

OKOLIŠNA PROCJENA SISTEMA I TEHNOLOGIJA ČVRSTOG OTPADA POMOĆU EASEWASTE MODELA

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOLID WASTE SYSTEMS AND TECHNOLOGIES BY MEANS OF EASEWASTE MODEL

mr.sc. Draženko Bjelić, dipl.inž.hem.teh.; Brankica Gegić, dipl.inž.hem.teh.;
mr.sc. Dragana Nešković-Markić, dipl.inž.hem.teh.; mr.sc. Željka Šobot-Pešić, dipl.inž.teh.,
JP "DEP-OT" Regionalna deponija, B.V.Ž.Mišića 23, 78000 Banja Luka,
Bosna i Hercegovina
e-mail: dbjelic@dep-ot.com

Sažetak

U zadnjih deset godina razvijeno je nekoliko modela sa specijalnom primjenom u procesu procjene okolišnih posljedica izazvanih sistemima upravljanja čvrstim otpadom. Jedan od njih je i EASEWASTE (Environmental Assessment of Solid Waste Systems and Technologies).

Model je razvijen na danskom tehničkom univerzitetu (DTU). EASEWASTE modeluje tok otpada, korištenje resursa i njihov oporavak, kao i emisije u okolinu u vezi sa otpadom u kontekstu životnog ciklusa i daje kompletnu procjenu uticaja u uslovima globalnog zagrijavanja, smanjenja ozona, zagađenja voda, zemljišta, vazduha... Model je podešen za komunalni otpad, ali se može koristiti i za druge vrste otpada.

EASEWASTE model je veoma moćno oruđe koje se može koristiti za davanje podrške o donošenju odluka na regionalnom ili nacionalnom nivou radi postavljanja smjernica za upravljanje čvrstim otpadom, ili na lokalnom nivou za odabir okolišno povoljnije strategije ili optimizacije trenutnog sistema upravljanja otpadom.

Ključne riječi: čvrsti otpad, procjena životnog ciklusa, okolišna procjena, EASEWASTE

Abstract

In the last ten years several models were developed with special implementation in the assessment of environmental consequences caused by solid waste management systems. One of them is EASEWASTE (Environmental Assessment of Solid Waste Systems and Technologies).

The model was developed at the Technical University of Denmark (DTU). EASEWASTE modeled flow of waste, resource use and their recovery, and emissions into the environment in relation to waste management in the context of the life cycle and provides a complete assessment of the impact in terms of global warming, ozone reduction, water pollution, land, air ... The model is set up for municipal waste but can also be used for other types of waste.

EASEWASTE model is a very powerful tool that can be used to provide support for decision making at the regional or national level to set the guidelines for the management of solid waste, or at the local level for the selection of environmentally better strategy or optimizing the current system of waste management.

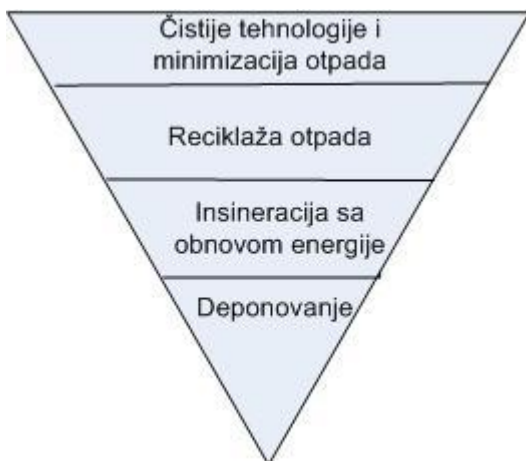
Key words: solid waste, life cycle assessment, environmental assessment, EASEWASTE

Uvod

Još osamdesetih godina prošlog stoljeća okolišna analiza proizvoda postala je aktualna tema jer su potrošači zahtijevali informacije o okolišnim posljedicama nastalim njihovim korištenjem. Primjena procjene životnog ciklusa u okolišnoj analizi proizvoda i procesa izrodila je novu disciplinu, procjena životnog ciklusa (LCA-Life Cycle Assessment). Ova disciplina našla je široku primjenu u industriji u cilju smanjenja okolišnih opterećenja izazvanih proizvodnjom, upotrebom i odlaganjem proizvoda.

U proteklom desetljeću LCA je našla široku primjenu u upravljanju otpadom omogućivši nove uvide u okolišne aspekte upravljanja otpadom. Kod proizvoda, LCA se obično fokusira na proizvodnju i fazu upotrebe proizvoda, dok se otpad često tretira kao izlazni rezultat produktivnog sistema, za koji se daljnji okolišni uticaji ne uzimaju u obzir. Međutim, za LCA upravljanja otpadom, kraj života proizvoda je primarni fokus. LCA je analitičko oruđe koje ima za cilj davanje podrške u procesu donošenja odluka, Informacije obezbijedene putem LCA moraju se često kombinirati sa drugim tipovima informacija (preferencije potrošača, ekonomska i politička izvodljivost itd.).

