

XVI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ GOSPODARENJE OTPADOM ZAGREB 2022.

Zagreb, Hrvatska 12. - 14. 12. 2022.

KNJIGA SAŽETAKA

Zagreb, prosinac 2022.

Nakladnik:

Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Za nakladnika:

prof.dr. sc. Aleksandra Anić Vučinić

Glavni urednici

prof.dr. sc. Aleksandra Anić Vučinić

izv.prof.dr.sc. Sanja Kalambura

Lana Krišto, mag.ing.geol

ISBN: 978- 953 - 8066 - 09 -2

Nacionalna i sveučilišna knjižnica Zagreb

ORGANIZATORI / ORGANIZERS:

INTERNATIONAL SOLID WASTE ASSOCIATION (ISWA)

HRVATSKA UDRUGA ZA GOSPODARENJE OTPADOM (članica ISWA-e)
CROATIAN ASSOCIATION FOR WASTE MANAGEMENT (ISWA member)

GEOTEHNIČKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU
FACULTY OF GEOTECHNICAL ENGINEERING, UNIVERSITY OF ZAGREB

POD POKROVITELJSTVOM

MINISTARSTVA GOSPODARSTVA I ODRŽIVOG RAZVOJA
MINISTRY OF ECONOMY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

FONDA ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I ENERGETSKU UČINKOVITOST
ENVIRONMENTAL PROTECTION AND ENERGY EFFICIENCY FUND

HRVATSKE GOSPODARSKE KOMORE
CROATIAN CHAMBER OF COMMERCE

POD PODRŠKOM/ UNDER SUPPORT

Balkanske okolišne asocijacije
BALKAN ENVIRONMENTAL ASSOCIATION

Udruge za promicanje inkluzije
ASSOCIATION FOR PROMOTING INCLUSION

Časopisa ADRS (Annals of Disaster Risk Sciences)
JOURNAL ADRS (Annals of Disaster Risk Sciences)

Časopisa “The Holistic Approach to Environment”
JOURNAL “The Holistic Approach to Environment”

ZAHVALJUJEMO / WE THANK

svima koji su pomogli održavanju XVI. Međunarodnog simpozija, a posebno
to all those who helped organizing the XVIth International Symposium, in particular:

Zlatnim spozorima / Golden sponsors

Company Hofstetter Environmental SRL



OPERA GROUP d.o.o.



IPZ UNIPROJEKT TERRA d.o.o.



Srebrim sponzorima / Silver sponsors

CE-ZA-R d.o.o.



CIOŠ
GRUPA

O-K-TEH d.o.o.



**Brončanim
sponzorima /**
Bronze sponsors

Unija nova d.o.o.



MUNDO MELIUS d.o.o.



Još davne 1990. godine održan je prvi Međunarodni simpozij gospodarenja otpadom Zagreb, čime se organizacijom ovog XVI. Međunarodnog znanstveno-stručnog simpozija zaokružuje ciklus od 30 godina tradicije održavanja ovakve manifestacije. Na ovom skupu, kao i uvijek do sada okupljaju se eminentni stručnjaci i znanstvenici u području gospodarenja otpadom iz jugoistočne Europe.

Kružno gospodarstvo stavlja naglaske na novi pristup cjelovitom sustavu gospodarenja otpadom, a time i dodatne izazove svim dionicima sustava. Danas, nakon dvogodišnje pandemije zbog koje nažalost nije održan Simpozij 2020. godine te energetske i gospodarske globalne krize, sustav gospodarenje otpadom nalazi se pred velikim izazovima. Stoga se više nego ikad zahtijevaju nova rješenja u sektoru gospodarenja otpada primjenom novih tehnologija, digitalizacijama sustava, novim pristupima u ispunjenju ciljeva kružnog gospodarstva i zelene tranzicije. Ovogodišnji znanstveno – stručni simpozij analizirati će velike promjene u cjelokupnom sustavu gospodarenja otpada u svim segmentima, s posebnim naglaskom na ulogu energetske oporabe u kružnom gospodarstvu, gospodarenja svim aspektima komunalnog otpada od prikupljanja do recikliranja i implementacijom kružnog gospodarstva u realni sektor. Rat u Ukrajini uzrokovao je probleme s energentima kao i promjenu globalnih puteva transporta što kružnom gospodarstvu predstavlja dodatni izazov. U sklopu simpozija posebna pozornost dat će se proizvođačima proizvoda koji kroz proširenu odgovornost proizvođača postaju važan dio sustava gospodarenja otpadom i sudionik u ostvarivanju ciljeva kružnog gospodarstva.

Cilj ovog simpozija je da se suradnjom znanstvenog i stručnog sektora te gospodarskog i komunalnog sektora, za ove goruće probleme, pronađu kvalitetna rješenja koja će problematiku gospodarenja svim kategorijama otpada sagledati s aspekta načela gospodarenja otpadom, hijerarhije gospodarenja otpadom, kružnog gospodarstva, zelene i digitalne tranzicije.

XVI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ GOSPODARENJE OTPADOM ZAGREB 2022.
Zagreb, Hrvatska 12. - 14 12. 2022.
XVIth INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WASTE MANAGEMENT ZAGREB 2022.
Zagreb, Croatia 12th - 14th December 2022

The first International Symposium on Waste Management in Zagreb was held back in 1990. With this 16th International Scientific and Expert Symposium tradition is cycled with 30 years of organizing such a manifestation gathering eminent experts and scientists in the field of waste management from across the region.

The circular economy places emphasis on a new approach to a comprehensive waste management system, and thus additional challenges to all system stakeholders. Today, after a two-year pandemic that unfortunately prevented the 2020 Symposium from being held and the energy and economic global crisis, the waste management system is facing major challenges. Therefore, more than ever, new solutions are required in the waste management sector through the application of new technologies, digitalization of systems, and new approaches in fulfilling the goals of the circular economy and green transition. Therefore, this year's scientific-professional symposium will analyse major changes in the entire waste management system in all segments, with special emphasis on the role of energy recovery in the circular economy, management of all aspects of municipal waste from collection to recycling, and the implementation of the circular economy in the real sector. The war in Ukraine caused problems with energy sources as well as a change in global transport routes, which presents an additional challenge to the circular economy. As part of the symposium, special attention will be given to product manufacturers who, through extended producer responsibility, become an important part of the waste management system and a participant in achieving the goals of the circular economy.

The aim of symposium is to give quality solutions through the cooperation of the scientific and professional sector and other stakeholders in the waste management system - solutions that will address the issues in overall management of all categories from the aspect of waste management principles, waste management hierarchy and the circular economy.

The first International Symposium on Waste Management in Zagreb took place back in 1990. This 16th International Scientific and Expert Symposium continues the tradition of organising such an event for 30 years, with the participation of outstanding experts and scientists in the field of waste management from the whole region.

The circular economy puts emphasis on a new approach to a comprehensive waste management system, posing additional challenges to all stakeholders. Today, after a two-year pandemic that unfortunately prevented the 2020 Symposium from taking place, and the global energy and economic crisis, the waste management system is facing major challenges. Therefore, more than ever, new solutions are needed in the field of waste management through the application of new technologies, the digitalization of systems and new approaches to meet the goals of the circular economy and the green transition. Therefore, this year's scientific-professional symposium will analyse the major changes in the entire waste management system in all segments, with a special focus on the role of energy recovery in the circular economy, the management of all aspects of municipal waste from collection to recycling, and the implementation of the circular economy in the real sector. The war in Ukraine has led to problems with energy sources and a change in global transportation routes, which poses an additional challenge for the circular economy. During the symposium, special attention will be paid to product manufacturers, who become an important part of the waste management system through extended producer responsibility and are involved in achieving the goals of the circular economy.

The aim of the symposium is to find high quality solutions that address the problems in the overall management of all categories from the point of view of waste management principles, waste management hierarchy and circular economy through the cooperation of the scientific and professional sector and other stakeholders in the waste management system.

TEME SIMPOZIJA

1. Izazovi kružnog gospodarstva
2. Globalni utjecaj na implementaciju sustava gospodarenja otpadom
3. Učinkovitost odvojenog prikuplja
4. Nove tehnologije u gospodarenju otpadom
5. Energetska uporabe otpada
6. Gospodarenje otpadnim muljem
7. Morski otpad i mikroplastika
8. Produžena odgovornost proizvođača
9. Gospodarenje otpadom kao gospodarska aktivnost
10. Suradnja znanosti i gospodarstva u službi gospodarenja otpadom

SYMPOSIUM THEMES

1. Challenges of the Circular Economy
2. Global Influence on the Implementation of the Waste Management System
3. The Efficiency of Separate Collection
4. New Technologies in Waste Management
5. Energy Recovery from Waste
6. Waste Sludge Management
7. Marine Litter and Microplastics
8. Extended Producer Responsibility
9. Waste Management as an Economic Activity
10. Cooperation between Science and Industry in the Service of Waste Management

ZNANSTVENO-ORGANIZACIJSKI ODBOR

prof. dr. sc. Aleksandra Anić Vučinić, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
izv.prof. dr.sc. Sanja Kalambura, Veleučilište Velika Gorica, Republika Hrvatska
dr.sc. Susana Paixao, Sveučilište u Coimbri, Portugal
dr.sc. Renato Šarc, Sveučilište Montan Leoben, Austrija
mr.sc. Martin Steiner, Innsbruck, Austrija
prof.dr.sc. Nevenko Herceg, Sveučilište u Mostaru, Bosna i Hercegovina
prof.dr.sc. Goran Vujić, Sveučilište u Novom Sadu, Republika Srbija
dr.sc. Vitimir Premur, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
doc.dr.sc. Ivana Grčić, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
izv.prof.dr.sc. Igor Petrović, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
dr.sc. Draženko Bjelić, Sveučilište u Banja Luci, Bosna i Hercegovina
prof. emeritus Darko Mayer, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
prof.dr.sc. Darko Kiš, Sveučilište u Osijeku, Republika Hrvatska
dr.sc. Zlatko Milanović, Republika Hrvatska
prof. emerita Natalija Koprivanac, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
prof.dr.sc. Anita Štrkalj, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
prof.dr.sc. Zoran Glavaš, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
prof.dr.sc. Roland Pomberger, Sveučilište Montan Leoben, Austrija
doc.dr.sc. Dražen Vouk, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
doc.dr.sc. Vlasta Zanki, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
dr. Mariana Golumbeanu, potpredsjednik B.EN.A., Nacionalni institut za istraživanje i razvoj mora "Grigore Antipa", Rumunjska
prof. dr.sc. Luka Traven, Sveučilište u Rijeci, Republika Hrvatska
dr.sc. Merica Pletikosić, Cemex d.o.o., Republika Hrvatska
prof.dr. sc. Edita Vujasinović, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
dr.sc. Ivana Presečki, Sveučilište u Zagrebu, Republika Hrvatska
dr. sc. Riva Waldman, ISWA, Israel
Doron Sapir, ISWA, Israel
Silva Carlos, ISWA, Brazil
Tadenko Tabain, dipl.iur., HUGO, Republika Hrvatska
Danko Fundurulja, dipl. ing, HUGO, Republika Hrvatska
Mirko Budiša, dipl.ing. HUGO, Republika Hrvatska
Josip Grgić, dipl.ing., Grupacija CGO, Republika Hrvatska
mr.sc. Goran Pašalić, HUGO, Republika Hrvatska
Robert Podrug, dipl.ing., Bikarac d.o.o. Šibenik, Republika Hrvatska
Dino Perović, dipl.ing., Eko d.o.o., Republika Hrvatska
Hrvoje Dokoza, Republika Hrvatska
Daniela Nelepa, dipl.oec., ISWA, Sjeverna Makedonija
Lana Krišto, mag.ing., HUGO, Republika Hrvatska
Elizabeta Tomašić, mag.ing., HUGO, Republika Hrvatska
Marjancho Dameski, ISWA, Sjeverna Makedonija
Dragiša Marjanović, ISWA, Bosna i Hercegovina

XVI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ GOSPODARENJE OTPADOM ZAGREB 2022.
Zagreb, Hrvatska 12. - 14 12. 2022.
XVIth INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WASTE MANAGEMENT ZAGREB 2022.
Zagreb, Croatia 12th - 14th December 2022

Dr.sc. Krisztina Wegner, ISWA, Mađarska
Prof. Dr. Carolina Constantin, Politehničko sveučilište Bukurešt, Rumunjska
Prof. Dr. Ilija Brčeski, Kemijski fakultet, Sveučilište u Beogradu, Republika Srbija
Prof.dr.sc. Siniša Ozimec, B.EN.A., Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera,
Republika Hrvatska
Alin Shipopu, stručnjak za odlagališne plinove, Rumunjska

SCEINTIFIC AND EXPERT COMMITTEE

full professor Aleksandra Anić Vučinić, Ph.D., University of Zagreb, Republic of Croatia
associate professor Sanja Kalambura, Ph.D., University of Applied Sciences Velika Gorica, Republic of Croatia
Susana Paixao, Ph.D., University of Coimbra, Portuguese Republic
Renato Šarc, Ph.D., University of Leoben, Republic of Austria
Martin Steiner, M.Sc., Innsbruck, Republic of Austria
full professor Nevenko Herceg, Ph.D., University of Mostar, Bosnia and Herzegovina
full professor Goran Vujić, Ph.D., University of Novi Sad, Republic of Serbia
Vitomir Premur, Ph.D., University of Zagreb, Republic of Croatia
Ivana Grčić, Ph.D., University of Zagreb, Republic of Croatia
Assoc. Prof. Igor Petrović, Ph.D., University of Zagreb, Republic of Croatia
Draženko Bjelić, Ph.D. University of Banja Luka, Bosnia and Herzegovina
prof. emeritus Darko Mayer, Ph.D. University of Zagreb, Republic of Croatia
full professor Darko Kiš, Ph.D., University of Osijek, Republic of Croatia
Zlatko Milanović, Ph.D., Republic of Croatia
prof. emerita Natalija Koprivanac, Ph.D. University of Zagreb, Republic of Croatia
associate professor Anita Štrkalj, Ph.D. University of Zagreb, Republic of Croatia
associate professor Zoran Glavaš, Ph.D. University of Zagreb, Republic of Croatia
full professor Roland Pomberger, Ph.D., University of Leoben, Republic of Austria
Dražen Vouk, Ph.D., University of Zagreb, Republic of Croatia
Vlasta Zanki, Ph.D., University of Zagreb, Republic of Croatia
full professor Luka Traven, Ph.D., University of Rijeka, Republic of Croatia
Merica Pletikosić, Ph.D., Cemex d.o.o., Republic of Croatia
full professor Edita Vujasinović, Ph.D., University of Zagreb, Republic of Croatia
Ivana Presečki, Ph.D., University of Zagreb, Republic of Croatia
Riva Waldman, Ph.D., ISWA, Israel
Doron Sapir, ISWA, Israel
Silva Carlos, ISWA, Brazil
Tadenko Tabain, dipl.iur., CROWMA, Republic of Croatia
Danko Fundurulja, dipl. ing, CROWMA, Republic of Croatia
Mirko Budiša, dipl.ing. CROWMA, Republic of Croatia
Josip Grgić, dipl.ing., Waste management centres (WMCs), Republic of Croatia
Goran Pašalić, M.Sc., CROWMA, Republic of Croatia
Dino Perović, dipl.ing., Eko d.o.o., Republic of Croatia
Hrvoje Dokoza, Republic of Croatia
Daniela Nelepa, dipl.oec., ISWA, Republic of North Macedonia
Lana Krišto, mag.ing., CROWMA, Republic of Croatia
Elizabeta Tomašić, mag.ing., CROWMA, Republic of Croatia
Marjancho Dameski, ISWA, Republic of North Macedonia
Dragiša Marjanović, ISWA, Bosnia and Herzegovina
Krisztina Wegner, Ph.D., ISWA, Hungary
full professor Carolina Constantin, Ph.D., Polytechnica University of Bucharest, Romania

XVI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ GOSPODARENJE OTPADOM ZAGREB 2022.
Zagreb, Hrvatska 12. - 14. 12. 2022.
XVIth INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WASTE MANAGEMENT ZAGREB 2022.
Zagreb, Croatia 12th - 14th December 2022

full professor Ilija Brčeski, Ph.D., Faculty of Chemistry, University of Belgrade,
Serbia

