

Moravske Toplice
17. in 18. april 2013

STROKOVNO POSVETOVANJE

CELOVITO RAVNANJE Z ODPADKI



Strokovno posvetovanje
SLOVENIJA BREZ ODPADKOV

Organizatorji

Zveza ekoloških gibanj Slovenije
Znanstveno-raziskovalno središče Bistra Ptuj
Zbornica komunalnega gospodarstva - GZS

So-organizator

Ministrstvo za kmetijstvo in okolje RS

Organizacijski odbor

mag. Janez Ekart, predsednik
Karel Lipič, podpredsednik
Branko Ravnik
dr. Niko Samec
dr. Viktor Grilc
dr. Marinka Vovk
Janko Kramžar
dr. Aleksandra Pivec
dr. Klavdija Rižnar
dr. Filip Kokalj
mag. Rudi Vončina
Vilko Pešec
Drago Dervarič

Izdajatelj

Zveza ekoloških gibanj Slovenije
Kardeljeva ploščad 1, Ljubljana
Tel. 01 565 38 28
zeglj@volja.net

Oblikovanje in prelom

Melita Rak

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

628.4(497.4)(082)

STROKOVNA konferenca Celovito ravnanje z odpadki (2013 ; Moravske Toplice)

Strokovno posvetovanje Celovito ravnanje z odpadki, Moravske Toplice, Hotel Ajda, 17. in 18. april 2013 / organizatorji Zveza ekoloških gibanj Slovenije [in] Znanstveno-raziskovalno središče Bistra Ptuj [in] Gospodarska zbornica Slovenije, Zbornica komunalnega gospodarstva ; soorganizator Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. - Ljubljana : Zveza ekoloških gibanj Slovenije, 2013

ISBN 978-961-6119-16-0

1. Dodat. nasl. 2. Zveza ekoloških gibanj Slovenije 3. Znanstveno-raziskovalno središče Bistra (Ptuj) 4. Gospodarska zbornica Slovenije. Zbornica komunalnega gospodarstva 5. Slovenija. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje 266505472

Vse pravice pridržane. Brez pisnega dovoljenja Založbe je prepovedano reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba tega avtorskega dela ali njegovih delov v kakršnekoli obsegu ali postopku, s fotokopiranjem, tiskanjem ali shranitvijo v elektronski obliki, v okviru določil Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah.

Moravske Toplice, Hotel AJDA
17. in 18. april 2013

STROKOVNO POSVETOVANJE

CELOVITO RAVNANJE Z ODPADKI

Organizatorji:



Soorganizator:

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO IN OKOLJE

Uvodnik

Spoštovani udeleženci,

ravnanje z odpadki je z vidika njihove heterogenosti in različnih lastnosti odpadnih materialov velik izziv za strokovno javnost, katere načine obdelave odpadkov izbrati, da bi dosegli njihovo najučinkovitejšo izrabo. Rešitev je v razpoložljivih in preverjenih tehnoloških rešitvah, sistematičnem pristopu z upoštevanjem načela celovite rešitve ravnanja z odpadki. Evropska in slovenska zakonodaja je na področju ravnanja z odpadki začrtala jasne usmeritve in določila hirarhijo ravnanja. Kljub temu je potrebno glede na različnost lokacij objektov za ravnanje z odpadki iskati najoptimalnejše načine reševanja, ki morajo upoštevati tehnološki, ekonomski, okoljski in sociološki vidik. Osnutek Operativnega programa s komunalnimi odpadki, marec 2013 Ministrstva za kmetijstvo in okolje RS in tudi pretekli Operativni programi Ministrstva za okolje in prostor jasno izkazujejo, da je reševanje odpadkov možno s kombinacijo snovne in energijske izrabe ter odlaganje ostanka na odlagališču, pri čemer je ostanek minimiziran in biološko stabiliziran, ki naj ne bi povzročal velike tvorbe toplogrednih plinov na odlagališču. Pri tem ne smemo pozabiti osnovnega cilja, da je potrebno spoštovati princip trajnostnega ravnanja z odpadki, ki omogoča dolgoročno sprejemljivo življenjsko okolje.

Letošnji posvet ima za strokovno in politično javnost ter širšo civilno družbo pomemben doprinos, kako reševati problem odpadkov. Na podlagi strokovnega dialoga in sprejetih sklepov posveta je potrebno širši javnosti sporočiti, kateri načini ravnanja z odpadki so sprejemljivi, in to na osnovi konkretnih rešitev in dobrih praks. Na posvet smo zato povabili priznane strokovnjake s področja ravnanja z odpadki, ki imajo skupaj znanje in izkušnje za vse možne načine ravnanja z odpadki, tako za minimizacijo in ločevanje na izvoru, snovno in energijsko izrabo ter odlaganje ostanka na odlagališčih nenevarnih odpadkov. V zborniku lahko najdete teme vseh možnih načinov ravnanja z odpadki s prikazom njihovih prednosti in tudi slabosti, vključno z regijskim konceptom ravnanja z odpadki in vlogo regijskih centrov ravnanja z odpadki. Na ta način želimo prikazati celovito ravnanje z odpadki, kar je bilo tudi naše vodilo, ko smo oblikovali vsebine in nosilce strokovnega posveta.

Želimo, da imajo okrogle mize v okviru strokovnega posveta odprti dialog med izvajalci in uporabniki storitev na področju ravnanja z odpadki, predstavniki civilnih iniciativ, nosilci strokovnih referatov in predstavniki oblasti. Zaključki okroglih miz bodo koristna podlaga za oblikovanje sklepov posveta, ki bodo posredovani širši javnosti in pristojnim državnim organom oziroma institucijam.

mag. Janez EKART
predsednik organizacijskega odbora

Zahvale

V imenu Zveze ekoloških gibanj Slovenije, ZRS Bistra Ptuj in GZS Zbornica komunalnega gospodarstva se zahvaljujem vsem donatorjem.

Zahvala gre celotnemu organizacijskemu odboru, brez katerega ne bi bilo možno organizirati posveta, saj je vsebinska in organizacijska izvedba posveta zahtevala timsko delo in odgovornost vseh članov organizacijskega odbora. Še posebej se želim zahvaliti dr. Klavdiji Rižnar in g. Karlu Lipiču, podpredsedniku organizacijskega odbora, ki sta vložila veliko truda in časa, da bo strokovni posvet potekal vsebinsko in organizacijsko na visoki strokovni ravni.

Zahvalo za uspešen strokovni posvet sem dolžan vsem Vam, ki ste pripravili strokovne prispevke in pripravljenost, prenašati svoje znanje in izkušnje na druge. Zahvala gre vsem, ki boste aktivno sodelovali na posvetu s vprašanji, idejami in mnenji in na ta način doprinesli k širšemu vsebinskemu naboru posveta, kar bo koristno in pomembno za oblikovanje sklepov strokovnega posveta.

Zahvala gre tudi vsem udeležencem posveta, ki ste izkazali interes sodelovati na tem posvetu in na ta način pokazali, da je v Vašem osebnem interesu in okolju, iz katerega prihajate, spoznati in si potrditi rešitve, kako ravnati z odpadki.

mag. Janez EKART

predsednik organizacijskega odbora

KAZALO

SEKCIJA 1: SISTEMSKI VIDIKI RAVNANJA Z ODPADKI

- 13 Celovito ravnanje s komunalnimi odpadki
Branko Kosi, SNAGA d.o.o., Maribor
- 25 Ključni elementi uvajanja celovitega obvladovanja odpadkov v industriji
mag. Tadej Krošlin, Jure Fišer, dr. Rok Rotar, Alenka Bajec, Gorenje Surovina d.o.o.
- 33 Zakaj se nasprotuje nižjim stroškom ravnanja z odpadki?
dr. Uroš Eberl, Tina Zupančič, dr. Željko Warga RC Preko d.o.o.
- 43 Večparametrski model ocenjevanja scenarijev okoljske regulacije s kmetijsko gozdarskim sistemom
Drago Brumec, izred.prof.dr. Črtomir Rozman, doc. dr. Marjan Janžekovič, red.prof.dr. Jernej Turk, doc.dr. Štefan Čelan, ZRS BISTRA Ptuj
- 53 Progressivne prakse za zmanjševanje odpadkov in zelena delovna mesta
dr. MARINKA VOVK, EKO-TCE d.o.o.
- 65 Novosti pri klasifikaciji odpadkov v EU
prof.dr. VIKTOR GRILC, Kemijski inštitut (upokojeni sodelavec)
- 71 Odpadki kot vir za zelene betone
doc. dr. Ana Mladenovič, dr. Aljoša Šajna - Zavod za gradbeništvo Slovenije, Zvonko Cotič - Structum d.o.o.

SEKCIJA 2: LOČENO ZBIRANJE ODPADKOV IN NJIHOVA PREDELAVA

- 79 Vpliv spremenjenega načina zbiranja komunalnih odpadkov in komuniciranja z uporabniki na rezultate ločenega zbiranja
Igor Petek, Nina Sankovič, Snaga d.o.o., Ljubljana
- 99 Izločevanje odpadkov primernih za snovno predelavo v postopku proizvodnje alternativnega goriva iz odpadkov
dr. Roland Pomberger, DI Josef Adam, Alexander Curtis, Joseph Kulmer, Andrej Gomboši, Saubermacher Slovenija d.o.o.
- 105 Razvoj postopkov proizvodnje trdnih goriv iz odpadkov v Evropi
mag. Janez Ekart, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru
- 119 Predstavitev Energy Global Award, ki vključuje tudi ravnanje z odpadki
prof. Nada Pavšer, ambasadorka Energy Globe Award za Slovenijo, SOBIVANJE, društvo za trajnostni razvoj (Coexistence)
- 123 Predstavitev projekta ReBirth
dr. Alenka Mauko, ZAG

SEKCIJA 3: SNOVNA IN ENERGETSKA IZRABA ODPADKOV

- 131 Pomen termične obdelave odpadkov v konceptu celovitega ravnanja z odpadki
red.prof.dr. Niko Samec, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru
- 133 Energija komunalnih odpadkov za izpolnjevanje nacionalnih zavez uporabe obnovljivih virov energije
dr. Filip Kokalj, Energetika Maribor d.o.o.
- 141 Uplinjanje SRF goriv za izdelavo sinteznega plina
doc.dr. Dušan Klinar, ZRS Bistra Ptuj, red.prof.dr. Janvit Golob, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo
- 151 Prispevek podjetja Saubermacher k zmanjšanju emisij CO₂ v ozračje zaradi sodobnega ravnanja z odpadki
Michaela Heigl, Alen Balazic, SAUBERMACHER SLOVENIJA d.o.o.
- 157 Plazemska obdelava odpadkov: izkušnje in obeti za prihodnost
G.E.Savchenko, TechEcoPlasma LLC, Moskva, Rusija
(predavanje v angleškem jeziku)
- 161 Kaj je skupnega odpadkom, politikam in Kitajski?
Albin Keuc, neodvisni raziskovalec, Gaja, društvo za trajnostni razvoj
- 169 Proizvodnja, predelava, skladiščenje in prevozi nevarnih odpadkov v urbanih središčih (Nimby in Nimet efekt) Karel Lipič, Zveza ekoloških gibanj - ZEG

SEKCIJA 4: PRIMERI IZ PRAKS

- 181 Uporaba alternativnih goriv in materialov v cementni industriji
Petra Kajič, Lafarge cement d.d.
- 189 Izkušnje KEMIS-a pri ravnanju z nevarnimi odpadki
Boštjan Šimenc, Emil Nanut, KEMIS d.o.o.
- 203 Uporaba bioloških odpadkov kot surovine v bioplinskih elektrarnah
Blaž Germšek, mag. Aleš Zver, Keter group d.o.o.
- 211 Ravnanje z odpadnimi zdravili
dr. Jani Zore, ŠC Novo mesto, Višja strokovna šola, Nadja Regina, Krka d.d.
- 219 Okoljski vidik odpadkov v pristaniškem vodnem prostoru
mag. Boris Marzi, Luka Koper d.d.
- 233 Sistemi spremljanja kakovosti zunanjega zraka
mag. Rudi Vončina, Urška Kugonič, Elektroinštitut Milan Vidmar, Irena Debeljak, Termoelektrarna toplarna Ljubljana d.o.o.

SEKCIJA 1



Sistemiški vidiki ravnanja z odpadki



CELOVITI SISTEM RAVNANJA S KOMUNALNIMI ODPADKI!

» Branko KOSI

Snaga d. o. o.,
Nasipna ulica 64, Si-2000 Maribor
info@snaga-mb.si

Povzetek

S poznavanjem novejših in novih tehnik, ki nam omogočajo bolj smeli pristop pri kreiranju novih tehnoloških konceptov, lahko oblikujemo nove strateške usmeritve ravnanja z odpadki, ki bodo imele višjo stopnjo učinkovitosti ob nižjih skupnih stroških. Če pri tem še prištejemo mnogo večji ekološki in ekonomski učinek zaradi večje kvalitete in kvantitete frakcij za reciklažo, je operativno celovito strateško načrtovanje ravnanja z odpadki ekološka in ekonomska nuja in obveza do približevanja trajnostnemu razvoju.

Nenazadnje je čas, da začnemo več energije vlagati v razvoj tehnik in tehnologij za izdelavo novih pol-proizvodov in proizvodov iz novih skupin sekundarnih surovin.

Abstract

The knowledge of recent and new techniques allows us more ambitious approach in the creation of new engineering concepts and creating new strategic guidelines for waste management with higher level of performance at a lower overall cost. If we add to this much greater ecological and economic impact because of increased quality and quantity of fractions for recycling, it is obvious that integrated strategic operational planning of waste management is an environmental and economic necessity and obligation regarding sustainable development.

UVOD

O celovitem ravnanju z odpadki, tudi s komunalnimi odpadki, je bilo že precej povedane, napisanega, pa, kot kaže, še vedno ne tako, da bi bilo strateško vodilo ravnanja z odpadki resnično celovito ravnanje z odpadki. Nепrestano se ujamo v zanke različnih interesov reševanja le posameznih segmentov ravnanja z odpadki, ki so nam bližje, jih bolje razumemo, so bolj donosni ali kakorkoli že – celovitost reševanja je v praksi, kot kaže, le dokaj trd oreh, da bi se ga vsesplošno lotili.

Za primer naj samo navedem nekaj dejstev. Od devetdesetih let že govorimo o celovitih sistemih ravnanja z odpadki, v katere smo vključili ločeno zbiranje na izvoru, obdelavo odpadkov s končnim sežigom preostanka in le manjši delež odlaganja. Slednji bi naj bil pretežno ostanek po sežigu, saj v nasprotnem v zakonodajo ne bi zapisali tako ostrih zahtev za material, ki se sme odložiti na odlagališčih nenevarnih odpadov (manj kakor 5% TOC (celotnega organskega ogljika) ter manj kakor 6.000 kJ/kg kurilne vrednosti). Stanje je splošno jasno – v Sloveniji imamo eno manjšo sežigalnico v Celju (za ca. desetino za sežig primernih frakcij), centri za obdelavo odpadkov so večinoma na začetku razvojne poti ali v nastajanju. Zato smo se podali na pot ločenega zbiranja odpadkov – torej le enega segmenta iz celovitega sistema ravnanja s komunalnimi odpadki, vsekakor ne v soodvisnosti s preostalimi segmenti obdelave in energetske izrabe ter odlaganja preostanka. In zakaj bi naj to bila težava?

Kako opredeliti strategijo celovitega ravnanja s komunalnimi odpadki za doseganje najoptimalnejših ciljev družbe? In kako to počno v večjih sistemih Evrope – na primer v Nemčiji?

KOMUNALNI ODPADKI

Če želimo istosmiselno razumeti pomen celovitega sistema ravnanja s komunalnimi odpadki, je komunalne odpadke prvotno potrebno enoznačno okarakterizirati. Če povzamemo po definiciji iz Zakona o varstvu okolja (UL RS št. 41/2004 s spremembami) »Komunalni odpadki so odpadki iz gospodinjstva ali njemu po naravi ali sestavi podoben odpadki iz proizvodnje, trgovine, storitvene ali druge dejavnosti.« Ta definicija je v praksi morda premalo natančna, saj bi lahko na primer omara kot škart iz proizvodnje omara lahko bila tudi komunalni odpadki, saj je podobna omari kot kosovni komunalni odpadki. Ali pa plastični lonček z napako iz proizvodnje plastičnih lončkov bi prav tako lahko bil komunalni odpadki, saj je prav gotovo do potankosti enak tistemu, ki prihaja iz gospodinjstva ipd.

Zato avtor tega članka uporabljam sledečo definicijo:

»Komunalni odpadki so odpadki, ki nastanejo zaradi potreb ljudi v gospodinjstvu in gospodarskih ter negospodarskih dejavnosti in ne izhajajo iz proizvodnega ali storitvenega procesa.«

Drugače povedano, komunalni odpadki nastane neposredno zaradi potrebe človeka, kjerkoli je že človek prisoten – doma, na poti, na delovnem mestu, na dopustu...

Pa morda še razlaga na zgornjem primeru: Škart iz proizvodnje plastičnih lončkov je ne-komunalni odpadki. Če v taisti tovarni plastičnih lončkov med malico spijejo napitek iz avtomata in lonček napitka zavržejo, je pa to komunalni odpadki, saj je nastal zaradi neposredne potrebe človeka.

SESTAVA KOMUNALNIH ODPADKOV

Preden bom skušal postaviti tezo pravilnega celovitega sistema ravnanja s komunalnimi odpadki, še pogledajmo, kakšna je okvirna sestava le teh.

Komunalni odpadki so najbolj heterogena struktura vseh predmetov, ki jih je včeraj ustvaril človek za sočloveka in jih slednji danes več ne potrebuje. V nekem preseku časa opazovane družbe je sestava komunalnih odpadkov vedno enaka – ampak le v tem preseku časa. Tega dejstva ne gre spregledati, saj se mora oz. se bo moral koncept celovitega sistema ravnanja s komunalnimi odpadki neprestano prilagajati:

- trenutni povprečni sestavi komunalnih odpadkov,
- trgu potreb po sekundarnih surovinah (»naravnem« ali uravnavanem) ter
- stanju tehnik in tehnologij ravnanja s komunalnimi odpadki.

Pa če za začetno razmišljanje prepustimo strategijo razvoja sestave komunalnih odpadkov za kakšno drugo priložnost, se osredotočimo na sedanji presek časa in pogledajmo povprečno sestavo komunalnih odpadkov.

Osnovo za nadaljnje razmišljanje povzemam po lastnem članku iz januarja 2011.

Groba sestava odpadkov

Odpadki so v grobem sestavljeni iz:

- organskih materialov, kot so:
 - biološko razgradljivi odpadki,
 - biološko težko ali ne-razgradljivi reciklabilni odpadki,
 - nereciklabilni biološko težko ali ne-razgradljivi odpadki;
- neorganskih materialov, kot na primer:
 - kovine,
 - minerali,
 - steklo;

Zgornja delitev je morda pregroba za opredelitev natančnih masnih tokov odpadkov, je pa za stanje razumevanja za potrebe pristopa k celovitemu sistemu ravnanja z odpadki zadostna.

Na Slika 1: Potencialna sestava komunalnih odpadkov v nadaljevanju je prikaz verjetne sestave komunalnih odpadkov v današnjem preseku časa. Levo na sliki je prikaza-

Slika 1: Potencialna sestava komunalnih odpadkov



na osnovna delitev na organske in neorganske elemente v odpadkih.

Neorganski so po naravi inertni in načeloma ne predstavljajo večje nevarnosti za okolje (razen v redkih primerih in v majhnih količinah). Je pa v tej skupini kar nekaj potencialnih vrst odpadkov (če že ne vse), ki jih je potencialno možno reciklirati.

Zahtevnejša je večja skupina odpadkov organskih materialov. Med temi je tudi večina nevarnih odpadkov – majhna vendar zelo pomembna in vplivna skupina odpadkov v celovitem sistemu ravnanja z odpadki – to vrsto odpadkov prav gotovo želimo v največji možni meri izločiti iz preostalega masnega toka komunalnih odpadkov ter jih primerno predelati in odstraniti.

Preostali organski odpadki se delijo na biološko (hitro) razgradljive ter biološko (težko ali) ne-razgradljive organske odpadke. Potencial biološko razgradljivih odpadkov je smiselno v največji možni meri vrniti nazaj v naravo. S tem neposredno zapremo reciklažni krog (ki tudi v svojem razkroju ne vpliva na CO₂ odtis) te vrste odpadkov. So pa v grobem biološko razgradljivi odpadki sestavljeni iz pretežnega dela vode ter suhe organske snovi.

Preostali del organskih odpadkov tvorijo biološko ne-razgradljivi odpadki, ki so po naravi suhi del komunalnih odpadkov. Z razvojem materialnih potreb družbe in hkratnim krčenjem primarnih surovin je to del odpadkov z največjim potencialom razvoja reciklabilnosti odpadkov. Pri tem pojem reciklabilnosti razumem kot tiste vrste odpadkov (materialov), ki jih je v danem trenutku in danem okolju smotrnejše predelati v nove polproizvode in proizvode z manjšo ekološko (in ekonomsko) obremenitvijo, kot je to primer pri uporabi primarnih materialov.

Vsekakor je reciklabilnost odpadka pogojena še z več vplivnimi faktorji. Reciklabilnost nekaterih materialov je odvisna od družbenega dogovora, saj nanjo tržni sistem morda (še) ne more neposredno pozitivno vplivati. Eden od pomembnih elementov je prav gotovo višanje cene nafte, ki povečuje reciklabilnost te skupine odpadkov.

Končno ostane skupina organskih biološko ne-razgradljivih odpadkov, ki so v danem trenutku in okolju (še) nerekiclabilni, vendar, ker so organskega izvora, z relativnim energetske potencialom.

CELOVITI SISTEM RAVNANJA S KOMUNALNIMI ODPADKI

Ob upoštevanju potenciala komunalnih odpadkov nam drugo napotilo pri oblikovanju celovitega sistema ravnanja s komunalnimi odpadki prav gotovo narekuje širši (evropski) družbeni dogovor, ki je združen v opredelitvi sedaj že dobro znane hierarhične lestvice ravnanja z odpadki nasploh (Direktiva 98/2008 ES o ravnanju z odpadki, prenesena v naš pravni red z Uredbo o odpadkih (UL RS št. 103/2011)):

- preprečevanje nastajanja
- priprava za ponovno uporabo
- recikliranje
- druga predelava, npr. energetska predelava
- odstranjevanje.

Da bi v praksi ne iskali bližnjic (in izgovorov), smo v ES (evropski skupnosti) posledično s splošnim družbenim dogovorom opredelili merljive cilje predvsem na področju reciklaže, ki so zapisani tako v prej omenjeni direktivi kot v nacionalno okolje prenesenih zakonskih in podzakonskih aktih (že prej omenjena Uredba o odpadkih, pa Uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo (UL RS št. 84/2006 s spremembami), ...). Pri tem pa imamo nemalo težav pri nadaljnjem družbenem dogovarjanju o doseganju ciljev. Po mnenju pisca tega članka je eden večjih problemov (ne-)zavedno nerazumevanje pojma reciklaže, ki ga zaradi različnih interesov mnogokrat enačimo s sortiranjem. Nekako se drenjamo na področju sortiranja in vsak v svojem interesu razlagamo, kako pomembno je to naše »recikliranje«. Pa temu še zdaleč ni tako. Na primer: od 100% zbrane in sortirane odpadne embalaže, je predamo v recikliranje (večinoma v tujino in daljno tujino) približno 50%, preostanek predamo v odlaganje(!) in v sežig. Pa ta težava verjetno ni edina.

Optimiziran sistem ravnanja s komunalnimi odpadki

Za celovito obvladovanje komunalnih odpadkov je potrebno uravnovesiti sledeče osnovne gradnike sistema:

- Zbiranje razpršeno nastalih komunalnih odpadkov: Pri tem vključujemo tudi neposredne povzročitelje komunalnih odpadkov (v nadaljevanju KO), ki bodo morali vsako leto prevzeti več odgovornosti pri pravilnem ravnanju s komunalnimi odpadki;
- Obdelava zbranih komunalnih odpadkov: Z obdelavo zbranih komunalnih odpadkov zagotavljamo maksimiranje višjih stopenj hierarhične lestvice ravnanja z odpadki;
- Zagotavljanje sistema za prevzem primerno obdelanih frakcij z upoštevanjem hierarhične lestvice ravnanja z odpadki;
- Zagotavljanje prostora za odstranjevanje preostanka odpadkov, ki jih (še) ni moč ustrezno preusmeriti v višje stopnje hierarhične lestvice ravnanja z odpadki, kot tudi za urgentno kontrolirano odstranjevanje odpadkov, nastalih v izrednih razmerah.

Vsi gradniki celovitega sistema morajo biti v specifičnem opazovanem okolju uravnovešeni, saj lahko le tako govorimo o optimiziranem sistemu ravnanja z odpadki. S tem tudi postavljamo osnovno tezo, da je le optimiziran sistem ravnanja s komunalnimi odpadki dejansko tudi celoviti sistem ravnanja s komunalnimi odpadki. Optimizacija sistema ravnanja z odpadki pa mora vsakokrat zagotavljati najmanjše ekološke in ekonomske obremenitve ob hkratnem doseganju družbeno zadanih okoljskih ciljev.

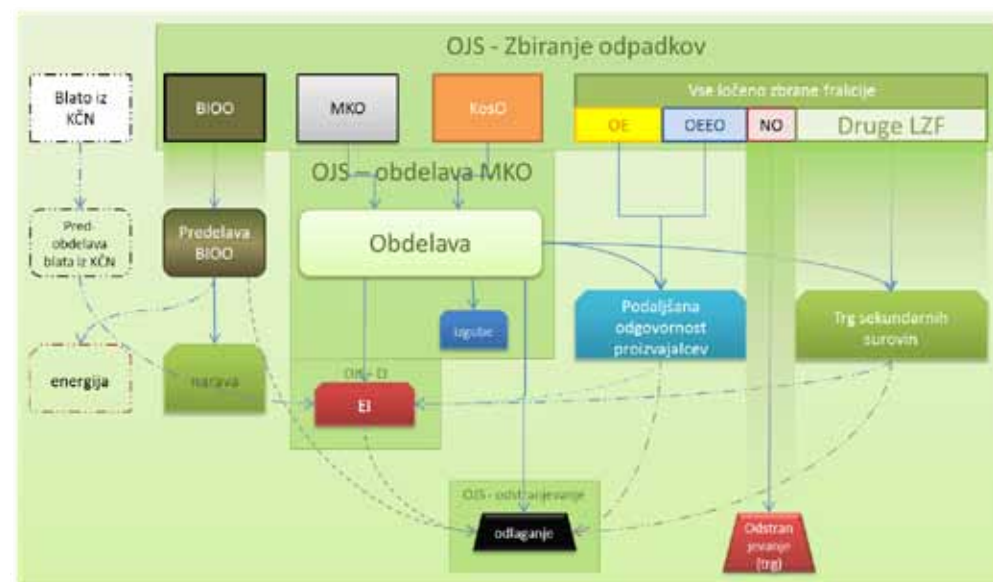
V kolikor celovitega sistema ravnanja ne razumemo kot optimiziranega sistema, potem je že integralni sistem zbiranja odpadkov in popolno odlaganje tako zbranih odpadkov celoviti sistem – in seveda vse ostale kombinacije ravnanja s KO vse do optimizirane variante. Slednje pa menda ni namen razumevanja celovitega ravnanja z odpadki.

Torej je cilj postavitve celovitega sistema ravnanja s komunalnimi odpadki vzpostavitev optimiziranega sistema med zgoraj naštetimi gradniki – kako, kje, koliko in kaj ločeno zbirati na izvoru, kako, koliko in kaj obdelati za pripravo frakcij za ponovno uporabo, reciklažo ali energetska izrabo, kako zagotoviti primeren in zadosten obseg prevzema pripravljenih frakcij odpadkov za ponovno uporabo, reciklažo in energetska izrabo ter končno kje in kako zagotoviti odlaganje tistih odpadkov, ki so v sistemu ostali po hierarhičnih stopnjah 1 do 4 neizkoriščeni.

Okvirna shema celovitega sistema ravnanja s komunalnimi odpadki

Spodaj je podana okvirna shema celovitega ravnanja s komunalnimi odpadki, ki upošteva tudi trenutne družbene dogovore (kot je podaljšana odgovornost proizvajalcev):

Slika 3: Celoviti sistem ravnanja s komunalnimi odpadki



Legenda:

KČN – komunalna čistilna naprava
BIOO – biološki odpadki
MKO – mešani komunalni odpadki
KosO – kosovni odpadki
OE – odpadna embalaža

OEEO – odpadna električna in elektronska oprema
NO – nevarni odpadki
LZF – ločeno zbrane frakcije
EI – energetska izraba
OJS – obvezne javne službe

Trdne komunalne odpadke uvodoma delim v štiri osnovne skupine: ločeno zbrane biološko razgradljive odpadke (v nadaljevanju BLOO), mešane komunalne odpadke (v nadaljevanju MKO), kosovne odpadke (v nadaljevanju KosO) ter ločeno zbrane frakcije (v nadaljevanju LZF).

Ločeno zbrane frakcije nadalje delim na frakcije iz sistema podaljšane odgovornosti proizvajalcev, kjer sta največja predstavnika odpadna embalaža (v nadaljevanju OE) ter odpadna električna in elektronska oprema (v nadaljevanju OEEO). Manjša, vendar izredno pomembna je skupina nevarnih odpadkov (v nadaljevanju NO). Slednja je skupina ločenih frakcij, ki (še) nimajo državno reguliranega masnega toka. Za celotno skupino ločeno zbranih frakcij pa avtomatično ne velja pravilo, da za njih v 100% obstaja tudi trg! Vse ločeno zbrane frakcije pa je pred predajo v reciklažo potrebno še sortirati z namenom pridobivanja pod-skupin materialov ali le prečiščenje frakcij pred predelavo v polizdelke ali izdelke – torej pred reciklažo oz. vračanjem tovrstnih materialov nazaj na trg.

Skrajno levo je k trdnim komunalnim odpadkom dodano še blato iz čistilnih naprav, ki ima vedno nek specifični potencial – za snovno izrabo, za energetska izrabo, v skrajnem primeru ga je potrebno le uničiti oz. mineralizirati pred odstranjevanjem.

BIOO je tisti potencial v KO, ki je po eni strani izredno moteč in reaktiven, hkrati pa lahko dvojno koristen – kot energetski potencial za pridobivanje bioplina in kot materialna osnova za neposredno vračanje v naravo. Seveda ob zadostitvi okoljskih pogojev in podporo družbenih dogovorov za zmožnost ekonomske izvedbe ustreznih procesov.

MKO in KosO je pred nadaljevanjem potrebno ustrezno obdelati z namenom pridobitve frakcij za ponovno uporabo, predvsem reciklažo in energetska izrabo. Pri tem je prisotna težnja, da je odpadkov za odlaganje čim manj ter da imajo čim manjši nevarnostni potencial. Pri obdelavi MKO in KosO se v zadnjem času v svetu dogajajo največji razvojni premiki. Vseprisod, kjer so v ozadju mesta z večjim delom več-stanovanjskih objektov, je izrednega pomena v sistemu ravnanja z odpadki zagotoviti dobro obdelavo, saj je ločeno zbiranje frakcij na izvoru dobro predvsem na področju individualne poselitve, pa še te frakcije morajo biti pred predajo v reciklažo sortirane. Zato nove tehnike stremijo k optimiziranju procesov ravnanja z odpadki med obsegom ločenega zbiranja in obdelave MKO.

Z ločenim zbiranjem dobimo nekaj skupin ločenih frakcij, ki jih moramo pred nadaljnjo predelavo še sortirati in prečistiti, pri tem spet dobimo delež teh frakcij za odlaganje, delež za energetska izrabo in delež za dejansko predelavo.

Relativno velik delež KO je organskega izvora in ga specifično (še) ni mogoče izrabiti drugače, kot z energetska izrabo. Precejšen del tovrstnih odpadkov preostane po obdelavi MKO in KosO. Niso pa to edini KO, primerni za energetska izrabo. Pri sortiranju LZF nastajajo ostanki, nekateri primerni za odstranjevanje (odlaganje), precej več pa za energetska izrabo. V celovitem (optimiziranem) sistemu ravnanja s komunalnimi odpadki bi bilo potrebno zagotoviti smiselni masni tok, kot je prikazano na Slika 2: Celoviti sistem ravnanja s komunalnimi odpadki.

Stanje tehnike

V opazovanem preseku časa je pomembno stanje tehnike, primerne za specifični primer celovitega sistema ravnanja s KO. Vsekakor v času nastajanja tega članka lahko ugotovimo sledeče:

- ročno sortiranje zamenjuje mehansko sortiranje,
- ročno sortiranje prehaja iz proizvodne v kontrolno funkcijo,
- strošek avtomatiziranega sortiranja se niža in je predvidljiv, prav tako je predvidljiva kvaliteta in kvantiteta sortiranih frakcij (kar ni bil primer pri ročnem sortiranju),
- za predelavo je pomembna vrsta in čistost materiala in ne izvor,
- razvijajo se nove tehnologije predelave – posledično je vedno več frakcij zanimivih za izločanje pri sortiranju,

- MKO je potrebno pred sortiranjem ustrezno obdelati, da omogočimo ločevanje med biološko razgradljivo frakcijo in preostalimi organskimi in neorganskimi materiali,
- tudi med drobno frakcijo je velika količina reciklabilnih materialov, ki jih je s sodobno tehniko ob primerni pred-obdelavi moč izločiti,
- razvoj se še ni ustavil, nasprotno!

KJE SMO S »CELOVITIM« RAVNANJEM S KOMUNALNIMI ODPADKI?

Za podkrepitev razmišljanja o iskanju optimiziranega celovitega ravnanja za odpadki so spodaj podane simulacije kalkulacij ločenega zbiranja in mehansko-biološke obdelave, kjer je mehanska obdelava skoraj v celoti zamenjuje ročno sortiranje.

Kalkulacijske simulacije ločenega zbiranja

Predpostavke v kalkulaciji so sledeče:

Vzorec je velik 1.000 ton vseh odpadkov, zbranih s smetarskimi vozili, pri čemer je 51% MKO, 14% RV, 19% BIOO, 8% papirja ter 8% stekla.

MKO, RV in BIOO zbiramo od vrat do vrat, papir in steklo pa v zbiralnicah.

- Neto nosilnost vozila (za primer je vzeto dvoosno vozilo skupne dovoljene mase 18t) je 5,9 ton, pri čemer je povprečna izkoriščenost te neto nosilnosti pri prostorninsko polnem vozilu 103% pri MKO (praktično je mogoče še mnogo več, vendar je zakonsko dovoljeno preseganje maksimalno 3%!), 30% pri MOE, 90% pri BIOO, 90% pri papirju ter 80% pri steklu.
- Ena vožnja od vrat do vrat traja 4 ure, pri čemer je zaradi narave zbiranja za posamezno frakcijo upoštevano; 100% časa za MKO, 90% časa za RV (hitrejše nalaganje RV), 80% časa za BIOO (zaradi lastnega kompostiranja je manj postankov), 60% časa pa za papir in steklo za zbiranje v zbiralnicah.
- Neposredni strošek vozila z voznikom in dvema delavcema je ocenjen na 70 €/h.

Na osnovi zgornjih predpostavk je narejena prva simulacija: Za zbiranje MKO porabimo 335,6 ur, za MOE 284,8 ur, za BIOO 114,6 ur, za papir 36,2 uri ter za steklo 40,6 ur, skupaj 811,7 ur. Strošek zbranih MKO je 46,06 €/t, strošek zbrane RV 142,38 €/t, strošek zbranih BIOO je 42,21 €/t, strošek zbranega papirja 31,71 €/t ter strošek zbranega stekla 35,49 €/t. Skupni strošek simuliranega primera je 56.820 €.

V nadaljnjih simulacijah ob enakih predpostavkah kot zgoraj, sta narejeni še dve simulaciji in sicer:

Simulacija 2: Ločeno zbiranje MOE ni uvedeno (ta frakcija je še vedno v MKO). Tudi tak MKO še vedno dosega vsaj 103% izkoriščenosti neto nosilnosti vozila, za ostale tri frakcije (BIOO, papir in steklo) so pogoji nespremenjeni. V tem primeru za zbiranje MKO

porabimo 408 ur, za preostale tri frakcije je poraba ur enaka, kot v 1. simulaciji strošek zbiranja MKO je v tem primeru 46,06 €/t, torej za 0,03 €/t večji, kot pri 1. simulaciji. Skupni strošek simuliranega primera je 43.355 €.

Simulacija 3: Ločeno zbiranje ni uvedeno, vse frakcije se zbirajo integralno – v eni posodi. Strošek je 46,09 €/t. Skupni strošek simuliranega primera je 46.088 €.

Ločeno zbrane frakcije B100 je nujno potrebno ločeno zbirati, saj je le tako mogoče maksimizirati čistost vhodnega materiala v upanju za doseganje komposta oz. substrata 1. kakovosti. Ker so B100 težki, je zelo dobra tudi izkoriščenost zbirnega vozila – povedano drugače, ni izgub v primerjavi z integralnim načinom zbiranja odpadkov.

Ločeno zbiranje papirja prav tako zagotavlja dobro izkoriščenost zbirnega vozila.

Ločeno zbiranje stekla je potrebno že zaradi izločanja te frakcije iz vseh ostalih masnih tokov odpadkov, saj je ta frakcija precej abrazivna, ima pa najvišjo možno reciklabilnost (skoraj neskončno) in zagotavlja dobro izkoriščenost zbirnega vozila.

MOE je zelo lahka, v njej je ujetega mnogo zraka, ki ga tudi zelo močni hidravlični sistemi v zbirnih vozilih ne zmorejo premagati, zato so vozila izkoriščena le 30%. Posledično je toliko večja tudi polutivnost vozila s CO₂ na zbrano tono MOE v primerjavi s prej opisanimi težkimi frakcijami.

Kalkulacijska simulacija optimiziranega objekta MBO

Pri grobi kalkulaciji optimiziranega objekta MBO (kompaktna izvedba, mehanska pred-obdelava, bio-sušenje, mehansko-optično sortiranje velike in drobne frakcije po sušenju). Vrednost gradbenih del z vrednostjo zemljišča je 5,3 mio € z amortizacijsko dobo 33 let, vrednost opreme je 6 mio € z amortizacijsko dobo 10 let. Letna stopnja amortizacije je tako 760.000 €.

Pri strošku delavcev je predvidenih 12 delavcev za kontrolo in neposredni nadzor posameznih faz procesa s 1.600 efektivnih ur letno po ceni bruto 10 €/h, en delovodja s IV. stopnjo izobrazbe s 1.600 efektivnimi urami letno in bruto ceno 15 €/h, en vodja s VI. Stopnjo izobrazbe prav tako s 1.600 efektivnimi urami letno in bruto ceno 30 €/h ter 300 managerskih ur letno po bruto ceni 37,50 €/h. Skupni letni strošek zaposlenih je tako 260.000 € na leto.

Predviden je 1 MW priklopne električne moči s povprečno 70% obremenitvijo po ceni 0,10 €/kWh. Tek naprave tako predstavlja letni strošek 290.000 €.

Strošek goriva manipulativnih strojev letno je ocenjen na 4.200 €.

Drugi stroški materiala (predvsem za menjavo biofilterskega materiala in drugi potrošni material) je ocenjen na ca. 22.000 € letno.

Končno je še upoštevan 5% strošek za investicijsko vzdrževanje ter 3% strošek za redno vzdrževanje, oboje računano od višine letne amortizacije, kar pomeni letni strošek ca. 61.000 €.

Tako znašajo skupni letni stroški obratovanja MBO ca. 1.400.000 €. Če letno v taki napravi obdelamo 40.000 ton odpadkov, je povprečni strošek 35 €/t obdelanega odpadka.

Če tovrstno napravo zaženemo še v 2. izmeni, se strošek obdelave še dodatno zniža.

Iz navedbe zgornjih stroškov je moč sklepati, da bi z optimiziranjem celovitega ravnanja z odpadki bilo moč doseči in dosegati večje ekonomske učinke, posledično pa tudi ekološke, saj bi lahko občutno zmanjšali razdrobljenost celovite logistike masnih tokov komunalnih odpadkov, znižali porabo energije ter predvsem mnogo bolj ravnali z okoljem.

KAKO SE CELOVITO RAVNANJE S KOMUNALNIMI ODPADKI RAZVIJA V NEMČIJI

Razvoj tehnik obdelave in sortiranja je v zadnjih letih izredno napredoval. Še nekaj let nazaj je bilo mnenje strokovne srenje, da sortiranje MKO ni mogoče. Izvedeni projekti (Nemčija) danes kažejo popolnoma drugačno sliko. V Mertesdorfu (Nemčija) so izvedli pilotni projekt, kjer so ukinili ločeno zbiranje OE z rumeno vrečo (projekt se imenuje »Gelb in Grau« - rumena v sivo v prevodu) ter MKO obdelali z biološkim sušenjem in naknadnim strojnim sortiranjem. Končen rezultat: mnogo večja kvantiteta in kvaliteta izločenih frakcij primernih za reciklažo! Če pri tem upoštevamo, da je za tak način potrebnega precej manj zbirnega transporta ter da teče obdelava MKO in sortiranje v enem procesu, je poleg izrednega uspeha glede kvalitete in kvantitete izločenih frakcij še dodaten ekonomski in ekološki uspeh zaradi optimiziranja celovitega sistema ravnanja z odpadki – zbirnega transporta in obdelave odpadkov.

Viri in literatura

1. Lastni viri: Branko KOSI
2. Viri Snaga d.o.o., Maribor,
3. Zbornik: Internationale 9. ASA-Recyclingtage, Die MBA als Rohstofflieferant, 29. Februar do 2. Marec 2012, Hannover, Cuvillier Verlag, Göttingen 2012 (Nemčija)
4. Kreislaufwirtschaftsgesetz, Bundesgesetzblatt, 29.2.2012, velja od 1.6.2012 (Nemčija)

KLJUČNI ELEMENTI UVAJANJA CELOVITEGA OBVLADOVANJA ODPADKOV V INDUSTRIJI

- » Mag. Tadej KROŠLIN
- » Jure FIŠER
- » Alenka BAJEC
- » Dr. Rok ROTAR

Gorenje Surovina d.o.o., Ulica Vita Kraigherja 5, 2000 Maribor, Slovenija,
surovina@surovina.com

Povzetek

Gorenje Surovina d.o.o. izvaja postopke zbiranja, obdelave in predelave vseh vrst nenevarnih odpadkov. Skupaj z ostalimi povezanimi družbami na področju Ekologije v Skupini Gorenje poslovnim partnerjem nudimo storitev celovitega obvladovanja odpadkov (COO), kar v praksi pomeni rešitev za vse vrste nevarnih in nenevarnih odpadkov na enem mestu, podprto s strokovnim svetovanjem in širokim naborom ostalih okoljskih storitev.

Okoljska odgovornost, izpolnjevanje zakonodajnih zahtev ter zadovoljstvo partnerjev, ki jim ravnanje z odpadki pogosto pomeni dodatno breme in logistično motnjo v njihovem temeljnem procesu, od nas zahteva sistematičen proces uvedbe in izvajanja storitve. Zato je poseben poudarek na kakovosti in varovanju okolja. Specifična dejavnost, ki se sočasno izvaja na 25 lokacijah po Sloveniji in 10 v tujini, zahteva dokumentiran in vpeljan sistem kakovosti in okolja. Gorenje Surovina d.o.o. ima vpeljan sistem kakovosti po ISO 9001 in ravnanja z okoljem po ISO 14001 že od leta 2003.

Ravnanje z odpadki, še zlasti tistimi, ki nimajo tržne vrednosti in kjer je dosledno izvajanje zakonodaje podjetjem močno omejilo možnosti in povzročilo dodatne stroške, za nas predstavlja poseben izziv. Vse pomembnejši pa postajajo tudi »mekhi« elementi svetovanja, okoljskega komuniciranja, osveščanja in informacijske podpore storitve, ki omogoča tudi sistematično spremljanje usresničevanja ciljev,

ki se zastavijo na začetku projekta in spremljajo s pomočjo ključnih kazalnikov uspešnosti KPI.

Slika 1.: Vsebina Celovitega obvladovanja odpadkov v gospodarskih družbah.

V podjetju Gorenje Surovina v celoti poskrbimo za vaše odpadke. **Hitro, zanesljivo, ekonomično, okolju prijazno** in v skladu z veljavno zakonodajo.



Ključne besede: Celovito obvladovanje odpadkov, gospodarske družbe.

Abstract

Gorenje Surovina d.o.o. performs collecting, processing and recycling of all fractions of non-hazardous waste. Together with our related companies in the field of ecology inside Gorenje Group, we provide Comprehensive Waste Management (COO) to our partners, which means integral solution for all waste on spot, enhanced by our expert-consulting services and wide range of other environmental solutions in one contract with one partner.

Environmental responsibility and regulation compliance in the field of waste management often means a burden and logistic disruption in their core production process, on the other side requires a systematic approach to planning, implementation and execution of COO. Therefore the emphasis is on service quality and environmental compliance. Our specific activities, performed simultaneously on 25 sites in

Slovenia and 10 sites abroad, requires documented and well implemented quality and environmental management system, run in Gorenje Surovina d.o.o. since 2003.

Waste management, especially dealing with waste fractions, which represent a cost for our partners and where regulation poses new restrictions and limits the options for their disposal, presents additional cost burden for our partners and a major challenge for us – the solution provider. »Soft« elements of our work are becoming more and more important - consulting, together with environmental communication, awareness building and IT support are the basis for aims and targets, stated on project-startup up to its realization, supported by Key Performance indicators (KPI).

Key words: comprehensive waste management, business companies.

KLJUČNA VODILA PRI VPELJAVI SISTEMA CELOVITEGA OBVLADOVANJA ODPADKOV

Ključna vodila pri vpeljavi sistema celovitega obvladovanja odpadkov so:

- naročnik je specialist za proizvodnjo kakovostnih izdelkov,
- izvajalec je specialist za strokovno, sistematično in trajnostno ravnanje z odpadki.

S stališča kakovosti in okolja je ključnega pomena pri načrtovanju in izvajanju projektov usmerjenost k spoštovanju zahtev zakonodaje (referenca 1), sistematsko prepoznavanje zahtev odjemalcev in trajnostno zmanjševanje vplivov na okolje (referenci 2 in 3), predvsem pa preprečevanje odlaganja ostankov odpadkov in njihova snovna ali energetska izraba v skladu z uveljavljeno piramido prioritete ravnanja z odpadki.

Slika 2.: Ključne zahteve Celovitega Obvladovanja Odpadkov v industriji.



USMERITVE IZ REVOZA

Primer celovitega obvladovanja odpadkov iz prakse lahko najbolje prikažemo s »pionirjem« na tem področju, z novomeškim podjetjem Revoz d.d.. Izkušnje, ki smo jih pridobili, in jih še pridobivamo, uspešno uvajamo v proizvodnih podjetjih iz različnih dejavnosti, prednjačimo pa v podjetjih, ki so povezana z avtomobilsko industrijo.

Podjetje Revoz d.d. je kot del skupine Renault zavezano k trajnostnemu razvoju, ne samo na proizvodnem področju, temveč tudi na področjih socialne, družbene in predvsem okoljske odgovornosti. Rezultat njihovega proizvodnega procesa nedvomno potrjuje, da je podjetje Revoz specialist v avtomobilski branži in logična je njihova odločitev iz leta 2004, ko so se v podjetju odločili, da celotno storitev ravnanja z odpadki pogodbeno prenesejo na specialista s tega področja, na podjetje Gorenje Surovina. Skupni cilj obeh akterjev je seveda konstantno večanje količine ločenih odpadkov in hkratno zmanjševanje količine odpadkov, ki se odložijo na deponijo.

Angažiranje partnerja za celovito obvladovanje odpadkov na splošno pomeni, da je Gorenje Surovina kot partner odgovorno za iskanje rešitev za vse vrste odpadkov, ki nastajajo v proizvodnem procesu. V praksi to pomeni, da ima podjetje Revoz d.d. s podjetjem Gorenje Surovina sklenjeno generalno pogodbo, Gorenje Surovina pa poskrbi, da ima za vse vrste odpadkov (ne-nevarne, nevarne, komunalne) pogodbe s pooblaščenimi prevzemniki, katerim bodisi Gorenje Surovina dostavi odpadke bodisi jih sami prevzemajo v Revozu. S tovrstnim prenosom obveznosti ima Revoz z eno samo pogodbo pokrito celotno področje ravnanja z odpadki in se lahko prvenstveno ukvarja s svojo osnovno dejavnostjo – proizvodnjo osebnih vozil.

Poenostavljen proces celovitega obvladovanja odpadkov, ki ga v Revozu izvaja Gorenje Surovina, lahko ločimo v naslednje faze:

a. Evidentiranje vseh vrst odpadkov

- določitev tipa zbiralnikov za posamezno vrsto odpadkov
- označba zbiralnikov o vrsti odpadka
- vnos vseh zbiralnikov v kataster odpadkov

b. Organizacija notranjega transporta

- zagotovitev človeških virov (lastni, najeti)
- usposabljanje delavcev o odpadkih, ločevanju
- priprava urnika pobiranja odpadkov
- izvajanje notranjega transporta (lastna, najeta sredstva) od mesta nastanka do zbirališča odpadkov

c. Odlaganje ločenih odpadkov

- dodatna obdelava na lokaciji (baliranje, stiskanje)
- organizacija odvozov odpadkov iz tovarne pooblaščenim prevzemnikom
- priprava in vodenje evidenčnih ter transportnih (ADR) listin.

Iz napisanega izhaja, da se celovito obvladovanje odpadkov začne na izvoru oz. mestu nastanka odpadka v proizvodnem obratu. Z ustreznim izobraževanjem vseh zaposlenih v podjetju o ločevanju odpadkov, konstantnim osveščanjem in animiranjem o pomembnosti ločevanja in predvsem zagotavljanjem možnosti ločevanja odpadka, je omogočen prvi korak k na začetku zapisani okoljski zavezi. Izvajalec storitve je tisti, ki predvidi najbolj primerne in ekonomične načine ločevanja z določitvijo vrste zbiralnikov ter poskrbi za označbo mesta zbiranja z navedbo vrste odpadka.

Navedene faze procesa spremljajo časovno dogovorjene aktivnosti, ki zajemajo interne presoje ločevanja odpadkov, preverjanje ustreznosti urnikov odvozov, saj je proizvodnja dinamični proces in se morajo odvozi odpadkov iz proizvodnje prilagajati le-temu, da proizvodnja lahko poteka nemoteno ter konstantno iskanje novih možnosti ponovne uporabe odpadkov.

Zaradi potrebe po transparentnem vodenju nastalih odpadkov izvajalec izvaja matrično sledenje vseh vrst odpadkov, ki nastanejo v proizvodnem procesu. Matrika zajema popolno klasifikacijo odpadka, mesto nastanka odpadka, način prevzema, navedbo prevoznika in prevzemnika odpadka, postopek nadaljnje obdelave odpadka in eventualno navedbo konca odpadka. Vsi akterji morajo biti s strani ARSO pooblaščen za izvajanje svoje dejavnosti, poleg tega pa so podvrženi presojam ustreznosti s strani Gorenja Surovine.

Pomemben mejnik našega izvajanja storitve ravnanja z odpadki v podjetju Revoz d.d. je bil postavljen septembra leta 2010, ko sta Gorenje Surovina in Revoz pogodbeno uskladila sistematsko ločevanje frakcij komunalnih odpadkov za proizvodnjo alternativnih goriv iz odpadkov. Na kemijsko analizo v naš laboratorij smo poslali vzorce Revozovih odpadkov, ki so se odlagali na deponijo in prišli do rezultatov, da je večina odpadkov primerna za pripravo alternativnega goriva (SRF). Z zamenjavo prevzemnika teh koristnih odpadkov so se za Revoz bistveno zmanjšali stroški, z okoljskega vidika pa je najpomembnejše, da se je obremenitev okolja na račun odpadkov, oddanih v proizvodnjo alternativnih goriv, pomembno zmanjšala.

Slika 3.: Letna dinamika količin mešanih komunalnih odpadkov Revoza.



ZAHTEVE ISO STANDARDOV V NAVEZAVI S CELOVITIM RAVNANJEM Z ODPADKI V GOSPODARSKIH DRUŽBAH

Koncept uvedbe COO ponazarja naslednja shema:

Slika 4.: Demingov krog pri uvajanju celovitega obvladovanja odpadkov.



Gorenje Surovina je izdelala postopke kakovosti delovanja v Revozu, jih nadgradila z viri-postavitvijo tehnologije stiskanja in embalaranja zbranih odpadkov, posodobitvijo ustreznega voznega parka in usposabljanja svojih izvajalcev.

Ključni elementi samega obvladovanja delovanja so zakonsko skladno delovanje-ravnanje z odpadki, evidentiranje, poročanje, zbiranje in odvoz vseh vrst odpadkov-nenevarnih in nevarnih, preko pooblaščenih prevzemnikov, ISO-dokumenti, kot so hodogram aktivnosti-definiranje odgovornosti in organiziranja dela, matrika s podatki sledenja vsake vrste odpadkov od nastanka, do končne predelave, pisni postopki izvajanja ciljnih presojev ločevanja odpadkov, Odgovorna oseba izvajalca je usposobljena po zahtevah ISO in ADR ter dnevno prisotna na lokaciji naročnika, izvajalec ima usposobljeno ekipo delavcev in voznikov za sledenje zahtevah proizvodnje naročnika, izvajalec mesečno izvaja presoje ločevanja odpadkov pri naročniku, kar je preventivni mehanizem v smislu optimalne snovne in energetske izrabe frakcij, predvsem komunalnih odpadkov, letni pregledi uspešnosti s strani ključnih predstavnikov naročnika in izvajalca in presoje končnih predelovalcev odpadkov, ki jih redno izvajata predstavnik naročnika in izvajalca.

Izkušnje smo učinkovito implementirali tako v slovenskem prostoru, kot tudi v Srbiji, na primeru Fiat Automobili Srbija.

PRENOS IZKUŠENJ NA NAROČNIKE S CENTRALO IN VEČ OPERATIVNIMI LOKACIJAMI

Avtomobilska industrija je panoga, kjer so ISO standardi najprej prišli do veljave. Serija sestavnih delov, ki se vgrajujejo v končni izdelek, v procesu pa nastaja okrog 100 vrst odpadkov, zahteva sistematsko ravnanje z odpadki, ki ga kompetentno izvede le družba z visoko stopnjo urejenosti, usposobljenosti kadra in motiviranimi delavci.

Ključne reference, kjer smo vpeljali nova merila na področju celovitega obvladovanja odpadkov, so družbe s področja avtomobilske industrije, kjer so visoke zahteve po ISO-standardnih postopkih in obvladovanju delovanja: Revoz d.d., TPV d.d., Cimos d.d....

Nadgradnja sistema celovitega obvladovanja odpadkov je servisiranje naročnika, ki ima sedež družbe, podprt z več proizvodnimi ali storitvenimi lokacijami. Primeri so skupina TPV, Telekom Slovenije, Pošta Slovenije.

Izzivi, ki se pojavijo pri sodelovanju z naročnikom z več lokacijami, so zahtevna komunikacija glede dogovorjenih postopkov ravnanja z odpadki in ekonomski ter okoljski vidiki gorljivih frakcij odpadkov glede na posamezne lokacije (razmerje količin odpadkov in dolžin transportnih poti).

Ključni elementi sistema kakovosti so v pogodbi definirani postopki ravnanja z odpadki: odgovornost naročnika za ločeno zbiranje odpadkov, odgovornosti izvajalca za sprotno obdelavo, prevoz in končno predelavo prevzetih odpadkov, vključno z zakonskimi dovoljenji za dejavnost, mesečno vrednotenje ekonomskih in okoljskih učinkov v smislu sinergije za naročnika in izvajalca storitve in letne ter občasne presoje ločenega zbiranja posameznih frakcij odpadkov.

Namen omenjenih pisnih postopkov je vzpostaviti stanje, kjer se vsak delavec zaveda pomembnosti kakovostnega izvajanja svojih del, pa tudi o učinkih svojega dela na zmanjševanje obremenitev okolja z npr. odlaganjem neuporabnih odpadkov.

Z leti izvajanja kontrolnih presoj z zapisniki opažamo občuten napredek, tako pri ozaveščenosti izvajalcev, kot pri fizičnem ločevanju posameznih frakcij v namenskih zabojnikih, kar rezultira v sistematskem zmanjševanju količin ostankov odpadkov za odlaganje, kar je ena temeljnih usmeritev v sodobni gospodarski dejavnosti.

Učinek celovitega ravnanja z odpadki dosežemo, ko ima vsak od sodelujočih v zavesti nenehno izboljševanje, tako s finančnega vidika prihrankov kot z okoljskega vidika trajnostno ohranjanje našega naravnega okolja.

Viri in literatura

1. Uredba o odpadkih, Ur.l. RS, št. 103/2011
2. Sistemi vodenja kakovosti (SIST EN ISO 9001, December 2008)
3. Sistemi ravnanja z okoljem (ISO 14001:2004)

ZAKAJ SE NASPROTUJE NIŽJIM STROŠKOM RAVNANJA Z ODPADKI?

» Dr. Uroš EBERL, univ.dipl.inž.rud.

» Tina ZUPANČIČ, univ.dipl.inž.kem.inž.

» Dr. Željko WARGA, univ.dipl.inž.str.

RC-PREKO, d.o.o.

Razvojni center za pridobivanje energentov iz komunalnih odpadkov
Črešnjevc 156a, 9250 Gornja Radgona

uros.eberl@rc-preko.eu
tina.zupancic@rc-preko.eu
zeljko.warga@rc-preko.eu
www.rc-preko.eu



Povzetek

Dragi tehnološki postopki mehansko-biološke obdelave v regijskih centrih, stroški transporta odpadkov, administrativne ovire, nepripravljenost ali nesposobnost zagotoviti energetske gorivo pridobljenih iz odpadkov za potrebe slovenske industrije namesto izvoza le tega v tujino proti plačilu, tog okoljski pravni red, ki ovira nove organizacijske, prostorske in tehnološke pristope, izigravanje pojma enostavne obdelave odpadkov pred odlaganjem, so poglaviti vzrok današnjih cen storitev. Obstajajo učinkovitejši pristopi, ki zagotavljajo bistveno cenejše ravnanje z odpadki, ki so v skladu z EU okoljskim pravnim redom, kar bi moralo biti poglavito vodilo lokalnim skupnostim, izvajalcem storitev kakor tudi ministrstvu in organom v njegovi sestavi. Bi uporabniki storitev ravnanja z odpadki nasprotovali nižjim mesečnim položnicam? Se slovenska industrija brani cenejših energentov?

Ključne besede: mešani komunalni odpadki, mehansko-biološka obdelava, odlaganje, sanacija in revitalizacija odlagališč, energetska izraba v obstoječih energetskih objektih, nižje cene storitev za uporabnike

Abstract

Expensive technological processes of mechanical-biological treatment in regional centres, waste transport costs, administrative barriers, unwillingness or inability to provide energy use of fuels derived from waste for the needs of the Slovenian industry instead of exporting them abroad against payment, rigid environmental legislation that hinders new organisational, spatial and technological approaches, misconception of the simple waste treatment prior to disposal are the major cause for prices levels for those services.

There are more effective approaches available, providing substantially more cost-effective waste treatment, which is in accordance with the EU Environmental Acquis, and which should pose the main consideration of the local communities, service providers as well as the Ministry and its bodies. Would service users of waste treatment object to lower monthly bills? Is the Slovenian industry against cheaper energy products?

Key words: mixed municipal waste, mechanical biological treatment, disposal, remediation and revitalisation of landfills, energy use in the existing power plants, lower service prices for consumers

DEJSTVA

V preteklem obdobju so bili slovenski okoljski pravni red vneseni kriteriji po vzoru dragih oziroma investicijsko bogatih »hi-tech« tehnoloških rešitev. Te se glede na gospodarski položaj EU, vse bolj izkazujejo kot (pre)drage za uporabnike storitev ravnanja z odpadki. Spreminjajo se tako tehnološke, ter s tem posledično organizacijske rešitve, ki uporabnikom storitev omogočajo nižje stroške ravnanja z odpadki. Žal v Sloveniji ostajamo uporabniki storitev »ujetniki«, obstoječih nekonkurenčnih sistemov.

Novo nastalim gospodarskim razmeram sledi okoljska politika EU, ki vse bolj podpira predelavo odpadkov v trdo gorivo in njegovo energetske izrabo v obstoječih industrijskih objektih, kot so cementarne ali termoelektrarne, ki kot osnovni vir energije uporabljajo premog. Prav energetska izraba goriv iz odpadkov predstavlja del konkurenčne prednosti industrije, kjer se že »bije boj za cenejše vire energije«.

V Sloveniji se še vedno uvajajo drage tehnološke rešitve, predvsem zaradi navidezno ugodne izrabe kohezijskih sredstev. Gradijo se objekti in naprave varstva okolja, ki presegajo svoje bistvo - ekonomsko učinkovitost ravnanja z odpadki. **Osnovni cilj bi moral biti »nižje položnice za uporabnike storitev« in ne »tehnološki spomeniki«.**

Izkaz monitoringa onesnaževanja podzemnih vod zaprtih ali še delujočih odlagališč? **ARSO je v začetku leta 2013, prvič javno obelodanil, da je izkazano prekomerno obremenjevanje podzemnih vod iz številnih zaprtih ali še delujočih odlagališč.** Kljub navedenemu se izdajajo okoljevarstvena dovoljena. In kakšne ukrepe za odpra-

vo onesnaževanja je izvedlo pristojno ministrstvo in organi v njegovi sestavi? **Ali se onesnaževanje konča z zaključenimi administrativnimi postopki?**

K osnutku uredbe o odlaganju odpadkov so bili predlagani oziroma podani ukrepi, ki bi zagotovili reševanje problematike onesnaževanja podzemnih vod iz že zaprtih ali še delujočih odlagališč, po vzoru že veljavnega pravnega reda v določenih državah EU. Predlogi niso bili upoštevani. Zakaj?

ODLAGANJE

Odlagališča naj bi bila končna »pot« ostankov obdelave odpadkov za katere ni možno zagotoviti snovne ali energetske izrabe. Poglavitno „tržno blago“ odlagališča je „prodaja prostora“. Cena odlaganja je sorazmerna z razpoložljivo prostornino, investicijskimi, obratovalnimi, amortizacijskimi, stroški zapiranja in vzdrževanja odlagališča po prenehanju obratovanja. Potrebno je zagotoviti čim daljšo življenjsko dobo odlagališča z zmanjšanjem količina ostankov, ki se odlagajo.

Številna obstoječa odlagališča se zapirajo, čeprav imajo še razpoložljive zmogljivosti, ki bi jim omogočila vsaj amortizacijo investicije. Količine odpadkov jim v ekonomskem smislu ne omogočajo postavitve objektov in naprav po vzoru dragih tehnoloških rešitev. **Zato odpadki »romajo oziroma se prevažajo« po Sloveniji in temu je primer-na tudi cena storitev, ki jih plačamo uporabniki storitev.**

ORGANIZACIJSKE IN TEHNOLOŠKE REŠITVE ZA ODLAGALIŠČA

Izhodišča za zasnovo drugačnih ravnanj z mešanimi komunalnimi odpadki

Kljub ločenemu zbiranju odpadkov je v mešanih komunalnih odpadkih prisoten še znaten delež biološko lahko razgradljivih odpadkov. **Odlaganje biološko neobdelanih odpadkov je Sloveniji še vedno v večini primerov edini način ravnanja z odpadki pod krinko tako imenovane »enostavne obdelave«.** Odlaganje je povsem nedvoumno opredeljeno z okoljskim pravnim redom. Ali se izpolnjuje?

ARSO je izpostavil, da se obdelani odpadki lahko odložijo na katerem koli slovenskem odlagališču. Prav to bi lahko omogočilo cenejše pristope ravnanja z odpadki, če bi se dosledno izpolnjeval veljavni okoljski pravni red in sedanjim »rešitvam«, iz takšnih ali drugačnih razlogov, dopustil tudi konkurenčne.

Storitve obdelave in odlaganja se obračunavajo glede na maso odpadkov. Večinski masni odstotek predstavljajo frakcije odpadkov, ki vsebuje velik delež biološko lahko razgradljivih sestavin. Z mehansko-biološko obdelavo odpadkov se bistveno zmanjša masa mešanih komunalnih odpadkov, so mineralizirani v največji možni meri, kar omogoča tudi dodatno izločanje gorljivih sestavin. Izpolnjeni so tudi pogoji za odlaganje skladno z določili uredbe.

Nove rešitve v celoti izpolnjujejo veljavni okoljski pravni red, omogočajo biološko obdelavo odpadkov brez potrebne graditve zaprtih objektov, ter s tem bistveno nižje investicijske, kakor tudi obratovalne stroške. **Omogočajo povsem inovativen način biološke obdelave odpadkov celo na samem aktivnem delu odlagališča ali biološko obdelavo odpadkov pri izvajanju postopkov sanacije ali revitalizacije obstoječih odlagališč.** Izpolnjene so zahteve uredbe o odlaganju in bistveno se znižajo stroški ravnanja z odpadki v primerjavi s cenami storitev v regijskih centrih.

Kaj so zaprti sistemi biološke obdelave odpadkov?

Tehnologije zaprtega sistema biološke obdelave odpadkov so zasnovane kot več-stopenjske celote. Uporabljajo se sistemi, ki ga sestavlja zaprta hala ali zaprt bioreaktorski tunel v katerih se izvaja nadzorovana biološka obdelava odpadkov, ter zajem in obdelava procesnega zraka, ki zagotavlja zmanjšanje izpustov vonjav, aerosolov in prahu.

V kolikor je zagotovljen popoln nadzor izpustov, ki je odvisen od pravilnega delovanja sistema, se lahko sistem opredeli kot zaprt. Pomembno vlogo ima bio-filtrna naprava, ki služi izmenjavi procesnega zraka z okolico.

V primerjavi z več-stopenjskimi sistemi se z uporabo Gore®Cover zagotavlja nadzorovana biološka razgradnja in preprečevanje emisij v okolje v tako imenovanem eno-stopenjskem procesu, saj ta tehnološka rešitev vključuje tako postopek biološke obdelave odpadkov s hkratnim učinkom preprečevanja emisij v okolje (vonjave, bioaerosoli, bakterije, virusi, gljivice, prah), kar znatno zmanjša stroške obratovanja biološke obdelave odpadkov.

