

# Mogućnosti gospodarenja otpadom na otocima Cresu i Lošinj

## Possibilities of Waste Management on the Islands of Cres and Lošinj

Hrvoje Grofelnik

Gimnazija Andrije Mohorovičića  
Rijeka  
e-mail: hrvoje.grofelnik@skole.hr

UDK 628.4 (210.7 CRES)  
(210.7 LOŠINJ)

Izvorni znanstveni članak / Original scientific paper  
Rukopis primljen / Paper accepted: 12. 11. 2012.

### Sažetak

Provedeno istraživanje u obliku studije slučaja pristupa analizi stanja i mogućnostima vrednovanja sustava gospodarenja krutim komunalnim otpadom na otocima Cresu i Lošinj. U radu je analiziran koncept strategije odlaganja otpada putem odvoza na središnje županijsko odlagalište te je dan pregled isplativosti i utjecaja na okoliš mogućeg industrijskog spaljivanja komunalnog otpada na otocima Cresu i Lošinj. Za određivanje opterećenja okoliša u istraživanju je korištena metoda lokalnog ugljikovog otiska odnosno izračunan je parcijalni ekološkog otisak mogućeg spaljivanja krutog komunalnog otpada. Unutar ugljikovog otiska izdvojen je udio koji dolazi iz turizma, najživlje i strateški najvažnije otočke djelatnosti. Osnovni rezultati rada pokazuju kako bi se nakon početnih zahtjevnijih ulaganja u industrijsko spaljivanje komunalnog otpada ubrzo pokazala pozitivna obilježja ovakvog zbrinjavanja otpada. Specifična otočka obilježja prostora kao što su godišnji hod turističke aktivnosti i produkcije otpada te sposobnosti bioapsorpcije otoka pokazala su u istraživanju da idu u prilog ovakvom načinu zbrinjavanja otpada. Spaljivanje komunalnog otpada stvara atmosferske emisije i kruti ostatak koji čine nužno opterećenje na okoliš te ako se investiranje u sustav zbrinjavanja otpada planira u skladu s visokim ekološkim standardima, otisak na otočki okoliš bio bi prihvatljiv i opravdan. Moguće industrijsko spaljivanje otpada, analizirano u radu, generiralo bi toplinsku i električnu energiju za potrebe stanovnika i gospodarstva te posebice turizma. Potrebno je istaknuti da bi se opisanim sustavom gospodarenja otpadom povećala za budućnost vrlo važna energetska samodostatnost otoka.

### Summary

A research has been done in the form of a case study which analyses the situation and possibilities of the solid communal waste management system's assessment on the islands of Cres and Lošinj. The paper analyses a concept of waste disposal strategy through the transport to the central county landfill, and it gives an overview of the cost effectiveness and environmental impact of the possible industrial incineration of Cres and Lošinj's communal waste. A method of local carbon footprint for the environmental load determination has been used. Thus it has been calculated the partial ecological footprint of the possible solid communal waste's incineration. The share of tourism, as the booming and strategically most important industry on the islands, has been isolated within the carbon footprint. The main results has shown that soon after the first major investments in the industrial incineration of the communal waste, the positive characteristics of such waste management would become apparent. The research has shown that specific characteristics of island areas, such as annual trends of tourist activity and waste production, as well as the islands' bioabsorptive capacity, benefit this type of waste management. The communal waste incineration produces atmospheric emissions and solid residue which present unavoidable environmental load, and if the investing into the waste disposal management system is planned according to the high ecological standards, the footprint on the islands' environment would be acceptable and justified. The possible industrial incineration of waste which was analysed would generate thermal and electrical energy for the needs of the local population and economy, especially tourism. It should be noted that the above described system of waste management would increase for the future of the island very important energy self-sufficiency.

### UVOD / Introduction

Stvaranje komunalnog otpada stvarnost je svakog nastanjenog prostora, pa tako i otoka Cresa i Lošinja. Kod razmatranja problematike zbrinjavanja komunalnog

otpada otoke je potrebno promatrati s posebnom pažnjom jer je kod njih očita ograničenost prostorom koji stoji na raspolaganju, a i sami lokaliteti

### KLJUČNE RIJEČI

komunalni otpad  
gospodarenje otpadom  
spaljivanje otpada  
ugljkov otisak  
Cres  
Lošinj

### KEY WORDS

communal waste  
waste management  
waste incineration  
carbon footprint  
Cres  
Lošinj

odlagališta su obično bliži naseljima te su uočljiviji u prostoru. Na gotovo svim hrvatskim otocima pa tako i na Cresu i Lošinj problematika lociranja odlagališta

komunalnog otpada posebno dolazi do izražaja zbog izduženosti (uskosti) otoka koja dodatno ograničava mogućnost „skrivanja“ odlagališta (Cahun 2013., Marques i dr. 2005.). Danas se na otocima Cresu i Lošinj u koriste dva odlagališta, Pržić na otoku Cresu i Kalvarija na otoku Lošinj. Na otocima Cresu i Lošinj u oba razmatrana primjera zračna udaljenost komunalnih odlagališta krutog otpada od središta samog glavnog naselja iznosi manje od 3 km te su oba odlagališta na višoj nadmorskoj visini u odnosu na susjedno naselje. Zbog smještaja trenutnih odlagališta na reljefno višem prostoru od susjednih naselja vrlo je važno imati na umu njihovu kršku vodopropusnu podlogu koja predstavlja potencijalnu opasnost procjeđivanja onečišćenih voda (Magaš i dr., 1973., MZOIP 2007.).

Buduće zbrinjavanje otpada na otocima kroz *Prostorni plan Primorsko-goranske županije* (2009.) usmjereno je prema konceptu izbjegavanje-vrednovanje-odlaganje. U tom smislu, u planu je gradnja reciklažnih dvorišta i biokompostana u naseljima Cresu i Malom Lošinj. *Zakonom o otpadu* (2004.), *Odlukama o proglašenju Zakona o izmjenama i dopunama zakona o otpadu* (2006., 2008. i 2009.), *Strategijom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske* (2005.), *Pravilnikom o gospodarenju otpadom* (2007.) i *Planom gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj 2007.-2015.* (2007.) planiran je odvoz ukupnog otočkog otpada na središnje županijsko odlagalište Marišćina (Viškovo-Rijeka).