Mariana Golumbeanu, Ph.D., National Institute for Marine Research and
Development "Grigore Antipa", Romania

full professor Siniša Ozimec, Ph.D., B.EN.A. Liaison Office Croatia in Osijek,
University of Josipa Jurja Strossmayera

Alin Shipopu, technologies expert (landfill gas and landfill leacher), Romania

XVI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ GOSPODARENJE OTPADOM ZAGREB 2022.
Zagreb, Hrvatska 12. - 14 12. 2022.
XVIth INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WASTE MANAGEMENT ZAGREB 2022.
Zagreb, Croatia 12th - 14th December 2022

KONTAKT ADRESA

HRVATSKA UDRUGA GOSPODARENJE OTPADOM

Ivana Cankara 21, 10000 Zagreb

Tel: +385 18895274; Mob: +385 989830917

E-mail: info@hugo.com.hr

Web adresa: www.hugo.com.hr

CONTACT ADDRESS

CROATIAN WASTE MANAGEMENT ASSOCIATION

Ivana Cankara 21, 10000 Zagreb

Tel: +385 18895274; Mob: +385 989830917

E-mail: info@hugo.com.hr

Web address: www.hugo.com.hr

SADRŽAJ / TABLE OF CONTENTS

ANALIZA BIOLOŠKI I MEHANIČKI OBRAĐENOG MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA METODOM IZLUŽIVANJA.....	27
ANALYSIS OF BIOLOGICALLY AND MECHANICALLY TREATED MIXED COMMUNAL WASTE BY LEACHING TEST	27
A. MESAREK, N. HRNČIĆ ^{1*} , A. ANIĆ VUČINIĆ ¹ , I. PETROVIĆ ¹	27
ANALIZA NAVIKA O ODVOJENOM PRIKUPLJANJU BIOTPADA I VAŽNOST RAZUMIJEVANJA POJMA KRUŽNOG GOSPODARSTVA	29
ANALYSIS OF THE HABITS OF SEPARATE COLLECTION OF BIOWASTE AND THE IMPORTANCE OF UNDERSTANDING THE CONCEPT OF CIRCULAR ECONOMY ..	29
Izv.PROF.DR.SC. SANJA KALAMBURA ^{1*}	29
DA LI SU KONCEPTI RECIKLAŽE DOVOLJNI U DRUŠTVIMA ZASNOVANIM NA CIRKULARNOJ EKONOMIJI?	31
ARE RECYCLING CONCEPTS SUFFICIENT IN CIRCULAR ECONOMY SOCIETIES? ..	31
NEMANJA STANISAVLJEVIĆ ^{1*} , GORAN VUJIC ¹ , NIKOLINA TOSIĆ ¹ AND MARKO ROKVIĆ ¹	31
DINAMIČKA DEGRADACIJA KOMUNALNOG OTPADA U TIJELU ODLAGALIŠTA "ADA" ČAPLJINA	33
DYNAMIC DEGRADATION OF MUNICIPAL WASTE IN THE BODY OF THE "ADA" ČAPLJINA LANDFILL	33
ANA BULJUBAŠIĆ ¹ , TOMISLAV LUKIĆ ² , NEVENKO HERCEG ³	33
ENERGETSKA OPORABA KOMUNALNOG OTPADA U RH: POTENCIJAL I PERSPEKTIVE	35
COMBUSTION AND ENERGY RECOVERY OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN CROATIA: POTENTIAL AND PERSPECTIVES	35
LUKA TRAVEN ^{1*,2}	35
FIZIKALNA SVOJSTVA OTPADNOG MULJA IZ RECIKLIRANJA OTPADNIH OTAPALA	37
PHYSICAL PROPERTIES OF WASTE SLUDGE FROM WASTE SOLVENT RECOVERY	37
SILVIJA PETKOVIĆ, MAG. APPL. CHEM. ^{1*} , PROF. DR. SC. ALEKSANDRA ANIĆ-VUČINIĆ ¹	37

IMPLEMENTACIJA INOVATIVNIH POSLOVNIH MODELA KRUŽNOG GOSPODARSTVA U MEĐIMURSKOJ ŽUPANIJI	39
IMPLEMENTATION OF INOVATIVE BUSSINES MODELS OF CIRCULAR ECONOMY IN MEĐIMURSKA COUNTY.....	39
GORAN SABOL, MAG.ING.GEOING. ^{1*} , MAGDALENA TRSTENJAK, MAG.ING.AGR. ^{2*}	39
INTEGRALNI SISTEM UPRAVLJANJA AMBALAŽNIM OTPADOM U FEDERACIJI BOSNE I HERCEGOVINE.....	41
INTEGRAL SYSTEM OF PACKAGING WASTE MANAGEMENT IN THE FEDERATION OF BOSNIA AND HERZEGOVINA.....	41
TOMISLAV LUKIĆ, PH.D ^{1*} , AMELA HRBAT ²	41
ISKUSTVA GOSPODARENJA OTPADOM NAKON POTRESA - PRIMJER GRADA PETRINJE	43
EXPERIENCES OF WASTE MANAGEMENT AFTER THE EARTHQUAKE - THE EXAMPLE OF THE CITY OF PETRINJE.....	43
DRAGANA TRKULJA, BACC.ADMIN.CRIS. ^{1*} , IZV.PROF.DR.SC. SANJA KALAMBURA ²	43
IZGRADNJA I SANACIJA ODLAGALIŠTA OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ (OD 1950. GODINE DO 2022. GODINE).....	45
WASTE LANDFILLS IN CROATIA (YEAR 1950 - 2022)	45
DANKO FUNDURULJA ^{1*}	45
KEMIJSKO RECIKLIRANJE PLASTIKE	47
CHEMICAL RECYCLING OF PLASTIC.....	47
DR.SC. DINKO SINČIĆ ^{1*}	47
MOGUĆNOST RECIKLIRANJA LCD EKRANA.....	48
LCD SCREEN RECYCLING POSSIBILITIES	48
SNJEŽANA ŠIMUNIĆ ^{1*}	48
MOGUĆNOSTI RUDARENJA ODLAGALIŠTA U RH.....	50
POSSIBILITIES OF LANDFILL MINING IN THE REPUBLIC OF CROATIA.....	50
IVAN MESIĆ ^{*1} , DINO PEROVIĆ ²	50
MONITORING EMISIJA U ZRAK IZ POSTROJENJA ZA SPALJIVANJE/SUSPALJIVANJE OTPADA PRIMJENOM ZAMJENSKIH PARAMETARA	52

AIR EMISSION MONITORING FROM WASTE INCINERATION/CO-INCINERATION INSTALLATIONS USING SURROGATE PARAMETERS	52
DAMIR RUMENJAK ^{1*}	52
ODLAGALIŠTA OTPADA U KRAPINSKO-ZAGORSKOJ ŽUPANIJI.....	54
WASTE LANDFILLS OF KRAPINSKO ZAGORSKA COUNTY	54
IVANA PILJEK MILETIĆ ^{1*}	54
OPORABA BAKRA IZ LICNASTIH KABELA ELEKTROSTATIČKOM SEPARACIJOM .55	55
RECOVERY OF COPPER FROM THIN FLEXIBLE WIRES BY ELECTROSTATIC SEPARATION.....	55
GORDAN BEDEKOVIĆ ¹ , PAVAO KOSTEL ²	55
POGLED UNATRAG	57
LOOK BACK.....	57
ZLATKO MILANOVIĆ ^{1*}	57
PREGLED MOGUĆNOSTI OPORABE LOPATICA VJETROAGREGATA NA KRAJU ŽIVOTNOG VIJEKA VJETROELEKTRANA	59
POSSIBILITIES OF WINDTURBINE BLADES RECOVERY AT THE END OF THE LIFE OF A WIND POWER PLANT	59
MIRJAM FUŠTAR MAG. PROT. NAT. ET AMB. ^{1*} , KRISTINA BLAGUŠEVIĆ MAG. OECOL. ¹ , MR. SC. SANJA GRABAR DIPL. ING. KEM. ¹	59
PRIMJENA MULJA IZ PROČISTAČA OTPADNIH VODA U PROIZVODNJI ENERGETSKIH KULTURA	61
APPLICATION OF SLUDGE FROM WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN THE PRODUCTION OF ENERGY CROPS	61
NEVEN VOĆA ^{1*} , JOSIP LETO ¹ , TOMISLAV KARAŽIJA ¹ , MILAN POLJAK ¹	61
PROBLEMATIKA KVALITETE PODATAKA U FINANCIRANJU SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM U REPUBLICI HRVATSKOJ	63
DATA QUALITY ISSUES REGARDING THE FINANCING OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE REPUBLIC OF CROATIA.....	63
DR.SC. PREDRAG KORICA, UNIV. SPEC. TECHN. ALIMENT ^{1*}	63
PROBLEMATIKA PODATAKA ZA MODEL CJELOVITOG SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM	65

DATA PROBLEMS FOR THE MODEL OF INTEGRATED WASTE MANAGEMENT SYSTEM	65
PROCJENA TOKOVA KOMUNALNOG OTPADA IZ KUĆANSTAVA NA MJESTU NASTANKA U SVJETLU NOVOG SUSTAVA NAPLATE ODVOZA OTPADA U GRADU ZAGREBU	67
ASSESSMENT OF MUNICIPAL WASTE STREAMS FROM HOUSEHOLDS AT THE POINT OF GENERATION WITH REGARD TO THE NEW COLLECTION SYSTEM FOR WASTE DISPOSAL IN THE CITY OF ZAGREB	67
TOMISLAV DOMANOVAC ^{1*} , DANKO FUNDURULJA ¹ , MARIJA VUKOVIĆ DOMANOVAC ²	67
PROJEKTIRANJE, RADNA ISKUSTVA I IZGLEDI POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ OTPADA CELJE U KONTEKSTU GOSPODARENJA OTPADOM U SLOVENIJI	69
DESIGNING, OPERATION EXPERIENCE AND OUTLOOK OF CELJE WASTE – TO – ENERGY PLANT IN CONTEXT OF SLOVENIAN WASTE MANAGEMENT	69
FILIP KOKALJ ¹ , NIKO SAMEC ¹	69
REZULTATI PRIMJENE PRINCIPA „ONEČIŠĆIVAČ PLAĆA“ KORIŠTENJEM STANDARDIZIRANIH VREĆICA U GRADU ZAGREBU	71
RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE POLLUTER PAYS PRINCIPLE THROUGH STANDARDIZED BAGS IN THE CITY OF ZAGREB	71
BOJAN RIBIĆ ¹ , ALEN HADŽIĆ ¹ , DAVOR VIĆ ¹	71
SASTAV I OSNOVNI GEOTEHNIČKI PARAMETRI BIOOSUŠENOG KOMUNALNOG ČVRSTOG OTPADA.....	73
COMPOSITION AND BASIC GEOTECHNICAL PARAMETERS OF BIODRIED MUNICIPAL SOLID WASTE	73
D. BOSILJ ^{1*} , I. PETROVIĆ ¹ , N. HRNČIĆ ¹ , N. KANIŠKI ¹	73
KALKULATOR UGLJIKA ZA SEKTOR GOSPODARENJA OTPADOM U METROPOLI TEL AVIV	75
THE "CLIMATE CALCULATOR" OF TEL-AVIV METROPOLITAN FOR REDUCING GREENHOUSE GAS EMITTED BY WM ACTIONS	75
MR. IFTACH INBAR ¹	75
UPRAVLJANJE OTPADOM U BIH: SADAŠNJI I BUDUĆI IZAZOVI	76
WASTE MANAGEMENT IN BIH: PRESENT AND FUTURE CHALLENGES	76

DRAŽENKO BJELIĆ ^{1*} , BORISLAV MALINOVIĆ ¹ , DRAGANA NEŠKOVIĆ MARKIĆ ²	76
UTJECAJ PRIMJENE LEBDEĆEG PEPELA NA PH U POLJOPRIVREDNIM I ŠUMSKIM TLIMA: META-ANALIZA.....	78
THE IMPACT OF FLY ASH APPLICATION ON PH IN AGRICULTURAL AND FORESTRY SOILS: A META-ANALYSIS APPROACH	78
J. HORVATINEC ^{1*} , G. ONDRAŠEK ¹	78
DRUGAČIJI ZAKONODAVNI PRISTUP – UREĐENJE SUSTAVA PRODUŽENE ODGOVORNOSTI PROIZVOĐAČA KROZ ZAKON.....	80
A DIFFERENT LEGAL APPROACH - REGULATING EPR IN AN UMBRELLA LAW	80
DR. KRISZTINA WEGNER ^{1*}	80
OBRADA PROCJEDNIH VODA – DOBAR PRIMJER KRUŽNOG GOSPODARSTVA .82 LANDFILL LEACHATE TREATMENT – A GOOD EXAMPLE IN CIRCULAR ECONOMY	82
ERIKA HORVÁTH ^{1*}	82

12. prosinac 2022, Hotel Dubrovnik

12 December 2022, Hotel Dubrovnik

15.00-16.00	Registracija sudionika <i>Participants registration</i>	
16.00-16.15	Pozdravni govori i otvaranje skupa <i>Opening and welcome speeches</i> Dodjela nagrade za životno djelo <i>Awarding of the Lifetime Achievement Award</i> <i>Lifetime Achievement Award</i>	
16.15-17.00	Povijest i budućnost gospodarenja otpadom <i>History and future of waste management</i>	
	Povijest odlagališta otpada u RH <i>The history of landfills in Croatia</i> D. Fundurulja Pogled unatrag <i>Look back</i> Z. Milanović Budućnost gospodarenja otpadom <i>The future of waste management</i> Carlos Silva Filho, predsjednik ISWA ISWA president	
17.00-18.00	Okrugli stol – budućnost gospodarenja otpadom <i>Round table – the future of waste management</i>	
18.30	Svečana večera u Hotelu Dubrovnik <i>Galla dinner in Hotel Dubrovnik</i>	

13. prosinac 2022, Hotel Dubrovnik

13 December 2022, Hotel Dubrovnik

8.00-9.00	Registracija sudionika <i>Participants registration</i>	
	Dvorana A <i>Hall A</i>	Dvorana B <i>Hall B</i>
9.00-10.30	Energetska oporaba <i>Energy recovery</i> Energetska oporaba komunalnog otpada u RH: potencijal i perspektive <i>Combustion and energy recovery of municipal solid waste in Croatia: potential and perspectives</i> L. Traven	

	<p>Da li su koncepti recikliranja dovoljni za kružno gospodarstvo? <i>Are recycling concepts sufficient in circular economy societies?</i> N. Stanisavljević, G. Vujić, N. Tošić, M. Rokvić</p> <p>Kalkulator ugljika za sektor gospodarenja otpadom u metropoli Tel Aviv <i>The „Carbon calculator“ of the waste sector in TLV metropolitan</i> R. Waldman</p> <p>Monitoring emisija u zrak iz postrojenja za spaljivanje/suspaljivanje otpada primjenom zamjenskih parametara <i>Air emission monitoring from waste incineration/co-incineration installations using surrogate parameters</i> D. Rumenjak</p> <p>Utjecaj primjene lebdećeg pepela na pH u poljoprivrednim i šumskim tlima: metaanaliza <i>The impact of fly ash application on pH in agricultural and forestry soils; a meta-analysis approach</i> J. Horvatinec, G. Ondrašek</p> <p>Projektiranje, iskustvo u radu i pregled postrojenja za energetske uporabu Celje u kontekstu gospodarenja otpadom u Sloveniji <i>Designing, Operation Experience and Outlook of Celje Waste – to – Energy plant in context of Slovenian Waste Management</i> F. Kokalj, N. Samec</p>	
10.30-11.00	Pauza za kavu <i>Coffee break</i>	
11.00-12.30	Komunalni otpad I <i>Municipal solid waste I</i>	Recikliranje <i>Recycling</i>
	Gospodarenje komunalnim otpadom u BiH: sadašnji i budući izazovi <i>Municipal solid waste management in BiH, current and future challenges</i> D. Bjelić	Fizikalna svojstva otpadnog mulja iz recikliranja otpadnih otapala <i>Physical properties of waste sludge from waste solvent recycling</i> S. Petković

