



www.ror.tf.bor.ac.rs

ZNAČAJ POUZDANOSTI PODATAKA O GENERISANJU OTPADA U PROCESU DONOŠENJA ODLUKE O IZBORU OPCIJE UPRAVLJANJA OTPADOM U OPŠTINI BOR

THE IMPORTANCE OF RELIABILITY OF DATA ON WASTE GENERATION IN DECISION- MAKING PROCESSES DETERMINING THE OPTIMAL WASTE MANAGEMENT OPTIONS IN THE MUNICIPALITY OF BOR

Hristina D. Stevanović Čarapina^{1, #}, Jasna M. Stepanov¹, Dunja C. Prokić¹,
Ljiljana Lj. Čurčić¹, Nataša V. Žugić Drakulić¹, Anđelka N. Mihajlov²

¹Fakultet zaštite životne sredine, Univerzitet Educons, Sremska Kamenica, Srbija

²Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Primljen: 4. avgust 2013. Prihvaćen: 4. novembar 2013.

IZVOD – Integralno upravljanje otpadom predstavlja sistem upravljanja koji obuhvata sve tokove otpada u svim njihovim fazama od nastanka, preko sakupljanja, selekcije i reciklaže, tretmana do konačnog odlaganja. Osnova za donošenje odluka o izboru odgovarajućeg sistema koji će biti primenjen, se bazira na podacima o generisanom otpadu i sastavu tokova otpada na određenoj teritoriji. Nacionalna strategija upravljanja otpadom za period od 2010. do 2019. godine Republike Srbije, je kao jedan od problema, identifikovala nepostojanje preciznih podataka o količinama i sastavu komunalnog otpada koji se generiše na području Republike.

U radu je prikazana važnost pouzdanosti podataka naročito u nacionalnim i regionalnim dokumentima, za proces donošenja odluka o upravljanju otpadom kroz primenu instrumenta analize životnog ciklusa (eng. *LCA- Life Cycle Analysis*), korišćenjem softverskog paketa IWM-2. Na bazi podataka iz različitih izvora, urađena je uporedna analiza vrednosti 3 indikatora: potencijal globalnog zagrevanja (eng. *GWP-Global Warming Potencial*), vrednosti troškova upravljanja otpadom i troškova po stanovniku, tj. troškova koje bi stanovnici plaćali za opcije odlaganja otpada na nesanitarnoj deponiji bez i sa primenom reciklaže od 30% otpada na primeru opštine Bor. Korišćenjem podataka dobijenih iz različitih nacionalnih izvora, vrednosti indikatora variraju i više do 300%. Na ovaj način, korišćenje podataka iz različitih nacionalnih izvora, može dovesti do pogrešnih odluka u izboru optimalne opcije odlaganja.

Ključne reči: otpad, potencijal globalnog zagrevanja, podaci, analiza životnog ciklusa, reciklaža

ABSTRACT - *Integrated Waste Management system includes all waste streams, waste collection, treatment and disposal methods, with the aim to achieve environmental benefits, economic optimization and societal acceptability. Appropriate waste management system that will be implemented is based on data on generated waste, waste composition for any specific municipality.*

[#] Kontakt adresa autora: H.D.Stevanović Čarapna, Fakultet zaštite životne sredine, Univerzitet Educons, Vojvode Putnika 87, 21208 Sremska Kamenica, Srbija. E-mail: hristina.carapina@eco-expert.rs

* Rad je u skraćenom obliku predstavljen na 8. Simpozijumu „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Borsko Jezero, Srbija 2013.

** Autori se zahvaljuju Ministarstvu za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj za finansiranje istraživanja u okviru projekta ON176019.

The National Waste Management Strategy for Serbia identified the lack of data on composition and quantities of municipal waste generated in our country. This paper deals with analysis of data available in various national and regional reports for the municipality Bor.

Comparative analysis of indicators: the global warming potential-GWP, total cost, as well as cost per capita for non-sanitary landfill waste management option with 30% recycling and without recycling for municipality Bor is based on the data from different sources. It is presented that indicators based on data from different sources can vary and up to 300%, which can produce wrong decisions in choosing optimal waste disposal option.