Dekadama je u mnogih zemljama upravljanje čvrstim otpadom vođeno hijerarhijom koja je predlagala da minimalizaciji otpada i čistijim tehnologijama treba dati veći prioritet i prednost nad reciklažom, insineracijom sa oporavkom energije i samim tim i deponovanjem (Slika 1).



Slika 1: Koncept hijerarhije otpada

Hijerarhija otpada je dio evropske direktive o upravljanju otpadom, Council Directive 91/156/EES (Council of European Communities, 1991)[1], čija je svrha zaštita okoliša i obezbjeđivanje održivog razvoja.

Okolišni problemi su dobili na težini i izazvali veliku pažnju u proteklim godinama, te su shodno tome preduzeti mnogi koraci u cilju njihovog smanjenja. Proizvodnja čvrstog otpada doprinosi okolišnim problemima posebno u oblasti tretiranja i odlaganja čvrstog otpada. Mnogi problemi se odnose na sakupljanja i tretiranja opštinskog čvrstog otpada. Prvi zadatak sistema upravljanja čvrstim otpadom je da ukloni masu otpada sa mjesta njegovog nastanka. Javlja se potreba za ljudskom snagom i/ili djelotvornim resursima za sakupljanje.

Problemi koje treba izbjeći prilikom upravljanja čvrstim otpadom su miris, higijena i ekološki aspekti nastali uklanjanjem, tretiranjem i finalnim odlaganjem otpada sa izvora u okviru specificiranog vremenskog okvira.

S druge strane insineracija otpada može dovesti do emisije karcinogenih supstanci u vazduh, što je prozurokovalo rezervisan stav kada je insineracija u pitanju i veoma malo država je pobornik iste.

Postrojenja za insineraciju otpada koja obnavljaju energiju imaju široku primjenu u sistemu upravljanja čvrstim otpadom radi sposobnosti korištenja energetskog sadržaja i smanjenja mase i volumena inicijalno pristiglog otpada. Nadalje, potreba za deponovanjem otpada je uveliko opala pogotovo ako se talog ponovo koristi, npr. ponovnu upotrebu u građevinarstvu. Ovim pristupom otpad se može smatrati važnim izvorom energije i materijala a ne „samo“ otpadom koji se treba ukloniti.

Kako bi se osigurao održiv razvoj upravljanja čvrstim otpadom treba obezbijediti tri stvari (Francke & Garmendia, 2001)[2]:

1. Ekološku održivost
2. Ekonomsku održivost
3. Društvenu prihvaćenost

Ovo znači da procjena uticaja na životnu sredinu nije dovoljna za donošenje odluka, radi čega modeli za procjenjivanje ekoloških posljedica prouzrokovanih sistemima upravljanjem čvrstim otpadom predstavljaju samo oruđe kojim se daje podrška odlukama a ne oruđe za donošenje samih odluka. Rezultat ekološke evaluacije se mora uzeti u obzir zajedno sa finansijskim troškovima i prihvatljivošću u društvu.

Kako bi se osigurala ekološka održivost koncept cikličnog razmišljanja je prikladan jer obuhvata holistički i sistematski pristup procjeni životne sredine od „koljevke pa do groba“.

LCA i upravljanje čvrstim otpadom

LCA je oruđe za evaluaciju uticaja na okoliš i potrošnju resursa, te je prvobitno urađena tako da procjenjuje cijelokupni životni ciklus proizvoda kao i ekstrakciju resursa, proizvodnju, distribuciju, upotrebu i odlaganje.

LCA je standardizirana tako da se proizvodni sistemi i usluge mogu sistematično i adekvatno procijeniti sa ekološkog aspekta, od ekstrakcije sirovog materijala do finalnog odlaganja(ISO 14040) [3].

Danska metodologija za sprovođenje LCA za proizvode je razvijena devedesetih godina prošlog vijeka. Ta metodologija se zove EDIP97 (ekološko planiranje industrijskih proizvoda) i u skladu je sa ISO standardima.

Holistički i sistematički pristup se koristi u procjeni uticaja na životnu sredinu kada se primjenjuje procjena cikličnosti integrisanog upravljanja čvrstim otpadom pri čemu se obuhvataju potrošnja resursa, potencijalni uticaji na ljudsko zdravlje i na okolinu. Procedura za sprovođenje LCA na sistemu upravljanja otpadom je veoma slična onoj koja se koristi za LCA proizvoda.

Predhodni okolišni modeli i procjene

U zadnjih petnaest godina razvijeno je nekoliko modela sa specijalnom namjenom u procesu procjene okolišnih posljedica izazvanih sistemima upravljanja čvrstim otpadom koji koriste pristup razmišljanja o životnom ciklusu.

Model IWM (White et al. 1995) koji je dopunjen 2001 (McDougall et al.) [4] primjenjuje životni ciklus razmišljanja na postupanje sa komunalnim čvrstim otpadom, ali ni jedan model nije uvrstio procjenu uticaja na životni ciklus.

Švedski model ORWARE (istrživanje organskog otpada) je posebno usmjeren ka procjeni različitih strategija organskog otpada kako iz domaćinstva tako i iz industrije.

