



Vlada Unsko-sanskog kantona
Ministarstvo za građenje,
prostorno uređenje i zaštitu okoliša



ZBORNİK RADOVA

**PETI NAUČNO – STRUČNI SKUP SA
MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM
"5. JUNI – SVJETSKI DAN ZAŠTITE OKOLIŠA"**

I'm With Nature



**WORLD
ENVIRONMENT
DAY**



**Univerzitet u Bihaću
Biotehnički fakultet**

Bihać, 29. i 30. juni 2017. godine

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Peti naučno - stručni skup "5. juni – Svjetski dan zaštite okoliša"

ZBORNİK RADOVA

Izdavač:

Univerzitet u Bihaću, Biotehnički fakultet

Urednici:

Dr.sc. Husein Vilić, Dekan

prof. dr. Jasmina Ibrahimpašić, generalni sekretar

mr.sc. Toromanović Merima

Mersija Talić, dipl.ing.

Priprema i kompjuterska obrada:

prof. dr. Jasmina Ibrahimpašić

mr.sc. Toromanović Merima

Elektronska verzija Zbornika radova

Godina izdavanja:

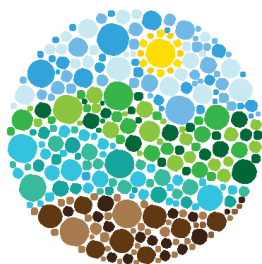
2018.

ISSN 2566-4530

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"



Vlada Unsko-sanskog kantona
Ministarstvo za građenje,
prostorno uređenje i zaštitu okoliša



**PETI NAUČNO – STRUČNI SKUP
"5. JUNI – SVJETSKI DAN ZAŠTITE
OKOLIŠA"**

ORGANIZACIONI ODBOR

prof.dr. Jasmina Ibrahimpašić, predsjednik

doc.dr. Husein Vilić, dekan

mr.sc. Merima Toromanović, sekretar

MA. Subha Džafić, tehnički sekretar

prof.dr. Mirsad Veladžić

prof.dr. Azra Bećiraj

prof.dr. Refik Šahinović

prof.dr. Osman Perviz

prof.dr. Halid Makić

prof.dr. Ifet Šišić

dr.sc. Aida Džaferović

dr.sc. Vildana Jogić

Mersija Talić, dipl.ing

Vildana Zulić, dipl.ecc.

mr.sc. Samira Dedić

mr. Dinko Bećirspahić

PROGRAMSKI ODBOR

Prof.dr. Halid Makić, predsjednik

Članovi programskog odbora:

I Oblast: Zaštita ekosistema

prof.dr. Osman Perviz
prof.dr. Azra Bećiraj
prof. dr. Jasmina Ibrahimpašić
dr.sc. Fatima Muhamedagić
mr.sc. Merima Toromanović
mr.sc. Samira Dedić

II Oblast: Okoliš, hrana i zdravlje

prof.dr. Vildana Alibabić
prof. dr. Suzana Jahić
prof.dr. Nermin Pračić
dr.sc. Enez Selimbegović
dr.sc. Aida Džaferović
mr.sc. Edina Šertović
mr.sc. Mejra Bektašević

III Oblast: Ekološka poljoprivreda

prof.dr. Mirsad Veladžić
prof.dr. Zemira Delalić
prof.dr. Azra Skender
doc.dr. Husein Vilić
doc.dr. Vildana Jogić
dr. sc. Smail Toromanović
mr.sc. Emir Mujić
mr.sc. Mirsad Ičanović

IV Oblast: Upravljanje šumama

doc.dr. Šefik Koričić
prof.dr. Igor Stankić
doc.dr. Vladimir Navotny
mr.sc. Hasib Kličić
Zlata Tuzlak, dipl.ing
Bsc. Vildana Dizdarević
Bsc. Enes Botonjić

V Oblast: Upravljanje otpadom

prof.dr. Adnan Čehajić
mr.sc. Elvisa Hodžić
mr.sc. Sebila Rekanović
Vildana Zulić, dipl.ecc.

VI Oblast: Energetska efikasnost i obnovljivi izvori energije

prof.dr. Halid Makić
prof.dr. Ifet Šišić
prof.dr. Ekrem Pehlić
mr.sc. Samira Hotić
MA. Subha Džafić
Mersija Talić, dipl.ing.

POČASNI ODBOR

Behija Hadžihajdarević, dipl.ing.
prof. dr. Halid Merdanić
prof.dr. Nejra Džankić
prof.dr. Mujo Demirović
dipl.ing. Adem Ibrahimpašić

prof.dr. Mehmedalija Lilić
Sinha Kurbegović, dipl.pravnik
Dragan Polimanac, dipl. pravnik
mr.sc. Šemsudin Dedić
dr.sc. Edita Đapo

NAUČNI ODBOR

Prof.dr.sc. Ana Vovk Korže - Univerzitet u Mariboru, prof.dr.sc.Radomir Radovanović - Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, prof.dr.sc.Tahir Sofilić - Metalurški fakultet Sisak, prof.dr.sc. Marina Pirja - Agronomski fakultet Sveučilišta u Beogradu, prof.dr.sc. Jordan Aleksić - Univerzitet Singidunum Beograd, prof.dr.sc. Vera Nikolić - Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, prof. dr. Midhat Jašić - Tehnološki fakultet Tuzla, doc.dr.sc. Amra Bratovčić - Tehnološki fakultet Tuzli, prof.dr.sc.Davor Alagić - Veterinarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, prof.dr. sc. Halil Omanović - Poljoprivredno prehrambeni fakultet Univrziteta u Sarajevu, prof.dr.sc. Selma Čorbo - Poljoprivredno prehrambeni fakultet Univrziteta u Sarajevu, dr.sc. Suzana Čavar - Zavod za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije, prof.dr.sc. Zehrudin Osmanović - Tehnološki fakultet Tuzla, dr.sc. Mirzet Beganović - Regeneracija Velika Kladuša, prof.dr.sc.Ljiljana Vukić - Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjaluci, prof.dr.sc. Slobodanka Pavlović - NUBL Banjaluka, prof.dr.sc. Vladica Simić - Univerzitet u Kragujevcu, prof.dr.sc. Snežana Simić - Univerzitet u Kragujevcu, prof.dr.sc. Milorad Cakić - Tehnološki fakultet Leskovac, prof.dr.sc. Drago Šubarić - Univerzitet u Osijeku, prof. Zora Dajić Stevanović - Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, prof.dr.sc. Milan Poljak - Agronomski fakultet Zagreb, prof.dr.sc. Ivan Brnardić - Metalurški fakultet Sisak, prof.dr.sc. Tomislav Dubravac - Šumarski institut Zagreb, prof.dr.sc. Snežana Trivunović - Univerzitet u Novom Sadu, prof.dr.sc. Husein Keran - Tehnološki fakultet Tuzla, prof.dr.sc. Dani Vrhovšek - LIMNOS Ljubljana, prof.dr Aleksandra Despotović - Univerzitet u Podgorici, prof.dr.sc. Jasmina Balijagić - Univerzitet u Podgorici, prof.dr.sc. Tibela Landeka Dragičević - Sveučilište u Zagrebu, PBF, prof.dr.sc.Semira Galijašević - University Sarajevo School of Science and Technology, prof.dr.sc. Darko Velić - Univerzitet u Osijeku, prof.dr.sc. Edin Delić - Univerzitet u Tuzli, RGGF, prof.dr.sc. Refik Šahinović – Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof. dr. Mirsad Veladžić - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof.dr.sc. Zemira Delalić - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof.dr.sc. Halid Makić - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof.dr.sc. Osman Perviz - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof.dr.sc. Ifet Šišić - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof.dr.sc. Azra Bakrač - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof. dr. Ekrem Pehlić – Visoka zdravstva škola, Univerzitet u Bihaću, prof.dr.sc. Azra Skender - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof.dr.sc. Suzana Jahić - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof.dr.sc. Nermin Pračić - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof.dr.sc. Jasmina Ibrahimpašić - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof.dr.sc. Vildana Alibabić - Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, doc.dr. Husein Vilić – Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, prof. dr. Fadil Islamović – Tehnički fakultet, Univerzitet u Bihaću, prof. dr. Atif Hodžić – Tehnički fakultet, Univerzitet u Bihaću, prof. dr. Dženana Gačo – Tehnički fakultet, Univerzitet u Bihaću, doc. dr. Ekrem Nezirević – Tehnički fakultet,

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Univerzitet u Bihaću, doc. dr. Edis Softić – Tehnički fakultet, Univerzitet u Bihaću, prof. dr. Amela Čolić – Pravni fakultet, Univerzitet u Bihaću, doc. dr. Albin Muslić – Pravni fakultet, Univerzitet u Bihaću, doc.dr. Vildana Pečenković – Pedagoški fakultet, Univerzitet u Bihaću, doc. dr. Mirela Kljajić Dervić – Ekonomski fakultet, Univerzitet u Bihaću, doc.dr. Dijana Vuković – Ekonomski fakultet, Univerzitet u Bihaću, doc. dr. Kenan Mahmutović – Ekonomski fakultet, Univerzitet u Bihaću.

ZAHVALNICA

Peti naučno-stručni skup "5.Juni - Svjetski dan zaštite okoliša", organizirali su Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću i Ministarstvo za građenje, prostorno uređenje i zaštitu okoliša Unsko-sanskog kantona uz pomoć sponzora:

- AGENCIJA ZA VODNO PODRUČJE RIJEKE SAVE – Sarajevo
- VLADA UNSKO – SANSKOG KANTONA
- BIHAĆKA PIVOVARA d.d. - Bihać
- REGENERACIJA d.o.o – Velika Kladuša

Za doprinos u organizaciji i realizaciji Petog naučno-stručnog skupa "5.Juni - Svjetski dan zaštite okoliša", najsrdačnije se zahvaljujemo.

Bihać, maj 2018.godine.

Organizacioni odbor

PLENARNA PREDAVANJA

1. ***„Permakultura za samooskrbu na lokalni in regionalni ravni“***
(„Permaculture for self-sufficiency on local and regional level“)
prof.dr. Ana Vovk Kože
2. ***„Upravljanje zaštićenim područjima u Republici Hrvatskoj“***
dr.sc. Lidija Hanell
3. ***„ Nusproizvodi i otpad životinjskog porijekla - upravljanje, korištenje kao organski resurs i neškodljivo zbrinjavanje“***
Sanja Čelebićanin, EPRD voditelj ekspertnog tima / Mirza Ponjavić
4. ***„Metalurgija kao čimbenik onečišćenja Zeničkog okoliša dioksinima i furanima“***
prof.dr.Tahir Sofilić
5. ***„Šume u Hrvatskoj – dar i obaveza“***
prof.dr.sc. Tomislav Dubravac
6. ***"Ekološki "FOOT PRINT" i zdravstvena sigurnost hrane"***
prof.dr. Midhat Jašić
7. ***" Zaštita okoliša u fokusu djelovanja federalnog ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva"***
dr.sc. Alma Imamović
8. ***„Utjecaj čeličanske elektropećne troske na koncentraciju teških metala u tlu i biljci“***
prof.dr.Milan Poljak
9. ***"Mogućnost realizacije bioparkova na devastiranim površinama urbanih naselja"***
prof.dr.Osmanović Zehrudin
10. ***„Modeliranje skladišta podataka otpada USK-a“***
dr.sc. Osman Čehajić
11. ***Završno plenarno predavanje – „San o evropskoj budućnosti“***
Tanja Fajon- Evropska parlamentarka

SADRŽAJ:

EKOLOŠKA POLJOPRIVREDA

EKONOMSKA PRESPEKTIVA PROIZVODNJE ORGANSKE HRANE1 - 10
Svetlana Dušanić Gačić, Zorana Agić

UPOTREBA ČELIČANSKE ELEKTROPEĆNE TROSKE KAO DODATAK U ISHRANI
BILJA 11 - 17
Ivan Brnardić, Milan Poljak, Boris Lazarević, Tahir Sofilić, Tea Čavrak

DOPRINOS MEDA, PLODA KESTENA I ZEMLJIŠNIH RESURSA ODRŽIVOSTI
POLJOPRIVREDNOG GAZDINSTVA NA PODRUČJU USK-A 18 - 26
Husnija Kudić, Mirsad Ičanović, Vildana Jogić, Marija Vukobratović

UTICAJ EKOLOŠKIH UVJETA NA HEMIJSKI SASTAV PLODA I DRUGIH FITO
DIJELOVA DIVLJE TREŠNJE (*Prunus avium* L.) 27 - 36
Sead Noćajević, Besim Salkić, Sabina Begić, Husejin Keran, Emir Imširović

PERMAKULTURA IN EKOREMEDIACIJA KOT SISTEM ZA TRAJNOSTNI NAČIN
ŽIVLJENJA ČLOVEKA 37 - 46
Ana Vovk Korže

OKOLIŠ, HRANA I ZDRAVLJE

OSOBINE I EKOTOKSIKOLOGIJA KADMIJA 48 - 55
Nevzeta Ljubijankić, Amira Cipurković, Sabina Begić, Emir Horozić, Sead Ljubijankić

ORGANOLEPTIČKA SVOJSTVA I PRIHVATLJIVOST PROBIOTIČKIH MLIJEČNIH
NAPITAKA PROIZVEDENIH OD KRAVLJEG MLIJEKA 56 - 61
Denis Ramić, Emina Malkić, Amra Musić, Emina Alijagić, Adila Kazaz, Lamija Makić,
Ajdin Alagić, Jasmina Mehić, Armin Šabić, Rifet Kamenčić, Alen Bajramović, Dinko
Pečenković

ODREĐIVANJE ESENCIJALNIH I TOKSIČNIH ELEMENATA U JESTIVIM BILJKAMA
SA BOSANSKOHERCEGOVAČKOG TRŽIŠTA 62 - 68
Aida Šapčanin, Mirsada Salihović, Mirha Pazalja, Emina Ramić, Ekrem Pehlić

EKOTOKSIKOLOGIJA ŽIVE 69 - 76
Sead Ljubijankić, Amira Cipurković, Emir Horozić

SADRŽAJ MINERALNIH MATERIJA U PLODU DRENJKA (*Cornus mas L.*) 77 - 84
Ladislav Vasilišin, Goran Vučić, Nataša Lakić-Karalić, Zoran Kukrić

UPRAVLJANJE OTPADOM

EFEKTI SANACIJE ODLAGALIŠTA OTPADA "TABORIŠTE" 86 - 96
Gordan Jančić, Adnan Čehajić, Huska Jukić, Asmir Aldžić

INTEGRALNI SISTEM UPRAVLJANJA OTPADOM U FUNKCIJI ODRŽIVOG
RAZVOJA 97 - 104
Veljko Đukić, Zlatan Čizmić

ZBRINJAVANJE HEMIJSKOG OTPADA U STUDENTSKIM LABORATORIJAMA
Begić Sabina, Ljubijankić Nevzeta 105 - 112

UPRAVLJANJE KOMUNALNIM OTPADOM NA PODRUČJU OPĆINE GRADAČAC
Adnan Čehajić, Ekrem Pehlić, Huska Jukić, Asmir Aldžić 113 - 123

SISTEMATIZACIJA MAŠINA, UREĐAJA I METODA ZA RECIKLIRANJE OTPADNIH
MATERIJALA KOD MEHANIČKO – BIOLOŠKE OBRADE 124 - 140
Ifet Šišić, Sebila Rekanović, Mahmut Jukić

GEOPROSTORNA MULTIKRITERIJALNA OPTIMIZACIJA LOKACIJE ZA OBJEKTE
INFRASTRUKTURE UPRAVLJANJA ANIMALNIM OTPADOM 141 - 152
Mirza Ponjavić, Sanja Čelebićanin, Slavoljub Stanojević

ENERGETSKA EFIKASNOST I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

KOMUNALNI OTPAD-DOPRINOS OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE ... 154 - 162
Ajla Hasanagić

ULOGA OTPADNIH PLASTIČNIH MATERIJA U ENERGIJSKOM ISKORIŠTENJU
KOMUNALNOG OTPADA 163 - 174
Mahmut Jukić, Ifet Šišić

IMPACT OF CHARACTERISTICS OF PASSIVE HOUSES IN BALKANS COUNTRIES
IN RELATION TO NORDIC COUNTRIES 175 - 182
Veselin Blagojević, Igor Grujić, Ranko Božičković

ENERGETSKO SIROMAŠTVO U BOSNI I HERCEGOVINI 183 - 194
Džemila Agić, Halid Makić, Sejfidin Agić, Ifet Šišić, Mahmut Jukić

ZAŠTITA EKOSISTEMA

BIODIVERZITET DNEVNIH LEPTIRA NA PODRUČJU TEOČAKA 196 - 205
Ćosić Almira , Ridić Bejnana, Avdul Adrović

ANALIZA BRZINE STRUJANJA I PROTOKA RIJEKE UNE PRIMJENOM FLUID TRACING METODE 206 - 216
Minela Žapčević, Mirela Abdić, Aida Džaferović, Jasmina Ibrahimpašić

HISTORIJSKI RAZVOJ BOSANSKOHERCEGOVAČKE IHTIOLOGIJE 217 - 227
Ridić Bejnana , Ćosić Almira, Avdul Adrović

SAVREMENI POSTUPAK PROIZVODNJE SUMPORNE KISELINE –UTJECAJ NA OKOLIŠ 228 - 233
Esad Beganović, Neira Rekić, Aida Mršić, Neira Osmanagić, Samira Hotić, Sebila Rekić, Osman Perviz

OVERVIEW OF THE BIRD SPECIES REGISTERED IN BANJ BRDO SO FAR WITH THEIR ECOLOGICAL STATUS 234 - 242
Rajko Roljić, Dragan Mikavica

THE MONITORING OF NORTHERN HOUSE-MARTIN (*Delichon urbicum* L., 1758) IN BANJA LUKA REGION 243 - 250
Rajko Roljić, Dragan Mikavica

STRUKTURA I DINAMIKA ZAJEDNICA EKTOPARAZITA GRADSKOG GOLUBA (*Columba livia domestica*) U BANJALUČKOJ REGIJI 251 - 260
Rajko Roljić, Vera Nikolić

PRAĆENJE PARAMETARA KVALITETA KOMUNALNE OTPADNE VODE U NASTAVNOM CENTRU "GRMEČ" OVISNO O BRZINI PROTOKA 261 - 268
Merima Toromanović, Jasmina Zulić, Sandi Demirović, Jasmina Ibrahimpašić, Mirza Veladžić, Minela Žapčević, Mirela Abdić

ORCHID FLORA OF THE VISOČICA - MOUNTAIN RELIEF OF VISOKO MUNICIPALITY IN CENTRAL BOSNIA 269 - 276
Šabanović Elvedin, Sarajlić Nermina, Boškailo Aldin

METALURGIJA KAO ČIMBENIK ONEČIŠĆENJA ZENIČKOG OKOLIŠA DIOKSINIMA I FURANIMA 277 - 298
Tahir Sofilić

PRIKAZ MONITORINGA KVALITETA ZRAKA U BOSNI I HERCEGOVINI SA POSEBNIM AKCENTOM NA 2015. GODINU U FEDERACIJI BiH 299 - 306
Medić Emina, Muhamedagić Fatima, Veladžić Mirsad, Abdić Jasminka, Krupić Alma

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

EKOLOŠKA POLJOPRIVREDA

Bihać, 29. i 30. juni 2017.

I'm With Nature



ECONOMIC PERSPECTIVES OF ORGANIC FOOD PRODUCTION

Svetlana Dušanić Gačić, Zorana Agić

Banja Luka College, Miloša Obilića 30

svetlanadg@blc.edu.ba
zorana.agic@blc.edu.ba

Key word: organic production, economic perspective, arable land, BiH

ABSTRACT:

Sell of organic products all over the world has been increasing for 15% per year. The most significant markets of organic food are USA, Canada, Europe and Japan. Europe`s largest consumers of organic food are Germany, Great Britain, Italy and France. Organic food, bred without any pesticides, is often more expensive than regular one. The quality of such food is higher because it`s production requires only organic stimulators and resources. The goal of this work is to present that Bosnia and Herzegovina has a great economic perspective in production of organic food because there is 1,5 million of acres of arable land. We presented statistical data which shows that BiH increases surface area of agricultural land. Limited agricultural areas in 2015 year occupied 1.029.000 ha, which was an increase, compared to 2014, for a 18.000 ha or 1,7%.

EKONOMSKA PERSPEKTIVA PROIZVODNJE ORGANSKE HRANE

Ključne riječi: organska proizvodnja, ekonomska perspektiva, obradivo zemljište, BiH

SAŽETAK:

Svjetska prodaja organskih proizvoda godišnje se povećava za 15%. Najznačajnija tržišta organske hrane su SAD, Kanada, Evropa i Japan. U Evropi, najveći potrošači organske hrane su: Njemačka, V. Britanija, Italija i Francuska. Organska hrana, pri čijem se uzgoju ne upotrebljavaju pesticidi, najčešće je mnogo skuplja od obične. Ali, i kvaliteta tako uzgojenog povrća mnogo je bolja jer se za njegovu proizvodnju koriste isključivo organski stimulatori i sredstva. Cilj rada jeste pokazati da za BiH, proizvodnja organske hrane može da ima dobru ekonomsku perspektivu, jer raspolaže sa preko 1,5 milion hektara obradivog zemljišta. U prilog tome, naveli smo i statističke pokazatelje koji govore o tome da se u BiH povećava obradiva površina tla. U 2015. godini od ukupne površine raspoloživog poljoprivrednog zemljišta, prema načinu korišćenja, oranične površine zauzimaju 1.029 hiljada ha, što je u odnosu na prethodnu godinu više za 18.000 ha ili 1,7%.

1. UVOD

Organska hrana je ona koja potiče iz organske proizvodnje, prije svega organske poljoprivrede koja se ostvaruje u saglasnosti sa normama, pravilima i standardima. Standardi podrazumijevaju stroga pravila prema kojima se dostiže potreban nivo kvaliteta proizvodnje i gotovih proizvoda. Pomenuti sistem proizvodnje je poželjan i prihvatljiv za očuvanje životne sredine u smislu naglašene važnosti poštivanja prirodne ravnoteže.

Organska hrana, pri čijem se uzgoju ne upotrebljavaju pesticidi, najčešće je mnogo skuplja od obične. Ali, i kvaliteta tako uzgojenog povrća mnogo je bolja jer se za njegovu proizvodnju koriste isključivo organski stimulatori i sredstva.

Postavlja se pitanje zašto se u jeku globalne finansijske i ekonomske krize potrošači opredeljuju za proizvode koji su evidentno i po nekoliko puta skuplji u odnosu na proizvode iz konvencionalne proizvodnje. Razloga za to ima više. Sa jedne strane organska proizvodnja je nastala kao odgovor na negativnosti koje sa sobom nosi konvencionalna proizvodnja. Vremenom svijest potrošača se promijenila tako da više pažnje obraćaju na kvalitet hrane koju kupuju. Danas se kvalitet hrane mjeri njenim uticajem na zdravlje, a prema sprovedenim istraživanjima najveći broj kupaca kupuje organske proizvode zbog brige o zdravlju jer smatra da se radi o zdravijim proizvodima. Porast životnog standarda i nivoa obrazovanja doprinose promjenama u načinu ishrane i povećanom značaju proizvoda organske poljoprivrede.¹

Proizvodnja organske hrane posljednjih decenija ima trend rasta i profitabilan je posao većini razvijenih zemalja svijeta. Kada je u pitanju Bosna i Hercegovina, do sada ima 47 registrovanih preduzeća koja se bave proizvodnjom organske hrane. Gotovo 100% ovih

¹ Vujošević A., (2002), *Rezultati uticaja makropokazatelja na potrošnju organskih proizvoda*, objavljeno u: *Organska proizvodnja - zakonska regulativa*, Savezno ministarstvo privrede i unutrašnje trgovine, Beograd.

proizvoda, namijenjeno je izvozu. Prema podacima certifikacijske kuće GLOBAL GAP, u čitavoj BiH ima 30-tak organskih proizvođača sa pravom izvoza u EU i to se uglavnom radi o proizvođačima ljekobilja, povrća, samoniklog bilja i bobičastog voća poput borovnica, kupina i slično.

Svjetska prodaja proizvoda organske proizvodnje godišnje se povećava za 15%. Najznačajnija tržišta organske hrane su SAD, Kanada, Evropa i Japan. U Evropi najveći potrošači organske hrane su: Njemačka, V. Britanija, Italija i Francuska.² Za BiH, proizvodnja organske hrane može da ima dobru ekonomsku perspektivu. Prema podacima SOEL-Survey pod organskom proizvodnjom u cijelom svijetu je 31 milion hektara.

Naime, Bosna i Hercegovina raspolaže sa preko 1,5 milion hektara obradivog zemljišta, od čega 70% otpada na brdsko-planinsko područje. Na ovom području, uz čiste vodotoke i nezagađen vazduh, zemljište je najvećim dijelom nekontaminirano, što predstavlja veliku pogodnost za zasnivanje održive organske poljoprivredne proizvodnje. Zahvaljujući angažmanu stranih eksperata i radom domaćih nevladinih organizacija u okviru projekta „Razvoj organske poljoprivrede u BiH“ koji je finansirala SIDA (Švedska agencija za razvoj i saradnju) u Bosni i Hercegovini je od 2001. godine počeo intenzivniji razvoj organske poljoprivrede.³

S obzirom na to, da na tržištu EU postoji velika potražnja, postoje pretpostavke da BiH može da plasira velike količine žita, pirinča i soje, i na taj način poboljša ekonomsku perspektivu poljoprivrednih proizvođača.

2. DEFINISANJE ORGANSKE POLJOPRIVREDE

Među prvim definicijama organske poljoprivrede uzima se ona koju je dao J.I. Rodale još 1974. godine i koji je definisao organsku poljoprivredu kao „sistem gdje se plodno zemljište održava primjenom prirodnog zakona za dopunjavanje istog. Riječ je o energičnom i rastućem pokretu predodređenom da promijeni dosadašnje koncepte bašte i farme, da ih revolucionira, kako bi nam obezbijedili bogatiju i savršeniju hranu“.⁴

Nacionalni odbor organskih standarda (NOSB - National Organic Standards Board) u SAD-u definiše organsku poljoprivredu na sljedeći način: “Organska poljoprivreda je sistem ekološkog upravljanja proizvodnjom koji promovise i unapređuje biodiverzitet, kruženje materije i biološku aktivnost zemljišta. Zasnovana je na minimalnoj upotrebi inputa koji nisu porijeklom sa farme i upravljačkoj praksi koja uspostavlja, održava i unapređuje ekološku harmoniju”.⁵

Međunarodna federacija pokreta za organsku poljoprivredu definiše je na sličan način: “Organska poljoprivreda je proizvodni sistem koji podstiče prirodnu aktivnost tla, ekosistema i ljudi. To je način proizvodnje koji podržava ekološke procese, biodiverzitet i prirodne

² FiBL Survey: Statistics on Organic Farming in Europe

³ http://www.organskakontrola.ba/site/index.php?sel=0_3, pristupljeno 20.4., 12.00

⁴ Hansen, A.L., (2010), *The Organic Farming Manual: A Comprehensive Guide to Starting and Running a Certified Organic Farm*, Storey Publishing, US (Nort Adams), str. 12.

⁵ USDA, NOSB, (1995), *Definicija organske poljoprivrede*, Dostupno na: <http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/ofp/ofp.shtml>

cikluse, uvažavajući lokalne uslove proizvodnje, uz isključivanje inputa koji ne potiču sa farme".⁶

Organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO) i Svetska zdravstvena organizacija (WHO) kao službene definicije koje su prihvatile Ujedinjene Nacije (UN) izdvaja: "Organska poljoprivreda je cjelovit sistem upravljanja proizvodnjom koji podstiče i koristi: očuvanost agro-ekološkog sistema, biodiverzitet, prirodne cikluse i prirodnu aktivnost tla. Organska poljoprivreda u proizvodnji teži potpunom isključivanju inputa koji ne potiču sa poljoprivrednog gazdinstva, uzimajući u obzir lokalne uslove koji zahtevaju specifične sisteme upravljanja. To se postiže upotrebom, gdje je to moguće, agroekoloških, bioloških i mehaničkih metoda, nasuprot upotrebi sintetičkih stvari, za ispunjavanje specifičnih funkcija u sistemu".⁷

Definicija data Uredbom Saveta Evrope br. 834/2007 o organskoj proizvodnji i obilježavanju organskih proizvoda, glasi da "organska proizvodnja predstavlja cjelovit sistem upravljanja proizvodnjom poljoprivrednih, prehrambenih i drugih proizvoda, koji kombinuje dobru poljoprivrednu praksu, visok stepen biološke raznolikosti, očuvanje prirodnih resursa, primjenu visokih standarda dobrobiti životinja i način proizvodnje u skladu sa opredeljenjima određenih potrošača za proizvode u čijoj se proizvodnji korišćene prirodne supstance".⁸

3. LEGISLATIVE PROIZVODNJE ORGANSKE HRANE

Sa razvojem proizvodnje organske hrane, pojavila se i potreba za legislativom u ovoj oblasti. U ranim fazama, nije postojala opšte prihvaćena regulativa, nego su različita nezavisna tijela počela sa uvođenjem pravila te se kasnije nastojao uspostaviti prepoznatljiv sistem certifikacije.

Svrha jasno definisanih standarda i pravila za organsku poljoprivredu je da pridobije povjerenje kupaca. Uspostavljanje sistema inspekcije i certifikacije od strane velikog broja individualnih i nezavisnih organizacija omogućilo je kreiranje trgovačkih marki koje informišu potrošača da je dati proizvod proizveden po standardima organske poljoprivrede koji su definisani od strane određenog certifikacijskog tijela. Pojava velikog broja standarda uzrokovala je konfuziju kod potrošača, te smanjila povjerenje potrošača. Budući da certifikovan proizvod olakšava plasiranje proizvoda na tržište internacionalne i nacionalne strukture su počele baviti problemom standardizacije organske proizvodnje hrane i pića.⁹

Regulativa 2092/91 koja sadrži osnovna pravila u organskoj proizvodnji prva je donesena na nivou Evropske unije, a zatim je prihvaćena i Regulativa 1804/99 koja sadrži pravila vezana za proizvodnju, označavanje i inspekciju najznačajnijih životinjskih vrsta. Nakon toga, usvojena

⁶ IFOAM, (2009), *Definicija organske poljoprivrede*, Dostupno na: http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/doa/index.html

⁷ FAO/WHO, (1999), *Guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods*, Codex Alimentarius Commission, FAO, str. 2, dostupno na: <http://www.codexalimentarius.net/download/standards/360/CXG032e.pdf>

⁸ European Union, (2007), *Council Regulation (EC) No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No. 2092/91*, Official Journal of European Union, str. 1-23

⁹ Standardizacija i certifikacija organske poljoprivredne proizvodnje, LIR – Lokalna inicijativa razvoja, Projekat „Razvoj klastera organske poljoprivredne proizvodnje”

je Regulatora 2078/02 koja definiše šemu podrške farmerima koji se bave organskom poljoprivredom, kao i programe koji se bave promocijom organske poljoprivrede.

BiH dugi niz godina nije imala donesene zakone o poljoprivrednoj organskoj proizvodnji. Republika Srpska je organski uzgoj regulisala Zakonom o organskoj proizvodnji, (Sl. Glasnik 12/13), koji je stupio na snagu početkom 2013. godine i Pravilnikom o uslovima za izdavanje certifikata za organske proizvode (Sl. Glasnik RS 113/08). Zakon o poljoprivrednoj organskoj proizvodnji Federacije BiH, koji propisuje ciljeve, načela i pravila ove proizvodnje, označavanje organskih proizvoda, sistem kontrole u organskoj proizvodnji, registar subjekata, upravni i inspekcijски nadzor, uvoz, izvoz i stavljanje na tržište organskih proizvoda, prekršaje i druga pitanja od značaja za ovu oblast, usvojen je prošle godine. Međutim, još uvijek nema krovnog zakona, zbog čega se brojni proizvođači certifikuju u EU, a za certifikaciju je godišnje potrebno izdvojiti najmanje 400 evra.

Udruženje BETA (Bosnian Environmental Technologies Association) je bilo pokretač razvoja organske proizvodnje u BiH. Od 2001. godine se intenzivira organska proizvodnja, a 2003. godine je osnovano udruženje OK (Organska kontrola) koje ima za cilj dati podršku razvoju organske poljoprivrede u BiH. "Organska kontrola" prva je certifikacijska organizacija u Bosni i Hercegovini koja od 2007. godine dodjeljuje certifikate domaćim proizvođačima organske hrane.

4. ISKORIŠĆENOST POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U BIH

Prema statističkim podacima za 2015. godinu od ukupne površine raspoloživog poljoprivrednog zemljišta, prema načinu korišćenja, oranične površine zauzimaju 1.029 hiljada ha, što je u odnosu na prethodnu godinu više za 18.000 ha ili 1,7%. U strukturi oraničnih površina najzastupljenije su zasijane površine sa učešćem od 50,1%, zatim slijede ugari i neobrađene oranice sa učešćem od 49,6% i rasadnici i ostalo na oranicama 0,3%.¹⁰

Prema Godišnjem izvještaju resornog ministarstva, ukupno zasijane površine u 2015. godini iznosile su 516 hiljada ha i veće su za 3% u odnosu na 2014. godinu. Povećanju ukupno zasijanih površina doprinijelo je povećanje zasijanih površina u Federaciji za oko 6% i Republici Srpskoj za 2% u odnosu na prethodnu godinu.

U strukturi ukupnih zasijanih površina, žitarice učestvuju sa 58%, krmno bilje sa 25%, povrće sa 15% i industrijsko bilje sa 2%. Površine zasijane žitaricama u 2015. godini veće su za 3,8%, površine pod industrijskim biljem za 22%, dok su površine pod povrćem i krmnim biljem neznatno veće u odnosu na 2014. godinu. Površine pod rasadnicima i ostalim kulturama na oranicama su veće za 1.000 ha a ugari i neobrađene oranice za 2.000 ha.¹¹

Prema podacima Ministarstva poljoprivrede Republike Srpske u 2015. godini ukupno zasijane površine u Republici Srpskoj su iznosile 306.000 ha od čega je žitaricama zasijano 203.000 ha, krmnim biljem 66.000 ha, povrćem 29.000 ha i industrijskim biljem 8.000 ha. Najzastupljenije žitarice u ukupnoj strukturi zasijanih površina imaju kukuruz sa 139.000 ha i pšenica sa 38.000 ha.

¹⁰ Godišnji izvještaj iz oblasti poljoprivrede, ishrane i ruralnog razvoja za Bosnu i Hercegovinu za 2015. godinu, Ministarstvo spoljne trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine

¹¹ Ibidem

Kada je riječ o Federaciji BiH zasijane površine u 2015. godini, prema podacima Federalnog zavoda za statistiku, iznosile su 197.139 ha od čega je žitaricama zasijano 88.307 ha, krmnim biljem 62.623 ha, povrćem 43.071 ha i industrijskim biljem 3.138 ha. Najzastupljenije žitarice u strukturi ukupno zasijanih površina su kukuruz sa 50.000 ha što je za 3.000 ha više u odnosu na prethodnu godinu i pšenica sa 20.000 ha što je za 2.000 ha više u odnosu na prethodnu godinu.

Ukupno zasijane površine u Distriktu Brčko BiH, prema podacima Odjeljenja za poljoprivredu, šumarstvo i vodoprivredu iznosile su 13.000 ha od čega je žitaricama zasijano 10.000 ha, industrijskim biljem 1.500 ha i krmnim biljem 1.000 ha, povrtnim biljem 500 ha.

Generalno uzevši, stanje u oblasti primarne poljoprivredne proizvodnje u 2015. godini se ipak može ocijeniti kao zadovoljavajuće, uzimajući u obzir periode suše i pojave grada tokom vegetacionog perioda, a posebno dugotrajnog perioda bez padavina u julu i avgustu. Obim proizvodnje većine poljoprivrednih kultura je povećan u odnosu na prethodnu godinu.

5. POTREBA ZA ORGANSKOM PROIZVODNJOM U BIH

Organskom proizvodnjom hrane omogućeno je poboljšanje uslova životne sredine, odnosno poboljšanje ekosistema, poboljšanje i očuvanje zemljišta, poboljšanje i očuvanje kvaliteta vode, kao i njegove polodnosti. Primenom prirodnih procesa dobijanja organskih proizvoda, proizvođači mogu ostvariti i visoki profit.

