

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

OKOLIŠ I ODRŽIVI RAZVOJ

Spalionice otpada

Ivana Ivković, Brigita Vrbanec, Zvonimir Čapin

Voditelj: *Davor Grgić*

Zagreb, prosinac, 2012.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Tehnologija spalionica otpada.....	2
2.1 Najnovija dostignuća na području izgradnje spalionica	4
3. Spalionice otpada iz perspektive društva i ekonomije	6
3.1 Društveni kontekst spalionica otpada.....	6
3.2 Zagrebačka spalionica	6
3.3 Split – slučaj Cemex.....	8
3.4 Bečka spalionica	8
3.5 Spalionice otpada u ekonomskom kontekstu	9
4. Spalionice otpada iz perspektive zaštite okoliša	12
4.1 Ekološki nedostaci spalionica otpada.....	12
4.2 Cementare kao spalionice.....	14
4.3 Nove tehnologije spalionica usmjerene na ekologiju.....	16
5. Zaključak.....	18
Literatura	19

1. Uvod

Otpad je jedan od ključnih ekoloških problema današnjice. Međutim, i razvijena su društva relativno kasno prepoznala otpad kao problem. Otpad je i direktna posljedica ukupnosti djelovanja u društvu te je količina nastalog otpada često pokazatelj gospodarske snage i razvijenosti određenog društva. U nas je u vezi s postupanjem s otpadom prvi Zakon o otpadu donesen 1995. godine, a aktualni je na snazi od 1. siječnja 2005. godine. Zakon je popraćen i s nekoliko podzakonskih propisa, a obvezuje nas i Baselska konvencija koju je Republika Hrvatska potpisala, a primjenjuje se od 2000. godine. U listopadu 2005. godine Sabor Republike Hrvatske prihvatio je Strategiju gospodarenja otpadom temeljem Zakona o otpadu.¹

Otpad prije odlaganja na odlagalište treba obraditi. Obrada otpada podrazumijeva iskorištavanje vrijednih svojstava otpada u materijalne i energijske svrhe, spaljivanje količine i volumena otpada i djelomično ili potpuno uklanjanje njegovih opasnih svojstava. Postoje mehaničke, fizikalno kemijske, biološke, termičke i kombinirane obrade otpada koje su prikladne za svaku pojedinu vrstu otpada. Obradom otpada se smanjuje potreba za novim odlagalištima i izbjegavaju se opasnosti koje nastaju pri odlaganju otpada. Obrada otpada je postupni prijelaz prema bezdeponijskom konceptu, planirati obradu otpada opravdano je samo za onu vrstu otpada koja nije mogla biti reciklirana.

Termička obrada otpada je djelotvoran ali relativno skup način obrade komunalnog otpada. Postotak termičke obrade u ukupnoj obradi komunalnog otpada raste u razvijenim zemljama i nerijetko se njome zbrine odnosno obradi do 50 % ukupne količine komunalnog otpada. Izgrađeno je oko 3000 uređaja za spaljivanje otpada, od čega više od polovice u Japanu, zbog velike količine otpada i nedostatka prostora za odlaganje. U Europi ima više od 600 uređaja.

Spaljivanje predstavlja fizičko-kemijski oksidacijski proces pri kojem se oslobađa energija, a potreban kisik se uzima iz zraka. Dušik i ostali plinovi koji se nalaze u zraku kemijski ne reagiraju s gorivom komponentom iz otpada. Sudionici u procesu sagorijevanja su gorive komponente iz otpada i zrak, a produkti sagorijevanja su dimni plinovi i pepeo.²

¹ Zbrinjavanje otpada u RH hrcak.srce.hr/file/7470

² http://www.gfv.unizg.hr/modules/m_gfv/zavrzni_diplomski_radovi/strahija_petra.pdf

2. Tehnologija spalionica otpada

Kvalitetno zbrinjavanje otpada je u današnjem svijetu veliki izazov pogotovo uz striktnu zahtjeve koje nameće zaštita okoliša. Upravo zato izgradnja spalionica je inženjerski zahtjevan i izazovan posao. Prva spalionica je izgrađena 1885. godine u SAD-u, a 1905. godine izgrađeno je prvo postrojenje za spaljivanje gradskoga smeća na Hrvatskom tlu. U gradu Rijeci to se postrojenje koristilo za spaljivanje komunalnog otpada i proizvodnju energije (pare) za pogon pumpe za snabdijevanje gradske pitke vode. Otada se puno toga promijenilo u tehnologiji izgradnje spalionica.



Kontrolna soba moderne spalionice otpada

Spaljivanje otpada spada u termičku obradu – ubranu kemijskofizikalnu razgradnju pod djelovanjem topline i to uz rekuperaciju energije (proizvodnja toplinske i električne energije) te bez rekuperacije energije (spalionice, incineratori).

Kod spaljivanja otpada postoji nuspojava koju nikako ne smijemo zanemariti, a to je emisija štetnih tvari. Tipični štetni sastojci koji se emitiraju iz procesa izgaranja komunalna otpada putem dimnih plinova jesu: čestice, SO₂, HCl, HF, CO, NO_x, pare Hg, Ni, As, Pb, Cr, Cu, Mn. Kako bi se umanjio negativan učinak ovih sastojaka na okoliš i ljudsko zdravlje, danas sve modernije spalionice otpada imaju uređaje za pročišćavanje izlaznih dimnih plinova.

