

**METODE ISTRAŽIVANJA NASTANKA SAGORIVIH KOMPONENTI  
KOMUNALNOG OTPADA SA KORIŠTENJEM U ENERGETSKE  
SVRHE**

**METHODS OF COMBUSTIBLE COMPONENTS  
MUNICIPAL WASTE USE FOR ENERGY PURPOSES**

**Mr. sci. Mahmut Jukić**  
**Kantonalna uprava za inspekcijske poslove**  
**Bihać, Bosna i Hercegovina**

**Prof. dr. sci. Ifet Šišić**  
**Univerzitet u Bihaću, Biotehnički fakultet**  
**Bihać, Bosna i Hercegovina**

**Ključne riječi:** komunalni otpad, upravljanje, energetska iskoristavanje

**REZIME**

*Porast cijene energenata u svijetu, zatim ostvarenje manje ovisnosti energenata za uvozom, a posebno zadovoljavanje hijerarhijskog koncepta upravljanja otpadom kako je to u zemljama EU, što uključuje smanjenje emisije gasova koji izazivaju efekat staklene bašte (GHG-Greenhouse Gases) u saglasnosti sa Okvirnom konvencijom Ujedinjenih nacija o klimatskim promjenama (UNFCCC), a u konačnici i smanjenje uticaja na okolinu i zauzimanja prostora, su ključni razlozi za primjenu metoda istraživanja količine i sastava komunalnog otpada na nekom području koji bi poslužio za proizvodnju energije. Zakonski aspekti, kao i kulturološki, ekonomski i okolinski efekti su svakako glavni razlozi za ograničavanje razvoja ponovnog iskorištenja otpada u energetske svrhe u Bosni i Hercegovini.*

**Keywords:** waste, management, energy exploitation

**SUMMARY**

*The increase in energy prices in the world, then the realization of less dependence on energy imports, and in particular meeting the hierarchical concept of waste management as it is in the EU, including reducing emissions of greenhouse gases (GHG Greenhouse Gases) in accordance with the Framework Convention of the United Nations Convention on climate change (UNFCCC), and ultimately reducing environmental impacts and taking up space, are the key reasons for the application of research methods amount and composition of municipal waste in a podtručju that would serve to produce energy. The legal aspects, as well as cultural, economic and environmental effects are certainly the main reason for restricting the development of re-utilization of waste in energy purposes in Bosnia and Herzegovina.*