	<p>Dostizanje EU ciljeva u gospodarenju otpadom u Republici Srbiji <i>Reaching EU targets in waste management in Republic Serbia</i> G. Vujić</p> <p>Rezultati implementacije načela onečišćivač plaća putem standardiziranih spremnika u gradu Zagrebu <i>Results of the implementation of the polluter pay principle through standardized bags in the city of Zagreb</i> B. Ribić, A. Hadžić, D. Vić</p> <p>Procjena tokova komunalnog otpada iz kućanstava na mjestu nastanka u svjetlu novog sustava gospodarenja otpadom u Gradu Zagrebu <i>Household waste flow assessment on the spot of origin in light of new system of waste management in the city of Zagreb</i> T. Domanovac, D. Fundurulja, M. Vuković Domanovac²</p> <p>Nečistoće u odvojeno prikupljenim frakcijama reciklabilnog otpada <i>Impurities in separately collected fractions of recyclable waste</i> A. Anić Vučinić, I. Presečki</p> <p>Analiza navika o odvojenom prikupljanju biotpada i važnost razumijevanja pojma kružnog gospodarstva <i>Analysis of the habits of separate collection of biowaste and the importance of understanding the concept of circular economy</i> S. Kalambura</p>	<p>Mogućnost recikliranja LCD ekrana <i>LCD screen recycling possibilities</i> S. Šimunić</p> <p>Oporaba bakra iz licnastih kabela elektrostatičkom separacijom <i>Recovery of copper from thin flexible wires by electrostatic separation</i> G. Bedeković, P. Kostel</p> <p>Pregled mogućnosti uporabe lopatica vjetroagregata na kraju životnog vijeka vjetroelektrana <i>Overview of possibilities of windtribne blades recovery at the end of the life of a wind power plant</i> M. Fuštar, K. Blagušević, S. Grabar</p> <p>Kemijsko recikliranje plastike <i>Chemical recycling of plastic</i> D. Sinčić</p> <p>Primjena mulja iz pročištača otpadnih voda u proizvodnji energetske kultura <i>Application of sewage sludge from waste water treatment plant in energy culutres production</i> N. Voća, J. Leto, T. Karažija, M. Poljak</p>
12.30-14.00	Pauza za ručak <i>Lunch break</i>	
14.00-15.30	Komunalni otpad II <i>Municipal solid waste II</i>	Odlaganje otpada I <i>Landfill of waste I</i>
	Hrvatska gospodarska komora <i>The Croatian Chamber of Economy</i>	Sedimentna prašina s odlagališta - distribucija veličine čestica, sadržaj teških metala i atmosfarska disperzija

	<p>Problematika podataka za model cjelovitog sustava gospodarenja otpadom <i>Data problems for the model of integrated waste management system</i> J. Bartulović</p> <p>Problematika kvalitete podataka u financiranju sustava gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj <i>Data quality issues regarding the financing of the waste management system in the Republic of Croatia</i> P. Korica</p> <p>Implementacija inovativnih poslovnih modela kružnog gospodarstva u Međimurskoj županiji <i>Implementation of innovative business models of circular economy in Međimurska county</i> G. Sabol, M. Trstenjak</p> <p>Sastav i osnovni geotehnički parametri biosušenog komunalnog čvrstog otpada <i>Composition and basic geotechnical parameters of biodried municipal solid waste</i> D. Bosilj, I. Petrović, N. Hrnčić, N. Kaniški</p>	<p><i>Sedimentable dust from landfills-particle size distribution, heavy metals content and atmospheric dispersion</i> B. Vujić, U. Marceta</p> <p>Radi i zatvaranje odlagališta Kaštijun <i>Operation and closure of Kaštijun landfill</i> D. Fundurulja</p> <p>Potencijal rudarenja odlagališta u RH <i>Landfill mining potential in RH</i> I. Mesić, D. Perović</p> <p>Odlagališta otpada u Krapinsko zagorskoj županiji <i>Waste landfills in Krapinsko zagorska county</i> I. Piljek Miletić</p> <p>Dinamička degradacija komunalnog otpada u tijelu odlagališta "Ada" Čapljina <i>Dynamic degradation of municipal waste in landfill body „Ada“ Čapljina</i> A. Buljubašić, T. Lukić, N. Herceg</p>
15.30-16.00	Pauza za kavu <i>Coffee break</i>	
16.00-17.30	Produžena odgovornost proizvođača <i>Extended producer responsibility</i>	Odlaganje otpada II <i>Landfill of waste II</i>
	Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost <i>The Environmental Protection and Energy Efficiency Fund</i>	Obrada procjednih voda – dobar primjer kružnog gospodarstva <i>Landfill leachate treatment – a good example in circular economy</i> E. Horvath
	Drugačiji zakonodavni pristup-uređenje sustava proizvedene	Analiza biološki i mehanički obradenog miješanog

	<p>odgovornosti proizvođača kroz zakon <i>A different legal approach - regulating EPR in an umbrella law</i> K. Wegner</p>	<p>komunalnog otpada metodom izluživanja <i>Analisis of biologically and mechanically treated mixed communal waste by leaching test</i> A. Mesarek, N. Hrnčić, A. Anić Vučinić, I. Petrović</p>
	<p>Proširena odgovornost proizvođača - primjeri dobre prakse <i>Extended producer responsibility – examples of good practice</i> I. Kusalić, Z. Majić, A. Anić-Vučinić</p>	<p>Istraživački kapaciteti Laboratorija za inženjerstvo okoliša Geotehničkog fakulteta <i>Research capacities of the Laboratory for Environmental Engineering of the Faculty of Geotechnical Engineering</i> I. Grčić, I. Petrović, A. Anić Vučinić</p>
	<p>Depozitni sustav - skupo ili jedino rješenje za brz razvoj sustava sakupljanja ambalažnog otpada <i>Deposit return system - is it expensive or the only solutoioin for fast development of packaging waste collection system</i> M. Mateški</p>	<p>Odlagališne tehnologije za odlagališni plin i procjedne vode <i>Landfill technologijes for landfill gas and landfill leachate</i> A. Shipopu</p>
	<p>Integralni sistem upravljanja ambalažnim otpadom u Federaciji Bosne i Hercegovine <i>Integral system of waste packaging management in Bosnia and Hercegovina Federation</i> T. Lukić, A. Hrbat</p>	<p>Iskustva gospodarenja otpadom nakon potresa - primjer grada Petrinje <i>Experiences with waste management after the earthquake - the example of the city of Petrinja</i> D. Trkulja, S. Kalambura</p>
17.30-18.00	<p>Zaključna razmatranja i zatvaranje simpozija <i>Concluding remarks and closing of the symposium</i></p>	
18.30	<p>Druženje na Adventu Hanging out at Advent in Zagreb</p>	

14. prosinac 2022, stručni izlet

14 December 2022, expert visit

8.00-20.00	<p>Posjeta CGO Biljane Donje (Zadar) i CGO Bikarac (Šibenik) Visit of WMC Biljane Donje (Zadar) and WMC Bikarac (Šibenik)</p>
------------	--

XVI. MEĐUNARODNI SIMPOZIJ GOSPODARENJE OTPADOM ZAGREB 2022.
Zagreb, Hrvatska 12. - 14 12. 2022.
XVIth INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WASTE MANAGEMENT ZAGREB 2022.
Zagreb, Croatia 12th - 14th December 2022

SAŽECI

ANALIZA BIOLOŠKI I MEHANIČKI OBRAĐENOG MIJEŠANOG KOMUNALNOG OTPADA METODOM IZLUŽIVANJA

ANALYSIS OF BIOLOGICALLY AND MECHANICALLY TREATED MIXED COMMUNAL WASTE BY LEACHING TEST

A. Mesarek, N. Hrnčić^{1*}, A. Anić Vučinić¹, I. Petrović¹

¹Faculty of Geotechnical Engineering Department of Environmental Engineering

*e-mail: nikola.hrnčić@gfv.unizg.hr

Sažetak

Izluživanje je proces izdvajanja topljivih tvari iz smjese pomoću vode, lužina i kiselina. U kontekstu gospodarenja otpadom, a naročito prilikom odlaganja otpada, izluživanje je proces koji nastaje uslijed izlaganja odloženog otpada djelovanju oborina. Na taj se način pojavljuje opasnost da potencijalno opasni elementi i spojevi sadržani u otpadu izluživanjem dospiju u procjedne vode (eluat) odlagališta i ugroze okoliš. Radi karakterizacije i procjene štetnih i toksičnih tvari koje se mogu pojaviti u eluatu kroz izluživanje, razvijene su različite analitičke metode i testovi.

U sklopu ovog rada, prikazat će se rezultati provedene karakterizacije ispitnog otpada provjerom izluživanja, prema hrvatskom standardu HRN EN 12457-1:2005 i EN 12457-2:2005. Ispitani materijal je biološko-mehanički obrađen (BMO) miješani komunalni otpad uzorkovan unutar Županijskog centra za gospodarenje otpadom (ŽCGO) Marišćina, točnije tzv. sitna frakcija BMO otpada namijenjena za odlaganje na odlagalište podkategorije 1, sukladno Pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta (NN 114/15, 103/18 i 56/19). Iako prema Pravilniku za ovakav otpad nije potrebno utvrđivati granične vrijednosti parametara eluata cilj ovog ispitivanja je bilo utvrđivanje prikladnosti BMO otpada za odlaganje na odlagalište podkategorije 2 uzimajući u obzir i granične vrijednosti parametara eluata. Nadalje, radi usporedbe rezultata dobivenih različitim metodama ispitivanja korištene su dvije metode: metoda s mehaničkim miješanjem i metoda s mehaničkim valjcima, a materijal je ispitan pri različitim omjerima tekuće-čvrsto (L/S).

Ključne riječi: BMO otpad, izluživanje

Abstract

Leaching is the process of extracting soluble substances from the mixture using water, alkalis and acids. In the context of waste management, and especially during waste disposal, leaching is a process that occurs as a result of exposure of the disposed waste to precipitation. In this way, there is a danger that potentially dangerous elements and compounds contained in the waste will leach into the leachate (eluate) of the landfill and endanger the environment. In order to characterize and evaluate harmful and toxic substances that may appear in the eluate through leaching, various analytical methods and tests have been developed.

In this paper, the results of the conducted characterization of the examined waste by leaching test, according to the Croatian standard HRN EN 12457-1:2005 and EN 12457-2:2005, are presented. The tested material is biologically-mechanically treated (BMT) mixed municipal waste sampled within the County Waste Management Center (ŽCGO) Marišćina, more precisely the so-called fine fraction of BMT waste intended for disposal on a subcategory 1 landfill, in accordance with the Ordinance on waste disposal methods and conditions, categories and operating conditions for landfills (Official Gazette 114/15, 103/18 and 56/19). Although according to the Ordinance, it is not necessary to determine the limit values of eluate parameters for such waste, the goal of this tests was to determine the suitability of BMT waste for disposal on a subcategory 2 landfill, taking into account the limit values of eluate parameters. Furthermore, in order to compare the results obtained by different test methods, two methods were used: the method with end-over-end tumbler and the method with roller mixer, and the material was tested at different liquid to solid ratios (L/S).

We have reached the number of 8 billion people. Considering the capacity of the Earth, which according to some statistics can produce food for 12 billion people, the question arises about the management of production and consumption of resources, without which life would not be possible - and that is food. In the Republic of Croatia, which is one of the developed countries, the pressure of food shortage is not yet felt at the national level, but the question arises to what extent we are aware of the need to manage residues or bio-waste. The amount of waste, and therefore bio-waste, is clearly increasing. The infrastructure in cities offers certain solutions, but they face obstacles in their implementation. For this paper, a survey was conducted on the knowledge of the types of biowaste and the concept of circular economy. The results indicate that a large number of respondents will not choose to separate biowaste, regardless of the infrastructure, but also the lack of education and therefore motivation to participate in the circular economy process.

Key words: BMT waste, bioreactor landfill, leaching

ANALIZA NAVIKA O ODVOJENOM PRIKUPLJANJU BIOOTPADA I VAŽNOST RAZUMIJEVANJA POJMA KRUŽNOG GOSPODARSTVA

ANALYSIS OF THE HABITS OF SEPARATE COLLECTION OF BIOWASTE AND THE IMPORTANCE OF UNDERSTANDING THE CONCEPT OF CIRCULAR ECONOMY

Izv.prof.dr.sc. Sanja Kalambura^{1*}

¹ Veleučilište Velika Gorica

*e-mail: sanja.kalambura@vvg.hr

Sažetak

Dosegnuli smo brojku od 8 milijardi ljudi. S obzirom na kapacitete zemlje koja može prema nekim statistikama proizvesti hrane za 12 milijardi postavlja se pitanje upravljanja proizvodnjom i potrošnjom resursa bez kojih život ne bi bio moguć – a to je hrana. U Republici Hrvatskoj, koja se ubraja u razvijene zemlje, još uvijek se ne osjeća na nacionalnoj razini pritisak nedostataka hrane no postavlja se pitanje koliko smo svjesni potrebe da upravljamo ostacima, odnosno bio otpadom. Evidentan je porast količina otpada pa tako i bio otpada. Infrastruktura u gradovima nudi određena rješenja koja međutim nailaze na prepreke prilikom implementacije. Za potrebe ovog rada provedeno je anketno istraživanje o poznavanju vrsta bio otpada te pojma kružnog gospodarstva. Dobiveni rezultati upućuju na činjenicu da se velik broj ispitanika neće odlučiti za odvajanje bio otpada bez obzira na infrastrukturu ali i nedostatak edukacije pa samim time i motivacije za sudjelovanje u procesu kružnog gospodarstva.

Ključne riječi: bio otpad, kružno gospodarstvo, navike, javno mišljenje

Abstract

We have reached the number of 8 billion people. Considering the capacity of the Earth, which according to some statistics can produce food for 12 billion people, the question arises about the management of production and consumption of resources, without which life would not be possible - and that is food. In the Republic of Croatia, which is one of the developed countries, the pressure of food shortage is not yet felt at the national level, but the question arises to what extent we are aware of the need to manage residues or bio-waste. The amount of waste, and therefore bio-waste, is clearly increasing. The infrastructure in cities offers certain solutions, but they face obstacles in their implementation. For this paper, a survey was conducted on the knowledge of the types of biowaste and the concept of circular economy. The results indicate that a large number of respondents will not choose to separate biowaste, regardless of the infrastructure, but also the lack of education and therefore motivation to participate in the circular economy process.

Key words: bio waste, circular economy, habits, public opinion

DA LI SU KONCEPTI RECIKLAŽE DOVOLJNI U DRUŠTVIMA ZASNOVANIM NA CIRKULARNOJ EKONOMIJI?

ARE RECYCLING CONCEPTS SUFFICIENT IN CIRCULAR ECONOMY SOCIETIES?

Nemanja Stanisavljevic^{1*}, Goran Vujic¹, Nikolina Tosic¹ and Marko Rokvic¹

¹ University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department of Environmental Engineering, Trg Dositeja Obradovica 6, 21000 Novi Sad

*e-mail: nemanjastanisavljevic@uns.ac.rs

Sažetak

Koncept cirkularne ekonomije (CE) je ciljno dizajniran da donese fundamentalnu tranziciju ka dematerijalizovanoj ekonomiji. Ovaj koncept je prepoznat kao kamen temeljac ekonomskog razvoja koji želi da jedan sektorski problem reši drugim, ali na održiv način predstavljajući dominantan koncept održivosti danas. Iz perspektive antropogenog metabolizma, CE je model zasnovan na materijalima i centralnoj ulozi potrošača i proizvođačima potrošačkih dobara (materijala). Ostaci nastali kao rezultat antropogenog metabolizma ciljani su kao resurs koji se mora ponovo koristiti/iskoristiti. Međutim, ovi ostaci su složeni i sadrže ne samo resurse već i skup različitih toksičnih supstanci. U svetlu novih visokih zahteva EU za reciklažu, ovo je postavilo novi izazov pred budućnost CE, posebno za zemlje sa evoluirajućim sistemima upravljanja otpadom. Ovaj rad pokušava da istakne potrebu za sistematskim pristupom u razvoju koncepta CE kako bi se ispunili ne samo kvantitativni ciljevi Evropske unije (EU), već i fundamentalni ciljevi upravljanja otpadom (zaštita zdravlja ljudi i životne sredine).

