

**ASSOCIATION FOR PROMOTION OF HOLISTIC APPROACH TO
ENVIRONMENT**

in cooperation with

CENTRE OF EXCELLENCE FOR INTEGRATIVE BIOETHICS

BALKAN ENVIRONMENTAL ASSOCIATION

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA

1st INTERNATIONAL CONFERENCE

THE HOLISTIC APPROACH TO ENVIRONMENT

PROCEEDINGS BOOK



SEPTEMBER 13th - 14th, 2018

SISAK, REPUBLIC OF CROATIA

**PROCEEDINGS BOOK OF THE 1st INTERNATIONAL
CONFERENCE THE HOLISTIC APPROACH TO
ENVIRONMENT**

PUBLISHER

Association for Promotion of Holistic Approach to Environment

Buzetska 25

44000 Sisak

Republic of Croatia

www.cpo.hr

EDITORS

Anita Štrkalj

Zoran Glavaš

Sanja Kalambura

ISSUE

150 copies

ISSN 2623-677X

ORGANISERS

Association for Promotion of Holistic Approach to Environment

in cooperation with

Centre of Excellence for Integrative Bioethics

Balkan Environmental Association

University of Applied Sciences Velika Gorica

PATRONS

Ministry of Science and Education

Ministry of Environment and Energy

Croatian Environment and Nature Agency

Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra

Sisak-Moslavina County

City of Sisak

MEDIA COVERAGE

Radio Quirinus

Internet portal www.sisak.info.hr

New Sisak's weekly newspaper

Organizing Committee would like to thank all those who helped organize the 1st International conference “The holistic approach to environment”:

DONORS

Sisak-Moslavina County

GOLDEN SPONSORS

INA d.d.

Tehnix d.o.o.

SILVER SPONSORS

Agroproteinka d.d.

AnAs d.o.o.

Hebe d.o.o.

Kisikana d.o.o.

LabEKO d.o.o.

Ljevaonica Duga Resa d.o.o.

BRONZE SPONSORS

AMK – knjižara i papirnica

Bigbelly

KEFO d.o.o.

KemoLab d.o.o.

OPG Mihalić

Promea Tech d.o.o.

Ru-Ve d.o.o.

Vita projekt d.o.o.

Zavod za ispitivanje kvalitete d.o.o.

OTHER SPONSORS

Cvjećarna Majda

Restoran Cocktail

WDF d.o.o.

ORGANIZING COMMITTEE

Assoc. prof. Anita Štrkalj, Ph.D. (HRV), president
Prof. Zoran Glavaš, Ph.D. (HRV), vice president
Assoc. prof. Hrvoje Jurić, Ph.D. (HRV), vice president
Prof. Damir Hršak, Ph.D. (HRV)
Assoc. prof. Sanja Kalambura, Ph.D. (HRV)
Assist. prof. Martina Lovrenić-Jugović, Ph.D. (HRV)
Assist. prof. Jan Kizek, Ph.D. (SKV)
Assist. prof. Gordana Kozoderović (SRB)
Assoc. prof. Marina Jovanović, Ph.D. (BIH)
Dijana Cerić, B.sc. (SWE)
Prof. Spase Shumka, Ph.D. (ALB)
Damir Butković, B.sc. (HRV)
Assist. prof. Slobodan Sadžakov (SRB)

PROGRAM COMMITTEE

Assoc. prof. Aleksandra Anić-Vučinić, Ph.D. (HRV)
Assist. prof. Jakov Baleta, Ph.D. (HRV)
Prof. Vladimir Bermanec, Ph.D. (HRV)
Assoc. prof. Ivan Brnardić, Ph.D. (HRV)
Assoc. prof. Mirjana Čurlin, Ph.D. (HRV)
Dr. Mariana Golumbeanu, Ph.D. (ROU)
Ivana Gudelj, Ph.D. (HRV)
Assist. prof. Goutam Hazra, Ph.D. (IND)
Assoc. prof. Tamara Holjevac Grgurić, Ph.D. (HRV)
M.Sc. Igor Jajčinović (HRV)
Assist. prof. Ivan Jandrlić, Ph.D. (HRV)
M.Sc. Nives Jovičić (HRV)
Prof. Darko Kiš, Ph.D. (HRV)
Assist. prof. Vesna Ocelić Bulatović, Ph.D. (HRV)
Assoc. prof. Peter Križan, Ph.D. (SKV)
Krešimir Maldini, B.sc. (HRV)
Prof. Amir Muzur, Ph.D. (HRV)
Assoc. prof. Siniša Ozimec, Ph.D. (HRV)
Prof. Susana Paixao, Ph.D. (PRT)
Assoc. prof. Ljerka Slokar, Ph.D. (HRV)
Assoc. prof. Snežana Šerbula, Ph.D. (SRB)
Assoc. prof. Maria Špoljar, Ph.D. (HRV)
Marija Trkmić, Ph.D. (HRV)
Prof. Augustin Varga, Ph.D. (SKV)
Prof. Lino Veljak, Ph.D. (HRV)
Assoc. prof. Antonija Višekruna, Ph.D. (BIH)

REVIEW COMMITTEE

Dragan Adamović (SRB)	Srđan Glišović (SRB)
Abdirahim Ahmedovich Kurbanov (UZB)	Roberta Gorup (HRV)
Alma Ahmeti (ALB)	Ivana Gudelj (HRV)
Oliver Anđelković (SRB)	Latif Gurkan Kaya (TUR)
Monika Babačić (HRV)	Emina Hadžić (BIH)
Jakov Baleta (HRV)	Mihail Hanzu (ROU)
Bojan Batinić (SRB)	Matija Horžić (HRV)
Tibor Bešenić (HRV)	Fatmir Hoxha (ALB)
Veselin Bežanović (SRB)	Damir Hršak (HRV)
Irella Bogut (HRV)	Andrea Hublin (HRV)
Šefkija Botonjić (BIH)	Miće Jakić (HRV)
Ivan Brnardić (HRV)	Ivana Jelić (SRB)
Robert M. Brooks (USA)	Tomislav Jemrić (HRV)
Zrinka Buhin Šturić (HRV)	Admir Jançe (ALB)
Sonja Butula (HRV)	Anja Jokić (SRB)
Frederik Cane (ALB)	Nives Jovičić (HRV)
Ion Constantin (ROU)	Dražan Jozić (HRV)
Čedomir Crnogorac (BIH)	Hrvoje Jurić (HRV)
Mirta Čizmić (HRV)	Vanja Jurišić (HRV)
Lidija Čuček (SVN)	Suvada Jusić (BIH)
Mirjana Čurlin (HRV)	Sanja Kalambura (HRV)
Anxhela Dauti (ALB)	Vesna Kecić (SRB)
Tihana Dekanić (HRV)	Darko Kiš (HRV)
Ariola Devolli (ALB)	Srđan Kovačević (SRB)
Vilma Ducman (SVN)	Tomislav Krznar (HRV)
Dinko Đurđević (HRV)	Mladen Kučinić (HRV)
Milorad Filipović (SRB)	Entela Lato (ALB)
Bernard Franković (HRV)	Cristina Leonelli (ITA)
Gordana Gajica (SRB)	Alpar Lošonc (SRB)
Ermelinda Gjeta (ALB)	Mirela Lučan (HRV)
Zoran Glavaš (HRV)	Ivan Lukić (SRB)

Aida Mahmutović (BIH)
Goran Majstrovic (HRV)
 Ana Matin (HRV)
 Alan Medić (HRV)
 Nevzet Merdić (BIH)
Aleksandar Mešić (HRV)
 Marin Miletić (HRV)
Tomislav Mrakovčić (HRV)
 Vangjel Mustaqi (ALB)
Dubravka Negovetić Vranić (HRV)
 Enkela Nočka (ALB)
 Ivona Nuić (HRV)
Marilda Osmani (ALB)
 Ivan Ostojić (BIH)
 Siniša Ozimec (HRV)
Robert Pašićko (HRV)
Jerko Pavličević (BIH)
 Bledar Pepa (ALB)
 Maja Petrović (SRB)
 Gordan Prskalo (BIH)
Blerina Pupuleku (ALB)
 Tanja Pušić (HRV)
Aleksandar Racz (HRV)
Vlastimir Radonjanin (SRB)
 Vesna Rajčević (BIH)
 Jonjaua Ranogajec (SRB)
Lidija Runko Luttenberger (HRV)
 Aleksandra Sander (HRV)
 Petra Schneider (DEU)
Amra Serdarević (BIH)
Mirela Sertić Perić (HRV)
 Igor Shesho (MKD)
 Spase Shumka (ALB)
 Ljerka Slokar (HRV)
Tatjana Šolević-Knudsen (SRB)
 Željko Španjol (HRV)
 Maria Špoljar (HRV)
 Merita Stafasani (ALB)
 Anita Štrkalj (HRV)
 Tamara Tarnik (HRV)
Orhideja Tasevska (MKD)
 Ivančica Ternjej (HRV)
 Gordana Tica (BIH)
 Ivana Tomaz (HRV)
 Marija Trkmić (HRV)
 Milan Trumić (SRB)
Aleksandra Tubić (SRB)
 Dejan Ubavin (SRB)
 Elvira Vidović (HRV)
 Siniša Vilke (HRV)
Antonija Višekruna (BIH)
Mirjana Vojinović Miloradov (SRB)
 Branka Vojnović (HRV)
 Eniko Volceanov (ROU)
 Ana Vovk Korže (SVN)
Domagoj Vrsaljko (HRV)
 Željko Zečić (HRV)
 Saša Živković (HRV)