Gore®Cover zaporna membrana

Večini je Gore Tex® poznan s področja uporabe iz tekstilne in obutvene industrije. Zanimivo je, da je največji tržni delež na področju medicine (kirurgija). **Tehnološke prednosti Gore Tex®-a so se v zadnjem desetletju začele uporabljati tudi na področju biološke obdelave odpadkov.**

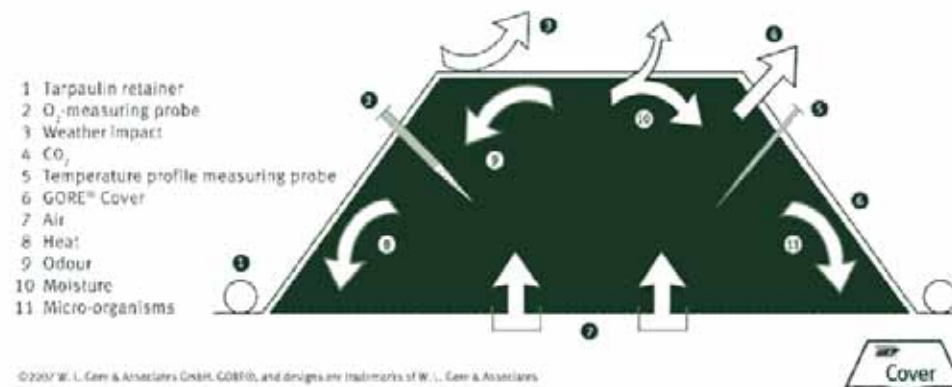
Zaporna membrana je tri-plastna. Zunanja in notranja stran je izdelana iz PES (poliester), jedro pa je izdelano iz Gore-Tex® membrane, ciljno za področje ravnanja z odpadki. Uporaba membrane zagotavlja zaščito pred vremenskimi vplivi in hkrati omogoča prehod CO₂ in pare med samim potekom postopka biološke obdelave.

Membrana preprečuje emisijo plinastih sestavin kot difuzijska pregrada. Tanek sloj vode, ki nastane na notranji strani membrane zadržuje vonjave in drugih plinastih sestavin, ki se v tem sloju večinoma raztopijo in kapljajo nazaj v kompostni material kjer se sčasoma razgradijo. Struktura zaporne membrane zagotavlja, da v obdelovanih odpadkih ni prekomerne vsebnosti vlage, a hkrati zadostna vsebnost, ki je potrebna za proces biološke razgradnje. Z uporabo zaporne membrane je potrebna izmenjava le četrtine potrebnega procesnega zraka.

Sistem biološke obdelave odpadkov vključuje tri ključne komponente:

- Gore®Cover membrano,
- sistem prisilnega prezračevanja in
- sistem popolnega krmiljenja procesa.

Slika 1: Shematski prikaz eno-stopenjskega sistema biološke obdelave odpadkov z uporabo Gore®Cover



Kombinacija membrane in prisilnega prezračevanja zagotavlja optimalno izvajanje procesa biološke obdelave odpadkov. Dinamiko prezračevanja odpadkov omogoča sistem krmiljenja, ki zagotavlja optimalno oskrbo s kisikom (optimalni aerobni pogoji), izvajanje nadzora procesa z merilnimi sondami vključno z dokumentiranjem in arhiviranjem podatkov.

Slika 2: Krmilna tehnika in merilne sonde Bioe®Control Gore®Cover



(foto: Bioe®Control Gore®Cover)

Obstajajo različne izvedbe biološke obdelave:

- v kopah na betonski podlagi z vgrajenimi prezračevalnimi kanali (Slika 3)
- v betonskih pregradah (Slika 4)
- v tunelih (Slika 5)

Slika 3: **Biološka obdelava odpadkov v kopah**



(foto: Gore®Cover)

Slika 4: **Biološka obdelava odpadkov v betonskih pregradah**



(foto: Bioe®Control Gore®Cover)

Slika 5: **Biološka obdelava odpadkov v tunelih**



(foto: Bioe®Control Gore®Cover)

Bistvo tehnološke rešitve predstavlja edinstvenost Gore®Cover membrane. Ni potrebna gradnja dragih zaprtih objektov in bio-filtrnih naprav, kar vpliva tako na investicijske in obratovalne stroške biološke obdelave odpadkov.

Biološka obdelava odpadkov na samem aktivnem delu odlagališča

Na odlagališčih, ki zaradi prostorske stiske ne morejo zagotoviti postavitve ploščadi ali betonskih boksov za biološko obdelavo odpadkov je bil razvita tehnološka rešitev obdelave odpadkov na samem aktivnem delu odlagališča. Kako?

Vsekakor je poglobitveni del Gore®Cover membrana. Na delu odlagališča, kjer se bo izvajala biološka obdelava se položijo perforirane polietilenske cevi, ki se jih priključi na razdelilnik prezračevalnega sistema. Presevek predhodno mehansko obdelanih odpadkov (drobljenje, sejanje, izločevanje magnetnih kovin), ki vsebuje večinski delež biološko lahko razgradljivih odpadkov, se v obliki kope naloži na cevi. Kope se prekrijejo z membrano. Po zaključeni biološki obdelavi se razdelilnik prezračevalnega sistema odklopi, odstrani membrano in namesti na naslednjo kopo. Prezračevalne cevi preprosto ostanejo v obdelanih odpadkih.

Slika 6: Razdelilnik prezračevalnega sistema



(foto: Bioe®Control Gore®Cover)

Slika 7: Prezračevalne cevi in prekrivna membrana Gore®Cover



(foto: Bioe®Control Gore®Cover)

Na predstavljen način (mehanska in biološka obdelava mešanih komunalnih odpadkov) lahko tudi manjša odlagališča zagotovijo izpolnjevanje okoljskega pravnega reda na cenovno najugodnejši način. Izločene so lahke gorljive frakcije, ki se prepuščajo v predelavo v trdo gorivo ali se skladiščijo na samem odlagališču, saj zaradi izjemno majhnega deleža še prisotnih biološko lahko razgradljivih nečistoč ne predstavljajo metanskega potenciala, izvora smradu in izcednih vod, kakor tudi biološko obdelana težka frakcija (presevek sita), ki ostaja na odlagališču.

Slika 8: Produkti mehansko-biološke obdelave (lahka gorljiva frakcija-slika levo in biološko stabilizirana težka frakcija-slika desno)



(foto: RC-PREKO d.o.o.)

Predstavljeni pristop mehansko-biološke obdelave se uporablja tudi pri izvajanju postopkov sanacije in revitalizacije obstoječih odlagališč, ki so več desetletij po zaprtju še vedno vir emisij metana in različnih toksičnih plinov, ter stoletja vir onesnaževanja podzemnih vod.

ZAKLJUČNA RAZMIŠLJANJA

Nove tehnološke rešitve, ki zahtevajo bistveno nižje investicijske in obratovalne stroške v primerjavi z drugimi tehnologijami, omogočajo tudi povsem nove organizacijske in prostorske rešitve ravnanja z mešanimi komunalnimi odpadki. Prav te rešitve lahko prispevajo k nižjim cenam ravnanja z odpadki saj se ti ne bodo več prevažali po Sloveniji, odlagališča, ki imajo še proste zmogljivosti bodo lahko amortizirana, zagotovljeno bo polno izpolnjevanje okoljskega pravnega reda in ne le »enostavna obdelava pred odlaganjem«. Glede na to, da se lahko ostanke obdelave odpadkov odlaga na katerem koli slovenskem odlagališču, lahko tudi izvajalci storitev ravnanja z odpadki, ki nimajo lastnega odlagališča ali pa je to že zaprto, zagotovijo mehansko-biološko obdelavo odpadkov ter s tem neodvisnost od cenovne politike regijskih centrov in »trgovcev« z odpadki.

Viri in literatura

1. Documentation for the approval of the Gore® Cover as enclosed composting systems; Page 1 / 20 © 2012 W. L. Gore & Associates GmbH

VEČPARAMETRSKI MODEL OCENJEVANJA SCENARIJEV OKOLJSKE REGULACIJE DEGRADIRANIH ZEMLJIŠČ S POMOČJO KMETIJSKO GOZDARSKEGA SISTEMA – ŠTUDIJA PRIMERA

» Drago BRUMEC¹

drago.brumec@bistra.si

» Izred. prof. dr. Črtomir ROZMAN²

» Doc. dr. Marjan JANŽEKOVIČ²

» Red. prof. dr. Jernej TURK²

» Doc. dr. Štefan ČELAN¹

¹ Znanstveno-raziskovalno središče Bistra Ptuj

Slovenski trg 6, 2250 Ptuj, Slovenija

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede

Pivola 10, 2311 Hoče, Slovenija

Povzetek

V članku smo preučili različne scenarije za ustrežno ureditev okolja degradiranega območja z vzpostavitev drevesno pašnega sistema. Pri tem smo uporabili integrirano računalniško podprto deterministično simulacijo in večkriterijsko odločitveno analizo. Preučili smo možnost reje navadnega jelena (*Cervus elaphus*) in damjaka (*Dama dama*) v obori. Simulacijski model lahko simulira različne scenarije za obdobje 30 let ali 50 let. Scenariji so bili nadalje ocenjeni z večkriterijsko odločitveno analizo s pomočjo analitičnega hierarhičnega procesa (AHP) (podprto s programsko opremo Expert Choice (EC) 2000TM. Z oceno večkriterijske odločitvene analize EC = 0.054 se je scenarij za obdobje 50 let izkazal kot najbolj primeren za ureditev okolja.

Scenarij vključuje ekološko rejo navadnega jelena v drevesno pašnem sistemu, naselitev vseh 4 območij v prvem letu in košute namenjene za prodajo. Drevesno pašni sistem vključuje drevesne vrste gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), divja češnja (*Prunus avium*) in črna jelša (*Alnus glutinosa*) z gostoto 248 dreves/ha (62 od vsake naštete drevesne vrste/ha), namenjene sečnji po 50 letih. Neto sedanja vrednost (NSV) scenarija pri 8.0 % letni diskontni stopnji znaša 280.685 €, medtem ko interna stopnja donosa (ISD) nekoliko presega 10 %.

Ključne besede: simulacijski model, večkriterijska odločitvena analiza, analitični hierarhični proces (AHP), drevesno pašni sistem, divjad, obora.

Abstract

In this paper, we examine different scenarios for appropriate environment regulation of degraded areas with silvopastoral system establishment using integrated computer-based deterministic simulation and a multi-criteria decision model. We test the possibility for the wild game farming of red deer (*Cervus elaphus*) and fallow deer (*Dama dama*) in the game enclosure. The simulation model can simulate different scenarios for periods of 30 years and 50 years. Scenarios are further assessed with a multi-criteria decision model using the analytical hierarchy process (AHP) (supported by the software tool Expert Choice (EC) 2000TM). With the multi-criteria assessment, EC = 0.054 scenario for a period of 50 years is considered most appropriate for environment regulation. The scenario includes organic farming of red deer in a silvopastoral system, settlement of all four areas in the first year, and hinds intended for sale. The silvopastoral system includes the tree species *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, and *Alnus glutinosa*, with a tree density of 248 tree/ha (62 of each tree species/ha) intended for logging after 50 years. The net present value (NPV) of this scenario at an 8.0 % annual discount rate is 280.685 €, while the internal rate of return (IRR) slightly exceeds 10 %.

Key words: Simulation model, Multi-criteria decision analysis, Analytical hierarchy process (AHP), Silvopasture, Wild game, Game enclosure.

UVOD

Degradirana zemljišča nastanejo kot stranski produkt gospodarske, funkcionalne, prostorske in socialne preobrazbe mest in regij, vse to spremlja začasno razvrednotenje in opustitev območij. Poleg tega je zelo pomembno zavedanje, da so regeneriranje, obnavljanje in nova uporaba degradirane pokrajine nujen ukrep za ohranjanje krajinske trajnosti (Loures 2009). Pri presojanju okoljske degradacije ne obstaja najboljša metoda za

ocenjevanje degradacije. Študije na svetovni ravni temeljijo predvsem na strokovnih mnenjih. Eksperimenti, meritve na terenu, terensko opazovanje zemljišča, spremembe produktivnosti, oddaljeno zaznavanje in modeliranje delujejo kot hrbtenica pri večini pristopov, ki se uporabljajo za oceno degradacije (Kapalanga 2008). Po mnenju Gruenewalda in sod. (2007) je vzpostavitev kmetijsko-gozdarskega sistema primerna rešitev za degradirana zemljišča. Ob upoštevanju slednjega so preučevali potencial pridelka lesne biomase in trajnost donosov različnih klonov *Populus spp.*, *Salix viminalis* in *Robinia pseudoacacia* ob upoštevanju različnih obhodnih dob (3 - 6- in 9-letna obhodna doba). Najvišji pridelek lesne biomase je bil ugotovljen za *R. pseudoacacia*. Poseben poudarek je bil namenjen interakciji med drevesi (*R. pseudoacacia*) in leguminozo (*Medicago sativa*). *R. pseudoacacia* nima nobenega negativnega vpliva na pridelek *M. sativa*. Plantaže hitrorastočih rastlin so prav tako koristno orodje za naravno fitoekstrakcijo, kajti idealna rastlina za fitoekstrakcijo elementov v sledovih mora dati veliko biomase in sprejeti precejšen del teh elementov (Vangronsveld in sod. 2009). Klang-Westin in Eriksson (2003) sta v dolgoročnem poskusu raziskovala fitoekstrakcijo Cd v različnih tipih tal z drevesno vrsto *Salix*. Neto fitoekstrakcija iz plasti ornice se je gibala med 2,6 in 16,5 g Cd/ha/leto pri pridelku biomase 8t/ha. Avtorja sta zaključila, da ima *Salix* velik potencial za fitoekstrakcijo Cd. Pri dolgoročni perspektivi (6-7 obhodnih ciklov-okrog 25 let) bi teoretično lahko iz tal s fitoekstrakcijo odstranili 413 g Cd/ha. Z večjim pridelkom biomase *Salix-a* bi bila fitoekstrakcija še višja. Taškar (2009) je izvedel raziskavo na odlagališču pepela, kjer so posadili 9 drevesnih vrst. Namen je bil ugotoviti katere drevesne vrste se bodo uspešno prilagodile razmeram, ki prevladujejo v takšnem degradiranem območju. Od leta 2001 do 2008 so bili analizirani parametri (npr. rast dreves v višino, razvoj korenin, prirast dreves) in ekološki pogoji. Rezultati so pokazali, da sta se na talne razmere uspešno prilagodili le *Ostrya carpinifolia* in *Betula pendula*. Prihod živalskih vrst (npr. ptice, velika divjad, žuželke, glodalci) je bil opažen že v prvih letih raziskave. Ptice so tudi gnezdile. Tako je bilo potrjeno, da se biotska pestrost poveča, če posadimo drevesa na degradiranem območju. Kmetijsko gozdarski sistemi (drevesno pašni sistemi) ugodno vplivajo na biotsko pestrost krajine, podpirajo kmetijsko-okoljske cilje. Sem spadajo učinkovito kroženje hranil, izpolnjevanje meril za dobro počutje živali, povečanje zaposlenosti in dohodka in preprečevanje zaraščanja podeželja (Mosquera-Losada in sod. 2005, Rigueiro-Rodriguez in sod. 2011). Interakcije v drevesno pašnih sistemih ustvarijo gospodarske, okoljske in družbene koristi (De Baets in sod. 2007). Hislop in Claridge (2000) sta ugotovila, da so ovce preživele več časa v senci in zavetju dreves v vročih, sončnih dnevih in hladnih vetrovnih dnevih kot na prostem, kjer niso imele te možnosti. To lahko štejejo kot pozitivno korist za dobro počutje živali. Drevesno pašni sistem zahteva manj mehanskega dela kot poljedelstvo v drevoredu (v ang. izvorniku »alley cropping«) in je bolj primeren za regeneracijo tal (Eichler in Herzog 1997). Kmetijsko gozdarski sistemi imajo pomembno vlogo na področju okoljskih storitev. Po vsej Evropi sta kot glavni prednosti kmetijsko gozdarskih sistemov priznani estetika in zastopanje kulturne dediščine (Herzog 1998, Franco in sod. 2003).

Znanstvena literatura predlaga različne pristope pri presoji investicij v kmetijsko gozdarske sisteme (Alavalapati in Mercer 2004, Tojnko in sod. 2011). Večkriterijska odločitvena analiza je primeren metodološki pristop, kadar pri vrednotenju več različnih spremenljivk ni mogoče preprosto pretvoriti v kvantitativne enote in na naš cilj vpliva več konkurenčnih meril (Mendoza in Martins 2006). V zadnjem desetletju je opazen velik porast uporabe večkriterijske odločitvene analize pri okoljskih aplikacijah (Huang in sod. 2011). Osnovni problem pri raziskavi je razvoj sistema za podporo odločanju pri izbiri najbolj ustreznih alternativ, s kombinacijo tehnološko-ekonomskega modela simulacije (cost-benefit analiza (CBA)) in analitično hierarhičnega procesa (AHP) - večkriterijske odločitvene analize (Belton in Stewart 2002).

Združitev tehnološko-ekonomskega simulacijskega modela z večkriterijsko odločitveno analizo predstavlja sodoben pristop pri razvoju sistemov za podporo odločanju pri investicijah. Podoben pristop so uporabili Herrero in sod. (1999), Pažek in sod. (2006), Rozman in sod. (2006), Kühmaier in Stampfer (2010) in Vindiš (2010). Kljub splošnemu soglasju o okoljskih in družbenih koristih kmetijsko gozdarskih sistemov je zaznati pomanjkanje na področju temeljnih raziskav s področja celovite ekonomske analize (Cacho 2001). Dosedanje raziskave se osredotočajo na modeliranje finančnih efektov kmetijsko gozdarskih sistemov (Neupane in Thapa 2001, Molua 2005). Tamubula in Sinden (2000) naredita korak naprej saj z uporabo simulacije v analizo vključita tudi vplive na okolje. Palma in sodelavci (2007) pa za izdelavo celovite analize ekonomsko okoljskih efektov kmetijsko gozdarskih sistemov predlagajo uporabo večkriterijske odločitvene analize.

V tem članku smo obravnavali različne scenarije za kmetijsko gozdarsko regulacijo degradiranega področja z drevesno pašnim sistemom z uporabo integrirane deterministične simulacije in večkriterijske odločitvene analize. Preučili smo možnost reje divjadi, navadnega jelena (*Cervus elaphus*) in damjaka (*Dama dama*) v obori.

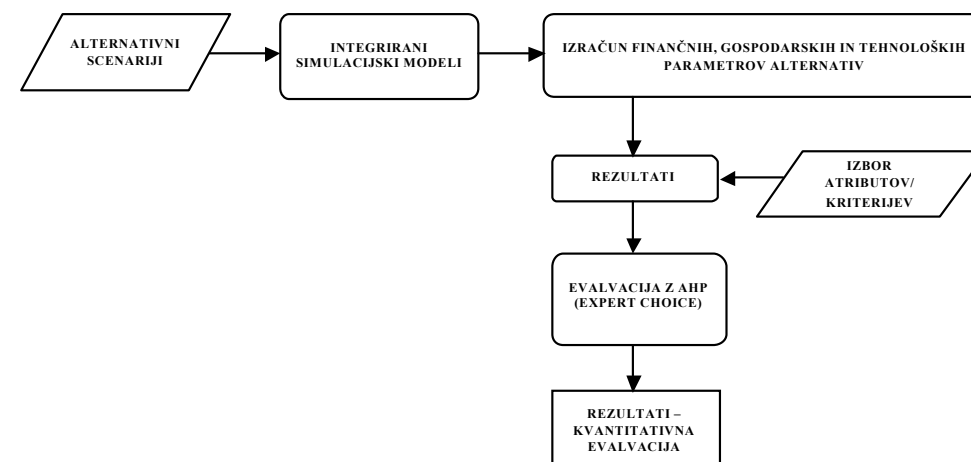
ŠTUDIJSKO OBMOČJE

Področje raziskave se nahaja v okolici odlagališča Gajke, Ptuj, severovzhodna Slovenija (46°25' N, 15°54' E, 224 m n.v.). Površina (področje raziskave) v okolici odlagališča Gajke znaša 234,5 ha in je razdeljena na pet manjših območij (območje 1 – 41,6 ha, območje 2 – 68,8 ha, območje 3 – 68,5 ha, območje 4 – 48,1 ha, območje 5 – 7,5 ha. Območje 5 je namenjeno pridelavi krme in ne vzreji divjadi v obori.

METODOLOGIJA

Za potrebe naše študije primera smo razvili integrirani tehnološko-ekonomski deterministični simulacijski model, ki ocenjuje ekonomsko izvedljivost naložbe. Struktura determinističnega modela simulacije (DSM) je prikazana na sliki 1.

Slika 1.: Struktura determinističnega modela simulacije.

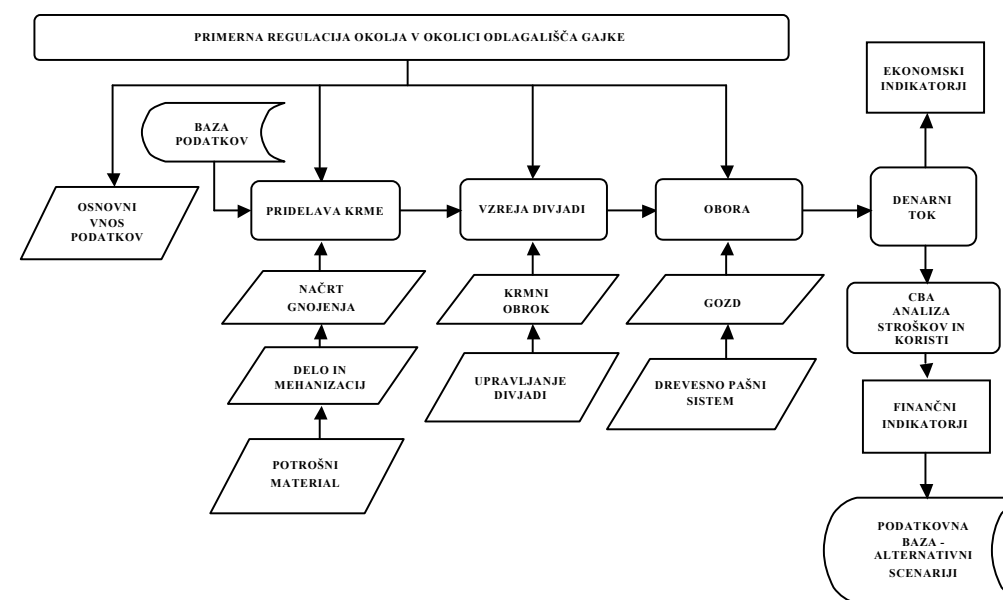


SIMULACIJSKI MODEL

Simulacijski model je bil razvit v programskem okolju Excel, ki omogoča simulacijo različnih scenarijev. Sestavljen je iz treh osnovnih modelov: Kalkulacijski model pridelava krme, Simulacijski model vzreja divjadi (navadni jelen in damjak) in Simulacijski model obora.

Kalkulacijski model pridelava krme je sestavljen iz povezanih pod-modelov: gnojenje (načrt gnojenja), delo in mehanizacija in potrošni material. Simulacijski model vzreja divjadi je sestavljen iz povezanih pod-modelov: upravljanje divjadi in krmni obrok. Simulacijski model obora sestoji iz pod-modelov: drevesno-pašni sistem in gozd. Struktura simulacijskega modela je prikazana na sliki 2.

Slika 2.: Struktura simulacijskega modela.

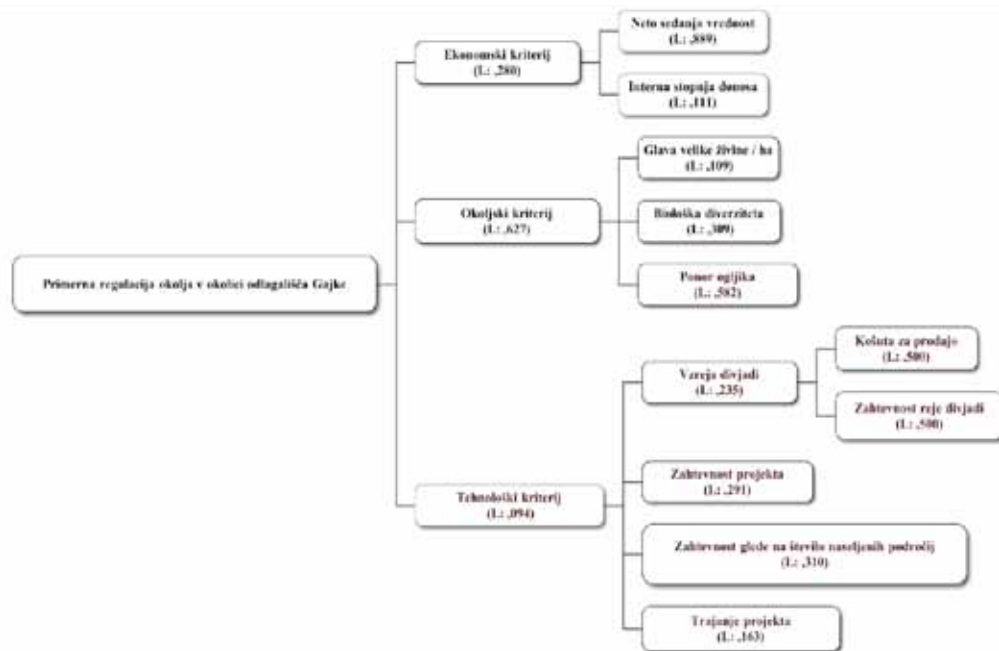


Simulacijski model lahko simulira različne scenarije za obdobje 30 let in 50 let. S simulacijskim modelom smo simulirali 384 različnih scenarijev. Vsak scenarij je sestavljen iz kombinacije naslednjih atributov: navadni jelen, jelen damjak, drevesno pašni sistem, gozd, ekološka pridelava, naseljevanje področja 1, naseljevanje področja 2, naseljevanje področja 3, naseljevanje področja 4, košuta za prodajo. V vsak scenarij je obvezno vključena vsaj ena vrsta navedene divjadi in najmanj eno področje naselitve.

VEČKRITERIJSKI ODLOČITVENI MODEL

Scenariji se nadalje ovrednotijo z večkriterijskim odločitvenim modelom, s pomočjo analitičnega hierarhičnega procesa (AHP) (podprto s programskim orodjem Expert Choice (EC) 2000TM (slika 3). AHP je večkriterijska tehnika odločanja, ki razgradi kompleksen problem v hierarhijo manj zapletenih posameznih problemov.

Slika 3.: Hierarhija AHP modela (z izračunanimi prioriteta atributov).



Hierarhija odločitvenega modela je bila sestavljena z »brainstormingom« šestih strokovnjakov, ki so sodelovali pri razvoju modela, dva s področja raje divjadi in gozdarstva, trije s področja agrarne ekonomike in razvoja podeželja in en strokovnjak s področja razvoja projektov. Najpogostejša struktura je drevo, kjer so višje ravni atributov odvisne od atributov nižje ravni. Terminalna vozlišča na desni strani drevesa predstavljajo vhod (input) v model, leva stran predstavlja izhod (output): »Primerna regulacija okolja v okolici odlagališča Gajke«. Odločitveni model je sestavljen iz treh glavnih kriterijev na primarni ravni, devet pod-kriterijev na sekundarni ravni in dveh pod-kriterijev na najnižji ravni.

REZULTATI Z RAZPRAVO

V prvi fazi smo uporabili simulacijski model s katerim smo izračunali neto sedanjo vrednost (NSV) in interno stopnjo donosa (ISD) za vsak scenarij. Tabela 1 prikazuje stroške, prihodke in aktivnosti tekom izvajanja scenarija (projekta).

Tabela 1.: Letni stroški in prihodki za scenarij 160 (50 let).

Leto	Aktivnost	Stroški (€/ha/leto)	Prihodki (€/ha/leto)
0	vzpostavitev obore	2,773.21	
1 do 50	krma	427.75	
1; 8 do 11; 19 do 22; 30 do 33; 41 do 44	nabava košut	240.34	
1; 8 do 11; 19 do 22; 30 do 33; 41 do 44	nabava jelenov	36.38	
11, 22, 33, 43	presejevanje trave	95.00	
1 do 50	upravljanje	95.94	
1 do 50	vzdrževanje živali	1.85	
1 do 50	mineralni solni kamen	0.29	
1 do 50	pitna voda	1.99	
15, 20, 35	obrezovanje dreves	150.00	
50	posek dreves	2,007.67	
1 do 50	zavarovanje divjadi	2.13	
3 do 50	klavne polovice		778.73
50	debla		10,755.38
1 do 50	subvencije		336.25

*Najemna zemljišča ni prikazana, ker se lastniki zemljišč smatrajo kot lastniki obore.

V drugi fazi so bili scenariji (samo scenariji z NSV nad 160.000 €) ocenjeni z AHP odločitvenim modelom, s tem smo v odločitev vključili še okoljski in tehnološki kriterij. V tabeli 2 so prikazane AHP ocene alternativ.

Tabela 2.: Expert Choice AHP ocena alternativ (pet najboljše ocenjenih scenarijev).

	Ekonomski kriterij	Tehnološki kriterij	Okoljski kriterij		Rangiranje
Uteži (W^a)	0.280	0.094	0.627		
	a ^b			ΣW^a ^c	
Scenarij 152 (50 let)	0.139	0.022	0.013	0.049	4
Scenarij 155 (50 let)	0.023	0.021	0.063	0.048	5
Scenarij 156 (50 let)	0.034	0.019	0.063	0.051	2
Scenarij 159 (50 let)	0.034	0.015	0.063	0.050	3
Scenarij 160 (50 let)	0.048	0.012	0.063	0.054	1
Indeks nekonsistentnosti (IC) = 0.08					

W^a - utež kriterijev; a^b - prioriteta alternative; ΣW^a - skupna prioriteta alternative; IC - indeks nekonsistentnosti

Scenarij 160 (50 let) se izkaže za najustreznejšo alternativo za ureditev okolja v okolici odlagališča Gajke, saj zadosti danim ciljem ekonomskega, tehnološkega in predvsem okoljskega kriterija.

ZAKLJUČEK

Z večkriterijsko oceno $EC = 0.054$ smatramo, da je scenarij 160 (50 let) najbolj primeren za regulacijo okolja v okolici odlagališča Gajke (Tabela 2). Scenarij vključuje ekološko rejo navadnega jelena v drevesno pašnem sistemu, naselitvi vseh štirih področij v prvem letu in košute namenjene prodaji. Drevesno pašni sistem vključuje drevesne vrste gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), divja češnja (*Prunus avium*) in črna jelša (*Alnus glutinosa*) z gostoto 248 dreves/ha (62 od vsake našete drevesne vrste/ha), namenjene sečnji po 50 letih. Neto sedanja vrednost (NSV) scenarija pri 8.0 % letni diskontni stopnji znaša 280.685 €, medtem ko interna stopnja donosa (ISD) nekoliko presega 10 %.

Končna odločitev o investiciji v katerikoli kmetijsko gozdarski sistem leži na investitorjih. Toda najboljši ekonomski rezultat ne predstavlja nujno najboljše odločitve. Prednosti drevesno pašnega sistema so v glavnem okoljskih storitvah (eksternalije), kot so biotska raznovrstnost, sekvestracija ogljika in dobro počutje živali. Sklepamo, da je predstavljen model uporabno orodje za oceno regulacije okolja in ponuja vlagateljem možnost za načrtovanje in odločanje v virtualnem okolju pred posegom v realnem okolju.

ZAHVALA

Operacijo delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada.

Viri in literatura

- Alavalapati JRR, Mercer DE. 2004. Valuing agroforestry systems. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 314 str.
- Belton V, Stewart JT. 2002. Multiple criteria decision analysis. An integrated approach. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts: 372 str.
- Cacho O. 2001. An analysis of externalities in agroforestry systems in the presence of land degradation. *Ecological economics*, 39: 131–143.
- De Baets N, Garipey S, Vezina A. 2007. Portrait of agroforestry in Quebec. Government of Canada, Quebec: 16 str.
- Eichler S, Herzog F. 1997. Concepts for mining landscape development in Eastern Germany with grazing animals and agroforestry. V: *Grasslands 2000. Proceedings of the 18th International Grassland Congress*, Winnipeg, Canada: 17–18.
- Franco D, Franco D, Mannino I, Zanetto G. 2003. The impact of agroforestry networks on scenic beauty estimation: The role of a landscape ecological network on a socio-cultural process. *Landscape and urban planning*, 62: 119–138.
- Gruenewald H, Brand BKV, Schneider U, Bens O, Kendzia G. 2007. Agroforestry systems for the production of woody biomass for energy transformation purposes. *Ecological engineering*, 29: 319–328.
- Herrero M, Fawcett RH, Dent JB. 1999. Bioeconomic evaluation of dairy farm management scenarios using integrated simulation and multiple-criteria models. *Agricultural systems*, 69: 169–188.
- Herzog F. 1998. Streuobst: A traditional agroforestry system as a model for agroforestry development in temperate Europe. *Agroforestry systems*, 42: 61–80.
- Hislop M, Claridge J. 2000. Agroforestry in the UK, Forestry commission bulletin 122, Forestry Commission. Edinburgh, Scotland: 44 str.
- Huang IB, Keisler J, Linkov I. 2011. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Science of the total environment*, 109: 3578–3594.
- Kapalanga TS. 2008. A review of land degradation assessment methods. V: *Final Project 2008. United Nations University – Land Restoration Training Programme*, Iceland: 17–68.
- Klang-Westin E, Eriksson J. 2003. Potential of salix as phytoextractor for Cd moderately contaminated soils. *Plant soil*, 249: 127–137.
- Kühmaier M, Stampfer K. 2010. Development of a multi-attribute spatial decision support system in selecting timber harvesting systems. *Croatian journal of forest engineering*, 31, 2: 75–88.
- Loures L. 2009. (Re)-developing post-industrial landscapes: Applying inverted translational research coupled with the case study research method. V: *City Futures in a Globalizing World, Conference papers of an international conference on globalism and urban change*, Madrid, Spain: 109.
- Mendoza GA, Martins H. 2006. Multi-criteria decision analysis in natural resource management: A critical review of methods and new modeling paradigms. *Forest ecology and management*, 230: 1–22.
- Molua EL. 2005. The economics of tropical agroforestry systems: The case of agroforestry farms in Cameroon. *Forest policy and economics*, 7: 199–211.
- Mosquera-Losada MR, McAdam J, Rigueiro-Rodriguez A. 2005. *Silvopastoralism and sustainable land management*. CABI Publishing, Oxford: 70 str.
- Neupane RP, Thapa GP. 2001. Impact of agroforestry intervention on soil fertility and farm income under the subsistence farming system of the middle hills, Nepal. *Agriculture, ecosystems and environment*, 84: 157–166.

20. Palma J, Graves AR, Burgess PJ, van der Werf W, Herzog F. 2007. Integrating environmental and economic performance to assess modern silvoarable agroforestry in Europe. *Ecological economics*, 63: 759–767.
21. Pažek K, Rozman Č, Borec A, Turk J, Majkovič D, Bavec M, Bavec F. 2006. The use of multi criteria models for decision support on organic farms. *Biological agriculture and horticulture*, 24: 73–89.
22. Rigueiro-Rodríguez A, Rois-Díaz M, Mosquera-Losada MR. 2011. Integrating silvopastoralism and biodiversity conservation. V: Lichtfouse E (ed.). *Biodiversity, biofuels, agroforestry and conservation agriculture*. Springer Science and Business Media, Dordrecht: 359–374.
23. Rozman Č, Pažek K, Bavec M, Bavec F, Turk J, Majkovič D. 2006. The multi-criteria analysis of spelt food processing alternatives on small organic farms. *Journal of sustainable agriculture*, 28: 159–179.
24. Tamubula I, Sinden JA. 2000. Sustainability and economic efficiency of agroforestry systems in Embu District, Kenya: An application of environmental modeling. *Environmental modelling & software*, 15: 13–21.
25. Taškar S. 2009. The suitability of tree species for Trbovlje fly ash landfill afforestation. Graduation thesis. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources: 58 str.
26. Tojnko S, Rozman Č, Unuk T, Pažek K, Pamič S. 2011. A qualitative multi-attribute model for the multifunctional assessment of "Streuobst stands" in NE Slovenia. *Erwerbs-Obstbau*, 53: 157–166.
27. Vangronsveld J, Herzig R, Weyens N, Boulet J, Adriaensen K, Ruttens A, Thewys T, Vassilev A, Meers E, Nehnevajova E, van der Lelie D, Mench M. 2009. Phytoremediation of contaminated soils and groundwater: Lessons from the field. *Environmental science and pollution research*, 16: 765–794.
28. Vindiš P, Muršec B, Rozman Č, Čus F. 2010. A multi-criteria assessment of energy crops for biogas production. *Journal of mechanical engineering*, 56: 63–70.

PROGRESIVNE PRAKSE ZA ZMANJŠEVANJE ODPADKOV IN ZELENA DELOVNA MESTA

» Dr. Marinka VOVK

EKO-TCE d.o.o.

Celjska cesta 14, 3212 Vojnik

eko.tce@siol.net



Povzetek

V razvitih državah so odpadki razumljeni kot viri, surovine in temu primeren je tudi odnos odločevalcev do tega področja. Evropska politika se je šele pred kratkim začela posvečati problematiki povečevanja rabe virov in netrajnostnih vzorcev poroštne. Integrirana politika do proizvodov in Direktiva Eco-design sta usmerjeni v zmanjševanje vplivov proizvodov na okolje, vključno s porabo energije, skozi njihov celoten življenjski krog. Po nekaterih ocenah je več kot 80 % vplivov proizvodov na okolje vnaprej določenih in sicer že v fazi njihovega načrtovanja. Zaradi izboljšane ravnanja z odpadki je omogočena odlična priložnost za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov. Ocenjuje se, da bi države lahko z boljšim ravnanjem z odpadki do 2020 na leto prihranile izpuste, enakovredne 78 milijonom ton ogljikovega dioksida, kar pomeni 1,53 odstotka vseh evropskih izpustov leta 2008. Zato imajo proaktivne prakse pomembno vlogo v sistemu celovitega ravnanja z odpadki tudi iz vidika novih zelenih delovnih mest in izboljšanja učinkovite rabe virov.

Ključne besede: ponovna uporaba, popravila, zelena delovna mesta, minimizacija odpadkov

Abstract

In developed countries, the waste is seen as resources, raw materials and courtesy of the attitude of decision-makers in this area. The Europe policy has only recently started to paying particular attention to increasing problems of resource use and unsustainable patterns of consumption. Integrated Policy by Product and the Eco-design Directive is aimed at reducing the impact of products on the environment, including energy consumption, over their entire life cycle. By some estimates, more than 80% of a product's environmental impact predefined and already in the stage of their planning. Due to improved waste management is enabled excellent opportunity to reduce greenhouse gas emissions. It is estimated that the country would be a better waste management by 2020 emissions saved per year, equivalent to 78 million tons of carbon dioxide, which is 1.53 percent of all European emissions in 2008. Therefore, proactive practices play an important role in the system of comprehensive waste management from the point of view of new green jobs and improving the efficient use of resources.

Key words: REUSE, Repair, green job, waste minimization

UVOD

Ustvarjanje in skrb za odpadke je izrazito v pristojnosti človeške družbe, ki postavlja vse večji pritisk na okolje in sodobno infrastrukturo. Zahodne družbe se vrtijo v nenehnem ponavljajočem se ciklu z odpadki, ki na eni strani ustvarjajo moderno kulturo in hkrati ogromno izdelkov za enkratno uporabo. V prispevku želim prikazati drugačen pristop k razumevanju odpadkov kot virov, zato je koristno poznati izvor odnosa do odpadkov in sodobno proaktivno prakso, ki vodi k razmišljanju o uporabi odpadkov. Od zelo zaostalih sistemov ravnanja z odpadki do najsodobnejših sistemov, ki so prisotni v Evropi je časovno obdobje 30 let in takšna je tudi razlika med sistemi. Najbolj moderno ravnanje z odpadki temelji na ideji vzpostavitve trajnostnih praks. Ker je družba še vedno ujeta v stoletjih »starih« predstav o odpadkih, imamo še danes tudi v Sloveniji težave z razumevanjem uporabe odpadkov kot virov. Da bi sledili razvoju ideje o ravnanju s surovinami, ki so vsebovane v odpadkih, je potrebno najprej razumeti definicije, kaj pomeni »smeti«, »odpadki« in »surovine«. Prav zaradi razvoja tehnologij in neposredne možnosti uporabe surovin v odpadkih, je potrebno aktivneje in učinkovitejše pristopiti k varovanju virov, ki so v družbi obravnavani kot problem ali izziv, odvisno od stopnje razvitosti. Bolj je družba razvita, več možnosti ima, da odpadke obravnava kot vire in jih uporablja kot surovine. Zato želimo v tem pogledu odgovoriti na vprašanje in zaznave naše razvitosti. Evropska politika se je šele pred kratkim začela bolj posvečati problematiki povečevanja rabe virov in netrajnostnih vzorcev potrošnje. Evropske politike, kakršni sta recimo Integrirana politika do proizvodov (EC, 2003. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament in

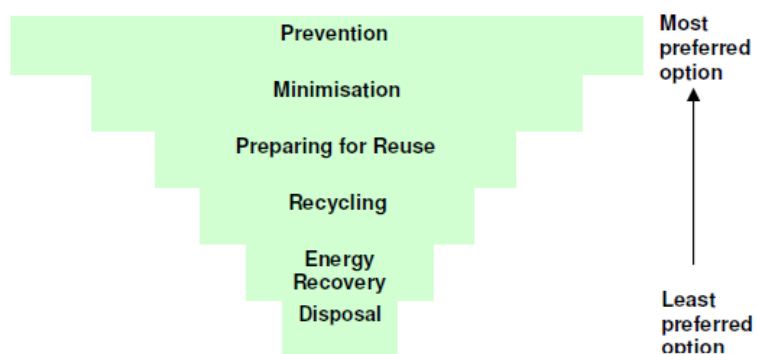
Direktiva Eco-design (EC, 2009) sta usmerjeni v zmanjševanje vplivov proizvodov na okolje, vključno s porabo energije, skozi njihov celoten življenjski krog. Po nekaterih ocenah je več kot 80 % vplivov proizvodov na okolje vnaprej določenih in sicer že v fazi njihovega načrtovanja. Glede na naraščajočo množico izobraženih brezposelnih se tudi tukaj kaže nov izziv, ki lahko vodi k neposrednemu zmanjšanju vplivov na okolje. Prispevek je nastal z namenom prikaza razvoja in delovanja progresivnih praks zmanjševanja količin odloženih odpadkov in novih pristopov, ki so se razvili z namenom pridobitve surovin za recikliranje in energetske izrabo, ponovne uporabe in sodobnega osveščanja potrošnikov, kar tudi pričakuje sodobna družba. Zato je namen prispevka spodbuditi nove progresivne prakse za uveljavitev razumevanja uporabe odpadkov kot virov in novih inovativnih priložnosti za zelena delovna mesta. V prispevku zato prikazujemo progresivno prakso ravnanja z odpadki, ki se je uveljavila od leta 2006 in je v šestih letih zajela prve tri stopnje prednostnega reda ravnanja z odpadki, to je preprečevanje nastajanja odpadkov, ponovna uporaba in celovito ločeno zbiranje odpadne komunalne embalaže.

ZAZNAN ZGODOVINSKI PROBLEM OBRAVNAVE ODPADKOV KOT VIROV

Zgodovina gospodarjenja z odpadki kaže, da so z njimi imeli opravka predvsem ljudje z roba družbe, ki so bili socialno marginalizirani. Že v obdobju pred več sto leti je zaznati, da so se z zbiranjem odpadkov ukvarjali sloji nižjih socialnih kast. V kasnejših civilizacijah je prav tako odvoz smeti vključeval člane najnižjih podskupin, ki so bili odgovorni za upravljanje in odstranjevanje. Nekateri znanstveniki trdijo, da je ta stigmatizacija še danes prisotna v zavesti ljudi, kar vodi k zanikanju lastne odgovornosti za osebno odgovornost do odpadkov. Zgodovinski podatki kažejo, da je razlog za družbene predsodke proti nižjim slojem družbe vplival na filozofijo ravnanja z odpadki. Očitno je, da se je praksa diskriminacije začela v antičnem svetu in še vedno obstajajo v teh sodobnih časih. Zato opažamo, da čeprav vsi ljudje prispevajo k toku odpadkov, le redko delijo breme upravljanja z njimi. Potek življenjskega kroga pridobivanje — proizvodnja — potrošnja — odpadki je močno odvisen od stopnje okoljske osveščenosti potrošnikov, ki kreirajo potrebo po novih izdelkih in napačno razumevanje uporabe odpadkov kot virov lahko vodi k neodgovornemu ravnanju z njimi. V praksi se srečujemo že z nerazumevanjem prednostnega reda ravnanja z odpadki, saj so aktivnosti v večini primerov orientirane v recikliranje in odlaganje. Temu je naklonjena tudi kohezijska politika, saj doslej še nismo zasledili zahteve po upoštevanju prednostnega reda ravnanja z odpadki, ki vključuje obvezno pripravo na ponovno uporabo in temu primerno infrastrukturo, pri čemer je vključenost lokalnega/regionalnega in nacionalnega nivoja deljena med vse tri nivoje.

Slika 1: Prednostni red ravnanja z odpadki

The Waste Hierarchy



Vir: http://www.cylch.org/Reuse_Repair_Network

Gospodarski razvoj Evrope, torej tudi Slovenije je močno odvisen od naravnih virov. Občutna rast blaginje po vsej Evropi sloni na preteklih in sedanjih vzorcih proizvodnje in potrošnje, vendar se vse pogosteje zastavlja vprašanje, ali so ti vzorci trajnostni, zlasti z vidika posledic rabe in čezmerne rabe naravnih virov. Pogled na naravne vire v smislu življenjskega kroga odpira več okoljskih vprašanj, povezanih s proizvodnjo in potrošnjo, ter rabo naravnih in drugih virov povezuje z nastajanjem odpadkov. Čeprav raba naravnih virov in nastajanje odpadkov različno vplivata na okolje, ju povezujejo številne skupne gonilne sile, ki so močno povezane s tem, kako in kje proizvajamo in uporabljamo dobrine ter kako uporabljamo naravni kapital za ohranjanje gospodarskega razvoja in vzorcev potrošnje.

Po podatkih SERI (Sustainable Europe Research Institute), Global 2000 v Evropi poraba naravnih virov in količina nastalih odpadkov še naprej naraščata, vendar so na obeh področjih med državami precejšnje razlike, kar lahko pripišemo predvsem različnim družbenim in gospodarskim razmeram ter različni ravni okoljske ozaveščenosti. Obseg izkoriščanja naravnih virov v Evropi se v zadnjih nekaj desetletjih ne spreminja, povečuje pa se odvisnost od uvoza. Okoljski problemi, povezani s pridobivanjem in predelavo številnih snovi in naravnih virov, se selijo iz Evrope v države izvoznice. Zato se povečujejo vplivi porabe in uporabe naravnih virov v Evropi na svetovno okolje. V Evropi porabimo več naravnih virov, kot jih imamo na voljo, zato jih moramo uvažati od drugod. Ker postaja tekma za naravne vire po svetu vse hujša in ker je Evropa od njih močno odvisna, se odpira vprašanje, kako dolgo se bo lahko s njimi še varno oskrbovala. Na sliki 1 je prikazana možnost upravljanja z viri. Odpadki so surovine, v kolikor se realizira prednostni red ravnanja z njimi in so izraženi ekonomski in politični interesi.

Slika 2: Trajnostno upravljanje virov – pridobivanje novih izdelkov “iz manj” surovin



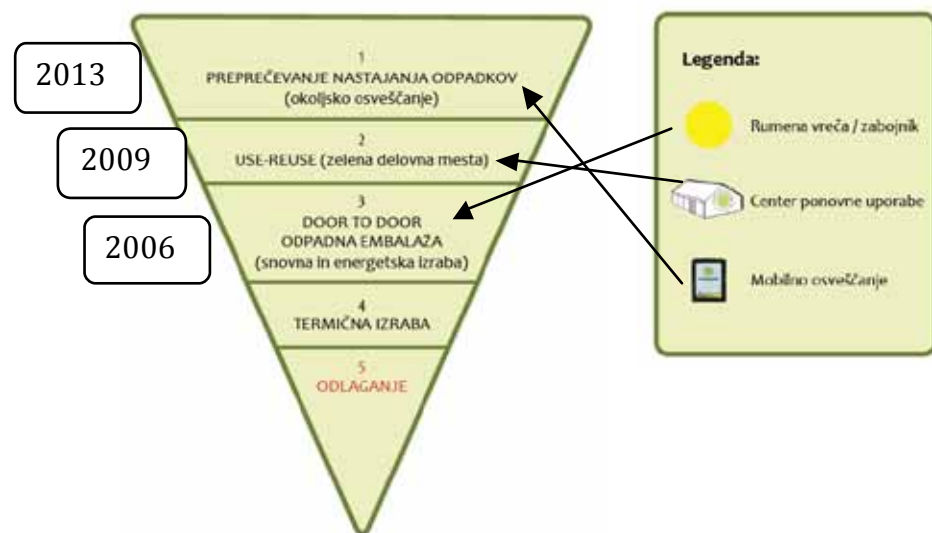
Vir: http://www.cylch.org/news/Making_Reuse_Happen_post_event_information#.UU8QZ1fQOmE

PROGRESIVNE PRAKSE ZA ZMANJŠANJE ODPADKOV IN ZELENA DELOVNA MESTA

Ravnanje z odpadki je osrednja tema okoljskih politik EU že od 70. let preteklega stoletja. Po zaslugi tovrstnih politik, ki postavljajo vse strožje zahteve glede zmanjševanja količine nastalih odpadkov, njihove ponovne uporabe in recikliranja, se snovi, pridobljene iz odpadkov, v proizvodnih procesih vse pogosteje uporabljajo kot surovine, kar prispeva k zapiranju snovnih tokov v vseh gospodarskih panogah. Kot vodilno načelo upravljanja naravnih virov je bilo v zadnjih letih uvedeno upoštevanje življenjskega kroga. Vplivi na okolje se namreč upoštevajo skozi celoten življenjski krog proizvodov in storitev, da bi se izognili ali da bi čim bolj omejili prelaganje okoljskega bremena med različnimi fazami življenjskega kroga in med državami — kar naj bi dosegli, če je to sploh mogoče, z instrumenti trženja. Upoštevanje življenjskega kroga vpliva ne le na okoljsko, temveč tudi na večino drugih sektorskih politik — saj vodi v uporabo snovi in energije, pridobljene iz odpadkov, zmanjševanje izpustov in ponovno uporabo stavbnih zemljišč. EU si je tudi zastavila strateški cilj, da bo postopoma uvedla bolj trajnostne vzorce potrošnje in proizvodnje. Postati želi najučinkovitejše gospodarstvo na svetu z vidika rabe naravnih virov (6. okoljski akcijski program) in zmanjšati negativne vplive rabe naravnih virov in nastajanja odpadkov na okolje (EC, 2002. Decision No 1600/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 22 July 2002 laying down the Sixth Community Environment Action Programme.).

Progressivne prakse, ki jih opisujemo kot primer prakse vključujejo tri ključne spremembe obstoječe prakse ravnanja z odpadki in prispevajo k vrednotenju odpadkov kot surovin, torej virov. Na sliki 2 je prikaz progresivnih praks, ki so bile razvite na lokalnem nivoju, uporabljene so na nacionalnem nivoju in prispevajo k uporabi odpadkov kot virov in zmanjšanju količin odloženih odpadkov. V prednostnem redu ravnanja z odpadki predstavljajo vse tri progresivne prakse, ki so bile razvite v ORZ in EKO-TCE d.o.o. bistven napredek k zmanjševanju količin odloženih odpadkov.

Slika 3: **Progressivne prakse za zmanjševanje količin odloženih odpadkov in njihovo uporabo kot virov** (Vir: M. Vovk)



Sprememba logistike, sistem »vrat do vrat«

V zadnjih 7-tih letih je opazen bistven premik ravnanja z odpadki od leta 2006, ko je Okoljsko raziskovalni zavod (ORZ) prvič v zgodovini v Sloveniji uvedel **sistem ločenega zbiranja odpadne komunalne embalaže s sistemom »od vrat do vrat«**. Do takrat je bil uporaben edini način ločenega zbiranja z zbiralnicami, ki so se izkazale kot nefunkcionalne in finančno drage, glede na učinke. Vsebnost mešanih komunalnih odpadkov je v sortirnih analizah izkazovala kar 65 vol. % odpadne komunalne embalaže, zato je bilo potrebno uvesti sistem, ki bo učinkovit, praktičen za uporabnika in finančno dosegljiv za izvajalce javnih služb. Po prvih testnih uporabah sistema »rumena vreča« marca 2006 v občini Slov. Konjice, je v letu 2007 sistem uvedel izvajalec javne službe OKP d.o.o. Rogaška Slatina. Zaradi izrazitega zmanjšanja količin mešanih komunalnih odpadkov se je sistem razširil po vsej Sloveniji in danes ga uporablja 170 lokalnih skupnosti.

Kazalniki na osnovi podatkov kvalitativne in kvantitativne analize na terenu: pred uvedbo sistema »rumena vreča: MKO/osebo - 276 kg/leto v izbrani lokalni skupnosti

- ➔ Masa zbrane **komunalne odpadne embalaže**/ osebo= 2,7 kg/osebo / mesec= **33 kg/leto**
- ➔ Masa zbranih **bioloških odpadkov**/ osebo= 6,6 kg/osebo /mesec= **80 kg/leto**
- ➔ Masa zbranega **papirja**/ osebo= 1,8 kg/osebo /mesec= **22 kg/leto**
- ➔ Masa zbranega **stekla**/ osebo= 1,3 kg/osebo /mesec= **15 kg/leto**
- ➔ Masa zbranih **mešanih komunalnih odpadkov**/ osebo= 5,4 kg/osebo /mesec=**65 kg/leto**

REUSE – ponovna uporaba

Leta 2009 je EKO-TCE d.o.o. skupaj z ORZ v projektu, ki ga je sofinanciral ESS in Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve (MDDSZ) postavil **Prvi center ponovne uporabe** na lokaciji zbirnega centra OKP d.o.o. Rogaška Slatina. Tovrstni center je bil za Slovenijo novost, saj kljub dobrim praksam iz tujine tovrstni centri še niso delovali v praksi. Po nadaljevanju projekta USE REUSE, kjer se vzpostavlja mreža sedmih tovrstnih centrov, ki jih sofinancira ESS in MDDSZ, se je v treh letih razširila ideja dr. Marinke Vovk na celotno območje Slovenije, saj se kaže potreba po zelenih delovnih mestih in spodbujanju inovativne rabe izdelkov. Ponovna uporaba namreč prispeva k kreiranju novih zelenih delovnih mest in spodbujanju kreativnosti v lokalnih okoljih, kar prispeva k razvoju socialnega podjetništva. Zelena delovna mesta zmanjšujejo vpliv podjetij in gospodarskega sektorja na okolje. Gre za delovna mesta, kot so delo v kmetijskem sektorju, industriji in administraciji, ki prispevajo k ohranitvi kakovosti okolja. Zelena delovna mesta lahko sicer najdemo v različnih gospodarskih sektorjih, od oskrbe z energijo in kmetijstva do gradnje in transporta. Pomagajo zmanjševati porabo energije, surovin in vode skozi visoko učinkovite strategije, zmanjševati karbonizacijo v gospodarstvu in zmanjšati emisije CO₂, zmanjšati odpadke in onesnaževanje ter zavarovati ekosisteme in biodiverzitetu. Zelena delovna mesta igrajo ključno vlogo v zmanjševanju okoljskega odtisa ekonomske aktivnosti (UNEP, Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world, 2008).

Ugotavljamo, da se bo prednostni red ravnanja z odpadki v bodoče spreminjal predvsem na segmentu REUSE, ki se bo v naslednjih letih bistveno povečeval. Če primerjamo razmerje med količino odpadkov, ki so bili leta 2010 usmerjeni v REUSE in odlaganje, bo razmerje leta 2050 drugačno, predvsem zaradi povečane stopnje REUSE in zmanjšanja odlaganja odpadkov (kot kaže slika 2).

Slika 2: Prednostni red ravnanja z odpadki



Vir: http://www.cylch.org/news/Making_Reuse_Happen_post_event_information#.UU8QZ1fQOmE

Ukrepi, ki lahko vplivajo na fazo potrošnje in uporabe vključujejo spodbujanje ponovne uporabe in/ali popravila ustreznih zavrženih proizvodov ali njihovih delov, zlasti s pomočjo izobraževalnih, ekonomskih, logističnih ali drugih ukrepov, kot so na primer podpora pooblaščenim centrom in mrežam za popravilo in ponovno uporabo ali **vzpostavitev takih centrov in mrež zlasti na gosto naseljenih območjih.**

Preusmerjanje snovnega toka odpadkov z zelenimi delovnimi mesti. Center ponovne uporabe (CPU d.o.o., SO.P.) deluje kot prvo socialno podjetje v Sloveniji, zaposluje težje zaposljive in omogoča usposabljanja, kar prispeva k socialni integraciji te ciljne skupine. Dejavnost Centra ponovne uporabe je REUSE, gre torej za diagnostiko, inovativno obnovo, prenavo rabljene opreme in izdelkov, ki bi bili brez ponovne uporabe uvrščeni med kosovne odpadke, čeprav so funkcionalno še povsem uporabni.

Tabela 1: **Analiza snovnega toka za ponovno uporabo, vključno z OEEO na prispevnem območju OKP d.o.o., Rogaška Slatina- CPU Rogaška Slatina (območje Kozjansko in Obsotelje, 31.000 občanov):**

SNOVNI TOK IZDELKOV (1.09.2012 – 31.12.2012) – CPU TUNCOVEC		
izdelki	Pripeljano (kg)	Prodano (kg)
september 2012	3.284,60	1.520,70
oktober 2012	2.580,30	1.620,40
november 2012	1.728,50	1.196,50
december 2012	1.044,20	910,60
SKUPAJ	8.637,60	5.248,20

SNOVNI TOK OEEO (1.09.2012 – 31.12.2012) – CPU TUNCOVEC		
OEEO	pripeljano	prodano
tipkovnica	15 kg	5 kg
tiskalnik	20 kg	5 kg
pomivalni stroj	160 kg	80 kg
pralni stroj	35 kg	/
satelitski krožnik	15 kg	15 kg
TV	500 kg	450 kg
štedilnik	610 kg	680 kg
zmrzovalna omara	415 kg	450 kg
radio	104 kg	95 kg
mikrovalovna pečica	150 kg	135 kg
hladilnik	380 kg	350 kg
računalnik	25 kg	25 kg
zvočniki	42 kg	38 kg
šivalni stroj	25 kg	/
daljinec	3,2 kg	2,8 kg
sesalec	135 kg	120 kg
polnilec-adapter	3,8 kg	3,4 kg
diaprojektor	6 kg	/
modem	2,7 kg	2,5 kg
lestenci	115 kg	65 kg
DVD rekorder	25 kg	5 kg
videorekorder	30 kg	12 kg
kabli	0,4 kg	1,9 kg
računalniški monitor	24 kg	32 kg
antena	4,5 kg	3 kg
grelna telesa	42 kg	35 kg
mini pečice	28 kg	12 kg
igralne konzole	2,4 kg	1 kg
gramofon	4 kg	/
Mali gospodinjinski aparati (tehtnice, aparati za kavo, opekači, mikserji, sokovniki, ožemalnik, likalniki...)	94 kg	75 kg
SKUPAJ	2.980 kg	2.698,40 kg

Letna količina izdelkov, usmerjena v ponovno uporabo je več kot 8.000 kg, kar predstavlja 0,25 kg na osebo iz prispevnega območja. Količine izdelkov za ponovno uporabo bi lahko bile večje, vendar nam omejitve predstavlja razpoložljiva delovna sila in prostor. Količine so odvisne tudi od letnega časa, saj v ugodnih vremenskih razmerah CPU obiše več uporabnikov in posledično je več inputa in outputa. Učinke CPU je potrebno vrednotiti tudi po kazalnikih emisij TGP, snovni in energetske učinkovitosti ter novih delovnih mestih. EEA pri svojih izračunih upošteva neposredne izpuste, ki jih povzročijo odpadki, odloženi na odlagališča, pa tudi posredne, na primer tiste, ki jih

prihranimo, ko fosilna goriva nadomestimo z energijo, ki jo pridobimo iz odpadkov. K zmanjšanju izpustov največ prispeva ponovna uporaba, saj se z njo izognemo tudi izpustom, ki bi jih porabili za izčrpavanje surovin. Ta metoda pokaže potencialne vplive različnih strategij ravnanja z odpadki. Trije različni scenariji kažejo, da so prihranki izpustov odvisni od tega, kako bodo države uveljavile politiko ravnanja z odpadki in od tega, ali bo državam uspelo doseči cilje evropske Direktive o odlagališčih, ki zahteva zmanjšanje količine razgradljivih odpadkov, ki končajo na odlagališčih. Trenutno se količina odpadkov po vsej EU povečuje. Povprečen državljan je leta 1995 proizvedel 468 kilogramov odpadkov, leta 2008 pa že 524 kilogramov. Do leta 2020 bi se ta količina lahko povečala na 558 kilogramov na osebo, opozarja EEA. Delež kosovnih odpadkov, v katerih so vsebovani tudi izdelki za ponovno uporabo obsega 14-15%.

3R - (mobilna aplikacija)

Akcijski načrt EU za trajnostno potrošnjo in proizvodnjo in trajnostno industrijsko politiko iz leta 2008 EC se zavzema za uvedbo pristopov, ki upoštevajo življenjski krog. Krepi tudi zeleno javno naročanje in uvaja nekatere ukrepe za spremembe vedenjskih navad potrošnikov. Na spremembo vedenjskih navad lahko vplivamo z **informiranostjo in motivacijskimi spodbudami**, ki jih ponujajo informacijske komunikacijske tehnologije (IKT). IKT so običajno opredeljene kot tehnologije, ki omogočajo komunikacijo ter obdelavo in posredovanje podatkov v elektronski obliki. Zato IKT predstavljajo revolucionaren pristop k reševanju vprašanj ravnanja z odpadki zaradi svoje edinstvene sposobnosti, da zagotovijo dostop do informacij v trenutku iz katere koli lokacije, lahko tudi po velikih geografskih razdaljah po relativno nizki ceni. Izrecna osredotočenost na uporabo IKT pri uresničevanju okoljskih ciljev na področju odpadkov bi lahko predvsem državam, ki ne dosegajo zadovoljive stopnje ravnanja z odpadki, da se doseže boljša informiranost in trend k trajnosti družbi prispevala bistveni napredek. Glede na to, da dosednji spletni portali ponujajo le osnovno ločevanje odpadkov, ki pa ni uporabno za večina uporabnikov, ker vsaka lokalna skupnost uporablja svoj sistem in infrastrukturo, je aplikacija **3R Več kot odpadki** odgovor na navedene težave z možnostjo mobilne uporabe. Aplikacijo »3R *več kot odpadki*« smo zasnovali tako, da uporabnik na enem mestu najde vse potrebne informacije o določenem odpadku, katerega uporabnik vpiše v okence in nato izbere določeno občino, izbere opcijo ali stanuje v hiši ali bloku, brskalnik poda vse potrebne podatke o določenem odpadku, **kako preprečiti odpadke, kako ga ponovno uporabiti**, za katero vrsto odpadka gre, v kateri zabojnik sodi, način zbiranja tega odpadka, podatke o zbirnem centru, ter navede vse ostale odpadke, ki sodijo v isto skupino.



Zasnova mobilne aplikacije „3R Več kot odpadki“ temelji predvsem na infografikah in ilustracijah kot vizualnih nosilcih informacij, ki jih aplikacija podaja. Naraščajoč trend podajanja informacij v vizualni obliki namreč močno olajša dožemanje vsebin na mobilnih napravah. Aplikacija je patentirana na Uradu za intelektualno lastnino in je že v uporabi za uporabnike.

ZAKLJUČKI

Cene surovin so visoke in rastejo, zato so snovi, pridobljene iz odpadkov vse dragocenejši vir. Pravilno ravnanje z odpadki daje nove podjetniške priložnosti, katerih rezultat lahko prispeva delež k ohranjanju in varovanju okolja. V času gospodarske krize lahko varstvo okolja predstavlja priložnost za izboljšanje ekonomije. Progresivne prakse ravnanja z odpadki imajo zato pomembno vlogo v segmentu inovacij in vplivajo na obstoječe sisteme, s tem pa pomembno prispevajo k etičnemu odnosu do okolja ter spodbujajo podjetniške priložnosti. Nove in inovativne okoljske rešitve prispevajo k ekonomski rasti na različne načine. Ker zmanjšujejo stroške varstva okolja, omogočajo »več varstva okolja za manj denarja«, oziroma, doseganje predpisanih okoljskih standardov na cenejši način. Na ta način privarčevane finančne vire lahko plasiramo kjerkoli drugje v gospodarstvu. Okoljske proaktivne rešitve kot dobre prakse pomagajo pri razbijanju vzročne povezave med onesnaževanjem okolja in rabo naravnih virov ter gospodarsko rastjo, kar omogoča gospodarstvu na daljši rok večji obseg rasti, ob spoštovanju omejitev zaradi okoljskih standardov. To pa je bistvo trajnostnega razvoja.

Viri in literatura

1. (UNEP, Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world, 2008).
2. DIREKTIVA 2008/98/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (Uradni list Evropske unije št. 312/2008, 22. 11. 2008)
3. European Comission Archives (online). Costwastemanagement. (Citirano 25.04.2011). Na naslovu: <http://europa.eu.int/comm/environment/waste/costwastemanagement.pdf>
4. <http://stevendbennett.wordpress.com/essays/the-conceptual-history-of-garbage/>, 5.3.2013
5. http://www.cylch.org/Reuse_Repair_Network, 20.3.2013
6. Vovk, M. (online). Prvi Center ponovne uporabe v Sloveniji. (Citirano 10.02.2012). Dostopno na naslovu: <http://www.orz.si/>
7. Vovk, M. Poročilo o vzpostavitvi Centra ponovne uporabe. Celje 2009, str. 23.
8. Vovk, M., (online). Prvi primer v Sloveniji Center ponovne uporabe (CPU) v Rogaški Slatini. (Citirano 19.02.2012). Dostopno na naslovu: <http://www.eko-tce.eu>
9. Watson, M. (2008): A review of literature and research on public attitudes, perceptions and behaviour relating to remanufactured, repaired and reused products. centre for Remanufacturing& Reuse, The University of Sheffield.

» Prof.dr. Viktor GRILC

Kemijski inštitut, Hajdrihova 19, 1000 Ljubljana (upok. sodel.),
viktor.grilc@guest.arnes.si

Povzetek

Prikazano je delo ekspertne skupine za novelacijo metodologije karakterizacije in klasifikacije odpadkov pri Evropski komisiji. Po izidu krovne direktive o odpadkih je potrebno dosedanjo metodologijo prilagoditi novelirani uredbi o razvrščanju nevarnih snovi. Odpadki so zaradi svoje heterogenosti in izvorne nedefiniranosti težavni za zanesljivo opredelitev vrste in stopnje nevarnosti za okolje, to pa vpliva na označbo odpadka v seznamu odpadkov. Ključna lastnost je ekotoksičnost odpadka. Evropska komisija izdeluje prenovljeno metodologijo za karakterizacijo odpadkov, ki pa zaradi nedorečenosti zelo zamuja glede na predvidene roke.

Ključne besede: klasifikacija in karakterizacija odpadkov, novosti v EU, ekotoksičnost

Abstract

Recent developments regarding new classification methods and an updated waste list in European Commission are presented. Inherent waste heterogeneity and variability make it very difficult to define, and the methods developed for pure preparations are difficult to implement.