Za razliku od konvencionalne, organska proizvodnja zasniva se na biološkoj ravnoteži eko sistema. Organska proizvodnja je sistem održive poljoprivrede koji se bazira na visokom poštovanju ekoloških principa putem racionalnog korišćenja prirodnih resursa, upotrebe obnovljivih izvora energije, očuvanja prirodne raznolikosti i zaštite životne sredine. Iako zauzimaju tek oko jedan odsto ukupnog svjetskog tržišta hrane, organski proizvodi postaju sve traženija roba u svijetu i sve je značajnije učešće ovih proizvoda u svjetskim trgovinskim tokovima. Stalni rast tražnje za organskim proizvodima u svijetu ukazuje na to da ovaj proizvodni metod može biti veoma profitabilan ukoliko se na pravi način koriste prirodni resursi, znanje i proizvodno iskustvo. Proizvođači i potrošači širom svijeta uviđaju ekonomske i ekološke prednosti ovog vida poljoprivrede.¹²

Zbog velike zagađenosti određenih regiona, naročito u razvijenijem dijelu svijeta, gdje je nemoguće otpočeti organsku proizvodnju zbog višedecenijske upotrebe štetnih hemijskih sredstava, pesticida, odnosno nagomilanih otrova u samom zemljištu. U tom slučaju BiH bi uzimajući u obzir prirodne karakteristike i resurse, trebala da što brže prihvati organski način proizvodnje hrane, naročito zbog otklanjanja prepreka u prometu na strana tržišta.

Prehrambeni proizvodi iz organske proizvodnje i po nekoliko puta su skuplji nego isti proizvodi iz konvencionalne proizvodnje. Kako BiH raspolaže sa velikom količinom obradivog, neiskorišćenog i nekorišćenog zemljišta, uviđa se šansa da se uključe u organsku proizvodnju hrane. Zbog razlika u tehničko-tehnološkom stepenu razvoja zapadnih zemalja, siromašnije zemlje ne mogu biti konkurentne u mnogim oblastima, međutim organska poljoprivreda je velika mogućnost koju bi trebalo iskoristiti u BiH, a to sada čini Kina.

¹² Simić I., (2015), *Organska proizvodnja - neiskorišćen potencijal Republike Srbije*, Beograd

Mjere koje se široko primjenjuju u konvencionalnoj poljoprivrednoj proizvodnji dovele su do degradacije resursa koji imaju ograničenu sposobnost samoobnavljanja, a bez kojih je opstanak čovjeka nemoguć. Dakle, do sada primjenjivane metode u poljoprivredi moraće se u velikoj mjeri izmijeniti, stav je stručne javnosti, kako bi se postigla održivost postojećih poljoprivrednih sistema i omogućila proizvodnja dovoljnih količina hrane u budućnosti.¹³

Potrebu za organskom proizvodnjom hrane možemo vidjeti i u činjenici u razvijenosti tržišta koji pokazuje godišnju potrošnju ekološke hrane po stanovniku. Prema tom pokazatelju Švajcarska se može smatrati ne samo evropskim, nego i globalnim liderom. Godišnja potrošnja ekološke hrane po stanovniku u Švicarskoj iznosi 107 evra, a to je više od dva puta od Danske gdje je to 51 evro i Švedske 47 evra, koje su 2. i 3. prema potrošnji po stanovniku. Zatim slijede stanovnici Njemačke, Austrije, Finske, Italije, Francuske i druge evropske zemlje sa znatno nižom potrošnjom za organsku hranu na godišnjem nivou.¹⁴

Osvrćući se na seminar "Organska proizvodnja – izvozna šansa za BiH", možemo utvrditi da sadašnji nivo razvijenosti proizvodnje organske hrane u BiH, ostvareni izvoz organskih proizvoda na tržište EU, Švicarske, SAD-a i postojanje međunarodno akreditovanog i EU priznatog certifikacijskog tijela sa obučanim osobljem, predstavljaju osnovu za ubrzan razvoj i povećanje obima organski proizvedene hrane za izvoz u predstojećem periodu. Organska poljoprivreda je multifunkcionalni model kojim se postižu ekonomski, društveni i ekološki ciljevi. U BiH je organska poljoprivreda prepoznata kao veoma obećavajuće oruđe razvoja. A BiH smatra se veoma pogodnom za razvoj organske poljoprivrede.

6. DISKUSIJA

BiH obiluje neiskorištenim i nezagađenim zemljišnim resursima koji su pogodni za bavljenje organskom poljoprivredom. Pored toga, u BiH postoje i svi ostali prirodni preduslovi za bavljenje ovom proizvodnjom. Različitost reojna za bavljenje poljoprivrednom proizvodnjom u BiH omogućava proizvodnju različitih poljoprivrednih kultura u različitim područjima. Ovi rejoni se međusobno razlikuju po klimatskim obilježjima, tipu zemljišta, orografskim i hidrografskim karakteristikama, itd. Jedna od povoljnih okolnosti za organsku proizvodnju u BiH je da u prethodnom periodu nisu korištene velike količine mineralnih đubriva i zaštitnih sredstava. Ovo je dovelo do togada zemljište u velikoj mjeri nije zagađeno i lakše se može prećina organsku proizvodnju hrane. Različita kulturološka obilježja, tehnike i tehnologije proizvodnje i prerade su takođe prisutne urazličitim djelovima države, što je jedan od dobrih preduslovaza proizvodnju različitih prehrambenih proizvoda, koji se kasnije mogu valorizovati i kao organski proizvodi sa kontrolisanim geografskim porijeklom.¹⁵

Prema tome, neophodno je sagledati potencijal koji organska proizvodnja poljoprivrednih proizvoda posjeduje kao i stepen razvijenosti organske poljoprivredne proizvodnje u BiH.

¹³Subić J., Bekić B. i Jeloćnik M., (2010), *Značaj organske poljoprivrede u zaštiti okoline i savremenoj proizvodnji hrane*, Škola biznisa 3, str. 50-56.

¹⁴Willer, H. i Youssefi, M., (2007), *The World of Organic Agriculture, Statistics and Emerging Trends 2006*, International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn i Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, dostupno na: <http://www.fi.bl.org/>

¹⁵Organska poljoprivredna proizvodnja (2015), Centar za ekonomski i ruralni razvoj (CERD), Banja Luka

Osim, usklađivanja legislative sa EU, poželjno je da se na novu BiH donese Akcioni plan za proizvodnu uorganske hrane.

Na taj način bi se mogao unaprijediti i podstaći razvoj sektora organske proizvodnje u BiH gdje bi se poljoprivredni proizvođači mogli usljed konkurentskog pritiska iz EU preorijentisati na ovaj sektor poljoprivredne proizvodnje koji ima dodatu vrijednost.

Ekološka poljoprivreda i prerada ekoloških poljoprivrednih proizvoda u mnogome se razlikuju od konvencionalne proizvodnje, a osnovna razlika proizlazi iz veće potrebe za radnom snagom i iz obveza poštovanja zakonske regulative vezane uz ekološku proizvodnju, što povećava i njenu cijenu.¹⁶

U praksi bosanskohercegovačkim proizvođačima sada je omogućeno da, osim organski certificiranih proizvoda biljnog porijekla, u EU mogu direktno izvoziti i organske proizvode animalnog porijekla, uključujući i med. Najveći finansijski efekti izvoza u sektoru organske sakupljačke poljoprivrede jeste u oblasti sakupljanja samoniklog ljekovitog bilja, šumskog voća i gljiva.

Prema podacima Poljoprivrednog fakulteta u Banjoj Luci, kada je riječ o organskoj proizvodnji meda, Bosna i Hercegovina nema dovoljno kapaciteta za kontinuiran izvoz, a BiH na godišnjem nivou potroši 2,5 hiljade tone meda, od čega 1,4 hiljade tona proizvedu domaći pčelari, dok se ostatak uvozi.

Kao cjelovit sistem, organska poljoprivreda zasnovana je na skupu procesa čiji su rezultati održiv ekosistem, sigurna hrana, dobra ishrana, dobrobit za životinje i socijalna pravda. Organska je proizvodnja, stoga, više od sistema proizvodnje. Organska poljoprivredna proizvodnja je društveni pokret, način, tj. kultura življenja. Organska poljoprivreda je savremeni način proizvodnje koji zahvata sve veći procenat obradivih površina u svijetu, a jedan od ciljeva Evropske unije je da do 2020. godine organsku proizvodnju zasnuje na 20% ukupnih obradivih površina.

Prema iznijetim podacima, mogli smo uvidjeti da se iz godine u godinu povećava površina obrađenog poljoprivrednog zemljišta u BiH, ali još uvijek nedovoljno u organskoj proizvodnji hrane.

7. ZAKLJUČAK

U Bosni i Hercegovini postoje preduslovi za razvoj organske proizvodnje. Usitnjena poljoprivredna domaćinstva mogu prilično lako preći sa tradicionalne na organsku proizvodnju ina taj način značajno unaprijediti ekonomski i socijalni status svog gazdinstva i doprinijeti očuvanju prirodnih resursa (životne sredine) kojima bh područje obiluje. Dok mali proizvođači treba da traže svoje mjesto na lokalnom tržištu organskih proizvoda (kućna dostava, zelene pijacei seoski turizam), proizvođači sa velikih poljoprivrednih gazdinstava mogu planirati proizvodnju za inostrano tržište, gdje je još uvijek veća potražnja od ponude organskih proizvoda. Prema mišljenju mnogih stručnjaka, organska proizvodnja je za BiH „ulaznica“ na evropsko tržište. Postoje mnoge analize domaćih i svjetskih stručnjaka koje

¹⁶ Ribić Dugandžić, Z., (2007), *Proizvodnja ekološke hrane u Republici Hrvatskoj s posebnim osvrtom na Međimurje*, Magistarski rad, Ekonomski fakultet, Zagreb

kažu da je bosanskohercegovača poljoprivredna proizvodnja među „najčistijim“ i istovremeno u konvencionalnom smislu među „najzaostalijim“, što je u kontekstu organske proizvodnje prednost.¹⁷

Organska proizvodnja u BiH je uglavnom neorganizovana, ali postoje potencijali koji nisu dovoljno iskorišćeni. Razvoj organske poljoprivredne proizvodnje se više oslanjao na male proizvođače, a da nije postojao veći interes države da ovu granu poljoprivrede prioriternije razvija i time iskoristi resurse koji joj izuzetno pogoduju.

Zbog toga, možemo zaključiti da je u narednom periodu neophodno aktivnije učešće svih učesnika od državnih institucija do nevladinog sektora uz stalnu međusobnu saradnju i unapređenje proizvodnje organske hrane.

Zemlje EU se sa mnogo više pažnje odnose prema organskoj proizvodnji i samoj zaštiti životne sredine. U BiH je zamah organske proizvodnje na civilnom sektoru, gdje se javlja problem sa implementacijom dokumenata. Za snažniju i organizovaniju proizvodnju organske hrane potrebna je politička volja i finansijska sredstva uz praćenje i reviziju preduzetih mjera. Osim toga, neophodno je i usklađivanje propisa sa EU kao i kontinuirano obučavanje i ispunjavanje potreba proizvođača organske hrane, koja je sama po sebi zahtjevnija i osjetljivija.

Možemo zaključiti da organska proizvodnja hrane ima perspektivu u poljoprivredi BiH koji u konvencionalnoj proizvodnji teško uspijevaju da ostvare konkurentnost. Ipak, važno je naglasiti da tržište ekološke hrane u ovome trenutku slabo razvijeno i značajno zaostaje za razvijenim zapadnoevropskim tržištima, što se prema iznesenim podacima može izmijeniti.

LITERATURA

1. European Union, (2007), *Council Regulation (EC) No. 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No. 2092/91*, Official Journal of European Union, str. 1-23
2. FAO/WHO, (1999), *Guidelines for the production, processing, labelling and marketing of organically produced foods*, Codex Alimentarius Commission, FAO, str. 2, dostupno na: <http://www.codexalimentarius.net/download/standards/360/CXG032e.pdf>
3. FiBL Survey, (2014), *Statistics on Organic Farming in Europe*, dostupno na: http://www.organskakontrola.ba/site/index.php?sel=0_3
4. Godišnji izvještaj iz oblasti poljoprivrede, ishrane i ruralnog razvoja za Bosnu i Hercegovinu za 2015. godinu (2015), Ministarstvo spoljne trgovine i ekonomskih odnosa Bosne i Hercegovine
5. Hansen, A.L., (2010), *The Organic Farming Manual: A Comprehensive Guide to Starting and Running a Certified Organic Farm*, Storey Publishing, US (Nort Adams), str. 12.
6. Organska poljoprivredna proizvodnja (2015), Centar za ekonomski i ruralni razvoj (CERD), Banja Luka

¹⁷ Organska poljoprivredna proizvodnja (2015), Centar za ekonomski i ruralni razvoj (CERD), Banja Luka

7. Ribić Dugandžić, Z., (2007), *Proizvodnja ekološke hrane u Republici Hrvatskoj s posebnim osvrtom na Međimurje*, Magistarski rad, Ekonomski fakultet u Zagrebu, Zagreb
8. Simić I., (2015), *Organska proizvodnja - neiskorišćen potencijal Republike Srbije*, Beograd
9. Standardizacija i certifikacija organske poljoprivredne proizvodnje, LIR – Lokalna inicijativa razvoja, Projekat „Razvoj klastera organske poljoprivredne proizvodnje”
10. Subić J., Bekić B. i Jeločnik M., (2010), *Značaj organske poljoprivrede u zaštiti okoline i savremenoj proizvodni hrane*, Škola biznisa 3, str. 50-56
11. USDA, NOSB, (1995), *Definicija organske poljoprivrede*, dostupno na: <http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/ofp/ofp.shtml>
12. Vujošević A., (2002), *Rezultati uticaja makro pokazatelja na potrošnju organskih proizvoda*, u: *Organska proizvodnja - zakonska regulativa*, Savezno ministarstvo privrede i unutrašnje trgovine, Beograd
13. Willer, H. i Yussefi, M., (2006), *The World of Organic Agriculture, Statistics and Emerging Trends 2006*, International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM), Bonn i Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Frick, dostupno na: <http://www.fibl.org/>

I'm With Nature



USE OF THE STEEL ELECTRIC ARC FURNACE SLAG AS AN ADDITIVE FOR THE PLANT NUTRITION

Ivan Brnardić¹, Milan Poljak², Boris Lazarević², Tahir Sofilić¹, Tea Čavrak¹

¹University of Zagreb, Faculty of Metallurgy, Aleja narodnih heroja 3, 44010 Sisak, Croatia
brnardic@simet.hr, sofilic@simet.hr

²University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Croatia
mpoljak@agr.hr, blazarevic@agro.hr

Key words: black slag, waste, nutrition additive, maize (*Zea mays* L.)

ABSTRACT:

Today's exponential growth in the use of natural resources, waste recovery leads to an improvement in the environment and at the same time can be the trigger for economic growth. Europe 2020, specifically, The European Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth, is based on a circular economy that can ensure the efficiency of using all natural resources.

This can make a significant contribution to more efficient waste management, primarily in non-landfill disposal, i.e. more rational utilization of production residues, and in particular their transfer from the waste category to the by-product category. As this applies to all branches of industry, especially in metallurgy, there is a problem of wrongly sorting by the amount of the most prominent production residue – slag as a waste, instead of the by-product. For this reason, despite the fact that metallurgy is one of the oldest crafts of the human race, intensive research on the application of metallurgical waste in other branches of industry and other human activities is still being carried out.

*Considering the chemical composition of the slag and its relatively high content of calcium and magnesium, the research were carried out on a district brown acid soil taken from the area of Lika near Smiljan. The plants were grown in pots filled with 2 kg of soil without and with the addition of slag. The investigation of the effects of slag was carried out under controlled conditions for 5 weeks. The amount of slag was determined on the basis of the results from the previous studies and was used at doses of 0, 0.5, 1.0, 3.0, 6.0 and 9.0 g kg⁻¹ soil. In this paper the influence of steel "black" slag on maize growth (*Zea mays* L.) and nutrition was investigated. The obtained results indicate a positive impact of the slag on some growth indicators and the adoption of N, P₂O₅, K₂O, Ca and Mg.*

UPOTREBA ČELIČANSKE ELEKTROPEĆNE TROSKE KAO DODATAK U ISHRANI BILJA

Ključne riječi: crna troska, otpad, dodatak ishrani, kukuruz (*Zea mays* L.)

SAŽETAK:

U današnje vrijeme eksponencijalnog rasta korištenja prirodnih resursa, uporaba otpada vodi poboljšanju stanja okoliša te istovremeno može biti i okidač ekonomskog rasta. Europa 2020, specifično, Europska strategija za pametan, održiv i uključiv rast, temelji se na okretanju prema kružnoj ekonomiji koja može osigurati postizanje učinkovitosti korištenja svih prirodnih resursa.

Ovome može značajnije doprinijeti učinkovitije gospodarenje otpadom pri čemu se prije svega misli na njegovo bezdeponijsko zbrinjavanje odnosno racionalnije iskorištavanje proizvodnih ostataka, a posebice njihov transfer iz kategorije otpada u kategoriju nusproizvoda. Kako se ovo odnosi na sve industrijske grane, tako je i u metalurgiji, prisutan problem neopravdanog razvrstavanja, po količini najzastupljenijeg proizvodnog ostatka – troske, u otpad umjesto u nusproizvod. Iz ovog razloga, bez obzira na činjenicu da se metalurgija ubraja na najstarije zanate ljudskog roda, još uvijek se provode intenzivna istraživanja primjene metalurške troske u drugim granama industrije i ostalih ljudskih djelatnosti.

*S obzirom na kemijski sastav troske i njezin relativno visok sadržaj kalcija i magnezija, istraživanja su se provodila na distrično smeđem kiselom tlu uzetog s područja Like u blizini mjesta Smiljan. Biljke su uzgajane u loncima napunjenim sa 2 kg tla bez i sa dodatkom troske. Istraživanje utjecaja troske provedeno je u kontroliranim uvjetima kroz 5 tjedana. Količina troske određena je na temelju rezultata prethodno provedenih istraživanja i primjenjena je u dozi 0, 0,5, 1,0, 3,0, 6,0 i 9,0 g kg⁻¹ tla. U ovom radu ispitivan je utjecaj čeličanske, tzv. crne troske na rast kukuruza (*Zea mays* L.) i usvajanje hranjiva. Dobiveni rezultati ukazuju na pozitivan utjecaj troske na neke pokazatelje rasta i usvajanje N, P₂O₅, K₂O, Ca i Mg.*

1. UVOD

U vrijeme buđenja čovjekove svijesti o njegovu utjecaju na okoliš te kretanja čovječanstva ka održivom razvoju dolazi do sve veće primjene industrijske ekologije u svakom djelu ljudske aktivnosti. Industrijska ekologija, kao glavna komponenta održivog razvoja oponaša prirodne ekosustave, tj. vodi se načelom da otpad ne postoji jer je on sirovina za proizvodnju u drugoj industriji. Nadalje, kao nacionalni prioritet hrvatske strategije zaštite okoliša gospodarenja otpadom određen je bezdeponijski koncept [1] te da bi se to postiglo sve više se provode istraživanja s ciljem iskorištavanja svih proizvodnih ostataka. U procesima proizvodnje čelika elektropećnim postupkom značajno mjesto s obzirom na količinu zauzimaju metalurške troske i to crna troska iz elektropeći koja se u RH legislativi vodi kao otpad.

Kroz dosadašnja istraživanja istražene su mogućnosti zamjene mineralnih agregata s troskom za primjenu u cestogradnji te graditeljstvu [2, 3, 4]. Nažalost frakcije veličina ispod 2 mm su se pokazale kao neodgovarajuće za navedenu primjenu te se otvorilo pitanje što učiniti. Jedna od ne novih ideja je primjena spomenute frakcije u poljoprivredi za poboljšanje tla te ishranu bilja. Na tu temu provedena su prethodna istraživanja [5, 6] u kojem su utvrđene fizikalno-kemijske karakteristike troske te njenog utjecaja na kiselu tla. Rezultati istraživanja su ukazala da se troska sastoji od 33,22 % CaO, 29,64 % Fe₂O₃, 13,09 % MgO, 10,86 % SiO₂, 6,18 % MnO, 1,66 % Al₂O₃, 0,06 % K₂O i 0,02 % Na₂O te da je prema *Pravilnika o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja* [7] neopasan otpad i može se razvrstati u *anorganske poboljšivače tla*. Nadalje, do sada je utvrđeno da korištenjem troske u kiselom tlu dolazi do povećanja pH tla kao i povećanja količina Ca i Mg u tlu neophodnih za rast i razvoj biljaka [6]. Cilj ovog rada kao nastavak dosadašnjih istraživanja je istražiti utjecaj čeličanske, tzv. crne troske na rast kukuruza (*Zea mays* L.) kroz usvajanje hranjiva N, P₂O₅, K₂O, Ca i Mg.

2. EKSPERIMENTALNI DIO

2.1. Troska

Troska korištena u ovom radu je dobivena pri proizvodnji ugljičnog čelika elektropećnim postupkom u čeličani Sisak d.o.o. Izdvojena frakcija od 0-2 mm je primijenjena za istraživanje, a njena priprava, uzrokovanje te ispitivanje fizikalno-kemijskih svojstava je opisano u radovima provedenim u prethodnim istraživanjima [5, 6].

2.2. Tlo

Kiselu tlo korišteno u ovom radu za istraživanje utjecaja troske na rast bilja je uzeto u Lici, kod mjesta Smiljan, Republika Hrvatska. Tlo je izabrano na temelju dosadašnjih rezultata utjecaja troske na tlo [6] te je uzrokovanje tla provedeno uzimanjem ~ 100 kg sloja na dubini 0-25 cm. Uzorak tla je osušen na sobnoj temperaturi, homogeniziran te prosijan kroz 2 mm sito. Pripravljene su kompozitni uzorci tla od ~ 2 kg za punjenje lonaca korištenih za uzgoj kukuruza (*Zea mays* L.).

2.3. Provedba pokusa

Biljke su uzgajane u loncima volumena 2 dm³ napunjenim sa 2 kg tla bez i sa dodatkom troske. Pokus je postavljen po shemi potpune randomizacije u tri ponavljanja. Korištene doze troske su odabrane na temelju prethodno provedenih istraživanja [6] te su iznosile 0,5, 1, 3, 6, i 9 g kg⁻¹ tla što preračunato na tone po površini tla iznosi 1, 5, 3, 6, 9, 18 i 27 t ha⁻¹. U svaki lonac je posijano 5 sjemenki te nakon tjedan dana su uklonjene tri biljke s obzirom na njihova odstupanja u rastu. Uzgoj je proveden kroz 5 tjedana u komorama rasta pri kontroliranim uvjetima, fotoperiod dan:noć 16:8 sati, 25:20 °C, relativnoj vlažnosti zraka 75%, vlažnosti tla 70% poljskog vodnog kapaciteta i jačini svjetla 300 μmol/m² PAR (eng. *photosynthetically active radiation*). Praćen je utjecaj čeličanske troske na rast (visina i broj

listova) i sadržaj N, P₂O₅, K₂O, Ca i Mg u kukuruзу te je uspoređen s rezultatima dobivenim za kukuruz uzgajanim u tlu bez dodatka troske.

Osušena biljka kukuruza na 105 °C je umrvljena i homogenizirana te su se uzorci biljnog materijala analizirali u Analitičkom laboratoriju Zavoda za ishranu bilja Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta prema sljedećim metodama:

1. Ukupni dušik (%/ST)
 - HRN ISO 11261:2004,
2. Ukupni fosfor (%/ST)
 - digestija koncentriranom HNO₃ i HClO₄ (ETHOS 1 MICROWAVE)
 - spektrofotometrija (EVOLUTION 60S UV-VISIBLE), AOAC, 1995,
3. Ukupni kalij (%/ST)
 - digestija koncentriranom HNO₃ i HClO₄ (ETHOS 1 MICROWAVE)
 - plamenfotometrija (JANWEY PFP 7), AOAC, 1995,
4. Ukupni kalcij i magnezij (%/ST)
 - digestija koncentriranom HNO₃ i HClO₄ (ETHOS 1 MICROWAVE)
 - atomska apsorpcijska spektrometrija (AAS SOLAR THERMO SCIENTIFIC), AOAC, 1995.

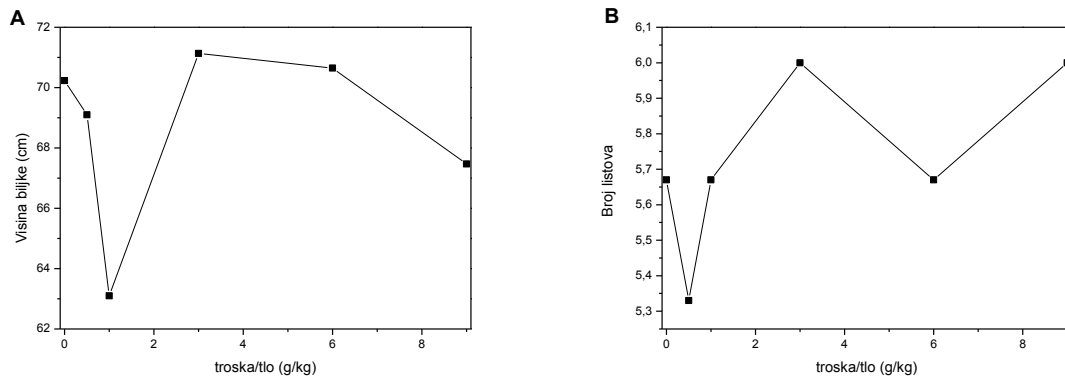
3. REZULTATI I DISKUSIJA

Na slici 1 su prikazane biljke kukuruza u komorama nakon 5 tjedana rasta u kontroliranim uvjetima rasta komorama rasta.



Slika 1. Kukuruz u komorama

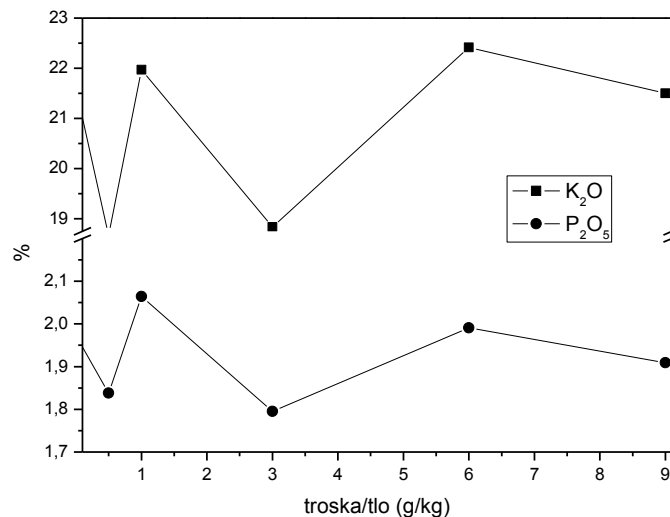
Prije samog vađenja biljaka iz lonaca biljkama je izmjerena visina i prebrojani su listovi te su rezultati prikazani na slici 2 A visina i 2 B broj listova.



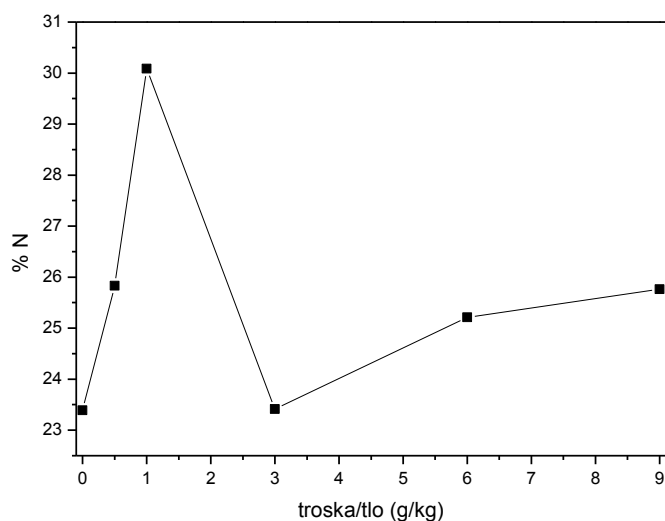
Slika 2. A) visina, B) broj listova

Iz rezultata rasta i broja listova je vidljivo da je kukuruz uzgojen pri koncentracije troske od 3 g kg⁻¹ u tlu u odnosu s uzgojenim u ne tretiranom tlu najveći, dolazi do porasta s 70,23 na 71,13 cm i povećanje broja listova s 5,67 na 6. Međutim, mora se napomenuti da razlike u pokazateljima rasta nisu statistički signifikantne.

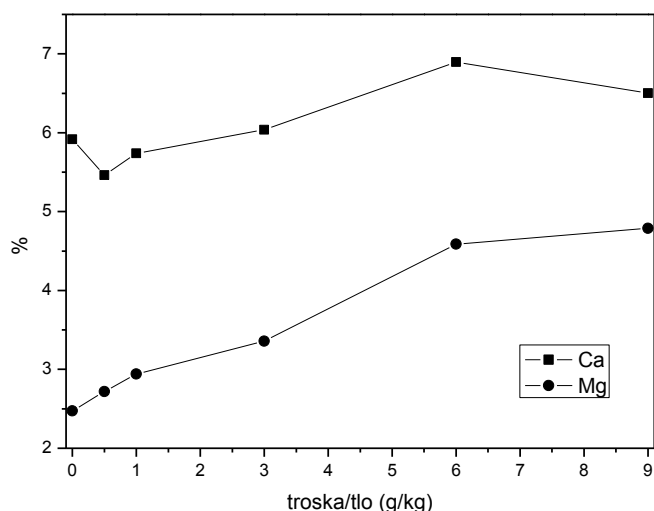
Nadalje, na slikama 3, 4 i 5 su prikazani rezultati usvajanja hranjiva u kukuruзу P₂O₅ i K₂O (slika 3), N (slika 4) te Ca i Mg (slika 5).



Slika 3. Utjecaj primijenjene količine troske na akumulaciju P i K u biljci kukuruza nakon 5 tjedana vegetacije



Slika 4. Utjecaj primijenjene količine troske na akumulaciju N u biljci kukuruza nakon 5 tjedana vegetacije



Slika 5. Udio Ca i Mg u kukuruza u ovisnosti o različitim masama troske u tlu

Vidljivo je iz rezultata (slika 3 i 4) da kod doze troske od 1 g kg^{-1} tla dolazi do prvog većeg skoka, odnosno do povećanja udjela usvajanja N, P_2O_5 i K_2O od 30,08, 2,06, 21,97 u usporedbi s rezultatima kada nije primjenjivana troska na tlo 23,39, 1,97 i 21,58. Kod navedene doze troske vrijednosti za N i P_2O_5 postižu svoj maksimum dok za K_2O maksimum usvajanja od 22,42 je zamijećen za dozu od $6,0\text{ g kg}^{-1}$ tla. Na slici 5 je uočeno da s porastom količine troske dolazi do rasta udjela Mg te da pri najvećoj dozi troske od 9 g kg^{-1} tla to povećanja iznosi 94%. Najveći porast udjela Ca je dobiven kod primjene troske od $6,0\text{ g kg}^{-1}$ te iznosi 6,89, što čini povećanje od 16% u odnosu na dobiveni udio od 5,92 za ne tretirano tlo. Poznato je da su sve navedene hranjive tvari u uskoj vezi s razvojem biljke što je u

korelaciji s dobivenim rezultatima utjecaja troske na rast i broj listova kukuruza (*Zea mays* L.).

4. ZAKLJUČAK

Prethodnim istraživanjem je zaključeno da primjenom troske dolazi do povećanje pH poljoprivrednog kiselog tla i povećanja Ca i Mg u tlu koji su neophodni za rast biljaka te da se troska može svrstati u neopasni otpad. U ovom radu ispitan je utjecaj troske na pokazatelje rasta i usvajanje N, P₂O₅, K₂O, Ca i Mg kod kukuruza (*Zea mays* L.) te je utvrđeno slijedeće:

- kod koncentracije troske od 3 g kg⁻¹ u tlu kukuruz je najviši, uz napomenu da porast nije signifikantan, i ima veći broj listova u usporedbi s kukuruzom uzgojenim u ne tretiranom tlu,
- primijećeno je da kod doze troske od 1 g kg⁻¹ tla dolazi do povećanja udjela usvajanja N, P₂O₅ i K₂O gdje vrijednosti za N i P₂O₅ postižu svoj maksimum, a maksimum usvajanja K₂O je primijećen kod doze troske od 6,0 g kg⁻¹ tla,
- s porastom količine troske dolazi do konstantnog rasta udjela Mg te najveće povećanje od 94% je dobiveno kod primjene troske od 9,0 g kg⁻¹ tla,
- najveći porast za Ca od 16% je dobiven pri dozi od 6 g kg⁻¹ tla,
- rezultati za rast i broj listova kukuruza su u korelaciji s porastom količina hranjivih tvari prilikom primjene troske u tlu.

5. LITERATURA

- [1] Strategija o gospodarenju otpadom (NN 178/04).
- [2] Sofilić, T., Barišić, D., Sofilić, U. (2011), *Natural Radioactivity in Steel Slag Aggregate*, Archives of metallurgy and materials, 56, p 628-634.
- [3] Sofilić, T., Barišić, D., Rastovčan Mioč, A., Sofilić, U (2010), *Radionuclides in Steel Slag Intended for Road Construction*, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 284, p 73-77.
- [4] Sofilić, T., Merle, V., Rastovčan-Mioč, A., Ćosić, M., Sofilić, U. (2010) *Steel Slag Instead Natural Aggregate in Asphalt Mixture*, Archives of metallurgy and materials, 55, p 657-668.
- [5] Sofilić, T., Poljak, M., Brnardić, I., Lazarević, B., Rađenović, A. (2015), *Čeličanska troska kao poboljšivač tla i sredstvo za popravak kiselog poljoprivrednog tla*, Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša", J. Ibrahimpašić, H. Makić, A. Bećiraj, A. Džaferović, M. Talić (ur.). Bihać, BiH: Univerzitet u Bihaću, Biotehnički fakultet, p 15-24.
- [6] Brnardić, I., Poljak, M., Sofilić T., Palčić, I., Lučić, D., Rađenović, A. (2016), *Istraživanje mogućnosti popravka kiselog poljoprivrednog tla čeličanskom troskom*, Četvrti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša", Bihać, BiH: Univerzitet u Bihaću, Biotehnički fakultet, u postupku objavljivanja.
- [7] *Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja* (NN br. 9/14).

I'm With Nature



THE CONTRIBUTION OF HONEY, CHESTNUTS AND LAND RESOURCES TO FARM SUSTAINABILITY IN THE UNA-SANA CANTON

Husnija Kudić¹, Mirsad Ičanović², Vildana Jogić², Marija Vukobratović³

¹Federal Ministry of Agriculture, Water Management and Forestry, Marka Marulica str. no. 2, 71000 Sarajevo,

²Faculty of Biotechnical Sciences in Bihac, L. Marjanovića bb, 77000, Bihac

³College of Agriculture in Križevci, M. Demerca 1, 48 260, Križevci

husnija.kudic@bih.net.ba

Key words: income, chestnuts, honey, farm

ABSTRACT:

*The utilization of natural resources of the Una-Sana Canton, including the ample land resources and the collection of chestnuts (*Castanea sativa* Mill.), its pollen and nectar provide great opportunities for the diversification of production, increasing income and the overall farm sustainability.*

In order to reach the best economic indicators, the organization of farms and bee production should be based on modern beekeeping methods with the proper application of land resources.

The goal of this paper is to present additional opportunities for increasing income, improving economic indicators, leading to better sustainability of farms.

The research was carried out in municipalities of Velika Kladuša, Bužim and Cazin in 2015.

The data on land, chestnut distribution, and honey and pollen yields per farm were analyzed.

The chestnut honey production is carried out with 10 000 honeybee colonies within the overall territory of these municipalities. The average honey yield of 12 kg per honeybee colony has been established, which corresponds to the overall production of 120 tons. The overall financial value of honey production amounted to 1 560 000.00 BAM. Pollen yields within the studied area amounted to 1500 kg, which corresponds to the overall turnover of 45 000.00 BAM. Harvested and sold quantities of chestnuts amounted to 1500 tons or 1 550 000.00 BAM in profit for the people involved in chestnut harvesting.

The application of advanced methods of farm land management and the diversification of production significantly contribute to achieving higher yields and reduced costs. Farms are strongly recommended to see chestnut, with its substantial nectar, pollen and fruit potential, as an opportunity for ensuring additional income.

DOPRINOS MEDA, PLODA KESTENA I ZEMLJIŠNIH RESURSA ODRŽIVOSTI POLJOPRIVREDNOG GAZDINSTVA NA PODRUČJU USK-A

Ključne riječi: prihod, plod kestena, med, poljoprivredno gazdinstvo

SAŽETAK:

*Korištenje prirodnih pogodnosti Unsko-sanskog kantona, bogatstva zemljišnih resursa, pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.), prikupljanje plodova, polena i nektara kestena, predstavlja mogućnost za diverzifikaciju proizvodnje koja može povećati prihode i ukupnu održivost poljoprivrednog gazdinstva.*

Kako bi se ostvarili što bolji ekonomski pokazatelji potrebno je organizaciju poljoprivrednog gazdinstva i pčelarsku proizvodnju osmisliti na savremenim apitehničkim metodama, pravilnom primjenom zemljišnih resursa.

Cilj rada je predstaviti dodatne mogućnosti za povećanje prihoda i dobivanje boljih ekonomskih pokazatelja, a radi unapređenja održivost poljoprivrednog gazdinstva.