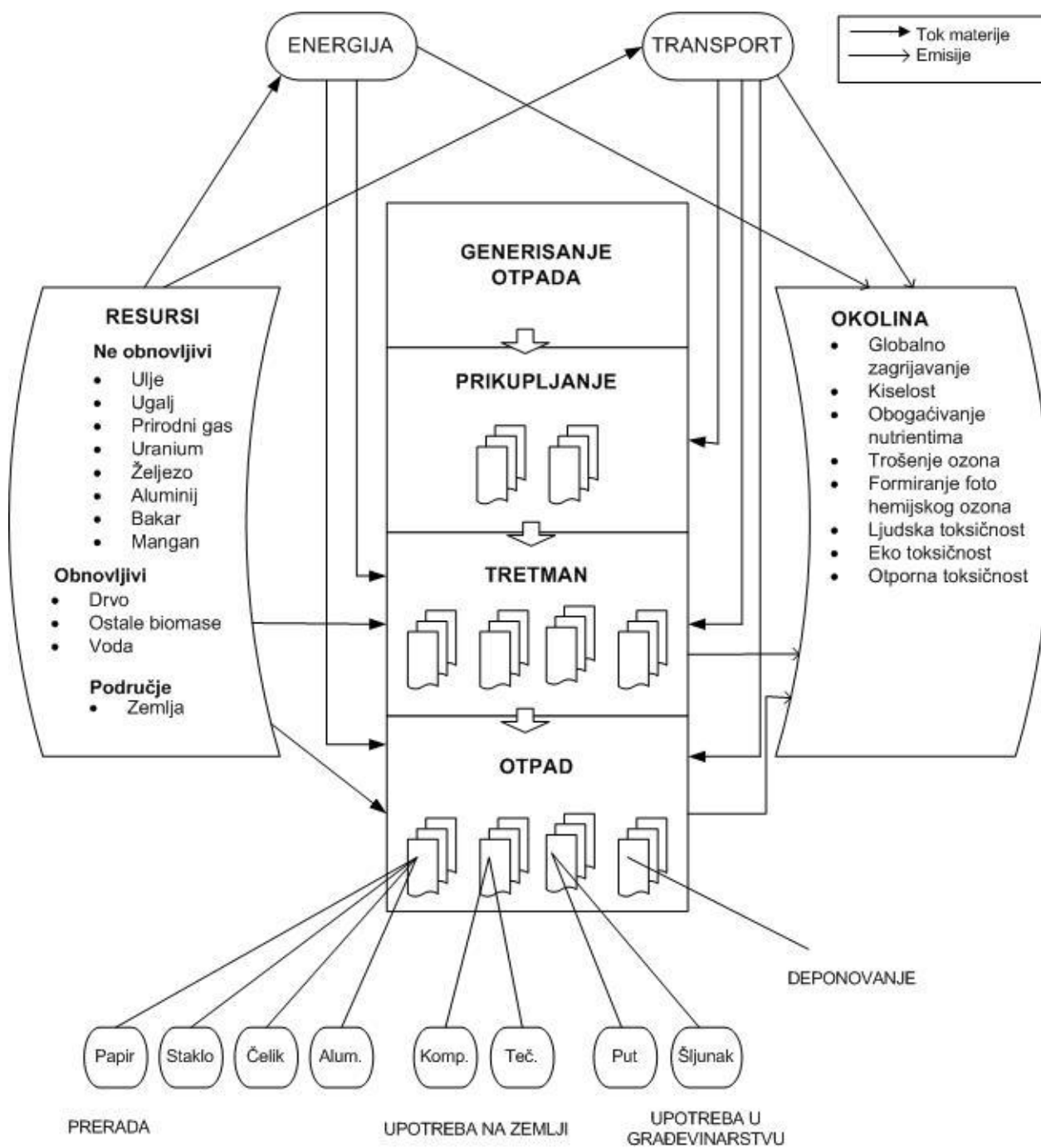
Agencija za zaštitu okoliša SAD-a je razvila alat za podršku donošenju odluka pri upravljanju integrisanim čvrstim otpadom (ISWM DST –Integrated Solid Waste Management Decision-Support-Tool). Glavni cilj je optimizacija sistema otpada u odnosu na jednu od ukupno datih funkcija, dok se sistem ravna prema nizu restrikcija. ISWM DST ne obuhvata LCIA proračune ali je zato više fokusiran na elemente optimalizacije (Harrison et al., 2001; Weitz et al., 1999) [4]. Tradicionalno LCA oruđe za industrijske proizvode, UMBERTO, je razvilo element koji se specijalno fokusira na upravljanje čvrstim otpadom. Pokazalo se da taj element (modul) ima veoma nisku stopu osjetljivosti na ulaznu vrstu otpada koji je odabran u modelu (Winkler,2003) [4].

