

PERCEPCIJA LJUDSKE GREŠKE U INTEGRALNOM SISTEMU UPRAVLJANJA KOMUNALNIM OTPADOM

Zoran K. Čeganjac, Umetnička škola Užice,
Đorđe Mihailović, Visoka tehnološka škola Aranđelovac,
Jelena M. Kostadinović, JPTT Užice

DOI: 10.5937/vojtehg61-1368

OBLAST: materijali
VRSTA ČLANKA: stručni članak

Sažetak:

Rizici od grešaka zaposlenih na raznim nivoima u organizaciji i sprovođenju veoma odgovornih zadataka u oblasti upravljanja komunalnim otpadom su veoma izraženi. Mogućnosti za zaštitu od otpada rastu u skladu sa razvojem ekološke odgovornosti. Industrijalizacija je uticala na povećanje nastajanja otpada, koji postaje svetski problem, a u narednom periodu biće jedan od prioriteta za rešavanje. Javljaju se nove tehnologije za upravljanje otpadom, a proizvođači otpada otkrivaju nove mogućnosti primene recikliranih materijala.

Ključne reči: *ljudska greška, životna sredina, otpad, upravljanje otpadom, recikliranje.*

Uvod

Problem zagađivanja vazduha, dugo prisutan, sigurno je jedan od najbrže rastućih problema u vezi sa čovekovim uticajem na životnu sredinu. Koncentracija gasova staklene bašte u atmosferi je u stalnom porastu. Isto tako i odlaganje komunalnog otpada postaje sve veći problem. Među čvrstim otpadnim materijama, veliki udeo ima organski otpad, koji se biološki razlaže i pri tom oslobađa i emituje u atmosferu gasove sa efektom staklene bašte. Predmet istraživanja rada je ocena rizika od nastajanja gasova staklene bašte, kao i mogućnost ljudske greške u integralnom upravljanju komunalnim otpadom.

Podataka o sastavu komunalnog otpada, i količini pojedinih materija u našoj zemlji je malo. Postoje literaturni podaci o načinu upravljanja otpadom, kao deo održivog razvoja, ali je malo podataka o samom sastavu otpada u pojedinim gradovima, kao i razlikama u sastavu od mesta do mesta. Poseb-

no je malo, ili uopšte nema, podataka o otpadu u ruralnim oblastima, jer se u selima otpad uglavnom ne sakuplja i ne odlaže na deponije.

U našoj zemlji ne postoje razrađene i prihvaćene metode za određivanje emisije gasova staklene bašte iz komunalnog otpada, pa su predmet istraživanja i tehnike i metode za procenu nastajanja metana i ostalih gasova staklene bašte kao i koraci njihove primene.

Integralni sistem menadžmenta čvrstim otpadom zasnovan je na analizi, razmatranju i definisanju metoda i postupaka tretmana čvrstog otpada, polazeći od mogućnosti za njegovo smanjivanje, biranjem optimalnih puteva tretmana čvrstog otpada od mesta njegovog nastajanja do konačnog, po životnu sredinu i zdravlje, neškodljivog zbrinjavanja (Đukanović, 1996).

Postizanje ovog cilja nužno zahteva proučavanje sastava i količine komunalnog otpada, određivanje metoda u upravljanju otpadom, kao i kvalitativno i kvantitativno određivanje gasova sa efektom staklene bašte koji se emituju iz otpada. Treba skrenuti pažnju da je sam pristup ovom problemu izložen stalnim rizicima od grešaka odgovornih osoba. Greške su uzrokovane raznim uticajima kako iz industrijskih sredina, tako i zbog psiholoških parametara svakog učesnika pojedinačno. Tehnike procenivanja emisije gasova iz komunalnog otpada su:

- prikupljanje uzoraka ili merenja na licu mesta,
- bilans ravnoteže masa,
- proračuni na osnovu analize sastava goriva,
- faktori emisije.

Menadžment čvrstim komunalnim otpadom

Čvrsti komunalni otpad je post-potrošački materijal koji obuhvata, kao elemente, većinu trajnih i potrošnih dobara i artikala, kutije i druge vrste ambalaže i ostali materijal za pakovanje, ostatke namirnica, dvorišni ili baštenski otpad i neorganski otpad iz stambenih, komercijalnih i drugih izvora.

Prema OECD-u, komunalni otpaci uključuju otpatke iz domaćinstva (sa kabastim otpacima), slične otpatke iz malih komercijalnih ili industrijskih objekata i pijačne i baštenske otpatke koji se sakupljaju zajedno sa kućnim otpacima. Pored navedenih, komunalni otpaci mogu da uključuju i neke građevinske otpatke i ostatke od rušenja, kao i ulične otpatke od čišćenja i otpatke sa puteva.

