

**XI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ GOSPODARENJE OTPADOM ZAGREB 2010.**  
XI<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM WASTE MANAGEMENT ZAGREB 2010

**Zagreb, Hrvatska, 25. i 26.11.2010.**  
Zagreb, Croatia, November 25<sup>th</sup> and 26<sup>th</sup>, 2010

**ZBORNİK RADOVA**  
**PROCEEDINGS**

**Zagreb, studeni 2010.**  
Zagreb, November 2010

**Nakladnik / Publisher:**

*Udruga za gospodarenje otpadom*

**Za nakladnika / For publisher:**

*Zlatko Milanović*

**Glavni urednik / Editor in Chief:**

*Zlatko Milanović*

**Tehničko uređenje i priprema za tisak / Layout:**

*Gradalis d.o.o.*

**Tisak / Printed by:**

*Tiskara MARKULIN, Lukavec*

**Naklada / Copies:**

*400*

**ISBN 978-953-56437-0-8**

Nacionalna i sveučilišna knjižnica Zagreb

**POKROVITELJI / PATRONS:**

**Ministrica Marina Matulović Dropulić,**  
**Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva Republike Hrvatske**  
The Minister from the Republic of Croatia Ministry of Environmental Protection, Physical  
Planning and Construction Marina Matulović Dropulić

**Gradonačelnik Grada Zagreba, Milan Bandić**  
Mayor of the City of Zagreb, Milan Bandić

**ORGANIZATORI / ORGANIZERS:**

**Grad Zagreb**  
City of Zagreb

**Zagrebački holding d.o.o., Podružnica ZGOS**  
Zagrebački holding d.o.o., Branch office ZGOS

**Zagrebački holding d.o.o., Podružnica ČISTOĆA**  
Zagrebački holding d.o.o., Branch office ČISTOĆA

**Udruga za gospodarenje otpadom**  
Waste management association

**SUORGANIZATORI / CO-ORGANIZERS:**

**Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost**  
Environment Protection and Energy Efficiency Fund

**Agencija za zaštitu okoliša Republike Hrvatske**  
Croatian Environment Agency

**Hrvatska gospodarska komora - Udruženje stambenog i komunalnog gospodarstva**  
Croatian Chamber of Economy - Association of housing and utility services department

**Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu**  
Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, University of Zagreb

**Geotehnički fakultet Varaždin**  
Varaždin Geotechnical Faculty

**IPZ Uniprojekt MCF**

**ZAHVALJUJEMO / WE THANK**

**svima koji su pomogli održavanju XI. međunarodnog simpozija, a posebno:**  
*to all those who helped in organizing of XI<sup>th</sup> international Symposium, in particular:*

**Zlatnim sponzorima / Golden sponsors:**

T e h n i x d.o.o.

**Brončanim sponzorima / Bronze sponsors:**

G r a d a t i n d.o.o.

C. I. O. S. d.o.o.

E C O I N A d.o.o.

E k o n e r g d.o.o.

S p e c t r a - M e d i a d.o.o.

E d t m a y e r d.o.o.

**Ostalim sponzorima / Other sponsors:**

AS – Kongresni centar d.o.o.

Hotel Dubrovnik Zagreb

GT-trade d.o.o.

STP d.o.o.

Cedevita d.o.o.

Kraš d.d.

Jamnica d.d.

Dukat mliječna industrija d.d.

Podravka d.d.

Gavrilović d.d.

Dona d.d.

Zagrebačka pivovara d.d.

Franck d.d.

Galaplast d.o.o.



## KAZALO RADOVA / LIST OF PAPERS

RASPORED PREDAVANJA / PROGRAMME .....1

### **ODLAGALIŠTA OTPADA**

#### LANDFILLS OF WASTE

Stuart Edwards, Ratko Vasiljević, Mirko Budiša

**ISTRAŽNI RADOVI U FUNKCIJI ZATVARANJA ODLAGALIŠTA "REŠETARI"  
U OPĆINI REŠETARI**

EXPLORING WORKS IN FUNCTION OF WASTE DISPOSAL SITES "REŠETARI"  
IN THE MUNICIPALITY REŠETARI ..... 11

Mirko Budiša, Ratko Vasiljević, Dražen Jergović, Stjepan Vulinović

**MJERENJE EMISIJA I SASTAVA ODLAGALIŠNOG PLINA NA ODLAGALIŠTIMA  
KOMUNALNOG OTPADA**

MEASUREMENT OF EMISSIONS AND COMPOSITION OF THE LANDFILL GAS AT  
LANDFILLS OF MUNICIPAL WASTE ..... 13

Ratko Vasiljević, Mirko Budiša

**ARSEN U PODZEMNOJ VODI KAO POSLJEDICA UTJECAJA ONEČIŠĆENJA  
PROCJEDNIH VODA IZ ODLAGALIŠTA**

ARSENIC IN GROUNDWATER AS A RESULT OF THE IMPACT OF POLLUTION  
FROM DISPOSAL LEACHATE ..... 15

Abid Mulaomerović, Tarik Kupusović, Sanda Midžić-Kurtagić

**ISKORIŠTAVANJE DEPONIJSKOG PLINA NA SARAJEVSKOJ DEPONIJI**

LANDFILL GAS UTILISATION AT SARAJEVO LANDFILL..... 17

Matthias Kuehle-Weidemeier

**IMPLEMENTATION OF THE FIRST LANDFILL COVER SEALING WITH  
INTEGRATED PHOTOVOLTAIC POWER PLANT**

PRIMJENA PRVOG POVRŠINSKOG BRTVLJENJA ODLAGALIŠTA INTEGRIRANIM  
FOTOVOLTNIM POSTROJENJEM ..... 19

Danko Fundurulja, Renata Pavlina, Suada Mustajbegović

**STANJE SANACIJE ODLAGALIŠTA U REPUBLICI HRVATSKOJ ZAKLJUČNO  
S 2010. GODINOM**

STATE OF REMEDIATION OF LANDFILLS IN REPUBLIC OF CROATIA,  
INCLUSIVE WITH YEAR 2010 ..... 21

Martina Cvjetičanin, Mensur Mulabdić, Danko Fundurulja

**ODLAGALIŠTE OTPADA "GORJAK" U KRAPINI – PRIKAZ PROJEKTA**

LANDFILL "GORJAK" IN KRAPINA – CASE STUDY..... 23

Walter Mondt, Stefan Helsen, Zlatko Gojkov, Evert Vermaut, Joni Rossi <b>SUSTAINABLE REDEVELOPMENT OF AN UNCONTROLLED DUMPING SITE INTO AN INTEGRATED WASTE RECYCLING AND TREATMENT CENTRE, MOEN, BELGIUM</b> ODRŽIVI RAZVOJ NEKONTROLIRANIH ODLAGALIŠTA U CJELOVITE CENTRE ZA RECIKLAŽU I OBRADU OTPADA, MOEN, BELGIJA.....	25
Mario Pokrivač, Ines Geci, Kamenko Josipović <b>PROBLEMI VEZANI UZ IZRADU DOKUMENTACIJE ZA SANACIJU ODLAGALIŠTA NEOPASNOG OTPADA</b> PROBLEMS RELATED TO THE PREPARATION OF DOCUMENTS FOR SANATION OF NON-HAZARDOUS LANDFILLS .....	27
C.P. Tsompanidis, T.A. Lolos, G.A. Lolos, K.C. Paschali Manou, C.M. Raptis <b>RECORDING, EVALUATION AND CLASSIFICATION OF WASTE DUMP SITES IN CYPRUS USING MULTIPLE CRITERIA DECISION ANALYSIS</b> SNIMANJE, PROCJENA I KLASIFIKACIJA ODLAGALIŠTA OTPADA NA CIPRU, KORISTEĆI VIŠEKRITERIJALNE ANALIZE ODLUČIVANJA.....	29
Marin Herenda, Kristina Tomašić <b>PRIMJER ODRŽIVOSTI BIOREAKTORSKOG ODLAGALIŠTA KOMUNALNOG OTPADA</b> EXAMPLE OF SUSTAINABLE BIOREACTOR LANDFILL FOR MUNICIPAL WASTE .....	31

## **CENTRI ZA GOSPODARENJE OTPADOM** WASTE MANAGEMENT CENTRES

Matthias Kuehle-Weidemeier, Jeannine Joffre <b>FROM WASTE TO RESOURCE MANAGEMENT DO WE STILL NEED INCINERATION? OD OTPADA DO UPRAVLJANJA RESURSIMA TREBAMO LI JOŠ UVIJEK SPALJIVANJE? .....</b>	35
Sanda Midžić-Kurtagić, Emir Zukić <b>INSTITUCIONALNI I PRAVNI ASPEKTI KAO PREDUVJET ZA USPJEŠNO FUNKCIONIRANJE REGIONALNOG GOSPODARENJA OTPADOM</b> INSTITUTIONAL AND LEGAL ASPECTS, AS PRECONDITIONS FOR SUCCESSFUL REGIONAL WASTE MANAGEMENT .....	37
Sandra Novak Mujanović, Danko Fundurulja, Goran Pašalić <b>SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM U DUBROVAČKO-NERETVANSKOJ ŽUPANIJU WASTE MANAGEMENT IN DUBROVNIK-NERETVA COUNTY .....</b>	39
Draženko Bjelić, Brankica Gegić, Dragana Nešković-Markić, Željka Šobot-Pešić <b>OKOLIŠNA PROCJENA SISTEMA I TEHNOLOGIJA ČVRSTOG OTPADA POMOĆU EASEWASTE MODELA</b> ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOLID WASTE SYSTEMS AND TECHNOLOGIES BY MEANS OF EASEWASTE MODEL.....	41
Damir Rumenjak, Siniša štambuk <b>METODE EKONOMSKOG POTVRĐIVANJA NAJBOLJIH RASPOLOŽIVIH TEHNIKA (NRT) U POSTUPKU UTVRĐIVANJA OBJEDINJENIH UVJETA ZAŠTITE OKOLIŠA</b> THE METHODOLOGY OF ECONOMICAL CONFIRMATION OF BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) IN INTEGRATED ENVIRONMENTAL PERMITTING .....	43

Marijan Galović, Tihana Tarandek Galović <b>RAZVOJ SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM U GRADU VRBOVCU</b> DEVELOPMENT OF WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE CITY OF VRBOVEC.....	45
T. Lolos, R.D. Müller, G. Tavoularis, B. Lykas, C. Tsompanidis, G. Lolos, R. Simeonova <b>DEVELOPMENT AND EVALUATION OF SCENARIOS FOR INTEGRATED SWM SYSTEMS IN SELECTED REGIONS IN BULGARIA</b> RAZVOJ I VALORIZACIJA SCENARIJA CJELOVITIH SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM U ODREĐENIM REGIJAMA U BUGARSKOJ .....	49
Tomislav Domanovac, Mladen Mužinić, Danko Fundurulja <b>ANALIZA IZBORA LOKACIJA ŽUPANIJSKIH I REGIONALNIH CENTARA U REPUBLICI HRVATSKOJ</b> ANALYSIS OF SITE SELECTION FOR COUNTY AND REGIONAL CENTRES IN THE REPUBLIC OF CROATIA .....	53
Walter Mondt, Stefan Helsen, Zlatko Gojkov, Evert Vermaut, Tom Rommens <b>THE WASTE MANAGEMENT PLAN OF FLANDERS: AN EXAMPLE FOR SE EUROPEAN COUNTRIES</b> PLAN GOSPODARENJA OTPADOM FLANDRIJE: PRIMJER ZA JI EUROPSKE DRŽAVE.....	55
Staša Zovko Čeramilac, Vladimir Lokner, Damir Subašić, Andrea Rapić <b>ISKUSTVA NA PROJEKTIMA SANACIJA ONEČIŠĆENIH PODRUČJA</b> EXPERIENCES ON REMEDIATION PROJECTS .....	57
Zlatko Milanović, Marija Novosel, Antonija Hojnik Vukojević, Magda Pehnac <b>ODLAGALIŠTE KOMUNALNOG OTPADA: GROBNICA SIROVINA I ENERGIJE OPASNA ZA OKOLIŠ I ZDRAVLJE LJUDI</b> MUNICIPAL WASTE LANDFILL: CEMETERY OF RAW MATERIALS AND ENERGY, HARMFUL TO ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH.....	59
Sead Muharemi, Debora Rušin <b>ZBRINJAVANJE KLORSULFONSKE KISELINE ZAOSTALE OD PROIZVODNJE SULFONAMIDA</b> DISPOSAL OF CHLOROSULFONIC ACID RESIDUAL FROM PRODUCTION OF SULFONAMIDES .....	61
Tihana Škugor, Stevo Anetić <b>EDUKACIJA I INFORMIRANJE KORISNIKA USLUGA O NOVOM NAČINU PRIKUPLJANJA I ODVOZA KOMUNALNOG OTPADA U GRADU OSIJEKU</b> HOW TO EDUCATE AND INFORM THE USERS OF THE NEW SERVICE OF COLLECTING AND TRANSPORTING THE MUNICIPAL WASTE IN THE CITY OF OSIJEK.....	65
Vinko Vučić <b>GOSPODARENJE OTPADOM I ODNOSI S JAVNOSTIMA</b> WASTE MANAGEMENT AND PUBLIC RELATIONS .....	67
Alen Hadžić, Petra Žvorc, Ana Dundović <b>GOSPODARENJE OSTACIMA OD ČIŠĆENJA ULICA</b> STREET CLEANING RESIDUE MANAGEMENT .....	69

Alen Ćurin

**STIMULATIVNO SELEKTIRANJE KOMUNALNOG OTPADA U DOMAĆINSTVU**  
STIMULATION OF SEPARATE COLLECTION OF MUNICIPAL WASTE IN HOUSEHOLD..... 71

Gordana Pehneć Pavlović, Ingo Sartorius

**PLASTIKA – PREVIŠE VRIJEDNA DA BI SE BACILA**  
PLASTICS - TOO VALUABLE TO BE THROWN AWAY ..... 73

Gianluca Intini, Serena Tinelli, Michele Notarnicola, Lorenzo Liberti,  
Giovanni Cagnetta, Vladimir Kovacevic

**REMEDIATION OF DEGRADED SITES BY MEANS OF MATURE BIOSTABILIZED WASTE: ENVIRONMENTAL RISK ANALYSIS**  
SANACIJA ONEČIŠĆENIH PODRUČJA POMOĆU BIOSTABILIZIRANOG OTPADA:  
ANALIZA EKOLOŠKIH RIZIKA ..... 75

Gordana Stefanović

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE WASTE MANAGEMENT POSSIBILITY ON THE TERRITORIES OF SERBIA AND CROATIA**  
KOMPARATIVNA ANALIZA UPRAVLJANJA OTPADOM NA TERITORIJAMA SRBIJE I HRVATSKE..... 77

Gottfried Neuhold

**GOSPODARENJE OTPADOM U ZÜRICHU: OD GUBITAŠA DO DRUŠTVENO VRIJEDNE TVRTKE**  
WASTE MANAGEMENT IN ZÜRICH: FROM COMMUNITY BURDEN TO CITIZEN VALUE..... 79

Marko Brnčić

**IMPLEMENTACIJE PODZEMNIH SUSTAVA ZA PRIVREMENO SKLADIŠTENJE OTPADA I RECIKLAŽNIH SIROVINA U REPUBLICI HRVATSKOJ**  
IMPLEMENTATION OF THE UNDERGROUND SYSTEM FOR TEMPORARY STORAGE OF WASTE AND RECYCLED MATERIALS IN THE REPUBLIC OF CROATIA..... 89

## **MEHANIČKO-BIOLOŠKA I TERMIČKA OBRADA OTPADA** MECHANICAL-BIOLOGICAL AND TERMAL TREATMENT OFF WASTE

Predrag Čuljak

**BIOPLIN IZ KOMUNALNOG OTPADA – SUFINANCIRANJE EUROPSKIM PREDPRISTUPNIM FONDOVIMA**  
BIOGAS FROM MUNICIPAL WASTE – EUROPEAN CO-FINANCING PRE-ACCESSION FUNDS..... 95

Igor Petrović, Davorin Kovačić

**MJERENJE MODULA STIŠLJIVOSTI MEHANIČKO-BIOLOŠKI OBRAĐENOG OTPADA**  
MEASUREMENT OF STIFFNESS MODULUS OF MECHANICALLY AND BIOLOGICALLY TREATED WASTE ..... 97

Maja Maretić Tiro, Maja Čolović Daul, Goran Krstović, Fethi Silajdžić, Verner Huseljčić <b>MBO TEHNOLOGIJE ZA OBRADU OTPADA – STUDIJA SLUČAJA MEŽDRE-VLAŠKI DO</b> MBT WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES – A CASE STUDY MEZDRE-VLASKI DO .....	99
T.A. Lolos, C.P. Tsompanidis, G.A. Lolos, K.C. Paschali Manou, C.G. Edge, C.M. Raptis <b>ACHIEVING LEGISLATION TARGETS VIA AN INTEGRATED WASTE MANAGEMENT FACILITY: CYPRUS CASE STUDY</b> POSTIZANJE ZAKONODAVSTVENIH ODREDBI PUTEM POSTROJENJA ZA CJELOVITO GOSPODARENJE OTPADOM: ANALIZA SLUČAJA NA CIPRU.....	103
Danijela Skoko, Mensur Mulabdić, Danko Fundurulja <b>OSVRT NA KONCEPTE MBO I BIOLOŠKOG REAKTORA ZA ODLAGALIŠTE OTPADA</b> RETROSPECTION OF MBT AND BIOREACTOR CONCEPTS FOR LANDFILL OF WASTE ..	107
Andrea Hublin, Davor Kralik, Mirjana Čurlin <b>ENERGIJA IZ BIORAZGRADIVOG ORGANSKOG OTPADA</b> ENERGY FROM BIODEGRADABLE ORGANIC WASTE.....	109
Pat Swords <b>ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THERMAL TREATMENT AND MECHANICAL AND BIOLOGICAL TREATMENT (MBT)</b> PREDNOSTI I NEDOSTACI TERMIČKE I MEHANIČKO-BIOLOŠKE OBRADU OTPADA .....	111
Goran Pašalić, Martina Cvjetičanin, Sandra Novak Mujanović, Sanja Grabar <b>ISPLATIVOST IZGRADNJE POSTROJENJA ZA TERMIČKU OBRADU OPASNOG OTPADA U RH</b> COST EFFECTIVENESS OF CONSTRUCTION OF HAZARDOUS WASTE THERMAL TREATMENT FACILITY IN CROATIA.....	113
Muharem Husić, Viktor Grilc <b>PROBLEMI KOD TOPLINSKOG ISKORIŠTENJA OTPADNE DRVNE BIOMASE I MOGUĆA RJEŠENJA</b> PROBLEMS RELATED TO THERMAL UTILISATION OF WOOD BIOMASS AND SOME POSSIBLE SOLUTIONS.....	115
Dinko Sinčić, Bojan Ribić <b>PROIZVODNJA BIOPLINA IZ ORGANSKOG DIJELA KOMUNALNOG OTPADA U GRADU ZAGREBU</b> BIOGAS PRODUCTION FROM ORGANIC PORTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE CITY OF ZAGREB .....	117
Giuseppe Angelo Dalena, Vladimir Kovacevic, Gianluca Intini <b>STUDIES TO IMPROVE THE CHARACTERISTICS OF A SOLID FUEL SECONDARY (C.S.S.) PRODUCED BY WASTE SPECIAL NON HAZARDOUS “HIQCSS”</b> STUDIJE ZA UNAPREĐENJE KARAKTERISTIKA KRUTOG SEKUNDARNOG GORIVA (C.S.S.) PROIZVEDENOG OD SPECIFIČNOG, NEOPASNOG OTPADA “HIQCSS” .....	119

Aleksandra Anić Vučinić, Nina Črnica, Veljko Filipan, Kristina Kosor,  
Predrag Tepeša

**RECIKLIRANJE RASVJETNE OPREME**

RECYCLING OF LIGHTING EQUIPMENT ..... 121

RADOVI TISKANI U ZBORNIKU SU RECENZIRANI.  
AUTORI RADOVA ODGOVARAJU ZA LEKTURU I TOČNOST PODATAKA.



## RASPORED PREDAVANJA / PROGRAMME

Četvrtak, 25. studeni 2010. / Thursday, November 25<sup>th</sup>, 2010

8,00 – 9,00	PRIJAVA SUDIONIKA / REGISTRATION
9,00 – 9,30	<p style="text-align: center;"><b>Dvorana A / Hall A</b></p> <p style="text-align: center;"><b>O T V A R A N J E / O P E N I N G</b></p> <p><b>Moderatori:</b> Zlatko Milanović, Sandra Tucak-Zorić, Branimir Valašek</p> <p><b>Otvaranje i uvodna riječ Simpozija /</b> Opening and introduction to Symposium</p> <p style="text-align: center;"><b>Pozdravne riječi /</b> Welcome address</p>
25.11.2010.  A-0  9,30 - 11,00	<p><b>UVODNA IZLAGANJA /</b> INTRODUCTORY LECTURES</p> <p style="text-align: center;"><b>Moderator:</b> Zlatko Milanović</p> <p>Martin Steiner: <b>RAZLIKE U IMBO TEHNOLOGIJAMA U ZEMLJAMA “POČETNICAMA” I “NAPREDNIM” ZEMLJAMA</b> MBT TECHNOLOGIES IN "STARTING" AND "ADVANCED" COUNTRIES: WHAT'S DIFFERENT?</p> <p>Gottfried Neuhold: <b>GOSPODARENJE OTPADOM U ZÜRICHU: OD GUBITAŠA DO DRUŠTVENO VRIJEDNE TVRTKE</b> WASTE MANAGEMENT IN ZÜRICH FROM COMMUNITY BURDEN TO CITIZEN VALUE</p> <p>Gordana Stefanović, Dušan Marković: <b>KOMPARATIVNA ANALIZA UPRAVLJANJA OTPADOM NA TERITORIJAMA SRBIJE I HRVATSKE</b> COMPARATIVE ANALYSIS OF WASTE MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF SERBIA AND THE REPUBLIC OF CROATIA</p> <p>Walter Mondt, Stefan Helsen, Zlatko Gojkov, Evert Vermaut: <b>PLAN GOSPODARENJA OTPADOM U FLANDRIJI: PRIMJER ZA JUGOISTOČNE ZEMLJE</b> THE WASTE MANAGEMENT PLAN OF FLANDERS: AN EXAMPLE FOR SOTHEAST COUNTRIES</p> <p>Matthias Kühle-Weidemeier, Jeannine Joffre: <b>OD OTPADA DO RESURSA – DA LI I DALJE TREBAMO SPALIONICU?</b> FROM WASTE TO RESOURCE MANAGEMENT - DO WE STILL NEED INCINERATION?</p>
11,00 - 11,30	<p style="text-align: center;"><b>Odmor uz kavu /</b> Coffee break</p>

<b>Dvorana A / Hall A</b>	
<p><b>25.11.2010.</b></p> <p><b>A-1</b></p> <p><b>11,30 - 13,00</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CIELOVITI SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM I CENTRI ZA GOSPODARENJE OTPADOM</b> INTEGRAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM AND WASTE MANAGEMENT CENTRES</p> <p style="text-align: center;"><b>Moderator: Dinko Sinčić</b></p> <p>Giuseppe Angelo Dalena, Vladimir Kovačević, Gianluca Intini: <b>STUDIJE ZA POBOLJŠANJE KARAKTERISTIKA KRUTOG SEKUNDARNOG GORIVA (C.S.S.) PROIZVEDENOG OD SPECIFIČNOG, NEOPASNOG OTPADA; "HIQCSS"</b> STUDIES TO IMPROVE THE CHARACTERISTICS OF A SOLID FUEL SECONDARY (C.S.S.) PRODUCED BY WASTE SPECIAL NON HAZARDOUS. " HIQCSS "</p> <p>Stefan Heisen, Walter Mondt, Zlatko Gojkov, Evert Vermaut: <b>ODRŽIVOST RAZVOJA NESANIRANOG ODLAGALIŠTA U CIELOVITI CENTAR ZA RECIKLAŽU I OBRADU, MOEM, BELGIJA</b> SUSTAINABLE REDEVELOPMENT OF AN UNCONTROLLED DUMPING SITE INTO AN INTEGRATED WASTE RECYCLING AND TREATMENT CENTRE, MOEN, BELGIUM</p> <p>Theofanis Lolos, R.D. Müller, George Tavoularis, B. Lykas, Christos Tsompanidis, George Lolos, R. Simeonova: <b>RAZVOJ I PROCJENA SCENARIJA ZA CIELOVITE SUSTAVE GOSPODARENJA OTPADOM U ODABRANIM REGIJAMA U BUGARSKOJ</b> DEVELOPMENT AND EVALUATION OF SCENARIOS FOR INTEGRATED SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEMS IN SELECTED REGIONS IN BULGARIA</p> <p>Vinko Vučić: <b>GOSPODARENJE OTPADOM I ODNOSI S JAVNOŠĆU</b> WASTE MANAGEMENT AND PUBLIC RELATIONS</p> <p>Tehničar: <b>POSTROJENJE ZA MBO KOMUNALNOG I SLIČNOG PROIZVODNOG OTPADA</b> MBT PLANT FOR MUNICIPAL AND SIMILAR PRODUCTION WASTE</p>
<p><b>13,00 - 15,00</b></p>	<p><b>A. SLOBODNO</b> (odmor za objed) / SPARE TIME (lunch break)</p> <p><b>B. STRUČNI POSJET: GRAĐEVINE I POSTROJENJA ZA ODRŽIVO GOSPODARENJE OTPADOM U ZAGREBU</b></p> <p>B. TECHNICAL VISITS: SUSTAINABLE WASTE MANAGEMENT FACILITIES AND PLANTS IN THE CITY OF ZAGREB</p>

