

## **ISPLATIVOST IZGRADNJE POSTROJENJA ZA TERMIČKU OBRADU OPASNOG OTPADA U RH**

Goran Pašalić<sup>1</sup>, Martina Cvjetičanin<sup>1</sup>, Sandra Novak Mujanović<sup>1</sup>, Sanja Grabar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IPZ Uniprojekt MCF d.o.o. Zagreb

<sup>2</sup> CIAK d.o.o. Zagreb

### **SAŽETAK**

Strategijom gospodarenja otpadom RH predviđeni koncept "IVO" (izbjegavanje-vrednovanje-odlaganje) uključuje termičku obradu otpada kao dio postupka oporabe odnosno vrednovanja otpada. Budući da u RH ne postoji odlagalište opasnog otpada, osim izvoza, termička obrada je jedina metoda zbrinjavanja opasnog otpada koji se ne može reciklirati ili ponovno upotrijebiti.

U radu je dat osvrt na ekonomsku opravdanost postrojenja za termičku obradu opasnog otpada za pretpostavljeni kapaciteta 70.000 t/g. Rezultati analize ekonomskih pokazatelja pokazuju isplativost odnosno opravdanost izgradnje postrojenja za termičku obradu opasnog otpada u RH.

**Ključne riječi: otpad, termička obrada, isplativost**

## **COST EFFECTIVENESS OF CONSTRUCTION OF HAZARDOUS WASTE THERMAL TREATMENT FACILITY IN RH**

### **SUMMARY**

Strategy of waste management presumed concept IVO (izbjegavanje – vrednovanje – odlaganje / avoiding – evaluation – disposal) and includes thermal treatment of waste as part of recovering i.e. evaluation of the waste. As there is no hazardous waste landfill, except export this is the only method of hazardous waste treatment for the waste which couldn't be recycled or reused.

In this paper will be described cost effectiveness of thermal treatment facility for hazardous waste for 70.000 t/g capacity. System analysis shows cost effectiveness i.e. construction justifiability of thermal treatment facility for hazardous waste in RH.

**Key words: waste, thermal treatment, cost effectiveness**

## 1. Uvod

Opasni otpad je svaki otpad koji je po sastavu i svojstvima određen kao opasni otpad prema Zakonu o otpadu [5]. Opasni otpad je određen kategorijama (generičkim tipovima) i sastavom, a obvezno ima jedno ili više svojstava utvrđenih Uredbom o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s Katalogom otpada i Listom opasnog otpada [7]. Zbrinjavanje opasnog otpada osobito je značajan problem zbog neosiguranih mjera zbrinjavanja što ima za posljedicu povećano skladištenje kod proizvođača/obrađivača, povećan izvoz te nekontrolirano odlaganje. U RH nema niti jednog odlagališta za opasni otpad, a dio proizvodnih kapaciteta s mogućnošću termičke obrade otpada ne koristi se dovoljno. Način zbrinjavanja opasnog otpada u RH utvrđen je prema izdanim dozvolama i odvija se na neki od sljedećih načina: termička obrada, kondicioniranje ugradnjom u opekarske proizvode, regeneracija otapala, neutralizacija kiselina i lužina, solidifikacija i stabilizacija, sterilizacija/dezinfekcija, elektroliza i razrjeđivanje, utiskivanje u duboke bušotine.

