

Uloga cementne industrije BiH u sistemu upravljanja otpadom

U ovom radu su prikazani: pregled industrije cementa, stanje upravljanja otpadom i strategija snabdjevanja energijom u BiH, svjetska iskustva u primjeni alternativnih energenata u proizvodnji cementa i tehnički uslovi za njihovo korištenje, uticaj na tehnološki proces i svojstva primarnog proizvoda, uticaj na okolinu i mjere zaštite, važeći svjetski propisi, te prijedlog uputstva za rad komisije za procjenu uticaja na okolinu za zahvate uvođenja otpada kao goriva u našoj cementnoj industriji.

Ključne riječi: cementna industrija, energija, zaštita životne sredine

1. UVOD

S izuzetkom Centra za prikupljanje infektivnog medicinskog otpada, koji je smješten u krugu Opšte bolnice „Sveti apostol Luka“ u Doboju, gdje se gaze, tuferi, infuzije, igle, šprice i drugi infektivni otpad sterilizacijom prevodi u bezopasa za okolinu i odvozi zajedno sa ostalim smećem na gradsku deponiju, u BiH danas gotovo i ne postoje savremena postrojenja, posebno za termičku obradu, u pravilu vrlo složenu i skupu. U slijedećih nekoliko godina nije realno očekivat brži razvoj novih kapaciteta postrojenja za obradu.

S druge strane, svjetska iskustva i preliminarne analize sprovedene u BiH upućuju na to da je, uz uvažavanje tačno utvrđenih tehničkih uslova i organizacionih procedura, moguće zbrinjavanje mnogih vrsta otpada u postrojenjima cementne industrije uz ostvarenje znatnih ušteda i bez štetnog uticaja na životnu sredinu. Obradeni se otpad pri tom koristi kao tzv. alternativno gorivo, te zamjenjuje klasične energetske izvore koji u BiH nedostaju i dosta su skupi.

Prihvatanje prakse upotrebe odnosno obrade otpada do nivoa alternativnog energenta te korištenje u cementnoj industriji predstavlja izuzetno složen zadatak. Tu se prvo ukrštaju interesi cementne industrije i proizvođača otpada. U Republici Srpskoj donešen je Pravilnik o uslovima za rad postrojenja za spaljivanje otpada[1] sa odredbama za cementne peći u kojima se vrši spaljivanje otpada, a u FBiH donešen je Pravilnik o uslovima za rad postrojenja za spaljivanje otpada[2] za cementne peći u kojima se vrši spaljivanje otpada sa graničnim vrijednostima emisija. Nema dostupnih propisa na nivou države kojim bi se zaustavilo zatrpavanje divljih deponija i opšte zagađenje životne sredine. Ne postoji ni razvijeno tržište otpada koje bi pospješilo razvoj postrojenja za obradu

otpada. Zato je nužno pristupiti istraživanjima čiji će rezultat biti studija koja bi trebala predstavljati napredak u zbrinjavanju otpada i ekonomičnijem korištenju prirodnih resursa. Početno se ističu slijedeće prednosti takvog istraživanja:

- relativno velik kapacitet postojećih BiH tvornica cementa i dobra razvojna perspektiva (kao rezultat nedavne modernizacije Tvornica cementa Kakanj je povećala godišnji kapacitet na preko 600.000 tona cementa, a Fabrika cementa Lukavac postojeći godišnji kapacitet od 600.000 tona, poslije rekonstrukcije rotacione peći, će povećati na 1.4 miliona tona cementa u 2009. godini.

- nedovoljne alternativne mogućnosti obrade u BiH.

2. ISKUSTVA S UPOTREBOM OTPADA U CEMENTNOJ INDUSTRIJI

Industrija cementa se na samom početku suočila sa problemima zaštite životne sredine. Dugo vremena se gotovo isključivo govorilo o prašini i njenim štetnim efektima na okolinu tvornica cementa. Odavno se mislilo da je tvornica cementa, emisijom prašine u okolinu masovni zagađivač vazduha [3]. Čestice prašine znatno su veće od čestica dima, pa se zato i brže talože i nestaju iz atmosfere. Usavršavanjem uređaja za otprašivanje i modificiranim metodama izgaranja goriva, količina ispuštene prašine, uz kontinuiran rad tvornice cementa, može se svesti i ispod 50 mg/m^3 .