Ključne besede: classification and characterization of waste, novel procedure, EU, ecotoxicity

UVOD

Direktiva Sveta Evropske unije, ki je prva regulirala ravnanje z odpadki, je bila krovna direktiva o odpadkih (75/442/EC – ena prvih na področju varstva okolja, 1975), še ni uvedla instrumentov za razvrščanje in kvantificiranje odpadkov po vrstah in itenzivnosti izražanja njihovih nevarnih lastnosti, ampak se je naslonila na Direktivo o nevarnih snoveh (67/548/EEC). To sta dosti kasneje uredila dva dokumenta:

- Odlok o seznamu odpadkov (94/3/EC, 1994), ki je bil kasneje še dvakrat noveliran (2000/532/EC, 2001/118/EC) in je uveljavil samostojen kvalitativni instrument razvrščanja odpadkov, t.i. evropski seznam odpadkov (ESO oz. EWL), in
- Direktiva o nevarnih odpadkih (91/689/EEC, 1991), ki je upeljala odpadkom prilagojen sistem prepoznavanja nevarnih odpadkov (lastnosti H1-H14), ter bila kasneje še enkrat novelirana s seznamom nevarnih odpadkov (94/31/EC).

Navedena klasifikacijska sistema sta po izidu nove krovne direktive o odpadkih (2008/98/EC, ki vključuje tudi prej ločeni direktivi o nevarnih odpadkih in o odpadnih oljih), ter nove uredbe o razvrščanju nevarnih snovi (2008/1272/EC) postala neustrezna in bi ju bilo potrebno posodobiti. To nalogo so l. 2009 naložili posebej ustanovljeni delovni skupini pri Direktoratu za okolje Evropske komisije, sestavljeni iz izvedencev držav članic, ki naj bi v naslednjih treh letih izdelala predloge za:

- noveliran evropski seznam (katalog) odpadkov z navodili za uporabo; seznam bo vključeval označbe za nevarne in nenevarne odpadke, za one z verjetnostjo nastopanja v obeh stopnjah nevarnosti pa bodo uporabljene t.i. zrcalne oznake;
- definiranje za odpadke specifičnih vrst nevarnosti za človeka in okolje ter pripadajočih metod in kriterijev (npr. mejnih vrednosti za posamezne attribute nevarnosti H1-H15) iz Aneksa III krovne direktive o odpadkih, ter njihovo uskladitev z onimi iz nove uredbe o nevarnih snoveh.

POSODOBLJANJE EVROPSKEGA SEZNAMA ODPADKOV

Seznam oz. katalog odpadkov je kvalitativni instrument za sistematično razvrščanje vseh vrst odpadkov, ki nastajajo v procesih človekove produkcije in reprodukcije v določenem času in prostoru. Dosedanji evropski seznam odpadkov razvršča le-te po generičnem principu (t. j. po procesu nastanka) v 20 skupin, ki vključujejo 839 vrst odpadkov, od teh 405 potencialno nevarnih (označenih z zvezdico). Po skoraj dvajsetletni uporabi so se pokazale potrebe po prenovitvi seznama:

- nove vrste odpadkov, ki se jih ne da razvrstiti po sedanjem seznamu,
- nekateri odpadki ne nastajajo več, ker so nastajali v sedaj opuščeni procesih,
- nekaterim obstoječim vrstam se je spremenil status potencialne nevarnosti za okolje oz. se pojavljajo tako v nevarni kot nenevarni obliki (potreba po vnosu t.i. zrcalnih oznak),

- nekatere obstoječe vrste odpadkov so premalo diferencirane, druge pa preveč in bi se lahko združile,
- preciziranje poimenovanja posameznih vrst in (pod)skupin odpadkov zaradi lažjega prepoznavanja in razločevanja, tudi uskladitev imenovanja podobnih vrst iz raznih virov.

Poseben problem je označevanje potencialno nevarnih odpadkov, ker se hkrati z novim seznamom pripravljajo tudi novi kriteriji za določanje nevarnosti odpadkov (načelno bi morali počakati na njihovo izdelavo, vendar je seznam kvalitativen instrument, zato je dopustna večja tolerantna siva cona med nevarnim in nenevarnim statusom).

Objavljen je bil poziv državam, da predlagajo nove vrste odpadkov oz. da podajo predloge za izboljšanje seznama. Na poziv je prišlo več sto predlogov, poleg tega pa je vsaj pol dosedanjih vrst odpadkov potencialno nevarna (torej bi potrebovala zrcalne oznake). Vključitev obojih bi naredilo seznam zelo dolg (praktično dvakrat daljši od sedanjega) in nepregleden. Zato je delovna skupina predlagala ohranitev sedanjega seznama, ki bo le terminološko popravljen, nato pa bi počakali na rezultate uporabe novih kriterijev za karakterizacijo odpadkov (predvidoma do l. 2015, uveljavitev do l. 2017).

POSODOBLJANJE EVROPSKEGA SISTEMA ZA KARAKTERIZACIJO ODPADKOV

Revizija vrst nevarnosti

V tem pogledu spremembe niso velike in so že upeljane. Do leta 2008 veljaven sistem razvrščanja nevarnosti odpadkov je vključeval 14 vrst nevarnosti za zdravje človeka in okolja. Ta sistem se je glede na potrebe spremenjene delovno- in okolje- varstvene stroke, naslanjajoč se predvsem na novo uredbo o razvrščanju nevarnih snovi, povečal za eno vrsto nevarnosti in sicer od snovi, ki jo povzročajo preobčutljivost (alergeni ipd.). Ta lastnost je bila prej implicitno vključena v vrsto nevarnosti H5 – zdravju škodljivo, sedaj pa se pojavlja samostojno na mestu H13. Zato se je prejšnja vrsta H13 (odpadki, ki pri ravnanju emitirajo druge snovi) preselila na mesto H15, da je lahko ekotoksičnost (H14) ostala na prejšnjem mestu.

Revizija metod za določanje posameznih vrst nevarnosti

Metode za ugotavljanje stopnje raznovrstnih nevarnosti snovi (vključno odpadnih) so se v zadnjih desetletjih močno razvile. Posebno sta se razvili toksikološka in ekotoksikološka veda, ki sta naj pomembnejši za napovedovanje potencialnih vplivov odpadkov na okolje (nevarnosti H 5-7 in H 9-11 ter 14-15). Referenčna uredba, ki predpisuje postopke o ravnanju z nevarnimi snovmi, je leta 2008 upeljala računsko (aditivno) metodo za določanje skupnega vplivanja komponent v zmesi na človeka in druge organizme (v vodi, v prsti). Do tedaj je namreč metoda vsako snov obravnavala kot edino

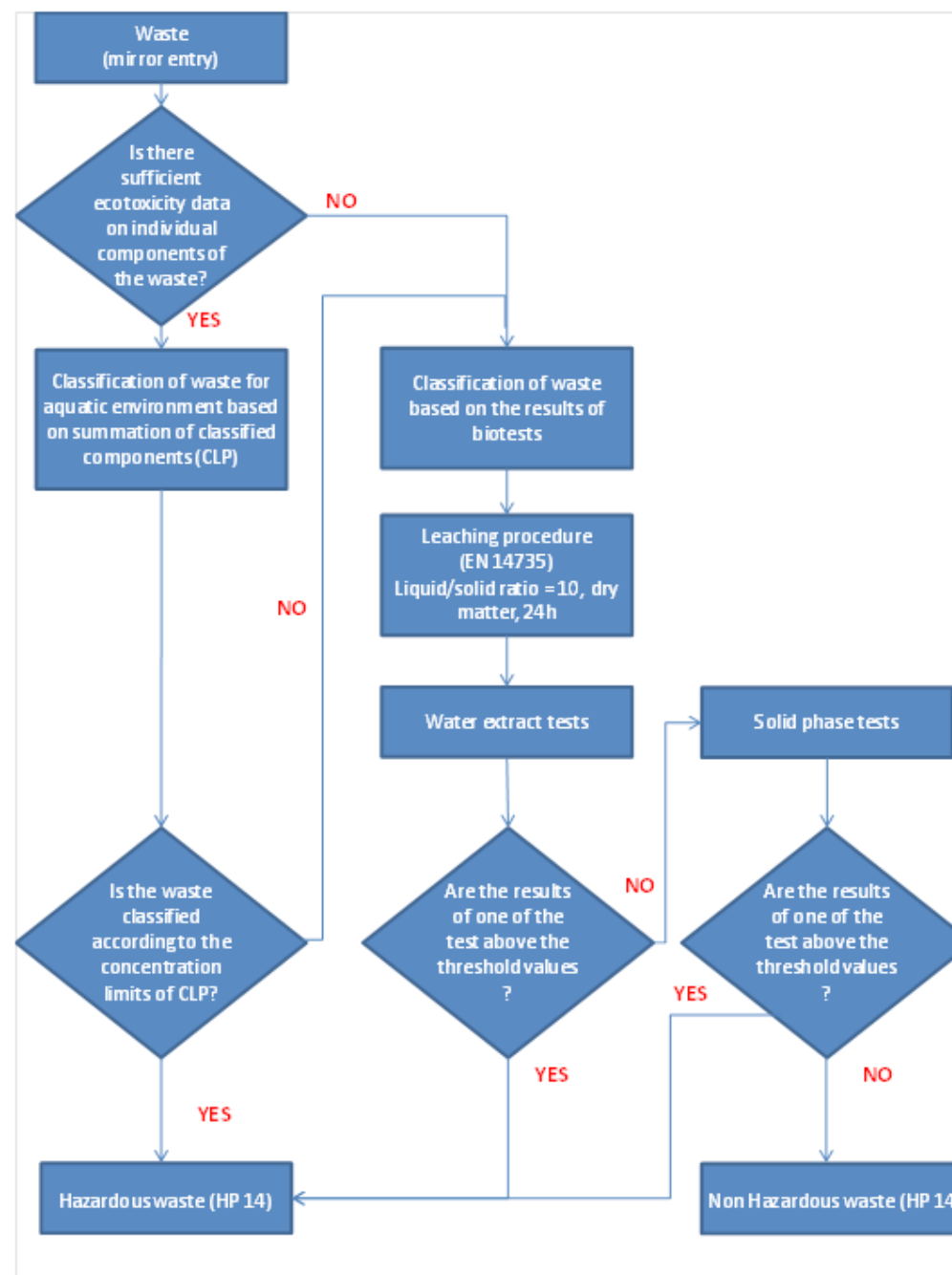
prisotno, zdaj pa so dali vsaki snovi svojo težo. To je tembolj pomembno za odpadke, ki so praviloma zmes več škodljivih snovi. V delovni skupini še vedno poteka razprava, ali tudi na področju odpadkov uvesti razmeroma zapleten sistem izračunavanja povprečne strupenosti in ekotoksičnosti (tako akutne kot kronične) iz kemijsko-analizo ugotovljenih vsebnosti nevarnih sestavin, kot je to predpisano za pripravke. Nova metoda poleg dosedanjih splošnih mejnih koncentracij vnaša snovno-specifične korektorne faktorje (M-faktorji) oz. za ciljne organe specifične koncentracije, ki jih za škodljive snovi z evropskega seznama EINECS predpisuje aneks VI uredbe o razvrščanju nevarnih snovi.

Metoda je predvidena za odpadke z zrcalnim vpisom in vsebuje korake, kot je razvidno v preglednici 1. Če je sestava odpadka dobro znana, potem lahko uporabimo aditivno metodo. Če sestava ni znana, je lahko enostavneje uporabiti izbran nabor strupenostnih testov na odpadku in njegovem standardnem izlužku. V različnih državah se uporablja različne kombinacije vodnih in prstnih biotestov z ribami, vodnimi bolhami, raznimi algami, bakterijami in zemeljskimi črvi.

Pri uvajanju aditivne metode se pojavljajo problemi. Nova metoda za večino odpadkov še ni bila preverjena, zato se je bati, da bi to lahko imelo prevelik vpliv na sedanji status odpadkov (t. j. nesorazmerno povečanje števila nevarnih odpadkov). Sedanja metoda brez obteževanja se namreč smatra kot pre-pavšalna oz. premalo objektivna. Države članice se seveda bojijo povečanih stroškov ravnanja ter pomanjkanje naprav za njihovo ravnanje. Zato je stališče delovne skupine, da se za določen čas odgodi uvajanje metode, dokler se na zadostnem številu najpogostejših odpadkov metoda ne preskusi in oceni gospodarske posledice tako dobljenih rezultatov.

Do sedaj je bila sistematično preskušena na 1508 vzorcih pepelov iz evropskih sežigalnic odpadkov, ki pa jim dosedanjega statusa nenevarnih odpadkov z uporabo novih mejnih koncentracij in aditivnega načina njihovega vrednotenja škodljivosti iz prispevkov zelo številnih sestavin niso spremenili. Nekateri drugi rezultati kažejo na poslabšanje dosedanjega statusa ne-nevarnega odpadka v primeru, ko so prisotne številne težke kovine. Pri tem se šteje, kot da je celotna vsebnost težkih kovin biorazpoložljiva. Dodaten problem predstavlja speciacija oksidacijskih stanj, v katerih se pojavljajo nekatere kovine in v odpadkih navadno ni poznana. Vsebnost organskih snovi statusa nevarnosti z uporabo nove metodologije (upoštevanje M-faktorjev) praviloma ne spremeni. Prav tako so doslej ugotovili zanemarljivo število snovi, ki delujejo specifično le na določen organ. Intenzivnost ekotoksičnosti torej določa predvsem vsebnost in sestava težkih kovin. Tudi opažajo, da je ekotoksičnost najpogostejša nevarnost, ki opredeljuje odpadke kot nevaren, medtem ko so številne vrste nevarnosti le redko relevantne.

Razpredelnica 1: Algoritem določanja ekotoksičnosti odpadka



Viri in literatura

1. Council Directive 75/442/EC on waste, 1975; Directive 2008/98/EC on waste, 2008
2. Directive 67/548/EEC on dangerous substances, 1967; Council Directive 92/32/EEC ... related to classification, packaging and labelling of dangerous substances, 1992
3. Decision 94/3/EC, establishing a list of waste, 1994; Decision 2000/532/EC as regard the list of waste, 2000; Commission Decision 2001/118/EC amending Decision 2000/532/EC as regard the list of waste, 2001
4. Council Directive 91/689/EEC on hazardous waste, 1991; Council Decision 94/31/EC establishing list of hazardous waste, 1994
5. European Commission, Directorate General Environment, Expert Working Group - European Waste List, official communications between group members, 2009-2013

ODPADKI KOT VIR ZA ZELENE BETONE

» Doc.dr. Ana MLADENOVIC¹

» Zvonko COTIČ²

» Dr. Aljoša ŠAJNA¹

¹Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana
ana.mladenovic@zag.si
aljosa.sajna@zag.si

²Structum, d.o.o., Tovarniška cesta 26, 5270 Ajdovščina, Slovenija
zvonko.cotic@structum.si

Povzetek

Zaradi visokega ogljičnega odtisa konvencionalnih betonov je nujen pospešen razvoj in aplikacija zelenih betonov. Eden od možnih pristopov k izdelavi bolj trajnostnih betonov je zamenjava določenega deleža cementa z vezivi na osnovi odpadkov ali zamenjava dela naravnega agregata z alternativnimi agregati. V prispevku je predstavljen del raziskav, ki potekajo v okviru kompetenčnega centra TIGR (Trajnostno in inovativno gradbeništvo) in se nanašajo na uporabo gradbenih ruševin in treh industrijskih odpadkov (jeklarska žlindra, livarski pesek in elektrofiltrski pepel) v betonih. Po detajlni karakterizaciji odpadkov so bile projektirane poskusne recepture betonov z različnimi razmerji med osnovnimi sestavinami in dodatki. Analizirane so bile mikrostrukturne in mehansko-fizikalne lastnosti betonskih kompozitov v svežem in strjenem stanju. Ker nekateri od uporabljenih odpadkov niso inertni, je bila analizirana tudi kemična sestava izlužkov iz betonov. Ugotovljeno je bilo, da je možno z ustreznim pristopom izdelati kakovostne betone za različno končno rabo, ki jih je možno vgrajevati z obstoječo tehnologijo, so dovolj odporni na zunanje vplive, okoljsko inertni in sprejemljivi tudi z ekonomskega vidika.

Ključne besede: zeleni betoni, industrijski in gradbeni odpadki.

Abstract

Due to the high carbon footprint of conventional concrete, an accelerated development and application of green concrete is urgent. One of the possible approaches to developing more sustainable concrete is to replace a certain portion of cement with waste-based binders or to replace a portion of the natural aggregate with alternative aggregates. This paper presents a part of the research taking place within the competence center TIGR (Sustainable and Innovative Construction) and relates to the use of construction rubble and three types of industrial waste (steel slag, foundry sand and fly ash) in concrete. After detailed characterization of waste, experimental formulations of concrete have been designed with different ratios of basic components and admixtures. Microstructural as well as mechanical and physical properties of concrete composites in fresh and hardened state were determined. As some of the waste was not inert, a chemical analysis of leachate from concrete was also performed. It has been determined that it is possible to produce various types of concrete of acceptable quality for different end uses, which can be placed using existing technologies and are sufficiently resistant to external influences, are environmentally inert and also commercially viable.

Key words: green concrete, building rubble, industrial waste.

UVOD

Odpadek v kontekstu, da je »odpadek vsaka snov ali predmet, ki ga povzročitelj ne more ali ne želi uporabiti sam«, pomeni veliko verjetnost, da je to odlična surovina za nekoga, ki ima za uporabo tega materiala ustrezno znanje, tehnologijo in tržišče. Gradbeništvo je idealno področje za uporabo različnih odpadkov, predvsem iz dveh razlogov: (i) na tem področju je možno porabiti velike količine materialov, (ii) v primerih, ko gre za neinertne odpadke, je z različnimi vezivi ali postopki toksične komponente možno trajno fiksirati in imobilizirati. Enega največjih sinergijskih učinkov zagotavlja implementacija gradbenih in industrijskih odpadkov v betonih. Takšno simbiozo omogoča tudi količinski vidik ponudbe in povpraševanja. Beton je namreč danes najpomembnejši gradbeni material. Ocenjuje se, da v svetovnem merilu letna proizvodnja znaša 1 kubični meter na prebivalca (1). Preprosta tehnologija proizvodnje, enostavna vgradnja, velika možnost obdelave, nizka cena ter visoka trdnost in trajnost omogočajo njegovo široko uporabo. V bližnji prihodnosti ni videti materiala, ki bi ga lahko nadomestil.

Beton je s trajnostnega vidika sicer kontroverzen material, kar je posledica dejstva, da je proizvodnja cementa energijsko zahtevna in da 1 tona cementa generira 1 tona CO₂, kar predstavlja 7 % vseh svetovnih emisij. Beton zato nujno mora postati zelen. Za zmanjšanje skupnega ogljičnega odtisa sta na razpolago dva pristopa: (i) zame-

njava dela cementa z drugimi vezivi, običajno na osnovi odpadkov ali (ii) zamenjava dela ali celotne količine naravnega agregata z alternativnimi. Pričakuje se, da bo novi kompozit imel vsaj enako trajnost in funkcionalnost kot konvencionalni.

Stopnja recikliranja in/ali uporabe industrijskih odpadkov in gradbenih odpadkov v Sloveniji je nizka in ne presega 15 do 20 %, torej so na razpolago velike količine materialov, ki so potencialna surovina za zelene betone.

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati raziskav štirih tipov zelenih betonov, treh z industrijskimi odpadki in eden z gradbenimi odpadki.

REZULTATI RAZISKAV

Vhodni materiali

- Jeklarska žlindra; iz proizvodnje legiranih jekel in postopkov sekundarne metalurgije (laično imenovana bela žlindra, uradno EAF S in SMS žlindra), ki zaradi mineraloške pretvorbe ni stabilna, velik del se pretvori v prah. Ni inertna, obremenjena s kovinami, zlasti Cr, Mo in občasno Ba. Velik del te žlindre se v svetu še vedno odlaga, le nekatere jeklarne imajo vzpostavljen postopek za vračanje v elektroobložno peč. V Sloveniji se ta žlindra še vedno odlaga na deponije.
- EF pepel; nastaja pri kurjenju premoga v termoelektrarnah, njegove lastnosti in s tem uporabnost je odvisna od vrste kuriva in od temperature v kurišču. Ima puco-lanske lastnosti in če je dovolj drobno zrnat in je v njem dovolj aktivne steklaste faze, je odlična zamenjava dela konvencionalnega veziva.
- Livarski pesek; nastaja v livarnah in predstavlja kremenov pesek, ki je skupaj s fenolno smolo tvoril kalup za ulitke. Po končanem procesu kalup razpade, pesek se nato še nekajkrat reciklira za isti namen, nato postane odpadek.
- Reciklirani agregat; agregat, ki nastane s predelavo gradbenih ruševin. Vrsta in kakovost ruševin, stopnja ločevanja pri rušenju in način predelave v agregat so parametri, ki določajo kakovost recikliranega agregata. Za zelene betone so najbolj primerne agregati iz betonskih ruševin, čeprav je tudi z drugimi tipi recikliranih agregatov možno izdelati betone sprejemljive kakovosti za določen namen uporabe.

Razvoj receptur

Ključni cilj razvoja receptur je uporaba čim večje količine industrijskih in gradbenih odpadkov v zelenih betonih. V prvi fazi razvoja receptur so bili najprej izbrani industrijski in gradbeni odpadki z visokim potencialom za aplikacijo v zelene betone. V drugi fazi je bil raziskan vpliv zamenjave različnih deležev cementa in različnih deležev agregata. V tretji fazi so bili na laboratorijskem nivoju izdelani zeleni betoni z izbranimi odpadki in jim določili lastnosti v svežem in strjenem stanju. Četrta faza, ki še poteka, je namenjena raziskavi obstojnosti oziroma trajnosti teh kompozitov na degradacijske procese.

Pri določanju sestav zelenih betonov sta bila glede na nameravan namen uporabe postavljena dva robna pogoja in sicer: (i) konsistenca S4 (160 mm do 210 mm) po 30 minutah in stopnji izpostavljenosti XC1 in XC2 ter (ii) stopnjo odpornosti proti prodoru vode PV II.

Oznake betonov pomenijo:

- BET-E; Etalonski beton, sestavljen iz drobljenega naravnega agregata skupne zrnivosti 0/16, mm, cementa CEM I, kemijskega dodatka na osnovi polikarboksilatov in vode,
- BET-P; Beton, kjer je zamenjano 25 mas % cementa z elektrofiltrskim pepelom,
- BET-Z; Beton, kjer je zamenjano 6 mas % kamenega agregata z belo žlindro iz dveh različnih jeklarn in z različnimi tehnološkimi postopki predelave (oznaka BET-Z1 po mokrem postopku in BET-Z2 po suhem postopku),
- BET-LP; Beton, kjer je zamenjano 10 mas % kamenega agregata z livarskim peskom,
- BET-RA; Beton, kjer je zamenjano 30 mas % naravnega agregata z recikliranim agregatom iz drobljenega betona.

Lastnosti betonov

Skladno z veljavnimi standardi so bile določene osnovne lastnosti svežega betona: konsistenca (3), vsebnost zraka (4) in gostota (5) ter strjenega betona: gostota (6), tlačna trdnosti (7), zrakopropustnost (8), kapilarna vodovpojnost (9), krčenje (10) in odpornost na karbonatizacijo (11). Rezultati so podani v tabelah 1 in 2.

Tabela 1: Lastnosti svežega betona

Sestava	Posed po 30 min. (mm)	Vsebnost zraka (%)	Gostota (kg/m ³)
BET-E	170 – 180	2,8 – 2,9	2400 – 2376
BET-P	180 – 200	2,9 – 3,4	2370 – 2360
BET-Z1	190 – 200	2,6 – 3,6	2380 – 2317
BET-Z2	165 – 190	4,3 – 4,4	2370 – 2344
BET-LP	200	3,0	2386
BET-RA	190	4,8	2294

Lastnosti svežih betonov, predvsem njihova konsistenca (obdelavnost) je enaka konsistenci običajnih črpnih betonov, zato je proizvodnja, transport in vgradnja teh zelenih betonov možna z enakimi sredstvi, kot se uporabljajo pri delu z običajnimi betoni. Ti zeleni betoni za izvajalca betonerskih del torej ne predstavljajo nobenih dodatnih izzivov ali težav.

Tabela 2: Lastnosti strjenega betona

Sestava	Gostota 28 dni (kg/m ³)	Tlačna trdnost 28 dni (MPa)	Tlačna trdnost 56 dni (MPa)	Prodor vode 28 dni (mm)	Zrakopropustnost kT (10-16 m ²)	Kapilarna vodov. (kg/(m ² h1/2))	Globina karbon. (mm)	Skrček (mm)
BET-E	2383	41,6	42,3	22	0,020	0,46	12,6	-0,427
BET-P	2376	39,7	42,6	22	0,016	0,52	19,9	-0,393
BET-Z1	2335	37,3	41,1	21	0,009	0,62	20,8	-0,550
BET-Z2	2370	32,7	41,6	19	0,029	0,64	15,5	-0,543
BET-LP	2370	35,7	42,8	19	-	0,48	23,9	-0,427
BET-RA	2300	45,3	46,4	18	-	-	-	-

Vsi zeleni betoni, proizvedeni iz industrijskih in gradbenih odpadkov, dosegajo dovolj visoke trdnosti in izkazujejo zadostno obstojnost na vplive okolja, da jih lahko uvrstimo v stopnje izpostavljenosti XC4, XD2, XS2 in XA2, kar pomeni, da so primerni za vse konstrukcijske elemente, ki niso izpostavljeni zmrzovanju/tajanju, kloridom, mehanski obrabi površine ali kemijsko močno agresivnemu okolju (po SIST EN 206-1 (12) in SIST 1026 (13)). Ti betoni so primerni za vse elemente stavb (stebri, plošče, preklade) ter inženirskih objektov (npr. temelji in piloti mostov), ki so zaščiteni pred atmosferskimi vplivi.

Kemična analiza izlučkov iz kompozitov, vrednotenih v skladu s kriteriji za inertnost, kažejo, da so koncentracije posameznih kritičnih elementov ali spojin daleč pod mejnimi vrednostmi, ki jih predpisuje zakonodaja.

ZAKLJUČEK

Koncept trajnostnega razvoja v gradbeništvu zahteva, da sedanja generacija živi tako, da bodo tistim, ki prihajajo za nami, omogočene podobne življenjske razmere in da jim bomo zapustili minimalno degradirano okolje. Uporaba odpadkov je ena od aktivnosti, ki je v skladu s tem konceptom. Odpadki so surovina in številne od njih se z obstoječim znanjem in tehnologijo v gradbeništvu že rutinsko uporablja. Za nekatere, slabše raziskane, intenzivne raziskave potekajo. Slovenska gradbeniška stroka spremlja in sledi dobre prakse v svetu, glede na specifično materialov razvija tudi svoje lastne rešitve in proizvode. Izvor ali ime materiala ni pomembno, kar šteje, so lastnosti in rezultati.

ZAHVALA

Predstavljene raziskave so bile izvedene v okviru Kompetenčnega centra TIGR (Trajnostno in inovativno gradbeništvu), ki ga financira Ministrstvo za izobraževanje, kulturo, znanost in šport, v okviru pogodbe št. 3211-10-000465.

Viri in literatura

1. Cement Association of Canada, <http://www.cement.ca/>
2. SIST EN 12350-2 Preskušanje svežega betona – 2. del: Preskus s posedom stožca
3. SIST EN 12350-7 Preskušanje svežega betona – 7. del: Vsebnost zraka – Metode s pritiskom
4. SIST EN 12350-6 Preskušanje svežega betona – 6. del: Gostota
5. SIST EN 12390-7 Preskušanje strjenega betona – 7. del: Gostota strjenega betona
6. SIST EN 12390-3 Preskušanje strjenega betona – 3. del: Tlačna trdnost preskušancev
7. SIA 262/1 Betonbau – Ergänzende Festlegungen, Anhang E: Luftpermeabilität am Bauwerk
8. SIST EN 13057 Proizvodi in sistemi za zaščito in popravilo betonskih konstrukcij – Preskusne metode – Določevanje kapilarne vpojnosti
9. JUS U.M1.029:1983 Određivanje zapreminskih deformacija
10. FprCEN/TS 12390-12: 2010 – Preskušanje strjenega betona – 12. del: Določitev potencialne odpornosti betona proti karbonatizaciji: Pospešena metoda karbonatizacije
11. SIST EN 206-1 Beton – 1.del: Specifikacija, lastnosti, proizvodnja in skladnost
12. SIST 1026 Beton – 1. del: Specifikacija, lastnosti, proizvodnja in skladnost – Pravila za uporabo
SIST EN 206-1

SEKCIJA 2



Ločeno zbiranje odpadkov in njihova predelava



VPLIV SPREMENJENEGA NAČINA ZBIRANJA KOMUNALNIH ODPADKOV IN KOMUNICIRANJA Z UPORABNIKI NA REZULTATE LOČENEGA ZBIRANJA

» Igor PETEK, svetovalec direktorja

» Nina SANKOVIČ, svetovalka za odnose z javnostmi

Snaga, javno podjetje, d. o. o., Ljubljana, Povšetova 6
igor.petek@snaga.si
nina.sankovic@snaga.si

Povzetek

V Mestni občini Ljubljana in devetih primestnih občinah je javno podjetje Snaga v letu 2012 začelo temeljito spreminjati način zbiranja komunalnih odpadkov. Kljub dovršenemu sistemu zbiranja ločenih frakcij na zbiralnicah smo zaradi novih zakonodajnih zahtev, usklajenih z EU direktivo o odpadkih, presodili, da predpisanih ciljev brez sprememb sistema ne bomo dosegli. Na območju, kjer po uradnih podatkih v približno 143.000 gospodinjstvih živi približno 367.000 prebivalcev, smo zato pri vseh uporabnikih namestili (dodatne) zabojnike za embalažo, v MOL pa tudi zabojnike za papir, in zmanjšali pogostnost odvoza mešanih komunalnih odpadkov.

V članku smo uvajanje sprememb prikazali iz dveh medsebojno prepletenih vidikov: prvi je nadgradnja sistema in uvajanje sprememb, kar še poteka, drugi pa spremljajoče komuniciranje ter spremljanje odziva naših uporabnikov.

Ključne besede: zbiranje komunalnih odpadkov, embalaža, ločene frakcije komunalnih odpadkov, komuniciranje.

Abstract

The company Snaga collects waste in the area of the Municipality of Ljubljana (MOL) and the suburban municipalities Brezovica, Dobrova-Polhov Gradec, Dol pri Ljubljani, Horjul, Medvode, Škofljica and Velike Lašče on the basis of a combination of deposition system and door-to-door waste collection. In 2012 we introduced a simpler, more user-friendly method of collecting packaging which increased the collected quantities - we've distributed bins and containers for packaging. Using bins outside their buildings, residents collect residual, biological waste and packaging and paper (on demand, in MOL). At the same time Snaga reduced frequencies of removal of residual waste and thus motivate citizens to increase the separation of waste at origin. In this paper we show the pace of change in two interrelated aspects: the first is upgrading the collection system and the other supporting communication.

Key words: municipal waste collection, packaging, separate fractions, communication.

UVOD

Snaga v okviru dejavnosti zbiranja in prevoza odpadkov izvaja storitev rednega zbiranja in prevoza iz gospodinjstev ter pogodbeni odvoz odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvenih dejavnosti. Redni odvoz odpadkov iz gospodinjstev Snaga izvaja na območju Mestne občine Ljubljana, šestih občin družbenic Javnega holdinga: Brezovica, Dol pri Ljubljani, Dobrova-Polhov Gradec, Horjul, Medvode in Škofljica ter občin Velike Lašče, Ig in Vodice.

PRVI KORAK: ANALIZA STANJA

V okviru dejavnosti zbiranja in prevoza mešanih komunalnih odpadkov je v letu 2010 začel teči projekt optimizacije in racionalizacije procesa. Prva faza projekta je obsegala analizo prednosti in slabosti na področju logistike zbiranja ter prevoza mešanih komunalnih odpadkov, primerjavo (benchmarking) s sorodnimi avstrijskimi in nemškimi podjetji ter predlog sprememb z oceno učinkov na poslovanje. Zaključno poročilo smo pripravili decembra 2010, v letu 2011 pa smo začeli z izvajanjem nekaterih ukrepov optimizacije v kombinaciji z ukrepi, ki jih terja nova zakonodaja na področju ravnanja z odpadki.

Analiza je pokazala nekatere prednosti in slabosti pri izvajanju storitev, in sicer glede:

1. časa zbiranja na enoto zabojnika,
2. izpraznjenih zabojnikov na vozilo in dan,

3. količine zbranih komunalnih odpadkov (ki je občutno nižja na vozilo na dan v primerjavi z drugimi podjetji),
4. posledice majhne prostorninske gostote (kg/m^3),
5. povprečne prostornine zabojnikov.

Tabela 1: **Analiza prednosti in slabosti na področju zbiranja in odvoza mešanih komunalnih odpadkov** (primerjava podjetja Snaga d.o.o. s primerljivimi podjetji pri zbiranju komunalnih odpadkov)

	Parameter	enota	Snaga - opazovano območje	Primerljiva podjetja
1	Št. izpraznjenih zabojniških enot na vozilo na dan	ZE/vozilo/dan	621	600-1000
2	Št. izpraznjenih zabojniških enot na zaposlenega na dan	ZE/delavca./dan	310	300-500
3	Teža zbranih odpadkov na vozilo	t/vozilo/dan	10,4	14-18
4	Povprečna napolnjenost vozila	%	80	70-85

V okviru prve faze projekta smo raziskali možnosti izboljšanja procesa zbiranja komunalnih odpadkov z masovnim odvozom in ugotovili, da:

1. je prostornina zabojnika za mešane komunalne odpadke na prebivalca na področju Snage največja med primerljivimi območji (Snaga 75 litrov/preb., drugje 21 do 49 litrov/preb.);
2. je specifična teža mešanih komunalnih odpadkov v zabojnikih pri uporabnikih bistveno manjša kot pri primerljivih mestih (Snaga $64 \text{ kg}/\text{m}^3$, drugod 73 do $155 \text{ kg}/\text{m}^3$);
3. je število enot zabojnikov, izpraznjenih na zaposlenega, manjše kot drugod (Snaga 207 enot/zap./dan, drugod 259 enot/zap./dan);
4. so logistični stroški mnogo nižji kot drugod (Snaga $52\text{€}/\text{t}$, drugod $84\text{€}/\text{t}$);
5. je letni strošek za vozila zelo sprejemljiv ($46.876 \text{ €}/\text{leto}$);
6. se dvoosna vozila praviloma učinkovito polnijo pred prevozom na odlagališče (več kot 85 %), triosna pa praviloma slabše (62 %);
7. je delež ločeno zbranih frakcij manjši kot na primerljivih območjih;
8. je v primerljivih mestih delež uporabljenih zmogljivejših specialnih tovornih vozil za zbiranje (3- in 4-osna vozila) večji kot na področju Snage;
9. je učinkovitost Snaginih ekip glede na normirane podatke večja kot na primerljivih območjih.

(Povzeto po INFA, 2010.)

POSTAVITEV CILJEV

Že pri pregledu stanja smo ugotovili, da je treba bistveno dvigniti tudi ciljne vrednosti pri ločenem zbiranju komunalnih odpadkov. EU direktiva predpisuje 50-odstotni delež vseh recikliranih odpadkov (tudi komunalnih). Ocenili smo, da bi morali za doseganje tega cilja ločeno zbrati približno 65 odstotkov vseh odpadkov.

Aprila 2011 smo ločeno zbrali že približno 30 odstotkov ločenih frakcij (ločeno zbiranje bioloških odpadkov na zbirnih mestih in ločeno zbiranje papirja ter papirne embalaže, mešane embalaže in votle steklene embalaže na več kot 2.700 zbiralnicah) na območju delovanja Snage.

Rezultati sejalnih analiz pri razvrščanju odpadkov so pokazali, da je bilo v Snaginih zabojnikih za preostanek odpadkov (mešani komunalni odpadki) še vedno prostorninsko več kot 75 odstotkov odpadkov, ki tja niso spadali, pač pa bi morali biti odloženi v zabojnike za ločeno zbrane frakcije.

Tabela 2: Rezultati sejalnih analiz sestave mešanih komunalnih odpadkov pred uvedenimi spremembami

Opis frakcije v mešanih komunalnih odpadkih	delež (%)
papir in lepenka, vključno z embalažo iz papirja in lepenke	16,63 %
naravni les, lubje, slama in druga zelena biomasa	3,10 %
kuhinjski odpadki	16,69 %
obdelan les, vključno z embalažo iz lesa	0,30 %
plastika in sestavljeni materiali iz plastike, tekstil	42,58 %
steklo, kovine in druge negorljive snovi (odpadna EE oprema, baterije ipd.)	6,39 %
skupaj sortirano	85,70 %
drugo	14,30 %

Na osnovi analiz in podatkov smo oblikovali **načrt spreminjanja sistema zbiranja komunalnih odpadkov**, ki z vidika uporabnika temelji na:

- opremljanju zbirnih mest z zabojniki za embalažo;
- opremljanju zbirnih mest v mestu Ljubljana z zabojniki za papir;
- zmanjševanju pogostnosti odvoza mešanih komunalnih odpadkov.

TEMELJNI CILJI SPREMINJENEGA SISTEMA ZBIRANJA KOMUNALNIH ODPADKOV

1. Uskladitev procesa zbiranja in odvoza komunalnih odpadkov z zakonodajnimi zahtevami ter povečanje zbranih količin ločenih frakcij za 20.000 ton na leto.
3. Bistveno zmanjšanje količine odloženih odpadkov.
2. Optimizacija procesa odvoza, ki zmanjšuje stroške in vodi do pozitivnega poslovanja dejavnosti.
3. Obdržati zadovoljstvo uporabnikov na obstoječi ravni oziroma ga povečati.

SPREMENJEN SISTEM ZBIRANJA LOČENIH FRAKCIJ

Z (dodatnimi) zabojniki za embalažo, ki jih je Snaga razdelila v 2012, in zabojniki za papir, ki smo jih v MOL razdelili do pomladi 2013, skušamo vsem uporabnikom olajšati ločeno zbiranje odpadkov in tiste, ki še ne ločujejo, v ločevanje tudi usmeriti.

Po novem so pri vsaki stavbi torej največ štiri različni tipi zabojnikov: za mešane komunalne odpadke/preostanek odpadkov, za biološke odpadke, za embalažo in za papir. Zabojnik za biološke odpadke lahko gospodinjstvo nadomesti z lastnim kompostnikom. Na novo smo zasnovali tudi odvoz odpadkov, glavna sprememba pa so manj pogosti odvozi preostanka odpadkov.

Mešane komunalne odpadke/preostanek odpadkov po novem odvažamo bodisi na tri tedne (gospodinjstva in podjetja v soseskah s pretežno individualnimi objekti) bodisi tedensko (večja podjetja in blokovska naselja v strnjeni gradnji, bloki).

Embalažo odvažamo bodisi na tri tedne (soseske oziroma naselja s pretežno individualnimi objekti) bodisi tedensko (blokovska naselja in zbiralnice v strnjeni gradnji).

Papir z zbirnih mest pri uporabnikih (takšno zbiranje je omogočeno zgolj v MOL) odvažamo na enak način kot embalažo.

Sistema odvoza bioloških odpadkov in stekla nismo bistveno spreminjali.

OPERATIVNE AKTIVNOSTI PRI VPELJAVI SPREMEMB

Aktivnosti lahko razdelimo v štiri sklope:

- **aktivnosti znotraj podjetja** (objava razpisa za dobavo zabojnikov - 170.000€ prihranka na pogojanjih), redna komunikacija z vozniki in komunalnimi delavci na temo sprememb, izobraževanje zaposlenih za posamezne izvedbene naloge, namestitev opreme za spremljanje poti, redne delavnice za delovodje, načrtovanje in priprava novih območij, priprava razporeda vozil za zbiranje odpadkov, priprava urnikov zbiranja komunalnih odpadkov, priprava programskih rešitev za izvedbo obračuna skladno z novimi pravili, priprava splošnega urnika zbiranja komunalnih odpadkov in urnikov za posamezne primestne občine, priprava tarifnika in elabo-

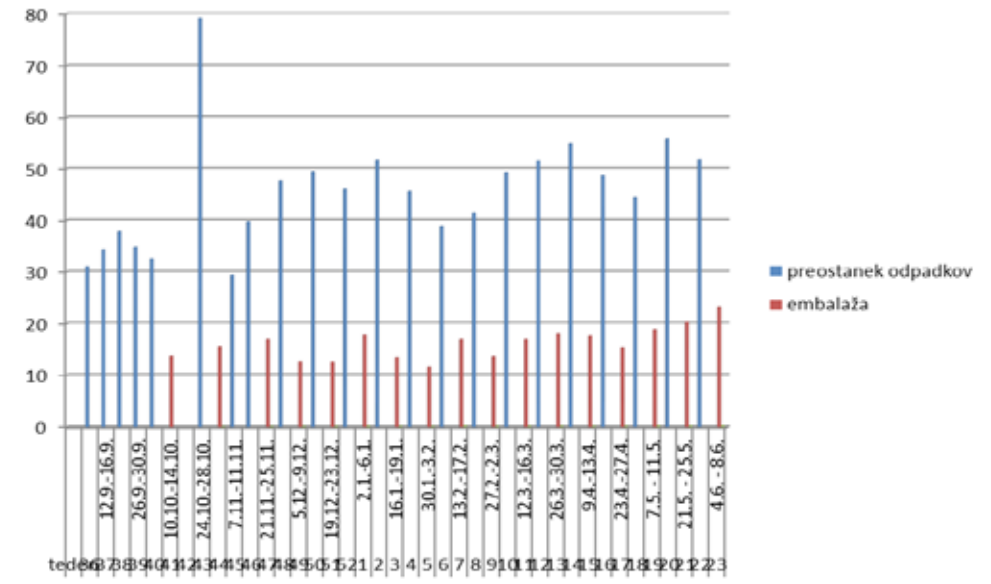
ratov za nove cene; predstavitev vseh sprememb vsem zaposlenim ter predstavniškim skupinam znotraj podjetja);

- **sodelovanje oziroma aktivnosti z drugimi deležniki** (Oddelek za gospodarske dejavnosti in promet (OGDP) MOL pripravi besedilo novega Odloka o zbiranju komunalnih odpadkov; vključitev Mestnega inšpektorata in nekaterih medobčinskih inšpektoratov; izmenjava izkušenj glede optimizacije s Snago Maribor, na osnovi odloka v MOL priprava in sprejetje vseh občinskih odlokov o zbiranju (in prevozu) odpadkov);
- **dejavnosti na terenu** (razdeljevanje zabojnikov za embalažo in papir – zunanji izvajalec, prilagoditve števila ter prostornin zabojnikov v blokovskih soseskah, intenzivna komunikacija ter sodelovanje z upravniki);
- **komunikacija z uporabniki, mediji in drugimi javnostmi** (vsebinsko bogati in redno ažurirani spletni mesti, komunikacija prek Facebook profila, objave v tiskanih in spletnih medijih, radijske kampanje, obvestila na zadnji strani položnic, udeležba na različnih dogodkih, komunikacija prek Snaginega centra za pomoč in podporo uporabnikom itd.).

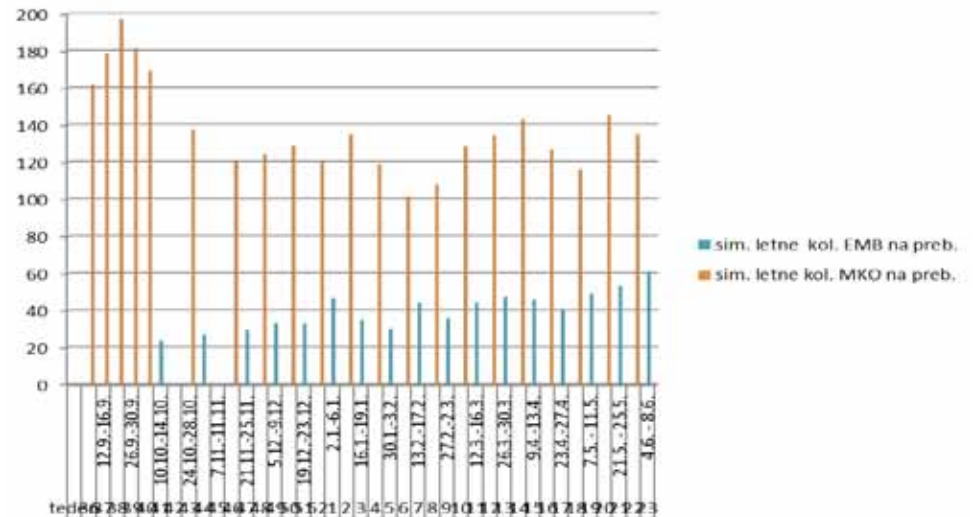
TESTNO OBMOČJE: OBČINA BREZOVICA

Spremenjen način ločenega zbiranja odpadkov je Snaga na območju občine Brezovica testno uvedla oktobra 2011. Povečane količine ločeno zbranih odpadkov in ustrezno zmanjšanje količine preostanka mešanih komunalnih odpadkov so pokazale, da gre za pravilno zasnovan model, ki prinaša odlične rezultate: količina ločeno zbrane frakcije embalaže se je na Brezovici povečala za 389 %, količina odloženih mešanih komunalnih odpadkov pa se je s tem zmanjšala za 29 %. Količina ločeno zbrane odpadne embalaže na Brezovici je ena izmed najvišje izkazanih v Sloveniji - Ljubljančani zberejo 22 kg, Vrhničani 40 kg, Brezovičani pa kar 60 kg odpadne embalaže na prebivalca. Izkušnje pridobljene v okviru brezoviškega testnega modela ločenega zbiranja odpadkov so Snagi služile pri oblikovanju in izvedbi novega načina ločenega zbiranja odpadkov na območju Ljubljane in preostalih primestnih občin.

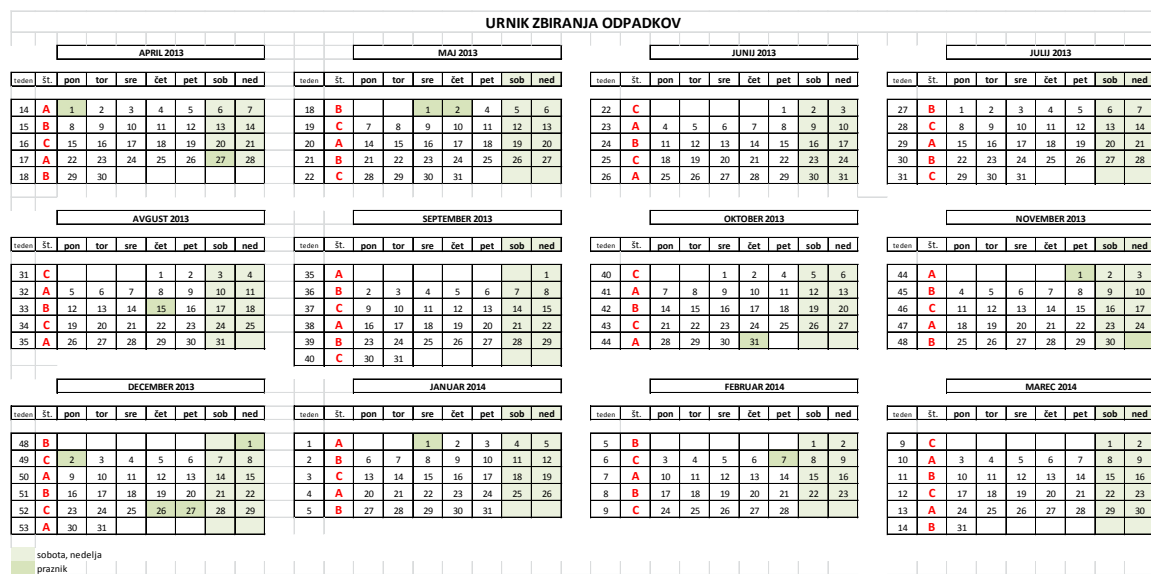
Slika 1: Količina zbrane embalaže in mešanih komunalnih odpadkov v občini Brezovica.



Slika 2: Simulacija letne količine zbrane embalaže in mešanih komunalnih odpadkov na prebivalca.



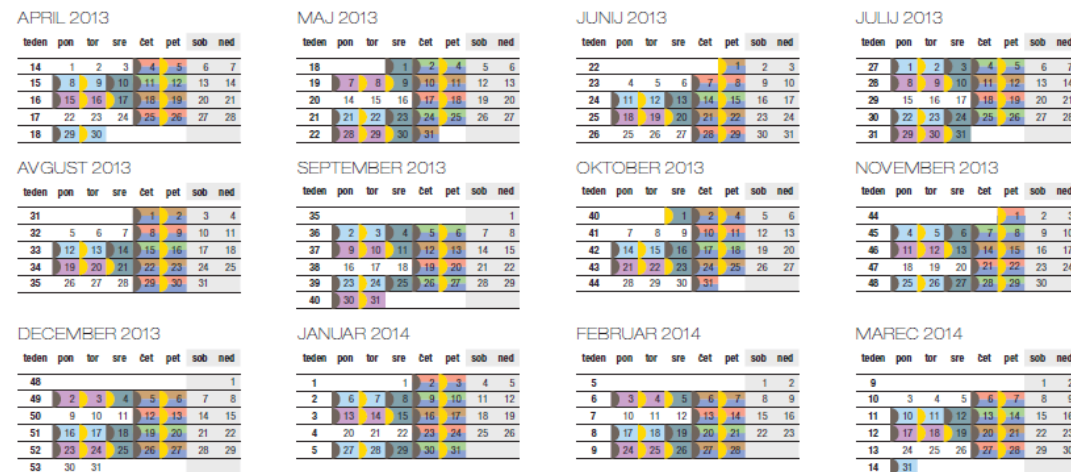
Slika 3 in 4: **Urniki zbiranja posameznih vrst komunalnih odpadkov. Urnik je sestavljen iz koledarja in seznama območij, ki je razdeljen na četrtne skupnosti (Mestna občina Ljubljana) in pristimne občine.**



PREOSTANEK KOMUNALNIH ODPADKOV	EMBALAŽA	PAPIR	PODROČJE
			Četrtna skupnost Šmarna Gora
pon C	tor C		del Tacna severno od Save (izvzete Kajakaška c., Rocenska ul. in Šmarna gora št. 4); Kajakaška c. 8, Šmartno do avtoceste
čet B	pet B		Sp. Gameljne, Sr. Gameljne, Zg. Gameljne, Rašica
pon B	tor B	sre A	Rocenska ul., Kajakaška c.

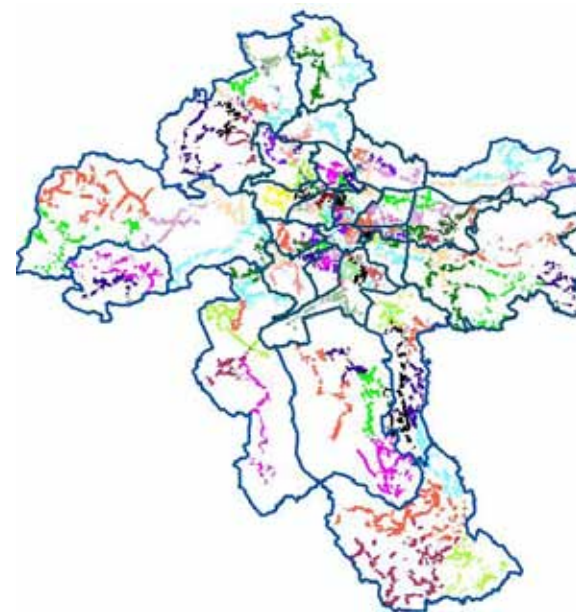
Slika 5: **Primer urnika odvoza za občino Brezovica. Poleg splošnega urnika smo pripravili še urnike za posamezne občine in četrtne skupnosti v MOL – skupaj 25 urnikov odvoza.**

URNIK ZBIRANJA ODPADKOV V OBČINI BREZOVICA



- LEGENDA:**
- Notranje gorice, Vnjarje gorice - Podpeška c. od št. 135 proti Podpeču do št. 394 z odcepji, Podovnica, Na peske 18
 - Naselje Brezovica desno od avtoceste gledano v smeri proti Vrhniki, Ul. Ivana Selana, Založnikova ul., Cesta v Log. Ul. Jožeta Kopitarja, Cesta na postajo od št. 44 dalje
 - Jezero, Plesivica, Podplešivica, Zabnica, Notranje Gorice od št. 394 (V Rojcu, Cesta na Log. V Kosov Laz, Podklin, Na peske)
 - del Brezovice od avtoceste proti Vnjarjem Goricam (razen Ulice Ivana Selana, Založnikova ul., Ceste v Log. Ulice Jožeta Kopitarja in Ceste na postajo od št. 44 dalje)
 - Kamnik pod Krimom, Podpeč, Prevalje pod Krimom, Goronica, OŠ Presejše
 - Podpeč od odsepa za Rakitno z odcepji, Presejše, Kamnik pod Krimom št. 64, 84, 85, 85b in 114; Dd. Brezovica, Gor. Brezovica, Rakitna
 - Dom starejših občanov Vnjarje Gorice
- embalaža
 - mešani komunalni odpadki
 - sobota, nedelja

Slika 6: **Nova območja pobiranja odpadkov na področju delovanja Snage (110 območij).**



PRVI REZULTATI UVEDENIH SPREMEMB

Tabela 3: Zbrani komunalni odpadki v MOL in devetih primestnih občinah po vrstah in letih: obdobje 2004 - junij 2012

	PAPIR	EMBALAŽA	STEKLO	BIO	DRUGO *	MEŠANI KOMUNALNI ODPADKI	VSI KOM. ODPADKI SKUPAJ
	masa (t)	masa (t)	masa (t)	masa (t)	masa (t)	masa (t)	masa (t)
2004	3.618	844	1.500		2.963	100.075	108.999,75
2005	4.263	958	1.727		3.575	99.001	109.524,00
2006	5.438	1.302	2.054	3.281	3.137	99.860	115.072,00
2007	6.398	1.584	2.327	7.969	4.287	96.887	119.452,00
2008	8.076	2.286	2.946	9.362	4.914	95.883	123.466,70
2009	9.245	3.132	3.520	10.913	4.319	88.955	120.084,50
2010	9.911	4.070	4.034	12.620	4.909	82.354	117.897,69
2011	9.718	5.550	4.712	15.687	6.592	71.648	113.907,00
2012/1. poll.	5.001	3.527	2.627	11.155	3.300	31.595	57.205,00
SKUPAJ	61.667	23.253	25.447	70.987	37.996	766.258	814.497

* kosovni odpadki, zbirni centri, zbiralnice nevarnih odpadkov, izsortirano pred odlaganjem...

Tabela 4: Rezultati ločenega zbiranja v masovnem odvozu za celotno področje delovanja podjetja – MOL in primestne občine (brez premične zbiralnice nevarnih odpadkov in zbirnih centrov) za leto 2012 in prva dva meseca 2013

LETO	PAPIR	EMBALAŽA	STEKLO	SKUPAJ	BIO	Zbiralnice	Gospodinjst	Smetarska vozila
2012	Skupaj	Skupaj	Skupaj	Zbiralnice	Skupaj	in BIO	odpadki	in ločeno zbiranje (t)
	Masa (kg)	Masa (kg)	Masa (kg)	Masa (kg)	Masa (kg)	Masa (kg)	Masa (t)	
Cilj								
Januar	886.220	557.760	422.120	1.866.100	966.520	2.832.620	5.171	8.003
Februar	731.860	491.090	447.600	1.670.550	899.820	2.570.370	4.636	7.206
Marec	869.810	596.110	406.060	1.871.980	1.494.110	3.366.090	5.709	9.075
April	865.170	613.870	427.120	1.906.160	1.347.250	3.253.410	5.227	8.480
Maj	797.770	650.130	511.170	1.959.070	1.709.010	3.668.080	5.721	9.389
Junij	850.460	618.220	412.700	1.881.380	1.621.030	3.502.410	5.131	8.633
Julij	837.980	672.220	396.310	1.906.510	1.695.930	3.602.440	4.926	8.528
Avgust	812.350	675.470	425.980	1.913.800	1.758.740	3.672.540	4.719	8.392
September	847.360	843.840	409.830	2.101.030	1.672.250	3.773.280	4.390	8.163
Oktober	1.022.250	1.059.680	533.310	2.615.240	1.902.860	4.518.100	5.116	9.634
November	882.930	1.029.090	444.340	2.356.360	1.709.610	4.065.970	4.709	8.775
December	865.970	976.680	416.530	2.259.180	1.148.600	3.407.780	4.284	7.692
SKUPAJ	10.270.130	8.784.160	5.253.070	24.307.360	17.925.730	42.233.090	59.739	101.972
Januar 13	868.860	1.093.670	587.440	2.549.970	1.300.890	3.850.860	4.279	8.130
Februar 13	737.140	899.390	379.380	2.015.910	936.270	2.952.180	3.730	6.682

Tabela 5: Rezultati ločenega zbiranja v masovnem odvozu za celotno področje delovanja podjetja – MOL in primestne občine (brez premične zbiralnice nevarnih odpadkov in zbirnih centrov) za leto 2012 in prva dva meseca 2013. Simulirana je letna količina na prebivalca (360.000 preb.)

LETO	PAPIR	EMBALAŽA	STEKLO	SKUPAJ	BIO	Zbiralnice	Gospodinjst	Skupaj
2012	Skupaj	Skupaj	Skupaj	Zbiralnice	Skupaj	in BIO	odpadki	
	sim. (kg/preb./leto)	sim. (kg/preb./leto)	sim. (kg/preb./leto)	sim. (kg/preb./leto)	sim. (kg/preb./leto)	sim. (kg/preb./leto)	sim. (kg/preb./leto)	sim. (kg/preb./leto)
Cilj	30	45	18		65		150	308
Januar	30	19	14	62	32	94	172	267
Februar	24	16	15	56	30	86	155	240
Marec	29	20	14	62	50	112	190	303
April	29	20	14	64	45	108	174	283
Maj	27	22	17	65	57	122	191	313
Junij	28	21	14	63	54	117	171	288
Julij	28	22	13	64	57	120	164	284
Avgust	27	23	14	64	59	122	157	280
September	28	28	14	70	56	126	146	272
Oktober	34	35	18	87	63	151	171	321
November	29	34	15	79	57	136	157	292
December	29	33	14	75	38	114	143	256
SKUPAJ	29	24	15	68	50	117	166	283
Januar 13	29	36	20	85	43	128	143	271
Februar 13	25	30	13	67	31	98	124	223

Tabela 6: Rezultati ločenega zbiranja v masovnem odvozu za celotno področje delovanja podjetja – MOL in primestne občine (brez premične zbiralnice nevarnih odpadkov in zbirnih centrov) za leto 2012 in prva dva meseca 2013. Simulirana je letna količina na prebivalca (360.000 preb.)

LETO	Delež	Delež	Delež	Delež	MKO	LZF	EMB
2012	ločeno zbrani	zbiralnice	BIO	BIO/MKO	2012/2011	2012/2011	2012/2011
	skupaj zbrani	skupaj zbrani	skupaj zbrani				
Januar	35,394	23,317	12,077	18,69%	84,75%	132,33%	144,43%
Februar	35,668	23,182	12,486	19,41%	86,46%	131,45%	140,04%
Marec	37,092	20,628	16,464	26,17%	85,22%	121,52%	133,99%
April	38,364	22,477	15,887	25,77%	81,99%	112,38%	145,29%
Maj	39,068	20,865	18,202	29,87%	87,45%	120,75%	136,94%
Junij	40,568	21,792	18,776	31,59%	75,59%	105,35%	132,93%
Julij	42,240	22,355	19,886	34,43%	95,32%	114,21%	150,78%
Avgust	43,765	22,806	20,958	37,27%	82,75%	105,14%	140,89%
September	46,223	25,738	20,485	38,09%	74,74%	111,74%	164,28%
Oktober	46,897	27,146	19,751	37,19%	87,44%	140,87%	189,02%
November	46,336	26,853	19,483	36,31%	82,30%	128,93%	204,35%
December	44,304	29,371	14,933	26,81%	78,42%	116,80%	177,26%
SKUPAJ	41,416	23,837	17,579	30,01%	83,38%	119,22%	156,91%
Januar 13	47,37	31,37	16,00	30,4%	70,1%	179,9%	283,2%
Februar 13	44,18	30,17	14,01	25,1%	69,6%	151,0%	256,5%

Ugotovitve:

1. Iz zbranih podatkov je razvidno, da so se z uvedbo spremenjenega zbiranja komunalnih odpadkov količine ločeno zbranih odpadkov pomembno povišale.
2. Z uvedbo ločenega zbiranja embalaže pri uporabnikih oziroma na zbirnih mestih so se občutno izboljšali tudi rezultati drugih ločeno zbranih frakcij.
3. Uporabniki (predvsem zaradi spreminjanja vloge in pomena zbiralnic) izražajo pobude za poenostavljeno oziroma njim bližje zbiranje še drugih frakcij komunalnih odpadkov, kot so odpadno jedilno olje ter odpadna električna in elektronska oprema.
4. Specifična teža mešanih komunalnih odpadkov je pred uvedbo sprememb znašala 64 kg/m³ zabojnikov, po prvi fazi sprememb pa se je povečala na 75 –103kg/m³. Glede na dosežene rezultate zadnjih mesecev načrtujemo, da bo z dokončno uveljavitvijo in stabilizacijo vseh uvedenih sprememb vrednost znašala 108 kg/m³.

Tabela 7: Pregled nekaterih kazalcev učinkovitosti pred, med in po uvedenih spremembah

	Parameter	enota	Snaga - opazovano območje v 2010	Primerljiva podjetja Avstrija in Nemčija	Povprečje primerjanih podjetij	Snaga po 1. fazi sprememb	Snaga po 2. fazi sprememb-načrtovano
1	Zbrana količina mešanih komunalnih odpadkov na leto	kg/preb./leto	247	126-250	194	123-171	načrtujemo pod 130
2	Prostornina izpraznjenih zabojnikov na prebivalca na teden	l/preb./teden	75	21-49	34	32,0	25,5
3	Nasipna teža v zabojnikih mešanih komunalnih odpadkov	kg/m ³	64	73-155	101	75-103	108
4	Število bolniških dni na delavca na leto	dni/leto	7,4	8,5-27,1	19	ni bistvenih sprememb	ni bistvenih sprememb

KOMUNICIRANJE Z UPORABNIKI, MEDIJI IN DRUGIMI JAVNOSTMI

V letih 2012 in 2013 so glavne teme komuniciranja spremembe pri sistemu zbiranja odpadkov, novi občinski odloki o zbiranju odpadkov (obveznosti in prepovedi), spre-

menjen obračun za Snagine storitve in prilagoditev cen, razbijanje mitov, povezanih z delom Snage in ravnanjem z odpadki, ter spodbujanje ponovne uporabe (reuse).

Naš komunikacijski program temelji na orodjih in pristopih, ki omogočajo, da:

- uporabnik spozna, da je ločevanje odpadkov preprosto in enostavno;
- uporabnik zlahka dobi odgovore na svoja vprašanja, pomisleke in nasprotovanja (tako z neposredno komunikacijo kot s pridobivanjem podatkov);
- se uporabnik začne zavedati svojih obveznosti, se seznanja s prepovedmi in prevzame odgovornost za ravnanje z odpadki;
- uporabnik postane pomemben in slišan v odnosu do izvajalca (pridobivanje povratnih informacij);
- je uporabnik v svoji vlogi lahko aktiven in deluje kot ambasador dobrih praks v svojem lokacijskem, družbenem, stanovskem, generacijskem okolju.

Veliko večino komunikacijskih aktivnosti in prizadevanj v Snagi usmerjamo k dvema ciljema:

- pojasnjevanju, razumevanju in posledično sprejemanju sprememb, ki vodijo k stalnemu zmanjševanju količine novonastalih odpadkov in povečanju deležev odpadkov, namenjenih recikliranju oz. ponovni uporabi (doseganje 50-odstotnega deleža recikliranih odpadkov do 2020);
- poznavanju uporabnikovih pravic ter obveznosti.

Z našimi uporabniki komuniciramo tako posredno (prek medijev - novinarske konference, sporočila za javnost, novinarska vprašanja in objave; uveljavljenih »klasičnih« komunikacijskih orodij) kot neposredno (na različnih dogodkih, akcijah na mestnih ulicah in v trgovskih centrih, prek sodelavcev v Centru za pomoč in podporo uporabnikom, Snaginega Facebook profila).

V sklopu uvajanja sprememb smo na Snagi močno okrepili predvsem neposredno, dvosmerno komunikacijo, ki omogoča pridobivanje povratnih informacij, pobud in kritik, s pomočjo katerih izboljšujemo tako način izvajanja storitev kot tudi vzpostavimo in krepimo odnos z našimi uporabniki.

Komunikacijska orodja delimo v tri sklope:

a) Ozaveščanje in informiranje

- vsakoletna Snagina publikacija za vsa gospodinjstva, plakati za večstanovanjske stavbe, nalepke na zabojnikih ipd.;
- objave v najbolj branih tiskanih in spletnih medijih, lokalnih časopisih itd.;
- aktualne informativno-izobraževane informacije na hrbtni strani položnic;

- animacije z maskoto *Zmajem Pometajem* (trgovska središča, sejmi, različne prireditve, šole in domovi za starejše, prazniki sosesk itd.);
- celostno sodelovanje na sejmih in prireditvah (sejem narava-Zdravje, Festival za 3. življenjsko obdobje, Študentska arena, Otroški bazar itd.);

interaktivne delavnice za predšolske otroke in šolarje na različnih prireditvah.

b) Spletno komuniciranje in podpora uporabnikom

- redno posodabljanje spletišč www.snaga.si in www.mojiodpadki.si ;
- aktivna prisotnost na družbenih omrežjih, kjer z informacijami in odgovori na vprašanja dosegamo širšo ciljno javnost (www.facebook.com/snagaljubljana);
- okrepljen Center za podporo in pomoč uporabnikom, kamor lahko uporabniki pokličejo, pošljejo e-pošto ali se osebno oglasijo;
- brezplačna SMS storitev, prek katere uporabnike obveščamo o datumih odvozov;
- maja 2013 bomo vzpostavili mobilno aplikacijo Android in IOS (prikaz urnikov odvoza, e-iskalnik odpadkov, prikaz lokacij zabojujnikov, lokacije in kontakti zbirnih centrov ...);
- nadgradnja spletišča www.mojiodpadki.si: aplikacija, ki prikaže koledar odvozov in izdelava prirejenega urnika, ki si ga lahko uporabnik natisne.

c) Sodelovanje z različnimi deležniki:

- redna e- komunikacija z upravniki večstanovanjskih stavb in srečanja dvakrat na leto;
- s promocijo trajnostnega ravnanja z odpadki in uživanja v nematerialnih dobrinah smo prisotni na kulturno-umetniških dogodkih (Poletje v Stari Ljubljani, Kino pod zvezdami ...);
- podpora in aktivnosti v sodelovanju z različnimi nevladnimi organizacijami.