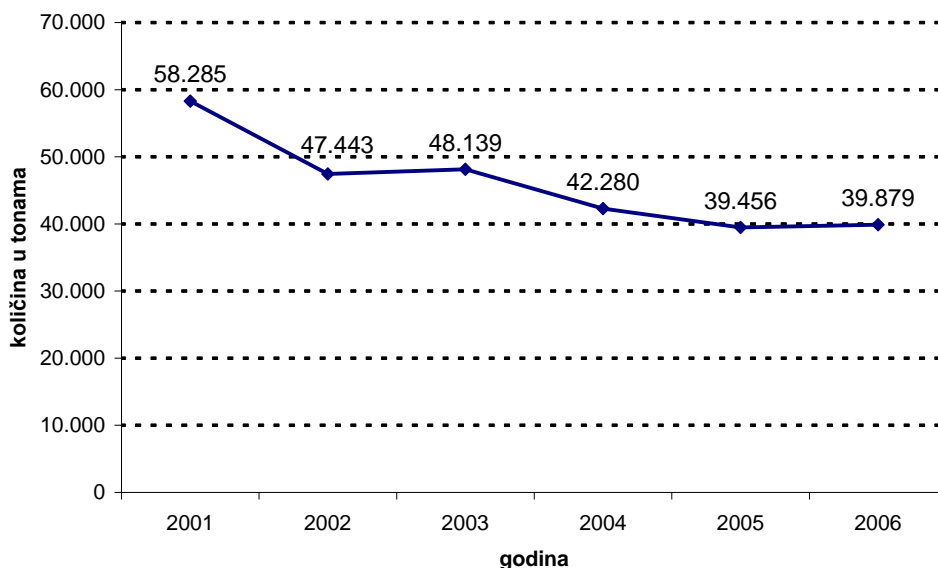
U RH se termička obrada otpada odvija u nekoliko vrsta postrojenja: postrojenja za termičku obradu otpada, suspaljivanje otpada s fosilnim gorivima, kafilerije (termička obrada klaoničkoga životinjskog otpada).

U Sisku je postrojenje za termičku obradu opasnog otpada i ambalaže, posebno pesticida i sličnih proizvoda, kapaciteta 2.000 t/god. Postrojenje za termičku obradu opasnoga organskog otpada PUTO u Zagrebu, kapaciteta 10.000 t/god. ne radi od 2002. godine, a u Rafineriji Sisak nije dovršen uređaj kapaciteta do 15.000 t/god.

Suspaljivanje otpada s fosilnim gorivima primjenjuje se u nekoliko termoelektrana (~350 t/god starih ulja), u tvornici cementa (7.000 t/god otpadnih guma, stara ulja i mesno koštano brašno) i u rafinerijama INA-e.

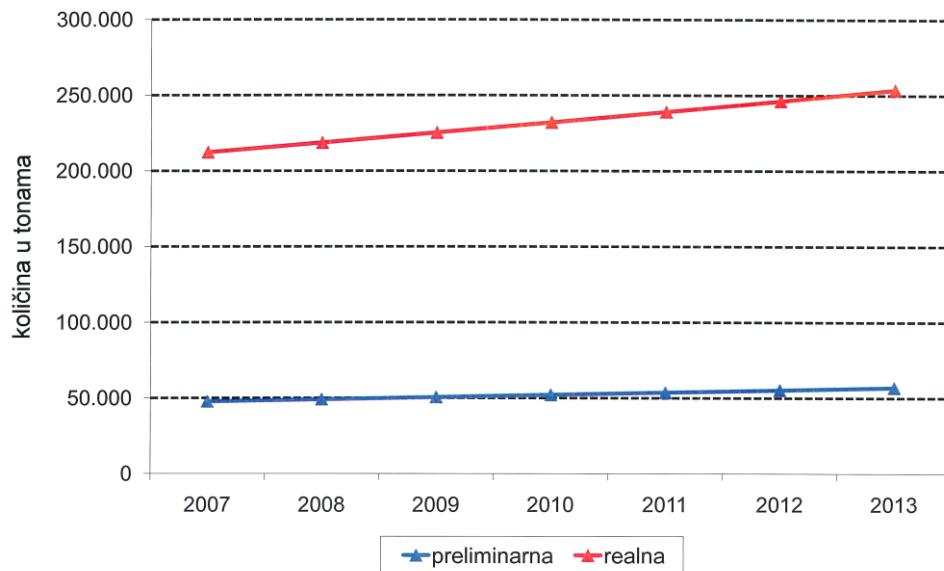
## 2. Količine i vrste opasnog otpada

Podaci o količinama opasnog otpada (Slika 1.) preuzeti su iz Katastra otpada [8] koji vodi Agencija za zaštitu okoliša (AZO). Prema prijavljenim podacima udio opasnog otpada u ukupnoj količini iznosio je 1% (komunalni otpad 51%, proizvodni neopasni 48%). Nažalost, prijavu u katastar izvršilo je tek 29% proizvođača otpada od procijenjenog ukupnog broja obveznika.