CONTENTS

Alma Ahmeti, Spiro Grazhdani, Adriana Zyfi RESULTS FROM AN APPROACH FOR ADAPTING AGRICULTURAL LAND MANAGEMENT TO CLIMATE CHANGE IN A PROTECTED AREA	1
Violina Angelova, Marija Ihtjarova POTENTIAL OF ARTEMISIA ABSINTHIUM FOR PHYTOREMEDIATION OF SOILS CONTAMINATED WITH HEAVY METALS	13
Katarina Antić, Dragan Adamović, Maja Turk Sekulić, Jelena Radonić SISTEMATIZACIJA I UPOREDNI PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE EVROPSKE UNIJE I REPUBLIKE SRBIJE U OBLASTI UPRAVLJANJA PROCEDNIM VODAMA KOMUNALNIH DEPONIJA ČVRSTOG OTPADA	23
Dražen Balić, Tomislav Čop, Bruno Židov ANALIZA TEHNOLOŠKIH INDIKATORA RAZLIČITIH PROIZVODNIH ENERGETSKIH JEDINICA SPREGNUTIH SA SEKTOROM PROMETA	36
Robert Bedoić, Boris Čosić, Tomislav Pukšec, Neven Duić APPLICATION OF MATHEMATICAL MODELLING IN ANAEROBIC DIGESTION OF BIODEGRADABLE ORGANIC MATTER	45
Veselin Bežanović, Mladenka Novaković, Miodrag Živančev, Dušan Milovanović, Ivana Mihajlović ADSORPTION OF NAPROXEN FROM AQUEOUS SOLUTION USING ACTIVATED CARBON HYDRODARCO C	56
Farzet Bikić, Amira Pašalić UTJECAJ DODATKA KOMPLEKSIRAJUĆEG AGENSA U KISELO TLO NA SADRŽAJ CINKA, NIKLA I KROMA U POJEDINIM BILJKAMA	65
Maja Brborić, Branislav Vrana, Jelena Radonić, Tijana Marinković, Maja Turk Sekulić QUANTIFICATION OF POLYBROMINATED DIPHENYL ETHERS IN BOTTOM SEDIMENT OF DANUBE RIVER IN THE VICINITY OF NOVI SAD	71
Dijana Cerić, Danijela Ašperger, Ivona Kaselj, Sabina Prašnički SIMULTANEOUS EXTRACTION AND CHROMATOGRAPHIC DETERMINATION OF VETERINARY PHARMACEUTICALS THAT AFFECT OUR ECOSYSTEM	78
Mehmet Cetin FINDING BIOCOMFORT AREAS IN URBAN PLANNING STUDIES FOR LANDSCAPE AND MANAGEMENT	89
Mirjana Čurlin, Virgjina Lipoveci METODOLOGIJA MODELIRANJA PROCESA KAO DOPRINOS CJELOVITOM PRISTUPU OKOLIŠU	97

Frederik Dara, Ariola Devolli	103
USING ANN MODEL AS AN EFFICIENT METHOD TO PREDICT THE AIR POLLUTION CONCENTRATIONS	
Anxhela Dauti, Gezim Kapidani, Blerina Pupuleku, Nikoleta Kallajxhiu, Admir Jançe, Silvana Turku	109
THE PALYNOMORPHOLOGICAL DATA OF <i>CENTAUREA JACEA L.</i> IN ALBANIA	
Ariola Devolli, Frederik Dara, Arta Kodra	117
ASSESSMENT OF SURFACE WATERS QUALITY AND THE DETERMINATION OF MAIN POLLUTANTS	
Vito Dujmović, Goran Olujić, Marija Bralić, Mirjana Čurlin	127
PROSTORNA I VREMENSKA RASPODJELA TROFIČKOG (TRIX) INDEKSA KAO POKAZATELJA EKOLOŠKOG STANJA MORA U UVALI TELAŠČICA	
Petar Đukić, Slaviša Đukanović	135
ODRŽIVOST TEORIJE I PRAKSE ODRŽIVOG RAZVOJA: NOVI KONCEPT INŽENJERSKOG OBRAZOVANJA	
Dinko Đurđević, Vitomir Komen	151
ENERGY AND NUTRIENT RECOVERY OF SEWAGE SLUDGE FROM WASTEWATER TREATMENT PLANT WITHIN CIRCULAR ECONOMY	
Zoran Glavaš, Anita Štrkalj	162
ADSORPCIJA OCTENE KISELINE NA OTPADU IZ METALURŠKE PROIZVODNJE	
Dorina Graždani	173
AN EMPIRICAL APPROACH FOR MEASURING THE IMPACT OF ACCESS TO CURBSIDE RECYCLING ON QUANTITY RECYCLED IN PRESPA PARK WATERSHED	
Dorina Graždani	185
RESULTS FROM A CONTINGENT VALUATION SURVEY FOR ASSESSING THE WILLINGNESS-TO-PAY FOR ECOSYSTEM SERVICES RESTORATION	
Tomislav Grizelj	196
OTPAD KAO ALTERNATIVNA ENERGIJA	
Tomislav Grizelj	203
PROCIJEDNI MULJ - OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE	
Josip Guć	211
EKOLOŠKA KRIZA IZMEĐU KULTURE I PRIRODE	
Goutam Hazra	222
LEACHING STUDIES OF THE LEAD-IRON PHOSPHATE RADIOACTIVE WASTE GLASSES UNDER DIFFERENT CHEMICAL ENVIRONMENTS	

Belinda Hoxha, Marilda Osmani, Frederik Cane, Piro Karamelo, Nikolin Gega IMPACT OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON WATER QUALITY OF SHKUMBINI RIVER	231
Damir Hršak, Ivan Jandrlić, Dario Mašinović HIDROMETALURŠKA PROIZVODNJA IZ PERSPEKTIVE HOLISTIČKOG ENVIRONMENTALIZMA	240
Admir Jançe, Anila Jançe PALYNO MORPHS DISTRIBUTION OF <i>BUXUS</i> TYPE IN ELBASANI TOWN – ALBANIA	245
Admir Jançe, Gëzim Kapidani, Peçi Naqellari, Anila Jançe, Nikolet Kallajxhiu, Blerina Pupuleku, Anxhela Dauti, Silvana Turku THE FOSSIL POLLEN ALLOCATION OF CAPRIFOLIACEAE FAMILY OVER NEW HOLOCENE PERIOD IN ELBASAN CITY – MIDDLE ALBANIA	250
Anila Jançe, Valentin Bogoev, Admir Jançe DATA ON THE MICROBIOLOGICAL POLLUTION OF THE AIR IN ELBASAN TOWN – ALBANIA	256
Anila Jançe, Valentin Bogoev, Admir Jançe DESCRIPTION OF AIR CONTAMINATION FOR ELBASAN CITY –ALBANIA	263
Luka Janeš HARMONIJA „SVEJEDNOTE“ PRIKAZANA KAUZALNOM LINIJOM: PSIHA – OKOLIŠ – INTEGRATIVNA BIOETIKA	270
Marina Jovanović, Adnan Mujkanović, Erna Tutić EFFECTS OF COFFEE WASTE ADDITION TO BRICK CLAY “ČAVKA”	277
Hrvoje Jurić OSNOVE CJELOVITA PRISTUPA OKOLIŠU: RACIONALNOST I SENZIBILITET, ODGOVORNOST I SKRB	286
Sanja Kalambura, Nikolina Kadoić, Dejan Kalambura JAVNE PORUKE O ODVAJANJU OTPADA I PROMJENA NAVIKA	292
Sanja Kalambura, Tomislav Pavlečić, Nives Jovičić METODA KOMPOSTIRANJA I POTENCIJALNI RIZICI U OKOLIŠU	301
Sanja Kalambura EDUKACIJA O OTPADU KAO MOTIVACIJSKI POKRETAČ SUSTAVA GOSPODARENJA OTPADOM	312
Danijela Kardaš, Amila Ajdinović, Elvis Hadžikadić IMPLEMENTATION OF THE ENERGY MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM IN BOSNIA AND HERZEGOVINA	319

