilnim formiranjem i orijentacijom ka novim jeftinim rešenjima, istraživanja u Srbiji mogu dobiti i aktuelnost u razvijenim zemljama.

## LITERATURA

1. Brunner, P. H.; Recheberger, H. *Practical Handbook of Material Flow Analysis*. Lewis Publishers, Boca Raton, 2004.
2. Lacoste, E.; Chalmin, P.; Veolia Environemnt, *From Waste to Resource*; In: *2006 World Waste Survey*, (Ed.), Economica, Paris, 2007.
3. CEWEP, Confederation of European Waste to

energy plants. Assessed 25.03.2011. On line at: [http://www.cewep.eu/information/data/graphs/m\\_60\\_3](http://www.cewep.eu/information/data/graphs/m_60_3)

4. Stevanović-Čarapina, H. Uticaj otpada na urbano stanovništvo – doprinos uspostavljanju uzročno-posledičnih veza. *Reciklaža i održivi razvoj* **2011**, *4*, 20-28.
5. Vujić, G.; Jovičić, N.; Redžić, N.; Jovičić, G.; Batinić, B.; Stanisavljević, N.; Abuhress, O.A. A fast method for the analysis of municipal solid waste in developing countries - case study of Serbia. *Environmental Engineering and Management Journal* **2010**, *9(8)*, 1021-1029.
6. Vujić, G.; Batinić, B.; Stanisavljević, N.; Ubavin, D.; Živančev, M. Analiza stanja i strateški okvir upravljanja otpadom u Republici Srbiji. *Reciklaža i održivi razvoj* **2011**, *4*, 14-19
7. Allgaier, G.; Stegmann, R.(2006) Preliminary assessment of old landfills, Proceedings of Seminario – Workshop “Tecnologie per la riduzione degli impatti e la bonifica delle discariche”, Montegrotto Terme (Padova), 7-9 June 2006; Centro di Ingegneria Sanitaria Ambientale, Italia 2006.
8. Brunner, P.H.; Fellner, J. Setting priorities for waste management strategies in developing countries. *Waste Management & Research* **2007**, *25*, 234-240.
9. Centre for Strategic Economic Studies “Vojvodina-CESS” Economic Forecast for Serbia 2009 and 2010 Slow recovery follows sharp downturn.
10. Huber-Humer, M.; Smidt, E.; Tintner, J.; Gamperling, O.; Bohm, K.; Lechner, P. New concept and methods to evaluate the sustainability of landfills, ISWA World Congress 2010, Hamburg.
11. Vujić, G.; Batinić, B.; Stanisavljević, N.; Ubavin, D. From landfill to 3R, pathway in developed as well in developing country, From Sanitary to Sustainable Landfilling - why, how, and when?, 1<sup>st</sup> International Conference on Final Sinks, 23<sup>rd</sup> – 25<sup>th</sup> September 2010, Vienna.
12. Vujić, G.; Jovičić, N.; Babić, M.; Stanisavljević, N.; Batinić, B.; Pavlović, A. Assessment of Plastic Flows and Stocks in Serbia Using Material Flow Analysis. 2010, *Thermal Science* **2010**, *14*, Suppl., pp. S89-S95.