Čovečanstvo ulazi u novi vek sa velikim ekološkim problemima, kao što su povećano stvaranje otpadnih materija raznog porekla i sadržaja u sva tri agregatna stanja. Odlaganje i eliminisanje otpada postaje sve više opšti problem, iako je istovremeno izrastao iz lokalnih problema. Na udaru ovog problema nalaze se i posebno su ugroženi gradovi. Osim što količine otpadaka rastu sa povećanjem broja stanovnika, one se uvećavaju i sa povećanjem standarda.

Najnovija istraživanja izvedena tokom zadnje decenije prošloga veka produžavaju istim pravcem tretiranja problema uzročnosti ljudske greške u organizaciji. Tako, na osnovu sopstvenih rezultata Van der Schaf (1992) zaključuje da „svaki put kada se neki rukovodilac, poslovođa, procedura ili deo opreme ponaša na neočekivan način, i time sprečava verovatno rušenje produktivnog sistema ili ponovo uspostavlja zahtevane nivoe bezbednosti i pouzdanosti, te pozitivne devijacije mogu biti otkrivene, prijavljene i analizirane s namerom da se poboljša kvalitativni uvid u funkcionisanje sistema u celini (Okvirna strategija Srbije i Crne Gore, 2005).

Otpad koji nastaje kao rezultat ljudskih aktivnosti je: karton, papir, plastika, tekstil, koža, nameštaj, staklo, konzerve, bela tehnika, vozila i njihovi delovi, sanitarni uređaji, automobilske gume, građevinski materijal, mulj iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, biohazardni otpad (otpad iz bolnica, životinjski leševi i sl.).

Najvažnija karakteristika komunalnog otpada je da lako truli i da se brzo razgrađuje, naročito leti pri visokim temperaturama vazduha. Nastajanje i širenje neprijatnih mirisa je prateći proces truljenja otpada. Jedan od najuspešnijih metoda menadžmenta čvrstim otpadom, poznat kao integrisani metod upravljanja otpadom, jeste međunarodno prihvaćen i dokazani pristup tom upravljanju. Primenujući taj pristup, u ovoj oblasti se kombinuju komplementarne alternative upravljanja kako bi se aktivnosti vezane za njega ostvarile na ekološki zdrav i ekonomičan način.

Komponente integrisanog metoda upravlja komunalnim otpadom su (Okvirna strategija Srbije i Crne Gore, 2005).

- smanjenje broja izvora otpada, tj. sprečavanje nastanka otpada (uključujući ponovnu upotrebu proizvoda),
- recikliranje materijala,
- kompostiranje (proizvodnja komposta),
- sagorevanje,
- odlaganje na deponijama nasipanjem (nasipnim deponijama).

Integrisani sistem upravljanja čvrstim otpadom zasnovan je na analizi, razmatranju i definisanju metoda i postupaka tretmana čvrstog otpada, polazeći od mogućnosti za njegovo smanjivanje, biranjem optimalnih puteva tretmana čvrstog otpada od mesta njegovog nastajanja do konačnog, po životnu sredinu i zdravlje neškodljivog, zbrinjavanja.

Razvoj integrisane strategije upravljanja otpadom podrazumeva sledeće ključne etape:

- definisanje opsega i cilja strategije,
- prognoza budućih količina i sastava otpada i sociološko- ekonomski aspekti,
- pregled i analize postojećeg problema,
- identifikaciju i definisanje problema i nedostataka koji su povezani sa postojećim planovima i sistemima za upravljanje otpadom.
- definisanje i analiza strateških ciljeva,

- identifikacija i evaluacija opcija za dostizanje datih ciljeva,
- formulisanje strategije,
- priprema strateškog plana implementacije,
- mogućnost periodičnog pregleda.

Kada se nastoji da se identifikuju, definišu i analiziraju problemi koji se tiču postojećih planova i postupaka, važno je biti što je moguće određeniji i odrediti pravu prirodu uzroka i posledica (tabela 1). Takođe, definisanje problema i bitniji uzroci tih problema treba da se označe kao negativno stanje, tj. situacija koja kroz razne mere aktivnosti treba na kraju da pređe u pozitivno stanje.