Slika 1. Trend prijave količine opasnog otpada RH (t/g) u razdoblju od 2001. do 2006. godine [3]

Za potrebe Plana gospodarenja otpadom [6] izrađena je procjena količina opasnog otpada koji nastaje u RH. Analizom preliminarnog i realnog scenarija povećanja količina opasnog otpada u razdoblju od 2007. do 2013. moguće je dobiti smjernice za procjenu potrebnih kapaciteta građevina i uređaja koje je potrebno osigurati za gospodarenje opasnim otpadom u RH.

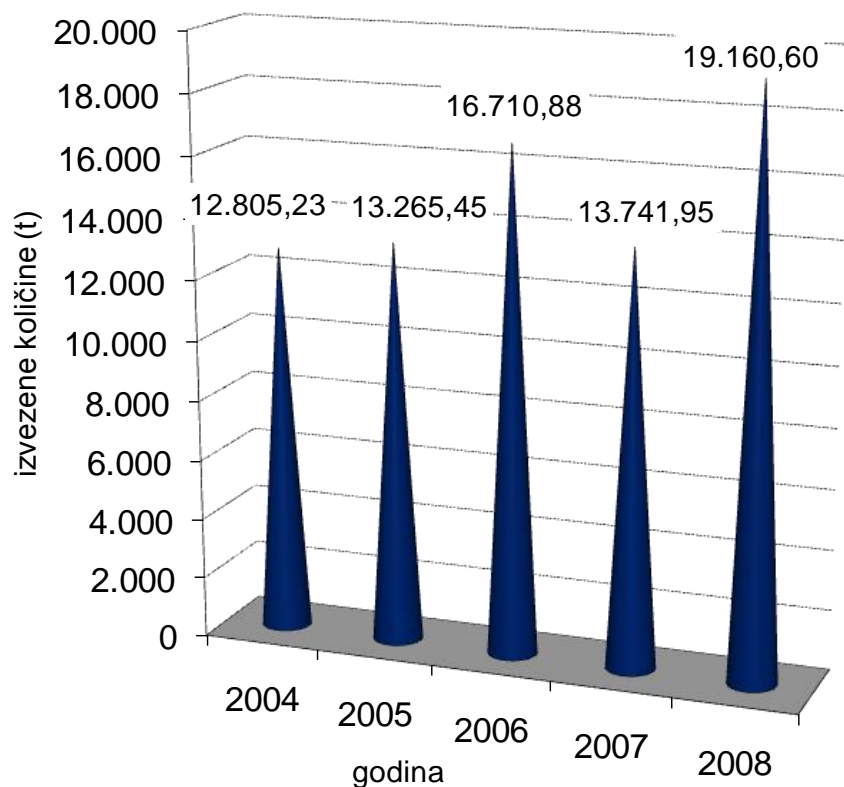


Slika 2. Projekcija rasta količina opasnog otpada u RH (t/g) u razdoblju od 2007. do 2013. godine [6]

Ako se na bazi projekcije uzme srednja vrijednost, dobiva se godišnja količina otpada od cca 130.000 tona. Ova količina se slaže i sa vrijednostima dobivenim procjenom na bazi prijava u Registar onečišćavanja okoliša (ROO). Budući da trenutno prijavu u ROO ne obavljaju svi proizvođači opasnog otpada, uzimajući u obzir postotak prijava linearnim povećanjem dolazi se do godišnje količine opasnog otpada od cca 130.000 tona.