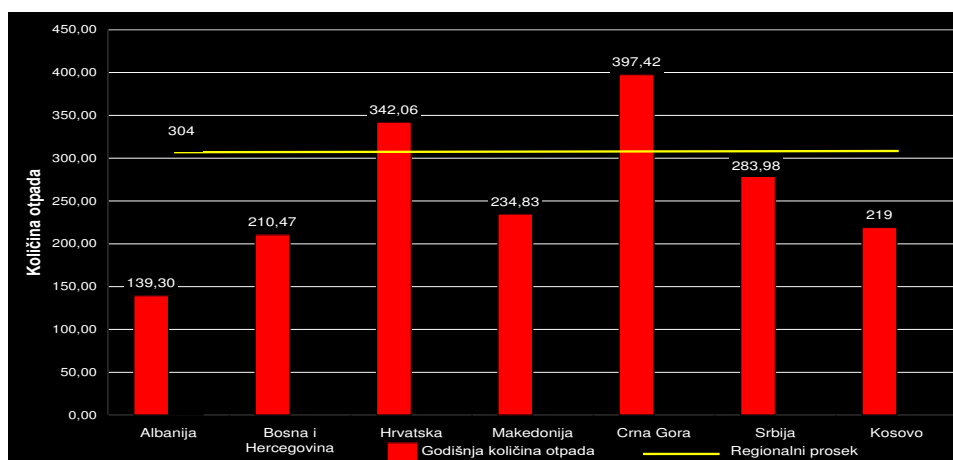
## 1. UVOD

Komunalni otpad predstavlja značajan problem savremenog društva. Strategija upravljanja komunalnim otpadom podrazumijeva niz aktivnosti kojima je cilj unaprijeđenje i smanjenje nastajanja otpada na samom izvoru, odvojeno sakupljanje, reciklažu korisnih materijala kao i ekonomski i ekološki održivo konačno odlaganje otpada. Za pravilan izbor metode upravljanja komunalnim otpadom jednog grada neophodno je prethodno utvrditi količinu i sastav otpada koji proizvodi njegovo stanovništvo. Kod sastava otpada neophodno je ispitati sadržaj organskog dijela otpada (papir, karton, plastika, PVC ambalaža, guma, koža itd.), kao i sadržaj neorganskog dijela otpada (staklo, metal, pijesak itd.). Količina otpada koja se proizvodi u pojedinim zemljama je promjenljiva što se obrazlaže razlozima: način odlaganja i sakupljanja otpada, zakonska regulativa, ekonomski nivo i razvijenost i sl. Međutim, izvjesne paralele se mogu napraviti. Na teritoriji Evropske Unije količina komunalnog otpada se kreće u intervalu od 350 kg do 430 kg po stanovniku za godinu dana (tabela 1). U tabeli 1. su dati podaci za komunalni otpad i otpad iz domaćinstava u zemljama EU-e.

Tabela 1. Količina generisanog kućnog i komunalnog otpada u kg po jednom stanovniku za godinu dana za zemlje članice EU-e [3].

Država	Otpad iz domaćinstava	Komunalni otpad	Država	Otpad iz domaćinstava	Komunalni otpad
Danska	500	530	Austrija	310	480
Holandija	470	580	Nemačka	300	320
Italija	400	470	Norveška	300	620
Španija		370	Irska	290	430
Švedska	360	440	Luksemburg	250	530
Porugalija		350	Island	240	560
V.Britanija	340		Finska	180	410
Francuska	340	470	Belgija		470
Grčka		310			

Situacija u regionu Jugoistočne Evrope je nešto drugačija. Količina otpada iz domaćinstava po jednom stanovniku na godišnjem nivou kreće se u intervalu od 139,30 kg do 397,42 kg, odnosno prosječna količina iznosi 304 kg kako je to prikazano na slici 1. (manja je od prosjeka za zemlje EU-e iznosi 397kg (podaci ETC/W instituta), tabela 2. [4].



Slika 1. Grafički prikaz količina komunalnog otpada iz domaćinstava po stanovniku na godišnjem nivou za zemlje Jugoistočne Evrope, [kg]

Sastav, odnosno komponente otpada su takođe vrlo bitan faktor koji utiču na eventualno profitabilnu proizvodnju energije iz komunalnog otpada. Sa aspekta reciklaže od značaja je sadržaj organskog dijela otpada (komostabilni materijal) i sadržaj neorganskog dijela po klasama (staklo, papir, metal, plastika, koža i dr.).

U tabeli 2. dati su podaci o količini generisanog otpada po jednom stanovniku za zemlje Evropske Unije na godišnjem nivou po klasama, kao i prikaz rezultata neselektivnog otpada (u kesama) i dijela koji je sortiran po klasama i spreman za reciklažu.

*Tabela 2. Količina generisanog otpada iz domaćinstava po klasama po jednom stanovniku za godinu dana za zemlje članice Evropske Unije, [kg]*

Država	Ukupna količina otpada	Otpad u kesama	Organski dio	Papir i karton	Staklo	Metal
Austrija	245	160	0	54	26	5
Belgija	347	281	6	32	22	5
Danska	386	278	13	63	25	0
Finska	363	263	14	77	6	4
Francuska	403	352	0	24	23	3
Nemačka	409	306	12	58	30	3
Island	272	240	0	21	11	0
Italija	430	410	0	10	10	0
Luksemburg	391	318	0	39	34	0
Norveška	362	295	11	45	9	2
Portugalija	387	374	0	1	12	0
Španija	397	386	0	0	11	0
Švedska	357	300	0	46	11	0
Holandija	402	248	75	54	22	3
V. Britanija	400	378	4	10	7	0
EEA ukupno	397	344	7	27	17	2

