

UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽENJERSTVO

Udruženje je nevladina i neprofitna stručna asocijacija. Danas predstavlja jedinstvenu asocijaciju u našoj zemlji gde je koncentrisano tehničko, naučno i menadžersko znanje, kao i praktična iskustva o vodi. Postoji 52 godine kontinualno na području prethodne Jugoslavije. Sedište je u Beogradu. Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo formirano je da objedini naučnu i stručnu javnost u oblasti voda: površinskih i podzemnih, akumulacija, mora, itd., kao i zaštite životne sredine. Svojim članovima obezbeđuje proširenje stručnih i naučnih znanja, razmenu informacija i odgovarajuću valorizaciju znanja i uticaj na javnost, obrazovni, ekonomski, privredni i naučno-tehnološki održiv razvoj zemlje. Udruženje je organizovalo i međusobno povezalo veliki broj pojedinačica, preduzeća i ustanova. Problematika rada Udruženja je multidisciplinarna (inženjeri svih profila, biolozi, eколоzi, hemičari, tehnolozi, fizičari, lekari i drugi) pa je zato Udruženje u mogućnosti da pruži pomoć i reši naj složenije probleme angažujući najbolje stručnjake u ovim oblastima jer su oni članovi Udruženja. Udruženje svoju delatnost realizuje izdavanjem naučno-stručnog časopisa "Voda i sanitarna tehnika", koga izdaje u kontinuitetu preko 42 godine, preko stručnih savetovanja i simpozijuma (preko 270 do sada), preko posebnih publikacija (preko 220 naslova), izradom ekspertiza za pojedine tehničke probleme, kao i uticaja na životnu sredinu, učešćem u pripremi aktuelnih propisa, izradom normativa i standarda i mnogih drugih aktivnosti.

ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING

The association is a non-governmental and unprofitable expert organization. It represents today the unique association in our country with a concentrated technical, scientific and manager knowledge, as well as practical experience about water. The association exists for over 52 years in continuity on the territory of the former Yugoslavia with its headquarters located in Belgrade. The association for water technology and sanitary engineering was formed to unite the scientific and expert public in the field of water: surface, subterranean, accumulations, seas, etc., as well as the protection of environment. The association provides to its members the broadening of their expert and scientific knowledge, exchange of information and an appropriate knowledge valorization as well as influence on the public, but also assures an educational, economic, trade and industry and a well-preserved scientific-technological development of the country. The association organized and mutually connected a large number of individuals, enterprises and institutions. The working problems of the Association is multidisciplinary (engineers of all profiles, biologists, ecology experts, chemists, technologists, physicists, medical doctors and others) and therefore the Association is able to give assistance and solve the most complex problems by engaging the best experts in these fields, for they are members of the Association. The Association realizes its activities by publishing the scientific-expert magazine "Water and sanitary technique" in continuity for over 42 years, through expert consultations and symposiums (over 270 until now), through special publications (over 220 titles), by issuing expert opinions for certain technical problems, as well as the influence on environment protection. These activities are also realized by participating in preparations of several actual regulations, by issuing norms scales and standards and menu other activities.

UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽENJERSTVO ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING

UDRUŽENJE VODOVODA I KANALIZACIJE SRBIJE SERBIA WATERWORKS ASSOCIATION

INSTITUT ZA HEMIJU, TEHNOLOGIJU I METALURGIJU INSTITUTE FOR CHEMISTRY, TECHNOLOGY AND METALLURGY

u saradnji sa
in cooperation with

GRADOM SUBOTICA SUBOTICA COMMUNITY

PRIVREDNOM KOMOROM SRBIJE SERBIAN CHAMBER OF COMMERCE

MEĐUNARODNA KONFERENCIJA OTPADNE VODE, KOMUNALNI ČVRSTI OTPAD I OPASAN OTPAD

INTERNATIONAL CONFERENCE WASTE WATERS, MUNICIPAL SOLID WASTES AND HAZARDOUS WASTES

Drugo obaveštenje
The second announcement



10 – 12. april 2013. godine SUBOTICA
10th – 12th April 2013 SUBOTICA - SERBIA

AKTUELNE PUBLIKACIJE ZA PREDUZEĆA VODOVODA I KANALIZACIJE I DRUGE

**Udruženje za tehnologiju vode i
sanitarno inženjerstvo nudi Vam
veoma povoljno sledeće publikacije:**

**Časopis „Voda i sanitarna tehnika“
(A4, 100 str.);**



**Savremena eksploracija i
održavanje objekata i opreme vo-
dovoda i kanalizacije (B5, 800 str.);**



Direktive EU o vodama (A4, 155 str.);