U rotacionim pećima za cement, temperatura materijala je oko 1450°C , a temperatura plinova i do 2000°C . Zato je i koncentracija NO_x -oksida u izlaznim plinovima relativno visoka i varira u širokim granicama. Novi gorionici s recirkulacijom plina i stabilizatorom plamena su inicijatori za niski sadržaj azotnih oksida. Dosadašnji ostvareni rezultati su ekonomski opravdani, jer su troškovi niži od drugih mjera snižavanja NO_x -oksida.

Adresa autora: Panevropski univerzitet APEIRON, Banja Luka

Kao alternativni energenti u cementnoj se industriji koriste najviše:

- otpadna ulja i zauljene otpadne materije,
- korištene automobilske gume,
- gorivi dio komunalnog i ambalažnog otpada (RDF-Residue Derived Fuel),
- drveni otpad,
- mulj otpadnih voda,

Primjena otpadnih materija kao alternativnih goriva u cementnoj industriji počela je 70-tih godina (posebno u SAD i Italiji) i od tada je broj tvornica cementa u svijetu, koje koriste alternativno gorivo i sirovine u stalnom porastu.

U Njemačkoj je to posebno izraženo zbog strogih mjera za deponovanje poslije 1999.godine i restriktivnih kriterija poslije 2005.godine u pogledu odlaganja kućnog i sličnog otpada, te mulja od pročišćavanja otpadnih voda (ograničenje: gubitak žarenjem < 5%, TOC<3%). Takvi zahtjevi uslovljavaju predobradu otpada, kako bi se smio odlagati na deponiju, ili ga treba riješiti termičkom obradom[4]. Neke fabrike cementa pokrivaju do 70% svojih potreba za toplotnom energijom koristeći alternativna goriva. Među značajnim korisnicima otpada su tvornice kompanije Readymix u mjestima Rüdersdorf, Beckum i Erwitte, od kojih posljednja sama priprema gorivo iz komunalnog otpada. Inače se selektiranjem otpada i pripremom goriva bave specijalizirane firme kao Retzman, MBM i druge. Tvornicama koncerna Heidelberg Zement je dopušteno da zamjene do 60% uobičajenog goriva otpadom odnosno alternativnim gorivom.

U Švicarskoj su nadležni upravni organi zajedno s industrijom zaključili i dogovorili „pozitivnu listu otpada“ koji se može koristiti u tvornicama cementa [5]. Cilj je švicarske cementne industrije da do 2010. godine postigne nivo zamjene konvencionalnih goriva alternativnim do 90%. Na taj bi se način do kraja 2010.godine u cementnoj industriji dostigao nivo zbrinjavanja od oko 600.000 tona otpada godišnje, što odgovara jednoj šestini ukupne količine otpada u Švicarskoj. U korištenju alternativnih goriva istuče se tvornice grupacije Holderbank u Untervazu, Siggentalu i Rekingenu, a od 80 tvornica cementa ove grupacije u svijetu 44 ih koristi alternativna goriva. Prosječan udio zamjene konvencionalnih goriva alternativnim je 11%, a tvornica Ciments d'Obourg u Belgiji postiže 80-90% supstitucije, te je troškove za gorivo svela na nulu.

U Norveškoj su prije sistemskog uvođenja zbrinjavanja otpada u tvornicama cementa urađena ispitivanja termičke obrade otpada pri čemu se posebna pažnja poklanjala emisijama sistema peći. Norveška analiza ekonomičnosti korištenja otpada u tvornicama

cementa pokazuje, da se investicije u prilagođavanju sistema peći za prihvaćanje alternativnih goriva vraćaju kroz nekoliko godina. Značajna je upotreba alternativnih goriva u tvornicama Dalen, Brevik, Kjopsvik, Slemmenstad.