Igor Kegelj, Luka Traven, Iva Šebelja SMANJENJE ONEČIŠĆENJA OKOLIŠA PRIMJENOM BIOGORIVA U BRODSKIM MOTORIMA S UNUTRAŠNjim IZGARANJEM	330
Ivica Kelam, Darija Rupčić Kelam CJELOVIT PRISTUP OKOLIŠU I GMO – SLUČAJ ZLATNA RIŽA	337
Sobirjon M. Kodirov ASSESSMENT OF THE IMPACT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON THE SURFACE RUNOFF OF THE UPSTREAM OF THE CHIRCHIK RIVER	347
Srđan Kovačević, Nevena Živančev, Milan Dotlić, Milenko Pušić, David Mitrinović, Milan Dimkić ANALIZA TRANSPORTA ODABRANIH FARMACEUTIKA U PODZEMNIM VODAMA	353
Tomislav Krznar ZNAJJE KAO INTEGRALNI FENOMEN	364
Vesna Kučan Polak, Slavica Rukavina, Mato Burić, Tea Tonković Pleša PILOT PROJEKT SAKUPLJANJA OTPADNOG JESTIVOG ULJA IZ KUĆANSTAVA	372
Dajana Kučić Grgić, Monika Šabić, Tomislav Domanovac, Vesna Ocelić Bulatović, Marija Vuković Domanovac COMPOSTING OF AGROINDUSTRIAL WASTE AND BIOWASTE IN A CLOSED REACTOR	382
Lucija Kurte, Dijana Blažek, Lucija Konjević ALTERNATIVE FUELS – NEW CHALLENGES FOR PETROLEUM LABORATORY	390
Jelena Loborec, Saša Zavrtnik, Damir Žubčić, Marija Sivonjić BRIGA ZA OKOLIŠ I ZDRAVLJE U BIOETIČKOM KONTEKSTU	402
Lana Magić, Jelena Parlov-Vuković, Lucija Konjević, Andrea Budiša PREGLED MOGUĆNOSTI PRIMJENE ALGI ZA OBRADU OTPADNIH VODA I PROIZVODNJU BIOGORIVA	408
Tijana Marinković, Bojan Batinić, Miodrag Živančev, Maja Brborić, Senka Bubulj RECOMMENDATIONS FOR IMPROVEMENT OF CRITICAL AND RARE EARTH METALS RECOVERY FROM PRINTED CIRCUIT BOARDS IN PRE- TREATMENT PROCESSES	415
Matija Martinjak, Jakov Baleta, Milan Vujanović, Xuebin Wang, Min Zeng RAČUNALNO MODELIRANJE PROCESA SELEKTIVNE KATALITIČKE REDUKCIJE ZA SMANJENJE EMISIJA NO _x	425

Bojan Matijević MOGUĆNOSTI ISKORIŠTAVANJA I UPOTREBE SIRUTKE	438
Nedžad Mekić, Amra Serdarević „ZERO WASTE“ – KONCEPT UPRAVLJANJA OTPADOM	450
Aleksandar Mešić, Boris Duralija, Aleš Vokurka, Tihomir Miličević, Ivana Pajač Živković PESTICIDE RESIDUES ON FOOD OF PLANT ORIGIN IN CROATIA	460
Zlatko Milanović TEHNOLOGIJE OBRADNE OTPADA U RH – ZAŠTO SMO ZA ILI PROTIV?	468
Dušan Milovanović, Jelena Radonić, Ivana Mihajlović, Mirjana Vojinović Miloradov, Miodrag Živančev, Veselin Bežanović, Maja Petrović SELECTION OF THE MOST RELEVANT AQUATIC POLLUTANTS IN THE CITY OF NOVI SAD AND RISK ASSESSMENT	490
Sulejman Muhamedagić, Mirsada Oruč, Ilhan Bušatlić UTICAJ NOVE TEHNOLOGIJE PREČIŠĆAVANJA SIROVOG KOKSNOG PLINA NA ZAGAĐENJE RADNE I ŽIVOTNE SREDINE	497
Adnan Mujkanović, Marina Jovanović, Amel Zahirović POVEĆANJE EFIKASNOSTI PRIMJENE KALCIJEVOG LETEĆEG PEPELA U CEMENTNIM KOMPOZITIMA PUTEM MEHANIČKE PRIPREME	508
Ivanka Netinger Grubeša, Ivana Barišić, Marija Trkmić, Tajana Radić CJELOVITI PRISTUP ZBRINJAVANJU POLJOPRIVREDNE BIOMASE I PEPELA POLJOPRIVREDNE BIOMASE ISTOČNOG DIJELA REPUBLIKE HRVATSKE	516
Mladenka Novaković, Veselin Bežanović, Maja Petrović, Goran Štrbac, Dragana Štrbac, Ivana Mihajlović APPLICATION OF NANOPOWDER MIXTURE FOR PHOTOCATALYTIC DECOMPOSITION OF IBUPROFEN IN AQUEOUS SOLUTIONS	530
Bemgba Bevan Nyakuma ENERGY RECOVERY POTENTIAL OF <i>ACACIA MANGIUM</i> LEAVES THROUGH SEVERE TORREFACTION	537
Bemgba Bevan Nyakuma VALORISATION OF <i>ACACIA MANGIUM</i> LEAVES INTO BIO-COAL BY MILD TORREFACTION	544
Boris Obrovski, Ivana Mihajlović, Mirjana Vojinović Miloradov, Maja Petrović, Maja Sremački, Miodrag Brkić, Jelena Radić CHEMICAL QUALITY OF AQUATIC ENVIRONMENT IN THE PROTECTED NATURAL AREA IN SERBIA	550

Vesna Ocelić Bulatović, Lucija Mandić, Anamarija Turković, Dajana Kučić, Emi Govorčin Bajsić EKOLOŠKI PRIHVATLJIVI BIOKOMPOZITI	555
Marilda Osmani, Aida Bani, Belinda Hoxha, Armela Mazreku INDUSTRIAL ACTIVITY AND SOIL CONTAMINATION IN ELBASAN, ALBANIA	567
Petra Pereković, Kaya Perčić, Dora Tomić Reljić POVEZIVANJE ZELENIH SUSTAVA GRADA ZAGREBA SA ZAŠTIĆENIM PODRUČJEM PARKA PRIRODE MEDVEDNICA	574
Pero Petrović, Milovan Kotur, Haris Lulic EKOLOŠKI I EKONOMSKI PRIHVATLJIVA ZGRADA	585
Dušica Pešević, Knežević Nebojša UTICAJ GRADILIŠTA DIJELA AUTOPUTA BANJA LUKA – DOBOJ NA KVALITET ŽIVOTNE SREDINE	590
Ana Monica Pop ROMANIA AND THE IMPACT OF THE EUROPEAN ENVIRONMENTAL FUNDS ON THE COUNTRY'S ECONOMY	603
Tanja Pušić EKOLOŠKE SMJERNICE U TEHNOLOGIJI PRANJA TEKSTILIJA	612
Ivana Roksa, Matija Horžić POVIJESNI I TEHNOLOŠKI RAZVOJ LOKACIJE TE-TO SISAK U SVRHU CJELOVITOG PRISTUPA OKOLIŠU	622
Željko Rozić ODRŽIVI RAZVOJ I OKOLIŠ	635
Faruk Serdarević, Adnan Gušić FINANSIJSKI MEHANIZMI PRIMJENJIVI ZA PROJEKTE ENERGETSKE EFIKASNOSTI I OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE ZA EKONOMIJE U TRANZICIJI	650
Laura Shumka INTEGRATED LANDSCAPE CONSIDERATIONS FOR RURAL DEVELOPMENT: AGRICULTURE, LIVELIHOODS, AND ECOSYSTEM SERVICES: AN ASSESSMENT OF PLANNING EXPERIENCES FROM SELECTED MUNICIPALITIES IN ALBANIA	663
Spase Shumka, Enkeleda Nikleka DIVERSITY OF ZOOPLANKTON AND ITS DISTRIBUTION IN KARAVASTA LAGOON (CENTRAL ALBANIAN ADRIATIC)	671

Marjana Simonič THE USAGE OF ALGINATE BEADS FOR PHOSPHATE REMOVAL FROM WATER	678
Ljerka Slokar, Andreja Carek THE EFFECT OF WASTE DENTAL METALLIC MATERIALS ON ENVIRONMENT	685
Monika Šabić, Dajana Kučić Grgić, Marija Vuković Domanovac ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF LEACHATE FROM BIOWASTE	691
Maria Špoljar, Tvrтко Dražina, Natalia Kuczyńska-Kippen, Chen Zhang, Ivančica Ternjej, Goran Kovačević, Jasna Lajtner, Jelena Fressl ZOOPLANKTON TRAITS IN THE WATER QUALITY ASSESSMENT AND RESTORATION OF SHALLOW LAKES	697
Anita Štrkalj, Zoran Glavaš, Ivana Gavranović UČINKOVITOST ADSORPCIJE BAKAR (II) IONA NA OTPADNOJ ČELIČNOJ SAČMI	703
Miljan Šunjević, Sonja Dmitrašinović, Vladimir Rajs, Maja Sremački, Boris Obrovski, Maja Petrović, Branislava Savić, Darko Reba, Mirjana Vojinović Miloradov CONCEPTUALIZATION OF THE ARCHITECTURAL DECISION ANALYSIS MODEL – ADAM	711
Ján Tomaškin, Judita Tomaškinová THE INFLUENCE OF SELECTED ABIOTIC ENVIRONMENTAL STRESSORS ON THE CHLOROPHYLL CONTENT AND FLUORESCENCE <i>GLYCINE MAX</i> (L.) MERRILL	716
Judita Tomaškinová, Ján Tomaškin THE IMPACT OF SALT STRESS ON SOIL RESPIRATION IN MISCANTHUS X GIGANTEUS HYBRID	724
Irena Trakoštanec, Ana Sutlović, Branka Vojnović, Mario Cetina ADSORPTION OF REACTIVE BLACK 5 DYES ON ACTIVATED CARBON	732
Marija Trkmić, Marinela Orlić PRAČENJE KVALITETE DRVNE SJEČKE I PEPELA ZA KOGENERACIJSKE ELEKTRANE NA BIOMASU BE-TO OSIJEK I BE-TO SISAK	741
Alexe Vasile, Doroşencu C. Alexandru , Marinov Mihai , Kiss J. Botond, Attila D. Sándor, Ceico Tănase, Tudor Marian, Nanu Cristina-Nicoleta, Ivanov Grişa, Enescu Romeo, Moise Vasile, Murariu Dumitru THE STATE OF WHITE-TAILED EAGLE PAIRS (AVES: <i>HALIAEETUS ALBICILLA</i> LINNAEUS 1758) FOR THE DANUBE DELTA BIOSPHERE RESERVE AND ITS SURROUNDINGS	751