Podaci govore da zemlje koje imaju razvijen sistem sortiranja i reciklaže proizvode manju količinu otpada. U Bosni i Hercegovini dosadašnja iskustva govore da su korištene različite metode istraživanja u cilju utvrđivanja količine i sastava komunalnog otpada, što je opet rezultat različitih podataka koji treba da posluže za pravilan izbor upravljanja i tretiranja komunalnim otpadom.

Cilj ovog rada je da se opiše zvanična metodologija za istraživanje količine i sastava komunalnog otpada na nekom području, a primarni cilj rada je da se prikažu rezultati istraživanja količine i sastava komunalnog otpada dobijeni primjenom zvanične metode u odabranom području Unsko-sanskog kantona.

## **2. PROBLEMATIKA ISTRAŽIVANJA NASTANKA SAGORIVIH KOMPONENTI IZ KOMUNALNOG OTPADA**

Količina i sastav sagorivih komponenti komunalnog otpada u direktnoj je zavisnosti od veličine oblasti sakupljanja, godišnjeg doba, socijalne strukture stanovništva te vrste privredne djelatnosti i niza drugih uticajnih faktora.

Prosječna količina komunalnog otpada u Bosni i Hercegovini iznosi oko 0,7 do 0,9 kg/stanovniku na dan, odnosno oko 270 do 300 kg/stanovniku u godini [6].

U razvijenijim zemljama produkcija čvrstog otpada iznosi i preko 3,0 kg/stanovniku na dan [6].

Komunalni čvrsti otpad koji nastaje u domaćinstvima predstavlja heterogenu smjesu različitih vrsta otpadnih materijala koji su sadržani od sagorivih komponenti kao što su: papir, karton, razne vrste kartonske ambalaže, tekstila, kože, gume, biomase, PVC ambalaže, organskog kućnog otpada i dr., kao i od negorivih komponenti kao što su staklo, metal i metalna ambalaža, keramika, magnetični i nemagnetični metali, razne vrste inertnih materijala, posebno opasne vrste otpada i sl. Posebno opasne vrste otpada u domaćinstvima nazivaju se problematični otpad, u koji spadaju: baterije, stari lijekovi, insekticidi, pesticidi, fungicidi, motorna ulja, razređivači, boje, lakovi, sredstva za skidanje hrđe, sredstva za zaštitu drveta, akumulatori, uljni filteri, termometri sa živom, antifriz, filmovi raznih vrsta, fluorescentne rasvjetne cijevi, ljepila, kozmetika, fotohemikalije, hemikalije za čišćenje, otapala i sl.

Prema Zakonu o upravljanju otpadom u Bosni i Hercegovini "Otpad znači sve materije koje vlasnik odlaže, namjerava odložiti ili se traži da budu odložene u skladu sa jednom od kategorija otpada navedenoj u listi otpada i utvrđenoj u provedbenom propisu".

Često se u praksi mogu čuti i druge definicije otpada, koje na slikovit način određuju pojam otpada, odnosno šta je to otpad i šta može biti otpad? i to:

- ✓ Otpad nije smeće,
- ✓ Otpad je sirovina koja je odložena na pogrešnom mjestu
- ✓ Otpad je roba koja može imati pozitivnu ili negativnu tržišnu vrijednost
- ✓ Otpad je sirovina koja se može reciklirati i iz kojeg se može dobiti energija i sl.

Iz ovih definicija slijedi da otpad sigurno nije gomila nekorisnih predmeta i materijala i ne mora postati smeće ako se s otpadom postupa na adekvatan način. U ovom smislu može se reći da otpad postaje smeće samo u slučaju neodgovornog ponašanja ljudi s vlastitim otpadom.

Iskustva razvijenih zemalja u svijetu, koje koriste savremene postupke tehnike i tehnologije obrade otpada omogućuju iskorištavanje u količini svih komponenti otpada preko 90 %.