Prema konstrukcijskoj izvedbi ložišta, spaljivanje može biti spaljivanje u ložištima s pokretnom rešetkom (roštiljem), spaljivanje u fluidiziranome sloju te spaljivanje u rotacijskoj peći.³

³ http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_okolisa/10.pdf

Tip uređaja	Prednosti	Nedostaci
Spaljivanje u ložištu s rešetkom (roštiljem)	<ul style="list-style-type: none"> - Efikasno za široki raspon vrste i kvalitete otpadna materijala. - Primjenljivo za razne veličine postrojenja. - Prikladno za rekuperaciju topline. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zahtijeva relativno složen sustav za predobradu otpada. - Relativno velika investicija.
Spaljivanje u fluidiziranome sloju	<ul style="list-style-type: none"> - Efikasno za široki raspon kvalitete otpada. - Relativno male emisije putem dimnih plinova u atmosferu. 	<ul style="list-style-type: none"> - Zahtijeva predobradu otpada. - Tehnologija nije prikladna za komunalni otpad.
Spaljivanje u rotacijskoj peći	<ul style="list-style-type: none"> - Efikasno i ekonomično za srednje kapacitete. - Fleksibilnost u pogonu. - Relativno lako se vrši regulacija temperature. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nije primjenljivo za velika postrojenja. - Zahtijeva relativno složen sustav za predobradu otpada. - Relativno veliki pogonski troškovi.

Vrsta otpadna materijala	Donja toplinska moć (kJ/kg)	Ložište s rešetkom	Fluidizirani sloj	Rotacijska peć
Komunalni otpad	4000 do 10000	Da	Da	Da
Kruti opasni otpad	12000 do 25000	Da	Da	Da
Otpadna ulja	20000 do 40000	Ne	Ne	Da
Otpadne vode	0 do 6500	Ne	Ne	Da

Spalionica s pokretnom rešetkom (moving grate incinerator) je naprednija spalionica u kojoj je sagorijevanje puno brže, tako da je količina spaljenog otpada puno veća, i do 40 tona otpada na sat. Temperatura u ovakvim spalionicama doseže i do 1000°C. Suhi pepeo se hladi i upotrebljava se za proizvodnju asfalta i betona. Često su opremljene tehnologijom koja onemogućuje širenje neugodnih mirisa u okolinu.

Spalionice s fluidiziranim ložištem (fluidised bed, FBC) su ekološki najprihvatljivije spalionice, jer znatno smanjuju proizvodnju štetnih plinova. Otpad se pali na smjesi napravljenoj od pijeska i minerala dolomita, zatim plinovi u mjehurićima prolaze kroz pijesak, pa se on ponaša kao fluid i otuda ime. Temperature se kreću od 750 do 1000 stupnjeva. Vrlo su jednostavnog dizajna i lako se održavaju, jedina mana je jako sporo spaljivanje i do 30% sporije nego u gore navedenim spalionicama za masovno spaljivanje.

Spalionice s rotirajućom peći (rotary kiln incinerator), imaju dvije komore: primarnu i sekundarnu. Primarna sadrži nagnuti cilindar sa vatrostalnim materijalom, cilindar rotira, plamenik se nalazi na kraju cilindra, temperatura ide od 800 do 1200 stupnjeva, druga komora ili sekundarna komora služi za paljenje otpada koji prethodno nije izgorio, najčešće su to plinovi i plastika, tu je temperatura malo veća i ide do 5000 stupnjeva. Ovakve spalionice mogu spaljivati sve vrste otpada. Nedostatak je što troše puno goriva i proizvode malo termalne energije.

Postoji još puno tipova spalionica koje su međutim jako specijalizirane za određeni otpad. Kao primjer tu su spalionice sa tekućom injekcijom (liquid injection) koje su specijalizirane za organske otrove te se zato izgrađuju pokraj kemijskih postrojenja, dosežu temperaturu od 1000 do 1500 stupnjeva. Spalionice otpadnog plina (waste-gas flare), koriste se za otpad s vrlo visokom razinom organskih spojeva. Spalionice s direktnim paljenjem (direct flame incinerator), učinkovite su kod otpada koji sadrži krutine, potrebne su male temperature, niže od 700 stupnjeva.

2.1 Najnovija dostignuća na području izgradnje spalionica

Plazma spalionice su novi ekološki trend u zbrinjavanju otpada. Zbog svoje relativno visoke cijene još nisu ušle u posvemašnju primjenu ali zahvaljujući svojim superiornim karakteristikama one su sigurno jedan od budućih smjerova u kojima se kreće odgovorno gospodarenje otpadom.

Plazma nastaje propuštanjem električne energije kroz plin pri čemu se postižu temperature od 5 do čak 15 000 ° C. Postupak najčešće uključuje usitnjavanje otpada, nakon čega se on u kontejneru unosi u reaktor s plazma bakljama, gdje zbog visoke temperature dolazi do razlaganja organskih tvari i taljenja onih anorganskih. U plinovitoj fazi dolazi do snažne disocijacije organskih molekula što gotovo u potpunosti eliminira štetne emisije, a to je glavna prednost plazma postupka.

Anorganske tvari se nakon taljenja vitrificiraju i mogu se odlagati ili koristiti kao građevni materijal. Plin koji je proizveden termičkom obradom otpada, mora ispunjavati uvjete koji su propisati lokalnim ili državnim propisima. Glavni sastojci tog plina su kiseli plinovi, ugljični monoksid, dušikov oksid, dioksini i furani. U Europi standardi za ove spojeve su veoma strogi, pa su tako 2005. godine izdani novi standardi za spaljivanje neopasnog otpada, gdje su smanjene granične vrijednosti emisije SO₂ s 30 ppm na 3,1 ppm. dok su granične vrijednosti NO_x smanjene s 500 ppm na 100 ppm.

U Japanu postoje dva postrojenja koja rade od 2002. godine, postrojenje koje je otvoreno 2002. godine dnevno obradi 22 tone komunalnog otpada i zamuljenih otpadnih voda, te drugo postrojenje, na kojem se od 2003. dnevno obrađuje 80 tona

komunalnog otpada i gorivih dijelova starih automobila. Koristi tek pola kapaciteta. Pogon je koštao 80 milijuna dolara, a nakon obrade otpada parna turbina daje pet megavata struje, od čega jedan prodaju, a ostatak koriste za vlastite potrebe.

