

## FORMIRANJE REPREZENTATIVNOG UZORKA U SISTEMU UPRAVLJANJA KOMUNALNIM OTPADOM

### CREATION OF REPRESENTATIVE SAMPLE IN MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM

**Jovan Sredojević**  
Mašinski fakultet u Zenici  
Zenica

**Maja Krajišnik**  
GS-TMT d.d. Travnik

#### **REZIME**

*Za razvoj integralnog sistema upravljanja komunalnim otpadom u zoni skupljanja neophodno je poznavanje specifičnih podataka o otpadu. Jedan od ključnih parametara kod izrade Strategije i donošenja Plana upravljanja otpadom (dominantno komunalnim), sa aspekta materijalnog ili energetskog iskorištavanja, kao i dizajna i izbora odgovarajuće opreme za obradu je poznavanje sastava i kvaliteta otpada. Za dobijanje relevantnih podataka o sastavu i kvalitetu otpada koristi se reprezentativni uzorak otpada u zoni skupljanja. U ovom radu opisan je način formiranja reprezentativnog uzorka u istraživanju integralnog sistema upravljanja komunalnim otpadom.*

**Ključne riječi:** reprezentativni uzorak, otpad, sastav

#### **ABSTRACT**

*For development of integral municipal waste management system it is necessary to obtain specific informations about characteristics of waste. Knowing composition and quality of waste are key parameters in developing the Strategy and the adoption of the Waste Management Plan (dominantly municipal waste management), from aspects of material and energy recovery as well as design and selection of adequate equipment for waste treatment. Representative sample is used to obtain relevant data about composition and waste quality. In this paper is described method of creation of representative sample in research of integral municipal waste management system.*

**Key words:** representative sample, waste, composition

#### **1. UVOD**

Upravljanje otpadom predstavlja provođenje zakonom propisanih mjera za postupanje sa otpadom u okviru postupaka sakupljanja, transporta, skladištenja, tretmana i konačnog odlaganja otpada, kao i nadzor na provođenju navedenih aktivnosti te brigu o postrojenjima za upravljanje otpadom [1].

Osnovni ulazni podatak u osmišljavanju, razradi i implementaciji integralnog sistema upravljanja komunalnim otpadom jeste poznavanje količina i sastava generisanog otpada.

Pojam sastava otpada se koristi za opis pojedinih komponenti koje čine posmatranu vrstu otpada, relativnu distribuciju pojedinih komponenti obično iskazanih na osnovu masenih udjela [2].

Prikupljanje podataka o sastavu komunalnog otpada vrši se analizom uzoraka i utvrđivanjem morfološkog sastava otpada određenih zona sakupljanja. Prikupljanje podataka o količinama generisanog komunalnog otpada vrši se mjerenjem ukupne mase generisanog komunalnog otpada [3]. Da bi se pristupilo uzorkovanju sastava otpada potrebno je odrediti veličinu reprezentativnog uzorka na kojem će se vršiti analiza sastava otpada.

## **2. METODOLOGIJA ODREĐIVANJA SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA**

U cilju određivanja sastava otpada u svijetu su razvijene različite metodologije i pristupi. Njihov odabir i primjena u najvećoj mjeri ovise o postojećem sistemu sakupljanja otpada na posmatranim područjima. Postoje tri metode u određivanju sastava čvrstog komunalnog otpada koji nastaje u urbanim sredinama [2]:

- analiza ostatka otpada,
- analiza proizvoda na tržištu,
- izravno uzorkovanje i analiza.