MERJENJE DOSEGANJA ZASTAVLJENIH CILJEV

Način merjenja učinkov komuniciranja je odvisen od posameznega komunikacijskega orodja (npr. spletna kampanja – kliki in ogledi). Pri zakupu medijskega prostora že v osnovi izbiramo medije z največjim dosegom oziroma izvajamo aktivnosti tam in takrat, ko (skladno z izkušnjami in s poznavanjem ciljnih skupin) dosežemo maksimalni učinek.

Seznanjenost z in razumevanje sprememb/novosti/obveznosti redno (dvakrat letno) preverjamo s pomočjo panela (stalna skupina 520 Snaginih uporabnikov v MOL). Kako uspešni smo pri komuniciranju, je razvidno tudi iz količine in vsebine vprašanj/pripomb, ki jih uporabniki prek telefona in e-pošte naslavljajo na Snagin center za pomoč in podporo uporabnikom. Povratne informacije črpamo tudi iz statistike in vsebine reklamacij, ki jih prejmemo na Snagi.

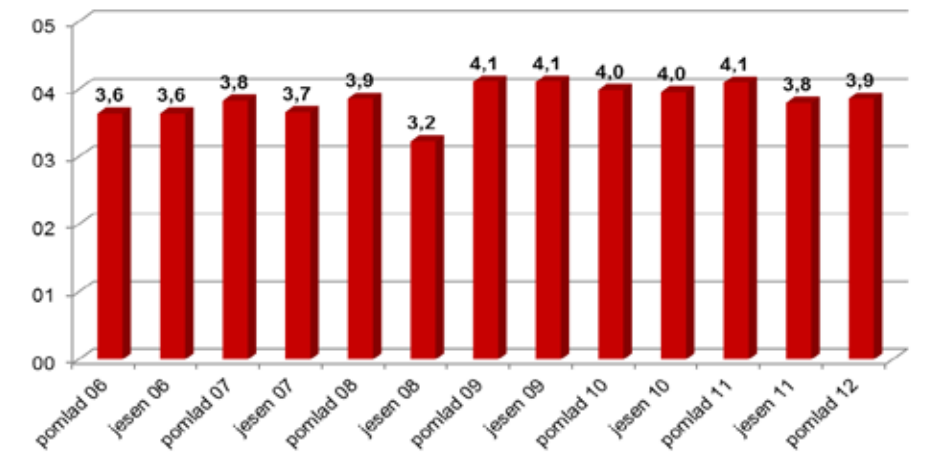
Neposredna komunikacija z uporabniki, situacija na terenu in preverjanje poznavanja določb občinskih odlokov (npr. prek vprašanj v panelih) so pokazali, da seznanjenost z obveznostmi oziroma upoštevanje ključnih določb občinskih odlokov ne dosega zastavljenih ciljev.

MERJENJE ZADOVOLJSTVA UPORABNIKOV

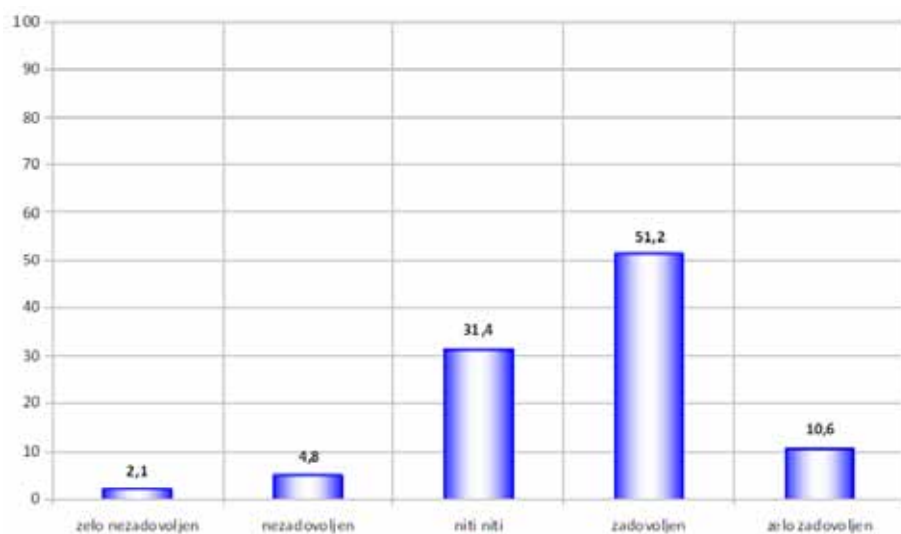
V družbi Snaga že od leta 2002 kontinuirano spremljamo odnos naših uporabnikov iz Mestne občine Ljubljana do podjetja, in sicer tako, da merimo tako reakcijo posameznikov na spremembe v delovanju podjetja kot morebitne odklone v zadovoljstvu.

Kontinuirana javnomnenjska raziskava poteka na stalnem vzorcu 520 anketirancev (panel), ki po spolu, starosti, in izobrazbi predstavljajo prebivalce ljubljanske občine.

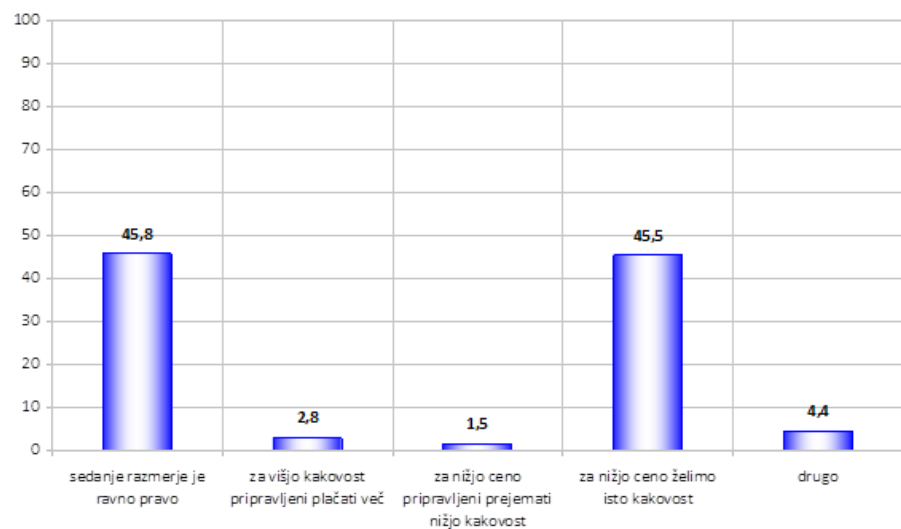
Slika 7: Panel 2006-2012 : ocena zadovoljstva uporabnikov s storitvami podjetja



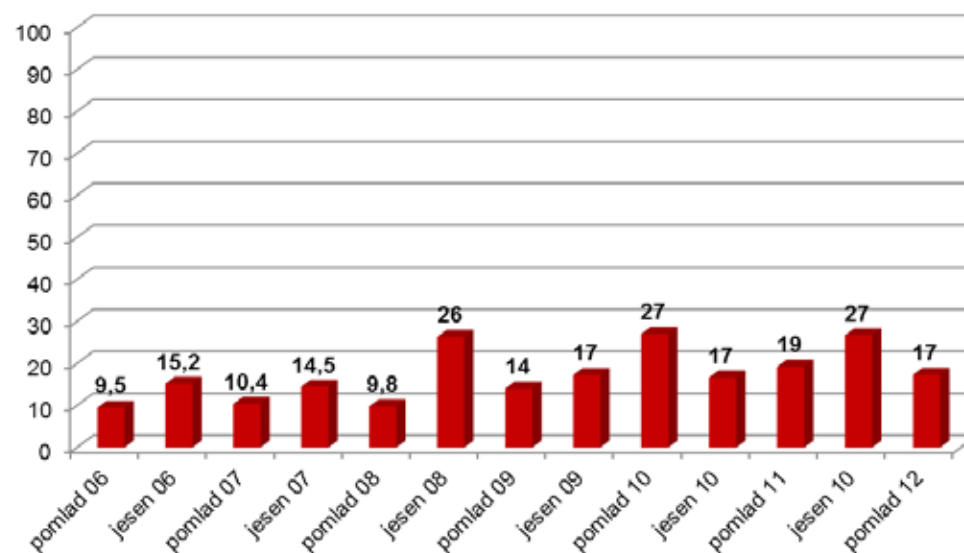
Slika 8: Panel jesen 2012 : ocena zadovoljstva uporabnikov s storitvami podjetja. Povprečna ocena zadovoljstva s storitvami podjetja Snaga je 3,63 (naša ciljna vrednost je 4). Zelo nezadovoljnih in nezadovoljnih je 6,9 odstotka anketiranih, zadovoljnih ali zelo zadovoljnih pa 61,8 odstotka.



Slika 9: Panel jesen 2012: razmerje med ceno in kakovostjo storitev



Slika 10: Panel 2006-2012: delež vprašanih z razlogom za pritožbo



Slika 11: Panel jesen 2012: delež vprašanih z razlogom za pritožbo. Razloge za pritožbo navaja dobra desetina anketirancev.

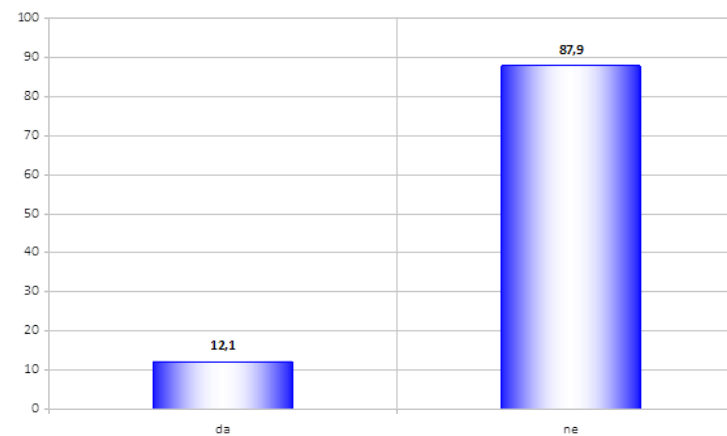


Tabela 8: **Rezultat panela jesen 2012: pomembnost in zadovoljstvo. Anketiranci so skoraj vse dejavnike ocenili kot zelo pomembne** (z izjemo oviranja lokalnega prometa z vozili), najbolj pomembni pa so redno odvažanje odpadkov, cena in razumljivost obračuna. Najbolj zadovoljni so z oddaljenostjo zabojnikov, rednostjo odvažanja odpadkov in vestnostjo delavcev. Največji razkorak med pomembnostjo in zadovoljstvom smo zabeležili pri cenah in preglednosti ter razumljivosti obračunov.

POVPR. OCENA		POMEM- BNOST	ZADOVO- LJSTVO	RAZLIKA
A	Redno odvažanje odpadkov	4,9	4,4	0,5
B	Vestnost delavcev pri praznjenju smetnjakov	4,8	4,2	0,6
C	Natančnost delavcev pri praznjenju smetnjakov	4,8	4,2	0,6
D	Cena odvoza odpadkov	4,5	3,5	1,1
E	Oddaljenost posod za odpadke od vašega doma	4,7	4,3	0,4
F	Ustreznost ločenega zbiranja odpadkov	4,9	3,9	0,9
G	Ustreznost obveščanja o pravicah in dolžnostih uporabnikov storitev Snage	4,6	3,6	1,0
H	Ustreznost obveščanja o terminih odvoza odpadkov	4,6	3,7	0,9
I	Preglednost obračuna odvoza odpadkov	4,5	3,9	0,7
J	Razumljivost obračuna odvoza	4,6	3,9	0,6
K	Oviranje lokalnega prometa z vozili Snage	4,2	4,5	-0,3
L	Čistoča mestnih ulic	4,8	3,9	0,8

ZAKLJUČEK

V Snagi smo ugotovili, da se deleži ločeno zbranih odpadkov (kljub zelo dovršenemu sistemu zbiranja komunalnih odpadkov na zbiralnicah) zelo izboljšajo s spremenjenim zbiranjem ločenih frakcij, ki predstavljajo največje deleže v sestavi komunalnih odpadkov. Izboljšani rezultati so predvsem rezultat približevanja zbiranja ločenih frakcij uporabnikovemu pragu (zabojniki na zbirnih mestih) in zmanjšane pogostnosti praznjenja zabojnikov za preostanek odpadkov. S tem smo dosegli, da uporabnik v zabojniku za preostanek komunalnih odpadkov nima dovolj prostora za odlaganje vseh komunalnih odpadkov in ga posledično usmerili v (še bolj dosledno) ločevanje odpadkov. Pomembno vlogo pri uvajanju takega sistema imajo tudi občinske inšpekcije. Ob začetku uvajanja sprememb opažamo splošno zmanjšanje zadovoljstva z opravljenimi storitvami, kar je pričakovan odziv na spremembe.

Pri uvajanju sprememb imata pomembno vlogo obveščanje in ozaveščanje o pravilnem ravnanju, ki smo ju v Snagi nadgradili z orodji za dvosmerno komuniciranje. Prav

takšna komunikacija je izjemnega pomena za razumevanje sprememb in posledično spreminjanje vedenja uporabnikov. Komunikaciji z uporabniki izvajalci gospodarskih javnih služb še vedno posvečamo premalo pozornosti, zanjo pa tudi še nismo popolnoma usposobljeni, seveda pa je v večjih krajih zahtevnost te naloge še izrazitejša kot v manjših. Pomembno bi bilo uvesti tudi širše sistemsko obveščanje in komuniciranje v prostoru, ki presega območje enega izvajalca javne službe.

Viri in literatura

1. <http://www.snaga.si/>
2. <http://www.sigov.si/mop/>
3. Interno gradivo Snaga, javno podjetje, d.o.o.
4. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>
5. INFA (2010): Analiza prednosti in slabosti na področju zbiranja in odvoza mešanih komunalnih odpadkov. Snaga, Ljubljana, 2010.
6. DIREKTIVA 2008/98/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (Uradni list Evropske unije št. 312/2008, 22. 11. 2008) (dostopno na <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:SL:PDF>).
7. <http://kazalci.arso.gov.si/>

IZLOČEVANJE ODPADKOV PRIMERNIH ZA SNOVNO PREDELAVO V POSTOPKU PROIZVODNJE ALTERNATIVNEGA GORIVA IZ ODPADKOV

- » Prof. Roland POMBERGER¹
- » DI Josef ADAM²
- » Alexander CURTIS³
- » Joseph KULMER⁴
- » Andrej GOMBOŠI⁵

¹ **Montanuniversität Leoben**, Franz-Josef-Str. 18t Leoben,
roland.pomberger@unileoben.ac.at

² **Montanuniversität Leoben**, Franz-Josef-Str. 18t Leoben,
josef.adam@unileoben.ac.at

³ **Saubermacher Dienstleistungs AG**, Hans- Roth- Strasse 1, 8073 Feldkirchen bei Graz,
A.Curtis@saubermacher.at

⁴ **Saubermacher Dienstleistungs AG – ThermoTeam Alternativbrennstoffverwer-
tungs GmbH**, Retznei 34, 8461 Ehrenhausen,
j.kulmer@saubermacher.at

⁵ **Saubermacher Slovenija d.o.o.**, Ulica Matije Gubca 2, 9000 Murska Sobota,
a.gombosi@saubermacher.si

Povzetek

Prihodnost gospodarjenja z odpadki ne leži več v odstranjevanju, ampak v inteligentnem in učinkovitem pridobivanju sekundarnih surovin. Saubermacher se že dolga leta intenzivno ukvarja s pridobivanjem sekundarnih surovin. Z razširitvijo High-Tech naprave za proizvodnjo nadomestnega goriva v podjetju ThermoTeam, Retznei nadaljujeta projektna partnerja Saubermacher in Lafarge nadaljnje korake za trajnostno varčevanje s surovinami.

S pomočjo nove investicije v napravo za izločevanje odpadkov na podlagi separacije z infrardečo tehnologijo (NIR) se izloča umetne mase iz PVC-ja in PET-a iz nadaljnje-ga toka proizvodnje. Pri tem se PET preusmeri v reciklažo za ponovno uporabo. Iz PET-plastenke se lahko ponovno proizvedejo novi proizvodi, tako se posledično dragoceni energijski vir nafta (izhodiščna snov za proizvodnjo PET) trajnostno varčuje.

Z izločitvijo obeh snovi nastane visoko kakovostno nadomestno gorivo, ki tudi zmanjšuje porabo energije, povečuje življenjsko dobo naprave in ne nazadnje preusmeri tok PVC-ja in PET-a v ponovno snovno izkoriščanje.

Ključne besede: alternativno gorivo, snovna izraba, sekundarna surovina

Abstract

In the field of waste management the future is not in waste removal but in intelligent and efficient material recovery. Since many years, Saubermacher is already intensively working on material recovery. With extension of high-tech unit for production of alternative fuel in company ThermoTeam, Retznei, Saubermacher and Lafarge are making further steps towards additional material savings.

With the help of new infra-red technology (NIR) extraction of plastic material like PVC and PET from waste stream is enabled. PET is then redirected into recycling process for material re-use. From wasted PET bottles new products can be produced and primary energy sources like oil (basic substance for making PET) are saved.

With the extraction of both materials, high-quality alternative fuel is made, reducing energy use, prolonging life-span of unit and redirecting PVC and PET into recycling process for material re-use.

Key words: Alternative fuel, recycling, material recovery

UVOD

Stalen dostop do surovin in njihova trajnostna raba sta ključna elementa trajnostne politike EU. Sta osnova sedanje in prihodnje konkurenčnosti proizvodnih sektorjev EU. Recikliranje je gospodarska dejavnost, ki prispeva znaten delež BDP Evropske unije. Čeprav so sekundarne surovine ekološko učinkovit način vračanja dragocenih virov nazaj v gospodarstvo, pa na splošno (še) ne zadostujejo za zadovoljitev rastočih potreb po surovinah (papirju, polimerih, kovinah in mineralih). Potrebni sta torej obe vrsti surovin, ki se med sabo dopolnjujeta. Izboljšanje sistemov zbiranja in uporabe snovi bo prispevalo k uresničevanju ciljev strategije Evropa 2020.

Tradicionalni materiali za recikliranje, kot so železo, barvne kovine, papir, karton in steklo imajo dolgo zgodovino in tradicijo recikliranja v bolj ali manj sklenjenem krogu. Sodobni materiali, kot so umetne mase, so v primerjavi s tradicionalnimi materiali na področju recikliranja razmeroma novi in proces ponovne uporabe materialov ne poteka nujno v sklenjenem tokokrogu. Glede na maso odloženih trdnih odpadkov na odlagališčih predstavljajo plastične mase ca. 25 % vseh odloženih trdnih odpadkov na odlagališčih. Plastika zaradi svoje odpornosti razpada še dolgo po tem, ko je bila odložena na odlagališču.

Nekatera odpadna plastika ni primerna za recikliranje, npr. embalaža za hrano ali plastika, mešana z drugimi materiali, saj bi bilo čiščenje nečiste plastike zaradi velike porabe energije dražje, kot bi bili vredni izdelki. Vendar je to plastiko mogoče uporabljati za pridobivanje energije. Sežiganje plastike za pridobivanje energije je treba ustrezno obdelati in pri sežigu nadzorovati zaradi sproščanja potencialno nevarnih emisij.

THERMO TEAM

Podjetje Saubermacher sledi naporom evropske politike trajnostnega zagotavljanja primarnih in sekundarnih surovin in izboljšanja dostopnosti sekundarnih surovin z namenom zaključevanja masnih tokov. V procesu obdelave odpadkov pri specifičnih postopkih obdelave odpadkov lahko nastajajo visokokalorične in kvalitetne frakcije obdelanih odpadkov t.i. alternativno gorivo. Zaradi zakonodajnih omejitev in zavedanja posledic trajne rabe naravnih virov ter potenciala v odpadkih sta največji avstrijski proizvajalec cementa Lafarge Perlmooser AG in podjetje Saubermacher Dienstleistungs AG podpisala dolgoročno tesno sodelovanje in izvedla skupni projekt proizvodnje nadomestnega goriva iz odpadkov.

ThermoTeam Alternativbrennstoffverwertungs GmbH v Retzneiu je skupno podjetje, ki proizvaja alternativno gorivo in ga dobavlja cementarnam v Retzneiu in Mannersdorfu.

PROCES PROIZVODNJE

V proces proizvodnje alternativnega goriva vstopajo samo odpadki z vnaprej poznano sestavo in po večini odpadki neprimerni za snovno predelavo. V proces pridobivanja alternativnega goriva vključujemo ostanke iz ločevanja embalaže, frakcije iz predhodne obdelave komunalnih in industrijskih odpadkov in čiste ali mešane frakcije iz industrije, ki ne potrebujejo predhodne pred obdelave. Po začetnem drobljenju in izločevanju frakcij PET in PVC, potuje tok materiala v vejalnik, kjer se loči masni tok v 2D frakcijo in 3D frakcijo. 2D frakcija se preusmeri brez dodatne obdelave v granulator, kjer se zgranulira na frakcijo <30mm. 3D frakcija zahteva zaradi svoje sestave dodatno obdelavo, kjer so izločene kovine, nekovine, moteči in inertni materiali. 3D frakcije je po obdelavi zgranulirana na velikost zrna <10mm. Obe frakciji 2D in 3D sta naknadno med sabo pomešani v skladišču alternativnega goriva.

ZAHTEVE V CEMENTNI INDUSTRIJI

Podjetje Thermo Team proizvaja visoko kalorično in klavlitetno alternativno gorivo za cementarne. Proizvodnja cementa je za uporabo alternativnih goriv še posebej primerna. Tehnologija in znanje cementne industrije pomeni pomemben doprinos tudi na področju ravnanja z odpadki. Za proizvodnjo cementa namreč potrebujemo visoke temperature in alternativna goriva lahko prispevajo dovolj energije, da se doseže temperatura v peči okrog 1450 °C. Zaradi specifičnih tehnoloških karakteristik in kvalitete produkta se v cementni industriji uporablja le predhodno pravilno obdelane visoko kalorične odpadke. Bistveni pomen pri vnosu alternativnih goriv v proces proizvodnje imajo fizikalni in kemični parametri alternativnega goriva. Poleg zahteve za čim manj vsebnosti klora je pomemben med drugim tudi podatek o minimalnem času zadrževanja odpadka pri gorenju (min. 2s), ostanku pepela po gorenju in nenazadnje izpolniti zahtevo minimalne temperature pri gorenju 850°C zaradi zagotavljanja popolnega izgorevanja.

CILJ PROJEKTNE NALOGE

Zaradi zahteve obeh glavnih kupcevoz. prevzemnikov nadomestnega goriva, cementarn v Retzneiu in Mannersdorfu, smo se v podjetju Saubermacher odločili izvesti projekt, kjer bomo na podlagi zadnjega stanja tehnike iz odpadkov odstranili umetno maso PVC, ki predstavlja glavni nosilec klora. V nadaljevanju smo ugotovili precejšnji masni tok frakcije PET in cilje naloge razširili.

POTEK PROJEKTNE NALOGE

V fazi iskanja potencialnih rešitev smo ugotavljali različne možnosti izločanja PVC odpadkov. Pri iskanju rešitev smo se povezali z podjetjem Redwave, ki ponuja sistemske rešitve na področju NIR tehnologije (Near Infrared Spectroscopy), ki deluje na podlagi prepoznavanja materialov.

Glede na izkušnje z NIR tehnologijo v procesih obdelave odpadkov na naših napravah je bilo potrebno dokazati upravičenost investicije. V ta namen smo v letu 2012 izvedli v obdobju maj-julij 4 posamična vzorčenja odpadkov. Mesto vzorčenja odpadkov je bilo takoj po začetnem granuliranju, saj se je ugotovilo, da je v procesu proizvodnje alternativnega goriva glede na nadaljnji postopek predelave odpadkov v trdo gorivo na tem mestu najprimernejše izvesti izločevanje PVC. Na podlagi odjema vzorcev smo izvedli analizo vsebnosti masnih tokov. Vzporedno s tem projektom, smo ugotovili še precejšnji masni tok PET-a, tako da smo projektno nalogo razširili še na možnost izločevanja PET-a in njegovo nadaljnjo snovno izrabo.

REZULTAT PROJEKTNE NALOGE

Maja 2012 smo uspešno zagnali novo napravo za izločevanje PET in PVC frakcije. V masnem toku predstavlja frakcija PET 1-2% celotnega masnega toka na vhodu t.j. do

2.000 t/leto in čistoče 80%. V masnem toku predstavlja frakcija PVC 1-3% celotnega masnega toka na vhodu t.j. do 3.000 t/leto in čistoče 50%. Frakcija PET se naknadno na naših napravah presortira in preda v snovno izrabo. Frakcija PVC je preusmerjena v postopke odstranjevanja.

Z izgradnjo dodatnega tehnološkega segmenta bomo lahko proizvedli kvalitetnejše alternativno gorivo, hkrati pa bomo preusmerili pomemben tok materiala v snovno izrabo. S tem prispevamo k varovanju okolja, zmanjšanju porabe energije in k trajnostnemu razvoju.

V podjetju Saubermacher smo si zadali novo projektno nalogo z namenom 100% namoestitve fosilnih goriv z alternativnim gorivom. Namreč proizvedeno alternativno gorivo vsebuje tudi določene nosilce vlage (papir, karton, tekstil), ki potencialno povečujejo vsebnost vode v alternativnem gorivu in zmanjšujejo kalorično vrednost alternativnega goriva. Ideja projekta je poiskati tehnične, tehnološke in ekonomske možnosti in smiselnost izločevanja teh frakcij iz procesa priprave visoko kaloričnega in kvalitetnega alternativnega goriva.

Tabela 1: tehnične karakteristike vgrajene opreme

Tip naprave	2 x REDWAVE 2800 NIR 64 2W, 1 x REDWAVE 1200 NIR 64 2W
Sensorni sistem	NIR - Near Infrared Spectroscopy
Kapaciteta	12-15 t/h odvisno od gostote materiala
Velikost delcev	40-300mm

Slika 1: Izločevanje frakcije PVC-PET



Slika 2: REDWAVE 2800 NIR 64 2W



Viri in literatura

1. Opinion of the European Economic and Social Committee on the 'Access to secondary raw materials (scrap iron, recycled paper, etc.) (2011/C 107/01)
2. http://www.lafarge.si/?stran=show_text&id=134&znamka=30&selectedMeni=4&selectedMeniText=Alternativna%20goriva
3. Case Studies Thermo Team and BT
4. Interno gradivo podjetja Saubermacher

RAZVOJ POSTOPKOV PROIZVODNJE TRDNIH GORIV IZ ODPADKOV V EVROPI

» Mag. Janez EKART

Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo

Smetanova 17, 2000 Maribor

janez.ekart@gmail.com

Povzetek

Na področju ravnanja z odpadki smo v zadnjem času priča vse večjim zahtevam za pravilno ravnanje z odpadki, katerih cilj je snovna in energijska izraba odpadkov z minimiziranjem ostanka na odlagališčih. Zraven snovne izrabe odpadkov je v evropski in slovenski zakonodaji energijska izraba odpadkov pomemben del celovitega ravnanja z odpadki. V Evropi je proizvodnja trdnega goriva iz odpadkov doživela od začetne proizvodnje tega produkta velik napredek pri zagotavljanju kakovosti tako proizvodnje kot samega produkta. Bile so izvedene številne raziskave s ciljem ugotavljanja lastnosti odpadnih materialov za proizvodnjo trdnega goriva in samega goriva. Pri vseh analizah odpadkov in trdnega goriva so bili najpomembnejši parametri kurilne vrednosti, vlage, klora in ostanek pepela. Zraven teh parametrov so pomembne težke kovine, predvsem kadmij in živo srebro.

Za zagotavljanje kakovosti trdnega goriva iz odpadkov so proizvajalci in uporabniki tega produkta zagotovili institucionalni pristop z ustanovitvijo združenj, katerih namen je predvsem skrb za določanje kriterijev, katere morajo izpolnjevati proizvajalci trdnih goriv, da trdno gorivo doseže zeleno kakovost. Na drugi strani pa imajo odgovornost tudi uporabniki trdnega goriva, ki morajo definirati zeleno kvaliteto trdnega goriva glede na tehnologijo sežiga oziroma sosežiga trdnega goriva.

Področje trdnih goriv je urejeno z vrsto standardov oziroma tehničnih specifikacij na nivoju tehničnega komiteja za standardizacijo trdnih goriv iz odpadkov CEN/TC 343 pri evropski komisiji.

Abstract

In the area of waste management we are recently witnessing the growing demands for proper waste management, with the aim of material and energy utilization thus minimizing residual waste quantity going to landfill. Besides material recycling of waste in the European and Slovenian legislation the utilization of waste energy is an important part of integrated waste management. In Europe, production of solid fuel from waste experienced great progress from the initial production of this product ensuring the quality production resulting in a single product. There were a number of studies carried out with the aim to determine the properties of the waste materials for the production of solid fuel and the fuel itself. In all analyzes of waste and solid fuels the most important parameters have been heating value, moisture, chlorine, and ash residue. Beside these parameters are also important the concentrations of heavy metals, especially cadmium and mercury. To ensure the quality of solid fuel from waste the producers and users of this product used institutional approach with establishing of the associations whose purpose is primarily the care for the determination of criteria which must be met by manufacturers of solid fuel to achieve the desired quality. On the other hand is the responsibility of the users of solid fuel who have to define the desired parameters of solid fuel for the incineration or co-incineration. The field of solid fuels is regulated by a set of standards and/or technical specifications at the level of technical committee for standardization of solid fuel from waste CEN / TC 343 at the European Commission.

INSTITUCIONALNI DEL

Razvoj trdnih goriv iz nenevarnih odpadkov sega že več kot dvajset let nazaj. Začetek sistematične obdelave tega področja so pričeli v Nemčiji v letu 1999, ko so ustanovili združenje » Die Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e. V. » z današnjim sedežem v Münstru, kjer so vključeni tako proizvajalci kot uporabniki trdnih goriv. Združenje je uvedlo kakovostne kriterije postopkov proizvodnje in samega trdnega goriva in vsi člani združenja morajo izpolnjevati zahtevane kriterije kakovosti, v kolikor želijo pridobiti certifikat

- RAL GZ 724 Zagotavljanje kakovosti sekundarnih goriv
- RAL GZ 727 Določitev biogenega dela v sekundarnem gorivu brez zagotavljanja kakovosti skladno z RAL-GZ 724 in drugimi trdnimi sekundarnimi gorivi

Pomembne članice združenja so n.pr. nemški REMONDIS, RWE Power Plant, VECOPLAN in Lobbe Entsorgung, nemška SITA, avstrijski Lindner Recyclingtech in vrsta priznanih akreditiranih laboratorijev.

V letu 2001 je bilo ustanovljeno neprofitno združenje ERFO (European Recovered Fuel Organisation) s sedežem v Bruslju. Cilj ERFO je zastopanje družb, ki proizvajajo ali na-

črtujejo pripravo trdnih goriv iz nenevarnih odpadkov na evropski ravni. Dejavnosti ERFO je zagotavljanje trajnostnega razvoja, kot je na primer spodbujanje uporabe trdnih goriv (SRF), ki izpolnjujejo standarde visoke kakovosti in pomoč pri pripravi standardov. Razen tega ERFO podpira ustrezne raziskovalne in razvojne dejavnosti in deluje izključno v javnem interesu. Članice ERFO morajo v vsakem trenutku spoštovati zakonodajo o konkurenci in ne uporabljajo organizacije kot platformo za trgovinske sporazume in omejitve konkurence. V združenje ERFO so vključene pomembne evropske firme oziroma koncerni kot n.pr. španski CESP A in HERA, italijanski CO. GE. AM, britanski FCC Environment in SHANKS, nemški HEIDELBERGCEMENT in REMONDIS, belgijski INDAVER in SITA, finski L&T in francoska VEOLIA.

Pomemben korak h kakovosti proizvodnje trdnih goriv iz odpadkov je Evropska komisija zagotovila z ustanovitvijo tehničnega komiteja za standardizacijo trdnih goriv iz odpadkov CEN TC 343, ki ima pet delovnih teles:

- CEN/TC 343/WG 1 terminologija in zagotavljanje kakovosti
- CEN/TC 343/WG 2 specifikacije in razredi
- CEN/TC 343/WG 3 vzorčenje, izbor vzorcev in pomožne metode testiranja
- CEN/TC 343/WG 4 fizikalni, mehanski testi
- CEN/TC 343/WG 5 kemijski testi

Začetki uvajanja standardov za trdna goriva segajo v leto 1997, ko zasledimo v Fuel and Energy Recovery poročilo o kurilnih vrednosti goriv, avtorja Jan Zeevalkinka. Zatem sledi 5. okvirni program v obdobju 1999 – 2002, ki je v Waste to Recovered Fuel obdelal področje energijske izrabe odpadkov (dosegljivo na spletni strani www.gua-group.com/cba-wtrf). Sledi

CEN BT/TF 118 *Solid Recovered Fuels* 2000 - 2002, Work Programme and Report (CEN/TR 14745:2003). Povezavo s CEN TC 343 najdemo s standardi na nivoju držav in sicer:

UNI 9903 Non mineral refuse derived fuels RDF 1992 (Italija), SFS 5875 SRF Quality Control System 2000 (Finska) in RAL GZ 724 Quality Assurance of Solid Recovered Fuels 2001 (Nemčija)

V Sloveniji smo na področju trdnih goriv iz nenevarnih odpadkov pri Slovenskem inštitutu za standardizacijo SIST ustanovili v novembru 2006 tehnični odbor za alternativna goriva SIST/TC AGO. Dejavnost tega odbora je bila in je obravnava in sprejem vseh tehničnih specifikacij oziroma standardov, ki so bili sprejeti v okviru CEN/TC 343. Tehnični odbor SIST/TC AGO je obravnaval predlog slovenskega standarda za proizvodnjo trdnih goriv iz nenevarnih odpadkov, katerega vsebina so predvsem kriteriji in obveznosti proizvajalcev trdnih goriv iz odpadkov. Po večinskem stališču tehničnega odbora SIST/TC AGO je bilo potrebno predlog standarda podrobneje proučiti in po potrebi dodelati, za kar je bila ustanovljena posebna delovna komisija, ki svojega dela še ni dokončala. V Sloveniji so bile za potrebe proizvodnje trdnih goriv prevzete od CEN/TC 343 preko tehničnega odbora SIST/TC AGO vse izdane specifikacije in standardi, skupaj 30. Večina od njih je bilo iz tehničnih specifikacij spremenjenih v standarde.

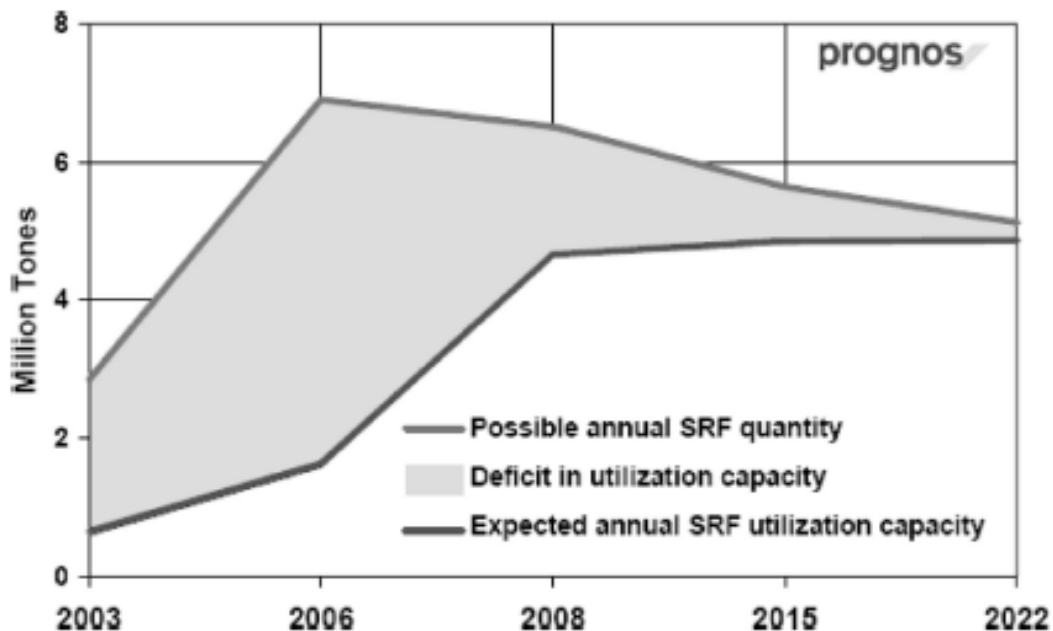
EKSPERIMENTALNI DEL

Nekaj let nazaj sta bila dva glavna pristopa za proizvodnjo SRF in sicer¹:

- mehanska obdelava, pri čemer so se izločevale visokokalorične frakcije in neželene delci, na primer polivinilklorid,
- mehansko-biološko obdelava, kjer se je v proces vključevalo biološko sušenje.

Dandanašnji se okrog 130 milijonov ton MSW in RDF letno sežiga v preko 600 WTE objektih (waste-to-energy) za proizvodnjo toplotne oz. el. energije². WTE objekti imajo slabost slabega energetskega izkoristka med 15-25% (pri 420 °C 40 barov pritiska pare)³. Novi WTE objekti imajo maksimalni električni izkoristek 30% (pri 580 °C in 289 barov pritiska pare) kot je to n.pr. Amsterdam MSW incinerator⁴. Za primerjavo kotli z antracitom v Nemčiji imajo v povprečju izkoristek 37%⁵, ki ga je možno povečati na 47%⁶.

Slika 1 prikazuje prognozo tržno študije za SRF v Nemčiji do leta 2022¹.



V Nemčiji so v okviru evropskega projekta RECOFUEL v letu 2005 izvedli sosežig SRF v dveh velikih kotlih moči po 600 MW_{el} na lignit elektrarne RWE na lokaciji Weisweiler⁷.

Slika 2 prikazuje sistem doziranja SRF in papirnega mulja v tej elektrarni.



Kontinuirano izvajanje meritev v času 3 tednov je pokazalo, da ni bilo negativnega vpliva zaradi sosežiga SRF, razen manjših odklonov in sicer:

- vrednost CO se je rahlo povečala, vendar so bile izmerjene razlike znotraj standardnih odklonov,
- emisije SO₂, Hg, dioksinov, furanov in prašnih delcev, ki so bili izmerjeni s certificirano metodo na izpustu iz dimnika se niso povečale,
- drugi obratovalni podatki, kot proizvodnja pare, temperatura pare, gorivo in masni tok zraka so bili primerljivi za primer osnovnega obratovanja in obratovanja s sosežigom SRF.

Tabela 1 prikazuje analizo meritev za vsa obratovalna stanja.

Tabela 1: Parametri sežiga lignita in papirnega mulja ter sosežiga SRF

Parameter (mg/m ³)	Lignit in papirni mulj	SRF sosežig	Dovoljene emisije (RWE Power)	Nemška zakonodaja (17. BImSchV – Verordnung des Bundes-Immission Schutzgesetzes)
Prašni delci	3,0	1,5	20	30
Skupni ogljik	0,3	0,5	8,4	20
HCl	0,3	<0,1	20	60
HF	<0,1	<0,1	1	4
Hg	9	7	16	50
PCCD/F	<0,001	<0,001	0,026	0,1

PCCD/F – polyklorirani dibenzo dioksini/furani

Vir: RWE Power

Pri sosežigu SRF je bilo ugotovljeno:

- SRF je popolnoma zgorel
- v deležu med 2-4% sosežiga SRF ni velikega vpliva na delovanje kotla,
- pri analizi korozije je nabor podatkov med vsakim procesnim parametrom in korozijo pokazal pri 4% deležu SRF povečanje korozije, pri deležu 2% SRF pa ni bilo zaznani nobenih sprememb. Potrebno pa je poudariti, da z merjenjem le na enem mestu in v kratkem času ni bilo možno dobiti jasne slika korozije znotraj celotnega kotla. Zato je bilo potrebno rezultate obravnavati samo kot prve ugotovitve. Da bi dobili bolj celovit in zanesljiv pogled na korozijski potencial, bi bilo potrebno izvesti dolgoročne teste na več lokacijah kotla.

Analiza težkih kovin v vzorcih letečega pepela brez in s sosežigom SRF je dala sledeče rezultate (tabela 2):

Tabela 2: Analiza težkih kovin v vzorcih letečega pepela

Komponenta (mg/kg)	Slepi test brez SRF		SRF sosežig	
	Območje	Povprečna vrednost	Območje	Povprečna vrednost
Kadmij	0,18-0,27	0,23	0,32-0,62	0,45
Talij	< 1	< 1	< 1	< 1
Živo srebro	0,35-0,55	0,47	0,29-0,68	0,42
Antimon	< 1,5	< 1,5	< 1,5-6,7	5,2
Arzen	6,01-7,68	6,74	6,37-11,7	8,86
Svinec	9,22-14,3	12	10,8-32,8	22
Krom	14,8-21	17,4	18,7-25,9	23,9
Kobalt	20,6-26,1	22,5	11,3-19,3	15,1
Baker	37,8-80,9	63,77	45,8-97,6	58,9
Mangan	1910-2470	2207	971-3565	1719
Nikelj	18,1-27,3	23	13,2-26,7	19,8
Vanadij	19,8-23,8	21,8	18,4-25,4	22,3
Tin	< 2	< 2	< 2-4,27	2,7
Cink	65,1-79	71,6	112-222	137

REMONDIS je v letu 2004 in 2005 razvil prodajni trg za več vrst trdnih goriv SRF, pri čemer je bil koriščen takozvani »mono« masni tok, ki predstavlja specifične frakcije iz proizvodnje in SBS sekundarno gorivo iz trdnih komunalnih odpadkov. Bilo je koriščenega cca 30% vhodnih količin trdnih komunalnih odpadkov kot so frakcije papirja, biogena vlakna in plastika, pri čemer se je izločevala s klorom bogata plastika s pomočjo sistema infrardečih žarkov (NIR tehnologija).

Tabela 4 prikazuje analizo različnih vrst goriv s pomembnimi spremenljivkami.

Tabela 3: Analiza različnih vrst goriv na podlagi dnevnih vzorcev obratovanja

Parameter	Enota	Lignit	Papirni mulj	SBS ₁	Premog + papirni mulj
LCV (d.s.)	MJ/kg	8,1	2,95	14,87	7,96
LCV (s.s.)	MJ/kg	23,2	8,2	21,62	22,72
Vlaga	%	58,9	49,3	28,3	58,7
Pepel	%	3,8	22	7,93	4,1
C	%	25,4	13,33	37,18	25,2
H	%	1,85	1,55	5,21	1,82
O	%	9,88	13,49	20,9	9,83
N	%	0,25	0,24	0,61	0,25
S	%	0,16	0,06	0,13	0,15

Vir: RWE Power

Za ugotavljanje vlage, kurilne vrednosti, klora in ostanka pepela je bilo v letu 2008 v postopku mehansko-biološke obdelave odpadkov (v nadaljevanju MBT)⁸ izbranih šestnajst procesnih tokov (vsak 10-15 kg). Vsak izbrani masni tok je bil ročno razvrščen v 25 materialnih kategorij glede na zmožnost mehanskih operacij za generiranje toka materiala znotraj MBT naprave in kot primarni vir za modeliranje lastnosti goriva. Pridobljene so bile fine frakcije <10 mm in reprezentativni vzorci za vsako kategorijo materiala. Ti so bili uporabljeni za kemijsko in kurilno analizo kot input za simulacijo kakovosti goriva. Priporočen je bil ustrezni neobdelani masni tok kot predmet obdelave:

- lahko šredirana frakcija < 300 mm biosušena in primerna za mehansko procesiranje
- večje frakcije ostankov iz biosušenihih frakcij, pridobljenih iz bobna (> 20mm)

Dnevno so bili vzeti vzorci SRF (15 vzorcev 2,5 kg ± 0,25 kg) v treh zaporednih poletnih tednih in skladiščeni v hladilni komori pri temp. 4 ± 2 °C, predno so bili transportirani v laboratorij za mletje in pripravo laboratorijskega vzorca. Vse lastnosti vzorcev so bile prilagojene standardom CEN/TC 343, kar pomeni dvostopenjsko mletje vzorcev na delce < 4mm in nato na delce < 1mm. Vzorci so bili skladiščeni v zračnih vrečah v temnem prostoru in temperaturi okolice.

Podatki analize so sledeči:

VLAGA

Srednja vrednost vlage je bila 16,7% in manjša kot 50% evropskih SRF (17,9%); Cemex Climafuel določa za cementne peči zgornjo mejo vsebnosti vlage 15% , medtem ko druge cementarne lahko prevzamejo SRF z vlago do 20%. Zgornja meja za termenergetske objekte je 35%, kar je bilo možno doseči s vsakim vzorcem SRF iz MBT naprave⁹.

PEPEL

Tipična srednja vrednost pepela za objekte MBT odpadkov je 17,3%. Zgornje in spodnje vrednosti so gibljejo med 16,35% in 18,48 %. Maksimalne vrednosti se gibljejo pri 19,6%, največje vrednosti pa so bile 20,6%. Iz analize pepela sodeč, je bilo ugotovljeno, da je SRF iz postopkov MBT odpadkov primeren za sežig v določenih termoenergetskih objektih, manj pa za sežig v cementnih pečeh.

KURILNA VREDNOST

Za srednjo neto kurilno vrednost SRF je bila pri poletnem obratovanju naprave izmerjena vrednost 15,5 MJ/kg. Nižje vrednosti so bile pri 14,5 MJ/kg. Srednja neto kurilna vrednost je bila nižja kot je srednja vrednost za evropski MBT SRF, ki znaša 16,3 MJ/kg. Ugotovljeno je bilo, da bi lahko povprečna neto kurilna vrednost SRF zadovoljila končnega uporabnika za peči v fluidnem sloju (FBC), kotle na črni premog (brez hlajenja dna) ali na lignit, ni pa primerno za cementarne in kotle na črni premog s hlajenim dnom. Večina cementarn ima spodnjo kurilno vrednost 18 MJ/kg, vendar je v primeru CEMEX Climafuel v postopku dovoljen možna uporaba SRF s kurilno vrednostjo 15 MJ/kg ter v primeru, v kolikor se SRF direktno inkapsulira v klinker. Vezano na uporabo SRF v EfW peči z rešetko, lahko dovoljene vrednosti dosežejo 14 MJ/kg.

KLOR

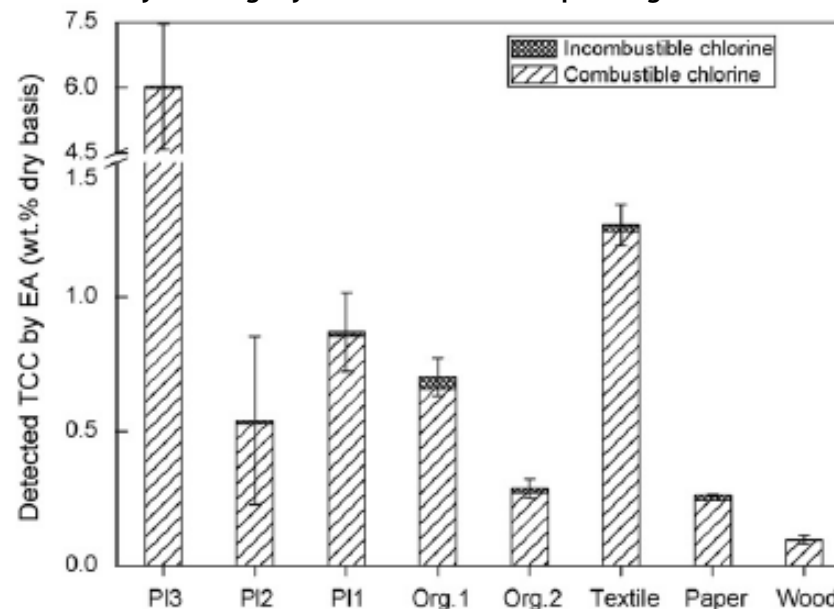
Vrednost klora v trdnem gorivu je za vsak objekt odvisna od njegovega tipa in instaliranih naprav pri čemer se mora pri načrtovanju in meritvah upoštevati ukrepe proti koroziji (avtomatski sistem za čiščenje toplotnega menjalnika, primerna izbira kovine, barvanje kotlovskih cevi z odporno barvo proti koroziji). Vrednost klora praviloma ne sme dovoliti tvorjenje HCl in PCCD, ne glede na to, da je uporabljen SRF s povečano vrednostjo klora.

Vrednost klora v četrtini evropskih MBT obratov znaša 0,72%. Finci n.pr. so v svojih analizah v časovnem obdobju 5 let dosegli vrednost klora samo 0,41%.

Zanimiva je študija vpliva in lastnosti klora v postopku termične obdelave mešanih komunalnih odpadkih in v RDF¹⁰. Študija je pokazala, da se klor v odpadkih delno pretvori v plinasto agregatno stanje kot HCl (gorljivi klor) in ostanek ostane v pepelu (nedorljivi klor)^{11,9}.

Slika 3 prikazuje ugotovljeni gorljivi in nedorljivi klor po sežigu pri 850 °C. Delež gotovljenega nedorljivega dela je bil majhen in je bil v vseh vzorcih manjši od 0,01%. V večini frakcij je bil delež gorljivega in nedorljivega klora 95:5.

Slika 3: Gorljivi in nedorljivi del klora v vzorcih pri sežigu 850 °C



PI1 embalažne plastenke in posode

PI2 plastične folije in plastične vrečke

PI3 plastični produkti, ki niso embalaža

Org1 gospodinjski kuhinjski odpadki

Org2 gospodinjski vrtni odpadki

Visoka vsebnost klora v MSW in RDF povzroča visoko koncentracijo klora v procesu sežiga, ki stimulira nastajanje kemijskih spojin v letečem pepelu s sorazmerno nizkim tališčem. Drobni delci letečega pepela kondenzirajo v pregrevalniku in obogateni kloridi z nizkim tališčem v gostem dimu predvsem pri temp. 450 °C povzročijo korozijo vročih cevi¹², kar vodi k nenačrtovanemu izpadu obratovanja. V odpadkih ima klor dva glavna izvora in sicer v polivinilkloridu (PVC), kot izvoru organskega klora in kuhinjskih odpadkih kot izvoru anorganskega klora. Oba imata z vidika termičnega procesa različne lastnosti. Tako imajo komponente organskega klora nizko energijo vezave (PVC 397 kJ/mol) v primerjavi s spojinami anorganskega klora (NaCl 787 kJ/mol, KCl 717 kJ/mol)¹³.

ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI

Pri razvoju trdnih goriv iz nenevarnih odpadkov je pomembna njegova kakovost in ustreznost zahtevam uporabnika. Za določanje kakovosti trdnih goriv SRF so zraven klora pomembni parametri vlage, kurilne vrednosti in ostanka pepela. Zato so raziskovalci namenili vrsto študij, v katerih obravnavajo problematiko kakovosti trdnih goriv,

vključno s klorom. Klor je zaradi tvorbe kislih komponent eden najbolj problematičnih elementov pri uporabi trdnih goriv iz odpadkov v energijske namene.

Nemški institut za zagotavljanje kakovosti in certificiranje- RAL je za proizvajalce SRF v letu 2008 pripravil navodila za testiranje in kakovost . Bila so določena merila kakovosti, predvsem mejne vrednosti za težke kovine in za tiste proizvajalce, ki so izpolnili zahteve kakovosti, jim je priznan znak kakovosti (RAL-GZ-724). Merila kakovosti so opredeljevala dva razreda in sicer SRF, ki je izviral iz ostankov odpadkov v proizvodnji in SRF s poreklom iz komunalnih odpadkov. V postopkih razvoja produkta SRF so se te zahteve poostrele in sistemsko uredile s standardi na nivoju Evropske komisije za standardizacijo pod okriljem CEN 343.

RAL je v letu 2008 določil najpomembnejše parametre RDF glede na njegovo uporabo¹⁴ (tabela 5).

Tabela 4: Parametri za opis karakteristik RDF in zahteve njegove uporabe

Parameter kakovosti	Tehnični, ekonomski in okoljski vplivi	Sosežig		Sežig
		Cementna peč	Termoelektrarna gorivo premog	RDF gorivo
Neto kalorična vrednost NCV (kJ/kg)	Vpliv na proizvodno zmogljivost – prihodki	> 20.000	> 18.000	12.000 – 16.000
Vsebnost vode (%)	Vpliv na kurilno vrednost/proizvodne zmogljivosti	< 15	< 15-25	< 30-40
Vsebnost pepela (%)	Stroški odlaganja	< 15	< 15-20	< 25-30
Vsebnost klora (%)	Korozija, učinek na kakovost stranskih produktov, odlaganje ostanka	< 1	< 0,5-1,5	< 1–1,5
Vsebnost težkih kovin (mg/kg)	Vpliv na okolje, učinek na kakovost stranskih produktov	Skladno z RAL GZ-724	Skladno z RAL GZ-724	

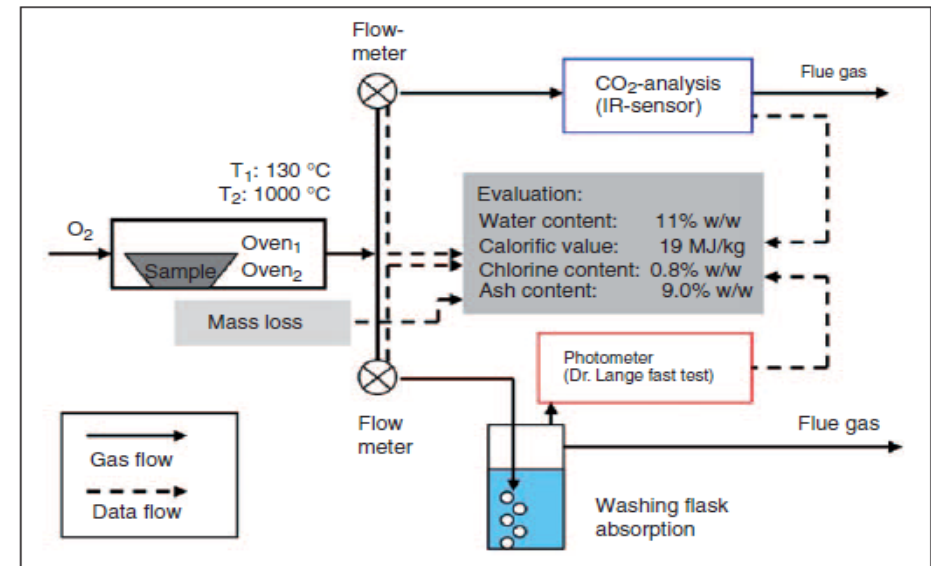
(Vir: BGS 2008)

Za ugotavljanje karakteristik odpadkov in RDF je bilo izvedenih veliko raziskav v laboratorijskih inceneratorjih. Pri tem je bilo analiziranih veliko parametrov kot so kurilna vrednost, vsebnost vlage, pepela in klora ob uporabi večjega števila vzorcev na podlagi meritev dimnih plinov^{15,16}. Zaradi strukture odpadnih materialov je potrebno

upoštevati številne soodvisnosti posameznih parametrov, ki določajo karakteristike odpadkov in posledično trdnega goriva, med drugim tudi kurilno vrednost in temperaturo vžiga¹⁵.

V letu 2008 so trije nemški inštituti razvili metodo hitrega testa z uporabo zgorevanja in analize dimnih plinov kot tudi korelacijsko analizo. V prvem obdobju projekta je bil cilj hitra, enostavna in stroškovno učinkovita določitev koristnih parametrov za odpadke oziroma trdno gorivo kot je kurilna vrednost, vsebnost vlage, vsebnost pepela in vsebnost klora. Slika 4 prikazuje sistem hitrega testa odpadkov oziroma trdnega goriva¹⁴.

Slika 4: Sistem hitrega testa parametrov odpadkov in trdnega goriva



V strokovni javnosti je še vedno prisotna dilema, ali je trdno gorivo RDF enakovredno SRF. V Italiji, ki je ena od večjih proizvajalk trdnega goriva iz odpadkov v Evropi z letno proizvodnjo 1 mio ton SRF¹⁷, je bila že v letu 1997 sprejeta zakonodaja (Decree 22/97, art. 6), ki je definirala karakteristiko RDF kot gorivo iz trdnih komunalnih odpadkov, ki nastane s predelavo in s ciljem odstranitve nevarnih substanc za sežig in hkrati zagotavlja spodnjo kurilno vrednost (LVH) in s svojimi karakteristikami ustreza tehničnim normativom. V letu 1998 je bilo sprejetih 14 tehničnih standardov (UNI 9903:1-14) v sklopu zakonodaje (Decree 5/02/1998), kjer so že uvedli razliko med RDF in RDF visoke kakovosti RDF_Q. Pomembne so razlike pri nekaterih težkih kovinah, kot n.pr. za RDF Cd in Hg nimata omejitve, medtem ko je za RDF_Q ta omejitev že podana. Značilno je tudi, da obe vrsti goriv nimata omejitve pri pepelu.

V letu 2006 sta bila RDF in RDF_Q opredeljena kot gorivo iz nenevarnih odpadkov in posebnih odpadkov (ločenih frakcij) v smislu zagotavljanja ustreznih kurilnih vrednosti glede na vrsto njihove uporabe, zmanjšanja okoljskih in zdravstvenih rizikov in kontro-

lo vsebnosti kovin, stekla, inertnih materialov, vlage in nevarnih sestavin¹⁸. Z zakonskim dekretom v letu 2003 (Decree 29, december 2003) je bil samo RDF_Q opredeljen kot obnovljivi vir z ustrezno vsebnostjo organskega dela. Uskladitev z evropsko standardizacijo trdnih goriv CEN 15357 – 15747 je Italija izvedla z dekretom Decree 205/2010, kjer je SRF določen kot trdno gorivo, proizvedeno iz nenevarnih odpadkov, katero se lahko energetsko izkorišča v objektih sežiga ali sosežiga in ustreza zahtevam specifikacij in klasifikacij, navedenih v CEN/TS 15359. S procesiranjem, homogeniziranjem ter doseganjem stopnje kakovosti omogoča medsebojno trženje med proizvajalci in uporabniki. Zanimiva je ugotovitev, da je italijanska zakonodaja na tem področju manj strožja kot je slovenska^{18,19}, saj tehnične specifikacije za SRF v Italiji ne določajo mejnih vrednosti kadmija in žvepla, v primerjavi s slovenskimi. Tabela 6 prikazuje tehnične specifikacije SRF v Italiji¹⁸.

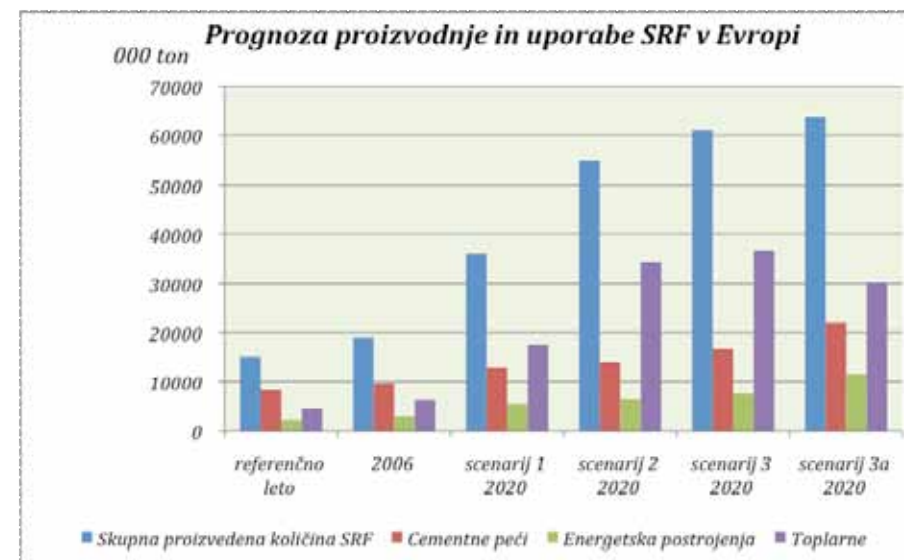
Tabela 5: Tehnične specifikacije SRF v Italiji (s.s.-suho stanje, d.s.-dostavljeno stanje)

Parameter	Statistični izračun povprečja	Enota	Razredi				
			1	2	3	4	5
Neto kalorična vrednost	Aritmetična sredina	MJ/kg (d.s.)	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Klor	Aritmetična sredina	% (s.s.)	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1	≤ 1,5	≤ 3
Živo srebro	Mediana	mg/MJ (d.s.)	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,5
	80 percentilna vrednost		≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,3	≤ 1

ZAKLJUČEK

Razvoj proizvodnje trdnega goriva v Evropi je v zadnjih 15 letih doživelo velik napredek. Od začetkov proizvodnje in sprejetja zakonskih podlag, ki jih je kot prva sprejela Nemčija v okviru združenja proizvajalcev in uporabnikov »Die Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e. V«, in vključuje trdno gorivo iz odpadkov ter biomaso. Da je proizvodnja trdnih goriv vse bolj aktualna in omogoča dolgoročno perspektivo kaže slika 4, ki prikazuje prognozo proizvodnje in porabe trdnih goriv v Evropi do leta 2020.

Slika 5: Prognoza proizvodnje in uporabe SRF v Evropi



Vir: FEAD-European Recovered Fuel Organisation

Pričakovati je, da bo v Sloveniji energijska izraba odpadkov in posledično proizvodnja trdnih goriv iz odpadkov glede na predlog Operativnega programa ravnanja s komunalnimi odpadki, marec 2013, ki ga je pripravilo Ministrstvo za kmetijstvo in okolje pomemben del celovitega ravnanja z odpadki. S tem bi se zmanjšala poraba primarnih energetskih virov v cementarnah, toplarnah in termoelektrarnah.

Viri in literatura

1. T. Hilber, J. Maier, G. Scheffknecht, M. Agraniotis, Advantages and Possibilities of Solid Recovered Fuel Cocombustion in the European Energy Sector et al., Journal of the Air & Waste Management Association 57. 10 (Oct 2007): 1178-1189.
2. Y. Zhang, Y. Chen, A. Meng, Q. Li, H. Cheng, Experimental and thermodynamic investigation on transfer of cadmium influenced by sulfur and chlorine during municipal solid waste (MSW) incineration, J. Hazard. Mater. 153 (1-2) (2008) 309-319.
3. P. Redmakers, W. Hesselting, J. van de Wetering, Review on corrosion in waste incinerators and possible effect of bromine, TNO Report, 2003.
4. J. Wandschneider, U. Seiler, G. Hölter, T. Wilmann, Increase of the electrical energy efficiency to 30% due to a high performance boiler—example of HRAVI- Amsterdam (Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades bis 30% durch eine Hochleistungskesselanlage am Beispiel der HR-AVI-Amsterdam), in: K.J. Thomé-Kozmiensky, M. Beckmann (Eds.), Optimierung der Abfallverbrennung 1, Neuruppin, TKVerlag, Neuruppin, Germany, 2005.
5. U. Buskies, The efficiency of coal-fired combined-cycle powerplants, Appl. Therm. Eng. 16 (12) (1996) 959-974.
6. J. Buggea, S. Kjár, R. Blum, High-efficiency coal-fired power plants development and perspectives, Energy 31 (2006) 1437-1445.

7. Kakaras, E. Grammelis, P. Agraniotis, M. Derichs, W. Schiffer, H.-P. Maier, J. Hilber, T. Glorius, T. Becker, U. Co-Combustion of Solid Recovered Fuels (SRF) in Coal Fired Power Plants, Presented at Conference Waste & Biomass Combustion and Co-Combustion, Wroclaw University of Technology: Wroclaw, Poland, November 2005.
8. C. Velis, S. Wagland, P. Longhurst, B. Robson, K. Sinfield, Solid Recovered Fuel: Influence of Waste Stream Composition and Processing on Chlorine Content and Fuel Quality et al. Environmental Science & Technology 46. 3 (Feb 7, 2012)
9. P. Redmakers, W. Hesselings, J. van de Wetering, Review on corrosion in waste incinerators and possible effect of bromine, TNO Report, 2003.
10. W. Maa, G. Hoffmann, M. Schirmer, G. Chena, V. S. Rotter, Chlorine characterization and thermal behavior in MSW and RDF, Journal of Hazardous Materials 178 (2010) 489–498
11. N. Watanabe, O. Yamamoto, M. Sakai, J. Fukuyama, Combustible and incombustible speciation of Cl and S in various fractions of municipal solid waste, Waste Manage. 24 (6) (2004) 623–632.
12. S.C. van Lith, Release of inorganic elements during wood-firing on a grate boiler, Technical University of Denmark, Denmark, 2005.
13. W. Ma, S. Rotter, Overview on the chlorine origin of MSW and Cl-originated corrosion during MSW & RDF combustion process, in: Second International Environment and Public Health Track, Shanghai, China, 2008.
14. S. Rotter, T. Kost, B. Bilitewski, O. Kock, H. Seeger, A. Urban (2003) Abfallanalysen - Anwendung, Probleme und neue Wege für die praxis. (Waste analysis – Application, Problems and New Approaches for Practical Use.). Müll und Abfall 9: 438–453.
15. M. Schirmer, B. Bilitewski, S. Rotter (2005), Sources of chlorine in MSW and RDF – Species, Analytical Methods and Behaviour in Treatment Processes. In: Proceedings of 20th International Conference on Solid Waste Technology and Management, Philadelphia, 3–6 April, Philadelphia, USA
16. V. S. Rotter, T. Kost, J. Winkler, B. Bilitewski, Material flow analysis of RDF production processes, Waste Management 24 (2004) 1005–1021
17. T. Glorius, J. v. Tubergen, Solid Recovered Fuels, Contribution to BREF „Waste Treatment“ European Recovered Fuel Organisation
18. Pretz, A. Khoury, R. Uepping, Institute and Chair of Processing and Recycling of Solid Waste, RWTH Aachen
19. M. Ragazzi & E. C. Rada, RDF/SRF evolution and MSW bio-drying, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Trento, Italy
20. Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (Ur. l. RS št. 57/2008)

ENERGY GLOBE AWARD (Svetovna okoljska nagrada)

» Prof. **Nada PAVŠER**, ambasadorica za Slovenijo

Sobivanje, društvo za trajnostni razvoj

nada.pavser@guest.arnes.si

Podrobnosti na: www.energyglobe.info



ENERGY GLOBE AWARD je danes najbolj prestižna energetska – okoljska nagrada v organizaciji fundacije s sedežem v Avstriji s podporo Združenih narodov Programa za okolje, ki poteka na svetovni ravni v več kot 150 državah. Cilj projekta ENERGY GLOBE AWARD je ustvariti zavedanje o potrebnih rešitvah za naše okoljske probleme in pokazati, da lahko vsak od nas prispeva svoj del.

S projekti za trajnostni razvoj lahko sodelujejo različne inštitucije, podjetja, nevladne organizacije, fakultete, osnovne, srednje šole in vrtci ter s svojimi inovativnimi dejanji prispevajo k nizko ogljikni družbi na različnih področjih.

Slovenija lahko prispeva v svoje projekte, ideje in zamisli in s **tem ubogati izmenjavo idej na svetovnem vrhu, prejme tudi najvišje priznanje. Prijave potekajo vsako leto.**

S projekti se lahko prijavijo v različne kategorije:



1. Zemlja *Earth*, za področja odpadkov, kmetijstva, energetske rastline, gradbeništva (materiali, stavb, izolacija), sončne aplikacije...