Tabela 1
Definisanje i analiza problema u menadžmentu otpadom

Table 1
Definition and the analysis of the problems in waste management

Oblast ili aktivnost	Ključni problem	Glavni uzroci	Glavne posledice (efekti)
Institucionalni nacrt	Nedovoljan kapacitet	Manjak sredstava (tehničkih, ljudskih i finansijskih).	Neodgovarajući ili neefektivni sistemi za upravljanje otpadom.
Politika i zakonodavstvo	Državna politika prema upravljanju otpadom koja nije dovoljno razvijena – Postojeće zakonodavstvo o upravljanju otpadom neadekvatno.	Postojeća politika se ne odnosi na sve ključne oblasti upravljanja otpadom – Predloženo novo zakonsko uređenje nije implementirano.	Nema jasne osnove za određivanje prioriteta, izvođačkih zahteva i ciljeva. – Tražene standarde za upravljanje otpadom je teško ili nemoguće primeniti i osnažiti
Porast otpada	Podaci o izvorima, prirodi i količini otpada su netačni i /ili nepouzdan.	Redovni monitoring tipova i količine otpada nije sprovedeno efikasno.	Planiranje, upravljanje i kontrola.
Prevenција otpada	Kada proizvođači otpada nisu svesni mogućih situacija i koristi od sprečavanja.	Informacije o mogućnostima i tehnikama za sprečavanje otpada nisu u potpunosti dostupne – Kada pravi, istinski, troškovi oko kontrole otpadom radi čiste sredine ne nailaze na susret proizvođača otpada.	Resursi, uključujući one koji se tiču upravljanja otpadom nisu upotrebljeni efikasno. – Zahtevi za rukovanje otpadom i njegovim odlaganjem su viši nego što treba.
Sortiranje i reciklaža	Ograničena ili nikakva potreba za nekim od materijala koji se mogu reciklirati.	Nizak kvalitet i tržišna vrednost nekih od materijala za reciklažu. – Nedostatak izlaza na lokalnom tržištu za neke od materijala za reciklažu.	Nema intervencije, širine za budući oporavak i reciklažu nekih materija.
Tretiranje otpada i njegovo odlaganje.	Dostupne mogućnosti i kapaciteti za tretiranje i odlaganje otpada.	Zakonodavstvo i standardi nedovoljno efikasno osnaženi.	Zagađenost vazduha, vode i zemljišta.

Faze menadžmenta čvrstim otpadom

Prikupljanje i transportovanje čvrstog otpada iz domaćinstava

Prikupljanje i transportovanje otpada je prva od alternativa u domenu upravljanja čvrstim otpadom. Kad se otpad stvori, on se mora uskladištiti na mestu svog nastanka, potom se mora prikupiti i transportovati radi odlaganja na deponiju ili postupanja na drugi način (u uređajima za preradu i sl.). Prikupljanje i transportovanje obično su najskuplji elemenat u sistemu upravljanja otpadom.

Na troškove povezane sa prikupljanjem i prevozom čvrstog otpada iz domaćinstava i takvog komercijalnog otpada utiču sledeći faktori: tip i količina otpada, pristup odgovarajućom saobraćajnicom i uslovi osobeni za taj pristup, lokacija prikupljanja (na primer: kontejneri uz ivičnjak na ulici ili sabirni centar), broj i tip domaćinstava i privrednih objekata (na primer individualne, tj. posebne kuće ili višespratnice sa velikim brojem stanova), privatna ili javna služba prikupljanja otpada, zahtevi i uslovi koji se odnose na rukovanje specijalnim otpadom. Prikupljanje i transportovanje čvrstog otpada iz domaćinstava je posebno skupo, jer se otpad mora prikupiti iz svakog pojedinog domaćinstva ili iz stanica za prikupljanje.

U mnogim razvijenim zemljama, u većini lokalnih zajednica otpad (papir, biootpad, plastika) se odnosi jednom nedeljno. Staklene boce se sakupljaju u zajedničkim kontejneri. Ovaj način je jeftiniji, međutim, stanovnici za vreme toplih letnjih dana žele češće odvoženje otpada kako bi se smanjio neprijatan miris i time zaštitilo zdravlje.

Skladištenje i razdvajanje čvrstog komunalnog otpada

Otpad je moguće skladištiti na mestima njegovog prikupljanja, u posebne veće kontejnere, vreće, kante ili jednostavno na gomilama otpada. Metod skladištenja može uticati na visinu troškova, naročito ako se oni porede sa troškovima ručnog i automatizovanog prikupljanja otpada. Takođe, i poluautomatski i potpuno automatizovani kamioni mogu funkcionisati samo sa kantama ili kontejnerima, koji su posebno konstruisani za prihvatanje i utovar u takva vozila. Onaj otpad koji nije smešten u kontejnere, mora se ručno tovariti u kamion za odvoženje.