Iako je u Holandiji vrlo jak pokret zelenih, dozvoljeno korištenje alternativnih goriva u visokom procentu u industriji cementa dokazuje djelotvornost takvog zbrinjavanja otpada.

Italija ima mnogo iskustva u primjeni alternativnih goriva u čemu se istuče firma Ambiente koja je potpuno adaptirala tvornicu cementa u Raveni za termičku obradu otpadnih materijala, te firma Cementerie Merone.

U Austriji je tvornica Gmünder Zementwerk Harschek AG u 1995.godini utrošila svega 36% energije iz klasičnih fosilnih goriva (ugalj, zemni plin, teško ulje), uz 17% iz automobilskih guma i 47% iz tečnih otpadnih materija. Ta je tvornica dobila i posebnu ekološku nagradu pokrajine Oberösterreich.

U Velikoj Britaniji firma Blue Circle Westbury Works troši gorivo iz komunalnog otpada od 1977. godine, a od 1985. godine koristi kao alternativno gorivo stare automobilske gume u tvornicama BC Hope Works odnosno BC Plymstock Works.

U Francuskoj je još 1993.godine u 21 tvornici cementa termički obrađeno oko 340.000 tona otpada, u odnosu na oko 700.000 tona u 26 specijaliziranih spalionica. Firma Ciments Francaise Beaucaire već je 1990. godine supstituirala oko 7% energije alternativnim izvorima kao katran, stara ulja i sl. u količini od 104.000 tona.

U SAD se otpad termički obrađuje u tvornicama cementa od 1970.godine uz strogo praćenje uticaja na okolinu. Nakon što je EPA (Environment Protection Agency) 1976. godine donijela uredbu o zaštiti i obnovi resursa, praksa korištenja goriva iz otpada naglo se proširila. Tako je 1992.godine oko 25 tvornica cementa upotrebilo oko milion tona otpada kao alternativno gorivo.

U Kanadi je 1994. godine 5 tvornica upotrebljavalo otpad kao gorivo. Tri tvornice u državi Quebec spaljuju godišnje 9-21.000 tona otpadnih ulja, a firma Lafarge Brookfield u državi Nova Scotia troši nekontaminirana stara ulja, te planira zamjenu 50% energetskih potreba s oko 27 miliona litara otpadnih goriva. U državi Alberta jedna tvornica cementa troši godišnje oko 750.000 komada automobilskih guma i time zamjenjuje oko 10% zemnog plina.

Do sada nema praktičnih iskustava s obradom/upotrebom otpada u cementnoj industriji BiH i pored toga što su obadvije cementare (Tvornica cementa Kakanj i Fabrika cementa Lukavac) privatizirane od strane Heidelberga i Alas International AG. Management Tvornice cementa Kakanj svjestan svoje od-

govornosti prema okolini i lokalnoj zajednici, odlučio je rad tvornice uskladiti sa svim relevantnim zakonima o životnoj sredini kako na lokalnom, tako i na federalnom i državnom nivou. Cilj je minimizirati nepovoljan uticaj na okolinu. Prije privatizacije tvornica u Kaknju se suočavala sa mnogim ekološkim izazovima. Glavni problem su predstavljale visoke emisije prašine zbog zastarjelog elektrofiltera koji se koristio za otprašivanje. Poslije privatizacije emisije su ispod 50 mg/m^3 i ispod nivoa dozvoljenih zakonom. Dopunskim planom aktivnosti, od januara 2007. godine, management Tvornice cementa Kakanj želi kao alternativno gorivo koristiti upotrebene automobilske gume [6], međutim te su aktivnosti usporene pod pritiskom lokalne zajednice.