Dvorana A / Hall A		Dvorana B / Hall B	
<p><b>25.11.2010.</b></p> <p><b>A-2</b></p> <p><b>15,00-16,30</b></p>	<p><b>CJELOVITI SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM I CENTRI ZA GOSPODARENJE OTPADOM / INTEGRAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM AND WASTE MANAGEMENT CENTRES</b></p> <p><b>Moderator: Jasna Kufrin</b></p> <p>Dinko Simčić, Bojan Ribić:  <b>PROIZVODNJA BIOPLINA IZ ORGANSKOG DIJELA KOMUNALNOG OTPADA U GRADU ZAGREBU</b>                      BIOGAS PRODUCTION FROM ORGANIC PORTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE CITY OF ZAGREB</p> <p>Mensur Mulačić, Danijela Skoko, Danko Fundurulija:  <b>OSVRT NA KONCEPTE MBO I BIOLOŠKOG REAKTORA ZA ODLAGALIŠTE OTPADA</b>                      CONCEPTS OF MBT AND BIOREACTOR FOR LANDFILL OF WASTE</p> <p>Markus Töpfer:  <b>PILOT PROJEKT SORTIRANJA KOMUNALNOG OTPADA U NIEMAČKOJ</b>                      MUNICIPAL WASTE SORTING IN GERMANY - PILOT PROJECT</p> <p>Tomislav Domanovac, Mladen Mužinić, Danko Fundurulija:  <b>ANALIZA IZBORA LOKACIJA ŽUPANIJSKIH I REGIONALNIH CENTARA U REPUBLICI HRVATSKOJ</b>                      ANALYSIS OF LOCATIONS FOR COUNTY AND REGIONAL CENTERS IN THE REPUBLIC OF CROATIA</p> <p>Sanda Mirožić-Kurtagić, Emir Zukić:  <b>INSTITUCIONALNI I PRAVNI ASPEKTI KAO PREDUVJET ZA USPIJEŠNO FUNKCIONIRANJE REGIONALNOG GOSPODARENJA OTPADOM</b>                      INSTITUTIONAL AND LEGAL ASPECTS AS A POSTULATE FOR SUCCESSFULL FUNCTIONING OF REGIONAL WASTE MANAGEMENT</p> <p>Theofanis Lolos, Christos Tsompanidis, Costantinos Raptis, George Lolos, K. Paschali, C.Edge:  <b>POSTIZANJE ZAKONSKIH CILJEVA USPOSTAVOM CENTRA ZA GOSPODARENJE OTPADOM: CIPAR, ANALIZA SLUČAJA</b>                      ACHIEVING LEGISLATION TARGETS VIA AN INTEGRATED WASTE MANAGEMENT FACILITY: CYPRUS CASE STUDY</p>	<p><b>25.11.2010.</b></p> <p><b>B-1</b></p> <p><b>15,00-16,30</b></p>	<p><b>GOSPODARENJE OTPADOM / WASTE MANAGEMENT</b></p> <p><b>Moderator: Alen Hadžić</b></p> <p>Sandra Novak Mujanović, Danko Fundurulija, Goran Pašalić:  <b>SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM U DUBROVAČKO-NERETVANSKOJ ŽUPANIJU</b>                      WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN DUBROVNIK – NERETVA COUNTY</p> <p>Marijan Galović, Tihana Tarandek Galović:  <b>ALTERNATIVNI SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM ZA GRAD VRBOVEC</b>                      ALTERNATIVE SYSTEM OF WASTE MANAGEMENT IN THE CITY OF VRBOVEC</p> <p>Andrea Hublin, Davor Kralik, Mirjana Čurlin:  <b>ENERGIJA IZ BIORAZGRADIVOG ORGANSKOG OTPADA</b>                      ENERGY FROM BIODEGRADABLE ORGANIC WASTE</p> <p>Goran Pašalić, Sandra Novak Mujanović, Tomislav Domanovac, Sanja Grabar:  <b>TERMIČKA OBRADA OPASNOG OTPADA</b>                      THERMAL TREATMENT OF HAZARDOUS WASTE</p> <p>Zlatko Milanović, Marija Novosel, Antonija Hojnik Vukojević, Magda Pehnek:  <b>ODLAGALIŠTA KOMUNALNOG OTPADA: GROBLJA SIROVINA I ENERGIJE, OPASNIH PO OKOLIŠ I ZDRAVLJE</b>                      MUNICIPAL WASTE LANDFILLS: CEMENTARIES OF RAW MATERIALS AND ENERGY HARMFUL FOR ENVIRONMENT AD HEALTH</p> <p>Matthias Kühle-Weidemeier:  <b>PRIMJENA PRVOG PREKRIVNOG SLOJA NA ODLAGALIŠTIMA S INTEGRIRANIM FOTOVOLTNIM ČELIJAMA</b>                      IMPLEMENTATION OF THE FIRST LANDFILL COVER SEALING WITH INTEGRATED PHOTOVOLTAIC POWER PLANT</p>
<b>16,30-17,00</b>	<b>Odmor za kavu / Coffee break</b>		

Dvorana A / Hall A		Dvorana B / Hall B	
25.11.2010. A-3 17,00-17,45	<p><b>OBRADA OTPADA / WASTE TREATMENT</b></p> <p><b>Moderator: Danko Fundurulja</b></p> <p>Maja Maretić Tiro, Maja Čolović Daul, Goran Kristović, Fethi Silajdžić:  <b>MBO TEHNOLOGIJE ZA OBRADU OTPADA -STUDIJA SLUČAJA MEZDRE-VLAŠKI DO</b>                      MBT WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES – A CASE STUDY MEZDRE-VLAŠKI DO</p> <p>Igor Petrović, Davorin Kovačić:  <b>IZMJERENJE MODULA STIŠLJIVOSTI MEHANIČKO-BIOLOŠKI OBRADENOG OTPADA</b>                      MEASURING OF WASTE COMPRESSIBILITY MODULE OF MECHANICAL BIOLOGICAL TREATED WASTE</p> <p>Marko Brnčić:  <b>IMPLEMENTACIJE PODZEMNIH SUSTAVA ZA PRIVREMENO SKLADIŠTENJE OTPADA I REKLAŽNIH SIROVINA U RH</b>                      IMPLEMENTATION OF THE UNDERGROUND SYSTEM FOR TEMPORARY STORAGE OF WASTE AND RECYCLED MATERIALS IN THE REPUBLIC OF CROATIA</p>	25.11.2010. B-2 17,00-17,45	<p><b>OBRADA OTPADA / WASTE TREATMENT</b></p> <p><b>Moderator: Aleksandar Rajlić</b></p> <p>Gordana Pehlec Pavlović:  <b>PLASTIKA – PREVIŠE VRIJEDNA DA BI SE BACILA</b>                      PLASTICS - TOO VALUABLE TO BE THROWN AWAY</p> <p>Kristina Kosor, Nina Črnila, Aleksandra Anić Vučinić, Veljko Filipan:  <b>REKILIRANJE FLUORESCENTNE RASVJETNE OPREME</b>                      RECYCLING OF LIGHTING EQUIPMENT</p> <p>Alen Ćurin:  <b>STIMULATIVNO SELEKTIRANJE KOMUNALNOG OTPADA U DOMAĆINSTVU</b>                      STIMULATIVE SELECTION OF MUNICIPAL WASTE IN HOUSEHOLDS</p>
17,45-18,00	<b>Odmor uz kavu / Coffee break</b>		
18,00-19,00	<p><b>OKRUGLI STOL: CIELOVITI SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM I CENTRI ZA GOSPODARENJE OTPADOM</b>                      ROUND TABLE: INTEGRAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM AND WASTE MANAGEMENT CENTRES</p> <p><b>Moderatori: Sandra Tucak-Zorić / Dino Perović / Ivan Jurešić/ Saša Avirović</b></p>		
19,00	<p><b>ZAJEDNIČKA VEČERA (HOTEL DUBROVNIK)</b>                      DINNER PARTY (HOTEL DUBROVNIK)</p>		

**PETAČAK, 26. studeni 2010. / Friday, November 26<sup>th</sup>, 2010**

<b>Dvorana A / Hall A</b>	
<b>26.11.2010.</b>	<b>OBRADA OTPADA / TREATMENT OF WASTE</b>
<b>A-4</b>	<b>Moderator: Dinko Sinčić</b>
<b>08,00 - 09,45</b>	<p>Pat Swords: <b>PREDNOSTI I MANE TERMIČKE I MEHANIČKO-BIOLOŠKE OBRADE OTPADA</b> THE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THERMAL TREATMENT AND MECHANICAL BIOLOGICAL WASTE TREATMENT</p> <p>Marin Herenda, Kristina Tomašić: <b>PRIMJER ODRŽIVOSTI BIOREAKTORSKOG ODLAGALIŠTA KOMUNALNOG OTPADA</b> EXAMPLE OF SUSTAINABLE BIOREACTOR LANDFILL FOR MUNICIPAL WASTE</p> <p>Danko Fundurulija, Renata Pavlina, Suada Mustajbegović: <b>STANJE SANACIJE ODLAGALIŠTA U REPUBLICI HRVATSKOJ ZAKLJUČNO S 2010. GODINOM</b> REMEDICATION OF LANDFILLS IN THE REPUBLIC OF CROATIA – YEAR 2010</p> <p>Vasiljević Ratko, Budiša Mirko: <b>METALI U PODZEMNOJ VODI KAO POSLJEDICA UTJECAJA ONEČIŠĆENJA PROCJEDNIH VODA IZ ODLAGALIŠTA</b> ARSENIC IN GROUNDWATER AS A RESULT OF THE IMPACT OF POLLUTION FROM DISPOSAL LEACHATE</p> <p>Abid Mujaomerović, Tarik Kuposović, Sanda Midžić-Kurtagić: <b>ISKORIŠTAVANJE DEPONJSKOG PLINA NA SARAJEVSKOJ DEPONIJ</b> LANDFILL GAS MANAGEMENT IN THE CITY OF SARAJEVO LANDFILL</p> <p>Predrag Čuljak: <b>BIOPLIN IZ KOMUNALNOG OTPADA – SUFINANCIRANJE EUROPSKIM PREDPRISTUPNIM FONDovima</b> BIOGAS FROM MUNICIPAL WASTE – CO-FINANCING FROM EUROPEAN PRE-ACCESSING FUNDS</p> <p>Alen Hadžić, Petra Žvorc, Ana Dundović: <b>GOSPODARENJE OSTACIMA OD ČIŠĆENJA ULICA</b> STREET CLEANING RESIDUE MANAGEMENT</p>
<b>09,45 - 10,00</b>	<b>Odmor uz kavu / Coffee break</b>

**Dvorana A / Hall A**

**ODLAGALIŠTA OTPADA / LANDFILLS OF WASTE**

26.11.2010.

A-5

**Moderator: Davorin Kovačić**

Gianluca Intini, Serena Tinelli, Michele Notarnicola, Lorenzo Liberti, Giovanni Cagnetta, Vladimir Kovačević:  
**SANACIJA ONEIŠĆENIH PODRUČJA POMODU BIOTABILIZIRANOG OTPADA: ANALIZA EKOLOŠKIH RIZIKA**  
REMIEDIATION OF DEGRADED SITES BY MEANS OF MATURE BIOTABILIZED WASTE: ENVIRONMENTAL RISK ANALYSIS

10,00 - 11,30

Christos Tsompanidis, Theofanis Lolos, George Lolos, K. Paschali – Manou, Costantinos Raptis:  
**POSTIZANJE ZAKONODAVSTVENIH ODREDBI PUTEM POSTROJENJA ZA CJELOVITO GOSPODARENJE OTPADOM: ANALIZA SLUČAJA NA CIPRU**  
RECORDING, EVALUATION AND CLASSIFICATION OF WASTE DUMP SITES IN CYPRUS USING MULTIPLE CRITERIA DECISION ANALYSIS

Stuart Edwards:

**ISTRAŽNI RADOVI U FUNKCJI ZATVARANJA ODLAGALIŠTA "REŠETARI" U OPĆINI REŠETARI**  
EXPLORING WORKS IN FUNCTION OF WASTE DISPOSAL SITES "REŠETARI" IN THE MUNICIPALITY REŠETARI

Viktor Grlic, Muharem Husić:

**PROBLEMI TERMIČKOG ISKORIŠTAVANJA DRVENE BIOMASE I MOGUĆA RIJEŠENJA**  
PROBLEMS RELATED TO THERMAL UTILISATION OF WOOD BIOMASS AND SOME POSSIBLE SOLUTIONS

Damir Rumenjak, Siniša Štambuk:

**METODE EKONOMSKOG POTVRĐIVANJA NALJIBLIH RASPOLOŽIVIH TEHNIKA (NRT) U POSTUPKU UTVRĐIVANJA OBDINJENIH UVIJETA ZAŠTITE OKOLIŠA**  
THE METHODOLOGY OF ECONOMICAL CONFIRMATION OF BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) IN INTEGRATED ENVIRONMENTAL PERMITTING

Mario Pokrivač, Ines Geci, Kamenko Josipović:

**PROBLEMI VEZANI UZ IZRADU DOKUMENTACIJE ZA ODLAGALIŠTA NEOPASNOG OTPADA**  
PROBLEMS RELATED TO THE PREPARATION OF DOCUMENTS FOR NON-HAZARDOUS LANDFILLS

11.30-12,00

**Odmor uz kavu / Coffee break**

<b>Dvorana A / Hall A</b>	
<b>26.11.2010.</b>	<b>ODLAGALIŠTA OTPADA / LANDFILLS OF WASTE</b>
<b>A-6</b>	<p style="text-align: center;"><b>Moderator: Sandra Tucak-Zorić</b></p> <p>Draženko Bjelić, Brankica Gegić, Dragana Nešković-Markić, Željka Šobot-Pešić:  <b>OKOLIŠNA PROCJENA SISTEMA I TEHNOLOGIJA ČVRSTOG OTPADA POMOĆU EASEWASTE MODELA</b>          ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOLID WASTE SYSTEMS AND TECHNOLOGIES BY MEANS OF EASEWASTE MODEL</p> <p>Stasa Zovko Čeramilać, Vladimir Lokner, Damir Subašić, Andrea Rapić:  <b>ISKUSTVA NA PROJEKTIMA SANACIJA ONEČIŠĆENIH PODRUČJA</b>          EXPERIANCES IN PROJECTS OF REMEDIATION OF POLLUTED AREAS</p> <p>Martina Cvjetičanin, Mensur Mulabdić, Danko Fundurulja:  <b>ODLAGALIŠTE OTPADA „GORJAK“ U KRAPINI – PRIKAZ PROJEKTA</b>          LANDFILL "GORJAK" IN KRAPINA – CASE STUDY</p> <p>Mirko Budiša, Ratko Vasiljević, Dražen Jergović:  <b>MJERENJE EMISIJA I SASTAVA ODLAGALIŠNOG PLINA NA ODLAGALIŠTIMA KOMUNALNOG OTPADA, VINOGRADINE“ KRAJ POŽEGE I „DUPLJA“ NOVI VINODOLSKI</b>          MEASUREMENT OF EMISSIONS AND COMPOSITION OF THE LANDFILL GAS AT LANDFILLS OF MUNICIPAL WASTE "VINOGRADINE" NEAR POŽEGA AND "DUPLJA" NOVI VINODOLSKI</p> <p>Sead Muharemi, Deбора Rušin:  <b>ZBRINJAVANJE KLORSULFONSKIE KISELINE ZAOSTALE OD PROIZVODNIE SULFONAMIDA</b>          DISPOSAL OF CHLOROSULFONIC ACID RESIDUAL FROM PRODUCTION OF SULFONAMIDES</p> <p>Tihana Škugor, Stevo Anetić:  <b>EDUKACIJA I INFORMIRANJE KORISNIKA USLUGA O NOVOM NAČINU PRIKUPLJANJA I ODVOZA KOMUNALNOG OTPADA U GRADU OSIJEKU</b>          HOW TO EDUCATE AND INFORM THE USERS OF THE NEW SERVICE OF COLLECTING AND TRANSPORTING THE MUNICIPAL WASTE IN THE CITY OF OSIJEK</p>
<b>26.11.2010.</b>	<b>Moderatori: Dinko Sinčić, Zlatko Milanović, Sandra Tucak-Zorić</b>
<b>A-7</b>	<b>OKRUGLI STOL: OBRADA OTPADA</b>
<b>13.30-15.00</b>	<b>ROUND TABLE: WASTE TREATMENT</b> <b>I / AND</b>
<b>ZATVARANJE SIMPOZIJA / SYMPOSIUM CLOSING</b>	
<b>15.00–15.30</b>	<b>IZDAVANJE POTVRDA O SUDJELOVANJU NA SIMPOZIJU</b> <b>ISSUING OF A SYMPOSIUM PARTICIPATION CERTIFICATES</b>



XI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ  
GOSPODARENJE OTPADOM  
ZAGREB 2010.

Hrvatska, 25. - 26. 11. 2010.

---



XI<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
WASTE MANAGEMENT  
ZAGREB 2010

Croatia, November 25<sup>th</sup> - 26<sup>th</sup>, 2010

---

**ODLAGALIŠTA OTPADA**  
LANDFILLS OF WASTE





## ISTRAŽNI RADOVI U FUNKCIJI ZATVARANJA ODLAGALIŠTA “REŠETARI” U OPĆINI REŠETARI

EXPLORING WORKS IN FUNCTION OF WASTE DISPOSAL SITES “REŠETARI”  
IN THE MUNICIPALITY REŠETARI

Stuart Edwards<sup>1</sup>, Ratko Vasiljević<sup>2</sup>, Mirko Budiša<sup>3</sup>

### Sažetak

Sva odlagališta otpada koja ne zadovoljavaju propisane kriterije za rad moraju se sanirati i zatvoriti. Jedno od takvih odlagališta je i odlagalište „Rešetari“ u općini Rešetari. Na ovom odlagalištu se do 1996. godine odlagao raznovrsan otpad iz kućanstava, industrije i s javnih površina Grada Nove Gradiške i općine Rešetari. Danas je ono zatvoreno i spada u neuređena i zapuštena odlagališta otpada koja ne zadovoljavaju propisane kriterije zatvorenog odlagališta. S obzirom da je radilo bez primjene tehničkih mjera zaštite okoliša i danas negativno utječe na sve sastavnice okoliša. Da bi se moglo kvalitetno pristupiti sanaciji odlagališta «Rešetari» bilo je potrebno provesti odgovarajuće istražne radove. Na temelju istražnih radova bilo je potrebno predložiti s aspekta zaštite okoliša i financijski najprihvatljivije rješenje sanacije. U radu su analizirani poduzeti istražni radovi, njihova interpretacija i primjena u odabiru tehničko-tehnološkog rješenja sanacije.

**Ključne riječi:** odlagalište, Rešetari, istražni radovi, sanacija, troškovi

<sup>1</sup> Stuart Edwards, P.E. Cincinnati, Ohio, USA

<sup>2</sup> Ratko Vasiljević, dipl.ing.geol., ECOINA Ltd. Zagreb, Croatia

<sup>3</sup> Mirko Budiša, dipl.ing.kem.tehn., ECOINA Ltd. Zagreb, Croatia

### **Abstract**

All landfills that do not meet the criteria for the work must be repaired and sealed. One of these landfills is and landfill “Rešetari” in the municipality Rešetari. At this landfill is until 1996 the versatile waste from households, industry and from the public area of the city of Nova Gradiska and municipalities Rešetari was disposed . Today it is closed and belongs to the neglected and unregulated landfills that do not meet the criteria of the closed landfill. Given that was working without the use of technical measures to protect the environment, it also affects today all elements of the environment. To be able to access high-quality rehabilitation of the landfill, “Rešetari” there is a need to implement appropriate exploration works. Based on the exploration works it was necessary to propose in terms of environmental protection and the most acceptable solution to the financial rehabilitation. In this paper are analyzed undertaken exploring works, their interpretation and application in selected technical and technological solutions for the reconstruction.

**Keywords:** Landfill, Rešetari, exploration works, reconstruction, costs



## MJERENJE EMISIJA I SASTAVA ODLAGALIŠNOG PLINA NA ODLAGALIŠTIMA KOMUNALNOG OTPADA

### MEASUREMENT OF EMISSIONS AND COMPOSITION OF THE LANDFILL GAS AT LANDFILLS OF MUNICIPAL WASTE

Mirko Budiša\*, Ratko Vasiljević\*, Dražen Jergović\*, Stjepan Vulinović\*

#### Sažetak

Na odlagalištima komunalnog otpada udio biorazgradljive organske tvari može dosegnuti i do 60% od ukupne količine otpada. Razgradnjom biorazgradljive faze nastaje odlagališni plin, koji se u većoj mjeri sastoji od ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) i metana (CH<sub>4</sub>). Radi se o izrazitim stakleničkim plinovima, pa je potrebo spriječiti njihovo slobodno izlaženje u atmosferu. Stoga sva uređena odlagališta otpada moraju imati sustav prikupljanja i obrade odlagališnih plinova odnosno uređeni i kontrolirani sustav otplinjavanja. Također, otplinjavanje je potrebno kako bi se spriječila pojava požara i eksplozija budući da metan u omjeru s zrakom od 5-15% čini eksplozivnu i zapaljivu smjesu. Emisije odlagališnog plina ovise o više faktora, prvenstveno o količini odloženog komunalnog otpada i starosti otpada i njihovo periodičko praćenje je zakonska obaveza. U radu su prikazani rezultati mjerenja emisija i sastava odlagališnog plina na dva manja, uređena odlagališta komunalnog otpada „Vinogradine“ kraj Požege i „Duplja“ Novi Vinodolski.

**Ključne riječi:** odlagališni plin, mjerenje, emisije, odlagališta otpada, staklenički plinovi

#### Abstract

The proportion of municipal landfill biodegradable organic matter can reach up to 60% of the total quantity of waste. Decomposition of biodegradable phase occurs disposed gas, which is largely composed of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and methane (CH<sub>4</sub>).

\* ECOINA, SR Njemačke 10, 10000 Zagreb, Hrvatska

It is about strong greenhouse gases, and the need to prevent them from freely rise into the atmosphere. Therefore, all regulated landfills must have a system of collection and treatment of landfill gas that is regulated and controlled system degassing. Also, degassing is required in order to prevent the occurrence of fires and explosions since the ratio of methane in the air from 5-15% were explosive and incendiary mixture. Emissions of landfill gas depends on several factors, primarily on the amount of disposed municipal waste and age of waste and their periodic monitoring is a legal obligation. The paper presents the results of measuring emissions and composition of landfill gas at two small, well-maintained municipal landfills “Vinogradine” near Pozega and “Duplja” Novi Vinodolski.

**Key words:** disposed gas, measuring, emission, landfill waste, greenhouse gases



## ARSEN U PODZEMNOJ VODI KAO POSLJEDICA UTJECAJA ONEČIŠĆENJA PROCJEDNIH VODA IZ ODLAGALIŠTA

ARSENIC IN GROUNDWATER AS A RESULT OF THE IMPACT OF POLLUTION  
FROM DISPOSAL LEACHATE

Ratko Vasiljević\*, Mirko Budiša\*

### Sažetak

Do danas su registrirana brojna područja u svijetu gdje postoji problem zagađenja podzemne vode teškim arsenom. Procjedne vode, osim direktnog zagađenja, u podzemnim vodama mijenjaju geokemijske uvjete koji direktno utječu na ponašanje pojedinih elemenata i spojeva. U radu se prate koncentracije koncentracije željeza i mangana u podzemnoj vodi, posebno zato što su povišene ispod tijela odlagališta. Promjene u kemizmu podzemne vode utječu na ponašanje pojedinih zagađivala. U radu je od zagađivala obrađen arsen jer je njegovo ponašanje u podzemnoj vodi direktno vezano za željezo i mangan. Širom svijeta, milijuni ljudi troše vodu za piće u kojoj se arsen nalazi u povišenim koncentracijama i zato se zadnjih godina sve veća pažnja usmjerava na njega. Arsen na području Hrvatske nije detaljnije obrađivan, tako da ovaj rad također predstavlja i doprinos u tom smjeru. U radu je moguće vidjeti mehanizme prirodnog pročišćenja podzemne vode, zbog promjene eh - pH uvjeta, a u zaključku se daju smjernice daljnjeg praćenja parametara u podzemnoj vodi kako bi se dobili kvalitetniji rezultati. Rad prati pojavu arsena ispod odlagališta Jakuševac. Dana je korelacija koncentracija arsena sa pH vrijednostima, oksidacijskim uvjetima, kao i sa koncentracijama željeza i mangana. Osim uže teme, dat je i prikaz nekih iskustava širom svijeta, kao i usporedba dobivenih rezultata sa svjetskim iskustvima.

**Ključne riječi:** arsen, mangan, željezo, odlagalište otpada, kemizam podzemne vode

\*ECOINA d.o.o. Zagreb, Hrvatska

### **Abstract**

To date, there are number of areas in world where there's a serious pollution problem of groundwater with arsenic. Leachate, except for direct contamination in the groundwater, also are chang geochemical conditions that directly affect the behavior of certain elements and compounds. The paper is accompanied by the concentrations of iron and manganese in groundwater, especially because they increased under the body of the landfill. Changes in the chemistry of groundwater affect the behavior of some contaminants. In this work of contaminants arsenic was treated because his behavior in groundwater is directly related to iron and manganese. Worldwide, millions of people consume drinking water in which arsenic is found in high concentrations and therefore in recent years increasing attention focused on him. Arsenic on the Croatian territory was not further analyzed, so this work also constitutes a contribution in that direction. In this paper, it is possible to see the mechanisms of natural purification of groundwater, due to a change Eh-pH conditions, in conclusion, provide guidance for further monitoring parameters in groundwater in order to get better results. The work follows the occurrence of arsenic below the landfill Jakuševac (official Zagreb city landfill). On the correlation of arsenic concentration with pH, oxidation conditions, as well as the concentrations of iron and manganese. Apart from the immediate topic, some experiences around the world, and comparing the results with global experienc are given the view.

**Key words:** arsenic, manganese, iron, landfill, groundwater chemistry



## ISKORIŠTAVANJE DEPONIJSKOG PLINA NA SARAJEVSKOJ DEPONIJU

### LANDFILL GAS UTILISATION AT SARAJEVO LANDFILL

Abid Mulaomerović<sup>1</sup>, Tarik Kupusović<sup>2</sup>, Sanda Midžić-Kurtagić<sup>2</sup>

#### Sažetak

Od 1996. godine sarajevska deponija je bila predmetom sanacije i prevođenja u sanitarnu. Do 2009. godine realizirani su planirani radovi, kojima se pristupilo fazno prema prioritetima. Radovi su obuhvatili stabilizaciju odlagališta, odvodnju otpadnih voda, otplinjavanje odlagališta, izgradnju infrastrukturnih objekata, zatvaranje gornje plohe odlagališta, te primjenu tehnologije sanitarnog odlaganja, monitoring i tretman procjednih voda. Posljednji realizirani projekt na iskorištavanju deponijskog plina čini ovu deponiju jednom od najmodernijih u jugoistočnoj Evropi. Paralelno sa sanacijom unapređuje se i sustav prikupljanja otpada, pa se tako postupno uveo i program reciklaže u pojedinim i dijelovima grada, odnosno odvajanja papira i kartona na mjestu nastanka.

Ranija istraživanja pokazala su da sastav i količina deponijskog plina ovisi od sastava i starosti otpada i od tehnologije odlaganja. Stoga su sve navedene promjene na sarajevskoj deponiji imale utjecaja i na produkciju metana.

Sprovedeno je istraživanje koje je imalo za cilj praćenje plinskog stanja unutar samog odlagališta, ali u zonama deponije na kojima su primijenjene različite tehnologije odlaganja komunalnog otpada. Istraživanje je sprovedeno u periodu od 6 godina, u periodu 2003-2009 godine. Cilj rada je da prikaže rezultate istraživanja i analizu utjecaja tehnologije odlaganja komunalnog otpada na emisiju metana.

**Ključne riječi:** deponijski plin, metan, tehnologija odlaganja, reciklaža, sastav otpada

<sup>1</sup> K.J.K.P. „RAD“ Sarajevo, Paromlinska 57, Sarajevo; BiH

<sup>2</sup> Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Stjepana Tomića 1, Sarajevo; BiH

## **Abstract**

Since 1996, Sarajevo Waste Disposal Site has been undergoing a process of reconstruction in order to be transformed into a Sanitary Landfill. Until 2009, all planned activities were implemented, in phases, and in accordance with the list of priorities. Activities included stabilisation of the disposal site, wastewater collection, waste disposal site degasification, infrastructure installation, closure of the upper section of the disposal site, application of sanitary disposal technology, and monitoring and treatment of leachate. The last implemented project relating to utilisation of landfill gas makes this landfill one of the most modern in the Southeast Europe. Parallel with the abovementioned activities, the waste collection system has also constantly been improved. In terms of that, the recycling programme has gradually been introduced in some parts of the city, including separate collection of paper and cardboard at source.

Earlier research has shown that the composition and quantity of landfill gas depends on the waste composition and how old the waste is, as well as on the waste disposal technology. Therefore, the abovementioned changes at the Sarajevo Waste Disposal Site have had a significant impact of methane production.

The conducted research was aimed at monitoring of the state of gas within the disposal site itself, but also in the disposal site zones in which different municipal waste disposal technologies have been applied. The research was conducted over the period of 6 years, from 2003 to 2009. The aim of this paper is to present research results and analysis of municipal waste disposal technology impacts on methane emission.