Lino Veljak IZMEĐU TEHNICIZMA I TEHNOFOBIJE	760
Marina Vidosavljević, Dinko Puntarić, Vlatka Gvozdić, Domagoj Vidosavljević, Matijana Jergović, Miroslav Venus, Ada Puntarić, Dragana Jurić ARSEN U POPULACIJI ISTOČNE HRVATSKE	765
Milica Vlahović, Sanja Martinović, Aleksandar Savić, Zoran Stević, Tatjana Volkov Husović REUSE OF WASTE SULFUR AS A BINDING AGENT IN CONCRETE	776
Tatjana Volkov-Husović, Sanja Martinović, Milica Vlahović, Aleksandar Savić, Zoran Stević POSSIBLE USE OF GROUND SULFUR AS PETROLEUM INDUSTRY BYPRODUCT IN SELF COMPACTING CONCRETE PRODUCTION	784
Ana Vovk Korže, Danilo Korže HOLISTIC DIMENSIONS OF AGROECOLOGY	792
Silvija Zeman, Sven Hižman BIOTERRORIZAM	802
Miodrag Živančev, Dejan Ubavin, Tijana Marinković, Veselin Bežanović, Dušan Milovanović POSSIBILITIES FOR IMPLEMENTATION OF CIRCULAR ECONOMY FOR LITHIUM-ION BATTERIES IN SERBIA	812
COMMERCIAL PAGES	820



1st INTERNATIONAL CONFERENCE
„The Holistic Approach to Environment“
Croatia, Sisak, September 13th-14th, 2018

**SISTEMATIZACIJA I UPOREDNI PREGLED ZAKONSKE
REGULATIVE EVROPSKE UNIJE I REPUBLIKE SRBIJE U OBLASTI
UPRAVLJANJA PROCEDNIM VODAMA KOMUNALNIH DEPONIJ
ČVRSTOG OTPADA**

**SYSTEMATIZATION AND COMPARATIVE OVERVIEW OF THE
EUROPEAN UNION AND THE REPUBLIC OF SERBIA LEGISLATION
IN THE AREA OF MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILL
LEACHATE MANAGEMENT**

Katarina Antić*, Dragan Adamović*, Maja Turk Sekulić*, Jelena Radonić*

*Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Republika Srbija

autor za korespondenciju: Katarina Antić, e-mail: antickatarinaa@gmail.com

Pregledni rad

SAŽETAK

Zakonska regulativa Evropske Unije i Republike Srbije u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada nije strogo definisana. Sistematizacija zakonske regulative u navedenoj oblasti ostvarena je usvajanjem integrativnog pristupa. Primenom relevantne zakonske regulative iz oblasti upravljanja otpadom i upravljanja vodama formirana je celovita slika upravljanja procednim vodama. Nakon izvršene sistematizacije, pristupljeno je pregledu i isticanju korelativnosti zakonske regulative na nivou Evropske Unije i Republike Srbije u navedenoj oblasti. Naposletku, istaknute su prednosti implementacije formiranog pristupa u navedenoj oblasti, kako na nivou Evropske Unije, tako i na nivou Republike Srbije. Priemenom referentnih zakonskih akata omogućiće se uspostavljanje efektivnog sistema monitoringa u periodu nakon zatvaranja deponijskih lokaliteta, prikupljanje podataka sa aspekta kvalitativnog i kvantitativnog sastava procednih voda, čime se značajno doprinosi uvidu i razumevanju procesa generisanja i morfologije procednih voda u navedenom periodu, kao i sagledavanje tehničko-tehnoloških poteškoća prilikom dostizanja strogih graničnih vrednosti za ispuštanje tretiranih procednih voda u vodoprijemnike.

Ključne riječi: zakonska regulativa, Evropska Unija, Republika Srbija, upravljanje procednim vodama, upravljanje otpadom, upravljanje vodama

ABSTRACT

The legislation of the EU and the Republic of Serbia in the area of municipal solid waste landfill leachate management is not strictly defined. It was systematized through an integrative approach. A complete picture of leachate management was formed by applying relevant legislation in waste management and water management. After completing systematization, the correlation of EU and Serbian legislation was reviewed and accentuated. Finally, advantages of implementing the formed approach were highlighted, at the level of both the EU and the Republic of Serbia. The application of relevant legal documents will allow the establishment of an efficient monitoring system in the period after closing landfill sites, data collecting from the aspect of qualitative and quantitative leachate composition, thereby contributing to the perception of generation and morphology of leachate in this period, and the consideration of technical-technological difficulties in reaching strict limit values for discharging treated leachate into water recipients.

Keywords: legislation, the European Union, the Republic of Serbia, leachate management, waste management, water management

1. UVOD

Procedne vode predstavljaju entitet na koji utiče kompleks činilaca, kako unutar samog tela deponije (starost deponije, morfološki sastav otpada, temperatura i sadržaj vlage, migracioni tok tečnosti, tehnologije tretmana otpada pre odlaganja, debljina tela deponije, faze dekompozicije otpada), tako i van nje (meteorološki parametri, sa akcentom na godišnje količine padavina, smena godišnjih doba). Proces formiranja deponijskog filtrata obuhvata rastvaranje čvrstih supstanci u vodi koja se proceđuje kroz telo deponije i izdvajanje rastvorenih ili suspendovanih materija nastalih biološkim i hemijskim procesima koji se neminovno odigravaju unutar tela deponije [1]. Proces generisanja procednih voda predstavlja integralni deo ciklusa kretanja vode na deponiji. Početak ciklusa odlikuje se proceđivanjem prispelih atmosferskih padavina kroz aktivne slojeve deponovanog otpada. U okviru navedenog procesa vrši se rastvaranje organskih, neorganskih i ksenobiotičkih organskih supstancija, teških metala i potencijalnih hazardnih supstanci prisutnih u aktivnim slojevima deponovanog otpada, kao i proces spajanja proceđenih atmosferilija sa vlagom proceđenom iz aktivnih slojeva deponovanog otpada čime se formira optimalan medijum za transport polutanata. Izvestan deo formiranog filtrata otiče sa deponije, deo se vraća u atmosferu isparavanjem sa gornje površine deponije ili vegetacije (transpiracija), dok se preostali udeo formiranog filtrata zadržava u gornjem sloju deponije, pri čemu dolazi do povećanja vlage u otpadu, te i obezbeđenja uslova za kontinualnu produkciju novih količina procednih voda. Osnovni ciljevi uspostavljanja i integracije sistema upravljanja procednim vodama sa sistemom za upravljanje otpadom su sledeći [2]:

- smanjenje potencijalnog oticanja procednih voda preko bokova ili baze deponijskog tela usled iskorišćenja, neadekvatne izrade slojeva deponijskog tela ili oticanjem kroz matriks deponijskog tela,
- prevencija i kontrola nivoa deponijskog filtrata na deponijama u cilju izbegavanja preliivanja i nekontrolisane kontaminacije okolnih kanala, odvoda i izvorišta,
- kontrola procesa formiranja deponijskog gasa, praćenjem formiranja procednih voda, kao i postizanje hemijske i biološke stabilizacije unutar deponijskog tela,

- smanjenje interakcije između procednih voda i funkcionalnih slojeva deponijskog tela,
- Osiguranje stabilnosti otpada koji se odlaže, u slučaju nadzemnih deponija.