Zemlja je naš dom in edini planet, na katerem lahko živimo. Ta planet nam daje vse, kar potrebujemo za življenje kot so naravni viri, energija, elektriko, hrano in obleko. Vedno več ljudi živi na tem planetu in vedno več ljudi pretirano izkorišča naravne vire in ne razmišlja o prihodnosti. Zato naravovarstveno in trajnostno ravnanje z naravnimi viri našega planeta vključno z spremenjeno gospodarsko in finančno logiko kljub vse večjemu zavedanju, da gre marsikaj narobe še vedno ni na dnevnem redu. Vsi ukrepi, ki prispevajo k tem prizadevanjem so lahko prijava v to kategorijo, vključno s projekti o ravnanju z odpadki, in drugimi okoljskimi temami.



2. Ogenj (Fire), za področja oskrba z energijo in učinkovita raba energije na vseh področjih uporabe;

Ogenj predstavlja energijo, ki zahteva od vsakega izmed nas še posebno pozornost. Energija pomeni napredek in udobja na eni strani, omejeni viri (nafta), onesnaženje in podnebne spremembe pa po drugi strani terjajo spremembe v našem delovanju, kajti naše naftne rezerve bodo porabljena v naslednjih nekaj desetletjih, medtem ko so rastline in gozd, geotermalna energija, hidroenergija, sončna energija so obnovljivi viri, ki ne ogrožajo podnebne spremembe. V to kategorijo spadajo inovativni projekti, ki vključujejo v učinkoviti rabi energije, v alternativnih virih energije, uporabo obnovljivih virov in s tem dosegajo optimalno učinkovitost in trajnostno naravnost.



3. Voda (Water) Pitna voda, različne rabe / obdelavo in predelavo vode in odpadnih voda za ohranjanje vodnih zalog;

Čeprav je prisotno zavedanje, da brez vode ni življenja, pa ta javna dobrina že danes ni dosegljiva milijonom ljudi na planetu, čeprav jo po drugi strani na milijone nepremišljeno ravna s to dobrino in jo z najrazličnejšimi odpadki onesnažujejo. Boj za distribucijo vode se je že zdavnaj začel, in vojne za vodo so že prisotne. Varovanje, ohranjanje in ponovno vzpostavljanje pitne vode in vodnih virov nasploh je lahko močan izziv za različne inovativne pristope. Vsi ukrepi, ki prispevajo v tej smeri, se lahko predložijo za Energy Globe Award. To vključuje projekte na področjih, kot so oskrba s pitno vodo, sanitarne vode, namakanje, zaščita vodnih poti, čiščenja odpadnih voda, distribucija....



4. Zrak (Air), nadzor onesnaževanja zraka, notranja in zunanja kakovost zraka, varstvo podnebja zmanjšanje emisij CO2.

Zrak je element življenja, ki nas obdaja in brez katerega ne bi mogli preživeti več kot nekaj minut. Tudi tukaj gre za mojstrovino narave, ki v naravnem ravnovesju s pomočjo dreves in rastlin omogoča »čiščenje« zrak. Ljudje in živali potrebujejo čist zrak za dihanje, služi pa tudi kot nosilec za vodo, da se le ta vrača nazaj na Zemljo. Element zraka najbolje simbolizira združitev ciklov narave ... Zrak je nosilec podnebnih sprememb.. Vsi ukrepi, ki prispevajo k izboljšanju kakovosti zraka, vključno s preprečevanjem emisij CO2, lahko prispevajo k Energy Globe Award, ki

vključuje projekte za optimizacijo procesov izgorevanja, zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, emisij in prispevajo h kakovosti zraka v prostoru, itd.



5. Mladi (Youth), katerikoli projekt za trajnostni razvoj.

Mladi so oblikovalci naše prihodnosti. Kar se učijo danes, lahko jutri v koristi našemu planetu. Znanje z modrostjo starejših generacij z dobrimi in svežimi idejami mladih so najboljša kombinacija za drugačno kakovostno preživetje v prihodnosti. Vsi ukrepi, ki spodbujajo trajnostno razmišljanje in ukrepanje s strani mladih v korist našega okolja se lahko prijavijo za Energy Globe v kategoriji mladih.

V pošteved pridejo vsi trajnostno naravnani projekti, ki prispevajo k izboljšanju okoljske ozaveščenosti na področju ravnanja z odpadki, varčevanja in učinkovite rabe energije, alternativnih virov energije, ohranjanju biotske pestrosti, ravnanju z vodo, zmanjševanju ogljičnega odtisa ... blaženju podnebnih sprememb ipd.

Žirija ENERGY GLOBE je mednarodna, vodi jo kongresnica Maneka Gandhi, nekdanja indijska ministrica za okolje. Podporniki nagrade so: Predsednik Evropske komisije José Manuel Barroso, nekdanji generalni sekretar ZN Kofi Annan, nekdanji ruski predsednik Mihail Gorbačov, nekdanji predsednik Evropskega parlamenta dr Hans-Gert Pöttering in številni vplivni posamezniki iz sveta politike umetnosti, znanosti, glasbe in zabave. Številni prispevki in primeri dobre prakse so lahko velik doprinos k ohranjanju trajnostni naravnosti naše države in nasploh prispevek k nizko ogljični prihodnosti.

Informacije v zvezi z Energy Globe Award lahko dobite pri ambasadorki za Slovenijo prof. Nadi Pavšer, nada.pavser@guest.arnes.si.

Podrobnosti na www.energyglobe.info

ODPADEK JE ZAČETEK NOVEGA! PROMOCIJA UPORABE INDUSTRIJSKIH IN GRADBENIH ODPADKOV V GRADBENIŠTVU SKOZI PROJEKT REBIRTH

» Dr. Alenka MAUKO¹

» Doc. dr. Ana MLADENVIČ¹

» Janja LEBAN²

» Mirko ŠPRINZER³

» Zvonko COTIČ⁴

¹ **Zavod za gradbeništvo Slovenije**, Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana, alenka.mauko@zag.si

² **Gospodarska zbornica Slovenije**, Dimičeva 13, 1000 Ljubljana, janja.leban@gzs.si

³ **PKG Šprinzer Mirko s.p.**, Ruška cesta 7, 2000 Maribor, mirko.sprinzer@triera.net

⁴ **Structum, d.o.o.**, Tovarniška cesta 26, 5270 Ajdovščina, zvonko.cotic@structum.si

Povzetek

PROBLEM: stopnja recikliranja gradbenih in industrijskih odpadkov in njihova uporaba v gradbeništvu sta v praksi v Sloveniji še vedno zelo nizki. VZROK: velika razpoložljivost in konkurenčna cena naravnih virov, nepoznavanje dobrih praks in možnosti recikliranja in uporabe v gradbenih proizvodih, kompleksna, nepregledna in v posameznih primerih kontradiktorna zakonodaja, nizka osveščenost in nezaupanje v gradbene proizvode iz recikliranih odpadkov. REŠITEV: promocija dobrih praks in zadnjega stanja stroke, raziskav in razvoja na področju okolja in novih gradbenih (zelenih) proizvodov, izobraževanje in informiranje ter ozaveščanje različnih ključnih skupin: strokovnjakov in izvajalcev, zakonodajalcev in splošne publike. Uporaba

recikliranih odpadkov v gradbeništvu prav tako predstavlja priložnost oblikovanje nove tržne niše in pospešuje trajnostni razvoj na vseh treh temeljnih področjih: ekonomije, okolja in družbe. Cilj projekta ReBirth je trajno povečati uporabo recikliranih industrijskih in gradbenih odpadkov v gradbeništvu skozi različne aktivnosti ozaveščanja, informiranja in izobraževanja in tako prispevati in podpirati razvoj učinkovite rabe virov v Evropi ter izpolnitev različnih ciljev odpadkovne direktive.

Ključne besede: industrijski odpadki, gradbeni odpadki, uporaba odpadkov v gradbeništvu, projekt ReBirth

Abstract

PROBLEM: Recycling of construction and demolition waste and industrial waste and its use in construction sector are in Slovenia still relatively low. **CAUSE:** abundance and low price of natural resources, ignorance of good practices and possibilities of recycling and application in construction products, complex legislation, low awareness and mistrusts in construction products made of recycled waste. **SOLUTION:** promotion of good practices, and the latest state-of-the-art of expertise, research and development in environment and green construction products, education and information as well as awareness raising of different key publics, such as: experts and people working in the sector, legislation body as well as general public. Use of recycled waste in construction sector also represent opportunity for formation of new market niche and push of sustainable development, including all three pillars of economy, environment and people. The general objective of ReBirth project is to increase permanent use of recycled industrial and construction and demolition waste in construction sector through different activities of awareness raising, information and education and thus contribute and support development of resource efficient Europe and fulfilment of waste directive targets.

Key words: industrial waste, construction and demolition waste, use of waste in construction sector, ReBirth project

UVOD

V Sloveniji letno nastane okoli 6,5 milijonov ton odpadkov, od tega 89 % v proizvodni in storitveni dejavnosti. Enega izmed najbolj voluminoznih odpadkov predstavljajo gradbeni odpadki in odpadki, nastali pri rušenju objektov. V letu 2010 je nastalo približno 1,7 milijonov ton tovrstnih odpadkov, glede na statične podatke največ v skupini 17 05 06 [1], pri čemer pa menimo, da gre za posledico napačnega poročanja, saj v to skupino v skladu z seznamom odpadkov evropske komisije (2000/532/EC) spadajo izkopski materiali iz vodnih teles (angleško »dredging spoil«), ki pa jih je v Slovenijo

malo. Ne glede na to je gradbenih odpadkov v Sloveniji in v Evropi v povprečju med 25 in 30 % skupno (vseh) nastalih odpadkov. Ker je gradbeništvu velik ponor surovin, predstavljajo gradbeni odpadki odličen nadomestek naravnim materialom. Podobno predstavljajo odličen vir surovin tudi nekateri industrijski odpadki, ki se trenutno odlagajo na odlagališčih.

Splošen cilj projekta ReBirth - Promocija recikliranih industrijskih in gradbenih odpadkov in njihova uporaba v gradbeništvu je prispevati k povečanemu in boljšemu recikliranju industrijskih in gradbenih odpadkov in njihovi uporabi v gradbeništvu na področju Slovenije skozi odprt, premišljen, pravočasen in racionalen dialog, ki je namenjen povečanemu zavedanju o možnostih recikliranja na nacionalni, regionalni in lokalni ravni. Poseben poudarek projekta je promocija obstoječih dobrih praks skozi praktične prikaze, informiranje o administrativnih merilih in orodjih, kot so na primer zelena javna naročila in okoljske dajatve ter izobraževanje in ozaveščanje skozi članke, delavnice in konference. Informiranje in ozaveščanje poteka na več nivojih, namenjeno pa je strokovnjakom in tehnični stroki na področjih gradnje, zbiranja in predelave odpadkov, lastnikom odpadkov, investitorjem, načrtovalcem, zakonodajalcem kot tudi splošni javnosti. V projektu sodeluje sedem slovenskih partnerjev: Zavod za gradbeništvu Slovenije (koordinator), Gospodarska zbornica Slovenije, PKG Šprinzer Mirko, Primorje, Klara spletna agencija, Mayer McCann in Structum. Projekt se je pričel oktobra 2011 in bo trajal do konca leta 2014.

AKTIVNOSTI PROJEKTA

V okviru projekta ReBirth je načrtovanih skupaj osemnajst akcij. Akcije vključujejo organizacijo in izvedbo delavnic s tematikami, kot so zeleno naročanje, uporaba gradbenih odpadkov in uporaba industrijskih odpadkov, začetne in zaključne konference, štiri praktične prikaze, pripravo strokovnih in poljubnih gradiv in člankov, predavanja za študente in nagradno igro. V letu 2012 smo izvedli začetno študijo projekta, ki je pregled trenutnega stanja recikliranja in uporabe odpadkov v gradbeništvu v Sloveniji, izvedli smo začetno konferenco, praktični prikaz uporabe jeklarske žindre v cestogradnji, dve delavnici o zelenem javnem naročanju, kratek promocijsko izobraževalni film o uporabi jeklarske žindre, objavljenih pa je bilo tudi več strokovnih in poljudnih člankov. Vse informacije o izvedenih akcijah in gradivo v zvezi z njimi so na voljo na spletni strani projekta www.re-birth.eu. V nadaljevanju podajamo kratek opis nekaterih aktivnosti.

Začetna konferenca projekta

Začetna konferenca projekta pod naslovom *Ohranimo vire – reciklirajmo odpadke!* [2] je potekala 8.3.2012 na Gospodarski zbornici Slovenije. Konference se je udeležilo preko sto udeležencev iz različnih podjetij in institucij (imetniki odpadkov, zbiratelji odpadkov, predelovalci odpadkov, komunalna podjetja, gradbena podjetja, fakultete, svetovalci, upravljavci z odpadki in odločevalci). Na konferenci so bile predstavljene dobre prakse

recikliranja in uporabe gradbenih in industrijskih odpadkov v Sloveniji kot tudi v tujini, okoljska in ekonomska orodja, kot so ocenjevanje življenjskega kroga in zelene takse, primer ravnanja z gradbenimi odpadki in industrijskimi odpadki v praksi in zakonodajne zahteve na področju odpadkov, stranskih proizvodov in gradbenih proizvodov.

Praktičen prikaz uporabe uporaba jeklarske žindre kot agregata v asfaltnih obrabnih plasteh

Praktičen prikaz uporabe črne jeklarske žindre kot agregata v asfaltnih obrabnih plasteh [3] je bil izveden 14.6.2012 na regionalni cesti Kneža – Podbrdo, v kraju Podbrdo. Pri organizaciji dogodka so sodelovali investitorji na nacionalni ravni (Direkcija Republike Slovenije za ceste) kot tudi investitorji na lokalni ravni (Občina Tolmin), prikaza pa so se udeležili tudi izvajalci gradbenih del, projektanti, nadzorniki, povzročitelji industrijskih odpadkov in tudi ostali deležniki. Udeleženci praktičnega prikaza (bilo jih je preko 60) so bili najprej seznanjeni s tehnologijo priprave in predelave žindre v agregat in same vgradnje v voziščno konstrukcijo, nato pa so si lahko postopke vgrajevanje ogledali v živo na samem odseku. Na kraju izvedbe dogodka je postavljena informacijska tabla, ki je namenjena informiranju o življenjskem ciklu industrijskega odpadka, od njegovega nastanka do končne uporabe (slika 1). V okviru te akcije je nastal tudi kratek informacijski film z naslovom Črna jeklarska žindra – odlična surovina za gradnjo cest, ki je prav tako na voljo na spletnih straneh projekta [4].

Slika 1: Informativna tabla v kraju Podbrdu, ki prikazuje življenjski krog črne jeklarske žindre od njenega nastanka do končne uporabe v vozišču.



Foto: arhiv ZAG.

Delavnici o zelenem javnem naročanju

V letu 2012 smo izvedli dve delavnici na temo zelenega javnega naročanja ([5], [6]). Prva delavnica, ki se je udeležilo preko 30 udeležencev, predstavnikov posameznih občin, ministrstev, industrije in izvajalcev gradbenih del, je bila 20. 6. 2012 na Gospodarski zbornici Slovenije. V okviru delavnice so udeleženci pridobili več informacij o Uredbi o zelenem javnem naročanju, še posebej s področja stavb, kot tudi predloge o možnostih vključevanja okoljskih zahtev na področju naročanja izgradnje in obnove cest in cestne infrastrukture. Druge ponovitve delavnice, ki je bila 17.10.2012, se je udeležilo preko 50 predstavnikov državne uprave, izvajalcev gradbenih del, predstavnikov podjetij, ki iščejo možnosti koristne uporabe za svoje industrijske odpadke, kot tudi predelovalcev odpadkov. V okviru projekta ReBirth je bila skupaj z Združenjem asfalterjev Slovenije sprožena tudi pobuda za nastanek skupine, ki obravnava dopolnitev uredbe o zelenem javnem naročanju z novo skupino proizvodov *Gradnja in obnova cest*.

Načrtovane aktivnosti v letu 2013

V letu 2013 načrtujemo štiri delavnice s tematiko gradbenih odpadkov, selektivnega rušenja, nelegalnih odlagališč gradbenih odpadkov in njihove uporabe v gradbeništvu. Prva delavnica z naslovom *Pravilno ravnanje z gradbenimi odpadki: breme, odgovornost ali priložnost?* je bila izvedena 20.3.2013 [7]. Na delavnici se je zbralo preko 50 predstavnikov državne uprave in lokalnih skupnosti, izvajalcev gradbenih del, investitorjev in projektantov. Delavnici bodo sledile tri ponovitve, z namenom seznanitve deležnikov, kako pristopiti k rušenju objektov, od zakonodajnih zahtev do poteka rušenja ter možnosti reciklaže in uporabe recikliranih materialov. V letu 2013 bomo izvedli še praktični prikaz selektivnega rušenja objekta in priprave recikliranega agregata ter prikaz čiščenja nelegalnega odlagališča gradbenih odpadkov in recikliranja odpadkov. Poleg tega bomo pripravili mobilno razstavo, ki bo prikazana na več lokacijah po Sloveniji, pripravljamo pa tudi kratke izobraževalne filme, interaktivni portal, predavanja za študente in splošno javnost ter laične in strokovne članke in navodila.

ZAKLJUČEK

Učinkovita raba surovin vključuje ponovno uporabo recikliranih odpadkov. Gradbeništvu predstavlja velik ponor surovin in je tako primerno za porabo večjih količin recikliranih industrijskih in gradbenih odpadkov. Projekt ReBirth je pomemben za razvoj trajnostnega gradbeništva v Sloveniji, saj promovira, informira in vzpodbuja uporabo surovin iz recikliranih gradbenih in industrijskih odpadkov. Dolgoročno projekt prispeva k višji stopnji reciklaže in s tem k varovanju okolja in naravnih virov. Projekt prinaša ekonomsko učinkovite rešitve, še posebej pomembne v času recesije gradbeništva in omogoča razvoj trajnostne družbe.

Projekt je sofinanciran s strani evropskega programa LIFE+ in Ministrstva za kmetijstvo in okolje.



Viri in literatura

Uredba o odpadkih. Ur. l. RS, št. 103/2011

<http://www.re-birth.eu/koledar-dogodkov/konference/>

<http://www.re-birth.eu/koledar-dogodkov/prakticni-prikaz/?id=3>

<http://www.re-birth.eu/koledar-dogodkov/prakticni-prikaz/?id=21>

<http://www.re-birth.eu/koledar-dogodkov/koledar-2012/junij/delavnica-o-zelenem-javnem-narocanju/>

<http://www.re-birth.eu/koledar-dogodkov/delavnice/?id=18>

<http://www.re-birth.eu/domov/?id=23>

SEKCIJA 3



Snovna in energetska izraba odpadkov



POMEN TERMIČNE OBDELAVE ODPADKOV V KONCEPTU CELOVITEGA RAVNANJA Z ODPADKI

» Red. prof. dr. **Niko Samec**

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru
Smetanova 17, Maribor
niko.samec@uni-mb.si

Povzetek

Sodobna družba, katere del smo tudi mi, s povečevanjem bruto domačega proizvoda in splošnega standarda proizvaja vse več odpadkov. Statistično gledano vsak prebivalec Slovenije ustvari slab kilogram in pol odpadkov dnevno. Od te količine odpadkov je samo manjši del primeren za energijsko izrabo, saj je predhodno potrebno smiselno izrabiti ostale prednostne postopke in sisteme ravnanja z odpadki.

Ta energetski potencial se v Sloveniji, z izjemo celjske regije, trenutno odlaga na deponije, kar je nesprejemljivo z energetskega in okoljskega vidika, hkrati pa tudi v nasprotju z domačim in evropskim pravnim okvirjem.

Izkoriščanje tega energetskega vira na nacionalni ravni predstavlja velik okoljski izziv, ki pa se ga bo država morala skladno z Zakonom o varstvu okolja lotiti. Izraba energije iz odpadkov pomeni pomemben korak pri izkoriščanju lastnih energetskih virov in zmanjševanju odvisnosti od uvoza. Evropska in nacionalna zakonodaja podajta natančna izhodišča in zahteve, kako koristno uporabljati ta energijski vir, da se energetska izraba smatra kot predelava in ne odstranjevanje.

Ključne besede: sežig, komunalni odpadki, celovito ravnanje z odpadki, varstvo okolja

Abstract

Modern society and we as its part are with the rise of gross domestic product and general living standard producing bigger quantity of waste. Statistically, every citizen produces little less than one and a half kilogram of municipal solid waste per day. Only small part this quantity is suitable for waste-to-energy process as municipal solid waste goes into pretreatment in accordance to obligatory waste treatment hierarchy.

This energy of waste potential in Slovenia, with exception of Celje region, is being deposited on landfills. This is unacceptable from energy and environmental point of view and at the same time in contradiction with local and European legislation.

The utilization of this energy source on national level represents great environmental challenge that has to be undertaken by the national government, as stated in the Environment Protection Act. Waste-to-energy process as recovery operation presents an important step toward utilization of own energy source and reducing the import dependence. European and national legislation give exact directions and demands how to efficiently utilize this energy source to regard this process as recovery operation and not disposal.

Key words: incineration, municipal solid waste, integral waste management, environmental protection

ENERGIJA KOMUNALNIH ODPADKOV ZA IZPOLNJEVANJE NACIONALNIH ZAVEZ UPORABE OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE

» Dr. Filip KOKALJ

Javno podjetje Energetika Maribor d.o.o., Jadranska cesta 28, 200 Maribor, filip.kokalj@energetika-mb.si

Povzetek

V Republiki Sloveniji letno proizvedemo okrog tri četrte milijona ton komunalnih odpadkov in od tega je po dosedanjih izkušnjah in raziskavah okrog ene četrte takšnih, ki so energijsko bogati in niso primerni za snovno izrabo (reciklažo). 90% tega energetskega potenciala se trenutno odlaga na deponije, kjer se poleg težav z nastajanjem toplogrednih plinov in onesnažene izcedne vode srečujejo tudi s pomanjkanjem deponijskega prostora; predvsem se pa s tem kršijo nacionalni in evropski predpisi.

Komunalni odpadki oziroma njihov energetsko bogat del predstavlja delno obnovljiv vir energije, saj je sestavljen iz obnovljivih materialov.

Izkoriščanje tega energetskega vira na nacionalni ravni predstavlja velik okoljski izziv, istočasno pa pomemben korak pri izkoriščanju lastnih energetskega virov in zmanjševanju odvisnosti od uvoza. Koristna uporaba celotne sproščene energije pa je vezana na sisteme daljinske energetike.

Naša država se je na osnovi direktive 2009/28/ES o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov zavezala, da bodo do leta 2020 obnovljivi viri v naši državi predstavljali 25% vseh energetskega virov.

Na osnovi preračunov in simulacij bomo prikazali potencialni lokalni prispevek k uporabi obnovljivih virov energije za daljinsko ogrevanje v Mariboru v primeru izgradnje načrtovane sežigalnice odpadkov.

Ključne besede: sežig, energija iz odpadkov, varstvo okolja, obnovljivi viri energije.

Abstract

Citizens of the Republic of Slovenia produce around three quarters of a million ton of municipal solid waste. Based on experience and research around one quarter of this quantity is energy rich and non-recyclable waste. 90% of this potential is currently being landfilled where greenhouse gases and leaching waters are produced and operators experience lack of disposal space; but the most concerning is that this operation is not in accordance with national and European legislation.

Municipal solid waste, respectively its energy rich fraction, represents in part renewable source of energy since it is composed of biogenic material.

The utilization of this energy source presents on national level great environmental challenge and at the same time important step towards utilization of domestic energy sources and the reduction of import dependence. Energy efficient utilization of complete released energy is tied to district heating networks.

Our country has based on Directive 2009/28/EC on the promotion of the use of energy from renewable sources committed itself to utilize by the year 2020 25% of total consumed energy from renewable sources.

Based on calculations and simulations for district heating in Maribor we will show the potentials of the use of energy from renewable sources in case of planned waste incineration plant.

Key words: incineration, energy from waste, environmental protection, renewable energy sources.

UVOD

Ravnanje z odpadki postaj vedno bolj zakonsko nadzirana dejavnost in posledično tudi tehnološko vedno bolj dovršena.

Pri načrtovanju celovitih konceptov ravnanja z odpadki in gradnji regijskih centrov za ravnanje z odpadki je potrebno upoštevati vse snovne tokove, ki se pojavijo z različnimi vrstami komunalnih odpadkov.

Zadnja leta se je velik poudarek dajal ločenemu zbiranju in potem snovni izrabi teh frakcij, preostanek mešanih komunalnih odpadkov pa je ostal večinoma neizkoriščen in neobdelan romal na odlagališče.

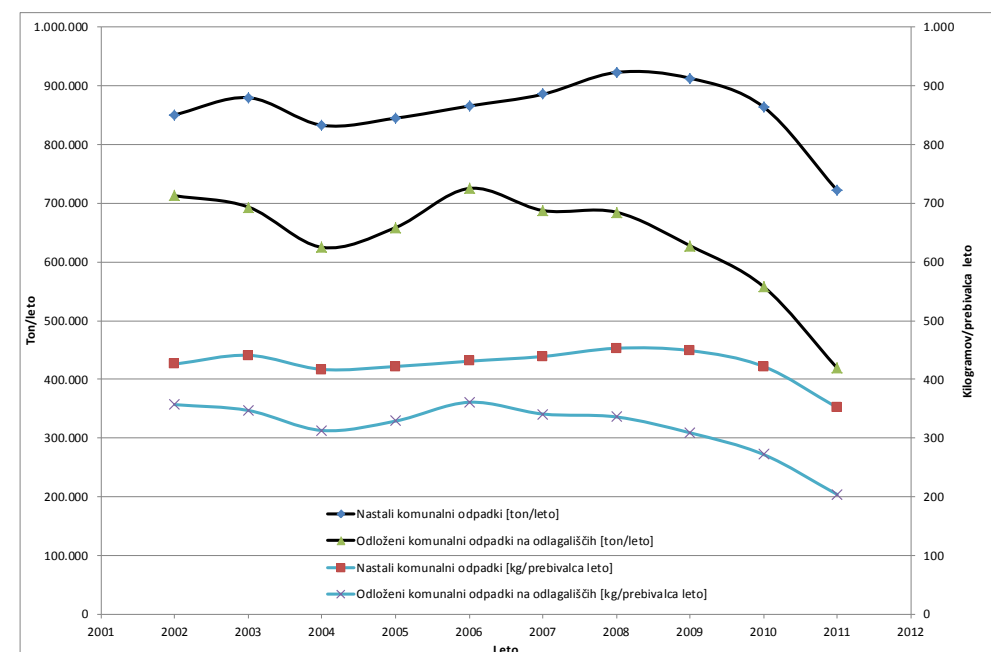
Z napredovanjem tehnoloških postopkov obdelave je mogoče ta preostanek odpadkov še snovno in predvsem energijsko izkoristiti. Slednje se pri nas preveč zanemarja, sploh glede na povišane cene energentov in dejstvo, da je naše trenutno ravnanje z odpadki nezadovoljivo v smislu prevzetih zakonskih obvez.

Energijska izraba odpadkov je istočasno tudi izraba domačega energetskega vira, ki

je v določeni meri tudi obnovljiv vir energije. Razvite zahodno evropske države predvsem pa Skandinavija že več desetletij s pridom izkoriščajo energijski potencial komunalnih odpadkov. Še več, koristno izrabljajo tudi vse druge vrste odpadkov, ki imajo ustrezno energetska vrednost.

KOLIČINE IN SESTAVA KOMUNALNIH ODPADKOV V SLOVENIJI

Slika 1.: Komunalni odpadki v Sloveniji [1]



V zadnjih 10 letih se je do leta 2009 količina komunalnih odpadkov povečevala, nato pa se je količina pričela zmanjševati in je leta 2011 znašala 721.844 ton oziroma 352 kg/prebivalca. Veliko večja razlika je pri količini odloženih komunalnih odpadkov, kjer se je po letu 2006 začel kazati vpliv uvajanja ločenega zbiranja in postopkov obdelave v centrih za gospodarjenje z odpadki. Količina odloženih odpadkov je tako v letu znašala 419.228 ton oziroma slabih 58% odložene količine v letu 2006. Podatki za zadnje desetletje so prikazani na sliki 1.

Po sestavi pa odpadke lahko razdelimo na osnovne frakcije. V letu 2010 je bila narejena strukturna analiza, ki je pokazala, da kakšna je sestava komunalnih odpadkov. Rezultati so predstavljeni v tabeli 1. [2]

Tabela 1.: **Strukturna analiza odpadkov [2]**

Frakcija	Odstotek	Ton /leto
papir	18,4%	132.819
bio odpadki	22,7%	163.859
plastika	15,3%	110.442
steklo	6,0%	43.311
kovine	6,3%	45.476
drugo	25,4%	183.348
kosovni	5,8%	41.867

KURILNA VREDNOST IN VSEBNOST OBNOVLJIVEGA DELA V ODPADKIH

Na osnovi podatkov, predstavljenih v poglavju 1 in tabeli 1 lahko zaključimo, da je velik del odpadkov biološkega izvora. V tabeli 1 so predstavljeni rezultati na enoto mase, za energetski preračun je potrebno upoštevati še kurilno vrednost odpadkov.

Sistem energijske izrabe odpadkov ne temelji na izrabi celotne količine zbranih komunalnih odpadkov, kot so predstavljeni v poglavju 1, ampak gre ta celotni tok odpadkov na mehansko in biološko obdelavo. Pri tem se dodatno iz snovnega toka izločijo še reciklati, ki so namenjeni snovni izrabi, prav tako pa se v fazi biološke obdelave odpadki osušijo in stabilizirajo. Ob koncu obdelave se snovni tok loči na energijsko bogati in energijsko revni (inertni) del, pri čemer se slednji odloži na odlagališču. Energijsko bogati del pa je tako imenovana lahka frakcija oziroma iz odpadkov pridobljeno gorivo (po angleško »Refuse derived fuel – RDF«).

RDF je sestavljen iz gorljivih frakcij, ki se nahajajo v preostanku komunalnih odpadkov. Sestavljen je iz plastike, papirja, kartona, tekstila in lesa. Vsi ti materiali dobro gorijo, kurilna vrednost mešanice pa je odvisna od strukture (deleža posamezne frakcije) odpadkov in vsebnosti vode ter inertnih nečistoč. Kot povprečno informativno vrednost lahko podamo, da je kurilna vrednost tega goriva iz odpadkov med 15 in 25 MJ/kg.

Količinsko gledano je mogoče s celovitim pristopom gospodarjenja z odpadki pridobiti kot RDF okrog 25% celotne količine komunalnih odpadkov oziroma približno 50% celotne količine, ki vstopa v proces mehansko biološke obdelave.

V Sloveniji to pomeni, da bi lahko letno imeli na voljo med 150.000 in 200.000 ton RDF-a, ki bi ga lahko koristili za sežig ali sosežig. Trenutno se izrablja RDF samo v Toplarni Celje v količini 20.000 ton letno in nekaj malega še v cementarni Anhovo (RDF iz komunalnih odpadkov).

V tabeli 2 smo pripravili pregled sestave in vsebnosti biološkega oziroma fosilnega dela ter kurilne vrednosti frakcij odpadkov. Kvalitativno se vidi, da je masno in energijsko precejšen delež biološkega oziroma obnovljivega dela.

Tabela 2.: **Sestava in lastnosti RDF**

	Delež	Vsebnost biološkega dela [3]	Kurilna vrednost [3]	Masni delež OVE	Masni delež fosilnega izvora	OVE	Energija fosilnega izvora	Skupna energija
Frakcija	%	%	MJ/kg	%	%	MJ/kg	MJ/kg	MJ/kg
Tekstil	15	56	15,0	8,4	6,6	1,3	1,0	2,3
Papir in karton	51,5	100	13,0	51,5	0	6,7	0,0	6,7
Plastika	29,5	0	30,5	0	29,5	0,0	9,0	9,0
Les	3	100	16,3	3	0	0,5	0,0	0,5
Stiropor	1	0	28,0	0	1	0,0	0,3	0,3
SKUPAJ	100	-	-	62,9	37,1	8,4	10,3	18,7

Kurilne vrednosti v tabeli 2 predstavljajo povprečno vrednost posamezne frakcije, pri čemer sta upoštevani povprečna vlaga in onesnaženost te frakcije. Vse to odraža realno stanje posameznih frakcij v praksi.

Izračuni v tabeli 2 potrjujejo podatke, ki jih je mogoče najti tudi v drugih virih, tako za masni delež obnovljivih virov, ki znaša okrog dve tretjini [4], kot tudi za energijsko vsebnost obnovljivih virov [5], ki pa v smislu energije pomeni okrog polovico celotne sproščene energije.

IZRAČUN ENERGIJE OBNOVLJIVEGA DELA ODPADKOV ZA PRIMER ENERGIJSKE PREDDELAVE ODPADKOV V MARIBORU

Za projekt izvedbe energijske predelave odpadkov v Mariboru je bila izdelana že razna dokumentacija, ki podaja osnovna izhodišča za ta objekt. Eden od teh je tudi dokument identifikacije investicijskega projekta [6].

Skladno s tem sprejetim in potrjenim dokumentom bi objekt v Mariboru predeloval RDF, ki je izdelan iz komunalnih odpadkov, ki nastajajo na Koroškem, Pomurju in Podravju. Letna količina RDF je med 40.000 in 50.000 ton, kar predstavlja povprečno letno vhodno toplotno moč RDF-a med 30 in 35 MW. V smislu letne proizvedene energije pa to v bruto količini pomeni med 800 in 1.000 TJ energije.

Javno podjetje Energetika Maribor, ki je sistemski operater daljinskega ogrevanja, v mestu Maribor skrbi za več kot 30 km daljinskega omrežja, na katerega je priključenih več kot 10.000 uporabnikov. V letu 2012 je bilo s tem sistemom porabnikom dobavljeno skupno 400 TJ toplotne energije v obliki vroče vode.

Velik izziv za podjetje, mesto in tudi državo predstavlja izpolnitev nacionalnih zavez po uporabi obnovljivih virov energije, ki izhajajo iz direktive 2009/28/ES o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov.[7] Na tej osnovi smo se na nacionalnem nivoju zavezali do leta 2020 doseči najmanj 25 % delež OVE v bruto rabi končne energije.

Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010 – 2020 (AN OVE) [8] predvideva uporabo komunalnih odpadkov za doseganje sprejetih nacionalnih zavez rabe OVE. Pri tem predvideva uporabo različnih postopkov izkoriščanja OVE v odpadkih, tudi termične predelave odpadkov.

Če pogledamo mesečno količino energije, ki bi jo lahko pridobili s termično predelavo odpadkov, bi to znašalo med 60 in 80 TJ na mesec. Nato moramo še upoštevati izkoristek naprave ter dejstvo, da se iz dela sproščene energije proizvaja električna energija, kar pomeni, da je mesečno na voljo okrog polovica te bruto energije. Konična mesečna poraba daljinskega ogrevanja v Mariboru znaša okrog 80 TJ, povprečna zimska poraba okrog 50 TJ na mesec, kar pomeni, da bi lahko v zimski sezoni, ko je maksimalna poraba, z energijo odpadkov zagotavljali okrog polovice vseh potreb po toplotni energiji (zaradi konične narave ogrevanja). Istočasno pa bo toplotne energije v poletnih mesecih več, kot se je lahko distribuirala v daljinsko omrežje.

S stališča rabe obnovljivih virov bo naše podjetje moralo do leta 2020 zagotoviti 25% OVE v končni rabi, kar pomeni pri sedanji distribuciji 100 GJ energije iz OVE.

Približno pol leta je mogoče koristno uporabljati vso toplotno energijo, ki se bo proizvajala v bodočem obratu za termično predelavo odpadkov, ostalega pol leta pa samo del. To pomeni, da bi lahko najhladnejše mesece na osnovi izračuna, predstavljenega v tabeli 2, uporabili okrog 100 TJ iz dela odpadkov, ki je obnovljiv vir, preostali del leta pa skupno okrog 40 TJ. Letno bi to pomenilo, da je mogoče z uporabo odpadkov zagotoviti za okrog 140 TJ iz OVE ali okrog ene tretjine celotne distribuirane toplotne energije.

ZAKLJUČEK

Preostanek komunalnih odpadkov, ki ga ni mogoče snovno izrabiti (reciklirati) in ima visoko kurilno vrednost, je mogoče učinkovito uporabiti kot vir energije za soprodukcijo toplotne in električne energije. Pri tem pa gre za uporabo delno OVE in sicer v obsegu okrog 40% celotne sproščene energije RDF-ja.

Viri in literatura

1. Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010 – 2020 (AN OVE) Slovenija, Ljubljana, julij 2010;
2. CEWEP Energy Report III (Status 2007 -2010) Results of Specific Data for Energy, R1 Plant Efficiency Factor and NCV of 314 European Waste-to-Energy (WtE) Plants, December 2012, by Dr.-Ing. Dieter O. Reimann, Scientific and Technical Advisor to CEWEP, Abt-Wolfram-Ring 11, D-96071 Bamberg, Germany;
3. Climate Protection Potential in the Waste Management Sector, Examples: Municipal Waste and Waste Wood, Günter Dehoust and Dr. Doris Schüller from Öko-Institut e.V. Institute for Applied Ecology, Freiburg / Darmstadt / Berlin (Germany) and Regine Vogt and Jürgen Giegrich from IFEU Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Germany) On behalf of the German Federal Environment Agency (UBA) and the Federation of the German Waste, Water and Raw Materials Management Industry (BDE), Dessau-Roßlau, December 2010;

4. DIIP za projekt Izgradnja objektov za termično predelavo odpadkov z energetske izrabo v Ljubljani in Mariboru, RCI Celje, november 2011;
5. Direktiva 2009/28/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. aprila 2009 o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov, spremembi in poznejši razveljavitvi direktiv 2001/77/ES in 2003/30/ES, Uradni list L 140 , 05/06/2009 str. 0016 – 0062;
6. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, <http://kazalci.arso.gov.si> in www.mko.gov.si ;
7. Statistični urad Republike Slovenije, www.sist.si ;
8. TAD - Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen Deutschland e.V. <http://www.itad.de/itad/klimaenergie/329...html>.

INVESTIRANJE V TEHNOLOGIJE TERMIČNE IZRABE SRF/RDF GORIV ZA KOGENERACIJO

» Doc.dr. Dušan KLINAR

ZRS Bistra Ptuj, Slovenski trg 6, 2250 Ptuj
dusan.klinar@bistra.si

Povzetek

V prispevku analiziramo možnosti investiranja v termično izrabo SRF/RDF goriv v slovenskih (in delno evropskih) razmerah. V prvem delu smo podatke o investicijah v sežigalnice in v napredne tehnologije termične obdelave kot sta piroliza in uplinjanje združili in poenotili preko izračuna specifične investicije na enoto toplotne moči goriva na vhodu v procesno napravo. V drugem delu pa smo izračunali eksponent preračuna n med različnimi kapacitetami in investicijskimi vrednostmi, ki za obe tehnologiji znaša 0,8. Analiza rezultatov preračuna specifične investicijske vrednosti kaže na to, da v Evropi obstajajo tehnologije, ki so primerne za slovenske (majhna kapaciteta) razmere, saj se njihova specifična vrednost investicije približa ekonomsko ugodnemu področju. Tako želimo investitorje opozoriti na obstoj ekonomsko opravičljivih tehnologij za investiranje v izrabo SRF/RDF goriv v slovenskih razmerah.

Ključne besede: SRF gorivo, RDF gorivo, uplinjanje, sintezni plin, ekonomika procesa.

Abstract

In the article we are analyzing possibilities of the investment in to the processes for utilizing SRF/RDF fuels for the cogeneration in Slovenian context. In the first part we have been unified and transformed, data of the investment in to the incineration and advanced thermal technologies like pyrolysis and gasification trough

calculation of the specific investment per unit of thermal power of input material. In the second part we calculate characteristic exponent n of the equation enable someone to calculate investment of different capacities and it was found to be 0,8. Analysis of specific investment data show existence of the technology in the Europe which is feasible to be implemented in specific Slovenian investment context (small capacity). Specific investment value of such technology is close to the feasible economic region of the larger capacities of considered thermal technologies. With this contribution we intended to raise attention of the potential investors or users on the possibilities to utilize available sources of SRF/RDF fuels in Slovenia.

Key words: SRF fuel, RDF fuel, gasification, synthesis gas, process economics

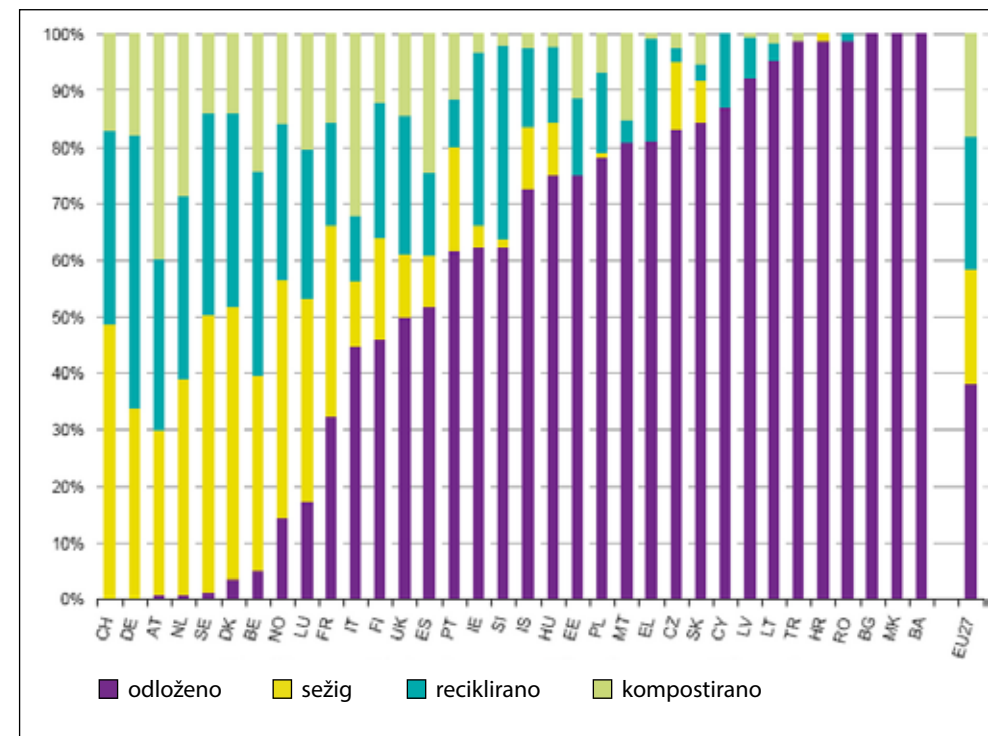
SRF/RDF GORIVA V EU IN SLOVENIJI

V Evropski Uniji se v okviru prizadevanj za zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov, še posebej pa CO_2 , odpadki uveljavljajo kot pomemben surovinski vir. Odpadki vsekakor niso ne popolnoma ogljik nevtralen (ničen ali celo negativen ogljikov odtis) niti povsem obnovljiv vir. V prehodnem obdobju, uvajanja modela trajnostnega razvoja, pa predstavljajo pomemben izvor surovin za nadomeščanje rabe goriv in surovin fosilnega izvora.

Na področju predelave in ravnanja z odpadki predvideva EU zakonodaja vse manjši delež odpadkov, ki se odlaga na deponijah [1] in tistih, ki se reciklirajo ali drugače predelajo v skladu z zahtevami hierarhije ravnanja z odpadki (preprečevanje, ponovna raba, recikliranje, energetska izraba in odlaganje) [2]. Razvite države EU so razvile predelavo odpadkov v takšnem obsegu, da je delež odlaganja zelo majhen ali skoraj zanemarljiv Slika 1.

Na tej podlagi so tudi v Sloveniji okrepljena razmišljanja o vse večji predelavi odpadkov, vlada RS je v svojem sklepu iz dne 13.3.2013 sprejela »Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki«. V omenjenem programu ocenjuje tudi količino RDF goriv izdelanih iz komunalnih odpadkov v Sloveniji na 175.000 t/leto s termično močjo 90 MW. Tako predstavljen podatek o razpoložljivih količinah SRF/RDF goriv v Sloveniji predstavlja ustrezno izhodišče za načrtovanje njihove uporabe v prihodnjih letih [2].

Slika 1.: Obdelava odpadkov po državah EU v letu 2009 [3]



SRF/RDF goriva se obravnavajo kot predelan odpad za katerega uporabo je potrebno posebno dovoljenje saj njihova raba pomeni eno od metod njihovega odstranjevanja (R1). Takšna sledljivost uporabe odpadka sicer nikakor ni sporna, težaven pa je postopek v katerem se pridobiva dovoljenje za proces uporabe SRF/RDF goriva. Tako ostaja prvi pomislek uporabe alternativnih goriv, ki bi zamenjala fosilna goriva prav status predelovalca odpadkov in kot takega še posebej pod drobnogledom in predvsem pritiski okoljevarstvenih organizacij.

Narodnogospodarsko gledano predstavljajo SRF/RDF goriva izvrstno priložnost za zamenjavo fosilnih goriv z alternativnimi, ki so tudi cenovno ugodnejša. Takšno priložnost bi lahko izkoristila bodisi podjetja za energetske zahtevne procese ali pa lokalne skupnosti za daljinsko ogrevanje stanovanj. Že iz navedenih razlogov, bi moral biti interes države, da se obstoječi vir surovine izrabil za zniževanje izpustov CO_2 , zamenjavo fosilnih goriv in pospeševanje trajnostnega razvoja v obliki nizkoogljične ekonomije.

Zgoraj predstavljeni cilji predstavljajo predvsem splošne družbene cilje uporabe SRF/RDF goriv in ne zajemajo dovolj podjetniških vidikov investiranja. Da bi bolj opredelili podjetniške vidike, ki edini odločajo o investiranju, želimo analizirati in pregledati predvsem razmere cen postrojenj, ki so bile ponujene ali pa so bili objekti zgrajeni. Pri podatkih smo se omejevali na evropske podatke in podatke iz Velike Britanije [4, 5].

Tehno-ekonomska analiza, v svojem bistvu, predstavlja sestavljanje ali projektiranje

– koncipiranje tehnološkega procesa na podlagi ekonomskih okoliščin in tehnoloških možnosti. Pri tem sta ključni obe področji, znanje in sposobnost kombiniranja ter povezovanja tako na tehničnem kot na ekonomskem področju. Z ustreznim kombiniranjem znanj je mogoče sestaviti optimalno in ne zgolj minimalno vrednost investicije. O optimalni vrednosti investicije govorimo zato, ker so v takšno inačico procesa vključene ustrezne okoljske in druge rešitve, ki omogočajo učinkovitost, predvsem pa prilagodljivost obratovanja postrojenja. Da bi bilo mogoče zasnovati takšen proces je potrebno proces vrednotenja investicijskih predlogov izvajati v več ciklih. Razvojno delo mora potekati v ciklih, od prvotne tehnične zasnove skozi prvo ekonomsko vrednotenje, do tehničnih dopolnitev in ponovnega ekonomskega vrednotenja. S poglobljanjem in pridobivanjem vse bolj verodostojnih podatkov in realističnih tehnoloških možnosti pomembno izboljšujemo kakovost projekta.

V prvem koraku tehno-ekonomske analize je potrebno med razpoložljivimi ali dosegljivimi tehnologijami izbrati primerno in določiti ustrezno procesno shemo. Na podlagi začetne procesne sheme lahko pričnemo zasnovati procesa za določitev vseh reakcijskih in separacijskih postopkov. V naslednjem koraku določimo procesno opremo in povežemo enote v osnovno procesno shemo. Sledi izračun snovne in toplotne bilance, ki nam omogoča osnovno kvantifikacijo procesnih enot. Po opravljeni toplotni integraciji procesa, kjer pregledamo ustreznost toplotne bilance in minimiramo toplotne izgube lahko izdelamo seznam procesne opreme z vsemi kvalitativnimi in kvantitativnimi podatki. Tako pripravljeno gradivo zberemo v dokument, ki ga povsod po svetu imenujejo »bazni inženiring« (BI). Dokument BI ima pomembno vlogo, saj predstavlja jasno izraženo (artikulirano) voljo in zahteve investitorja, ki omogočajo načrtovalcem in ponudnikom jasno izvajanje naročenega dela. Jasno je, da takšen dokument izdelamo in popravljamo – izboljšujemo v nekaj ciklih. Investitorji, ki se jim zdi izdelava takšnega dokumenta potrata virov nikoli ne morejo jasno izraziti svojih zahtev, jih soočiti s ponudniki in načrtovalci ter na podlagi teh interakcij oblikovati in utrditi svoje želje in tudi zahteve.

Predstavljenemu tehnološkemu elaboratu – baznemu inženiringu sledi ekonomsko vrednotenje projekta. Podlago za izračun predstavlja masna in toplotna bilanca s pomočjo katere opredelimo potrebne vhode - surovine in nastale izhodne proizvode. Tudi ekonomski elaborat je potrebno izdelovati v ciklih, kjer tekom pridobivanja ponudb in drugih podatkov izboljšujemo kakovost izračuna.

V ekonomskem delu investicijskega elaborata najprej ovrednotimo različne tehnologije in njihove možnosti ter se odločamo o osnovni verziji procesa. Prav prvi korak spoznavanja in vrednotenja različnih tehnoloških možnosti predstavljamo v tem prispevku. Sklop zbranih podatkov, kot omenjeno iz EU in VB, omogoča dobiti pregled nad osnovnimi cenami za celotna postrojenja. Pri tem se zbrani podatki nanašajo na obrate za termično obdelavo odpadkov oziroma SRF/RDF goriv izdelanih iz komunalnih odpadkov.

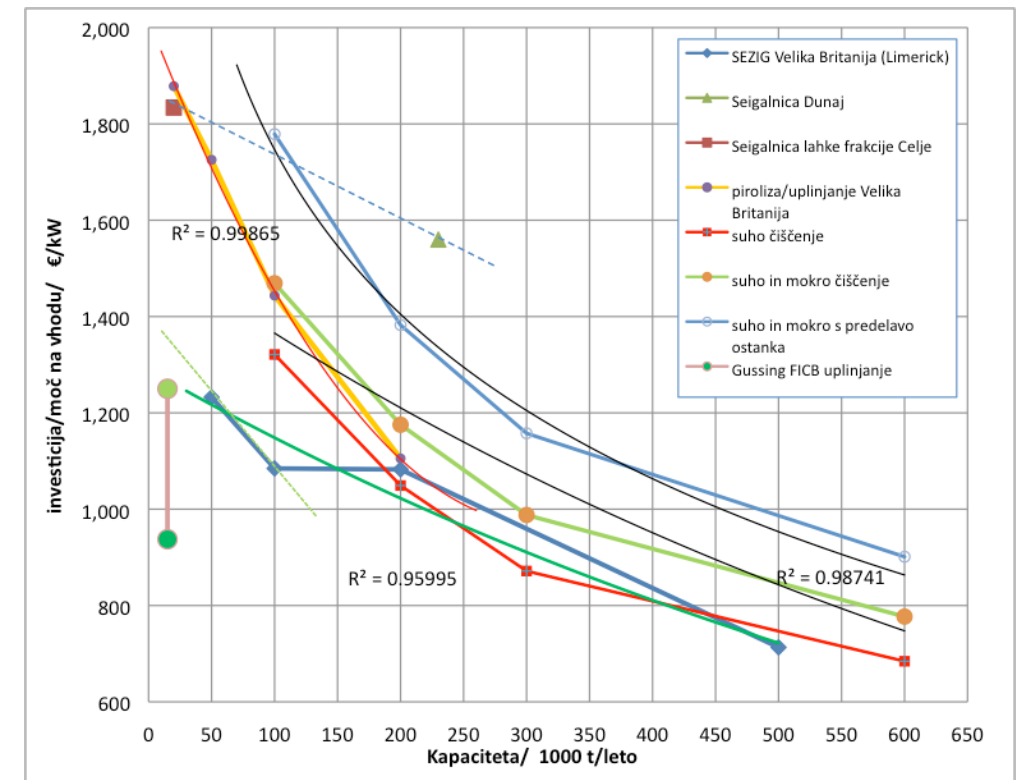
VREDNOTENJE INVESTICIJ IN NJIHOVA PRIMERJAVA

Ob vrednotenju investicij v termično predelavo SRF/RDF goriv se pojavlja vprašanje metod primerjanja investicijskih vrednosti med seboj. Podatke o vrednostih investicij so zelo heterogeni, saj predstavljajo različne tehnološke rešitve in različne surovinske vire ter različno porazdelitev proizvodov. Da bi lahko naredili primerjavo med različnimi podatki smo podatke o investicijskih vrednostih za posamezno kapaciteto preračunali na enoto energije vhodne surovine in dobili specifično vrednost investicije Enačba (1).

$$\frac{\text{Investicija} \cdot \text{EUR} \cdot \text{leto} \cdot \text{kg}}{\text{Kapaciteta} \cdot \text{t} \cdot \text{Sp. Kurilna Vredn. MJ}} = I \frac{1000 \text{ EUR}}{\text{kW}} \quad (1)$$

Pri izračunu specifične investicije en. (1) je bila uporabljena spodnja kurilna vrednost goriva v povprečju 16 MJ/kg goriva.

Slika 2.: Prikaz specifičnih vrednosti investicij za različne objekte term. predelave



V primerih, ko nimamo podatka o investiciji za želeno kapaciteto lahko le to izračunamo s pomočjo Enačbe 2 [6]. Ker eksponent v enačbi za primer obravnavanih tehnologij ni natančno določen in se na splošno giblje v območju od 0,6 do 0,8 [6], smo ga določili s pomočjo zbranih podatkov iz literature [6].

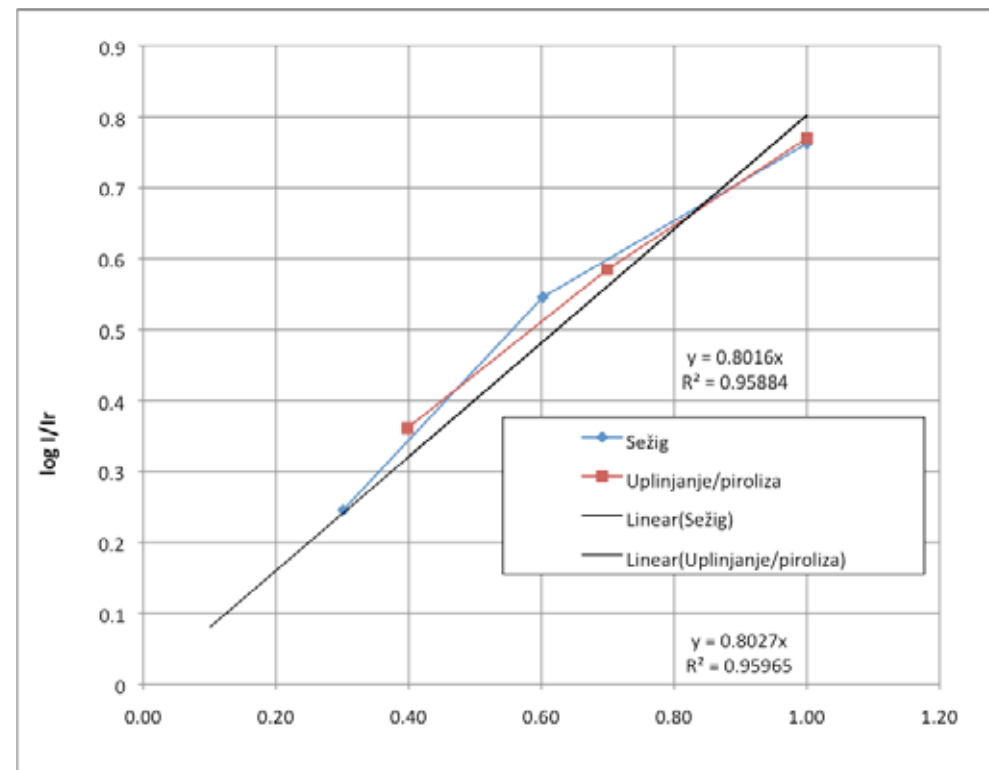
$$\frac{I}{I_r} = \left(\frac{K}{K_r}\right)^n \quad (2)$$

Pri tem je I investicija, ki nas zanima; I_r je referenčna (znana) investicija; K kapaciteta, ki nas zanima in K_r referenčna kapaciteta. Zaradi grafične obravnave podatkov smo enačbo4 preoblikovali v linearno Enačbo 3 in s pomočjo regresijske analize izračunali eksponent n .

$$\log\left(\frac{I}{I_r}\right) = n \cdot \log\left(\frac{K}{K_r}\right) \quad (3)$$

Merilo vrednotenja specifične investicije na enoto energije vhodne surovine po enačbi (1) ima tudi to prednost, da ne zajema različnih izkoristkov, ki se pojavljajo v procesu. Tako lahko govorimo najprej o »izkoristku hladnega plina« [6], ki znaša v uplinjevalnikih med 75% in 88% [6] in upošteva porabo energije za delovanje procesa. Razen izkoristkov v reakcijskem delu je nadalje potrebno poznati še izkoristke pri uporabi plina v motorjih z notranjim izgorevanjem ali v turbini, če jo uporabljamo. Nato nastopa še zadnji izkoristek generatorja, ki znaša med 80% in 95% pretvorbe energije na osi v električno energijo. Končni izkoristek celotne naprave v smislu pretvorbe energije vhodnega goriva v elektriko in razpoložljivo toploto pa je potem vsota vseh navedenih izkoristkov in izgub sistema kot celote. V praksi je pridobivanje dovolj natančnih podatkov o izkoristkih zelo težko in največkrat v fazi vrednotenja investicije uporabljamo ocenjene vrednosti ali približke. Zaradi takšne problematike ocenjujemo, da je uporaba celotne energije (energijski tok goriva) na vhodu primeren parameter, čeprav je lahko zaradi različnih izkoristkov procesa ustrezno uporabljen ali ne.

Slika 3.: Izračun eksponenta v enačbi 2 za preračunavanje investicij



ANALIZA REZULTATOV PRIMERJAVE

V analizi zgoraj predstavljenih in poenoteni podatki o sežigalnicah in naprednih termičnih obdelavah kot sta piroliza in uplinjanje smo najprej na sliki 2 zbrali specifične vrednosti investicij v odvisnosti od kapacitete naprav. Kapaciteto naprav bi sicer bilo mogoče po enakem postopku kot moč goriva na vhodu preračunati v termično moč celotne naprave. V grafu smo zbrali podatke iz Slovenije (sežigalnica Celje), bližnje Avstrije (sežigalnica Dunaj in Uplinjanje – kogeneracija Gussing) ter predvsem podatke iz Velike Britanije (VB) o uplinjevalnikih in pirolizi ter osnovnih sežigalnicah in sežigalnicah z dodatnim čiščenjem plinov in predelavo odpadkov. Podatki o uplinjanju so vzeti iz ponudb, saj v VB še ni velike naprave za uplinjanje odpadkov (MSW), ki bi lahko postregla z bolj verodostojnimi podatki [6].

Analiza rezultatov kaže izrazit prelom (dvig) investicij v območju kapacitet od 100 do 300 kt/leto (50-150MW objekti), vendar je prav to ekonomsko najbolj zanimivo področje za slovenske razmere praktično neuporabno. V Sloveniji bo namreč v naslednjih letih po podatkih vlade RS (2013) na razpolago približno 180 kt/leto ali 90MW moči iz SRF/RDF goriv [2] v celoti. Že ta ugotovitev nas postavlja v nezavidljiv položaj, ko v slovenskih razmerah ni mogoče uporabiti tehnologije za masovno termično predelavo ampak je potrebno poiskati posebne tehnologije, ki bi jih bilo mogoče kupiti za

ekonomsko dosegljivo ceno. Primer takšnih tehnologij je FICB uplinjevalnik Repotec zgrajen v Gussingu za lesno biomaso, ki bo po nekaterih informacijah v prihodnjem obdobju dograjen še za uporabo SRF/RDF goriv [8].

FICB uplinjevalnik v Gussingu ima kapaciteto okrog 15 kt/leto in 8 MW največjo termično moč na vhodu. Specifična investicija prve naprave (sedaj gradijo že četrto) je znašala 1250 EUR/kW vhodne energije in bi naj po navedbah avtorjev [7] znašala pri naslednjih napravah okrog 950 EUR/kW vhodne energije. Takšna specifična vrednost investicije se že nahaja v ekonomsko zanimivem področju (okrog 1000 EUR/kWt-vh), podobno kot večji objekti. Iz slike 2 je tudi jasno vidna zelo visoka vrednost specifične investicije v sežigalnice (Celje, Dunaj), ki sta skoraj 50% večji kot je ekonomsko optimalno področje. Tudi če bi napravo za uplinjanje dopolnili z zelo kakovostno linijo za čiščenje sinteznega plina (katrani, žveplo, klor) bi se vrednost po podatkih proizvajalca [9] ne povečala veliko preko 1100 EUR/kWt-vh. Takšne vrednosti pa že segajo v ekonomsko zanimivo področje in bi ga je vredno preveriti za zainteresirane investitorje. V tem območju se nahajajo tudi podatki o specifični investiciji za serijo sežigalnic v VB.

V drugem delu analize (slika 3) smo na podlagi zbranih podatkov preverili vrednosti eksponenta n v enačbi 2, ki nam omogoča preračunavanje med cenami in različnimi zelenimi kapacitetami naprave. Uporabili smo tako podatke za sežigalnice kakor podatke za uplinjanje in pirolizo. Iz izračunov regresijske analize v grafu na podlagi uporabe enačbe 3 se izkaže, da sta vrednosti eksponenta identični za obe vrsti tehnologij in znašata 0,8.

ZAKLJUČEK

V prispevku nam je uspelo zbrati dovolj objavljenih podatkov o investicijah v sežigalnice komunalnih odpadkov in sežigalnice predelanih odpadkov v obliki SRF/RDF goriv s katerimi smo lahko oblikovali poenotene kriterije kot specifična investicija na enoto toplotne moči vhodne surovine. s pomočjo tako poenotenega podatka lahko vrednotimo različne investicije in jih primerjamo med seboj. V drugem delu prispevka smo izračunali eksponent, ki velja za preračunavanje med kapacitetami in investicijami ter je enak za vse tri pri primerjane tehnologije in znaša 0,8. Iz prispevka izhaja, da obstajajo dovolj dobre možnosti za ekonomsko investiranje v tehnologije napredne termične izrabe SRF/RDF goriv v slovenskih/evropskih okoliščinah predvsem v delu specifične vrednosti investicije. Prispevek tako kaže na obstoj tehnoloških možnosti s katerimi je mogoče doseči ekonomsko ugodno področje investiranja. V prispevku pa nismo obravnavali drugi pomemben del tehno-ekonomske analize, ki določa donos oziroma vračilne roke investicije. Donos investicije je seveda najprej odvisen od njene specifične velikosti (na enoto predelane energije ali količine) nato pa od še drugih ekonomskih okoliščin kot so, cene vhodnih surovin, porazdelitev proizvodov in njihova cena ter splet obratovalnih stroškov (z glavnima sestavinama kot sta vzdrževanje in delovna sila). Vendar je mogoče poudariti, da se tehno-ekonomska analiza prične z ocenjevanjem specifičnih investicijskih vrednosti in v kolikor se te približajo ekonomsko ustreznem področju potem je smiselno nadaljevati analizo do konca. V obratnem

primeru, pa je največkrat potrebno iskati nove tehnološke možnosti izven osnovnih razpoložljivih tehnologij morda v posebnih tehnoloških nišah s katerimi ponudbami bi lahko uresničili zeleno tehnološko priložnost.

Viri in literatura

1. http://europa.eu/legislation_summaries/environment/waste_management/index_en.htm (dostopano marec 27. 2013).
2. Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki, Vlada RS, 11.02.2013, [http://www.tzslo.si/pic/pdf/nezivila/OP_RKO_13feb2013%20\(1\).pdf](http://www.tzslo.si/pic/pdf/nezivila/OP_RKO_13feb2013%20(1).pdf) (dostopano marec 28 2013).
3. http://www.arhiv.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/odpadki/ (dostopano marec 27. 2013).
4. http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Municipal_waste_statistics#Further_Eurostat_information (dostopano marec 27. 2013).
5. Feasibility Study of Thermal Waste Treatment/Recovery Options in the Limerick/Clare/Kerry Region, 2005, ([http://www.managewaste.ie/docs/WMPNov2005/FeasibilityStudy/LCK%20Thermal%20Feasibility%20Report-Ful%20\(web\).pdf](http://www.managewaste.ie/docs/WMPNov2005/FeasibilityStudy/LCK%20Thermal%20Feasibility%20Report-Ful%20(web).pdf)) (dostopano marec 28 2013).
6. Techno-economic performance of energy-from-waste fluidized bed combustion and gasification processes in the UK context, Liban Yassin, Paola Lettieri, Stefaan J.R. Simons, Antonino Germanà, Chemical Engineering Journal 146 (2009) 315–327.
7. Biomass CHP Plant Güssing – Using Gasification for Power Generation, M. Bolhàr-Nordenkamp, R. Rauch, K. Bosch, C. Aichernig, H. Hofbauer, 2002, <http://members.aon.at/biomasse/thailand.pdf> (dostopano marec 28 2013).
8. Conversion of mixed plastic wastes in a dual fluidized bed steam gasifier, V. Wilk, H. Hofbauer, Fuel 107 (2013) 787–799.
9. "OLGA" TAR REMOVAL TECHNOLOGY Proof-of-Concept (PoC), for application in integrated biomass gasification combined heat and power (CHP) systems, H. Boerrigter, S.V.B. van Paasen, P.C.A. Bergman, J.W. Könnemann (*), R. Emmen (*), A. Wijnands (*), (*) Dahlman Industrial Group, 2005, <ftp://kernenergie.nl/pub/www/library/report/2005/c05009.pdf> (dostopano marec 28 2013)

PRISPEVEK PODJETJA SAUBERMACHER K ZMANJŠANJU EMISIJ CO₂ V OZRAČJE ZARADI SODOBNEGA RAVNANJA Z ODPADKI

- » Dr. Roland POMBERGER¹
- » Michaela HEIGL²
- » Alen BALAŽIC³

¹ **Montanuniversität Leoben**, Franz-Josef-Str. 18, Leoben, roland.pomberger@unileoben.ac.at

² **Saubermacher Dienstleistungs AG**, Hans- Roth- Strasse 1, 8073 Feldkirchen bei Graz, A.Curtis@saubermacher.at²

³ **Saubermacher Slovenija d.o.o.**, Ulica Matije Gubca 2, 9000 Murska Sobota, a.balazic@saubermacher.si

Povzetek

Z aktivnostmi inovativnega izkoriščanja odpadkov prihranimo na področju predelave in odstranjevanja odpadkov v koncernu Saubermacher naši atmosferi letno okrog 237.000 ton izpustov CO₂. Ta količina je vrednostno primerljiva s cca. 3 milijoni EUR za Avstrijo glede na vrednost emisijskih kuponov za izpust CO₂. Predmet študije je bila primerjava različnih možnosti odstranjevanja odpadkov in njihov učinek na okolje. Bistven vpliv na sproščanje emisij ima pri tem vrsta obdelave oz. izkoriščanja odpadkov. V tem pogledu ima Saubermacher v primerjavi z običajnimi sežigalnicami odpadkov pionirsko vlogo, saj s pomočjo visoko tehnoloških naprav (Hightech) odpadke snovno loči na tiste, ki jih je možno reciklirati (npr. plastika, železo, barvne kovine itd.) in na tiste, ki jih več ni možno snovno izkoristiti. Izločene frakcije primerne za snovno izrabo se vračajo v proizvodnjo in tako spet nastanejo novi proizvodi, posledično se ohranijo primarni energijski nosilci, npr. nafta. Snovi, ki jih ni možno več reciklirati se uporabijo za proizvodnjo alternativnega goriva (npr. v podjetju ThermoTeam, Retznei) in z namenom uporabe v cementni industriji, kot nadomestek za primarni energent npr. premog.