**Key words:** landfill gas, methane, waste disposal technology, recycling, waste composition



## IMPLEMENTATION OF THE FIRST LANDFILL COVER SEALING WITH INTEGRATED PHOTOVOLTAIC POWER PLANT

PRIMJENA PRVOG POVRŠINSKOG BRTVLJENJA ODLAGALIŠTA  
INTEGRIRANIM FOTOVOLTNIM POSTROJENJEM

Matthias Kuehle-Weidemeier<sup>1</sup>

### Abstract

Photovoltaic power plants are an attractive afteruse for the wide surfaces of closed landfills. It is a land recycling in combination with a climate friendly energy generation. For conventional PV-plants expensive and resource-consuming steel frames are necessary, which are built on top of a high amount of soil and other construction material. A patented system developed by the author based on a compound of geomembrane and flexible thin film solar cells combines the function of landfill surface sealing and photovoltaic power plant in one element. The installation applies approved landfill techniques and supersedes steel frames. The project preparation started in 2005, when patents had been granted and first publications were made. The construction of the first pilot plant is supported by the German environmental fund (DBU) and started in September 2008 with samples made of roof membrane-PV-module compounds. Later-the development of durable and reliable HDPE compounds was successful. The final version of these compounds was installed in 2009 and 2010 and turned out to be the best solution for landfill application.

**Key words:** Photovoltaic power plant, landfill, landfill surface sealing, resources, waste management

<sup>1</sup> CEO Wasteconsult international, Robert-Koch-Str. 48b, 30853 Langenhagen, Germany

## Sažetak

Fotovoltačna postrojenja su atraktivna za korištenje na velikim površinama zatvorenih odlagališta. Ona predstavljaju reciklažu tla kombiniranu s energetsom generacijom klimatski prihvatljivom. Za konvencionalna fotovoltačna postrojenja potrebni su skupi čelični okviri, koji se ugrade na vrh velike količine zemlje i drugog građevnog materijala. Patentirani sustav koji je osmislio autor, a koji se temelji na mješavini geomembrane i fleksibilnog filma solarnih ćelija objedinjuje funkciju površinskog brtvljenja odlagališta i fotovoltnog postrojenja u jedan element. Instalacija koristi odobrene odlagališne tehnike i nadomješta čelične okvire. Priprema projekta započela je 2005. godine, kada je dodijeljen patent i kada su napravljene prve publikacije. Izgradnju prvog pilot postrojenja podržao je Njemački fond za zaštitu okoliša, a sama izgradnja je započela u rujnu 2008. godine uzorcima napravljenim od mješavine površinske membrane i fotovoltnih modula. Kasniji su se uspješno razvile trajne i pouzdane HDPE smjese. Konačna verzija ovih spojeva instalirana je 2009. i 2010. godine, te je izgledno da upravo ona predstavlja najbolje rješenje za uporabu na odlagalištima.

**Ključne riječi:** Fotovoltačno postrojenje, odlagalište, površinsko brtvljenje odlagališta, resursi, gospodarenje otpadom



## STANJE SANACIJE ODLAGALIŠTA U REPUBLICI HRVATSKOJ ZAKLJUČNO S 2010. GODINOM

STATE OF REMEDIATION OF LANDFILLS IN REPUBLIC OF CROATIA,  
INCLUSIVE WITH YEAR 2010

Danko Fundurulja<sup>1</sup>, Renata Pavlina<sup>2</sup>, Suada Mustajbegović<sup>2</sup>

### Sažetak

Dan je prikaz sanacije i izgradnje odlagališta otpada u RH. Pri razmatranju sanacije uzeto je opredjeljenje za regionalni pristup koji je baziran na Strategiji gospodarenja otpadom Republike Hrvatske. U radu se također prikazuje način izgradnje odlagališta s tehničkim detaljima izgradnje brtvenog i drenažnog sustava, sustava otplinjavanja i završnog prekrivnog sloja s osvrtom na važeću zakonsku regulativu. Sanacija odlagališta se provodi u skladu s važećom zakonskom regulativnom RH koja je usklađena ili je u procesu usklađivanja s Direktivama EU.

**Ključne riječi:** sanacija odlagališta otpada u RH

<sup>1</sup> IPZ Uniprojekt TERRA, Babonićeva 32, Zagreb

<sup>2</sup> Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, Ksaver 208, Zagreb

### **Abstract**

The project shows a demonstration of remediation and the process of building landfills in Croatia. The regional approach should be used in solving remediation problems, which is based on regional waste management plan in Republic of Croatia. Process of landfill building and remediation with technical details is shown exp. construction of sealing and drainage system, system of gas collection and final landfill closure as well as landfill stability, with overview on the existing laws and regulations. Rehabilitation of the existing landfills is implemented in accordance with the Croatian directives which are synchronized with the EU directives.

**Key words:** landfill remediation in Croatia



## ODLAGALIŠTE OTPADA “GORJAK” U KRAPINI – PRIKAZ PROJEKTA

### LANDFILL “GORJAK” IN KRAPINA – CASE STUDY

Martina Cvjetičanin<sup>1</sup>, Mensur Mulabdić<sup>2</sup>, Danko Fundurulja<sup>3</sup>

#### Sažetak

Odlagalište otpada “Gorjak” u Krapini korišteno je i organizirano u blizini kamenoloma, na platou koji je ograničavao kapacitete odlaganja i zahtijevao skupa tehnička rješenja. Novim konceptom odlagališta otvoren je prostor u udolini ispod postojećeg odlagališta koja je omogućila veće količine odlaganja, povoljnija tehnička rješenja i dugoročnije korištenje lokacije. Međutim, to je podrazumijevalo i rješavanje niza problema (cesta, stabilnost padine, organizacija i postav objekata, sanacija postojećeg stanja) koji su relativno nestandardni. U radu se prikazuje razvoj koncepta i predloženo rješenje na novoj mikro-lokaciji sa analizom tehničkih rješenja koja su primijenjena.

**Ključne riječi:** odlagalište, prikaz, tehnička rješenja

<sup>1</sup> Martina Cvjetičanin, dipl.ing.građ., IPZ Uniprojekt MCF, Babonićeva 32, Zagreb

<sup>2</sup> Prof.dr.sc. Mensur Mulabdić, dipl.ing.građ., Građevinski fakultet Osijek, Osijek

<sup>3</sup> Danko Fundurulja, dipl.ing.građ., IPZ Uniprojekt TERRA, Babonićeva 32, Zagreb

### **Abstract**

„Gorjak“ landfill in Krapina town is situated and used beside the quarry, on the area beside steep slope that puts some limits on its capacity and requires expensive technical solutions. New concept of the landfill opened new space for waste in the valley behind the toe of the landfill slope that enabled deposition of more waste than before, better technical solutions and longer use of landfill. However, that concept required special nonstandard solutions for road, slope stability, organization of the landfill and remediation of existing landfill. In this paper basic concept of new landfill is presented including new micro-location, and analysis of applied technical solutions is presented.

**Key words:** landfill, case study, technical solutions



## **SUSTAINABLE REDEVELOPMENT OF AN UNCONTROLLED DUMPING SITE INTO AN INTEGRATED WASTE RECYCLING AND TREATMENT CENTRE, MOEN, BELGIUM**

ODRŽIVI RAZVOJ NEKONTROLIRANIH ODLAGALIŠTA U CJELOVITE CENTRE  
ZA RECIKLAŽU I OBRADU OTPADA, MOEN, BELGIJA

Walter Mondt\*, Stefan Helsen\*, Zlatko Gojkov\*, Evert Vermaut\*, Joni Rossi\*

### **Abstract**

The Intermunicipal Waste Organization IMOG exploits in Western Flanders a landfill site for hazardous and non-hazardous waste, sorting and recycling facilities, as well as a composting unit and distribution centre. IMOG's services cover 11 municipalities with a surface area of 387 km<sup>2</sup> and ca. 227.000 inhabitants. Adjacent to the site is an operational clay pit that serves the local brick industry. The site is located near a navigable waterway and at short distance from a waste incineration plant. The clay pit will be used in the future as an additional confined disposal facility, and next to solid waste, it will also accept non-polluted sediments from maintenance dredging. These materials will be used for sealing layers according to EU and Flemish legislation, according to the cradle-to-cradle principle. Eventually, the site will be converted to a green area and a (solar) energy park. In the past, the site was heavily polluted due to uncontrolled dumping of various types of waste, but through the application of innovative remediation techniques, the environmental burden has been reduced to zero. Currently, the separate collection and recycling of more than 40 different waste streams and the production of renewable energy from biomass are the main activities. Much of the success of IMOG is related to the good communication strategy with the local population and authorities, but also to capacity building with other waste operators in various countries in Europe and Asia.

**Key words:** recycling, waste streams, sanitary landfill, renewable energy

---

\* Ecorem nv, Kontichsesteenweg 38, B-2630 Aartselaar (Belgium)

## Sažetak

Intermunicipal Waste Organization (IMOG) koristi odlagalište opasnog i neopasnog otpada, kompostanu i opskrbeni centar u zapadnoj Flandriji. IMOG-ove usluge pokrivaju 11 općina površine 387 km<sup>2</sup> i oko 227.000 stanovnika. U susjedstvu ove lokacije je glinokop koji opskrbljuje lokalnu industriju proizvodnje cigle. Lokacija se nalazi blizu odlivnog kanala i relativno blizu postrojenja za spaljivanje otpada. Glinokop će se u budućnosti koristiti kao dodatno postrojenje za odlaganje, koje će, osim krutog otpada, prihvaćati i nezagađeni sediment od jaružanja. Ovi materijali koristit će se kao brtveni slojevi u skladu s EU i Flamanskom legislativom, prema kolijevka-kolijevci principu. U konačnici će se lokacija zazeliniti i pretvoriti u (solarni) energetska park. U prošlosti je ova lokacija bila teško onečišćena zbog nekontroliranog odbacivanja različitih vrsti otpada, ali primjenom inovativnih sanacijskih tehnika, opterećenje okoliša je svedeno na nulu. Trenutno su glavne aktivnosti odvojeno sakupljanje i recikliranje više od 40 različitih tokova otpada i proizvodnja obnovljive energije iz biomase. Većinu svog uspjeha IMOG duguje dobroj komunikacijskoj strategiji s lokalnim stanovništvom, te proširenju suradnje s drugim operaterima koji se bave otpadom u različitim zemljama u Europi i Aziji.

**Ključne riječi:** reciklaža, tokovi otpada, sanitarno odlagalište, obnovljiva energija



## PROBLEMI VEZANI UZ IZRADU DOKUMENTACIJE ZA SANACIJU ODLAGALIŠTA NEOPASNOG OTPADA

### PROBLEMS RELATED TO THE PREPARATION OF DOCUMENTS FOR SANATION OF NON-HAZARDOUS LANDFILLS

Mario Pokrivač\*, Ines Geci\*, Kamenko Josipović\*

#### Sažetak

Zakonskom regulativom propisani su uvjeti izrade Idejnih projekata i Studija o utjecaju zahvata na okoliš za odlagališta komunalnog otpada koji se baziraju na kvalitetnim podlogama i podacima kao što su Posebna geodetska podloga (PGP), istražni radovi (geologija, hidrogeologija, geomehanika, plin u tijelu odlagališta itd.), Prostorno-planska dokumentacija i Planovi gospodarenja otpadom svih razina.

Prilikom izrade dokumentacije za potrebe sanacije pojedinog odlagališta javlja se izuzetno velik broj problema na samom terenu koji su direktna posljedica dosadašnje nebrige i nepostojanja bilo kakvog sustava gospodarenja otpadom kao npr.:

- neusklađenost Prostornih planova višeg i nižeg reda u pogledu rezervacije ili postojanja lokacije za odlaganje otpada ili čak nepostojanje Prostornih planova uređenja jedinica lokalne samouprave
- neusklađenost Prostornih planova uređenja gradova/općina s Planovima gospodarenja otpadom županija/općina/gradova kao i nepostojanje Planova gospodarenja otpadom za jedinice lokalne samouprave
- neodgovarajuća brzina u ishodu lokacijskih dozvola za lokalnu samoupravu, uslijed čega izrađena dokumentacija s rješenjima i odobrenjima ne ulazi u postupak pridobivanja Lokacijske dozvole, te se čitav postupak mora ponoviti po novim zakonskim odredbama, pravilnicima i uredbama.

Osim navedenih problema vezanih uz prostorno-plansku i drugu dokumentaciju i rad regionalnih tijela na izdavanju dozvola, projektanti Idejnih projekata i izrađivači Studija također moraju balansirati između zahtjeva jedinica lokalne samouprave u

\* DVOKUT ECRO d.o.o.

vezi Idejnih projekata kao nositelja zahvata, nemogućnosti dogovora između više jedinica lokalne samouprave koje bi dalo jeftinija i bolja rješenja sanacije, neriješenim imovinsko-pravnim odnosima, lošim ili gotovo nikakvim podacima o tokovima otpada, promjenama zakonske regulative vezane uz gospodarenje otpadom kao i stvarnim negativnim utjecajem odlagališta na okoliš.

**Ključne riječi:** idejni projekt, studija o utjecaju zahvata na okoliš, neusklađenosti, zahtjevi, problemi

### Abstract

The conditions for preparation of Preliminary design and Environmental Impact Studies for landfills are prescribed by legislation. These conditions are based on quality basis and data as well as special geodetic map (PGP), researches (geology, hydrogeology, geo-mechanics, gas in the landfill body etc.), spatial-planning documentation and waste management plans at all levels.

When preparing documents for the rehabilitation of each landfill, large numbers of problems occur on landfill site. These problems are direct result of previous neglect and the absence of any waste management system, such as:

- non - compliance between spatial plans of higher and lower level with respect to the site reservation (prediction that a certain site will be a landfill) or the lack of existence of the landfill site or even lack of spatial plans for local governments
- mismatch of spatial plans for cities/municipalities with waste management plans of counties/municipalities/cities and the lack of a waste management plan for local government
- Inappropriate time line (duration) in obtaining location permits for local governments. These results that prepared documentation regarding environmental protection with solutions and permits, is not include in the process of gaining location permit, and the whole process must be repeated under new legislation, rules and regulations.

Besides these considered problems related to spatial planning and other documentation and operation of regional authorities to issue permits, preliminary project designers and EIA developers must also take into account other problems that occur. They have to balance between requests of local governments representatives in respect of preliminary projects, as holders of the procedure; deal with the lack of agreement among several local governments that would give cheaper and better solution for the rehabilitation of landfill; deal with unresolved property-legal relations, poor or almost no data on waste flows, changes of legislation related to waste management and with real negative impact of the landfill on the environment.

**Key words:** preliminary design, environmental impact assessment, non-compliance, requests, problems



## **RECORDING, EVALUATION AND CLASSIFICATION OF WASTE DUMP SITES IN CYPRUS USING MULTIPLE CRITERIA DECISION ANALYSIS**

SNIMANJE, PROCJENA I KLASIFIKACIJA ODLAGALIŠTA OTPADA NA CIPRU,  
KORISTEĆI VIŠEKRITERIJALNE ANALIZE ODLUČIVANJA

C.P. Tsompanidis\*, T.A. Lolos\*, G.A. Lolos\*, K.C. Paschali Manou\*, C.M. Raptis\*

### **Abstract**

The Landfill Directive was passed by Europe in 1999 and requires among other things the Cyprus waste management industry to classify landfill sites according to their hazards to the environment. In the Republic of Cyprus, 113 uncontrolled waste dump sites have been identified and recorded in past (2006) by ENVIROPLAN S.A.. Closure, reclamation and post-closure care of the sites are required by the Landfill Directive.

This study presented a comprehensive analytical framework for the prioritization of remedial counter measures of the 15 identified waste dump sites in Larnaca and Ammochostos Regions of Cyprus. Risk assessment of the sites was carried out using a method of multiple criteria decision analysis (MCDA). The method was based on the highest scores achieved for each criterion and provided a systematic and transparent approach that the Cyprus Government used to clarify the decision making process and facilitated consensus building among decision makers.

From the collected data, the waste dump sites were categorized based on their current status of operation. From the detailed study, 15 waste dump sites were recorded, which impose a potential risk to the environment and public health in the Regions of Larnaca and Ammochostos in Cyprus. Having completed this stage, it is then possible to proceed to the risk assessment and consequently to the final categorization of the sites that are a priority for closure and restoration.

The proposed remediation technologies include mainly containment technologies

\* ENVIROPLAN S.A., 40, Agiou Konstantinou str., "Aethrio" Business Center, 15124 Athens Greece

and in few cases relocation of the waste to a modern lined landfill. The selection of technologies is site specific and based on the needed degree of permanence, monitoring ability and system maintenance. The monitoring technologies include environmental monitoring systems for groundwater, run-off water, biogas, leachate, ground settling and top cover.

**Key words:** Landfill Directive, uncontrolled waste dump sites, risk assessment analysis, remediation methods

### Sažetak

Direktiva o odlagalištima otpada koja je donesena 1999, između ostaloga, zahtijeva da gospodarska grana koja se bavi gospodarenjem otpadom na Cipru klasificira odlagališta prema njihovoj štetnosti po okoliš. U Republici Cipru, identificirano je 113 nekontroliranih odlagališta koja su snimljena od strane tvrtke ENVIROPLAN S.A. (2006). Direktiva zahtijeva zatvaranje ovih odlagališta, rekultivaciju i održavanje nakon zatvaranja.

Ovaj rad prezentira cjelovitu analitičku okosnicu za određivanje prioriternih sanacijskih mjera na 15 identificiranih odlagališta otpada u Larnaki i Ammochostos regijama na Cipru. Izrađena je procjena rizika svih odlagališta koristeći metodu višekriterijalne analize. Metoda se temelji na najvećim postignutim rezultatima za svaki kriterij čime je dobiven sistematičan i transparentan pristup koji je Ciparska vlada koristila za pojašnjenje procesa odlučivanja, a s kojim su se usuglasili svi koji su sudjelovali kod odlučivanja.

Temeljem sakupljenih podataka, odlagališta su kategorizirana a osnovu njihovog trenutnog operativnog statusa. Detaljnom studijom snimljeno je 15 odlagališta koja predstavljaju potencijalni rizik za okoliš i javno zdravlje u regijama Larnaca i Ammochostos. Nakon dovršetka faze snimanja, moguće je dobiti procjenu rizika i nadalje, konačnu kategorizaciju odlagališta koja su prioritet za zatvaranje i sanaciju.

Predložene tehnike sanacije sadržavaju uglavnom tehnologije sprječavanja širenja onečišćenja, i u nekoliko slučajeva, premještanje otpada na moderna sani rana odlagališta. Odabir tehnologije ovisi o karakteristikama samog odlagališta i temelji se na potrebnom stupnju trajanja, mogućnosti monitoringa i održavanju sustava. Tehnologije monitoringa uključuju kontrolu kakvoće podzemnih voda, oborinskih voda, bioplina, procjednih voda, slijeganje tla i prekrivku.

**Ključne riječi:** Direktiva o odlagalištima otpada, nekontrolirana odlagališta otpada, analiza procjene rizika, metode sanacije



## **PRIMJER ODRŽIVOSTI BIOREKTORSKOG ODLAGALIŠTA KOMUNALNOG OTPADA**

### **EXAMPLE OF SUSTAINABLE BIOREACTOR LANDFILL FOR MUNICIPAL WASTE**

Marin Herenda\*, Kristina Tomašić\*

#### **Sažetak**

Osnovna namjera ovoga članka je da na primjeru jednog prosječnog budućeg županijskog odlagališta u Republici Hrvatskoj, pokuša prikazati bitne karakteristike bioreaktorskog anaerobnog odlagališta otpada. Poseban naglasak se nalazi na činjenicama kojih moraju biti svjesni svi učesnici u planiranju i projektiranju bioreaktorskog odlagališta prethodno obrađenog komunalnog otpada.

**Ključne riječi:** Bioreaktorsko odlagalište, komunalni otpad

---

\* H-Projekt d.o.o. Zagreb, Horvaćanska cesta 162

### **Abstract**

The main purpose of this article is to try in the case of an average future County landfill in Croatia, to show the essential characteristic of anaerobic bioreactor landfill. Special emphasis is based on facts which all the participants should be aware off in the planning and designing of a bioreactor landfill with pre-treated municipal waste.

**Key words:** Bioreactor landfill, municipal waste

XI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ  
GOSPODARENJE OTPADOM  
ZAGREB 2010.

Hrvatska, 25. - 26. 11. 2010.

---



XI<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
WASTE MANAGEMENT  
ZAGREB 2010

Croatia, November 25<sup>th</sup> - 26<sup>th</sup>, 2010

---

**CENTRI ZA GOSPODARENJE OTPADOM**  
WASTE MANAGEMENT CENTRES





## FROM WASTE TO RESOURCE MANAGEMENT DO WE STILL NEED INCINERATION?

OD OTPADA DO UPRAVLJANJA RESURSIMA  
TREBAMO LI JOŠ UVIJEK SPALJIVANJE?

Matthias Kuehle-Weidemeier\*, Jeannine Joffre\*

### Abstract

With regard to the shortage and price increase of resources it is important to break new ground in waste management to support sustainable methods of waste treatment in the future.

The following article gives an overview of the availability and the use of raw materials (fossil fuels, metallic and non-metallic) in some important countries in the world. Also, it is shown how CO<sub>2</sub>-emissions can be reduced by recycling and valuable resources can be saved for future generations.

Today's methods of waste treatment (mechanical-biological-treatment or waste incineration) are evaluated concerning their feasibility for sustainable waste management.

Finally recommendations on how to reach a sustainable waste management are presented.

**Key words:** waste management, resources, waste treatment, MBT, incineration

---

\* Wasteconsult International, Robert-Koch-Str. 48 b, D-30853 Langenhagen, Germany

## Sažetak

S obzirom na nestašicu i povećanje cijena resursa, bitno je započeti novo razdoblje na području gospodarenje otpadom kako bi poduprli održive metode obrade otpada u budućnosti.

Ovaj rad daje pregled dostupnosti i korištenju sirovih materijala (fosilna goriva, metal i nemetali) u određenim zemljama. Također, prikazan je način na koji se mogu smanjiti emisije CO<sub>2</sub> kroz reciklažu, a vrijedni resursi se sačuvati za buduće generacije.

Ocjenjene su današnje metode obrade otpada (mehaničko-biološka obrada ili spaljivanje otpada) obzirom na njihovu izvedivost u održivom gospodarenju otpadom.

Prikazane su preporuke kako postići održivo gospodarenje otpadom.

**Ključne riječi:** gospodarenje otpadom, resursi, obrada otpada, MBO, spaljivanje



## **INSTITUCIONALNI I PRAVNI ASPEKTI KAO PREDUVJET ZA USPJEŠNO FUNKCIONIRANJE REGIONALNOG GOSPODARENJA OTPADOM**

### **INSTITUTIONAL AND LEGAL ASPECTS, AS PRECONDITIONS FOR SUCCESSFUL REGIONAL WASTE MANAGEMENT**

Sanda Midžić-Kurtagić<sup>1</sup>, Emir Zukić<sup>2</sup>

#### **Sažetak**

Jedno od temeljnih načela Zakona o upravljanu otpadom F BiH i RS, je regionalni pristup gospodarenju otpadom, što ujedno predstavlja i osnovu za dalji rad na uspostavi regija u BiH, započelih još 2002. god. kroz tehničku i financijsku podršku Svjetske banke.

Formiranje regija u BiH je procedura koja se zasniva na dobrovoljnosti, odnosno općine mogu iskazati interes za udruživanje prema vlastitim kriterijima. Općine najčešće potpisuju međuopćinske sporazume o udruživanju u regiju, a nerijetko su i osnivači regionalnih poduzeća za gospodarenje deponijem. Regionalna sanitarna deponija «Mošćanica», jedna je od uspostavljenih regionalnih deponija za odlaganje bezopasnog otpada, a koja je predviđena kao konačno rješenje za odlaganje otpada u Zeničkoj regiji za narednih 30 godina. Međuopćinski sporazum je potpisalo 8 općina, a usluge koristi samo 5, što čini upitnim održivost regionalnog koncepta. Uspješnosti uspostave regionalnog ustroja za integralno gospodarenje otpadom treba da doprinesu planovi za integralno gospodarenje koji se donose na različitim razinama. Međutim, razvoj planskih instrumenta dinamički ne prati razvoj pravnih i institucionalnih aranžmana. U cilju ocjene uspješnosti provedbe regionalnog koncepta provedeno je istraživanje o stanju gospodarenja otpadom, te istraživanje pravnih i institucionalnih aranžmana kao mogućih uzroka problema u uspostavi održivog koncepta na primjeru zeničke regije.

<sup>1</sup> Institut za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Sarajevu, Stjepana Tomića 1, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup> Regionalna deponija Mošćanica, Mošćanica bb, Zenica, Bosna i Hercegovina

Cilj rada je predstaviti rezultate istraživanja i dati preporuke za poboljšanje koncepta.

**Ključne riječi:** načelo regionalnosti, integralno gospodarenje otpadom, planiranje, međuopćinski sporazumi

### **Abstract**

One of the basic principles of the Law on Waste Management of FB&H and RS is the regional approach to waste management that is at the same time the basis for further work on establishment of regions in B&H, which has started as early as 2002, with technical and financial support of the World Bank.

The establishment of regions in B&H is a voluntary procedure, meaning that the municipalities may express interest for becoming a part of one region, according to their own criteria. Municipalities most often sign inter-municipal agreements on joining into a region, and on many occasions they are also the founders of regional waste management companies. "Mošćanica" Regional Landfill is one of the established regional landfills for non-hazardous waste disposal, planned as a final solution for disposal of waste in the Zenica region over the following 30 years. The inter-municipal agreement was signed by 8 municipalities, while the services are used only by 5, which makes regional concept sustainability questionable. Integrated Waste Management Plans, which are enacted at different authority levels, should contribute to the success of establishment of regional set-up for integrated waste management. However, the development of planning instruments does not coincide, in terms of time, with the development of legal and institutional arrangements.

Aiming at the assessment of the success of regional concept implementation, using a Zenica Region example, a research of the state of waste management has been conducted, as well as research of legal and institutional arrangements as possible sources of problems in establishment of sustainable concept.

The aim of this paper is to present the research results and give recommendations for improvement of the concept.

**Key words:** principle of regionalism, integrated waste management, planning, interdistrict agreements



## SUSTAV GOSPODARENJA OTPADOM U DUBROVAČKO-NERETVANSKOJ ŽUPANIJU

### WASTE MANAGEMENT IN DUBROVNIK-NERETVA COUNTY

Sandra Novak Mujanović<sup>2</sup>, Danko Fundurulja<sup>1</sup>, Goran Pašalić<sup>2</sup>

#### Sažetak

Optimalan sustav gospodarenja otpadom na području županije moguće je postaviti nakon prikupljanja i obrade ulaznih podataka. U ovom radu opisan je način prikupljanja ulaznih podataka na području Dubrovačko-neretvanske županije u cilju utvrđivanja količina i sastava otpada. Također, opisan je način iznalaženja lokacija pretovarnih stanica na području županije kao i odabir najpovoljnije tehnologije obrade otpada u sklopu Centra za gospodarenje otpadom na lokaciji „Lučino Razdolje“.

**Ključne riječi:** sustav gospodarenja otpadom, otpad, Centar za gospodarenje otpadom

<sup>1</sup> IPZ Uniprojekt TERRA, Babonićeva 32, Zagreb

<sup>2</sup> IPZ Uniprojekt MCF, Babonićeva 32, Zagreb

### **Abstract**

Optimal waste management system on the regional area is possible to adjust after the collection and analysis of input data. The description of collecting input data in the area of „Dubrovnik – neretva“ county, with the goal of establishing quantity and waste structure is displayed in this paper. The method of transfer station search on „Dubrovnik – neretva“ county, such as the selection of optimal technology for waste management within the Waste management center on the location „Lučino Razdolje“ is described in this paper.