Obilježja sastava i količine komunalnog otpada na Cresu i Lošinj su usko vezane uz pulsiranje ukupnog života i gospodarstva na otocima (Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj, 2009.). Turizam kao osnovna živa djelatnost na otocima ima svoj nezaobilazni biljeg na količinama i godišnjim oscilacijama produkcije komunalnog otpada (TZ-GC 2009., TZ-GML 2009.).

<sup>1</sup> Jedna od vrlo čestih praksi u svijetu, a posebice izražena u Republici Hrvatskoj, je favoriziranje pozicioniranja odlagališta na lokacijama koje su manje uočljive u prostoru. Ovakva praksa rezultirala je pozicioniranjem odlagališta u reljefnim udubljenjima ili na područjima zaklonjenim reljefnom preprekom, što potvrđuje i EEA izvješće iz 2013. godine. Ovakav pristup lociranju odlagališta komunalnog otpada je opravdan zbog ograničavanja mogućnosti širenja bolesti, neugodnih mirisa, očuvanja vizualnih vrijednosti pejzaža, ali je potrebno i naglasiti da sklanjanje otpada izvan svakodnevnog vidokruga, prema konceptu NIMBY, ne rješava probleme njegovog stvaranja i zbrinjavanja (Marques i dr. 2005.).

## METODOLOGIJA / Methodology

Istraživanje se po objektu proučavanja i korištenim metodama nadovezuje na radove koji se bave problematikom održivog razvoja turizma te posebice gospodarenja otpadom i utjecajem turizma na opterećenje okoliša.

Među radovima koji proučavaju problematiku gospodarenja otpadom na otocima i tehnologijom industrijskog spaljivanja komunalnog otpada potrebno je izdvojiti slijedeće.

Erdelez, Margeta i Knezić (2007.) koji metodom matematičkog modeliranja sustava optimizacije prikupljanja otpada daju doprinos poboljšanju učinkovitosti prikupljanja krutog komunalnog otpada na otoku Braču. Autori prikazuju optimizirani operativni model prikupljanja komunalnog otpada s obzirom na troškove i učinkovitost sustava. U zaključnim razmatranjima iznose kako ne postoji potreba uvođenja manjih pretovarnih stanica u sustave s naseljima s relativno malim količinama otpada s obzirom da se otočka naselja nalaze na udaljenosti ne značajno većoj od 30 km od lokacije zbrinjavanja otpada.

Schneider, Lončar i Bogdan (2010.) razmatraju tehnno-ekonomsku analizu postrojenja za energetska upotrebu komunalnog otpada koje uključuje proizvodnju toplinske i električne energije. Na primjeru hipotetske studije slučaja tehnološke izvedivosti, ekonomske isplativosti te vodeći računa o ekološkim utjecajima rad zaključuje da su zbog visokih zahtjeva u zaštiti okoliša, troškovi pogona i održavanja postrojenja visoki, te za odabrani model i kapacitet spalionice čine postrojenje granično isplativim.

Posebno je potrebno naglasiti i sljedeće radove koji se bave afirmacijom metode ekološkog i ugljikovog otiska te izračunom parcijalnog (ugljikovog) ekološkog otiska.

Hunter (2002.) u svom teoretskom radu povezuje područja održivog turizma i ekološkog promišljanja razvoja preko metode turističkog ekološkog otiska. Autor ističe sve veći interes za ekološki otisak kao metodu analize društvenih zahtjeva prema biosferi. Rad podcrtava turizam kao jednim od najvećih svjetskih gospodarskih sustava koji može imati značajne ekološke učinke na lokalnu sredinu, ali i globalni okoliš. U zaključnim razmatranjima autor podcrtava kako je potrebno primarna istraživanja iz

područja održivog razvoja turizma usmjeriti na izračun turističkog ekološkog otiska.

Hunter i Shaw (2007.), nastavljaju, na prethodno navedeni rad Hunter (2002.), daljnju afirmaciju metode ekološkog otiska kao indikatora održivog razvoja turizma. Rad potiče primjenu i razrađivanje metode ekološkog otiska te donosi detaljan pregled do tada publiciranih istraživanja vezanih uz upotrebu ekološkog otiska u održivom razvoju turizma. U zaključnim razmatranjima rad daje i aplikativan doprinos razvoju metode primjerom izračuna ekološkog (ugljikovog) otiska zračnog prometa u turizmu.

Gössling (2011.) u svojoj stručnoj knjizi razmatra ekološki i ekonomski aspekt održivog razvoja turizma kroz pojedinačne aspekte ugljikovog otiska u turizmu. Rad donosi pregled istraživanja te po tematskim poglavljima podcrtava značaj ugljikovog otiska kao metode usko vezane uz aktualne trendove globalne promjene klime. U zaključnim razmatranjima autor potiče daljnja istraživanja u smjeru analize stanja u prostoru i razvoja turizma niskih ugljikovih emisija („low carbon tourism“).

Navedeni radovi dali su temelj za promišljanje i aplikaciju metode ugljikovog otiska te izdvajanje turističkog udjela u otisku na primjeru otoka Cresu i Lošinj odnosno mogućeg industrijskog spaljivanja krutog komunalnog otpada na otocima.

Kako bi se izračunao parcijalni ekološki otisak, odnosno mogući ugljikov otisak spaljivanja otpada<sup>2</sup>, prikupljeni su izvorni podaci o odloženom krutom komunalnom otpadu na području otoka Cresu i Lošinj za razdoblje od 2004. do 2008. godine odnosno specifično za 2008. godinu kao zadnju u promatranom vremenskom nizu. Volumne količine i mase krutog komunalnog otpada dobivene su u direktnom kontaktu s komunalnim društvom *Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj d.o.o.* Uz dobivene statističke podatke o količinama otpada za izračun korišteni su standardni postupci uvaženi u metodi izračuna ugljikovog otiska Ewing i dr. (2010).