Wisard oruđe je razvio Ecobilan (sada PriceWaterHouse Coopers) za Okolišnu Agenciju Velike Britanije i predstavlja jedan od najsloženijih modela dajući korisniku mogućnost odabira višestrukog broja metoda tretiranja i tehnologija. Kritikovana je upotrebljivost modela, nedostatak transparentnosti i nedostatak smjernica potrebnih za tumačenje rezultata (Ekološka Agencija, 2000) [4].

EASEWASTE model

EASEWASTE je akronim za okolišnu procjenu sistema i tehnologija čvrstog otpada. (Environmental Assessment of Solid Waste Systems and Technologies). Model u svom radu koristi metodologiju procjene životnog ciklusa.

Sistemske granice modela definirani su sistemom gospodarenja otpadom iz tačke izvora otpada, tačke separacije do konačnog odlaganja ostataka otpada, koji su postali inertni, tako da ne pridonose daljnjem utjecaju na okoliš (Slika 2.).



Slika 2. Konceptualna struktura EASEWASTE

Procjena podrazumjeva brojne uticajne kategorije (Tablica 1.)[5] koje pokrivaju potencijalne uticaje nekoliko okolišnih djelova (zrak, površinske vode i podzemne vode,) i takođe potencijalne rizike za ljude.

Okolišne uticajne kategorije su podjeljene u 3 grupe:

1. standardni okolišni uticaji,
2. toksički-orijentisani uticaji, i
3. uticaji na resurse podzemne vode.

Standardne uticajne kategorije uključuju:

- globalno zagrijavanje,
- formiranje fotohemijskog ozona,
- trošenje ozona,
- kiselost i
- obogaćivanje nutrientima

Toksički-orijentisane kategorije uključuju:

- eko-toksičnost u zemljištu,
- eko-toksičnost u vodi,
- toksikacija ljudi preko tla,
- toksikacija ljudi preko vode i
- toksikacija ljudi preko zraka

Potencijalni uticaj na resurse podzemne vode je predstavljen sa (SGR) i izračunat na osnovu količine podzemne vode koja može biti zagađena od procijedne vode.

Tablica 1: Kategorije potencijalnog uticaja

Kategorija potencijalnog uticaja	Oznaka	Jedinica
globalno zagrijavanje	GW	CO ₂ -ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
formiranje fotohemijskog ozona	POF	C ₂ H ₄ - ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
trošenje ozona	OD	CFC-11- ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
kiselost	AC	SO ₂ - ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
obogaćivanje nutrientima	NE	NO ₃ - ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
eko-toksičnost u zemljištu	ETs	m ³ tla osoba ⁻¹ godina ⁻¹
eko-toksičnost u vodi	ETw	m ³ vode osoba ⁻¹ godina ⁻¹
toksikacija ljudi preko tla	HTs	m ³ tla osoba ⁻¹ godina ⁻¹
toksikacija ljudi preko zraka	HTa	m ³ zraka osoba ⁻¹ godina ⁻¹
toksikacija ljudi preko vode	HTw	m ³ vode osoba ⁻¹ godina ⁻¹
uništeni resursi podzemne vode	SGR	m ³ podzemene vode osoba ⁻¹ godina ⁻¹

EASEWASTE model može procijeniti okolišne izmjene i potencijalne uticaje na okoliš koji su povezani sa sistemom upravljanja otpada za komunalni čvrsti otpad. Cilj modela je da se da podrška planerima prilikom donošenja odluka za otpad i da se pruži potpuni uvid u potencijalne okolišne uticaje kao i izvore istih. Model može identifikovati dijelove otpada, supstance i opcije tretmana što doprinosi nizu okolišnih uticaja.

Sastav unesenog otpada u EASEWASTE se može definisati sa 48 različitih frakcija(Tablica 2).

Tablica 2. Frakcije otpada

Br. Frakcije otpada	Br. Frakcije otpada
1. Otpad od povrća	25. Drvo
2. Otpad od životinjske hrane	26. Tekstil
3. Dnevne novine	27. Cipele, koža
4. Magazini	28. Guma itd..
5. Reklamni proizvodi	29. Kancelarijski materijal, plastični
6. Knjige i telefonski imenici	30. Boksovi cigareta
7. Kancelarijski papir	31. Druge zapaljive materije
8. Drugi čisti papir	32. Kесе iz usisivača
9. Papir i kartonske kutije	33. Čisto staklo
10. Druge kutije	34. Zeleno staklo
11. Tetrapak od mlijeka i drugo	35. Smeđe staklo
12. Tetrapak od soka sa alu folijom	36. Drugo staklo
13. Drugi prljavi papir	37. Aluminijski kontejneri
14. Druge prljave kartonske kutije	38. Aluminijski posluživači, alu folija
15. Kuhiljski papir	39. Metalna folija (-Al)
16. Meka plastika	40. Zemlja za mačke
17. Plastične boce	41. Drugi metal
18. Druga čvrsta plastika	42. Zemlja
19. Ne reciklirajuća plastika	43. Kamenje, kamenčići i šljunak
20. Otpad iz bašte, cvijeće, itd.	44. Pepeo
21. Životinje i izmet	45. Keramika
22. Pelene i tamponi	46. Metalni kontejneri (-Al)
23. Štapići za uši od pamuka, itd.	47. Druge nezapaljive materije
24. Druge vrste pamuka	48. Baterije

Svaka frakcija se opisuje sa hemijskim sastavom i svojstvima koji su prikazani u tablici 3.