Key words: waste, global warming potential, data, life cycle analysis, recycling

1. UVOD

Upravljanje komunalnim otpadom je jedan od prioriteta upravljanja životnom sredinom, kako u svetu, tako i u Republici Srbiji [1]. Zakonom o upravljanju otpadom [2] kao i pratećim podzakonskim aktima, uvedena je obaveza izveštavanja generatora otpada o količinama i sastavu otpada kao i izrade lokalnih i regionalnih planova upravljanja otpadom i specifikiran je njihov sadržaj, kao i period važenja. Analiza različitih opcija upravljanja otpadom [3] omogućava donosiocima odluka da upotrebom različitih instrumenata razmotre više prihvatljivih opcija i donesu odluke o optimalnoj opciji za zadovoljenje njihovih specifičnih potreba. Osnova za donošenje odluka su podaci o generisanju i sastavu otpada na datoj teritoriji u određenom vremenskom periodu [4].

Strategijom upravljanja otpadom Republike Srbije [3], je u oblasti upravljanja otpadom, kao poseban problem, identifikovano nepostojanje preciznih podataka o količinama i sastavu komunalnog otpada koji se generiše na području Republike.

Raznolikost podataka o količinama i sastavu komunalnog otpada, generisanog u jednoj lokalnoj samoupravi, odnosno regionu, koji se nalaze u različitoj dokumentacionoj osnovi implicira različito dimenzionisanje potrebnih infrastrukturnih kapaciteta za implementaciju savremenog sistema upravljanja otpadom na njihovim teritorijama što u krajnoj instanci ima finansijsku implikaciju. U ovom radu su, kroz primenu LCA - Studije ocenjivanja životnog ciklusa otpada, predstavljene posledice raznovrsnosti podataka u procesima planiranja upravljanja komunalnim otpadom na primeru opštine Bor i predstavlja inovativni pristup ovoj problematici, ne ulazeći u suštinu potrebnih stručnih osnova za donošenje odluka [5,6].

2. OCENJIVANJE ŽIVOTNOG CIKLUSA OTPADA KAO INSTRUMENT PLANIRANJA UPRAVLJANJA ČVRSTIM KOMUNALNIM OTPADOM

Ocenjivanje životnog ciklusa predstavlja jedan od

analitičkih instrumenata koji se može primeniti za izbor najpovoljnije opcije upravljanja čvrstim komunalnim otpadom, i baziraju se na oceni uticaja otpada na činioce životne sredine. Preduslov za izradu LCA studija za otpad je postojanje kvalitetnih podataka. Zahtevi u pogledu kvaliteta podataka definisani su i standardom SRPS ISO 14040 [5,7]. I podaci treba da obuhvate sledeće:

- vremensku pokrivenost: starost podataka i minimalni vremenski period za koji treba prikupljati podatke;
- geografsku pokrivenost: geografska oblast sa koje treba prikupljati podatke za jedinične procese: [7], da bi se zadovoljio cilj studije
- tehnološku pokrivenost: podaci o specifičnoj tehnologiji za tretman
- preciznost: tolerisane i definisane promenljivosti vrednosti podataka
- potpunost: procenat toka [7] koji se meri ili procenjuje
- reprezentativnost
- doslednost
- reproduktivnost
- jasno definisane izvore podataka
- komentare na nepouzdanost informacija (npr. podataka, modela i pretpostavki).

3. SISTEM UPRAVLJANJA OTPADOM U OPŠTINI BOR

Postojeći problem životne sredine u opštini Bor predstavlja činjenica da se ukupni otpad (komunalni, industrijski i opasni), bez predtretmana odlaže na gradsku deponiju. Ovakvo nesistemske odlaganje prouzrokovalo je velika zagađenja ne samo na prostoru deponije nego i na celoj teritoriji opštine [8,9, 10].