Istraživanje je provedeno na općinama Velika Kladuša, Bužim i Cazin u 2015. godini. Analizirani su podaci o zemljištima, rasprostranjenosti kestena i prinosu meda, polena po poljoprivrednom gazdinstvu.

Na području navedenih općina 10 000 pčelinjih zajednica bilo je raspoređeno na kestenovoj pčelinjoj paši. Utvrđen je prosječan prinos meda od 12 kg po pčelinjoj zajednici, što odgovara ukupnoj proizvodnji 120 tona. Financijski efekt proizvodnje meda bio je u ukupnom iznosu 1 560 000,00 KM. Prinos polena na istraživanom području bio je 1500 kg, to u prosjeku čini ukupni prihod 45 000,00 KM.

Prikupljene i otkupljene količine ploda kestena iznosile su 1 500 tona što u financijskom smislu predstavlja prihod od 1 550 000,00 KM za stanovništva koje je bilo uključeno u prikupljanje.

Primjena savremenih metoda gospodarenja sa zemljištem na poljoprivrednom gazdinstva i diverzifikacija proizvodnje, značajno doprinosi većim prinosima, a manjim troškovima. Preporučuje se poljoprivrednim gazdinstvima, koja za to imaju mogućnosti, da iskoriste kesten, kulturu sa izdašnim potencijalom u nektaru, polenu i plodu, čime će obezbjediti dodatna sredstva za svoju egzistenciju.

1. UVOD

Loše socijalno stanje i nedostatak posla, na području općina Velika Kladuša, Bužim i Cazin, opredjeljuje ljude da se bave kooperativnom proizvodnjom i sakupljanjem šumskih plodova. Općine Velika Kladuša, Bužim i Cazin zauzima krajnji sjeverozapadni prostor BiH, sa zapada, sjevera i istoka prostire se granica i susjedne općine koje pripadaju Republici Hrvatskoj. Područje ove tri općine je pretežno brdovito i ispresijecano različitim vodotocima duž koji se proteže ravničarski dio. Prosječna nadmorska visina u ove tri općine je 300 m.

Nažalost savremen trend kao i napredan tehnološki razvoj ne može se pratiti proizvodnjom koja u najvećoj mjeri ima veliki socijalni predznak. Socijalni motiv ne bi trebao biti opredjeljujući za bavljenje poljoprivredom, već ekonomski, što bi trebalo da rezultira održivim finansijskim interesom (Kudić, 2015). U zemljama Europske unije po definiciji poljoprivredno gazdinstvo bi trebalo imati barem jednog radno aktivnog člana u kućanstvu koji ostvaruje glavninu svog dohotka iz poljoprivrede (Eurostat 2001).

Prema podacima iz Strategije razvoja općine Velika Kladuša (Sl.glasnik broj:1/14, 2014) a na osnovu podataka ŠPD Unsko sanske šume, koje gazduju šumama ovog područja, općine Velika Kladuša, Cazin, Bužim najbogatije su šumskim kulturama kestena. Podaci iz Šumskoprivredne osnove (ŠPO USK) Unsko-sanskog kantona, urađene s periodom važnosti od 01.01.2012. do 31.12.2021. godine pokazuje da su površine u državnom vlasništvu pod pitomim kestenom 1 824,9 ha (ŠPO USK-a, 2012), ukupne površine u privatnom vlasništvu, čiste i mješovite sastojine, nalaze se na 2 323,15 ha. Ukupna površina čistih i mješovitih sastojina sa pitomim kestenom u Unsko-sanskog kantona prostiru se na 4 148,05 ha. U mješovitim sastojinama, pored pitomog kestena zastupljeni su bukva, hrast kitnjak, plemeniti lišćari i ostali tvrdi i meki lišćari.

Europski pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.) rasprostranjen je u umjerenom pojasu toplije klime planina Zapadne Azije i Europe. Stablo može narasti do 20 m, u punom rodu može dati preko 150 kg ploda. Plod kestena, botanički posmatrano je orah koji se nalazi u bodljikavoj okrugloj kupoli, nakon zriobe puca. U okruglastu bodljikavoj kupoli nalazi se 1-3 ploda – oraha (Muratović i sur., 1999).

U Bosni i Hercegovini rasprostranjenost kestenom je oko 35 000 ha, površine na USK-u su preko 4 148,05 ha. Na prostoru općina Velika Kladuša, Cazin i Bužim nema plantažnog uzgoja, prevladavaju prirodne zajednice u kojima se plodovi sakupljaju i preprodaju preko ovlaštenih otkupljivača. Na prostorima USK-a nalazi se određeni subjekti koji kesten prerađuju u malim količinama. Koristi od kestena, pored ploda i drveta, koje se koristi u različite svrhe, značajan je izvor nektara kojeg pčele prerađuju u kvalitetan med.

Drvo od kestena ima izvrsne tehničko-tehnološke karakteristike, danas se, nažalost, stabla se sijeku radi izrade stupaca u poljoprivrednoj proizvodnji, ograde i druge svrhe. Zbog velikog sadržaja tanina drvo kestena je slabije izloženo štetnim utjecaju i ima dužu trajnost (Herceg, 2012). Zbog svojih karakteristika drvo kestena koristi se za gradnju električnih stubova.

Poljoprivredno zemljište Unsko-sanskog kantona predstavlja prirodni resurs koji je od strateške važnosti za daljnji privredni razvoj ovoga kraja. Ukupna površina Kantona iznosi 415 546,44 ha, što čini 15,79 % ukupne površine [Federacije Bosne i Hercegovine \(FBiH\)](#). Na poljoprivredne površine dolazi 194 821 ha, na šumske površine 202 876 ha, a ostatak čini neplodni dio.

2. MATERIJAL I METODE

Podaci za analizu socijalno-ekonomske slike poljoprivrednog gazdinstvu u ruralnom dijelu prikupljeni su metodom ankete, preciznije strukturiranim upitnikom. Anketni listić sačinjen je tako da su dobiveni podaci trebali oslikavati preciznije stanje različitih organizaciono-tehnoloških aspekata. Anketiranja je provedeno uz podršku udruženja pčelara i pravnih

subjekata koji se bave organizacijom otkupa šumskih plodova na području anketiranih općina Bužim, Cazin i Velika Kladuša u 2015. godini.

Pretpostavku da se sakupljanjem plodova, polena i nektara kestena može značajno povećati prihodi domaćeg stanovništva, utvrdili smo na osnovu prikupljenih podataka koje smo dobili od relevantnih subjekata na terenu.

Cilj istraživanja jeste da se sagledaju i predstave dodatne mogućnosti za povećanje prihoda radi povećanja konkurentnosti i održivost poljoprivrednog gazdinstva. Analizirani su podaci o stanju pčelarske proizvodnje, prinosu ploda, kestenova meda i polena po poljoprivrednom gazdinstvu.

Podaci za analizu proizvodnje meda i polena sa kestenove pčelinje paše prikupljeni su anketom, preciznije strukturiranim upitnikom. Anketni listić sačinjen je tako da su dobiveni podaci trebali oslikavati preciznije stanje različitih organizaciono-tehnoloških aspekte pčelarske proizvodnje na području općina Bužim, Cazin i Velika Kladuša. Pitanja su strukturirana po cjelinama za svaku anketiranu općinu: ukupni broj pčelinjih zajednica, struktura pčelinje paše, prosječni ostvareni prinosi, prosječne cijene, vrijednost i finansijski efekti proizvodnje meda i polena, te nivo primjene savremene apitehnike u pčelarskoj proizvodnji.

Analiza prikupljenih količina ploda kestena obavljena je na osnovu podataka koji su dobiveni kroz anketni listić koji je obuhvatio: pravna lica koja se bave organizacijom i otkupom šumskih plodova, prosječne otkupljene količine kestena po poljoprivrednom gazdinstvu, ukupne količine prikupljenog ploda kestena, prosječne otkupne cijene, pojedinačnu i ukupnu vrijednost prikupljenih plodova kestena.

Dobiveni rezultati obrađeni su računalnim programom MS Excel, na način da smo rezultate iz upitnika iz svake općine računalno obradili i komparirali.

3. OSTVARENI PRIHODI POLJOPRIVREDNOG GAZDINSTVA

Poljoprivredno gazdinstvo vlastitim diverzifikacijskim pristupom postiže sinergički efekt sadejstva sa više mogućnosti koje stvaraju potencijal nadgradnje i dodatnih vrijednosti koje se ostvaruju takvim načinom privređivanja. Smisao djelovanja na više pravaca u ostvarivanju viška vrijednosti, poljoprivrednom gazdinstvu a i samom vlasniku omogućuju nesmetan nastavak i održivost djelatnosti. Mogućnost korištenje pčela u oprašivanju poboljšava se ekonomska zainteresiranost pčelara (Kulinčević, 2008), što doprinosi održivosti ukupnog biodiverziteta i daje opšte društveni značaj poljoprivrednim gazdinstava.

3.1. Ostvarivanje prihoda od proizvodnje meda

Prosječan prinos meda od kestena kod pčelara procjenjuje se na 12 kg po pčelinjem društvu (Krajiška pčela, 2015). Na području općine Velika Kladuša nalazi se oko 4 500 pčelinjih društava od tog broja 4 000 društava je bilo na kestenovoj pčelinjoj paši i proizvedeno oko 48 tona kestenova meda. Ukupan broj pčelinjih društava na području općine Cazin je oko 6 500, od tog broja 3 500 društava raspoređen je na kestenovu pčelinju pašu, u kojoj je proizvedeno

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

42 tone kestenova meda. Općina Bužim na svojem području ima oko 2 500 pčelinjih društava koja su proizvele 30 tona meda.

Tabela 1. Pregled količina i vrijednosti proizvodnje meda po općinama u 2015. godini

Redni broj	Općina	Ostvareni prinosi meda (t)	Vrijednost ostvarene proizvodnje (KM)
1.	Velika Kladuša	48	624 000,00
2.	Cazin	42	546 000,00
3.	Bužim	30	390 000,00
Ukupno:		120	1 560 000,00

Analizom podataka iz upitnika došli smo do rezultata da je broj pčelinjih društava u ove tri općine (Velika Kladuša, Cazin i Bužim) oko 13 500 pčelinjih zajednica, od tog broja 10 000 pčelinjih društava je stacionirano ili doseljena blizu kestenovim šumama. Pčelinja društva, koja pčelare na kestenu proizvela su ukupno oko 120 tona kestenovog meda. Prosječna prodajna cijena u 2015. godini bila je 15,00 KM, kod izračuna neto vrijednosti koristili smo umanjenju cijenu, 13,00 KM/kg. Ostvarena financijska korist od proizvodnje kestenovog meda iznosila je 1 560 000,00 KM. Nažalost to su male količine imajući u vidu da savremenom apitehnikom može se poboljšati prinos (Laktić i Šekulja, 2008) po društvu za 50 %, što bi u našem primjeru dodatno poboljšalo prihode za 780 000,00 KM. Potencijal za širenje broja društava na prostoru ove tri općine je evidentan, tako da se može očekivati poboljšanje ukupnih prihoda od proizvodnje kestenova meda.

3.2. Prihod od polena

Cvjetanje kestena je relativno kasno i zbog velikih količina polena predstavlja značajnu pčelinju pašu. Na osnovu podataka iz Izvještaja udruženja pčelara za 2015. godine, a na osnovu dosadašnje iskustva, moguće je ostvariti 0,4 kg polena po društvu u jednoj pčelarskoj godini. Sadašnja proizvodnja polena dosta je manja i kreće se oko 1500 kg na prostoru promatranih općina. Uz prosjek proizvodnje od 0,4 kg polena po pčelinjem društvu, 10 000 pčelinjih zajednica ima potencijal za proizvodnju 4 000 kg polena.

Proizvodnja polena na prostoru općina Velika Kladuša, Bužim i Cazin kreće se u prosjeku oko 1 500 kg godišnje, što uz cijenu od 30,00 KM daje financijski efekt u iznosu od 45 000,00 KM izraženo financijski. Potencijal u proizvodnji kestenovog polena je oko 120 000,00 KM. Ako se uzme u obzir da je moguće uvećavati broj pčelinjih društava onda se može pretpostaviti da bi i mogućnost proizvodnje polena rasla.

3.3. Prihodi od ploda kestena

Plod kestena predstavlja veoma značajan izvor nutritivnih vrijednosti, zbog velikog sadržaja škroba (44%) i šećera (11%) ima mali sadržaj ulja (1,8-2%) dosta vitamina B i C (Zavišić i sur., 2015). Na prostoru općina Velika Kladuša, Cazin i Bužim sakupljanje i prodaja kestena donosi značajan prihod za stanovništvo. Otkupna cijena kestena u 2015. godini u ove tri

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
 "5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

općine kretala se oko 1,00 KM po kg svježeg ploda kestena. Procjenjuje se da jedna porodica u prosjeku može ubrati oko 800 kg kestena. Imamo primjere u kojima su dobro organizirana domaćinstva predala u otkupne stanice i do 3 000 kg.

Na području ove tri općine, u periodu septembar - oktobar prikupljanjem kestena obavljalo je 5 registriranih otkupljivača, koji su otkupili ploda kestena preko 1 500 tona. Ukupna financijska vrijednost otkupljenog kestena je 1 550 000,00 KM.

Tabela 2. Prikaz prikupljenih i otkupljenih količina kestena u 2015. godini

Red./broj	Otkupljivača	Prosječna količina (t)
1.	ZZ „EkoUna“	300
2.	„Vrganj promet“ doo	250
3.	„Mushrooms Trade“ d.o.o.	200
4.	„Bašo“ doo	300
5.	ZZ „Agrodar“	500
Ukupne količine:		1 500

Kada ukupne ostvarene prihode od prodaje ploda kestena (1 550 000,00 KM) podijelimo na iznos prosječno ostvarene vrijednosti po jednom domaćinstvu (800 KM) dobit ćemo rezultat koji govori da je financijski efekt ostvarilo preko 1 900 porodica.

Prodajna cijena na ino tržištu bila je 1,80 KM po kg ploda kestena, ako se izumu troškovi (0,60 KM) može se izračunati da je ostvareni efekt otkupa i prodaje kestena iznosio skoro 2 000 000,00 KM.

Podaci o prihodima od drveta kestena (za ogrjev, klade, stubovi) nisu bili predmet anketne analize. Nekada se ostvarivao značaj prihod od prodaje stabala za električne stupove ili za proizvodnju uglja.

Ukupne prihode od kestena u općinama Velika Kladuša, Cazin i Bužim možemo posmatrati kroz prinos i proizvodnju kestenovog meda (120 t), kestenovog polena (1,5 t) i ploda kestena (1 550 t). Financijski pokazatelji govore da je korist koju je stanovništvo ostvarilo u ove tri općine, zahvaljujući kestenovim šumama, oko 3 155 000,00 KM.

Tabela 3. Pregled ukupno ostvarenih vrijednosti

Redni broj	Proizvodnja	Količina (kg)	Cijena (KM)	Vrijednost (KM)
1.	Kestenov med	120 000	13,00	1 560 000,00
2.	Polen	1 500	30,00	45 000,00
3.	Plod kestena	1 550 000	1,00	1 550 000,00
Ukupno:				3 155 000,00

Potencijal koji krajiške šume posjeduju ni izbliza nije iskorišten. Poboľšanjem apitehnike u pčelarstvu, može se na postojećem brojem pčelinjih društava uvećati ukupan prihod u prosjeku za dodatnih 780 000,00 KM.

Po podacima koje smo dobili sa terena pokazuju da je angažiranost sakupljača bila bez prijekorna te da ne postoji veće površine pod kestenom a da nisu obrađene. Ako se uzme, da su ukupne količine otkupljenog ploda kestena u općinama Cazin, Velika Kladuša i Bužim bile u prosjeku 1 550 tona, možemo zaključiti da je po ha prikupljeno 373 kg.

4. UTJECAJ PRIHODA OD PLODA KESTENA, POLENA I MEDA U POBOLJŠANJU STANDARDA STANOVNIŠTVA

U ekonomskoj teoriji imamo različite ekonomske pokazatelje na osnovu kojih procijenjujemo uspjeh u funkcioniranju poljoprivrednog gazdinstva. Troškovi proizvodnje utječu na isplativost proizvodnje, stoga poljoprivredni proizvođači trebaju ulazne inpute smanjivati gdje god je to moguće.

Ekonomičnost je pokazatelj ekonomskog učinka poslovanja, pokazuje nam koliko jedinica troškova trebamo za jednu jedinicu prihoda. Izračunati koeficijent ekonomičnosti iznad 1 predstavlja pozitivan rezultat. U našem slučaju članovi domaćinstva koji su obavljali posao sakupljanja plodova kestena nisu imali nikakvih drugih troškova sem svojega rada. Može se vidjeti da su troškovi minimalni dok su prihodi značajni (800,00 KM). Sa finansijskog aspekta može se konstatirati da su ekonomski pokazatelji pozitivni.

Minimalna mjesečna plata u FBiH iznosi blizu 350,00 KM što na godišnjoj razini iznosi 4 200,00 KM. Jedno prosječno domaćinstvo ukoliko želi ostvariti prihod u visini minimalne godišnje plate (4 200,00 KM) pored prihoda od skupljenoga kestena (800,00 KM) potrebno je proizvesti 262 kg meda. Ta diversifikacija omogućava stabilnost prihoda i održivost poljoprivrednog gazdinstva.

Tabela 4. Projekcija prihoda po domaćinstvu u vrijednosti minimalne plate u FBiH

Redni broj	Proizvodnja	Količina (kg)	Cijena (KM)	Vrijednost (KM)
1.	Proizvodnja meda	262	13,00	3 406,00
2.	Plod kestena	800	1,00	800,00
Ukupno:				4 206,00

Prema podacima dobivenih od udruženja pčelara a na bazi višegodišnje prosjeka, ukupni prinos različitog meda po pčelinjoj zajednici je 17 kg godišnje. Da bismo postigli proizvodnju od 262 kg meda potrebno je u prosjeku 15 pčelinjih društava. Dakle, poljoprivredno gazdinstvo ukoliko želi ostvariti minimalnu mjesečnu platu u vrijednosti od 350,00 KM mogu je ostvariti sa 15 pčelinjih društava i dodatnim angažmanom u skupljanju plodova kestena. Troškovi rada su minimalni, a ostvarena vrijednost višestruko korisna.

Da bi jedno domaćinstvo ostvarilo prihod u visini godišnje prosječne plate u FBiH bilo bi potrebno da na godišnjoj razini ostvari prihode u iznosu od 9 600,00 KM. Ako izuzmemo prosječnu vrijednost skupljenoga ploda kestena po domaćinstvu (800,00 KM) neophodno je da pčelinja društva proizvedu 677 kg meda godišnje. Da bismo proizveli 677 kg kestenovog meda uz prosječni prinos od 13 kg/PZ potrebno je 52 društava.

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Tabela 5. Prikaz prihoda domaćinstva

Redni broj	Djelatnost	Količine (kg)	Cijena (KM)	Vrijednost (KM)
1.	Proizvodnja meda sa 28 PZ-a	677	13,00	8 800,00
2.	Sakupljanje kestena	800	1,00	800,00
Ukupna vrijednost:				9 600,00

Poljoprivredno gazdinstvo koje želi iskorištenjem kestena ostvariti prosječnu platu u FBiH, može to postići uz minimalan utrošak rad sa 52 pčelinja društava i sakupljanjem plodova kestena. Obzirom da je prosječni prinos različitih medova koje pčelinje zajednice proizvedu, na osnovu višegodišnjeg praćenja 17 kg/društva, proizvodnju meda koja bi bila dostatna za ostvarenje prosječne plate u FBiH moguće je ostvariti sa 40 pčelinja društava uz primjenu optimalne apitehnike tokom godine.

5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Kesten kao biljna kultura posebno je značajna zbog tradicionalnih, socijalni, ekonomskih razloga te zauzima veoma važnu ulogu u očuvanju ukupnog biodiverziteta. Primjena savremenih metoda gospodarenja na poljoprivrednom gazdinstvu i diverzifikacija proizvodnje, značajno doprinosi većim prinosima, a manjim troškovima.

Poljoprivredna gazdinstva iskorištavanjem kestena, pored svoje osnovne djelatnosti, značajno su poboljšala svoje finansijske prihode. Preporučuje se poljoprivrednim gazdinstvima, koja za to imaju mogućnosti, da iskoriste kesten, kulturu sa izdašnim potencijalom u nektaru, polenu i plodu, čime će obezbjediti dodatna sredstva za svoju održivost.

6. LITERATURA

- [1] Eurostat (2001): Income from agricultural activity, Theme 5, Series C, Luxembourg, str. 116.
- [2] Herceg Katarina (2012), *Tehnološka i ekonomska obilježja uzgoja pitomog kestena*, Završni rad, Agronomski fakultet Zagreb
- [3] Kudić, H., (2014), *Analiza proizvodnje krastavca za konzerviranje u kooperativnoj proizvodnji sezona 2008. i 2013. godina*, Drugi naučno-stručni skup „5. juni – svjetski dan zaštite okoliša“, Bihać, 39-40.
- [4] Kudić i sur., (2015), *Utjecaj različitih sistema uzgoja na prinos krastavca kornišon*, Treći naučno-stručni skup „5. juni – svjetski dan zaštite okoliša“, Bihać, 25-31.
- [5] Kulinčević J., (2008), *Pčelarstvo*, Partenon, Beograd
- [6] Laktić Z., Šekulja D., (2008), *Savremeno pčelarstvo*, Nakladni zavod Globus, Zagreb
- [7] Muratović A., Kurtović M., Jarebica Dž., (1999), *Voćarstvo*, Studentska štamparija Univerziteta Sarajevo, Sarajevo
- [8] Ministarstvo za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo USK-a, (2012), *Šumskogospodarska osnova Unsko-sanskog kantona*, JP Unsko sanske šume
- [9] *Strategija razvoja općine Velika Kladuša* (2014), Službeni glasnik 1/14., Velika Kladuša

- [10] Udruženje pčelara „Krajiška pčela“ (2015), *Izveštaj o radu za 2015. godinu*, Skupština udruženja
- [11] Zavišić Nada, Rosić Željko, Trubajić Tanja, (2014), *Utjecaj tipa tla na morfološka svojstva sijanaca pitomog kestena (Castanea sativa Mill.)*, 49th Croatian & 9th International Symposium on Agriculture February 16 - 21. 2014., Dubrovnik, Croatia
- [12] www.fzs.ba

I'm With Nature



THE IMPACT OF ECOLOGICAL CONDITIONS ON CHEMICAL COMPOSITION OF FRUIT WILD CHERRY (*Prunus avium L.*)

Sead Noćajević^{1*}, Besim Salkić², Sabina Begić³, Husejin Keran⁴, Emir Imširović⁵

Faculty of Technology Tuzla, University 8, 75000 Tuzla, Bosnia and Herzegovina

sead.n_63@hotmail.com

Keywords: ecological conditions, chemical composition, fruit, wild cherry.

ABSTRACT:

*The paper includes the research of the fito-chemical composition of fruits on selected genotypes of autochthonous wild cherries (*Prunus avium L.*) in 2012, in natural habitats of the Federation of Bosnia and Herzegovina. Chemical analyzes of complex chemical compounds in cherries were done using standard chemical methods and modern separation techniques (separation method, High Pressure Liquid Chromatography - HPLC). The results of the chemical characteristics of the fruits of wild cherries are shown by the following parameters: soluble dry matter (SM), total sugar content, reducing sugar content, sucrose content, vitamin C content (L-ascorbic acid) and acidity expressed in malic acid. Ecological conditions and their influence in the areas where wild cherries are determined are observed. Studies have shown the presence of phenol and polyphenol in the fruit as the most important part of cherry, which is of great importance. Cherry fruits are a rich source of phenolic and polyphenolic compounds.*

In the sample ŠD-I-3 total eleven phenol compounds were identified, and in the sample SP-II-122 ten phenolic compounds, while in the sample VS-III-40 nine phenolic compounds were identified and quantified using the chromatographic method. The highest value of the amount of polyphenol had a genotype (VS-III-40) from the Herzegovina-Neretva Canton which amounted to 3.628 g / L, and after 24 hours this value reached 3.926 g / L. The smallest amount of polyphenol in fresh juice had a VS-III-39 sample, which amounted to 1.286 g / L, and after 24 hours, this value reached 1.291 g / L. Peonidine-3-ruthinoside was identified from the group of anthocyanins, followed by cyanidin-3-ruthinoside, cyanidine-3-glucoside, and peonidine-3-glucoside in the drop chain. On the basis of chemistry tests of cherries from Herzegovina are the highest quality genotypes due to the favorability of ecological conditions.

UTICAJ EKOLOŠKIH UVJETA NA HEMIJSKI SASTAV PLODA DIVLJE TREŠNJE (*Prunus avium* L.)

Ključne riječi: ekološki uvjeti, hemijski sastav, plod, divlja trešnja

SAŽETAK:

*Rad obuhvata istraživanja fitohemijskih sastava ploda na odabranim genotipovima autohtonih divljih trešanja (*Prunus avium* L.) tokom 2012. godine, u prirodnim staništima Federacije Bosne i Hercegovine. Hemijske analize kompleksnijih hemijskih spojeva u trešnji rađene su standardnim hemijskim metodama i savremenim separacionim tehnikama (metoda razdvajanja, visokopritisna tečna hromatografija - HPLC). Rezultati hemijskih osobina ploda divljih trešanja prikazani su sljedećim parametrima: rastvorljiva suha tvar (SM), ukupni sadržaj šećera, sadržaj reducirajućih šećera, sadržaj saharoze, sadržaj vitamina C (L-askorbinske kiseline) i kiselost izražena na jabučnu kiselinu. Praćeni su ekološki uvjeti i njihov uticaj u krajevima gdje su determinirane divlje trešnje.*

Ispitivanja su pokazala prisustvo fenola i polifenola u plodu kao najznačajnijeg dijela trešnje, što je od velike važnosti. Plodovi trešnje su bogat izvor fenolnih i polifenolnih spojeva.

U uzorku ŠD-I-3 je identificirano i kvantificirano ukupno jedanaest fenolnih spojeva, a u uzorku SP-II-122 deset fenolnih spojeva, dok u uzorku VS-III-40 je identificirano i kvantificirano devet fenolnih spojeva koristeći hromatografsku metodu.

Najveću vrijednost količine polifenola imao je genotip (VS-III-40) iz Hercegovačko-neretvanskog kantona koja je iznosila 3,628 g/L, a nakon 24 sata ta vrijednost dostigla je 3,926 g/L. Najmanju količinu polifenola u svježem soku imao je uzorak VS-III-39, a iznosila je 1,286 g/L, a nakon 24 sata ta vrijednost je dostigla 1,291 g/L. Iz skupine antocijana u najvećoj koncentraciji identificiran je peonidin-3-rutinozid, a u padajućem nizu slijede cijanidin-3-rutinozid, cijanidin-3-glukozid, te peonidin-3-glukozid. Na osnovu hemijskih ispitivanja trešnje iz Hercegovine su najkvalitetniji genotipovi zbog povoljnosti ekoloških uvjeta.

1. UVOD

Trešnja raste i kao divlja, s nutritivnog aspekta njihove koristi su vrlo cijenjene. Potencijal divlje trešnje ogleda se u nutritivnom, dijetoterapijskom, farmakološkom, te u hranidbenom lancu, medonosnoj ispaši i bioenergetskom bilansu (Džubur 2002). Plodovi divlje trešnje nedovoljno su iskorišteni u prehrambenoj industriji i ako su podesni za proizvodnju i preradu bojadisera, marmelada, sokova. Trešnje obiluju antioksidansima, koji neutraliziraju slobodne radikale mehanizmom doniranja jednog od svojih elektrona (Kaur i Kapoor 2001). Antioksidacijska vrijednost divlje trešnje iznosi 4,873 mjeren po ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) skoru. Po ovom skoru trešnja je među deset najvažnijih plodova voća.

Osim antioksidativnog efekta plodovi trešanja imaju u sebi minerale, vitamine, šećer levulozu, te prehrambena vlakna koji imaju pozitivan efekat u prevenciji raznih bolesti (Seeram i sar. 2006). Posebno nedovoljno su istraženi polifenoli, glikozidi, alkaloidi iz ploda. Primjena ploda divlje trešnje u prehrambenoj, hemijskoj, farmaceutskoj industriji mogla bi se poboljšati. Praćeni su ekološki uvjeti u krajevima gdje su determinirane divlje trešnje.

Fitohemijaska istraživanja divljih trešanja (*Prunus avium* L.) u 2012. godini, u prirodnim staništima Federacije BiH, pokazala su odlične rezultate u smislu hemijskog sastava ploda i drugih biljnih dijelova, posebno prisustvom fenola i polifenola ploda kao najznačajnijeg dijela trešnje, reflektovano ekološkim faktorima. Divlja trešnja (vrpčarka) je "drvo budućnosti" (Ballian 2002).

1.1. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA

Do sada su rađena osnovna istraživanja hemijskih osobina ploda genotipova divljih trešanja (rastvorljiva suha materija (SM), ukupni sadržaj šećera, sadržaj reducirajućih šećera, sadržaj saharoze i kiselost izražena na jabučnu kiselinu), na području *Tuzlanskog kantona (Noćajević 2007)*, ali detaljnijih istraživanja u plodu autohtonih divljih trešanja na području *Federacije Bosne i Hercegovine* nije bilo.

1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA

- ✚ Ispitati uticaj ekoloških faktora na hemijski sastav ploda divlje trešnje.
- ✚ Odrediti najvažnije fitohemijske spojeve (polifenole i fenole) u plodu divlje trešnje.

2. MATERIJAL I METODE

Istraživanja su obavljena tokom 2012. godine u vegetacijskoj sezoni, ispitivani su plodovi autohtonih divljih trešanja sa područja Federacije Bosne i Hercegovine iz različitih sintaksonomskih vegetacija. Za istraživanje najvažnijih bioloških aktivnih fitohemijskih spojeva u plodovima divlje trešnje korišteno je po 5 (pet) kilograma svježe ubranih plodova sa peteljka, sa nekoliko genotipova divlje trešnje na području Federacije Bosne i Hercegovine. Hemijske analize su rađene u referentnim laboratorijama (Katedra za bromatologiju Tehnološkog fakulteta u Tuzli, Katedra za farmaceutsku hemiju Farmaceutskog fakulteta u Tuzli u suradnji sa Farmaceutskim fakultetom u Beogradu, ZADA Pharmaceuticals d.o.o.). Rađen je monitoring ekoloških uvjeta područja u kome su determinisane trešnje. Svi uzorci su markirani oznakama za lakše praćenje svih aktivnosti tokom istraživanja. Svaki uzorak je analiziran tri puta, nađena je srednja vrijednost. *U svrhu realizacije postavljenih ciljeva korištene su adekvatne i prestižne metode kako bi se došlo do što preciznijih rezultata.*

Primjenom raznih hemijskih metoda urađeni su : ukupni polifenoli Folin – Ciocalteu kolorimetrijskom metodom ;rastvorljive suhe materije refraktometrijskom metodom ;reducirajući šećeri i saharoze po Luff-Schrool-u; određivanje ukupne kiselosti titracijom sa

0,1NaOH uz indikator brom timol plavo;sadržaj pepela gravimetrijskom analizom;HPLC metoda.

Fizikalne analize rađene su sledećim metodama: pH vrijednosti pomoću pH-metra MP 225 Mettler Toledo.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

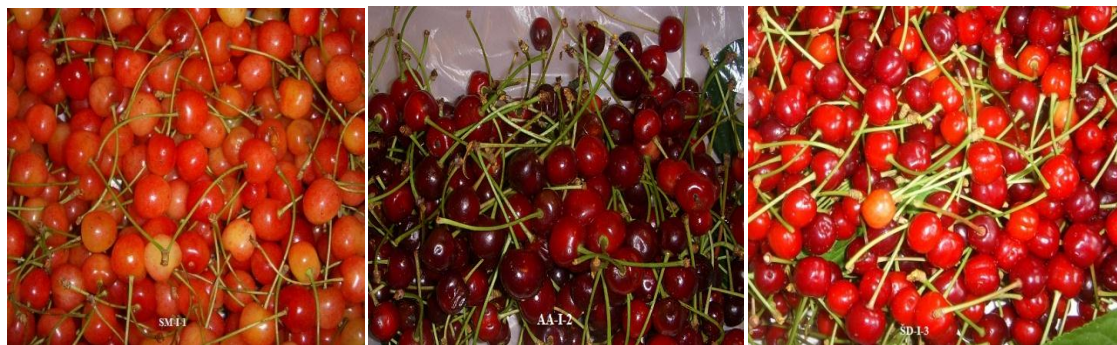
U zavisnosti od genotipa uvjetovano između ostalog i ekološkim faktorima, istraživanja su potvrdila da u plodu divlje trešnje nalaze se važni fitohemijski spojevi (polifenoli, fenoli) koji daju benefite trešnji kao najzdravijoj divljoj voćki. Osnovni klimatski pokazatelji u periodu zadnjih nekoliko godina(period 2007.- 2011. godine) uzeti su na osnovu stvarnih parametara za navedeni period na istraživanim područjima *Izvori:* (<http://weatherspark.com>), Federalni hidrometeorološki zavod Bosne i Hercegovine. Za potpunije praćenje klimatskih karakteristika korišćeni su podaci sa tri meteorološke stanice (tabela 1.). Područje Hercegovine ima najpovoljnije klimatske prilike, dok drugi abiotički uslovi nisu povoljni, posebno zemljišni uslovi. Ipak u feno-fazi plodonošenja trešnji je neophodna svjetlost i vlaga, ali netreba zanemariti i ostale ekološke faktore. Trešnja ne podnosi temperaturne oscilacije.

Tabela 1: Klimatske prilike u periodu 2007.- 2011. godine

Lokaliteti	Sr.temp.(°C)	Apsolutna max. (°C)	Apsolutna min. (°C)	Pritisak (mmHg)	Padavine (l/m ²)	Vlaga (%)	Insolacija
Sarajevo	11	36,2	1,2	943,4	70,7	67	237,6
Mostar	16,1	40,8	10,2	1001,0	73,7	54	296,2
Tuzla	11,2	39,0	4,0	979,2	84,1	76	238,6

Izvor: (Federalni hidrometeorološki zavod Bosne i Hercegovine)

Trešnja, kao i svi drugi voćni taksoni, ima određene zahtjeve prema orografskim uslovima. Detaljnim monitoringom i evaluacijom iz osnovnog uzorka na istraživanom području izdvojeno je i markirano devet genotipa. Sa područja Tuzlanskog kantona izdvojene su tri divlje trešnje (SM-I-1; AA-I-2; ŠD-I-3), slika 1.



Slika 1: Plodovi divlje trešnje ubrani na području Tuzlanskog kantona

Na području Sarajevskog kantona izdvojeni su vrlo kvalitetni i reprezentativni genotipovi: SP-II-122; SP-II-123 i SP-II-124, slika 2.



Slika 2: Plodovi divlje trešnje ubrani na području Sarajevskog kantona

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Tabela 2. Hemijske analize na svim uzorcima divljih trešanja

Kantoni	Uzorci	Rast vorlji va suha tvar (°Brix)	Ukupna suha tvar ploda (%)	Ukupna suha tvar peteljke (%)	Ukupna sadržaj šećera (%)	Sadržaj redukujućih šećera, mas %	Sadržaj saharoze %	Ukupne kis, mmol/100g	Jabučna kis, g/100g	Sadržaj vitamina C, mg/100g	pH	Ukupni pepeo ploda (%)	Ukupni pepeo peteljke (%)	Ukupna količina polifenola			
														Apsorbancija svježeg soka	Kol. polifenola (g/L) svježi sok	Apsorbancija soka nakon 24 h	Kol. polifenola (g/L) nakon 24h
TK	SM-I-1	19,5	24,865	56,1	6,00	5,4	0,60	13,8	0,9246	6,36	4,00	1,510	4,06	0,254	1,960	0,321	2,310
	AA-I-2	23	26,139	52,12	5,64	5,2	0,44	14,1	0,9447	7,39	4,01	2,854	4,55	0,177	1,557	0,210	1,730
	ŠD-I-3	19,5	21,945	47,875	4,96	4,6	0,36	18,4	1,2328	3,52	4,02	4,24	3,5	0,536	3,434	0,605	3,795
SK	SP-II-122	15	17,558	39,965	5,70	5,0	0,70	12	0,804	10,56	4,00	1,689	4,35	0,254	1,960	0,285	2,122
	SP-II-123	15,5	18,941	49,095	5,80	5,2	0,60	13,5	0,9045	7,58	4,13	2,555	5,04	0,141	1,369	0,156	1,448
	SP-II-124	14,5	18,522	41,555	3,98	3,6	0,38	11,8	0,7906	8,80	4,15	1,249	3,77	0,257	1,976	0,262	2,002
HNK	VS-III-39	29	30,916	50,585	6,60	5,8	0,90	12,4	0,8308	4,93	4,02	5,553	3,92	0,125	1,286	0,126	1,291
	VS-III-40	24	26,940	47,425	6,40	5,6	0,80	12,2	0,8174	5,98	4,01	0,966	3,33	0,573	3,628	0,630	3,926
	OJ-III-75	15,7	26,333	45,66	3,28	2,8	0,48	11,6	0,7772	3,17	4,01	2,679	3,02	0,267	2,028	0,297	2,185

Divlji genotipovi na području Hercegovačko-neretvanskog kantona koji su praćeni: VS-III-39, VS-III-40 i VS-III-75, slika 3.