Tablica 3. Hemijski sastav i svojstva frakcija

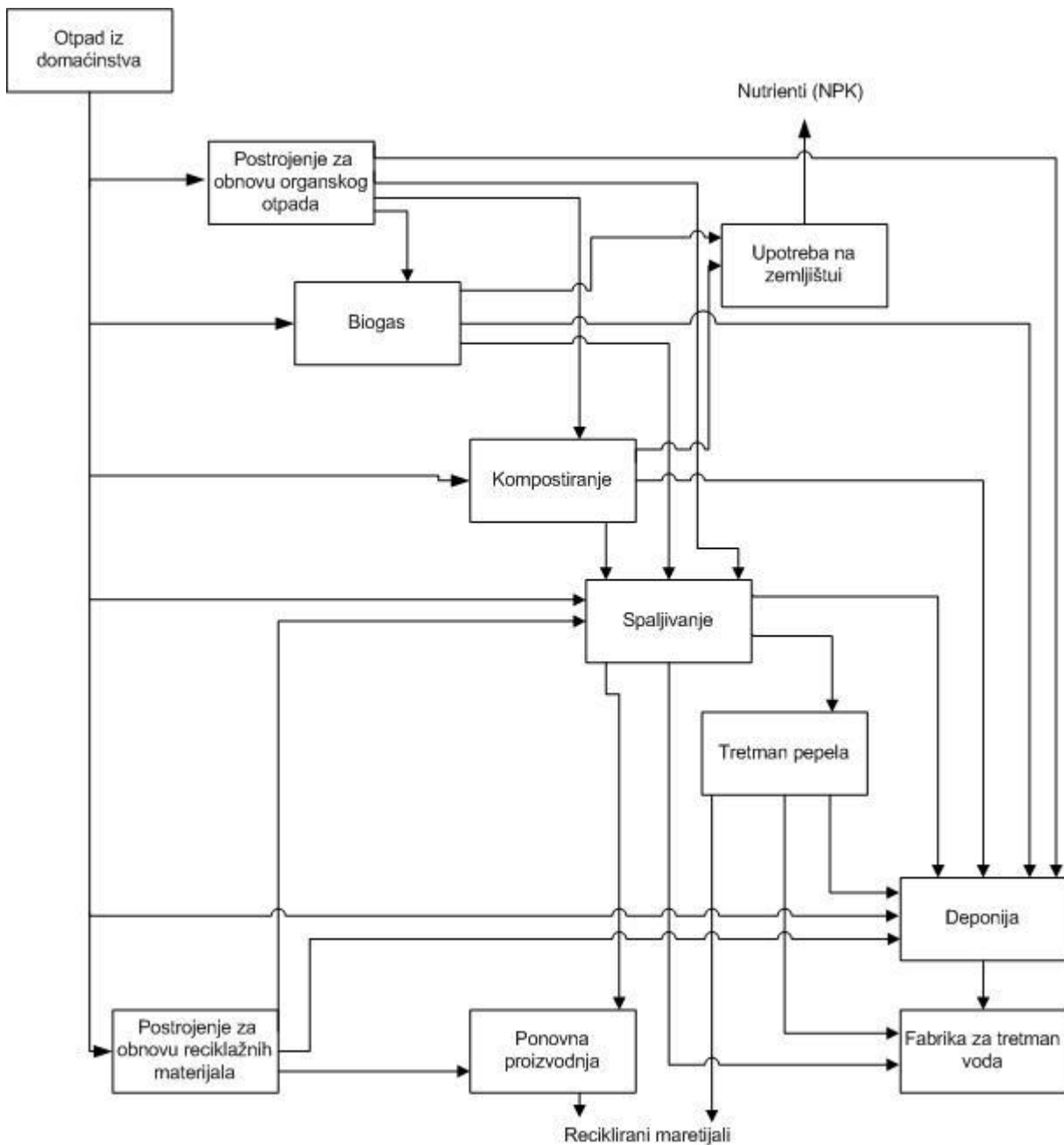
Br. Parametar	Br. Parametar
1 H ₂ O	19 Al
2 TS	20 As
3 VS	21 Br
4 pepeo	22 Cd
5 toplotna moć	23 Cr
6 potencijal CH ₄	24 Cu
7 C-tot	25 Fe
8 C-fos	26 Hg
9 C-biol	27 Mg
10 Cl	28 Mn
11 F	29 Mo
12 H	30 Ni
13 K	31 Pb
14 N	32 Sb
15 Na	33 Se
16 O	34 Zn
17 P	35 DEHP
18 S	36 NPE
19 Ca	37 PAH
	38 PCB