Iskorištenje korisnih materijala iz komunalnog otpada u Bosni i Hercegovini je još na jako niskom nivou iz sljedećih razloga:

- Nije razvijen sistem reciklaže, odnosno odvajanja korisnih materijala na samom izvoru nastanka otpada,
- Nemamo tehnoloških rješenja za iskorištenje energijskog potencijala komunalnog otpada u proizvodnji energije,
- Imamo nepouzdanе podatke o količinama i sastavu otpada jer primjenjujemo nepouzdanе i različite metodologije istraživanja.

Upravo, problematika istraživanja nastanka sagorivih materijala iz komunalnog otpada u Bosni i Hercegovini ogleda se u zaostalom razmišljanju i nedovoljnom educiranošću naših građana, što je odraz i takvog razmišljanja i u drugim nerazvijenim zemljama, a to je da je najvažnije otpad negdje odvesti i baciti.

### **3. METODOLOGIJA ZA ISTRAŽIVANJE KOLIČINE I SASTAVA SAGORIVIH KOMPONENTI IZ KOMUNALNOG OTPADA**

Metodologiju za procjenu generisanih količina i sastava komponenti komunalnog otpada koja je korištena u ovom radu za odabrano područje, rezultat je analiza iskustava zemalja članica EU i predložena je kao zvanična metoda pod nazivom S.W.A.-Tool (Development of a Methodological Tool to enhance the Precision & Comparability of Solid Waste Analysis Data). Cilj njenog razvoja je povećanje preciznosti i uporedljivosti podataka o komunalnom otpadu na nivou Evrope.

Metodologija se sastoji iz dva dijela. Prvi dio se odnosi na utvrđivanje procjene generisanih količina komunalnog otpada za odabrano područje, na način da se u periodu od sedam dana mjere količine komunalnog otpada prije njegovog odlaganja na deponiju. Drugi dio se odnosi na uzorkovanje i analizu morfološkog sastava komunalnog otpada za odabrano područje.

### **3.1. Način mjerenja generisanih količina komunalnog otpada**

Mjerenje mase generisanih količina komunalnog otpada na određenom području obavlja se u dva koraka. Prvi korak je da se u dogovoru sa komunalnim preduzećem u okviru jedne općine izvrši mjerenje (vaganje) mase komunalnog otpada generisanog u periodu od jedne sedmice. Mjerenje (vaganje) se vrši tako, što se prvo izmjeri masa (tara masa) svih kamiona-smečara koji vrše sakupljanje otpada na području općine, i to prije izlaska na teren za utovar i sakupljanje smeća. Ovo mjerenje je dovoljno izvršiti jedanput na početku započetog procesa. Drugi korak je da se vrši mjerenje (vaganje) istih kamiona kada obavljaju svoje redovne relacije u sakupljanju otpada i kada su punog kapaciteta (bruto masa). Sva mjerenja se vrše na kolskim vagama i treba napomenuti da većina komunalnih preduzeća nema svoje kolske vage na ulazu u deponiju, pa je potrebno organizovati mjerenje mase kamiona na nekim drugim lokacijama, odnosno uz pomoć drugih privrednih subjekata u okviru općine koji imaju kolske vage.

Kao što je već rečeno, mjerenje se vrši tokom jedne sedmice, iz prostog razloga jer komunalna preduzeća gotovo u svim područjima u najvećem broju slučajeva za taj period obuhvate pružanje usluga odvoženja otpada za svako domaćinstvo u općini.

Dobijeni podaci se zapisuju na predviđenom obrazcu, odnosno tabeli, a prostim oduzimanjem bruto od tara težine, dobija se neto težina prikupljenog otpada, koja i jeste od interesa za dalju analizu. Prikupljeni otpad se potom odlaže na deponiju, a postupak se ponavlja sve dok svaki kamion ne završi predviđeno prikupljanje, mjerenje i odlaganje otpada za taj dan po redovnom planu prikupljanja u okviru komunalnih usluga u odabranoj općini.