<sup>2</sup> Ekološki otisak je metoda kojom se uspoređuje lokalna ili globalna fizička biokapacitetna nosivost prostora i njegova današnja ukupna opterećenost od strane čovjeka. Ugljikov otisak čini dio ekološkog otiska, a stavlja u omjer produkciju CO<sub>2</sub> neke ljudske djelatnosti u odnosu na bioapsorpcijsku sposobnost određenog lokalnog ili globalnog prostora.

Tablica 1. Kretanje količina odloženog krutog komunalnog otpada na otocima Cresu i Lošinju od 2004. do 2008. godine

Table 1 Quantity trend of the disposed solid communal waste on the islands of Cres and Lošinj from 2004 to 2008.

Godina	2004.	2005.	2006.	2007.	2008.
Otpad odložen na odlagalištu Pržić – Cres (m <sup>3</sup> )	15 100	13 301	13 594	12760	15 835
Otpad odložen na odlagalištu Kalvarija – Lošinj (m <sup>3</sup> )	45 165	48 991	52 729	56 167	51582
Ukupna količina odloženog otpada (m <sup>3</sup> )	60 265	62 292	66 323	68 927	67 417
Prosjek odloženog otpada u razdoblju 2004.-2008. (m <sup>3</sup> )	65 045				
Odstupanje od prosjeka razdoblja 2004.-2008.,	- 7,3%	- 4,2%	+ 2,0%	+ 6,0%	+ 3,6%

Izvor: Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj, 2009.

Tablica 2. Kretanje vrijednosti i udjela odloženog otpada po odlagalištima Pržić i Kalvarija tijekom 2008. godine

Table 2 Trends of value and proportion of disposed waste for the Pržić and Kalvarija landfills in 2008.

Težine (t)	mjeseci												Ukupno
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Odlagalište Pržić	322	368,5	352	471	590,5	577	981	978,5	597	415,5	359,5	349,5	6362
Udio (%)	25,19	28,05	25,96	28,96	28,94	25,40	27,09	28,38	25,82	21,38	25,19	26,19	26,54
Odlagalište Kalvarija	956,1	945,4	1003,9	1155,4	1450,2	1694,8	2640,6	2469,8	1715,2	1528,2	1067,4	985	17612
Udio (%)	74,81	71,95	74,04	71,04	71,06	74,60	72,91	71,62	74,18	78,62	74,81	73,81	73,46
Ukupno	1278,1	1313,9	1355,9	1626,4	2040,7	2271,8	3621,6	3448,3	2312,2	1943,7	1426,9	1334,5	23974

Izvor: Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj, 2009.

U radu je, na primjeru studije slučaja mogućeg ugljikovog otiska spaljivanja krutog komunalnog otpada, izračunat njegov ukupan utjecaj na okoliš te je izdvojen udio turizma u ovom otisku. Izračunate vrijednosti emisije CO<sub>2</sub> su stavljene u omjer s lokalnom sposobnošću bioapsorpcije CO<sub>2</sub> (Grofelnik, 2010) te su uz metodu parcijalnog ekološkog (ugljikovog) otiska (Ewing i dr., 2010) izdvojena moguća lokalna i globalna opterećenja na okoliš.

## STANJE SUSTAVA ODLAGANJA KOMUNALNOG OTPADA NA OTOCIMA CRESU I LOŠINJU / *The state of communal waste disposal system on the islands of Cres and Lošinj*

Na otocima Cresu i Lošinju prikupljanje krutog komunalnog otpada odvija se s niskim stupnjem diferenciranja i pripreme za recikliranje kao i u ostatku države. Republika Hrvatska je 2010. godine reciklirala oko 4% od ukupno prikupljenog krutog komunalnog otpada dok je izdvajanje sekundarnih sirovina u zemljama Europske unije u prosjeku iznosilo oko 30% (EEA, 2013). Odlaganje ukupno prikupljenog krutog

komunalnog otpada, na istraživanom području, odvija se na dva odlagališta u dvije jedinice lokalne samouprave Grad Cres i Grad Mali Lošinj. Kretanje količina odloženog krutog komunalnog otpada na otocima u promatranom razdoblju od 2004. do 2008. godine pokazuje blagi trend porasta pa je stoga u ovom istraživanju kao reprezentativna godina za studiju slučaja uzeta posljednja u nizu, 2008. godina (Tab.1.). Odstupanje izdvojene 2008. godine u odnosu na prosjek promatranog petogodišnjeg razdoblja iznosi 3,6% što je statistički zanemarivo te se stoga ova godina uzeta kao reprezentativna za izračun utjecaja na okoliš.

Na odlagalištima komunalnog otpada Pržić (otok Cres) i Kalvarija (otok Lošinj) tijekom 2008. godine ukupno je odloženo 67 417 m<sup>3</sup> ili oko 23 974 tone komunalnog otpada. Od toga 17 612 tona ili 73,5% težinskih udjela odloženo je na odlagalištu Kalvarija, a 26,5 % na odlagalištu Pržić (Tab.2.). Na odlagalištu Kalvarija odlaže se i komunalni otpad s otoka Unija, Suska, Ilovika i Srakana. Količina komunalnog otpada s navedenih otoka odložena na odlagalište Kalvarija tijekom 2008. godine iznosila je 4250,5 m<sup>3</sup> ili 6,3% ukupnog otpada obaju