**Key words:** waste management system, otpad, Center for waste management



## OKOLIŠNA PROCJENA SISTEMA I TEHNOLOGIJA ČVRSTOG OTPADU POMOĆU EASEWASTE MODELA

### ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOLID WASTE SYSTEMS AND TECHNOLOGIES BY MEANS OF EASEWASTE MODEL

Draženko Bjelić\*, Brankica Gegić\*, Dragana Nešković-Markić\*, Željka Šobot-Pešić\*

#### Sažetak

U zadnjih deset godina razvijeno je nekoliko modela sa specijalnom primjenom u procesu procjene okolišnih posljedica izazvanih sistemima upravljanja čvrstim otpadom. Jedan od njih je i EASEWASTE (Environmental Assessment of Solid Waste Systems and Technologies).

Model je razvijen na danskom tehničkom univerzitetu (DTU). EASEWASTE modeluje tok otpada, korištenje resursa i njihov oporavak, kao i emisije u okolinu u vezi sa otpadom u kontekstu životnog ciklusa i daje kompletnu procjenu uticaja u uslovima globalnog zagrijavanja, smanjenja ozona, zagađenja voda, zemljišta, vazduha... Model je podešen za komunalni otpad, ali se može koristiti i za druge vrste otpada.

EASEWASTE model je veoma moćno ouđe koje se može koristiti za davanje podrške o donošenju odluka na regionalnom ili nacionalnom nivou radi postavljanja smjernica za upravljanje čvrstim otpadom, ili na lokalnom nivou za odabir okolišno povoljnije strategije ili optimizacije trenutnog sistema upravljanja otpadom.

**Ključne riječi:** čvrsti otpad, procjena životnog ciklusa, okolišna procjena, EASEWASTE

\* JP "DEP-OT" Regionalna deponija, B.V.Ž. Mišića 23, 78000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina

### **Abstract**

In the last ten years several models were developed with special implementation in the assessment of environmental consequences caused by solid waste management systems. One of them is EASEWASTE (Environmental Assessment of Solid Waste Systems and Technologies). The model was developed at the Technical University of Denmark (DTU). EASEWASTE modeled flow of waste, resource use and their recovery, and emissions into the environment in relation to waste management in the context of the life cycle and provides a complete assessment of the impact in terms of global warming, ozone reduction, water pollution, land, air ... The model is set up for municipal waste but can also be used for other types of waste. EASEWASTE model is a very powerful tool that can be used to provide support for decision making at the regional or national level to set the guidelines for the management of solid waste, or at the local level for the selection of environmentally better strategy or optimizing the current system of waste management.

**Key words:** solid waste, life cycle assessment, environmental assessment, EASEWASTE



## METODE EKONOMSKOG POTVRĐIVANJA NAJBOLJIH RASPOLOŽIVIH TEHNIKA (NRT) U POSTUPKU UTVRĐIVANJA OBJEDINJENIH UVJETA ZAŠTITE OKOLIŠA

### THE METHODOLOGY OF ECONOMICAL CONFIRMATION OF BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) IN INTEGRATED ENVIRONMENTAL PERMITTING

Damir Rumenjak<sup>1</sup>, Siniša Štambuk<sup>2</sup>

#### Sažetak

Primjena najboljih raspoloživih tehnika (NRT) za djelatnosti koje mogu imati značjan negativan utjecaj na okoliš, temelj je postupka utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša u Hrvatskoj koji se provodi prema IPPC direktivi Europske unije. Među tim djelatnostima su i djelatnosti postupanja s otpadom. Iako su brojne tehnike, koje se mogu potvrditi kao NRT, već opisane u sektorskim dokumentima Europske unije te je njihovo ekonomsko potvrđivanje provedeno kroz tako nazvani Seviljski proces (dokumenti s primjerima najboljih raspoloživih tehnika ili BREF), postoje djelatnosti kao i česti granični slučajevi, kada je takvo potvrđivanje tek moguće provesti u postupku utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša. Za to postoje odgovarajuće metode ekonomskog potvrđivanja, koje se temelje na metodama ekonomije okoliša. U radu se daju metode ekonomskog potvrđivanja najboljih raspoloživih tehnika kao i njihov odnos prema ostalima odrednicama izbora i potvrđivanja najboljih raspoloživih tehnika za postrojenje, kao što su poslovno odlučivanje, ekonomsko-operativna analiza te zahtjevi kakvoće okoliša. Također se definiraju slučajevi kada se potvrđivanje provodi u postupku utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša, a koji su karakteristični za zahtjeve hrvatske legislative.

**Ključne riječi:** najbolje raspoložive tehnike (NRT), postupak utvrđivanja objedinjenih uvjeta zaštite okoliša, ekonomsko potvrđivanje NRT-a,

<sup>1</sup> Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva

<sup>2</sup> Državni inspektorat

### **Abstract**

The use of best available techniques (BAT), for activities with significant impact on environment, is the hearth of integrated environmental permitting within EU countries and Croatia, based on IPPC directive. Among those activities are also waste treatment activities. Although many techniques, which could be confirmed as BAT are dealt in Reference documents on best available and, as such, confirmed through Seville process (what also assumes economical confirmation), there are some activities, as well as often some limit cases, when economical confirmation has to be made during permitting process. For such situations, there are methods based on environmental economy.

In this work, those methods are discussed together with their relations towards other factors of BAT choice or confirmation, as business decision-making, economical or economic-operational analysis, and environmental quality standards including emission limit values. Some cases of confirmation during permitting process, characteristically for Croatian legislation, are defined.

**Key words:** Best available techniques (BAT), integrated permitting, economical confirmation of BAT



## RAZVOJ SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM U GRADU VRBOVCU

### DEVELOPMENT OF WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE CITY OF VRBOVEC

Marijan Galović\*, Tihana Tarandek Galović\*

#### Sažetak

Pilot projekt gospodarenja otpadom u Gradu Vrbovcu, koje je zajedno sa Gradom Vrbovcem, Komunalnim poduzećem „Komunalac“ Vrbovec te lokalnim udrugama provodila Zelena akcija, prvi je primjer sustavnog gospodarenja otpadom od „vrata do vrata“ u Zagrebačkoj županiji. Zadatak ovog pilot projekta bila je edukacija ne samo stanovništva, nego i lokalnih donositelja odluka, jer se njihovo znanje o budućim zahtjevima u zakonodavstvu gospodarenja otpadom pokazalo nedostatnim za održivo upravljanje i gospodarenje otpadom. Pilot projekt se temeljio na sustavu prikupljanja otpada od vrata do vrata, pomoću obojanih vrećica za sortiranje otpada. Pilot projekt je izvršio analizu postojećeg stanja, sumirao rezultate odvojeno sakupljene količine otpada, te ostatnog otpada koji se odlaže na odlagalište, te je izrađena studija koja prikazuje rezultate projekta, ispitivanje potpore građana, te podatke o daljnjim aktivnostima i preporuke. Ovaj rad opisuje 3 faze provedbe projekta; planiranje, provedbu i usavršavanje sustava gdje su provedena 2 istraživanja. Za potrebe istraživanja upotrebljavane metode bile su praktična analiza odvojeno prikupljenog otpada i anketiranje građana. Praktična analiza reciklanata, odnosno morfologije odvojeno prikupljenog otpada izvršila se na odlagalištu Beljavine u Vrbovcu. Analizu je izvršila Zelena akcija u suradnji sa Vrbovečkom udrugom mladih, a sastojala se od sortiranja, otvaranja i vaganja plavih vrećica sa odvojeno prikupljenim papirom, te sortiranja, otvaranja i vaganja žutih vrećica u kojima su građani odvojeno prikupljali plastiku, metale i staklo. Analizom je utvrđeno kako je prikupljeno 425 kilograma papira i kartona, 60 kilograma stakla, 25 kilograma metala te 65 kilograma plastične ambalaže. Dobiveni rezultati otkrivaju kako je ulica

\* Zelena akcija, Zagreb

M. Kveštekta sa svojih 20 kućanstava u prosjeku mjesečno odvajala ukupno 143.75 kg materijala, odnosno 7.18 kilograma otpada po kućanstvu mjesečno. Usporedbom analize i prosječnog sastava otpada iz plana gospodarenja otpadom RH utvrđeno je kako je ovim projektom obuhvaćen iznimno visok postotak odvajanja papira (53%), dok je utvrđen puno manji postotak za staklo (22%) i plastiku (13%), te metale (16%). Razlika u masenom udjelu odvojeno prikupljenog stakla i plastike djelomično se može opravdati postojećim paralelnim sustavom prikupljanja ambalaže od pića i napitaka, dok se razlika u odvojenom prikupljanju metala može opravdati izuzetnom aktivnošću pojedinaca u prikupljanju metala mimo ikakvih postojećih i pravno valjanih sustava. Iz istraživanja o mišljenju građana završna tvrdnja, odnosno konačna ocjena uspješnosti pilot projekta, vidljiva je kroz visoku razinu slaganja sa tvrdnjom "Ukoliko bi se uveo sustav prikupljanja otpada od vrata do vrata sa 3 vrećice, spreman sam koristiti ovakvu uslugu".

**Ključne riječi:** Od vrata do vrata, analiza odvojeno prikupljenog otpada, istraživanje kvalitete projekta, edukacija, odvojeno prikupljanje otpada

### Abstract

Waste management pilot project in the City of Vrbovec, which Zelena akcija has conducted together with the City authorities and municipal company Komunalac Vrbovec, is the first example of sustainable waste management using door-to-door approach in Zagrebačka County. The purpose of this pilot project was not only education of the citizens but education of decision makers also, because their knowledge about future requirements in waste management sector has been assessed as insufficient for conducting sustainable and environmentally friendly waste management systems. The described pilot project was based on door-to-door approach with coloured bags for separate waste collection. The pilot project has conducted assessment of current status, identified the results of separately collected waste and amounts of waste landfilled. By projecting the results a study has been made which consists of project results, citizens support assessment and recommendation for further activities. This paper describes 3 phases of pilot project: planning, implementation and improvement stage where 2 experiments have been made. For the purpose of identifying project improvements practical analysis of separately collected waste and citizens survey have been conducted. Practical analysis of morphology of separately collected waste has been conducted on Beljavine Landfill space. The analysis has been carried by Zelena akcija and Vrbovečka Udruga Mladih (Vrbovec Youth Association), and consisted of weighing and opening bags coloured in blue containing paper, and opening, sorting and weighing the materials found in yellow coloured bags containing plastics, metals and glass waste. The analysis showed that 20 households in 4 months separately collected 425 kilograms of paper and cardboard, 60kg of glass, 25kg of metals and 65 kg of plastics. Results show that Mate Kveštekta street monthly separated 143.75 kg of materials, respectively 7.18 kg of waste per household monthly. The comparative

analysis of waste morphology based on Croatian Waste Management Plan average shown high paper waste separation (53%), while the average for other materials was 22% for glass, 13% for plastics and 16% for metals. The difference in the separately collected glass and plastic material can partially be justified with parallel existing system for collection of beverage containers, while the difference in metal collection can be justified with high activities of illegal metal collectors in the area. From the citizens' surveys, the final evaluation of the pilot project can be read from the high acceptance of the statement "If the system of separately waste collection with door-to-door approach would be introduced, I am ready to use such service".

**Key words:** Door to door, analysis of separately collected waste, project quality assessment; recycling education, separate waste collection





## DEVELOPMENT AND EVALUATION OF SCENARIOS FOR INTEGRATED SWM SYSTEMS IN SELECTED REGIONS IN BULGARIA

RAZVOJ I VALORIZACIJA SCENARIJA CJELOVITIH SUSTAVA GOSPODARENJA  
OTPADOM U ODREĐENIM REGIJAMA U BUGARSKOJ

T. Lolos<sup>1</sup>, R.D. Müller<sup>2</sup>, G. Tavoularis<sup>1</sup>, B. Lykas<sup>1</sup>, C. Tsompanidis<sup>1</sup>, G. Lolos<sup>1</sup>, R. Simeonova<sup>1</sup>

### Abstract

As a full member of EU since 2007, Bulgaria is taking a number of actions in order to comply with the environmental Acquis communautaire and EU policies. In the waste management sector, infrastructure is currently being developed with the assistance of Cohesion funds. For this purpose and in the framework of a TA project, different scenarios for an integrated waste management system in the regions of Borovo, Levski, Veliko Tarnovo and Varna have been prepared. The various elements of the scenarios (collection, transportation, pre-treatment, disposal) are consistent with the waste hierarchy and aim to achieve landfill diversion of biodegradables, as well the 50% municipal waste recycling targets by 2020. Moreover, the scenarios have to be economically affordable and socially acceptable.

The paper describes the technical options and the development of waste management scenarios that fulfill the above pre-requisites. Three waste management scenarios have been formed following a set of main assumptions for institutional obligations, typical performance rates and experience in similar projects. The scenarios comprise of suitable combinations of technical options for the various elements, i.e. collection, transport, transfer, treatment and disposal. All scenarios fulfil to a large degree financial (investment and operation costs), environmental (pollution prevention, waste minimisation, sustainability), technological (applicability and feasibility of the technologies) and regulatory compliance (comply as a minimum with the Bulgarian National Waste Management Program).

<sup>1</sup> Enviroplan S.A., Greece, Ag. Konstantinou St. 40, "Aethrio" Business Center 15124, Athens, Greece

<sup>2</sup> M+M Consulting Economists, Saargemünder Str. 136 D-66119 Saarbrücken Germany

The economic evaluation of the scenarios with the indicator of Dynamic Prime Cost (DPC) is presented, taking into account the investment, operation & maintenance costs and lifetime of the measures. The DPC is suitable for comparing different environmental solutions under Net Present Value terms. The selection of the best waste management option can be assessed through a multi-criteria analysis process. Finally, the 3 options have been evaluated with the method of multi-criteria analysis, based on environmental, institutional and financial criteria. Comparison of the DPC values for the 3 scenarios, can be seen in the following Table, with Veliko Tarnovo as the representative case:

Table: Dynamic Prime Cost in €/tn waste collected for each scenario in Veliko Tarnovo Region

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
Total Dynamic prime cost, €/tn	67,2	84,7	88,4

For Levski & Veliko Tarnovo regions, option 3 (high investment cost scenario) has been ranked as the highest among the three and selected, satisfying all set criteria. It regards collection of commingled waste and mechanical separation in an MBT plant. Still, other measures are additionally envisaged, such as garden waste composting to produce a high quality output and build concrete confidence among the end-users. Borovo on the other hand, contributes to a lesser extent to the national recycling targets according to the National Waste Management Program, due to the reduced size and rural character. Therefore, an MRF has been considered adequate measures for waste management. Varna differentiates from the other regions, in that an MBT is under construction via a PPP scheme. In all case, even for low-cost, bottom line scenario, the associated cost is much higher than the current waste tax imposed to the inhabitants served, underlining the financial gap between sound management.

**Key words:** Bulgaria, Waste policy, financial instruments, Dynamic Prime Cost

### Sažetak

Kao punopravna članica EU od 2007. godine Bugarska poduzima niz akcija kako bi se uskladila s okolišnom pravnom stečevinom zajednice i politikom EU. U sektoru gospodarenja otpadom, u tijeku je razvoj infrastrukture uz pomoć kohezijskih fondova. U tu je svrhu pripremljeno nekoliko različitih scenarija za cjeloviti sustav gospodarenja otpadom u regijama Borovo, Levski, Veliko Tarnovo i Varna. Različitim elementima scenarija (sakupljanje, prijevoz, pred-obrađivanje, odlaganje) nastoji se postići smanjenje odlaganja biorazgradivog otpada na odlagališta, te recikliranje 50% komunalnog otpada do 2020. godine.

Rad opisuje tehničke opcije i razvoj scenarija za gospodarenje otpadom u svrhu postizanja gore navedenih ciljeva. Formirana su tri scenarija za gospodarenje otpadom koja obuhvaćaju pogodne kombinacije tehničkih mogućnosti za različite elemente, poput sakupljanja, prijevoza, prijenosa, obrade i odlaganja. Svi scenariji ostvaruju visok stupanj financijskog udovoljavanja (investicijski troškovi i troškovi rada), okolišnog udovoljavanja (sprječavanje onečišćenja, minimiziranje otpada, održivost), tehnološkog udovoljavanja (primjenjivost i izvodivost tehnologija) te zakonodavnog udovoljavanja (usklađivanje s Bugarskim programom za gospodarenje otpadom).

Prikazana je ekonomska evaluacija scenarija s indikatorom Dynamic Prime Cost, DPC (dinamički proizvodni trošak), uzimajući u obzir investiciju, troškove rada i izvođenja i vijek trajanja mjera. DPC je pogodan za usporedbu različitih okolišnih rješenja. Odabir najbolje mogućnosti za gospodarenje otpadom može se utvrditi kroz višekriterijalne analize, koje se temelje na okolišnim, institucionalnim i financijskim kriterijima. Usporedba DPC vrijednosti za 3 scenarija prikazana je u tablici, s Veliko Tarnovo kao reprezentativnim slučajem.

Tablica: Dinamički proizvodni trošak u €/t sakupljenog otpada za svaki scenarij u regiji Veliko Tarnovo

	Scenarij 1	Scenarij 2	Scenarij 3
Ukupni dinamički proizvodni trošak, €/tn	67,2	84,7	88,4

Za regije Levski i Veliko Tarnovo, zaključak je da je najbolja opcija 3 (scenarij s visokim investicijskim troškovima), te da ona zadovoljava sva tri kriterija. Ona se odnosi na sakupljanje izmiješanog otpada i mehaničko odvajanje na MBO postrojenju. Međutim, ispitane su i ostale mjere, poput kompostiranja vrtnog otpada u svrhu dobivanja visoko kvalitetnog proizvoda i dobivanja povjerenja od strane konačnih korisnika. Borovo, zbog većinom ruralnog karaktera i manje površine, u manjoj mjeri pridonosi nacionalnim ciljevima za reciklažu prema Nacionalnom programu gospodarenja otpadom. Stoga je zaključeno da je za ovu regiju najpogodnija materijalna uporaba kao mjera gospodarenja otpadom.

Varna se razlikuje od ostalih regija, te je u njoj u tijeku izgradnja MBO postrojenja putem PPP (javno-privatno partnerstvo) sheme. U svim slučajevima, čak i kod malih troškova, odgovarajući trošak je mnogo viši od aktualnog poreza na otpad nametnutog stanovništvu.

**Ključne riječi:** Bugarska, politika gospodarenja otpadom, financijski instrumenti, dinamički proizvodni trošak





## ANALIZA IZBORA LOKACIJA ŽUPANIJSKIH I REGIONALNIH CENTARA U REPUBLICI HRVATSKOJ

### ANALYSIS OF SITE SELECTION FOR COUNTY AND REGIONAL CENTRES IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Tomislav Domanovac<sup>1</sup>, Mladen Mužinić<sup>2</sup>, Danko Fundurulja<sup>1</sup>

#### Sažetak

Na području Republike Hrvatske omogućeno je osnivanje centara koji podmiruju potrebe gospodarenja otpadom jedne ili više županija. Smještaj centara za gospodarenje otpadom uvjetovan je dokumentima koji reguliraju gospodarenje otpadom i prostorno planiranje na nekom području. Lokacije centara su do ovoga trenutka uglavnom određene. U ovom radu daje se analiza ekonomskih parametara na način da će biti procijenjeni troškovi realizacije centara i transportnih troškova koji su vezani za pojedinu lokaciju centra. Kao dodatak zaključnim razmatranjima bit će predložena alternativna lokacija kao rješenje za određeno područje, a koje je u skladu s nacionalnim planom gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj.

**Ključne riječi:** centar za gospodarenje otpadom, izbor lokacije, analiza troškova

<sup>1</sup> IPZ Uniprojekt TERRA, Babonićeva 32, Zagreb

<sup>2</sup> IPZ Uniprojekt MCF, Babonićeva 32, Zagreb

### **Abstract**

The establishment of centers in Croatia that cover waste management needs of one or more counties is enabled. Settling of management centers is determined by the documents governing waste management and planning in an area. Up to this point locations of centers are largely determined. This paper provides an analysis of economic parameters by centers cost estimation and transportation costs related to the particular location of the center. In addition to concluding remarks, alternative location will be proposed as a solution to a specific area, which is in line with the national plan for waste management in Croatia.

**Key words:** Waste Management Centre, site selection, cost analysis



## THE WASTE MANAGEMENT PLAN OF FLANDERS: AN EXAMPLE FOR SE EUROPEAN COUNTRIES

### PLAN GOSPODARENJA OTPADOM FLANDRIJE: PRIMJER ZA JI EUROPSKE DRŽAVE

Walter Mondt\*, Stefan Helsen\*, Zlatko Gojkov\*, Evert Vermaut\*, Tom Rommens\*

#### Abstract

Over the past 25 years the region of Flanders (Belgium) has developed a well-functioning and effective waste management approach, evolving from zero policy to an integral waste management system achieving impressive results, the best in the EU. The household waste management plan involves many stakeholders, including households, policy institutions and implementing agencies, municipalities and intermunicipal partnerships, and market players involved in consumption and waste management. The plan focuses on sustainable development and permanent management of materials. As such, various action programs are implemented according to four main objectives : (1) prevention and environmentally responsible consumption, (2) reuse, (3) selective collection and recycling, (4) final treatment or disposal. The potential of the Flemish example for implementing sustainable waste management plans and setting-up cradle-to-cradle mechanisms in SE European countries will be documented with figures and concrete cases.

**Key words:** Flanders, Waste management plan, Prevention, Reuse, Recycling, Treatment

---

\* Ecorem nv, Kontichsesteenweg 38, B-2630 Aartselaar (Belgium)

## Sažetak

Preko 25 prošlih godina Flandrija (Belgija) je razvila efektivan i funkcionalan pristup gospodarenju otpadom, evoluirajući od nulte točke do cjelovitog sustava gospodarenja otpadom koji postiže impresivne rezultate, najbolje u EU. Gospodarenje otpadom od kućanstava uključuje mnoge interesne grupe, uključujući kućanstva, političke institucije, agencije, općine i međuopćinska partnerstva te sudionike na tržištu uključene u potrošnju i gospodarenje otpadom. Plan je usmjeren k održivom razvoju i trajnom gospodarenju materijalima. Stoga su doneseni različiti akcijski programi, kojima se zadovoljavaju 4 glavna cilja : (1) prevencija i pametna potrošnja, (2) ponovno korištenje, (3) odvojeno sakupljanje i reciklaža, (4) konačna obrada ili odlaganje. Potencijal Flamanskog primjera koji može poslužiti za uvođenje održivih planova gospodarenja otpadom i uspostavljanje kolijevka-kolijevci mehanizama u 11 Europskim zemljama, dokumentiran je slikama i konkretnim slučajevima.

**Ključne riječi:** Flandrija, Plan gospodarenja otpadom, prevencija, ponovno korištenje, reciklaža, obrada



## ISKUSTVA NA PROJEKTIMA SANACIJA ONEČIŠĆENIH PODRUČJA

### EXPERIENCES ON REMEDIATION PROJECTS

Staša Zovko Čeramilac<sup>1</sup>, Vladimir Lokner<sup>1</sup>, Damir Subašić<sup>1</sup>, Andrea Rapić<sup>1</sup>

#### Sažetak

Niz je područja u Republici Hrvatskoj zagađeno antropogenim djelovanjem ili nesrećama. Registrirane su 2.264 onečišćene i potencijalno onečišćene lokacije, od kojih je 247 u takvom stanju da se preporuča uspostaviti trajno motrenja tla s obzirom na položaj, visoki potencijal onečišćenja i vrstu onečišćujućih tvari. Jedan je broj lokacija već saniran ili je njihova sanacija u tijeku, a većem broju lokacija saniranje tek predstoji. Najzagađenija područja prepoznaje Strategija gospodarenja otpadom RH te ih naziva „crnim točkama“. To su lokacije koje su nakon dugotrajnoga neprimjerenoga gospodarenja proizvodnim (tehnološkim) otpadom, visoko opterećene otpadom i koje svojim postojanjem predstavljaju realnu opasnost za okoliš i za ljudsko zdravlje. Glavnina proizvodnog (tehnološkog) otpada (inertnog, neopasnog i opasnog) odlagana je na odlagališta komunalnog otpada, unutar industrijskih područja i postrojenja, gdje se posebno izdvajaju tzv. točke visokog rizika, zatim u depresije, jame od iskopa i drugdje. Plan gospodarenja otpadom RH iz 2007. godine prepoznaje 9 „crnih točaka“.

APO d.o.o., usluge zaštite okoliša na više je načina sudjelovao u sanaciji „crnih točaka“. U ovom će se radu dati pregled osnovnih značajki sanacija pet „crnih točaka“ (Tvornica glinice Obrovac (TGO) - Obrovac, Tvornica elektroda i ferolegura (TEF) – Šibenik, Koksara u Bakru, Odlagalište opasnog otpada Lemić Brdo – Karlovac, Odlagalište pepela i šljake - Kaštelanski zaljev) u čijoj je sanaciji sudjelovao ili još uvijek sudjeluje APO. Opisati će se onečišćenja ovih lokacija, načini na koje se sanacije provode te će se opisati u kojim se fazama trenutno sanacije nalaze.

<sup>1</sup> APO d.o.o., Savska cesta 41/4, Zagreb, Hrvatska

### **Abstract**

There are numerous regions in the Republic of Croatia that are contaminated with anthropogenic reactions or accidents. There are 2.264 contaminated and potentially contaminated locations registered, where for 247 of them it is recommended to establish permanent soil monitoring, considering their location, high contamination potential and the nature of contaminant. A certain number of those locations are already remediated or their remediation is in progress, and for the greater number of locations the remediation is yet to be done. The most contaminated areas are recognized by the Strategy of waste management in the Republic of Croatia, and those areas are called „black spots“. Those are the locations that became highly intoxicated as a result of a long and inappropriate technological waste management, and with their existence they represent an actual danger for the environment and health. The majority of the technological waste (inert, dangerous, undangerous) is put on municipal waste landfills, in industrial areas and facilities, where so called high risk points are specially separated, and further on depressions, excavation pits and other. The waste management plan of the Republic of Croatia from the year 2007 recognizes 9 „black spots“.

APO d.o.o participated in many ways in the „black spots“ remediation. As a part of that rich experience this paper will present the basic characteristics of the remediation of the following „black spots“: Alumina factory (TGO) – Obrovac, Electrode and ferroalloy factory (TEF) – Šibenik, Coke plant in Bakar, Dangerous waste landfill Lemić Brdo – Karlovac, Coal ashes landfill – Kaštelan bay. This paper will describe pollution of those locations, main characteristics of their remediations, as well as current stage of remediations.

**Key words:** remediation of polluted areas, remediation criteria, progress of remediation process, pollution, waste management



## **ODLAGALIŠTE KOMUNALNOG OTPADA: GROBNICA SIROVINA I ENERGIJE OPASNA ZA OKOLIŠ I ZDRAVLJE LJUDI**

MUNICIPAL WASTE LANDFILL: CEMETERY OF RAW MATERIALS AND ENERGY, HARMFUL TO ENVIRONMENT AND HUMAN HEALTH

Zlatko Milanović\*, Marija Novosel\*, Antonija Hojnik Vukojević\*, Magda Pehneć\*

### **Sažetak**

Odlaganje je najjeftiniji postupak zbrinjavanja otpada. Istovremeno prema ekotoksikološkim vrednovanjima odlaganje je daleko najnepovoljniji način zbrinjavanja otpada. U tijelo odlagališta otpada ukopane su goleme vrijednosti sirovina i energije. Zato su odlagališta otpada grobnice prirodnih vrijednosti, koje kroz dugo vrijeme ugrožavaju okoliš i zdravlje ljudi. Polazeći od tih spoznaja nastoji se i odlagalište otpada održivo osmisliti.