3.1. Eksperimentalni deo

Kao polazna osnova za izradu ovog rada su iskorišćeni podaci o količinama i sastavu komunalnog

otpada dobijeni za opštinu Bor sakupljani iz sledećih dokumenata:

1. Strategija upravljanja otpadom za period 2010-2019 [3], (u daljem tekstu: Strategija)
2. Regionalni plan upravljanja otpadom za opštine: Zaječar, Boljevac, Bor, Kladovo, Majdanapek, Negotin, i Knjaževac [11], (u daljem tekstu Regionalni plan)
3. Podaci iz Republičkog zavoda za statistiku RS (Popis stanovništva domaćinstava i stanova u Republici Srbiji 2011. [12] i Statistika otpada i upravljanje otpadom u Republici Srbiji [13]) (u daljem tekstu Statistika)
4. Utvrđivanje sastava otpada i procene količine u cilju definisanja strategije upravljanja sekundarnim sirovinama u sklopu održivog razvoja Republike Srbije [14] (u daljem tekstu Projekat).

Sakupljeni podaci su prikazani u tabeli 1 i obrađeni pomoću IWM-2 softvera. Iz Tabele 1 je uočljivo da prikazani podaci pokazuju značajne varijabilnosti (i do 20%) između različitih izvora podataka po svim kategorijama, tj. po broju stanovnika, količini otpada i sastavu.

U tabeli 1 su prikazani podaci sakupljeni iz nacionalnih izvora za potrebe softvera.

Tabela 1. Prikaz podataka i izvora podatka koji su korišćeni za LCA studiju za otpad u Boru

Podaci	Statistika, [9, 10]	Regionalni plan [7]	Strategija [2]	Projekat [11]
Broj stanovnika	48 155	55 817	55 817	55 817
Prosečan broj stanovnika po domaćinstvu	2,9	2,9	2,9	2,9
Količina otpada u kg/stan/god	360	183	317	
Morfološki sastav				
Papir	15,8	9,6	12,6	14,4
Staklo	5,3	2,5	5,4	4,6
Metal	2,7	2	2,4	2,8
Plastika	15	11,5	12,8	15,1
Tekstil	5,6	4,5	5,6	7,5
organski	42,9	55,5	49,7	42,1
Ostali	12,7	14,4	11,5	13,5
Količina dizel goriva l/god	18 023	18 023	18 023	18 023

Za potrebe ovog rada, a u cilju razmatranja uloge pouzdanosti podataka, prikazana su istraživanja korišćenjem IWM-2 modela koji je koristio indikatore:

1. kategorija impakta- potencijal globalnog zagrevanja (GWP), baziran na proračunu količina emisija u vazduh (emisije koje doprinose globalnom zagrevanju CO₂, CH₄ i N₂O)
2. ukupni troškovi upravljanja otpadom za izabrane opcije
3. troškovi po domaćinstvu, koje će stanovnici plaćati za određenu opciju, euro/stanovniku.

Autori su smatrali da su navedeni indikatori pogodni za analize imajući u vidu njihovu mnogostruku ulogu u procesu donošenja odluka:

- GWP- kao mera potencijala za CDM kredite, uticaja na klimatake promene, indikator za nacionalne izveštaje i pripremu II Nacionalne komunikacije
- Troškovi -kao indikator koji je u direktnoj korelaciji sa platežnom moći stanovnika.

Indikatori su računati na bazi podataka iz navedenih izvora 1), 2), 3), i 4). Usporedna analiza je urađena za 2 opcije upravljanja otpadom, i to:

0. odlaganje neselektovanog otpada na nesanitarnu deponiju na lokalnom nivou
1. odlaganje neselektovanog otpada na nesanitarnu deponiju uz uvođenje 30% reciklaže za papir, plastiku i biološki otpad.