**Tehnička regulativa u oblasti vodo-
voda i kanalizacije (A4, dva toma)**



UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽENJERSTVO
ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING

INSTITUT ZA HEMIJU, TEHNOLOGIJU I METALURGIJU
INSTITUTE FOR CHEMISTRY, TECHNOLOGY AND METALLURGY

UDRUŽENJE VODOVODA I KANALIZACIJE SRBIJE
SERBIA WATERWORKS ASSOCIATION

u saradnji sa
in cooperation with

GRADOM SUBOTICA
SUBOTICA COMMUNITY

PRIVREDNOM KOMOROM SRBIJE
SERBIAN CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY

Međunarodna konferencija

OTPADNE VODE, KOMUNALNI ČVRSTI OTPAD I OPASAN OTPAD

International conference

WASTE WATERS, MUNICIPAL SOLID WASTES AND HAZARDOUS WASTES

CONFERENCE SPONSORSHIP

MINISTARSTVO PRAVDE, SADRŽAJA I VREDНОСТИ - REPUBLIKE SRBIJE
MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE AND CULTURE - REPUBLIC OF SERBIA
MINISTARSTVA ENERGETIKE, RAZVOJA I SPOREDOVANJA - REPUBLIKE SRBIJE
MINISTRY OF ENERGY, DEVELOPMENT AND INVESTMENT - REPUBLIC OF SERBIA
MINISTARSTVA AGRICULTURE, LIVESTOCK, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT - REPUBLIC OF SERBIA
DIREKTORAT ZA VODU - MINISTERSTVO AGRICULTURE, LIVESTOCK, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT - REPUBLIC OF SERBIA
DIRECTORATE FOR WATER - MINISTRY OF AGRICULTURE, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT - REPUBLIC OF SERBIA
10.-12.april 2013. godine SUBOTICA
10th-12th April 2013 SUBOTICA - SERBIA

Izdavač

UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE
I SANITARNO INŽENJERSTVO
Beograd, Sindelicева 21

Za izdavača

Predsednik U.O.Udruženja
Predrag Bogdanović, dipl.ing.

PROGRAMSKO-REDAKCIIONI ODBOR
EDITORIAL COMMITTEE

Prof. dr Zagorka Tamaš, dipl.hem.
Anda Marjanović, dipl.ing.tehn.

Prof. dr Ljubinka Rajaković, dipl.ing.tehn.

Prof. dr Elvira Karlović, dipl.hem.

Dr Dragan Pozrenović, dipl.ing.tehn.

Dr Milka Vidović, dipl.ing.tehn.

Vera Trifunović, dipl.ing.tehn.

Gordanā Perović, dipl.ing.tehn.

Zoran Marinković, dipl.ing.grad.

Mr Vladimir Pavićević, dipl.ing.tehn.

Marija Grubačević, dipl.ing.tehn.

Branislav Kujundžić, dipl.ing.grad.

Tiraž

300 primeraka

ISBN-978-86-82931-57-7

Kompjuterska priprema
Jelena i Zoran Dimić, Beograd

Štampa

PLANETA PRINT d.o.o.
Beograd, Ruzveltova 10

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

628.3/.4(082)
502/504(082)

МЕЂУНАРОДНА конференција Отпадне воде, комунални чврсти отпад и опасан отпад (43 ;
2013 ; Суботица)

Медunarodna konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, [43],
10-12. april 2013. godine, Subotica / [organizatori] Udruženje za tehnologiju vode i
sanitarno inženjerstvo ... [et al.] =
International Conference Waste Waters, Municipal Solid Wastes and Hazardous Wastes,
[43st], 10th-12th April 2013, Subotica, Serbia / [organized by] Association for Water
Technology and Sanitary Engineering ... [et al.]. - Beograd : Udruženje za tehnologiju
vode i sanitarno inženjerstvo, 2013 (Beograd : Planeta print). - 266 str. : ilustr. ;
24 cm

Tiraž 300. - Bibliografija uz svaki rad. -
Abstracts.