Transport otpada do transfernih stanica

Ponekad opštinske komunalne službe nalaze da je efikasnije ili pogodnije da se neki otpad prebacuje iz primarnih kontejnera u koji se sakuplja, u veća vozila na transfernim stanicama. Posle ovakvog prebaciva-

nja otpad se dalje prevozi do mesta odlaganja. Ako je mesto za odlaganje otpada znatno udaljeno od mesta njegovog stvaranja, ovakvim načinom transfera otpada moguće je smanjiti troškove transporta.

Smanjenje broja izvora stvaranja otpada

Ovakvo smanjenje se odnosi na redukciju količine ili toksičnosti otpada koji se stvara na samom izvoru njegovog nastanka. Smanjenje broja izvora predstavlja najefikasniji pojedinačni način upravljanja čvrstim otpadom, jer ukoliko se otpad uopšte ne stvara, nema ni potrebe da se njime upravlja, odnosno bilo kako postupa. Smanjenjem toksičnosti raznih vrsta otpada smanjuje se i obim štetnih dejstava povezanih sa upravljanjem i odlaganjem otpada.

U osnovne mere smanjenja izvora nastanka otpada spadaju:

- smanjenje količine proizvoda koji se koriste u proizvodnji,
- smanjenje upotrebe proizvoda ili materijala u opštoj potrošnji,
- ponovna upotreba proizvoda ili materijala,
- produženje veka trajanja proizvoda (na primer: baterije koje se mogu puniti),
- smanjenje količine materijala potrebnog za pakovanje proizvoda,
- smanjenje otpada u proizvodnji,
- smanjenje toksičnosti otpada.

Recikliranje otpadnih materija

Recikliranje otpadnih materija je organizaciono-tehnički proces čije pozitivne strane sagledavamo kroz: uštedu primarnih sirovina, konzervaciju energije, ekološku efikasnost i ekonomsku efikasnost. Recikliranje je dinamičan proces u kome se materijali koji su inače namenjeni za odlaganje na otpad izdvajaju iz toka generalnog otpada. Takvi materijali, pošto su poslužili svojoj prvobitnoj nameni, se dalje prerađuju, jer još uvek imaju korisne fizičke ili hemijske osobine. Postoji nekoliko kategorija materijala koji se široko recikliraju: staklo u raznim bojama, čelik, aluminijum, talasasti karton, kancelarijski papir, novinski papir, kao i izvesni tipovi plastike (Podloge za slušanje predavanja, 2005/2006). Prikupljeni materijali ove vrste mogu se preraditi i od njih je moguće napraviti nove proizvode.

Recikliranjem se smanjuje količina materijala koja je inače namenjena odlaganju na otpad, kao i potreba za originalnim materijalima – sirovinama. Papir je najzastupljeniji materijal za recikliranje u gradskom otpadu. Njegovo procentualno učešće zavisi od stepena ekonomske moći stanovništva, jer sa njegovim rastom, povećava se i prisustvo u otpadu. Staklo je značajna komponenta komunalnog otpada, čije prikupljanje započinje razdvajanjem otpadnog stakla po boji. Ovakvo razdvajanje stakla u raznim bojama (bela, zelena, braon) se već godinama primenjuje u Nemačkoj.

Sortirani materijali za reciklažu mogu se prebacivati i direktno do postrojenja za recikliranje, gde se iz njih uklanjaju zagađujući sastojci, pa se zatim korisni materijal sabija, da bi se smanjili troškovi prevoza. U pomenutim postrojenjima se stari papir raznog kvaliteta, karton i slično, ravnjaju i pakuju u bale, dok se staklo – flaše, tegle, melje i granulira. Postrojenja za reciklažu primaju materijale za svoj rad iz centara za predaju otpada ili centara za otkup, koji se nalaze u naseljima.

Ako se od prikupljenog materijala recikliranjem proizvodi isti proizvod moguće su uštede u osnovnoj sirovini i do 95%. Ako se prikupljeni materijal koristi za proizvodnju drugog proizvoda uštede na osnovu sirovina su manje. U procesu recikliranja treba uložiti određenu količinu energije kod pripreme sekundarne sirovine i kod transporta materijala do proizvodnog pogona.

Kompostiranje

Kompostiranje predstavlja metod u menadžmentu čvrstim otpadom po kome se jedan deo toka čvrstog otpada biološki razlaže u kontrolisanim uslovima. Finalni proizvod je humus – masa, tamno-smeđe boje poznata pod nazivom kompost. U procesu pretvaranja biorazgradivog komunalnog otpada u kompost troše se voda i kiseonik, a oslobađa se toplota. Kompostiranje je aerobni fermentacijski proces koji se odvija u izvanredno heterogenoj masi, posebno kod obrade komunalnih organskih ostataka, s obzirom da je masa tokom procesa izložena velikim strukturnim fizičko-hemijskim promenama.