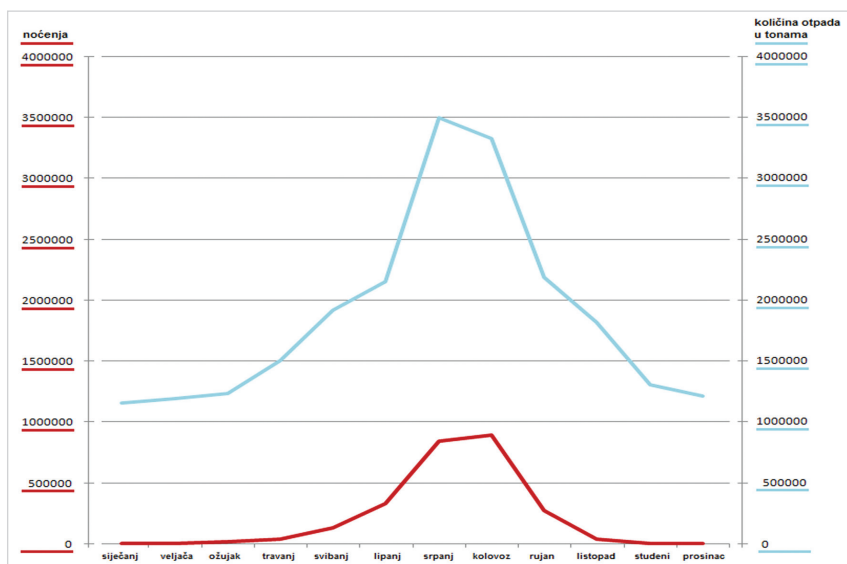
otoka odnosno 8,2% volumena otpada odloženog na odlagalištu Kalvarija.

Ukupne otočke godišnje oscilacije količine otpada su vrlo izražene tako da se ističe minimum u siječnju s godišnjim težinskim udjelom od 5,1%, dok je maksimum u srpnju s 15,5%. Produkcija otpada na otocima od strane turizma je vrlo izražena (Sl.1.), a ako se minimalni iznos iz siječnja uzme kao otočka baza<sup>3</sup> za rezidentno stanovništvo iz toga proizlazi da tijekom godine gosti na otoku u produkciji otpada sudjeluju s 36% težinskog udjela (Sl.2.).

Iz analiziranih podataka može se izračunati da prosječna godišnja produkcija krutog komunalnog otpada rezidentnog i nerezidentnog stanovništva (turista i vikendaša) zajedno iznosi 3,50 kg dnevno. Ako se na razini noćenja ukupna suma razdjeli na rezidentno i nerezidentno stanovništvo vrijednosti se nešto mijenjaju, tako da količina komunalnog otpada po rezidentnom stanovniku<sup>4</sup> tijekom godine na dan iznosi 3,83 kg, a količina komunalnog otpada po nerezidentima tijekom godine po danu iznosi 3,04 kg. Usporede li se ove brojke s evidentiranim ukupnom godišnjom produkcijom otpada u Primorsko-goranskoj županiji 2008. godine koja iznosi 1,92 kg po osobi dnevno (AZO, 2010) ili s 1,82 kg po danu godišnje na Balearima (Fortuny i dr., 2008) kao turističkoj destinaciji sličnoj po mediteranskom otočnom položaju i tipu

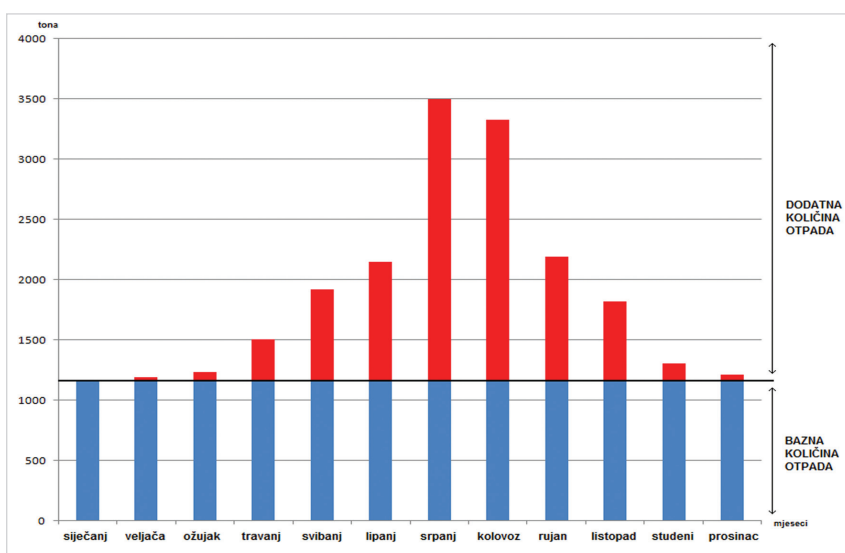
<sup>3</sup> Mjesec siječanj je mjesec u kojem je turistički promet na otoku zanemariv te se ukupna količina otpada može pripisati samo otočanima odnosno rezidentnom stanovništvu (TZ-GC 2009., TZ-GML 2009.). Uzimajući količinu otpada iz siječnja kao bazu koja se raspoređuje u cjelogodišnjem nizu mjeseci, tada se sve vrijednosti iznad siječanjskih mogu pripisati turističkoj (nerezidentnoj) produkciji komunalnog otpada, što je vidljivo na Sl.2. (Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj, 2009.).

<sup>4</sup> Bazni mjesec s minimalnom količinom produkcije komunalnog otpada je siječanj.



Izvor: Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj, 2009.; TZ-GC 2009.; TZ-GML 2009.

Slika 1. Odnosi kretanja broja turističkih noćenja i težinske količine krutog komunalnog otpada na otocima Cresu i Lošinj u 2008. godine  
 Figure 1 Trend ratios of the number of tourist overnight stays and the weight quantity of solid communal waste on the islands of Cres and Lošinj in 2008.



Izvor: Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj, 2009.