Količina opasnog otpada može se procijeniti i na bazi podatka o ukupnoj količini otpada u RH. Prema [6] ukupno u RH nastaje cca 13 milijuna tona otpada godišnje. Ako se uzme da je udio opasnog otpada u ukupnom oko 1%, proizlazi da godišnje u RH nastaje cca 130.000 t opasnog otpada.

U RH ne postoje lokacije uređene za odlaganje opasnog otpada, tako da se opasni otpad koji nije moguće reciklirati, oporabiti i sl., izvozi. Izvoz opasnog otpada u posljednje četiri godine prikazan je na slici 3.



Slika 3. Izvoz opasnog otpada iz RH u periodu 2004.-2008. godine [3,9]

### 3. Ekonomski pokazatelji

Obzirom na količine opasnog otpada koje nastaju godišnje u RH odnosno projekciju rasta količina u slijedećih 5 godina te činjenicu da je u RH predviđeno jedno postrojenje za termičku obradu opasnog otpada, ekonomska analiza je napravljena za pretpostavljeno postrojenje kapaciteta 70.000 t/g.

Tablica 1. Procjena potrebnih ulaganja i investicijskih troškova (EUR)

	Potrebna ulaganja
Građevinski objekti	34.000.000
Oprema	52.000.000
Ostala ulaganja	20.000.000
<b>UKUPNO</b>	<b>106.000.000</b>

Napomena : osnova za proračun [1] i [2]

Troškovi rada postrojenja obuhvatili su troškove proizvodnje, održavanja, materijala i energije. Broj radnika u postrojenju procijenjen je na 25 uz prosječnu godišnju plaću od 19.200 EUR. Troškovi zbrinjavanja ostatka obuhvatili su zbrinjavanja šljake (kao neopasnog otpada) po cijeni od 40 EUR/t i letećeg pepela (opasni otpad) po cijeni 1.500 EUR/t.

Tablica 2. Godišnji troškovi rada postrojenja (EUR)

Vrsta	Iznos
Trošak proizvodnje i održavanja	4.640.000
Materijal i energija	2.500.000
Zbrinjavanja ostatka	2.584.400
Plaće zaposlenih	480.000
<b>Ukupni godišnji troškovi</b>	<b>10.204.400</b>

*Napomena : osnova za proračun [1] i [2]*

Prihodi koje ostvaruje postrojenje za termičku obradu opasnog otpada su spaljivanje (preuzimanje) otpada i isporučena energija.

Trenutno se cijena zbrinjavanja opasnog otpada u Republici Hrvatskoj kreće od 270 (tekući otpad) do 550 EUR/t (kruti otpad). Ovim cijenama nisu obuhvaćene neke specijalne vrste opasnog otpada za koje cijena može biti i preko 3.500 EUR/t. Za ocjenu uspješnosti projekta određena je cijena od 300 EUR/t.

Tablica 3. Godišnji prihodi postrojenja (EUR)

Vrsta	Količina	Cijena	Iznos
Spaljivanja otpada	70.000 t	300	21.000.000
Isporučena energija	24.500 MWh	46	1.127.000
<b>Ukupni godišnji prihodi</b>			<b>22.127.000</b>

Tablica 4. Struktura ukupnog prihoda, troškova i dobiti (EUR)

	Vrsta	Iznos (EUR)

1	Ukupni godišnji troškovi	10.204.400
2	Amortizacija	6.320.000
3	Ukupni godišnji prihod	22.127.000
4	Bruto dobit (3-1-2)	5.602.600
5	Porez na dobit (20%)	1.120.520
6	Neto dobit	4.482.080

Amortizacija je obračunata po stopi od 4% za građevinske objekte i 10% za opremu.