Ključne riječi: cirkularna ekonomija, reciklaža, ekonomski razvoj

Abstract

Concept of circular economy (CE) is intentionally designed to bring a fundamental transition towards a dematerialized economy. This concept is recognized as a cornerstone of an economic development that wants to make one sector problem solution to another, but on a sustainable way representing dominant sustainability concept today. From anthropogenic metabolism perspective, CE is material based model with consumers and producers of consumer goods (materials) in a central role. Residues generated as an output of the anthropogenic metabolism are targeted as a resource that must be re-used/utilized. However these residues are complex and contains not only resources but also a set of different toxic substances. In the light of the new high European Union (EU) recycling requirements this put a new challenge in front of the future of CE, particularly for the countries with evolving waste management systems. This paper tries to highlight the needs for systematic approach in evolving CE concepts in order fulfill not only quantitative EU goals but also fundamental goals of waste management (protection of human health and the environment).

Key words: circular economy, recycling, economic development

DINAMIČKA DEGRADACIJA KOMUNALNOG OTPADA U TIJELU ODLAGALIŠTA "ADA" ČAPLJINA

DYNAMIC DEGRADATION OF MUNICIPAL WASTE IN THE BODY OF THE "ADA" ČAPLJINA LANDFILL

Ana Buljubašić¹, Tomislav Lukić², Nevenko Herceg³

¹Faculty of Natural and Educational Sciences, Mostar, Bosnia and Herzegovina (asljivic1@gmail.com)

²Federal Ministry of Environment and Tourism, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina
(tlukic2@gmail.com)

³Faculty of Natural and Educational Sciences, Mostar, Bosnia and Herzegovina
(nevenko.herceg@gmail.com)

Sažetak

Upravljanje komunalnim otpadom u Bosni i Hercegovini predstavlja rak ranu društva i ukupne društvene odgovornosti. Primjer takve prakse je odlagalište „Ada“ koje se nalazi u samo koritu rijeke Neretve. Poznavajući točan raspored dugogodišnjeg odlaganja otpada izvršeno je otvaranje tijela odlagališta te analiza sastava komunalnog otpada unatrag dvadeset godina i izrađena statistička analiza degradacije komunalnog otpada. Do intenzivnih promjena u sastavu otpada došlo je zbog utjecaja vlaženja i eluiranja dijela otpada, te intenzivnih biokemijskih procesa. Eluirani i destruktuirani dio komunalnog otpada završio je u rijeci Neretvi. Postojeći planovi sanacije odlagališta ne odgovaraju stvarnom stanju količina i strukture otpada te je nužno izraditi nove procjene utemeljene na znanstvenim podacima i količinama otpada, a na osnovu njih izraditi plan sanacije odlagališta.

Ključne riječi: komunalni otpad, odlagalište, degradacija, sanacija, upravljanje

Abstract

Municipal waste management in Bosnia and Herzegovina represents a cancer of society and overall social responsibility. An example of such a practice is the landfill "Ada", which is located in the very bed of the Neretva River. Knowing the exact schedule of long-term waste disposal, the body of the landfill was opened and the composition of municipal waste was analyzed twenty years ago, and a statistical analysis of the degradation of municipal waste was made. Intense changes in the composition of the waste occurred due to the influence of wetting and elution of part of the waste, as well as intensive biochemical processes. The eluted and destroyed part of municipal waste ended up in the Neretva river. The existing landfill remediation plans do not correspond to the actual state of the quantity and structure of waste, and it is necessary to create new estimates based on scientific data and waste quantities, and based on them to create a landfill remediation plan.

Key words: municipal waste, landfill, degradation, rehabilitation, management

ENERGETSKA OPORABA KOMUNALNOG OTPADA U RH: POTENCIJAL I PERSPEKTIVE

COMBUSTION AND ENERGY RECOVERY OF MUNICIPAL SOLID WASTE IN CROATIA: POTENTIAL AND PERSPECTIVES

Luka Traven^{1*,2}

¹Katedra za zdravstvenu ekologiju, Medicinski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Braće Branchetta 20/1, Rijeka, Republika Hrvatska

²Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Krešimirova 52a, Rijeka, Republika Hrvatska

*e-mail: luka.traven@medri.uniri.hr

Sažetak

U predavanju će biti prikazane ukupne količine sakupljenog miješanog komunalnog otpada (MKO) na području Republike Hrvatske (RH), te će se razmotriti sastav miješanog komunalnog otpada te ogrjevne moći pojedinih frakcije otpada. Na temelju navedenog, kao i podatka o energetske učinkovitosti postrojenja za energetske iskorištavanje otpada, prikazati će se potencijal dobivanja električne i toplinske energije iz otpada putem kogeneracijskih postrojenja u RH. Također, prikazati će se i usporediti različite metode određivanja ogrjevne moći otpada te prikazati udio u ukupnoj potrošnji električne energije koju je moguće dobiti energetske oporabom miješanog komunalnog otpada. U predavanju će biti razmatran utjecaj energetske postrojenja na okoliš s naglaskom na emisije onečišćujućih tvari u atmosferu, biti će dat prikaz kapitalnih i operativnih troškova energetske oporabe otpada u odnosu na druge metode obrade, te će se razmotriti opravdanost proizvodnje goriva iz otpada u odnosu na termičku obradu miješanog komunalnog otpada bez prethodne obrade.

Ključne riječi: energetska oporaba, komunalni otpad, obnovljivi izvori energije, otpad, pepeo drvne biomase, oporaba otpada, cementni kompoziti

Abstract

In the lecture total amount of municipal solid waste (MSW) generated in the Republic of Croatia will be shown including trends in MSW generation. In addition, the composition by identifiable items of municipal waste will be provided coupled with data on heating values of different waste fractions. The data will be combined with energy efficiency data on Waste to Energy (WtE) plants and a tentative potential for electricity and heat generation for Croatia in a combined heat and power plant that uses municipal solid waste as fuel will be given. Different methods of estimating the heat value of refuse will be addressed and compared and the fraction of total consumed electrical energy which could be obtained by recovery of energy from waste will be assessed. The lecture will analyse the impact of WtE plants on the environment with a special emphasis on atmospheric emissions of criteria pollutants. Capital and operating costs of WtE compared to other modalities of waste treatment will be given and benefits and drawbacks of mass burn vs. processing of MSW into refuse derived fuel (RDF) will be discussed.

Key words: renewable energy sources, waste, wood biomass ash, waste recovery, cement composites

FIZIKALNA SVOJSTVA OTPADNOG MULJA IZ RECIKLIRANJA OTPADNIH OTAPALA

PHYSICAL PROPERTIES OF WASTE SLUDGE FROM WASTE SOLVENT RECOVERY

Silvija Petković, mag. appl. chem.^{1*}, prof. dr. sc. Aleksandra Anić-Vučinić¹

^{1*} Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet, Zavod za inženjerstvo okoliša, Hallerova aleja 7, HR - 42000 Varaždin

* e-mail: silvija.petkovic@gfv.unizg.hr

Sažetak

Sve veći trendovi u generiranju otpadnih otapala zahtijevaju metode intenzifikacije procesa kao što je recikliranje otpadnih otapala, a porast količine nastalih otpadnih otapala izravno uzrokuje i porast količine nastalog destilacijskog taloga tj. otpadnog mulja iz recikliranja otpadnih otapala. U današnje vrijeme potrebno je više nego ikad pronaći ekološki održivije rješenje za otpadni mulj i zato je potrebno istražiti različita svojstva otpadnog mulja kako bi se steklo bolje razumijevanje za njegovu daljnju primjenu. Vrlo dobar uvid daju kemijsko-fizikalna svojstva koja utječu na učinak i valorizaciju otpadnog mulja, a njegove karakteristike ovise o podrijetlu otpada te procesu iz kojeg je proizašao. U kategoriju fizikalnih svojstava spadaju i reološka svojstva koja opisuju i procjenjuju deformaciju i ponašanje protoka materijala. Jedno od reoloških svojstava je viskoznost koja se razvija kao otpor protoku, a uzrokovana je unutarnjim trenjem. Kod idealno viskoznih materijala, viskoznost je konstantna i neovisna o porastu smične brzine i smičnog naprezanja, dok se kod tiksotropnih materijala viskoznost smanjuje s porastom smične brzine. Viskoзни materijali često pokazuju i ponašanje elastične deformacije koje je poznato kao viskoelastično ponašanje. Upravo takva dva svojstva pokazuje otpadni mulj, a cilj je istražiti različita reološka i ostala fizikalna svojstva te ih usporediti s komercijalno dostupnim proizvodima u koje bi se otpadni mulj mogao preraditi, a sve sa svrhom poštivanja načela kružnog gospodarstva.

Ključne riječi: otpadni mulj, fizikalna svojstva, reometrija, kružno gospodarstvo

Abstract

Increasing trends in waste solvent generation have necessitated process intensification methods such as solvent recovery, and increasing waste solvents generation directly causes generation of waste sludge from waste solvent recovery. Nowadays, it is necessary more than ever to find environmentally more sustainable solutions, and for that reason research of various properties of waste sludge is needed to gather a better understanding for its further application. Both physical and chemical properties of waste sludge give great insight in it because they affect the performance and subsequent valorisation, and characteristics of waste sludge are determined by both the origin and treatment processes it has gone through. One of physical properties are rheological properties that describe and evaluate the deformation and flow behaviour of the material. One of rheological properties is viscosity, which develops as a flow resistance and is caused by internal friction. In ideally viscous materials, viscosity is constant and independent of increasing shear rate and shear stress, while in pseudoplastic materials viscosity decreases with increasing shear rate. Viscous materials often exhibit elastic deformation behaviour, which is known as viscoelastic behaviour. These two properties could be found in waste sludge, and the aim is to investigate different rheological and other physical properties in order to compare them with commercially available products in which waste sludge could be turned. End goal is to fulfil the principle of the circular economy.

Key words: waste sludge, physical properties, rheometry, circular economy

IMPLEMENTACIJA INOVATIVNIH POSLOVNIH MODELA KRUŽNOG GOSPODARSTVA U MEĐIMURSKOJ ŽUPANIJI

IMPLEMENTATION OF INOVATIVE BUSSINES MODELS OF CIRCULAR ECONOMY IN MEĐIMURSKA COUNTY

Goran Sabol, mag.ing.geoing.^{1*}, Magdalena Trstenjak, mag.ing.agr.^{2*}

^{1*} Međimursko veleučilište u Čakovcu, Bana Josipa Jelačića 22a

*e-mail: silvija.petkovic@gfv.unizg.hr

^{2*} Međimursko veleučilište u Čakovcu, Bana Josipa Jelačića 22a

*e-mail: magdalena.trstenjak@redea.hr

Sažetak

Jedan od danas najvećih globalnih izazova je kako ostvariti gospodarski razvoj koji rezultira minimalnim negativnim utjecajem na okoliš. Porast potrošnje, proizvodnje i ekonomski rast zahtijevaju sve više resursa što rezultira pritiscima na okoliš. Današnji još uvijek najzastupljeniji linearni model temelji se na prikupljanju sirovine i pretvaranju nje u proizvode koje potrošači koriste dok ih ne odbace kao otpad, pritom ne mareći za ekološki otisak i posljedice. Ovakav princip daje prednost profitu nad održivošću što se pokazuje neodrživim u budućnosti.

Kružna ekonomija predstavlja novi trend koji za razliku od tradicionalnog linearnog modela uključuje dijeljenje, iznajmljivanje, ponovnu uporabu, popravak, obnavljanje i recikliranje postojećih materijala i proizvoda što je duže moguće. Kao i kod svakog novog modela, glavnu prepreku predstavlja upravo implementacija istog u već postojeći, uhodani, model.

U predmetnom radu naglasak će biti na implementaciji modela kružne ekonomije u Međimurskoj županiji kroz suradnički pristup projekta CIRCLE. Međimurska županija odabrana je zbog svoje dobre prakse u području gospodarenja i oporabe otpadom. U radu je sustavno opisano na koji način je komunikacija i suradnja ključnih dionika u zajedničkoj „radnoj skupini - CIRCLab“ doprinjela razvoju novih ideja, poslovnih modela i akcijskih planova za uvođenje kružne ekonomije u poslovne procese Međimurske županije.

Projektom je definiran županijski poslovni model koji je pogodan za sadašnje i buduće aktivnosti gospodarenja otpadom u Međimurskoj županiji, a koje su usklađene s EU i hrvatskim zakonodavnim okvirom, kroz razvoj CIRCLab-a.

Ključne riječi: kružna ekonomija, Međimurska županija, oporaba, otpad

Abstract

One of today's biggest global challenges is how to achieve economic development that results in minimal negative impact on the environment. The increase in consumption, production and economic growth requires more resources, which results in pressure on the environment. Today's still most represented linear model is based on collecting raw materials and turning them into products that consumers use until they are discarded as waste, while not caring about the ecological footprint and consequences. This principle prioritizes profit over sustainability, which proves to be unsustainable in the future.

The circular economy represents a new trend that, unlike the traditional linear model, includes sharing, renting, reusing, repairing, restoring and recycling existing materials and products as long as possible. As with any new model, the main obstacle is its implementation in an already existing, well-established model. In the subject paper, the emphasis will be on the implementation of the circular economy model in Međimurje County through the collaborative approach of the CIRCLE project. Međimurje County was chosen because of its good practice in the field of waste management and recovery.

The paper systematically describes how the communication and cooperation of key stakeholders in the joint "working group - CIRCLab" contributed to the development of new ideas, business models and action plans for the introduction of the circular economy into the business processes of Međimurje County. The project defined a county business model that is suitable for current and future waste management activities in Međimurje County, which are harmonized with the EU and Croatian legislative framework, through the development of CIRCLab.

Key words: Circular economy, Međimurje County, recovery, waste

INTEGRALNI SISTEM UPRAVLJANJA AMBALAŽNIM OTPADOM U FEDERACIJI BOSNE I HERCEGOVINE

INTEGRAL SYSTEM OF PACKAGING WASTE MANAGEMENT IN THE FEDERATION OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Tomislav Lukić, Ph.D^{1*}, Amela Hrbat²

¹ Federal Ministry of Environment and Tourism, Sarajevo Bosnia and Herzegovina

*e-mail: tlukic2@gmail.com

² Ekopak d.o.o. Sarajevo, at 7-7a Zmaja od Bosne Street

Sažetak

Ambalažni otpad predstavlja jedan od najvažnijih i najkorisnijih dijelova komunalnog otpada. Dijeli se na primarni i sekundarni otpad. Sekundarni se skuplja u trgovinama i trgovačkim centrima u količini od oko 85% od onoga koji se plasira na tržište dok primarni završava u ukupnom komunalnom otpadu potrošača. Poslije 10 godina primjene Pravilnika o upravljanju ambalažom i ambalažnim otpadom FBiH predstavljamo detaljnu analizu integralnog sustava upravljanja ambalažnim otpadom. Sustav se temelji na kombiniranoj odgovornosti tvrtki koji stavljaju u promet ambalažni otpad i državnih organa i organizacije. Cilj svakoga dionika je uspostaviti efikasan sustav upravljanja ambalažnim otpadom uz najniže održive troškove i najveću moguću okolišnu korist.

Ključne riječi: ambalažni otpad, reciklaža, komunalni otpad, operateri sistema

Abstract

Packaging waste represents one of the most important and useful parts of municipal waste. It is divided into primary and secondary waste. Primary waste is collected in stores and shopping centers in the amount of about 85% of that which is placed on the market, while primary waste ends up in the total municipal waste of consumers. After 10 years of application of the FBiH Regulation on packaging and packaging waste management, we present a detailed analysis of the integrated packaging waste management system. The system is based on the combined responsibility of companies that put packaging waste on the market and of state bodies and organizations. The goal of each stakeholder is to establish an efficient packaging waste management system with the lowest sustainable costs and the greatest possible environmental benefit.