Slika 2. Odnos baznih i dodatnih količina krutog komunalnog otpada tijekom 2008. godine na otocima Cresu i Lošinj  
 Figure 2 The ratio of basal and additional quantities of solid communal waste in 2008 on the islands of Cres and Lošinj

sezonskog kupališnog turizma, vidljivo je kako je produkcija otpada na otocima Cresu i Lošinj vrlo izražena. Ipak, ako se uzme prosjek ukupne produkcije otpada po danu na otocima Cresu i Lošinj za razdoblje od lipnja do rujna koji iznosi 2,96 kg po osobi po danu<sup>5</sup> i usporedi s istim ljetnim

<sup>5</sup>Vrijednost od 2,96 kg otpada po danu za razdoblje od lipnja do rujna dobivena je dijeljenjem ukupne količine krutog komunalnog otpada na otocima za promatrano razdoblje (11 653 900 kg) s brojem noćenja rezidentnog stanovništva (1 336 510 noćenja), turističkih noćenja (2 353 146 noćenja) i vikendaških noćenja (241 575 noćenja) (TZ-GC 2009., TZ-GML 2009.).

turističkim razdobljem na Balearima gdje je produkcija 2,50 kg po osobi po danu, vidljiva je sličnost u godišnjim oscilacijama količina krutog komunalnog otpada (Fortuny i dr., 2008). Navedena sličnost u godišnjim oscilacijama potvrđuje da su ove dvije otočke turističke destinacije sličnih obilježja prema tipu kupališnog turizma, ali i po navikama gostiju.

## OBILJEŽJA TRANSPORTA KOMUNALNOG OTPADA NA SREDIŠNJE ŽUPANIJSKO ODLAGALIŠTE MARIŠČINA / Characteristics of the communal waste transport to the central county landfill Marišćina

Buduće zbrinjavanje otpada na otocima Cresu i Lošinj u Strategijom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (2005.), Pravilnikom o gospodarenju otpadom (2007.) i Planom gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj 2007.-2015. (2007.) planirano je odvozom ukupnog otočkog otpada na središnje županijsko odlagalište Marišćina (Općina Viškovo). Ovakav plan zbrinjavanja krutog komunalnog otpada upitne je opravdanosti zbog svoje ekonomske rentabilnosti i biotoksične opasnosti koja proizlazi iz duljine transportnog puta. Udaljenost u jednom smjeru od naselja Mali Lošinj kao najvećeg stvaratelja otpada do glavnog planiranog županijskog odlagališta iznosi oko 140 km (preko trajektnog pristaništa Merag) ili oko 130 km (preko trajektnog pristaništa Porozina). Najkraća udaljenost od naselja Cres do središnjeg županijskog odlagališta iznosi oko 75 km (preko trajektnog pristaništa Porozina) ili 85 km (preko trajektnog pristaništa Merag).

Tretmanom komprimiranja otočkog otpada prije transporta njegov se volumen može smanjiti za oko deset puta<sup>6</sup> što iznosi ukupno 6742 m<sup>3</sup>, od toga 4955 m<sup>3</sup> pripada odlagalištu Kalvarija - Lošinj, a 1787 m<sup>3</sup> odlagalištu Pržić - Cres (Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj, 2009). Ako se za transport upotrebljavaju rolokontejneri volumnog kapaciteta 20 m<sup>3</sup> u tom slučaju je potrebno za transport otpada na središnje županijsko odlagalište ukupno 337 vožnji<sup>7</sup>. Od navedenog ukupnog broja vožnji 248 bi kretalo s odlagališta Kalvarija dok bi 89 kretalo s odlagališta Pržić. Odvoz komunalnog otpada bi morao biti organiziran preko trajektnog terminala Merag jer je prilazna cesta na trajektni terminal Porozina loših voznih karakteristika (kolnik je previše uzak za siguran promet većih vozila). Budući da bi se prevoženje komunalnog otpada odvijalo kružno s otoka do središnjeg odlagališta Marišćina (Viškovo) i nazad na otoke, ukupna godišnja kilometraža

<sup>6</sup>Specijalizirana tvrtka Tehnix za eko-industriju u svom katalogu proizvoda i postrojenja navodi mogućnost volumnog komprimiranja krutog komunalnog otpada za oko 10 puta (Tehnix 2012).

<sup>7</sup> Preskontejneri od 20 m<sup>3</sup> su velikog kapaciteta te se mogu po potrebi zamijeniti tijekom zimskog razdoblja manjima.



prevaljena za prebacivanje prešanog komunalnog otpada s otoka na kopno iznosila bi oko 84 570 km. Za ovakav sustav rješavanja otpada na otocima potrebna bi bila ulaganja u nabavu i održavanje minimalno dva vozila, nabavu i održavanje preskotejnera, osobne dohotke najmanje dva vozača, podmirivanje troškova trajekta i troškove mostarine. Uz troškove, prijevoz bi potencijalno bio opasan zbog mogućeg curenja biotoksičnog otpada iz kontejnera te bi se potrošnjom goriva zagađivao okoliš i pojačavao intenzitet prometa što bi bilo najizraženije tijekom ljetnih turističkih gužvi na trajektima i mostu Krk.

### **OBILJEŽJA MOGUĆEG SUSTAVA SPALJIVANJA KOMUNALNOG OTPADA / *Characteristics of the possible communal waste incineration***

Cijena projektiranja i izgradnje spalionice s godišnjim kapacitetom industrijskog spaljivanja krutog komunalnog otpada s odvajanjem korisnog otpada i predtretmanom od 20 000 do 50 000 tona iznosi od 15 do 20 milijuna eura, ovisno o tehnološkim pojedinostima postrojenja odnosno o vrsti predtretmana otpada i ekološkim standardima (Stein i Tobiasen, 2004). Spaljivanjem minimalnih 20 000 tona komunalnog otpada godišnje dobilo bi se oko 40 000 MWh toplinske energije i oko 50 000 MWh električne energije<sup>8</sup>. Ako se upotrijebi važeći *Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije* (2012.) te se zaokruži da prosječna proizvodna cijena za 1 kWh prodane električne energije *Hrvatskoj elektroprivredi* iznosi 1,00 kn tada se za proizvedenih 50 000 MWh godišnje može dobiti oko 50 milijuna kuna. Uz električnu energiju, kongregacijsko postrojenje na kruti komunalni otpad bi proizvodilo i značajne količine toplinske energije koja bi se tijekom zimskog razdoblja mogla upotrijebiti (prodavati) za grijanje škola, vrtića, ostalih javnih objekata, grijanje tople vode te ljeti za potrebe turističkih kapaciteta (tuširanje, pranje i slične aktivnosti koje zahtijevaju toplu vodu). **Budući da se ovaj rad ne bavi specifičnom**