3. TEHNIČKE PRETPOSTAVKE UPOTREBE OTPADA U CEMENTNOJ INDUSTRIJI

Mogućnost korištenja alternativnog goriva – otpadnih ulja, solidifikata, korištenih automobilskih guma i sl. u pećima za cementni klinker kao poseban vid zbrinjavanja otpada povezan je sa znatnim energetskim uštedama. Proizvodnja cementa spada u red industrijskih grana s najvećom potrošnjom električne i toplotne energije po jedinici proizvoda [7]. Kod tzv. suhog postupka proizvodnje portland cementnog klinkera, kakav je danas u BiH tvornicama, troši se, zavisno od tehničko-tehnološke opremljenosti proizvodne linije, oko 100 kWh/t cementa i oko $3,3 - 3,6 \text{ GJ/t}$ klinkera.

Energetske bilanse BiH energetskog sistema za razne moguće vidove razvoja BiH u budućem periodu pokazuju, da će energetske potrebe zemlje rasti u različitom obimu, pa bi, osim potrebe za sistemskim zbrinjavanjem otpada u kontekstu održivog razvoja, energetska iskorisćenost otpada i zbog toga moralo naći svoje mjesto u našoj energetskej politici.

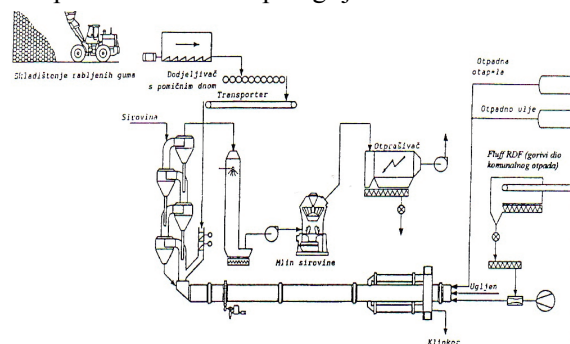
Glavni sastojak cementa-portland cementni klinker dobiva se pečenjem na visokoj temperaturi sirovine koja se uglavnom sastoji od krečnjaka, lapora i/ili gline, te po potrebi komponenata za korekciju sastava klinkera (kvarcni pijesak, željezna ruda, boksit i dr.). Svrha je procesa pečenja da se oksidi prisutni u sirovini spoje u minerale (kalcijevi silikati, aluminati i feriti) koji su nosioci svojstava cementa.

Osim četiri glavna oksida ($\text{CaO} \sim 65\%$, $\text{SiO}_2 \sim 22\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 \sim 6\%$ i $\text{Fe}_2\text{O}_3 \sim 2,5\%$), u klinkeru su prisutni i „minor“ oksidi (MgO , SO_3 , K_2O , i Na_2O) u koncentracijama manjim od 2% , te još neki sastojci (TiO_2 , Cr_2O_3 , Mn_2O_3 , P_2O_5 , Cl , F i dr.) koji se javljaju u tragovima-do $0,2\%$. S aspekta zbrinjavanja otpada u cementnoj industriji važno je spomenuti da iz sirovine i iz goriva u klinker dolaze i teški metali u slijedećim koncentracijama (mg/kg): Hg-0,15; Cd-1,50; Sb, Be-5; Sn, Ag, Co-40; As, Pb, Cu-80; Ni-140; Cr, V-200; Zn-350; Ba-1000.

Prilikom pečenja sirovina se zagrije na temperaturu do 1450°C , a temperatura dimnih plinova dostiže i do 2000°C . Poslije zadržavanja kroz 5-7 sekundi uz višak kiseonika 2-3% sagorjeli plinovi još uvijek imaju temperaturu $1000-1200^\circ\text{C}$. Navedeni uslovi omogućuju potpunu razgradnju i razaranje svih organskih spojeva u najnepovoljnijem slučaju do tragova CO.

Dimni plinovi iz peći i predgrijača vode se dalje kroz sistem mlina i eventualno sušare sirovine, da bi se rekuperirala toplota (temperatura plinova na izlazu iz predgrijača je oko 350°C).

Shema procesa pečenja cementnog klinkera s mjestima mogućeg dodavanja alternativnih goriva data je na slici 1, a uslovi u cementnim pećima suhog postupka sa ciklonskim predgrijače u tabeli 1.