Ova tehnologija omogućava da se čak 99 posto otpada korisno iskoristi i pritom nema zagađenja, dok jedan posto treba obraditi zbog kontrole zagađenja. Rok trajanja plazma baklji je šest mjeseci, a u reaktoru se koriste najčešće po dvije, s time da je za komunalni otpad dovoljna temperatura od 2.700 do 4.300 ° C.⁴

⁴ http://www.gfv.unizg.hr/modules/m_gfv/zavrsni_diplomski_radovi/strahija_petra.pdf

3. Spalionice otpada iz perspektive društva i ekonomije

3.1 Društveni kontekst spalionica otpada

Spalionice otpada često budu poprišta političkih borbi i izvorišta kontroverza. Iako imaju velik energetske potencijal, građani se redovito bune protiv njihovih izgradnji. Uzrok tome su najčešće neugodna iskustva iz prošlosti koja stvaraju nepovjerenje građana. Tome dodatno odmažu netransparentno izvedene studije utjecaja na okoliš i žestoki prosvjedi „zelenih“. Rješavanje ovakvih problema zahtijeva kvalitetnu edukaciju građana i angažman nezavisnih stručnjaka kako bi se proces proveo bez sukoba interesa. U Hrvatskoj je zadnjih godina u Saboru često dolazilo pitanje spalionica otpada i većina se slaže da je gradnja istih jedan od strateških ciljeva Hrvatske pri pristupu Europskoj Uniji koja zahtijeva kvalitetnije rješenje zbrinjavanja otpada. Nažalost pokušaji provedbe toga rezultirali su nizom prosvjeda kao što možemo vidjeti iz primjera Zagreba i Splita. Ali nisu svi primjeri negativni. U svijetu praksa spaljivanja otpada koji se ne može reciklirati često zapravo pridonosi boljitku društva i okoline u kojoj se nalazi. Kvalitetno izgrađena spalionica ne zagađuje toliko da šteti ljudskom zdravlju i može postati ponos društva, čak i turistička atrakcija kao što je slučaj sa jednom smještenom u samom centru Beča.

3.2 Zagrebačka spalionica

Grad Zagreb već godinama čeka izgradnju nove spalionice otpada. U kolovozu 2002. izbio je požar u tadašnjoj spalionici otpada PUTO. Spalionica je zatvorena, a sav materijal preostao nakon požara, uključujući 250 tona otrovnog i kancerogenog pepela je spakiran u vreće i ostavljen tamo. 2008. godine Zelena akcija je organizirala prosvjed pred Ministarstvom zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva zahtijevajući da se otpad hitno i adekvatno zbrine. Vreće su pod utjecajem vremenskih neprilika počele pucati te su opasni materijali dospjeli u tlo i vodu. Ministarstvo je uzvratilo kratkim priopćenjem u kojem tvrde da je otpad pod nadzorom. Optuženi za izbijanje požara, zbog nemara, su oslobođeni, uz obrazloženje da je požar mogao biti podmetnut iako za to nisu pronađeni nikakvi dokazi.

Prosvjed pred spalionicom PUTO





Vreće s toksičnim pepelom

Poučeni neugodnim iskustvom, građani Zagreba ne žele novu spalionicu u svojoj blizini, no kako odlagalište Prudinec - Jakuševac više ne može zadovoljiti njihove potrebe, nužno je pronaći novo rješenje. Ideja je da se izgradi spalionica otpada koja bi ujedno proizvodila električnu energiju.

Prvotna lokacija nove spalionice trebala je biti na Savici, pokraj HEP-ove toplane, kako bi se što bolje iskoristila energija koju će proizvoditi. Kasnije je lokacija promijenjena na Resnik uz pročištač voda. Pročištač godišnje proizvede oko 100 000 tona mulja koji bi se trebao spaljivati u budućoj spalionici. Kapacitet buduće spalionice iznosi približno 300 000 tona. Zagreb pak proizvede godišnje oko 400 000 tona komunalnog otpada. Problem je u tome što spalionica očito ne može zadovoljiti potrebe Grada. Gdje će se onda odlagati preostalih 200 000 tona otpada? Na to pitanje odgovorni još uvijek nemaju konkretan odgovor.

Još jedno pitanje je gdje će se odlagati pepeo iz spalionice. Za to je predviđena lokacija u Dumovečkom lugu. Tamo bi se smjestio Centar za gospodarenje otpadom sa svim potrebnim sadržajima; mehaničko biološkom obradom i fizikalno kemijskom. Na njoj bi se odlagao i azbest i ostaci spaljenog komunalnog otpada.

Najveći problem koji udruge za zaštitu okoliša vide je što je cijeli projekt buduće spalionice otpada potpuno netransparentan. Prije dvije godine je napravljena studija utjecaja na okoliš koju se može dobiti na uvid samo ako ju se čita u Gradskom poglavarstvu. Također nije ni poznata tehnologija koja će se koristiti u budućoj spalionici. Čitava studija je napravljena na općenitim primjerima sličnih spalionica u svijetu.⁵

⁵ <http://www.zelena-lista.hr/eko-teme/41-zasto-ne-volimo-spalionice-otpada>

3.3 Split – slučaj Cemex

Zahtjev tvornice cementa Cemex da kao pogonsko gorivo koristi stare željezničke pragove, i to sve na 50 metara od prvih kuća uzburkala je splitsku i kaštelansku javnost prošle godine. Niz prosvjeda i okruglih stolova organizirano je od rujna 2011. kada su građani Kaštela, Solina i Splita upozorili na nedostatke Studije o utjecaju na okoliš za prihvrat, privremeno skladištenje i loženje drvnog otpada u tvornicama Sveti Juraj i Sveti Kajo, koju je izradila tvrtka Cemex.⁶ Građani su upozoravali na štetne posljedice za zdravlje koje uključuju povećanu smrtnost novorođenčadi i žena, te povećanu hospitalizaciju zbog bubrežnih bolesti i spontanih pobačaja u području od sedam kilometara od spalionice. Iako je tvrtka Cemex postavila informativni štand na splitskoj rivi prosvjednici su reagirali dosta negativno.