### ***Isplativost ulaganja***

Kao pokazatelj isplativosti ulaganja korištena je neto sadašnja vrijednost (NSV) odnosno suma diskontiranih vrijednosti primitaka umanjениh za inicijalno ulaganje.

$$NSV = \sum_{n=0}^t \frac{NP_n}{\left(1 + p/100\right)^n} \quad (3.1.)$$

$NSV$  - neto sadašnja vrijednost

$NP_n$  - neto primici

$n$  - godina u vijeku projekta

$p$  - odabrana diskontna stopa (%)

Izračunata je i interna stopa rentabilnosti (ISR) odnosno ona diskontna stopa koja neto sadašnju vrijednost svodi na nulu. Interna stopa rentabilnosti daje informaciju o maksimalno prihvatljivoj kamatnoj stopi na kredite, otplata kojih traje do kraja vijeka projekta

$$0 = \sum_{n=0}^t \frac{NP_n}{\left(1 + p_r/100\right)^n} \quad (3.2.)$$

$p_r$  - interna stopa rentabilnosti (%)

Neto sadašnja vrijednost izračunata uz primijenjenu diskontnu stopu od 6% te primitke kao zbroj neto dobiti i amortizacije te uz internu stopu rentabilnosti od 8% iznosi 19.699,07 EUR.

### ***Analiza osjetljivosti***

Osim toga napravljena je analiza osjetljivosti odnosno određivanje varijabli čija promjena, pozitivna ili negativna ima utjecaj na rezultate proračuna. Analiza osjetljivosti provedena je testiranjem utjecaja ulaznih varijabli na pokazatelje NSV. Raspon promjene varijabli u odnosu na početne vrijednosti uzet je od -30 do +30%.

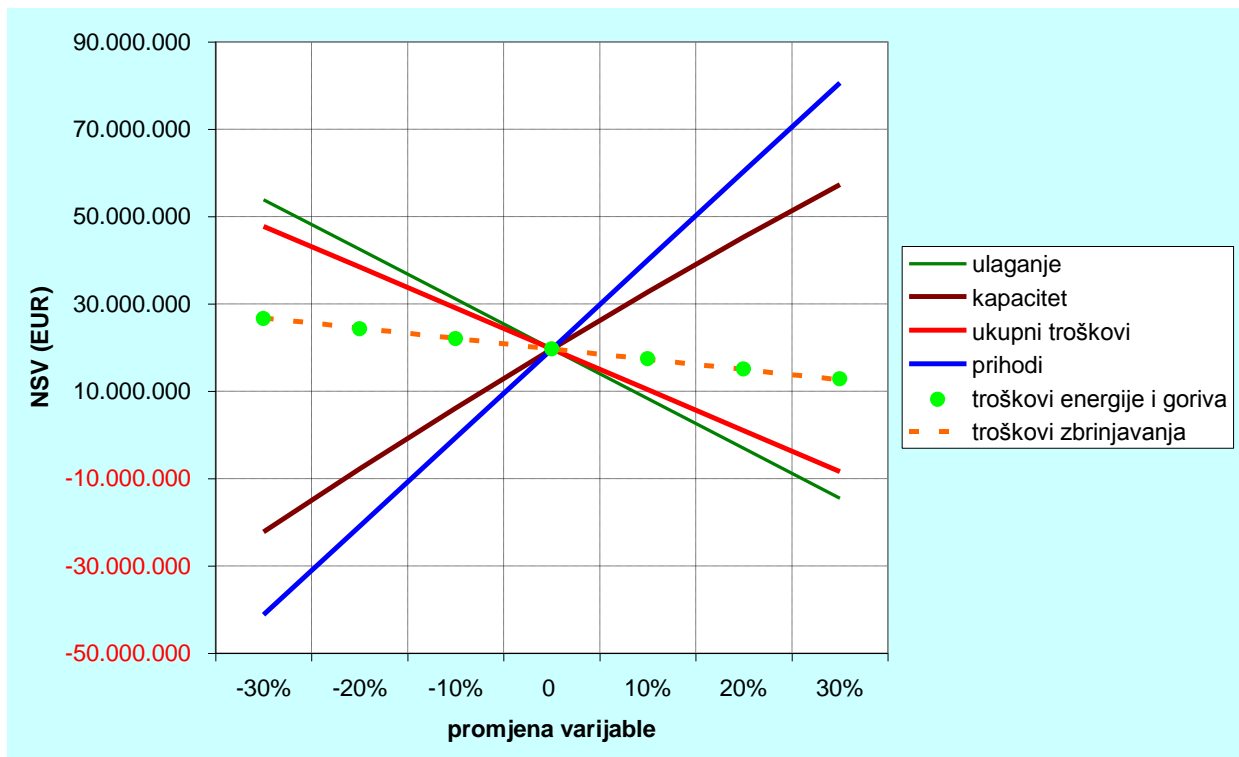
Iz Slike 4. vidljivo je da projekt pokazuje malu osjetljivost na povećanje troškova. Jedino je u slučaju povećanja troškova od 30% NSV negativna, ali to se može kompenzirati povećanjem cijene spaljivanja od 4,67%. Povećanje troškova zbrinjavanja ostatka i troškova energije odnosno goriva nema utjecaj na NSV.