Slika 1-Shema proizvodnog procesa pečenja klinkera

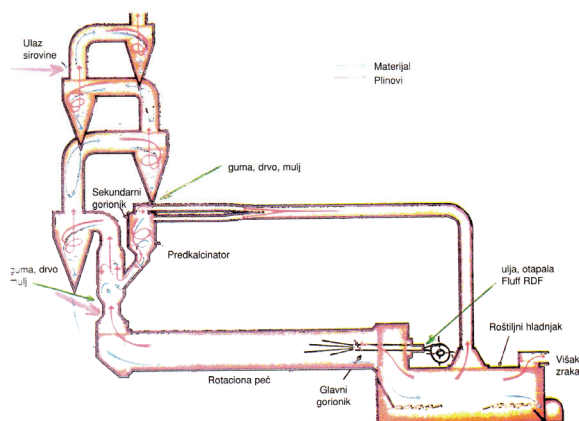
Tabela 1-Uslovi koji vladaju u pećima za cementni klinker

Parametar	Peć
Najviša temperatura plamena	$>2200^\circ\text{C}$
Najviša temperatura materijala	1500°C
Zadržavanje plinova $>1100^\circ\text{C}$	6-10 s
Zadržavanje materijala $>1100^\circ\text{C}$	20-30 s
Oksidaciona atmosfera	da
Turbulencija (Reynolds-ov broj)	>100.000

Shema rotacione peći za cement s izmjenjivačem toplote, na kojoj su označena i mjesta potencijalnog dodavanja pojedinih vrsta otpadnih materijala u proces prikazana je na slici 2.

U peći za cementni klinker organski dijelovi otpada izgore, a anorganski dio (pepeo) se miješa sa sirovinom i uključuje u proizvod peći-klinker, te u konačni proizvod cement. To znači da pri spaljivanju otpada u cementnoj industriji ne postoji problem deponovanja odnosno zbrinjavanja ostatka sagorjevanja.

Udio pepela kod otpada koji imaju svojstva boljih alternativnih goriva je malen dok kod gorivog dijela komunalnog otpada on iznosi oko jedne desetine mase. Osnovne komponente pepela su SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , K_2O , Na_2O ; prema tome oksidi koji čine i portland cement.



Slika 2 - Detalj sistema rotacione peći s izmjenivačem toplote

Dodavanjem malih količina pepela, čak i pri spaljivanju otpada s visokim sadržajem anorganske materije ima neznatan uticaj na sastav cementne sirovine koja se peče, pa se ne očekuje promjena sastava i svojstava klinkera s praktičnim posljedicama, dok su promjene koncentracije MgO , SO_3 , TiO_2 , P_2O_5 , i dr. a pogotovo teških metala u cementu zanemarive. Teški metali koji potiču od osnovnih sirovina, ili od sekundarnih sirovina (otpadnih materijala), te iz fosilnih i alternativnih goriva ugrađuju se u klinkerne minerale.

Sistem vođenja sagorjelih plinova kroz ciklonski predgrijač i mlin sirovine u suprotnom smjeru u odnosu na materijal koji se peče omogućuje da ti dijelovi procesa djeluju kao pročišćivači plinova. Odvajanje adsorbensa od dimnih plinova u elektrostatskim otprašivačima je vrlo efikasno tako da plinovi koji napuštaju sistem peći i mlina sadrži između 5 i 30 mg prašine/ m^3 .

Emisije koje se i izvjesnoj mjeri uvijek javljaju iz cementnih peći kao npr. SO_2 , NH_3 , ili ugljikovodoni uglavnom ne potiču od alternativnih goriva nego se oslobađaju iz sirovina koje sadrže takve komponente. Emisije NO_x su proizvod sagorjevanja na visokim temperaturama koje vladaju u rotacionoj peći i ne zavise od tipa goriva.