Key words: packaging waste, recycling, municipal waste, system operators

ISKUSTVA GOSPODARENJA OTPADOM NAKON POTRESA - PRIMJER GRADA PETRINJE

EXPERIENCES OF WASTE MANAGEMENT AFTER THE EARTHQUAKE - THE EXAMPLE OF THE CITY OF PETRINJE

Dragana Trkulja, bacc.admin.cris.^{1*}, Izv.prof.dr.sc. Sanja Kalambura²

¹ Grad Petrinja

*e-mail: trkuljad96@gmail.com

² Veleučilište Velika Gorica

Sažetak

Cilja rada je istražiti i analizirati način gospodarenja građevnim otpadom u Petrinji nakon serije potresa te temeljem iskustava s terena predložiti mjere koje bi eventualno mogle biti primjenjive u budućnosti. Nakon serije potresa grad je nakon zbrinjavanja ljudi i životinja morao krenuti u vrlo brzu akciju zbrinjavanja velikih količina otpada nastalog od rušenja objekata. Gospodarenje otpadom se odvijalo u dvije faze. Prva faza prikupljanje i odvoz te druga faza, koja još uvijek traje, nakon procijene stanja prostora, zbrinjavanje otpada nastalog rušenjem građevina. Grad Petrinja pokrenuo je razvrstavanje građevnog otpada na način da se odvaja obojeno drvo, metal, beton, cigla, crijep koji se melje, glomazni otpad, drvena građa od krovova i azbest. Kako bi se prikupili što egzaktniji podaci o stvarnom stanju proveden je ciljani strukturirani intervju s voditeljem tvrtke Komunalac Petrinja d.o.o. Sadržaj intervjua kao i zaključci biti će prikazan u radu no temeljem analize ove situacije možemo postaviti jednostavnu tvrdnju: potrebno je prije pojave bilo kakve elementarne nepogode izraditi jasne upute za postupanje u okviru djelokruga rada JLS-a i komunalnih tvrtki. Na to nas upućuje činjenica da je nakon potresa potpuno jasno kako će Petrinja godinama raditi na zbrinjavanju opasnog i građevnog otpada nastalog prilikom rušenja i obnove objekata.

Ključne riječi: građevni otpad, potres, Petrinja, mjere zaštite

Abstract

The aim of this paper is to study and analyze the way of managing construction waste in Petrinja after a series of earthquakes and, based on practical experience, to propose measures that could possibly be applicable in the future. After a series of earthquakes, the city, after taking care of people and animals, had to start very quickly the removal of large amounts of waste generated by the demolition of buildings. Waste disposal took place in two phases. In the first phase, the waste is collected and removed, and in the second phase, which is still ongoing, the waste generated by the demolition of buildings is disposed of after assessing the condition of the area. The City of Petrinja has started sorting construction waste in a way that separates painted wood, metal, concrete, bricks, polished tiles, bulky waste, roof wood and asbestos. In order to collect as accurate data as possible about the actual situation, a targeted structured interview was conducted with the manager of Komunalac Petrinja d.o.o. The content of the interview itself as well as the conclusions will be presented in the paper, but based on the analysis of this situation we can make a simple statement: Before the occurrence of a natural disaster, it is necessary to create clear instructions for action within the framework of the work of LGUs and utilities. This is shown by the fact that after the earthquake it is absolutely clear that Petrinja will work for years on the disposal of hazardous and construction waste generated during the demolition and reconstruction of buildings.

Key words: construction waste, earthquake, Petrinja, protective measures

IZGRADNJA I SANACIJA ODLAGALIŠTA OTPADA U REPUBLICI HRVATSKOJ (od 1950. godine do 2022. godine)

WASTE LANDFILLS IN CROATIA (year 1950 - 2022)

Danko Fundurulja^{1*}

^{1*} IPZ Uniprojekt TERRA, ZAGREB, Hrvatska

*e-mail: funda@ipz-uniprojekt.hr

Sažetak

U Republici Hrvatskoj organizirano skupljanje i odvoz otpada na "službena odlagališta" uključuje danas skoro sva domaćinstava (99,9%), dok je 1995. godine bilo obuhvaćeno samo oko 55% stanovništva. Skupljeni otpad odlaže se na oko 80tak odlagališta neopasnog otpada koja su uglavnom uređena, dok je do 1995. godine skoro sav otpad odlagan na neuređena „službena odlagališta“ nakon čega je krenula sanacija. Prvo odlagalište izgrađeno je još 1971. godine u Poreču u skladu s Njemačkim zakonima.

U radu se daje prikaz izgradnje odlagališta neopasnog otpada od 1950. godine do danas. Prema prvim podacima iz 1995. godine na području RH radilo je oko 100 većih "službenih" odlagališta i oko 150 manjih službenih odlagališta, dok ih danas radi 80. Prikazano je stanje izgradnje s tehničkim detaljima izgradnje brtvenog i drenažnog sustava, otplinjavanja i završnog pokrovnog sloja odlagališta, način izgradnje i sanacije kao i osvrt na važeću zakonsku regulativu za vrijeme izgradnje. Danas se sanacija postojećih odlagališta provodi u skladu s direktivama EU i zakonodavstvom RH.

Ključne riječi: odlagalište neopasnog otpada, povijest

Abstract

Organized waste collection and transport to the landfills in Republic of Croatia include more than 99% households, but till 1995 years it was about 55%. Waste are disposed on 80 landfills but till 1995. almost all waste were dumped on „Official landfills which were not properly maintained, but after that the process of remediation has started. First landfill made in accordance with German law was built in town Poreč (1971. y).

This work presents building and remediation process of “official landfills” from 1950. till today. There were about 100 larger „official landfills“ and about 150 smaller official landfills in Croatia and today in work is 80 landfills. Process of landfill building with technical details is shown exp. construction of sealing and drainage system, system of gas collection and final landfill closure. Building and remediation is implemented in accordance with EU directives and Croatian laws and regulations.

Key words: waste landfills, history

KEMIJSKO RECIKLIRANJE PLASTIKE

CHEMICAL RECYCLING OF PLASTIC

Dr.sc. Dinko Sinčić^{1*}

¹Zagreb

*e-mail: dinko.sincic@gmail.com

Sažetak

Kemijsko recikliranje je proces pretvaranja polimernog otpada mijenjanjem njegove kemijske strukture i pretvaranjem u tvari koje se mogu koristiti kao sirovine za proizvodnju novih polimera ili drugih proizvoda. Ta tehnologija nadopunjuje druge postupke recikliranja poput mehaničkog, recikliranja otapanjem i organskog recikliranja. Može se koristiti za složene vrste otpada poput višeslojne plastike ili fleksibilnih ambalažnih materijala koje nije moguće reciklirati mehaničkim putem pa obično završavaju u spalionicama ili na odlagalištima. Zbog toga se planira značajno povećanje ulaganja u kemijsko recikliranje: s 2,6 milijardi EUR 2025. na 7,2 milijarde EUR 2030. Procjenjuje se da će se proizvodnja reciklirane plastike tom tehnologijom do 2025. doseći 1,2 milijuna tona.

Zbog svojih različitih kemijskih značajki različite su tehnologije kemijskog recikliranja i one će u izlaganju biti predstavljene vezano na kemijsku strukturu pojedinih polimera. Posebno će se prikazati tehnički aspekti postupaka *termičke i katalitičke depolimerizacije* jer se u javnom prostoru pojavljuju pretenciozne i neutemeljene izjave o toj tehnologiji.

Ključne riječi: recikliranje, recikliranje plastike, kemijsko recikliranje, tehnologije kemijskog recikliranja

MOGUĆNOST RECIKLIRANJA LCD EKRANA

LCD SCREEN RECYCLING POSSIBILITIES

Snježana Šimunić^{1*}

¹ Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, Radnička cesta 80, Zagreb

*e-mail: ssimunic27@gmail.com

Sažetak

Sažetak

Kemijsko recikliranje je proces pretvaranja polimernog otpada mijenjanjem njegove kemijske strukture i pretvaranjem u tvari koje se mogu koristiti kao sirovine za proizvodnju novih polimera ili drugih proizvoda. Ta tehnologija nadopunjuje druge postupke recikliranja poput mehaničkog, recikliranja otapanjem i organskog recikliranja. Može se koristiti za složene vrste otpada poput višeslojne plastike ili fleksibilnih ambalažnih materijala koje nije moguće reciklirati mehaničkim putem pa obično završavaju u spalionicama ili na odlagalištima. Zbog toga se planira značajno povećanje ulaganja u kemijsko recikliranje: s 2,6 milijardi EUR 2025. na 7,2 milijarde EUR 2030. Procjenjuje se da će se proizvodnja reciklirane plastike tom tehnologijom do 2025. doseći 1,2 milijuna tona.

Zbog svojih različitih kemijskih značajki različite su tehnologije kemijskog recikliranja i one će u izlaganju biti predstavljene vezano na kemijsku strukturu pojedinih polimera. Posebno će se prikazati tehnički aspekti postupaka *termičke i katalitičke depolimerizacije* jer se u javnom prostoru pojavljuju pretenciozne i neutemeljene izjave o toj tehnologiji.

Ključne riječi: otpadni LCD ekrani, indij, recikliranje

Abstract

The last decades have been characterized by liquid crystal display (LCD) technology, which is used, for example, in PC monitors, notebook computers, tablet computers, mobile phones, televisions, and since the lifetime of LCD screens is only a few years, the amount of waste LCDs is growing. LCD screens belong to waste electronic and electrical equipment that contains a large number of compounds, some of which are toxic or dangerous, while others, such as base and precious metals, are valuable and can be recycled. Considering that LCD screens contain a very rare element (indium), which is found in extremely small quantities in nature and is categorized by the European Commission as a key resource, it is necessary to start working intensively on recycling techniques that could recover indium from waste LCD screen. In order to research and determine the methods and conditions of indium recycling from LCD screens, a laboratory study was conducted. The effectiveness of indium leaching was measured according to the influence of temperature, particle size, retention time in different media with and without ultrasonic mixing. The analysis of the results concluded that the best results of indium leaching were obtained with 10 x 10 mm granulation samples at 40°C / 40 min in a solution (H₂O:HCl:HNO₃ = 6:2:1) with the use of ultrasound, that is, the efficiency of indium leaching was 97,92%. This research presents a promising technology for recycling indium from waste LCD screens.

Key words: waste LCD screens, Indium, recycling

MOGUĆNOSTI RUDARENJA ODLAGALIŠTA U RH

POSSIBILITIES OF LANDFILL MINING IN THE REPUBLIC OF CROATIA

Ivan Mesić^{*1}, Dino Perović²

^{1*}Čistoća i zelenilo d.o.o.

*e-mail: ivan.mesic@ciz.hr

^{2*}EKO d.o.o.

*e-mail: dino.perovic@eko-go.hr

Sažetak

Još uvijek je u Republici Hrvatskoj odlaganje otpada najčešći način zbrinjavanja otpada. Prema službenim podacima u Hrvatskoj je 79 aktivnih odlagališta i 222 zatvorena odlagališta, od kojih je 95 zatvoreno ex-situ.

Kada se odlagališta zatvore sukladno planu zatvaranja odlagališta u prostoru će ostati otpad koji sadrži određene vrijedne sirovine do kojih se može doći rudarenjem odlagališta. Rudarenje odlagališta i recikliranje je proces u kojem se kruti otpad prethodno odložen na odlagalište iskopava i prerađuje.

Rudarenje odlagališta se u osnovi sastoji od tri osnovne aktivnosti: iskopavanje otpada, obrada iskopanog materijala i upravljanje iskopanim ili prerađenim materijalom. U ovom radu se želi pokazati što je rudarenje odlagališta, da li je do sada bilo procesa rudarenja odlagališta otpada u Hrvatskoj i koje su mogućnosti rudarenja odlagališta.

Ključne riječi: Odlagališta otpada, rudarenje odlagališta, ex-situ, otpad, sanacija odlagališta, poboljšano rudarenje odlagališta

Abstract

In the Republic of Croatia, waste disposal is still the most common method of waste disposal. According to official data, there are 79 active landfills and 222 closed landfills in Croatia, of which 95 are closed ex-situ.

When landfills are closed in accordance with the landfill closure plan, waste containing certain valuable raw materials that can be obtained by mining the landfill will remain in the area. Landfill mining and recycling is a process in which solid waste previously deposited in a landfill is mined and processed.

Landfill mining basically consists of three basic activities: excavation of waste, processing of excavated material and management of excavated or processed material. This paper aims to show what landfill mining is, whether there has been a landfill mining process in Croatia so far and what are the possibilities of landfill mining.

Key words: landfills, landfill mining, ex-situ, waste, landfill remediation, enhanced landfill mining

**MONITORING EMISIJA U ZRAK IZ POSTROJENJA ZA
SPALJIVANJE/SUSPALJIVANJE OTPADA PRIMJENOM ZAMJENSKIH
PARAMETARA**

**AIR EMISSION MONITORING FROM WASTE INCINERATION/CO-INCINERATION
INSTALLATIONS USING SURROGATE PARAMETERS**

Damir Rumenjak ^{1*}

^{1*} Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja

*e-mail kontakt: damir.rumenjak@mingor.hr

Sažetak

Direktivom o industrijskim emisijama određuje se obaveza praćenja emisija u zrak iz postrojenja za spaljivanje/suspaljivanje otpada, koje bi se u pravilu trebao provoditi izravnim kontinuiranim mjerenjima emisija, a sukladno odredbama iste Direktive. Zaključcima o najboljim raspoloživim tehnikama za spaljivanje otpada (tehnike NRT 4 i NRT 5), koji se jednako primjenjuju i na suspaljivanje dozvoljava se, umjesto izravnih mjerenja emisija, za monitoring primijeniti zamjenske (surogatne) parametre ako se njima mogu dobiti podaci jednake ili bolje znanstvene vrijednosti od onih dobivenih izravnim mjerenjima. Zamjenski parametri definiraju se kao one mjerne ili računске veličine (pokazatelji procesa) kojima se efektivno, posebno ili u kombinaciji s izravnim mjerenjima emisija, mogu dobiti podaci o emisijama u svrhu njihovog praćenja.

Zamjenski parametri (prediktivni, indikativni i kvalitativni) opisani su u referentnim dokumentima o mjerenjima emisija u zrak i vode a u Hrvatskoj se, za monitoring emisija u zrak umjesto izravnih kontinuiranih mjerenja, nalaze u primjenu ili u uvođenju u nekoliko industrijskih postrojenja iz različitih sektora. Temeljem iskustava ovih postrojenja, razmatra se moguća primjena za monitoring emisija za spaljivanje/suspaljivanje otpada.

Naglasak je na odgovarajućim modelima kojima se praćenjem više zamjenskih parametara mogu modelirati emisije te na načinu vrednovanja rezultata ovih modela koji mora slijediti odredbe direktive o industrijskim emisijama o monitoringu koje se odnose na postrojenja za spaljivanje/suspaljivanje otpada, s primjenom u okolišnim dozvolama.

Ključne riječi: kontinuirani monitoring, zamjenski parametri, prediktivni, vrednovanje rezultata

Abstract

Industrial emission directive (IED) gives the obligation of continuous monitoring of some emissions into air for the incineration/co-incineration of waste by direct measurement. Conclusions for best available techniques for waste incineration, BAT 4 and BAT 5, equally applied on co-incineration, allow the use of surrogate parameters instead or in combination, if this proves to be equivalent or better scientific quality than direct emission measurement.

Surrogate parameters (of predictive, indicative or qualitative type) are measurable or calculable quantities that closely related, directly or indirectly, to conventional direct measurements of pollutants and they are described in best references documents for monitoring. In Croatia there are examples of application or introduction by some installation operators instead of direct continuous measurement in various industrial sectors. Based on their experience, application for incineration/co-incineration of waste is considered.

The accent is on models that by combining more surrogate parameters (predictive type of surrogate parameters and in some occasion of indicative type) could model emissions as well as valuation of the results of such models according to the requirement of Directive (IED). The application considered aims environmental permitting.