Slika 3: Plodovi divlje trešnje ubrani na području Hercegovačko-neretvanskog kantona

Hemijski sastav ploda trešnje je složen i zavisi od mnogih uslova, među kojima su genetska predispozicija, pedološka svojstva tla, povoljnost atmosferilija, stepen zrelosti i dr. Ispitivanja su pokazala da u plodu divlje trešnje ima najviše vode (od 82 do 85%), ugljikohidrata (glukoze, fruktoze, saharoze i dr.) i to 15 do 18%, te organskih kiselina (jabučne, limunske, vinske te jantarne). U tri različita uzorka divljih trešanja sa tri različita lokaliteta identifikovano je ukupno jedanaest fenolnih spojeva, metodom tečne hromatografije (HPLC) i to: derivati hidroksicimetne kiseline (3), antocijanini (5), flavan-3-oli (2) i flavonol (1). U plodovima trešanja detektovano je i pet antocijanina (cijanidin-3-glukozid, cijanidin-3-rutinozid, peonidin-3-glukozid, pelargonidin-3-rutinozid i peonidin-3-rutinozid).

U svojim istraživanjima Lynn i Luh (1964); Gao i Mazze (1995); Mozetic et al. (2002) su u trešnjama identificirali isto pet važnih antocijana i to: cijanidin-3-rutinozid, cijanidin-3-glukozid, peonidin-3-rutinozid, peonidin-3-glukozid i pelargonidin-3-rutinozid, što se poklapa sa determiniranim antocijanima u analiziranim trešnjama. Svih jedanaest fenolnih spojeva identifikovano je u genotipu divlje trešnje ŠD-I-3 sa područja Tuzlanskog kantona. Najveći sadržaj neohlorogene kiseline kao derivata hidroksicimetne kiseline, otkriven je u genotipu divlje trešnje ŠD-I-3 (48,337%), a najniži u genotipu divlje trešnje SP-II-122 (6,69%). Sadržaj epikatehina i rutina u genotipu divlje trešnje VS-III-40 nije pronađen, a rutein nije identifikovan ni u analiziranom genotipu divlje trešnje SP-II-122. Urađena istraživanja pokazala su značajno prisustvo fenolnih komponenti identifikovanih visokopritisnom tečnom hromatografijom (HPLC) u plodovima superiornih genotipova. Vrijednosti fenolnih spojeva u genotipu divljih trešanja (Tuzlanski kanton) kreće se od 48,33% (neohlorogena kiselina) do 0,118% (rutin), predstavljeno u tabeli 3.

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Tabela 3: Vrijednosti fenolnih komponenti u plodu divlje trešnje ŠD-I-3 (Tuzlanski kanton)

<i>Pik</i>	<i>Ime</i>	<i>Retenciono vrijeme (min)</i>	<i>Površina ispod pik</i>	<i>Asimetrija</i>	<i>Postotak zauzeća prostora</i>
A	neohlorogena kiselina	7,90	3533093	0,84	48,337
B	p-kumaroilkinska kiselina	14,52	12277446	0,86	17,477
C	hlorogena kiselina	20,20	273802	0,883	0,396
D	cijanidin-3-glukozid	24,30	273802	0,935	3,746
E	cijanidin-3-rutinozid	26,50	102812	0,977	1,40
F	peonidin-3-glukozid	49,42	81344	0,918	1,11
G	pelargonidin-3-rutinozid	54,41	1369290	0,965	18,733
H	peonidin-3-rutinozid	62,06	23949	1,00	0,328
I	katehin	65,8	94058	0,835	1,287
J	epikatehin	71	41286	0,836	0,565
K	rutin	73,6	8597	0,976	0,118

Vrijednosti fenolnih spojeva u genotipu divljih trešanja (Sarajevski kanton) kreće se od 40,97 % (epikatehin) do 0,1 % (cijanidin-3-rutinozid), predstavljeno u tabeli 4.

Tabela 4: Vrijednosti fenolnih komponenti u plodu divlje trešnje SP-II-122 (Sarajevski kanton)

<i>Pik</i>	<i>Ime</i>	<i>Retenciono vrijeme</i>	<i>Površina ispod pika</i>	<i>Asimetrija</i>	<i>Postotak zauzeća prostora</i>
A	neohlorogena kiselina	7,70	1234992	0,85	6,69
B	p-kumaroilkinska kiselina	14,21	157436	0,87	0,854
C	hlorogena kiselina	15,20	21484	0,86	0,117
D	cijanidin-3-glukozid	24,01	125814	0,893	0,682
E	cijanidin-3-rutinozid	26,267	18800	0,92	0,1
F	peonidin-3-glukozid	49,258	504477	0,917	2,736
G	pelargonidin-3-rutinozid	54,225	6636183	1,169	35,992
H	peonidin-3-rutinozid	62	91817	0,816	0,498
I	katehin	65,73	99735	0,843	0,541
J	epikatehin	69,87	8246020	1,20	40,97
K	rutin	*	*	*	*

A vrijednosti fenolnih spojeva u genotipu divljih trešanja (Hercegovačko-neretvanski kantona) kreće se od 24,86 % (neohlorogena kiselina) do 0,106 % (epikatehin), predstavljeno u tabeli 5.

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Tabela 5. Vrijednosti fenolnih komponenti u plodu divlje trešnje VS-III-40 (Hercegovačko-neretvanski kantona)

<i>Pik</i>	<i>Ime</i>	<i>Retenciono vrijeme</i>	<i>Površina ispod pik</i>	<i>Asimetrija</i>	<i>Postotak zauzeća prostora</i>
A	neohlorogena kiselina	3,592	2070615	1,3	24,86
B	p-kumaroilkinska kiselina	5,925	563852	1,2	6,77
C	hlorogena kiselina	10,45	313031	1,4	3,76
D	cijanidin-3-glukozid	17,70	1460469	1,1	17,54
E	cijanidin-3-rutinozid	28,7	241505	0,95	2,9
F	peonidin-3-glukozid	34,47	30741	1,2	0,369
G	pelargonidin-3-rutinozid	45,50	1445695	1,1	17,36
H	peonidin-3-rutinozid	51,62	19402	1,1	0,23
I	katehin	55,19	8869	1,2	0.106
J	epikatehin	*	*	*	*
K	rutin	*	*	*	*

Rezultati hemijskih analiza plodova i drugih fitodijelova divlje trešnje na istraživanim lokalitetima, su rezultat biohemijskih procesa koji su uvjetovani povoljnim atmosferilijama.

4. ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata ovog istraživanja koja su urađena u vegetacijskoj 2012. godini evidentirano je:

- ❖ Postoje značajne razlike u kvantitativno-kvalitativnom hemijskom sastavu ploda divlje trešnje na prostoru u dijelu Federacije Bosne i Hercegovine, gdje su rađena istraživanja uslovljeni ekološkim faktorima.
- ❖ Divlja trešnja je bogat izvor biološki aktivnih fitohemijskih spojeva koje imaju pozitivno djelovanje na očuvanje zdravlja ljudi, to je posljedica visokog sadržaja velikog broja antioksidacijskih komponenata kao što su vitamini, fenoli, polifenoli.
- ❖ Praćene klimatske prilike tokom ispitivanja imale su utjecaj na prisilno zrenje i kompoziciju fitohemijskog sastava ploda, posebno izraženo u procesu nakupljanja šećera.
- ❖ Divlje trešnje mogu predstavljati značajan ekonomski faktor obzirom na višestruke mogućnosti primjene u prehrambene, farmaceutske i druge svrhe kao organska hrana.

5. LITERATURA

- [1] Anonimus (2009) *Priprema uzorka za analizu, aneks II, Poglavlje II Odeljak A.* „Službeni list BiH br. 37/09
- [2] Escarpa A, Gonzales MC (2001) *An overview of Analytical Chemistry of Phenolic Compounds in Food.* Crit Rev Anal Chem 31:57-139
- [3] Kaur C, Kapoor HC (2001) *Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium's. Healt.* Review Inter J Food Sci Techn 36:703-725

- [4] Seeram NP, Lee R, Scheuller HS, Heber D (2006) *Identification phenolic compounds in strawberries by liquid chromatography elektrosprey ionization mass spectroscopy*. Food Chem 97:1-11
- [5] Džubur A (2002) *Trešnja i višnja*, Pedagoška akademija, Mostar, 215
- [6] Ballian D (2002) *Drvo budućnosti*, Biološki list br.1. Biološko društvo u Federaciji BiH, Sarajevo, 29-39
- [7] Mozetič B, Simčić M, Trebše P (2006) *Anthocyanins and hydroxycinnamic acids of Lambert Compact Cherries (Prunus avium L.) after cold storage and 1-methylcyclopropene treatment*, Food Chemistry, 97(2): 302-309
- [8] Noćajević, S., Ferhatović, DŽ., Smajlhodžić H., (2011). *Uticaj ekoloških faktora na distribucija divlje trešnje (Prunus avium L.) u okolini Tuzle*; Međunarodni naučni Skup „Struktura i dinamika ekosistema Dinarida (stanje, mogućnosti i perspektive)“ (posvećen životu i naučnom djelu Profesora emeritusa dr. Muse Dizdarevića) 15-16.juna/lipnja 2011., Prirodno-matematički fakultet/Akademija nauka i umjetnosti BiH, Sarajevo, BiH
- [9] Noćajević, S., Ferhatović, DŽ., Smajlhodžić H., Muhić, B. (2011). *Habitus of superior genotypes of wild cherry (Prunus avium L.) from natural populations of areas of environment Tuzla*; Agricultural University of Tirana International Conference of Ecosystems Tirana, Albania, June 4-6, 2011.
- [10] Gao, L., Mazza, G. (1995) *Characterization, quantitation, and distribution of anthocyanins and colorless phenolics in sweet cherries*. J Agric Food Chem 43:343–6.
- [11] Lynn, D.Y.C., Luh, B.S. (1964). *Anthocyanin pigments in Bing cherries*. Journal Of Food Science 29:735–43.
- [12] <http://weatherspark.com>

I'm With Nature



PERMACULTURE FOR SELF-SUFFICIENCY ON LOCAL AND REGIONAL LEVEL

Ana Vovk Korže¹, Vanesa Korže²

¹University of Maribor, International Centre for ecoremediation, Koroška c. 160, 2000 Maribor

²Institut for environmental promotion, Koroška c. 57, 2000 Maribor

ana.vovk@um.si
vanesa.korze@gmail.com

Key words: ecoremediation, green workplaces, permaculture, sustainability, self-sufficiency

ABSTRACT:

Permaculture is an increasingly popular trend around the world and many gardeners aspire to its basic principles. Permaculture is all about design; it is a way of creating everything from abundant and self-sustaining homes and gardens to truly meaningful community projects. The strategy of providing food safety for each country includes sustainable self-sufficiency by the use of domestic, locally grown and processed products. Merely that creates jobs, innovative occupations, motivates people for sustainable technologies and reduces energy consumption (less mobility, use of local resources) and, most importantly, increases the value of the subsistence country and allows the employability of people. The whole principle is based on considering limited natural resources and rational spatial use. Comparison of soil samples in Educational polygon for permaculture in Slovenia before and after using permaculture shows a marked good effect of permaculture principles. The darker color of the upper horizon after two years is the result of weathered organic material. It is extremely important in the processes that occur in the soil, for good water retention and as a source of energy for soil micro-organisms. The article presents the influence of permaculture on soil development. We have found that passive forms of soil treatment have a favorable effect on water retaining capacity. So permaculture is a way of adapting to climate change.

1. INTRODUCTION

Permaculture is an ecological design system for sustainability in all aspects of human endeavour. It teaches us how to design natural homes and abundant food production systems, regenerate degraded landscapes and ecosystems, develop ethical economies and communities, and much more. As an ecological design system, permaculture focuses on the interconnections between things more than individual parts (Permaculture institute, 2013; Graham, 2010). Permaculture is much more than a land-use planning. It is a combination of stocking and food production, water supply, energy, waste water treatment with ecoremediation and cohabitation with animals (Whitefield, 2012). Permaculture is an increasingly popular trend around the world and, whether they achieve it fully or not, many gardeners aspire to its basic principles. Permaculture is all about design; it is a way of creating everything from abundant and self-sustaining homes and gardens to truly meaningful community projects (Permaculture Free Presse). It is increasingly recognized that only industrial production and processing of food and the globalized approaches are not the ways to provide healthy food and water as well as the required standard for all people. Therefore, the necessary initiatives at the local level were established to promote sustainable modes of food production and life, to create new jobs and many services and activities at the local level. Food security is the basis of survival of mankind (Raman, 2006; Green, 2012). It is therefore a key challenge for any economy sustainable provision of adequate quantity and quality of food for the population. Although agriculture is the need we should take into the account of the natural capacity for food production (Pierce, 1990). The main natural sources are fertile soil and water quality. Natural soil fertility reduces the degradation processes such as erosion, flooding, drought and disease (Jakešova and Vaishar, 2012). The strategy of providing food safety for each country includes sustainable self-sufficiency by the use of domestic that is locally grown and processed products. Merely that creates jobs, innovative occupations, motivates people for sustainable technologies and reduces energy consumption (less mobility, use of local resources) and, most importantly, increases the value of the subsistence country and allows the employability of people.

2. MATERIALS AND METHODS

In September 2011, we started taking soil samples from the pseudogleys field in Dole at Poljčane. We have taken two samples soil, namely in two places at the field (Fig. 1). At that time the field wasn't treated as permaculture, but was occasionally deeply plowed. This processing method was previously used for at least 30 years. The field was often left empty, because the work was demanding and the yield was low. For research purposes, we immediately started using hay mulch, so we covered the field with dry hay in a thickness of 10 cm during the winter and the fields were not plowed. In the spring of 2012, we used the system of permaculture and edited it from arable surfaces into raised beds (Fig. 2). Over the years we have covered the ground with mulch, hay in addition, but we also used straw and the

autumn leaves. Such a process of covering was used in 2012 and in 2013. We never watered crops.

Sampling: 2011 We took a sample of 1 from Ap horizon in the depths 0-15 cm (sample was mixed) and sample 2 from second part of the cultivated fields also in the depth 0-15 cm. we measured the following soil properties: color, moisture, consistency, field water capacity FWC, the amount of the skeleton, the size of the skeleton structure, texture, calcium carbonate, pH and organic matter content.

The same procedure was repeated in September 2013, at two corresponding positions. With this research we wanted to determine how the use of permaculture has changed the properties of soil from September 2011 to September 2013. Soil analysis was carried out according to international ISO standards for soil (Standards catalogue http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54328).

3. THE EDUCATIONAL POLYGON FOR PERMACULTURE IN SLOVENIA

The educational polygon for permaculture in Slovenia is located in the village of Dole in Municipality of Poljčane and covers 1.4 ha. It is intended for the purposes of education on self-sufficient supply, from the level of preschool education to the level of lifelong learning. Many geographical contents represent part and parcel of this polygon, from planning the use of space according to relief, exposition and incline, soil characteristics, water availability, to field research on landscape components. Together with land use energy is a crucial issue in self-sufficient supply. The focus of the educational polygon is on identifying the possibilities of using natural resources for self-sufficiency in energy, which is closely related to mathematical geography, geomorphology, climatic geography, hydro geography, vegetation geography and soil geography.



Figure 1. Position of the educational polygon for permaculture in Slovenia

The educational polygon for self-sufficient supply in the settlement of Dole is based on the compliance with the principles of permaculture and ecovillage. The educational polygon features a yurt (a mobile nomadic dwelling), where it is also possible to stay overnight (Figure 1). The polygon is grown over with autochthonous plant species, namely chestnut, walnut and fruit trees.

The whole principle is based on considering limited natural resources and rational spatial use. The following plantations are shown: a meadow orchard, a forest garden, a field with mixed plants as well as a fruit and vegetable garden. There is also a field and an area of natural succession. The elements of a sustainable way of living that are shown include: a solar collector for heating water, photovoltaic modules for electrical energy, a rainwater tank, a constructed wetland for the treatment of spring water and a spring water reservoir. A living building with willows, a fence with berries, a windward shield and an element of water with plants all serve to enrich the space in terms of landscape and ecosystem. The basic aim of the entire concept of the classroom in nature is thus to develop and strengthen the capacity of individuals to recognize and understand processes that take place in nature and the environment, to form visions and alternative suggestions for solving numerous environmental problems, and to make assessments and decisions in favour of sustainable development, which are also the key principles of the education for the sustainable development strategy.

The aim of the educational polygon for self-sufficient supply is to present the possibilities of an individual's self-sufficiency in view of available resources and at the same time to explore new possibilities of an economical relationship towards nature and environment in innovative ways. The educational polygon offers various knowledge contents in the field of permaculture and the natural way of living. The key objective of the education on self-sufficient supply is to connect – through experiential learning. The experiential educational process provides pupils with an opportunity to learn with all senses and through experience. Students reach new knowledge by themselves and they assimilate it permanently as they participate in a real environment, which is the object of their learning, and there is no abstraction involved. Among the teaching methods we use, the prevailing ones are observation, comparison, planning, fitting into the environment, evaluation and group work. Only this kind of learning environment enables us to place the students into a concrete situation, where they can learn about self-sufficiency from many perspectives. Experiential learning is based on the principles of permaculture and ecoremediation, where students can delve into landscape's interrelationships and mutual dependencies in an experiential manner (Dunphy, Spellman, 20109).

The educational centre is located at the top of the hill, which gives it the greatest insolation – a fact that is important for self-sufficiency in energy. Students discover that the plants which are most frequently used in households and which require most nurturing are grown closer to home, while the plants which are seldom used and which are more adaptable to different weather conditions tend to be found at more remote locations. They learn that each plant species is associated with a particular function and that they are all connected to each other, which can be best seen in permaculture gardens, where plants mutually support each other. Students can make plans for their own gardens with the help of the knowledge obtained at the educational polygon for self-sufficient supply. Their designs are very concrete, as they plan

where they could set up their garden, how they could optimally use the energy of celestial bodies, and how they could grow their own produce and highlight the pleasant appearance of the environment. They are also able to choose the necessary equipment and they learn to identify compatible plant groupings and to plant herbs and trees. They are taught to evaluate the work they carry out, since they continuously monitor it in the light of the investment of their time and the final product. They discover by themselves that permaculture gardens do not require much work, as most of the work is carried out by nature itself, while these gardens also produce "healthy" food (Picture 2). Students generally experience joy when observing the fruits of their work (design sketches for a garden, or a garden patch).



Figure 2. Permaculture as learning by doing.

On learning polygon we can learn about how do we become self-sufficient in areas with limited natural conditions.

If we are working with less fertile soil, many arrangements that can be seen on the polygon can be used at home. Balcony permaculture arrangements are appropriate for those who live in flats, because they do not require a lot of space. As Monica Green stated (2012), the space is still a conceptual framework; it is a way for understanding the fundamental geographical and other interactions. Those who want to be self-sufficient have to observe and learn about these systems in nature, because only reading about them will not be enough.

The most important result of permaculture principles is a more fertile soil. The students learned how we can develop new soil characteristics with the use of organic matter, animal wool and materials with water absorption capacity.

3.1 CHARACTERISTICS OF SOIL PROPERTIES WITH PERMACULTURE USE ON POLYGON DOLE

In an area of research pseudogley soils dominate. Gray and brown color in the profile pseudogleys exchange, depending on the duration of dry and wet periods. During oxidation brown color prevails, at the time of reduction becomes gray (Fig. 3). Groundwater in these soils can not be reached, so there is no uniform gray horizon (Repe, 2010). Water always flows in the profile from top to bottom. On the pseudogley grew oak sessile oak, in the past which were mostly grubbed up. For agricultural use this soils are not favorable because in the dry season are very solid in wet and spreadable. This natural properties have been the reason for the permaculture way of cultivation of soil on the learning polygon in Dole.



Figure 3. Schematic representation of the pseudogley soil type.

Description of Soil:

Soil type: pseudogleys planar, district, medium-deep

Pedogenetic factors: macro relief - valley bottom, lithological basis - fluvioglacial layers of clay and clay, agricultural use is primarily lawn, in the past two years, arable land with shallow plowing and effect.

Description of Horizons:

A horizon: 0-26 cm, friable, non-sticky, not-plastic, dry, silty loam, lumpy, humus, brown, medium number of roots medium (10% of the roots in the size of 2 mm), the biological activity of poor, earthworm tunnels very rare, no concrecence (concrecy), the soil is odorless, free of carbonates and the pH is 5.5, no skeleton.

Bg1: 26-45 cm: hard friable, non-sticky, not-plastic, dry, silt clay, loam, thick lumpy, poorly humus, gray-brown color, low number of roots low (less than 5% of the size of the roots greater than 2 mm), the biological activity is very poor, tunnels earthworms are not visible, concrecence (concrecy) of iron, soil smells like the earth, free of carbonates and the pH is 5.3, no skeleton.

Bg2: 45 - 56 cm: Very hard to crumbly, non-sticky, not-plastic, dry, silt clay, loam, very thick lumpy, non-humus, dark gray-brown color, no roots, it is not biologically active, concrecence (concrecy) of iron, soil smells like the earth, free of carbonates and the pH is 5.0, no skeleton.

The average annual temperature research area is 9.5 degrees in the vegetation period starts at 15.5 degrees, the annual 1074 mm of precipitation falls. The annual potential evapotranspiration is 642 mm.

Comparison of soil samples in 2011 and 2013 shows a marked effect of permaculture in two years. The darker color of the upper horizon after two years of permaculture is the result of weathered organic material. It is extremely important in the processes that occur in the soil, for good water retention and as a source of energy for soil micro-organisms (Zdruli, Jones, in Montanarella, 2004, 22). The transition of soil colors goes from gray to brown, and the dark brown color also shows that water does not stagnate any more (ISO Standard for Soil Color, Vovk Korže, 2016).

We monitored changing soil chemical and physical properties in pseudogleys due to mulching from September 2011 to September 2013. Since September 2011, we are regularly adding mulch, in the autumn we add leaves, during the winter dry hay (up to 10 cm thick) and in the spring dry hay (to 5 cm thick). In the hot summer months, we have been protecting the soil even more with a thick mulch and a 10 cm layer of dry hay. In the autumn we switch to the leaves. We have been digging up (vertical gardening) soil since 2011, and we take care of the plants using only natural products from nettle, horsetail and comfrey. Because the soil in the field until 2011 was very thick lumpy and bulky (type of soil is pseudogley), the use of permaculture was necessary. We expected that the properties of the soil, which was accompanied by (humidity, structure, consistency, texture, organic matter content, pH value and CaCO₃) will be at least partly changed in the direction of improving the physical properties of the soil.

3.2 Good soil as a base for self-sufficiency on local and regional level

An increased moisture content of the soil is on one hand a consequence of rainfall, because it was raining few days prior to sampling and because of soil ability to trap the moisture. Soils that have organic matter have a greater ability to retain moisture by acting on the mechanical processes that take place in the soil, on the air content in the soil, and the gas exchange therein. This affects the activity of microorganisms, root respiration, and the chemical state of the soil. The consistency of the soil has changed from hard into crumbly without physical cultivation of the soil. Continual coverage of the soil with organic matter has enabled the microorganisms in the soil and soil animals that have improved the consistency. Skeleton in

the soil is the result of mechanical weathering of parent basis, which has a similar mineral composition as the home base. Increased share in soil in 2013 is due to the addition of dolomitic sand due to the increasing proportion of carbonates and, consequently, raising soil pH values, because pseudogley soils are poor with nutrients. We detected changes in the texture of the soil, namely the share of silt.

Silt is the result of physical weathering of sedimentary alluvium in the Pleistocene and it makes it difficult for air to enter into the soil. Average sample soils contained approximately 45% of mineral substance, 25 % of water, 25% of air and 5 % of organic matter. Various forms of mineral particles, such as sand, silt and clay, affect the texture of the soil (Soil - a key resource for the EU, 2010). The texture is the ratio between the individual, already listed fractions, which are located in the soil at different rates. The texture of the soil impacts air and water regime of the soil and the physical and mechanical properties such as compaction and loosens. Moreover, it also affects the absorption capacity and the possibility of proliferation of the roots through which plants absorb water, oxygen and nutrients. By reducing the dominate proportion of silt and loam, we get a balanced representation of fractions of sand, silt and clay, improved water-air-soils system.

Another indicator of the occurrence in the soil was the calcium carbonate content of the soil. The latter affects the physical, chemical and biological properties of the soil, and in addition, it is also an indicator of the benefits thereof for processing. In 2011, there were very few carbonates in the soil, which is why we have been adding dolomite sand.

Too high values of carbonates are also not suitable because they are blocking particular deprivation of phosphorus from the soil which plants urgently need. The permaculture can positively balance proportion of carbonates, which indirectly affects the reaction of the soil. The pH value is an indication of the concentration of hydrogen ions in the soil, in particular the relationship between the pH and the hydrogen ions which are inverse and logarithmic. Soil pH varies widely, from the value 2, where the soils are very acidic and the value 12, which reflects the alkalinity of soils. When soil is cultivated pH is desired to move between 6 and 7 (Ellis, S. and Mellor, A. 1995, 40). pH in the soil may be increased by adding carbonate sand and compost, and reduced by adding silica sand and forest soils. The ideal pH is 7, because that is when most of the plants can smoothly withdraw all of the nutrients from the soil.

The favorable reaction of the soil is important for natural cleaning of the soil. With bioremediation and natural soil rehabilitation we can accelerate the pedogenetic processes (Okolo, J.C., Amadi, E.N., Odu, C.T.I. 2005, 47), which have a positive impact on the formation and maturation of soil. Organic matter in the soil is considered as an essential component of healthy soil, because it reduces soil degradation. Permacultural beneficial effects are reflected in the fact that organic carbon in the soil supports its structure, as it improves the physical environment for roots to penetrate through the ground. Organic matter also absorbs and retains water. Soil that contains organic matter has a better structure that improves water infiltration and reduces the susceptibility of soil to compaction, erosion and landslides.

Accessibility of air and water to the roots is essential for soil fertility. Soil fertility is directly associated with the type of the soil. Water smoothly flows through automorphic soils in hydromorphic lags in between and prevents the normal development of the profile. An

example of this is pseudogley where the water stays in the B horizon in the increased level of clay. Clay is washed from the A horizon into Bg1 and Bg2. A very important factor in plant growth is an optimum pH value. pH value for optimum growth should be neutral to slightly alkaline reaction (Nayak, S., Prasanna, R. 2007, 104).

4. CONCLUSION

Comparison of soil samples from 2011 and 2013 shows a marked effect of permaculture in two years. The darker color of the upper horizon is a result of weathered organic material after two years of permaculture practices. It is extremely important in the processes that occur in the soil, for good water retention and as a source of energy for soil micro-organisms. The transition of soil colors goes from gray to brown, and the dark brown color shows that water does not stagnate any more.

This affects the activity of microorganisms, root respiration, and the chemical state of the soil. The consistency of the soil has changed from hard into crumbly without physical cultivation of the soil. Continual coverage of the soils with organic matter has enabled the microorganisms in the soil and soil animals that have improved the consistency of the soil. Skeleton in the soil is a result of mechanical weathering of parent basis, which has a similar mineral composition as the home base. Increased share in soils in 2013 is due to the addition of dolomitic sand due to the increasing proportion of carbonates and, consequently, raising the pH value of the soil, because pseudogley soils are poor with nutrients. We detected changes in the texture of the soil, namely the share of silt. The starting point of permaculture was used in the research.

5. REFERENCES

- [1] Dunphy, A., Spellman, G. (2009), *Geography fieldwork, fieldwork value and learning styles*. International Research in Geographical and Environmental Education 18:1, 19-28. DOI:10.1080/10382040802591522.
- [2] Graham, B. (2010), *Permaculture garden*. Ljubljana: ARA Publisher.
- [3] Green, M. (2012), *Place, Sustainability and Literacy in Environmental Education: Frameworks for Teaching and Learning*. RIGEO Review of International Geographical Education Online ISBN: 2146-0353, p 326-346.
- [4] Hemenway, T. (2009), *Gia's garden: a guide to home-scale permaculture*. White River Junction: Chelsea Green Publishing.
- [5] Jakešova, L., Vaishar, A. (2012), *Sustainable inner peripheries? A case study of the Olešnice micro-region (Czech Republic)*. Moravian Geographical Reports, Vol. 20, No. 4, p 13-25.
- [6] Mahmood, R., Legates, D.R., Meo, M. (2004), *The role of soil water availability in potential rainfed rice productivity in Bangladesh: applications of the CERES-Rice model*. - Applied Geography, Volume 24, Issue 2, April 2004, p 139–159.

- [7] Nayak, S., Prasanna, R. (2007), *Soil pH and its role in cyanobacterial abundance and diversity in rice field soils*. Applied Ecology and environmental research, 5(2), 103-113.
- [8] Okolo, J.C., Amadi, E. N., Odu, C. T. I. (2005), *Effects of soil treatments containing poultry manure on crude oil degradation in a sandy loam soil*. Applied Ecology and environmental research, 3(1), 47-53.
- [9] Permaculture institute (2013). Retrieved from: (http://www.permaculture.org/nm/index.php/site/key_concepts/#sthash.N0sg7NIc.dpuf)
- [10] Permaculture Free Presse (2013). Retrieved from: <http://permaculturefreepress.com/?p=401>).
- [11] Piercea, J. (1990), *The food resource*. New York, Longman Scientific & Technicl, 334 pg.
- [12] Posa, B., Fekete, A., Posa, P., Sallai, A., Horvath, L. (2013), *Small-plot experiments with graded chinese silver grass (miscanthus sinensis) rhizomes*. Applied Ecology and environmental research, 11(2), 313-321.
- [13] Praterious, P. (2006), *A Permaculture School Garden*. Teaching green. Nr. 78, pg. 6 – 10.
- [14] Raman, S. (2006), *Agriculture sustainability – principles, processes and prospects*. New York: Food products Press, 474 pg.
- [15] Stutz, F. Warf, B. (2005), *World economy. Resources, location, trade and development*. Upper Saddle River, N.J., Pearson/Prentice Hall, 543 pg.
- [16] Tal, T., Morag, O. (2009), *Reflective Practice as a Means for Preparing to Teach Outdoors in an Ecological Garden, Teacher Education*. London: Springer Science, 2009, pp. 242 – 265.
- [17] Vovk Korže, A. (2016), *Methodology for soil research in geography*. Faculty of Arts, University of Maribor, 112 p.
- [18] Whitefield, P. (2012), *Permaculture in a Nutshell. Permanent Publications*. London: Permaculutre Association.
- [18] Zdruli, P., Jones, R. in Montanarella, L. (2004), *Organic Matter in the Soils of Southern Europe*. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.

OKOLIŠ, HRANA I ZDRAVLJE

I'm With Nature



CHARACTERISTICS AND ECOTOXICOLOGY OF CADMIUM

Nevezeta Ljubijankić*, Amira Cipurković**, Sabina Begić*,
Emir Horozić**, Sanela Kadić***, Sead Ljubijankić ****

* Univerzitet u Sarajevu, Prirodno-matematički fakultet, Zmaja od Bosne 33-35, BiH
nevzetalj@gmail.com, sabinab2001@yahoo.com

** Univerzitet u Tuzli, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitetska 4, BiH
amira.cipurkovic@untz.ba, emir.horozic@hotmail.com

***Osnovna škola Osman Nakaš, Gradačačka 39, Sarajevo, BiH
sanela.kadic@live.com

**** Univerzitet u Bihaću, Fakultet zdravstvenih studija, Nositelja hrvatskog trolista 4, BiH
seadlj@gmail.com

Key words: cadmium, ecotoxicology, toxicity

ABSTRACT:

Cadmium is an element of the 12th group of the periodic table, at atomic number 48, according to relative density, is classified into a group of heavy metals. It is a relatively rare element and its average concentration in the Earth's crust is about 0.1 mg/kg. In nature, it is rarely found as a independent ore greenockite. It most frequently appears as mixture in sulphide ores of zinc and lead, and is commercially obtained as a byproduct in the production of these metals. Eight cadmium isotopes are known, and the most common is 114. Cadmium is a metal bluish to silver white colour, soft so it can be cut with a knife, malleable and stretchable. Unlike most other metals, cadmium is resistant to corrosion. In the compounds occurs in the oxidation state +2, which is the only stable condition. Although it was discovered only in 1817, cadmium is currently one of the most important pollutants of life and work environment. It is a common by-product of mining, so it appears in zinc, lead and other coloured metals, but is also released during coal combustion, waste incineration and steel production. It is used in galvanizing steel as a component of various alloys and production of plastics, batteries, pigments and accumulators and in the textile industry. In addition to the above mentioned industrial activities, cadmium sources are tobacco smoke and food contaminated by cadmium. Cadmium precipitates in the liver and kidneys, it has a harmful effect on the nervous system, bone, reproductive system, and has genotoxic and carcinogenic effects. On the list of the UN Environmental Program, it is among the ten most dangerous pollutants. Due to its adverse environmental and human health effects, the quantity and use of cadmium is limited in Europe under REACH regulations.

OSOBINE I EKOTOKSIKOLOGIJA KADMIJA

Ključne riječi: kadmij, ekotoksikologija, toksičnost

SAŽETAK

Kadmij je element 12. grupe PSE, atomskog broja 48, prema relativnoj gustoći svrstan u grupu teških metala. Relativno je rijedak element i njegova prosječna koncentracija u Zemljinoj kori iznosi oko 0,1 mg/kg. U prirodi se rijetko može naći kao samostalna ruda grinokit. Najčešće se pojavljuje kao primjesa u sulfidnim rudama cinka i olova, pa se komercijalno i dobiva kao nusprodukt u proizvodnji ovih metala. Poznato je osam izotopa kadmija, a najzastupljeniji je kadmij-114. Kadmij je metal plavkasto do srebrnobijele boje, mekan tako da se može rezati nožem, kovan i rastezljiv. Za razliku od većine drugih metala, kadmij je otporan na koroziju. U spojevima se javlja u oksidacijskom stanju +2, koje je jedino stabilno stanje. Iako je otkriven tek 1817. godine, kadmij je trenutno jedan od najvažnijih onečišćivača životne i radne sredine. Uobičajeni je nusprodukt rudarstva, pa se javlja u topionicama cinka, olova i drugih obojenih metala, ali također se oslobađa tokom sagorijevanja uglja, spaljivanja otpada i proizvodnje čelika. Koristi se u galvanizaciji čelika, kao komponenta raznih legura i proizvodnji plastike, baterija, pigmenata i akumulatora te u tekstilnoj industriji. Pored navedenih industrijskih djelatnosti, izvori kadmija su i duhanski dim te hrana kontaminirana kadmijem. Kadmij se taloži u jetri i bubrezima, štetno djeluje na nervni sistem, kosti, reproduktivni sistem, a ima i genotoksične i kancerogene efekte. Na listi Programa zaštite okoliša UN-a, nalazi se među deset najopasnijih onečišćivača. Zbog štetnog učinka na okoliš i ljudsko zdravlje, količina i upotreba kadmija je ograničena u Evropi po REACH propisima.

1. UVOD

Zagađenje okoline najčešće je uzrokovano emisijom teških metala, uglavnom iz industrijskih postrojenja, ali i drugih antropogenih izvora. Teški metali koji dospiju u vodu ili tlo iz industrijskih postrojenja dopijevaju u biljke i u konačnici se uključuju u lanac animalne i humane ishrane. To predstavlja glavni problem moderne ekologije. Iako je otkriven tek 1817. godine, kadmij je trenutno jedan od najvažnijih onečišćivača kao jedan od najopasnijih teških metala u okolišu [1]. Kadmij je relativno rijedak metal, a kao zagađivača okoliša posmatra se u zadnjih 60-tak godina. Pored prirodnih izvora, najvažniji antropogeni izvori kadmija u okolišu su stari rudnici olova i cinka te talionice cinka gdje se kadmij dobiva kao prateći proizvod. Uz oko 840 tona kadmija iz prirodnih izvora, u atmosferu se godišnje ispušta približno 7000 tona kadmija nastalog kao posljedica antropogene aktivnosti. Direktno oslobađanje kadmija u ukupni vodeni okoliš iznosi oko 7000 tona godišnje, u približnom omjeru 3: 1 između kadmija prirodnog i antropogenog porijekla [2].

2. OPŠTE KARAKTERISTIKE I RASPROSTRANJENOST KADMIJA

Kadmij (lat. *cadmia* - mineral kalamín - smjesa minerala koja sadrži kadmij, nazvana po mitološkom liku Cadmusu, osnivaču Tebe) je otkriven 1817.g. i otkrili su ga istovremeno Friedrich Stromeyer i Karl Samuel Leberecht Hermann, kao nečistoću u cink karbonatu iz Salgittera u Njemačkoj [3].