Prednosti koje bi donijelo spaljivanje otpada u tvornicama cementa u kaštelanskom zaljevu su mnogostruke. Prvenstveno, zbrinjavanje opasnog otpada koji trenutno truli nepropisno zbrinut na divljim odlagalištima bi svakako bilo ekološki dobro rješenje. Druga korist bi bio profit tvornice koja bi zahvaljujući otpadu imala jeftino gorivo. Ali takve koristi su ipak zanemarive ako je istina ono što kažu prosvjednici, a to je da filteri na dimnjacima tvornica nisu prilagođeni pročišćavanju opasnih dioksina i ostalih toksičnih plinova koji se pojavljuju pri spaljivanju.

3.4 Bečka spalionica

Bečka spalionica komunalnog i neopasnog industrijskog otpada nalazi se u centru grada u Spittelauu, ujedno je i gradska toplana, a opskrbljuje jednu četvrtinu grada strujom, grijanjem i toplom vodom. Građevina je u potpunosti prilagođena svim ekološkim standardima, a istovremeno je lijepa, dopadljiva i izuzetno privlačna turistima.

Ne može joj se pronaći gotovo nijedna zamjerka, a sve je to zasluga bečkih gradskih otaca i umjetnika Friedensreicha Hundertwassera, koji je od 1998. radio na njenom redizajnu.

Naime, stara je spalionica 1997. do temelja izgorjela u požaru. Odmah nakon požara pristupilo se obnovi, a dizajn eksterijera povjeren je Friedensreichu Hundertwasseru koji je kao zaljubljenik u prirodu i kao ekološki visoko osviješten čovjek osigurao da se pročišćavanje otrovnih plinova u energetsom postrojenju izvede usporedno s njegovim radovima na obnovi fasade i dimnjaka.

⁶ <http://www.tportal.hr/vijesti/hrvatska/183939/Kastela-U-boj-u-boj-za-zaljev-svoj.html#.UM8BF-Sr54N>

Ujedno je stvorio bajkovitu građevinu višebojne fasade, s terasastim vrtovima, pošumljenim krovovima, neobičnim 'bradatim' prozorima, a vizurom grada dominira tamnoplavi dimnjak sa osvijetljenom zlatnom kupolom. Postignut je idealan spoj umjetnosti i tehnologije, čemu svjedoči i velik broj turista koji svakodnevno obilaze spalionicu.⁷



Bečka spalionica otpada

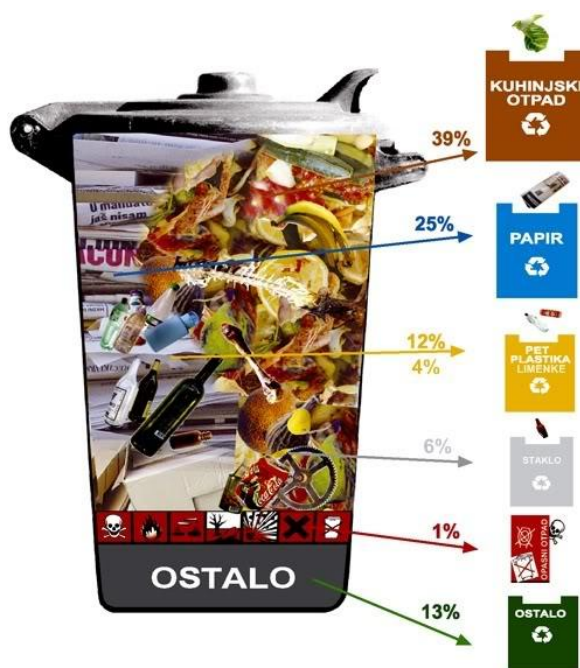
3.5 Spalionice otpada u ekonomskom kontekstu

Gospodarenje otpadom je u posljednjih nekoliko godina postalo novi fokus investicija upravo zbog ekonomske isplativosti dobre prakse zbrinjavanja otpada. Spalionice su također pridonijele tom razvoju. Koristeći otpad kao pogonsko gorivo spalionice mogu raditi kao toplane ili elektrane i time doprinijeti uštedi i smanjenju korištenja fosilnih goriva. Koliko pritom zagađuju i kolika je zapravo njihova iskoristivost još uvijek ostaju aktualna pitanja pri razvoju novih tehnologija. Ali dokaz isplativosti spalionica je možda podatak da postoje zemlje koje uvoze smeće. Među njima prednjači Švedska. Švedska je prošle godine uvezla 850 tisuća tona gorivog smeća, a ukupno je spalila 5,5 milijuna tona, a po dostupnim najavama o povećanju broja i kapaciteta spalionica, pretpostavlja se da će do 2016. uvoziti oko 2 milijuna tona smeća. Švedski energetske stručnjaci tvrde kako se nove spalionice grade kako bi koristile smeće iz drugih zemalja. Cilj im je u konačnici smećem zamijeniti druge vrste goriva. Švedske spalionice osim što su energetske isplativije - iskorištavaju 90 posto energije smeća, mnogo više nego pri uobičajenoj proizvodnji struje - spalionice smeća iznimno pridonose očuvanju okoliša jer koriste otpad s odlagališta na kojima

⁷ <http://www.zamirzine.net/spip.php?article2615>

se stvara golemi dio ukupne emisije stakleničkog plina metana. Prema izračunima spaljivanjem tone smeća, 500 kilograma ugljičnog dioksida manje se ispusti u atmosferu nego ako ga se ostavi na odlagalištu.⁸

I dok neki govore o isplativosti spalionica zbog rješavanja problema otpada, nabave jeftinog goriva za toplane, cementare ili elektrane, drugi ističu da nije sve tako dobro kao što se želi prikazati. Najčešće primjedbe su upućene upravo na račun spaljivanja potencijalno korisnih materijala koji bi se mogao ponovno iskoristiti nakon reciklaže. Većina komunalnog otpada se može reciklirati i to mu daje dodatnu vrijednost u smislu resursa, koja se spaljivanjem nepovratno gubi.