Kompleksan hemijski sastav i kontinualna produkcija procednih voda tokom životnog veka deponija, kao i nakon zatvaranja istih, zahtevaju implementaciju optimalnog sistema upravljanja procednim vodama. Konstitutivne elemente sistema za upravljanje procednim vodama predstavljaju sistem za sakupljanje i uklanjanje procednih voda i rezervoar za skladištenje procedne vode. Kompleksan sistem za sakupljanje i uklanjanje procednih voda iz tela komunalne deponije sastoji se od sledećih elemenata [2]:

- drenažni sloj (pokrov) - sastav navedenog sloja može varirati od prirodnih granuliranih materijala, kao što su pesak i šljunak, do sintetičkih drenažnih materijala, kao što su geonet ili geokompozit. Primena navedenih sintetičkih drenažnih materijala moguća je i pri oblaganju bočnih zidova deponijskih ćelija, u slučaju nemogućnosti primene prirodnih granuliranih materijala,
- zaštitni filtarski sloj – primena navedenog sloja vrši se kao preventivna mera u cilju sprečavanja fizičkog nakupljanja materijala na gornjoj površini drenažnog sloja, čime se ostvaruju optimalni uslovi za funkcionisanje istog. Zaštitni filtarski sloj najčešće se izrađuje od finih granuliranih materijala,
- perforirane cevi za prikupljanje procednih voda – perforirane cevi se u značajnom broju slučajeva izrađuju od materijala kao što su polietilen ili polipropilen velike gustine, čineći mrežu perforiranih cevi izuzetno fragilnim elementom sistema za sakupljanje i uklanjanje procednih voda. Međutim, upravo odabir materijala doprinosi neophodnoj izdržljivosti mreže perforiranih cevi izloženoj složenim hemijskim uticajima procednih voda koje se transportuju istim. Drenažni sloj predstavlja značajni činilac sa dvojakom zaštitnom ulogom u pravilnom funkcionisanju perforiranih cevi za prikupljanje procednih voda. Usled filtriranja i procedivanja kroz drenažni sloj, deponijski filtrat dotiče u perforirane cevi postavljene unutar drenažnog sloja, delimično prečišćen u odnosu na kvalitet filtrata prilikom procedivanja kroz aktivne slojeve deponovanog otpada. Takođe, drenažni sloj štiti perforirane cevi od mehaničkih oštećenja usled kretanja teške mehanizacije i neplaniranih dodatnih opterećenja,
- pristupne tačke za monitoring procednih voda,
- šahtovi za prikupljanje procednih voda ili glavni odvodni sistem cevi pomoću kojeg procedne vode mogu biti uklonjene iz deponije.

Rezervoari za skladištenje procedne vode, u zavisnosti od plana i načina upravljanja procednim vodama, mogu biti cementni rezervoari projektovani u skladu sa BS 8007 (Britanskim standardom za projektovanje cementnih struktura za skladištenje tečnih materija), montažne jedinice, objekti ojačani geosintetičkim materijalima ili lagune za skladištenje procednih voda [2]. Prilikom projektovanja građevinskih konstrukcija za skladištenje procednih voda neophodno je voditi računa o usklađivanju proračunatog inteziteta generisanja procednih voda posmatranog deponijskog lokaliteta sa veličinama projektovanih konstrukcija za skladištenje, u cilju sprečavanja preliivanja i potencijalne kontaminacije životne sredine i ugrožavanja zdravlja ljudi u okolini projektovane jedinice. Obezbeđenje optimalnog funkcionisanja laguna za skladištenje procednih voda sprovodi se implementacijom adekvatne konstrukcije, pri čemu se akcenat stavlja na kompozitnu oblogu, odnosno bazu konstrukcije, koja se sastoji iz sledećih elemenata [2]:

- gornjeg sloja kompozitne obloge – tehnički zahtevi u pogledu sastava gornjeg sloja kompozitne obloge ogledaju se u primeni fleksibilnog membranskog sloja čija je izvedba moguća uz pomoć polietilenskog materijala minimalne debljine 2 mm ili ekvivalentnog fleksibilnog membranskog materijala,
- donjeg sloja kompozitne obloge – donji sloj kompozitne obloge može se izvesti na dva načina. Prvi način obuhvata formiranje sloja sabijenog zemljišta debljine 1 m čija je hidraulička konduktivnost manja ili jednaka vrednosti od $1 \times 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$, odnosno nasipanjem i sabijanjem slojeva se konstruiše serija slojeva krajnje debljine 1 m, pri čemu debljina pojedinačnog sloja ne sme da prelazi 250 mm. Drugi način se takođe sastoji u konstrukciji serije slojeva, maksimalne debljine pojedinačnog sloja 250 mm, pri čemu se ugrađuje dodatni sloj zemljišta debljine 0,5 m ekvivalentne hidrauličke konduktivnosti kao i u prvom navedenom slučaju u cilju postizanja optimalnog zaštitnog efekta.

Nakon konstrukcije kompozitne obloge neophodno je proveriti integritet konstitutivnih slojeva istraživanjem curenja ili uz pomoć testa za zadržavanje tečnosti. U praksi, širu primenu našla su istraživanja za detekciju curenja, koja se tokom operativnog veka laguna moraju ponavljati u cilju sprečavanja curenja i potencijalnog zagađenja životne sredine.

Dodatni element sistema za sakupljanje i uklanjanje procednih voda predstavljaju obodni kanali. Izgradnja i primena navedenog elementa u okviru sistema za upravljanje procednim vodama je potpuno proizvoljna i određena definisanim načinom i planom upravljanja procednim vodama određenog deponijskog lokaliteta. Funkcionisanje obodnih kanala, kao elementa sistema za sakupljanje i uklanjanje procednih voda, zasniva se na sakupljanju atmosferskih padavina i njihovom zasebnom transportu, putem kolektora, do bazena za atmosferske vode, odakle se obavlja njihovo upuštanje u sistem za preradu i recirkulaciju [3]. Rezultat primene navedenog elementa je smanjenje kvantitativnog udela produkcije deponijskog filtrata, kao i očuvanje kvaliteta atmosferilija prispelih na određeni deponijski lokalitet smanjenjem kontakta sa procednim vodama. Kapitalni troškovi izgradnje obodnih kanala su veoma niski, pri čemu se dugoročno smanjuju i potrebna ekonomska ulaganja u pogledu kvantitativnog udela procednih voda koje je neophodno podvrgnuti različitim tehnologijama tretmana.

U odnosu na način kanaliziranja u okviru sanitarnih komunalnih deponija čvrstog otpada, razlikuju se sledeće metode zbrinjavanja procednih voda: mokra polja, recirkulacija i uporedni tretman procednih voda ispuštanjem u komunalne kanalizacione sisteme. Navedene metode odlikuju se niskim kapitalnim ulaganjima, sa aspekta troškova implementacije, rada i održavanja, međutim njihova efikasnost značajno varira u zavisnosti od kvalitativnog i kvantitativnog sastava procednih voda. Najefikasniju, ali i kapitalno najzahtevniju metodu zbrinjavanja procednih voda u okviru sanitarnih komunalnih deponija čvrstog otpada, predstavlja obrada u postrojenjima za tretman procednih voda. Primenom različitih tehnologija tretmana, u zavisnosti od varijacija u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu procednih voda određenog deponijskog lokaliteta, postiže se mogućnost dostizanja propisima zahtevanih graničnih vrednosti emisije tretirane vode pre ispuštanja u određeni vodoprijemnik.

Uspostavljanje optimalnog sistema upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada, pored kontrole procednih voda unutar tela deponije, doprinosi i ispunjenju jednog od tri glavna cilja upravljanja otpadom, odnosno postizanju očuvanja zdravlja ljudi i životne sredine. Benefit uspostavljanja navedenog sistema predstavlja i smanjenje potencijalne kontaminacije podzemnih i površinskih voda, preduzimanjem

adekvatnih mera u cilju postizanja propisanih emisionih standarda za ispuštanje prečišćenih procednih voda u vodoprijemnike.

Osnovni instrument za ostvarivanje aspiracija u pogledu dostizanja emisionih standarda za ispuštanje prečišćenih procednih voda u vodoprijemnike, zaštitu životne sredine i zdravlja ljudi predstavlja adekvatna zakonska regulativa u oblasti upravljanja procednim vodama. U okviru zakonske regulative uspostavljene su optimalne mere, standardi i propisi usled čijeg pridržavanja je moguće postići zadovoljavajući status u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada.

2. SISTEMATIZACIJA I UPOREDNI PREGLED ZAKONSKE REGULATIVE EU I REPUBLIKE SRBIJE U OBLASTI UPRAVLJANJA PROCEDNIM VODAMA KOMUNALNIH DEPONIJ ČVRSTOG OTPADA

2.1. Zakonska regulaiva EU u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada

Zakonska regulativa Evropske Unije u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija nije strogo definisana, već se odlikuje integrativnim pristupom. Primenom zakonske regulative iz oblasti upravljanja otpadom i upravljanja vodama formira se celovita slika upravljanja procednim vodama. Relevantna zakonska regulativa u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada obuhvata sledeće zakonske akte:

- Okvirnu direktivu o otpadu (2008/98/EC),
- Direktivu o deponijama (1999/31/EC),
- Okvirnu direktivu o vodama (2000/60/EC),
- Direktivu o prečišćavanju komunalnih otpadnih voda (91/271/EEC),
- Direktivu o dopunama Direktive (91/271/EEC) na određene zahteve uspostavljene u njenom Aneksu I,
- Direktiva o prikupljanju podataka, formiranju BAT referentnih dokumenata i obezbeđenju njihovog kvaliteta (2012/119/EC).

Okvirna direktiva o otpadu (2008/98/EC) i Direktiva o deponijama (1991/31/EC) su značajno uticale na oblast upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada.