Posebno važni parametri u procesu kompostiranja su: sadržaj kiseonika, vlažnost, temperatura, odnos sadržaja ugljenika i azota, struktura (veličina) čestica-zapremina pora.

Humus se sastoji od kondenzovanih aromatičnih struktura velike molekularne mase, izrazito otpornih daljoj razgradnji. Obično se tokom kompostiranja izgubi oko 60% početne mase biootpada, zbog mineralizacije u ugljen-dioksid i vodu.

Temperatura kompostne mase je povezana, odnosno proporcionalna je mikrobiološkoj aktivnosti unutar komposta. Kako se metabolička aktivnost mikroba povećava, raste temperatura kompostne mase.

Spaljivanje otpada

Spaljivanje čvrstog komunalnog otpada je tradicionalno široko prihvaćeni metod upravljanja otpadom. Moderna postrojenja za sagorevanje komunalnog čvrstog otpada uključuju uređaje za pretvaranje otpada u energiju, ili uređaje za spaljivanje namenjene smanjenju količine otpada. Korišćenje sagorevanja kao tehnike u aktivnosti upravljanja otpadom je široko rasprostranjeno u Evropi (Austrija, Nemačka). Ipak, ova tehnika se često i odbacuje zbog protestovanja javnosti protiv njenih negativnih elemenata u domenu zdravlja i očuvanja životne sredine.

Sagorevanje, bilo u cilju dobijanja energije, bilo radi smanjenja zapremine otpada, uvek ima za posledicu pepeo kao ostatak ovog procesa, koji se onda mora odlagati na deponije i nasipati, a u izvesnim slučajevima i reciklirati. Metod jednostavnog spaljivanja da bi se smanjila zapremina čvrstog komunalnog otpada, poslednjih trideset godina koristi se sve manje. Smanjenje korišćenja spaljivanja bilo je uglavnom posledica stava javnosti, u kojoj se ono shvatalo kao problem zagađivanja vazduha, i ugrožavanja ljudskog zdravlja.

Postoje dva tipa postrojenja za dobijanje energije iz otpada: postrojenja za masovno sagorevanje svih vrsta otpada i postrojenja u kojima se koristi gorivo dobijeno iz inače (na drugi način) neupotrebljivog otpada.

Ovako dobijeno gorivo može se koristiti u specijalnim boilerima, a može se kombinovati i sa drugim vrstama goriva, kao što je ugalj. Sagorevanje čvrstog komunalnog otpada često se uzima u obzir kod koncipiranja sistema upravljanja ovim otpadom tamo gde je prvenstveni cilj upravljanja preusmeravanje maksimalno moguće količine komunalnog čvrstog otpada koji se, umesto odlaganja na deponije, obrađuje na taj način. Neke komponente komunalnog čvrstog otpada koje se mogu sagoreti nisu pogodne za kompostiranje niti su praktične za recikliranje. To je slučaj sa nekim plastičnim smolama. Ozbiljniji je problem zagađivanja vazduha, jer se putem dimnjaka dimni gasovi raznose u okolinu.

Deponovanje otpada

Odlaganje otpada na zemljište je poslednji korak u hijerarhiji integrisanog upravljanja otpadom i predstavlja delatnost kontrolisanog, trajnog odlaganja otpada na deponije ili bilo koju od delatnosti trajnog odlaganja otpada. Postoje dva tipa odlaganja otpada na zemljište: odlaganje nasipanjem zemljišta i rasprostiranje otpada po tlu ili odmah ispod površine zemljišta. I dok smanjenje broja izvora otpada, recikliranje, proizvodnja komposta od otpada i sagorevanje, predstavljaju način smanjivanja i preusmeravanja znatnih količina čvrstog otpada, koji bi se inače odlagao na tle, ovaj krajnji metod odlaganja otpada biće i dalje potreban za neke vrste tokova otpada. Prilikom sagorevanja čvrstog komunalnog otpada ne uništava se sav otpad, niti se sav emituje putem gasa. 20 do 30% ili više od količina koje su unete, može preostati kao pepeo koji se mora, ako za njega nema prilike za recikliranje, odložiti na deponije na zemljištu. Emisija gasa na deponijama zabrinjava zbog potencijalnog rizika od eksplozije, štetnog uticaja na zdravlje, a ne treba zanemariti ni doprinos fenomenu globalnog zagrevanja. Prikupljanje i tretiranje gasa sa deponije neophodno je radi njegovog boljeg kontrolisanja. Nastali „deponijski“ gas se može korisno upotrebiti. Korišćenje „deponijskog gasa“ je važno ne samo u svrhu proizvodnje električne energije, već je korisno i sa ekološkog stanovišta. Deponijski gas sadrži nekih 55% metana, a njegov doprinos efektu staklene bašte je 20 puta veći od doprinosa ugljen-dioksida. Me-

tan je više od 20 puta štetniji po klimu i ozonski omotač nego ugljen-dioksid, što praktično znači da 1 tona metana oštećuje ozonski omotač kao 21 tona ugljen-dioksida.