Ključne besede: alternativno gorivo, izpust CO₂, snovna izraba, primarni energent

Abstract

Yearly, about 237.000 tones of CO₂ emissions are saved by the group Saubermacher due to innovative waste treatment approach. For Austria this equals around 3 million EUR in value of emission coupons. Subject of the study was comparison of different waste disposal possibilities and their environmental impact. In this view Saubermacher is heading the way in comparison to other waste incinerators because of high-tech separation of waste on recyclable waste (e.g. plastic, iron, non-ferrous metal etc.) and non-recyclable waste. Recyclable waste is returned back to the production process where new products are made out of it, consequently lowering the demand for natural resources like oil, for example. Non-recyclable waste is used for production of alternative fuel (in company ThermoTeam, Retznei, for example) instead of primary energy source (coal, for example) in production of cement.

Key words: Alternative fuel, CO₂ emissions, recycling, primary energy source

UVOD

Države podpisnice Kjotskega protokola so se s podpisom tega protokola obvezale zmanjšati izpuste toplogrednih plinov. Med te države spadata tudi Slovenija in Avstrija. V podjetju Saubermacher smo temu področju dali poseben pomen v preteklosti in si zadali nalogo z ciljem da prispevamo občuten prispevek k varovanju podnebja z zmanjšanjem emisij toplogrednih plinov z predelavo in izkoriščanjem odpadkov v fazi priprave alternativnega goriva za industrijske sežigalnice z namenom zmanjšanja uporabe primarnih energentov.

Leto 2004 je bilo prelomno v avstrijskem konceptu ravnanja z odpadki saj uredba o odpadkih, ki je začela veljati 1.1.2004 dovoljuje odlaganje le obdelanih odpadkov. V Sloveniji se je prelomni trenutek zgodil z uveljavitvijo Uredbe o odlaganju odpadkov (Ur. l. RS št. 32/2006), ki je podobne zahteve uveljavila z 1.7.2009. Po tem datumu je dovoljeno odlagati le obdelane nenevarne odpadke z energijsko vrednostjo 6 MJ/kg suhe snovi in TOC v vrednosti 5% mase suhe snovi. V procesu obdelave odpadkov pri specifičnih postopkih obdelave odpadkov lahko nastajajo visoko kalorične in kvalitetne frakcije obdelanih odpadkov t.i. alternativno gorivo. Zaradi zakonodajnih omejitev in zavedanja posledic trajne rabe naravnih virov ter potenciala v odpadkih sta največji avstrijski proizvajalec cementa Lafarge Perlmooser AG in podjetje Saubermacher Dienstleistungs AG izvedla skupni projekt proizvodnje nadomestnega goriva iz odpadkov. ThermoTeam Alternativbrennstoffverwertungs GmbH v Retznei je skupno podjetje, ki proizvaja alternativno gorivo in ga dobavlja cementarnam v Retzneiu in Mannersdorfu.

PREDMET RAZISKAVE

V podjetju Saubermacher smo v letu 2011, izdelali podnebno bilanco prihranka izpustov toplogrednih plinov za leto 2010. Zanimalo nas je koliko CO₂ smo prihranili s tem, ko smo preusmerili odpadke v snovno in termično izrabo ter tako ugodno vplivali na varovanje podnebja z ciljem, da smo prihranili uporabo primarnih energentov. Pri tem je bila ugotovljena količina prihranjenih emisij fosilnega CO₂, kot tudi uporabljena energija goriv in količina nadomestka primarnih energijskih nosilcev.

MEJE OPAZOVANEGA SISTEMA

V letu 2011 smo izvedli analizo vseh relevantnih masnih tokov podjetja Saubermacher. Meje smo določili na podlagi priporočil iz literature in predhodnih internih bilanc iz leta 2004 in leta 2006. Podatki glede kvalitativnih vrednosti posameznih vrst odpadkov (kurilne vrednosti, stopnja reciklaže, količina fosilnega CO₂, itd) so bili povzeti iz raznih gradiv o bilanci odpadkov za državo Avstrijo oz. ostalih virov (podatki proizvodnje, analizni podatki, druga literatura ...). Pri opazovanju procesov smo poskušali ugotoviti in upoštevati čim bolj realne slike procesov, ki so izvajajo v podjetju Saubermacher, saj je to pomembno predvsem glede na kasnejše analize emisij. V ocenjevalnem modelu so se upoštevali procesi zbiranja odpadkov, prevoz odpadkov do obdelave, sama obdelava odpadkov, prevoz do končne predelave odpadkov in končna predelava ali odstranjevanje odpadkov na različnih napravah. Upoštevana (ocenjena) je bila proizvodnja pomožnih in obratnih sredstev (npr. gorivo) in prispevanje električne energije za obdelavo v procesu pridobivanja sekundarnih surovin. Za emisije pri zagotavljanju električne energije smo podatke povzeli po posameznih fakturah za električno energijo vseh enot družbe SDAG (Faktor: učinki na okolje g CO₂ /kWh). Za primerjavo scenarijev je bil za te proizvode definiran komplementarni proces na osnovi primarnih sekundarnih surovin oz. alternativno uporabljenih nosilcev energije. Bilanciranje se je upoštevalo od pridobitve sekundarnih surovin naprej. Tok odpadkov manjši od 50 t /leto po pripadajočih klasifikacijskih številkah odpadkov se je zaradi poenostavitve raziskave zanemaril. V sistemu smo opozovali le količine, ki so bile obdelane v naših napravah v Avstriji.

PROCESI IN PARAMETRI

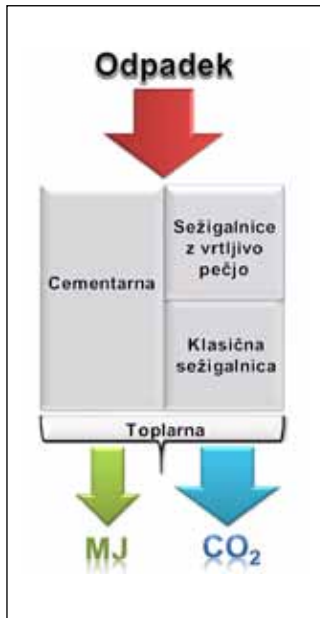
Za relevantne masne tokove smo upoštevali vse transporte, potrebne za zbiranje odpadkov in tudi transporte do lokacij njihove obdelave, ki pa se obravnavata ločeno. V shemi obdelave odpadkov smo upoštevali masne tokove vseh naših naprav v Avstriji. Del teh odpadkov se po predobdelavah preusmeri v napravo Thermo Team, kjer se ponovno obdelava / predela v visokokakovostno nadomestno gorivo za cementarne in preda v izkoriščanje. Preostali del pa se preda v druge postopke termičnega izkoriščanja. Dodatna postavka v sistemu je bil doprinos transporta odpadkov od obdelave do lokacije končnega izkoriščanja. V procesu obdelave odpadkov smo upoštevali kot vir samo električno energijo, ki omogoča obratovanje naprav za obdelavo. Morebitne

emisije zaradi porabe goriv delovnih sredstev (bager, viličar, ...) so bile zanemarjene, ker so za oceno procesa v podrejeni vlogi.

Ob možnostih obdelave in izkoriščanja odpadkov v termičnih procesih smo upoštevali štiri različne možnosti končnega ravnanja glede na tip naprave cementarna, sežigalnica z vrtljivo pečjo (industrijske naprave za izkoriščanje odpadkov), klasična sežigalnica odpadkov in toplarna. Pri modeliranju možnosti obdelave in izkoriščanja je bil vsaki napravi dodeljena posamezna stopnja učinka oz. koriščenja. Pri cementarnah je bila izbrana stopnja koriščenja kurilne energije 90 %, ker se s sežigom gorljivih snovi lahko porabi skoraj celotna vsebnost energije pri proizvodnji klinkerja. Sežig v vrtljivih pečeh se je modeliral z učinkom 57 - 80 % celotne naprave. Pri klasičnih sežigalnicah odpadkov se je učinek celotne naprave ocenil med 58 % in 70 % (Fachabteilung 19D, 2010; Böhmer et al. 2006). Za modeliranje energijske bilance je bilo potrebno ugotoviti vse kurilne vrednosti odpadkov pri trenutnem oz. dejanskem scenariju. Kurilno vrednost smo povzeli iz lastnih analiz. V kolikor nismo razpolagali s kurilno vrednostjo, smo uporabili vire v literaturi Okoljskega zveznega urada Umweltbundesamtes (UBA); (Lechtenböhrer; Nanning: 2006). Izračun emisij, povzročenih s sežigom posamezne frakcije, smo izvedli na osnovi emisijskih faktorjev. Uporabljeni emisijski faktorji so bili povzeti iz literature (Lechtenböhrer; Nanning: 2006). Nadaljnji korak je bila določitev biogenih deležev glede na frakcijo odpadkov. Ta delež se giblje med 0 % (npr. odpadno olje) in 100 % (npr. les). Uporabljeni faktorji so bili uporabljeni iz lastnih analiz, kot tudi povzeti iz literature (Lechtenböhrer; Nanning: 2006).

OPAZOVANI SCENARIJI

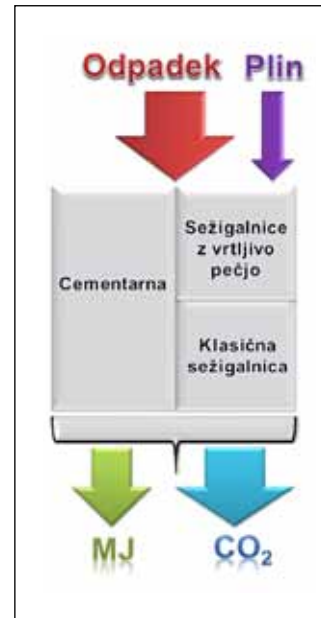
Slika 1: Trenutni scenarij



Slika 2: Primerjalni scenarij



Slika 3: Razširjeni trenutni scenarij



Trenutni scenarij prikazuje realne danosti. V trenutnem scenariju (glej sliko št. 2) so prikazane dejanske poti izkoriščanja količin odpadkov družbe Saubermacher. Pri tem sledi razdelitev v skupine: cementarna, sežig v vrtljivi pečji, klasična sežigalnica odpadkov in toplarna

V primerjalnem scenariju (slika št. 3) se celotni odpadki (termična frakcija) oddajo na sežig v klasično sežigalnico odpadkov (sežig na rešetku, celotni izkoristek $\eta_{el+th} \sim 40\%$). To istočasno pomeni, da se mora za cementarno uporabiti alternativni energijski vir, da se lahko proizvede enako količino cementa. V primerjalnem scenariju se tu uporabi črni premog (kot najpomembnejši komercialen energijski nosilec za cementno industrijo). Za pripravo odpadka se zato mora porabiti primerno manj energije.

Trenutni scenarij (slika št. 2) se ne more primerjati s primerjalnim scenarijem, saj je prevelika razlika porabljene energije v sistemu oz. se je proizvedlo drugačno koriščenje energije, zato se je pripravil razširjeni trenutni scenarij. Cilj je bil pridobiti enako koristno energijo, tako termično kot električno, kot v primerjalnem scenariju. Manjkajoča električna koristna energija se je proizvedla s pomočjo sodobne plinske toplarne (kot npr. novi Mellach).

REZULTATI TERMIČNEGA IZKORIŠČANJA ODPADKOV

Tabela št. 1: Rezultati primerjave scenarijev

Prihranek na področju termičnega izkoriščanja	Primerjalni scenarij	Razširjen trenutni scenarij
Električna koristna energija	330 GWh	330 GWh
Termična koristna energija	1.030 GWh	1.028 GWh
Celotne emisije (biogene + fosilne)	645.171 t CO ₂	407.018 t CO ₂
Fosilne emisije	543.304 t CO ₂	306.279 t CO ₂
Razlika v prid razširjenega trenutnega scenarija		- 237.000 t CO ₂ (prihranilo se je 116.000 t črnega premoga)
Prihranek na področju snovnega izkoriščanja	Primarna proizvodnja	Sekundarna proizvodnja
Papir, kovine (aluminij, železo, baker), plastika, les		- 47.000 t CO ₂
Letni prihranek		- 284.000 t CO₂

Podnebna in energijska bilanca je podala naslednje rezultate:

- Prihranek ca. 116.000 ton premoga zaradi letne proizvodnje alternativnega goriva.
- Prihranek 237.000 ton izpusta CO₂

- Vrednost 237.000 ton CO₂ je primerljiva s 3 milijoni EUR (računano s povprečno cene za emisijski kupon CO₂ v letu 2011 po 12,5 EUR/tono izpustov CO₂).
- Prihranek odgovarja emisijam 23.629 prebivalcem - npr. prebivalci mesta Leoben (24.600 prebivalcev)!
- Dodatno se na področju snovnega izkoriščanja (papir, kovine, plastika, ...) prihrani ca. 47.000 ton izpusta CO₂ v primerjavi z uporabo primarnih energentov.
- Prihranek 284.000 ton izpusta CO₂ (snovno ali termično) družbe Saubermacher predstavlja cca. 12 % potrebnih prihrankov dežele Avstrijske Štajerske.

PREVERJANJE DOMNEV

Preverjanje rezultatov smo izvedli interno v sodelovanju z različnimi oddelki, ter s pomočjo zunanje organizacije oz. podjetja PWC Pricewaterhouse-Coopers, ki je bilo pooblaščen za ocenitev podnebne bilance. Celotni izračun je bil potrjen in certificiran s strani revizorja PWC Wirtschaftsprüfung GmbH.

Viri in literatura

1. Ragožnig, A.; Wartha, C.; Weber, S.: (2007): Klimaschutzbeitrag der Saubermacher Dienstleistungs AG Update 2006. Auftragsstudie Fachhochschulstudiengänge Burgenland GmbH.
2. Amt der Steiermärkischen Landesregierung - Fachabteilung 19D (Hrsg.) (2010): Landes-Abfallwirtschaftsplan Steiermark 2010. Graz.
3. Böhmer, S.; Kügler, I.; Stoiber, H.; Walter, B. (2006): Abfallverbrennung in Österreich. Umweltbundesamt, Wien.
4. Lechtenböhrer, S.; Nanning, S.: (2006): Einsatz von Sekundärbrennstoffen. Umweltbundesamt, Wien.
5. Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (2008): Recycling für den Klimaschutz - Ergebnisse der Studie von Fraunhofer UMSICHT und INTERSEROH zur CO₂-Einsparung durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen.
6. Interno gradivo podjetja Saubermacher

PLASMA PROCESSING OF WASTE: EXPERIENCE AND PROSPECTS

» Savchenko G.E.

Director General
TechEcoPlasma LLC

Abstract

Waste management is a pressing problem for the state, public and participants of economic activity. The plasmachemical technology makes it possible to create compact units for processing of different types of waste. TechEcoPlasma LLC is engaged in design, development, manufacturing and pre-commissioning of plasma units for processing (destruction) of waste. The units for decontamination of hazardous wastes of different physical state have been already made. Among challenges there is development of integrated solutions for waste management including by using its energy potential.

Key words: wastes, plasma, pesticides, oil sludge, energy potential

According to available data the RF has accumulated over 2 billion tons of toxic waste and its accumulation still continues (about 80 million tons of solid and liquid waste are generated each year). Uncontrollable accumulation of waste contributes to growth morbidity and mortality rates (such contaminants as pesticides and PCBs on the average doubles possible development of malignant blood diseases), negatively affects the environment and results in direct economic damage (13-14% from the GDP due to antropogenic impact).

So far the world practice shows that overwhelming number of waste are still being removed to the waste dumps (landfills): 97% of all generated wastes in CIS countries are removed to waste dumps, in USA - 73%, in United Kingdom - 90%, in Germany - 70%, in Switzerland - 25%, in Japan - around 30%. Discharge of waste to waste dumps (landfills) should be considered as a necessary, immediate solution to the problem, which

as a matter of principle contradicts to environmental requirements. Indeed, industrial processing accounting for environmental requirements, resource-conservation and economics represents a cardinal way of solving the waste issue. Currently four methods of waste processing are mostly common all around the world: thermal treatment (basically incineration); biothermal aerobic digestion (with deriving fertilizers or bio-fuels); anaerobic fermentation (with deriving biogas); segregation. Each method has its own pros and cons, its own best areas of application mainly depending on the morphologic structure of waste and regional conditions.

Thermal treatment of waste is the most common method. 20-25% of all municipal waste is incinerated in European countries, in Japan - about 65% , in USA - around 15% (the US regards incineration as one of the main ways to extend the operating age of the waste dumps).

Today plasma technology is very promising in the world as high temperature in treatment chambers allows for disintegration of all organic compounds to the atomic level virtually excluding any emissions of harmful substances into the atmosphere. Furthermore it does not require waste segregation and dehydration, makes it possible to recover all type of waste including hazardous. Owing to capability to process different wastes the world experts name arc gasification as the "finalized method of waste recovery".

Utilization of electric power for heat generation in plasma reactors ensures possibility for concentration of high energy in rather small capacities, obtaining high temperatures, fast speed of heat build-up and unit compactness.

TechEcoPlasma LLC is an engineering company dealing with design, development, manufacturing, installation, pre-commissioning and technical maintenance of plasma units for processing (destruction) of industrial waste.

The major advantages of the plasmachemical technology are high temperatures (3000-4000°C), flexibility (processing in neutral oxidizing or reducing environment), good controllability and adaptability to existing process flows. It makes possible to create compact (including mobile and self-contained) units for toxic waste destruction: pesticides, dielectrical oil, radioactive, biomedical wastes and etc. It provides for reuse of resources (synthetic gas as raw material for chemical industry and production of energy, nanomaterials, acetylene, reduction process, deriving biologically neutral slag).

The work is conducted in cooperation with research, production and design organizations and companies (Tomsk Polytechnical University, Smolensk Branch of the Moscow Power Engineering Institute, Institute of heat- and mass-transfer named after Lykov (Minsk, Republic of Belarus), JSC "Safonovo Electric Machine-Building Plant", JSC "Wolf Energy Solutions", Safonovo, Smolensk Region, Design Institute FSUE "RRC "Applied chemistry" and etc.) Within the performed works new construction solutions for fixed installations and mobile units have been developed, tested and implemented in industry.

A number of patents for useful models have been received as well as permits, licenses, approvals: sanitary-and-epidemiologic conclusion on technical requirements, conclusion on industrial safety, permit of the Rostekhnadzor for application of the unit in chemically- and explosion-hazard industrial sites. The constructed units are included in the equipment configuration of the federal center for decontamination of polychlorobiphenyl stock and agro-industrial toxic chemicals unclaimed by the industry and agricultural complex within the Federal Target Program "National system of chemical and biological safety of the Russian Federation (for 2009-2013)". The complex includes two units manufactured by TechEcoPlasma LLC (Moscow):

- Thermal plasma unit for processing toxic chlorine-containing wastes (PCBs). With capacity of 165 kg/h for liquid waste;
- Integrated laboratory thermal plasma unit for processing liquid, disperse and solid wastes. With capacity of 50 kg/h for solid waste; 50 kg/h for liquid waste.

We created a mobile unit for collection and disposal of spillage of fire extinguishing agents, toxic and environmentally sensitive materials. With capacity of 30 kg/h for solid waste; 50 kg/h for liquid waste.

In 2012 we manufactured and delivered to the customer a thermal plasma unit for destruction of liquid toxic wastes with capacity of 100 kg/h for liquid waste.



The unit for decontamination of biomedical waste with capacity of 200 kg/h with possible increase up to 500 kg/h within the same dimensions is under production.

In the perspective we consider increase of production capacity of units, development of arrangements which allow for utilization of energy potential of wastes to be treated (heat generation and its use at the customers' sites for creating heated ground coat, application in existing technologies such as drying processes, power production and etc.).

Sources and Literature

1. Mosse A.L., Simon Y., Savchin V.V., Zinovenko I.N., Mobile Plasma Installation for Destruction of Toxic Halogenated Organic Wastes / Materials of the 4-th International conference "Cooperation for Waste Issues", Kharkov, Ukraine, 2007, p.80-82.
2. Zhdanok S.A., Mosse A.L. Plasma methods for wastes processing, Plasma Assisted Decontamination of Biological and Chemical Agents, Springer Science + Business Media B.V. 2008, p. 143-149.
3. Mosse A.L., Savchenko G.E., Sauchyn V.V., Lozhachnik A.V. Mobile plasma unit for toxic waste destruction. / 6 International Conference Plasma Physics and Plasma Technology, Minsk, Belarus, 2009. P. – 608-611.
4. Heberlein J., Murphy B., Topical Review – «Thermal plasma waste treatment», J. Phys. D: Appl. Phys. 41 (2008) 053001 (20pp).
5. V. G. Gnedenko, I. V. Goryachev. Thermal plasma household waste treatment in Russia // Solid household wastes. – 2011. – No. 1. p. 30–37.
6. A. L. Mosse, V. V. Sauchyn, Thermal plasma toxic waste destruction // Solid household wastes – 2006. – No. 12. – p. 22–26.
7. A. L. Mosse, G. E. Savchenko, V. V. Sauchyn, A. V. Lozhachnik. Mobile plasma unit for toxic waste destruction / 6 International Conference Plasma Physics and Plasma Technology. – Minsk, Belarus, 2009. – P. 608–611.
8. Mobile plasma unit for toxic waste destruction /A. L. Mosse [et alias] // Theses of reports at the Conference of the International Solid Waste Association (ISWA) "Advanced technologies of waste processing and disposal: application benchmarks and selection criteria", Moscow, May 31 – June 2, 2011.

KAJ JE SKUPNEGA ODPADKOM, POLITIKAM IN KITAJSKI?

» Albin KEUC, neodvisni raziskovalec

Gaja, društvo za trajnostni razvoj, Gregorčičev drevored 5, 6230 Postojna
albin.keuc@gmail.com

Povzetek

V prispevku obravnavam povezavo med politiko, ravnanjem z odpadki in globalnimi procesi. Politike ravnanja z odpadki v Sloveniji so fragmentirane in zato neuspešne. Še vedno odložimo velike količine komunalnih odpadkov. Rešitev je v podražitvi odlaganja z namenskim davkom na odlaganje komunalnih odpadkov, okrepitvi podpornih struktur za izboljšanje gospodarjenja z odpadki in odstranitvi nekaterih sistemskih anomalij, ki preprečujejo razvoj učinkovitega sistema gospodarjenja z odpadki.

Ključne besede: Odpadki, politike, načrtovanje, sistemske anomalije, globalizacija

Abstract

The article deals with the link between policy, waste management and global processes. Waste management policies in Slovenia are fragmented and therefore ineffective. Still large quantities of municipal waste are being landfilled. The solution is in higher dedicated tax on the disposal of municipal waste, strengthening support structures to improve waste management and disposal of certain systemic anomalies that prevent development of an effective system of waste management.

Key words: Waste, policy, planning, systemic anomalies, globalization

UVOD

Danes živimo v trenutku postavljanja diagnoz in napovedovanja bolj ali manj neznane prihodnosti. Z vseh strani se nam ponujajo opisi, ocene, analize, presoje, kritike položaja v katerem se nahajamo. Kot zmeraj v zahtevnih časih, ljudje poskušamo z vsemi razpoložljivimi viri (1) razumeti stanje v katerem smo in (2) poiskati razumno rešitev, ki nas bo popeljala v stabilno in varno okolje ob upoštevanju razumnih stroškov. Ne samo na področju odpadkov, marveč na prav vseh področjih zasebnega in javnega življenja.

Kot vemo, je že v stabilnih časih iskanje rešitev izredno zahtevno. Sploh, ker je v zadevi, ki se tiče posameznika, potreben konsenz (le) njega samega, medtem ko je v zadevi, ki se tiče vseh ali pa vsaj večine, potrebno poiskati soglasje (velike?) večine. V kolikor se ne želimo srečati z globoko razcepljenostjo med podporniki posameznih rešitev in s tem (nerazumno) povečati stroškov spremembe.

Namreč, predpogoj oblikovanja konsenza je, da živimo v svobodni družbi. V družbi, katere člani so na podlagi svojih življenjskih izkušenj globoko prepričani, da zaradi aktivnega izvajanja svoje svobode (izražanja, združevanja, pravne države, pravičnega sojenja in tako naprej) ne bodo na slabšem zaradi svobode drugih, ki mislijo drugače in se ne držijo pravil poštenega ravnanja.¹ Z drugimi besedami, da lahko svoboden državljan utemeljeno pričakuje, da bodo prekrškarji sankcionirani. V nesvobodni družbi – družbi nesvobodnih posameznikov – se rešitve vsiljujejo s strani tistih, ki svojo voljo, prednost temeljijo na nepoštenosti in nepravičnosti svojega položaja in imajo v rokah sredstva za vsiljevanje rešitev, ki krepijo prav ta položaj (npr. kapital, mediji, pravni sistem, represivni aparat). Da, skratka, živijo v z izkustvom potrjeni pravni državi.

Civilizacijski dosežek razvoja od antičnega despotizma do demokracije² je v tem, da danes lahko državljani in državljanke tvorno sodelujemo pri oblikovanju rešitev in njihovem izvajanju v javnem prostoru in pod nadzorom javnosti. Z drugimi besedami, lahko upravljamo sami s seboj v sodelovanju z drugimi s spoštovanjem (upoštevanjem) v naprej dogovorjenih pravil, s katerimi preprečujemo prevlado posamičnega interesa nad skupnim – recimo mu **javnim** – interesom. Oblikovanje rešitev v javnem interesu je **politično** dejanje določene skupnosti *par excellence*.

Javne politike so soglasne, dogovorjene rešitve določenega stanja z jasno določenimi cilji, nalogami in izvajalci, ki svojo učinkovitost in uspešnost redno spremljajo, obveščajo javnost in po javni presoji tudi prilagodijo naloge, da dosežejo cilj ob spoštovanju pogoja razumno visokih stroškov.

Če nam že intuicija pove, kaj imajo skupnega odpadki in politike, temu ni tako s Kitajsko. Slednja je namreč vseprisotna v skoraj vseh razpravah o prihodnosti. Njen dosedanji razvoj in današnje ukrepanje krepki napovedi, da bo Kitajska, v spremljavi

¹ Glej za uvod knjigo Friderika Klampferja, Etiški pojmovnik za mlade, Aristej, Maribor 2003.

² Toplo priporočam v branje knjigo Avgusta Lešnika, Od despotizma do demokracije, Razvoj ustavnosti in parlamentarizma, Modrijan, Ljubljana 2000. Kdor želi še podrobnejši vpogled v sociogenezo demokracije je na voljo pregled: John Kean, The Life and Death of Democracy, Pocket Books, London 2009. Uporabna je tudi knjiga Mira Cerarja, Kako sem otrokom razložil demokracijo, Cankarjeva založba, Ljubljana 2009.

Rusije, Indije, Brazilije in Južne Afrike (tkim. BRICS) ter še nekaterih, danes rastočih držav nekdanjega »Juga«, igrala ključno vlogo na področju nekaterih megatrendov.³ Najpomembnejši med njimi so gotovo dostopnost in zato tudi razpoložljivost naravnih virov, vode, obdelovalne zemlje, energije. Gre za izredno resno tematiko, o kateri pa – žal – v lokalnem občestvu v javnem prostoru ne govorimo dovolj.⁴ Izjema so nevladne organizacije, ki že standardno igrajo vlogo vpijočega v puščavi in celoten javni sektor, medije in kapitalsko elito opozarjajo na težave zaradi težav v strateškem ciklusu države.

Sedanja gospodarska, politična in sociala kriza potrjujejo njihov prav in na neverjetno sposobnost slovenskih elit (kakršnihkoli barva, vonja ali okusa že so) obremenjevanja javnega interesa za kakovostnim transportom, oskrbo z energijo, zdravim življenjskim okoljem in tako naprej z nerazumno visokimi stroški (avtoceste, TEŠ 6, poraba sredstev iz EU, urejanje voda, 2. tir). Kar je skupno vsem tem pristranskostim je le to, da gre v večini primerov za javni denar, s katerim bi morali še posebej skrbno in pošteno ravnati.⁵

Napačna – in kar je isto: pristranska – strateška presoja lastnega položaja bo imela za posledico napačno izbiro prednostnih ciljev in nalog. Prišlo bo do nerazumno visokih stroškov zaradi napačne obremenitve človeških in finančnih virov. Zaradi pristranske izbire bodo izvajane naloge v obliki in obsegu, za katere lahko upravičeno dvomimo, da bodo dosegli načrtovani cilj ob porabi razumno visokih stroškov. Še več. Dosedanje izkušnje nam povedo, da lahko pričakujemo veliko prerivanje zainteresiranih izvajalcev, ekscesno administriranje na strani javne uprave ter medijske in politične pritiske na akterje. Še najšibkejši v tej igri bodo državljani, nevladne organizacije in, seveda, javni interes.

MED DREVESI ALI V GOZDU?

Pred kratkim smo – končno - dočakali Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki.⁶ Pred časom je Vlada v Nacionalnem reformnem programu⁷ napovedala omejnjeni OP in še dva: Operativni program ravnanja z odpadki in Operativni program preprečevanja nastajanja odpadkov. Poleg tega mora Vlada še pripraviti Strategijo razvoja

³ Glej na primer poročilo National Intelligence Council, Global Trends 2030: Alternative Worlds, dostopno na spletni strani NIC: www.dni.gov/nic/globaltrends

⁴ To sivo polje aktivno polni npr. Umanotera, oziroma Mreža Plan B za Slovenijo, glej predvsem *Plan B za Slovenijo 4.0 – Za zeleni razvojni preboj, Prispevek za strategijo razvoja Slovenije 2014 – 2020*, dostopno na spletni strani <http://www.planbz slovenija.si/>

⁵ O tem več na drugem mestu. Naj omenim le naslednje: po mojem mnenju je velika napaka, ko poudarjamo eksogene dejavnike slovenske krize. Zato, ker je kar nekaj indikatorjev, da gre v prvi vrsti za krizo endogenega izvora, ki jo je dolžniška in posledično kriza finančnega sektorja samo pospešila. Z drugimi besedami, kriza je na grob način pokazala neustrezno kapitalsko strukturo podjetij, njihovo tehnološko in organizacijsko zaoostalost, nefleksibilnost, celo vrsto sistemskih anomalij, ki onemogočajo delovanje svobodne družbe in njenih članov. Odgovor na vprašanje, kako smo prišli do takšnega stanja, bo omogočil odgovor na vprašanje, katere in kakšne rešitve potrebujemo.

⁶ Vlada Republike Slovenije, Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki, 2013

⁷ Vlada Republike Slovenije, Nacionalni reformni program 2012-2013, Ljubljana, 12. april 2012, cf. strani 20 in naprej.

Slovenije⁸ in samo na področju okoljske politike še Nacionalni program varstva okolja. Očitno je, da je sistemska rešitev takšna, da od že tako kadrovske podhranjenega in človeško preobremenjenega ministrstva za okolje zahteva celo vrsto programskih in pravnih aktov, katerih pomen je tudi v tem, da poleg zakonske ustvarijo še programsko podlago za rabo ali kot pri nas radi rečemo – črpanje javnih finančnih sredstev.⁹

Takšna ureditev je, seveda, glede na človeške vire, milo rečeno, neprimerna. Neprimer na zato, ker drobi že tako obskurne vire, omogoča namesto strateškega načrtovanja uvajanje standardov in kriterijev povsem izvedbene ravni,¹⁰ izčrpavanje občin, investitorjev in civilno-druženih organizacij z dolgotrajnimi in nejasnimi pripravljalnimi postopki in podobno. Po drugi strani pa zelo hitro pride do nekonsistentnosti prioritet, ciljev in ukrepov. Če upoštevamo naš »pravni idealizem«, bojevitost za »zadnjo črko zakona«, ljubezen do »formalnih zahtev« in kar je lokalnih posebnosti, je recept za nadaljevanje dosedanje prakse že pri roki.

IZHODIŠČA ZA STRATEGIJO RAZVOJA SLOVENIJE

Izhodišča za strategijo razvoja Slovenije med drugim določajo, da je potrebno za doseganje »ozelenjene« Slovenije med prioritete usmeritve zapisati:

- Ukrepi za povečevanje snovne učinkovitosti, trajnostno gospodarjenje in upravljanje z naravnimi viri (industrijska simbioza, zapiranje snovnih zank).
- Vlaganje v okoljsko infrastrukturo (varna oskrba s pitno vodo, namakanje in zadrževanje, infrastruktura za odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih voda, preventiva pred naravnimi in drugimi nesrečami, infrastruktura za ravnanje z odpadki, sanacija okoljsko degradiranih območij).¹¹

Prvi osnutek Programa državnih razvojnih prioritet in investicij Republike Slovenije za obdobje 2014-2017¹² pa med drugim prinaša spoznanje, da imamo v Sloveniji sicer »okoljske davke«, ki so se v obdobju 2008-2010 »povečali za 15,62 %, pri čemer so se davki na energijo povečali za 23,61 %, davki na rabo naravnih virov pa za 6,95 %, medtem ko so se davki na promet zmanjšali za 17,42 %, davki na onesnaževanje pa za 11,57 % (SURS, 2013). V letu 2010 so prihodki od davkov na obremenjevanje okolja v Sloveniji

predstavljali 3,6 % BDP, v povprečju EU pa 2,4 %, pri čemer v večini držav največji delež okoljskih davkov predstavljajo davki na energijo. Slovenija je imela v letu 2010 med vsemi državami članicami EU najvišji delež prihodkov iz naslova obdavčitve energije, merjeno v razmerju do BDP (3,1 % BDP, EU: 1,8 % BDP).« Zelo pomembna je tudi izpeljava, da »slednje [...] ne odraža nujno dejanske slike okoljske politike ali višine davčnih stopenj, ampak tudi strukturo gospodarstva in (ne)učinkovitost rabe virov. Tako je lahko visok delež prihodkov iz davkov na energijo odraz večje energetske intenzivnosti gospodarstva. To potrjujejo tudi podatki o višini davčnih stopenj in cen nekaterih najpogostejših energentov, ki so v bile v analiziranem obdobju pod EU povprečjem.«¹³

Še pomembnejša je pa ocena prihodnjih trendov na področju odpadkov, saj se v Sloveniji »količine ustvarjenih odpadkov trenutno zmanjšujejo, kar moramo verjetno pripisati predvsem nižji gospodarski dejavnosti in na splošno manjši porabi in ne ukrepom za preprečevanje nastajanja odpadkov, ki jih zaenkrat še nimamo, vsaj ne na sistemski ravni. V letu 2011 smo ustvarili 6 % (6,55 mio ton) manj odpadkov kot v letu 2007. Od tega je bilo skoraj 722 tisoč ton komunalnih odpadkov, kar je 16 % manj kot v letu 2010. Količina nastalih nevarnih komunalnih odpadkov pa se je v tem času povečala in sicer za 17 %. Zmanjšale so se tudi količine komunalnih odpadkov, zbranih z javnim odvozom (za 9,4 % glede na leto 2010). Na račun ločenega zbiranja se je za 19 % zmanjšala količina mešanih komunalnih odpadkov. Še vedno pa smo v letu 2011 odložili okoli 58 % komunalnih odpadkov (več kot 419 tisoč ton), čeprav je trend tu ugoden, saj se je glede na leto 2010 količina vseh odloženih odpadkov na komunalnih odlagališčih zmanjšala za 19 %, količina odloženih komunalnih odpadkov pa za skoraj 25 %. Največ zbranih komunalnih odpadkov so odložili v koroški (kar 87 %), zasavski in goriški (v vsaki po 73 %) statistični regiji, najmanj pa v savinjski (41 %), podravski (45 %) in spodnjeposavski (48 %) statistični regiji (SURS, oktober 2012).«¹⁴

Avtorji ugotavljajo, da je »eden od razlogov za visoke odstotke odlaganja odpadkov [...] pomanjkanje ustrezne infrastrukture, pa tudi nizka taksa za njihovo odlaganje, ki ne predstavlja dovolj močne spodbude za spremembo vedenjskih vzorcev. Ko govorimo o odlaganju odpadkov na odlagališčih je eden od ključnih izzivov s katerimi se bomo morali soočiti tudi zmanjšanje količin odloženih biorazgradljivih odpadkov. Izboljšati moramo tudi delež predelave odpadkov, in sicer tako da se v strukturi deleža predelanih skupnih količin odpadkov poveča delež reciklaže vseh nastalih odpadkov, vključno s komunalnimi in gradbenimi odpadki. Bistvenega pomena bo tudi oblikovanje in financiranje ukrepov za preprečevanje nastajanja odpadkov.«¹⁵

Na podlagi tega med sklopi in investicijskimi področji avtorji navajajo, da bo potrebno nadaljevanje vlaganj v izgradnjo »sistemov za ravnanje z odpadki, kjer bodo imeli prednost projekti za preprečevanje nastajanja odpadkov, ter za njihovo ponovno uporabo in recikliranje.«¹⁶

⁸ Izhodišča za pripravo Strategije razvoja Slovenije za obdobje 2014 – 2020, št. 007-15/2012/109, 7.1.2013

⁹ Kapitalski, partikularni pritiski v smeri zagotoviti si dostop do javnega denarja v predvidljivih situacijah so preveliki, da bi se jih »prepuščili strokovni presoji«, »javnemu interesu« – predvsem na področjih tistih vrst blag ali storitev pri katerih gre za precej gotov in stalen finančni tok (elektrika, voda, odpadki, in podobno). Od tod tudi pritisk na investicijsko povezovanje privatnega in zasebnega kapitala predvsem na teh in podobnih področjih.

¹⁰ Podobno je s pritiskom na uvedbo jasno določenih a po vsebini povsem arbitrarnih izločitvenih ali uvrstitvenih kriterijev na raven uredb in pravilnikov, v katerih je možno že z bežno analizo odkriti, da so napisani na kožo temu ali onemu potencialnemu investitorju. Interpretacija takšnih določil je prepuščena upravnemu organu. Na ta način ostaja javna uprava ključen dejavnik pri vplivanju pri izbiri projektov. Torej neposredno strankarska politika. Predvsem iz tega razloga je bilo v preteklem desetletju toliko zatikanj in spotikanj pri izgradnji potrebne infrastrukture in hkrati pri vzpostavljanju sistema preprečevanja, zmanjševanja in snovne predelave (domače in občinsko kompostiranje, lokalna snovna predelava, priprava snovi, ...).

¹¹ Izhodišča za pripravo Strategije razvoja Slovenije za obdobje 2014 – 2020

¹² Program državnih razvojnih prioritet in investicij Republike Slovenije za obdobje 2014-2017, Marec 2013

¹³ id.

¹⁴ id.

¹⁵ id.

¹⁶ id.

OPERATIVNI PROGRAM RAVNANJA S KOMUNALNIMI ODPADKI

Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki se, kar se tiče potreb po dodatni infrastrukturi, osredotoča predvsem na

- povečanje zmogljivosti zbiranja komunalnih odpadkov (širitev sistemov prevzemanja od vrat do vrat, zbiralnice, zbirni centri),
- izgradnjo dodatne infrastrukture za obdelavo komunalnih odpadkov (kompostarne, bioplinarne, mehansko biološka obdelava mešanih komunalnih odpadkov),
- dodatno infrastrukturo za energetsko obdelavo komunalnih odpadkov) ter
- dodatno infrastrukturo za odlaganje odpadkov.

Operativni program ukrepe temelji na predpostavki, da bo v obdobju 2012–2030 »letna količina nastajanja komunalnih odpadkov, ki jih prevzemajo izvajalci javne službe zbiranja komunalnih odpadkov, [...] enakomerno naraščala tako, da bo v letu 2020 za približno 6,4 odstotka večja od količine v letu 2011. Predvideva se tudi povečanje hitrega kompostiranja na približno 8.000 t.« Še več, Vlada RS pravi, da se tudi v obdobju 2020–2030 »predvideva porast komunalnih odpadkov za 3 odstotke, enakomerno po vseh frakcijah.« To podloži z napovedjo Evropske komisije iz januarja 2011¹⁷ »o 7-odstotnem povprečnem povečanju komunalnih odpadkov v obdobju 2010–2020.« No, Evropska komisija v svojem poročilu daje drugačen poudarek, namreč:

»Projections into future trends in waste generation and treatment indicate that *without additional waste prevention policies*, waste generation is expected to increase by 7% from 2008 to 2020.« (poudarek avtorja)

PROBLEM IN REŠITVE

Ta kratek pregled nam jasno pokaže, da moramo biti pri načrtovanju infrastrukturnih objektov izredno previdni, da ne pademo v past, ko strateške dokumente pišemo na podlagi pričakovanj in ne na podlagi racionalne ocene dejanskega stanja in predvidljivih sprememb v prihodnosti.

Skupna predračunska vrednost – ob upoštevanju dejstva, da imamo v Sloveniji s tovrstnimi izračuni izrazite probleme motiti se v primerjavi s končno ceno – potrebnih investicij po referenčnih cenah znaša okoli 491 milijonov EUR. To je dovolj velik razlog, da še enkrat preverimo, kaj dejansko potrebujemo. Ni malo ekonomistov, ki zelo jasno pravijo, da je potrebno v tej gospodarski situaciji v prvi vrsti investirati v tiste dejavnosti, ki zagotavljajo finančni tok (prihodek) in ne zgolj v nekaj, kar po začetku obratovanja postane zgolj »strošek«. Že zaradi količin, ki jih operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki predvideva (glej sliko 1, spodaj).

Sedanje stanje na področju davkov in taks nikogar dejansko ne spodbuja k okrepljenemu izvajanju ukrepov zmanjšanje odlaganja komunalnih odpadkov. Operativni

program je na tem področju izrazito neambiciozen, saj pravi le, da Evropska komisija kot pomemben ekonomski instrument za zmanjšanje količin odloženih odpadkov in za učinkovitost ukrepa predlaga postopen dvig dajatve na vsaj 40 €/tono odloženih nenevarnih odpadkov.¹⁸

Da bomo lahko dejansko spremenili sedanje stanje na področju odlaganja komunalnih odpadkov je potrebno v prvi vrsti

- **podražiti** njihovo odlaganje – s povečanjem takse na odlaganje komunalnih odpadkov,
- **okrepiti** podporne strukture za izboljšanje delovanja izvajalcev javnih gospodarskih služb na področju odpadkov in drugih akterjev v smeri in
- **odpraviti** nekatere ključne sistemske anomalije (definicija odpadka, definicija obdelave oz. predelave, obveznosti zbiralcev in obveznosti iz razširjene odgovornosti proizvajalcev, preveriti kriterije obdelave biorazgradljivih odpadkov in tako naprej)

Dejanska rešitev problematike komunalnih odpadkov pa je v spremembi politike gospodarjenja z odpadki, ki je danes fragmentirano na vseh področjih, od spremljanja stanja do načrtovanja in izvajanja ukrepov. **Politika gospodarjenja z odpadki je v prvi vrsti del gospodarske politike države**, ki biva v zahtevnih časih. Z dovršitvijo globalizacije svetovnega kapitalizma in vstopom velikih novih igralcev na tržišča naravnih virov naše mesto ni več tako varno in stabilno, kot je to izgledalo še pred desetimi leti. Zato smo lahko veseli vsakega znaka, da se bomo tudi sami pričeli premikati v smeri povečevanja snovne učinkovitosti, kar je sinonim za »učinkovito rabo virov«, »zeleno rast«, »zeleno gospodarstvo« in »nizkoogljično družbo«.

Takšen znak najdemo v vladnem dokumentu z naslovom »Slovenska industrijska politika«.¹⁹

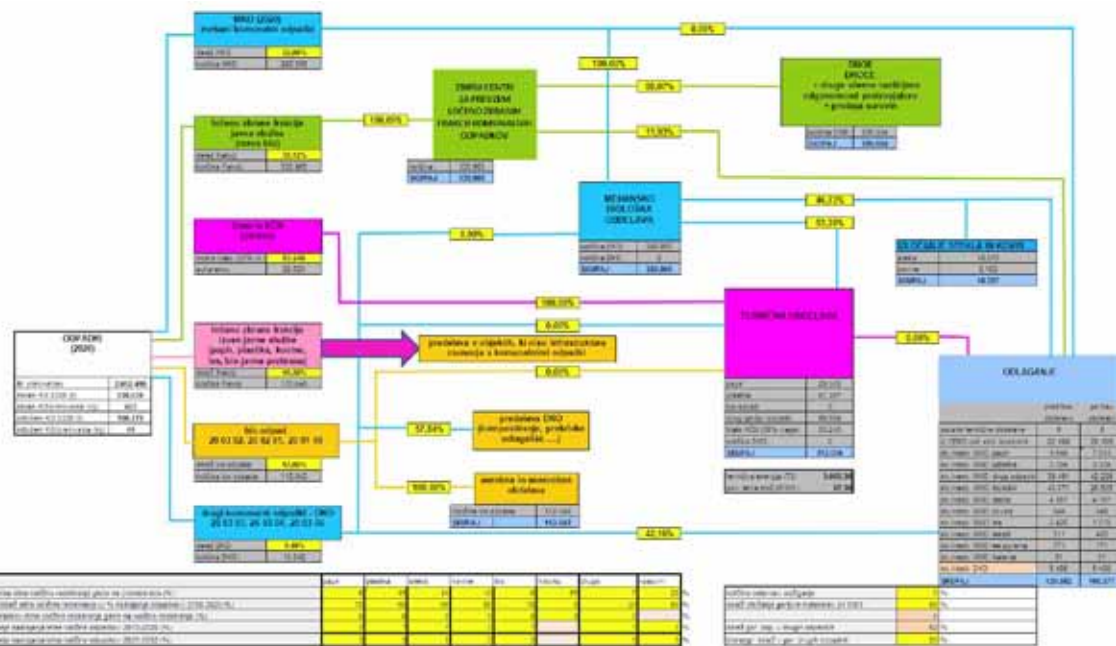
In Kitajci? Njihova država je mnogo starejša od naše in gotovo pri vsaki težavi ne stokajo, kako bo vse šlo po zlu ali kot brezglavi tekali naokoli in kričali »reši se, kdor se more« - prav nasprotno, potrpežljivo in preudarno svoje (omejene) človeške in naravne vire usmerjajo v stabilnost in varnost svoje prihodnosti. Tudi mi se moramo pričeti vesti tako.

¹⁷ European Commission, Report on the Thematic Strategy on the Prevention and Recycling of Waste, COM(2011) 13 final, SEC(2011) 70 final, Brussels, 19.1.2011, str. 8

¹⁸ Vlada Republike Slovenije, Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki, 2013, str. 66

¹⁹ Vlada Republike Slovenije, Slovenska industrijska politika - SIP, Ljubljana 2013

Slika 1.: Predvideni snovni tok komunalnih odpadkov v letu 2020 (scenarij izvedljivega obsega)²⁰



Viri in literatura

1. Miro Cerar, *Kako sem otrokom razložil demokracijo*, Cankarjeva založba, Ljubljana 2009
2. European Commission, *Report on the Thematic Strategy on the Prevention and Recycling of Waste*, COM(2011) 13 final, SEC(2011) 70 final, Brussels, 19.1.2011
3. John Kean, *The Life and Death of Democracy*, Pocket Books, London 2009
4. Friderik Klampfer, *Etiški pojmovnik za mlade*, Aristej, Maribor, 2003
5. Avgust Lešnik, *Od despotizma do demokracije, Razvoj ustavnosti in parlamentarizma*, Modrijan, Ljubljana 2000
6. National Intelligence Council, *Global Trends 2030: Alternative Worlds*, December 2012
7. Mreža Plan B za Slovenijo, *Plan B za Slovenijo 4.0 – Za zeleni razvojni preboj, Prispevek za strategijo razvoja Slovenije 2014 – 2020*, November 2012
8. Vlada Republike Slovenije, *Nacionalni reformni program 2012-2013*, Ljubljana, 12. april 2012
9. Vlada Republike Slovenije, *Izhodišča za pripravo Strategije razvoja Slovenije za obdobje 2014 – 2020*, št. 007-15/2012/109, 7.1.2013
10. Vlada Republike Slovenije, *Program državnih razvojnih prioritet in investicij Republike Slovenije za obdobje 2014-2017*, Marec 2013
11. Vlada Republike Slovenije, *Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki*, 2013

²⁰ Vlada Republike Slovenije, Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki, 2013, str. 44

RAZLOGI ZA POJAV NIMBY UČINKA (Primeri iz prakse)

» Karel LIPIČ

Zveza ekoloških gibanj - ZEG
zeglj@volja.net

Povzetek

Vsak dan se po svetu prevažajo več milijonov ton nevarnih snovi, in to po morju, jezerih, rekah, cestah in železnicah. Najbolj nevarne snovi so eksplozivne, vnetljive, jedke, radioaktivne, kužne, oksidirajoče, stisnjeni plini, posode pod tlakom, strupi, organski peroksidi, snovi, ki reagirajo z vodo, naftni derivati, komunalni in drugi odpadki ipd.

Pri tem prihaja do nesreč in s tem onesnaženja okolja in negativnih vplivov na zdravje in življenje ljudi v vseh fazah transporta- pakiranje, nakladanje, prevoz, razkladanje.

Pri nesrečah največkrat pride do razsutja trdnih snovi, izlitja tekočin ali izhajanja plinov, pri čemer je še posebej nevarno, če snov reagira z vodo, zrakom ali je drugače nevarna (radioaktivna, kužna). Tako pride do onesnaženja tal, zraka, vode, podtalnice, če strupenih snovi hitro ne odstranimo oz. nevtraliziramo.

Posebej nevarna so izlitja nevarnih snovi v morje, reke, jezera, saj se nevarna snov hitro razširi na širše območje in onesnaži velike količine vode in velike obalne površine. Že pri prevozu nevarnih snovi je treba poskrbeti za opremo vozil in izobrazbo ter usposabljanje voznikov, pri nesreči pa morajo pomagati usposobljene ekipe. V Sloveniji število tovrstnih nesreč letno upada. V zadnjih 20- letih smo največ teh zabeležili v trikotniku Koper- Divača- Ilirska Bistrica.

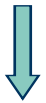
Prevoz nevarnih snovi urejajo strogi predpisi, ki so posebej zahtevni pri prehodu nevarnih snovi prek državnih mej. Posebej strogi predpisi veljajo za transport odpadkov, ki so v večini primerov nevarne snovi. Prevoz nevarnih odpadkov prek državnih mej ureja v Evropi BASELSKA KONVENCIJA, ki je bila sprejeta leta 1989. Cilj te konvencije je čim bolj zmanjšati prevažanje odpadkov prek mej in preprečiti prevoz in odlaganje nevarnih odpadkov v manj razvite države.

RAZLOGI ZA NASTANEK SODOBNE OKOLJSKE KRIZE IN NARAŠČAJOČE NEZAUPANJE JAVNOSTI

- White (1985) dogma človekovega gospodovanja nad naravo,
- produkcija in potrošnja (stalna gospodarska rast),
- razvoj znanosti in tehnologije,
- subjektivna odločitev o pomembnosti odnosa človek - narava (tudi glede izbire vrednot),
- pomanjkanje okoljskega znanja in vedenja (samooomejevanje, odgovornost, zmernost),
- pomanjkanje okoljskega izobraževanja,
- NIMBY in hkrati zahteva za kakovostno ureditev okoljskega problema.

PREHOD V EKOLOŠKO, CELOSTNO PARADIGMO

- minimizirati snovne pretoke,
- uvajanje reciklaže + zaprti proizvodni procesi,
- proizvajati trajnejše dobrine,
- upoštevanje fizično – ekoloških omejitev planeta,
- drugačno pojmovanje razvoja z usklajenim razmerjem med ekonomijo in ekološko gijo,
- okoljska vzgoja → kakovost učenja in poučevanja,



znanje, vedenje, sprememba mišljenja, obnašanja, čustvena navezanost na naravo.

MEHANIZMI ZA VZPOSTAVITEV SISTEMA KOMUNIKACIJE Z JAVNOSTJO

Not In My Back Yard – ne na mojem dvorišču
 upor javnosti, posledica razhajanja zaradi **nezaupanja v strokovna zagotovila sprejemljivosti določenih tveganj**.

Vzporedno izražanje NIMET → večletno neuspešno prizadevanje za izvedbo projekta CERO, odlagališče, ČN..

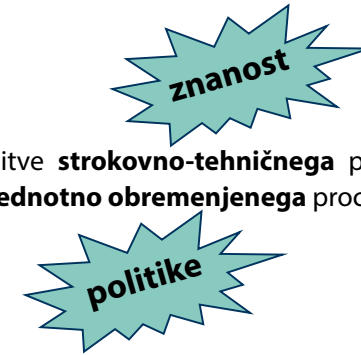
Nezaupanje → povečuje zahtevo po dokazovanju.

Zaupanje – osnovna značilnost= verjame se govornemu, dejanja niso potrebna.

RAZLOGI ZA POJAV NEZAUPANJA

- Ocenjevanje tveganja

Izhajati iz delitve **strokovno-tehničnega** postopka ocenjevanja tveganja in **vrednotno obremenjenega** procesa odločanja.



- Dokaz o tveganju je stvar znanosti??
- Na tej ravni je vstop vrednot nedopusten

Komunikacije o tveganjih

preprečujejo zmote, ki zastrujejo *konflikt* med **strokovno** in **laično oceno tveganja**, vendar NE prepada med *tehničnim* in *laičnim ocenjevanjem tveganja*, če je NIMBY že zasidran.

NEKATERI PRISTOPI K OBVADOVANJU TVEGANJ

1. TEHNIČNI

Ne upošteva družbenih zaznav tveganj; finančna nadomestila so postala brezpredmetna (tržna razmerja – delovna mesta).

Zgolj tehnično ocenjevanje ustreznosti tehnologij.

- Družbeno razumevanje tehnologije



njeno sprejemanje ni zgolj izračun koristi in stroškov, ampak *proces družbenega pogajanja*.

PRISTOP DO JAVNOSTI

2. UDELEŽBA JAVNOSTI

- Informira udeležence, javnost
- Oblikuje soglasje.
- Javnost je del odločevalnega procesa.

CILJI:

- Državljeni ščitijo svoje pravice.
- Odločitve imajo podporo javnosti (večja verjetnost uspeha).
- Zanesljivo zmanjšanje konfliktov.

NESPREJEMANJE OKOLJSKIH TEHNOLOGIJ....

Strah pred.....



Osebni interesi....???



PRIMERI IZ PRAKSE



PREVOZ NEVARNIH SNOVI

Primeri iz prakse:



- Vsak dan se po svetu prevaža več milijonov ton nevarnih snovi, in to po morju, jezerih, rekah cestah in železnicah.
- Pri tem prihaja do nesreč in s tem onesnaženja okolja in negativnih vplivov na zdravje in življenje ljudi v vseh fazah transporta- pakiranje, nakladanje, prevoz in razkladanje.



- Pri nesrečah največkrat pride do razsutja trdnih snovi, izlitja tekočin ali izhajanja plinov, pri čemer je še posebej nevarno, če snov reagira z vodo, zrakom ali je drugače nevarna.
- **Prevoz nevarnih snovi urejajo strogi predpisi**, ki so posebej zahtevni pri prehodu nevarnih snovi prek državnih mej.
- Prevoz nevarnih odpadkov prek državnih mej ureja v Evropi BASELSKA KONVENCIJA, ki je bila sprejeta leta 1989.
Cilj te konvencije je čimbolj zmanjšati prevažanje odpadkov prek mej in preprečiti prevoz in odlaganje nevarnih odpadkov v manj razvite države.

PREVOZ PO CESTI

- prevoz nevarnih snovi v mednarodnem cestnem prevozu je zajet v mednarodnem sporazumu ADR.
ADR je Evropski sporazum o mednarodnem prevozu nevarnih snovi po cesti. Pripravila ga je Ekonomska komisija za Evropo pri Organizaciji združenih narodov v Ženevi.

ADR sestoji iz dveh prilog:

Priloga A - vsebuje splošne določbe o nevarnih snoveh in predmetih, seznam vsega nevarnega blaga, ki ga je treba prevažati kot nevarnega, določbe za pakiranje, postopki odpošiljanja, zahteve za izdelavo

Priloga B - vsebuje določbe o prevozni opremljenosti in prevozni dejavnosti, določbe o posadki vozila, opremljenosti, prevozni dejavnosti in dokumentih, zahteve za izdelavo in odobritev vozil

IZVAJANJE SPORAZUMA

- Vsaka država izvaja cestne kontrole na svojem ozemlju skladno s svojo domačo zakonodajo
- V Sloveniji ureja to področje **“Zakon o prevozu nevarnega blaga”**

Ta zakon ureja pogoje za prevoz nevarnega blaga za posamezne vrste prometa, dolžnosti oseb, ki sodelujejo pri prevozu, pogoje za embalažo in vozila, imenovanje varnostnega svetovalca, usposabljanje oseb, ki sodelujejo pri prevozu, pristojnosti državnih organov in nadzor nad izvajanjem zakona. Namen tega zakona je zagotoviti varen prevoz nevarnega blaga.



NALEPKE NEVARNOSTI:



Eksplozivne snovi in plini (razred 1)



Eksplozivne snovi: plini (razred 2)



Gorljiv plin, negorljiv plin, strupen plin vnetljive tekočine (razred 3)



Vnetljiva tekočina vnetljive trdne snovi in snovi, ki tvorijo pline (razred 4)



Vnetljiva trdna snov, spontano vnetljiva snov, vnetljiva snov če se zmoči oksidirajoče snovi (razred 5)



Oksidirajoča snov, organski peroksid strupene snovi



Strupena snov, kužna snov radioaktivne snovi in plini (razred 7)



Radioaktivna snov jedke snovi (razred 8)



Jedka snov različne nevarne snovi in nevarni predmeti (razred 9)

PREVOZ PO ŽELEZNICI



Predpisi za prevoz nevarnih snovi v mednarodnem železniškem prometu so zajeta v RID.

POMORSKI PROMET



- Mednarodni pomorski kodeks nevarnega tovora- IMDG Code
- Mednarodna konvencija o standardih za usposabljanje, pooblastilih in opravljanju straže pomorščakov- STCW
- Mednarodna konvencija o preprečevanju onesnaženja morja z ladij- MARPOL

ZAKLJUČEK

1. Kdo povzroča okoljske probleme?
2. Ali poznamo rešitve?

SEKCIJA 4



Primeri iz praks



UPORABA ALTERNATIVNIH GORIV IN MATERIALOV V CEMENTNI INDUSTRIJI

» Petra KAJIC

» Martin Koprivc

Lafarge Cement d.o.o., Kolodvorska cesta 5, 1420 Trbovlje,
info@lafarge.si

Povzetek

Cementna industrija spada med dejavnosti, ki lahko bistveno pripomorejo pri postopkih ravnanja z odpadki, ker je možno tako snovno kot tudi energetske predelati odpadke. Glede na hierarhijo ravnanja z odpadki sta ponovna uporaba, recikliranje in drugi postopki predelave (npr. energetska izraba) obravnavani prednostno glede na odstranjevanje. Postopki snovne in energetske izrabe odpadkov v cementni industriji imajo v razvitih državah dolgo tradicijo, saj so že v osemdesetih letih prejšnjega stoletja pričeli nadomeščati fosilna goriva s t.i. alternativnimi gorivi. Tradicija dodajanja sekundarnih materialov h klinkerju je pa še daljša.

Abstract

The cement industry is one of the activities that can significantly contribute to waste management system because material as well as energetic recovery is possible. According to the waste hierarchy, the reuse, recycling and other recovery processes (eg. energy recovery) will be considered with priority given to removal. Processes of material and energy recovery of waste in the cement industry in the developed countries have a long tradition. They started substituting fossil fuel with so called alternative fuels already in the 1980's. The tradition of adding secondary materials to the clinker is even longer.

CEMENT IN PROIZVODNJA CEMENTA

Kljub številnim novim gradbenim materialom ostaja cement še vedno najpogosteje uporabljen material v gradbeništvu, predvsem zaradi dobrih vezivnih lastnosti, visokih trdnosti ter odpornosti proti vremenskim vplivom in kemijski koroziji. Proizvodnja cementa (portlantskega*) se je pričela v začetku 19. stoletja in se je bistveno spremenila v vseh teh letih. Cement spada med hidravlična veziva, katerih najpomembnejša lastnost je, da pri reakciji z vodo, to je hidrataciji, vežejo in se strjujejo. Nastane cementni kamen, sestavljen pretežno iz kalcijevih silikat hidratov, ki tudi v vodi ohrani trdnost in stabilnost. Vloga cementa je, da povezuje fine in grobe delce agregatov skupaj v beton.

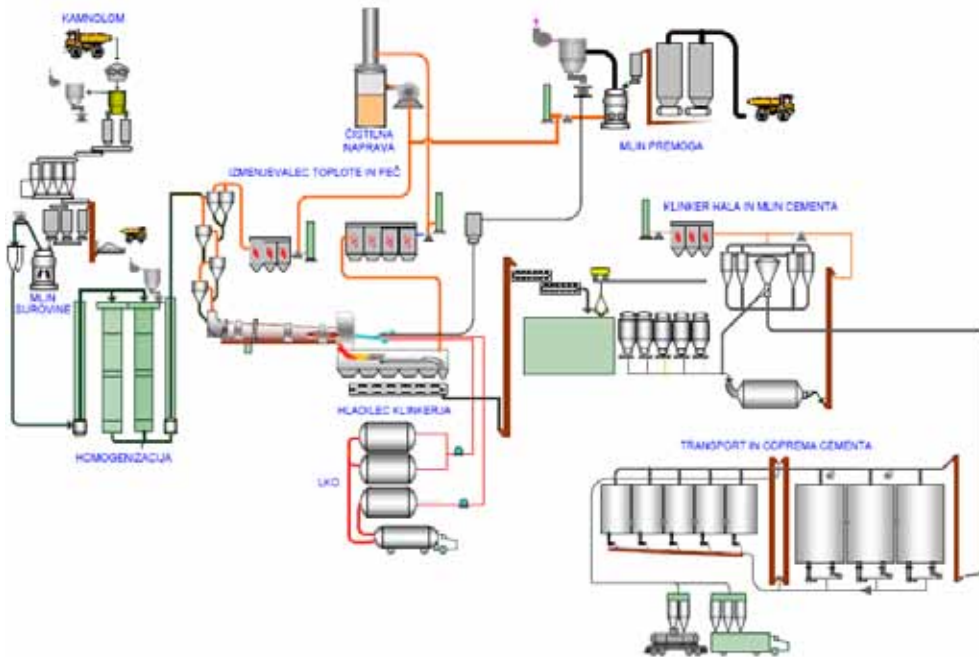
Proizvodnja cementa spada med energetsko intenzivne panoge, tako je v zadnjih dveh desetletjih poudarek na izboljšanju energetske učinkovitosti ter nadomeščanje naravnih goriv, s čimer si cementarne zagotavljajo konkurenčnost na tržišču.

Na splošno se proizvodnja deli na naslednje stopnje:

- pridobivanje surovine,
- priprava surovine,
- pridobivanje klinkerja* s procesom žganja surovine,
- mletje klinkerja s cementnimi dodatki (oz. cementa),
- odprema cementa.

*klinker je polproizvod ter glavna sestavina cementa

Slika 1 : Proizvodnja cementa



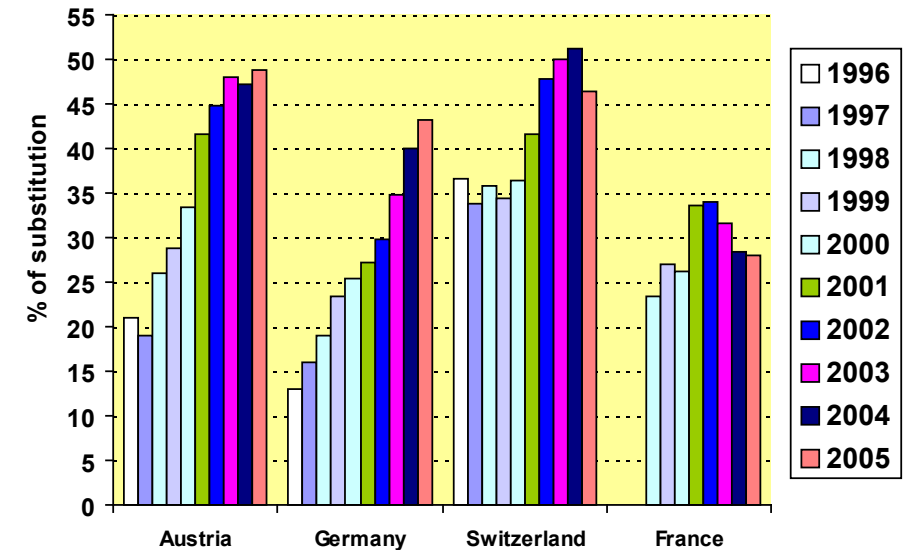
Najbolj zahteven proces je žganje klinkerja, kjer so potrebne izredno visoke temperature v rotacijski peči (temperatura materiala dosega 1450 °C, temperatura plamena okrog 2000°C). Pri temperaturi okrog 1450 °C material oz. surovina delno stali, pri čemer se tvorijo značilni klinkerjevi minerali v kompleksnih kemijskih reakcijah v oksidacijski atmosferi. Da se ohranijo omenjeni minerali v obliki, ki omogočajo hidravličnih lastnosti, ga moramo hitro ohladiti.

Zaradi potreb po visokih temperatura je poraba goriv velika. Da bi stroški žganja znižali, hkrati pa bi se izkoristilo energetske bogati odpadki, so že v zgodnjih 80-ih letih v ZDA začela z energetske izrabo nekaterih predelanih odpadkov za namene nadomeščanja fosilnih goriv.

V začetku so se uporabljala predvsem goriva, ki so imela višje plemenitve in za katere ni bila potrebna zahtevna manipulacija (oprema za doziranje, izbira mešanice,...). S časom se je nabor različnih alternativnih goriv povečeval. Pri vse večjem naboru goriv pa bi lahko prišlo do nekompatibilnosti mešanice goriv. Da bi lahko cementna industriji sledila širšemu naboru dostopnih goriv na tržišču je bilo potrebno izvesti določene tehnološke posodobitve ter vzpostaviti postopek, po katerem se ovrednoti sprejemljivost posameznega goriva. S posodobitvami ter kontrolo tako vhodnih materialov kot ostalih procesnih parametrov danes nekatere najbolj napredne cementarne hkrati uporabljajo do 12 različnih vrst alternativnih goriv in zamenjujejo preko 90 % fosilnih goriv.