Metodom analize ostatka proizvoda obrade otpada, kao npr. letećeg pepela nakon spaljivanja otpada u spalionicama, provode se ispitivanja na sadržaj različitih hemijskih elemenata. Metoda analize proizvoda na tržištu se provodi na područjima gdje postoje dobro organizirane institucije koje se bave statističkom obradom tržišta i gdje se materijalna bilanca može provesti na temelju količine, tj. potrošnje određenih materijala na području. Izravno uzorkovanje i analiza otpada je konvencionalna metoda određivanja zastupljenosti pojedinih vrsta otpada u ukupnom otpadu nekog promatranog područja koja prethodi izravnom ručnom razdvajanju otpada na osnovne vrste materijala. Nadalje je moguće provesti dodatne fizičko-hemijske analize kao što su određivanja sadržaja vlage, kalorijske vrijednosti, kao i provođenje elementarne analize [2].

Izravno uzorkovanje je metoda koja, pored svoje prednosti u tome što je u mnogim područjima jedina moguće provediva metoda analize sastava otpada ima i nedostatke prilikom upotreba preciznih mjerenja komponenti malih masenih udjela i elementarne analize. Međutim za potrebe sticanja osnovnih informacija o vrstama otpada odnosno o morfološkosti otpada na određenom području te izrade preliminarne studija kao podloge koja prethodi uvođenju integralnog sistema upravljanja otpadom ova metoda daje dovoljan stepen pouzdanosti. Kao metoda određivanja sastava komunalnog otpada obično se izabire i organizacijski priprema opće prihvaćena metoda izravnog uzorkovanja, sortiranja, vaganja sortiranih komponenti otpada i prosijanja ostatka, statistička obrada i interpretacija rezultata [2].

Metodologija kojom se određuje navedeno podrazumijeva [5]:

1. određivanje kategorija otpada koje će biti sortirane,
2. procjenjivanje ekonomskog i društvenog stanja koje će uticati na sastav i količine otpada,
3. formiranje protokola za sortiranje materijala (prema tipu uzorkovanja, generatoru otpada i frekvenciji uzorkovanja),
4. uzorkovanje i evidentiranje podataka uz mjerenja,
5. statističko modeliranje.

Prilikom određivanja morfoloških karakteristika otpada neophodno je odrediti [5]:

- tip otpada (sukladno Pravilniku o kategorijama otpada sa listama Sl.novine FBiH br.9/05),

- karakteristike različitog otpada,
- količine pojedinih tipova otpada u posmatranom uzorku,
- procentualna zastupljenost različitog otpada u posmatranom uzorku.

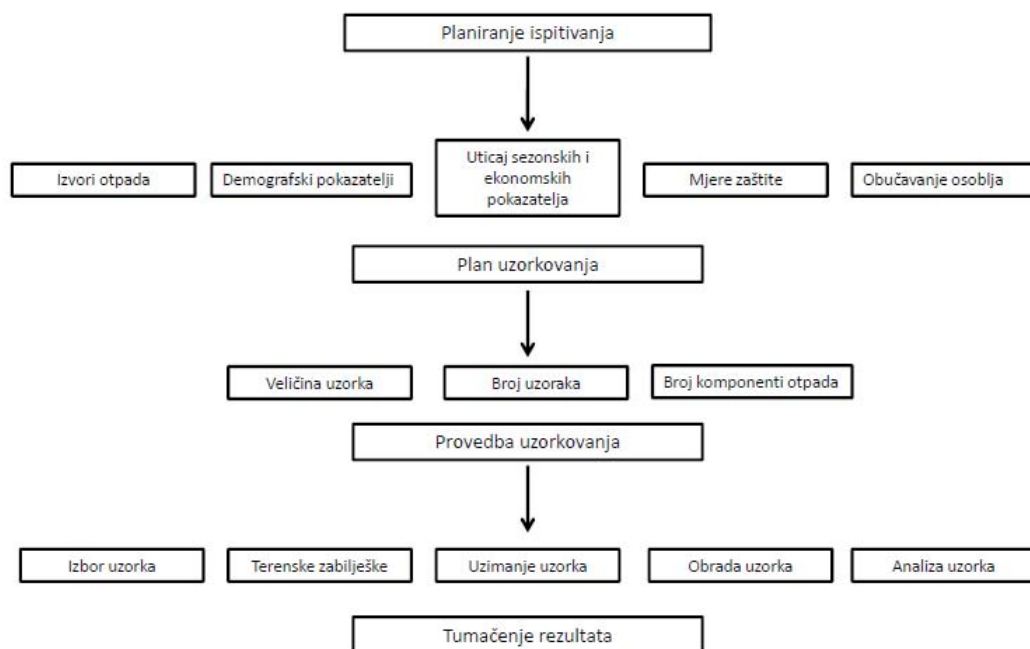
Poznavanje sastava čvrstog otpada je osnova za dobijanje relevantnih informacija za planiranje integralnog sistema upravljanja otpadom, pa se u cilju razvijanja standardne metodologije vrše razna istraživanja.