Imajući u vidu da LCA obrađuje životni ciklus otpada kroz ceo njegov ciklus koji uključuje i transport, za potrebe ovo rada korišćena su određene pretpostavke i ograničenja:

- i. Podaci o utrošenoj količini dizel goriva potrebnog za transport otpada (do lokalne deponije) dobijeni su iz opštinskog komunalnog preduzeća, zaduženog za usluge sakupljanja i transporta otpada. U svim analizama korišćena je ista količina goriva nezavisno od izvora podatka o otpadu, tj. uz činjenicu da je tok sakupljanja i udaljenost lokalne deponije ista za sve izvore podataka.
- ii. Pretpostavka je da će se reciklabili sakupljati istim vozilima, sa adaptiranim dodatnim prostorom za reciklabile i da će troškovi sakupljanja reciklabila biti isti kao troškovi sakupljanja standardnog otpada.
- iii. Troškovi odlaganja na deponiji, tretmana na postrojenju za kompostiranje i reciklažu su uzeti iz baze podataka samog softvera IWM-2, odnosno kako se tretiraju u EU (napomena- podaci o ovim troškovima se ne nalaze u izvorima Republike Srbije).
- iv. U troškovima opcije 1, tj uz primenu reciklaže, nisu računati prihodi koji se dobijaju od prodaje reciklabila.
- v. U troškove nije uračunata izgradnja postrojenja za reciklažu i kompostiranje, već njihovo korišćenje.

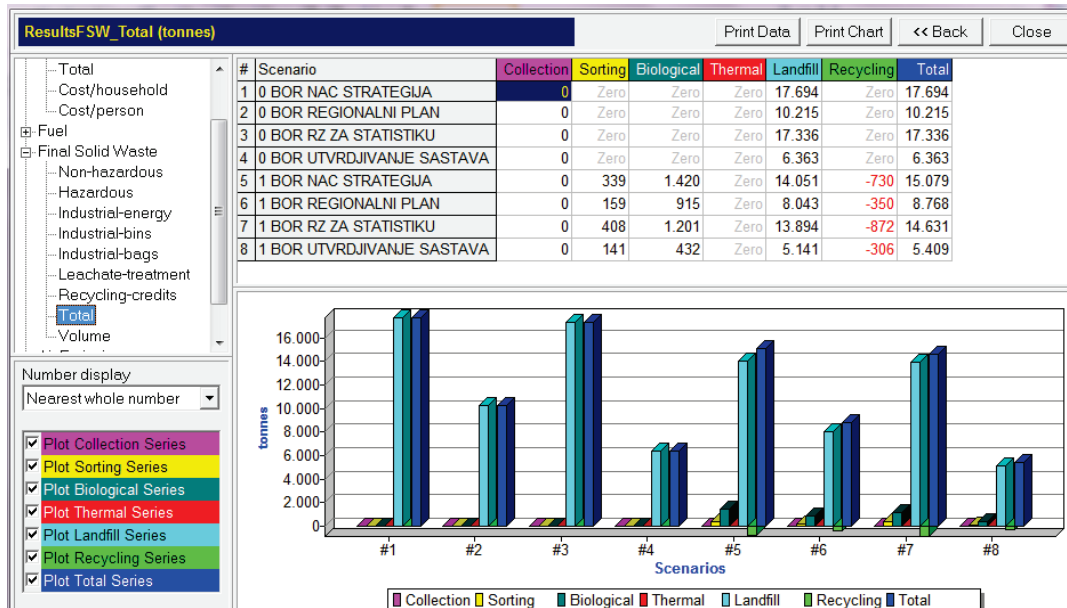
3.2. Prikaz rezultata

Kao što je napomenuto, analizirano je upravljanje otpadom u opštini Bor za 2 opcije:

- 0-odlaganje na nesanitarnu
- 1-odlaganje na nesanitarnu lokalnu opštinsku deponiju (uključujući i transport otpada na loka-

inom nivou) uz primenu reciklaže.