Praksa uporabe alternativnih goriv v cementni industriji je dolga in Slovenija zaostaja za razvitimi državami. Podatki namreč kažejo, da energetska izraba iz leta v leto narašča in da nekatere zahodnoevropske države nadomeščajo okrog 50 % fosilnih goriv z alternativnimi, kar je bistveno več kot pri nas.

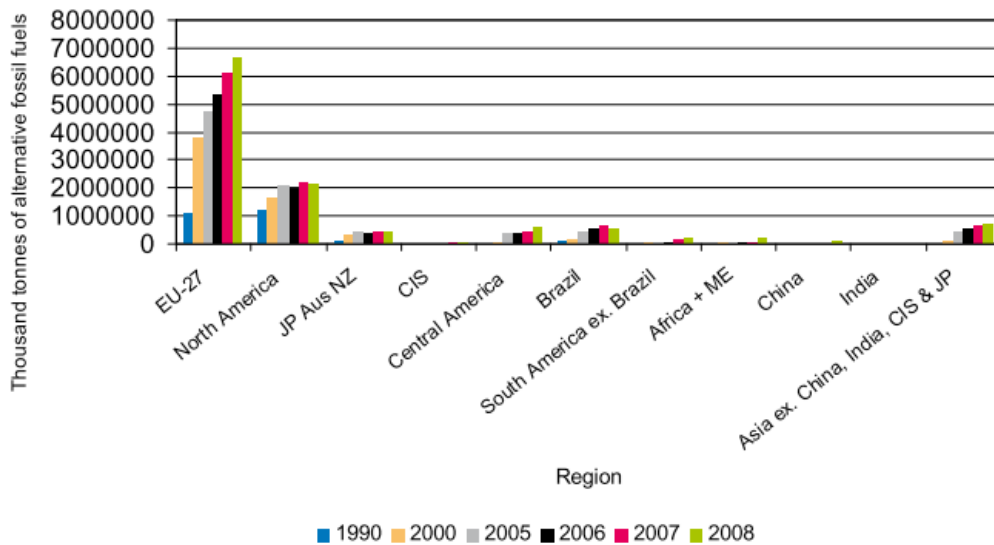
Graf 1: Zamenjava fosilnih goriv z alternativnimi v Avstriji, Nemčiji, Švici in Franciji



Vir: VdZ Deutsche Zementindustrie

Glede na podatke Vdz Deutsche Zementindustrie lahko še dodamo, da so v Nemčiji nadaljevali s trendom, ki je viden na grafu in sicer so v letu 2009 nadomestili 58 %, v 2010 60 % ter v 2011 61 % fosilnih goriv z alternativnimi. Evropska unija kot tudi Slovenija zaostajajo v energetski izrabi odpadkov v cementi industriji za omenjenimi državami. Cembureau (Evropsko združenje za cement industrijo) je objavil podatek za leto 2011 in sicer se je nadomestilo 18 % alternativnih goriv, 5 % naravnih materialov z alternativnimi materiali (nadomeščanje surovine v procesu žganja) ter 12% je bil delež dodanih sekundarnih materialov, ki se dodajajo pri mletju klinkerja ter drugih dodatkov v cement.

Graf 2: **Uporaba alternativnih goriv po različnih regijah po svetu**



Najpogosteje uporabljena goriva so dandanes odpadne gume, odpadna olja, frakcije gorljivih industrijskih ali drugih komercialni odpadkov, mulji iz čistilnih naprav, kostna moka in topila. Vendar niso vsa goriva, glede na tip, primerna za uporabo in odgovor ni vedno enoznačen.

Za proizvodnjo klinkerja je ključen stabilen proces žganja, kar pomeni, da se ohranja konstanten temperaturni profil in pa konstantno sestavo surovinske moka. Zato se v cementi industriji ne morejo uporabljati goriva, pri katerih kakovost signifikantno varira. In to je tudi razlog, da je potrebno večino alternativnih goriv predhodno obdelati, da lahko zagotovimo stabilnost procesa žganja in s tem maksimalno varovanje okolja, optimalno energetska izrabo ter ustrezno kakovost klinkerja.

Omenjeni alternativni energenti vsebujejo večji ali manjši delež biomase, ki spada med obnovljive vire energije. Tako na primer frakcija gorljivih odpadkov vsebuje nekje okrog 35 % biomase, delež biomase pa odvisen vhodnih surovin pri predelavi

odpadkov. Za odpadne gume je delež biomase okrog 25 %, mulji, odpadne maščobe, kostna moka, lesni briketi in papirna kaša spadajo med CO2 nevtralna goriva.

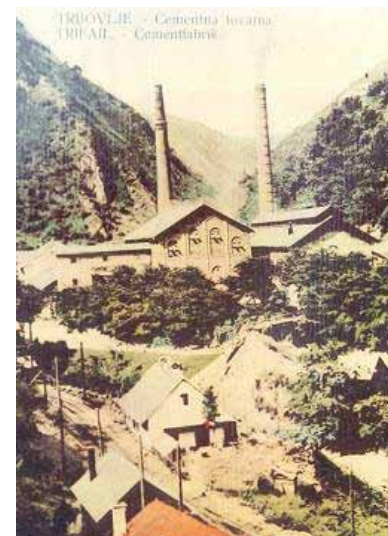
Zaradi dolgoletne prakse v svetu je bil postopek souporabe alternativnih goriv v cementi industriji prepoznani kot varen in učinkovit. Nabor goriv, ki se lahko uporabljajo v cementi industriji je širok. Hkrati pa je zaradi zakonodaje, ki prepoveduje odlaganje odpadkov s kurilno vrednostjo na odlagališčih, trend souporabe v nenehnem porastu, kar pripomore k boljšemu sistemu ravnanju z odpadki in pa k boljši izrabi obnovljivih virov energije - biomase. Glede na visoke cilje, ki si jih je Slovenija zastavila tako na področju ravnanja z odpadki kot na področju OVE, bo treba zavihati rokave in najti skupno besedo na nivoju ministrstev, gospodarstva in z zainteresirano javnostjo.

CEMENTARNA V TRBOVLJAH

Tudi proizvodnja cementa ima v Trbovljah izredno dolgo tradicijo, saj se na tej lokaciji proizvaja cement že več kot 130 let. Cementarna se je leta 2002 pridružila skupini Lafarge, ki je vodilni proizvajalec cementa na svetu, ki je vodilni proizvajalec cementa in agregatov ter pomemben proizvajalec betonov in mavčnih plošč. Lafarge deluje v 76 državah sveta in zaposluje več kot 90.000 ljudi.

V zadnjem desetletju je bil razvoj cementarne usmerjen predvsem na izboljšanje varovanja okolja in prilagoditvi novim zahtevam, pri čemer smo sledili smernicam iz referenčnega dokumenta BREF (najboljše razpoložljive tehnike). Tako smo zgradili razžveplalna napravo, napravo za zniževanje dušikovih oksidov, izvedla se je avtomatizacija proizvodnje, posodobila je se hala klinkerja, poleg tega smo zgradili zaprt sistem za doziranje alternativnih goriv (za gorljive odpadke in odpadna olja). Okoljskih investicij je bilo v zadnjih 10 letih za 18 Mio€.

Slika 1: **Cementarna nekoč in danes**



Leta 2002 je cementarna v Trbovljah postala del skupine Lafarge.

Cementarna v Trbovljah glede na obseg dejavnosti spada cementarna med manjše cementne obrate, s proizvodnjo zmogljivostjo okrog 1350 ton klinkerja dnevno oziroma okrog 0,5 milijona ton cementna letno. Vendar zaradi zaostrenih razmer na slovenskih gradbenem sektorju v zadnjih letih ne dosegamo nominalnih kapacitet.

PREDNOSTI UPORABE ALTERNATIVNIH GORIV

Uporaba alternativnih goriv ima pomembne vplive tako na razvoj cemente industrije kot tudi z vidika predelave odpadkov, kar je trenutno ena izmed boj perečih tem v Sloveniji. Po hierarhiji ravnanja z odpadki ima energetska izraba odpadkov prednost pred odlaganjem.

Tako se z nadomeščanjem fosilnih goriv z alternativnimi zmanjša poraba fosilnih goriv, ohranja se krajina ter s tem skrbimo trajnostni razvoj. Nadomeščanje z alternativnimi gorivi povzroči zmanjšuje izpustov toplogrednih plinov (CO₂ emisij).

Pomembno je tudi dejstvo, da so temperature pri žganju izredno visoke (okrog 2000 °C), zadrževalni čas dimnih plinov pa dolg v primerjavi s klasičnimi sežigalnicami, kar pomeni, da so izkoristki energije maksimalni, da organske snovi pri teh temperaturah razpadejo na osnovne komponente. Še ena pomembna prednost pri uporabi AG v cementarni je ta, da pri energetski izrabi AG ne nastajajo odpadki, saj se neizgorel ostanek vgradi v klinker.

Seveda ne moremo zaobiti ekonomskih učinkov. Z nadomeščanje fosilnih goriv se znižajo stroški proizvodnje klinkerja, na eni strani zaradi nižjih cene energentov, na drugi zaradi manjših izpustov toplogrednih plinov. Vse to posledično vpliva na konkurenčnost na trgu in s tem dolgoročen obstoj in razvoj cementarne.

Emisije snovi v zrak so v primeru so-sežiga alternativnih goriv določene z Uredbo o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in sosežigalnic.

Tabela 1: **Zakonsko predpisane vrednosti v primeru uporabe alternativnih goriv in brez uporabe**

parameter	Zakonska meja (v mg/nm ³) za sosežig v cementarnah mg/Nm ³
Prah	30
SO ₂	50*
NO _x	800
TOC	20*
HCl	10
HF	1
Cd+Tl	0,05
Živo srebro	0,05
Σ težke kovine (po Uredbi)	0,5
Dioksini/furani	0,1 ngTE/Nm ³

*pristojni organ lahko dovoli odstopanje za mejne vrednosti, če ne nastaja zaradi sosežiga.

Ob tem velja dodati, da so študije pokazale (Cembureau, Study on the competitiveness of European companies and resource efficiency), da sosežig nima bistvenega vpliva na emisije snovi v zrak.

UPORABA SEKUNDARNIH MATERIALOV

Poleg uporabe alternativnih goriv, ki spadajo med t.i. energetske bogate odpadke, je cementna industrija pomemben predelovalec sekundarnih materialov, ki nastanejo kot stranski produkt v termoenergetskih blokih, železarski industriji in drugje. Sekundarni materiali se lahko uporabljajo bodisi kot dodatek surovini v stopnji priprave surovine ali kot dodatek h klinkerju v stopnji mletje cementa. Sekundarni materiali, ki se dodajajo pri mletju cementa morajo ustrezati zahtevam standarda SIST EN 197-1. Omenjeni standard med drugim obravnava tudi sledeče sekundarne materiale, ki se lahko uporabljajo kot cementi dodatek: granulirana plavžna žindra, elektrofiltrski cement in mikrosilika. Za regulacijo vezanja cementa se dodaja sadra, ki nastaja pri razžveplanju dimnih plinov in se prav tako lahko uporablja v cementni industriji. Delež dodanega materiala je odvisen od vrste cementa.

Kot že omenjeno se lahko sekundarni materiali uporabljajo tudi za nadomeščanje naravne materiale, ki so potrebni za proizvodnjo klinkerja. V tem primeru standardnih zahtev ni, je pa vrsta in pa količina dodanega materiala odvisna od kemijske sestave. Klinker je namreč proizveden s sintranjem natančno predpisane mešanice surovin, pri

čemer nastanejo kalcijevi silikati, ki so ključni, da ima klinker (oz. cement) hidravlične lastnosti. Najpogosteje se kot dodatek k surovini uporabljajo kotlovska žlindra, elektrofiltrski pepel, sadra, škaja, odpadna opeka in drugi.

V Lafarge Cement Trbovlje smo v lanskem letu nadomestili več kot petino klinkerja s sekundarnimi t.i. cementnimi dodatki. Vendar trend nadomeščanja naravnih surovin in klinkerja pri proizvodnji cementa narašča tako po svetu kot tudi pri nas. To pa predvsem zaradi ohranjanja naravnih surovin ter zaradi poplave tovrstnih materialov na tržišču. Ekonomika uporabe je odvisna od vrste materiala in pa strateške uporabe določenega materiala. V večini primeru so stroški nižji.

ZAKLJUČEK

V skladu z Uredbo o ravnanju z odpadki ima priprava za ponovno uporabo, recikliranje ter drugi postopki predelave (npr. energetska predelava) prednost pred odstranjevanjem.

Nekateri odpadki se lahko bodisi snovno bodisi energetsko predelajo v cementarnah. S tem na eni strani cementna industrija skrbi za vsesplošen sodoben problem človeštva, to je ravnanje z odpadki, na drugi strani pa si zaradi pozitivnih finančnih kazalcev poskušajo posamezne družbe zvečati konkurenčnost z nižjimi stroški proizvodnje klinkerja in cementa.

Nekatere razvite evropske države dosegajo za več kot 50 % zamenjavo fosilnih goriv z alternativnimi, medtem ko je povprečje EU za leto 2011 18% zamenjave.

Ugotavljamo pa tudi, da je osveščenost glede tematike o ravnanju z odpadki relativno nizka in s tem tudi naklonjenost prebivalcev do tovrstnih vprašanj – bodisi z vidika predelave odpadkov bodisi z vidika odlaganja odpadkov. Odpadki namreč niso problem sežigalnic ali so-sežigalnic, med katere spada tudi cementna industrija, temveč je to sodoben problem človeštva. In zato je potrebno iskati skupne in pa sodobne rešitve.

Viri in literatura

- Značilne neto kalorične vrednosti in emisijki faktorji za leto 2011, vir: spletna stran ARSO
- Environmental data of Cement industry, vdz Deutsche Zementindustrie, 2007
- Environmental data of Cement industry, vdz Deutsche Zementindustrie, 2012
- Sustainable cement production, Cembureau, 2009
- www.slocem.si
- Cembureau: www.cembureau.be (Sustainable cement production: Co-processing of Alternative Fuels and Raw Materials in the Cement Industry)
- Reference document on Best available techniques (BAT) reference document for the production of cement, lime and magnesium oxide (draft, june 2012)
- Study on competitiveness of the European

IZKUŠNJE PRI RAVNANJU Z NEVARNIMI ODPADKI

» **Boštjan ŠIMENC**

» **Emil NANUT**

KEMIS d.o.o., Pot na Tojnice 42, 1360 Vrhnika,
bostjan.simenc@kemis.si

Povzetek

V članku je prikazana problematika ravnanja z nevarnimi odpadki s poudarkom na izkušnjah podjetja KEMIS. Podana so tudi zakonodajna izhodišča ter nekateri predlogi za izboljšanje stanja pri ravnanju z nevarnimi odpadki.

Ključne besede: Nevarni odpadki, embalaža, ravnanje, označevanje

Povzetek

The article presents the problem of hazardous waste management, with an emphasis on the experience of a KEMIS. Given are also legislative positions and some suggestions for improving the management of hazardous waste.

Keywords: Hazardous waste, packaging, handling, labeling

UVOD

Človeštvo se tekom celotnega razvoja srečuje z nevarnimi snovmi v okolju. Le te so bili sprva različni plini in žveplo kot posledica vulkanskih izbruhov, kasneje po odkritju ognja, ogljikov monoksid zaradi slabega izgorevanja. V današnjih dneh pa smo obdani tudi z nevarnimi snovmi, ki niso več le produkt naravnih procesov, temveč so zavestne sestavine vedno novih izdelkov za uporabo tako v podjetjih kot tudi v vsakdanjem življenju.

V vsakem gospodinjstvu najdemo opremo in izdelke, ki vsebujejo nevarne snovi. Kot oprema so to lahko hladilniki, sijalke, računalniki..., pa tudi zaščitna, premazna, kozmetična, čistilna in druga sredstva. Ko tovrstnih izrabljenih izdelkov ali ostankov sredstev ne potrebujemo več, postanejo nevarni odpadki.

ZAKONSKA PODLAGA

Definicije

Odpadek je snov, ki jo ljudje zavržemo, je ne potrebujemo več oziroma nastane kot neželeni produkt proizvodnje. Poleg te definicije obstaja še vrsta drugih podobnih definicij. V pravnem smislu pa je odpadek snov ali predmet, razvrščen v eno od skupin odpadkov, ki ga imetnik zavrže, namerava ali mora zavreči.

Nevaren odpadek je odpadek, ki kaže eno ali več nevarnih lastnosti iz Priloge 1 Uredbe o odpadkih in je v Prilogi 4 Uredbe o ravnanju z odpadki označen z zvezdico.

Ravnanje z odpadki zajema zbiranje, prevažanje, predelavo in odstranjevanje odpadkov, vključno s kontrolo tega ravnanja in okoljevarstvenimi ukrepi. Sicer so postopki ravnanja z odpadki (Uredba o odpadkih) razdeljeni na:

- postopke predelave odpadkov (od R1 do R13) (Priloga 2 – Uredbe o odpadkih)
- postopke odstranjevanja odpadkov (od D1 do D15) (Priloga 3 – Uredbe o odpadkih)

Zakoni, uredbe in pravilniki

Slovenska zakonodaja je tudi na področju odpadkov usklajena z evropsko. Direktiva 2008/98/ES o odpadkih in Zakon o varstvu okolja s svojimi spremembami sta krovna predpisa za področje odpadkov. Glavni izvedbeni predpis pa je Uredba o odpadkih (ULRS 103/11). Postopke o čezmejnem pošiljanju odpadkov določa Uredba o izvajanju Uredbe (ES) št. 1013/2006 o pošiljanju odpadkov (ULRS št. 71/07). Strategijo razvoja na področju odpadkov določa tudi Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja (ULRS št. 02/06). Ožja področja odpadkov pa urejajo še številne druge uredbe in pravilniki in operativni programi.

Poleg omenjenih predpisov, je področje odpadkov vključeno tudi v zakonodajo na področju kemikalij in sicer v Zakon o kemikalijah (ULRS št. 110/03, 47/04, 61/06, 16/08,

09/11) ter Pravilnik o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih pripravkov (ULRS št. 67/05, 137/06, 88/08, 91/09).

Področje prevoza nevarnih odpadkov pa ureja Zakon o prevozu nevarnega blaga (ULRS št. 33/06, 41/09, 97/10) in Evropski sporazum o mednarodnem cestnem prevozu nevarnega blaga-ADR.

NEVARNI ODPADKI V SLOVENIJI

Količine nevarnih odpadkov v Sloveniji

V Sloveniji zberemo letno med 100.000 in 150.000 t nevarnih odpadkov. To predstavlja okoli 2 % celotne količine odpadkov nastalih v naši državi. Nevarni odpadki nastajajo tako pri proizvodnih in storitvenih dejavnostih kot v gospodinjstvih. Seveda nastane v gospodinjstvih najmanjši delež nevarnih odpadkov – med 2.000 in 3.000 t letno – kar je spet okoli 2 % glede na vse nastale nevarne odpadke. Letno torej zberemo v gospodinjstvih na prebivalca povprečno nad 1 kg nevarnih odpadkov.

Trendi nastajanja nevarnih odpadkov iz proizvodnih in storitvenih dejavnosti imajo nasprotno smer. Vendar je po podatkih statistike še vedno prevladujoč kumulativni trend naraščanja količin zbranih nevarnih odpadkov.

Količine nastalih nevarnih odpadkov iz proizvodnih dejavnosti se po eni strani zmanjšujejo, kar je posledica več dejavnikov. Pozitivni dejavniki za zmanjševanje količin nevarnih odpadkov so predvsem ukrepi preprečevanja na izvoru (zmanjšanje količin odpadkov, izločanje nevarnih snovi...), predelava / uporaba odpadkov na izvoru... K pozitivnim dejavnikom zmanjševanja količin odpadkov na izvoru pomembno pripomorejo tudi uvedeni sistemi ravnanja z okoljem na osnovi ISO 14001 ali/in EMAS. Po drugi strani pa se količine ločeno zbranih nevarnih odpadkov povečujejo zaradi izločanja nevarnih odpadkov iz mešanih industrijskih odpadkov. Nekateri odpadki, ki so bili pred leti uvrščeni med nenevarne odpadke so na osnovi novih ocen odpadkov uvrščeni med nevarne odpadke.

Negativni dejavniki za zmanjševanje količin nevarnih odpadkov pa so povezani z opuščanjem proizvodnje določenih skupin izdelkov (značilni primeri so iz tekstilne, usnjarske, čevljarke, pa tudi lesnopredelovalne industrije).

Načini ravnanja v Sloveniji

V Sloveniji imamo glede na število prebivalstva, obseg industrije ter količine odpadkov veliko podjetij, ki se ukvarjajo z odpadki in imajo za to ustrezna dovoljenja. Po podatkih MKO-ARSO je bilo marca 2013 po področjih vpisano v sezname:

- 5 podjetja za sežig / sosežig odpadkov
- več kot 300 podjetij za predelavo odpadkov
- 19 podjetij za odstranjevanje odpadkov

- več kot 130 podjetij za zbiranje odpadkov
- več kot 220 podjetij posrednikov odpadkov
- več kot 1.000 prevoznikov odpadkov
- več kot 100 trgovcev z odpadki
- 3 odstranjevalci azbesta

Skupaj je bilo objavljeno 38 seznamov.

Na osnovi navedenega v Sloveniji nebi smeli imeti problemov glede ravnanja z odpadki.

V Sloveniji so izdelani področno tudi Operativni programi ravnanja z odpadki, ki pokrivajo tudi področja ravnanja z nevarnimi odpadki (baterije in akumulatorji, odpadna olja, PCB/PCT, odpadna embalaža)

Ravnanje z nevarnimi odpadki v Sloveniji leta 2009 sledeče. Nastalo je 99.253 t nevarnih odpadkov, način ravnanja z njimi pa je bil sledeč:

- 25,5% odloženo (D1)
- 48,1% reciklirano (R2 – R9)
- 9,1% uporaba kot gorivo (R1)
- 13,9% odstranjeno s sežigom (D10)
- 3,4% ostali načini predelave in odstranjevanja

V istem letu je bilo od 313 vrst vseh nevarnih odpadkov iz klasifikacijskega seznama poročano o 255 vrstah nevarnih odpadkov, ki so nastali v Sloveniji. To priča o raznolikosti gospodarstva ter predstavlja problem tako za zbiranje in ravnanje z njimi. Pri tem je podatke o nastalih nevarnih odpadkih posredovalo več kot 3.200 poročevalcev (podjetij...).

V Sloveniji torej nimamo na razpolago zadostnih kapacitet za predelavo / odstranitev vseh nevarnih odpadkov, zato je pomemben del nevarnih odpadkov potrebno odpeljati na obdelavo v tujino. Tudi količine v tujino prepeljanih nevarnih odpadkov se v zadnjem obdobju povečujejo.

V Sloveniji je težko priti do lokacij, objektov in na koncu dovoljenj za skladiščenje, predelavo in odstranjevanje odpadkov. Poleg vedno prisotnega NIMBY sindroma imamo postopke pridobivanja OV dovoljenj zelo zapletene. Tudi sama dovoljenja so tako polna podrobnih zahtev, da je dovoljenja v praksi izredno težko izvajati. Vse te zahtevane podrobnosti vodijo k temu, da se dovoljenja težko pridobijo in se torej zakonodaja pogosto ne izvaja. Drug problem je v pragu rentabilnosti tehnologij obdelave, kajti v Sloveniji zbrane količine nevarnih odpadkov pogosto ne omogočijo rentabilne predelave.

RAVNANJE Z NEVARNIMI ODPADKI V PODJETJU KEMIS

193

Predstavitev

Kemis je družba, ki se ukvarja z zbiranjem, predelavo, odstranjevanjem, prevozom ter posredovanjem različnih vrst odpadkov. Družba je bila ustanovljena 1.4.1983 in je kot prvo podjetje v Sloveniji leta 1991 izpolnjevala pogoje za ravnanje s »posebnimi« odpadki. Od leta 2003 je v 100 % lasti Gorenje d.d.. Poleg matičnega podjetja v Sloveniji ima Kemis še svoja podjetja na Hrvaškem v BiH in Srbiji.

Družba želi postati najboljša podjetja na področju gospodarjenja z nevarnimi odpadki v Sloveniji in v državah bivše Jugoslavije. S svojo dejavnostjo zmanjšuje vpliv odpadkov iz proizvodnje, storitev in gospodinjstev na okolje. Kupcem ponuja strokovne, celovite, vsestransko varne in stroškovno sprejemljive rešitve na področju gospodarjenja z odpadki, pri tem pa prisega na vrednote kot so varnost, znanje, učinkovitost, odzivnost, zgladnost in odgovornost.

Z namenom zagotavljanja visoke kakovosti storitev ter vsestransko varnega ravnanja z nevarnimi odpadki, je podjetje uskladilo delovanje z zahtevami standardov ISO 9001, ISO 14001 in OHSAS 18001.

Področje delovanja

V Kemis-u izvajamo več različnih programov:

PREDELAVA ODPADNIH TOPIL: Odpadna topila predelujemo v ponovno uporabne surovine



PRIPRAVA SEKUNDARNIH ENERGEN-

TOV: Nevarne odpadke pripravljamo v obliko, ki je primerna za neposredni in jih pošiljamo uporabnikom s posebnimi vozili v razsutem stanju.



ZBIRANJE NEVARNIH ODPADKOV IZ INDUSTRIJE IN OBRTI:

Gre za najrazličnejše odpadke (barve, laki, organska topila, kemikalije, olja in emulzije, akumulatorji, baterije, sijalke ipd.) Zanje poskrbimo skladno s predpisi in tehničnimi možnostmi, ki so na razpolago v Sloveniji in državah evropske unije.

SANACIJE: Gre za ekološke sanacije podjetij v stečaju, opuščeni skladišč in drugih starih bremen ter intervencije v primerih neustrezno odloženih ali v naravo odvrženih nevarnih odpadkov. Največji tovrstni projekt sanacija odlagališča gudrona v Pesniškem Dvoru je bil končan leta 2009.

PREVOZ ODPADKOV: Poskrbimo tudi za prevoz nevarnih odpadkov



ZBIRANJE NEVARNIH ODPADKOV IZ GOSPODINJSTEV:

Na področju celotne Slovenije se v različnih občinah že od leta 1997 aktivno izvajamo zbiranje nevarnih odpadkov iz gospodinjstev. Ponujamo celovito storitev, ki poleg zbiranja s premično zbiralnico obsega tudi svetovanje glede izbora lokacij zbiranja ter načina komuniciranja z občani.



INTERVENCIJE: Sodelujemo z MO, kjer smo preko 112 aktivirani v primeru onesnaženj okolja ob različnih nesrečah, kjer so prisotne nevarne snovi.



POSREDOVANJE PRI ČEZMEJNEM Premeščanju nevarnih odpadkov v predelavo ali/in odstranitev

SVETOVANJE PODJETJEM NA PODROČJU RAVNANJA Z NEVARNIMI ODPADKI: Našim partnerjem pomagamo pri načrtih gospodarjenja z odpadki, skupno iščemo smotrne načine ravnanja v skladu s sodobnimi trendi in zahtevami s področja odpadkov.

Pri ravnanju z odpadki, ki jih zberemo, skušamo v Kemisu kar največji delež odpadkov usmeriti v prednostni način predelave (prikazano na shemi):



IZKUŠNJE PRI RAVNANJU Z ODPADKI

Kot vsi se tudi mi srečujemo s slabimi in dobrimi izkušnjami pri ravnanju z nevarnimi odpadki. Kot izhodišče lahko navedemo, da se stanje na področju ravnanja z odpadki postopoma izboljšuje, kar je posledica zakonodaje, uvedenih sistemskih rešitev v podjetjih (ISO 9001, ISO 14001...), večje okolje-varstvene ozaveščenosti odgovornih v podjetjih, prenosu dobre prakse v podjetjih, ki so v tuji lasti.... S stanjem pa še vedno ne moremo biti zadovoljni, kajti veliko podjetij še vedno ne pripravlja nevarnih odpadkov na način, ki bi omogočal njihov prevoz ter ravnanje na vsestransko varen način.

Na izvoru je potrebno (glede na lastnosti in možnosti predelave odpadka) posebno pozornost posvetiti:

- ločenemu zbiranju odpadkov
- izboru embalaže ter pripravi transportnih enot
- označevanju po zakonodaji o odpadkih, o kemikalijah in o prevozu nevarnega blaga ADR
- medfaznemu skladiščenju

Ločeno zbiranje odpadkov

Ločeno zbiranje je izhodišče za smotrno ravnanje ter izkoriščanje odpadkov. Poznavanje njihovih lastnosti, predvsem lastnosti na podlagi katerih je odpadek razvrščen med nevarne odpadke, pa pripomore k kar največji in vsestranski varnosti pri ravnanju z nevarnimi odpadki. Vsako podjetje mora imeti v skladu z veljavno zakonodajo (Pravilnik o ravnanju z odpadki) načrt gospodarjenja z odpadki, kjer morajo biti med drugimi podatki opredeljene tudi vrste odpadkov (določene tudi s klasifikacijskimi številkami), ki v podjetju nastajajo ter način njihovega zbiranja. V praksi se še vedno pogosto srečujemo z odpadki, ki niso zbrani ločeno oziroma so zmešani. S tem je otežena ali onemogočena njihova predelava. Združevanje nekompatibilnih odpadkov pa lahko privede tudi do nepredvidenih in nenadzorovanih reakcij, ki med skladiščenjem, prevozoma ali predelavo povzročijo ogrevanje ali samovžig odpadkov. Med trdnimi nevarnimi odpadki, se občasno pojavljajo tudi večji kovinski deli, ki lahko povzročijo poškodbe drobilnika. Med tekočimi odpadki pa so v embalažnih enotah pogosto mešani odpadki (med odpadnimi olji so čistilne krpe, med mulji barv so filtrirna sredstva in podobno). To povzroča pri predelavi mnogo težav in tudi okvar opreme (okvara črpalk, zamašitev cevodov,...). Nesporno dejstvo je, da je ločeno zbiranje odpadkov na izvoru izhodišče za izboljšanje ravnanja z odpadki.

Slika 1: Posoda za zbiranje odpadnih baterij



Slika 2: Kontejner za zbiranje odpadnega prahu



Izbor embalaže in priprava transportnih enot ter označevanje

Na osnovi poznavanja lastnosti odpadka je potrebno odpadek embalariti v ustrezno embalažo, ki mora biti v skladu z zahtevami Evropskega sporazuma o mednarodnem cestnem prevozu nevarnega blaga - ADR. Tu velikokrat že nastopi težava, saj sodi pogosto niso ustrezne kakovosti, ki je deklarirana z ustreznimi oznakami (UN kodami). Prav tako je potrebno pri polnjenju embalažnih enot upoštevati nivo polnjenja. Pre pogosto so sodi in IBC zabojniki prenapolnjeni, kar povzroča zlasti pri lahko hlapnih tekočinah deformacijo sode oz. zabojnika. To lahko povzroči pri nadaljnjih postopkih tudi puščanje posod in s tem ogrožanje človekovega zdravja in okolja.

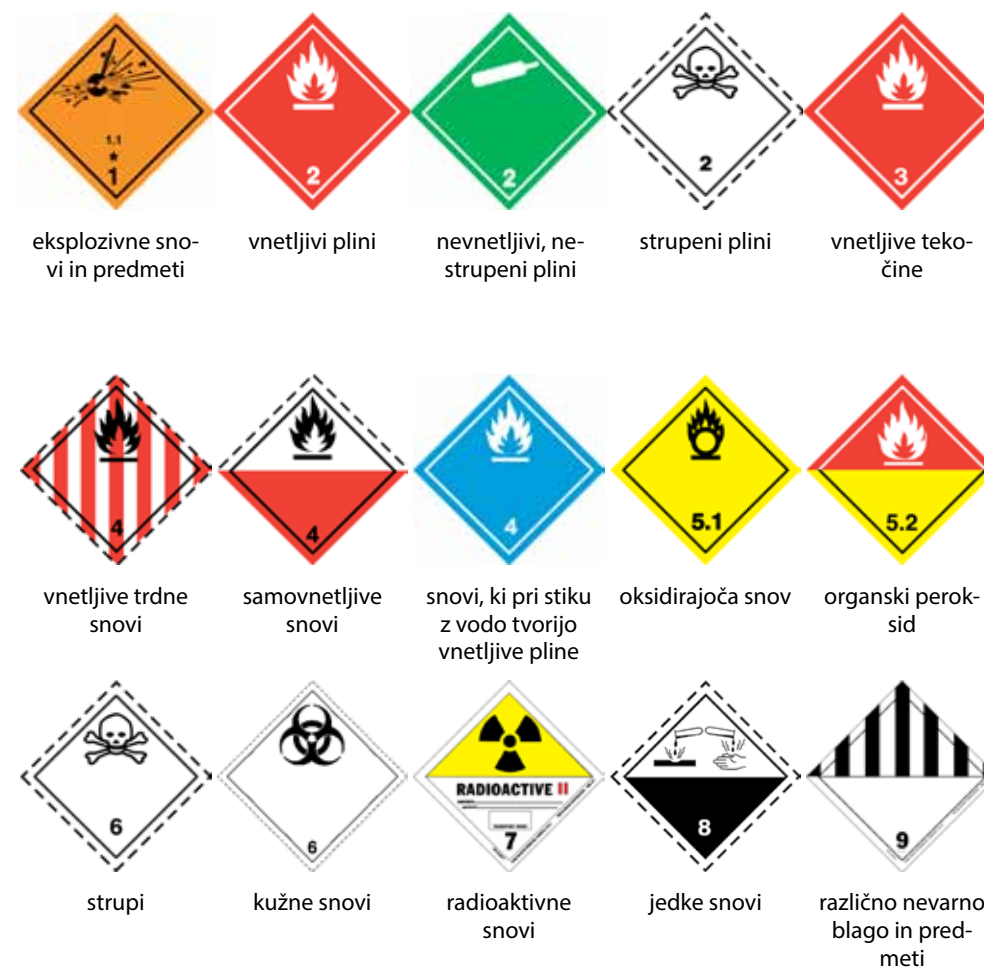
Pri izboru embalaže za nevarne odpadke je dobra rešitev, da se odpadki embalirajo v embalažo surovin, ki so prevladujoča (nevarnejša) komponenta odpadka. Nujno je upoštevati tudi pravilo, da se posode ne smejo polniti preko njihovega nazivne prostornine, ki je praviloma cca 10 % manjši od dejanske prostornine posode (soda, IBC zabojnika...).

Ko je odpadek embaliran, ga je potrebno v skladu z zahtevami Zakona o kemikalijah in Pravilnika o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi in pripravkov ustrezno označiti. Prav tako mora biti odpadek označen tudi v skladu s Pravilnikom o ravnanju z odpadki, torej z imenom odpadka in klasifikacijsko številko s seznama. Med samim prevozom pa morajo biti vse embalažne enote označene tudi v skladu z zahtevami ADR.

Slika 3: Primeri »označevanja« odpadkov



Označevanje na osnovi zakonodaje o prevozu nevarnih snovi:



Imamo izkušnje, da so odpadki pogosto nepravilno deklarirani, torej označeni v nasprotju z dejanskim stanjem. To lahko privede do napačnih postopkov predelave odpadka, s tem lahko ogrozimo varnost oseb vključenih v rokovalje z odpadki in naše okolje.

NEVARNE FIZIKALNE LASTNOSTI



- EKSPLOZIVI
- BOLJ NEVARNE SAMOREAKTIVNE KEMIKALIJE
- BOLJ NEVARNI ORGANSKI PEROKSIDI
- VNETLJIVI plini, aerosoli, tekočine, trdne snovi
- MANJ NEVARNE SAMOREAKTIVNE KEMIKALIJE
- PIROFORNE kemikalije
- SAMOSEGREVAJOČE SE kemikalije
- Kemikalije, ki v stiku z vodo sproščajo VNETLJIVE pline
- MANJ NEVARNI ORGANSKI PEROKSIDI
- OKSIDATIVNI plini, tekočine, trdne kemikalije
- PLINI POD TLAKOM: stisnjeni plini; utekočinjeni plini; ohlajeni utekočinjeni plini
- JEDKO za kožne

ZDRAVJU NEVARNE LASTNOSTI



- AKUTNA (TAKOJŠNJA) STRUPENOST
- JEDKOST za kožo
- HUDE POŠKODBE OČI
- AKUTNA (TAKOJŠNJA) STRUPENOST
- DRAŽENJE kože, oči
- PREOBČUTLJIVOST kože
- SPECIFIČNA STRUPENOST za posamezne organe (
- DRAŽENJE DIHAL
- NARKOTIČNI UČINKI
- PREOBČUTLJIVOST DIHAL
- MUTAGENO za zarodne celice
- RAKOTVORNO
- STRUPENO ZA RAZMNOŽEVANJE
- SPECIFIČNA STRUPENOST za posamezne organe
- NEVARNO PRI VDIHAVANJU
- NEVARNO ZA VODNO OKOLJE

Medfazno skladiščenje

Medfazno skladiščenje ustrezno embaliranih, označenih in paletiranih odpadkov mora potekati na skladiščih mestih, ki ustrezajo lastnostim nevarnih odpadkov. Pomembna je tudi dostopnost in označenost tovrstnih mest.

ZAKLJUČEK

Naše izkušnje pri ravnanju z nevarnimi odpadki nam dajejo dober občutek, ker se stvari na področju ravnanja z nevarnimi odpadki v podjetjih izboljšujejo. To velja predvsem za večja – urejena podjetja, ki imajo za to področje določene strokovne delavce. V srednjih in manjših podjetjih, kjer pokrivajo področje nevarnih odpadkov zaposleni, ki nimajo znanja (in časa) in jim je skrb za odpadke le ena od mnogih zadolžitev, je urejenost praviloma slabša. V teh primerih poskušamo pomagati z našimi izkušnjami.

Dejstvo je, da bo potrebno še naprej delati na vseh ravneh ozaveščanja in izobraževanja predvsem mladih na vseh nivojih, kajti le tako se bomo postopoma približevali na-

logi zagotavljanja trajnostne rabe naravnih dobrin. Zmanjševanje količine odpadkov na izvoru in dosledno ločeno zbiranje bosta zagotovila manjše obremenitve okolja. Na področju nevarnih odpadkov iz gospodinjstev bodo v prihodnjih letih količine morale še narasti iz zdajšnjih 0,5 kg na prebivalca, na evropsko povprečje 2 kilogramov na prebivalca. Vendar mora biti to posledica izločanja nevarnih frakcij iz odpadkov, ki se trenutno odlagajo na deponije gospodinjskih odpadkov.

Na področju industrijskih odpadkov pa je potrebno bolj tesno sodelovanje in izmenjava izkušenj podjetij – izvorov odpadkov z zbiralci in odstranjevalci, kajti tudi to je način zagotavljanja konkurenčnosti na globalnem trgu. Tu smo v Kemisu pripravljene vlogo aktivnega partnerja, ki pričakuje, da se bomo o možnostih ravnanja z odpadki pričeli dogovarjati že v fazi razvoje novih izdelkov oziroma pred uporabo novih snovi.

Viri in literatura

- Zakon o varstvu okolja (Ur.l.RS št. 41/04, 17/06, 20/06, 70/08, 108/09, 48/12)
- Uredba o odpadkih (Ur.l.RS št. 103/11)
- Uredba o izvajanju Uredbe (ES) št. 1013 / 2006 o pošiljanju odpadkov (Ur.l.RS št. 71/07)
- Zakon o prevozu nevarnega blaga (Ur.l.RS št. 79/99, 101/05, 41/09, 97/10)
- Poročilo o okolju v R Sloveniji (Gradivo za vlado – 14.7.2010)
- Okoljski kazalniki za Slovenijo, Statistični urad RS, december 2009
- Interno gradivo podjetja KEMIS d.o.o., Vrhnika

UPORABA BIOLOŠKIH ODPADKOV KOT SUROVINE V BIOPLINSKIH ELEKTRARNAH

» Mag. **Blaž GERMŠEK**

» Univ. dipl. inž. vki. **Sabina KOLBL**

» Mag. **Aleš ZVER**

Keter Invest d. o. o.,
Titova cesta 2a, 2000 Maribor
info@keterorganica.com

Povzetek

Predelava bioloških odpadkov v bioplin in posledično v električno in toplotno energijo je tehnologija, ki se v Sloveniji že uporablja, ampak še ni izkoriščena, kot bi lahko bila. Članek obravnava količine bioloških odpadkov, ki jih pridelamo v Evropi in Sloveniji, ter možnosti izkoriščanja le-teh z anaerobno fermentacijo, tehnologijo podjetja Keter Organica. Z uporabo biološko razgradljivih odpadkov v bioplinskih elektrarnah pripomoremo k čistejšemu okolju, trajnostni rešitvi vedno večjega problema kopičenja odpadkov, proizvajamo električno in toplotno energijo, hkrati pa ustvarjamo nova delovna mesta.

Ključne besede: Bioplin, biološki odpadki, bioplinske elektrarne, končni substrat

Abstract

Technology for managing and converting solid organic waste into biogas, electricity and heat has been used in Slovenia for several years but it is not optimally utilized. In this article we present the amount of biological waste that is produced in Europe and Slovenia and how to utilize it by using Keter's Organica technology in process of anaerobic digestion. Degrading biological waste into biogas contributes to cleaner environment, sustainable development in field of waste management, produces electricity and heat and creates new jobs.

Key words: Biogas, bio-waste, biogas plants, sludge digestate

UVOD

Razvoj potrošništva in izboljšane kupne moči prebivalstva pripomore k proizvodnji vedno večjih količin odpadkov. Zaradi globalnega povečevanja rabe in povpraševanja po energentih na eni strani ter zmanjševanja rezerv fosilnih goriv in nastopa klimatskih sprememb na drugi strani smo primorani k razvoju bolj trajnostnih energetskih sistemov (Agor et al., 2011).

Po podatkih evropskega statističnega urada Eurostat o količinah komunalnih odpadkov v letu 2011 je v Sloveniji leta 2011 nastalo 411 kg komunalnih odpadkov na osebo. V povprečju pa je na prebivalca EU, leta 2011, nastalo 503 kg komunalnih odpadkov. Količine nastalih komunalnih odpadkov so se med državami članicami močno razlikovale. Največ odpadkov je leta 2011 nastalo na Danskem, in sicer 718 kg na osebo, najmanj pa v Estoniji, 298 kg. Slovenija se skupaj z Grčijo, Portugalsko, Belgijo, Švedsko in Litvo uvršča v skupino držav, kjer je nastalo med 400 in 500 kg odpadkov na osebo. Slovenija pa je ena od držav EU z najvišjimi stopnjami recikliranja. V Sloveniji recikliramo 34 % komunalnih odpadkov, več le v Nemčiji (45 %), na Irskem (37 %) in v Belgiji (36 %). V povprečju je bilo v EU obdelanih 486 kg komunalnih odpadkov na osebo. Obdelava je potekala na različne načine: 37 % jih je bilo odloženih na odlagališčih, 23 % sežganih, 25 % recikliranih in 15 % kompostiranih. Razmerja med načini predelave odpadkov so se v zadnjem desetletju precej spremenila: leta 2001 je bilo 56 % odpadkov odloženih na odlagališčih, 17 % je bilo sežganih, 17 % recikliranih in 10 % kompostiranih (Eurostat 2013).

V Sloveniji smo v letu 2011 zbrali 17254 ton organskih kuhinjskih odpadkov, od tega je bilo 16300 ton oddanih na predelavo (Statistični urad RS). V povprečju se v enem letu nabere okrog 130000 ton vseh naštetih odpadkov, še toliko pa je biorazgradljivih odpadkov iz proizvodnje papirja, odpadnega blata iz bioloških čistilnih naprav za odpadne vode in odpadkov iz drugih industrij (Bavčar 2012).

Tabela 1: Količina zbranih kuhinjskih odpadkov v Sloveniji v obdobju 2006–2011

	ORGANSKI KUHINJSKI ODPADKI (t)					
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Odloženo na odlagališču	6189	30	73	1432		94
Oddano na predelavo	9156	12164	10556	12393	3550	16300
Oddano drugemu zbiralcu	524	313	630	1742	289	860

* vir.: (Statistični urad RS)

UPORABA BIOPLINA IZ ODPADKOV

Glavna okoljska grožnja, ki jo povzročajo biološki odpadki, je metan, ki je močan toplogredni plin. Metan, ki se sprošča iz bioloških odpadkov, je 25-krat močnejši od ogljikovega dioksida. Z izkoriščanjem metana lahko iz bioloških odpadkov izkoristimo možnost proizvodnje zelene električne energije. S pravilno tehnologijo proizvodnje bioplina iz bioloških odpadkov pomagamo v boju proti podnebnim spremembam, varovanju okolja in upočasnjevanju izgube biotske raznovrstnosti.

Vsako leto Evropejci proizvedemo približno 88 milijonov ton biološko razgradljivih odpadkov (Eurostat 2012), ki bi jih lahko uporabili kot obnovljiv vir energije. V Sloveniji in drugje po svetu se soočamo z naraščanjem količin odpadkov in s problemi, kot so pomanjkanje odlagališč in vse strožje zahteve za ravnanje z odpadki. Tudi Evropska komisija se vedno bolj zavzema za povečanje deleža ponovne uporabe vseh vrst odpadkov. Opazen je pozitiven trend po fleksibilnih, okolju prijaznih in učinkovitih storitvah na področju preusmerjanja toka odpadkov iz odlagališč v ponovno uporabo. Če bi se povečal obseg predelave bioloških odpadkov, bi bila najbolj vidna in pomembna prednost zmanjšane emisije toplogrednih plinov, ki so za leto 2020 ocenjene na okoli 10 milijonov ton CO₂ (MKO 2013). Iz bioloških odpadkov bi do leta 2020 lahko proizvedli približno tretjino potrebnega bioplina, ki ga uporabljamo kot gorivo v prometu (ZPS 2010). Z učinkovito predelavo bioplina bi lahko delno zamenjali mineralna gnojila in tako ohranjali rodovitnost tal. Vsaka občina ima vzpostavljen sistem ravnanja z odpadki, cilj teh sistemov je preprečevanje nastajanja in zmanjševanje količine odpadkov ter vračanje koristnih odpadkov v ponovno uporabo. S ponovno uporabo bioloških odpadkov ta sistem nadgrajujemo in ga postavljamo na najvišjo ekološko ozaveščeno raven.

V Evropi se v prehranjevalni verigah med odpadki znajde skoraj polovica vse hrane (Bavčar 2012).

Nenadzorovano sproščanje toplogrednega plina iz konvencionalnih načinov odlaganja odpadkov in kompostiranja ni dobro. Njuna glavna slabost je izguba energije spontanega razpada teh snovi, saj se večina organskega ogljika spremeni v ogljikov dioksid in metan ter seveda učinek tople grede. Tako se iz tone nepredelanih odpadkov, odloženih na odlagališče, sprosti od 120 do 180 m³ deponijskega plina, ki ga sestavlja približno 60–50 % CH₄ in 40 % CO₂. V 100 letih vsak kilogram metana v povprečju ogreje zemljo 25-krat bolj kot enaka masa ogljikovega dioksida. V svetovnem merilu so odlagališča odpadkov tretji največji izvor antropogenega metana (Slovak 2013).

V Sloveniji od junija 2010 velja Uredba o ravnanju z biološko razgradljivimi kuhinjskimi odpadki in zelenim vrtnim odpadom (Ur.l. RS, št. 39/2010), po kateri je ločeno zbiranje in prevzemanje biološko razgradljivih odpadkov obvezno. Odpadki iz gostinstva ne spadajo med komunalne odpadke, temveč jih morajo gostinci zbirati ločeno, od njih pa jih prevzemajo pooblaščen zbiralci. Ti gostinski odpadki so zelo primerni za predelavo v bioplinarnah.

Stranski produkt bioplinskega procesa je presnovljena gošča, ki nastane po anaerobni presnovi in je kakovostno biološko gnojilo. V Sloveniji se več biorazgradljivih odpadkov predela v kompostarnah (gre za proces presnove s prisotnostjo kisika), kar pomeni, da ti odpadki niso optimalno izkoriščeni. Po podatkih Evropske komisije v EU na leto nastane 179 kg organskih odpadkov na prebivalca. Brez korenite spremembe navad pa je do leta 2020 pričakovati 40-odstotno povečanje. V gospodinjstvih naj bi nastalo kar 41 % organskih odpadkov, pri proizvajalcih 40 %, pri trgovcih 6 % in v gostinskem sektorju 13 % (Bavčar 2012).

Anaerobna presnova kot način pridobivanja bioplina je zelo pomembna pri upravljanju z biološkimi odpadki. Izračunano je, da lahko iz bioloških odpadkov, ki jih proizvede milijon ljudi, dnevno proizvedemo do 200 MWh električne energije, 420 MWh toplote in 390 ton visokokakovostnega komposta (Bolzonella et al., 2006).

Bioplin nastaja z anaerobno fermentacijo na več mestih in na več načinov:

- na odlagališčih komunalnih odpadkov nastaja t. i. odlagališčni plin,
- na komunalnih čistilnih napravah z zaprtimi gnilišči nastaja ob anaerobni stabilizaciji komunalnega blata t. i. komunalni bioplin,
- na bioplinskih napravah, kjer se anaerobno predelujejo različni substrati, rastlinska biomasa in kosubstrati.

Organski odpadki (biološko ločeno zbrani odpadki) vsebujejo visok delež biološko razgradljivega ogljika, zato jih je lahko učinkovito pretvorimo v metan in organsko gnojilo ter so potencial za gospodarsko izkoriščanje (Nishio in sod. 2013).

S pridobivanjem bioplina iz gnoja in gnojevke v primerjavi s konvencionalnim ravnanjem in lagunskim hranjenjem zmanjšamo emisije metana. Z uporabo žetvenih ostankov kot substratom za bioplin zmanjšamo onesnaženje zaradi izpiranja hranil, z anaerobno presnovo komunalnih organskih odpadkov pa v primerjavi s kompostiranjem občutno zmanjšamo emisije amonijaka (Börjesson in sod. 2006). Pri uporabi komunalnih odpadkov za proizvodnjo bioplina morajo biti le-ti predhodno ustrezno predelani. Paziti moramo, da med odpadki niso pomešani nerazgradljivi delci (plastika, kovina), da so kosi nasekljani na manjše delce in da so pred vnosom v bioplinarno primerno toplotno obdelani (higienizacija, pasterizacija). S temi postopki zagotovimo nemoteno obratovanje bioplinske elektrarne, ob tem pa skrbimo za čistejšo okolje.

Z uporabo vseh vrst biološko razgradljivih odpadkov v bioplinarnah povečujemo čistost našega planeta in ga izboljšujemo za naše zanamce.

Surovine za proizvodnjo bioplina delimo na tri osnovne skupine:

Tabela 2: Osnovne skupine surovin za proizvodnjo bioplina

SUBSTRAT	RASTLINSKA BIOMASA	KOSUBSTRAT
gnoj gnojevka	vse vrste silaž zeleni odkos ostanki krme ostanki pridelkov odpadno sadje in zelenjava	klavnični odpadki masti in olja blato iz čistilnih naprav hrana s pretečenim rokom uporabe pekovski in mlinarski odpadki vse vrste tropin ostanki humane prehrane ostanki živilskopredelovalne industrije

TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE BIOPLINA

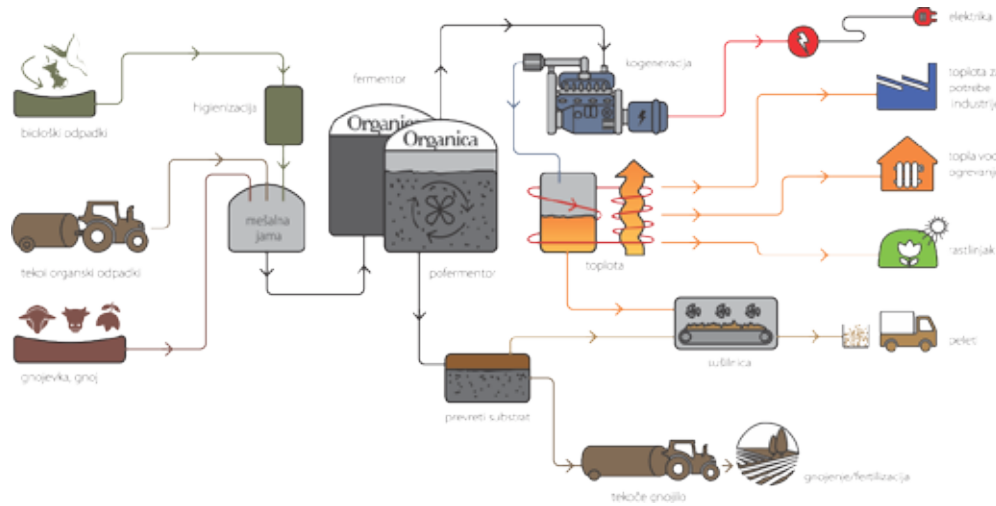
Proces pridobivanja električne energije z bioplinsko napravo temelji na načinu anaerobne presnove bioloških surovin. Razkroj biomase in odpadkov poteka s pomočjo mikroorganizmov, kot so bakterije, glive in arheje. Pri biološki razgradnji lahko pridobivamo plin iz odpadnih vod, organskih odpadkov iz kmetijstva in industrije. Ti substrati nastajajo večinoma kot odpadni proizvod, zato je njihovo koriščenje z okoljskega in ekonomskega vidika zelo upravičeno. Pri omenjenem procesu se uporabljena biološka surovina meša in segreva in tako doseže optimalne pogoje za življenje mikroorganizmov. Mikroorganizmi za svoj obstoj uporabijo organsko maso, ki se vsakodnevno kontrolirano dodaja v hermetično zaprte fermentorje.

Bioplin je mešanica plinov, od katerih je najpomembnejši metan. Bioplin se shranjuje v plinohramu, od koder se črpa do porabnika. V našem primeru je porabnik plina motor z notranjim izgorevanjem. Motor poganja električni generator, ki proizvaja električno energijo. Ob delovanju motorja nastaja toplota, največ toplote gre od motorja v obliki izpušnih plinov in nekaj od segrevanja motorja. Nastala toplota se s pomočjo kogeneracije akumulira in izkoristi. Del toplote se uporablja v procesu proizvodnje bioplina za segrevanje fermentorjev. Presežki toplote se izkoristijo v različne namene. Porabniki toplote so na primer rastlinjaki, sušilnice, etanol, električna energija, daljinsko ogrevanje in deloma sam sistem, ki porablja odpadno toploto sistema za soprodukcijo bioplina. Osnovni namen bioplinske naprave je, da se biološki odpadki predelajo in izkoristijo na okolju prijazen način. Po anaerobni razgradnji izkoriščena masa se vrača na začetek proizvodne verige kot odlično organsko gnojilo ali uporabi kot energent.

Tehnološki postopek za proizvodnjo bioplina v bioplinski napravi je zasnovan na pripravi in zbiranju bioloških odpadkov v zbirnih bazenih. Vsa ta organska masa v cikličnih dnevno vstopa v fermentorje, kjer s popolnim premešanjem in pri določeni temperaturi nastaja bioplin. Bioplin se nato vodi v kogeneracijsko enoto. Nekatere snovi se zaradi svoje posebne kemične strukture počasneje razkrajajo. K tem snovem spadajo npr. celuloza, hemiceluloza in lignin, ki je osnovna sestavina olesenelih delov rastlin – les. Zato se tovrstni material s prisotnostjo olesenelih delov uporabljajo v procesih

kompostiranja. Bioplin nastaja v fermentorjih in se skladišči v plinohramih, od tam se prek plinovoda s pomočjo kompresorja dovaja do porabnika.

Slika 1: Shematski prikaz nastanka bioplina (Keter Organica d. o. o.)



Tipične reakcije pri procesu anaerobne razgradnje so:

- $C_6H_{12}O_6$ (organska frakcija) = $2C_2H_5OH + 2CO_2$ (etanol + ogljikov dioksid)
- $2C_2H_5OH + CO_2 = CH_4 + 2CH_3COOH$ (metan + očetna kislina)
- $CH_3COOH + \text{metanogene bakterije} = CH_4 + CO_2$
- $CO_2 + 4H_2 = CH_4 + 2H_2O$ (metan + voda)

UPORABNA VREDNOST GOŠČE OZ. DIGESTATA

Gošča po končani anaerobni presnovi vsebuje še trdne organske elemente lignin in celulozo ter anorganske spojine, kot so fosfor, kalij, dušik, (pretežno v amonijski obliki), magnezij, kalcij, natrij in druge mikroelemente (Nishio & Nakashimada, 2013). Z uporabo presnovljene gošče namesto mineralnih gnojil zmanjšamo emisije ogljikovega dioksida za 30 do 40 kg CO_2/t . Najboljša celovita obdelava bioloških odpadkov za zmanjšanje toplogrednih plinov je kombinacija anaerobne presnove, ki ji sledi kompostiranje gošče (Bolzonella et al., 2006). Med anaerobno razgradnjo v hermetično zaprtih fermentorjih se izniči tudi izguba dušika. Dušik se med fermentacijo večinoma spremeni v amonijsko obliko NH_4^+ , kar je z vidika izpiranja v podtalnico boljše, saj se ta oblika izpira manj kot nitratna NO_3^- , ki je prisotna v nepredelani gnojilki.

ZAKLJUČEK

Z ločenim zbiranjem organskih odpadkov lahko ustvarimo dodatno vrednost sicer na videz nedobičkonosnih odpadkov, ki bi drugače končali na odlagališčih. Na odlagališčih, kjer ne nadzirajo in uničujejo emisij deponijskega plina, se metan, dušikovi oksidi in CO_2 sproščajo neposredno v ozračje, kar vpliva na povečano učinkovanje tople grede. Odpadke energetsko izkoristimo in iz njih pridobimo visokokakovostno organsko gnojilo, ki je stabilno, kar pomeni, da ne smrdi in se hranila ne izpirajo v podtalnico, saj so vezana na preostalo organsko snov v gošči.

Iz 17254 ton slovenskih kuhinjskih odpadkov, zbranih v letu 2011, lahko letno ustvarimo s tehnologijo Keter Organica 8260 MWh toplotne energije in 7900 MWh električne energije. Poleg energije nam ostane tudi 17000 ton gošče. Vrednost hranil N, P, K v toni gošče pa znaša 18 €, pri čemer nismo upoštevali vrednosti mikrohranil in organske snovi.

ZAHVALE

»Operacijo delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, 1. razvojne prioritete: Spodbujanje podjetništva in prilagodljivosti, prednostne usmeritve 1.1.: Strokovnjaki in raziskovalci za konkurenčnost podjetij.«

Viri in literatura

1. Agbor, V. B., Cicek, N., Sparling, R., Berlin, A., Levin, D. B., (2011). Biomass pretreatment: Fundamentals toward application. *Biotechnology Advances*, vol. 29, str.: 675–685.
2. Bolzonella, D., Battistoni, P., Susini, C., Cecchi, F. (2006). Anaerobic codigestion of waste activated sludge and OFMSW: the experiences of Viareggio and Treviso plants (Italy). *Water Science and Technology*, 53(8), 203–211.
3. Börjesson, P., Berglund, M. (2006). Environmental systems analysis of biogas systems—Part I: Fuel-cycle emissions. *Biomass and Bioenergy*, 30(5), 469–485.
4. Eurostat (2013). Evropski statistični urad, internetni vir, http://europa.eu/rapid/press-release_STAT-13-33_en.htm, pridobljeno dne 4. 3. 2013.
5. Julijana Bavčar, (2012), Biološko razgradljivi odpadki: Razpad na odlagališčih zelo segreva ozračje., Delo, 2012.
6. MKO, (2013). Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, internetni vir, http://www.mko.gov.si/si/delovna_podrocja/odpadki/ pridobljeno dne 11. 3. 2013.
7. Nishio, N., Nakashimada, Y. (2013). Chapter 7 - Manufacture of Biogas and Fertilizer from Solid Food Wastes by Means of Anaerobic Digestion. in: *Food Industry Wastes*, (Eds.) K. Maria, W. Colin, Academic Press. San Diego, pp. 121–133.
8. Keter Organica d. o. o., Promocijsko gradivo, osebni vir.
9. Klasifikacijski Seznam Odpadkov, (2013). Statistični urad Republike Slovenije, http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2706101S&ti=&path=../Database/Okolje/27_okolje/02_Odpadki/01_27061_odvoz_odpadkov/&lang=2, pridobljeno dne 11. 3. 2013.

10. Slopak, (2013), družba za ravnanje z odpadno embalažo, internetni vir,
11. http://www.slopak.si/_files/494/Deloindom2012_08_08.pdf pridobljeno dne 12. 3. 2013
12. ZPS, (2010), Zveza potrošnikov Slovenije, internetni vir, <http://www.zps.si/okolje/varovanje-okolja/23.html?Itemid=322>, pridobljeno dne 11. 3. 2013.

RAVNANJE Z ODPADNIMI ZDRAVILI

211

» Dr. Jani ZORE

Šolski center Novo mesto, Višja strokovna šola,
Šegova ulica 112, 8000 Novo mesto
jani.zore@guest.arnes.si

» Nadja REGINA, kom.inž.

KRKA, tovarna zdravil d.d.,
Šmarješka cesta 6, 8000 Novo mesto
nadj.regina@krka.biz

Povzetek

Zdravila imajo v vsakodnevnem življenju velik pomen. Uporabljajo se takrat, ko se želi preprečiti ali ublažiti bolezen ali le simptome bolezni. Poznanih je veliko vrst in oblik zdravil, kar predstavlja svojevrsten problem pri zbiranju in odstranjevanju odpadnih zdravil. Odpadna zdravila so ostanki zdravil in neuporabna zdravila, ki jim je pretekel rok trajanja ali pa so jih zaradi drugih vzrokov bolniki nehali uporabljati oziroma uživati.

Zbiranje odpadnih zdravil v katerega so vključeni končni uporabniki, ki niso občani ter pri prometu zdravil na debelo in drobno je sistemsko korektno urejeno. Več težav in neznank je na področju odpadnih zdravil, ki nastajajo kot nevarne frakcije komunalnih odpadkov.

Pravih podatkov o tem, kakšen odstotek izdanih zdravil pri občanah se ne uporabi, ni. Ravno tako so skopi podatki o zbranih količinah odpadnih zdravil, najverjetneje zaradi

novejše sistemske zakonodajne ureditve področja in različnih sistemov zbiranja.

Na območju jugovzhodne Slovenije je bila opravljena raziskava z namenom ugotoviti stanje na področju ravnanja z odpadnimi zdravili.

V prispevek so podani: problematika ravnanja z odpadnimi zdravili, zakonodajna podlaga, rezultati raziskave in predlogi za izboljšanje stanja.

Ključne besede: nevarni odpadek, zdravila, odpadna zdravila, ravnanje z odpadnimi zdravili

Abstract

Medical products have a great importance in everyday life. They are used for prevention or alleviation of illnesses or merely symptoms of illnesses. A wide range of types and forms of medical products are known, what represents peculiar problem for collecting and removal of waste medical products. Waste medical products are medical products residues and medical products that cannot be used due to their expired shelf life or when patients have stopped using or consuming them for any other reason.

Collecting of waste medical products from end-users that are not individuals and from wholesale and retail supply of medical products has a proper regulatory framework. More problems and unknowns are there in the field of waste medical products that occur as a hazardous fraction of municipal waste.

There are no reliable data on the percent of medical products given to individuals, but not used. Data on quantity of collected waste medical products are also unsatisfying, most likely due to newer regulatory framework for this field and various systems of collecting.

In the region of south-eastern Slovenia a research with a goal to ascertain the situation in the field of waste medical products management has been made.

The following topics are included in the paper: waste medical products management issue, legislative basis, the research results and suggestions for improvement of the situation.

Key words: hazardous waste, medical products, waste medical products, waste medical products management

UVOD IN PROBLEMATIKA

Zdravilo je vsaka snov ali kombinacija snovi, ki so predstavljene z lastnostmi za zdravljenje ali preprečevanje bolezni pri ljudeh ali živalih. Za zdravilo velja tudi vsaka snov ali kombinacija snovi, ki se lahko uporablja pri ljudeh ali živalih ali se daje ljudem ali živalim z namenom, da bi se ponovno vzpostavile, izboljšale ali spremenile fiziološke funkcije prek farmakološkega, imunološkega ali presnovnega delovanja ali da bi se določila diagnoza. /6/

Farmacevtska oblika je oblika zdravila, v katero je s tehnološkimi postopki vgrajena učinkovina. Zaradi postopka izdelave in pravilnega delovanja ima primešane tudi pomožne snovi.

Tveganje, povezano z uporabo zdravila, je /6/: vsako tveganje za zdravje bolnika oziroma živali ali javno zdravje, ki je povezano s kakovostjo, varnostjo ali učinkovitostjo zdravila in vsako tveganje za nastanek neželenih učinkov na okolje.

Posamezna oblika zdravila omogoča optimalno uporabo zdravila glede na starost uporabnika in tudi na mesto delovanja, saj lahko zdravilo deluje le lokalno (koža, nos ali usta ...) ali pa sistemsko. Zato so poznane različne oblike, zdravil:

- tablete, dražeji, pilule in kapsule
- svečke in vložki,
- raztopina, sirup ali suspenzija,
- praškasta oblika zdravil,
- mazilo, gel, krema, pršilo, dermalna raztopina
- zdravila v obliki injekcij oziroma tista, namenjena injiciranju. /7/

Tako kot so zdravila različnih oblik in agregatnih stanj se tudi različno pakirajo ter se kod odpadna zdravila pojavljajo v vseh oblikah in z različno odpadno embalažo.

Opadna zdravila so ostanki zdravil in pa neuporabna zdravila, ki jim je pretekel rok trajanja ali pa so jih zaradi drugih vzrokov bolniki nehali jemati; vključno z njihovo stično ovojnino in embalažo, ki ovija stično ovojnino neuporabnega zdravila ali ostanke zdravil.

Med odpadnimi zdravili, ki jih je potrebno zavreči, so:

- zdravila s pretečenim rokom uporabnosti;
- zdravila s spremenjenim videzom (barva, vonj, okus, ...);
- zdravila, ki so ostala po zdravljenju in se jih ne potrebuje več;
- zdravila, ki so bila neustrezno shranjena.

Možni vplivi zdravil in odpadnih zdravil na okolje

Odpadna zdravila sodijo med nevarne odpadke, zato se jih ne sme zavreči med druge odpadke ali jih celo odplakniti s komunalno odpadno vodo. Že majhne količine učinkovin nepravilno odvrženih zdravil lahko v naravi povzročijo težko popravljivo škodo. Pri tem so še posebno ogrožene ribe in drugi vodni organizmi, saj lahko učinkovine zdravil vplivajo na njihov razvoj in razmnoževanje. Posredno pa so ogrožena tudi druga živa bitja.

Nekatere spojine lahko že v nizkih koncentracijah vplivajo na reprodukcijo in razvoj. Prisotnost antibiotikov v odpadnih vodah verjetno predstavlja določen doprinos k pojavljanju čedalje večjega števila rezistenčnih bakterijskih sevov, povzroča pa lahko tudi težave pri čiščenju odpadnih voda na bioloških čistilnih napravah. Ob izpostavljenosti citostatičnim učinkovinam je povečano tveganje pojava mutacij v DNK, kar lahko vodi do rakavega obolenja. Z naštetimi pa možnih dejanskih, teoretičnih in še nepoznatih negativnih vplivov na okolje še zdaleč ni konec.