Održivo odlaganje polazi od obveze da se komunalni i slični proizvodni otpad prije odlaganja obrađuje. Tek inertizirani otpad odložen u tijelo odlagališta jamči zaštitu okoliša i zdravlja ljudi. Međutim jedino je Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom održivo rješenje za otpad. Praktično to znači da je dugoročno prihvatljivo rješenje samo „bezdeponijski koncept“. Svakako treba na odlagalište usmjeriti samo onaj otpad koji se nije izbjegnulo, smanjio, reciklirao, kompostirao odnosno oporabio.

U Hrvatskoj još najveće količine komunalnog otpada odbacuju se na neuređena odlagališta otpada. Zahvaljujući naporima države i pojedinih jedinica lokalne samouprave u Hrvatskoj je sve manje neuređenih odlagališta-smetlišta, a sve je više uređenih odlagališta. Projektima sanacije stara se smetlišta transformiraju u uređena odlagališta otpada. Međutim stvarno se ne radi o sanaciji, već samo o tehničkim mjerama osiguranja (izolacije od okoliša) starih smetlišta. Tek na jednom hrvatskom uređenom odlagalištu iskorištava se energetska vrijednost odloženog komunalnog otpada.

Prema osnovnim hrvatskim strateškim smjernicama prije odlaganja komunalni i slični proizvodni otpad se treba obraditi u MBO odnosno u TO. U tom cilju otvara

\*Zagrebački holding d.o.o., Podružnica ZGOS; Zeleni trg 3, 10000 Zagreb

se, pored tri vrste odlagališta, i novi pojam biorektorskog odlagališta. Svakako je sanacija/osiguranje smetlišta izuzetno vrijedan, ali ne dovoljan, korak prema održivosti. Obrada ostatnog otpada prije odlaganja ne samo što smanjuje nepovoljne utjecaje na okoliš i zdravlje ljudi nego umnogome povećava iskoristivost ostatnog otpada odnosno smeća.

U konačnici cilj je potpuna prerada otpada. To je cilj održivog razvoja odlagališta, budućnost bez nadzemnog odlaganja komunalnog otpada. Glavni prijepori su kako doći do cilja. Obrada otpada prije odlaganja je važna i neizbježna karika, ali nikako to nije konačni cilj.

**Ključne riječi:** komunalni otpad, bezdeponijski koncept, odlagalište otpada, Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (CSGO)

### Abstract

Waste disposal is the cheapest way of waste treatment. At the same time, according to eco-toxicological valorization, disposal is the most unfavorable waste treatment method. Enormous values of raw materials and energy are buried in the landfill body. It is clear that landfills of waste are cemeteries of natural values, which endanger environment and human health. Starting from that knowledge, landfills should be organized in sustainable manner.

Sustainable landfilling results exclusively from requirement that municipal and similar waste should be pretreated before landfilling. Only inert waste disposed in the landfill body guarantees protection of environment and human health. However, integrated waste management system is sustainable solution for waste. Practically, it means that only „no-landfills concept“ is long-term acceptable solution. Only waste that couldn't be avoided, reduced, recycled, composted or reused should be directed to the landfill. In the Republic of Croatia, greatest amounts of municipal waste are disposed at unsanitary landfills. Thanks to the efforts of the Government and some local self-government units, there are less un-sanitary landfills and more sanitary landfills in the Republic of Croatia. Through remediation projects old dumpsites are transformed in sanitary landfills. However, only insuring of old dumpsites is being done, not actual remediation. Only one sanitary landfill in the Republic of Croatia uses energy value of disposed municipal waste.

According to the Croatian strategic guidelines, municipal and similar production waste should be pretreated in mechanical biological or thermal treatment plants. To that end, beside three types of landfills, we are facing new type: bioreactor landfill. Remediation/insurance of dumpsites is very important, but not sufficient, step towards sustainability. Treatment of remained waste before disposal decreases unfavorable impacts on environment and human health and increases efficiency of remained waste, i.e. trash.

**Key words:** landfill, municipal waste, integrated waste management system



## ZBRINJAVANJE KLORSULFONSKE KISELINE ZAOSTALE OD PROIZVODNJE SULFONAMIDA

### DISPOSAL OF CHLOROSULFONIC ACID RESIDUAL FROM PRODUCTION OF SULFONAMIDES

Sead Muharemi<sup>1</sup>, Debora Rušin<sup>2</sup>

#### Sažetak

Prikazana je problematika kompletnog postupka zbrinjavanja opasnog, visoko-reaktivnog otpada na primjeru zbrinjavanja klorsulfonske kiseline zaostale od proizvodnje sulfonamida. Zbrinjavanje je uključivalo rastavljanje cjevovoda koji je priključen na spremnik s kiselinom, ispumpavanje iz originalnih čeličnih spremnika volumena 100 m<sup>3</sup>, čišćenje spremnika i cjevovoda te priprema za prijevoz i sam prijevoz na konačno zbrinjavanje u inozemstvu.

Prije svega, dan je osvrt na zakonsku podlogu prije početka radova. Bitni dio priprema je prepoznavanje odgovarajućih zakonskih propisa koje je potrebno poštivati pri izvođenju radova. Dobar dio tih propisa se ne koristi u većini situacija zato je jako bitno imati dobro osposobljen kadar u tom području. Obradeni su aspekti zaštite okoliša, otpada, sigurnosti na radu, zaštite od požara i zaštite od kemikalija.

Za efikasno zbrinjavanje, a pogotovo ako se radi o vrlo reaktivnoj tvari, potrebno je dobro poznavati njezina svojstva. Zato je dan pregled osnovnih opasnosti kod rada s klorsulfonskom kiselinom.

Prvi problem na koji se naišao je nemogućnost zbrinjavanja svih vrsta otpada u Hrvatskoj. Klorsulfonska kiselina je na kraju zbrinuta spaljivanjem u spalionici opasnog otpada tvrtke Currenta u Njemačkoj.

Iako je posao sa sobom nosio mnoge tehničke i rizike za zaposlenike možemo zaključiti da je pri obavljanju svakog sličnog posla potrebno upotrijebiti procesni pristup i unaprijed prepoznati rizike koje nosi sa sobom. Rezultat je interdisciplinarno

<sup>1</sup> Sead Muharemi, bacc.ing.chem., KEMIS-TERMOCLEAN d.o.o., Sudišćak 3, Hrvatska.

<sup>2</sup> Debora Rušin, mag.ing.spec.eko., KEMIS-TERMOCLEAN d.o.o., Sudišćak 3, Hrvatska.

rješavanje problema i uključivanje stručnjaka iz više grana tehničke struke. Prepoznati rizici kao prisustvo eksplozivne atmosfere je riješeno inertizacijom dušikom, a pretjerano ispuštanje klorovodika reakcijom s vlagom iz zraka je riješeno suradnjom s hidrometeorološkim zavodom i provjerom stanja vlage u zraku. Ostali rizici vezani uz sigurnost na radu i zaštitu okoliša su bili standardne prirode te su riješeni uobičajenim sredstvima.

Postupak prilikom pripreme, čišćenja pa sve do pretakanja u spremnike za prijevoz uključivao je više faza. Prva od njih je pripremna faza koja je uključivala pripremanje spremnika za početak radova i nabavku prikladne opreme i ambalaže u kojoj će se prevoziti kiselina. Nakon što je kiselina uspješno pretočena u spremnike za prijevoz bilo je potrebno organizirati sve potrebne radnje za izvoz otpada. Veliki dio tih radnji proizlazi iz poštivanja propisa iz područja prijevoza opasnih tvari cestom.

Na još jedan problem se naišlo prilikom nabavke odgovarajuće ambalaže. Trenutno je u Hrvatskoj jako teško naći ambalažu za netipične tvari. Ako se i pronade odgovarajuća ambalaža, a ne posjeduje atest, odnosno odgovarajući UN broj, ispitivanje te ambalaže i dobivanje certifikata se ne može obaviti u Hrvatskoj. U slučaju klorosulfonske kiseline literaturnim pretraživanjem i iskustvima se došlo do dvije vrste zadovoljavajuće ambalaže, a to su bili spremnici od polietilena visoke gustoće, odnosno staklena ambalaža. Polietilen visoke gustoće je pokazao zadovoljavajuću otpornost na kraći rok, ali budući da se nije znalo koliko će točno kiselina biti skladištena iz sigurnosnih razloga se prešlo na staklenu ambalažu.

**Ključne riječi:** klorosulfonska kiselina, zbrinjavanje klorosulfonske kiseline, industrijska čišćenja, prijevoz klorosulfonske kiseline, izvoz opasnog otpada, prijevoz opasnog otpada.

### Abstract

Here have been presented issues of the entire process of hazardous highly reactive waste disposal on the case of disposal of chlorosulfonic acid residual from sulfonamides production. Disposal included dismantling of pipelines connected to a tank of acid, pumping from the original steel tanks volume of 100 m<sup>3</sup>, cleaning tanks and pipeline, preparation for transport and actual transportation to final disposal abroad.

First of all, an overview of the legal basis before the beginning of work is presented. An essential part of preparation is to identify relevant legal regulations to be followed in carrying out the works. A good portion of these regulations are not used in most situations, because of that it is very important to have well trained staff in this area. The study included aspects of environmental protection, waste, occupational safety, fire protection and protection from chemicals.

For efficient management, especially if it is a very reactive substance, it is good to know its properties. Therefore, an overview of the main dangers when working with chlorosulfonic acid has been given.

The first problem that was encountered is the lack of disposal options for all wastes in Croatia. Chlorosulfonic acid is finally disposed of by burning in a hazardous waste incinerator of company Currenta in Germany.

Although the project came with many technical and risks for employees, we can conclude that when performing any similar work it is necessary to use a process approach and identify risks which accompany it, in advance. The result is an interdisciplinary problem solving and involving experts from more than one technical branches of the profession. Identified risks as the presence of explosive atmosphere is solved by inertization with nitrogen, then excessive release of hydrogen chloride by reaction with moisture from the air is solved in cooperation with weather bureau and checks of the moisture content in the air. Other risks associated with occupational safety and environmental protection was of the standard nature and have been overcome with the usual means.

The procedure for preparation, cleaning and refilling the containers for the transport involved several phases. The first is a preparatory phase that included the preparation of containers for the start of works and procurement of adequate equipment and containers in which acid will be transported. After the acid had successfully been transfused into containers for transport it was necessary to arrange all the necessary actions for the export of waste. A large part of those actions results from compliance with regulations concerning the transportation of dangerous goods by road.

Another problem arose during the procurement of appropriate packaging. Currently in Croatia it is very hard to find packaging for atypical agents. If the appropriate packaging is found, it has no certificate or an appropriate UN number; testing and certification for that packaging can't be done in Croatia. In the case of chlorosulfonic acid, by literature search and experience two satisfactory types of packaging were found, and those were containers made of high density polyethylene and glass packaging. High density polyethylene showed satisfactory resilience in the short term, but since it was not known exactly how much time will the acid be stored, for security reasons glass packaging was chosen.

**Key words:** chlorosulfonic acid, chlorosulfonic acid treatment, industrial cleaning, transportation of chlorosulfonic acid, export of hazardous waste, transport of hazardous waste.





## **EDUKACIJA I INFORMIRANJE KORISNIKA USLUGA O NOVOM NAČINU PRIKUPLJANJA I ODVOZA KOMUNALNOG OTPADA U GRADU OSIJEKU**

HOW TO EDUCATE AND INFORM THE USERS OF THE NEW SERVICE OF  
COLLECTING AND TRANSPORTING THE MUNICIPAL WASTE IN THE CITY  
OF OSIJEK

Tihana Škugor\*, Stevo Anetić\*

### **Sažetak**

Komunalna tvrtka Unikom d.o.o. bavi se održavanjem čistoće, odvozom komunalnog otpada, održavanjem nerazvrstanih cesta i održavanjem zelenih površina u gradu Osijeku.

U skladu s europskim standardima uveli smo i primjenjujemo sustav upravljanja kvalitetom ISO 9001:2008, te sustav upravljanja zaštitom okoliša ISO 14001:2004.

Početakom svibnja 2010. god. započeli smo s primjenom novog sustava korištenja komunalne usluge prikupljanja i odvoza komunalnog otpada u gradu Osijeku, a koja se temelji na količini komunalnog otpada izraženog kroz njegov volumen.

Sustavna edukacija svih društvenih skupina i kontinuirana promidžba važan su segment u rješavanju problema gospodarenja otpadom, stoga smo korisnicima naših usluga novi sustav pokušali predstaviti na jednostavan i razumljiv način.

Za korisnike usluga tiskali smo "Vodič za postupanje s otpadom u gradu Osijeku", a na lokalnim radio postajama emitirali jingle-ove, dok su se na lokalnoj televizijskoj postaji neprestano emitirali edukativni spotovi.

U sprječavanju stvaranja divljih deponija pokrenuli smo veliku akciju pod nazivom "Borba cvijeća protiv smeća" sadeći cvjetne gredice na mjestima gdje su se pojavila nelegalna odlagališta u gradu.

Od 2006. godine tvrtka Unikom d.o.o. provodi sustavnu edukaciju djece o selekciji, iskorištavanju i zbrinjavanju otpada u osječkim vrtićima i osnovnim školama u vidu

\* Unikom d.o.o. za komunalno gospodarstvo, Ružina 11a, 31000 Osijek

edukativnih radionica.

U edukaciji nastojimo istaknuti važnost očuvanja okoliša i postupanja u skladu s prirodnim zakonitostima, a odgoj za okoliš biti će uspješniji počne li se provoditi u što ranijoj životnoj dobi.

**Ključne riječi:** volumen otpada, edukacija korisnika, edukativne radionice

### **Abstract**

The main activities of the communal firm Unikom, limited liability company, are the maintenance of cleanliness, the transport of municipal waste, the maintenance of not classified roads and the maintenance of green areas in the city of Osijek.

In accordance with European standards we have implemented the System of quality management ISO 9001:2008 and the System of environment protection management ISO 14001:2004.

At the beginning of May, 2010 we started with the application of the new service for collecting and transporting the municipal waste in the city of Osijek, based on the amount of the waste and expressed through its volume.

The volume of waste is a new criterion for the cost calculation instead of the former one that included the calculation based on the square meter of the housing or business premises.

Continuous education of all social groups and promotion are important segments in solving the problems in waste management. It is the main reason, why we tried to present a new system to our users in a simple and understandable way.

We have printed the „Guide for Waste Management in the City of Osijek“, broadcasted jingles on radio stations and educative spots on local television station.

In order to prevent further unauthorised landfills we have started the action „Flowers against the waste“ and planted flowers on the places, where the unauthorised landfills used to be.

From the year 2006 the firm „Unikom“, limited liability company, implements the continuous education of children dealing with the selection, exploitation and disposal of waste, in kindergartens and primary schools in the form of educative workshops.

In the education we try to point out the importance of protection of the environment and the actions in accordance with the nature. The earlier we start with the education, the better knowledge about the protection of the environment we can have.

**Key words:** waste volume, education of the users, educative workshops



## GOSPODARENJE OTPADOM I ODNOSI S JAVNOSTIMA

### WASTE MANAGEMENT AND PUBLIC RELATIONS

Vinko Vučić<sup>1</sup>

#### Sažetak

U radu se ističe svrha odnosa s javnošću u provedbi gospodarenja otpadom te što kvalitetno komuniciranje s javnostima i promicanje pravilnog postupanja s otpadom i zaštite okoliša podrazumijeva. U tom smislu, sagledava se komunikacijski proces, načini komuniciranja, odnosi sa «starim» medijima (novine, radio, televizija) i novim medijima te posebno važnost planiranja komunikacije s javnostima. Pri tome se ukazuje na potrebu izrade programa odnosa s javnostima te predlaže kako ga izraditi, odnosno kako analizirati postojeću situaciju, kako odrediti komunikacijske ciljeve i ciljne javnosti, kako postaviti strategiju i taktike te kako mjeriti i vrednovati učinke provedbe projek(a)ta - trebala bi ga imati i provoditi svaka tvrtka/ustanova koja se bavi gospodarenjem otpadom. U tom kontekstu, identitet, imidž i ugled nositelja onih koji provode integrirani koncept gospodarenja otpadom uvelike će utjecati na percepciju javnosti, pa time i na postignute rezultate. Slijedom navedenog, samo trajno kvalitetnim odnosima s javnostima, koji se temelje na timskom radu i osmišljenim programima, može se razvijati cjelovito gospodarenje otpadom i očekivati željeni učinci u zaštiti okoliša. U protivnom će to i nadalje biti “razgovor” onih, koji ne razumiju problematiku i ne znaju komunicirati, ali zato znaju slijepo braniti svoje “interese”.

**Ključne riječi:** odnosi s javnostima, gospodarenje otpadom, kvalitetna komunikacija, planiranje i program odnosa s javnostima, identitet, imidž, ugled

<sup>1</sup> Zagrebački holding d.o.o., Podružnica Čistoća

### **Abstract**

In this paper is underlined the purpose of public relations in the implementation of waste management and the communication with audience as well as promotion of proper waste management and environmental protection. In this regard, the communication process, methods of old fashion media (newspapers, radio, television) and new media, especially the importance of planning and public relations are reviewed. It points to a need of public relations development programs and suggestions how to create, and how to analyze the existing situation, in order to determine the communication objectives and target, to set strategy and tactics and how to measure and evaluate the effects of the implementation of the project (s) - it would be conduct by any company/institution dealing with waste management. In this context, identity, image and reputation of the holder of those who implement the concept of integrated waste management will greatly influence the public perception, and on the results as well. Consequently, only the continuous high quality public relations, which are based on teamwork and designed programs can develop integrated waste management and expect the desired effects in the environment. Otherwise, it will continue to be a "conversation" of those who do not understand the problem and do not know how to communicate, but can blindly defend their "interests".

**Key words:** public relations, waste management, quality communications, program planning and public relations, identity, image, reputation



## GOSPODARENJE OSTACIMA OD ČIŠĆENJA ULICA

### STREET CLEANING RESIDUE MANAGEMENT

Alen Hadžić\*, Petra Žvorc\*, Ana Dundović\*

#### Sažetak

Čišćenje i pranje javnih površina je jedna od komunalnih djelatnosti koju u gradu Zagrebu obavlja Zagrebački holding d.o.o., Podružnica Čistoća. Čišćenje javno-prometnih površina obavlja se iz higijenskih, estetskih i sigurnosnih razloga. Na taj se način sprečava da razni otpadni materijali kao što su zemlja i kamenje, sol od posipanja javnih prometnih površina, komadići stakla, metala, plastike, papira, lišća i sl. dospiju u sustava javne kanalizacije i površinske vode. Ovi otpadni materijali su sukladno posebnom propisu definiran kao ostaci od čišćenja ulica (KB 20 03 03), a preporučeni postupak zbrinjavanja je odlaganje. S obzirom da se ovaj otpad najvećim dijelom sastoji od otpadne zemlje i kamenja, planskim gospodarenjem moguće je znatno smanjiti njegove količine, a obrađeni otpad iskoristiti za druge namjene. U radu su prikazani podaci o gospodarenju ostacima od čišćenja ulica u gradu Zagrebu. Na osnovu dosadašnjih podataka i provedene probne mehaničke separacije, dan je prijedlog novog sustava koji uključuje mehaničku separaciju ostataka od čišćenja ulica te moguće iskorištenje produkata obrade.

**Ključne riječi:** otpad, ostaci od čišćenja ulica

\* Zagrebački holding d.o.o, Podružnica Čistoća, Radnička cesta 82, Zagreb

### **Abstract**

Street cleaning and washing of public areas in the city of Zagreb is one of the municipal services carried out by Zagreb holding d.o.o., Čistoća Branch. Street cleaning is carried out for sanitary, aesthetic and safety reasons. In this way, it is prevented that different waste materials such as soil, stone debris, salt used on public traffic areas in winter period, pieces of glass, metal, plastic, paper, leaves, etc. get into the public sewer system and surface water. In accordance to special regulations, these waste materials are defined as street cleaning residues (KB 20 03 03) and land filling is recommended for their disposal. Given that this waste is largely composed of waste soil and stone debris, with appropriate management it would be possible to significantly reduce its quantity and processed waste could be used for beneficial applications. This paper presents data on the management of street cleaning residues in the city of Zagreb. Based on the data collected so far and mechanical separation trial, a proposal of a new system including a mechanical separation of street cleaning residues and possible utilization of products of processing is given.

**Key words:** waste, street cleaning residues



## STIMULATIVNO SELEKTIRANJE KOMUNALNOG OTPADA U DOMAĆINSTVU

### STIMULATION OF SEPARATE COLLECTION OF MUNICIPAL WASTE IN HOUSEHOLD

Alen Ćurin<sup>1</sup>

#### Sažetak

Sukladno čl. 10 Zakona o izmjenama zakona o otpadu (NN 110/07) od nadnevka 01. 01. 2010. Grad Zagreb, gradovi i općine dužni su obračunavati odvoz komunalnog otpada iz domaćinstava po kriteriju jedinice mase ili volumena otpada ili broju članova domaćinstava. Uvidom u praksu Grada Zagreba, te ostalih gradova i općina dolazimo do zaključka kako isti nisu bili spremni za praktičnu primjenu navedenog zakona, te da je većina istih zadovoljila zakonski minimum primjenom nekog od zakonskih kriterija. Cilj zakonodavca bio je stimulacija odvojenog prikupljanja otpada i smanjenje količina otpada, sukladno napatku EU. Raščlamba prakse u EU pokazuje kako nema unificiranog načina obračuna po navedenom kriteriju, koji se razlikuje od zemlje do zemlje, odnosno čak i u istoj zemlji nema ujednačenog pravila. Stiče se dojam kako se u primjenu spomenute zakonske odredbe u RH krenulo stihijski i neorganizirano, kako je problem spušten na razinu komunalnih društava koja većinom ( uz izuzetak većih gradova ) ni kadrovski ni materijalno ni organizacijski nisu spremna za promjenu dosadašnjeg sustava obračuna cijene odvoza. Isto tako, udruge potrošača i ekološke udruge nisu u zadovoljne novim načinima obračuna koje ne stimuliraju primarnu selekciju i smanjenje količina otpada, te su većinom koncipirane kao „porez na imovinu“ neovisno o razini izvršene usluge. Raščlamba iskustava sustava ostalih zemalja u širem okružju pokazuju kako se mogu pronaći primjenjivi modeli stimulacije ukoliko se proces proširi na sve dionike koji sudjeluju o procesima gospodarenja otpadom. Kao zaključak nameće se teza kako problem stimulativnog koncipiranja cijene odvoza komunalnog otpada

<sup>1</sup> Mr.oec. Alen Ćurin dipl.ing., Dalmatinski Potrošač, Terzićeva 7, 21000 Split

treba rješavati uključivanjem svih dionika procesa, uvažavajući sustav stimulacije otkupom i kažnjavanja neodgovornog odlaganja.

**Ključne riječi:** komunalni otpad, primarna selekcija, potrošač, obračun cijene, stimulacija

### **Abstract**

In accordance with Art. 10 Law on Amendments to the Waste Act (OG 110/07) from the date of the January 1st .2010 Zagreb, cities and municipalities are required to calculate the municipal waste from households by the criterion of unit mass or volume of waste or number of household members. After examining the practice of the City of Zagreb and other cities and municipalities came to the conclusion that these were not ready for practical implementation of this law, and that most of them meet the legal minimum usage of some of the legal criteria. The aim of the legislator was the stimulation of separate collection of waste and reducing waste, in accordance with the instructions of the EU. Analysis of practices in the EU shows that there does not exist uniform way of calculating the above criteria, which varies from country to country, or even in the same country there are no uniform rules. You can get the impression that the application of these statutory provisions in RH started at random and unorganized, that the problem down to the level of utility companies, which mostly (with the exception of major cities) nor the personnel or material of any organization is not ready to change the current system of calculating the price collection. Also, consumer associations and environmental NGOs are not satisfied with the new methods of calculation that does not stimulate the primary selection to reduce waste, and are mainly designed as a “property tax” regardless of the level of service performed. Analysis of the experiences of other countries in the region, show how to find the applicable models of stimulation if the process is extended to all stakeholders who participate on the waste management processes. In conclusion there is the thesis that the problem of stimulating conception price municipal waste should be resolved by involving all stakeholders of the process, taking into account the purchasing system for incentives and punishments of irresponsible disposal.

**Key words:** municipal waste, the primary selection, the consumer, the calculation of prices, incentives



## PLASTIKA – PREVIŠE VRIJEDNA DA BI SE BACILA

### PLASTICS - TOO VALUABLE TO BE THROWN AWAY

Gordana Pehneć Pavlović<sup>1</sup>, Ingo Sartorius<sup>2</sup>

#### Sažetak

Polimerni materijali su promijenili sliku svijeta i omogućili proizvodnju novih proizvoda proizašlih iz mašte ambicioznih inženjera te omogućili tehnološki napredak više nego ijedan drugi materijal do sada. Unatoč postignutim dostignućima, inovativni potencijal polimernih materijala tek je na početku. Razvoj materijala oduvijek je usko vezan uz tehnološki i gospodarski razvoj te je kroz povijest obilježavao pojedina povijesna razdoblja. Stoga s pravom možemo reći da 21. stoljeće pripada polimernim materijalima. Svaki proizvod pa tako i onaj načinjen od polimera ima svoju završnu fazu kada postaje otpad. U tom času neophodno je imati strategiju upravljanja otpadom. Polimerni otpad nudi tri potpuno različite mogućnosti zbrinjavanja i to kroz mehaničku reciklažu, kemijsku reciklažu te energetska oporabu o čemu govori ovaj rad. Stoga, možemo zaključiti - plastika je previše vrijedna da bi se bacila.

**Ključne riječi:** plastika, polimerni materijali, polimerni otpad, zbrinjavanje otpada, upravljanje polimernim otpadom, inovacije, eko-učinkovitost, energetska učinkovitost

<sup>1</sup> Hrvatska gospodarska komora

<sup>2</sup> Plastics Europe

### **Abstract**

Plastics have changed the world, and they continue to do so. They have enabled the production of totally novel products, driven forward technological progress perhaps more than any other material and opened new horizons for engineers to realize their ideas. The innovative potential of plastics is far from exhausted. Materials have always given their names to the great development eras of mankind so we can say that Plastics are material of 21<sup>st</sup> century. At some point, every product comes to the end of its useful life. This is when end-of-life management becomes necessary. At this stage, there are three quite different recovery options for products made from plastics. Therefore plastics is too valuable to be thrown away.

**Key words:** plastics, plastics waste, plastics waste management, inovations, eco efficiency, ecnergy efficiency, resource efficiency



## REMEDICATION OF DEGRADED SITES BY MEANS OF MATURE BIOSTABILIZED WASTE: ENVIRONMENTAL RISK ANALYSIS

SANACIJA ONEČIŠĆENIH PODRUČJA POMOĆU BIOSTABILIZIRANOG  
OTPADA: ANALIZA EKOLOŠKIH RIZIKA

Gianluca Intini<sup>1</sup>, Serena Tinelli<sup>1</sup>, Michele Notarnicola<sup>1</sup>, Lorenzo Liberti<sup>1</sup>,  
Giovanni Cagnetta<sup>1</sup>, Vladimir Kovacevic<sup>2</sup>

### Abstract

The aim of this study is investigate the use of RBM (Italian acronym of Mature Biostabilized Waste) for environmental remediation of degraded sites. This case study is a limestone ex-quarry, used in the 1980s for the disposal of municipal solid waste but not totally filled. The actual situation of the landfill and an environmental remediation scenario will be studied and compared by a tier 2 risk assessment. The tools used in this paper are the softwares ROME release 2.1 and LandSim release 2.5.