ISBN 978-86-82931-57-7

1. Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство (Београд)
a) Отпадне воде - Зборници b) Отпадне материје - Зборници c) Опасне материје -
Зборници d) Животна средина - Заштита - Зборници
COBISS.SR-ID 197610764

FINANSIJSKA I EKONOMSKA ANALIZA INSINERACIJE KOMUNALNOG OTPADA ZA NOVI SAD

Miljan Mikić¹, Ana Nikolić¹, Dr Zorana Naunović²

Univerzitet u Beogradu - Građevinski fakultet, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd

¹Katedra za menadžment, tehnologiju i informatiku u građevinarstvu

²Katedra za hidrotehniku i vodno-ekološko inženjerstvo

E-mail: mmikic@grf.bg.ac.rs

Rezime

Jedina opcija odlaganja komunalnog čvrstog otpada u Srbiji je za sada deponovanje, bez iskorišćenja energije biogasa. U ovom radu, mogućnost insineracije komunalnog otpada sa iskorišćenjem energije je ispitana na primeru Novog Sada. Finansijska i ekonomska analiza su izvršene u vidu cost-benefit analize (analize troškova i dobiti) po upustvima Evropske komisije. Primerjena je i analiza pozitivnih i negativnih socijalnih i ekoloških efekata dobijanja električne energije kroz insineraciju otpada. Rezultati su pokazali da bi za insineraciju bila potrebna spoljna finansijska pomoć, ali da je projekat ekonomski pozitivan.

Ključne reči: komunalni čvrsti otpad, insineracija, proizvodnja energije, finansijska analiza, ekonomska analiza

FINANCIAL AND ECONOMIC ANALYSES OF AN INCINERATION PROJECT IN NOVI SAD

Abstract

The only option of municipal solid waste (MSW) treatment adopted so far in Serbia is landfilling, without energy recovery. In this paper, the option of incineration with energy recovery was examined for the City of Novi Sad. Financial and Economic Analyses were done in the form of a Cost Benefit Analysis (CBA), as the European Commission suggests. Positive and negative social and environmental effects of electricity generation through incineration were evaluated. The results showed that the incineration project would require external financial assistance, but that it is economically positive.

Keywords: MSW, incineration, energy recovery, financial analysis, economic analysis

UVOD - METODE

Kako bi se procenili i izračunali pozitivni i negativni socijalno-ekonomske efekti projekta izgradnje postrojenja za insineraciju komunalnog čvrstog otpada u Novom Sadu, izvršena je finansijska i ekonomska analiza projekta u vidu *Cost-Benefit* analize (CBA). CBA je u ekonomiji u upotrebi od XIX veka i koristi se kao pomoći alat za rasudovanje i donošenje odluka [9. Rand, T., Haukohl, J., Marxen, T. (2000) Municipal Solid Waste Incineration: Requirements for a successful project. World Bank Technical Paper No. 462.].

U ovom radu, CBA je primenjena u skladu sa Vodičem Evropske komisije za Cost-Benefit analizu investicionih projekata [6. EU (2008) Guide to Cost Benefit Analysis of

Investment Projects. European Commission, Directorate General Regional Policy.]. CBA se u ovom radu sastoji od finansijske i ekonomske analize i analize osetljivosti uz pomoć kojih je ispitana opravdanost investicije u insineraciju otpada za Novi Sad. Cilj rada je bio da se na osnovu izračunatih finansijskih i ekonomskih pokazatelja, te procjenjene socijalnog uticaja insineracije otpada, opcija insineracije, u vidu preliminarne studije opravdanosti uporedi sa dosadašnjom praksom odlaganja otpada, i obezbedi dovoljno podataka za donošenje preliminarnih odluka o investiciji.