Model je podjeljen u tri glavna dijela za korisnički input: „proizvodnja otpada“, „sakupljanje otpada“ i „tretiranje otpada, uporaba i odlaganje“. U dijelu koji se bavi proizvodnjom otpada definišu se količine i sastav otpada. Otpad se definiše pomoću frakcija materijala, a hemijska i fizička svojstva se mogu modificirati. Sistem sakupljanja je prvobitno definisan određivanjem izvora separacije frakcija i učinkovitosti, potom je definisan potrošnjom goriva za sakupljanje otpada. Treći dio „tretiranje otpada, uporaba i odlaganje“ je najveći korisnički input koji se treba sprovesti. U ovom dijelu se odabiru sve rute sakupljanja, od sakupljanja frakcija otpada do metoda tretiranja. U svakoj metodi se baza potadaka sastoji od niza različitih tehnologija od kojih se jedna odabire za određeni scenario.

Model korisniku pruža mogućnost definiranja različitih sistema otpada za tri vrste izvorišta: domaćinstvo sa jednom porodicom, domaćinstvo sa više porodica i male komercijalne poslovne jedinice. Podjela izvora je moguća jer su veoma često kompozicija otpada i sistemi sakupljanja drugačiji za različita rezidencijalna poručja i nastambene tipove, te je stoga moguće modelirati sastav otpada, potrošnju goriva i rute tretmana za svako izvorište otpada ponaosob.

Modeliranje potencijalnih ekoloških uticaja nastalih tretamanom čvrstog otpada može se promatrati kao grana ili hijerarhijskim sistem u kome jedan od tretmana može imati talog koji se mora uputiti na sljedeći tretman. Stoga, dakle postoji više izbora koji se mogu napraviti, a koji se tiču sprovođenja procjene jer se može pojaviti veoma puno taloga. Hijerarhijska struktura daje korisniku mogućnost da izabere različite tehnologije za metodu tretiranja za različite vrste otpada i taloga.

Na slici 3. prikazane su moguće ruta u EASEWASTE za obradu, uporabu i zbrinjavanje čvrstog komunalnog otpada. Uključeni procesi su prikupljanje otpada i prijevoz, obradu, uporabu i zbrinjavanje, kao i vanjska energija i materijal koji se koristi u sistemu ili nastaje uporabom energije i materijala unutar sistema.



Slika 3. Mogući tokovi i tretmani otpada u EASEWASTE modelu

EASEWASTE model ima module za obnovu organskog materijala, proizvodnju biogasa, kompostiranje, spaljivanje, tretman pepela, obnovu reciklažnih materijala, ponovnu proizvodnju, upotrebu na zemljištu proizvedenog komposta ili razloženog organskog otpada iz aerobnog razlaganja, tj. proizvodnje biogasa i modul odlaganje na deponiju

Studija slučaja

Uvod

Općina Aarhus, Danska, ima otprilike 300.000 stanovnika nastanjenih u 140.000 domaćinstava. Općina proizvede otprilike 81.000 tona otpada iz domaćinstva bez otpada iz bašta i kabastog otpada.

U proljeće 2001. godine opština je implementirala novu strategiju upravljanja otpadom koja je podrazumjevala separiranje organskog otpada iz domaćinstva na izvoru. Separiranje je vršeno u plastične zelene kese, zatim su implementirali sakupljanje mješanog organskog i preostalog otpada, i postrojenje optičkog sortiranja prije anaerobne razgradnje. Postrojenje optičkog sortiranja izdvajalo je zelene kese od drugih plastičnih kesa koje su sadržale preostali otpad. Zelene kese su se otvarale i pregledao se otpad kako bi se pronašli veći i metalni predmeti. Odatle je organski otpad upućivan na anaerobnu digestiju i razgrađene biomase su se koristile na obližnjem poljoprivrednom zemljištu. Kvaliteta i kvantiteta organskog otpada anaerobno razgrađenog nije zadovoljavala lokalne vlasti pa su odlučili da urade neke preinake. Kao prvo, odlučeno je da vozila za sakupljanje treba da smanje nivo kompaktiranja (zbijanja) što je dovelo do toga da je svaka utovarena količina manja nego ranije. Druga inicijativa bila je da se zelene plastične kese koje su podjeljene stanovništvu koriste za odlaganje dijelova organskog otpada kao i dijelova preostalog otpada kako bi postrojenja za optičko sortiranje optimalno funkcionirala. Također je odlučeno da se koriste jače, prema tome deblje, plastične kese kako bi se smanjio broj probušenih kesa što je trebalo dovesti do povećana količine organskog otpada za anaerobnu digestiju. Količina plastike je porasla jer su kese bile deblje i zato što je bilo zabranjena upotreba kesa za šoping umjesto zelenih.

Scenariji

Okolišna procjena je zasnovana na dva para scenaria, pri čemu je prvi par scenarija (A i B) razmatrao ukupnu količinu čvrstog otpada iz domaćinstva proizvedenog u općini poredeći insineraciju sa alternativom za organski materijal u biogasa. Drugi par scenarija (C i D) je ispitao samo organski otpad koji je trebao da se sortira u zelene kese.