The results show that in the remediation scenario by use of RBM, both the Cancer Risk (CR) and the Hazard Index (HI) decreases. The results of LandSim's simulations show that the risk for the groundwaters turns out also attenuated.

**Key words:** Mature Biostabilized Waste, remediation, risk assessment, groundwater

<sup>1</sup> Technical University of Bari, Italy

<sup>2</sup> MIKOV Consulting GmbH, Spittal/Drau, Austria

## Sažetak

Težnja ove studije je istražiti mogućnost korištenja biostabiliziranog otpada za potrebe sanacije onečišćenih područja. Analiziran je slučaj bivšeg kamenoloma vapnenca, koji je tijekom 1980-ih korišten kao odlagalište komunalnog otpada, koje nije do kraja ispunjeno. Proučeno je stvarno stanje odlagališta i sanacije okoliša te je napravljena usporedba kroz dvije procjene rizika. Alati korišteni u ovom radu su software-ski programi ROME release 2.1 i LandSim release 2.5.

Rezultati pokazuju da je kod provođenja sanacije korištenjem biostabiliziranog otpada došlo do smanjenja rizika oboljenja od raka i smanjenja indeksa opasnosti, dok je praćenjem rezultata LandSim simulacija uočeno smanjenje rizika glede podzemnih voda.

**Ključne riječi:** Biostabilizirani otpad, sanacija, procjena rizika, podzemne vode



## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE WASTE MANAGEMENT POSSIBILITY ON THE TERRITORIES OF SERBIA AND CROATIA

KOMPARATIVNA ANALIZA UPRAVLJANJA OTPADOM NA TERITORIJAMA  
SRBIJE I HRVATSKE

Gordana Stefanović\*

### Abstract

On their way of joining the European Union, Serbia and Croatia have, as one of their tasks, to fulfill the standards in the area of the environment protection and improve their citizens' life qualities. Managing solid waste is one of the problems whose resolving requires substantial analysis having in mind not only the legal regulations but also the sustainable development of the two states – especially the economic and the social aspects. Such an analysis requires an overview of the current state of the waste management, the potentials and the possible directions. This paper presents the section of the waste management state on the territories of Serbia and Croatia along with the adopted laws, accepted technological procedures, good practice, but the problems that the two states have encountered so far as well. With the aim of realizing the best waste management methods on the territories mentioned, two cities were observed, one on the territory of Serbia (Nis) and one in Croatia (Zagreb). Four models of waste management, all of which include single methods: recycling, waste incineration, composting and depositing, were taken into consideration. In accordance with the data for the amount and the composition of the solid waste, all four models were processed by the Life Cycle Assessment (LCA) method and their influence on the environment was presented. Based on the gained data, analysis of each model was executed and their advantages and disadvantages were shown. In the end, the models were compared and their applicability in the stated cities was analyzed.

**Key words:** LCA, municipal solid waste, recycling, incineration, composting

\* University of Nis, the Faculty of Mechanical Engineering, 14 A. Medvedeva St, 18000 Nis, Serbia

## Sažetak

Na putu priključenja Europskoj Uniji Srbija i Hrvatska imaju zadatak da ispune standarde u oblasti zaštite životne sredine i unaprede kvalitet života svojih građana. Upravljanje čvrstim otpadom je jedan od problema čije rešavanje zahteva dosta analize imajući u vidu ne samo postavljene zakonske norme, nego i održivi razvoj država posebno ekonomski i društveni aspekt. Za takvu analizu potrebno je sagledavanje trenutnog stanja upravljanja otpadom, potencijala i mogućih pravaca. U radu je dat presek stanja upravljanja otpadom na teritoriji Srbije i Hrvatske sa analizom usvojenih zakona, prihvaćenih tehnoloških postupaka, dobre prakse, ali i problema sa kojima su se države dosad susretale. U cilju sagledavanja najboljih metoda za upravljanje otpadom na pomenutim teritorijama, posmatrana su dva izabrana grada: jedan na teritoriji Srbije (Niš) i jedan u Hrvatskoj (Zagreb). U razmatranje su uzeta četiri modela upravljanja otpadom koji uključuju pojedine metode: reciklažu, spaljivanje otpada, kompostiranje i deponovanje. U skladu sa podacima za količinu i sastav čvrstog otpada, metodom Life Cycle Assessment (LCA) obrađena su sva četiri modela i prikazan njihov uticaj na životnu sredinu. Na osnovu dobijenih rezultata izvršena je analiza svakog modela i pokazane njihove prednosti i nedostaci. Na kraju su upoređeni modeli i analizirana njihova primenljivost u navedenim gradovima.

**Ključne riječi:** procjena vijeka trajanja, komunalni otpad, reciklaža, spaljivanje, kompostiranje



## GOSPODARENJE OTPADOM U ZÜRICHU: OD GUBITAŠA DO DRUŠTVENO VRIJEDNE TVRTKE

### WASTE MANAGEMENT IN ZÜRICH: FROM COMMUNITY BURDEN TO CITIZEN VALUE

Gottfried Neuhold\*

#### Abstract

Department ERZ - Entsorgung + Recycling Zürich - is responsible for solid waste logistics, recycling, waste water, WTE plants, district heating, compost works and city cleaning.

General statements:

1. There is no reason or law why people employed by public organizations have to be slow, corrupt and stupid.
2. There is no reason why public organizations cannot be as successful as private ones. To allow statements Nr 1. and Nr 2. some pre-conditions must be met:
  - A. Politicians have to stick to politics and let the responsible people of the administration manage, plan, realize and operate. Management must have similar environment to move like managers of private industry, i.e.:
    - Clear task and defined decision & responsibility frame
    - Limited „protected areas“ like influence of unions, public servant's employment protection, etc.
    - Financial resources and securities
    - Legal framework
    - Business planning, controlling, accounting according to international standards all under direct control of the operational people
    - Timeframe to decide and operate without reelection pressure
    - Long-term operational contract with the legally responsible institution, like community, state, county.

---

\* Entsorgung&Recycling, Zürich, Switzerland

B. all stated in A. and B. has to be independent of the election time (i.e. duration of individual survival of politicians), because waste business is a medium to long-term one ( e.g., WTE plants have a lifetime of 25 to 30 years).

### **Example of Zürich**

#### ***Starting: end of 1996***

##### Waste Management Company Status

- 460 millions CHF in debts (of which 220 millions CHF district heating)
- 30 millions CHF operational annual loss (of which 10 millions district heating)
- wrongly structured
- too many hierarchical levels
- poor management skills
- administration processes like at K & K times
- politicians heavily involved in operational decisions
- good to excellent skills of most of the employees
- no planning process

##### Waste Water

- sludge scandal (kick back business)
- poor management
- frustrated employees
- high costs thanks to too much money available
- good to excellent skills
- complicated and slow administrative and decision processes process
- too many work transfer levels without added value

##### City Cleaning

- complicated hierarchical order
- military management style
- no focus on customer
- old equipment
- poor management
- Vienna cleaner than Zürich (according to Swiss newspaper)

#### ***Actions taken:***

##### Analyzed Situation Regarding

- Management potential
- Main processes
- Overall tasks, contracts, etc
- Responsibilities
- Culture
- Political involvement.

### ***Duration: 3 – 6 months***

#### Structure Decisions Taken

- New organization structure following main processes
- Defined responsibility frames
- Defined key management people
- Defined and documented division of work between politicians and administration
- Given 6 months time period to transfer to new structure.

Note: all decisions have been verbally personally communicated to all employees by the management and documented accordingly.

#### ***Operational Decisions Taken***

- Each division manager has full operational and planning responsibilities, like business planning, profit and loss accounting, controlling, purchasing, etc.
- All processes must have an owner and consequently be analyzed, documented and, as much as it makes sense, continuously improved
- Each process owner has full responsibility and knowledge to handle the job
- Generally all professional training structured according to individual responsibilities (target 2.5% of personal costs)
- Culture training program involving all employees with no exceptions, covering communication, decision making process, management skills. Duration of initial training is 2 years and is adapted accordingly continuously ongoing
- Safety and healthcare management
- German lessons free to foreign employees
- Planning process to be installed (business plan, budget, rolling forecast)
- Introduce controlling process
- Install professional purchasing Exchange experience

### **In-house**

#### ***Within Switzerland***

##### International

- Personal management covering all administration plus preparing for pension, means know how transfer management, nominate successors in time, install deputies with operational job sharing.

#### ***What did we achieve:***

##### General

- Clear straight line between politicians and operational organization (note: the most difficult one to achieve and keep, means continuous fighting)
- Structured organization according to main processes, accepted by all employees
- All processes defined and „owned“

- Planning processes installed
- Training of all employees ongoing New culture accepted by the employees remaining
- Positive national and international reputation
- Cost reduction
- Reduced absence caused by illness and accidents to 4% of the planned working time.
- Employees engagement and information process working

### ***Solid Waste Management***

- Eliminated debts and built reserves (60% self finance of WTE plant replacement)
- Reduced fee to our customers, i.e. citizens and companies
- Reduced costs of thermal treatment from 230CHF to 126CHF per ton (gate fee today 150 – 165 CHF)
- Renewed WTE plant and modernized logistic equipment
- Installed two daughter companies, one for waste collection logistics, the second together with a German energy group operating one WTE plant as a district heating plant, fueling with MSW from southern Germany
- Received a Swiss logistics award for collecting bulky and WEEE waste by tram

### ***Waste Water Management***

- Got rid of all personal and political burden
- Installed new structure
- Installed process ownership, especially important because it is necessary to guarantee continuous operation, which is essential for waste water plants
- Dramatically reduced costs thanks to all activities and as a consequence, reduced fees to our customers
- Increase electrical self supply from 36% to 93%

### ***District Heating***

- Merged the district heating division of the Technical University ( ETH ), the county and the city of Zürich
- All debts will be eliminated by the end of 2011
- Changed from operational loss to profit
- Increased WTE energy content from 40% to 60%
- Customers pay less than for equivalent energy produced by fossil fuels.

### ***City Cleaning***

- Zürich is at least as clean as Vienna !
- Employees are responsible for areas and machine park.
- Mechanizing process installed (increase in swept waste from 6 000 to 9 000 tons per year with the same number of employees)

- Activity triggered by occasions.
- Employees can talk German and do so to our customers to maintain good relationship.

***What did we not achieve:***

- Cost leadership in collection logistics
- Market leader in waste management
- Founding of cooperation company of the county WTE plants
- Installing independent, fully city owned legal entity for ERZ

***Current situation:***

- WTE plant Haganholz renewed
- Biomass (wood) plant in building progress (30MWth, 2011)
- Training program „managing people is a profession“ started“
- New management generation in power since June 2008

***Future Plans:***

- Keep position and continue to continuously improve
- Focus on „from waste to resource“, support and build competence centers in the county of Zürich
- Build a sludge mono incinerator and become the appropriate competence center for sludge treatment
- Build a biofermenter as part of the existing compost plant to supply biogas to the grid
- Generally do everything to support the city’s target of 2000W society by the year 2050.
- Work toward the city’s target to be independent from external energy sources  
Analyze all plants and optimize them in order to reduce CO2 emission.

**Abbreviations:**

WTE	Waste-to-Energy Plants
K & K	Austrian Hungarian Monarchy
WEEE	all electric & electronic waste
MSW	Municipal Solid Waste

**Key words:** waste management, waste waters, waste to energy, city cleaning, managing waste management company

## Sažetak

Odjel za zbrinjavanje otpada i recikliranje grada Züricha – ERZ – odgovoran je za prikupljanje i odlaganje komunalnog otpada, čišćenje grada, recikliranje, obradu otpadnih voda, spalionice otpada, gradsko centralno grijanje te kompostane.

Opći stavovi:

1. Nema razloga da ljudi zaposleni u javnim poduzećima moraju biti spori, korumpirani ili glupi;
2. Nema razloga da javne tvrtke ne mogu biti uspješne kao privatne;
3. Da bi stavovi pod 1 i 2. bili ostvareni moraju se stvoriti preduvjeti:
  - A. Političari se moraju držati politike i pustiti odgovorne osobe da rukovode, planiraju i upravljaju tvrtkom;
  - B. Rukovodstvo mora imati sličnu radne uvjete i ovlaštenja kao i rukovodstva u privatnim tvrtkama, tj.
    - Jasne zadatke i definiran okvir odluka i odgovornosti;
    - Ograničene „zaštićene zone“ kao utjecaj sindikata, zaštita zaposlenja javnih službenika i td.;
    - Financijski izvori i njihova sigurnost;
    - Pravni okvir;
    - Poslovno planiranje, upravljanje (kontroling), računovodstvo prema međunarodnim standardima sve pod direktnim nadzorom ljudi koji vode posao;
    - Vremenski okvir za odlučivanje i provedbu posla bez opterećenja izborima;
    - Dugoročni ugovori sa zakonski odgovornim institucijama kao što su grad ili država.
  - C. Sve navedeno pod A. i B. mora biti neovisno o izbornim ciklusima (tj. trajanja osobnog preživljavanja političara), jer je posao s otpadom srednje do dugoročnog karaktera (npr. vrijeme života spalionica je 25 do 30 god.).

### Primjer grada Zürich-a

#### *Početak - kraj 1996.*

Stanje tvrtke za gospodarenje otpadom:

- 460 mil. CHF u dugu ( od toga 220 mil. sustav centralnog grijanja);
- 30 mil. CHF operativni godišnji gubitak;
- kriva struktura organizacije;
- previše hijerarhijskih nivoa;
- loša rukovodna znanja;
- administracijske procedure kao u vrijeme K&K monarhije;
- političari duboko uključeni u operativne odluke;
- dobra do odlična znanja i sposobnosti većine zaposlenih;
- nepostojanje procesa planiranja.

### ***Otpadne vode:***

- skandal s muljem (korupcija);
- loše rukovođenje;
- frustrirani zaposlenici;
- visoki troškovi zahvaljujući previše raspoloživog novca;
- dobra do odlična znanja i sposobnosti;
- složen i spor administrativni i proces odlučivanja;
- previše nivoa prijenosa zadataka bez dodane vrijednosti.

### ***Čišćenje grada:***

- složen hijerarhijski sustav;
- vojni stil rukovođenja;
- bez usredotočenja na korisnike;
- stara oprema;
- loše rukovođenje;
- Beč čišći od Züricha (prema jednim švicarskim novinama).

### ***Poduzete aktivnosti:***

Analizirana situacija u pogledu:

- Potencijala rukovodstva;
- Glavnih procesa;
- Ukupnih zadataka, ugovora i sl.;
- Odgovornosti;
- Poslovne kulture;
- Uključenosti političara.

### ***Trajanje 3 - 6 mjeseci.***

Struktura donijetih odluka:

- Nova organizacija koja slijedi glavne radne procese
- Definiran okvir odgovornosti;
- Određeni ključni rukovodeći ljudi;
- Definirana i dokumentirana podjela rada između političara i administracije;
- Dano 6 mj. vremena za uvođenje nove strukture.

Napomena: sve odluke su usmeno i osobno prenijete svim zaposlenicima i adekvatno dokumentirane.

### ***Donijete operativne odluke:***

- Svaki rukovoditelj odjela ima potpunu plansku i poslovnu odgovornost kao što je poslovno planiranje, planiranje dobiti/gubitka, upravljanje, nabave i sl.;
- Svi procesi moraju imati „vlasnika“, glavnu odgovornu osobu i biti konzekventno analizirani, dokumentirani i kolikogod moguće stalno unapređivani;
- Svaka odgovorna osoba ima potpunu odgovornost i znanje za provedbu posla;
- općenito svako stručno osposobljavanje strukturirano prema individualnim odgovornostima (cilj 2,5 % troškova osoblja);

- Kulturno osposobljavanje koje uključuje sve zaposlenike bez izuzetaka u pogledu komunikacije, odlučivanja, rukovodnih sposobnosti. Trajanje početnog obrazovanja je 2 godine i prilagođava se prema situaciji i trajno se odvija;
  - Sustav sigurnosne i zdravstvene zaštite;
  - Učenje njemačkog jezika za strane zaposlenike;
  - Uvođenje procesa planiranja (poslovno planiranje, proračun, predviđanja);
  - Uvođenje procesa upravljanja (kontrolinga);
  - Uvođenje profesionalne nabave;
  - Izmjena iskustava

#### **unutar tvrtke,**

#### ***unutar Švicarske,***

međunarodno,

- Rukovođenje kadrovima uključujući svu administraciju (pripreme za umirovljenje), prijenos know-how, nominiranje nasljednika na vrijeme, uvođenje zamjenika s podjelom posla.

#### ***Što smo postigli?***

Općenito:

- Jasna podjela između političara i poslovne organizacije (napomena: najteže za postići i održavati, znači stalnu borbu);
- Organizacija strukturirana prema glavnim radnim procesima i prihvaćena od svih zaposlenika;
- Svi procesi definirani i „u vlasništvu“;
- Uveden proces planiranja;
- Stalna obuka svih zaposlenih;
- Nova kultura prihvaćena od zaposlenika;
- Pozitivna nacionalna i internacionalna reputacija;
- Smanjenje troškova;
- Smanjenje odsustva zbog bolovanja ili nezgoda na do 4% planiranog radnog vremena;
- Uključenje zaposlenika i djelotvoran sustav obavještanja.

Gospodarenje komunalnim otpadom:

- Eliminirani dugovi, napravljene rezerve (60% samofinanciranje izgradnje nove spalionice – EIO postrojenje – energija-iz-otpada);
- Smanjene naknade potrošačima (građanima i tvrtkama);
- Smanjeni troškovi termičke obrade otpada s 230 CHF na 126 CHF (sada je naknada 150 -165 CHF);
- Obnovljena spalionica i modernizirana logistička oprema;
- Osnovane dvije tvrtke kćeri s njemačkom tvrtkom koja vodi jedno EIO postrojenje kao toplinarsku tvrtku s komunalnim otpadom iz južne Njemačke kao gorivom;
- Dobivena švicarska logistička nagrada za prikupljanje EE otpada tramvajem.

#### Otpadne vode:

- Oslobođeno svih osobnih i političkih opterećenja;
- Uvedena nova struktura;
- Uvedeno „vlasništvo procesa“, posebno važno zbog garancija kontinuiranog rada što je ključno za ovakva postrojenja;
- Dramatično smanjenje troškova zahvaljujući svim aktivnostima i kao posljedica toga smanjenje naknade korisnicima;
- Povećanje vlastite dobave električne energije s 36 na 93%.

#### Sustav centralnog grijanja:

- Spojen javni sustav grijanja Tehničkog sveučilišta, općine i grada Zuricha;
- Svi dugovi će biti eliminirani do kraja 2011;
- Promjena od operativnog gubitka do profita;
- Povećanje proizvedene energije iz otpada od 40 do 60%;
- Potrošači plaćaju manje nego za ekvivalentnu količinu energije proizvedenu iz fosilnih izvora.

#### Čišćenje grada:

- Zürich je čist bar kao Beč!
- Zaposlenici su odgovorni za određena područja i strojeve;
- Uspostavljen proces boljeg mehaničkog opremanja (povećanje pometenog otpada s 6000 t na 9000 t/god. s jednakim brojem zaposlenika);
- Aktivnosti pokrenute prigodama;
- Zaposlenici mogu govoriti njemački i to čine radi dobrih odnosa s potrošačima.

#### Što smo postigli?

- Najniže cijene za skupljanje otpada;
- Tržišni lider u gospodarenju otpadom.
- Osnivanje tvrtke za suradnju općinskih postrojenja za pretvorbu otpada u energiju;
- uvođenje nezavisne jedinice za zbrinjavanje i recikliranje otpada u punom gradskom vlasništvu;

#### **Sadašnja situacija:**

- EIO postrojenje Haganholz obnovljeno;
- Postrojenje na biomasu (drvo) u gradnji (30MWth, 2011);
- Započeo obrazovni program „upravljanje ljudima je profesija“;
- Nova generacija rukovoditelja na vlasti od lipnja 2008.

#### **Budući planovi:**

- Zadržati poziciju i kontinuirano se poboljšavati;
- Fokusrirati se na „od otpada do resursa“ centre u općini Zurich;
- Izgraditi spalionicu mulja i postati odgovarajući centar kompetentnosti za tretman mulja;
- Izgraditi biofermentor kao dio postojeće kompostane i proizvedeni plin uključiti

u gradsku mrežu;

- Općenito učiniti sve u potpori gradskom cilju od 2000W društvu;
- Raditi u pravcu gradskog cilja biti nezavisan od vanjskih izvora energije;
- analizirati sva postrojenja i optimirati ih u svrhu redukcije emisije CO<sub>2</sub>.

Kratice:

EIO Energija iz otpada

K & K Austrougarska monarhija

EE Električni i elektronički otpad

**Ključne riječi:** Gospodarenje otpadom, otpadne vode, energija iz otpada, čišćenje grada, upravljanje tvrtkom za gospodarenje otpadom



## IMPLEMENTACIJE PODZEMNIH SUSTAVA ZA PRIVREMENO SKLADIŠTENJE OTPADA I RECIKLAŽNIH SIROVINA U REPUBLICI HRVATSKOJ

IMPLEMENTATION OF THE UNDERGROUND SYSTEM FOR TEMPORARY  
STORAGE OF WASTE AND RECYCLED MATERIALS IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Marko Brnčić\*

### Sažetak

Od 1998 g. pa do danas u Republici Hrvatskoj implementirano je nekoliko podzemnih sustava. Upoznat ćemo svaki pojedinačno, usporediti njihove kvalitete i iznijeti presjek vrijednosti.

#### **H&G podzemni sustavi**

Punim pravom možemo ih nazvati i „Pionirima podzemlja u RH“. Ovi su sustavi prvi put instalirani davne 1998g. u Zagrebu, kraj Boćarskog doma, nisu ušli ni u pokusnu primjenu. Razlozi su trivijalni, a mi ćemo zaključiti - da su za nas bili daleko ispred svog vremena.

Cijena sustava kapaciteta 2x3m<sup>3</sup> je približno 150.000,00 kn.

<http://www.hg-systems.com/unterflursysteme/>

#### **Eurotim d.o.o. / Gradatin d.o.o. podzemni sustavi**

Ovdje se ne radi o pravim podzemnim spremnicima već hibridnoj kombinaciji 1100 litrenih kontejnera i sustava za njihovo podizanje iz podzemnog spremišta. Godine 2007. postavljeni su prvi podzemni kontejneri, koji su danas implementirani u više dalmatinskih gradova (Split, Korčula, Šibenik...). Sustav pruža nekoliko prednosti podzemnog skladištenja otpada, ali obzirom da je hibridni i relativno mnogo mana. Mali omjer uloženo/dobiveno.

Cijena sustava kapaciteta 4.4m<sup>3</sup> je preko 287.000,00 kn.

<http://www.eurotim.hr/kontejneri-podzemni.php>

\* STP d.o.o., Lučki odvojak 1, 10250 Zagreb

## **MOLOK podzemni sustavi**

Razdvajanje otpada u nastanku bila je i ostala najefikasnija metoda pri njegovom skupljanju i reciklaži. Prostor je pri takvoj organizaciji sakupljanja i odvoza presudna stavka. MOLOK nudi rješenja, koja su u odnosu na dosadašnju praksu učinkovitija i do 85%, a pritom oslobađaju i bitnu količinu prostora. Instalacije podzemnih sustava MOLOK u gradu Velika Gorica su u eksploataciji već preko godine dana (5mj. 2009g.). Pozitivan rezultat nije izostao, građani su ovakve sustave prihvatili čemu svjedoče same lokacije, koje su čiste, uredne, bez grafita i neoštećene. Iz samog komunalnog poduzeća dobili smo podatak kako je efikasnost u skupljanju papira u odnosu na dosadašnju praksu sakupljanja u zvonaste kontejnere premašila 30%. Prednosti MOLOK podzemnih zelenih otoka su višestruke. 6 puta veći kapacitet na istom nadzemnom prostoru (ako ga uspoređujemo sa 1.100 l kontejnerom u primjeni), omogućuje 6 puta rjeđe pražnjenje što za krajnju posljedicu ima i 6 puta manju potrošnju vremena, vozila, ljudstva, opreme i energenata tj. višestruko smanjenje emisije CO<sub>2</sub>. Da bi otpad mogao stajati 6 puta dulje, podzemnim skladištenjem osigurana je i nekoliko puta niža temperatura, koja višestruko usporava razvoj uzročnika neugodnih mirisa. Samo pražnjenje traje do 2 minute i zahtjeva jeftinije vozilo kao i samo jednog operativca. Sustav ne zahtjeva preinake na vozilima. Pražnjenje podzemnih kontejnera nije uvjetovano pristupnim putem, pa neuredno parkirana vozila ne ometaju operaciju pražnjenja. Sve se veća pažnja posvećuje vizualnom i auditivnom zagađenju, pa tako MOLOK podzemne spremnike možemo maksimalno prilagoditi okruženju u koji ih postavljamo upotrebom prikladne izmjenjive oplate. Na taj se način dobiva i uniformiranost spremnika koje je moguće skladno uklopiti u okoliš kojem oni osim nužnosti postaju i ukras. Zbog pregrada u vrećama kao i zbog svoje pozicije koja se nalazi 2/3 ispod zemlje, podzemni su kontejneri i višestruko tiši što je itekako bitno u urbanim sredinama i mjestima za stanovanje. Podzemni kontejneri MOLOK ne zahtijevaju, držače, nadstriješnice, postolja, kućice tj. infrastrukturu koja je potrebna klasičnim kontejnerima kako bi ih se skrilo i osiguralo. Podzemni su kontejneri MOLOK vodonepropusni, pa su kao takvi idealni za zaštitu podzemnih voda, a moguće ih je instalirati i u mora, jezera i rijeke. Morske pak instalacije daju mogućnost brojnim nautičarima da svoj otpad zbrinu na adekvatan način, osiguravajući im pritom i puni komoditet. Garancijom od 10 godina podzemni su kontejneri MOLOK osigurali dug eksploatacijski vijek, te je eliminirana mogućnost ponovne nabave istog proizvoda nakon isteka klasične garancije od godine dana (slučaj s kantama i kontejnerima). Sigurnost je pritom podignuta na najvišu razinu, jer do sirovine nije moguće doći. Sirovinu kao i spremnik nije moguće zapaliti, prevrnuti, a takvim se rješenjem stalo na kraj vjetru i vandalima. Na kraju uporabnog vijeka koji se procjenjuje i na 30 godina, podzemni spremnik je moguće u potpunosti reciklirati. Sve su te prednosti uvidjeli uz Veliku Goricu, Koprivnica i Marija Bistrica. Cijena sustava efektivnog kapaciteta 6.5m<sup>3</sup> je približno 25.000,00kn.

<http://www.molok.com/eng/main.php>

Iz svega je vidljivo da su najbolja rješenja uvijek ona najjednostavnija. Prednosti MOLOK-a nad H&G i Eurotim/Gradatin sustavima nije samo cjenovna već i

funkcionalna. Sustav MOLOK je puno jednostavnije transportirati, jer je desetak tona lakši. Ugradnja ne zahtijeva drenažu. Nema dorada na vozilu za pražnjenje. Osim što hladi MOLOK i sabija sakupljeni otpad. MOLOK zauzima i do 4 puta manje mjesta nudeći istovremeno veći kapacitet. MOLOK kao ni H&G ne zahtijeva specijalne dorade na vozilima i prazni ih sam vozač, ne zahtijevaju pristupni put tj. slobodan prostor oko spremnika. MOLOK se ne puni oborinskim vodama i može se postaviti u more, jer je vodonepropustan. Jednostavno ga je i premjestiti na novu lokaciju te ga uz pomoć odvojive oplata lako prilagoditi novom okruženju. Ne zahtijeva održavanje.