Tačkom 2 Ankesa I Direktive o deponijama (1999/31/EC) koji se odnosi na generalne zahteve za sve klase deponija, uspostavljeni su opšti zahtevi u oblasti kontrole voda i upravljanja procednim vodama. U skladu sa karakteristikama deponijskog lokaliteta i meteorološkim uslovima neophodno je preduzeti adekvatne mere kako bi se ispunili sledeći zahtevi [4]:

- kontrola atmosferskih padavina koje se proceduju kroz telo deponije;
- sprečavanje prodiranja površinskih i/ili podzemnih voda unutar deponovanog otpada;
- prikupljanje kontraminiranih voda i deponijskog filtrata; ukoliko procena zasnovana na lokalitetu deponije i karakteristikama deponovanog otpada pokaže da ne postoji potencijalni rizik za kontaminaciju životne sredine, nadležne vlasti mogu

doneti odluku o razrešavanju menadžmenta deponijskog lokaliteta od primene navedene mere;

- Tretman sakupljenih kontaminiranih voda i deponijskog filtrata sa deponije u cilju ispunjenja odgovarajućih standarda za ispuštanje u vodoprijemnik.

Tačkom 3.3 Aneksa I pomenute Direktive regulisani su tehnički propisi koje je neophodno zadovoljiti prilikom projektovanja sistema za sakupljanje i uklanjanje procednih voda [4]. U okviru navedene tačke nalaže se obezbeđenje i dodatna zaštita deponijskog dna u cilju sprečavanja migracije procedne vode u podtlo deponijskog tela i to na sledeći način prikazan u tabeli 1.

Tabela 1. Mere dodatne zaštite deponijskog dna [4]

Klasa deponije	Za neopasan otpad	Za opasan otpad
Veštačka zaptivna obloga - folija	zahteva se	zahteva se
Drenažni sloj $\geq 0,5$ m	zahteva se	zahteva se

Ukoliko, nakon razmatranja potencijalnog rizika po životnu sredinu, nadležne vlasti ustanove da je primena mera zaštite u cilju sprečavanja migracije procednih voda neophodna, propisuje se implementacija veštačke zaptivne obloge. Preporuke za implementaciju veštačke zaptivne obloge, kao integralnog dela deponijskog dna, prikazane su u tabeli 2.

Tabela 2. Preporuke za način projektovanja deponijskog dna u slučaju kada postoji rizik od kontaminacije životne sredine uzrokovan generisanjem procednih voda [4]

Klasa deponije	Za neopasan otpad	Za opasan otpad
Sloj za drenažu deponijskog gasa	zahteva se	ne zahteva se
Veštačka zaptivna obloga	ne zahteva se	zahteva se
Nepropustan mineralni sloj	zahteva se	zahteva se
Drenažni sloj $> 0,5$ m	zahteva se	zahteva se
Pokrovni sloj zemlje > 1 m	zahteva se	zahteva se

Tačkom 3 Aneksa III pomenute Direktive, koji se odnosi na procedure kontrole i monitoring u okviru operativne faze i faze nakon zatvaranja deponije, data su uputstva za adekvatno sprovođenje monitoringa procednih voda komunalnih deponija čvrstog otpada. Navedenom odredbom nalaže se sprovođenje monitoringa procedne vode na reprezentativnom broju uzoraka na svakoj tački na kojoj se tečnost kontrolisano odvodi sa lokacije. Merenje zapremine i sastava procedne vode vrši se jednom mesečno u toku eksploatacije deponije. Navedena merenja se vrše i po prestanku eksploatacije deponije svakih šest meseci prvih pet godina, a zatim jednom godišnje do odumiranja deponije. Tabelom 3 prikazan je plan monitoringa procednih voda u toku i po prestanku eksploatacije deponije.

Tabela 3. Plan monitoringa procednih voda u toku i po prestanku eksploatacije deponije [4]

	Aktivna faza	Pasivna faza ⁽³⁾
Zapremina procedne vode	Mesečno ⁽¹⁾⁽³⁾	Svakih šest meseci
Sastav procedne vode ⁽²⁾	Kvartalno ⁽³⁾	Svakih šest meseci
Zapremina i sastav površinske vode ⁽⁴⁾	Kvartalno ⁽³⁾	Svakih šest meseci

⁽¹⁾ Učestalost uzorkovanja se može prilagoditi na osnovu morfološkog sastava, a određuje se dozvolom.
⁽²⁾ Parametri za merenje koji se analiziraju variraju u zavisnosti od sastava deponovanog otpada, određuju se dozvolom.
⁽³⁾ Ukoliko procena podataka ukazuje da su duži intervali jednako efikasni, merenja mogu da se vrše u tim intervalima, ali obavezno jednom godišnje.
⁽⁴⁾ Na osnovu karakteristika lokacije deponije, nadležna institucija koja daje uslove može utvrditi da ova merenja nisu potrebna i o tome obavestiti nadležni organ.
⁽¹⁾ i ⁽²⁾ primenjuju se samo kod klase deponije na kojoj se vrši sakupljanje procedne vode.

U okviru Direktive o deponijama (1991/31/EC) postavljeni su ciljevi koji se odnose na smanjenje količine biorazgradivog otpada koji se deponuje. Kao referentna godina (za zemlje EU-15) uzeta je 1995. godina, dok krajnji rok za dostizanje ciljeva predstavlja 2016. godina. Konkretno, ciljevi za postepeno smanjenje količine deponovanog biorazgradivog otpada su sledeći [4]:

- do kraja 2006. godine količina biorazgradivog komunalnog otpada koja se deponuje mora biti smanjena najmanje na 75 % od ukupne količine biorazgradivog komunalnog otpada koji je generisan 1995. godine,
- do kraja 2009. godine količina biorazgradivog komunalnog otpada koja se deponuje mora biti smanjena najmanje na 50 % od ukupne količine biorazgradivog komunalnog otpada koji je generisan 1995. godine,
- do kraja 2016. godine količina biorazgradivog komunalnog otpada koja se deponuje mora biti smanjena najmanje na 35 % od ukupne količine biorazgradivog komunalnog otpada koji je generisan 1995. godine.

Implementacija navedenih ciljeva Direktive o deponijama (1991/31/EC) značajno je uticala kako na sektor upravljanja otpadom, tako i na sektor upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada.

Smanjenje udela biorazgradivog otpada koji se odlaže na deponije značajno je uticao na ukupnu količinu i morfološki sastav otpada koji se deponuje. Rezultat takve prakse predstavljaju značajne promene kvalitativnog sastava, pre svega sa aspekta parametara kao što je HPK, BPK₅ i NH₄-N, kao i kvantitativnog udela procednih voda koje se generišu u okviru deponija [5]. Promene u okviru kvalitativnog sastava i kvantitativnog udela procednih voda generisanih na deponijama direktno utiču na tehničko-tehnološke promene u okviru sistema za sakupljanje i uklanjanje procednih voda. Prema tome, usvajanjem i sprovođenjem navedenog propisa Direktive o deponijama (1991/31/EC), ostvaruje se indirektan uticaj na oblast upravljanja procednim vodama, čime se potvrđuje činjenica da oblast upravljanja otpadom i upravljanja procednim vodama predstavljaju integrativnu celinu.

Pored toga što je problematika deponovanja pojedinih frakcija otpada određenog kvalitativnog i kvantitativnog sastava određena donošenjem i primenom odgovarajućih propisa Direktive o deponijama (1991/31/EC), problematika odgovornosti i postupanja nakon

zatvaranja deponije, kao i odgovarajući referentni periodi upravljanja deponijama i kontrole nakon zatvaranja, određeni su propisima Okvirne direktive o otpadu (2008/98/EC). Odredbe navedene Direktive nalažu kontrolu deponijskih lokaliteta od 30 do 60 godina nakon zatvaranja. Međutim, sprovedena istraživanja sugerišu nove rokove za kontrolu deponijskih lokaliteta nakon zatvaranja, koji se kreću u rasponu od 200 godina za nesantitarne deponije komunalnog čvrstog otpada, do 75 godina za sanitarne deponije komunalnog čvrstog otpada, sa prethodno optimalno uspostavljenim i primenjivanim sistemom za upravljanje otpadom u toku operativnog veka deponije [5]. Uvođenje navedenih rokova od izuzetnog je značaja za oblast upravljanja procednim vodama komunalnih deponija sa naučno-istraživačkog aspekta. Sprovedenjem sistema monitoringa u cilju vršenja kontrole u navedenim periodima nakon zatvaranja deponijskih lokaliteta, omogućeno je prikupljanje podataka sa aspekta kvalitativnog i kvantitativnog sastava procednih voda, čime se značajno doprinosi uvidu i razumevanju procesa generisanja i morfologije procednih voda u navedenom periodu.

Sa druge strane, odredbama u oblasti upravljanja vodama uspostavljenim usvajanjem Okvirne direktive o vodama (2000/60/EC) i Direktive o prečišćavanju komunalnih otpadnih voda (91/271/EEC), strogo su definisani i pooštreni kriterijumi i limiti za ispuštanje voda iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u vodoprijemnike [6 - 8]. Usled navedenog, u praksi na nivou Evropske Unije prisutne su strepnje u pogledu dostizanja referentnih graničnih vrednosti emisije u vodoprijemnike procednih voda koje se tretiraju u postrojenjima za prečišćavanje. Razlog takvog stava predstavljaju učestale varijacije kvalitativnog sastava procednih voda, kao i varijacije u efikasnosti uspostavljenih tretmana, naročito sa aspekta uklanjanja $\text{NH}_4\text{-N}$, fosfora i ukupnog ugljenika [9]. Stoga je, na nivou Evropske Unije, još uvek široko rasprostranjena praksa uporednog tretmana procednih voda komunalnih deponija čvrstog otpada sa komunalnim vodama iz domaćinstava, u postrojenjima za tretman komunalnih otpadnih voda. Primena ovakvog tretmana procednih voda zasniva se na hidrauličkom opterećenju influenta u postrojenje za tretman komunalnih otpadnih voda, uz preporuku da zapremina procednih voda koja se prima ne sme da premašuje procenat ukupnog godišnjeg opterećenja postrojenja u kojem se vrši tretman.