SISTEM ZBIRANJA ODPADNIH ZDRAVIL

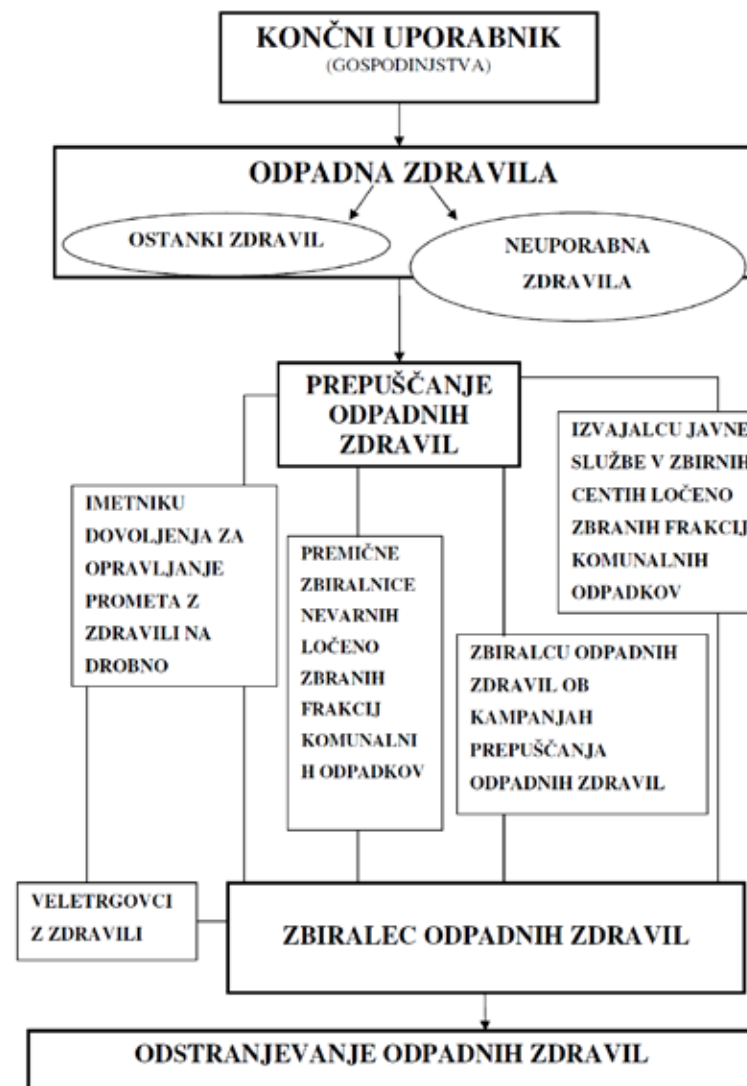
V sistem zbiranja so po zakonodaji vključeni subjekti in dejavnosti, kot so: veletrgovec, ki opravlja dejavnost prometa z zdravili na debelo; vnos in uvoz zdravil na debelo; promet z zdravili na drobno v humani in veterinarski medicini, ki ga opravlja veletrgovec s prodajo zdravstvenim zavodom oziroma drugim osebam, ki opravljajo zdravstvene dejavnosti, ter veterinarskim in drugim organizacijam, in osebam, ki opravljajo veterinarsko dejavnost; promet z zdravili na drobno preko javnih lekarniški zavodov, drugih lekarn ter oseb./11/

Našteti so dolžni zbirati odpadna zdravila in jih odstranjevati poenostavljeno opisano »po obratni poti« kot prihajajo zdravila v promet in uporabo. Za vzpostavitev sistema lahko poskrbijo sami, to prenesejo na zbiralce in predelovalce, možen pa je tudi vstop v tako imenovane skupne sheme. Dosedanje izkušnje kažejo, da se zavezanci dobro zavedajo svoje odgovornosti, so pri zbiranju in odstranjevanju vestni in strokovno korektni. Ta del sistema je tudi zakonodajno korektno urejen. /13/, /15/

Odpadna zdravila kot komunalni odpadek

Posameznik, ki je končni uporabnik vstopa v prodajo zdravila na drobno oziroma v izdajo zdravil, ki jo spremlja strokovna podpora s svetovanjem. Končni uporabnik ima glede zbiranja odpadnih zdravil več možnosti, ki so shematsko prikazane v Sliki 1.

Slika 1: Shema prepuščanja zdravil – od nastanka do odstranjevanja



Najbolj pomembno je, da končni uporabnik odpadnih zdravil ne prepušča kot mešani komunalni odpadek.

Če so odpadna zdravila pomešana s preostankom komunalnih odpadkov, lahko pri prevozu teh odpadkov in pri nadaljnjem ravnanju z njimi (razvrščanje, obdelava, odlaganje ...) pride do poškodb stične ovojnine, ki je v neposrednem stiku z zdravilom. Pri sortiranju mešanih komunalnih odpadkov, ki ga morajo zagotoviti izvajalci javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki, je zelo težko, v nekaterih primerih tudi praktično nemogoče izločiti te odpadke in zato predstavljajo potencialno in dejansko nevarnost za okolje. Ugotoviti kako se končni uporabniki zavedajo te problematike in kako poznajo pravilno ravnanje z odpadnimi zdravili je bil namen raziskave, ki je opisana

v nadaljevanju. Dodatna spodbuda za opravljeno raziskavo pa so dejstva, da pravih podatkov o tem, kakšen odstotek izdanih zdravil pri občanah se ne uporabi ni, so podatki o zbranih količinah odpadnih zdravil pomanjkljivi in nezanesljivi, kar je najverjetneje posledica novejšje zakonodajne ureditve področja in različnih sistemov zbiranja.

REZULTATI RAZISKAVE

Predmet preučevanja so zdravila kot nevarne frakcije komunalnih odpadkov. Namen raziskave je bil predvsem ugotoviti, kakšen je odnos končnih uporabnikov, v gospodinjstvih, do zdravil, kaj naredijo s starimi, odpadnimi zdravili, za kakšne količine neuporabnih zdravil gre ter kakšna je osveščenost o pravilnem shranjevanju zdravil in ravnanju z morebitnimi odpadnimi zdravili.

Podatki za raziskovalno delo so bili pridobljeni na dva načina. Podatki o ravnanju z zdravili in odpadnimi zdravili v gospodinjstvih so bili pridobljeni z anketnimi vprašalniki, ker pa so v krog ravnanja zajete tudi lekarne, je stekla tudi elektronska komunikacija s farmacevtko – predstavnico lekarne Novo mesto.

Glavne ugotovitve

Glede na to, da 41 odstotkov vprašanih vedno prebere navodilo za uporabo zdravila, je 39 odstotkov prevelik odstotek takih, ki ga nikoli. Pred oziroma med zdravljenjem preveri rok uporabe zdravil 53%, občasno 33% in nikoli 14% vprašanih.

Presenetljiv in pomemben je podatek, da skoraj polovica gospodinjstev zdravila po preteku roka uporabe odvrže med komunalne odpadke. Nekateri poskrbijo, da zdravila porabijo pred pretekom roka uporabe, spet drugi pa odpadna zdravila hranijo doma, na enem mestu, dokler se ne nabere večja količina, in jih nato odnesejo na eno od prevzemnih mest. 63% anketirancev je že kdaj odvrгло zdravila med komunalne odpadke ali v straniščno školjko in 60% jih ne pozna pravilnega postopka odstranjevanja odpadnih zdravil.

O primernosti načina zbiranja odpadnih zdravil je kar 90% vprašanih mnenja, da je lekarna primeren kraj zbiranja, rezultate o načinu obveščanja pa prikazuje Graf 1.

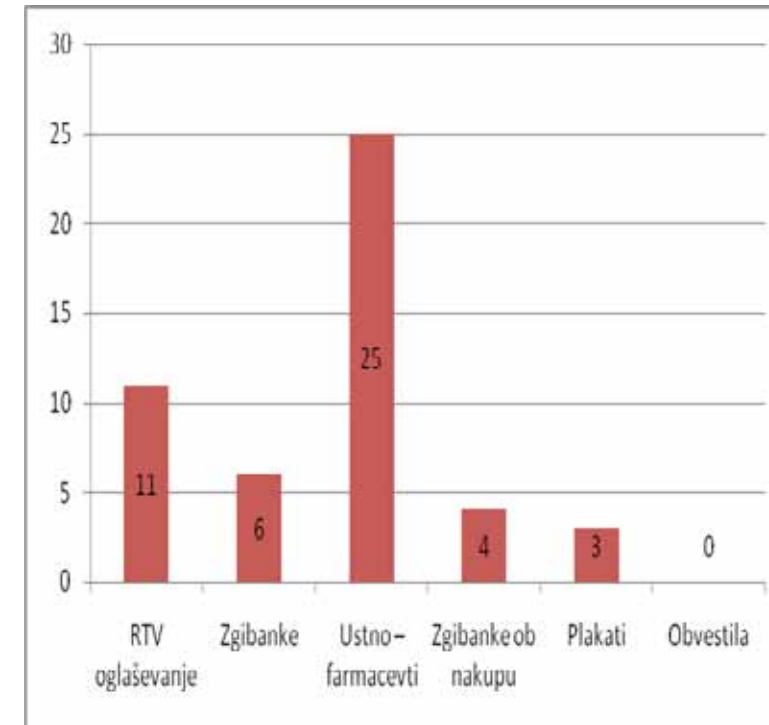
V lekarni farmacevti vsakemu pacientu svetujejo o pravilnem shranjevanju zdravil, glede odlaganja pa le v primeru, če to pacient vpraša. Odpadna zdravila zbirajo, odkar je stopila v veljavo Uredba o odpadnih zdravilih. Pomembno je vedeti, da v lekarni ne zbirajo tudi ostankov zdravil, ki niso v primarni ovojnici (polovičke, rzsuta zdravila). V samih prostorih lekarne nimajo objavljeno, kako in kdaj se odpadna zdravila zbira.

ZAKLJUČKI IN PREDLOGI

Verjetno je slaba osveščenost razlog, da se odpadna zdravila mečejo med komunalne odpadke ali straniščne školjke. Zelo velik del prebivalcev ne ve, kakšen je pravilen postopek odstranitve zdravila.

Lekarne so primerno mesto za zbiranje odpadnih in neuporabljenih zdravil. Glavni razlog je, da so lekarniški farmacevti dovolj dobro izobraženi o pravilnem ravnanju z zdravili in odpadnimi zdravili. Najbolj učinkovito in ustrezno informiranje je informiranje farmacevta v lekarni. Ta je glavni in prvi zelo pomemben informator poleg zdravnika.

Graf 1: Kateri od naštetih načinov vam najbolj ustreza, je najbolj učinkovit oz. kaj predlagate?



Nekaj predlogov

Rezultati raziskave, čeprav na skromnem naključno izbranem vzorcu 49-ih gospodinjstev jasno kažejo, da področje ravnanja z zdravili in odpadnimi zdravili pri končnih uporabnikih ni ustrezno urejeno. Zato je razmišljanje o ukrepih za izboljšanje stanja smiselno.

Na vsaki ovojnici zdravila bi moral biti natisnjen kratek slogan, da je treba neuporabna zdravila vedno vrniti v lekarno ali zbrati kot nevaren komunalni odpadke.

Slogan bi se lahko uporabil pri oglaševanju tovrstnih proizvodov oziroma bi se lahko dodal obstoječim obveznim vsebinam oglaševanja.

Tako kot zdravnik in farmacevt sprejmeta za svojo obvezo, da pacienta obvestita o načinu in namenu uporabe, bi morala sprejeti obvezo, da ga informirata glede postopka pravilnega ravnanja z neuporabnimi zdravili.

Lekarniške vrečke in druga embalažnina naj se opremijo z etiketami ali lističi s sporočilom »Morebitna odpadna ali neporabljena zdravila vrnite v lekarno« z dodanim žigom/štampljko lekarne.

Elektronsko obveščanje končnih uporabnikov preko SMS sporočil ali e-pošte o preteklem roku uporabe določenih zdravil s strani lekarne, ki je to zdravilo izdala.

Lekarne, zdravstvene domove, bolnišnice in ambulante opremiti s plakati, ki poučijo o pravilnem ravnanju z odpadnimi zdravili in podajo možne načine predaje odpadnih zdravil.

Viri in literatura

1. Zakon o varstvu okolja (ZVO-1), Ur.l. RS, št. 41/2004; Spremembe: Ur.l. RS, št. 17/2006, 20/2006, 28/2006 Skl.US: U-I-51/06-5, 39/2006-UPB1, 49/2006-ZMetD, 66/2006 Odl.US: U-I-51/06-10, 112/2006 Odl.US: U-I-40/06-10, 33/2007-ZPNačrt, 57/2008-ZFO-1A, 70/2008, 108/2009.
2. Zore, J.: Gospodarjenje z odpadki, študijsko gradivo za višješolski študijski program, Novo mesto, 2012.
3. Ministrstvo za okolje in prostor: <http://www.mop.gov.si/>.
4. Gospodarjenje z odpadki – GzO'09 : Zbornik 10. strokovnega posvetovanja z mednarodno udeležbo, glavni urednik dr. Kortnik, J., Naravoslovnotehniška fakulteta. Ljubljana, 2009.
5. Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja 2005-2012, Ur.l. RS, št. 2/2006.
6. Zakon o zdravilih, Ur.l. RS, št. 31/2006; Spremembe: Ur.l. RS, št. 45/2008.
7. Kolar, J., Risman, M., Skoberne, P., Vidic, J., Vuk, D.: Kako deluje? Zdravila, prva izdaja, Tehniška založba Slovenije, 1988.
8. Uredba o sežiganju odpadkov, Ur.l. RS, št. 68/2008; Spremembe: Ur.l. RS, št. 41/2009.
9. Madjar, B., Odpadna zdravila, Naša lekarna, 2010, številka 41.
10. Agencija Republike Slovenije za okolje: <http://www.arso.gov.si/>.
11. Uredba o ravnanju z odpadnimi zdravili, Ur.l. RS, št. 105/2008.
12. Uredba o ravnanju z odpadki, Ur.l. RS, št. 103/2011
13. Regina, N., Intervju in zapiski pogovora s farmacevtom, ŠC Novo mesto Višja strokovna šola, 2012
14. Regina, N., Anketa in rezultati ankete o odpadnih zdravilih, ŠC Novo mesto Višja strokovna šola, 2012
15. <http://www.kemofarmacija.si/index.php?searchword=odpadna+zdravila&ordering>

OKOLJSKI VIDIK ODPADKOV V PRISTANIŠKEM VODNEM PROSTORU

» Mag. **Boris Marzi**

Luka Koper d. d., Vojkovo nabrežje 38, 6501 Koper
boris.marzi@luka-kp.si

Povzetek

Ravnanje z odpadki je danes ena od najbolj aktualnih tem na področju okoljskega managementa pristaniških bazenov. Ureditev tega področja je zelo dinamična, v pristaniškem vodnem prostoru lahko najdemo različne tipe odpadkov, kot so odpadna olja in njihove mešanice (usedline, kalužne vode itn.), trdni odpadki (kuhinjski odpadki, plastika in drugi), odplake, kot tudi odpadki, nastali pri čiščenju izpušnega sistema ladij, kakor tudi različni odpadki, naplavine ter razno vejevje, ki jih prinesejo v pristaniški vodni prostor izlivi rek, kanalov, oziroma zatokov, prelivov [1]. Vsi pa imajo skupni imperativ, vpliv na okolje.

Ključne besede: Okolski vidik, odpadek, pristaniški vodni prostor

Uvodne misli Lega pristanišča

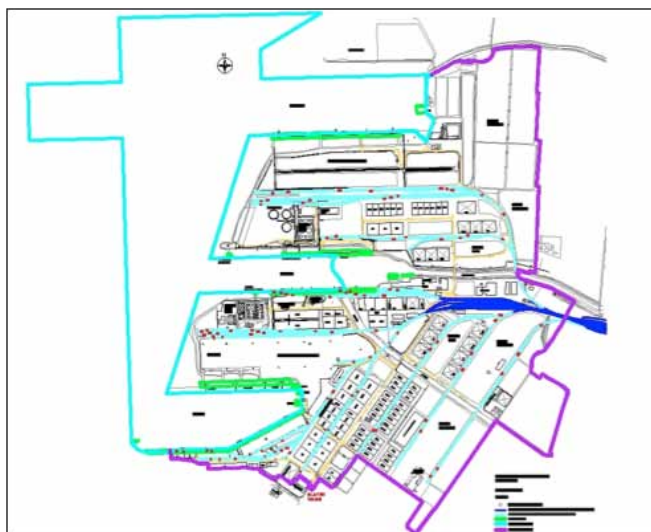
Slika 1: Lega pristanišča, vir [5].



Obseg pristanišča

Pristanišče je koprsko tovarno pristanišče, ki obsega celovit vodni in priobalni prostor, v katerem se opravljajo pristaniške dejavnosti, ki so namenjene tovornemu prometu in dejavnosti, ki so namenjene potniškemu prometu. Območje pristanišča je opredeljeno v Koncesijski pogodbi za opravljanje pristaniških dejavnosti, vodenje, razvoj in redno vzdrževanje pristaniške infrastrukture št. 2411-08-800011 z dne 8.9.2008 [4,5].

Slika 2: Obseg pristanišča, vir [5].



Pomeni okoljskih vidikov ravnanja z odpadki v pristaniškem vodnem prostoru

Pretežno vsi pristaniški sistemi od nekdaj skrbijo poleg osnovne dejavnosti tudi za izboljšanje kakovosti življenja v prostoru kjer so locirana [2]. Pri razvojnih vprašanjih pa upoštevamo načela trajnostnega razvoja ter odgovornega ravnanja z okoljem. Pretežno so usmerjena v:

- uvajanje sodobne in varčne tehnologije,
- stalno zmanjševanje emisij v okolje,
- skrb za partnerski odnos z lokalnimi skupnostmi,
- izboljševanje energetske učinkovitosti rabe energije v vseh aktivnostih,
- zagotavljanje pripravljenosti za ukrepanje ob izrednih razmerah,
- stalno izboljševanje sistema ravnanja z okoljem.

OPIS SISTEMA RAVNANJA Z OKOLJEM V KOPRSKEM TOVORNEM PRISTANIŠČU

V Luki Koper, d.d. je bil sistem ravnanja z okoljem po zahtevah ISO 14001 certificiran že v letu 2000. V letu 2008 je Luka Koper, d.d. uvedla sistem varnega in zdravega dela po standardu OHSAS 18001. V letu 2009 je bil obstoječ sistem ravnanja z okoljem nadgrajen v skladu z zahtevami za sodelovanje v evropskem okoljskem sistemu EMAS, v septembru 2010 pa je bila uspešno zaključena presoja. V register sistema EMAS smo se vključili 30.12.2010.

Prvo okoljsko poročilo z overjeno okoljsko EMAS izjavo je Luka Koper, d.d. izdala za leto 2009. V vmesnih letih pa so bile izdane dopolnitve okoljske izjave. Ta ponovna celovita okoljska izjava zajema obdobje od 1.1.2012 do 31.12.2012, podaja pa še informacije o okoljskem poslovanju družbe Luka Koper, d.d. v zadnjih letih. Zainteresiranim javnostim je na voljo v elektronski obliki [2].;

<http://www.zivetispristaniscem.si/index.php?page=static&item=14> ali

<http://www.luka-kp.si/slo/o-podjetju/odnos-do-okolja>).

Sistem okoljskega ravnanja je zasnovan tako, da v okviru letnega planiranja se pregleda in oceni okoljske vidike. Okoljski vidiki predstavljajo elemente dejavnosti, proizvodov in storitev, ki ocenjeno povzročajo pomemben vpliv na okolje. Pri analizi okoljskih vidikov upoštevamo vse svoje dejavnosti (posredne vplive in neposredne vplive na okolje). Pri ocenjenih pomembnih okoljskih vidikih, se postavi letne merljive cilje in pripravi programe izboljšav, ki služijo za lažje in učinkovitejše doseganje zastavljenih ciljev. Realizacijo programov izboljšav se letno pregleda in o tem poroča v okoljskem poročilu. Ustreznost postavljenega sistema ravnanja z okoljem se podlagi izvedenih pregledov ocenjuje, da je sistem ravnanja z okoljem ustrezno implementiran in vzdrževan [5].

V tabeli 1 so prikazani obravnavani okoljski vidiki in ocenjeni pomembne okoljske vidike.

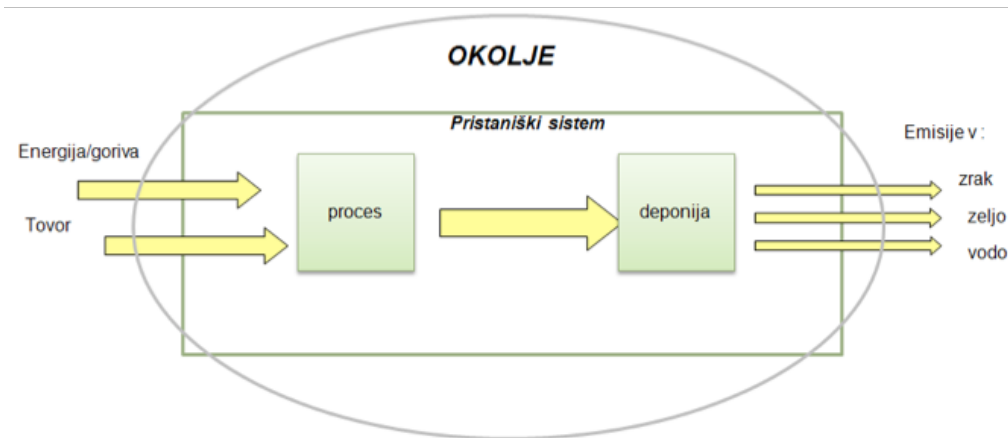
Tabela 1. **Okoljski vidiki, prepoznani in ocenjeni v 2012, vir [5].**

PREPOZNANI LUŠKI OKOLJSKI VIDIKI	OČENJENI POMEMBNI LUŠKI OKOLJSKI VIDIKI
PORABA VODE – ODPADNA VODA-MORJE	
poraba pitne vode	√
oskrba s pitno vodo v pristanišču	
nastajanje odpadne sanitarne vode	
nastajanje tehnološke odpadne vode	
nastajanje odpadne vode pri čiščenju mehanizacije in površin	
onesnaženje akvatorija pri pretovornih manipulacijah	
možnost onesnaženja z odpadnimi vodami iz ladij v pristanišču	
balastne vode	
EMISIJE V OZRAČJE	
emisije iz kotlovnice na lokaciji Luke Koper	
emisije/imisije prašenja pri storitvah	√
emisije hlapnih snovi	
emisije iz voznega parka	
emisije plinov iz klimatskih naprav in hladilnih sistemov	
emisije izpušnih plinov iz ladij	
ODPADKI	
ločeno zbrani nevarni odpadki	
nastajanje mešanih komunalnih odpadkov	
nastajanje ločeno zbranih nevarnih odpadkov	
prevzem odpadkov z ladij	
RAVNANJE Z NEVARNIMI SNOVMI	
pretovarjanje nevarnega blaga	
skladiščenje nevarnega blaga	
uporaba hladilnih sredstev	
oskrba ladij s pogonskim gorivom	
ENERGETIKA/NOTRANJI TRANSPORT	
izvajanje internega transporta z dieselskimi pogoni	√
raba električne energije in goriva	√
izvajanje internega transporta z električnim pogonom	
raba goriva za ogrevanje (kurilno olje in plin)	
HRUP – VONJ	
širjenje smrada v okolico Luke Koper	
nastajanje hrupa v pristanišču	√

SVETLOBNO ONESNAŽEVANJE	
svetlobno onesnaževanje	
SUROVINE – POMOŽNI MATERIALI	
uporaba embalaže pri izvajanju storitev	
RAZVOJNE DEJAVNOSTI	
razvoj novih storitev	
izvajanje gradbenih naložb	
OKOLJSKO RAVNANJE DOBAVITELJEV IN POGODBENIH IZVAJALCEV	
izvajanje dejavnosti pogodbenih izvajalcev in najemnikov prostorov	
izvajanje gradbeno/vzdrževalnih del	
OSTALI OKOLJSKI VIDIKI	
poglabljanje morskega dna in odlaganje izkopanih sedimentov	√
elektromagnetno sevanje	
radioaktivno sevanje	

Iz tabele je razvidno, da je ravnanje z odpadki prisotna pri večini prepoznanih okoljskih vidikov v pristaniškem vodnem prostoru, saj so v pristanišču i odpadkov, poleg odpadkov izvora pristaniške dejavnosti, je pristanišče dolžno prevzeti odpadke z ladij ter ostale odpadke na območju pristanišča.

Slika 3: **Primer procesa nastajanja, prevzema in oddaje odpadkov v pristanišču, vir [1,6]**



Odpadki v pristanišču nastajajo v upravnih stavbah (pisarniški prostori, sejne sobe, sanitarni prostori, garderobe,...) in povsod po pristanišču, kjer se opravljajo pristaniške, gradbene ali kakšne druge dejavnosti (pretovor, skladiščenje, manipulacije, gradbena dela, pisarniški prostori, sanitarni prostori, garderobe,...) [3]. Pomebnost obravnave emisij v okolje preko okoljskih vidikov v pristaniškem vodnem prostoru je torej zahtevna, saj se krog slehernega procesa nastajanja, prevzema in oddaje odpadkov v pristaniškem prostoru zaključi v vodnem prostoru. Posledice za okolje kakor ljudi pa so izjemne (dolge sanacije, ki so v večini primerov organizacijsko strokovno ter stroškovno zelo zahtevna). V nadaljevanju je podan kronološki pregled emisij odpadne vode v pristaniški vodni prostor.

Emisije v okolje Tehnološke odpadne voda

V pristanišču nastajajo predvsem sanitarne odpadne vode, ki se deloma odvajajo v čiščenje na centralni čistilni napravi Koper, deloma se pa prečiščujejo na luških malih komunalnih čistilnih napravah, deloma pa se uporabljajo še greznice. Male komunalne čistilne naprave in greznice imajo iztok v vode (morje). Zaradi tega je bil pripravljen program izboljšave, ki si je zastavil cilj;

- zmanjšati obremenjevanja okolja s sanitarnimi vodami tako, da tiste v bližini javnega kanalizacijskega omrežja priključimo na javno omrežje, saj se na ta način še dodatno prečistijo na centralni čistilni napravi Koper. Projekt bo v celoti zaključen v letu 2013.

Na 142 ha utrjenih površin pristanišča, nastajajo zaradi padavinskega spiranja površin, tudi padavinske odpadne vode. Na teh površinah so vgrajeni številni lovilci olj, ki preprečujejo možnost onesnaženja okolja v primeru morebitnih razlitij.

V pristanišču nastajajo sledeče tehnološke odpadne vode, in sicer:

- tehnološke odpadne vode Pralnice luške mehanizacije,
- padavinske odpadne vode Terminala tekočih tovorov na I pomolu,
- tehnološke odpadne vode Živinskega terminala,
- padavinske odpadne vode Terminala tekočih tovorov na II pomolu,
- padavinske odpadne vode Terminala sipki tovari zaradi skladiščenja odpadnega železa.

Naštete tehnološke odpadne vode pred izpustom se ustrezno očistijo na čistilnih napravah.

Tabela 2: Vrste tehnoloških odpadnih voda v pristanišču, letne količine ter skladnost z zakonodajo, vir [5]

Vrsta tehnološke odpadne vode	Letne količine (m ³) v letu 2008	Letne količine (m ³) v letu 2009	Letne količine (m ³) v letu 2010	Letne količine (m ³) v letu 2011	Letne količine (m ³) v letu 2012	Skladnost z zakonodajo (2008 - 2012)
Padavinske odpadne vode Terminala tekočih tovorov na I pomolu ###	96.4	308	395	140	150	Ustreza
Tehnološke odpadne vode Živinskega terminala ###	287	642	860	2.013	2.484	Ustreza
Tehnološke odpadne vode Pralnice luške mehanizacije ###	2.176	1.845	1.880	2.002	1.456	Ustreza
Padavinske odpadne vode Terminala za tekoče tovore na II pomolu #	2.500	2.712	2.900	2.900	2.460	Ustreza
Sanitarne odpadne vode # #	22.500	22.500	22.500	22.500	22.500	Ustreza meritve se izvajajo le na iztokih iz malih čistilnih naprav vsake 3 leta
Padavinske odpadne vode Terminala sipki tovari zaradi skladiščenja odpadnega železa na I pomolu#	-	-	-	-	3.500	Ustreza
Padavinske odpadne vode Terminala sipki tovari zaradi skladiščenja odpadnega železa na II pomolu#	-	-	-	-	2.700	Ustreza

#količine so ocenjene in preračunane glede na količino padavin, površino

Preračunano glede na osebje, ki se povprečno nahaja znotraj pristanišča, po enačbi (1500) x 45/3

Števec

Emisije v vode kot posledica onesnaženj

Kronološki pregled

17. junija leta 2005 je v I. luškem bazenu, na 7. vezu prišlo do izlitja kakih 10 ton težkega goriva. Madež je bil opažen v jutranjih urah, vendar njegove razsežnosti takrat še ni bilo mogoče ugotoviti, saj se je večji del zadrževal pod pomolom. Tekom dneva se je zaradi močnega plimovanja razširil po vsem bazenu, tudi proti odprtem morju in mestni plaži. Zaradi neustrezne opremljenosti SVOM-a je čiščenje prevzela Luka Koper, natančneje njen takratni podizvajalec Crismani iz Trsta. Čiščenje je potekalo 23 dni, stroške pa so presegle milijon evrov. Osumljena ladja Blue moon je proti smešno nizki kavciji za čiščenje izplula iz države. Vse stroške čiščenja je krila Luka Koper.

Slika 4: Večje razlitje težkega goriva v prvem bazenu Luke Koper leta 2005, vir [5]



Ta primer je bil tudi povod za pričetek snovanja lastne enote (s pripadajočo opremo ter ustrezno usposobljenostjo) za ukrepanje in analiziranje tovrstnih dogodkov v pristaniškem vodnem prostoru, ki pa je sposobna delovati na področju celotnega slovenskega vodnega prostora. Tako vodi evidence o onesnaženjih od 2006 dalje, od 2007 dalje pa obstajajo nekoliko podrobnejše evidence tudi z opisi dogodkov in slikovnim materialom. V letu 2006 so v akvatoriju Luke Koper zaznali 22 onesnaženj, iz nepopolnih evidenc pa je oceniti nekje 10 onesnaženj z olji. Tako nizko število bi bilo možno pripisati takrat še precej nizki kulturi zaznavanja in nesistematičnemu evidentiranju dogodkov.

V letu 2007 je bilo z izboljšanjem sistema zaznavanja evidentiranih 57 onesnaženj morja v luškem akvatoriju, od tega 10 krat za izlitje olja oz. zaoljenih vod.

V letu 2008 v Luki beležijo 53 onesnaženj morja, od tega 19 krat za izlitje olja oz. zaoljenih vod. V letu 2009 se je statistiko metodološko bolj razdelalo kar s ciljem hitrejšega obveščanja in ukrepanja.

	2009	2010	2011	2012
Število zaznanih dogodkov na morju	32	37	25	21
Število posredovanj na morju v luškem akvatoriju	18	18	17	18
Število dogodkov brez potrebe intervencije	14	19	8	3
Število onesnaženj zunaj območja luškega akvatorija	0	0	0	1

Med letom 2012 je bilo zabeleženo tudi eno onesnaženje s premogovim prahom zunaj luškega akvatorija, vendar ga je pristojna enota za Varovanje morja z razpoložljivo opremo zajezila in sanirala.

Slika 5: Primeri onesnaženj pristaniškega vodnega prostora z naplavinami in različnimi odpadki, vir [5]



POGLED NAPREJ, CILJI IN PROGRAMI V SMERI NADALJNJIH IZBOLJŠAV

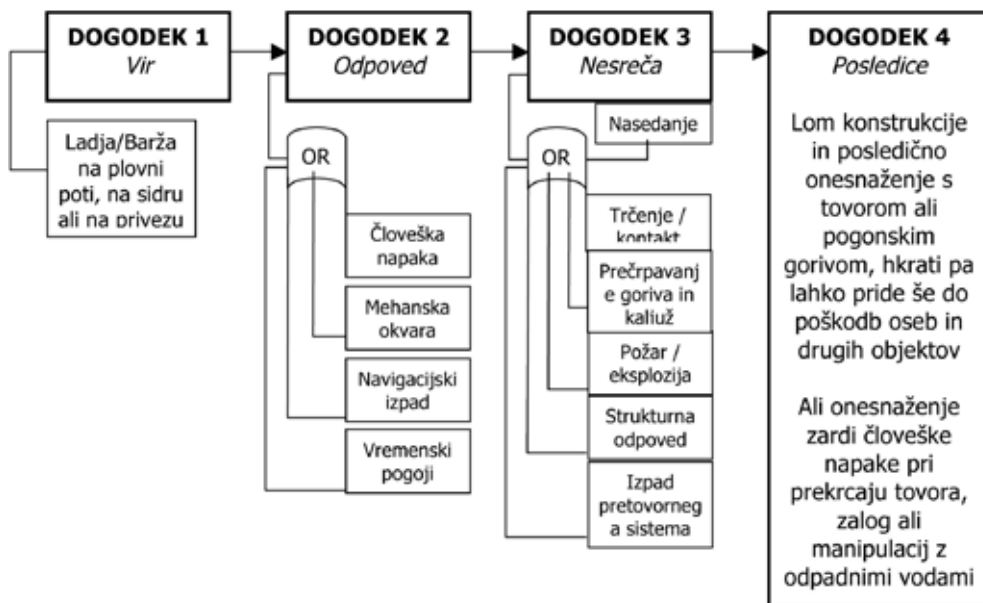
- Vzpostaviti še učinkovitejši sistem obveščanja, vodenja intervencij,
- Z postavitvijo merilne opreme za hitro identifikacijo morebitnega onesnaženja morja,
- Uporaba najsodobnejših tehničnih sredstev in opreme.

Kot že omenjeno je v primeru onesnaženj pristaniškega vodnega okolja bistvenega pomena hitra ocena ogroženosti, za podporo procesu odločanja in za učinkovit odziv. Če je prišlo do razlitja, je potrebno vzpostaviti primerno raven operativnega nadzora, ki poskrbi za nadzor razlitja nevarne snovi z uporabo razpoložljivih meteoroloških in hidro-grafičnih podatkov pa predvidi njeno verjetno gibanje. Učinek razlitja bo odvisen od lastnosti in količine snovi ter časa razlitja.

Vrste izrednih dogodkov in njihove verjetnosti

Izredni dogodek v pristaniškem vodnem prostoru ali na privezu je izredni oz. slučajni dogodek ali zaporedje več povezanih izrednih dogodkov, ki povzročijo večjo poškodbo plovila, obalne infrastrukture in uničenje tovora, pri tem pa lahko pride tudi do izgube človeškega življenja ali/in degradacije okolja.

Slika 6: Hiarhični bločni diagram nesreč in posledic, vir [5]



Kot primer v praksi (tehnični preventivni ukrep) je bila v letu 2012 v pristaniškem vodnem prostoru, na eno izmed svetilnih boj nameščena sonda za spremljanje splošnih parametrov kvalitete morja. Vsi podatki se on-line prenašajo na spletno stran www.zivetispristaniscem.si, kjer so ves čas na vpogled strokovni ter širši javnosti. Bojo je lokalna skupnost poimenovala REBEKA- RE_refenčna B_boja E_ekologije K_koprskega A_akvatorija. Z napravo upravlja pooblaščen organizacija[5].

Slika 7: Naprava za spremljanje kvalitete morja, vir [5]



Drugi primer, ki ga tudi omenjena »Ocena ogroženosti in načrt zaščite in reševanja Luke Koper d.d. za industrijske nesreče« v luči izboljšav okoljskega razvoja na treh točkah vplivnega območja pristanišča zagotoviti namestitev senzorjev za zgodnje zaznavanje morebitnih razlitij v morje. Le te napaja sončna energija. Z napravo upravlja pooblaščen organizacija. Gre za sodobne optične senzorje, ki so nameščeni nad vodno gladino in zaznavajo razlitja tudi v nočnem času ter v pogojih zmanjšane vidljivosti.

Slika 8: Naprava za spremljanje kvalitete morja, vir [5]



Ravno tako napaja sončna energija svetilnike, ki označujejo ter osvetljujejo plovne kanale v pristanišču.

Slika 9: Naprava za spremljanje kvalitete morja, vir [5]



Tretji primer okoljsko usmerjenega programa izboljšave poslovanja na področju Varovanja pristaniškega vodnega prostora je uporaba tehnologije, ki je plod domačega znanja z uporabo surovin iz recikliranega materiala.. Plovilo, ki je skonstruirano namensko za potrebe koprškega pristaniškega vodnega prostora ter opremljeno za izvajanje storitev za potrebe javno gospodarske službe varovanja morja, javno gospodarske službe zbiranja odpadkov s plovil in rednega vzdrževanja objektov za varnost plovbe in plovnih poti

Slika 10: Okoljsko varčna oprema področja Varovanja pristaniškega vodnega prostora, vir [5]



Viri in literatura

1. BALDO, L., MARINO, M., ROSSI, S.: Analisi del ciclo di vita LCA Materiali, prodotti, processi, Edizioni Ambiente s.r.l. Milano 2005,
2. MEDNARODNI STANDARD ISO 14001/2006, nadgrajeno po zahtevah sheme EMAS, k jo podajata uredbi 761/2001/ES in 1221/2009/ES,
3. MARZI, B.; Gospodarjenje z odpadki v funkciji dodane vrednosti logističnih storitev v podjetju Luka Koper, v: Integracija elementov poslovne logistike / 3. GV konferenca Poslovna logistika 2004 – Ljubljana: GV Izobraževanje, 2004 – ISBN 961-6529-06-4. str. 21-27. COBISS.ID-SI: 8225564,
4. MARZI, B., LOGOŽAR, K.; Environmental management system of the Port of Koper regarding »best practices« in EU ports: Promet v znanosti in praksi [Elektronski vir]/ p. mednarodno posvetovanje o prometni znanosti = 9th International Conference on Traffic Science, ICTS 2005, 14.-15. November 2005, Portorož, Slovenija, Fakulteta za pomorstvo in promet, 2005. ISBN 961-6044-75-3. COBISS.SI-ID 8432924,

5. Interni viri Luke Koper d.d., Koper 2013,
6. MARZI, B., Optimiranje okoljskih vplivov pri postopkih ravnanja z ladijskimi odpadki v njihovem življenjskem ciklu / Posvet Celovito Ravnanje z odpadki, Moravske Toplice 2011,
7. MARZI, B., ZUIN, S., RADONJIČ, G., LOGOŽAR, K.; Applying the Life Cycle Thinking to sea port: the case of a Slovenian commercial port, Book ID: _2236_, Book Title: Ships and Shipbuilding: Types, Design Considerations and Environmental Impact, Chapter ID: _14781_ Chapter Title: Applying the Life Cycle Thinking to Sea Ports: The Case of a Slovenian Commercial Port, Nova Science Publishers, Inc. New York 2013.

SISTEMI SPREMLJANJA KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA

» Mag. Rudi VONČINA¹

» Irena DEBELJAK²

» Urška KUGONIČ¹

¹ Elektroinštitut Milan Vidmar

² Termoelektrarna toplarna Ljubljana, d.o.o.

rudi.voncina@eimv.si

Povzetek

Sodobni pristop spremljanja kakovosti zunanjega zraka se deli na tri značilne merilne mreže. Direktiva 2008/50/ES določa zahteve vzpostavitve državne merilne mreže in obvezo poročanja Evropski okoljski agenciji. Industrijske merilne mreže imajo javno nadzorno funkcijo izpolnjevanja okoljskih ciljev, njihovo smotrnost pa kažejo razni predpisi s področja kakovosti zunanjega zraka, med njimi tudi Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja. Na nivoju lokalnih skupnosti je treba kakovost zraka spremljati zaradi razvojnih potreb, pregledov nad učinki okoljskih ukrepov in spodbujanja trajnostnega razvoja.

Meritve že dolgo niso več edini način spremljanja stanja kakovosti zunanjega zraka. Vedno večji poudarek se namenja napovedovanju pričakovane obremenitve zraka, ki temelji na kratkoročnih meteoroloških napovedih in pričakovanih izpustih snovi v zrak. Za področje Slovenije je vzpostavljenih nekaj modelov napovedovanja koncentracij, ki so na kratko predstavljeni.

UVOD

Ljudje vseskozi iščemo načine, ki bi nam omogočili bolj udobno življenje. Razvoj na področju tehnologije in medicine je omogočil napredek. Na račun napredka se je pričelo izkoriščanje naravnih virov, ki je pripeljalo do potrebe po vzpostavitvi mehanizmov za zaščito okolja. Prišli smo do stopnje ogrožanja tako sebe kot tudi žive in nežive narave.

Opaznejše onesnaženje zraka se je prvič pojavilo v času industrijske revolucije. Na konferenci o javnem zdravju julija 1905 je dr. H. A. De Voeux predstavil članek z naslovom »*Fog and Smoke*«. V njem ugotavlja, da se v velikih mestih proizvaja nekaj česar na deželi ni; to je zadimljena megla oziroma *smog*. Tedaj je bil smog posledica emisij zaradi izgorevanja premoga in drugih surovin. Premog je predstavljal energent, druge surovine pa so bile namenjene proizvodnji kemikalij. Posebej cenjen je bil sodin pepel kot podlaga za proizvodnjo mila, detergentov, čistil, papirja, stekla in barv. Pri teh procesih so kurili žveplo, kalijev nitrat, natrijev klorid, kalcijev karbonat, v zrak pa so se sproščale saje, žveplova kislina, dušikova kislina, klorovodikova kislina, kalcijev sulfid, vodikov sulfid in druge snovi (Ogrin, 2008).

Leta 1911 je De Voeux predstavil poročilo o jeseni leta 1909 v mestih Edinburgh in Glasgow, ko je zaradi onesnaženosti zraka umrlo več kot 1.000 ljudi. S tem se je začelo obdobje preučevanja vplivov onesnaženega zraka na zdravje. Sredi petdesetih let prejšnjega stoletja se je dokazalo, da je smog škodljiv. Jasno je bilo identificirano, da je smog odgovoren za povečanje odstotka respiratorne in kardiovaskularne smrtnosti.

Tudi pri nas so se vprašanja o škodljivosti onesnaženega zraka pojavila razmeroma zgodaj. Prva nam znana tožba prebivalcev sega v leto 1927. Takrat so trije lastniki kmetij iz Zasavja vložili pritožbo zoper Tovarno kemičnih izdelkov v Hrastniku. V njej je navedeno, da so zaradi čezmernega onesnaženja zraka utrpeli izgube in zato zahtevajo kompenzacijo nastale škode. Na podlagi opazovanj vegetacije, laboratorijskih poskusov in dognanj stroke se jim je sicer priznal škodljiv vpliv onesnaženega zraka, a je bila tožba na koncu ovržena z razlogom, ni mogoče neposredno določiti povezave med industrijskim procesom in konkretnimi poškodbami vegetacije na zemljiščih tožnikov.

Sredi šestdesetih let prejšnjega stoletja so se začele sistematične meritve žveplovega dioksida in dima v Mariboru in Celju, tem je sledila Ljubljana leta 1969. V letih 1975 in 1976 je bila vzpostavljena republiška mreža meritev žveplovega dioksida in dima. Na podlagi teh meritev so se pokazale posebej kritične razmere v kotlinskih mestih in v okolici večjih industrijskih objektov (Zupančič, 2000). S sprejetjem *Zakona o varstvu zraka* leta 1975 so se izpusti v zrak začeli tudi pravno urejati. Problemske razprave pred sprejetjem tega zakona segajo v leto 1973, ko so inženirji izpostavljali predvsem tehnično ekonomsko plat ukrepov za izboljšanje kakovosti zraka (Babšek, 1973). Energetika je k sanacijskim ukrepom pristopila še pred sprejetjem zakona. Termoelektrarna Trbovlje je namreč obstoječ dimnik višine 80 m, leta 1976 nadomestila z novim 360 m visokim dimnikom, začetek njegove gradnje pa sega v leto 1974.

Danes klasičnega smoga, ki se pojavlja predvsem v hladnem delu leta, praktično ni

več zaslediti. To je posledica vgradnje čistilnih naprav v industrijskih objektih z velikimi emisijami snovi v zrak, vzpostavitev sistemov daljinskega ogrevanja in nadomestitev premoga v individualnih kuriščih z drugimi energenti. Zelo mali del klasičnega smoga je posledica rabe nafte v prometu, vendar je verjetnost tega pojava izjemno nizka.

Nasprotno od klasičnega se poleti v večjih mestih pojavlja fotokemični ali oksidacijski smog. Tudi ta antropogeni dejavnik je znan že od začetka prejšnjega stoletja. Nad večjimi mesti se poleti tvori trajen sloj onesnaženega zraka. Za nastanek poleg izpuščenih snovi v zrak potrebuje energijo za medsebojno reagiranje. Pri tem je ključnega pomena energija iz ultravijoličnega dela spektra svetlobe. Eden izmed glavnih virov snovi za ta smog predstavljajo dušikovi oksidi in razni hlapljivi organski ogljikovodiki. Odprava tega smoga bo v nasprotju s klasičnim bolj zahtevna, saj bo zahtevala tehnološke rešitve v smeri manjše porabe tekočih goriv, v prihodnosti pa verjetno njihovo zamenjavo z drugimi energenti.

Skrb za čist zrak se je začela s pojavi prvih večjih onesnaženj in vplivi na zdravje kot njihovo posledico. Čeprav varstvo zraka predstavlja začetek varstva okolja, njegova izhodišča pa segajo v 19. stoletje, je to področje še vedno aktualno. Človek žal namreč pri svojih aktivnostih uporablja zrak prepogosto kot odlagališče snovi. Okolje lahko absorbira in razgradi naravne spojine, stežka pa razgradi umetne snovi in kemikalije, zato morajo biti njihovi izpusti čim bolj nadzirani in tudi omejeni.

Fotografija 1: Lokacija TE Trbovlje leta 1974



[vir: Elektroinštitut Milan Vidmar]

KAKOVOST ZRAKA

Zrak je zmes plinov, ki nas obdaja. Naravno ravnotežje plinov v zraku je takšno, da v zraku količinsko prevladujeta dušik (78%) in kisik (21%), preostalo pa so vsi ostali plini med njimi tudi žveplov dioksid in ozon. Danes najbolj znanega ogljikovega dioksida je le okrog 0,035%. Tak zrak pojmuje kot čist zrak. Poleg zraka se v ozračju nahaja vodna para in različne snovi, ki lebdijo v zraku oziroma aerosoli. Ozračje se deli na tropos-

fero, stratosfero in ionosfero. Prva sega do višine 12 kilometrov nad zemeljsko površino in vsebuje okoli 80% vsega zraka, v njej pa se odvija tudi večina vremenskih pojavov.

Vnosi različnih plinov v zrak zaradi naravnih pojavov ali naših dejavnosti spremenijo naravno ravnovesje snovi in aerosolov v zraku. Narava je posebej občutljiva na vnose različnih plinov in aerosolov v najnižji plasti troposfere in sicer ob površju zemlje. V tej plasti je človeška dejavnost poglavitni povzročitelj vnosov dodatnih snovi v zrak. Čeprav so vnesene količine v primerjavi s celotno količino zraka zelo majhne, se lahko zaradi različnih dejavnikov krajevno ali regionalno pojavijo povečane količine posameznih onesnaževal zraka. Te snovi lahko negativno vplivajo na počutje in zdravje ljudi kakor tudi na ostalo živo in neživo naravo. Zato so bili vzpostavljeni priporočljivi standardi za kakovost zraka. Z njimi so opredeljene količine onesnaževal v zraku, pri katerih ne nastaja tveganje za nastanek bolezni ali škodljivega vpliva na naravo.

Danes med onesnaževala zraka sodijo žveplov dioksid, dušikovi oksidi, ozon, ogljikov monoksid, različne hlapljive organske spojine in trdni delci. O plinskih onesnaževalih je iz preteklosti že dosti znanega, danes pa se vse več pozornosti posveča aerosolom. Delci večji do 10 µm se zaradi sile težnosti iz ozračja izločijo razmeroma hitro, medtem ko manjši delci tvorijo suspenzije, zato se v zračnih tokovih porazdeljujejo kot plini. Ločimo med naravnimi in umetnimi aerosoli.

Fotografija 2: **Onesnažen zrak**



[vir: http://razkrito.net/wp-content/uploads/2010/11/20101129_onesnazen_zrak.jpg]

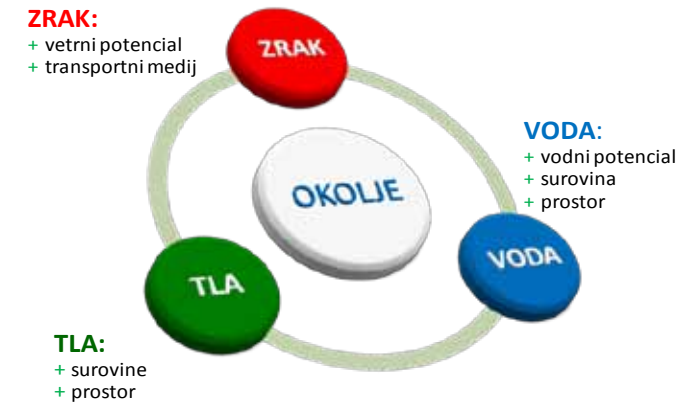
NADZOR EMISIJ SNOVI V ZRAK

Intenzivne izrabe naravnih dobrin se vedno odražajo v čezmernih obremenitvah okolja. Okolje predstavlja vir, ki ga ljudje uporabljamo pri svojem življenju. Zato smotrna uporaba naravnih virov oziroma trajnostni razvoj predstavljata jedro vseh predpisov s področja varstva okolja. Skladno ravnanje z okoljem pa predstavlja temelj našega obstanka v prihodnosti.

Vidik varovanja zdravja ljudi in varstva okolja je tudi sestavni del *Direktive o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo 2008/50/ES*. Ključen ukrep ta direktiva prepoznava zmanjševanje emisij onesnaževal pri viru ter opredelitev ter izvajanje najbolj učinkovitih ukrepov za zmanjšanje emisij na vseh ravneh. Ker pa je navade ljudi težje spremeniti, kot pa vplivati na proizvodnjo, se je Evropa odločila uvesti zakonodajni mehanizem nadzora onesnaževanja pri viru in sicer v vseh sektorjih industrije. Cilj nadzora obremenjevanja okolja je celovito preprečevanje onesnaževanja z zmanjšanjem emisij v okolje ob hkratni racionalni porabi surovin in energetske učinkovitosti.

Tako je torej gospodarstvo posredno zavezano slediti načelom trajnostnega razvoja, zaveda pa se jih že dolgo. Vodilni strokovnjak s področja elektrotehnike, Milan Vidmar, je namreč že leta 1947 zapisal: *“V premogu, pa tudi v mineralnem olju je obilo starodavne sončne energije. Ta energija pa jima ne doteka več. Premogovniki in petrolejski vrelni so energijski prihranki, nekakšne energijske hranilnične vloge skrbnega sonca, ki je zavarovalo človeštvo pred morebitnimi energijskimi stiskami. Človeško gospodarstvo bi moralo nedvoumno prvenstveno izkoriščati trajne, tekoče energijske dohodke, po prihrankih pa bi smelo posegati le v nujnih primerih.”*

Slika 1: **Nekaj primerov uporabe virov iz okolja**



V preteklosti izpusti snovi v zrak niso bili najbolje nadzirani, saj ni bilo ustrezne merilne tehnike. Količine emisij so se določale s pomočjo računskih postopkov. Za termoelektrarne se lahko na podlagi znane snovne sestave goriva, njegove količine in emisijskih koeficientov določijo emisije nekaterih snovi v zrak. Večina industrijskih procesov je za takšen način določanja emisij v zrak preveč zahtevna, saj se v njih odvijajo razmeroma kompleksni kemijski procesi.

Zaradi strokovnega in tehničnega napredka so danes na razpolago različni merilni sistemi za nadzor emisij snovi v zrak. Ločijo se na tiste, s katerimi se merijo snovi neposredno v odvodniku (*»in-situ«* merilni sistemi) in ekstraktivne merilne metode, s katerimi se iz odvodnika odvzame vzorec. Današnji predpisi zahtevajo naslednje meritve emisij snovi v zrak:

- prve meritve predstavljajo osnovo za določitev vrste in načina izvedbe nadzora oziroma obratovalnega monitoringa. Z njimi se preveri ustreznost uporabljenih tehnoloških ali konstrukcijskih rešitev ob različnih obratovalnih pogojih naprave;
- obratovalni monitoring loči med trajnimi in občasnimi meritvami koncentracij ter parametrov odpadnih plinov. Trajne meritve se zahtevajo v primerih, ko je presežena s predpisi določena količina emisij snovi v zrak. V praksi so trajne meritve vzpostavljene v velikih termoenergetskih objektih in večjih industrijskih obratih. Za manjše obrate oziroma tipske naprave pa se opravlja reden, nadzor emisij.

Vse izmerjene količine se morajo redno poročati ministrstvu pristojnemu za okolje. Rok za oddajo poročil je 31.3. tekočega leta za preteklo koledarsko leto. Nalogo nadzora nad prvimi meritvami in obratovalnimi monitoringi opravlja Agencija Republike Slovenije za okolje. Vzpostavljen ima stalen sistem nadzora in ugotavljanja usposobljenosti izvajalcev monitoringov emisij snovi v zrak kakor tudi register emisij snovi v zrak. V posebnih primerih mora upravljavec naprave poročati o emisijah snovi v zrak tudi v Evropski register izpustov in prenosov onesnaževal.

Fotografija 3: Merilni sistemi emisij snovi v zrak



a) Analizatorji trajnega merilnega sistema emisij snovi v zrak



b) Merilni sistem za občasne meritve emisij snovi v zrak

[vir: Elektroinštitut Milan Vidmar]

OCENJEVANJE KAKOVOSTI ZRAKA

Ocenjevanje kakovosti zraka je potrebno izvajati navkljub dobremu nadzoru vnosov snovi v zrak pri viru. Če je bilo včasih ocenjevanje kakovosti zraka osredotočeno predvsem na področja ob velikih onesnaževalcih zraka, se danes pojavlja potreba po nadzoru tudi na drugih področjih. Obstaja namreč vrsta nenadziranih manjših izpustov snovi v zrak od avtomobilskih izpuhov, dimnikov manjših kurišč, kurjenja na prostem do odvodnikov industrijskih naprav, ki se nadzirajo zgolj občasno ali trajno in lahko v kombinaciji neugodnih meteoroloških razmer negativno vplivajo na kakovost zraka.

Ko govorimo o ukrepih za izboljšanje zraka, ne moremo govoriti zgolj o enostavnem nadzoru emisij in kakovosti zraka, ampak se je treba seznaniti tudi z učinki, do koder seže onesnaženje iz posameznega vira ali skupine virov in kemijskih procesih v ozračju. To v pravnem smislu prepoznava tudi *Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja* iz leta 1979. Njeno osnovno načelo je zagotovitev mednarodnega sodelovanja in delitev bremen med partnerji s ciljem doseganja okoljskih koristi. V okviru te konvencije je trenutno sprejetih sedem protokolov, eden izmed njih je tudi *Program sodelovanja za spremljanje in oceno onesnaževanja zraka na velike razdalje v Evropi (EMEP)*.

Na začetku izvajanja tega programa so bile analize osredotočene predvsem na ocenjevanje zakisljevanja in eutrofikacije. V okviru tega se je spremljalo količine odpadnih plinov (SO_2 , NO_2 , HNO_3 , NH_3) in aerosolov (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+) ter kakovost padavin (pH, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+). Kasneje je EMEP povečal obseg še na obravnavo:

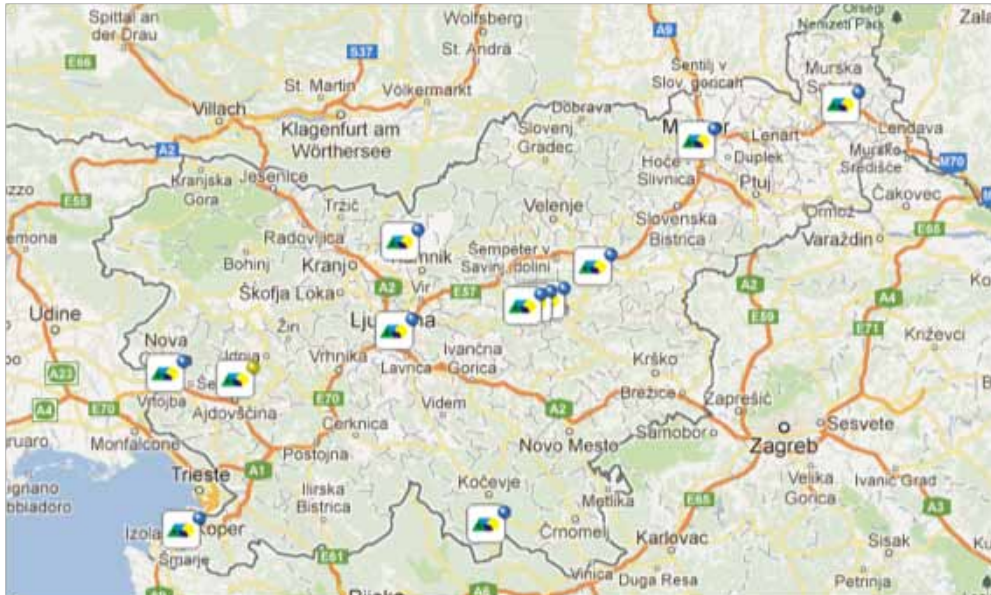
- fotokemijskih oksidantov: ozon (O_3), VOC (lahke ogljikovodike, aldehide, ketone);
- težkih kovin: Pb, Hg, Cd, Zn, As, Ni, Cu, Cr, Se v lebdječih delcih in v padavinah;
- obstojnih organskih snovi: PAH (polciklični aromatski ogljikovodiki), PCB (poliklorirani bifenili), kloroparafine, dioksine, furane, heksaklorobutadien, HCB (heksaklorobenzen), PCP (pentaklorfenoli) in sedem pesticidov;
- lebdječih delcev: premer delcev pod $10\ \mu\text{m}$ (PM10) in kot pilotni program, kemijsko sestavo.

Podobno kot pri nadzoru emisij snovi v zrak, tudi na področju ocenjevanja kakovosti zraka *Direktiva o kakovosti zunanega zraka in čistejšem zraku za Evropo 2008/50/ES* združuje pet zastarelih direktiv v novo celoto. Vsebinsko obravnavana direktiva zavezuje države članice k vzpostavitvi potrebnih aktivnosti v zvezi z ocenjevanjem kakovosti zraka, ukrepi za zmanjševanje in preprečevanje čezmerne onesnaževanja, poročanja javnosti in sodelovanja z drugimi državami članicami.

Ocenjevanje kakovosti zraka je po obravnavani direktivi namenjeno zagotavljanju varovanja zdravja ljudi, varstvu rastlin in naravnih ekosistemov. Zaradi zagotavljanja primerljivosti med različnimi državami v Evropi je poseben poudarek namenjen poenotenju ocenjevanja kakovosti zunanega zraka. Ta se nanaša na uporabo standardizirane merilne tehnike in poenotene razrede gostote prebivalstva oziroma velikosti ekosistemov.

Za zagotovitev ustrezne količine potrebnih informacij pri ocenjevanju kakovosti zraka, so morale države članice vzpostaviti vzorčevalna mesta v mestnih, primestnih, podeželskih in neizpostavljenih podeželskih okoljih. Tako je bila narejena razvrstitev na območja za ocenjevanje kakovosti zraka tudi pri nas. Področje naše države je razdeljeno na šest območji, od tega sta dve urbani aglomeraciji in sicer Ljubljana in Maribor. Vzorčevalna mesta na makro ravni predstavlja merilna mreža Agencije Republike Slovenije za okolje.

Slika 2: Vzorčevalna mesta za ocenjevanje kakovosti zraka na makro ravni v Sloveniji



[vir: www.okolje.info]

Poleg osnovne mreže za ocenjevanje kakovosti zraka na makro ravni so povsod po Evropi vzpostavljene tudi mestne, regionalne in industrijske mreže kakovosti zunanje zraka. Odgovornost za vzdrževanje teh mrež nosijo veliki onesnaževalci, med katere sodijo industrija, lokalne skupnosti in promet. Te mreže se uvrščajo med dopolnilne mreže, a je njihova vloga na krajevem in regijskem nivoju še posebej pomembna. Predstavljajo nujen element pri opozarjanju javnosti in alarmiranju, kar izhaja iz obvez *Direktive 2008/50/ES*.

Z njimi so vzpostavljeni nadzorni sistemi kakovosti zraka v bližini večjih virov onesnaženja zraka, ki usmerjajo oblikovanje ukrepov za zagotovitev ustrezne kakovosti zraka na lokalni ravni. Tako so industrijske merilne mreže namenjene izkazovanju okoljske skladnosti, nadzoru točkovnih virov onesnaženja in ocenjevanju kakovosti zraka v območju vrednotenja vplivov na okolje. Nekatere evropske države pa z njimi aktivno izvajajo ukrepe za izboljšanje kakovosti zraka. Takšen primer je sistem omejevanja hi

trosti vožnje na posameznih avtocestnih odsekih v Republiki Avstriji zaradi povečanja koncentracij trdnih delcev v zraku.

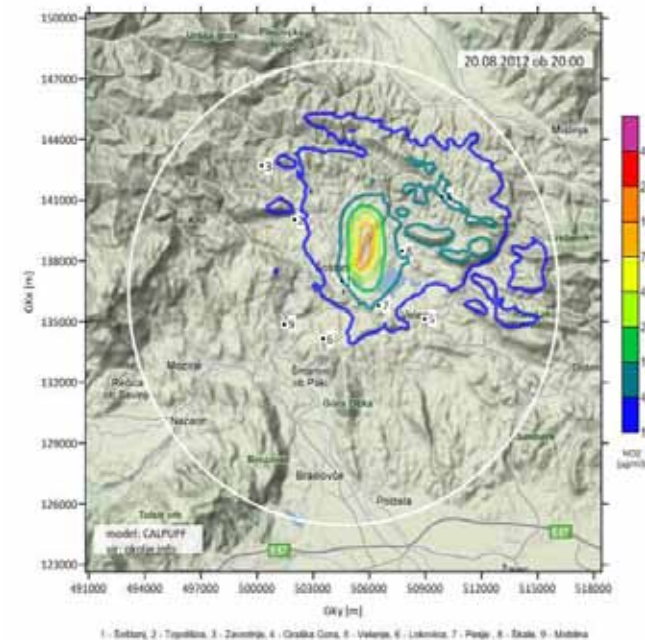
Vloga dopolnilnih mrež v večjih urbanih središčih obsega nadzor nad kakovostjo zraka in njihovimi razvojnimi trendi. Z njimi se preučuje skladnost razvoja stanovanjskih, trgovskih in še posebej industrijskih področij. Stalna razpoložljivost podatkov omogoča nadzor nad razpršenimi viri onesnaženja in oblikovanje razvojnih politik na področju energetike in transporta v mestnih in primestnih področjih.

VLOGA MODELIRANJA

Samo nadzor pri viru in ocenjevanje kakovosti zraka ne podata popolne informacije o onesnaženosti zraka. Temu je namenjeno modelsko ocenjevanje širjenja onesnaženja. V osnovi izvira iz ocenjevanja pričakovanih vplivov bodočega vira onesnaženja zraka. Z njihovo pomočjo je mogoče prostorsko in časovno preučiti širjenje onesnaženja iz posameznega vira ali skupine virov emisij snovi v zrak. Postajajo sestavni del poročanja o skladnosti obratovanja industrijskih objektov, saj se z njimi ocenjuje prispevek točkovnih virov k skupnemu onesnaženju zraka na območjih vrednotenja vplivov na okolje.

Danes različni modeli v povezavi z dobrimi prognozičnimi meteorološkimi modeli in vgrajenimi kemijskimi procesi namenjeni napovedovanju onesnaženja in analizam vplivov na okolje. Primer napovedovanja širjenja onesnaževal na mikro ravni predstavljajo modelni izračuni razpršenosti onesnaževal v okolici TE Trbovlje in TE Šoštanj.

Slika 3: Napoved širjenja dušikovih oksidov v območju vrednotenja vplivov na okolje TE Šoštanj



[vir: <http://www.okolje.info/index.php/modeli-onesnazeval/modeli-te-sostanj/10-vsebina/stanje-kakovosti-zraka/79>]

Modeli na mikro ravni so zanimivi prebivalcem, ki živijo v njihovi neposredni bližini, vendar je večji poudarek na modelih za napovedovanje onesnaženja zraka na regionalni in globalni ravni. Pod okriljem sedmega razvojnega programa poteka razvojni projekt MACC (*Monitoring Atmospheric Composition and Climate*), ki je del sistema globalnega monitoringa okolja in varnosti GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*), kot jedra za preučevanje vplivov na ozračje.

Z njimi bo mogoče natančneje spremljati in oceniti onesnaževanje zraka na velike razdalje, s čimer bo omogočeno oblikovanje ukrepov za izboljšanje kakovosti zraka, ki bodo nadgradnja *Konvencije o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja* iz leta 1979.

ODGOVORNOST

Zavedanje moči posameznika je pri varovanju okolja na nizki stopnji. Pogosto smo prepričani, da je nemogoče vplivati na stvari, kot je onesnaženje. Ni res, da je glavni in edini krivec za onesnaženje le velik vir onesnaženja. V preteklosti bi lahko v industriji sicer našli glavnega krivca za onesnaženje, danes pa postajajo glavni viri onesnaženja promet in ostali razpršeni viri emisij snovi v zrak.

Še vedno je industrija velik vir emisij, ki pa se jih s pomočjo čistilnih sistemov nadzoruje in s pomočjo meritev kontinuirano spremlja. Nadzor nad razpršenimi viri pa posega v svobodo posameznika, takšen nadzor pa je težko vzpostaviti. Odločitev za to je v rokah posameznika in ni sile, ki bi lahko nekoga prisilila v spremembe za katere se ne odloči zavestno. Skozi preventivna opozarjanja na posledice, ki jih ima onesnaževanja zraka, se lahko postopoma oblikuje odgovoren odnos do čistega zraka, kot temeljnega vira našega življenja.

Viri in literatura

1. Prispevki k ekologiji, zvezki od I do IV, Elektroinštitut Milan Vidmar
2. Direktiva o celovitem preprečevanju in nadzora onesnaževanja 1996/61/EC
3. Direktiva o industrijskih emisijah 2010/75/EU
4. Direktiva o kakovosti zunanega zraka in čistejšem zraku za Evropo 2008/50/ES
5. Zakon o ratifikaciji konvencije o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja, Ur. l. SFRJ, št.: 11/1986
6. Spletna stran: www.okolje.info
7. Spletna stran: www.arso.gov.si