Kadmij je 48. element Periodnog sistema, koji zajedno sa Zn i Hg čini 12. grupu. Prema zajedničkoj elektronskoj konfiguraciji ($[\text{Kr}]ns^2 (n-1)d^{10}$), atomi ovih elemenata u prethodnoj ljusci sadrže 10 d elektrona koji su čvrsto vezani za jezgro, te se u formiranju veza angažuju samo s-elektroni, a što se odražava na njihove hemijske i fizičke osobine. Relativna gustoća $> 5 \text{ g cm}^{-3}$ svrstava ih u grupu teških metala. Uprkos hemijskoj sličnosti, biološka i fiziološka važnost ovih elemenata je vrlo različita. Dok Zn pripada grupi metala neophodnih za više biljke i sisavce, Cd i Hg su nepotrebni i toksični. Poput Zn, kadmij se u spojevima javlja u oksidacijskom stanju +2, koje je jedino stabilno stanje. Najpoznatiji spojevi kadmija su kadmij oksid (CdO), kadmij hlorid (CdCl_2), kadmij nitrat tetrahidrat ($\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), kadmij sulfat (CdSO_4) i kadmij sulfid (CdS). Za razliku od drugih metala, kadmij je otporan na koroziju i zato se koristi kao zaštitni sloj za druge metale. Lakše se rastvara u oksidirajućim kiselinama, dok se u bazama ne rastvara.

Za razliku od cinka, kadmij može graditi kompleksne spojeve i smatra se da ga upravo tendencija stvaranja kompleksa sa anorganskim i organskim ligandima čini manje dostupnim kako živim organizmima u vodi, tako i ćelijama u fiziološkom okruženju [2].

U Zemljinoj kori kadmij se vrlo rijetko nalazi samorodan i uglavnom je pratilac cinkovih ruda u kojima se javlja kao sulfid i karbonat [4,5]. Izgled elementarnog kadmija prikazan je na Slici 1.



Slika 1: Elementarni kadmij

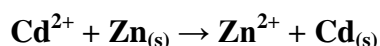
Najviše jedinjenja kadmija u životnoj sredini se akumulira u sedimentnim stijenama [6]. Najpoznatiji minerali kadmija su grinokit (CdS), potavit (CdCO_3) i mortarponit (CdO). Pored navedenih minerala, kadmij se može javiti i u sfaleritima [5].

2.1 Primjena kadmija

Osobina kadmija da apsorbuje toplotne neutrone, uslovlila je njegovu primjenu u nuklearnoj tehnici. Prije se koristio kao pigment u industriji boja, ali se zbog dokazane toksičnosti u te svrhe danas rijetko upotrebljava. Zbog dugotrajnosti, stabilnosti na niskim temperaturama i skladištenju bez posebnih uslova, kadmij se koristi za proizvodnju kadmij-nikl akumulatora [5]. Također se koristi se u galvanizaciji čelika, kao komponenti raznih legura te u proizvodnji plastike.

2.2. Dobijanje kadmija

Dobijanje kadmija je vezano za dobijanje cinka. Naime, kadmij je redovni pratitelj cinkovih ruda. Za dobijanje kadmija danas se koristi suhi i elektrolitski postupak. Kod suhog postupka za dobijanje cinka, kadmij se odvaja od cinka destilacijom, dok se kod elektrolitskog postupka kadmij taloži iz otopine cink-sulfata. Usljed razlike u redoks-potencijalima, kadmij se iz otopine taloži dodatkom cinkovog praha:



Kadmij dobijen na ovaj način se prevodi u oksid koji se rastvara u sulfatnoj kiselini. Nastali CdSO_4 se dalje elektrolizom prevodi u kadmij. Tokom elektrolize na katodi se izlučuje kadmij čistoće 96-97%, a na anodi se izlučuje kisik prema sumarnoj jednačini elektrolize [2,4]:



3. FIZIOLOŠKO I EKOLOŠKO PONAŠANJE KADMIJA

Kadmij je veoma toksičan za ljude i životinje i ima tendenciju akumuliranja u organizmu. Primjena kadmija u raznim granama industrije dovodi do povećanja njegove koncentracije u medijima biosfere, odnosno u zraku, tlu, vodi i hrani [8]. Atmosferski kadmij može biti značajan izvor ovog metala za ljude i druge sisavce. Može biti prisutan u obliku pare čije čestice u organizme dopijevaju inhalacijom. Kadmij je prisutan u dimu cigareta. Kod nepušača respiratorna apsorpcija kadmija općenito je između 15 i 30%, dok kod pušača unos kadmija može biti i do dva puta veći [2]. Transport kadmija u organizmu vrši se, kako se pretpostavlja, zahvaljujući njegovoj sposobnosti da zamjenjuje kalcij prilikom vezivanja za različite receptore u organizmu te preko specifičnih mehanizama prenosa kalcija. Unutar ćelije, kadmij se vezuje za specifične vezujuće proteine i može se akumulirati u kalcificiranim tkivima [2].

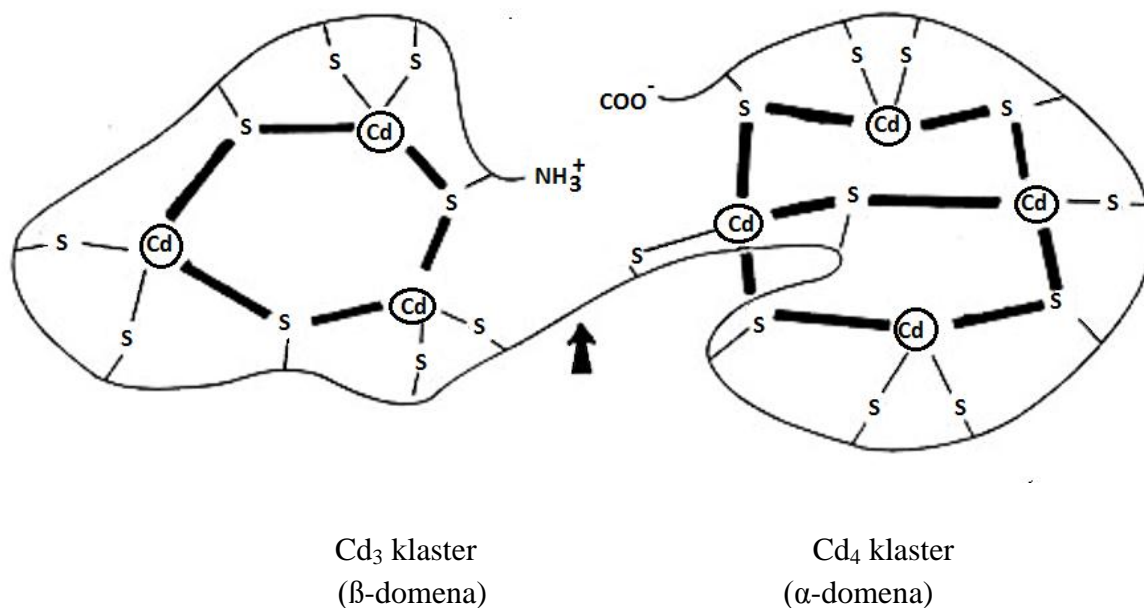
Tlo, u kojem je kadmij prisutan kao njegov prirodni sastojak, predstavlja osnovni izvor kadmija za biljke [1]. Faktori koji najviše utiču na pristupačnost ovog metala (zajedno sa cinkom) biljkama su: koncentracija Cd i Zn u tlu i oblik u kojem se nalaze, pH tla, sadržaj organske materije, gline i kalcij karbonata, vlažnost tla, temperatura tla te koncentracija

ostalnih elemenata. Koncentracija kadmija u biljkama znatno je povećana primjenom komercijalnog mulja u poljoprivredne svrhe, s obzirom da on može sadržavati do 1,5 mg kadmija po kilogramu. Zbog hemijske sličnosti sa cinkom, pretpostavlja se da biljke usvajaju kadmij istim mehanizmima kao i cink [7]. Kadmij pokazuje snažnu sklonost koncentraciji u vodenim organizmima, posebno školjkašima, koji u hranidbenom lancu dalje predstavljaju jedan od glavnih izvora za unos kadmija u ljudski organizam [7]. Fosfatna đubriva u zapadnim zemljama predstavljaju najveći antropogeni izvor kadmija i predstavljaju udio od 58% ukupne emisije kadmija u okoliš, zatim atmosferski gasovi sa 39-41% i kanalizacioni mulj sa 2-5%. Kako bi se smanjio negativan utjecaj kadmija na okoliš, u razvijenim zemljama planiraju se i provode različite zaštitne mjere poput kontrole upotrebe mineralnih đubriva, kontrole ispuštanja mulja i otpada, reciklaža baterija kadmija i dr. [1].

4. UTJECAJ KADMIJA NA ZDRAVLJE ČOVJEKA

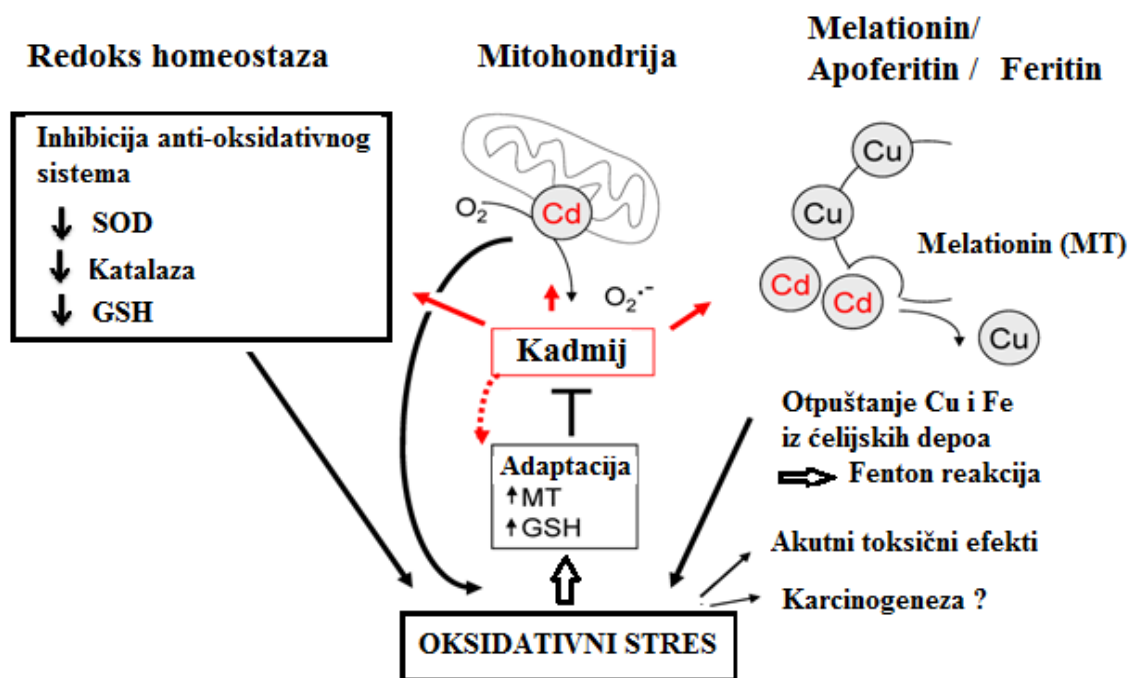
Kao što je već navedeno, kadmij je izuzetno toksičan metal. Pare kadmija i njegovih jedinjenja dovode do oštećenja sluznice respiratornog i digestivnog trakta. U ljudski organizam kadmij dospijeva i putem hranidbenog lanca, odnosno konzumiranjem kontaminirane hrane, prvenstveno ribe i drugih organizama koji žive u vodi. Organi u kojima se najviše akumulira su jetra, bubrezi, gušterača i tiroidna žlijezda. Visoke koncentracije uzrokuju pojavu metalne groznice, toksičnog pneumonitisa i toksičnog edema pluća [9].

Najveće trovanje kadmijem u svijetu zabilježeno je u Japanu 1955. godine. Kadmij se akumulirao u zrnima riže i soje iz vode ispuštene iz obližnjeg rudnika cinka. Bolest je nazvana Itai-Itai (jao-jao) zbog pojave izrazito jakih bolova u ekstremitetima i zglobovima kod oboljelih [10]. Vrijeme poluživota kadmija u ljudskom tijelu je veoma dugo, 20-30 godina. Nakon hroničnog izlaganja organizma kadmiju, najugroženiji organi su bubrezi, u kojima se akumulira oko 30% kadmija i jetra, u kojoj se akumulira 20% kadmija. Usljed inhibicije enzima odgovornih za resorpciju procesa u nefrijskim tubulama, dolazi do oštećenja i poremećaja funkcije bubrega. Akumulacija kadmija u jetri dovodi do vezanja metala na niskomolekularne proteine te metalotionine. Mali cisteinski proteini vežu metalne ione, Zn^{2+} i Cu^{+} . Sintezom peptidnih domena koje sadrže cistein pokazalo se da mali sintetski oligopeptidi mogu na sličan način vezivati i metalne ione kao što je Cd^{2+} . Na taj način je ukazano na mogućnost vezivanja metala za modificirane metalotionine. Metalotionini (MT) su multifunkcionalni proteini koji imaju nekoliko funkcija u biološkim sistemima, a to je prvenstveno detoksikacijska funkcija metala poput kadmija. Pored toga, metalotionini služe za „zarobljavanje“ i deaktivaciju oksidirajućih slobodnih radikala [11]. Vezivanje kadmija i formiranje kompleksa sa MT prikazano je na slici 2.



Slika 2: Struktura kompleksa MT sa kadmijem [12]

Na ćelijskom nivou, kadmij utječe na proliferaciju i diferencijaciju i dovodi do apoptoze. Kako Cd^{2+} nije redoks-aktivan, ovaj metal indirektno djeluje na produkciju reaktivnih kisikovih vrsta [10,13]. Šematski prikaz utjecaja kadmija na produkciju slobodnih radikala prikazan je na Slici 3.



Slika 3: Povezanost kadmija i oksidativnog stresa [13]

Kadmij inhibira djelovanje antioksidacijskih enzima kao što su SOD-superoksid dizmutaza i katalaza, što dovodi do povećanih razina O_2 i H_2O_2 te pojave lipidne peroksidacije [13]. Sličnost iona kadmija i cinka dovodi do lake zamjene cinka sa kadmijem u proteinima. Takođe, sličnost ionskih poluprečnika Cd^{2+} i Ca^{2+} dovodi do zamjene ova dva metala u kalcij-vezujućim proteinima. Budući da je kalcij važan intraćelijski prenosilac informacija, smatra se da navedena zamjena dovodi do apoptoze [10].

5. ZAKLJUČAK

Kadmij je izuzetno toksičan metal koji se u atmosferu emituje uglavnom iz talionica i rudnika metala, poput olova i cinka. Pored direktnog načina unosa kadmija u organizam, postoje i indirektni načini, preko hrane biljnog i životinjskog porijekla koja je kontaminirana ovim teškim metalom. Pri kraćoj izloženosti, kadmij kod čovjeka izaziva iritacije respiratornog i gastrointestinalnog trakta. Dugotrajna izloženost dovodi do pojave različitih oboljelja, uključujući i maligna, budući da je kadmij dokazan kancerogeni agens i indirektno uzrokuje produkciju ROS (radical oxidation species).

6. LITERATURA

- [1] Selimbašić, V. Cipurković, A. Crnkić, A. (2014), *Hemija i zaštita okoline*, OFF-SET Tuzla.
- [2] P. Welbourn, D. Wright, (2002), *Environmental toxicology*, Cambridge University Press.
- [3] Drčić, D. (2014), *Ekotoksikologija kadmija*. International Interdisciplinary Journal of Young Scientists from the Faculty of Textile Technology, Vol 4; 66-77.
- [4] Filipović, I. Lipanović, S. (1988), *Opća i anorganska kemija - II dio*, Školska knjiga, Zagreb.
- [5] Janković, V. (2002), *Hemijski elementi - globalni parametri*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- [6] Tchounwou, B. P. Yedjou, G. C. Patlolla, K. A. Sutton, J. D. (2014), *Heavy Metals Toxicity and the Environment*, HHS Author Manuscripts, Published in final edited form as: EXS. 2012; 101: 133–164.
Dostupno na: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4144270/>
- [7] Rebekić, A. Lončarić, Z. (2014), *Međuodnos cinka i kadmija - sinergija ili antagonizam?*, 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma, Dubrovnik, Zbornik radova, 17-25.
- [8] Kello, D. (1976), *Kadmij u čovjekovu okolišu*, Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, Vol. 27 No.1., 31-44.
- [9] Kovačević, R. Milačić, S. Jovičić, D. Tanasković, I. (2005), *Savremeni aspekti patogenetskih mehanizama delovanja metala na ljudski organizam tokom profesionalne ekspozicije*, *Zaštita materijala*, 46; 51-54.
- [10] Grgurić-Šipka, S. (2014), *Hemija bioelemenata*, Hemijski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- [11] Cipurković, A. (2016), *Bioneorganska hemija*, OFF-SET štamparija Tuzla.
- [12] Stillman MJ. (1995), *Metallothioneins*, *Coordination Chemistry Reviews*, 144; 461-511.
- [13] Henkler, F. Brinkmann, J. Luch, A. (2010), *The Role of Oxidative Stress in Carcinogenesis Induced by Metals and Xenobiotics*, *Cancers*, 2(2), 376-396.

I'm With Nature



ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS AND ACCEPTABILITY OF PROBIOTIC MILK DRINKS PRODUCED WITH COW MILK

Denis Ramić¹, Emina Malkić¹, Amra Music¹, Emina Alijagić¹, Adila Kazaz¹, Lamija Makić¹,
Ajdin Alagić¹, Jasmina Mehić¹, Armin Šabić¹, Rifet Kamenčić¹, Alen Bajramović¹, Dinko
Pečenković¹

¹Biotechnical faculty, University of Bihać, Bosnia and Herzegovina

Luke Marjanovića bb, Bihać

Key words: Fermented products, probiotic yogurt, chestnut puree, coconut, health

SUMMARY

Fermented milk products are important part of functional foods. Probiotic milk products differentiate from standard fermented products in high concentration of probiotic bacteria, mostly Bifidobacterium and Lactobacillus acidophilus. Their positive impact on the human health is proved through many studies. The goal of this thesis was optimisation of ingredients, monitoring and defining all production parameters of probiotic milk desserts with chestnut puree, coconut flour and chia seeds, and determining their sensory characteristics. Manufacturing process has been monitored from using UHT milk as a raw material to making fermented milk base, and final product ingredient optimisation. Milk base fermentation is done on 40°C for 12 hours. Produced samples were then cooled and kept in the fridge. Sensory evaluation is done by 14 evaluators. For evaluation was used scoring method based on 20 weighted points. Evaluated were taste, smell, appearance, color and consistency. Based on overall results of sensory evaluation, probiotic milk desserts with chestnut puree and coconut flour are ranked as high quality products.

ORGANOLEPTIČKA SVOJSTVA I PRIHVATLJIVOST PROBIOTIČKIH MLIJEČNIH NAPITAKA PROIZVEDENIH OD KRAVLJEG MLIJEKA

Ključne riječi: Fermentisani proizvod, probiotički jogurt, kesten pire, kokos, zdravlje

SAŽETAK

Fermentirani mliječni proizvodi važna su skupina funkcionalne hrane. Probiotički mliječni proizvodi razlikuju se od običnih fermentiranih mliječnih proizvoda po visokim koncentracijama probiotičkih bakterija, najčešće su to Bifidobacterium i Lactobacillus acidophilus. U velikom broju istraživanja utvrđeno je njihovo povoljno djelovanje na zdravlje ljudi. Cilj rada bio je optimiranje sastava, praćenje i definiranje svih parametara proizvodnje probiotičkih mliječnih deserata s kesten pireom, kokosovim brašnom i chia sjemenkama te utvrđivanje senzorskih svojstva. Process proizvodnje praćen je od trajnog kravljeg mlijeka kao sirovine do izrade fermentirane mliječne baze, te optimiranja sastava finalnog proizvoda. Fermentacija mliječne baze izvedena je na 40° C u trajanju od 12 sati. Proizvedeni uzorci probiotičkog jogurta ohlađeni su te čuvani u hladnjaku. Senzorsko ocjenjivanje probiotičkih mliječnih deserata proveo je panel od četrnaest ocjenjivača. Ocjenjivanje je provedeno metodom bodovanja sistemom od 20 ponderiranih bodova. Ocjenjivan je okus, miris, izgled, boja te konzistencija. Na osnovu ukupnih rezultata senzorskog ocjenjivanja, probiotički mliječni deserti s kesten pireom i kokosovim brašnom svrstani su u proizvode vrhunske kvalitete.

1. UVOD

Fermentirani mliječni proizvodi važna su skupina funkcionalne hrane (Fondén i sur. 2003.; Grajek i Olejnik 2005.). Probiotičke bakterije u funkcionalnim mliječnim proizvodima najčešće pripadaju rodovima *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. U velikom broju istraživanja utvrđeno je njihovo povoljno djelovanje na zdravlje ljudi. Fermentirani mliječni proizvodi se u pravilu proizvode od kravljeg mlijeka. Za proizvodnju fermentiranih mliječnih napitaka treba odabrati mlijeko najbolje mikrobiološke kvalitete, zbog toga su odabir i obrada sirovine, te kontrolirana fermentacija pri optimalnim uvjetima bitne faze tehnološkog procesa proizvodnje fermentiranog mliječnog napitka dobre kvalitete (Tratnik, 1998.). Tehnološki proces proizvodnje obuhvata: adekvatnu kvantitativno i kvalitativno dostatnu hranidbu, odgovarajuće uvjete držanja, zdravlje mliječnih krava, pravilnu mužnju i postupak s mlijekom nakon mužnje (Havranek, Rupić, 2003.). Cilj rada bio je optimiranje sastava, praćenje i definiranje svih parametara proizvodnje probiotičkih mliječnih napitaka s kesten pireom, kokosovim brašnom i chia sjemenkama te utvrđivanje senzorskih svojstva kao i prihvatljivost proizvedenih napitaka.

2. MATERIJAL I METODE RADA

Za pripremu probiotičkog mliječnog napitka korišteno je kratkotrajno sterilizirano, homogenizirano kravlje mlijeko tipizirano na 3,2% mliječne masti (proizvođač Meggle, Bihać). Upotrebjeno je tri litre mlijeka. Za inokulaciju mlijeka korištena je liofilizirana komercijalna probiotička DVS monokultura *Lactobacillus acidophilus* La-05 (proizvođač Chr. Hansen, Copenhagen, Danska). Mlijeko je inokulirano sa 0,1% inokulumom La-05, te fermentirano pri 40 °C u trajanju od 12 sati. Za proizvodnju mliječnog napitka upotrebjeni su: kesten pire (proizvođač: Ledo), kestenov med (pčelarstvo Kazaz, Bihać), mljeveni cimet, rum-šećer, kokosovo brašno, chia sjemenke. Udio pojedinih komponeneta za proizvodnju mliječnog napitka s kesten pireom iznosio je: 11% kesten pire, 6,5% med, 0,09% cimeta, 0,65% rum šećer, a kod mliječnog napitka sa kokos brašnom (4,22% kokosovo brašno, 8,45% med, 2,81% chia sjemenke). Eksperimentalni dio rada obuhvatio je praćenje svih faza procesa proizvodnje probiotičkog mliječnog deserta. Izrada probiotičke mliječne baze, te cijeli postupak optimiranja sastava provedeni su u laboratoriju Biotehničkog fakulteta, Bihać. Proizvedeni deserti ohlađeni su na temperaturi od +4°C i dalje su korišteni za analizu senzorskih svojstava kao i prihvatljivost proizvoda. Senzorska analiza je naučna disciplina koja se koristi u svrhu mjerenja, analize i interpretacije reakcija na karakteristična svojstva namirnica koja se određuju uz pomoć osjetila mirisa, okusa, dodira i sluha (Božanić i sur., 2010). Senzorsko ocjenjivanje proveo je panel koji se sastojao od dvanaest ocjenjivača. Ocjenjivanje je provedeno u laboratoriju Biotehničkog fakulteta u prijedodnevni satima, metodom bodovanje sistemom od 20 ponderiranih bodova. Prihvatljivost uzoraka provedena je testiranjem između 20-30 potrošača mlađe životne dobi (studenti oko 20 godina starosti) (Božanić i sur. 2000.). Istraživanje je provedeno kroz tri ponavljanja.



Slika 1. Postupak pripreme uzorka za proizvodnju mliječnog deserta

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U radu je prikazan slijed operacija koje obuhvataju procese proizvodnje i optimiranje sastava probiotičkih mliječnih deserata s kesten pireom, kestenovim medom, kokos brašno i chia sjemenke te svi parametri proizvodnje fermentirane probiotičke baze i optimiranje sastava do konačnog produkta u istraživačkom laboratoriju Biotehničkog fakulteta u Bihaću. Provedeno senzorsko ocjenjivanje odabranih svojstava mliječnih deserata s različitim omjerima kesten pirea kao i sa kokosovim brašnom pokazalo je vrlo visoku organoleptičku kvalitetu proizvoda. U gotovo svim segmentima ocjenjivanja preko odabranih senzorskih svojstava, proizvedeni probiotički mliječni deserti dobili su vrlo visoke ocjene što se može i vidjeti u tabeli 1. Prema rezultatima je vidljivo da su uzorak 1 i uzorak 5 na osnovu analiziranih senzorskih svojstava dobili veće ocjene u odnosu na uzorke 2, 3 i 4. Kod senzorske analize ocjenjivači su davali i opisne ocijene u cilju daljnjeg usavršavanja gotovog proizvoda. U uzorku 2 previše je dominantan okus kesten pirea kao i cimeta.

Tabela 1. Organoleptička ocjena svojstava probiotičkih mliječnih napitaka na kraju fermentacije

Uzorak	Okus (max 12)	Miris (max 2)	Izgled (max 1)	Boja (max 1)	Konzistencija (max 4)	Ukupno (max 20)
Uzorak 1	10,4±1,34	1,76±0,36	0,98±0,063	0,98±0,063	3,47±0,68	17,59±1,86
Uzorak 2	8,7±2,002	1,25±0,54	0,81±0,21	0,9±0,16	3,47±0,61	15,13±2,69
Uzorak 3	8,5±1,82	1,63±0,41	0,86±0,17	0,95±0,077	2,76±0,59	14,72±2,11
Uzorak 4	9,07±1,84	1,56±0,48	0,86±0,18	0,94±0,087	2,8±0,78	15,28±2,60
Uzorak 5	11±0,94	1,94±0,12	0,98±0,063	0,98±0,04	3,8±0,42	18,7±1,26

Uzorak 1- 11% kesten pirea, 6,5% med, 0,09% cimet, 0,65% rum šećer

Uzorak 2- 8,3% kesten pirea, 8,3% med, 0,09% cimet

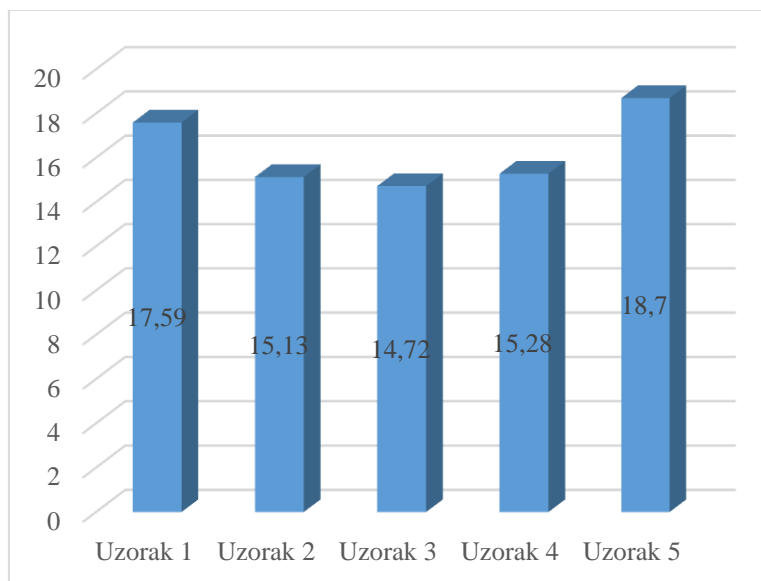
Uzorak 3- 12,37% kesten pirea, 4,95% med, 0,16% cimet

Uzorak 4- 8,82% med, 3% chia sjemenke

Uzorak 5- 4,22% kokosovo brašno, 8,45% med, 2,81% chia sjemenke

Prema ukupnim rezultatima senzorske ocjene mliječnih deserata sistemom od 20 ponderiranih bodova dobiven je redoslijed po kvaliteti (Graf 1.). Na prvom mjestu je uzorak 5 sa ostvarenih 18,7 bodova. Zbog svježine i blagog ukusa nastalog spojem sastojaka koji se međusobno nadopunjuju dobio je najvišu ocjenu. Na drugom mjestu je uzorak 1 sa ostvarenih 17,59 bodova, gdje je jedinstveni okus kesten pirea blago zaslađen medom i rum šećerom, uz aromu cimeta. Na trećem mjestu nalazi uzorak 4 sa 15,28 bodova koji se od uzorka 1 razlikuje u nedostatku kokosa, a iza njega slijedi uzorak 2 sa 15,13 bodova. Najslabija ocjena pripala je uzorku 3 sa 14,72 bodova.

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"



Graf 1. Prikaz ukupnih postignuti bodova organoleptičke analize probiotičkih mliječnih napitaka

Na osnovu podataka dobivenih nakon provedene analize testa prihvatljivosti probiotičkih mliječnih proizvoda, izračunati su osnovni statistički parametri (\bar{x} , s , C_v) kao i postotak poželjnosti (Tabela 2.).

Tabela 2. Rezultati ocjene probiotičkog mliječnog deserta pomoću testa prihvatljivosti

Ocjena	Uzorci				
	UZORAK 1	UZORAK 2	UZORAK 3	UZORAK 4	UZORAK 5
9	9	1	1	2	13
8	8	2	3	8	14
7	8	3	12	9	2
6	3	4	3	3	0
5	0	1	4	1	0
4	0	1	1	0	0
3	1	0	0	0	0
2	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0
Ukupno	29	12	24	24	29
X	7,65	6,58	6,62	7,08	8,38
S	1,32	1,32	1,15	1,41	0,61
Poželjnost (%)	96,55	91,67	95,83	95,83	100
Cv (%)	17,25	20,06	17,37	19,91	7,28

\bar{x} – srednja vrijednost

s – standardna devijacija

C_v – Koeficijent varijabilnosti

Svi istraživani uzorci pokazali su visoki postotak poželjnosti, odnosno prihvatljivosti od strane potrošača (od 91,67-100,00 %).

4. ZAKLJUČAK

Na osnovi rezultata istraživanja provedenih u ovom radu, mogu se izvesti sljedeći zaključci: Praćeni su svi parametri proizvodnje fermentirane mliječne baze, koja je poslužila kao osnovna sirovina za optimiranje sastava 2 vrste probiotičkih mliječnih deserata, s kesten pireom i kokosovim brašnom, uz dodatak kestenovog meda, cimeta, rum šećera i chia sjemenki.

Proizvodnja probiotičkih mliječnih deserata s kesten pireom i kokosovim brašnom ima temeljni slijed operacija koje su u velikoj mjeri jednake kao i pri proizvodnji ostalih fermentiranih mliječnih proizvoda, ipak u pojedinim fazama proizvodnje postoje odstupanja koja je bilo potrebno prilagoditi dodacima.

Proces proizvodnje probiotičkih mliječnih deserata s kesten pireom i kokosovim brašnom jednak je za sve uzorke, jedino se razlikuje prema recepturi, tj. vrsti i udjelu korištenih dodataka.

Optimiranje sastava probiotičkih mliječnih deserata bilo je relativno brzo i jeftino uz veoma dostupne sastojke, te se na temelju ovakvog istraživanja može lako zaključiti šta potrošač više preferira, vezano za intenzitet okusa. Senzorskom analizom proizvoda dobivene su vrlo visoke ocjene za pojedine uzorke (uzorak 1 i 5) prema kojima se ovi uzorci mogu svrstati u proizvode visoke, izvrsne kvalitete.

Provedena istraživanja su pokazala da su uzorci mliječnih napitaka visoko poželjni (od 91,67-100,00 %).

4. LITERATURA

- [1] Havranek J, Rupić V: Mlijeko od farme do mljekare. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb 1998.
- [2] Mandić M L, Perl A: Osnove senzorske procjene hrane. Prehrambeno-tehnološki fakultet. Osijek, 2007.
- [3] Primorac Lj: Senzorske analize. Metode II dio. Prehrambeno-tehnološki fakultet. Osijek, 2005.
- [4] Pavičić Ž: Mlijeko od mužnje do sira. Zagreb, 2006.
- [5] Tamime A Y, Robinson R K: Yoghurt Science and Technology, Cambridge 2007.
- [6] Tratnik Lj: Mlijeko – tehnologija, biokemija i mikrobiologija. Hrvatska mljekarska udruga. Zagreb, 1998.
- [7] Tratnik, Lj., Božanić, R. (2012): Mlijeko i mliječni proizvodi, Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- [8] Božanić, R., Jeličić, I., Bilušić, T. (2010): Analiza mlijeka i mliječnih proizvoda, Plejada, Zagreb.
- [9] Božanić, R., Tratnik, Lj., Marić, O. (2000): Senzorska svojstva i prihvatljivost jogurta i aromatiziranog jogurta proizvedenog od kozjeg i kravljeg mlijeka. Mljekarstvo 50 (3) 199-208.

I'm With Nature



DETERMINATION OF ESSENTIAL AND TOXIC HEAVY METALS IN EDIBLE PLANTS FROM BOSNIAN MARKET

Aida Šapčanin¹, Mirsada Salihović¹, Ekrem Pehlić², Selma Špirtović-Halilović¹

¹ Faculty of Pharmacy University of Sarajevo, Zmaja od Bosne br. 8, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

² Faculty of Biotechnical Sciences, University of Bihac, Luke Marjanovića bb, Bihac, Bosnia and Herzegovina

mirsada.salihovic@ffsa.unsa.ba

Key words: edible plants, essential elements, toxic elements, healthy diet

ABSTRACT:

Samples of edible plants: Cichorium intybus L. var. foliosum Hegi, Allium schoenoprasum L., Allium porrum, Plantago major, Cucurbita maxima, Asparagus officinalis, Brassica oleracea var. Sabauda, Beta vulgaris, Brassica oleracea var. Acephala, Solanum lycopersicum var. Cerasiforme, Cynara scolymus, Brassica rapa subsp. Rapa, Plantago lanceolata, Raphanus sativus, Eruca sativa, Valerianella locusta, Beta vulgaris subsp. Vulgaris, Atriplex hortensis, Anthyllis vulneraria, Brassica oleracea Gongylodes, Brassica oleracea var. Italica, Physalis peruviana, Phoenix dactylifera were collected from bosnian market and then analyzed for the content of essential and toxic elements. The measurements were performed by using an atomic absorption spectrophotometry. Essential elements Zn, Fe, Co and Se were detected in the highest concentration and toxic metals As, Pb, and Cd were not detected in the most of investigated plants. Average consumption of these plants could enable recommended daily intake of essential elements and the consumers won't be expose to the risk from toxic elements simultaneously. The results suggest that monitoring of potentially toxic elements in edible plants should be performed in order to prevent excessive buildup of these heavy metals in the human food chain cause of long term consumption.

ODREĐIVANJE ESENCIJALNIH I TOKSIČNIH TEŠKIH METALA U JESTIVIM BILJKAMA SA BOSANSKOHERCEGOVAČKOG TRŽIŠTA

Ključne riječi: (jestive biljke, esencijalni elementi, toksični elementi, zdravstvena sigurnost u prehrani)

SAŽETAK:

Uzorci jestivih biljaka: Cichorium intybus L. var. foliosum Hegi, Allium schoenoprasum L., Allium porrum, Plantago major, Cucurbita maxima, Asparagus officinalis, Brassica oleracea var. Sabauda, Beta vulgaris, Brassica oleracea var. Acephala, Solanum lycopersicum var. Cerasiforme, Cynara scolymus, Brassica rapa subsp. Rapa, Plantago lanceolata, Raphanus sativus, Eruca sativa, Valerianella locusta, Beta vulgaris subsp. Vulgaris, Atriplex hortensis, Anthyllis vulneraria, Brassica oleracea Gongylodes, Brassica oleracea var. Italica, Physalis peruviana, Phoenix dactylifera su prikupljeni sa bosanskohercegovačkog tržišta i analizirani na sadržaj esencijalnih i toksičnih elemenata. Sva mjerenja su izvedena atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom. Esencijalni elementi Zn, Fe, Co i Se su imali više koncentracije, dok toksični teški metali As, Pb, and Cd nisu detektovani u većini ispitivanih biljaka. Prosječna konzumacija ovih biljaka može obezbjediti preporučeni dnevni unos za esencijalne elemente i pri tome neće konzumente izložiti dejstvu toksičnih elemenata. Ipak, postoji kontinuirana potreba za rutinskim monitoringom potencijalno toksičnih elemenata u jestivom biljnom materijalu kako bi se prevenirala moguća trovanja teškim metalima radi dugoročne konzumacije biljaka koje ih sadrži čak i u tragovima.