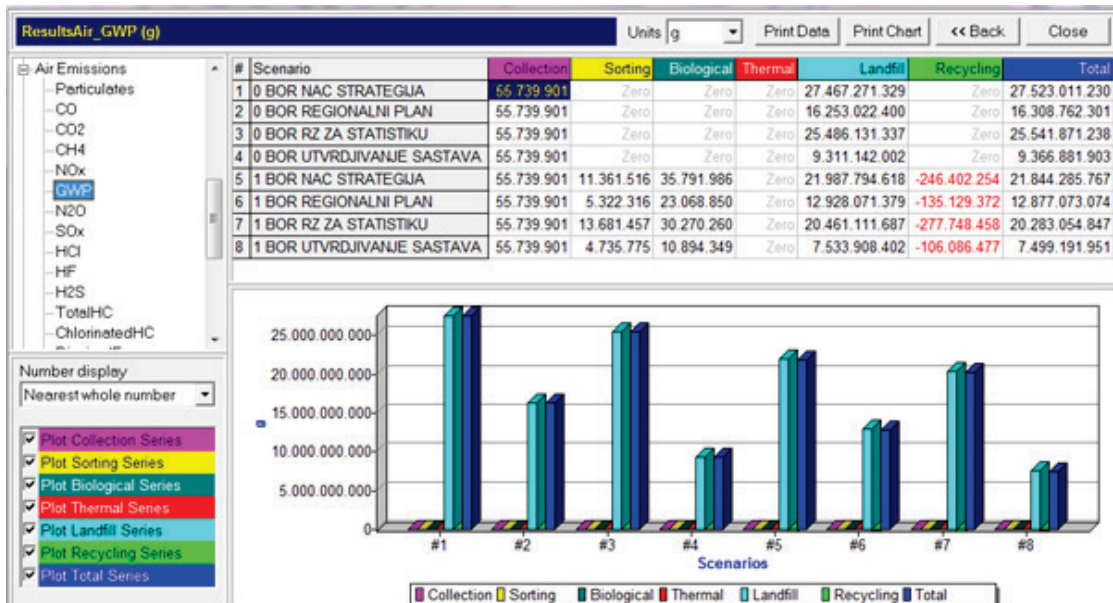
Na osnovu podataka o količinama sakupljenih i obračunatih iz pomenutih nacionalnih izvora: 1) Strategija 2) Regionalni plan 3) Statistika 4) Projekta, sagledava se raznolikost u inicijalnim podacima o količinama otpada, prikazano na slici 1.



Slika 1. Uporedni prikaz količina otpada prema opciji 0 (podaci redni broj u tabeli 1-4) i opciji 1 (redni brojevi 5-8 u tabeli), prema izvorima: 1) Strategija 2) Regionalni plan 3) Statistika 4) Projekat

3.2.1. Indikator GWP

Na slici 2 prikazan je vrednost GWP za upravljanje otpadom u opštini Bor za opcije 0 i 1.



Slika 2. Grafički prikaz vrednosti potencijala globalnog zagrevanja (GWP) za odlaganje prema opcijama 0 i 1 u opštini Bor (gram)

Na bazi osnovnih podataka, softverom IWM-2 se izračunava GWP - potencijal globalnog zagrevanja prema modelu Međuvladinog panela o klimatskim promenama (eng. IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change).

Uočava se da se GWP u opštini Bor znatno razlikuje korišćenjem podataka iz specificiranih izvora: 1) Strategija, 2) Regionalni plan, 3) Statistika i 4) Projekta. U Tabeli 2. Prikazane su razlike u vrednostima za GWP potencijal globalnog zagrevanja (10^3 tona) u Boru u slučaju odlaganja otpada na nesanitarnu i nesanitarnu deponiju uz primenu reciklaže (%).

Tabela 2. Međusobne razlike u vrednostima GWP prema izvorima podataka 1), 2), 3) i 4)

Opcija odlaganja	GWP min/Max	%
Nesanitarna	9336/ 27 523	300%
Nesanitarna sa reciklažom	7499/21844	300%

Iz prikazanih podataka za GWP (slika 1 i 2 i tabela 1) uočava se da se GWP obračunat prema podacima iz različitih izvora drastično razlikuju, čak i do 300%. U