U okviru Evropske unije (EU), 2004 godine je pokrenut projekat razvoja odgovarajuće metodologije ispitivanja komunalnog čvrstog otpada (Development of a Methodological Tool to enhance the Precision & Comparability of Solid Waste Analysis Data, S.W.A.-Tool) da bi se popravio kvalitet i omogućilo poređenje podataka o komunalnom otpadu. Ovaj proces optimizacije trebalo bi da obezbijedi planiranje pogodnih i djelotvornih strategija za upravljanje otpadom i omogućiti poređenje efikasnosti različitih postupaka upravljanja otpadom na lokalnom, regionalnom i nacionalnom nivou. [5]

Prema ovom projektu postoje tri potencijalna nivoa na kojima može biti uzet uzorak za ispitivanje otpada: kućna kanta za otpad, kontejner za otpad i kamion za odvoz komunalnog otpada. Za obezbjeđivanje validnih rezultata potrebno je obezbijediti dovoljan broj slučajno odabranih uzoraka. Međutim, izbor kategorije i vrsta analize zavise uglavnom od buduće namjene dobijenih podataka. Tako ispitivanje može biti na međunarodnom nivou, za izvještaj na nivou međunarodnog zakonodavstva ili zakonodavstva EU. Na nacionalnom i regionalnom nivou se vrši analiza u cilju uspostavljanja strategije upravljanja otpadom, odnosno radi procjene postignutih ciljeva predviđenih strategijom.

Na slici 1 prikazan je protokol za ispitivanje sastava komunalnog otpada [2]. Ovaj protokol treba sadržavati sve elemente uzorkovanja i sortiranja materijala. Najvažniji aspekti protokola uključuju zavisnost sastava otpada od vremenske sezone (godišnjeg doba), generatorima otpada (da li je otpad iz domaćinstava ili poslovnih centara i sl. od čega zavisi i sastav otpada), i načina i frekvencije uzimanja uzoraka (određenih tako da postoji dovoljan broj reprezentativnih uzoraka za dati period posmatranja) [5].

Prije samog uzorkovanja otpada neophodno je odrediti veličinu uzorka i broj uzoraka. Uzorkovanje otpada na pretovarnoj stanici ili deponiji komunalnog otpada vrši se tako što se po nekom unaprijed dogovorenom sistemu vrši odabir vozila, a zatim se vrši vaganje i ispitivanje određenog uzorka otpada. Kako bi se adekvatno odabrala količina otpada koja će se ispitivati važno je definisati reprezentativni uzorak, a na njemu će se dalje vršiti opiti.



Slika 1. Protokol za provođenje ispitivanja sastava komunalnog otpada

### 3. FORMIRANJE REPREZENTATIVNOG UZORKA

Reprezentativni uzorak otpada jeste uzorak uzet iz ukupne količine otpada koji ima iste karakteristike kao prosječan sastav otpada i koji je podložan hemijskoj analizi [4].

Formiranje reprezentativnog uzorka čvrstog otpada vrši se uzorkovanjem i obradom uzetih uzoraka. Broj i masa pojedinačnih uzoraka zavisi od vrste i sastava otpada, mjesta uzimanja, načina transporta i drugih uticajnih faktora. U tabeli 1 prikazan je minimalan broj pojedinačnih uzoraka a u tabeli 2 minimalna masa pojedinačnog uzorka [6].