**Ključne riječi:** H&G, Eurotim/Gradatin, MOLOK, podzemni sustavi, efikasnost

### **Abstract**

Still 1998. Republic of Croatia has implemented a underground systems. We will introduce each one individually, to compare their quality and make the intersection of values.

#### **H & G underground systems**

We can rightfully be called the "Pioneers of the underground in Croatia". These systems were first installed back in 1998g. in Zagreb beside Boćarski dom, not even entered the draft application. The reasons are trivial, and we concluded - that it were far ahead of its time.

Price 2x3m<sup>3</sup> system capacity is approximately 150,000.00 kuna. <http://www.hg-systems.com/unterflursysteme/>

#### **Eurotim d.o.o. / Gradatin d.o.o. underground systems**

We are not talking about the real underground storage containers, but for hybrid combination 1100 liter containers and systems for their pick-up from the underground repository. In year of 2007. set the first underground containers, which are now implemented in some Dalmatian towns (Split, Korcula, Sibenik ...). The system offers several advantage of underground storage of waste, but considering that the hybrid and the relatively large defects. A small proportion invested / gained. Cost of the system from 4.4m<sup>3</sup> capacity is 287,000.00 kuna. <http://www.eurotim.hr/kontejneri-podzemni.php>

#### **MOLOK underground systems**

Separation of waste in the development was and still is the most effective methods for its collection and recycling. The space is organized in such a collection and disposal of critical items. MOLOK offers solutions that are compared to the previous practice more efficient and up to 80%, and thereby relieve the substantial amount of space. Installation of underground systems MOLOK in Velika Gorica in service for over a year (May, 2009.). A positive result can not be absent, citizens have adopted such systems, as evidenced by the sites that are clean, neat, no graffiti and damaged. From the utility companies we received information that the efficiency in the collection of paper compared to the previous practice of collecting bell containers exceeded 30%.

Benefits MOLOK underground green islands are numerous. 6 times higher capacity in the same space overhead (when compared with 1.100 l contained in the application), allows 6 times less frequent emptying of the final result has 6 times less consumption of time, vehicles, personnel, equipment and fuel that is many times the reduction in CO<sub>2</sub> emissions. To waste could take 6 times longer; we have an underground storage to ensure it several times a lower temperature, which has slowed the development of multiple causes' unpleasant odors. Just emptying lasts up to 2 minutes and requires much cheaper vehicle and only one operative. The system requires no modifications to vehicles. Empty containers not conditioned underground access road, and disorderly parked vehicles do not obstruct the discharge operation. All the more attention paid to visual and auditory pollution, so MOLOK underground containers can be adjusted up to an environment that sets them using the appropriate shell. In this way, uniformity and containers that can be harmoniously integrated into the environment where they become a necessity than ornament. Because of the barrier in bags as well as its position, which is two thirds below ground, underground containers and multiple silent as very important in urban areas and places of residence. Underground MOLOK containers do not require holding, stands, homes, the infrastructure required conventional containers so that they can hide and secure. Underground MOLOK watertight containers, and as such are ideal for protection of groundwater and can be installed in the sea. The sea in turn gives the possibility of installing a number of sailors to care for their waste in an adequate manner, thereby providing them full comfort. Warranty from 10 years underground containers MOLOK ensure long exploitation life, and eliminated the possibility of re-purchasing the same product after the expiration of the classical guarantee of one year (the case with buckets and containers). Security is thereby raised to the highest level, because rech the raw material is not possible. Raw material and container can not ignite, turn over, and such a decision put an end to the wind and the Vandals. Finally Performance audits, which are estimated at 30 years, an underground tank can be completely recycled. All these advantages realized with the Velika Gorica, Marija Bistrica and Koprivnica. Price of the effective capacity of 6.5 m<sup>3</sup> is approximately 25,000.00 kuna. <http://www.molok.com/eng/main.php>

From all this it is evident that the best solution is always the simplest. Advantages of a MOLOK in front H&G and Eurotim/Gradatin systems is not only price but also functional. MOLOK system is much easier to transport because it is min. 10.000kg lighter. Installation does not require drainage. No dressing on the vehicle for emptying. In addition to being compressed and cooled MOLOK collected waste. MOLOK holds up to 4 times less space while offering a higher capacity. MOLOK and H&G do not require special processing of empty vehicles and the driver; do not require an access road that is free space around the container. MOLOK not full precipitation waters and can be found in the sea, because it is waterproof. MOLOK is easy removable to a new location and with removable formwork easily adapt to new environments. Does not require maintenance.

**Key words:** H&G, Eurotim, Gradatin, MOLOK, underground systems, efficiency

XI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ  
GOSPODARENJE OTPADOM  
ZAGREB 2010.

Hrvatska, 25. - 26. 11. 2010.

---



XI<sup>th</sup> INTERNATIONAL SYMPOSIUM  
WASTE MANAGEMENT  
ZAGREB 2010

Croatia, November 25<sup>th</sup> - 26<sup>th</sup>, 2010

---

**MEHANIČKO-BIOLOŠKA I TERMIČKA OBRADA OTPADA**  
MECHANICAL-BIOLOGICAL AND TERMAL TREATMENT OFF WASTE





## **BIOPLIN IZ KOMUNALNOG OTPADA – SUFINANCIRANJE EUROPSKIM PREDPRISTUPNIM FONDOVIMA**

BIOGAS FROM MUNICIPAL WASTE – EUROPEAN CO-FINANCING PRE-  
ACCESSION FUNDS

Predrag Čuljak\*

### **Sažetak**

Predpristupni procesi Republike Hrvatske u punom su zamahu. Usklađivanje domaće legislative sa europskom stečevinom u području zaštite okoliša je bitan segment čitavog procesa. U usporedbi s drugim biogorivima, bioplin iz anaerobne digestije predstavlja važan prioritet u europskim smjernicama za transport i energiju. Bioplin sa sobom povlači i brojne socio-ekonomske koristi za društvo kao cjelinu, ali i za dionike uključene u njegovu proizvodnju i iskorištavanje. Republika Hrvatska je svjesna da će imati koristi od implementacije tehnologija za proizvodnju bioplina za proizvodnju obnovljive energije te doprinijeti rješavanju važnih problema zagađenja okoliša.

Prema Planu gospodarenja otpadom za RH za period 2007-2015. godina (dalje: Plan) u Hrvatskoj se planira izgradnja do 20 županijskih/regionalnih centara za gospodarenje otpadom (dalje: CGO) u kojim bi se nakon predobrade i iskorištenja otpada preostali dio odložio na bioreaktorsko odlagalište u tim CGO-ima. Prema Planu, planirana je izgradnja bioreaktorskih odlagališta u kojima bi se iz anaerobne digestije u bioreaktorskim odlagalištima dobio bioplin iz komunalnog otpada. Izgradnju CGO-a sufinancira i Europska unija preko svojih predpristupnih programa. Trenutno su odobrena sredstva Europske unije iz predpristupnih fondova za tri CGO-a: „Bikarac“ u Šibensko-kninskoj, „Kaštijun“ u Istarskoj i „Marišćina“ u Primorsko-goranskoj županiji. Za CGO Bikarac su već počeli radovi izgradnje odlagališta. Za CGO-e „Kaštijun“ i „Marišćina“ se izrađuje natječajna dokumentacija u kojoj se obrađuje dobivanje bioplina iz bioreaktorskih odlagališta preko anaerobne digestije.

\* Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, Ksaver 208, Zagreb

To znači da bi se isušeni otpad pohranjivao u bioreaktorska odlagališta pet godina. Nakon pet godina bi se u ta bioreaktorska odlagališta dodala voda koja bi izazvala reakciju oslobađanja bioplina, koji bi se onda energetski iskorištavao.

**Ključne riječi:** bioreaktorska odlagališta, anaerobna digestija, predpristupni EU fondovi, komunalni otpad.

### Abstract

Pre-accession processes in the Republic of Croatia are in full swing. Harmonization of the Croatian legislation with the European *acquis* in the field of environmental protection is an important segment of the process. In comparison with other biofuels, biogas from anaerobic digestion is one of the priorities of the European transport and energy policy. Biogas entails a number of socio-economic benefits for the society as a whole, but also for the stakeholders involved in production and utilization thereof. The Republic of Croatia could benefit from implementing technologies of biogas production as a kind of renewable energy and do its share in solving serious issues of environmental pollution.

According to the 2007-2015 Waste Management Plan of the Republic of Croatia (hereinafter: Plan), Croatia intends to establish up to 20 county/regional waste management centres (hereinafter: WMC) where the waste remained after pre-treatment and utilization would be disposed of on a corresponding bioreactor landfill. The Plan foresees construction of a bioreactor landfill which would, based on anaerobic digestion, produce biogas from municipal waste. The construction will be co-financed by the EU and its pre-accession programs. The funds for building of three WMC have already been granted. Those are “Bikarac” in the Šibenik-Knin County, “Kaštijun” in the Istria County and “Marišćina” in the Primorsko-Goranska County.

The works on the construction of a landfill within the “Bikarac” WMC have already been initiated. In terms of the construction of the “Kaštijun” and “Marišćina” WMCs, the tender documentation is currently in the course of preparation and deals with obtaining of biogas from bioreactor landfills by means of anaerobic digestion. This means that the dried waste would be stored in the bioreactor landfills for five years. After those five years, the bioreactor landfills would be supplied with water which would then trigger the reaction of releasing biogas and thus enable energetic exploitation thereof.

**Key words:** bioreactor landfills, anaerobic digestion, EU pre-accession funds, municipal solid waste.



## MJERENJE MODULA STIŠLJIVOSTI MEHANIČKO-BIOLOŠKI OBRAĐENOG OTPADA

### MEASUREMENT OF STIFFNESS MODULUS OF MECHANICALLY AND BIOLOGICALLY TREATED WASTE

Igor Petrović\*, Davorin Kovačić\*

#### Sažetak

Ograničeni broj objavljenih rezultata ispitivanja deformabilnosti mehaničko-biološki obrađenog (MBO) komunalnog otpada potaknuo je na Geotehničkom fakultetu, u okviru znanstvenog projekta «Karakterizacija krutog komunalnog otpada», ideju o izradi edometarskog sklopa za ispitivanje stišljivosti MBO otpada. Rad prikazuje kratki pregled objavljenih rezultata mjerenja stišljivosti MBO otpada drugih autora te rezultate vlastitih mjerenja stišljivosti MBO otpada na velikom edometru domaće proizvodnje.

**Ključne riječi:** deformabilnost, edometar, MBO, odlagalište, stišljivost

\* Geotehnički fakultet, Hallerova aleja 7, 42000 Varaždin

### **Abstract**

Due to a relatively limited amount of published data related to testing of compressibility of mechanically and biologically treated municipal solid waste, Faculty of Geotechnical Engineering started an initiative, within the framework of the scientific project “Characterization of municipal solid waste”, in order to develop an oedometer device which is capable to measure constrained modulus of MBT waste. The paper presents short review of published test results related to MBT waste compressibility of various authors as well as the results obtained from the new oedometer device tests.

**Key words:** deformability, oedometer, MBT, landfill, compressibility



## **MBO TEHNOLOGIJE ZA OBRADU OTPADA – STUDIJA SLUČAJA MEŽDRE-VLAŠKI DO**

### **MBT WASTE TREATMENT TECHNOLOGIES – A CASE STUDY MEZDRE-VLASKI DO**

Maja Maretić Tiro\*, Maja Čolović Daul\*, Goran Krstović\*, Fethi Silajdžić\*,  
Verner Huseljčić\*

### **Sažetak**

U cilju izrade prijedloga najprikladnijih tehnologija za sanaciju odlagališta otpada Meždre – Vlaški Do (regija Bihać, Bosna i Hercegovina) i zbrinjavanja novopristiglih količina komunalnog otpada provedeno je niz aktivnosti koje su rezultirale prijedlozima tehničkih rješenja, te su ponuđeni načini za tretman novopristiglog otpada, a kako bi se smanjio okolišni utjecaj odlagališta. Na staroj lokaciji odlagališta otpada «Meždre» se u prošlosti otpad odlagao na nesantitaran način, u i oko prirodne depresije. S odlaganjem se prestalo 2006. godine kada je otvorena nova privremena lokacija za odlaganje otpada na kojoj je predviđeno odlaganje do konačne izgradnje sanitarne deponije. Metodologija odabira najadekvatnije tehnologije za smanjenje novopristignih količina obuhvaćala je pet glavnih faza: (i) Analizu postojeće situacije upravljanja otpadom na predmetnom području, (ii) Procjenu sastava otpada, (iii) Analizu trenutno raspoloživih metodologija u svijetu i regiji, relevantnih za pružanje traženih usluga/radova, (iv) Određivanje kriterija za ocjenu i rangiranje relevantnih metodologija i (v) Ocjenjivanje i rangiranje najprikladnijih metodologija. U tu svrhu razvijen je set kriterija (tehničkih, okolišnih, ekonomskih i sigurnosnih) na osnovu kojih se odabralo nekoliko najpodesnijih tehnologija za predmetnu lokaciju. Istraživanje je provedeno pomoću upitnika u kojem su sadržana sva pitanja čiji odgovori daju kvalitativne i kvantitativne podatke koji odgovaraju postavljenim kriterijima. Na osnovu razmatranja dostupnih dosadašnjih međunarodnih izvještaja o primjeni različitih metoda mehaničko-biološke obrade otpada, od velikog broja

\* Enova d.o.o., Franca Lehara bb, 71 000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina

operatora pogona i vlasnika tehnologija u Europi, istraživanje je fokusirano na 40 subjekata kojima su poslani upitnici. Nakon analize dobivenih podataka, izvršena je diskvalifikacija tehnologija za koje se utvrdilo da izlaze iz okvira predviđenih tehnno-ekonomskim zahtjevima Projekta, dok su preostale tehnologije dalje razmotrene putem intenzivne terenske provjere relevantnih pogona. U užem izboru su konačno ostale sljedeće tehnologije koje podrazumijevaju jednostavna - „low tech“, ali inovativna rješenja, a koje za date uvjete ima smisla dalje razmatrati: **Biodegma postupak** (Biodegma, Njemačka), **Diagenetska inertizacija/imobilizacija** (H. Burgstaller Ges.mbH, Austrija), **EuRec® tehnologija MBO** (EuRec Technology Sales & Distribution GmbH, Njemačka), **Faber-Ambra®** (Wilhelm Faber GmbH, Njemačka), **Hydrostab®/Terrostab® tehnologija** (Ingenierbuero Kügler/Terrachem Essen GmbH, Njemačka). Za evaluaciju najprikladnije tehnologije razvijen je multikriterijalni postupak u kojem su, kao najvažniji set kriterija, odabrani okolišni kriteriji. Za odabrane tehnologije provedena je evaluacija, pri čemu su ocjene primjenjivosti tehnologija prema kriterijima vrednovanja, dane na osnovu postojećih uvjeta deponije (raspoloživi prostor, postojeća infrastruktura i sl.). Sve navedene tehnologije su u najvećoj mjeri su primjenjive za dane uvjete, pri čemu svaka od tehnologija pored niza pozitivnih značajki ima i određene lošije strane. Finalna evaluacija je pokazala da je za predmetnu lokaciju najprikladnija tehnologija *Diagenetske inertizacije/imobilizacije*

**Ključne riječi:** MBO tehnologija, deponija, otpad, multikriterijalna analiza, evaluacija

## Abstract

Within the process of selection of the most appropriate technologies for the rehabilitation of Mezdre-Vlaski Do landfill (region of Bihac, Bosnia and Herzegovina) and disposal of new amounts of municipal waste, series of activities were carried out. As a result, in order to reduce environmental impacts of the landfill, several technical solutions and methods for the treatment of new amounts of waste were proposed. In the past, waste was disposed in an unsanitary manner at the old landfill site "Mezdre", in and around a natural depression. Disposal ended in year 2006 when the new, temporary location until the construction of sanitary landfill, was opened. Methodology for selection of the most appropriate technology to reduce the amount of new waste consists of five main phases: (i) Analysis of existing waste management situation, (ii) Assessment of waste amounts, (iii) Analysis of currently available methodologies in the world and the region, relevant for the provision of required services, (iv) Determination of criteria for evaluation and ranking of relevant methodologies and (v) Assessment and ranking of the most appropriate methodologies. In order to select the most suitable waste minimization technology, a set of criteria (technical, environmental, economic and safety) was developed. Based on available international reports about the applicability of different methods for mechanical-biological treatment of waste, the preliminary research (using questionnaires) was focused on 40 different plant operators and owners of technology in Europe. Preliminary selection of technologies was performed according to techno-economic requirements of the project. The remaining technologies were considered by intensive field verification. Shortlisted technologies for the final evaluation represent simple - "low tech", but innovative solutions, that could be applicable for the given conditions: **Biodegma** procedure (Biodegma, Germany), **Diagenetic inertization/immobilization** (H. Burgstaller Ges.mbH, Austria), **EuRec® MBT technology** (EuRec Technology Sales & Distribution GmbH, Germany), **Faber-Ambra®** (Wilhelm Faber GmbH, Germany), **Hydrostab®/Terrostab® technology** (Ingenieurbuero Kügler / Terrachem Essen GmbH, Germany). The multi-criteria procedure for evaluation of the most appropriate technology is developed, taking an environmental set of criteria as the most important. To the characteristics of remained technologies were given grades and they were evaluated according to the set of multi-criteria (available space, existing infrastructure, etc.). All these technologies are mostly applicable for the given conditions, but, in addition to a number of positive characteristics, each technology has some poor features. Final evaluation showed that the, for the subjected case, *Diagenetic inertization/immobilization* technology is the most suitable.

**Key words:** MBT technology, landfill, waste, multi-criteria analysis, evaluation





## **ACHIEVING LEGISLATION TARGETS VIA AN INTEGRATED WASTE MANAGEMENT FACILITY: CYPRUS CASE STUDY**

POSTIZANJE ZAKONODAVSTVENIH ODREDBI PUTEM POSTROJENJA ZA  
CJELOVITO GOSPODARENJE OTPADOM: ANALIZA SLUČAJA NA CIPRU

T.A. Lolos\*, C.P. Tsompanidis\*, G.A. Lolos\*, K.C. Paschali Manou\*, C.G. Edge\*,  
C.M. Raptis\*

### **Abstract**

The landfilling of biodegradable waste may bring about adverse effects on the environment, specifically on surface water, groundwater, soil, air and human health. The introduction of the Landfill Directive 99/31/EC resulted in the development of new waste management strategies within all European countries and therefore also in Cyprus, waste management is facing new challenges. The objective of the Directive is to prevent or reduce the negative effects on the environment from the landfilling of waste as far as possible by introducing stringent technical requirements for waste and landfills. According to the Cypriot National Waste Management Plan, each region should individually achieve the legislation requirements for the recycling of packing material and diversion of biodegradable waste from landfill. The regions of Larnaca and Ammochostos previously had no recycling systems in place and were disposing all their waste in uncontrolled dump sites. In order to comply with the legislative requirements they prepared a Regional Plan according to which priority was given to the sorting at source of recyclable materials and green wastes. The new waste management facility in Larnaca – Ammochostos regions of Cyprus is the first facility that focuses on the recovery of recyclable waste and reduction of the amount of biodegradable organic wastes going to landfill by various treatment processes of the waste.

The facility is designed to handle mixed municipal solid waste (MSW) and is located at the location of Nafkias, which belongs to the Kochi Community of Larnaca's

\* ENVIROPLAN S.A., 40, Agiou Konstantinou str., «Aethrio» Business Center, 15124 Athens Greece

Region, in the southeast of Cyprus. The permanent population served is 200.000 citizens, the area also being seasonally highly touristic resulting in an annual waste production of approximately 176.000 ton/year. The innovative aspect of the facility is that it can handle both mixed and source separated material and can produce compost and SRF simultaneously, so it has a high degree of flexibility and can easily adopt to a change in the waste composition, and any future changes of market requirements for end products. Specifically, this integrated waste management facility includes the following installations:

- a) A Mechanical – Biological Treatment Plant (MBT) for the treatment of solid waste, with a capacity of 160.000t/yr of mixed municipal solid waste from households, up to a possible maximum capacity of 220.000t/yr
- b) A Material Recycling Facility (MRF) 20.000t/yr, for the recovery of recyclables sorted at source
- c) A Composting Plant for the composting of the organic material sorted at source, with a design capacity of 16.000t/yr
- d) A Sanitary Landfill site with an annual capacity of 88.000t/y and a minimum time-life of 20 years

The mechanical treatment plant combines the operations of bag-opening, screening, metals (FE & AL) separation as well as optical sorting with Near Infrared (NIR) sorters, aiming to retrieve the greatest amount of high quality recyclable materials and to separate organic materials from the remaining fraction. Organic material is dispatched to the biological treatment plant and the recyclable materials are dispatched to the respective recycling units. Materials rejected by the process are dispatched to landfill. The organic fraction from the MSW is segregated and finally treated in the composting plant. All sorting and intensive composting are fully automated processes which are conducted in fully enclosed buildings without appreciable emissions of odour or pollutants to the environment. The composting plant operates as negative aeration system (suction aeration) meaning that air is sucked off through the aeration pipes in the ground. The waste air from the composting process is treated by high temperature combustion using the patented 'LARA' system. The maturation unit is designed as aerated closed trapezoid windrows. The reason for the chosen system is the higher achieved quality of the final compost and the very low energy consumption. The main benefit of composting is that the mature product (compost) can be used on soil as a fertilizer or in preparation of growth media for cultivation of soil. The residuals from the treatment processes are disposed in the sanitary landfill, located within the IWM site boundaries, according to the specifications of the Landfill Directive.

The preliminary design, the application for funding from the EU Cohesion Fund and the construction supervision was performed by ENVIROPLAN S.A.. The construction of the facility started in 2007 and was carried out by HELECTOR S.A. and the facility is presently starting its full operation after a successful trial period.

**Key words:** Mechanical Biological Treatment; Composting plant; Landfill Directive 99/31/EC, optical sorting

## Sažetak

Odlaganje biorazgradivog otpada često donosi štetne utjecaje na okoliš, posebno na površinske i podzemne vode, tlo, zrak i zdravlje ljudi. Uvođenje Direktive o odlagalištima otpada 99/31/EC rezultiralo je razvojem novih strategija gospodarenja otpadom unutar svih Europskih zemalja, pa tako i na Cipru. Cilj Direktive je čim prije prevenirati ili smanjiti negativne utjecaje od odlaganja otpada na okoliš kroz nametanje strožih tehničkih zahtjeva za otpad i odlagališta. Prema Ciparskom državnom planu za gospodarenje otpadom, svaka regija bi pojedinačno trebala udovoljiti zahtjevima zakonodavstva koji se odnose na reciklažu ambalažnih materijala i sprječavanje odlaganja biorazgradivog otpada od odlagališta. Regije Larnaka i Ammochostos prije nisu imale razvijene sustave reciklaže unutar regija i svoj otpad su odlagale na nekontrolirana odlagališta otpada. Kako bi se postiglo usuglašavanje s zahtjevima zakonodavstva pripremili su Regionalni plan prema kojem je prioritet sortiranje recikličnih materijala i zelenog otpada na mjestu nastanka. Novo postrojenje za gospodarenje otpadom u regiji Larnaka – Ammochostos je prvo postrojenje koje je usmjereno na oporabu recikličnog otpada i smanjenje udjela biorazgradivog organskog otpada koji se odlaže na odlagališta.

Postrojenje je projektirano za obradu miješanog komunalnog otpada. Ono se nalazi na lokaciji Nafkias, koja pripada Larnaka regiji, na jugoistoku Cipra. Broj stanovnika je 200.000, što varira ovisno o turističkoj sezoni, tako da se na razini godine proizvede oko 176.000 t otpada. Inovativni aspekt postrojenja je da ono izrazito fleksibilno, može obraditi miješani materijal kao i materijal odvojen na mjestu nastanka, te simultano proizvesti kompost i čvrsta goriva iz otpada. Takvo postrojenje uključuje sljedeće uređaje:

- a) Uređaj za mehaničko-biološku obradu krutog otpada, kapaciteta 160.000 t/godišnje miješanog komunalnog otpada iz kućanstava, do maksimalnog kapaciteta od 220.000 t/godišnje.
- b) Postrojenje za materijalnu reciklažu od 20.000 t/godišnje, za oporabu recikličnih materijala izdvojenih na mjestu nastanka.
- c) Kompostanu za kompostiranje organskog materijala izdvojenog na mjestu nastanka, kapaciteta 16.000 t/godišnje
- d) Odlagalište godišnjeg kapaciteta od 88.000 i minimalnog vijeka trajanja od 20 godina.

Postrojenje za mehaničku obradu kombinira sljedeće postupke: otvaranje vrećica, prebiranje, odvajanje metala (željezo i aluminij) te optičko sortiranje pomoću bliskih infracrvenih sortirki, što ima za cilj izvući najveći dio visoko kvalitetnih recikličnih materijala i odvajanje organskih materijala od ostale frakcije. Organski materijal se šalje u postrojenje za biološku obradu, dok se reciklični materijali šalje u jedinice za reciklažu. Materijali koje proces odbaci se odlažu na odlagalište. Organska frakcija komunalnog otpada se odvaja i konačno obrađuje u kompostani. Kompostiranje je u potpunosti automatiziran proces, u zatvorenim postrojenjima bez ispuštanja emisija

onečišćivača u okoliš. Kompostana radi kao negativni aeracijski sustav, što znači da se zrak ispuhuje kroz aeracijske cijevi u zemlju. Otpadni zrak iz procesa kompostiranja se obrađuje spaljivanjem na visokim temperaturama koristeći patentirani LARA sustav. Jedinica za dozrijevanje je projektirana poput aeriranog zatvorenog trapezoidnog lijeha, čime je postignuta bolja kvaliteta konačnog komposta i mala potrošnja energije. Glavni beneficija od kompostiranja je da se dobiveni kompost može koristiti na zemlji kao gnojivo ili za pripremu materijala za rekultivaciju tla. Ostaci od procesa obrade odlažu se na odlagalište, koje je smješteno unutar IWM granica, prema odredbama Direktive o odlagalištima otpada.

Preliminarno projektiranje, apliciranje za povlačenje sredstava iz EU kohezijskih fondova i nadzor izgradnje izvršeno je putem ENVIROPLAN S.A. Izgradnja postrojenja započela je 2007. godine, izgradnju je izvodila tvrtka HELECTOR S.A. i postrojenje upravo kreće s radom nakon uspješno završenog probnog roka.

**Ključne riječi:** Mehaničko Biološka obrada, kompostana, Direktiva o odlagalištima otpada 99/31/EC, optičko sortiranje



## OSVRT NA KONCEPTE MBO I BIOLOŠKOG REAKTORA ZA ODLAGALIŠTE OTPADA

### RETROSPECTION OF MBT AND BIOREACTOR CONCEPTS FOR LANDFILL OF WASTE

Danijela Skoko<sup>1</sup>, Mensur Mulabdić<sup>2</sup>, Danko Fundurulja<sup>3</sup>

#### Sažetak

Mehaničko biološka obrada komunalnog otpada predstavlja skup različitih postupaka obrade otpada s mogućnošću proizvodnje produkata za daljnje iskorištavanje vrijednih svojstava otpada uz različite načine odlaganja ostatka. Postoji niz različitih vrsta obrada čije prednosti i mane su prikazane u radu.

**Ključne riječi:** mehaničko biološka obrada, bioreaktorsko odlagalište

<sup>1</sup> HAAS INŽINJERING d.o.o. Đurđevac

<sup>2</sup> Građevinski fakultet Osijek, Drinska 16a, 31000 Osijek

<sup>3</sup> IPZ Uniprojekt TERRA, Babonićeva 32, Zagreb

### **Abstract**

Mechanical-biological treatment of municipal solid waste is a process of stabilization of biodegradable waste fraction with recyclable component and secondary fuel production. Such a waste management system would be gradually established and it depends on many factors. Systematically monitored waste composition and amount according to seasonal, spatial, demographical parameters, as well as legislative regulations, assures good results in decision-making process of a MBT set up.