Najpre su analizirani podaci o komunalnom čvrstom otpadu kako bi se utvrdila mogućnost insineracije. Zatim je sprovedena finansijska i ekonomska analiza za životni ciklus projekta. Proračunom diskontovanih vrednosti prihoda i rashoda po godinama, prema formulama iz Vodiča Evropske komisije za Cost-Benefit analizu investicionih projekata [6. EU (2008) Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects. European Commission, Directorate General Regional Policy.], izračunati su pokazatelji finansijske i ekonomske opravdanosti. Dok finansijska analiza uzima u obzir samo finansijske ulazne parametre, u ekonomskoj analizi vrši se najpre pretvaranje tržišnih u obračunske cene a zatim se procenjuju i monetarizuju netržišni uticaji projekta na društvo. Analizira se i uticaj na ljudsko zdravlje i životnu sredinu. Za pretvaranje tržišnih u obračunske cene korišćeni su faktori konverzije. Za monetarizaciju netržišnih uticaja, korišćeni su oportuni troškovi, feed in tarifa i Benefit Transfer (BT). Za BT, (ekonometrijski alat za prenos podataka iz prethodnih studija), procene netržišnih uticaja su usvojene iz prethodne studije [8. Rabl, A., Spadaro, J.V., Zoughaib, A. (2008) Environmental impacts and costs of solid waste: a comparison of landfill and incineration. Waste Management and Research, 26, 147-162.] gde su primenjene metode Analize životnog ciklusa i Analiza tokova uticaja (Impact Pathway Approach (IPA)).

USVOJENA TEHNOLOGIJA INSINERACIJE OTPADA

Ključni kriterijum za razmatranje insineracije kao načina tretiranja komunalnog čvrstog otpada jesu pitanja količine, sastava i toplotne vrednosti sakupljenog otpada [9. Rand, T., Haukohl, J., Marxen, T. (2000) Municipal Solid Waste Incineration: Requirements for a successful project. World Bank Technical Paper No. 462.]; prosečna donja granica toplotne vrednosti otpada mora biti najmanje 6 MJ/kg tokom cele sezone, dok donja granica toplotne vrednosti na godišnjem nivou ne sme biti manja od 7 MJ/kg; Količina otpada za insineraciju na godišnjem nivou ne sme biti manja od 50.000 tona; promena nedeljnih količina otpada za insineraciju ne bi trebalo da prelazi 20%. Na osnovu dostupnih podataka [10. Vujić, G., Martinov, M., Stanislavljević, N., Ubavin, D., Štrbac, D., Batinić, B., Dvornić, A., Veselinov, B. (2008) Studija mogućnosti korišćenja komunalnog otpada u energetske svrhe (Waste to Energy) na teritoriji autonomne pokrajine Vojvodine i Republike Srbije. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine, Novi Sad.], [11. Vujić, G., Ubavin, D., Batinić, B., Vojinović Miloradov, M., Štrbac, D., Gvozdenac, B., Stanislavljević, N., Milovanović, D., Adamović, D., Bačlić, S., Dvornić, A. (2009) Utvrđivanje sastava otpada i procene količine u cilju definisanja strategije upravljanja sekundarnim sirovinama u sklopu održivog razvoja Republike Srbije. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine, Novi Sad.

], ispitano je da li su, za teritoriju Novog Sada ispunjeni ključni kriterijumi. Kriterijumi u pogledu sastava, toplotne vrednosti i prosečne količine jesu ispunjeni. Međutim, promene nedeljnih količina generisanog otpada se trenutno kreću i do 60% [11. Vujić, G., Ubavin, D., Batinić, B., Vojinović Miloradov, M., Štrbac, D., Gvozdenac, B., Stanisavljević, N., Milovanović, D., Adamović, D., Bačić, S., Dvornić, A. (2009) Utvrđivanje sastava otpada i procene količine u cilju definisanja strategije upravljanja sekundarnim sirovinama u sklopu održivog razvoja Republike Srbije. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine, Novi Sad. J. Stoga je usvojena pretpostavka da nedeljne promene neće prelaziti maksimalnih 20% kada se uspostavi integrисани sistem upravljanja komunalnim čvrstim otpadom, kao i da će se, u slučaju potrebe, izgraditi dodatni prostor za skladištenje. Usvojena tehnologija insineracije otpada je postrojenje za insineraciju bez prethodnog sortiranja (*mass burn incineration*), sa proizvodnjom električne i toplotne energije.