### **3.2. Način utvrđivanja sastava komponenti komunalnog otpada**

Način određivanja morfološkog sastava komponenti komunalnog otpada za odabrano područje iziskuje uzimanje uzoraka komunalnog otpada približne mase od 500 kg i dovoženje do lokacije gdje se vrši analiza iz sljedećih područja ili zona:

- gradska zona – individualno stanovanje,
- gradska zona – kolektivno stanovanje (komercijalna zona) i
- seoska zona.

Za analizu otpada, odnosno sortiranje istog po kataloškim vrstama, potrebna je i ostala sljedeća oprema:

1. Elektronska vaga (opsega mjerenja do 150 kg, platforme širine 400x500 mm, sa LED displejom i mogućnošću rada na akumulatorsku bateriju, čime je omogućen njen nesmetan rad na svakom terenu). Prije korištenja vage, potrebno je izvršiti njenu kalibraciju i postavljanje u horizontalan položaj, po mogućnošću da se može povezati sa računarom.
2. Kante za otpad (zapremine 85 litara, koje su označene i u koje se otpad razvrstava po kategorijama tj. predviđenom katalogu).
3. Rešetka (služi za lakše i brže sortiranje i odvajanje krupnijeg otpada od ostalog, sadrži 3 sita od 130 mm, 75 mm i 20 mm, čime se na kraju dobijaju posebno odvojeni tzv. „fina elementi“ u smeću manji od 20 mm i oni su najčešće u obliku zemlje, pepela i prašine).
4. Pomoćno oruđe i alati (lopate, metle, grablje, najlon, makaze, noževi za rezanje kesa itd.).

#### 4. PRIMJENA METODOLOGIJE ISTRAŽIVANJA NASTANKA SAGORIVIH KOMPONENTI KOMUNALNOG OTPADA NA PODRUČJU U-S KANTONA

Za primjenu opisane metodologije za istraživanje sagorivih komponenti komunalnog otpada, odnosno količine i sastava istog, odabrano je područje općina Bosanska Krupa, Cazin i Bužim koje su u sastavu Unsko-sanskog kantona, a iste generisani komunalni otpad odlažu na zajedničku deponiju "MEŽDRE" koja se nalazi na granici općine Bosanska Krupa i općine Cazin.

Regija Bihać koju čine općine Unsko-sanskog kantona i općina Drvar iz Livanjskog kantona značajna je za ovo istraživanje iz razloga što je kao takva još 2002. godine nacionalnim strateškim dokumentima ušla u projekat zbrinjavanja krutog otpada u BiH izgradnjom regionalnih sanitarnih deponija.

Rezultati dobijeni istraživanjem za ove tri općine su svakako poslužili da se odredi ukupna generisana količina i sastav komunalnog otpada u regiji Bihać.

##### 4.1. Rezultati mjerenja ukupne mase komunalnog otpada

Po utvrđenoj metodologiji u periodu od sedam dana izvršeno je mjerenje ukupne mase generisanog komunalnog otpada u gore određenom području Unsko-sanskog kantona i to sa kolskom vagom u vlasništvu JP Federalna direkcija cesta Sarajevo na način kako je to prikazano na slikama 2.



Slika 2. Mjerenje ukupne mase komunalnog otpada u području istraživanja

Dnevna generisana količina komunalnog otpada po jednom stanovniku računa se na osnovu sljedećih formula:

$$M_{st/dn} = \frac{M_{uk/dn}}{K_u} \quad [\text{kg}] \quad \dots (1)$$

gdje je:

$M_{st/dn}$  – ukupna dnevna masa komunalnog otpada po jednom stanovniku,

$M_{uk/dn}$  – ukupna dnevna masa komunalnog otpada u određenoj općini.

$$K_u = R_{\xi} \cdot S_t \quad \dots (2)$$

gdje je:

$K_u$  – broj korisnika komunalnih usluga (stanovnika)