Scenarij A obrađuje otprilike 81000 tonu / godišnje otpada iz domaćinstva od kojih je 6000 tona upućeno na anaerobnu digestiju. 4500 tona stakla i 18000 papira su upućeni na reproizvodnju. Preostalih 52500 tona/godišnje mješanog rezidencijalnog otpada se spaljuje i zajedno stvara struju i oblasno grijanje. Ekstra potrošnja 211 tona plastičnih kesa godišnje je također obuhvaćena kako bi se postiglo pravilno sortiranje u postrojenjima za optičko sortiranje.

Scenarij B razmatra iste količine stakla i papira za remanifakturu i skoro 58500 tona organskog i rezidencijalnog otpada je spaljeno u postrojenju za insineraciju.

Scenarij C razmatra 17.211 tona organskog otpada iz domaćinstva separiranog na izvoru koje je odveženo u postrojenje za optičko sortiranje. Samo 6000 tona je izdvojeno na optičkom sortiranju i za predtretman nakon koga slijedi anaerobna digestija. Dodatna potrošnja plastike je dosegla 211 tona. 11.211 tona taloga iz predtretmana je spaljeno u postrojenju za insineraciju.

Scenarij D obrađuje 17,000 tona organskog otpada iz domaćinstva koje bi moglo biti separirano na izvoru, ali je spaljeno u postrojenju za insineraciju.

Rezultati

Rezultati iz okolišnih procjena za sistem čvrstog otpada u općini Aarhus, scenario A i B, pokazuju da ne postoje bitne razlike između potencijalnih ekoloških uticaja niti u potrošnji resursa, bilo da se organski otpad iz domaćinstva separiran na izvoru anaerobno razgradio, ili je spaljen u insineratoru (Tablica 4) [6]. Relativne razlike su veoma male, dijelom zbog toga jer je mala količina organskog otpada tretirana različito u dva scenarija. Samo je 6000 t od ukupno 81000 t otpada bilo izdvojeno na postrojenju za optičko sortiranje i prebačeno na anaerobnu digestiju.

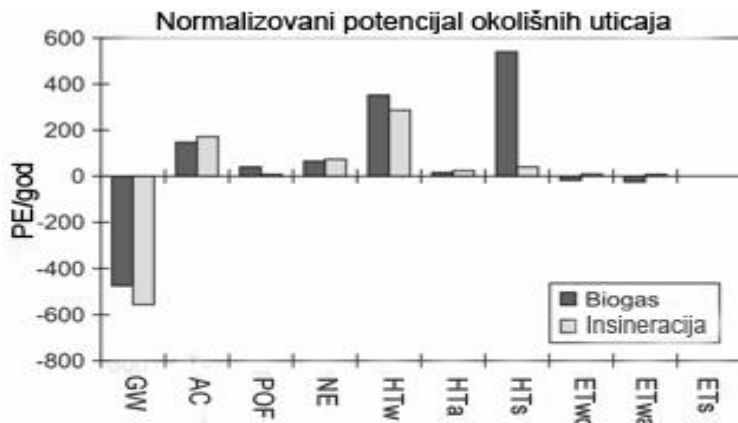
Tablica 4. Okolišni uticaji od scenarija A i B

Kategorija potencijalnog uticaja	Scenarij A	Scenarij B
globalno zagrijavanje	-6860	-6921
formiranje fotohemijskog ozona	318	283
trošenje ozona	0	0
kiselost	-180	-155
obogaćivanje nutrientima	-237	-226
eko-toksičnost u zemljištu	0	0
eko-toksičnost u vodi ch.	59	77
eko-toksičnost u vodi ac.	-114	-93
toksikacija ljudi preko zraka	-25	-17
toksikacija ljudi preko vode	3576	3506
toksikacija ljudi preko tla	1085	607

Rezultati scenarija koji se bave smo organskim otpadom, scenariji C i D, uključujući i niz scenarija senzitiviteta pokazali su neke razlike za scenarije insineracije i anaerobne digestije. Pokazali su da potrošnja dodatne plastike koja je potrebna za pravilno sakupljanje predstavlja glavnu razliku ekoloških uticaja. To je nastalo usljed visoke potrošnje energije potrebne za proizvodnju plastike i visokog nivoa emisije povezane sa proizvodnjom, kao i sa naknadnim spaljivanjem plastike u postrojenju za insineraciju.

Najvažniji okolišni uticaji, u sprezi samo sa slučajem organskog otpada, su smanjeno potencijalno globalno zagrijavanje radi obnove energije i potencijalno trovanje ljudi putem vode i tla, slika 4. Potencijalno trovanje ljudi putem tla uzrokovano je arsenom koji se nalazi u organskom otpadu, jer se razgrađena biomasa raspršuje na zemlju i dovodi do prisustva većeg nivoa arsena u tlu nego što bi dovela izbjegnuta primjena komercijalnih đubriva.