Procena opasnih supstanci koje potiču sa deponije

Dva su značajna puta kojima se opasne supstance prenose u sredinu iz deponije, a to su gasovi koji isparavaju i odlaze u atmosferu i filtrat. U tabeli 2. su prikazane značajne emisije iz deponija, zajedno sa ekološkim kategorijama u vezi sa tim emisijama (Ristić, 2000).

Emisija u vazduh sa deponije

Tabela 2

Emission into the air from a landfill

Table 2

Jedinjenje	Sastav gasa	Ekološka kategorija
Metan	35–55%	Globalna promena klime, zapaljivo, eksplozivno
Ugljen-dioksid	40–45%	Globalna promena klime
Azot	5%	Bez uticaja
Hlorirane organske materije	1–5%	Toksično za ljude
Fluorisane organske materije	1%	Smanjivanje ozona
Organske supstance u tragovima	<1%	Toksično za ljude, neprijatno
Isparljivi metali: Hg, Cd, Pb	<1%	Toksično za ljude

Najznačajniji udeo oslobođenih gasova sa deponije na globalnom nivou dolazi od metana i ugljen-dioksida. Supstance u tragovima mogu isto biti značajne na lokalnom nivou sa štetnim dejstvom na zaposlene na deponijama i na susedne zajednice. Zbog toga, ove supstance treba svrstati u kategorije za ljudsku toksičnost i neprijatnost (najčešće smrad).

U narednoj tabeli su prikazane emisije iz filtrata, zajedno sa ekološkim kategorijama u vezi sa tim emisijama.

Filtrat iz deponije

Tabela 3

Filtrate from a landfill

Table 3

Jedinjenje/parametar	Ekološka kategorija
Cd, Ni	Toksičnost po ljude (izaziva rak)
Cu, Zn, Pb, Hg	Ekološka toksičnost (površinske i podzemne vode)
Soli (hloridi, sulfidi)	Ekološka toksičnost (površinske i podzemne vode)
Azot	Eutrofikacija
COD	Eutrofikacija

Pretpostavlja se da su postrojenja za obradu otpadne vode postavljena na deponijama, što najčešće nije slučaj. Stoga postoji potencijalni rizik da opasne supstance stignu u podzemne i površinske vode. Zbog ovoga se emisije teških metala i emisije azota registruju radi procene.

Problemi sa emisijom gasova uglavnom nastaju od organskih supstanci u otpadu, koji potiču od biološke razgradnje organskih materija. Direktive o deponijama, kada se primene, uticaće na smanjenje udela organskih materija u deponijama, pa se može očekivati da se ovaj problem smanji u narednom periodu. Mada deponijski filtrat potencijalno ima visoke koncentracije teških metala, organskih supstanci i soli, većina potencijalnih problema u vezi sa ovim se može rešiti odgovarajućom obradom otpadne vode pre ispuštanja. Jedino soli, na primer, hloridi, prođu kroz pogon za obradu bez smanjenja koncentracije. U poređenju sa onim što se oslobađa posle obrade opštinske otpadne vode, deponijski filtrat je zaslužan za manje od 1% za sve komponente, izuzev hlorida. Problemi vezani za deponije se mogu držati pod kontrolom, ako se imaju dobre radne prakse i ako se strogo kontroliše vrsta otpada koja se odlaze na deponiju, kao i pravilnom obradom i upravljanjem emisijama u atmosferu i vodu.