Dugoročni efekti primene navedenih odredbi referentne zakonske regulative još uvek nisu poznati, ali izvesno je da će promene u kvalitativnom sastavu procednih voda, zajedno sa strogim graničnim vrednostima za ispuštanje tretiranih procednih voda u vodoprijemnike, zahtevati integrativni pristup delovanja u cilju uspešnog upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada.

2.2. Zakonska regulativa Republike Srbije u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada

Kao i u slučaju Evropske Unije, zakonska regulativa Republike Srbije u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada nije strogo definisana, već je zasnovana na integrativnom pristupu. Sistematizacija zakonske regulative u navedenoj oblasti postiže se primenom relevantnih zakonskih akata iz oblasti upravljanja otpadom i iz oblasti upravljanja vodama:

- Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 72/2009 – dr. zakon, 43/2011- odluka US i 14/2016),
- Zakon o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010 i 14/2016),
- Uredba o odlaganju otpada na deponije ("Sl. glasnik RS", br. 92/2010),
- Zakon o vodama ("Sl. glasnik RS", br. 30/2010),

- Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (“Sl. glasnik RS”, br. 135/2004),
- Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (“Sl. glasnik RS”, br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016),
- Uredba o graničnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovi za njihovo dostizanje (“Sl. glasnik RS”, br. 35/2011).

Zakonska regulativa Republike Srbije u oblastima upravljanja otpadom i upravljanja vodama u potpunosti je usklađena sa relevantnom zakonskom regulativom Evropske Unije u pomenutim oblastima. S obzirom na to, odredbe vezane za upravljanje procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada navedene u poglavlju 2.1. sadržane su u Uredbi o odlaganju otpada na deponije, Zakonu o vodama i Uredbi o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje [10 - 12].

Odredbe o obezbeđenju i dodatnoj zaštiti deponijskog dna u cilju sprečavanja migracije procednih voda u podtlo deponije sadržane su u okviru tačke 2, priloga 2 Uredbe o odlaganju otpada na deponije [10]. Dodatna zaštita dna deponije realizuje se na načine prikazane u tabeli 4.

Tabela 4. Zahtevi sa aspekta dodatne zaštite dne deponije u cilju sprečavanja migracije procedne vode u podtlo deponije [10]

Klasa deponije	Za neopasan otpad	Za opasan otpad
Veštačka zaptivna obloga – folija	zahteva se	zahteva se
Drenažni sloj ≥ 0.5 m	zahteva se	zahteva se

Zaptivanje deponijskog dna i bočnih strana deponije moguće je realizovati primenom drugih metoda i tehnika, kojima se obezbeđuju uslovi iz priložene tabele 4. Na osnovu proračuna bilansa voda izrađuje se projekat drenažnog sloja, drenažnih cevi i odvodnih kanala sa ciljem obezbeđivanja optimalnog delovanja sistema za dreniranje i prečišćavanje procedne vode, kao i uspostavljanja kontrole rada i održavanja deponije. Primenom optimalnih tehničkih rešenja, sprečava se prodiranje otpada u drenažni sistem. Za održavanje i kontrolu drenažnih cevi za prikupljanje procedne vode neophodna je izgradnja dovoljnog broja šahtova koji moraju biti stabilni i oslonjeni na podtlo. Bezebedno privremeno zadržavanje procedne vode koja se prikupi iz tela deponije ostvaruje se posstavljanjem sabirnog šahta, otpornog na hemijske uticaje, obezbeđenog na eksploziju i emisiju neprijatnih mirisa. Sakupljena procedna voda pre ispuštanja u prijemnik obrađuje se, odnosno prečišćava u skladu sa posebnim propisima kojima se uređuje zaštita voda [10].

Uslovi u pogledu deponijskog dna i procednih voda ne primenjuju se na deponije inertnog otpad, jer proces raspada inertnog otpada ne utiče na životnu sredinu, odnosno oticanje procednih voda sa navedenih deponija nema negativnih efekata na kvalitet zemljišta, podzemnih i površinskih voda [10].

U okviru deponija opasnog i neopasnog otpada nužno je obezbediti poseban sistem za sakupljanje i odvođenje procedne vode kroz drenažni sloj, u okviru kojeg su položene drenažne cevi za odvođenje iste u projektovani sistem za njen tretman [10]. Parametri na osnovu kojih se realizuje kontrola nastajanja i kvaliteta procednih i prečišćenih tečnosti na deponiji sadržani su u okviru priloga 5 Uredbe o odlaganju otpada na deponije i predstavljaju ih [10]:

- temperatura na ulazu u projektovani objekat i temperatura okolnog vazduha,

- vrednost parametra pH deponijskog filtrata na ulazu i prečišćene tečnosti na izlazu iz projektovanog objekta,
- potrošnja permanganata,
- BPK (biološka potrošnja kiseonika).

Određbe vezane za plan monitoringa procednih voda u toku i po prestanku eksploatacije deponije sadržane su u okviru tačaka 3 i priloga 6 Uredbe o odlaganju otpada na deponije [10]. Monitoring procednih voda realizuje se na reprezentativnom borju uzoraka, na svakoj tački na kojoj se tečnost kontrolisano odvodi sa lokacije. Merenje i kontrola kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika procedne vode ostvaruje se jednom mesečno u toku eksploatacije deponije. Navedena merenja realizuju se i nakon zatvaranja deponijskih lokaliteta, svakih šest meseci prvih pet godina, a zatim jednom godišnje do odumiranja deponije [10].

Republika Srbija, kao država koja prolazi kroz proces tranzicije, odlikuje se niskom vrednošću bruto domaćeg proizvoda po glavi stanovnika, u iznosu od 5.544.394 US \$, što je svrstava na devedeseto mesto na Svestkoj listi zemalja u odnosu na projektovanu vrednost BDP po glavi stanovnika za 2017. godinu [13,14]. Navedena vrednost za 2008. godinu, iznosila je 5.509.06 US \$, odnosno 6,1 %, od čega je 0,35% BDP utrošeno na oblast zaštite životne sredine iz budžeta.

Finansijska podrška za 15 projekata u oblasti životne sredine u 2008. godini iz Nacionalnog investicionog plana iznosila je 455 miliona dinara, od toga je za 6 projekata regionalnih deponija izdvojeno 270 miliona dinara, odnosno 60 %. Na osnovu predstavljene vrednosti BDP, Republika Srbija se svrstava u države sa višim-srednjim prihodima regiona Evrope i Centralne Azije (ECA), za koje je propračunata vrednost ulaganja u sistem upravljanja komunalnim čvrstim otpadom za 2010. godinu iznosila 24,5 biliona US \$, dok projekcije za 2025. godinu ukazuju na neophodnost još viših ekonomskih ulaganja u iznosu od 63,5 biliona US \$ [15]. Predstavljajući deo integralne celine formirane sa sistemom upravljanja komunalnim čvrstim otpadom, uspostavljanje i optimizacija sistema upravljanja procednim vodama zahtevaju 20 - 30 % finansijskih sredstava od ukupnih ulaganja u sistem upravljanja komunalnim čvrstim otpadom [15]. Činjenica da je od dvadeset i četiri predviđenih regionalnih centara za upravljanje komunalnim čvrstim otpadom na teritoriji Republike Srbije, do 2017. godine formirano samo osam, ukazuje na nedovoljna ekonomska ulaganja u okviru oblasti upravljanja otpadom, te samim tim i u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada.

U skladu sa postepenim razvojem oblasti upravljanja otpadom, zasnovanim na minimalnim finansijskim ulaganjima, rokovi za dostizanje ciljeva postepenog smanjenja deponovanja biorazgradivog otpada, predstavljeni u okviru Uredbe o odlaganju otpada na deponije, modifikovani su u odnosu na zahteve postavljene u okviru Direktive o deponijama (1999/31/EC) [10].

U okviru člana 10 stav 3 Uredbe o odlaganju otpada na deponije, definisane su sledeće stope smanjenja odlaganja biorazgradivog otpada u cilju uspostavljanja sistema kontrolisanog odlaganja [10]:

- u periodu od 2012. do 2016. godine – najmanje 25 % od ukupne količine (po težini) biorazgradivog komunalnog otpada,
- u periodu od 2017. do 2019. godine – najmanje 50 % od ukupne količine (po težini) biorazgradivog komunalnog otpada,
- u periodu od 2020. do 2026. godine – najmanje 65 % od ukupne količine (po težini) biorazgradivog komunalnog otpada.