<sup>8</sup> Okvirni model za izračun količine električne i toplinske energije iz komunalnog otpada preuzet je od međunarodne specijalizirane tvrtke Ramboll, koja navodi da je iz jedne tone komunalnog otpada prosječnog sastava moguće dobiti 2 MWh toplinske i 2-3 MWh električne energije (Kamuk, 2006).

ekonomskom analizom isplativosti projektam spalionice komunalnog otpada na otocima Cresu i Lošinju bilo bi za daljnju analizu potrebno izraditi specifičnu interdisciplinarnu studiju slučaja.

Na području Grada Cresa i Grada Malog Lošinja tijekom 2008. godine potrošeno je 66 859 MWh električne energije (HEP-ODS, 2010). Ako se uzme u obzir da je potrošnja električne energije za grijanje zatvorenih prostora i potrošnja električne energije za grijanje vode na Cresu i Lošinju značajna<sup>9</sup> (Grofelnik, 2012), vidljivo je da bi spalionica komunalnog otpada bila energetska objekt koji bi proizvodnjom električne energije i grijanjem vode učinio otoke gotovo samodostatnima. Potrebno je naglasiti da bi godišnjih potencijal proizvodnje električne energije i tople vode, zbog većih količina prikupljenog komunalnog otpada tijekom ljeta, bio u skladu s ljetnim turističkim mjesecima kada je potražnja za električnom energijom i toplom vodom najveća.

Potrebno je naglasiti da se spaljivanjem krutog komunalnog otpada, volumen pepela koji je potrebno zbrinuti u odnosu na početni volumen komprimiranog otpada smanjuje za oko 90%, a težinsko smanjenje je oko 75% (Liu i Liptak, 1997). Ovo smanjenje u odnosu na trenutni koncept odvoza ukupnog krutog komunalnog otpada utjecalo bi i na značajno smanjenje troškova prijevoza na središnje županijsko odlagalište otpada.

### **UGLJIKOV OTISAK MOGUĆEG SPALJIVANJA KOMUNALNOG OTPADA / *The carbon footprint of the possible communal waste incineration***

Emisija CO<sub>2</sub> po toni otpada varira zbog različitog sastava krutog komunalnog otpada. Uz varijacije u sastavu, treba imati na umu da se ukupna emisija CO<sub>2</sub> može podijeliti na dio koji je posljedica izgaranja ugljikovodika fosilnog porijekla i ugljikovodika koji su recentnog biljnog porijekla. Dio emisije CO<sub>2</sub> koji je recentnog biogenog porijekla ne ubraja se u CO<sub>2</sub> koji utječe na klimatske procese

<sup>9</sup> Zbog mediteranskih i submediteranskih klimatskih obilježja otoka Cresa i Lošinja te koncentracije stanovništva na krajnjem jugu Lošinja uz analizu podataka HEP-ODS-a (2010.), može se zaključiti da se sustavi grijanja zatvorenih prostora na električnu energiju koriste u relativno kratkom dijelu godine (Grofelnik, 2012).

jer se uzima kao normalni dio ugljika koji recentno kruži<sup>10</sup> u prirodi (IPCC-NGGIP, 1996). Za razliku od recentnog biogenog ugljikovog dioksida, dio CO<sub>2</sub> koji se unosi putem izgaranja fosilnih goriva i njihovih produkata (plastične mase, ulja i slično), ubraja se u dodatna opterećenja okoliša o kojima je potrebno voditi računa vezano uz antropogeni utjecaj pojačavanja efekta staklenika u atmosferi. Odnosi količina emisija recentnog biogenog i fosilnog CO<sub>2</sub> se navode od 67:33 pa do 50:50 (IPCC-NGGIP, 1996). Osim omjera emisija recentnog biogenog i fosilnog CO<sub>2</sub> pri industrijskom specijaliziranom spaljivanju krutog komunalnog otpada, u literaturi se navode i vrijednosti ukupnih emisija CO<sub>2</sub> koje utječu na okoliš, ali u različitim izvorima se vide određena odstupanja. Obermoser i dr. (2009) navode da vrijednosti emisije CO<sub>2</sub> koja utječe na okoliš može biti između 260 i 780 kg CO<sub>2</sub>/t otpada, dok *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (IPCC-NGGIP, 1996) navodi prosječnu vrijednost 415 kg CO<sub>2</sub>/t otpada. U daljnjem računskom dijelu upotrijebit će se vrijednost od 500 kg CO<sub>2</sub>/t krutog komunalnog otpada kao zaokružena vrijednost. Ova je emisija okvirnog tipa i treba je uzeti s mogućnošću odstupanja do maksimalnih 50-ak % (IPCC-NGGIP, 1996). Analizirajući godišnji hod kretanja produkcije otpada na otocima Cresu i Lošinju ističe se ljetni maksimum koji se gotovo u potpunosti podudara s turističkom sezonom na otocima (Tab. 3.).