$R_{\xi}$  – broj računa za domaćinstva

$S_t$  – broj stanovnika u određenoj općini po jednom domaćinstvu

Broj stanovnika u određenoj općini je količnik ukupnog broja popisanih stanovnika i ukupnog broja popisanih domaćinstava u toj Općini i računa se po sljedećoj formuli:

$$S_t = \frac{S_p}{D_p} \quad \dots (3)$$

gdje je:

$S_p$  – broj stanovnika po popisu

$D_p$  – broj domaćinstava po popisu

$$S_t = \frac{29.695 \text{ stanovnika}}{7.691 \text{ domaćinstava}} = 3,86 \frac{\text{stanovnika}}{\text{domaćinstvu}} \quad \dots (4)$$

$$M_{st/dn} = \frac{12.457 \text{ kg otpada/dn}}{20.128 \text{ korisnika}} = 0,61 \text{ kg/st/dn} \quad \dots (5)$$

Ukupna generisana dnevna masa komunalnog otpada na području općine Bosanska Krupa računa se:

$$M_{uk/dn} = \frac{M_{uk/sed}}{7} \times 1000 \text{ [kg]}, \text{ za općinu Bos.Krupu } M_{uk/dn} = \frac{87,20}{7} \times 1000 = 12.457 \text{ [kg]}$$

Na osnovu gore navedenih formula i prikazanim postupkom, u tabeli 3. prikazane su generisane količine, odnosno mase komunalnog otpada po stanovniku za sve općine u Unsko-sanskom kantonu i općini Drvar.

Tabela 3. Ukupna generisana količina komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu

OPĆINA	Ukupan broj stanovnika	Broj korisnika komunalnih usluga	Količina otpada po st. kg/st/dn	Količina otpada t/sedmično	Projekcije količina otpada t/god	Količina otpada po stanovn. kg/st/god
B.Krupa, Cazin i Bužim)	119.368	91.497	0,43	273,76	13.140,48	156,9
Bihac	61.186	52.344	0,43	156,61	7.517,28	156,9
B. Petrovac	7.946	3.601	0,43	10,77	516,96	156,9
Drvar	7.506	2.706	0,43	8,09	388,32	156,9
Ključ	18.714	15.163	0,43	45,36	2.177,28	156,9
Sanski Most	47359	25.476	0,43	76,22	3658,56	156,9
V. Kladuša	44.770	39.694	0,43	118,76	5.700,48	156,9
<b>UKUPNO</b>	<b>306.849</b>	<b>227.338</b>	<b>0,43</b>	<b>941,26</b>	<b>33.099,36</b>	<b>156,9</b>

## 4.2. Rezultati mjerenja sastava komunalnog otpada

Na osnovu utvrđene metodologije i izvršene morfološke analize sastava komunalnog otpada u odabranom području istraživanja, te zapisivanja rezultata, u tabeli 4. prikazani su ukupni procentualni udjeli pojedinih vrsta otpada utvrđeni metodološkom listom u Unsko-sanskom kantonu.

Tabela 4. Procentualna zastupljenost komponenti otpada u Unsko-sanskom kantonu

OPĆINA	B.Krupa (GZ ind.st.)	Cazin (GKZkol.st.)	Bužim (SZ seos.st)	Ukupna procentualna zastupljenost (USK) %
KATEGORIJA OTPADA	Zastupljenost %	Zastupljenost %	Zastupljenost %	
- vrtni otpad	38,30	16,05	13,32	<b>22,70</b>
- biorazgradivi otpad	13,00	20,20	19,34	<b>17,50</b>
- papir	3,20	4,25	2,26	<b>3,23</b>
- staklo	6,90	1,20	1,90	<b>3,33</b>
- karton	3,40	7,30	2,08	<b>4,26</b>
- karton-aluminijum	0,70	2,75	1,44	<b>1,63</b>
- metal-ambalažni i ostali	3,70	1,20	1,74	<b>2,21</b>
- metal-Al konzerve	0,30	0,90	0,82	<b>0,67</b>
- plastični ambalažni otpad	5,45	2,62	4,33	<b>4,13</b>
- plastične kese-najlon	4,70	3,34	4,21	<b>4,08</b>
- tvrda plastika	2,50	1,15	2,57	<b>2,07</b>
- tekstil	6,95	5,15	15,63	<b>9,24</b>
- koža	0,90	0,80	2,67	<b>1,45</b>
- pelene	1,20	2,05	13,64	<b>5,63</b>
- fini elementi	8,80	30,70	14,00	<b>17,83</b>