Tragovi toksičnih organskih spojeva-dioksina i furana-mogli bi predstavljati ozbiljan problem, a određivanje njihovih koncentracija je komplikovano i skupo. Iz raspoloživih rezultata mjerenja vidljivo je da je emisija ovih spojeva kod većine savremenih peći za cementni klinker manja od propisane granice ($0,01 \text{ ng TE}/m^3$), te da termička obrada otpadnih materija ne utiče na emisije tih spojeva, kao ni ostalih štetnih i toksičnih materija.

Navedene karakteristike proizvodnje cementa omogućuju da se u okviru tog procesa kvalitetno zbrinu mnoge otpadne materije, pa i neke od onih koje

se smatraju opasnim otpadom. Važna činjenica koja omogućuje zbrinjavanje otpada u cementnoj industriji jeste da se teški metali sadržani u cementu vrlo malo izlužuju iz cementnih proizvoda.

Na osnovu iznesenog proizilazi potreba cjelovitog i stručnog ispitivanja mogućnosti termičke obrade otpada u cementnoj industriji na području Bosne i Hercegovine.

4. PROPISI ZA KONTROLU OBRADU OTPADA U CEMENTNOJ INDUSTRIJI

I pored toga što peć za cementni klinker, prema ranije navedenim karakteristikama, ne ugrožava životnu sredinu pri termičkoj obradi otpadnih materija, a iz cementnih kompozita se teški metali ne izlužuju, u svim državama koje su uvele praksu korištenja alternativnih goriva u cementnoj industriji doneseni su posebni propisi koji regulišu tu aktivnost.

Njemački Zakon o otpadu razradio je čitav niz tehničkih smjernica za zbrinjavanje otpada. Između ostalog, propisan je način zbrinjavanja za svaku vrstu posebno. Zakon nije definitivan, te se redovno dopunjava i mijenja, već prema razvoju i usavršavanju tehničkih mogućnosti za zbrinjavanje ili iskorištenje otpada.

U Švicarskoj zakon propisuje da se sav gorivi otpad mora termički obraditi u odgovarajućim uređajima. Savezna vlada i parlament, Ministarstvo za okoliš, šume i zemljište (BUWAL), kao i energetiku (REW) podržavaju postavljene ciljeve cementne industrije koji se ogledaju u potrebi za energijom korištenjem otpada. Ministarstvo za okoliš, šume i zemljište izdalo je "Pravila o zbrinjavanju otpada u tvornicama cementa".

U Italiji je Ministarstvo za okoliš donijelo 1994. i 1995. godine dekret o korištenju sekundarnih materijala u procesima proizvodnje, a krajem 1997. godine ga je dopunilo. U njemu su određene karakteristike uređaja za termičku obradu otpada (između ostalog toplotni kapacitet u MW), te obavezni parametri i koncentracije emisija (prašina, HCl, HF, Cd+ Hg+ +Tl), TOC, NO_x , SO_2 , CO, i drugi relevantni spojevi ili elementi za svaki pojedinačni slučaj).

Upute (Guidance Note IPR 3/1) Komisije za okoliš Velike Britanije (HMSO, 1992a) daju granične vrijednosti emisija za proizvodnju cementa i slične procese. Za upotrebu značajnijih količina otpadnih goriva mora se dobiti dozvola Inspektorata za zagađenje (Her Majesty's Inspectorate of Pollution).

Savjet Evropske unije izdao je 1993. godine Smjernice za termičku obradu (opasnog) otpada, u kojima određuje granične vrijednosti emisija, a 1994. godine razradio je i propise koji se odnose na uređaje za spaljivanje (opasnog) otpada.

Granične vrijednosti emisija iz industrijskih procesa su u Kanadi najvećim dijelom određene pokrajinskim propisima i normama. Uslovi rada i emisija definisani su pojedinačnim dozvolama za rad. Federalnim normama za kvalitet vazduha propisane su granične vrijednosti emisija za praškaste materije, SO₂, CO, ozon i NO₂. Savjet cementne industrije Kanade predložio je Uputstvo za korištenje otpada u cementnoj industriji prema kojem granične vrijednosti emisija i izgaranja trebaju biti u skladu s mogućnostima savremene tehnologije, kao i s propisima o termičkoj obradi otpada.