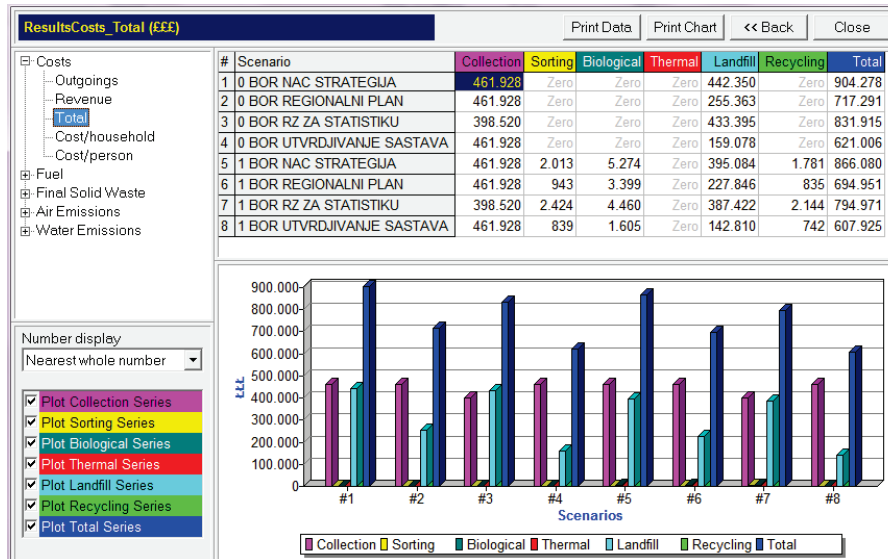
tabeli 2 predstavljene su procentualne razlike u vrednostima GWP-a između najmanje i najveće vrednosti u zavisnosti od izvora početnih podataka za opcije 0 i 1.

S druge strane, vrednosti GWP-a razlikuju i u zavisnosti od načina odlaganja otpada. Naime, vrednosti ovog indikatora su niže u slučaju primene reciklaže, bez obzira što je u pitanju u oba slučaja i dalje odlaganje otpada na nesanitarnu deponiju, što navodi na zaključak da svakako opcija uvođenja reciklaže doprinosi smanjenju GWP, čak i u slučaju nesanitarnog odlaganja.

Ovakve razlike u vrednostima GWP dovode u pitanje pouzdanost i validnost tih podataka i usmeravaju potencijalne korisnike podataka ka potrebi njihove evaluacije.

3.2.2. Indikator – ukupni troškovi

Pomoću IWM-2 paketa izračunati su ukupni troškovi odlaganja otpada na nesaniatrnj deponiji bez reciklaže (opcija 0) i sa reciklažom (opcija 1) i to je prikazano na Slici 3.



Slika 3. Ukupni troškovi odlaganja na nesanitarnoj deponiji za opcije 0 i 1

Troškovi su formirani na bazi troškova koji važe za reciklažu, kompostiranje i odlaganje na nesanitarnu deponiju prema statističkim podacima iz EU. Evidentno je da se ukupni troškovi za obe opcije razlikuju prema izborima podataka i da variraju (tabela 3).