Key words: continuous monitoring, surrogate parameters, predictive, valuation of results

ODLAGALIŠTA OTPADA U KRAPINSKO-ZAGORSKOJ ŽUPANIJI

WASTE LANDFILLS OF KRAPINSKO ZAGORSKA COUNTY

Ivana Piljek Miletić ^{1*}

*e-mail kontakt: ivana.piljekmiletic@gmail.com

Sažetak

U Krapinsko-zagorskoj županiji, kao i u ostalim dijelovima Hrvatske, odlaganje otpada na odlagališta i dalje je najčešći način rješavanja problema nastalog otpada. Unatoč sve većem broju reciklažnih dvorišta, više od 50% komunalnog otpada koji nastane u županiji zbrinjava se na ovaj način. Trenutno postoje četiri odlagališta komunalnog otpada i jedno odlagalište isključivo proizvodnog otpada. Najveći dio odloženog otpada je miješani komunalni otpad, a manji dio je glomazni i proizvodni otpad. Na tri registrirana odlagališta otpad se ne odlaže više od 20 godina, a jedno od njih je kategorizirano kao odlagalište opasnog ljevaoničkog otpada (šljaka). Dva odlagališta komunalnog otpada zatvorena su krajem 2018. godine Odlukom o redu i dinamici zatvaranja odlagališta (Narodne novine 3/19 i 17/19) jer ne udovoljavaju zakonskim propisima. Sanacija je do sada provedena samo na dva odlagališta, jednom aktivnom i jednom zatvorenom. Osim sporih postupaka sanacije registriranih odlagališta, veliki problem predstavlja i sanacija lokacija s odbačenim otpadom od strane neodgovornih pojedinaca, tzv. „divlja“ odlagališta, čiji se broj, unatoč nastojanjima da se uspostavi učinkovitiji sustav odlaganja otpada, povećava. U prezentaciji će se ukratko prikazati postojeća odlagališta otpada na području Krapinsko-zagorske županije te pobliže objasniti problemi njihove sanacije kao i sanacije divljih odlagališta otpada.

Ključne riječi: Krapinsko-zagorska županija, odlagališta, sanacija

OPORABA BAKRA IZ LICNASTIH KABELA ELEKTROSTATIČKOM SEPARACIJOM

RECOVERY OF COPPER FROM THIN FLEXIBLE WIRES BY ELECTROSTATIC SEPARATION

Gordan Bedeković¹, Pavao Kostel²

¹University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6,
Zagreb, Hrvatska (gordan.bedekovic@rgn.hr)

²Tegra d.o.o., Mihovljanska 70, Čakovec, Hrvatska (pavao.kostel@tegra.hr)

Sažetak

Cilj istraživanja bio je utvrditi može li se elektrostatička separacija upotrijebiti za izdvajanje bakra iz otpadnih licnastih kabela. Tijekom ispitivanja testirane su tri radne varijable separatora: brzina bubnja, napon ionizacijske elektrode i položaj separacijskog noža. Iz rezultata ispitivanja pokušat će se procijeniti koja od tri testirane radne varijable ima najveći utjecaj na separaciju. Uzorak na kojem je provedeno ispitivanje bili su otpadni kabeli za distribuciju električne energije u kućanstvima i kabeli za prijenos podataka. Rezultati su pokazali da je moguće dobiti koncentrat sa sadržajem bakra od gotovo 78% pri iskorištenju korisne komponente od 100%. Pokazalo se da od ispitivanih parametara najveći utjecaj ima brzina rotacije bubnja.

Ključne riječi: oporaba, bakar, licnasti kabeli, elektrostatička separacija

Abstract

The goal of the research was to determine whether electrostatic separation can be used to separate copper from waste thin flexible electrical cables. Three operating variables of the separator were tested: drum speed, ionization electrode voltage and splitter position. From the test results, will be estimate which of the three tested operating variables has the greatest influence on the separation. The sample on which the test was carried out were waste thin flexible cables for the distribution of electricity in households and cables for data transmission. The results showed that it is possible to obtain a concentrate with a copper content of almost 78% with the recovery of 100%. It was shown that the speed of the drum speed has the greatest influence among the tested parameters.

Key words: Recovery, Copper, Thin flexible wires, Electrostatic separation

POGLED UNATRAG

LOOK BACK

Zlatko Milanović^{1*}

* e-mail kontakt: zlatko.milanovic1@gmail.com

Sažetak

Zagreb je već 1984. godine prihvatio Cjeloviti sustav gospodarenja otpadom (CSGO). Odmah zatim je Zagreb na javne površine postavio prve spremnike za odvojeno sakupljanje iskoristivih i opasnih vrsta otpada. Krajem prošlog stoljeća Zagreb je provodio i tri ogledna projekta odvojenog sakupljanja biootpada sustavom „od vrata do vrata“. Izgrađene su u RH i prve dvije velike kompostane, te otvoreno prvo reciklažno dvorište. U to vrijeme tvrtka ZGO je izuzetno provodila mjere edukacije i smanjivanja otpada. Promidžbena poruka sa čuvenim glumcem „I to je to“, bila je poznata diljem Hrvatske i imala veću pozornost od promidžbe ugledne internacionalne kompanije. U osamdesetim godinama prošlog stoljeća počinje i projekt sanacije smetlišta. Sa državne razine zaustavljen je projekt TE-TO Zagreb. Mnogi ni do danas ne razumiju, da je zbog toga Zagreb odustao od CSGO.

Krajem prošlog stoljeća stopa odvojenog sakupljanja otpada u Zagrebu bila je veća od 35 %, a mnogi su u Ljubljani isticali Zagreb kao primjer odgovornog gospodarenja otpadom. U novom mileniju Zagreb vlastitim sredstvima završava uređenje smetlišta i izgradio uređeno odlagalište. Dolazi do organizacionih promjena te postupno odumiru projekti odvojenog sakupljanja i recikliranja otpada. Te je 2015. godine objavljena analiza stope odvojenog sakupljanja u EU metropolama, prema kojoj je Zagreb je bio na posljednjem mjestu. Inicijativom državnog fonda u dvadesetim godinama novog milenija nabavljene su čipirane posude, te je u Zagrebu uveden sustav odvojenog sakupljanja sustavom „od vrata do vrata“ za biootpad, papir i plastiku. Nastavno je zbog prevelikog broja posuda za otpad, neki su Zagreb proglasili „kanto gradom“. U središtu ponovo je uvedeno prikupljanje miješanog komunalnog otpada u plavim vrećicama i naplata promjenljivog dijela naknade prema broju plavih vrećica. Neprijeporno povećanje odvojenog sakupljanja treba podržati uz nadu da se državni organi opet neće umiješati u gospodarenje otpadom u Zagrebu.

Ključne riječi: otpad, gospodarenje otpadom, povijesni pregled

Abstract

Zagreb adopted the comprehensive waste management system (WMS) as early as 1984. Immediately thereafter, Zagreb placed the first containers for separate collection of usable and hazardous waste types in public areas. At the end of the last century, Zagreb also implemented three pilot projects for separate collection of bio-waste in the door-to-door system. The first two large composting plants in the Republic of Croatia were built and the first recycling yard was opened. At that time, the ZGO company exceptionally carried out educational and waste reduction activities. The advertising message with the famous actor "I to je to" was known throughout Croatia and received more attention than the advertising of a renowned international company. In the 1980s, the project to clean up landfills began. At the state level, the project TE-TO Zagreb was stopped. Many still do not understand that this is the reason why Zagreb abandoned CSGO. At the end of the last century, the rate of separate waste collection in Zagreb was over 35%, and many in Ljubljana highlighted Zagreb as an example of responsible waste management. In the new millennium, Zagreb completed the renovation of the landfill with its own funds and built an organized landfill. Organizational changes are taking place and separate waste collection and recycling projects are gradually dying out. In 2015, an analysis of the rate of separate collection in EU metropolises was published, according to which Zagreb was in last place. On the initiative of the State Fund, containers with French fries were purchased in the 20s of the new millennium and a system of separate collection with a door-to-door system for biowaste, paper and plastic was introduced in Zagreb. Due to the excessive number of waste garbage cans, some have declared Zagreb a "Kanto City". In the center, the collection of mixed municipal waste in blue bags and the collection of a variable part of the fee depending on the number of blue bags was reintroduced. The undeniable increase in separate collection should be supported with the hope that the state authorities will not interfere again in waste management in Zagreb.

Keywords: waste, waste management, historical overview

PREGLED MOGUĆNOSTI OPORABE LOPATICA VJETROAGREGATA NA KRAJU ŽIVOTNOG VIJEKA VJETROELEKTRANA

POSSIBILITIES OF WINDTURBINE BLADES RECOVERY AT THE END OF THE LIFE OF A WIND POWER PLANT

Mirjam Fuštar mag. prot. nat. et amb.^{1*}, Kristina Blagušević mag. oecol.¹, Mr. sc. Sanja Grabar dipl. ing. kem.¹

¹ GSM Link d.o.o., Zagreb

*e-mail kontakt: office@gsmlink.hr

Sažetak

Vjetroelektrane, kao obnovljivi izvori energije, igraju važnu ulogu u procesu zelene tranzicije. Tehnološke inovacije i nova saznanja u projektiranju vjetroagregata te njihovo implementiranje u proizvodnji rezultiraju osjetnim poboljšanjem njihovih karakteristika no i dalje postoje izazovi s kojima se vlasnici elektrana, proizvođači opreme i obrađivači otpada susreću. Naime, na kraju životnog vijeka vjetroelektrana, većinu komponenti vjetroagregata – temelj, toranj, komponente mjenjačke kutije i generatora je moguće oporabiti primjenom postojećih tehnologija, no uporaba lopatica je jedan od izazova s obzirom na strukturu i sastav te raspoloživost i dostupnost tehnologije uporabe. Do sada u Republici Hrvatskoj nije nastajao otpad od lopatica vjetroagregata, međutim, kroz narednih 10-tak godina očekuje se nastajanje ove vrste otpada uslijed zamjene, uklanjanja dotrajale opreme. S obzirom na kompleksnost problema i izazove koji su se do sada javljali u svijetu u pogledu obrade/oporabe lopatica vjetroagregata, potrebno je istražiti mogućnost uporabe prije nastanka ove vrste otpada, a u budućnosti, prilikom proizvodnje nove opreme preporuča se odabirati opremu koja je dizajnirana na način koji omogućava lakše recikliranje. U sklopu ovog rada prikazano je postojeće stanje u Republici Hrvatskoj te je dan pregled mogućnosti uporabe i korištenja otpadnih lopatica vjetroagregata uzimajući u obzir najnoviju literaturu i dosadašnje prakse u svijetu.

Ključne riječi: lopatice vjetroagregata, mehanička obrada, termička obrada, kemijska obrada, prenamjena

Abstract:

Wind power plants, as renewable energy sources, play an important role in the green transition process. Technological innovations and new knowledge in the design of wind turbines and their implementation in production result in a significant improvement of their characteristics, but there are still challenges faced by power plant owners, equipment manufacturers and waste processors. Namely, at the end of the life of a wind power plant, most of the components of the wind turbine - foundation, tower, components of the gearbox and generator can be recovered using existing technologies, but the recovery of the blades is one of the challenges considering the structure and composition and the availability and availability of the recovery technology. Until now, no waste has been generated from wind turbine blades in the Republic of Croatia, however, over the next 10 years or so, this type of waste is expected to be generated due to the replacement and removal of obsolete equipment. Considering the complexity of the problems and challenges that have arisen so far in the world regarding the processing/recovery of wind turbine blades, it is necessary to investigate the possibility of recovery before the occurrence of this type of waste, and in the future, when manufacturing new equipment, it is recommended to choose equipment that is designed in such a way which enables easier recycling. As part of this work, the current situation in the Republic of Croatia is presented and an overview of the possibilities of recovery and use of waste wind turbine blades is given, taking into account the latest literature and current practices in the world.

Key words: wind turbine blades, mechanical processing, thermal processing, chemical processing, conversion

PRIMJENA MULJA IZ PROČISTAČA OTPADNIH VODA U PROIZVODNJI ENERGETSKIH KULTURA

APPLICATION OF SLUDGE FROM WASTEWATER TREATMENT PLANTS IN THE PRODUCTION OF ENERGY CROPS

Neven Voća^{1*}, Josip Leto¹, Tomislav Karažija¹, Milan Poljak¹

¹ Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, Zagreb, Hrvatska

*e-mail kontakt: nvoća@agr.hr

Sažetak

Trenutno u Hrvatskoj postoji niz biljnih vrsta pogodnih za energetske pretvorbe uz korištenje mulja kao poboljšivača tla u njihovom uzgoju. Uvažavajući agroklimatske uvjete Hrvatske i obavezu uzgoja energetskih kultura na marginalnim tlima, kao optimalno rješenje nameće se dugotrajna, rizomatska trava miskantus (*Miscanthus x Giganteus*) uz primjenu mulja iz pročištača otpadnih voda kao poboljšivača tla koji se koristi za uzgoj ovakvih kultura.

Svrha projekta „Zbrinjavanje mulja kroz proizvodnju energetskih kultura“ financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost je analiza mulja, tla i biomase energetskih kultura, uzgojenih nakon aplikacije većih količina mulja od onih propisanih Pravilnikom, jednako u energetskom i ekološkom smislu. Stoga je glavni cilj istraživanja bio istražiti utjecaj aplikacije komunalnog mulja u tri različite količine i to od 1,66 t/ha što je najviše propisano trenutno važećim Pravilnikom, te 3,22 t/ha i 6,44 t/ha mulja na svojstva tla te na prinos i kvalitetu biomase miskantusa za proizvodnju energije.

Analizom kvalitete mulja utvrđena je koncentracija teških metala i organskih tvari koja je ispod maksimalno dopuštenih koncentracija te da nisu izolirane patogene bakterije. Uzimajući u obzir sadržaj organske tvari u mulju te opskrbljenost makro i mikro hranjivima, proizlazi da se mulj može razvrstati kao organski poboljšivač, s osnovnom namjenom poboljšanja fizikalnih i kemijskih svojstava tla te poboljšanja mikrobiološke aktivnosti.

Ključne riječi: mulj iz pročištača otpadnih voda; Miskantus; teški metali; biomasa; proizvodnja energije

Abstract

Currently, in Croatia there are a lot of plant species suitable for energy conversion, and in the cultivation of which sewage sludge is used as a soil conditioner. Taking into account the agroclimatic conditions of Croatia and the obligation to grow energy crops on marginal soils, the optimal solution is the perennial, rhizomatous *Miscanthus* grass (*Miscanthus x Giganteus*) with the use of sewage sludge from wastewater treatment plants as a soil conditioner for the cultivation of such crops.

The aim of the project "Sludge disposal through the production of energy crops", funded by the Croatian Science Foundation, is to analyse the sludge, soil and biomass of energy crops grown after the application of larger amounts of sludge than required by the Regulation, both in terms of energy and ecology. Therefore, the main objective of the research was to study the effects of the application of municipal sewage sludge in three different amounts, namely 1.66 t/ha, which is the maximum prescribed by the regulation currently in force, and 3.32 t/ha and 6.44 t/ha of sewage sludge on soil properties and on the yield and quality of *Miscanthus* biomass for energy production.

An analysis of the quality of the sludge showed that the concentration of heavy metals and organic matter was below the maximum permissible levels and that no pathogenic bacteria were isolated. Taking into account the content of organic matter in the sludge and the supply of macro- and micronutrients, the sludge can be classified as an organic improver whose main purpose is to improve the physical and chemical properties of the soil and improve microbiological activity.