1. UVOD

Kontaminacija teškim metalima različitih vrsta jestivih biljaka se ne smije podcijeniti obzirom da su biljke posebno važne komponente ljudske prehrane. Jestive biljke su izvori vitamina, minerala i vlakana i također, pridonose antioksidativnoj dobrobiti na humani organizam. Shodno tome, unos biljnog materijala koji je kontaminiran teškim metalima može doprinjeti riziku po zdravlje djece i odraslih. Također, kontaminacija teškim metalima je jedan od vrlo važnih aspekata u kontroli kvaliteta hrane, generalno [1], [2], [3]. Internacionalne smjernice za kontrolu kvaliteta hrane su snizile maksimalne dozvoljene granice toksičnih metala u hrani radi povećane opasnosti koju ovi metali pokazuju kada se analizira kakav doprinos pokazuje kontaminacija istim u hranidbenom lancu kod ljudi [2]. Biljke apsorbiraju teške metale apsorpcijom iz tla ili ekspozicijom zagađenom zraku [4], [5], [6], [7], [8], [9]. Različite studije su pokazale da su teški metali među najvećim kontaminantima u voću i povrću [1], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13]. Emisija teških metala može potjecati iz saobraćaja depozicija putem vazduha na površini biljaka prilikom uzgoja, transporta ili pak na otvorenim tržnicama [5]. Dugoročna konzumacija teških metala kroz hranidbeni lanac neizostavno vodi do hronične akumulacije metala u bubrezima i jetri pri tome izazivajući poremećaje različitih biohemijskih procesa koji, zatim, vode kardiovaskularnim, neurološkim i koštanim

oboljenjima [14], [15], [16]. Stoga postoji kontinuirana potreba za rutinskim monitoringom potencijalno toksičnih elemenata u jestivom biljnom materijalu kako bi se prevenirala moguća trovanja teškim metalima radi dugoročne konzumacije biljaka koje ih sadrže čak i u tragovima.

2. MATERIJAL I METODE

2.1. Skupljanje uzoraka i priprema za daljnju analizu

Uzorci jestivih biljaka: 1. *Cichorium intybus L. var. foliosum* Hegi, 2. *Allium schoenoprasum L.*, 3. *Allium porrum*, 4. *Plantago major*, 5. *Cucurbita maxima*, 6. *Asparagus officinalis*, 7. *Brassica oleracea var. Sabauda*, 8. *Beta vulgaris*, 9. *Brassica oleracea var. Acephala*, 10. *Solanum lycopersicum var. Cerasiforme*, 11. *Cynara scolymus*, 12. *Brassica rapa subsp. Rapa*, 13. *Plantago lanceolata*, 14. *Raphanus sativus*, 15. *Eruca sativa*, 16. *Valerianella locusta*, 17. *Beta vulgaris subsp. Vulgaris*, 18. *Atriplex hortensis*, 19. *Anthyllis vulneraria*, 20. *Brassica oleracea Gongylodes*, 21. *Brassica oleracea var. Italica*, 22. *Capsicum frutescens*, 23. *Physalis peruviana*, 24. *Phoenix dactylifera* su prikupljeni sa bosanskohercegovačkog tržišta (porijeklo: ekološki uzgoj ili inostrane komercijalne nabavke) radi daljnje analize na sadržaj esencijanih i toksičnih teških metala. Uzorci su prikupljeni u polietilenske kese, prethodno oprane destiliranom vodom, i odmah dopremani u laboratorij. Uzorci su sječeni na sitnije komadiće, sušeni u peći na 80 °C i zatim sprášeni u avanu. Suhi sprášeni uzorak ostavljen je na sobnoj temperaturi u zatvorenim staklenim bočicama do nastavka analize.

2.2. Priprema uzoraka za AAS analizu

Suhi sprášeni uzorak od oko 5 grama digeriran je sa 23 mL 6M HNO₃ na 80 °C oko 8 sati do završetka digestije. Nadalje je uzorak ohlađen na sobnu temperaturu, filtriran kroz Whatman filter papir i razrijeđen do marke dejoniziranom vodom u odmjerni sud od 25 mL [17]. Uzorak je dalje analiziran na sadržaj Zn, Fe, Co, Se, Cd, Pb i As upotrebom atomskog apsorpcionog spektrofotometra (Perkin Elmer A 800).

3. REZULTATI

Ispitivani teški metali imaju sposobnost bioapsorpcije i bioakumulacije. Apsorpcija i akumulacija različitih teških metala u biljkama ovisi od biopristupačnosti i sadržaju metala u tlu, genetičkih osobina biljaka i drugih ekoloških faktora. U tabeli 1 prikazan je sadržaj esencijalnih elemenata Zn, Fe, Co i Se u ispitivanom biljnom materijalu.

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Tabela 1. Sadržaj esencijalnih elemenata Zn, Fe, Co i Se u biljnom materijalu

Uzorak	Zn (mg/L)	Fe (mg/L)	Co (mg/L)	Se mg/L
1.	0,009	0,014	0,009	1,052
2.	0,024	0,016	0,015	1,101
3.	0,007	0,011	0,009	0,998
4.	0,015	0,019	0,010	0,982
5.	0,008	0,001	0,009	1,023
6.	0,023	< 0,001	0,010	1,316
7.	0,012	< 0,001	0,007	1,244
8.	0,011	0,022	0,007	1,111
9.	0,012	0,004	0,012	1,560
10.	0,006	< 0,001	0,006	1,076
11.	0,006	< 0,001	0,005	0,990
12.	0,011	0,004	0,015	1,453
13.	0,062	0,036	0,081	7,379
14.	0,008	< 0,001	0,017	1,639
15.	0,017	0,072	0,019	1,735
16.	0,010	0,010	0,018	1,575
17.	0,016	0,065	0,028	2,107
18.	0,026	0,011	0,030	2,101
19.	0,011	0,013	0,029	2,342
20.	0,012	< 0,001	0,034	2,433
21.	0,015	0,007	0,031	1,984
22.	< 0,001	0,001	0,023	1,350
23.	0,009	< 0,001	0,025	1,495
24.	0,011	< 0,001	0,038	1,833

Sadržaj cinka u ispitivanim jestivim biljkama kretao se u rasponu od 0,006 do 0,062 mg/L; željeza u rasponu od 0,001 do 0,072 mg/L; kobalta u rasponu od 0,005 do 0,081 mg/L i selena u rasponu od 0,982 do 7,379 mg/L. Najveći sadržaj cinka, kobalta i selena registriran je u biljci *Plantago lanceolata* – muška bokvica, dok je najveći sadržaj željeza registriran u biljci *Eruca sativa* - rukola. Navedene biljke su potjecale iz ekološkog uzgoja.

U tabeli 2 prikazan je sadržaj toksičnih teških metala As, Pb i Cd u biljnom materijalu.

Tabela 2. Sadržaj toksičnih teških metala As, Pb i Cd u biljnom materijalu

Uzorak	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)	As (mg/L)
1.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
2.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
3.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
4.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
5.	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

6.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
7.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
8.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
9.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
10.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
11.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
12.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
13.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
14.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
15.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
16.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
17.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
18.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
19.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
20.	< 0,001	< 0,001	< 0,001
21.	0,001	< 0,001	< 0,001
22.	< 0,001	0,016	< 0,001
23.	0,001	< 0,001	< 0,001
24.	0,002	< 0,001	< 0,001

U biljkama *Physalis peruviana-fizalis* i *Phoenix dactylifera-hurma* detektovan je sadržaj kadmija, a u biljci *Capsicum frutescens*-čili papričica detektiran je sadržaj olova. Navedene biljke su potjecale iz inostranih komercijalnih nabavki.

4. ZAKLJUČAK

Biljke koje su potjecale iz ekološkog uzgoja sadržavale su više esencijalnim teških metala u odnosu na biljke koje su potjecale iz inostranih komercijalnih nabavki. Toksični teški metali su registrirani u biljkama koje su potjecale iz inostranih komercijalnih nabavki.

Prosječna konzumacija istraživanih biljaka, generalno, može obezbjediti preporučeni dnevni unos za esencijalne elemente i pri tome neće konzumente izložiti dejstvu toksičnih elemenata.

Ipak, postoji kontinuirana potreba za rutinskim monitoringom potencijalno toksičnih elemenata u jestivom biljnom materijalu kako bi se prevenirala moguća trovanja teškim metalima radi dugoročne konzumacije biljaka koje ih sadrži čak i u tragovima.

Nadalje, potrebno je matematičko-statističkom analizom ispitati potencijalni zdravstveni rizik po djecu i odrasle radi dugoročnije konzumacije posmatranih biljnih vrsta.

ZAHVALNICA

Istraživanje je finansijski podržalo Federalno ministarstvo obrazovanja i nauke. Studija je realizovana u okviru projekta "Ispitivanje antioksidativnog statusa biljaka koje se koriste u ishrani na bosanskohercegovačkom tržištu" (Grant broj 0101-7552-17 / 15, od 14.12.2015.)

5. LITERATURA

- [1] Marshall, (2004). *Enhancing food chain integrity: quality assurance mechanism for air pollution impacts on fruits and vegetables systems*. Crop Post Harvest Program, Final Technical Report (R7530). <<http://www.sussex.ac.uk/spru/1-4-7-1-11-1.html>>.
- [2] Radwan, M.A., Salama, A.K. (2006). *Market basket survey for some heavy metals in Egyptian fruits and vegetables*. Food Chem. Toxicol. 44, 1273–1278.
- [3] Khan, S., Cao, Q., Zheng, Y.M., Huang, Y.Z., Zhu, Y.G. (2008). *Health risk of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with waste water in Beijing, China*. Environ. Pollut. 152 (3), 686–692.
- [4] Khairiah, T., Zalifah, M.K., Yin, Y.H., Aminath, A. (2004). *The uptake of heavy metals by fruit type vegetables, grown in selected agricultural areas*. Pak. J. Biol. Sci. 7 (2), 1438–1442.
- [5] Jassir, M.S., Shaker, A., Khaliq, M.A. (2005). *Deposition of heavy metals on green leafy vegetables sold on roadsides of Riyadh city, Saudi Arabia*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 75, 1020–1027.
- [6] Kachenko, A.G., Singh, B. (2006). *Heavy metals contamination in vegetables grown in urban and metal smelter contaminated sites in Australia*. Water Air Soil Pollut. 169, 101–123.
- [7] Singh, S., Kumar, M. (2006). *Heavy metal load of soil, water and vegetables in periurban Delhi*. Environ. Monitor. Assess. 120, 71–79.
- [8] Sharma, R.K., Agrawal, M., Marshall, F.M. (2008a). *Heavy metals (Cu, Cd, Zn and Pb) contamination of vegetables in Urban India: a case Study in Varanasi*. Environ. Poll. 154, 254–263.
- [9] Sharma, R.K., Agrawal, M., Marshall, F.M. (2008b). *Atmospheric depositions of heavy metals (Cd, Pb, Zn, and Cu) in Varanasi city, India*. Environ. Monit. Assess. 142 (1–3), 269–278.
- [10] Singh, K.P., Mohon, D., Sinha, S., Dalwani, R. (2004). *Impact assessment of treated/untreated wastewater toxicants discharged by sewage treatment plants on health, agricultural, and environmental quality in wastewater disposal area*. Chemosphere 55, 227–255.
- [11] Sinha, S., Gupta, A.K., Bhatt, K., Pandey, K., Rai, U.N., Singh, K.P. (2006). *Distribution of metals in the edible plants grown at Jajmau, Kanpur (India) receiving treated tannery wastewater: relation with physiochemical properties of the soil*. Environ. Monit. Assess. 115, 1–22.

- [12] Sharma, R.K., Agrawal, M., Marshall, F.M. (2006). *Heavy metals contamination in vegetables grown in wastewater irrigated areas of Varanasi, India*. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 77, 311–318.
- [13] Sharma, R.K., Agrawal, M., Marshall, F.M. (2007). *Heavy metals contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India*. Ecotox. Environ. Saf. 66, 258–266
- [14] Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, (1999). *Summary and conclusions*. In: 53rd Meeting, Rome, June 1–10, Jorhem, L., Sundstroem, B., 1993. Levels of lead, cadmium, zinc, copper, nickel, chromium, manganese and cobalt in foods on the Swedish market, 1983–1990. J. Food Comp. Anal. 6, 223–241.
- [15] Jarup, L., (2003). *Hazards of heavy metal contamination*. Br. Med. Bull. 68, 167–182.
- [16] Feig, D.I., Reid, T.M., Loeb, L.A. (1994). *Reactive oxygen species in tumorigenesis*. Cancer Res. 54 (Suppl.), 1890–1894.
- [17] Allen, S.E., Grimshaw, H.M., Rowland, A.P. (1986). *Chemical analysis*. In: Moore, P.D., Chapman, S.B. (Eds.), *Methods in Plant Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific Publication, London, pp. 285–344.

I'm With Nature



ECOTOXICOLOGY OF MERCURY

Sead Ljubijankić*, Amira Cipurković**, Emir Horozic**, Sanela Kadić***,

* Univerzitet u Bihaću, Fakultet zdravstvenih studija, Nositelja hrvatskog trolista 4, BiH
seadlj@gmail.com

** Univerzitet u Tuzli, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitetska 4, BiH
amira.cipurkovic@untz.ba, emir.horozic@hotmail.com

***Osnovna škola Osman Nakaš, Gradačačka 39, Sarajevo, BiH
sanela.kadic@live.com

Key words: mercury, ecotoxicology, methylation, toxicity

ABSTRACT:

Mercury (lat. Hydrargyrum = liquid silver) is a liquid, silver coloured heavy metal, easily volatile and very toxic. Toxicity of mercury has been known for more than 2,000 years, and its toxic effect depends on the form, amount and mode of introduction into the body as well as the duration of exposure. Relatively easily releases from geological formations (evaporation from the oceans, volcanoes, earthquakes, geysers) and arrives in the biosphere. The most famous forms of mercury natural origin that we find in the environment are: elemental mercury, mercury sulphide (cinnabar), mercury chloride and methylmercury. Anthropogenic sources of mercury in the biosphere are mercury vapours released from the combustion of coal, gas and oil as well as industrial waste in the production of thermometers and other measuring instruments, batteries, electric switches, paints, photographs, dental filling and various pharmaceutical, chemical, leather and rubber industry. Mercury from the atmosphere with rainfall and deposition comes to water and to the soil through which it is biomagnifying or accumulating in the food chain. Organisms at the top of the food chain thus achieve high levels of mercury. Bioaccumulation of mercury in the human body is the most common consequence of mercury contaminated food, and primarily fish meat. The mechanism of mercury toxicity and its compounds is related to their affinity to the sulphur, or the thiol group of amino acids, proteins and enzymes, which results in their damage and inactivation.

EKOTOKSIKOLOGIJA ŽIVE

Ključne riječi: živa, ekotoksikologija, metilacija, toksičnost

SAŽETAK

Živa (lat. Hydrargyrum = tekuće srebro) je tečni, teški metal srebrnobijele boje, lako isparljiv i veoma toksičan. Toksičnost žive je poznata više od 2000 godina, a njen toksični učinak zavisi od oblika, količine i načina unošenja u organizam kao i od trajanja izloženosti. Relativno lako se oslobađa iz geoloških formacija (isparavanje iz okeana, vulkani, potresi, gejziri) i dospijeva u biosferu. Najpoznatiji oblici žive prirodnog porijekla koje nalazimo u okolišu su: elementarna živa, živa sulfid (ruda cinabarit), živa hlorid i metilživa. Antropogeni izvori žive u biosferi su živine pare koje se oslobađaju pri sagorijevanju uglja, plina i nafte, kao i industrijski otpad pri proizvodnji termometara i drugih mjernih instrumenata, baterija, električnih prekidača, boja, fotografija, zubnih plombi, te različitih proizvoda farmaceutske, hemijske, kožarske i gumarske industrije. Živa iz atmosfere oborinama i taloženjem dospijeva u vodu i na tlo preko kojih se biomagnificira, odnosno nakuplja u hranidbenom lancu. Organizmi na vrhu hranidbenog lanca tako dostižu visoke koncentracije žive. Bioakumulacija žive u ljudskom organizmu najčešće je posljedica uzimanja hrane kontaminirane živom, a u prvom redu je to riblje meso. Mehanizam toksičnog djelovanja žive i njenih spojeva vezan je za njihov afinitet prema sumporu, odnosno tiolnim grupama aminokiselina, bjelančevinama i enzimima, što dovodi do njihovog oštećenja i inaktivacije.

1. UVOD

Živa je element 12. grupe PSE, atomskog broja 80, prema relativnoj gustoći teški metal, te jedini metal koji je na sobnoj temperaturi u tečnom stanju. Relativno lako isparava i jako je toksična. Živa je specifična i po tome što njene pare sadrže monoatomske jedinice, što je karakteristika još samo plemenitih gasova [1]. U Zemljinoj kori živa se nalazi kao samorodna u obliku kapljica u stijenama, ali se nalazi i u obliku minerala. Najčešće se nalazi kao mineral cinabarit, živa(II) sulfid (HgS). Ostali poznati minerali žive su tiemanit (HgSe), koloradit (HgTe), kalomel (Hg_2Cl_2), teringvait (Hg_2OCl) i eglestonit (Hg_4OCl_2) [2].

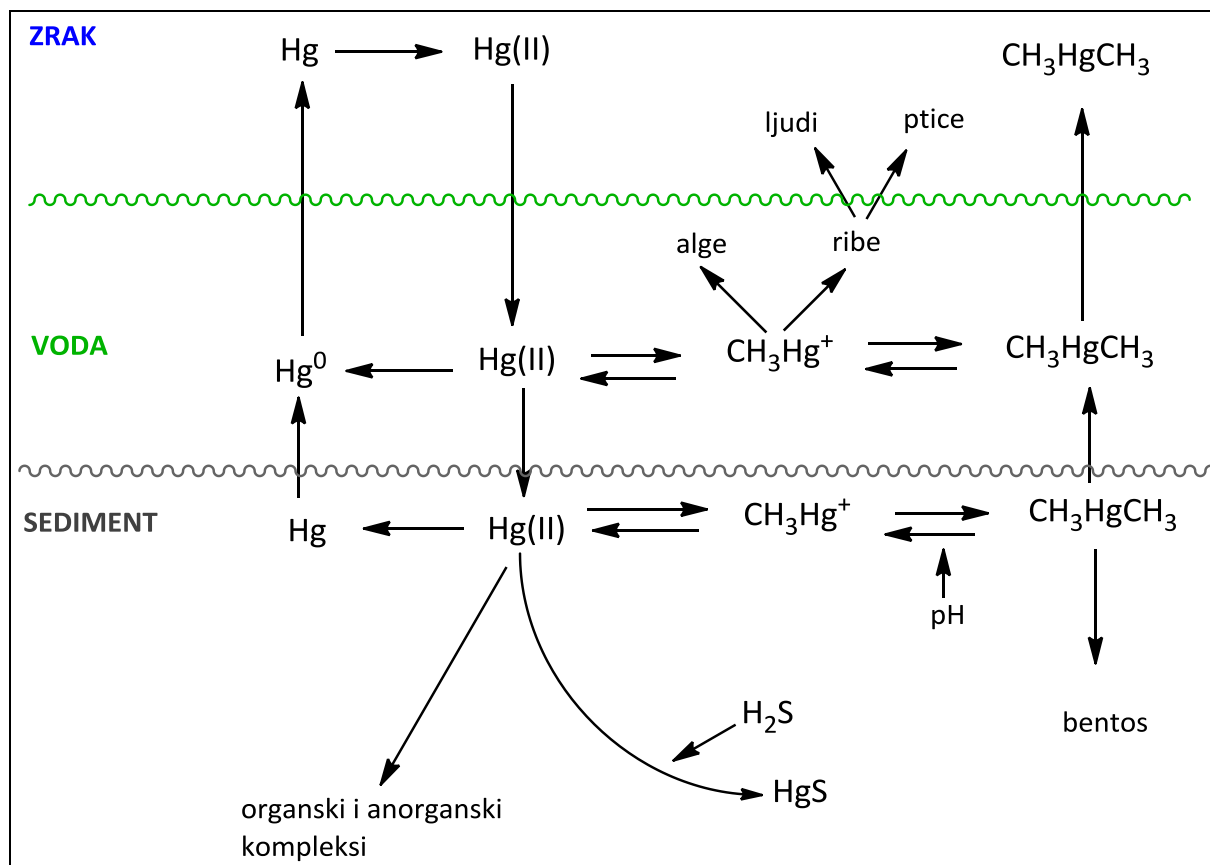
Živa ima primjenu u raznim sferama ljudskog djelovanja. Živine pare pod smanjenim pritiskom isijavaju svjetlost bogatu UV zrakama ako kroz njih prolazi električna struja. Danas se to svojstvo žive upotrebljava za izradu kvarcnih lampi. Zbog velike gustoće i stabilnosti na zraku živa se upotrebljava za punjenje manometara, barometara i termometara [3]. Živine legure sa metalima poput srebra, kalaja, bakra (amalgami) su se ranije koristile u stomatologiji zbog izuzetne otpornosti prema djelovanju žvačnih sila, jednostavne primjene u ambulantsnim uslovima i pristupačne cijene [4]. Primjena žive u posljednje vrijeme je ograničena usljed njene toksičnosti.

Usljed sve veće rasprostranjenosti u okolišu, živa je razvila svoj prirodni ekološki ciklus kretanja između litosfere, hidrosfere, atmosfere i biosfere. Organski i anorganski spojevi žive

donedavno su se široko primjenjivali u poljoprivredi u vidu fungicida i insekticida, te kao dodaci u kozmetičkim i farmaceutskim preparatima. Zbog svojih mutagenih i teratogenih svojstava živa je izuzetno opasan zagađivač životne sredine. Živa ima afinitet prema tiolnim grupama, pri čemu dolazi do inhibicije enzimskih sistema koji sadrže ovakve grupe. Ion žive je jak protoplazmatski otrov koji se akumulira u lizozomima unutar ćelija, što dovodi do njihovog razaranja. Trovanje živom može izazvati ozbiljne posljedice po zdravlje čovjeka i u konačnici dovesti do letalnog ishoda [5].

2. ŽIVA U OKOLIŠU

Živa se u okolišu javlja iz prirodnih i antropogenih izvora. Kao i kod drugih metala, sadržaj žive koja potječe iz prirodnih izvora u apsolutnom iznosu na planeti se ne mijenja. Međutim, živa se u dodatno atmosferu oslobađa kao posljedica ljudskih aktivnosti i to u različitim hemijskim oblicima. Procjene međusobnog odnosa prirodnog i antropogenog porijekla žive u okolišu su veoma varijabilne. Sa ekološkog stanovišta najvažniji oblici žive su elementarna živa, anorganska dvovalentna živa i metilživa. Živa u elementarnom stanju je najčešći oblik žive u zraku, gdje je rasprostranjena u vidu para, slabo rastvorljivih u vodi. Anorganska dvovalentna živa, Hg^{2+} , lako gradi u vodi umjereno rastvorljive soli sa različitim anionima. Metilživa je najvažniji organski oblik žive. Monometilživa je rastvorljiva u vodi i zbog prisustva ugljik-živa veze prilično je stabilan spoj. Dimetilživa je u vodi slabo rastvorljiv i nestabilan oblik organske žive. U biosferu živa dopijeva taloženjem iz atmosfere u kopnene i vodene sisteme. U prirodnom okruženju živa prolazi kroz različite hemijske transformacije, od kojih je najznačajnija metilacija, odnosno vezivanje jedne ili dvije metil-grupe. Metilacija, Slika1, se odvija u slatkovodnim i morskim ekosistemima [1].



Slika 1: Biogeochemijski ciklus žive s naglaskom na vodeni sistem [1]

Emisije žive iz prirodnih ili antropogenih izvora ulaze u globalni ciklus žive i distribuiraju se u životnoj sredini na globalnom i lokalnom nivou kroz različite procese. Atmosferske emisije žive mogu dospjeti u životnu sredinu putem depozita u tlu i vodi. Kada živa dospije u slatkovodne bazene ili okeane odnosno nataloži se u sedimentima i tlu, postaje dio biogeochemijskog ciklusa, transformiše se u visokotoksičnu formu metil-žive i bioakumulira u lancu ishrane.

Tlo je osnovni prirodni resurs koji predstavlja temelj biodiverziteta i stanište biljaka i životinja. Ima višestruku ulogu u savremenom konceptu održivog razvoja, a ključni oslonac tog razvoja je održiva poljoprivreda i racionalno korištenje prirodnih resursa [6].

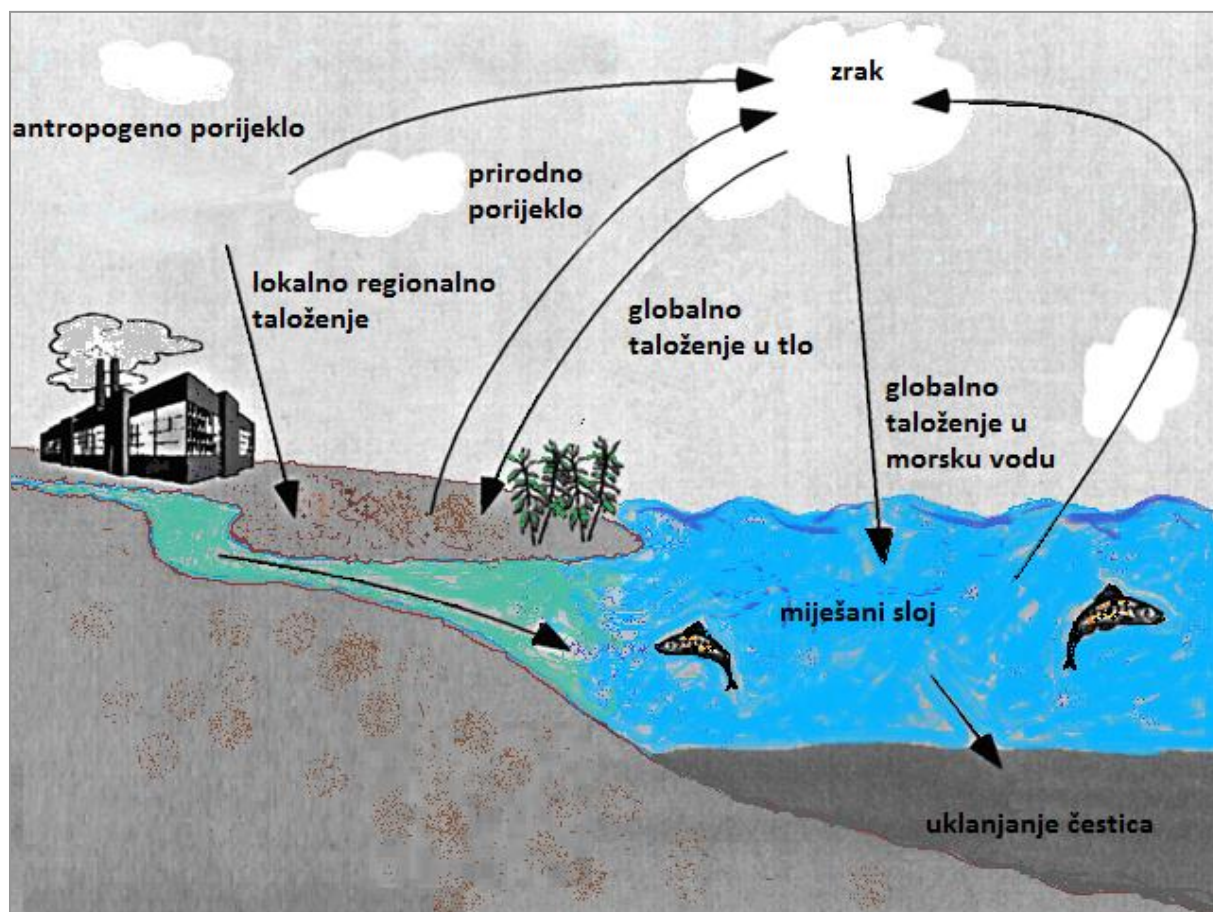
Kada je riječ o zagađenju vode živom, procijenjeno je da se prirodnim spiranjem minerala koji sadrže živu iz stijena, u površinske vode na zemlji direktno oslobađa oko 800 metričkih tona žive godišnje [7,8]. Atmosfersko taloženje elementarne žive, kako iz prirodnih tako i antropogenih izvora, identifikovano je kao indirektni izvor žive u površinskim vodama. Živa iz tla može biti direktno sprana u površinske vode putem kišnih padavina. Površinsko spiranje je važan mehanizam za transport žive iz tla u površinske vode, posebno kod tla sa visokim sadržajem humusa [8].

Živa je u malim koncentracijama prirodno prisutna u tlu, poput minerala cinabarita (HgS), ili kao komponenta u tragovima u sedimentnim, magmatskim i metamorfnim stijenama.

Prisustvo žive, odnosno živinih spojeva u tlu može biti rezultat atmosferskog deponovanja. Spojevi žive u tlu mogu učestvovati u oksido-redukcijskim reakcijama gdje se Hg(II) reducira do elementarne žive. Nakon toga dolazi do volatalizacije elementarne žive gdje se ona ponovo emituje u atmosferu. U slojevima tla živa može formirati složena kompleksna jedinjenja, najčešće sa organskim komponentama, uključujući metilacije. Formiranje kompleksa žive čini je manje mobilnom i time se živa duži vremenski period zadržava u tlu [9].

Po pitanju fitotoksičnosti, koncentracija žive pri kojoj se uočavaju simptomi na biljkama znatno je iznad onih koji se u normalnim uslovima nalaze u tlu. Pored toga, pristupačnost žive u tlu za biljke je obično niska. Akumulacija žive u korijenu je dvadeset puta veća nego u izdanku. Živa narušava građu biomembrana i mijenja aktivnost enzima čime narušava razmjenu materija i inhibira rast i razvoj biljaka [10].

Globalni ciklus žive određen je isparljivošću elementarne žive i njenih spojeva.



Slika 2: Globalni ciklus žive [1]

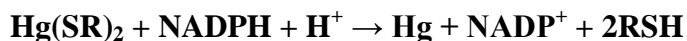
Akumulacija organoživinih spojeva u morskim životinjama uključuje neke ribe predatore na kraju lanca ishrane koje mogu predstavljati veliki izvor žive u ljudskoj ishrani. Biološki poluživot metilžive kod ovih riba procjenjuje se na nekoliko godina. Rezultat biomagnifikacije žive u ovim ribama čine ih neupotrebljivim za ljudsku ishranu, iako takve ribe ne pokazuju negativne efekte usljed visoke koncentracije žive. Naime, one u odnosu na čovjeka, mogu tolerirati oko deset puta veću koncentraciju žive. Manje je poznata uloga

bakterija u transformaciji živinih komponenti u isparljive oblike, bilo kroz metilaciju u anoksičnim okruženjima ili redukcijom do metalne žive, koja je dominirajuća forma u atmosferi sa poluživotom oko jedne godine [11].

3. UTJECAJ ŽIVE NA ČOVJEKA

Živa pokazuje štetne toksične učinke na sve žive organizme. Specifični učinci zavise od više faktora, uključujući oblik i koncentraciju u kojoj dospijeva u organizam, način uzimanja te vrstu organizma. Elementarno trovanje živom javlja se uglavnom inhalacijom živinih para. Ova vrsta trovanja predstavlja profesionalni problem i rješava se veoma preciznim ograničenjima kroz zakone i propise u smislu zaštite ljudskog zdravlja. Živa i njeni spojevi u organizam najvećim dijelom dospijevaju konzumiranjem kontaminirane hrane, prvenstveno kontaminiranog ribljeg mesa. Kod ljudi anorganska živa ima poluživot 6 dana, dok je poluživot metilžive 70 dana. Za neke ribe poluživot metilžive je 170 dana [1]. Metilživa prolazi kroz biološke membrane, a zbog afiniteta prema sumporu živa se veže za tiolne grupe proteina i enzima što dovodi do njihove inaktivacije.

Pored inhibicije enzimske aktivnosti ona izaziva oštećenje ćelije jer inhibira aktivan transport kationa kroz membranu. Normalni metabolički procesi proizvode organo-živina jedinjenja koja su čak toksičnija od samog Hg(II) iona. Bakterije za detoksikaciju koriste dva enzima, organoživa liaze i živa reduktaze [12].



U aktivnom mjestu prvog enzima se nalaze ostaci cisteina za koje se živa veže i oslobađa organskog dijela. Proizvod je živa-tiolat koji zatim biva redukovano reduktazom. Redukcija se postiže pomoću NADPH. Međutim, kako je redoks potencijal žive u tiolatnom kompleksu mnogo niži nego u slobodnog živa(II) iona, enzim koristi metiolatne grupe za vezivanje žive. Nakon toga dolazi do redukcije. Kao i kod nekih drugih enzima, ovdje je postignut balans između jačine vezivanja supstrata i potrebnih redoks potencijala [12].

Distribucija žive je podjednaka između eritrocita i plazme, da bi se kasnije koncentracija u eritrocitima deseterostruko povećala, u odnosu na plazmu. Rastvorljivost žive u lipidima olakšava njen prolaz kroz sve strukture ovojnica, pa se živa može nalaziti u svim organskim strukturama. Na apsorpciju, distribuciju i eliminaciju žive utječu različiti fizikalno hemijski faktori kao i brzina konverzije žive iz jednog oblika u drugi. Ima mišljenja da se 50% organske žive pretvara u anorganske spojeve pod utjecajem bakterijske flore u gastrointestinalnom lumenu, a vjeruje se da se glavni dio ove konverzije odvija u jetri [13].

Akutna izloženost živi može dovesti do oštećenja pluća dok se hronično trovanje karakteriše nizom neuroloških i psiholoških simptoma poput tremora, anksioznosti, depresije i poremećaja sna. Simptomi su reverzibilni nakon smanjenja izloženosti. Anorganska živa dovodi i do oštećenja bubrega i vrlo često je prvi simptom pojava proteinurije. Pored navedenih oboljenja, živa je svrstana u potencijalno kancerogene elemente. [14, 15].

Najdrastičniji slučaj trovanja živom desio se šezdesetih godina u Minamati, u Japanu. Fabrika u Minamati koristila je HgO u periodu od 1932-1968. godine u proizvodnji acetaldehida i ispuštala 200-600 tona Hg u zaliv [12].

4. ZAKLJUČAK

Živa je izuzetno toksičan metal koji u okoliš dospijeva iz prirodnih i antropogenih izvora. U organizam ulazi najčešće putem respiratornog trakta ali nisu isključeni ni drugi načini unošenja preko kože i konzumacijom hrane, najčešće životinjskog porijekla. Negativni efekti žive po ljudski organizam ogledaju se u inaktivaciji tiolnih grupa u velikom broju proteina i enzima što dovodi do inhibicije enzimske aktivnosti. Onečišćenje tla živom, koja se ispiranjem dovodi u vodu a i volatalizacijom prevodi u atmosferu, aktuelni je problem moderne ekologije. Adekvatnom zaštitom od teških metala kakva je živa utiče se na biološku produktivnost, očuvanje kvaliteta životne sredine kao i unapređenje zdravlja čovjeka, životinja i biljaka.

5. LITERATURA

- [1] P. Welbourn, D. Wright, (2002), *Environmental toxicology*, Cambridge University Press.
- [2] Janković, V. (2002), *Hemijski elementi - globalni parametri*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
- [3] Filipović, I. Lipanović, S. (1988), *Opća i anorganska kemija - II dio*, Školska knjiga, Zagreb.
- [4] Galić, N. Prskalo, K. Prpić-Mehičić, G. Šutalo, J. Anić, I. Prester, Lj. (1997), *Dental Amalgam Toxicity I*, Acta Stomatol. Croat.; 243-251.
- [5] Mihaljev, Z. Živkov-Baloš, M. Ratajac, R. (2003), *Rasprostranjenost žive u različitim uzorcima iz životne sredine*, Eko konferencija - Ekološki pokret grada Novog Sada, Zbornik radova, 483-488.
- [6] Selimbašić, V. Cipurković, A. Crnkić, A. (2014), *Hemija i zaštita okoline*, OFF-SET štamparija, Tuzla.
- [7] Gavis, J. Ferguson, J. F. (1972), *The cycling of mercury through the environment*, Water Res., Vol. 6, 989-1008.
- [8] Milanov, R. (2014), *Ispitivanje sadržaja teških metala i metaloida u tkivima rečne ribe kao pokazatelja bezbednosti mesa ribe i zagađenja životne sredine* (Doktorska disertacija), Beograd.
- [9] Mercury Inventory for New Zealand (2008), *Prepared for the Ministry for the Environment* by Leila Chrystall and Andrew Rumsby. Dostupno na: <http://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/mercury-inventory-new-zealand-2008.pdf>
- [10] Sofilić, T. (2014), *Ekotoksikologija*, Sisak
Dostupno na: http://bib.irb.hr/datoteka/743709.Tahir_Sofilic_EKOTOKSIKOLOGIJA.pdf
- [11] Cipurković, A. (2016), *Bioneorganska hemija*, OFF-SET štamparija, Tuzla.