Smeša gasova oslobođenih sa deponije

Tabela 4

Gas mixture released from a landfill

Table 4

Opasne supstance	(mg/ m ³)	
<i>Trihlorfluorometan</i>	<i>CCl₃F</i>	1–84
<i>Dihlordifluorometan</i>	<i>CCl₂F₂</i>	4–119
<i>Hlotrifluorometan</i>	<i>CClF I₃</i>	0–10
<i>Dihlormetan</i>	<i>CH₂Cl₂</i>	0–6
<i>Trihlormetan</i>	<i>CHCl₃</i>	0–2
<i>Tetrahlormetan</i>	<i>CHCl₄</i>	0–0,6
<i>1,1,1-Trihloretan</i>	<i>C₂H₃Cl₃</i>	0,5–4
<i>Hloretan</i>	<i>C₂H₃Cl</i>	0–246
<i>Dihloretan</i>	<i>C₂H₂C₂</i>	0–294
<i>Trihloreten</i>	<i>C₂HCl₃</i>	0–182

Transformacija razgradivih organskih komponenti u deponijski gas odvija se u tri faze:

- u fazi hidrolize čvrste organske materije se pretvaraju u mešavinu rastvorljivih organskih jedinjenja,
- ova organska jedinjenja se potom pretvaraju u mešavinu masnih kiselina, amino-kiselina, ugljenih hidrata i niskomolekularnih jedinjenja,
- u metanogenoj fazi, deponijski gas nastaje iz ovih niskomolekularnih jedinjenja.

Zbog nehomogenosti otpada, mogu proći i godine do otpočinjanja faze hidrolize u svim delovima otpada. Istovremeno je moguće da se otpad, udaljen svega jedan metar, već sasvim pretvorio u gas. Hidroliza je najčešće odlučujući deo procesa, tj. kada se organska materija hidrolizira, gas će se pojaviti vrlo brzo.

Na osnovu podataka o emisijama iz uređaja za obradu i odlaganje komunalnog otpada identifikovane su supstance kao glavni uzročnici štetnih emisija: arsen, olovo, kadmijum, hrom, bakar, nikal, živa, cink, polihlorirani bifenili.

„Duboko“ projekt upravljanja čvrstim otpadom je jedan od najnovijih projekata u Srbiji. U 2011 nedaleko od Užica otvorena je deponija Duboko, koja je nastala kao zajednički projekat dva grada i sedam opština moravičkog i zlatiborskog okruga. Ova značajna investicija pored osnivača, sufinansirana je i od Republičkog fonda za zaštitu životne sredine, NIP-a, Švedske agencije za razvoj i saradnju, Francuske Vlade, Evropske unije, ali i kroz zajam od Evropske banke za obnovu i razvoj (<http://www.paronamio.com/photo/45733029>).



*Slika 1 – Deponija Duboko (u blizini Užica)
Figure 1 – Landfill Duboko (near Užice)*

Zaključak

Upravljanje otpadom, koji neizbežno nastaje svakodnevnim čovekovim aktivnostima, je jedan od izvora emisije gasova staklene bašte, posebno metana. Kjoto protokolom (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>) su predviđene akcije smanjenja ukupnih emisija gasova staklene bašte za najmanje 5% u odnosu na nivo iz 1990. godine, u zahtevanom periodu od 2008 do 2012. godine, za sve zemlje potpisnice, a između ostalog i sa deponija komunalnog otpada. U cilju kvantifikovanog ograničenja i sma-

njenja emisija gasova staklene bašte, u razvijenim zemljama sveta (<http://www.bmu.de>). sprovode se mere u menadžmentu čvrstim otpadom, usmerenim na unapređenje mera koje ograničavaju ili smanjuju emisije gasova sa efektom staklene bašte. Podataka o sastavu komunalnog otpada, i količini pojedinih materijala u našoj zemlji je jako malo. Postoje literaturni podaci o načinu upravljanja otpadom, kao deo održivog razvoja, ali je malo podataka o samom sastavu otpada u pojedinim gradovima, kao i razlikama u sastavu od mesta do mesta. Posebno je malo, ili uopšte nema podataka o otpadu u ruralnim oblastima, jer se u selima otpad uglavnom ne sakuplja i ne odlaže na deponije.

Projekat „Duboko“ treba da potvrdi izuzetan značaj upravljanja komunalnim otpadom u Srbiji, gde je ovaj problem godinama prisutan. Percepcija ljudske greške u integralnom sistemu upravljanja komunalnim otpadom je tema, o kojoj ce morati da se i dalje neprestano diskutuje.

U poslednje vreme održavaju se razne metalurške konferencije u zemlji i inostranstvu koje se bave zaštitom životne sredine, upravljanjem komunalnim otpadom, i posebno izborom tehnologija, koje bi trebalo primeniti u cilju smanjivanja zagađivanja životne sredine (Borisov, Banković, 2011), (Stopić, Friedrich, 2011), (Stopić, 2011), (Ilić, et al, 2009).

Literatura

Borisov, M., Banković, R., 2011, Upravljanje projektima po pristupu projekt menadžmenta, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 2, pp. 142–157.