Struktura komunalnog otpada

Osim toga spalionice, prema kritičarima, ne rješavaju ni problem zbrinjavanja otpada jer se spaljivanjem krutog otpada njegova masa umanjuje za 70% dok 30% i dalje ostaje u obliku opasnog toksičnog pepela.

Nadalje ističe se znatna potrošnja energije tj. goriva za rad spalionice. Ako se pretpostavi da je potrebno 0.25 metra kubna plina za izgaranje 1 kilograma otpada (potrošnja spalionica je od 0.12 do 0.42), a cijena plina 2.2 kune po metru kubnom onda je potrošnja jedne takve spalionice ako spali 300 000 tona otpada jednaka 165 milijuna kuna. Dodatni problem je i emisija ugljikovog dioksida koji nije samo nusprodukt izgaranja plina nego i nusprodukt izgaranja otpada koja se također plaća

⁸ <http://www.tportal.hr/vijesti/svijet/228501/svedska-postala-najveci-uvoznik-smeca-u-EU.html#.UM8BGOSr54O>

ako prekorači dozvoljene vrijednosti. Iz te perspektive, spalionica je ogroman trošak kao što pokazuje primjer spalionice u Detroitu koja je u dugu od više od milijardu dolara.⁹

Alternativa spalionicama je gradnja reciklažnih dvorišta. Recikliranje daje veliki doprinos ekonomiji i pomaže povećanju znatnog broja zaposlenih. Recikliranje stvara ili širi posao prikupljanja, procesuiranja, i dovodi obnovljene materijale ponovno na burzu, kao i kompanijama koje proizvode i distribuiraju proizvode sa ponovno obnovljenim resursom. Brojne studije pokazuju kako milijuni uloženi u reciklažu zapošljavaju tisuće ljudi. Osim toga recikliranje štedi i prirodne resurse. Praksa u svijetu pokazala je kako je sortiranje i recikliranje otpada daleko isplativija metoda od održavanja pogona za spaljivanje.¹⁰

Iako su uvjerenja obje strane poprilično čvrsta, a argumenti nekada proturječni, jasno je da je odvajanje, razvrstavanje i recikliranje otpada jedan od najboljih načina gospodarenja otpadom. Ali nije sav otpad moguće reciklirati i postoji određena količina koju bi nakon reciklaže svejedno trebalo negdje odložiti. Tada nastupaju spalionice otpada. Racionalno korištenje tada više ne bi bilo upitno jer bi umjesto ekološki manje prihvatljivog odlaganja otpada na odlagalištima isti bio još jednom iskorišten. Pogotovo ako se spaljivanje odvija u plazma spalionicama koje gotovo uopće nisu štetne za ljudsko zdravlje. Ekonomska korist bi u tom slučaju bila maksimalna.

⁹ <http://soszagreb.blog.hr/2007/10/1623465352/o-potrosnji-plina-i-troskovima-vezanim-uz-rad-spalionice.html>

¹⁰ <http://blog.dnevnik.hr/soszagreb/2007/05/1622683441/alternativa-spalionici-otpada.html>

4. Spalionice otpada iz perspektive zaštite okoliša

Iz prethodnih poglavlja moglo se zaključiti da iako su spalionice ekonomski isplative ako se koriste na ispravan način da još uvijek postoji dosta velik otpor društva prema njihovoj primjeni. Razlog tome je često upravo ekološki segment problematike spalionica. Spalionice koje koriste staru tehnologiju opasne su po zdravlje stanovnika i okoliša u njihovoj blizini zbog ispušnih plinova koji se pojavljuju u procesu spaljivanja otpada i zbog pepela koji preostaje kao nusprodukt spaljivanja.

4.1 Ekološki nedostaci spalionica otpada

Mnogi su eko aktivisti zagriženi protivnici spalionica i svoje stavove potkrepljuju primjerima ozbiljnog narušavanja prirodne ravnoteže i ljudskog zdravlja od strane spalionica. Aktivisti također rado koriste primjer Beča, ali u kontekstu opasnosti koju spalionica otpada predstavlja. Beč trenutno ima 2 spalionice otpada u gradu: Spittelau, koja je poznata po tome što služi i kao primjer zagovaračima spaljivanja te Flötzersteig, koja je samo u rujnu 2004. godine, 12 puta ispustila više od dopuštene razine Sumpor-dioksida. Ta spalionica je do sada imala više kvarova i požara koji su uzrokovali velika zagađenja. Do sada nisu rađene nikakve studije na temu zdravlja ljudi koji žive u blizini spalionice, no velike razine teških metala su zabilježene na voću i povrću koje je uzgajano u blizini spalionice.

The Spittelau spalionica otpada je renovirana nakon što ju je požar oštetio. Lokalno stanovništvo se oštro protivilo renoviranju spalionici, te su zahtijevali da se u potpunosti prekine sa spaljivanjem otpada u gradu. Lokalne vlasti su podijelile opoziciju atraktivnim dizajnom spalionice. Usprkos renovaciji, 4. srpnja 2002. u spalionici izbija požar te se okolica opet onečišćuje.

U sklopu renoviranja postrojenja instalirana je skupa oprema za kontrolu čistoće zraka, no i sve što filteri zaustave završava u letećem pepelu i ostacima iz filtera, tako da je pepeo iz Spittelaua iznimno toksičan (koncentracija dioksina je 2160 ng TEQ /kg). Toksični ostaci iz filtera se odvoze u stari rudnik soli u Njemačkoj, gdje je lokalno stanovništvo također prosvjedovalo. U tom slučaju odlagališta postaju vremenske bombe dioksina za lokalne izvore vode.