Ulaganje ima utjecaj kod povećanja od 20 i više % s tim da se povećanje iznosa ulaganja od 20% može kompenzirati s povećanjem cijene spaljivanja od 1,7%, a povećanje ulaganja od 30% iziskivalo bi povećanje cijene spaljivanja od 7,7%.

Osjetljivost projekta kapacitet pokazuje se u slučaju smanjenja kapaciteta za 20 i više %. Prilikom variranja kapaciteta potrebno je istaknuti da smanjivanje kapaciteta smanjuje prihode, ali i malim dijelom troškove (manji kapacitet, manje ostatka potrebnog za zbrinjavanje) i obrnuto, povećanje kapaciteta povećava prihode i manjim dijelom troškove zbrinjavanja ostatka. U slučaju smanjenja kapaciteta od 20%, NSV bi bila pozitivna u slučaju povećanja cijene spaljivanja od 6,3% , dok bi u slučaju smanjenja kapaciteta od 30%, cijenu spaljivanja trebalo povećati za 18,0%. I tako povećana cijena (354 EUR/t) još uvijek je znatno niža od prosječne cijene zbrinjavanja opasnog otpada u Republici Hrvatskoj (410 EUR/t).

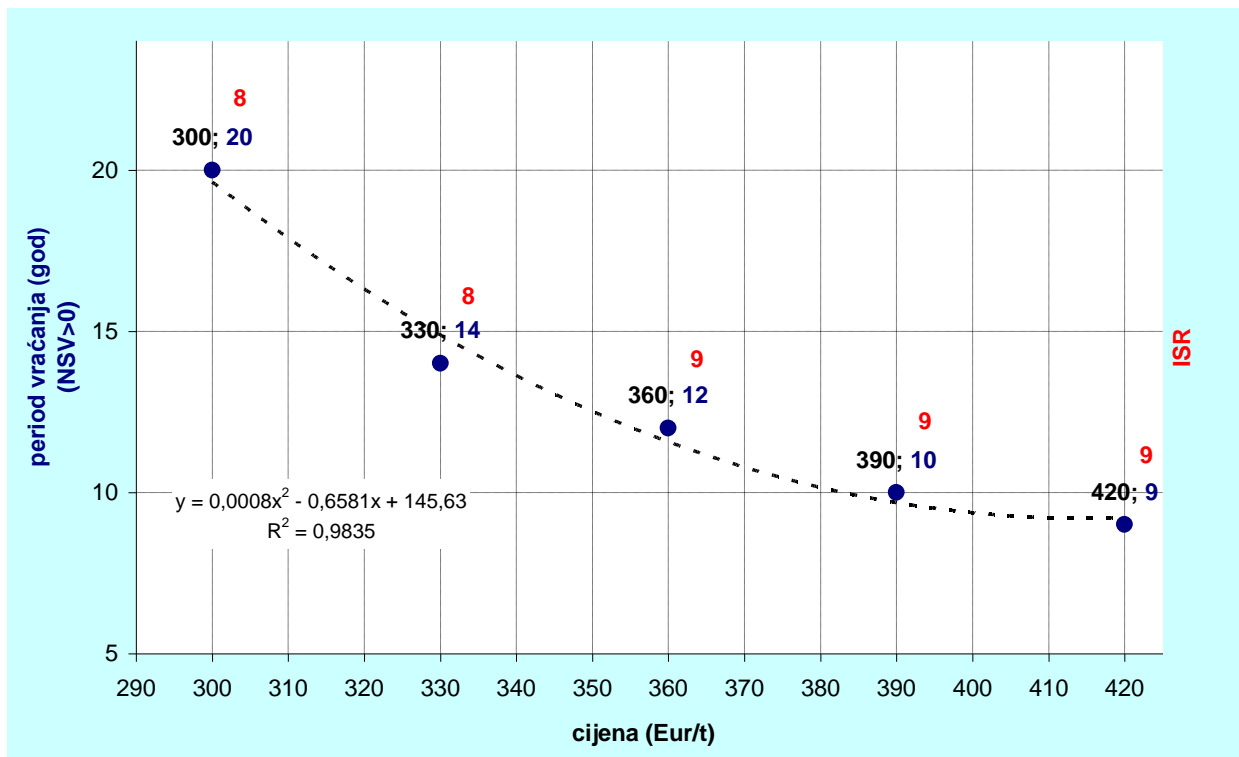
Smanjenje prihoda moguće je jedino u slučaju smanjenja otkupne cijene električne energije i smanjenja cijene spaljivanja. Formirana cijena od 300 EUR/t može se smanjiti 9% a da NSV još uvijek bude pozitivna.