Đukanović, M., 1996, Životna sredina i održivi razvoj, Elit, Beograd.

Ristić, G., 2000, Grad na deponiji, Zadužbina Andrejević, Beograd.

Ilić, I., Živković, D., Vušović, N., Bogdanović, D., 2009, Ispitivanje mogućnosti upravljanja aerozagađenjem na području grada Bora korišćenjem statističke analize korelacione zavisnosti zagađenosti SO₂ i meteoroloških parametara, Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Zaječar.

Stopić, S., 2011, Šesta Evropska konferencija o metalurgiji EMC 2011, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 4, pp. 282–293.

Stopić, S., Friedrich, B., 2011, Hidrometalurgija pro visokim pritiscima, nova sansa za procese, koji ne zagađuju životnu sredinu, Vojnotehnički glasnik/Military Technical Courier, Vol. 59, No. 3, pp. 29–44.

Podloge za slušanje predavanja – Kolegij „Ekološka zaštita“, 2005/2006, Zagreb.

Okvirna strategija Srbije i Crne Gore i akcioni plan reagovanja na problem emisija gasova sa efektom staklene bašte, Regionalni centar za životnu sredinu za Centralnu i Istočnu Evropu, 2005, Beograd.

<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs2>.

http://www.bmu.de/english/waste_management/downloads/doc/38629.php
(Municipal solid waste management in Germany)

<http://www.panoramio.com/photo/45733029>

CONCEPT OF HUMAN ERROR IN AN INTEGRATED HOUSEHOLD WASTE MANAGEMENT SYSTEM

FIELD: Materials

ARTICLE TYPE: Professional Paper

Abstract:

There are significant risks of mistakes made by those employed at various levels in organizations dealing with very responsible tasks in household waste management. Possibilities of protection against solid waste increase in accordance with the development of ecological responsibility. Industrialisation has resulted in waste proliferation which is becoming the major world problem, and will be a top priority for resolving in the future. New technologies for garbage management are emerging, and garbage producers discover new possibilities for the application of recycled materials.

The clean air issue, although not being a new one, is certainly one of the fastest growing issues concerning human influence on the environment. The concentration of greenhouse gases in the atmosphere is growing constantly. The subject of this work is to assess the risks referring to the formation of greenhouse gases as well as a possibility of human error occurrence in the integral management of household waste.

There is little data on the household waste composition and quantities of particular materials as far as our country is concerned. There is particularly little, or even no data on rural waste, because waste is usually neither collected nor disposed of in rural areas.

An integral system of solid waste management is based on the analysis, discussion and definition of the methods and procedures for solid waste treatment, starting from the possibility of its reduction by choosing optimal ways for solid waste treatment from the place of its formation to its final disposal, harmless for the environment. The „Duboko“ project of solid waste management is one of the latest projects in Serbia. In 2011, in the vicinity of Uzice, the Duboko landfill was opened as a common project of two cities and seven municipalities of the Moravicki District and the Zlatibor District.

The mankind enters a new century with major ecological issues, such as an increased formation of waste materials of different origin and content in all three physical states, so that there is a huge responsibility of the employed in this area. The waste formed as a result of human activities is the following: cardboard, paper, plastic, textile, leather, furniture, glass, cans, household appliances, vehicles and their parts, sanitation devices, car tyres, construction material, sludge from waste water treatment plants, bio-hazardous waste (from hospitals, of animal origin, animal corpses and alike), etc. The recycling of waste material is an organizational-technical process the positive sides of which may be observed through the following: cost savings for primary raw materials, energy conservation, ecological efficiency and economi-

cal efficiency. Recycling is a dynamic process where materials intended for disposal are separated from the general waste flow.

A possibility to predict, notice and prevent human error, regardless of the circumstances causing it, has a crucial importance for a continued process of waste collection from the very beginning to its recycling and afterwards. The latest research carried out over the last decade of the past century keeps on the same track of treating the issue of human error causality within an organization. Therefore, Van der Schaf (1992), based on his own results, concludes that „each time a manager, foreman, procedure or a part of the equipment behaves in an unexpected way thereby either preventing productive system from a likely collapse or re-establishing the safety&reliability levels required, these positive deviations may be revealed, reported and analysed in order to improve a quality-wise insight in the way the system is functioning as a whole“.

Key words: human error, lenvironment, waste, waste management, recycling

Datum prijema članka/Paper received on: 14. 01. 2012.

Datum dostavljanja ispravki rukopisa/
Manuscript corrections submitted on: 20. 02. 2012.

Datum konačnog prihvatanja članka za objavljivanje/ Paper accepted
for publishing on: 22. 02. 2012.