Godišnja produkcija krutog komunalnog otpada na otocima Cresu i Lošinju 2008. godine je iznosila oko 22 524 t, odnosno moguća emisija CO<sub>2</sub> iz navedene količine pri industrijskom spaljivanju iznosila bi 11 262 tCO<sub>2</sub> godišnje. Ako prosječna godišnja apsorpcija lokalnih otočkih vegetacijskih površina, prema Grofelnik, (2010.; 2011.; 2012.) iznosi oko 9 640 kgCO<sub>2</sub>/ha godišnje, onda specifična otočka površina potrebna za apsorpciju moguće emisije CO<sub>2</sub> pri spaljivanju krutog komunalnog

<sup>10</sup> U procesu kruženja ugljika u prirodi („carbon cycle“) jedan od osnovnih dijelova ovog procesa je i vezanje ugljika za kisik. Budući da u ovom kemijskom procesu sudjeluje jedan atom ugljika i dva atoma kisika, a kisik nije staklenički plin, količina kisikovih atoma koji sudjeluju u kruženju ugljika u prirodi ne mijenja staklenički efekt što navodi IPCC, 2001., posebno u trećem poglavlju koje se bavi ciklusom kruženja ugljika u prirodi.

Tablica 3. Oscilacije količina krutog komunalnog otpada na otocima Cresu i Lošinju tijekom 2008. godine  
 Table 3 Oscillations of solid communal waste quantities on the islands of Cres and Lošinj in 2008.

Mjeseci	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studeni	prosinac
Ukupna produkcija krutog komunalnog otpada (tone)	1278,1	1313,9	1355,9	1626,4	2040,7	2271,8	3621,6	3448,3	2312,2	1943,7	1426,9	1334,5
Produkcija otpada iznad baze	0	35,8	77,8	348,3	762,6	993,7	2343,5	2170,2	1034,1	665,6	148,8	56,4
Udio produkcije iznad baze u ukupnoj mjesečnoj količini	0,00%	2,72%	5,74%	21,42%	37,37%	43,74%	64,71%	62,94%	44,72%	34,24%	10,43%	4,23%

Izvor: Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj, 2009.

otpada iznosi oko 1 168 lha<sup>11</sup> ili oko 2,4% bioproduktivne kopnene površine otoka Cresa i Lošinja. Nerezidentna produkcija komunalnog otpada zauzima 421 lha bioproduktivne lokalne kopnene površine otoka ili 36% (Sl. 2.).

Ako se za razliku od lokalnog bioapsorpcijskog kapaciteta, uzme godišnja sposobnost apsorpcije jednog globalnog hektara od 4 325 kgCO<sub>2</sub> (Ewing i dr. 2009., Grofelnik 2011.), može se izračunati da bi mogući ugljikov (ekološki) otisak industrijskog spaljivanja krutog komunalnog otpada na otocima Cresu i Lošinju iznosio oko 2 605 gha<sup>12</sup>. Udio nerezidentnog ekološkog otiska zbrinjavanja komunalnog otpada na opisani način je također kao i kod lokalnog otiska oko 36% ili oko 938 gha.

Iz gore navedenih kalkulacija proizlazi da je utjecaj na okoliš mogućeg industrijskog spaljivanja krutog komunalnog otpada na otocima Cresu i Lošinju prema metodi ugljikovog otiska i na lokalnoj (oko 2,4% od površine otoka) i na globalnoj (oko 5,4% od površine otoka) razini vrlo malen.

## ZAKLJUČAK / Conclusion

Ukupno gledajući na stanje u okolišu i produkciju krutog komunalnog otpada na otocima Cresu i Lošinju može se reći da je stanje zadovoljavajuće, ali da je potrebno raditi na smanjenju produkcije

<sup>11</sup> lha – lokalni hektar je mjerna jedinica koja se upotrebljava unutar metode izračuna ugljikovog (ekološkog) otiska, a dovodi u odnos lokalnu sposobnost vegetacijske bioapsorpcije i emisiju ugljikovog dioksida u atmosferu.

<sup>12</sup> gha – globalni hektar je mjerna jedinica koja se upotrebljava unutar metode izračuna ugljikovog (ekološkog) otiska, a dovodi u odnos globalnu (prosječnu svjetsku) sposobnost kopnene vegetacijske bioapsorpcije i emisije ugljikovog dioksida u atmosferu.

otpada boljom edukacijom rezidenata i nerezidenata (turista i vikendaša) te boljim organiziranjem diferenciranog prikupljanja ambalažnog i ostalog korisnog dijela otpada. Uz navedeno, trebalo bi sanirati i premjestiti odlagališta krutog komunalnog otpada na povoljnije hidrogeološke lokacije na kojima bi se, uz selektivno razdvajanje korisnog otpada, mogla sagraditi spalionica ostatka krutog komunalnog otpada. Spaljivanje otpada bi, uz adekvatnu tehnologiju koja zadovoljava ekološke standarde i zakonske norme, značajno smanjilo potencijalne opasnosti sadašnjeg načina zbrinjavanja otpada putem planiranog transporta na središnje županijsko odlagalište, a uz zbrinjavanje otpada dobila bi se toplinska i električna energija, posebice u mjesecima kada je potrošnja energije na otocima najveća. Na taj način bi energetska samodostatnost otoka bila veća, što je u pogledu budućih poskupljenja klasičnih oblika dobivanja energija vrlo važno i za povećanje kompetitivnosti turizma Cresa i Lošinja u odnosu na konkurentske destinacije. Istraživanje je pokazalo da bi moguće spaljivanje krutog komunalnog otpada ostavilo na okoliš, i na lokalnoj i na globalnoj razini, malen i ekološki prihvatljiv ugljikov otisak.

## LITERATURA I IZVORI / References and resources

- AZO, (2010): Izvješće o podacima iz registra onečišćavanja okoliša za 2008. godinu, Agencija za zaštitu okoliša, 1-280.
- Cahun D., Od danas Grad Korčula i Lumbarda protuzakonito odlažu otpad na Kokojevici, Dubrovački vjesnik, Dubrovnik, 01. ožujka 2013., <http://dubrovacki.hr/clanak/49059/> (02.04.2013.).
- Erdelez A., Margeta J., Knežić S. (2007): Integralni pristup upravljanju sustavom prikupljanja komunalnog otpada, Građevinar 59/6, 505-516.