Ključne riječi: sewage sludge; *Miscanthus*; heavy metals; biomass; energy production

PROBLEMATIKA KVALITETE PODATAKA U FINANCIRANJU SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM U REPUBLICI HRVATSKOJ

DATA QUALITY ISSUES REGARDING THE FINANCING OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN THE REPUBLIC OF CROATIA

dr.sc. Predrag Korica, univ. spec. techn. aliment^{1*}

¹ Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost

*e-mail: predrag.korica@fzoeu.hr

Sažetak

Utvrđivanje postizanja stanja optimalne razine zaštite okoliša i resursa u gospodarenju otpadom je moguće samo pomoću podataka zadovoljavajuće kvalitete. Prikupljanje podataka o otpadu je izrazito složena aktivnost jer uključuje sve proizvode kao i sve tokove materijala i energije, a također uključuje i sve dionike uključene u proizvodnju, transport, potrošnju i konačno zbrinjavanje otpada. Općenito, podatci potrebni za planiranje financiranja sustava gospodarenja otpadom uključuju ulazne uplate za fazu otpad proizvoda, naplatu postupanja s već nastalim otpadom, ulaganja u razvoj proizvoda za kraj životnog ciklusa, postupke zbrinjavanja/oporabe otpada, a pokrivaju i potrebe za utvrđivanje ostvarenja ciljeva. Kvalitetom podataka se smatra dovoljna razina točnosti, potpunosti, primjenjivosti, pouzdanosti, dosljednosti i ažurnosti podataka u smislu iskoristivosti za svrhu za koju su prikupljeni. Zahtjeve za službenim podacima definira zakonodavac kroz propise, međutim, stvarna potreba za podacima nadilazi službenu statistiku po pitanju specifičnosti, vrste, obujma i dubine podataka. Kvalitetu službenih podataka osiguravaju nadležna tijela, ali ona su ograničena svojim kapacitetima i međusobnim raspodjelama nadležnosti. Podatke koji se skupljaju van službene statistike teško je kontrolirati te je njihovu kvalitetu moguće samo procijeniti statističkim ili drugim matematičkim metodama. Najvažniji za kvalitetu podataka je sam izvor podataka, odnosno proizvođači proizvoda i otpada koji općenito imaju manje vremena, sredstava i volje, a često i konfliktne interese potrebne za prijavu kvalitetnih podataka. Ovaj članak sadrži pregled problematike praćenja podataka u gospodarenju otpadom te njihovog korištenja u utvrđivanju iznosa financiranja sustava.

Ključne riječi: kvaliteta podataka, gospodarenje otpadom, financiranje gospodarenja otpadom

Abstract

Determination of the state of achievement of the optimum level of environmental protection and resources in waste management is possible only with the help of data of satisfactory quality. The collection of data on waste is an extremely complex activity, as it encompasses all products and all material and energy flows, and also involves all actors involved in the production, transport, consumption and final disposal of waste. In general, the data needed to plan the financing of the waste management system include input payments for the product waste phase, payments for dealing with waste already generated, investments in product development for the end of life cycle, waste disposal/recycling procedures, and also cover the needs for determining target achievement. Data quality is defined as a sufficient level of accuracy, completeness, applicability, reliability, consistency, and timeliness of data in terms of usability for the purpose for which it was collected. The requirements for official data are set by the legislature through regulations. However, actual data needs go beyond official statistics in terms of specificity, type, scope, and depth of data. The quality of official data is ensured by the competent authorities, which are, however, limited by their capacities and the mutual distribution of responsibilities. Data collected outside official statistics are difficult to control, and their quality can only be assessed by statistical or other mathematical methods. Most important for data quality is the data source itself, i.e., the producers of products and wastes, who usually have less time, resources, and will, and often have conflicting interests required to report quality data. This article provides an overview of the issue of data monitoring in waste management and its use in determining the level of funding for the system.

Keywords: data quality, waste management, waste management funding

PROBLEMATIKA PODATAKA ZA MODEL CJELOVITOG SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM

DATA PROBLEMS FOR THE MODEL OF INTEGRATED WASTE MANAGEMENT SYSTEM

Josipa Bartulović^{1*}

*e-mail: josipa.bartulovic90@gmail.com

Sažetak

Prilikom postavljanja modela cjelovitog sustava gospodarenja otpadom potrebno je prikupiti i pripremiti vjerodostojne podatke za sve dijelove sustava i dionike koji su u granicama utjecaja na taj sustav. Sam naglasak o količinama traženih podataka upravo govori činjenica da različite vrste otpada sadrže različite kemijske tvari što zahtijeva individualan pristup svakoj vrsti. Na primjeru Republike Hrvatske može se uočiti potreba za mehanizmima kojima će se efikasnije pratiti podaci o količinama pojedinog proizvedenog otpada, tehnologijama uporabe, sektorima i sastavnicama sustava gospodarenja otpadom. Tema ovog rada je statistička obrada sakupljenih podataka, njihova evaluacija i analiza sveobuhvatnosti tih podataka jer je upravo sveobuhvatnost podataka u znanstvenoj literaturi prepoznata kao jedan od većih izazova prilikom modeliranja sustava.

Ključne riječi: model cjelovitog sustava gospodarenja otpadom, prikupljanje podataka, evaluacija podataka, analiza podataka

Abstract

When setting up a model of an integrated waste management system, it is necessary to collect and prepare reliable data for all parts of the system and stakeholders that are within the limits of influence on that system. The emphasis on the amount of required data is precisely the fact that different types of waste contain different chemical substances, which requires an individual approach to each type. On the example of the Republic of Croatia, there is an obvious need for mechanisms that will more efficiently monitor data on the amount of each type of produced waste, recovery technologies, sectors and components of the waste management system. The topic of this work is the statistical processing of collected data, their evaluation and analysis of the comprehensiveness of these data, because the comprehensiveness of data is recognized as one of the major challenges in system modeling.

Key words: model of integrated waste management system, data collection, data evaluation, data analysis

PROCJENA TOKOVA KOMUNALNOG OTPADA IZ KUĆANSTAVA NA MJESTU NASTANKA U SVJETLU NOVOG SUSTAVA NAPLATE ODVOZA OTPADA U GRADU ZAGREBU

ASSESSMENT OF MUNICIPAL WASTE STREAMS FROM HOUSEHOLDS AT THE POINT OF GENERATION WITH REGARD TO THE NEW COLLECTION SYSTEM FOR WASTE DISPOSAL IN THE CITY OF ZAGREB

Tomislav Domanovac^{1*}, Danko Fundurulja¹, Marija Vuković Domanovac²

¹ IPZ UNIPROJEKT TERRA, Voćarska cesta 68, Zagreb, Republika Hrvatska

² Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Trg Marka Marulića 19, Zagreb, Republika Hrvatska

*e-mail: tomislav@ipz-uniprojekt.hr

Sažetak

U Gradu Zagrebu je u listopadu 2022. godine uveden novi sustav naplate odvoza miješanog komunalnog otpada (MKO) čemu je prethodilo informiranje građana strukturi cijene usluge, uvjetima smještaja spremnika za MKO na mjestima primopredaje te namjenskim vrećicama kao mjeri za naplatu varijabilnog dijela cijene usluge. Kao dio spremnosti i informiranosti o navedenom sustavu, u svibnju 2022. godine autori ovog rada organizirali su među poznanicima, za koje su pretpostavili da bi bili voljni sudjelovati, jednomjesečno razdvajanje komunalnog otpada na mjestu nastanka. Mjesta ispitivanja su bili stanovi bez okućnice i kuće s okućnicom. Od svih kandidata, 60% ih je prihvatilo sudjelovati u ispitivanju dok je 20% nesudjelovanje objasnilo nemogućnošću organizacije i kontrole nad procesima razdvajanja i vaganja otpada u kućanstvu, 13% kandidata je bilo stava da nema smisla razdvajati otpad budući da ionako sve završi na odlagalištu dok je 7% kandidata bilo nezainteresirano.

Prosječno kućanstvo koje je sudjelovalo u ispitivanju brojilo je 2,3 člana, prosječna godišnja količina komunalnog otpada iznosila je 186 kg/članu. Količinski najveći tok odvojenog komunalnog otpada obuhvatio je suhe reciklate (papir/karton, plastika, staklo i metal) s udjelom od 48% nakon čega je slijedio tok biootpada iz kuhinja s udjelom od 23%, ostalog odvojenog 7%, a u MKO je bilo odloženo 22%. Uzimajući u obzir prosječnu gustoću pojedinih sastavnica otpada, procijenjen je prosječni mjesečni volumen MKO, odnosno prosječni varijabilni troškovi u iznosu od oko 5,80 kn/mj, odnosno udio istih u cijeni usluge od oko 13%.

Ključne riječi: komunalni otpad, sastav komunalnog otpada, količina komunalnog otpada, odvojeno sakupljanje komunalnog otpada, cijena usluge zbrinjavanja komunalnog otpada

Abstract

In October 2022, the City of Zagreb introduced a new collection system for mixed municipal waste. Before that, citizens were informed about the structure of the service price, the conditions for placing containers for municipal waste at the transfer points and the special bags as a measure for collecting the variable part of the service price. As part of the preparation and information about the aforementioned system, the authors of this work organized a one-month separation of municipal waste at the point of generation in May 2022 among acquaintances who they assumed would be willing to participate. The subjects were apartments without gardens and houses with gardens. Of all candidates, 60% agreed to participate in the survey, while 20% justified their non-participation by saying that it was impossible to organize and control the processes of waste separation and weighing in the household. 13% of the candidates were of the opinion that there is no point in separating the waste since everything ends up in the landfill anyway. 7% of respondents were not interested in doing so.

The average household participating in the survey had 2.3 members, and the average annual amount of municipal waste was 186 kg per member. The largest stream of separated municipal waste by volume was dry recyclables (paper/cardboard, plastic, glass, and metal) with a share of 48%, followed by the stream of biowaste from kitchens with a share of 23%, other separated waste with 7%, and mixed municipal waste with 22%. Taking into account the average density of individual waste components, the average monthly volume of mixed municipal waste was estimated, i.e. the average variable cost of about HRK 5.80/month, i.e. its share in the service price of about 13%.

Key words: municipal waste, composition of municipal waste, amount of municipal waste, separate collection of municipal waste, price of municipal waste disposal service

PROJEKTIRANJE, RADNA ISKUSTVA I IZGLEDI POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ OTPADA CELJE U KONTEKSTU GOSPODARENJA OTPADOM U SLOVENIJI

DESIGNING, OPERATION EXPERIENCE AND OUTLOOK OF CELJE WASTE – TO –
ENERGY PLANT IN CONTEXT OF SLOVENIAN WASTE MANAGEMENT

Filip Kokalj¹, Niko Samec¹

¹Faculty of Mechanical Engineering, University of Maribor, Smetanova 17, Maribor, Slovenia

*e-mail: filip.kokalj@um.si

Sažetak

Energetsko iskorištavanje krutog komunalnog otpada koji se ne može reciklirati predstavlja veliki društveni izazov. Postrojenja za proizvodnju energije iz otpada (W-t-E) predstavljaju važan korak prema korištenju raspoloživih izvora energije i smanjenju ovisnosti od uvoza goriva.

W-t-E je sastavni dio hijerarhije otpada i kao takav spada u kružno gospodarstvo kako ga vidi Europska komisija. Naravno, to ne bi trebalo negativno utjecati na smanjenje, ponovnu uporabu i recikliranje otpada, što su preferirani načini gospodarenja otpadom.

Korištenje energije komunalnog otpada se u većini slučajeva smatra proizvodnjom energije dijelom ili u cijelosti iz obnovljivih izvora energije, što znači smanjenje emisije stakleničkih plinova. To također znači korištenje domaćeg izvora energije i smanjenje uvozne ovisnosti energije.

W-t-E postrojenje u Celju zove se “Toplarna Celje” (Toplana Celje). U postrojenju se termički obrađuju lake frakcije krutog komunalnog otpada (papir, karton, plastika, folije, tekstil i drvo) te mulj iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Celje. Postrojenje predstavlja završnu fazu obrade otpada koji je prethodno obrađen i pripremljen u centru za gospodarenje otpadom.

Radom postrojenja smanjeni su negativni učinci na okoliš – uz iskorištavanje energije iz otpada.

Rad postrojenja u više od desetljeća dokazao je koncept i dizajn postrojenja i cjelokupni proces gospodarenja otpadom. Danas se koriste znanstvena istraživanja sa kojima se pomaže u određivanju budućih tehnoloških ulaganja kako bi se postrojenje održalo u najboljem ekološkom i radnom stanju.

Ključne riječi: spaljivanje, postrojenja za proizvodnju energije iz otpada, kruti komunalni otpad, kružno gospodarstvo, klimatske promjene, obnovljivi izvori energije

Abstract

The energy utilization of non-recyclable municipal solid waste represents great social challenge. Waste – to – energy (W-t-E) plants present an important step towards utilization of available energy sources and reduction of fuel import dependence.

W-t-E is an integral part of the waste hierarchy and as such falls within the circular economy as the European Commission perceives. Of course, it should not negatively affect the reducing, reusing and recycling of waste, which are the preferred methods of waste management.

Municipal waste energy use is, in most cases, considered as energy production partly or entirely from renewable energy sources, which means lowering greenhouse gas emissions. It also means the utilization of the domestic energy source and the reduction of energy import dependence.

The W-t-E plant in Celje is called “Toplarna Celje” (Celje district heating plant). The plant thermally treats light fraction of municipal solid waste (paper, cardboard, plastic, foils, textile and wood) and sludge from the Celje wastewater treatment plant. The plant represents the final stage of waste treatment, which has previously been processed and prepared at the waste management center.

The operation of the plant reduced the negative effects on the environment – in addition to the utilization of energy from waste.

The plant operations in over a decade has proved the concept and design of the plant and entire waste management process. Today, scientific research is applied to help determine future technological investments to keep the plant in best environmental and operation status.

Key words: incineration, waste – to – energy, municipal solid waste, circular economy, climate change, renewable energy sources

REZULTATI PRIMJENE PRINCIPA „ONEČIŠĆIVAČ PLAĆA“ KORIŠTENJEM STANDARDIZIRANIH VREĆICA U GRADU ZAGREBU

RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE POLLUTER PAYS PRINCIPLE THROUGH STANDARDIZED BAGS IN THE CITY OF ZAGREB

Bojan Ribić¹, Alen Hadžić¹, Davor Vić¹

¹Zagrebački holding d.o.o., Podružnica Čistoća

*e-mail: bojan.ribic@zgh.hr; alen.hadzic@zgh.hr; davor.vic@zgh.hr

Sažetak

Posljednjih nekoliko godina Grad Zagreb poduzeo je čitav niz mjera i aktivnosti u cilju smanjenja količina proizvedenog miješanog komunalnog otpada i povećanja odvojeno sakupljenog reciklabilnog otpada. Unatoč znatnim, ulozenim financijskim sredstvima i bitnom povećanju količina odvojeno sakupljenog reciklabilnog otpada, proizvedena količina miješanog komunalnog otpada još uvijek je toliko visoka da Grad Zagreb plaća višemilijunske iznose na ime poticajne naknade.

Upravo iz tog razloga predložena je primjena novog alata kojim će se direktno poticati građane grada Zagreba na izbjegavanje i smanjivanje nastajanja otpada te još značajnije odvojeno prikupljanje reciklabilnog otpada. Dosljednom primjenom načela gospodarenja otpadom „onečišćivač plaća“ Grad Zagreb je 1.10.2022. godine započeo s novim sustavom naplate javne usluge sakupljanja komunalnog otpada. Sukladno zakonskim odredbama, predviđeno je da svi korisnici javne usluge plaćaju odgovarajući iznos obvezne minimalne javne usluge, dok se dio cijene za količinu predanog miješanog komunalnog otpada (primarno za korisnike iz kategorije kućanstva) plaća putem odgovarajućih tipiziranih vrećica odgovarajućeg volumena. Slijedom odredbi Zakona o gospodarenju otpadom (NN 84/2021) i smjernica za izradu novog Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, primijenjeni model naplate javne usluge predstavlja direktan poticaj provedbi programa sprečavanja nastajanja otpada i mjere „plati koliko baciš“.

Rezultati primjene novog modela naplate javne usluge sakupljanja komunalnog otpad i njegova važnost u provedbi mjera izbjegavanja i smanjivanja nastajanja otpada vidljivi su već nakon dva mjeseca primjene i prikazani su u ovom radu. Najvažniji rezultat je zasigurno smanjenje proizvedenog miješanog komunalnog otpada za oko 30 % te značajno povećanje količina korisnog otpada.

Ključne riječi: Gospodarenje otpadom, Grad Zagreb, onečišćivač plaća, plati koliko baciš, smanjivanje nastajanja otpada, reciklabilni otpad

Abstract

In the last couple of years, the City of Zagreb has undertaken a whole series of measures and activities aimed at reducing the amount of mixed municipal waste produced and increasing separate collection of recyclable waste. Despite the considerable financial resources invested and the significant increase in the amount of separately collected recyclable waste, the amount of mixed municipal waste produced is still so large that the City of Zagreb pays multi-million sums for the incentive fees.