Na slici 3. prikazan je dio metodologije koji se odnosi na istraživanje sastava komponenti komunalnog otpada.



Slika 3. Analiza sastava komponenti komunalnog otpada



### 4.3. Analiza energijskog potencijala komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu

Na osnovu ukupnih energetske vrijednosti za pojedine vrste otpada određenih po Kiely-u 1998. godine [7] i procentualnih udjela svih vrsta organskog komunalnog otpada koje imaju gorivu moć, izračunata je donja toplotna vrijednost komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu i to:

$$H_d = k_1 \cdot H_{d1} + k_2 \cdot H_{d2} + k_3 \cdot H_{d3} \dots \dots k_n \cdot H_{dn} \quad (\text{MJ/kg}) \quad \dots (6)$$

gdje je:

$k_1$  – maseni udio jedne vrste otpada, npr. vrtnog otpada,

$H_{d1}$  – donja toplotna vrijednost jedne vrste otpada, npr. vrtnog otpada.

$$H_d = 0,227 \cdot 6,0 + 0,175 \cdot 4,2 + 0,032 \cdot 15,7 + 0,042 \cdot 26,2 + 0,016 \cdot 26,2 + 0,041 \cdot 22,5 + 0,040 \cdot 22,5 + 0,020 \cdot 32,7 + 0,092 \cdot 18,3 + 0,014 \cdot 23,53 + 0,056 \cdot 43,4 = \\ H_d = 11,143 \text{ (MJ/kg)}$$

Na osnovu izračunate ukupne godišnje produkcije komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu od **33.099,36** tona i na osnovu izračunate njegove donje toplotne vrijednosti od 11,143 MJ/kg, izračunata je ukupna energija sadržana u komunalnom otpadu u Unsko-sanskom kantonu:

$$E = 33,1 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 11,143 \text{ MJ/kg} = 368,83 \cdot 10^3 \text{ (GJ)}$$

Ako 1 tona lož ulja približno ima 40 GJ energije, ekvivalent za energiju komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu iznosi 9.220 tona lož ulja.

Prema podacima o potrošnji energije za grijanje u javnim objektima Unsko-Sanskog kantona troši se oko 5750 t<sub>oe</sub> (tona ekvivalentne nafte - UNDP, 2014). Dakle, energijski ekvivalent u komunalnom otpadu je za oko 60% veći od potrošnje energije za grijanje javnih objekata u ovom Kantonu.

## 5. ZAKLJUČAK

Proučavajući problematiku prikupljanja i tretiranja komunalnog otpada sa mogućnošću korištenja istog u energetske svrhe, može se zaključiti, kako sa ekonomskog, tako i sa tehnološkog i okolišnog aspekta da je određivanje energijskog potencijala komunalnog otpada primjenom opisane metodologije, najbitniji faktor za pravilan izbor modela upravljanja komunalnog otpada na jednom području. Tačni podaci o količini i sastavu komponenti komunalnog otpada, predstavljaju najbitniji faktor za pravilno određivanje energijskog potencijala komunalnog otpada na nekom području.

Metodologija za utvrđivanje generisanih količina i morfološkog sastava komunalnog otpada pod zvaničnim nazivom S.W.A.-Tool (Development of a Methodological Tool to enhance the Precision & Comparability of Solid Waste Analysis Data), je korištena u području istraživanja i dobijeni rezultati, prvi su konkretan korak u općinama istraživanja u segmentu upravljanja komunalnog otpadom. Podaci i rezultati mjerenja količina i sastava komunalnog otpada dobijeni su direktno sa terena i predstavljaju prve pouzdane informacije o količinama i sastavu komunalnog otpada.