Tabela 1. Minimalan broj pojedinačnih uzoraka

max. veličina zrna otpada	minimalan broj pojedinačnih uzoraka					
	sa pokretne trake		iz vozila	iz privremene deponije		
	< 50 t	> 50 t		< 50 t	50 - 150 t	> 50 t
< 20 mm	5	1 na 10 t	3 na vozilo	5	1 na 10 t	15
> 20 mm	3	3 na 50 t		3	3 na 50 t	8

Tabela 2. Minimalna masa pojedinačnog uzorka

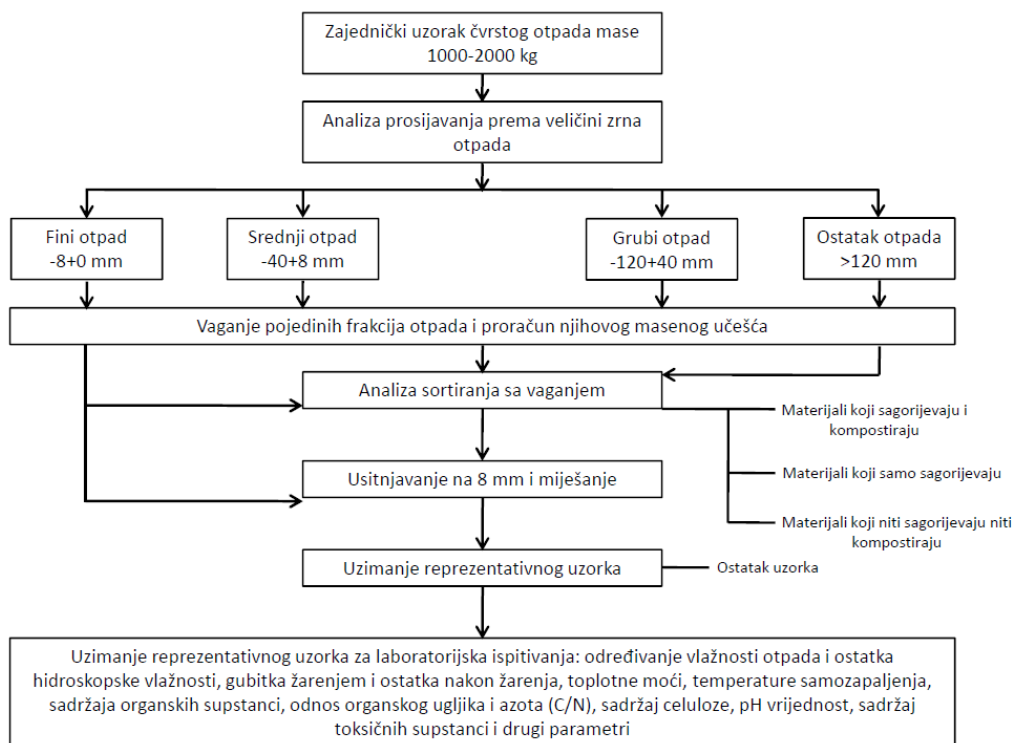
max. veličina zrna otpada	minimalna masa pojedinačnog uzorka	
	homogenog otpada, kg	heterogenog otpada, kg
> 120 mm	50,00	100,00
-120 + 30 mm	10,00	30,00
-30 + 10 mm	1,00	1,50
-3 + 0 mm	0,15	0,15

Uzeti uzorci čvrstog otpada formiraju zajednički uzorak, čija masa treba da iznosi 1000 do 2000 kg. Uzimanje uzorka iz obrađenog zajedničkog uzorka vrši se ručnim ili automatskim