Pripremajući se za korištenje alternativnih goriva u našoj cementnoj industriji neophodno je uspostaviti sistem kontrole unosa materija, kao i emisija postrojenja.

Prvi propis s kojim se susreće cementna industrija kod uvođenja otpada kao goriva je Zakon o zaštiti životne sredine, u kome se navodi potreba pribavljanja strateške procjene uticaja na životnu sredinu. Podzakonskim aktom (Uredba) utvrđeni su projekti za koje je uvijek potrebna procjena uticaja na životnu sredinu.

Procjena uticaja na životnu sredinu potrebna je: - pri većim rekonstrukcijama postrojenja,

- za projekte čiji rast proizvodnje, upotreba energije, korišćenje vode, korišćenje prostora, emisije ili proizvodnja otpada u zadnjih deset godina prelazi 25% i

- za prestanak rada postrojenja i rušenje objekata.

5. ZAKLJUČAK

Tehnološke karakteristike sistema peći za proizvodnju cementnog klinkera-temperatura materijala oko 1450⁰C, plamena do 2000⁰C uz dovoljno dugo zadržavanje pri tim uslovima-omogućuju potpuno razaranje organskih spojeva. Anorganski ostatak sagorjevanja-pepeo se miješa sa sirovinom i ugrađuje u proizvod-klinker. Kiseli sastojci u izlaznim plinovima

neutraliziraju se u kontaktu s alkalnom sirovinom koja ulazi u sastav peći, a na nju se kondenziraju i isparljivi teški metali (osim žive). Teški metali imobilizirani ugradnjom u klinker ne izlužuju se iz konačnog cementnog proizvoda-betona.

Korištenjem otpadnih materijala kao alternativnih goriva štede se prirodni resursi goriva, te novac za njihovu proizvodnju, oslobađa se životna sredina od otpadnih materija, smanjuje se potreba za izgradnjom skupih specijaliziranih spalionica, kao i globalna proizvodnja CO₂.

Iz svega iznesenog očigledno je da je prihvaćanje upotrebe/obrade otpada kao alternativnog goriva u cementnoj industriji BiH izuzetno koristan, ali i složen zadatak. Istraživanjima čiji bi rezultat trebala biti studija želi se pomoći samo jednom segmentu iz širokog problema otpada, pri čemu ne samo da se društvo može osloboditi količinski značajnog dijela otpada, nego ga i prevodi u korisnu aktivnu. Kod toga se ne štiti životna sredina nekom pasivnom mjerom, nego se aktivnim ponašanjem doprinosi opštem boljitku

LITERATURA

- [1] Pravilnik o uslovima za rad postrojenja za spaljivanje otpada („Sl. Glasnik RS“, br. 39/05)
- [2] Pravilnik o uslovima za rad postrojenja za spaljivanje otpada za cementne peći (Sl. Novine FBiH, br. 12/05)
- [3] Radić, I., Ekologija u industriji cementa, Dalmacija papir, Split, 1996, 8-10 s.
- [4] Energy and Material from Residues and Waste, Verlag fur Umwelttechnik, Berlin, 1982, 550-556 s.
- [5] Bundesamt fur Umwelt, Wald und Landschaft, Abfallensorgung in Zementwerken, Bern, 1997
- [6] Dopuna plana aktivnosti, Dvokut pro, Sarajevo, 2007
- [7] Selected Trace Metals in Cement & Kiln Dust, International Cement Review, 1992, 69.

SUMMARY

THE ROLE OF BOSNIA AND HERZEGOVINA CEMENT INDUSTRY IN THE SYSTEM OF WASTE MANAGEMENT

In the paper are presented: experiences in recycling of waste materials in the cement industry, features of cement industry related to this subject and technical conditions for these activities, influence on cement production process and properties of cement as well as onto the environment and finally existing European and world regulations for such waste recycling.

Key words: cement industry, energy, environment protection