FINANSIJSKA ANALIZA

Svrha finansijske analize je da se kroz procenjeni tok novca u toku životnog ciklusa projekta izračunaju odgovarajući pokazatelji. Proračun se vrši primenom diskontovanog neto toka novca (*Discounted cash flow (DCF)*) [6. EU (2008) Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects. European Commission, Directorate General Regional Policy.], sa ciljem da se dobiju sledeći finansijski pokazatelji:

- Finansijska neto sadašnja vrednost investicije (FNPV(C)) (EUR)
- Finansijska interna stopa rentabilnosti investicije (FRR(C)) (brojčana vrednost, izražena u procentima)

Oba pokazatelja izražavaju finansijski povraćaj ukupnih troškova investicije. Pomoću njih se mere performanse projekta nezavisno od izvora i načina finansiranja i doprinosi se donošenju odluke da li projekat zahteva spoljašnju (EU) finansijsku podršku (ako je FNCPV negativna ili je FRR niža od primenjene diskontne stope).

Usvojeni životni ciklus projekta je 30 godina, počevši od 2014.godine. Za realizaciju investicije (projektovanje, pribavljanje potrebnih dozvola i građenje) usvojen je period od 3 godine. Faza probnog rada, sa kapacitetom upola manjim od maksimalnog počela bi u četvrtoj godini i trajala bi 6 meseci. Usvojena je diskontna stopa od 5%. Iz razloga pojednostavljenja analize nisu primenjivane stope rasta.

Tokom životnog ciklusa projekta usvojeno je povećanje količine otpada od 2% godišnje. Stoga je maksimalni kapacitet postrojenja za insineraciju definisan kao 260.000 tona komunalnog čvrstog otpada godišnje (254.888 tona komunalnog čvrstog otpada u poslednjoj godini).

Ulagani parametri koji su korišćeni prilikom finansijske analize:

1. Rashodi (troškovi), uzeti kao rezultat usaglašavanja procena vrednosti od strane tri eksperta pomoću delfi (*Delphi*) metode, na osnovu grafika predloženih u literaturi ([9. Rand, T., Haukohl, J., Marxen, T. (2000) Municipal Solid Waste Incineration: Requirements for a successful project. World Bank Technical Paper No. 462.], [10. Vujić, G., Martinov, M., Stanisavljević, N., Ubavin, D., Štrbac, D., Batinić, B., Dvornić, A., Veselinov, B. (2008) Studija mogućnosti korišćenja komunalnog otpada u energetske svrhe (Waste to Energy) na teritoriji autonomne pokrajine Vojvodine i Republike Srbije. Univerzitet u Novom

Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine, Novi Sad.]) za primenu prilikom analiziranja insineracije otpada u Srbiji:

- Investicioni troškovi (projektovanje, pribavljanje potrebnih dozvola, eksproprijacija zemljišta, radovi) – IC: procenjeni na 135 miliona EUR;
 - Troškovi eksploatacije i održavanja (fiksni troškovi: radna snaga i administracija; promenljivi troškovi: električna energija i voda, materijali, eliminacija pepela i zgure; troškovi održavanja) – O&M C: procenjeni na 4,9 miliona EUR godišnje;
 - Troškovi čišćenja i dekomaminacije lokacije na kraju perioda eksploatacije – C&D C: procenjeni na 10 miliona EUR.

2. Prihodi:

- Prihodi od prikupljanja i odlaganja otpada: trenutna naknada za prikupljanje i odlaganje otpada je 0,93 EUR mesečno po stanovniku, sa stopom plaćanja 85% [12. Vujić, G., Ubavin, D., Batinić, B., Vojnović, Z., Kovačević, S., Kiš, F., Mihajlović, V. (2011) Regionalni plan upravljanja otpadom za grad Novi Sad i opštine Bačka Palanka, Bački Petrovac, Beočin, Žabalj, Srbobran, Temerin i Vrbas. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine, Novi Sad.]; kako su transportne rute i količina transportovanog otpada za insineraciju iste kao i u postojećoj situaciji, računato je da bi postojeća cena pokrila sakupljanje i transport komunalnog otpada, a kao prihod je usvojena dodatna fiksna naknada za tretman otpada, koja bi iznosila 1 EUR mesečno po stanovniku. Sa ovako usvojenom dodatnom naknadom, ukupna cena za odlaganje i tretman otpada bi stanovnicima ostala pristupačna, tj. stopa plaćanja, kako je istakao Wilson et al. [14. Wilson, C.D., Rodic, Lj. Scheinberg, A., Velis, A.C., Alabaster, G. (2012) Comparative analysis of solid waste management in 20 cities. Waste Management and Research, 30(3), 237-254.] ne bi bila biti ugrožena. Godišnji prihod od naknade za tretman otpada (sa stopom plaćanja od 85%) je 3,2 miliona EUR.
- Prihodi od dobijene energije:
 - Trenutna cena električne energije je $0,055 \text{ EUR}(\text{KWh})^{-1}$, a proizvodnja električne energije od $0,6 \text{ MWh}^{-1}$ komunalnog čvrstog otpada rezultira prihodom od 33 EURt^{-1} komunalnog čvrstog otpada;
 - Prihodi od dobijene toplove: $18,86 \text{ EURt}^{-1}$ komunalnog čvrstog otpada
- Rezidualna vrednost investicije – RV: 5% od investicionih troškova