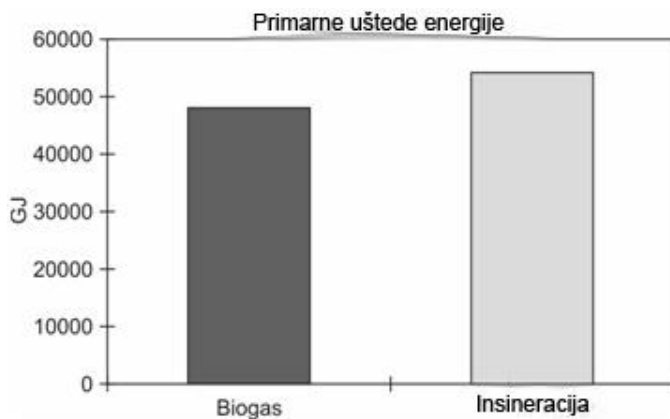
Potencijalno trovanje ljudi putem vode je većinom izazvano emisijama žive u vazduh, iz postrojenja za insineraciju. Pretpostavlja se da se živa na kraju taloži na tlu i površinskim vodama, te stoga doprinosi potencijalnom trovanju ljudi putem tla i vode. Kiselost, formiranje fotohemijskog ozona i obogaćivanje nutritiva su ekološki uticaji koji imaju manju magnitudu u ovom slučaju.



Slika 4. Normalizirani potencijalni uticaji za scenarije C i D

Ušteda energije kalkulirana za primarnu energiju i to samo za dva alternativna sistema organskog otpada je približno ista, odgovara potrošnji električne struje i grijanja za 600-700 domaćinstava, Slika 5. Resurs koji je najviše ušteden je ugljik, jer su eksterno grijanje i električna energija u distriktu bazirani na uglju koji se koristi u lokalnom postrojenju za grijanje i proizvodnju električne energije. Rezultati pokazuju da bez obzira da li je odabrana anaerobna digestija ili insineracija kao tretman otpada dolazi do velike uštede energije i resursa.

Općina je u proljeće 2004 godine odlučila da zatvori postrojenje za optičko sortiranje i da preusmjeri sav organski otpad iz domaćinstva na insineraciju jer troškovi sistema nisu kompenzovali dobit. Drugim riječima optičko sortiranje nije bilo rentabilno.



Slika 5. Primarne uštede energije za scenarije anaerobne digestije i insineracije (Scenariji C i D)

Zaključak

Rezultati pokazuju da bez obzira na izbor anaerobne digestije ili insineracije kao opcije tretmana čvrstog otpada javlja se velika ušteda energije i resursa. U isto vrijeme scenarij insineracije smanjuje emisije stakleničkih plinova.

Potencijalno trovanje ljudi putem tla uzrokovano je arsenom koji se nalazi u organskom otpadu, jer se razgrađena biomasa raspršuje na zemlju i dovodi do prisustva većeg nivoa arsena u tlu nego što bi dovela izbjegnuta primjena komercijalnih đubriva. Potencijalno trovanje ljudi putem vode je većinom izazvano emisijama žive u vazduh, iz postrojenja za insineraciju.

Rezultati okolišne procjene pokazuju da odabiranje strategija tretiranja otpada koje su u korespondenciji sa hijerarhijom otpada ne vodi neminovno ka poboljšanjima u okolišu. Studijski slučaj pokazuje da hijerarhija otpada, koja bi predložila anaerobnu digestiju prije nego insineraciju, ne bi bila validna u smislu okolišne perspektive. Hijerarhija otpada je vjerovatno više zasnovana na "zelenoj vjeri" i uvjerenjima dok su rezultati EASEWASTE u ovom slučaju zasnovani na tehničkim i okolišnim pristupima.

Iz dosadašnje primjene modela može se reći da je EASEWASTE model veoma moćno oruđe koje se može koristiti za davanje podrške o donošenju odluka na regionalnom ili nacionalnom nivou radi postavljanja smjernica za upravljanje čvrstim otpadom, ili na lokalnom nivou za odabir okolišno povoljnije strategije ili optimizacije trenutnog sistema upravljanja otpadom.

Literatura

- [1] Council of European Communities (1991).
Council Directive 91/156/EEC of 18 March 1991 amending Directive 75/442/EEC on waste

- [2] M.Frankie, A.Garmendia, The Application of Experience in European Integrated Solid Waste Management System to Latin American Conditions, 1st International Seminar of Integrated Solid Waste Management, Buenos Aires, May 1999

- [3] ISO 14040: Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland, 1997

- [4] Janus T. Kirkeby, Modelling of Life cycle assessment of Solid Waste Management Systems and Technologies, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, March 2005

- [5] Thomas H. Christensen,...(2007) Experience with the use of LCA-modelling (EASEWASTE) in waste management, Waste Management&Research, 25, 257-262

- [6] Kirkeby, J.T., Bhandar, G.S., Birgisdóttir, H., Hansen, T.L., & Christensen, T.H. (2006) Evaluation of environmental impacts from municipal solid waste management in the municipality of Aarhus, Denmark (EASEWASTE), Waste Management & Research, 24, 16–26.