Ono što aktivisti jasno ističu jest da nijedna od 3 različite kategorije pepela nije inertna, upravo suprotno, većina tog otpada je vrlo je opasna po okoliš ali i ljudsko zdravlje. Među pepelom se može naići i na različite otrovne substance poput dioksina, furana, teških metala, žive, olova, arsena, kalija, talija, kadmija, kroma,

berilija itd. A kako se pepeo mora nekako odložiti on postaje izvor opasnosti i za prirodu i za ljude.

Pepeo iz spalionice, dijelom leteći pepeo, vrlo je opasan i treba sa njim rukovati na posebne načine. U pokušaju da riješe problem odlaganja pepela neke spalionice su predložile korištenje istog za izgradnju cesta. Takav način zbrinjavanja tog opasnog pepela rezultirao je brojnim zdravstvenim problemima stanovništva.

U Newcastleu, Engleska, pepeo iz Byker spalionice upotrebljavao se za puteve, parkove pa čak i školska igrališta. Zabrinuti zbog sigurnosti takvog načina deponiranja pepela, lokalne zajednice su tražile nezavisne agencije CAT (Communities Against Toxics) da ispituju područja gdje se pepeo odlaže i da se utvrdi količine otrova u istom.

Testovi su pokazali opasno visoke razine dioksina, aresena, olova i mnogih drugih otrova. U daljnjim istraživanjima su im pomogli i Njemački znanstvenici iz Hamburga, Ergo Laboratories. Ispitali su uzorke iz 23 različita područja širom Newcastlea. Testovi su pokazali da je koncentracija dioksina bila nevjerovatnih 9500 nanograma I-TEQ/kg, u usporedbi sa dozvoljenim vrijednostima od 5 nanograma I-TEQ/kg.

Osim pepela koji zagađuje tlo i vodu spalionice imaju i problem ispušnih plinova. Prva znanstvena studija koja je pokazala kako učestalost pojave raka ovisi o prostornoj udaljenosti od spalionice otpada objavljena je 1996. godine (British J. Cancer). Studija je pokazala da ljudi koji žive u područjima 7,5 kilometara udaljenima od spalionice otpada češće obolijevaju od raka pluća, želuca, debelog crijeva... Studija je provedena na velikom uzorku ljudi (više od 14 milijuna) i uključila je 72 spalionice otpada na području Velike Britanije.¹¹

Kao primjer ekološkog osvještavanja i napuštanja opasnih praksi spaljivanja otpada često se ističe Japan koji je nakon velikog entuzijazma spram spalionica otpada kojih je tada bilo čak 2000 polagano prešao na recikliranje. Razlog tomu bile su nedvosmislene studije tamošnjih znanstvenika koje su potvrdile da osim dioksina, prilikom spaljivanja otpada nastaju i drugi otrovni aromatski ugljikovodici (primjerice furani), zatim teški metali (živa, olovo, krom, arsen i berilij), kao i toksični plinovi poput klorne i fluorne kiseline, dušikovi i sumporni oksidi koji osim što vrlo negativno utječu na zdravlje ljudi i životinja, uništavaju okoliš i prirodu.¹²

¹¹ <http://soszagreb.blog.hr/2007/10/1623444001/za-i-protiv-spalionice.html>

¹² <http://www.zamirzine.net/spip.php?article5059>

4.2 Cementare kao spalionice

Još je gora alternativa spaljivanje otpada u cementarama. U istraživanju koje je za jednu općinu u Njemačkoj proveo neovisni institut za primijenjena ekološka istraživanja, Öko-Institut, Darmstat, kao jedna od opcija zbrinjavanja otpada razmatrana je i mogućnost njegovog spaljivanja u tvornici cementa. Sukladno zahtjevima koji se postavljaju pred onoga tko želi otpad zbrinuti na suvremeni način, Öko-Institut je svoju prosudbu različitih varijanti zbrinjavanja otpada temeljio na slijedećim kriterijima:

- a. Oslobođanje organskih spojeva u postupku zbrinjavanja
- b. Stvaranje novih anorganskih spojeva u postupku zbrinjavanja
- c. Ponovno vraćanje teških metala iz otpada u kružne tokove tvari

Zaključci istraživanja osporili su korist od spaljivanja otpada u cementarama po sva tri kriterija.



Tvornica cementa u službi spalionice

a. Oslobođanje organskih spojeva (dioksini, furani)

Postupcima zbrinjavanja u kojima se otpad spaljuje (spalionice, tvornice cementa) na visokim temperaturama, uništavaju se dugoživi organski spojevi u otpadu, ali pritom nastaju novi (kemijska reakcija poznata pod imenom *de-novo-sinteza*) kao npr.

u slučaju dioksina, pa sveukupno može doći do povećanja količine dioksina. Novonastali organski spojevi putem zraka i šljake ponovno dospijevaju u kružni tok tvari. Do emisija lako hlapljivih organskih spojeva u industriji cementa dolazi na onim mjestima u procesu proizvodnje gdje zbog nižih temperatura ne dođe do potpunog izgaranja organskih spojeva iz otpada. Zbog specifičnih uvjeta proizvodnje u cementnoj industriji, može se računati s relativno ograničenim stvaranjem novih organskih spojeva u odnosu na spalionice, ali je zbog lošijeg pročišćavanja dimnih plinova u tvornicama cementa emisija organskih spojeva u okoliš jednaka onoj iz spalionica.

b. Stvaranje novih anorganskih spojeva (NOX, SO2)

U svim procesima gorenja dolazi do stvaranja dušikovih oksida čija količina ovisi o vrsti goriva, načinu i uvjetima izgaranja. Cementna industrija na poseban način ima problema sa stvaranjem dušikovih oksida. Uvjetovano visokim temperaturama i viškom zraka potrebnim u procesu proizvodnje, stvaraju se i emitiraju velike količine NOX koje dospijevaju u atmosferu. Tu dolazi do reakcija u kojima se stvara dušična kiselina. Ona uzrokuje kisele kiše, opasna za okoliš i zdravlje ljudi. Osim dušikovih oksida, tvornice cementa emitiraju i velike količine SO₂. Izgaranjem otpada, količine SO₂ se povećavaju. Pritom lako hlapljivi spojevi sumpora u dimnim plinovima izlaze u atmosferu gdje oksidacijom nastaje sumporna kiselina, također uzročnik kiselih kiša.