Nakon analize prihoda i rashoda i diskontovanog toka novca u okviru životnog ciklusa projekta izračunati su finansijski pokazatelji. FNPV(C) je negativna (-20,3 miliona eura), a FRR(C) je manja od primenjene diskontne stope (3,58% u poređenju sa 5%), što znači da su prihodi manji od troškova i da projekat zahteva spoljašnju finansijsku podršku.

U regionalnom planu upravljanja otpadom za Novi Sad i okolne opštine [12. Vujić, G., Ubavin, D., Batinić, B., Vojnović, Z., Kovačević, S., Kiš, F., Mihajlović, V. (2011) Regionalni plan upravljanja otpadom za grad Novi Sad i opštine Bačka Palanka, Bački Petrovac, Beočin, Žabalj, Srbobran, Temerin i Vrbas. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine, Novi Sad.],

dobijena neto sadašnja vrednost investicije za predložen projekat regionalne deponije je 14 miliona eura za životni ciklus od 20 godina (neto dobit je $1,97 \text{ EURt}^{-1}$ komunalnog otpada). Projekat incineratora komunalnog čvrstog otpada za Novi Sad, ima FNPV investicije -39 miliona EUR za period od 20 godina i -20 miliona EUR za ceo životni ciklus od 30 godina. Ovo odgovara neto dobiti od $-10,2 \text{ EURt}^{-1}$ i $-3,8 \text{ EURt}^{-1}$ tretiranog komunalnog čvrstog otpada za period od 20 odnosno 30 godina životnog ciklusa projekta.

EKONOMSKA ANALIZA

Ekonomski analiza u okviru CBA, analizira uticaje projekta na i u ime celog društva (regionala, države), a ne samo u ime vlasnika postrojenja, kao što je slučaj u finansijskoj analizi [6. EU (2008) Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects. European Commission, Directorate General Regional Policy.]. Standardni pristup [9. Rand, T., Haukohl, J., Marxen, T. (2000) Municipal Solid Waste Incineration: Requirements for a successful project. World Bank Technical Paper No. 462.], koji je u skladu sa međunarodnom praksom, sadrži četiri koraka: konverzija tržišnih cena u obračunske, monetarizaciju netržišnih uticaja, diskovanje neto toka novca i izračunavanje ekonomskih pokazatelja projekta.

Za konverziju tržišnih cena u obračunske, za svaki prihod i rashod iz finansijske analize korišćeni su odgovarajući faktori konverzije, kako bi se izrazili društveni benefiti i troškovi [9. Rand, T., Haukohl, J., Marxen, T. (2000) Municipal Solid Waste Incineration: Requirements for a successful project. World Bank Technical Paper No. 462.]. Prijemljeni faktori su: standardni faktor konverzije (SCF), faktor konverzije koji izražava odnos cene robe na državnoj granici i cene na domaćem tržištu, i "plata u senci" (*Shadow Wage Rate (SWR)*), faktor konverzije za cenu radne snage koji zavisi od stope nezaposlenosti i poreza.