Takođe, iz ove analize se sagledava da je i pored

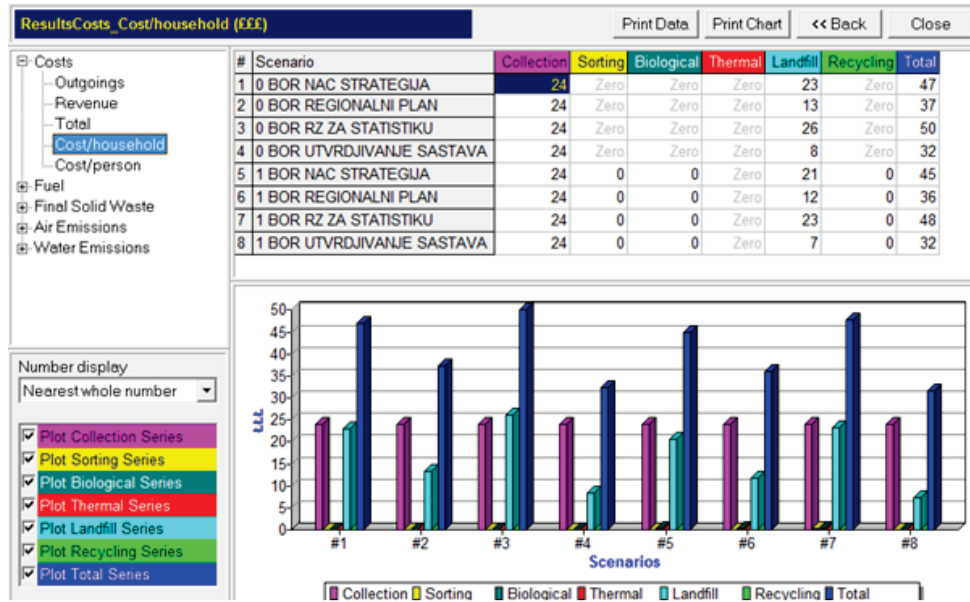
uvođenja reciklaže i kompostiranja kao potrebe za izgradnjom posebnih infrastrukturnih postrojenja, ukupni troškovi upravljanja otpadom (imajući u vidu povratak troškova prouzrokovan dobiti usled plasmana komposta i reciklabila), pokazuju da su ukupni troškovi u slučaju uvođenja reciklaže manji.

Tabela 3. Međusobne razlike u vrednostima ukupnih troškova odlaganja (TC) prema a izvorima podataka 1), 2), 3) i 4)

Opcija odlaganja	T C min/max	%
Nesanitarna	621006/ 904278	145%
Nesanitarna sa reciklažom	607925/ 866080	127,6%

3.2.3. Indikator – troškovi po domaćinstvu

Troškovi upravljanja otpadom po stanovniku, tj. troškovi koji su namet na domaćinstvo, za uvođenje obe opcije 0 i 1 prikazani su na slici 4



Slika 4. Ukupni troškovi po domaćinstvu i za opcije 0 i 1

I u ovom slučaju se sagledava znatna razlika u vrednostima troškova po domaćinstvu, zavisno od izvora podataka za proračune koji se koristi (primenom IWM-2), iznosi i do 150%.

Tabela 4. Razlike u vrednostima troškova po domaćinstvu (CH) prema izvorima podataka 1), 2), 3) i 4)

Opcija odlaganja	CH min/Max	%
Nesanitarna	32/ 50	156%
Nesanitarna sa reciklažom	32/48	150%

Iz navedene analize se sagledava da i pored povećanja troškova usled uvođenja reciklaže i kompostiranja ukupni troškovi upravljanja otpadom po domaćinstvu u navedenom slučaju su zapravo manji (imajući u vidu povratak troškova prouzrokovan ostvarenjem dobiti usled plasmana komposta i reciklabila).

ZAKLJUČAK

Analize predstavljene u okviru istraživanja prikazanih u ovom radu, kao i u prethodnim

istraživanjima [1, 5, 15, 16], nedvosmisleno pokazuju da je preduslov za odlučivanje o uvođenju integralnog sistema upravljanja otpadom postojanje pouzdanih i jednoznačnih podataka na nacionalnom i lokalnom nivou.

Analiza sprovedena pomoću LCA studije na bazi podataka iz različitih izvora je pokazala da postoje značajna odstupanja uticaja različitih opcija odlaganja na globalno zagrevanje, ukupnih troškova kao i troškova po domaćinstvu prema različitim izvorima podatka.

Problem koji proističe iz izbora opcije prema određenim podacima je konačan uticaj na troškove upravljanja, odnosno na cenu koju stanovnici treba da plaćaju, te se izborom baziranim na nepouzdanim podacima direktno ugrožava budžet i zdravlje samih stanovnika.

U radu je pokazano da ako bi se u procesu donošenja odluka npr. poredili podaci za troškove upravljanja otpadom po domaćinstvu obračunati prema različitim izvorima:

- izvoru 4) (broj 4 u tabelama) za odlaganje na nesanitarnoj deponiji,
- a troškovi po domaćinstvu za uvođenje reciklaže obračunati prema izvoru 3), reciklaža se ne bi

pokazala kao opcija izbora, jer su troškovi gotovo za 50% veći.