c. Ponovno vraćanje teških metala u kružni tok tvari

Cementna industrija sve više nastoji dio primarnog goriva (ugljen, teško ulje) zamijeniti sekundarnim (rabljene gume, staro ulje, plastika) koje sadrži daleko veće količine teških metala od primarnog goriva. Proizvodni proces se odvija pri visokim temperaturama (1450°C). Pri tim se temperaturama u nekoj vrsti termičke destilacije teški metali o odvajaju iz sirovina i goriva, da bi se na nižim temperaturama kondenzirali i prešli na prašinu ali i na sirovinu. Na taj način dolazi do kontinuiranog koncentriranja teških metala u tzv. unutarnjem kružnom toku. K tome, koncentracija teških metala povećava se dodatno i iz tzv. vanjskog kruga: naime, prašina iz filtra koja sadrži teške metale miješa sa sirovinom i ponovno vraća u proces proizvodnje. Tako povećana koncentracija uvjetuje i sve veće emisije lakohlapljivih teških metala i sve veću opasnost od prašine, posebno kada prašina zbog nestabilnosti u procesu proizvodnje koje dovode do isključenja filtra, dospije u okoliš. Ovo posebno vrijedi za teško hlapljive teške metale (olovo, cink, arsen, krom) koji su pri temperaturi pri kojoj plinovi prolaze kroz filter (110°C) skoro isključivo vezani na čestice prašine. Lakohlapljive teške metale (živu, talij, kadmij) postojeći filtri teško mogu zadržati budući da najvećim dijelom kroz filtre prođu u plinovitom stanju. Zbog gore opisanog dolazi do koncentriranja teških metala; emisije talija iznose do 95% količine unesene u proces proizvodnje, emisije žive iznose više od 90%.

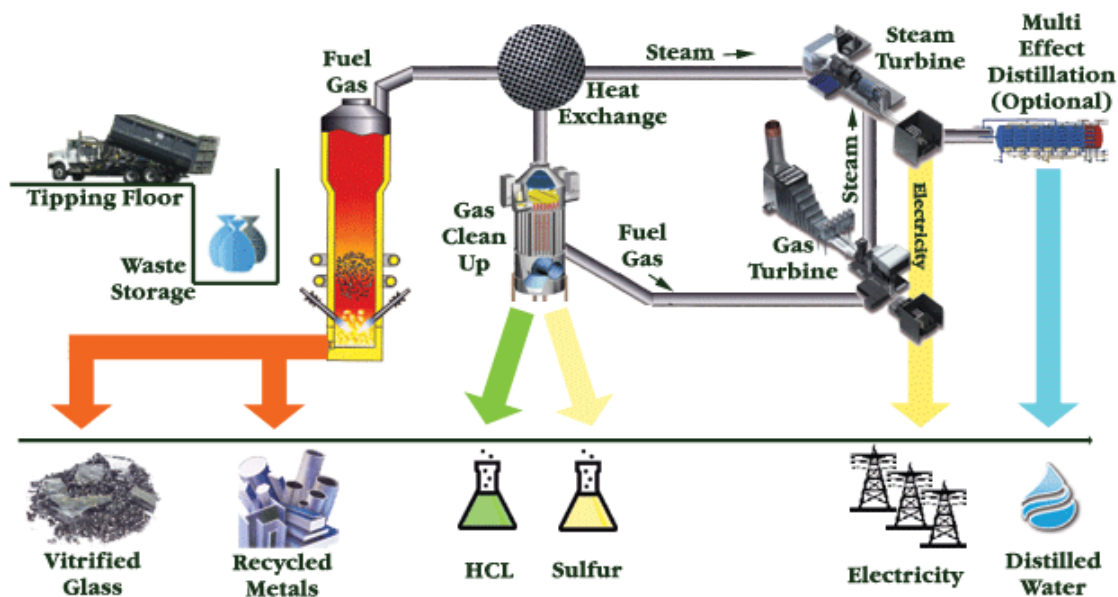
Onaj dio teških metala koji nije kroz dimnjak dospio u okoliš u plinovitom stanju, taloži se i koncentrira u klinkeru, ili pak dospijeva u gotov proizvod (cement) jer se klinkeru dodaje prašina iz filtra. Tako se preko gotovog proizvoda ove opasni otrovi ponovno vraćaju u kružni tok tvari te postoji opravdana bojazan od zdravstvenih posljedica (alergeni i kancerogeni učinci) kod onih koji su u direktnom dodiru s cementom kao i od budućih zagađivanja tla i vode zbog ispiranja teških metala iz građevinskog otpada.¹³

4.3 Nove tehnologije spalionica usmjerene na ekologiju

Zagovornici spalionica s druge strane ne poriču štetnost na koju upozoravaju aktivisti ali zato jasno daju do znanja da je tehnologija spalionica uznapredovala i da su primjeri iz prošlosti poslužili kao dobre lekcije. Spalionice danas nisu štetne koliko su prije bile. U tom se smislu pozivaju na relevantna znanstvena istraživanja koja govore kako su emisije toksičnih i kancerogenih spojeva iz spalionica male u usporedbi s drugim izvorima zagađenja, te da su njihovi utjecaji na zdravlje ljudi i stanje okoliša danas mali. Istraživanja govore o tome kako su emisije dioksina iz spalionica otpada u Irskoj 2000. godine sudjelovale samo s 1% ukupnih emisija dioksina u Irskoj, odnosno da je većina dioksina nusprodukt spaljivanja otpada u domaćinstvima.