Naredni korak bio je monetarizacija netržišnih pozitivnih i negativnih uticaja projekta postrojenja za insineraciju komunalnog otpada. Pozitivni spoljašnji uticaji su:

- Smanjenje količine otpada koji se odlaže na deponije; insineracijom se težina komunalnog otpada smanjuje na 30% prvobitne [13. Williams, P.T. (2005) Waste Treatment and Disposal (2nd edn). John Wiley Sons, Chichester, England.]. Ušteda postoji kako u pogledu troškova odlaganja, tako i ekoloških troškova za 70% komunalnog otpada koji se ne odlaže na deponije. Troškovi odlaganja za novopredloženu deponiju u Novom Sadu su 25 EURt^{-1} [12. Vujić, G., Ubavin, D., Batinić, B., Vojnović, Z., Kovačević, S., Kiš, F., Mihajlović, V. (2011) Regionalni plan upravljanja otpadom za grad Novi Sad i opštine Bačka Palanka, Bački Petrovac, Beočin, Žabalj, Srbobran, Temerin i Vrbas. Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine, Novi Sad.]. Ekološki troškovi u EU (Francuska) iznose $12,8 \text{ EUR t}^{-1}$ deponovanog otpada [8. Rabl, A., Spadaro, J.V., Zoughaib, A. (2008) Environmental impacts and costs of solid waste: a comparison of landfill and incineration. Waste Management and Research, 26, 147-162.]. Iako su ekološki troškovi procenjivani za tržište EU, oni su usvojeni za ovu analizu pomoću BT pristupa [3. Eshet, T., Ayalon, O., Shechter, M. (2005) A critical review of eco-

nomic valuation studies of externalities from incineration and landfilling. Waste Management and Research, 23, 487-504.], [6. EU (2008) Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects. European Commission, Directorate General Regional Policy.], jer relevantni podaci za Srbiju, kao zemlju koja je kandidat za pristup EU, ne postoje.

- Izbegnuta emisija CO₂ koji se dobija proizvodnjom energije sagorevanjem fosilnih goriva (uglja); monetarizovana je kroz kalkulaciju prihoda od dobijene energije sa feed in tarifama, kako je i predviđeno Uredbom o merama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije (2013) [2. Uredba o merama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije (2013). Službeni gasnik Republike Srbije br. 8/13.]; feed-in tarifa za energiju dobijenu insineracijom komunalnog otpada u Srbiji je 0,0857 EUR(KWh)-1. Feed-in tarifa za prodaju toplotne energije proizvedene insinerasijom komunalnog otpada još nije definisana, ali je usvojena kao cena grejanja u EU iz Vodiča Evropske komisije za Cost-Benefit analizu investicionih projekata. [6. EU (2008) Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects. European Commission, Directorate General Regional Policy.], i ona iznosi 27 EURt⁻¹ od čvrstog komunalnog otpada.

Štetni uticaji koji se javljaju pri insinerasiji komunalnog otpada na zdravlje ljudi, životnu sredinu i globalno zagrevanje su zagađenje vazduha (leteći pepeo i gas), hemijski otpad, rezidualni sistema za čišćenje gasova i buka. Ovi negativni spoljni uticaji i metode za njihovu analizu i procenu bili su predmet mnogih studija. Metode koje se koriste jesu: procena životnog ciklusa (Life-Cycle Assessment (LCA)), procena uticaja tokom životnog ciklusa (Life-Cycle Impact Assessment (LCIA)), procena uticaja na zdravlje sa fokusom na kolektivnu izloženost (Health Impacts Assessment with a focus on collective exposures or doses), procena toka uticaja (Impact Pathway Analysis (IPA)), spoljni troškovi (External costs), itd. Eshet et al. (2005) [3. Eshet, T., Ayalon, O., Shechter, M. (2005) A critical review of economic valuation studies of externalities from incineration and landfilling. Waste Management and Research, 23, 487-504.] daje kritički pregled ovih i drugih metoda procene. ExternE metodologija [4. EU (2004) ExternE: New results of ExternE, after the NewExt and ExtenE-Pol projects.] nudi okvir za izražavanje uticaja na zdravlje i životnu sredinu koji su izraženi različitim jedinicama u najčešće korišćenu jedinicu – novac. Za novčanu vrednost negativnih spoljnjih uticaja proizvodnje energije insinerasijom komunalnog otpada za ovu analizu usvojena je procena dobijena ovom metodom [8. Rabl, A., Spadaro, J.V., Zoughaib, A. (2008) Environmental impacts and costs of solid waste: a comparison of landfill and incineration. Waste Management and Research, 26, 147-162.]. Rabl et al. (2008) [8. Rabl, A., Spadaro, J.V., Zoughaib, A. (2008) Environmental impacts and costs of solid waste: a comparison of landfill and incineration. Waste Management and Research, 26, 147-162.] je na osnovu analize životnog ciklusa i IPA metodologije izračunao ekološki uticaj i troškove pri insinerasiji komunalnog otpada i odlaganju otpada na deponije za EU (Francuska). Za analizu u ovom radu, korišćenjem BT pristupa usvojena je vrednost ekoloških troškova od 22,9 EURt-1 za insinerasiju komunalnog otpada, pod pretpostavkom da ovi troškovi u Srbiji mogu biti samo isti ili manji u odnosu na takve troškove u EU.