Uspostavljanje validnih podataka o otpadu je preduslov za donošenje odluka o integralnom upravljanju otpada u opštini u različitim fazama uspostavljanja sistema i to:

- u fazi projektovanja kapaciteta postrojenja,
- u fazi donošenja odluka o izboru najpogodnije opcije relevantne za lokalne uslove,
- u fazi izveštavanja prema državnim i EU institucijama o stanju zagađenja i upravljanja otpadom na nacionalnom i lokalnom nivou.

Republika Srbija mora uspostaviti validne baze podataka o otpadu na: državnom, regionalnom i lokalnom nivou.

LITERATURA

1. Stevanović Čarapina, H.; Stepanov, J.; Savić, D.; Mihajlov, A. Emisija toksičnih komponenti kao faktor izbora najbolje opcije za upravljanje otpadom primenom koncepta ocenjivanja životnog ciklusa. *Hem. Ind.* **2011**, 65(2), 205-209.
2. Zakon o upravljanju otpadom ("Službeni glasnik R Srbije", broj 36/2009).
3. Strategija upravljanja otpadom za period od 2010. do 2019. godine ("Sl. i glasnik R Srbije", broj 29/2010).
4. Vujić, G.; Batinić, B.; Stanislavljević, N.; Ubavin, D.; Živančev, M. Analiza stanja i strateški okvir upravljanja otpadom u Republici Srbiji. *Reciklaža i održivi razvoj* **2011**, 4, 14-19.
5. Stevanović Čarapina, H.; Stepanov, J.; Prokić, D.; Ćurčić, Lj.; Žugić Drakulić, N.; Mihajlov, A. Pouzdanost podataka o generisanju otpada u primeni LCA kao preduslov u procesu donošenja odluke o uvođenju reciklaže u opštini Bor. Zbornik radova 8. Simpozijuma „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Borsko jezero, 1- 3. jul 2013; pp. 11-16.
6. Stevanović-Čarapina, H.; Mihajlov, A.; Stepanov J.; Savić D. Uspostavljanje održivog sistema upravljanja otpadom – primena koncepta: ocenjivanje životnog ciklusa. *Reciklaža i održivi razvoj* **2010**, 3, 22-29.
7. SRPS, ISO 14040, Srpski standard, (2008) , II izdanje.
8. Stepanov, J. Metodologija ocenjivanja životnog ciklusa komunalnog otpada na primeru Grada Sombora. Magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2012.
9. Stevanović Čarapina, H.; Jovović, A.; Stepanov, J. Ocena životnog ciklusa LCA (Life Cycle Assessment) kao instrument u strateškom planiranju upravljanja otpadom, Monografija, Educons University, 2011.
10. Savić, D. Doprinos regionalnom planiranju upravljanja čvrstim komunalnim otpadom za Region Sombor, Apatin, Kula, Odžaci i Bač. Magistarski rad, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2008.
11. Regionalni plan upravljanja otpadom za opštine: Zaječar, Boljevac, Bor, Kladovo, Majdanpek, Negotin, i Knjaževac, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine, FTN, Univerzitet u Novom Sadu, 2009.
12. Popis stanovništva domaćinstava i stanova u Republici Srbiji 2011., Prvi rezultati, Republički zavod za statistiku, Beograd 2011.
13. Statistika otpada i upravljanje otpadom u Republici Srbiji, Republički zavod za statistiku, Beograd 2012.
14. Utvrđivanje sastava otpada i procene količine u cilju definisanja strategije upravljanja sekundarnim sirovinama u sklopu održivog razvoja Republike Srbije, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 2009.
15. Vujić, G.; Milovanović, D. Upravljanje otpadom, pravac naučnih istraživanja u budućnosti. *Reciklaža i održivi razvoj* **2012**, 5, 30-39.
16. Stevanović-Čarapina, H.; Mihajlov, A. Uticaj otpada na urbano stanovništvo – doprinos uspostavljanju uzročno posledičnih veza. *Reciklaža i održivi razvoj* **2011**, 4, 20-29.