Nada se najviše polaže u daljnji razvoj takozvane plazma tehnologije koja bi omogućila još manje zagađenja. Spalionice otpada koje su ekološki prihvatljive i ne utječu emisijama na zdravlje ljudi i okoliša su u razvijenom svijetu česta pojava.

¹³ http://www.lerotic.de/cementara_spaliona/index.html



Plazma tehnologija

Ova tehnologija nema emisija dioksina i furtana, a emisije ostalih opasnih tvari su znatno manje i u okviru propisanih normi ne štetnih za ljudsko zdravlje. Također važan element ove tehnologije jest znatno smanjena emisija sumporovog dioksida i ostalih elemenata zaslužnih za pojavu kiselih kiša.

Nova tehnologija je ekološki izuzetno prihvatljiva, no njena ekonomska cijena je vrlo visoka. Zbog toga nije realno za očekivati da će se ovakve spalionice izgraditi i u zemljama u razvoju ili nerazvijenim zemljama. Nerazvijene zemlje i zemlje u razvoju vrlo često su veliki uvoznici otpada te je s time situacija još teža.

5. Zaključak

Otpad je direktna posljedica života u modernom društvu. Odnos prema otpadu, stupanj ekološkog zbrinjavanja te senzibiliziranost javnosti s potrebnom zaštite okoliša ukazuju na stupanj razvoja nekog društva. Mogućnosti zbrinjavanja otpada su mnogostruke. Jedan od tih načina je i termička razgradnja u spalionicama. Spalionice otpada su relativno novo rješenje u dugoj povijesti nastojanja da se otpadom gospodari ne samo ekološki učinkovito već i ekonomski isplativo. Od njihove pojave početkom devetnaestog stoljeća do danas, prijeđen je dug put, učinjene su mnoge pogreške, no nepobitno je da se bez spalionica otpada ne može. U najnovije vrijeme osim što koriste za spaljivanje otpada, spalionice sve više preuzimaju ulogu toplana ili elektrana. Na taj način njihova ekonomska opravdanost sve više dobiva na značaju.

U Republici Hrvatskoj praksa spaljivanja otpada tek je u povojima. Javno mnijenje je nepovoljno, građani su negativno okrenuti prema toj tematici, te ne postoji prava politička volja da se ovaj problem riješi. No, ulaskom u Europsku Uniju, morat ćemo pronaći rješenje koje će zadovoljiti naše građane i stroge direktive Unije u vezi zbrinjavanja otpada. Idealan način je, dakako, recikliranje. No, građanska svijest u našoj zemlji nije ni izbliza dovoljno razvijena. Osim građanske svijesti, veliki problem predstavlja izostanak infrastrukture koja bi podržala ovakav način zbrinjavanja otpada. Kada bi ovi preduvjeti i postojali, dio otpada se ne može zbrinuti recikliranjem. Za takav otpad najbolje rješenje je spalionica otpada. Trenutno se u Republici Hrvatskoj većina otpada odlaže na deponije koji su pretrpani, a mnogi nisu izgrađeni prema standardima zaštite okoliša. Ovakvo stanje je alarmantno te još jasnije ukazuje na potrebu za kvalitetnim spalionicama otpada.

Postoji mnogo vrsta i namjena spalionica. Moderni trendovi ukazuju da je ekološki najprihvatljivija vrsta spalionica, spalionica koja koristi plazma postupak. Tim postupkom uništava se gotovo 99% otpada, a cijeli proces je ekološki prihvatljiv. Na žalost, ovakve spalionice su danas rijetkost. Razlog je u njihovoj cijeni. Izgradnja takve spalionice toliko je skupa da si ih mogu priuštiti samo najrazvijenije i ekonomski najsnažnije zemlje kako što su Japan, Švedska, Francuska i Finska. Sve to nas navodi na zaključak da u Republici Hrvatskoj nije moguće izgraditi ovakvu spalionicu. No, neko rješenje se mora pronaći. Da li ćemo se opredijeliti za manje zahtjevnije, ali i manje učinkovite spalionice, da li ćemo se okrenuti izvozu otpada ili ćemo se prikloniti podizanju svijesti i izgradnji infrastrukture potrebne za recikliranje, pokazati će vrijeme. Spalionice ostaju jedan od potencijalnih rješenja. Kojim god putem krenuli bez senzibilizacije i osvještavanja građana, bez ozbiljnije nacionalne kampanje za zbrinjavanje otpada i ekološke svijesti, pozitivni rezultati će izostati.

Literatura

1. Zbrinjavanje otpada u RH hrcak.srce.hr/file/7470
2. http://www.gfv.unizg.hr/modules/m_gfv/zavrsni_diplomski_radovi/strahija_petra.pdf
3. http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjers_tvo_zastite_okolisa/10.pdf
4. http://www.gfv.unizg.hr/modules/m_gfv/zavrsni_diplomski_radovi/strahija_petra.pdf
5. <http://www.zelena-lista.hr/eko-teme/41-zasto-ne-volimo-spalionice-otpada>
6. <http://www.tportal.hr/vijesti/hrvatska/183939/Kastela-U-boj-u-boj-za-zaljev-svoj.html#.UM8BF-Sr54N>
7. <http://www.zamirzine.net/spip.php?article2615>
8. <http://www.tportal.hr/vijesti/svijet/228501/svedska-postala-najveci-uvoznik-smeca-u-EU.html#.UM8BGOSr54O>
9. <http://soszagreb.blog.hr/2007/10/1623465352/o-potrosnji-plina-i-troskovima-vezanim-uz-rad-spalionice.html>
10. <http://blog.dnevnik.hr/soszagreb/2007/05/1622683441/alternativa-spalionici-otpada.html>
11. <http://soszagreb.blog.hr/2007/10/1623444001/za-i-protiv-spalionice.html>
12. <http://www.zamirzine.net/spip.php?article5059>
13. http://www.lerotic.de/cementara_spaliona/index.html