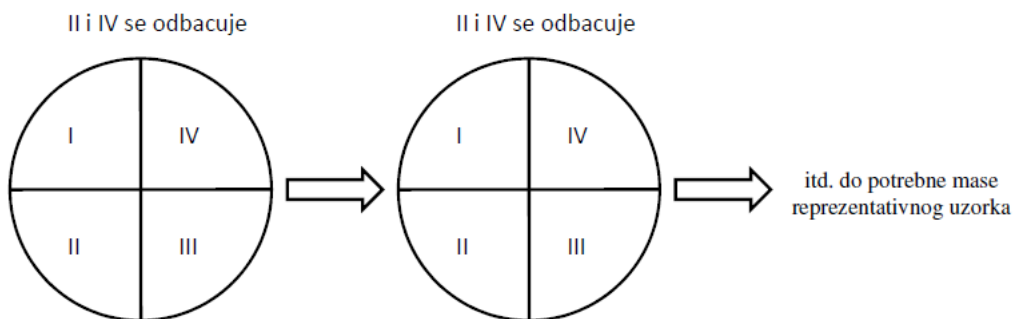
četvrtanjem prema slici 3. Tako formirani uzorak čvrstog otpada se obrađuje po šemi prikazanoj na slici 2.

#### 4. ZAKLJUČAK

Reprezentativni uzorak otpada mora sadržavati sva relevantna svojstva posmatranih materijala. Uzorkovanje otpada je neophodno vršiti standardizovanim metodama kako bi se osigurala poredivost dobijenih rezultata. Rezultati uzorkovanja su dobri onoliko koliko je dobar uzorak na kojem se baziraju. Adekvatnim odabirom reprezentativnog uzorka, provođenjem postupka utvrđivanja sastava otpada dobijaju se relevantni podaci o karakteristikama otpada posmatranog područja. Na osnovu dobijenih podataka može se pristupiti uređenju integralnog sistema upravljanja otpadom.



Slika 2. Šema obrade zajedničkog uzorka čvrstog otpada



*Slika 3. Šema skraćivanja uzorka do potrebne mase reprezentativnog uzorka*

## 5. LITERATURA

- [1] Hijerarhija upravljanja otpadom, Projekat: "Održivo upravljanje otpadom u prekograničnom području BiH – CG" EU IPA CBC BIH-CG preuzeto sa [www.klasterotpadbihcg.net](http://www.klasterotpadbihcg.net), pristupljeno 15.10.2012. godine
- [2] Elaborat o sastavu komunalnog otpada za područje 4 županije sjeverozapadne Hrvatske IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o. svibanj 2013, [http://rcgo-piskornica.hr/piskornica/P-2150-Elaborat\\_o\\_sastava\\_otpada-Piskornica.pdf](http://rcgo-piskornica.hr/piskornica/P-2150-Elaborat_o_sastava_otpada-Piskornica.pdf) (pristupljeno 12.04.2015)
- [3] Pravilnik o metodologiji za prikupljanje podataka o sastavu i količinama komunalnog otpada na teritoriji jedinice lokalne samouprave (Sl.glasnik RS broj 61 od 31. augusta 2010. godine)
- [4] Uredba o vrstama otpada za koje se vrši termički tretman, uslovima i kriterijumima za određivanje lokacije, tehničkim i tehnološkim uslovima za projektovanje, izgradnju, opremanje i rad postrojenja za termički tretman otpada, postupanju sa ostatkom nakon spaljivanja (Sl. glasnik RS", br: 102/2010 i 50/2012)
- [5] Smajović, E.: Regionalne deponije-primjer tehničkog i finansijskog određenja projekata regionalnih deponija (Priručnik), Projekat upravne odgovornosti, <http://www.sogfbih.ba/uploaded/DOKUMENTI/Usluge%20gradjanima/Prilog%207.%20REGIONALNE%20DEPONIJJE%20vodilje.pdf> (pristupljeno 12.04.2015.)
- [6] Sredojević, J.: Obrada i deponije otpada, Univerzitet u Sarajevu, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 2003. godine