- European Environment Agency (2013): Managing municipal solid waste - a review of achievements in 32 European countries, EEA Report, No. 2/2013, 1-36.
- Ewing B., Goldfinger S., Oursler A., Reed A., Moore D. i Wackernagel M. (2009): The Ecological Footprint Atlas 2009., Global Footprint Network, 1-109.
- Ewing B., Reed A., Galli A., Kitzes J., Wackernagel M., (2010): Calculation Methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition, Global Footprint Network, 1-19.
- Fortuny M., Soler R., Cánovas C. i Sánchez A. (2008): Technical approach for a sustainable tourism development - Case study in the Balearic Islands, Journal of Cleaner Production 16/7, 860-869.
- Gössling, S. (2011): Carbon Management in Tourism: Mitigating the Impacts on Climate Change, Routledge, New York, 1-368.
- Grofelnik, H. (2010): Ekološki otisak cestovnog prometa na Cresko-lošinjском arhipelagu, Geoadria 15/2, 269-286.
- Grofelnik, H. (2011): Ekološki aspekt održivoga razvoja turizma na otocima Cresu i Lošinju (doktorska disertacija, Geografski odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb).
- Grofelnik, H. (2012): Elektroenergetski lokalni ugljikov otisak turizma na otocima Cresu i Lošinju, Geoadria 17/2, 235-244.
- HEP-ODS, Hrvatska elektroprivreda – Operater distribucijskog sustava (baza podataka), 2010.
- Hunter, C. 2002. Sustainable Tourism and the Touristic Ecological Footprint, Environment, Development and Sustainability 4, 7-20.
- Hunter, C., Shaw, J. (2007): The ecological footprint as a key indicator of sustainable tourism, Tourism Management 28, 46-57.
- IPCC, 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1-881.
- [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/) (02.04.2013.)
- Kamuk B. (2006): Waste-To-Energy Research and Technology Council, 2006 Meeting, Presentation, Part 1 - More Energy from Waste - District Heating in Denmark, <http://www.seas.columbia.edu/earth/wtert/meet2006/Proceedings/presentations/Bettina%20Kamuk.pdf> (19.10.2012.).
- Liu, D. H. F., Liptak, B. G. (1997): Environmental Engineers' Handbook, Lewis Publishers, CRC Press Company, 1-1431.
- Magaš N., Rajčević B., Mamučić P., Korolija B.,

- Prelogović E. (1973): Osnovna geološka karta 1:100 000, tumač za list Cres (L33-113), Savezni geološki zavod, Beograd, 1-38.
20. Marques M.J., Martinho M.G., Vasconcelos L., Maia J. (2005): Nimby Geographic Prevision: A Participatory Model Applied to Landfill Siting in Portugal, *Tenth International Waste Management and Landfill Symposium*, [http://www.academia.edu/2234571/NIMBY\\_GEOGRAPHIC\\_PREVISION\\_A\\_PARTICIPATORY\\_MODEL\\_APPLIED\\_TO\\_LANDFILL\\_SITING\\_IN\\_PORTUGAL](http://www.academia.edu/2234571/NIMBY_GEOGRAPHIC_PREVISION_A_PARTICIPATORY_MODEL_APPLIED_TO_LANDFILL_SITING_IN_PORTUGAL) (02.04.2013.).
21. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (2007), Odlagališta, <http://www.mzoip.hr/doc/ippc/odlagalista.pdf> (02.04.2013.).
22. Obermoser, M., Fellner, J., Rechberger, H. (2009): Determination of Reliable CO2 Emission Factors for Waste-to-energy Plants, *Waste Management & Research* 27/9, 907-913.
23. Odluka o proglašenju Zakona o izmjenama i dopunama zakona o otpadu (2006): Narodne novine, 111/06.
24. Odluka o proglašenju Zakona o izmjenama i dopunama zakona o otpadu (2008): Narodne novine, 60/08.
25. Odluka o proglašenju Zakona o izmjenama i dopunama zakona o otpadu (2009): Narodne novine, 87/09.
26. Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj 2007.-2015. (2007): Narodne novine, 85/07, 126/10 i 31/11.
27. Pravilnik o gospodarenju otpadom (2007): Narodne novine, 23/07 i 111/07.
28. Prostorni plan Primorsko-goranske županije (2009), I. izmjena i dopuna Prostornog plana Primorsko-goranske županije, Javna ustanova-Zavod za prostorno uređenje Primorsko-goranske županije, Primorsko-goranska županija, Službene novine 08/2009.
29. Schneider D. R., Lončar D., Bogdan Ž. (2010): Cost Analysis of Waste-to-Energy Plant, *Strojarstvo* 52/3, 369-378.
30. Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (2005): Narodne novine, 130/05.
31. Stein i Tobiasen, (2004): Review of Small Scale Waste To Energy Conversion Systems, Iea Bioenergy Agreement - Task 36, Work Topic 4, [http://www.ieabioenergytask36.org/Publications/2001-2003/Publications/Review\\_of\\_Small\\_Scale\\_Waste\\_Conversion\\_Systems.pdf](http://www.ieabioenergytask36.org/Publications/2001-2003/Publications/Review_of_Small_Scale_Waste_Conversion_Systems.pdf) (19. 10. 2012.).
32. Tarifni sustav za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije i kogeneracije (2012): Narodne novine, 63/12.
33. Tehnix(2012):Katalogproizvodaipostrojenja2012/2 <http://www.tehnix.hr/Documents/Docs/TEHNIX%202012-HR.pdf> (19. 10. 2012.).
34. TZ-GC, Turistička zajednica Grada Cresa, (baza podataka), 2010.
35. TZ-GML, Turistička zajednica Grada Malog Lošinja, (baza podataka), 2010.
36. Vodovod i čistoća Cres Mali Lošinj, (baza podataka), 2009.
37. Waste Incineration, IPCC-NGGIP.IGES, 1996., [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/5\\_3\\_Waste\\_Incineration.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/5_3_Waste_Incineration.pdf) (19.10.2012.).
38. Zakon o otpadu (2004): Narodne novine, 178/04.