Tabela 1 prikazuje diskontovani neto tok novca i izračunate ekonomske pokazatelje projekta. Društvena diskontna stopa (SDR) od 10% je usvojena po preporuci Ministarstva finansija i ekonomije Republike Srbije (Ministarstvo za infrastrukturu Republike Srbije 2010) [7. Ministarstvo za infrastrukturu Republike Srbije (2010) Manual Cost Benefit Analysis http://www.putevisrbije.rs/strategijapdf/Manual_Cost_Benefit_Analysis.pdf].

Tabela 1. Ekonomska analiza (u hiljadama EUR)

Table 1. Economic analysis (in thousands of Euros)

Year	SOCIAL COSTS			NEG. EXTERN.	TOTAL ECON. COSTS	SALES (calc. with feed-in tariffs)				POS. EXTERN.	TOTAL ECON. BENEFITS	NET ECON. BENEFIT	Disc. Factor
	IC	O&M C	C&D C			Treat. Rev.	Electr. Rev.	Heat Rev.	Res. Value				
1	6,661	0	0	0	6,661	0	0	0	0	0	0	-6,661	0.91
2	56,093	0	0	0	56,093	0	0	0	0	0	0	-56,093	0.83
3	48,266	0	0	0	48,266	0	0	0	0	0	0	-48,266	0.75
4	0	2,934	0	2,616	5,550	2,307	5,826	3,087	0	3,023	14,243	8,693	0.68
5	0	3,912	0	3,558	7,470	3,077	7,923	4,198	0	4,111	19,309	11,839	0.62
6 – 29	0	3,912	0	3,629 – 5,722	7,541 – 9,634	3,077	8,082 – 12,744	4,282 – 6,752	0	4,193 – 6,612	19,633 – 29,185	12,093 – 19,451	0.56 – 0.06
30	0	3,912	4,182	5,837	13,931	3,077	12,999	6,887	5,551	6,744	35,258	21,328	0.06
ENPV:					5,130					ERR:		10.59%	

Rezultati ekonomske analize pokazuju da je društvo bolje sa projektom insineracije komunalnog otpada, pošto je ENPV veća od 0 (5,13 miliona eura) i ERR veći od SDR (10,59%, u odnosu na 10%). Dobijena neto ekonomska korist po toni komunalnog čvrstog otpada je 1 EURt⁻¹.

Kao što je prikazano, razlika od 0,037 EUR(KWh)⁻¹ između postojeće feed-in tarife od 0,0857 EUR(KWh)⁻¹ i trenutne cene električne energije u Srbiji od 0,055 EUR(KWh)⁻¹, je dovoljna da proizvede pozitivni ukupni uticaj projekta insineracije komunalnog otpada na društvo.

ZAKLJUČAK

Rezultati finansijske analize su pokazali da je projektu potrebna spoljna finansijska podrška (subvencija ili zajam EU) i da je projekat skuplji od projekta regionalne depoznije.

Ekonomska analiza je, međutim pokazala da bi društvo imalo koristi od projekta incineracije. Razlika od 0,037 EUR(KWh)⁻¹ između postojeće feed-in tarife i trenutne cene električne energije u Srbiji, koja predstavlja spoljni trošak električne energije dobijene iz uglja, omogućava ukupni pozitivan ekonomski doprinos.

Rezultati ovih analiza sugerisu da je sa pravilnim proračunom spoljnih troškova i benefita, incineracija komunalnog otpada u Srbiji bolji izbor za dobijanje energije od termo elektrana na ugalj, kako sa društvenog aspekta, tako i sa aspekta očuvanja životne sredine.