Postepeno smanjenje odlaganja biorazgradive frakcije na deponije uzrokovat će izvesne promene u okviru kvalitativnog i kvantitativnog sastava procednih voda generisanih u okviru komunalnih deponija čvrstog otpada. Navedene promene u oblasti procednih voda zajedno sa minimalnim ekonomskim ulaganjima, dovešće do formiranja značajnih izazova za dostizanje uspostavljenih graničnih vrednosti emisija za vode sa deponija i postrojenja za biološki tretman otpada, uz zahtev implementacije optimalnih tehničko-tehnoloških rešenja sa minimalnim kapitalnim ulaganjima.

2.3. Kontrola zagađenja voda u Republici Srbiji

Kontrola zagađenja voda u Republici Srbiji do 2011. godine zasnivala se na primeni imisionih standarda. Međutim, donošenjem Uredbe o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje, od 2011. godine kontrola zagađenja vode temelji se na primeni emisionih standarda, odnosno graničnih vrednosti emisije [12]. Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje se odnosi na emisije za određene grupe ili kategorije zagađujućih supstanci u tehnološkim otpadnim vodama pre njihovog ispuštanja u kanalizaciju, tehnološkim i drugim otpadnim vodama koje se neposredno ispuštaju u recipijent, vodama koje se posle prečišćavanja ispuštaju iz sistema javne kanalizacije u recipijent i otpadnim vodama koje se iz septičkih i sabirnih jama ispuštaju u recipijent, odnosno na regulisanje ispuštanja komunalnih i industrijskih otpadnih voda u prijemnike. Granične vrednosti emisije (GVE) određene za 49 sektora, zasnovane su na primeni najboljih dostupnih tehnika (BAT). Rok za dostizanje graničnih vrednosti emisije propisan Uredbom je do 31. decembra 2030. godine, dok nova postrojenja moraju odmah zadovoljiti GVE. Izuzetak od navedenog roka predstavljaju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda iz aglomeracija sa opterećenjem većim od 2.000 ekvivalentnih stanovnika koja svoje komunalne otpadne vode ispuštaju u recipijent. Propisani rok za dostizanje graničnih vrednosti emisije za navedenu grupu predstavlja 31. decembar 2045. godine. Komunalne otpadne vode koje se ispuštaju iz aglomeracija sa opterećenjem manjim od 2.000 ekvivalentnih stanovnika imaju obavezu da svoje granične vrednosti emisija zagađujućih materija postignu u skladu sa planom upravljanja vodama.

Neophodno je da svi obveznici Uredbe donesu akcione planove za dostizanje graničnih vrednosti emisije i njima utvrde rokove za postepeno dostizanje graničnih vrednosti emisije zagađujućih materija, u skladu sa planom zaštite voda od zagađivanja na osnovu zakona kojim se uređuju vode, u roku od šest meseci od donošenja ovog plana [12]. Obveznici Uredbe dužni su da Ministarstvima nadležnim za poslove zaštite životne sredine i vodoprivrede podnose izveštaj o sprovođenju akcionog plana, svake tri godine od dana donošenja pomenutog plana [12].

U okviru Uredbe o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje, tačkom 42, stav 1, tačkom 44, stav 1, tačkom 2, stav 2 i tačkom 2a, stav 2 definisane su granične vrednosti emisije otpadnih voda od odlaganja otpada na površinu, kao i za tehnologije tretmana otpada pre deponovanja. Implementacijom navedenih propisa ostvaruje se mogućnost celovite kontrole vrednosti emisija otpadnih voda, sa primarnim akcentom na procedne vode, na mestu ispuštanja u površinske vode, kao i pri mešanju sa ostalim otpadnim vodama na nivou pogona, te samim tim i sprovođenje odredbi propisanih Uredbom u okviru celokupnog sistema upravljanja otpadom [12].

3. ZAKLJUČAK

Sistematizacija zakonske regulative u oblasti procednih voda komunalnih deponija čvrstog otpada integracijom relevantnih zakonskih akata iz oblasti upravljanja otpadom i upravljanja vodama omogućuje temeljan i stratezijski pristup delovanja u navedenoj oblasti. Relevantni zakonski okvir u oblasti upravljanja procednim vodama na nivou EU i Republike Srbije u potpunosti je usklađen. Neophodnu stavku na nivou Republike Srbije predstavlja aktivna i optimizovana implementacija zahteva propisanih regulatornim okvirom.

Primena sistematizovane zakonske regulative u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada na nivou Evropske Unije povlači sa sobom konsekvence, kao što su:

- značajne promene u kvantitativnom i kvalitativnom sastavu procednih voda,
- neophodne modifikacije procedura kontrole i monitoringa procednih voda u okviru operativne faze i faze nakon zatvaranja komunalnih deponija čvrstog otpada,
- unapređenje tehničko-tehnoloških operacija tretmana procednih voda sa ciljem dostizanja strogih graničnih vrednosti za ispuštanje tretiranih procednih voda u vodoprijemnike.

Kontinualno praćenje kvantitativnog i kvalitativnog statusa procednih voda, te samim tim i transparentan uvid u navedene podatke, razumevanje procesa generisanja i morfologije procednih voda zavisno od implementacije nastalih izmena na nivou zakonske regulative, neophodnost unapređenja procedura i plana kontrole i monitoringa, kao i mogućnost inovativnog pristupa u okviru rešavanja tehničko-tehnoloških poteškoća tretmana procednih voda komunalnih deponija čvrstog otpada predstavljaju benefite primene sistematizovane zakonske regulative i značajnu šansu ka ostvarivanju unapređenja u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada.

Primena sistematizovane zakonske regulative u oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada na nivou Republike Srbije, u odnosu na Evropsku Uniju, nosi sa sobom gotovo iste prednosti i mane. Otežavajuću okolnost predstavlja finansijski aspekt, odnosno postojeća minimalna ulaganja u odnosu na aspiraciju za uspostavljanjem optimalnog sistema upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada, prevashodno sa aspekta zadovoljenja relevantne zakonske regulative. Ostvarenje navedene aspiracije zahteva postepen, sistematičan i stratezijski pristup pojedinačnim segmentima integrativnih konstituenata oblasti upravljanja procednim vodama komunalnih deponija čvrstog otpada, odnosno oblastima upravljanja otpadom i upravljanja vodama. Takođe, značajan aspekt čitave celine predstavlja odvikavanje od ustaljene prakse zbrinjavanja procednih voda komunalnih deponija čvrstog otpada, odnosno recirkulacije, i makar partitivno savladavanje tehničko-tehnoloških poteškoća, odnosno prilagođavanje procedura tretmana procednih voda minimalnim kapitalnim troškovima uz mogućnost dostizanja strogih graničnih vrednosti za ispuštanje tretiranih procednih voda u vodoprijemnike od strane celokupnog sistema.

4. LITERATURA

- [1] Antić, K. 2016. Procena inteziteta stvaranja procednih voda na određenim sanitarnim deponijama u Republici Srbiji. Diplomski rad, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Republika Srbija.
- [2] Carey, P., Carty, G., Donlon, B., Howley, D., Nealon, T. 2000. Landfill manuals, landfill site design. Environmental Protection Agency, Wexford, Ireland.
- [3] Marković, S., Milanović, J. 2016. Upravljanje procednim vodama na regionalnoj deponiji u Kikindi. Naučno-stručni časopis Trendovi u poslovanju, 7(1), 101 - 109.
- [4] Anonimi. 2004. Directive 1999/31/EC of the European Parliament and of the Council on the landfill of waste. Official Journal of the European Communities.
- [5] Brennan, R.B., Healy, M.G., Morrison, L., Hynes, S., Norton, D., Clifford, E. 2015. Management of landfill leachate: The legacy of European Union Directives. Waste Management, 55(2016), pp. 355 - 363.
- [6] Anonimi. 2010. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities.
- [7] Anonimi. 1991. Council Directive 91/271/EEC concerning urban waste-water treatment. Official Journal of the European Communities.
- [8] Anonimi. 1998. Commission Directive 98/15/EC amending Council Directive 91/271/EEC with respect to certain requirements established in Annex I thereof. Official Journal of the European Communities.
- [9] McCarthy, S., Moriarty, J., O’Riordan, D., O’Leary, G. 2010. Focus on landfilling in Ireland. Environmental Protection Agency, Wexford, Ireland.
- [10] Anonimi. 2010a. Uredba o odlaganju otpada na deponije („Sl. glasnik RS“, br. 92/2010). Ministarstvo zaštite životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja, Beograd.
- [11] Anonimi. 2010b. Zakon o vodama („Sl. glasnik RS“, br. 30/2010, 93/2012 i 101/2016). Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja, Beograd.
- [12] Anonimi. 2011. Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“, br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016). Ministarstvo zaštite životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja, Beograd.
- [13] Trading Economics. 2017. Serbia GDP per capita 1995/2017. <https://tradingeconomics.com/serbia/gdp-per-capita> (April 15, 2018).
- [14] Statistic Times. 2017. List of countries by projected GDP per capita 2017 <http://statisticetimes.com/economy/gdp-capita-ranking-2017.php> (April 15, 2018).
- [15] Hoornweg, D., Bhada-Tata, P. 2012. What a waste - A global review of solid waste management. World Bank Group, Washington, USA.