Ukupni energijski potencijal prikupljenog komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu iznosi 9.220 toe (tona ekvivalentne nafte), što je i izračunato na osnovu ekvivalencije da

1 t<sub>oe</sub> = 40 GJ energije.

Ukupna potrošnja primarne energije u BiH u 2010. godini je iznosila oko 5,95 miliona t<sub>oe</sub> (EUBUILD, 2012). S obzirom na broj stanovnika, specifična potrošnja energije u 2010. godini je iznosila oko 1,56 t<sub>oe</sub>. Ako se uzme da Unsko-sanski kanton (područje istraživanja) ima oko 300.000 stanovnika i pretpostavka da je ista specifičnu potrošnju energije u BiH i na teritoriji istraživanja, dobija se potrošnja primarne energije na teritoriji istraživanja od oko 470.000 t<sub>oe</sub>. Ukupni izračunati energijski ekvivalent komunalnog otpada na teritoriji istraživanja od 9.220 t<sub>oe</sub> predstavlja oko 2% potrošnje primarne energije.

Na osnovu udjela sagorivih komponenata došlo se do zaključka da ukoliko je udio vlage manji od 50%, analizirani komunalni otpad može da sagorijeva bez korištenja dodatnog goriva.

Ovaj rad predstavlja osnovu za buduća istraživanja naročito faktora koji utiču na energijski potencijal komunalnog otpada sa mogućnošću korištenja istog u proizvodnju energije. Dakle, potrebno je provesti istraživanje udjela vlage u komunalnom otpadu po sezonama u toku godine. S ciljem planiranja postrojenja za proizvodnju energije iz komunalnog otpada korisno bi bilo provesti istraživanje potencijala biomase koja bi u dodatku sa izračunatom količinom komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu povećala kontinuirano ukupnu masu potrebnu za eventualno kontinuiran rad mogućeg postrojenja za proizvodnju toplotne i električne energije na ovom području. Potrebno je analizirati uticaj proizvodnje energije iz komunalnog otpada na energijski bilans U-S kantona.

## 6. REFERENCE

- [1] Kum V., Sharp A. and Harnpornchai N.: Improving the solid waste management in Phnom Penh city: a strategic approach, Waste Management, Vol 25, pp. 101-109, (2005).,
- [2] Williams I. D. and Taylor C.: Maximising household waste recycling at civic amenity sites in Lancashire, England, Waste Management, Vol 24, pp. 861-874, (2004).,
- [3] Municipal Solid Waste in the United States: Facts and Figure, 2001.,
- [4] Munck-Kampmann, B.: Waste annual topic update 2000, Topic report 8/2001, European Environment Agency, (2001).,
- [5] Christian Fischer, EPA of Denmark and City of Copenhagen.  
Matthew Crowe, EPA Ireland, Household and municipal waste: Comparability of data in EEA member countries, Topic report No 3/2000, European Environment Agency, (2000).,
- [6] Jahić, M. i drugi: Značaj izgradnje sanitarne deponije u regiji Bihać, (2007).,
- [7] Sredojević, J.: Reciklaža otpada, Mašinski fakultet u Zenici, 2006.,
- [8] Sredojević, J.: Obrada i deponije otpada, Mašinski fakultet, Zenica, 2003.,
- [9] Zakon o upravljanju otpadom, Službene novine FBiH broj 33/03.,
- [10] World Bank, Municipal Solid Waste Incinerator – Technical Guidance Report, 1999.,
- [11] [http://www.protecta.org.rs/public\\_docs/Kom\\_otpad\\_i\\_reciklaza.pdf](http://www.protecta.org.rs/public_docs/Kom_otpad_i_reciklaza.pdf) (2015).