- [12] Grgurić-Šipka, S. (2014), *Hemija bioelemenata*, Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [13] Pezerović, Dž. Panijan, R. (1979), *Teški metali i biološki sustavi s posebnim osvrtom na živu*, ASCRO, 13 : 157-162.
- [14] Lars, J. (2003), *Hazards of heavy metal contamination*, British Medical Bulletin, Vol. 68, 167-182.
- [15] Kovačević, R. Milačić, S. Jovičić, D. Tanasković, I. (2005), *Savremeni aspekti patogenetskih mehanizama delovanja metala na ljudski organizam tokom profesionalne ekspozicije*, *Zaštita materijala*, 46; 51-54.

I'm With Nature



MINERAL CONTENT IN PLANT EUROPEAN CORNEL (*Cornus mas L.*)

Ladislav Vasilišin¹, Goran Vučić¹, Nataša Lakić-Karalić¹, Zoran Kukrić¹

¹Faculty of Technology, Banja Luka

goran.vucic@tf.unibl.org

Keywords: European cornel (*Cornus mas L.*), minerals, RDA values

ABSTRACT:

*Fresh fruit is an indispensable foodstuff that provides biologically very important nutrition elements essential for the proper functioning of the human body. Fruit represents an indispensable source of protective substances: vitamins, minerals, natural sugars (glucose and fructose), organic acids, pectin substances and other important ingredients. European cornel (*Cornus mas L.*) is a stone forest fruit and is unjustifiably neglected both from the fruit growers and the fruit technology point of view. In this paper, over a number of years, the chemical composition of the European cornel (*Cornus mas L.*) fruit was monitored, from different locations of the Banja Luka region, with a special emphasis on the content of mineral substances. The following mineral substances were determined: sodium, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, copper, manganese and chromium. The analyzes were conducted by the technique of inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy on the Optima 8000 instrument (Perkin Elmer). Their content in 100 g of fresh fruit was as follows: sodium (2.26 mg), potassium (274.2 mg), calcium (18.9 mg), magnesium (18.6 mg), iron (0.59 mg), zinc (0.06 mg), copper (0.05 mg), manganese (0.03 mg) and chromium (2.68 µg). It was also found that the contents of the toxic elements, lead and cadmium were below the instrument detection limit (LOD). The content of determined mineral elements was used to calculate the percent of satisfaction of daily human body requirements for certain mineral substances, RDA (Recommended Dietary Allowances) value. This was done on the assumption that 200 g of fresh fruit was consumed and on the basis of the RDA tables for Bosnia and Herzegovina.*

SADRŽAJ MINERALNIH MATERIJA U PLODU DRENJKA (*Cornus mas L.*)

Ključne riječi: drenjak, mineralne materije, RDA vrijednosti

SAŽETAK:

*Svježe voće je nezamjenjiva životna namirnica koja organizmu obezbjeđuje biološki veoma značajne elemente ishrane, neophodne za pravilne funkcije organizma. Voće predstavlja nezamjenjiv izvor zaštitnih materija i to: vitamina, mineralnih materija, prirodnih šećera (glukoze i fruktoze), organskih kiselina, pektinskih materija i drugih važnih sastojaka. Drenjak (*Cornus mas L.*) spada u koštičavo šumsko voće i neopravdano je zapostavljen kako sa voćarskog tako i sa tehnološkog gledišta. U ovom radu, kroz nekoliko godina, je praćen hemijski sastav ploda drenjka, sa različitih lokacija banjalučke regije, sa posebnim osvrtom na sadržaj mineralnih materija. Određen je sadržaj slijedećih mineralnih materija: natrijum, kalijum, kalcijum, magnezijum, gvožđe, cink, bakar, mangan i hrom. Analize su rađene tehnikom indukovane kuplovane plazme na instrumentu Optima 8000 (Perkin Elmer). Njihov sadržaj u 100 g svježeg voća je bio slijedeći: natrijum (2,26 mg), kalijum (274,2 mg), kalcijuma (18,9 mg), magnezijuma (18,6 mg), gvožđa (0,59 mg), cinka (0,06 mg), bakra (0,05 mg), mangana (0,03 mg) i hroma (2,68 µg). Takođe je utvrđeno da je sadržaj toksičnih elemenata, olova i kadmijuma, ispod granice detekcije instrumenta. Sadržaj ovih mineralnih materija iskorišćen je da se izračuna procentno zadovoljenje dnevnih potreba ljudskog organizma za pojedine mineralne materije, tzv. RDA (Recommended Dietary Allowances) vrijednost. To je urađeno na osnovu pretpostavke da se konzumira 200 g svježeg voća i na osnovu RDA tablica za Bosnu i Hercegovinu.*

1. UVOD

Drenjak (*Cornus mas L.*) je samonikla drvenasta biljka koja daje veoma kvalitetne jestive plodove. Ostali narodni nazivi za ovu voćku su: dren, drijen, drenjina, drenovina, drenak, drenjka, drenjula i dr. Nalazimo ga uglavnom na rubovima listopadnih šuma i sreće se na različitim nadmorskim visinama. Najbolje mu odgovaraju topliji tereni, kao i otvorene visoravni. Vrlo dobro podnosi sušu, a ispoljava vanrednu otpornost prema mrazu, bolestima i štetočinama, što joj omogućuje donošenje redovne i obilne rodosti, pa se kaže "zdrav kao drijen" [1].

Plodovi drenjka u punoj zrelosti su crvene do tamno crvene boje i imaju slatko kiselkast ukus. Mogu se koristiti za ishranu u svježem stanju ili u obliku raznih preradevina: marmelade, džema, soka, sirupa, slatka, kompot, voćnog jogurta, likera, vina i rakije [2][3]. Skoro svi organi biljke drenjak koriste se u modernoj i narodnoj medicini [4]. Drenjak je neopravdano zapostavljen kako sa voćarskog, tako i sa tehnološkog aspekta. Razlog zbog kojeg plod drenjka nije masovnije zastupljen u industrijskoj preradi, nalazimo u nekim osobinama samog ploda. Naime, plodovi ne sazrijevaju istovremeno, u punoj zrelosti su meki i po branju brzo

propadaju. Zato se teško transportuju i čuvaju. Jedan od velikih problema savremenog društva je nepravilna ishrana. Posljedica nepravilne ishrane je nedostatak mineralnih materija u svakodnevnoj ishrani, što dalje dovodi do raznih oboljenja. Voće ima najveću prehrambenu vrijednost ako se koristi u svježem stanju. Ono je tad nezamjenjiv izvor zaštitnih materija i to: vitamina, mineralnih materija, prirodnih šećera (glukoze i fruktoze), organskih kiselina, pektinskih materija i drugih važnih sastojaka. Uslijed nedostatka mineralnih materija u organizmu, dolazi do niza poremećaja u metabolizmu. Prekomjerno unošenje, takođe, može nepovoljno da utiče na funkcionisanje organizma i povećava rizik od trovanja. Količina pojedinih minerala koje je potrebno unijeti putem ishrane data je u tzv. RDA (Recommended Dietary Allowances) tablicama. Bosna i Hercegovina takođe posjeduje svoje RDA tablice [5]. Uloga pojedinih elemenata u ljudskom organizmu je različita. Natrijum je u ljudskom organizmu uglavnom smješten u međucelijskoj tečnosti. Oko 0,15% tjelesne mase čovjeka otpada na natrijum. On reguliše kiselobaznu ravnotežu i osmotski pritisak, pomaže kod prenosa nervnog impulsa i kontrakcije mišića [6]. Nedostatak ovog minerala utiče na gubitak apetita, slabost, grčenje mišića i pad krvnog pritiska [7]. Dugotrajno prekomjerno unošenje natrijuma u organizam dovodi do povećanja krvnog pritiska. U RDA tablicama u BiH nema preporučene dnevne količine za natrijum. Preporučeni dnevni unos za natrijum prema drugim autorima je 1500 mg za odrasle osobe i 1200 mg za djecu od 7 do 10 godina. [8].

Kalijum u ljudskom organizmu reguliše ravnotežu tjelesnih tečnosti, učestvuje u prenosu nervnih impulsa i kontrakciji mišića, učestvuje u biohemijskim reakcijama i utiče na rad srca [6]. Zbog nedostatka kalijuma može doći do srčanih smetnji, mišićne slabosti, mučnine i nervne razdražljivosti [7]. Preporučeni dnevni unos za kalijum prema RDA tablicama u BiH za sve kategorije stanovništva je 2000 mg [5].

Kalcijum je od svih mineralnih materija najzastupljeniji u ljudskom tijelu [9]. Od ukupne količine kalcijuma 99% je smješteno u kostima i zubima. Ostatak se nalazi u tjelesnim tekućinama i u međucelijskom prostoru u obliku Ca^{2+} jona [7]. Od ukupne količine kalcijuma koja se unese u organizam resorbuje se oko 30% [7]. Kalcijum u organizmu učestvuje u formiranju kostiju, zuba, koagulaciji krvi, kontrakciji i relaksaciji mišića, regulisanju osmotskog pritiska, funkcionisanju nervnih ćelija i aktivaciji nekih fermenata [7]. Smanjen dnevni unos kalcijuma ima za posljedicu sniženje sadržaja kalcijuma u krvnoj plazmi, grčenje mišića, rahitis kod djece i osteoporozu kod odraslih. Previsok unos kalcijuma može da dovede do oštećenja bubrega i hiperkalcemije, takođe može da se smanji resorpcija drugih metala [7]. Preporučeni dnevni unos kalcijuma prema RDA tablicama u BiH za sve kategorije stanovništva je 800 mg [5].

Uloga magnezijuma u ljudskom organizmu je višestruka. Preko 60% magnezijuma u ljudskom tijelu ulazi u sastav kostiju, oko 27% se nalazi u mišićima, 6-7% se nalazi u ćelijama, a manje od 1% se nalazi u međucelijskom prostoru [10]. Od ukupne količine magnezijuma koja se unese hranom resorbuje se oko 40-50%. Magnezijum učestvuje u relaksaciji mišića i regulaciji krvnog pritiska. Ulazi u sastav fermenata i učestvuje u biohemijskim procesima. Kod zdravih odraslih osoba, koje imaju uravnoteženu prehranu, nedostatak magnezijuma u organizmu je veoma rijedak. Razloga za to može biti taj, što zdravi bubrezi ograničavaju izlučivanje magnezijuma ukoliko je unos nizak [10]. Preporučeni dnevni

unos za magnezijum prema RDA tablicama u BiH za sve kategorije stanovništva je 375 mg [5].

U tijelu odraslih osoba ima oko 4 g gvožđa kod muškaraca i 2,6 g kod žena [11]. Gvožđe ima mnogostruku ulogu u organizmu. Učestvuje u transportu kiseonika od pluća do tkiva. Većina elementarnog gvožđa, kod odraslog čovjeka, nalazi se u hemoglobinu. Gvožđe je, takođe, sastavni dio brojnih enzima, citohroma a, b, c, peroksidaza, katalaza, dehidrogenaza i reduktaza [12]. Nedostatak gvožđa izaziva malokrvnost, smanjenje otpornosti na infekcije, smanjenje radne sposobnosti, probleme u funkcionisanju enzimatskih sistema, probleme u prenosu kiseonika od pluća do ćelija i dr. Veći unosi gvožđa u dužem vremenskom periodu mogu dovesti do hemosidroze, ciroze jetre, insuficijencije pankreasa, dijabetesa i kardiovaskularnih poremećaja. Preporučeni dnevni unos gvožđa prema RDA tablicama BiH za sve kategorije stanovništva je 14 mg [5].

U tijelu čovjeka se nalazi 2-2,5 g cinka [7]. Cink učestvuje u funkcionisanju više od 300 fermentata. Oni katalizuju procese nastanka energije, učestvuju u stvaranju imunološkog sistema, sintezi proteina, hemoglobina i vitamina A. Takođe učestvuje u metabolizmu ugljenih hidrata, nukleinskih kiselina, DNA i RNA [13]. Nedostatak cinka može prouzrokovati kašnjenje skeletnog razvoja i defekte u mineralizaciji kostiju, gubitak apetita, hipogonadizam, usporeno zarastanje rana, poremećaj u rastu fetusa za vrijeme trudnoće, usporen seksualni razvoj, bolesti kože i očiju, kao i neurološke poremećaje. Rijetki su slučajevi trovanja cinkom i do njega dolazi uslijed kontinuiranog prekomjernog dnevnog unosa. Uslijed trovanja dolazi do mučnine, povraćanja, grčenja u stomaku i proliva [7]. Preporučeni dnevni unos cinka prema RDA tablicama BiH za sve kategorije stanovništva je 10 mg [5].

Ljudski organizam sadrži prosječno 100-150 mg bakra [7]. Bakar je značajan za metabolizam gvožđa, sintezu hemoglobina i stvaranje eritrocita, funkcionisanje nervnog sistema, učestvuje u metabolizmu lipida, izgradnji vezivnog tkiva i ćelijskom disanju [14]. Nedostatak bakra kod ljudi koji konzumiraju raznovrsnu hranu je rijedak. Uslijed nedostatka bakra dolazi do opšte slabosti organizma, umora, osteoporoze, tačkastog krvarenja i problema u sintezi vezivnog tkiva [7]. Do trovanja bakrom dolazi ukoliko se unese 10-15 mg dnevno. Tom prilikom dolazi do povraćanja i dijareje. Preporučeni dnevni unos za bakar prema RDA tablicama u BiH za sve kategorije stanovništva je 1 mg.

U tijelu čovjeka se nalazi 15-20 mg mangana. Mangan ima ulogu u stvaranju energije u ćelijama, sintezi proteina i holesterola, stvaranja kostiju i sintezi mukopolisaharida, pomaže sintezu hemoglobina, predstavlja faktor rasta, utiče na metabolizam kalcijuma i fosfora i potpomaže funkciju polnih žlijezda [14]. Uslijed trovanja manganom dolazi do poremećaja u funkcionisanju centralnog nervnog sistema [7]. Preporučeni dnevni unos mangana prema RDA tablicama u BiH za sve kategorije stanovništva je 2 mg [5].

Hrom je dugo ubrajan u toksične elemente za ljudski organizam, ali je 1957. godine uočen njegov značaj u ishrani ljudi i životinja. Utvrđeno je da je trovalentni hrom (Cr^{+3}) biološki aktivan, dok je šestovalentni hrom (Cr^{+6}) potencijalno toksičan [7]. Hrom je neophodan za metabolizam glukoze, lipida i iskorišćavanje aminokiselina. Smatra se da hrom može djelovati preventivno kod dijabetesa i arteroskleroze [15]. Preporučeni dnevni unos hroma prema RDA tablicama BiH za sve kategorije stanovništva je 40 μg [5].

Olovo i kadmijum predstavljaju trajnu opasnost po zdravlje ljudi. Oni u veoma malim količinama mogu da dovedu do oštećenja vitalnih funkcija organizma. Utiču na funkcionisanje enzima, mozga i nervnog sistema, ali i drugih organa. Za razliku od mikroelemenata koje količina može učiniti toksičnim, prisustvo ovih elemenata nije poželjno u ishrani [16].

2. MATERIJAL I METODE

U ovom radu praćen je sadržaj pojedinih komponenti hemijskog sastava drenjka (*Cornus mas L.*) sa banjalučke regije u toku četiri godine. Poseban naglasak je dat na količinu pojedinih elemenata. Sa tri različite lokacije, svake godine, ubrano je oko 1,5 kg drenjka u konzumnoj zrelosti. Ti uzorci su pomiješani i metodom četvrtanja dobijen je zbirni uzorak mase oko 600 g [17]. Nakon toga uzorak je opran, uklonjene su koštice i homogenizovan u mlinu "Triple spindle mixer, Hamilton Beach". Iz homogenizovanog zbirnog uzorka izdvojena je potrebna količina uzorka za određenu analizu. Pojedine komponente hemijskog sastava određene su standardnim AOAC metodama [18]. Za svaku komponentu hemijskog sastava rađene su tri paralelne analize. Priprema uzorka za određivanje mineralnih materija vršena je vlažnim spaljivanjem u smjesi azotne i perhlorne kiseline [19]. Takođe su rađene tri paralelne analize. Sadržaj mineralnih materija u pripremljenim uzorcima određen je tehnikom indukovanog kuplovane plazme na instrumentu Optima 8000 (Perkin Elmer). Na osnovu prosječnih količina pojedinih elemenata iz svih godina izvršen je proračun zadovoljenja RDA vrijednosti za mineralne materije pri konzumiranju svježeg drenjka. Proračun je izvršen prema RDA tablicama za mineralne materije u Bosni i Hercegovini

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U toku četverogodišnjeg ispitivanja sadržaj pojedinih komponenti hemijskog sastava drenjka (*Cornus mas L.*) sa banjalučke regije kretao se u određenim granicama i prikazan je u Tabeli 1.

Tabela 1. Hemijski sastav drenjka (*Cornus Mas L.*) u g/100 g svježeg voća

Suva materija	Invertni šećer	Saharoza	Sadržaj kiselina (kao limunska)	Pepeo
16,2-24,2	7,9-11,1	0,3-0,6	2,4-2,9	0,5-0,6

Sadržaj pojedinih komponenti hemijskog sastava varirao je od godine do godine, naročito sadržaj šećera. To je i razumljivo, jer na sadržaj pojedinih komponenti hemijskog sastava veliki uticaj imaju vremenski uslovi u toku vegetacije, a oni su se razlikovali od godine do godine. Što se tiče literaturnih podataka za hemijski sastav drenjka oni su veoma oskudni. Prema literaturnim podacima sadržaj suve materije u drenjku je 20,3% [20] i 16,16% [21], tako da možemo reći da su naši rezultati u skladu sa literaturnim podacima. Sadržaj invertnog šećera u drenjku prema literaturnim podacima je 9,1% [20] i 7,87% [21] i on je u skladu sa literaturnim podacima. Sadržaj kiselina izražen kao sadržaj limunske kiseline prema

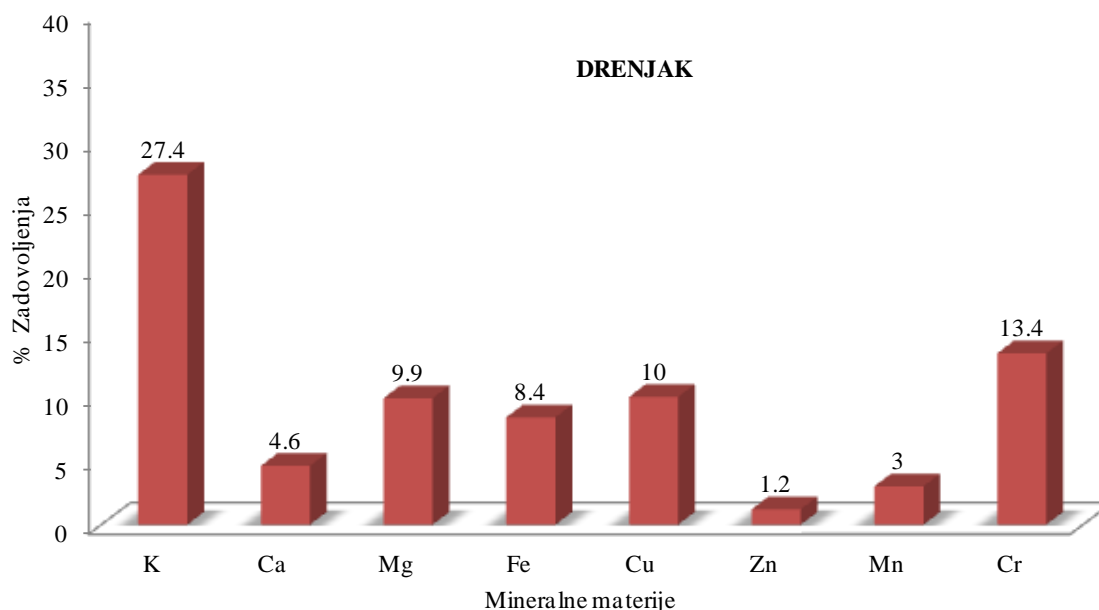
literaturnim podacima u drenjku je 3,9% [20] i 2,39% [21]. Naši rezultati su u jednom slučaju u skladu sa literaturnim podacima [20]., a u drugom su nešto umanjeni [21].

Sadržaj pojedinih elemenata je aritmetička sredina svih mjerenja za pojedini element u toku četiri godine. Vrijednosti tih mjerenja sa standardnom devijacijom su prikazane u Tabeli 2.

Tabela 2. Sadržaj mineralnih materija u svježem drenjku (*Cornus mas L.*) u mg/100g

Na	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	Cr (μg)
2,26	274,2	18,9	18,6	0,59	0,05	0,06	0,06	2,68
$\pm 0,042$	$\pm 1,863$	$\pm 0,471$	$\pm 0,641$	$\pm 0,067$	$\pm 0,001$	$\pm 0,002$	$\pm 0,001$	$\pm 0,326$

Sadržaj olova i kadmijuma u svježem drenjku je ispod granice osjetljivosti Optima 8000 (Perkin Elmer) spektrometra ($0,1\text{mg}/\text{dm}^3$ za olovo i $0,01\text{mg}/\text{dm}^3$ za kadmijum). To znači, da je sadržaj ovih toksičnih elemenata ispod dopuštene granice za svježe voće prema Pravilniku u BiH [22]. U literaturi nismo našli podatke za sadržaj pojedinih elemenata u svježem drenjku, tako da naše rezultate nismo imali s čim porediti. Na osnovu dobijenih vrijednosti za pojedine mineralne materije izvršen je proračun zadovoljenja dnevnih potreba (RDA vrijednosti) za mineralne materije pri konzumiranju 200 g svježeg drenjka (bez koštica). Proračun je izvršen prema RDA tablicama u Bosni i Hercegovini [5] i prikazan na Slici 1.



Slika 1. Zadovoljenje dnevnih potreba organizma za mineralne materije prema pri konzumiranju 200 g svježih drenjaka (*Cornus mas L.*)

Možemo reći da je pri konzumiranju 200 g svježih drenjaka dobro zadovoljenje dnevnih potreba za kalijum 27,4%, relativno dobro za hrom 13,4%, dok za ostale elemente ne prelazi 10%.

4. ZAKLJUČCI

Interval sadržaja pojedinih komponenti hemijskog sastava svježeg drenjka sa banjalučke regije, kod višegodišnjeg ispitivanja bio je u skladu sa literaturnim podacima. Sadržaj toksičnih elemenata, olova i kadmijuma, je bio ispod pravilnikom dozvoljene granice za ove elemente kod svježeg voća. Svježi drenjak predstavlja dobar izvor u ishrani za kalijum, relativno dobar za hrom, dok za ostale elemente ne predstavlja značajan izvor u ishrani.

5. LITERATURA

- [1] Grlić Lj. (2005) Enciklopedija samoniklog jestivog bilja. Ex Libris. Rijeka.
- [2] Brindza P., Brindza J., Toth D., Klimenko S., Grigorieva O. (2007) Slovakian Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.): Potencial for cultivation, Acta hort., 760, 433-437.
- [3] Bijelić S., Ninić-Todorović J., Gološin B., Cerović S., Ognjanov V. (2008a) Cornelian Cherry (*Cornus mas* L.) selection at the Faculty of Agriculture in Novi Sad, 43th Croatian and 3th International Symposium on Agriculture, Opatia, Croatia, Book of papers, 901-904.
- [4] Ercysly S. (2004) Cornelian Cherry germplasm resources of Turkey. J. Fruit and Ornamental Plant Res. Special ed. 12, 87-92.
- [5] Službeni Glasnik BiH 78/12 (2012), Pravilnik o označavanju hranjivih vrijednosti hrane.
- [6] Mandić M.L., Kenjarić D., Perl Pirički A. (2007) Int. J. of Food and Nutr., 60 (S5) 77-87.
- [7] Grujić R., Marjanović-Balaban Ž., Jašić M., Beganlić A., Spaseska Aleksovska E. (2014) Vitamini i minerali u ishrani ljudi, Univerzitet u Istočnom Sarajevu i Univerzitet u Tuzli, Zvornik i Tuzla.
- [8] FNB, (2005) Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride and Sulfate Institute of Medicine, National Academies, Washington, D.C.
- [9] FNB, (1997) Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorous, Magnesium, Vitamin D and Fluoride, Institute of Medicine, National Academies, Washington, D.C.
- [10] Shils M.E., O'Del B.L., Sunde R.A., (1997) Magnesium. In, Handbook in nutritionally essential minerals, Marcel Dekker Inc., New York, p. 117-152.
- [11] Berdenies D.C., (1998) Advanced Nutrition – Micronutrients. CRC Press, Boca Raton, London
- [12] Yip R., Dallman P.R., Ziegler E.E., Filer L.J., (1996) Iron. In, Present Knowledge in Nutrition, 7th. ed., ILSI Press, Washington, D.C. p. 277-292.
- [13] McCall K.A., Huang C., Fierke C.A., (2000) Funktion and mechanism of zink metalloenzymes, J. Nutr., 130(5S Suppl.) 1437-1446.
- [14] Lehninger A., (1985) Principles of biochemistry, Worth Publishers, Inc., p. 294-298.
- [15] Mertz W., (1993) Chromium in human nutrition, A review. J. Nutr., 123 626-633.
- [16] Caurant F., (1994) Bioaccumulation de quelques elements traces (As, Cd, Cu, Hg, Se, Zn) chez le globicephale noir (*Globicephala melas*, Delphinide), peche au large des illes feroe. Doctoral Thesis: Universty of Nantes, Nantes, France.
- [17] Grujić R., Marjanović N., Popov-Raljić J., (2007). Kvalitet i analiza namirnica, Tehnološki fakultet Banja Luka, Banja Luka, str. 11.

- [18] AOAC, (2000). Official methods of Analysis AOAC International 17th edition, Gaithersburg, Maryland USA.
- [19] Trajković J., Baras J., Mirić M., Šiler S., (1983). Analize životnih namirnica, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd str. 37
- [20] Tarko T., Duda-Chodak A., Satora P., Sroka P., Pogon P., Machalica J. (2014) *Chanomeles japonica*, *Cornus mas*, *Morus nigra* fruits characteristics and their processing potential, J. Food Sci. Tehnol., 51 (12) 3934-3941.
- [21] Vasilišin L., Grubačić M., Lakić N., (2013) Sadržaj mikroelemenata u šumskom voću, X Savjetovanje hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske, Zbornik radova, 307-312.
- [22] Službeni Glasnik BiH 37/09, (2009) Pravilnik o maksimalno dozvoljenim količinama za određene kontaminante u hrani.

UPRAVLJANJE OTPADOM

I'm With Nature



THE EFFECTS OF REMEDIATION OF LANDFILL "TABORIŠTE"

Gordan Jančić¹, Adnan Čehajić¹, Huska Jukić¹, Asmir Aldžić¹

¹Univerzitet u Bihaću, Visoka zdravstvena škola
Nositelja hrvatskog trolista 4, 77 101 Bihać

adnan.cehajic@unbi.ba

Keywords: landfill, remediation of landfills, leachate, landfill gas, mixed municipal wast

ABSTRACT:

Insufficient education on waste materials and degradation process at the old landfills as artificial heterogeneous systems, which are basically physical - chemical, non-compliance with directives and non-professional construction of the landfill, results in continuous pollution of soil, air and groundwater in particular.

Waste Management Strategy and Waste Management Plan of Republic of Croatia provide for construction of county or regional waste management centers as the most important infrastructure facilities that introduce integrated waste management system in Croatia (hereinafter: "ŽCGO/RCGO"). At the same time with the construction of ŽCGO/RCGO and establishment of integrated waste management system existing landfills of non-hazardous waste are being repaired and closed.

Treaty on Accession of Croatia to European Union defines that all existing municipal landfills in Croatia must meet (with certain exceptions) requirements of European Directive on waste disposal by the end of year 2018, which represents an obligation to repair and close all landfills and establishment of RCGO/CGO by the end of year 2018, at latest.

This paper provides information on the description and the effects of the environmental impact of an old landfill "Taborište" that exists since 1973 and repair procedures, work technologies in recovering the landfill, environmental, air and water protection measures, sewage collection and their treatment, and information on operational plan of emergency measures in case of water pollution and testing concentrations of landfill gas and deficiencies in the process of repairing landfill "Taborište".

EFEKTI SANACIJE ODLAGALIŠTA OTPADA "TABORIŠTE"

Ključne riječi: odlagališta otpada, sanacija odlagališta, procjedne vode, deponijski plin, komunalni neopasni otpad.

SAŽETAK:

Nedovoljno znanje o otpadnim materijalima i o degradaciji procesa na starim deponijama kao umjetnim heterogenim sistemima, koji su u osnovi fizikalno-hemijski, nepoštovanje propisa i neprofesionalna izgradnja deponije, rezultira kontinuiranim zagađenjem tla, zraka i posebno podzemnih voda.

Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske i Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj predviđaju izgradnju županijskih ili regionalnih centara za gospodarenje otpadom (ŽCGO/RCGO) kao najvažnijih infrastrukturnih objekata uvođenja cjelovitog sustava gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj. Istovremeno s izgradnjom ŽCGO/RCGO te uspostavom cjelovitog sistema upravljanja otpadom saniraju se i zatvaraju postojeća odlagališta neopasnog otpada.

Ugovorom o pristupanju Republike Hrvatske Europskoj uniji definirano je da sva postojeća odlagališta komunalnog otpada u Hrvatskoj moraju ispuniti (uz određena odstupanja) zahtjeve Europske Direktive o odlaganju otpada do kraja 2018. godine, što znači obavezu sanacije i zatvaranja svih odlagališta otpada te uspostavu RCGO/CGO-a najkasnije do 2018. godine.

Ovaj rad donosi informacije o opisu i efektima uticaja na okoliš stare deponije „Taborište“ koje postoji još od 1973. godine. Postupcima sanacije, tehnologijama rada na saniranju odlagališta, mjerama zaštite okoliša, zraka, voda, skupljanju procjednih voda i njihov tretman, te ispitivanje koncentracije odlagališnog plina i samih nedostataka u procesu saniranja odlagališta „Taborište“.

1. UVOD

Upravljanje otpadom ne predstavlja samo Europsku obavezu Republike Hrvatske već civilizacijski iskorak o očuvanju naše životne sredine. Deponije su civilizacijski proizvodi na kojima se skupljaju sve one supstance koje čovjeku nisu potrebne, te se iste mogu dijeliti, u grupe (po porijeklu i vrsti otpadnih supstanci, odnosno vrsti i stepenu zagađenja okoliša).

Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05) u poglavlju o sanaciji odlagališta i „crnih točaka“ navodi se sljedeće: „Sanacija odlagališta otpada treba se provoditi u skladu sa zahtjevima i direktivama EU-a“. Do 2013. godine je sanirano oko 109 odlagališta, na što je utrošeno više od 1 627 350 000 HRK, a preostalo je više od 300 još nesaniranih (prema podacima Stanje u gospodarenju otpadom, AZO, 2013. godine). Sukladno zakonskim propisima i Strategiji gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, Komunalac Petrinja d.o.o., tj. Grad Petrinja namjerava sanirati, a u trenutku otvaranja Regionalnog centra za

gospodarenje otpadom zatvoriti odlagalište otpada „Taborište“. Odlagalište će biti zatvoreno 2018 godine.

2. ZAKONSKA REGULATIVA

2.1. Europska zakonska regulativa

Temelji politike gospodarenja otpadom u EU sadržani su u rezoluciji Vijeća Europe o strategiji gospodarenja otpadom (97/C76/01) koja se temelji na Okvirnoj direktivi o otpadu (74/442/EEC) i ostalim propisima o gospodarenju otpadom u EU.

Utvrđeno je pet osnovnih načela:

1. hijerarhija gospodarenja otpadom,
2. samodostatnost postrojenja za odlaganje,
3. najbolja raspoloživa tehnika,
4. blizina odlaganja otpada, i
5. odgovornost proizvođača.

2.2. Zakonska regulative u RH

Ključni dokumenti za planiranje i provođenje sustavnih aktivnosti u području gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj su Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2005. - 2025. (Narodne novine 130/05) koju je Hrvatski sabor donio 14. listopada 2005. temeljem članka 8. Zakona o otpadu (Narodne novine 178/04, 153/05, 111/06, 60/08) i njen provedbeni dokument Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. - 2015. godine (Narodne novine 85/07) koji je Vlada Republike Hrvatske donijela 19. srpnja 2007. temeljem članka 9. Zakona o otpadu. Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske utemeljena je na općim načelima EU-a u gospodarenju otpadom i "predstavlja realan okvir za uspostavu cjelovitog održivog gospodarenja otpadom u Hrvatskoj do 2025".

2.3. Planiranje gospodarenja otpadom

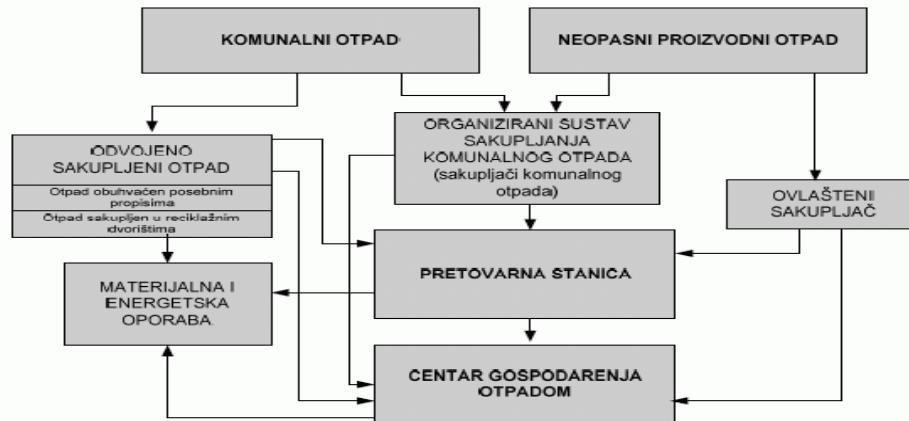
Direktiva WFD 2008/98/EZ zahtijeva uspostavu jednog plana gospodarenja otpadom, ili više njih. Minimalna tražena razina planiranja jest nacionalna razina. Brojne su zemlje odlučile razrađivati regionalne planove gospodarenja otpadom, ako je infrastruktura (odlagališta, spalionice, jedinice za razvrstavanje) usmjerena na opsluživanje većih regija, a ne pojedinih općina. Lokalna općinska razina uglavnom se koristi kako bi se razriješilo pitanje lokacija za prikupljanje otpada i lokacija za kontejnere za otpad, te kako bi se opisali praktični koraci u okviru gospodarenja otpadom, poput učestalosti prikupljanja otpada i ruta za prikupljanje, ili planiranih naknada za održavanje sustava gospodarenja otpadom.

Provedbom Plana gospodarenja otpadom želi se postići:

1. Uspostava sustava gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj po regionalnom (županijskom) konceptu,
2. Povećanje udjela odvojeno prikupljanog otpada,
3. Recikliranje i ponovna uporaba otpada,
4. Prethodna obrada otpada prije konačnog odlaganja,
5. Smanjenje udjela biorazgradivog otpada u komunalnom otpadu,

6. Izdvajanje goriva iz otpada (GIO),
7. Smanjenje količina otpada koje se odlažu na odlagalištima,
8. Smanjivanje štetnih utjecaja otpada na okoliš, te
9. Samoodrživo financiranje sustava gospodarenja komunalnim otpadom.

U integriranom sustavu gospodarenja otpadom tijekom otpada bit će sukladan onom propisanom u Planu gospodarenja otpadom, čiji je koncept i sadržaj prikazan na Slici 1.



Slika 1. Sustav gospodarenja komunalnim i neopasnim proizvodnim otpadom, izvor : Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. – 2015. godine.

U okviru CGO – a obavljat će se prihvat komunalnog i neopasnog tehnološkog otpada s područja određene regije te građevinskog otpada . Komunalni otpad se mora podvrgnuti mehaničko – biološkoj obradi prije odlaganja, pri čemu će nastati neke frakcije otpada koje se mogu materijalno i energetski oporabiti. Obradeni građevinski otpad služiti će kao materijal za dnevno prekrivanje otpada, a sakupljeni odvojeno odloženi otpad na reciklažnom dvorištu u okviru centra, odvozi će se na obradu izvan CGO-a.



Slika 2. Sadržaj CGO-a i tijek otpada, izvor; Plan gospodarenja otpadom za razdoblje od 2007. – 2015.g. u RH.