Hence, a new tool was introduced to encourage the citizens of the City of Zagreb to reduce waste generation and to further induce separate collection of recyclable waste. Due to consistent application of the "polluter pays" principle, the City of Zagreb on October 1st, 2022, put into force a new billing model for the public municipal waste collection service. In accordance with legal provisions, it is stipulated that all public service users pay the appropriate amount of the mandatory minimum public service, and the other part of the price for the public service for mixed municipal waste produced (primarily for users from the household category) is paid using standardized bags of the appropriate volume. Pursuant to the provisions of the Law on Waste Management (OG 84/2021) and the guidelines for the development of the new Waste Management Plan of the Republic of Croatia, the applied public service billing model represents a direct incentive for the implementation of the waste prevention program and the "pay as much as you throw" principle.

The results of the application of the new billing model for the public municipal waste collection service and its importance in the implementation of measures of waste reduction and separate collection of reusable waste are already visible after two months of application and are presented in this paper. Certainly, most important result is the decrease of produced mixed municipal waste by 30% and the significant increase of amounts of recyclables.

Key words: Waste management, City of Zagreb, polluter pays, pay as much as you throw, waste reduction, recyclable waste

SASTAV I OSNOVNI GEOTEHNIČKI PARAMETRI BIOOSUŠENOG KOMUNALNOG ČVRSTOG OTPADA

COMPOSITION AND BASIC GEOTECHNICAL PARAMETERS OF BIODRIED MUNICIPAL SOLID WASTE

D. Bosilj^{1*}, I. Petrović¹, N. Hrnčić¹, N. Kaniški¹

¹Geotehnički fakultet Sveučilište u Zagrebu, Varaždin

*E-mail: dino.bosilj@gfv.unizg.hr

Sažetak

Jedan od učestalih načina obrade komunalnog otpada je biološko-mehanička obrada (BMO). Ova metoda obrade razvijena je s ciljem kako bi se smanjila količina otpada koji se odlaže na odlagalište te kako bi se smanjili negativni učinci odlaganja na okoliš. Nakon provedene BMO otpada kao krajnji produkti obrade mogu se izdvojiti reciklabilni materijali, gorivo iz otpada (GIO) i ostatni dio otpada s još uvijek značajnim udjelom organskog otpada. Ova frakcija pogodna je za odlaganje se na posebno uređena, tzv. bioreaktorska odlagališta. Bioreaktorsko odlagalište je sustav u kojem se optimizacijom parametara razgradnje (prvenstveno se misli na održavanje optimalne vlažnosti tijela odlagališta recirkulacijom filtrata) ubrzava mikrobiološka razgradnja kako bi se ostvarila brža stabilizacija odlagališta i maksimizirala količina nastalog odlagališnog plina. Nastali plin moguće je ekstrahirati iz tijela odlagališta te iskoristiti u energetske svrhe. Osnovni preduvjet ispravnog funkcioniranja bioreaktorskog odlagališta je poznavanje sastava odloženog otpada, kao i poznavanje njegovih osnovnih geotehničkih parametara. Stoga se u ovom radu daje se prikaz i usporedba utvrđenog sastava i osnovnih geotehničkih parametara ostatne frakcije BMO otpada. Navedeni parametri utvrđeni su na ostatnom otpadu iz Županijskih centara za gospodarenje otpadom Kaštijun i Marišćina uzorkovanim u veljači 2019. godine.

Ključne riječi: bioreaktorsko odlagalište, mehanička obrada, biološka obrada, metanogena frakcija

Abstract

One of the common methods of processing municipal waste is biological-mechanical processing (BMT). This treatment method was developed with the aim of reducing the amount of waste that is disposed of in the landfill and to reduce the negative effects of disposal on the environment. After the BMT of waste has been carried out, recyclable materials, fuel from waste (RDF) and the remaining part of waste with a still significant proportion of organic waste can be separated as the final products of processing. This fraction is suitable for disposal in specially arranged, so-called bioreactor landfills. A bioreactor landfill is a system in which, by optimizing the decomposition parameters (primarily referring to maintain optimal humidity of the landfill body by recirculating the filtrate), microbiological decomposition is accelerated in order to achieve faster stabilization of the landfill and maximize the amount of landfill gas generated. The resulting gas can be extracted from the body of the landfill and used for energy purposes. The basic prerequisite for the proper functioning of the bioreactor landfill is knowledge of the composition of the disposed waste, as well as knowledge of its basic geotechnical parameters. Therefore, this paper presents a description and comparison of the established composition and basic geotechnical parameters of the remaining fraction of BMT waste. The above parameters were determined on the remaining waste from the Kaštijan and Marišćina County Waste Management Centers sampled in February 2019.

Keywords: bioreactor landfill, mechanical treatment, biological treatment, methanogenic fraction

KALKULATOR UGLJIKA ZA SEKTOR GOSPODARENJA OTPADOM U METROPOLI TEL AVIV

THE "CLIMATE CALCULATOR" OF TEL-AVIV METROPOLITAN FOR REDUCING GREENHOUSE GAS EMITTED BY WM ACTIONS

Mr. Iftach Inbar¹

¹ Chief Engineer, Dan Region Association of Towns,

Abstract

Hiriya Recycling Park (HRP) is the largest transfer station in Israel, receiving approximately 1.200,000 tons/year of MSW from 33 municipalities in the Tel-Aviv metropolitan. As part of an ongoing effort to streamline WM processes, a computational tool has been developed to assess the climatic impact of HRP ' s activity.

The environmental impact of WM is normally related to quantities of waste transferred to landfills, or recycling and recovery rates. Our new tool represents a new methodology that includes the total emissions generated within the facilities and during the transportation of waste along the WM supply chain. The newly developed index proposes for the first time a translation of the WM operations into the amount of GHG emitted or avoided.

The waste received at the site is directed to one of the currently available alternatives: 1. Waste sorting, recycling, and RDF production; 2. Direct landfill without sorting. The "climate calculator" calculates total GHG emissions from reception to the end facility, and also calculates emissions that are avoided by saving raw materials, as a result of recycling. Additional calculation was performed for future WM scenarios like energy recovery for residual waste, and anaerobic digestion.

Calculations were made with the reference scenario in which all waste was transferred without sorting to a landfill in the south of Israel. Results indicate that sorting MSW and producing alternative fuels from dry waste (RDF), reduces GHG emissions by more than 50% compared to direct transfer to landfills. It was also found that the WTE facility as a future scenario is significantly the cleanest option for residual waste.

The "calculator" uses data from other environmental initiatives such as the installation of solar systems & fueling trucks with CNG. Our calculator will be used from 2022 and on as a real-time monitor of operational performance and for decision - makers

Key words: climate alculator, greenhouse gas, RDF, WTE

UPRAVLJANJE OTPADOM U BIH: SADAŠNJI I BUDUĆI IZAZOVI

WASTE MANAGEMENT IN BIH: PRESENT AND FUTURE CHALLENGES

Draženko Bjelić^{1*}, Borislav Malinović¹, Dragana Nešković Markić²

¹University of Banjaluka, Faculty of Technology, Stepe Stepanovica 73, Banja Luka 78000, Bosnia and Herzegovina

²Pan-European University "APEIRON", Faculty of Health Sciences, Vojvode Pere Krece 13, 78000 Banja Luka, Bosnia and Herzegovina

*e-mail: drazenko.bjelic@tf.unibl.org

Sažetak

Upravljanje otpadom u BiH je u nadležnosti dva entiteta i Brčko distrikta BiH. Miješani komunalni otpad sakupljaju komunalna preduzeća sa voznim parkom koji je u prosjeku stariji od 10 god, a prosječan stepen sakupljanja otpada iz domaćinstava iznosi 77%. Oko 76% sakupljenog komunalnog otpada se odloži na devet regionalnih deponija a preostali dio otpada se još uvijek odlaže na 84 neuređena odlagališta. Prema procjenama na teritoriji BiH ima preko 1.400 divljih deponija. Izdvajanje korisnih komponenti iz otpada na mjestu nastanka kao i na instaliranim linijama za separaciju je još uvijek jako loš. Pored ovih problema u upravljanju otpadom mogu se još istaći i nedovoljna finansijska sredstva, loša svijest građana kao i neodstatak podataka o otpadu. U budućnosti je potrebno unaprijediti svaki segment u upravljanju otpadom, počevši od prevencije nastanka otpada i razdvajanja na mjestu nastanka, sa ciljem uspostavljanja održivog integralnog upravljanja otpadom. Unapređenje pravnog i strateškog okvira u oblasti upravljanja otpadom sa EU principima, smanjenje količine otpada i povećanje količine ponovno upotrijebljenih materijala, jačanje svijesti i finansijskih instrumenata u upravljanja otpadom, unapređenje sistema evidencije i izvještavanja o otpadu, unapređenje upravljanja otpadom su neki od prioriteta u budućem periodu koji su utvrđeni Strategijom i akcionim planom okoliša (ESAP 2030+).

Ključne riječi: otpad, upravljanje otpadom, ESAP

Abstract

Waste management in Bosnia and Herzegovina is the responsibility of two entities and the Brčko District of Bosnia and Herzegovina. Mixed municipal waste is collected by municipal companies with a fleet that is on average older than 10 years, and the average level of waste collection from households is 77%. About 76% of the collected municipal waste is landfilled at nine regional landfills, and the remaining part of the waste is still disposed of at 84 unorganized dumps. According to estimates, there are over 1,400 illegal dumps at the territory of Bosnia and Herzegovina. Extraction of useful components from waste at the source as well as at installed sorting lines is still very poor. In addition to these problems in waste management, insufficient financial resources, poor awareness of citizens and lack of data on waste can also be highlighted. In the future, it is necessary to improve every segment in waste management, starting with the prevention of waste generation and separation at source, with the aim of establishing a sustainable integrated waste management. Improving the legal and strategic framework in the field of waste management with EU principles, reducing the amount of waste and increasing the amount of reused materials, strengthening awareness and financial instruments in waste management, improving the system of records and reporting on waste, improving waste management are some of the priorities in the future which are determined by the Environmental Strategy and Action Plan (ESAP 2030+).

Keywords: waste, waste management, ESAP

UTJECAJ PRIMJENE LEBDEĆEG PEPELA NA pH U POLJOPRIVREDNIM I ŠUMSKIM TLIMA: META-ANALIZA

THE IMPACT OF FLY ASH APPLICATION ON pH IN AGRICULTURAL AND FORESTRY SOILS: A META-ANALYSIS APPROACH

J. Horvatinec^{1*}, G. Ondrašek¹

¹Zavod za melioracije, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

*e-mail: jhorvatinec@agr.hr

Sažetak

Lebdeći pepeo (LP) je fino praškasti, mineralni i alkalni nusproizvod (otpad) kogeneracijskih postrojenja koji se može koristiti kao kondicioner tla u agro-šumskim ekosustavima. Glavni cilj bio je utvrditi i kvantificirati učinke primijenjenog LP na pH u poljoprivrednim i šumskim tlima na temelju 456 uzoraka iz 28 studija korištenjem meta-analize modelom slučajnog učinka. Potvrđeno je da je primjena LP značajno povisila pH tla za 13,35% ($p < 0,001$). Veličina učinka 26 studija bila je srednja do jaka i pozitivno je korelirala s rezultatima pojedinačnih studija, dok su samo dvije studije imale negativnu vrijednost s malom veličinom učinka i kontradiktornim rezultatima u odnosu na ostalih 26 studija. Rezultati pokazuju da LP ima neutralizacijska svojstva, odnosno njegova primjena je značajno povisila pH tla te se stoga može koristiti kao kondicioner kiselih tala. Naredno, koristiti ćemo višerazinsku meta-analizu u proučavanju utjecaja primjene različitih doza LP i na druga fizikalno-kemijska svojstva tla.

Ključne riječi: lebdeći pepeo, meta-analiza, pH, otpad, kondicioner tla, poljoprivredna i šumska tla

Abstract

Fly ash (FA) is a fine-powdered, mineral and alkaline by-product (waste) of cogeneration facilities which could be used as a soil amendment in agroforestry ecosystems. The main objective was to determine and quantify the effects of application of FA on pH in agricultural and forestry soils based on 456 samples from 28 studies using a random effect meta-analysis. It was confirmed that FA application significantly increased soil pH by 13.35% ($p < 0.001$). The effect size of 26 studies was medium to strong and positively correlated with the results from particular studies, while only two studies had a negative value but a small effect size and seemed to be in contradiction with other studies. The results show that FA has acid-neutralising properties, i.e. its application significantly improved soil pH, and thus it can be used as a soil amendment in conditioning of acidic soils. In the next we will test the same multiple meta-analysis approach in studying the impact of FA application on some other soil physicochemical constrains.

Keywords: fly ash, meta-analysis, pH, waste, amendment, agricultural and forestry soils

DRUGAČIJI ZAKONODAVNI PRISTUP – UREĐENJE SUSTAVA PRODUŽENE ODGOVORNOSTI PROIZVOĐAČA KROZ ZAKON

A DIFFERENT LEGAL APPROACH - REGULATING EPR IN AN UMBRELLA LAW

dr. Krisztina Wegner^{1*}

¹MAV Zrt

*e-mail: wegner.krisztina@gmail.com

Sažetak

EPR - proširena odgovornost proizvođača - naširoko je korišten pristup za rukovanje i financiranje specifičnih tokova otpada ne samo u EU i zemljama pristupnicama, već u cijelom svijetu.

Iako je EPR relativno uspješan alat već više od 2 desetljeća, njegovo postavljanje i rad razlikuju se u većini zemalja.

Nakon nekoliko kritika na rad sustava EPR-a, EU je 2018. počeo regulirati EPR-ove, čineći ga jedinstvenijim. Ali je li dovoljno?

U nekoliko zemalja koje imaju EPR sustav u praksi ili koje žele implementirati EPR sustav raspravlja se o novom regulatornom sustavu, o kojem bi prezentacija dala kratak pregled s naglaskom na njegove učinke i izazove.

Ključne riječi: proširena odgovornost proizvođača, pravni pristup

Abstract

EPR - the extended producer responsibility - is a widely used approach to handle and finance specific waste stream not only in the EU and its accession countries, but all over the world.

Although EPR has been a relatively successful tool for over 2 decades now, its setup and operation differs in most of the countries.

After several criticism over the operations of the EPR systems the EU in 2018 started to regulate EPRs, making it more unified. But is it enough?

In several countries that has EPR in practice or that wishes to implement an EPR system a new regulatory setup is under discussion, about which the presentation would give a brief overview highlighting its effects and challenges.

Key words: extended producer responsibility, legal approach

OBRADA PROCJEDNIH VODA – DOBAR PRIMJER KRUŽNOG GOSPODARSTVA

LANDFILL LEACHATE TREATMENT – A GOOD EXAMPLE IN CIRCULAR ECONOMY

Erika Horváth^{1*}

¹ Klarwin Hungary Llc.

*e-mail: erika.horvath@klarwin.com

Sažetak

Procjedne vode s deponija vrlo su zagađene otpadne vode, ali korištenje odgovarajuće tehnologije za njihovu obradu može biti pravo rješenje za recikliranje i ponovnu upotrebu te vode.

Koliko procjedne vode imamo u tijelu odlagališta? Zašto ga je važno liječiti? Koja je to tehnologija? Kako radi? Koliko je učinkovit?

Nekoliko stvarnih primjera iz Mađarske, rješenje za mobilne kontejnere, lako ih je premjestiti s jednog odlagališta na drugo, jednostavno rukovanje, izvrsna kvaliteta permeata.

Potrebno je izbjegavati odlaganje, ali još uvijek imamo puno odlagališta u našoj regiji i moramo pronaći najbolje načine kako njima pravilno upravljati u okviru kružnog gospodarstva.

Ključne riječi: proširena odgovornost proizvođača, pravni pristup

Abstract

Landfill leachate is a very polluted waste water, but using the right technology for its treatment can be a real solution for recycling and re-use this water.

How much leachate do we have in a landfill body? Why is it important to treat it? What is this technology? How does it work? How efficient is it?

Some real examples from Hungary, mobile container solution, easy to move it from one landfill to another, easy to operate, excellent permeate quality.

It is necessary to avoid landfilling, but we still have a lot of landfills in our region and we need to find the best ways how to operate them properly within the framework of circular economy.

Key words: extended producer responsibility, legal approach