Iz svega navedenog može se zaključiti da je projekt male osjetljivosti na promjene varijabli odnosno da cijena spaljivanja od 300 EUR/t osigurava uspješnost investicije.



Slika 4. Osjetljivost NSV na promjenu vrijednosti varijabli

Posebno je analiziran period vraćanja investicije u odnosu na cijenu spaljivanja (Slika 5.) vodeći računa o pozitivnom poslovanju odnosno o mogućnošću pokrivanja svih troškova i redovite otplate kredita.



Slika 5. Period vraćanja investicije u odnosu na cijenu spaljivanja

#### 4. Zaključak

Termička obrada otpada je metoda koja omogućuje zbrinjavanje velike količine otpada različitog sastava i ujedno iskorištavanje njegove energetske vrijednost u obliku toplinske ili električne energije.

Obzirom na količine opasnog otpada koje nastaju godišnje u RH odnosno projekciju rasta količina u slijedećih 5 godina te činjenicu da je u RH predviđeno jedno postrojenje za termičku obradu opasnog otpada, ekonomska analiza je napravljena za pretpostavljeno postrojenje kapaciteta 70.000 t/g. Rezultati analize ekonomskih pokazatelja pokazuju isplativost odnosno opravdanost izgradnje postrojenja za termičku obradu opasnog otpada u RH.

Može se zaključiti da je u sklopu cjelovitog sustava gospodarenja opasnim otpadom, termička obrada, uz primjenu najboljih dostupnih tehnologija, prihvatljiva odnosno opravdana.

## Literatura

1. Auksutat, M, Löffler, Kostenstrukturuntersuchung von Abfallbeseitigungsverfahren, UBA 1998.
2. European Commission, Integrated Pollution Prevent and Control, Best Available Techniques for Waste Incineration, 2006
3. Golubovac N., Kufrin J., Kučar Dragičević S., Prekogranični promet otpadom, 10. Međunarodni simpozij gospodarenje otpadom, Zagreb 2008, - zbornik radova, str. 577-592
4. Zakon o otpadu (NN 178/04, 111/06, 60/08, 87/09)
5. Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05)
6. Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj 2007.-2015. (NN 85/07)
7. Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05, 39/09)
8. Katastar otpada – izvješće za 2006. – Agencija za zaštitu okoliša <http://www.azo.hr>
9. Izvješće o prekograničnom prometu otpada u 2008. godini, Agencija za zaštitu okoliša, 2009.