**Key words:** mechanical-biological treatment, bioreactor, landfill



## ENERGIJA IZ BIORAZGRADIVOG ORGANSKOG OTPADA

### ENERGY FROM BIODEGRADABLE ORGANIC WASTE

Andrea Hublin<sup>1</sup>, Davor Kralik<sup>2</sup>, Mirjana Čurlin<sup>3</sup>

#### Sažetak

Biorazgradivi organski otpad zbog svoje specifičnosti i neprekidnog priljeva iz industrijske i poljoprivredne proizvodnje kao i uređaja za obradu otpadnih voda predstavlja potencijalnu opasnost za zdravlje ljudi i očuvanje okoliša. Strategijom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05) i Planom gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. - 2015. (NN 85/07) uređuje se gospodarenje različitim vrstama otpada, usklađeno s ciljevima hijerarhijskog koncepta gospodarenja otpadom. Iskorištavanjem energetske i materijalne svojstava biorazgradivog organskog otpada u granicama tehničkih, ekoloških i ekonomskih mogućnosti ponovnog korištenja, recikliranja i oporabe, doprinosi se povećanju udjela proizvedene energije iz obnovljivih izvora.

Anaerobna razgradnja uz proizvodnju bioplina bitan je proces u zbrinjavanju i iskorištavanju različitih vrsta biorazgradivog organskog otpada. Korištenje bioplina proizvedenog anaerobnom razgradnjom biorazgradivog organskog otpada predstavlja značajan potencijal u ostvarivanju energetske, ekološke i ekonomske koristi. Korištenjem najboljih raspoloživih tehnika te ostvarivanjem zahtjeva prema kriterijima očuvanja primarnih izvora energije i doprinosa ciljevima ublažavanja klimatskih promjena mogu se ostvariti pozitivni učinci proizvodnje energije iz biorazgradivog organskog otpada. Stvaranje poticajnog okruženja za primjenu okolišu prihvatljivih tehnika/mjera za smanjenje emisija stakleničkih plinova ujedno predstavlja i značajan doprinos smanjenju ranjivosti pojedinih dijelova ekosustava na klimatske promjene.

<sup>1</sup> EKONERG - Institut za energetiku i zaštitu okoliša, d.o.o., Koranska 5, HR-10000 Zagreb

<sup>2</sup> Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet Osijek, Trg sv. Trojstva 3, HR-31000 Osijek

<sup>3</sup> Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, HR-10000 Zagreb

Zakonodavni i institucionalni okvir proizvodnje i korištenja bioplina u Hrvatskoj u fazi je prilagodbe i nadogradnje s iskustvom dobre prakse, a razvojem domaćih projekata u tom području doprinosi se neovisnosti o tehnologijama razvijenih tržišta.

**Ključne riječi:** Biorazgradivi organski otpad, anaerobna razgradnja, bioplin, obnovljivi izvor energije, očuvanje energije, ublažavanje klimatskih promjena

### Abstract

Biodegradable organic waste due to specific characteristics and continuing intake from industry and agriculture production as well as facilities for wastewater treatment perform potential adversity for health and environmental protection. Management of the different types of waste is arranged by the Waste Management Strategy of the Republic of Croatia (OG 130/05) and Waste Management Plan of the Republic of Croatia for the period 2007 - 2015 (OG 85/07) and harmonised by objectives of the hierarchical concept of waste management. Using of material and energy potentials of waste, in the framework of technical, ecological and economic possibilities, contributes in increasing share of energy generated from renewable energy sources. Anaerobic digestion by biogas utilization is a significant process in reuse and recovery of different types of biodegradable organic waste. Using of biogas generated by anaerobic digestion of biodegradable organic waste represents considerable potential in energy, ecological and economic benefits achievement. Utilization of best available techniques and achievement of requirement according to criteria for energy conservation and contribution to climate change response goals enable acquirement of benefits by energy recovery from biodegradable organic waste. Enabling environment, which stimulate appliance of techniques/measures acceptable for environment as well as reduction of greenhouse gases emissions, represent significant contribution in reduction of vulnerability of specific component of eco system sensitive to climate change.

Legal and institutional framework for production and utilization of biogas in Croatia is still in the phase of adaptation and upgrade with good practice. Development of domestic projects in this field contributes to independence on technologies of developed markets.

**Key words:** Biodegradable organic waste, anaerobic digestion, biogas, renewable energy source, energy conservation, climate change mitigation



## **ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THERMAL TREATMENT AND MECHANICAL AND BIOLOGICAL TREATMENT (MBT)**

PREDNOSTI I NEDOSTACI TERMIČKE I MEHANIČKO-BIOLOŠKE OBRAD  
OTPADA

Pat Swords\*

### **Abstract**

The presentation addresses the advantages and disadvantages of thermal treatment and mechanical biological treatment, in which the regulatory drivers are analysed and the two systems compared with regard to appropriate benchmarks, such as energy recovery, disposal of residues, health related impacts, land-use planning. A conclusion is then drawn on a suitable way forward based on experience to date in other jurisdictions.

**Key words:** thermal waste treatment, Mechanical Biological waste treatment, energy recovery

---

\* Institution of Chemical Engineers

### **Sažetak**

U radu su obrađene prednosti i nedostaci termičke i mehaničko biološke obrade otpada, kroz analizu regulative, te usporedbu dva sustava u odnosu na adekvatne referentne točke poput uporabe energije, odlaganje ostataka, utjecaje na zdravlje, planiranje korištenja zemljišta. Zaključak je izveden na odgovarajući način temeljen na dosadašnjem iskustvu.

**Ključne riječi:** termička obrada otpada, mehaničko biološka obrada otpada, uporaba energije



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

### COST EFFECTIVENESS OF CONSTRUCTION OF HAZARDOUS WASTE THERMAL TREATMENT FACILITY IN CROATIA

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

#### Sažetak

Strategijom gospodarenja otpadom RH predviđeni koncept "IVO" (izbjegavanje-vrednovanje-odlaganje) uključuje termičku obradu otpada kao dio postupka uporabe 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

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

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

### **Abstract**

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



## PROBLEMI KOD TOPLINSKOG ISKORIŠTENJA OTPADNE DRVNE BIOMASE I MOGUĆA RJEŠENJA

### PROBLEMS RELATED TO THERMAL UTILISATION OF WOOD BIOMASS AND SOME POSSIBLE SOLUTIONS

Muharem Husić\*, Viktor Grilc\*

#### Sažetak

Istaknuti su problemi, koji se pojavljuju u Sloveniji kod toplinske upotrebe i iskoristivosti drvene biomase i drvnog otpada. Prvi dio problema proizlazi iz sadržaja onečišćujućih tvari u biomasi odnosno u otpadnom drvetu, koje mogu štetiti kotlu ili širem životnom okolišu. Granične vrijednosti, propisane u odgovarajućoj uredbi odnose se na sadržaj kiselih komponenata (klor, fluor, sumpor, bor) i na teške metale (arsen, bakar, kadmij, živa). Najveći ograničavajući parametar je sadržaj klora, koji je u prirodnoj drvnj biomasi dozvoljen u koncentraciji do 100 mg/kg, a za oplemenjen drveni otpad do 350 mg/kg. U većini slučajeva otpadno drvo sadrži znatno veću količinu klora i u nekim slučajevima teških metala od propisane vrijednosti. Iz tog razloga je uporaba otpadne drvene biomase, čak i prirodne, kao alternativnog goriva vrlo teška. Sadržaj klora u drvnj biomasi proizlazi dijelom iz rastućeg okoliša, dijelom iz kasnijeg onečišćenja, a u otpadnom drvetu iz impregnacijskih i oplemenjujućih sredstava.

Drugi dio problema se odnosi na odstranjivanje drvenog pepela. Pepeo iz otpadne drvene biomase uglavnom nije onečišćen, ali je zato vrlo alkalni i stoga nije prihvatljiv za uporabu u poljoprivredi. Pri odlaganju na deponije otpada, sadržaj vodotopivih tvari u pepelu je često kritičan parametar. Pepeo iz otpadnog drveta može biti onečišćen teškim metalima, čija alkalnost također predstavlja značajan problem. U referatu će biti prikazana neka moguća rješenja, npr. stabilizacija pepela prije odlaganja sa raznim dodacima ili karbonatizacijom, te moguća prerada u gnojivo za poljoprivredu.

**Ključne riječi:** toplinsko iskorištenje, drveni otpad, drveni pepeo, recikliranje, odstranjivanje

\* Kemijski inštitut, Hajdrihova ulica 19, Ljubljana, Slovenija

### **Abstract**

Problems relating thermal utilisation of fresh and waste wood, as well as classification and management of wood ashes in Slovenia, are presented and critically discussed. According to recent legal requirements even fresh (untreated) wood is often unsuitable for firing in middle to large size power plants due to high content of chlorine. Similarly, ashes are often found unsuitable for disposal at landfills due to high content of soluble substances and unburned carbon. Direct utilisation of wood ash in agriculture or forestry is hindered by its alkalinity. The latter can be reduced by spontaneous carbonisation by atmospheric or induced carbon dioxide. A promising utilisation options are mutual neutralisation / consolidation of wood ash and various dehydrated industrial or municipal wastes (e.g. compost, digestate, sewage sludge and paper mill sludge).

**Key words:** thermal utilisation, wood waste, wood ash, recycling, disposal



## PROIZVODNJA BIOPLINA IZ ORGANSKOG DIJELA KOMUNALNOG OTPADA U GRADU ZAGREBU

### BIOGAS PRODUCTION FROM ORGANIC PORTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN THE CITY OF ZAGREB

Dinko Sinčić\*, Bojan Ribić\*

#### Sažetak

Energetsko iskorištavanje biootpada kroz proizvodnju bioplina ima dva pozitivna učinka: izbjegavanje odlaganja na odlagalištu i proizvodnju važnog energenta čije su mogućnosti primjene višestruke. U tu je svrhu napravljena predstudija izvodljivosti koja pokazuje ekonomičnost takvog poduhvata u gradu Zagrebu. Analizirane su tri mogućnosti uporabe bioplina: kao stlačeni prirodni plin (CNG – Compressed Natural Gas) - biogorivo za vozila, korištenje u kogeneracijskim postrojenjima za proizvodnju električne energije i topline te mogućnost direktnog spajanja na gradsku plinsku mrežu.

Izračunate su maksimalne količine fosilnog goriva koje ovakvo postrojenje može zamijeniti doprinoseći tako značajno obvezama Republike Hrvatske u smanjenju emisija stakleničkih plinova.

Naime, prema procjenama u Gradu Zagrebu je oko 20% biootpada (70 000 tona) u komunalnom otpadu što bi bilo dovoljno za bioplinsko postrojenje snage preko 2MW.

**Ključne riječi:** proizvodnja bioplina, biootpad, predtretman biootpada, komunalni otpad

\* Zagrebački Holding, Podružnica Čistoća, Radnička cesta 82, 10000 Zagreb

### **Abstract**

Using biowaste to produce biogas has two positive effects: avoiding waste landfill deposition and obtaining new important energy source with multiple usage options. To that end the prefeasibility study has been carried out which demonstrates the profitability of such an undertaking in city of Zagreb. Three possibilities of biogas usage have been analyzed: as compressed natural gas (CNG) – biofuel for the road transport vehicles, as cogeneration unit fuel and the case of connection to the city gas grid. The maximal quantity of fossil fuel which this biogas could replace has been calculated giving the contribution to the obligations of Republic of Croatia regarding lowering of greenhouse gas emissions.

Namely, based on an estimate of 20% biowaste in municipal solid waste, biogas plant of 2 MW could be built.

**Key words:** biogas production, biowaste, biowaste pretreatment, municipal solid waste



## STUDIES TO IMPROVE THE CHARACTERISTICS OF A SOLID FUEL SECONDARY (C.S.S.) PRODUCED BY WASTE SPECIAL NON HAZARDOUS "HIQCSS"

STUDIJE ZA UNAPREĐENJE KARAKTERISTIKA KRUTOG SEKUNDARNOG GORIVA (C.S.S.) PROIZVEDENOG OD SPECIFIČNOG, NEOPASNOG OTPADA "HIQCSS"

Giuseppe Angelo Dalena<sup>1</sup>, Vladimir Kovacevic<sup>2</sup>, Gianluca Intini<sup>3</sup>

### Abstract

Paper shows research activities which were initiated and conducted at the production plant RDF Company Dalena Ecologia S.r.l. in Italy. In the production of HiQCSS were used the following types of special waste:

- Mixed plastics
- Used tires
- Textile Waste
- Waste footwear

The study conducted for the improvement of the quality of CSS to search for the standard composition of waste fuel has been the basis of design choice for the new facility being built by Dalena Ecologia Srl. In fact, it helped define the design choices suitable for engineering and logistics technology to be adopted for the production of a CSS quality and homogeneous. The technological approach is seen during the transposition of Directive EC 98/2008 *on waste and repealing certain Directives*.

**Key words:** Solid Fuel Secondary, Refuse Derived Fuel, Directive EC 98/2008 on waste and repealing certain Directives

<sup>1</sup> Dott. Ing. Giuseppe Angelo Dalena – Dalena Ecologia S.r.l.

<sup>2</sup> Dipl. Ing. Vladimir Kovacevic – Mikov Consulting

<sup>3</sup> Dott. Ing. Gianluca Intini – Politecnico di Bari - DIASS

## Sažetak

Rad opisuje aktivnosti provedene prilikom istraživanja izvedenog na postrojenju za proizvodnju goriva iz otpada (RDF) u vlasništvu tvrtke Dalena Ecologia S.r.l. u Italiji. U proizvodnji HiQCSS korištene su sljedeće vrste otpada:

- miješana plastika,
- otpadne gume,
- otpadni tekstil,
- otpadna obuća.

Temelj projektnog rješenja za novo postrojenje koje gradi tvrtka Dalena Ecologia Srl bila je studija provedena za poboljšanje kvalitete CSS-a koja je poslužila za istraživanje standardnog sastava goriva iz otpada. Studija je donijela potrebne informacije za definiranje projektantskih mogućnosti pogodnih za tehnologije izgradnje i logistike, a koje su usvojene u svrhu proizvodnje kvalitetnog i homogenog CSS-a. Tehnološki pristup prikazan je kod provođenja Direktive EC 98/2008 o otpadu i opozivu pojedinih Direktiva.

**Ključne riječi:** sekundarno kruto gorivo, gorivo iz otpada, Direktiva EC 98/2008 o otpadu i opozivu pojedinih Direktiva



## RECIKLIRANJE RASVJETNE OPREME

### RECYCLING OF LIGHTING EQUIPMENT

Aleksandra Anić Vučinić<sup>1</sup>, Nina Črnila<sup>1</sup>, Veljko Filipan<sup>3</sup>, Kristina Kosor<sup>2</sup>, Predrag Tepeša<sup>4</sup>

#### Sažetak

Gospodarenje rasvjetnom fluorescentnom opremom unutar gospodarenja elektroničkim i električnim otpadom predstavlja problem zbog žive koju fluorescentne svjetiljke sadrže, zbog čega se uslijed svoje dotrajalosti klasificiraju kao opasan otpad. Osim što sadrže komponente štetne za okoliš i zdravlje ljudi, fluorescentne svjetiljke sadrže i korisne materijale koji se mogu upotrijebiti kao sekundarne sirovine. Stoga, neodgovorno odbacivanje takvog otpada ima dvostruku štetu, bacaju se potencijalne sirovine i onečišćuje se okoliš. Živa unutar fluorescentnih svjetiljki otežava postupak recikliranja, pa je stoga potrebno neprestano razvijati učinkovitije tehnologije. Cilj recikliranja je proizvesti lomljeno staklo kategorizirano kao neopasan otpad, odnosno što učinkovitije ukloniti fosforni prah onečišćen živom, a otpadni aluminij iskoristiti kao sekundarnu sirovinu.

U ovom radu prikazana su laboratorijska ispitivanja uklanjanja žive zagrijavanjem uzoraka lomljenog stakla fluorescentnih cijevi i žarulja. Uzorci su zagrijavani na temperaturama od 50, 100 i 150 °C u vremenskim periodima od 15 i 30 min. Rezultati pokazuju da optimalna temperatura zagrijavanja iznosi 100 °C, pri kojoj se lomljeno staklo kategorizira kao neopasan otpad.

**Ključne riječi:** recikliranje, fluorescentne svjetiljke, živa, lomljeno staklo

<sup>1</sup> Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu

<sup>2</sup> Spectra-media d.o.o.

<sup>3</sup> Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije

<sup>4</sup> Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

### **Abstract**

Due to its deteriorated condition fluorescent lighting equipment are classified as hazardous waste. Besides containing components harmful to the environment and human health, fluorescent lamps also contain useful materials that can be used as a secondary raw material. Therefore, the irresponsible (unadequately) discarding of such waste is a double damage, casting away a potential raw material and polluting the environment. Mercury in the fluorescent lamps complicates the recycling process, and it is therefore necessary to continually develop more efficient technology. The aim of recycling is to produce broken glass categorized as non-hazardous waste, and to effectively remove phosphorus powder contaminated with mercury, providing reuse of aluminum as secondary raw.

This paper describes the laboratory tests of mercury removal by heating samples of crushed glass of bulbs and fluorescent tubes. The samples were heated at temperatures of 50, 100 and 150° C in intervals of 15 and 30 min. According to the results, the optimal heating temperature is 100 ° C, at which the broken glass is categorized as non-hazardous waste.

**Key words:** Recycling, fluorescent lamps, mercury, broken glass

### PODRUČJA DJELOVANJA:

- Projektiranje u industriji i zaštiti okoliša;
- Izrada studija o utjecaju na okoliš i elaborata zaštite okoliša;
- Analiza usklađenosti postrojenja sa NRT, uvođenje čistih tehnologija i izrada dokumentacije za objedinjene uvjete zaštite okoliša;
- Istražni radova, programi sanacije onečišćenog okoliša i provođenje odabranih sanacijskih rješenja;
- Investicijske studije i aplikacije za korištenje predpristupnih fondova EU;
- Ekološke revizije i auditi zaštite okoliša;
- Gospodarenje i zbrinjavanje otpada;
- Sustavi odvodnje otpadnih i oborinskih voda;
- Uređaji za pročišćavanje otpadnih voda;
- Praćenje kakvoće okoliša-monitoring;
- Procjena rizika;
- Nadzor i konzalting.

### GOSPODARENJE OTPADOM:

- ❖ Planovi gospodarenja otpadom;
- ❖ Istražni radovi, Idejni, Glavni i Izvedbeni projekti za sanaciju odlagališta komunalnog otpada i izgradnju novih centara za gospodarenje otpadom;
- ❖ Tehno-ekonomske analize cjelovitih sustava gospodarenja otpadom;
- ❖ Analize izbora tehnologija sortiranja i obrade komunalnog otpada i zbrinjavanja opasnog otpada;
- ❖ Prikupljanje otpada, primarna reciklaža i uporaba otpada;
- ❖ Pretovarne stanice i upravljanje prijevozom otpada;

### SUSTAVI ODVODNJE I OBRADA OTPADNIH VODA:

- ⬇ Idejni, Glavni i Izvedbeni projekti za sustave odvodnje i obrade otpadnih voda za industrijska postrojenja, gradove i općine;
- ⬇ Revizije postojećih rješenja i rekonstrukcije uređaja za obradu otpadnih voda,
- ⬇ Primjena suvremenih rješenja u obradi otpadnih voda - primjena SBR, PACT-SBR i MBR postupaka;
- ⬇ Uvođenje novih tehnologija obrade, kontrole i uklanjanje štetnih tvari iz pitke vode;
- ⬇ Korištenje aktivnog ugljena kod tercijalnih stupnjeva obrade otpadne vode i VRU jedinica;
- ⬇ Vođenje postrojenja za obradu otpadnih voda.

### PRAĆENJE STANJA OKOLIŠA:

- Izrada Sanacijskih programa i planova poboljšanja kakvoće zraka za industriju, naselja i gradove;
- Isporuka, ugradnja, vođenje i servisiranje postaja za praćenje kakvoće zraka;
- Praćenje kakvoće zraka i izrada mjesečnih i godišnjih izvješća
- Mjerenje emisija odlagališnih plinova na odlagalištima otpada;
- Praćenje kakvoće podzemnih voda
- Mjerenje razine buke i izrada karte buke za industrijske lokacije i naselja

# ECOINA

ZA ZAŠTITU OKOLIŠA d.o.o.



# ECOINA

SR Njemačke 10, 10020 Zagreb

Tel.: +385 1 66 00 559

Fax: +385 1 66 00 561

E-mail: [ecoina@zg.t-com.hr](mailto:ecoina@zg.t-com.hr)

[www.ecoina.com](http://www.ecoina.com)



# ECOINA

VAŠ PARTNER  
U ZAŠTITU OKOLIŠA

# SEDTMAYER

d.o.o.  
Montaža Postrojenja

Vaš partner za inovacijska rješenja u prehrambenoj industriji, pripremi i obradi voda, obnovljivoj energiji, zbrinjavanju i odvozu otpada



Priprema idejnih projekata vodoopskrbe i odvodnje, izrada glavnih i izvedbenih projekata pročištača otpadnih voda, nabava i ugradnja opreme za pročištače, puštanje u pogon, školovanje osoblja, upravljanje i održavanje uređaja, optimizacija i modernizacija rada postojećih uređaja

## HR – 40 314 Selnica, Zrinskih 12a

Kontakt: Marijan Fajfar  
Tel.: +385 40 385 006  
Fax: +385 40 385 007  
Mob.: +385 99 218 62 28  
Ured: Franje Punčeca 2  
40 000 Čakovec

E-mail: [marijan.fajfar@edtmayer.at](mailto:marijan.fajfar@edtmayer.at)

[www.edtmayer.at](http://www.edtmayer.at)

**A -1230 Wien, Perfektastraße 5**  
Tel.: +43- (0) 1 789 63 40 30  
Fax.: +43- (0) 1 789 63 40 30  
Mob.: +43- (0) 664 156 25 00

**BIH – 88 000 Mostar, Kralja Tvrtka 16**

Kontakt: Mario Novak  
+387 63 453 983  
Marijan Fajfar  
+385 99 218 62 28  
Tel.: +387 96 312 150  
Fax.: +387 96 148 797  
Ured: Kralja Tvrtka 16  
88 000 Mostar

# besplatan odvoz i zbrinjavanje električnog i elektroničkog otpada



**0800 444 110**

[www.eeotpad.com](http://www.eeotpad.com)



Priroda će Vam biti zahvalna!

# KOMUNALNA OPREMA

# Gradatin



**Gradatin d.o.o.**

Livadarski put bb, 10 360 Sesvete

**TEL:** + 385 1 2908 100 - **FAX:** + 385 1 2908 190

**E-MAIL:** prodaja@gradatin.hr

[www.gradatin.hr](http://www.gradatin.hr) - [www.webshop.gradatin.hr](http://www.webshop.gradatin.hr)

# Nazovite 0800-0204, riješite se auto-olupine i zaradite!



**Znate li da predavanjem auto-olupine na reciklažu možete zaraditi? Znate li da je odvoz besplatan? Dovoljan je samo jedan telefonski poziv na 0800-0204.**

Eko-akcija «Riješite se auto-olupine i zaradite!» C.I.O.S. grupe i dalje je u tijeku. Dosad je u akciji nekoliko tisuća otpadnih vozila dospjelo na recikliranje umjesto da je odbačeno u prirodu. Akcija je vrlo dobro prihvaćena, pa se planiraju nove akcije i za kućanske uređaje koje treba recicirati.

## Riješite se auto-olupine i zaradite

Građani cijele Hrvatske za cjelovite auto-olupine s urednom dokumentacijom dobivaju od C.I.O.S. grupe veće naknade od onih osiguranih postojećom regulativom. Auto-olupine C.I.O.S. grupa besplatno odvozi i reciklira. Bez obzira na to predaje li vlasnik vozilo u reciklažnom centru članica C.I.O.S. grupe ili se otpadno vozilo preuzima kod vlasnika, C.I.O.S. grupa plaća minimalno pola kune po kilogramu otpadnog vozila.

Sve informacije dostupne su na besplatnom telefonu 0800 0204, a online prijava za besplatni odvoz otpadnih vozila moguća je na web adresi: [www.cezar-zg.hr](http://www.cezar-zg.hr)

## Besplatno se riješite perilice, štednjaka, hladnjaka...

Članice C.I.O.S. grupe besplatno dolaze i po velike kućanske uređaje – hladnjake, štednjake, perilice, sušilice i drugo, a građani ih i sami mogu predati u reciklažne centre C.I.O.S. grupe. Osim toga, besplatno se u centre mogu predati i sve vrste otpadnih guma – osobnih, dostavnih,

teretnih i putničkih vozila, te poljoprivrednih i radnih strojeva.

## Odlični rezultati akcije

Prema podacima Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost prošle godine prikupljeno je u cijeloj Hrvatskoj više od 24 tisuće otpadnih vozila. To je porast od 300% u usporedbi s 2008., u kojoj je prikupljeno 7.887 otpadnih vozila. Procjenjuje se da je prošle godine C.I.O.S. grupa sakupila i obradila više od 96% otpadnih vozila u Hrvatskoj, što dokazuje vodeću ulogu i izniman angažman u uspostavljanju sustavnog gospodarenja otpadom u Hrvatskoj. Građani i tvrtke i dalje sve više prijavljuju otpadna vozila i bijelu tehniku za besplatan odvoz i recikliranje.

## C.I.O.S. - Vaš partner u očuvanju okoliša

Predsjednik uprave C.I.O.S.-a Petar Pripuz kaže da će akcija u velikoj mjeri pomoći u čišćenju Hrvatske od auto-olupina, te da više ne bi trebalo biti auto-olupina u prirodi, ili po dvorištima i parkiralištima. «C.I.O.S. grupa je u zadnjih šest godina iz prirode izvukla i reciklirala više od 13 tisuća odbačenih automobila. Auto-olupine odsad uopće više ne bi trebale zagađivati okoliš, ne bi uopće trebale dospijevati u prirodu. Članice C.I.O.S. grupe će ih sve besplatno preuzeti i još k tome do daljnog plaćati veće naknade od propisanih», rekao je Pripuz i istaknuo: «C.I.O.S. je partner u očuvanju okoliša, i tvrtkama i građanima. Besplatno odvozi otpadna vozila i velike kućanske uređaje. Nakon godina i godina odbacivanja auto-olupina i bijele tehnike u prirodu, vrijeme je da auto-olupine izravno idu u postupak recikliranja.»

1. Želimo li ovako zagađenu Hrvatsku, a jedan telefonski poziv je dovoljan da članice C.I.O.S. grupe prikupe i recikliraju auto-olupine, i još k tome plate vlasniku naknadu? 2. Sakupljene auto-olupine u zagrebačkom pogonu za recikliranje 3. Vadenje auto-olupine iz prirode, prizor kojeg više ne bi trebalo biti 4. C.I.O.S. iz prirode ponad Dubrovnika izvlači auto-olupinu

■ Autori fotografija: Romeo Ibršević i Josip Štilinović



**C.I.O.S.**  
GRUPA

Vaš partner u očuvanju okoliša



**Besplatno odvozimo i recikliramo stare hladnjake, perilice, štednjake...**



**Besplatno preuzimamo otpadne gume**

**Besplatni telefon za informacije i prijavu odvoza: 0800-0204**

**Online prijava: [www.cezar-zg.hr](http://www.cezar-zg.hr)**