3. ODLAGALIŠTE OTPADA „TABORIŠTE“

Grad Petrinja koristi odlagalište otpada Taborište za odlaganje komunalnog, proizvodnog neopasnog i građevinskog otpada još 1973. godine. Odlagalište je udaljeno 6 km od središta Petrinje u smjeru jugoistoka, a smješteno je uz istoimeno naselje Taborište, uz magistralnu cestu Petrinja – Hrvatska Kostajnica, na blagim uzvisinama desne strane doline riječice Petrinjčice. Sama mikrolokacija odlagališta nalazi se u plitkoj uvali širine od 70 do 150 metara i dužine 300 metara, koja je okrenuta i otvorena prema zapadu i dolini Petrinjčice, na nadmorskoj visini oko 142 m.n.m. odlagalište je s tri strane okruženo šumom „Kotar-Stari Gaj“ koja od 1975. godine ima status zaštite kao park šuma, a sa zapadne i sjeverozapadne strane odlagališta nalaze se livada i oranica, te pristupni put. U hidrogeološkom smislu odlagalište Taborište se nalazi na dobroj lokaciji (debeli glineni slabopropusni slojevi), ali je problematičan njegov položaj u odnosu na postojeću hidrograsku mrežu jer oborinske vode i povremeni vodotok, koji su slocirani sjeveroistočno, istočno i jugoistočno od odlagališta mjestimično direktno dospijevaju u tijelo odlagališta, te se tako povećeva količina njegovih procjednih voda, koje dalje otječu prema Petrinjčici.

Grad Petrinja je 1998. godine u sklopu cjelovitog ugovora za konzultantske usluge za uređenje komunalne infrastrukture grada naručio od tvrtke „INGRA“ d.d.Zagreb izradu Studije utjecaja na okoliš odlagališta otpada Grada Petrinje. Na temelju provedenih analiza predloženo je otvaranje novog odlagališta komunalnog otpada za Grad Petrinju i za širu regiju na lokaciji Banski Grabovac, te sanacija i zatvaranje postojećeg odlagališta „Taborište“.

U međuvremenu lokacija „Taborište“ se i dalje se koristi za odlaganje komunalnog i njemu sličnog proizvodnog otpada prikupljenog na području Grada Petrinje, uključujući i građevinski otpad. Dana 19.09.2003. godine Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja RH izdaje rješenje kojim se nalaže tvrtki „Privreda“ d.o.o. da osigura provođenje sanacije i zatvaranje odlagališta komunalnog otpada „Taborište“, a 29.09.2003. Rješenjem istog Ministarstva Gradu Petrinja se nalaže provođenje sanacije i zatvaranje odlagalište otpada „Taborište“.

Prema rezultatima Studije utjecaja na okoliš za sanaciju i zatvaranje odlagališta komunalnog otpada Taborište, zatim prethodne Studije utjecaja na okoliš odlagališta otpada Grada Petrinje, te prostorno planske dokumentacije Sisačko – Moslavačke županije i grada Petrinje, kao i stanje na lokaciji „Taborište“ i navedena rješenja Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva RH, Grad Petrinja je prostornim planom uređenja Grada Petrinje (Službeni vjesnik 30/05 iz studenog 2005. godine) donio nove smjernice u gospodarenju komunalnim otpadom, te je vezano uz postupanje s otpadom te je od Elektroprojekta Grad Petrinja naručio usklađivanje dokumentacije za ishodenje lokacijske dozvole za sanaciju spomenutog odlagališta. Urađeno je „novo“ idejno rješenje za ishodenje lokacijske dozvole za sanaciju odlagališta 2007. godine na temelju kojeg je izdana lokacijska dozvola. U listopadu 2008. godine za Grad Petrinju od strane tvrtke IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o. napravljen je Elaborat-istražni radovi na odlagalištu otpada „Taborište“ .

3.1. Procjena odložene količine otpada od početka odlaganja

Procijenjena količina otpada bazirana je na sljedećim činjenicama i iskustvenim podacima:

- Otpad se odlaže od 1973. godine. U razdoblju od 1973.-1991. godine ukupne količine otpada su rasle po godišnjoj stopi od oko 1,7%. U razdoblju od 1991.-1995. godine količine otpada su se znatno smanjile zbog ratnih zbivanja. Nakon povratka stanovništva 1995. godine povećava se količina otpada zbog aktivnosti na obnovi
- Na odlagalištu se odlaže komunalni, neopasni proizvodni i građevinski otpad
- Nasipna težina neopasnog proizvodnog otpada je 500 do 1.000 kg/m³
- Nasipna težina komunalnog otpada je 600 – 1.100 kg/m³.
- Pretpostavljena obuhvatnost stanovnika uslugom skupljanja i odvoza otpada u 2007. godini iznosila je cca 92 %.

3.2. Količine komunalnog i proizvodnog neopasnog otpada

U tablici 1. daje se procjena količina proizvodnog neopasnog otpada koje će nastajati na analiziranom području u razdoblju od 2008. do kraja 2011. godine i odlagati se na odlagalištu

Tablica 1. Procjena količina proizvodnog neopasnog otpada za razdoblje od 2008. do kraja 2011.,

Godina	Proizvodni neopasni otpad* t
2008	5.496
2009	5.579
2010	5.662
2011	5.747

* - otpad svojstava sličnih komunalnom otpadu

Izvor: Izvedbeni projekt sanacije odlagališta otpada "Taborište", IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o., srpanj 2011.

3.3. Ukupne količine otpada

U priloženoj tablici daje se procjena ukupnih količina komunalnog i proizvodnog neopasnog otpada koje treba zbrinuti do kraja 2011. godine.

Tablica 2. Procjena ukupnih količina komunalnog i proizvodnog neopasnog otpada koje treba zbrinuti u razdoblju od 2008. do kraja 2011. godine na odlagalištu otpada „Taborište“,

Godina	Ukupni Otpad (t)
2008	12.834
2009	13.210
2010	13.599
2011	14.002

Izvor: Izvedbeni projekt sanacije odlagališta otpada "Taborište", IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o., srpanj 2011.

4. NAČINI SANACIJE

Sanacija odlagališta može se provesti na tri osnovna načina i to:

- I. ON SITE (nakon iskopavanja zagađenog tla, a na samoj lokaciji),
- II. OFF SITE (nakon odvoženja sa lokacije) i
- III. IN SITU (na postojećoj lokaciji i bez prethodnog uklanjanja).

Prva dva postupka sastoje se u uklanjanju štetnih tvari iz tla tako da se obrađeno tlo može bez štetnih posljedica vratiti na prvobitno mjesto sa funkcijom kakvu je imalo nekad. Postupak in situ sastoji se u dekontaminaciji tla bez ikakvog micanja i često se kombinira sa postupkom on site. Čišćenje tla provodi se slijedećim tehnikama: termički postupak, fizikalno - kemijski postupak, isisavanje plinova iz tla i biološki postupak.

4.1. Tehnologija rada na saniranju odlagališta

Na temelju tehnološkog projekta izvode se radovi na uspostavi odlagališta. Ujedno se prikupljaju tehnički detalji koji služe za izradu ostale tehničke dokumentacije. Redoslijed rada dan je u uputstvima za rad i planu odlaganja otpada, odnosno dnevnika rada gradilišta (dokumentacija o otpadu, opremljenosti, opremi, ugrađenom građevinskom materijalu, pregledu i poduzetim mjerama po nalogu inspekcije zaštite okoliša te pregled praćenja prirodnih i izvanrednih događaja na odlagalištu i monitoringu).

Planirana sanacija je u tijeku, slijedi konačno zatvaranje odlagališta otpada „Taborište“. Aktivnosti koje će se dalje poduzimati su slijedeće: priprema terena i oblikovanje tijela odlagališta, iskop i preseljenje otpada s šireg onečišćenog područja na tijelo odlagališta i ublažavanje pokosa odlagališta, dezinfekcija i deratizacija odlagališta, izrada bočnog nasipa uz južni i zapadni dio odlagališta te izvođenje drenaže za prikupljanje procjednih voda, izrada retencionog bazena, izrada protupožarne ceste, izrada ograde oko cijelog odlagališta otpada, izrada obodnih kanala za sakupljanje oborinskih voda, izrada odzračnika, ugradnja završnog pokrovnog sloja, ozelenjavanje i monitoring voda i zraka.



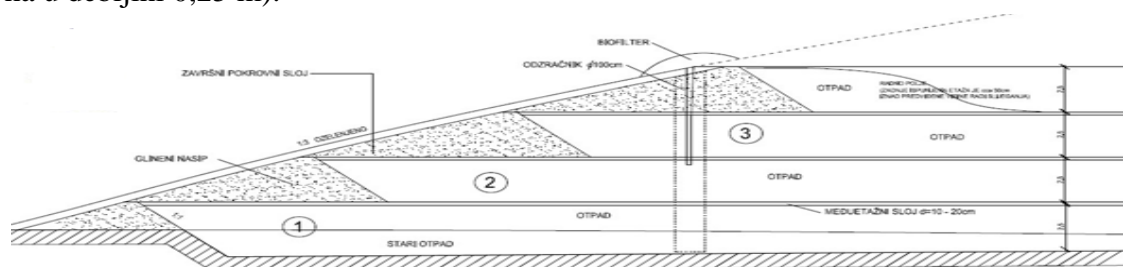
Slika 3. Ulazno izlazna zona. Izvor: vlastita arhiva, 2016.

Tijekom izvođenja postupka sanacije na odlagalište otpada „Taborište“ odlagat će se komunalni i proizvodni neopasni otpad s područja Grada Petrinje sve do popunjavanja istog, odnosno, do otvaranja županijskog ili regionalnog centra za gospodarenje otpadom tj. u skladu sa Pravilnikom o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 114/15), najkasnije je trebalo do 31.12.2011. godine.

4.3. Odlaganje otpada

Otpad se do radnog polja dovozi vozilima za prijevoz otpada (smećari, autopodizači), slika 4. Vozilo ulazi na internu prometnicu i privremenom prometnicom kreće se do radnog polja. Otpad se izbacuje na dijelu koje je u tom trenutku aktivno za prihvatanje otpada. Potom se otpad rasprostire i kompaktira na način da se odlaže u slojevima. Radno polje ima nagib od 1:3 ili blaži, (slika 4.). Na kraju radnog dana otpad treba prekriti dnevnim prekrivnim slojem

(inertnim materijalom ili LDPE-membranom za dnevno i privremeno prekrivanje otpada, cca 2 ha u debljini 0,25 m).



Slika 4. Shematski presjek rada odlagališta, izvor: Mišljenje projektanta o odlaganju otpada za vrijeme sanacije odlagališta, IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o.,2014.

5. MJERE ZAŠTITE OKOLIŠA

Mjere zaštite okoliša određene su i prihvaćene rješenjem resornog Ministarstva kao i navedenih zaključka provedenog postupka Studije o utjecaju na okoliš o prihvaćanju zahtjeva odnose se na mjere tijekom sanacije postojećeg odlagališta i njegovog korištenja do zatvaranja kada se iznađe drugo rješenje za zbrinjavanje otpada.

6. MONITORING

Predviđeni program praćenja stanja okoliša tijekom i nakon korištenja odlagališta otpada „Taborište“ treba provoditi u skladu s Rješenjem o prihvaćanju Studije utjecaja na okoliš sanacije i zatvaranja odlagališta otpada „Taborište“ – Grad Petrinja koje je izdalo Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva 2. ožujka 2006. godine te Pravilnikom o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 117/07 i 111/11).

7. ISPITIVANJE KONCENTRACIJE ODLAGALIŠNOG PLINA

7.1. Svrha Ispitivanja

Naručitelj je dužan provoditi ispitivanja odlagališnih plinova temeljem članka 2.1 dodatka 4. Pravilnika o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 117/07, 111/11, 17/13, 62/13) jednom mjesečno za vrijeme rada odlagališta, a nakon zatvaranja odlagališta svakih 6 mjeseci.

7.2. Mjerenja emisija odlagališnih plinova

Tijekom mjerenja, ispitivat će se slijedeći parametri: vodik (H_2) (ppm), sumporovodik (H_2S) (ppm), metan (CH_4), ugljik dioksid (CO_2) (% v/v) i kisik (O_2) (% v/v)

7.3. Zbirni prikaz rezultata koncentracije odlagališnih plinova

Temeljem obavljenih analiza vrste i koncentracije odlagališnih plinova utvrđene su minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti. Vrijeme usrednjavanja odnosi se na razdoblje mjerenja od 30 minuta. Rezultati mjerenja, tj. izmjerene vrijednosti uspoređuju se sa граниčnim vrijednostima za pojedini parametar sukladno zakonskim propisima RH.

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
 "5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

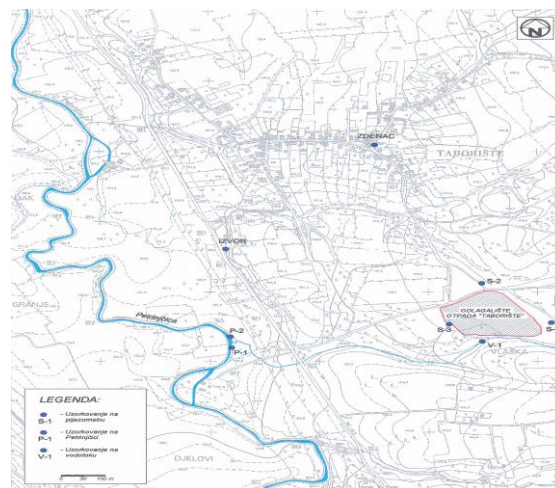
Tablica 3 Minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti koncentracije plinova ispitivanih na mjernom mjestu sa oznakom MM1.

Parametar	Minimum	Maksimum	Srednja vrijednost	GVE/GVI,KGVI	DGE-GGE
(CO ₂) (% v/v)	2,16	5,42	4,72	1,5 % v/v	-
(CH ₄) (vol %)	1,64	2,92	2,09	1 % v/v	5 % - 15 %
(O ₂) (% v/v)	16,0	19,6	16,84	-	-
(H ₂) (ppm)	30,8	102,5	83,3	-	4 % - 76 %
(H ₂ S) (ppm)	0,0	0,0	0,0	5, 10	

7.4. Kakvoća površinskih i procjednih voda

Na temelju provedenih analiza može se zaključiti da voda povremenog vodotoka koji teče uz odlagalište otpada "Taborište", a u kojeg se slijeva dio procjednih i oborinskih voda s odlagališta otpada "Taborište" u određenoj mjeri negativno utječe na kakvoću vode vodotoka Petrinjčice. Kako bi se dokazao utjecaj odlagališta otpada "Taborište" na kakvoću voda u neposrednom okolišu odlagališta, tijekom 2004. godine napravljena je analiza uzoraka procjednih voda iz odlagališta otpada "Taborište".

Budući da se povremeni manji vodotok koji teče uz odlagalište otpada "Taborište" uljeva u Petrinjčicu, a radi prepoznavanja mogućeg utjecaja odlagališta na kakvoću voda Petrinjčice, u 2004. godini organizirano je uzorkovanje i analiza kakvoća njenih voda u 2 navrata, uzvodno i nizvodno od utoka vodotoka iz područja odlagališta. Rezultati ispitivanja vode vodotoka Petrinjčica uzvodno (postaja 1) i nizvodno (postaja 2) od utoka ovog povremenog vodotoka prikazani su u tablici 5. Uzorci vode za fizikalno-kemijsku i mikrobiološku analizu sabirani su u lipnju i kolovozu 2004. godine. Procjena kakvoće površinskih voda napravljena je prema Uredbi o klasifikaciji voda (NN br. 77/1998.) i Uredbi o opasnim tvarima u vodama (NN br. 78/1998.). Na temelju izloženih vrijednosti vidi se da voda vodotoka Petrinjčice i uzvodno (postaja 1) i nizvodno (postaja 2) od upuštanja povremenog vodotoka prema analiziranim pokazateljima ne zadovoljava kriterije voda I. vrste.



Slika 6: Položaj postaja sabiranja uzoraka procjednih, podzemnih i površinskih voda (izvor: IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o., Istražni radovi na odlagalištu Taborište – Petrinja, listopad 2008.)

8. ZAKLJUČAK

Kako je već navedeno gradsko odlagalište „Taborište“ je u procesu sanacije. Samim time je trenutno onemogućeno sustavno praćenje stanja okoliša sukladno Rješenju ministarstva o namjeravanom zahvatu „sanacija i zatvaranja odlagališta otpada 1. kategorije „Taborište“ (UP/I-351-03/05-02/4, Ur.Br.:531-08/3-1-JM-06-4). Na odlagalištu su završeni radovi na obodnom kanalu za prikupljanje oborinskih voda i pasivnom sustavu otplinjavanja. Kako radovi na sanaciji još nisu završeni, Komunalac Petrinja d.o.o. nije u mogućnosti, a sukladno gore navedenom rješenju, izvršiti ispitivanja kvalitete podzemnih voda, nisu izgrađeni novi piezometri a stari su devastirani prilikom izvođenja radova sanacije. Sustav pročišćavanja procjednih voda i sustav za prikupljanje istih u retencioni bazen nije izgrađen. Također, nije u potpunosti izgrađena ograda oko odlagališta, nisu osposobljene radne prostorije s priključcima vode, struje, nije ugrađena mosna vaga niti dovršena pristupna cesta. Komunalac Petrinja d.o.o. zbog nedostataka prilikom izvođenja radova sanacije ulaže znatna sredstva kako bi bio u mogućnosti izvršiti istovar otpada i održavanje radne plohe. Ishođena je 2016. godine Okolišna dozvola (KL: UO/I-351-03/14+20/10, URBR: 517-06-2-2-1-16-51 od 12.12.2016. godine) za odlagalište Taborište koja će objediniti tehnološke procese i čimbenike utjecaja na okoliš a ista je definirala opseg i intenzitet monitoringa onečišćenja postrojenja. Kako su radovi na sanaciji u tijeku, preporučavamo hitne postupke oko planiranja i izgradnje dodatnih piezometara koji nedostaju a nužni su za uzimanje uzoraka podzemne vode.

Općim uvjetima isporuke komunalne usluge skupljanja, odvoza i zbrinjavanja komunalnog otpada definirani su međusobni odnosi između isporučitelja usluge i korisnika usluge na području Grada Petrinje na kojem isporučitelj obavlja navedenu komunalnu djelatnost. Navedena usluga je javna usluga i podliježe Zakonu o zaštiti potrošača NN 41/14, Zakonu o komunalnoj djelatnosti 110/15 što potpada pod ingerenciju gospodarskog inspektora. Sukladno čl. 52 st 1. Zakona o održivom gospodarenju otpadom, osoba odgovorna za gospodarenje otpadom i njezin zamjenik obavili su izobrazbu o gospodarenju otpadom.

9. LITERATURA

1. Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2007. – 2015. godine, Narodne novine 85/2007.
2. Strategija gospodarenja otpadom (Narodne novine, br. 130/05)
3. Zakon o održivom gospodarenju otpadom (Narodne novine, br 94/13)
4. Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (Narodne novine, br. 117/07, 111/11, 17/13, 62/13).
5. Direktiva 2008/98/EU Europskog parlamenta i Vijeća
6. [http://ec.europa.eu/environment/waste/\(1.10.2015\)](http://ec.europa.eu/environment/waste/(1.10.2015))
7. Direktiva 1999/31/EU Europskog parlamenta i Vijeća; dostupno na sljedećem linku: ec.europa.eu/environment/waste/landfill (2.10.2015)
8. Direktiva 2008/98/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o otpadu; dostupno na sljedećem linku: ec.europa.eu/transparency/.../index.cfm(3.10.2015)

9. IZVEDBENI PROJEKT SANACIJE ODLAGALIŠTA OTPADA "TABORIŠTE", IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o., srpanj 2011.
10. Operativni plan interventnih mjera u slučaju izvanrednog i iznenadnog onečišćenja voda na odlagalištu „Taborište“, Komunalac-Petrinja d.o.o.
11. ISPITNI IZVJEŠTAJ br. 215188-E, ispitivanje koncentracije odlagališnih plinova na odlagalištu „Taborište“
12. PROJEKTNI ZADATAK STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI-MASTER PLAN, Fond za Zaštitu Okoliša i Energetsku Učinkovitost, Zagreb 2013
13. Izvješće o gospodarenju otpadom na području Grada Petrinje za 2015, Komunalac-Petrinja d.o.o.,2015
14. IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o., Istražni radovi na odlagalištu Taborište – Petrinja, listopad 2008.

I'm With Nature



INTEGRATED WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN FUNCTION OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Veljko Đukić¹, Zlatan Čizmić²

¹Pan-European University Banja Luka, Faculty of Health Sciences Banja Luka

²City of Bihać, Service for Communal Services, Water, Environmental Protection and Inspection Activities

vljkuki@gmail.com
zlatan.cizmic@bihac.org

Key words: waste, sustainable development, environment, waste management.

ABSTRACT:

Inadequate waste management is one of the key problem in the field of environmental protection in Bosnia and Herzegovina. For years, an increasing amount of waste is generated and, without any prior treatment, it is deposited on existing landfills in municipalities. This practice prevents the use of energy potentials from waste, respectively it represents a great loss of resources and an incomprehensible danger to the environment and human health. Although state efforts have been observed in the last years to solve this problem timely and satisfaction the standards of the developed EU countries, we are still far from achieving the ultimate goal - living in a healthy and preserved environment.

Long-term strategy of Bosnia and Herzegovina in the area of environmental protection, based on the principles of sustainable development, is virtually unrealistic without considering the problems and planned resolution of inadequate waste management.

The precondition for successful environmental protection is the establishment of an integral waste management system. The basis for the establishment of an integrated waste management system in Bosnia and Herzegovina is the National Waste Management Strategy with the EU approximation program.

An integral waste management system is a sum of all political, scientific, technological, economic and other measures that achieve the avoidance, reduction, re-use of waste and the safe disposal of waste residues while retaining existing production and consumption. In this way, maximum economic and ecological effects are achieved.

INTEGRALNI SISTEM UPRAVLJANJA OTPADOM U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA

Ključne riječi: otpad, održivi razvoj, životna redina, upravljanje otpadom.

SAŽETAK:

Neadekvatno postupanje otpadom jedan je od ključnih problema u oblasti zaštite životne sredine u Bosni i Hercegovini. Godinama se generiše sve veća količina otpada i bez ikakvog prethodnog tretmana odlaze na postojeća odlagališta u opštinama. Ovakva praksa onemogućava iskorišćavanje energetske potencijala iz otpada, odnosno predstavlja veliki gubitak resursa i nesagledivu opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Iako su poslednjih godina uočeni naponi države da se ovaj problem blagovremeno riješi i zadovolje standardi razvijenih zemalja EU, još uvek smo daleko od ostvarenja krajnjeg cilja - života u zdravoj i očuvanoj životnoj sredini.

Dugoročna strategija BiH u oblasti zaštite životne sredine, zasnovana na principima održivog razvoja, praktično je neostvariva bez sagledavanja problema i planskog razrešavanja neadekvatnog postupanja sa otpadom.

Preduslov za uspješnu zaštitu životne sredine predstavlja uspostava integralnog sistema upravljanja otpadom. Osnovu za uspostavu integralnog sistema upravljanja otpadom u BiH predstavlja Nacionalna strategija upravljanja otpadom sa programom približavanja EU.

Integralni sistem upravljanja otpadom predstavlja zbir svih političkih, naučnih, tehnoloških, ekonomskih i ostalih mjera kojima se ostvaruje izbjegavanje, smanjenje, ponovno korištenje otpada i sigurno odlaganje ostataka otpada uz zadržavanje postojeće proizvodnje i potrošnje. Na taj način se ostvaruju maksimalni ekonomski i ekološki efekti.

1. UVOD

Integralno upravljanje je društveno definisan koncept koji može da se razumije i interpretira na više načina. Opšte je prihvaćeno integralno upravljanje kao "Nelinearni proces i povezanost problema", u kontekstu menadžmenta. Integralno upravljanje se definiše kao: "obuhvatanje efektivnog pravca svakog aspekta organizacije tako da potrebe i očekivanja svih učesnika (stakeholder-a) budu u jednakoj mjeri zadovoljena najboljom upotrebom resursa". Karakteristike integralnog upravljanja su: donošenje odluka na bazi koncenzusa, potraga za optimalnom efikasnošću i koegzistencija kako ujednačenosti tako i raznovrsnosti unutar sistema. Pristup menadžmentu je holistički i višedisciplinarni radi balansiranja između potencijalnih gubitaka i dobiti[1].

Integralno upravljanje suočava se sa tenzijama različitih pogleda na vrijednost, da bi formulisalo i promjenilo strategije koje prevazilaze, prije nego prihvataju, kompromise. Sugerise osiguranje povezanosti različitih funkcija poslovanja kao i harmoniju između organizacije, društva i prirodne sredine.

Integralno upravljanje kombinuje, ne samo individualne napore i napore grupe za dostizanje jedinstva, već i objedinjuje te napore u veću ujednačenu cjelinu.

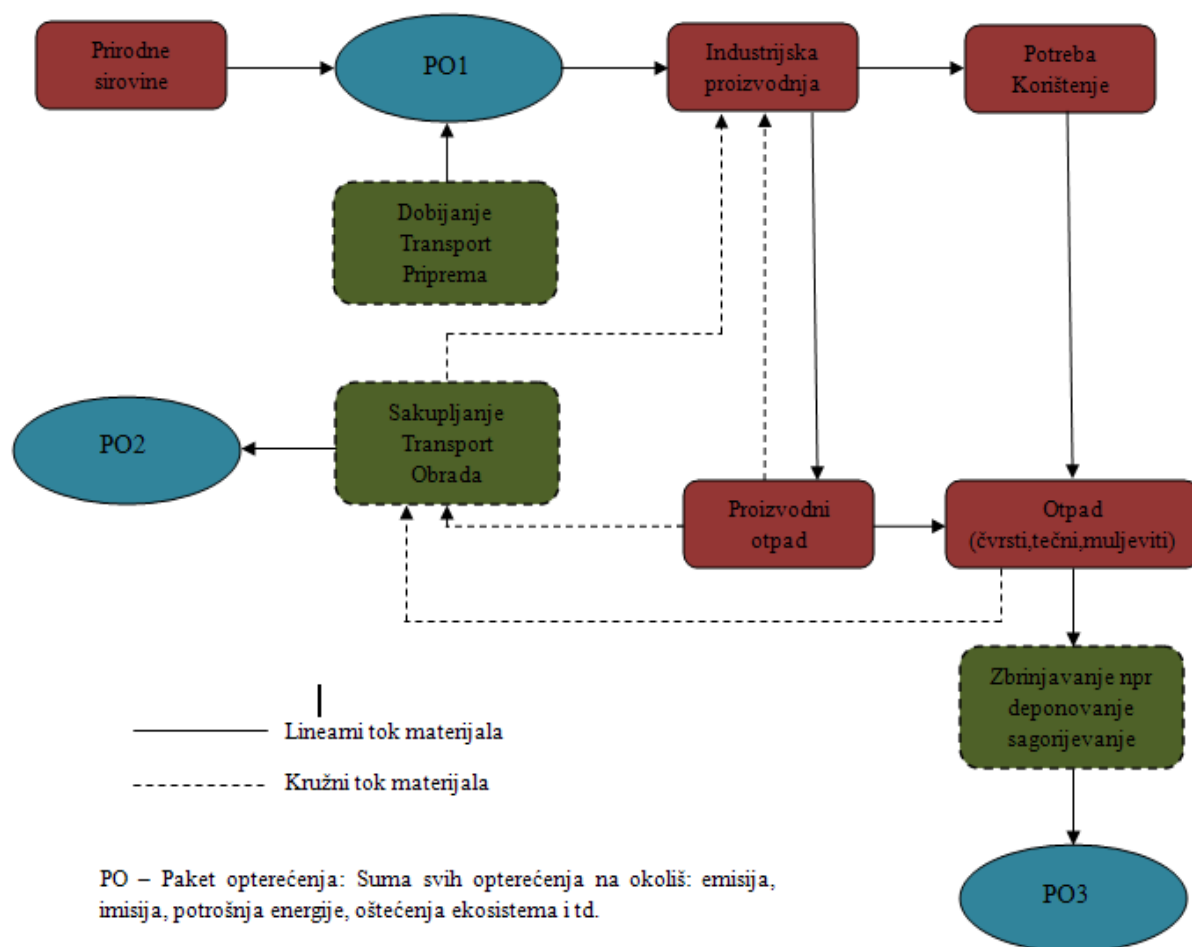
U mišljenju Evropske komisije navodi se:

„Upravljanje otpadom najveći je pojedinačni problem zaštite životne sredine u BiH. Ne samo što zakonodavni okvir treba uskladiti sa zahtjevima i standardima EU-a nego se ne provode ni važeći propisi. Taj sektor predstavlja za BiH glavni izazov, pa će zahtjevati najveće napore prilikom usklađivanja sa EU propisima.“

2. OSNOVNA NAČELA INTEGRALNOG UPRAVLJANJA OTPADOM

Odlaganje otpada u zemljama članicama Evropske unije vrši se u uređene deponije otpada sa visokim stepenom sigurnosti. Međutim, te deponije nemaju neograničenu prijemnu moć (zapreminu), zbog toga se kroz zakonsku legislativu teži smanjiti količina otpada izbjegavanjem nastajanja otpada i ponovnim korištenjem otpada. Osnovni zadatak integralnog upravljanja otpadom je da se sav otpad koji nastaje u procesu proizvodnje, potrošnje i drugim aktivnostima koristi u kružnom toku iskorištavanja[2].

Nerealno je očekivati da se dobije potpuno zatvoren kružni tok otpada (totalna reciklaža) jer i u samom procesu reciklaže neizbježno dolazi do stvaranja otpada. Ponovno korištenje otpada mora se posmatrati sa više aspekata od kojih su najutjecajniji paketi opterećenja na životnu sredinu (Slika 1).



Slika 1. Paketi opterećenja na životnu sredinu (Izvor: Sredojević, 2011)

Principi definisani u Okvirnoj Direktivi o otpadu (2006/12/EC), (2008/98/EC) i EU Strategiji upravljanja otpadom su vrlo važne za sam proces planiranja i mogu se sumirati kao:

- **Princip prevencije** – u cilju očuvanja prirode i resursa, generiranje otpada mora biti minimizirano i izbjegnuto gdje je to moguće,
- **Princip reciklaže i ponovnog korištenja** – ukoliko se generiranje otpada ne može prevenirati, potrebno ga je ponovno upotrijebiti ili reciklirati ili iskoristiti u procesu povrata energije;
- **Princip unapređenja finalnog odlaganja i monitoringa** – u slučajevima gdje se otpad ne može ponovo koristiti, potrebno ga je tretirati i adekvatno odložiti ili spaliti. Obavljane metode zahtijevaju monitoring s obzirom na njihov potencijal za uzrokovanje opasnih šteta po životnu sredinu.

Ovi principi označavaju istorijsku evoluciju u sistemu upravljanja otpadom, dajući najveći prioritet infrastrukturnom aspektu a zatim uključujući aspekte ljudskog zdravlja i životne sredine, te finalno integrirajući pitanja **održanja prirode i resursa**.

Implementaciju ovih generalnih ciljeva je moguće provesti jedino uvođenjem jednog Integralnog sistema upravljanja otpadom. Integralni sistem upravljanja otpadom treba osigurati mehanizme koji će u velikoj mjeri poštovati sve aspekte životnog vijeka proizvoda, počevši od prirodnih resursa pa sve do njegovog odlaganja kao otpada (Slika 2).

Da bi sistem integralnog upravljanja otpadom mogao efikasno funkcionisati koriste se različiti ekonomski instrumenti:

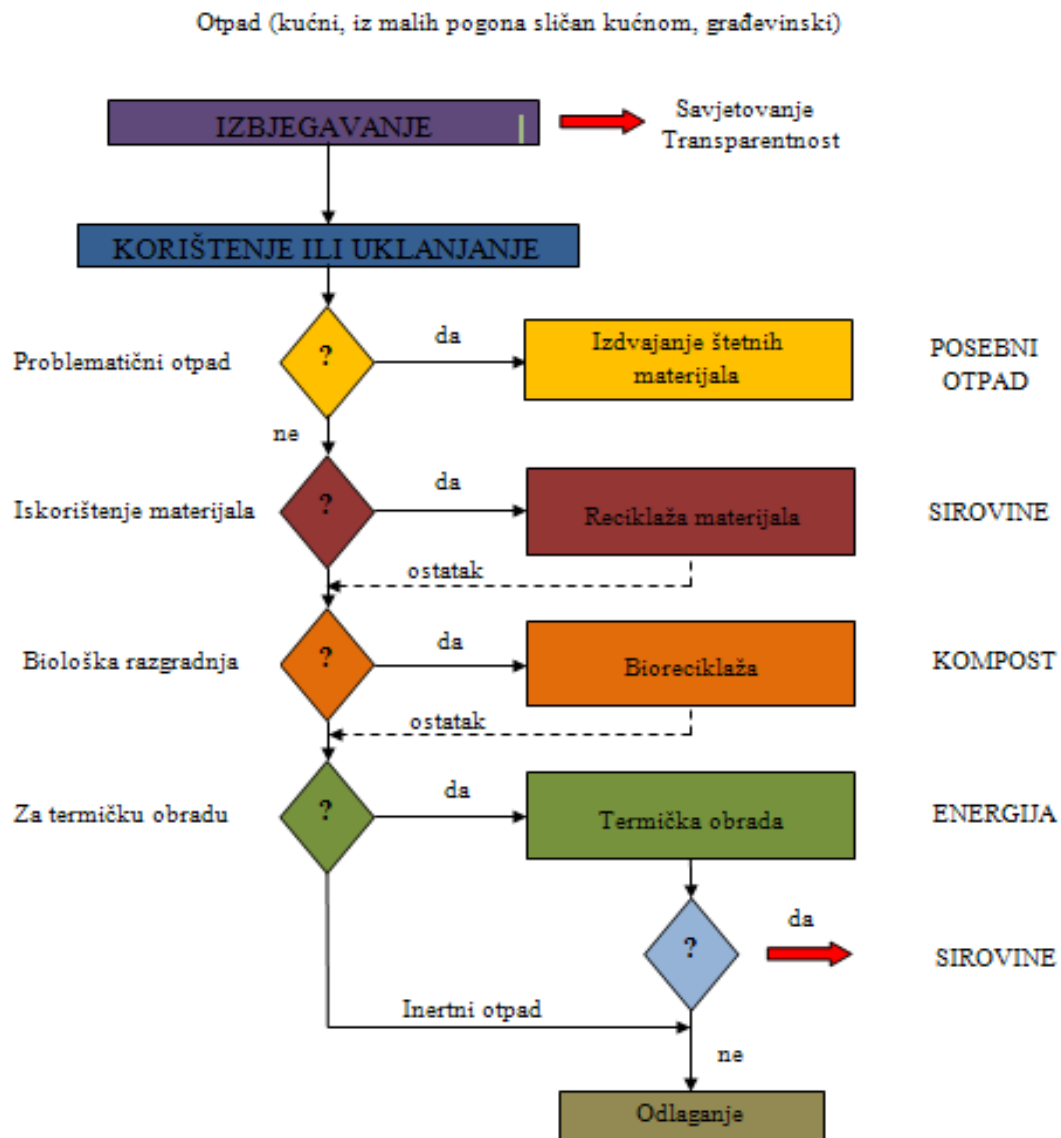
- da bi se podstakla nastojanja da se spriječi nastajanje otpada ili obeshrabri primjena nepoželjnih postupaka odlaganja,
- ispunio prazan prostor između procesa regeneracije i odlaganja,
- izbjegle negativne posljedice postupka zbrinjavanja i odlaganja otpada koji nije prihvatljiv sa ekološkog aspekta zaštite životne sredine i dr.

Ekonomski instrumenti mogu biti različiti: od fiskalnih mjera, finansijske stimulacije do programa refundiranja kaucije, prometom i preradom otpada ukoliko za svoj proizvod nema osiguranog kupca i osiguranu dobit.

Potpunom primjenom sistema upravljanja otpadom, postiže se:

- smanjenje negativnog uticaja otpada na životnu sredinu,
- zbrinjavanje otpada na ekološki prihvatljiv način,
- štednja prirodnih neobnovljivih resursa,
- razvoj nove djelatnosti koja donosi nova radna mjesta i dobit zaposlenima kao i društvu u cjelini,
- smanjenje tenzija javnosti zbog negativnog uticaja otpada na životnu sredinu,
- zdravu prirodnu sredinu za čovjeka i dr.

Rezultati do kojih su došle razvijene zemlje Evropske unije u pogledu integralnog upravljanja otpadom treba da daju podsticaj i Bosni i Hercegovini.



Slika 2. Ispitivanje i mogućnosti korištenja otpada u industriji otpada

3. PARAMETRI ZA USPOSTAVU SISTEMA INTEGRALNOG UPRAVLJANJA OTPADOM [3]

Karakteristike područja

Zbog regionalne i sociološke razlike u određenom gradu odnosno regiji potrebno je razraditi sljedeće parametre:

- *Stanovništvo*: broj i struktura stanovništva, površina oblasti, gustina naseljenosti,
- *Naselja*: gradovi, sela, broj stanova, broj individualnih kuća (sa brojem članova domaćinstva),
- *Industrija*: broj preduzeća, broj zaposlenih, broj prenoćišta,

- *Životna sredina*: geološki uslovi, hidrogeološki uslovi, topografija terena i sl.

Podaci o otpadu

- *Opšti podaci o otpadu*: vrsta, količina, porijeklo otpada,

- *Sastav otpada*,

- *Očekivani porast produkcije otpada*: kućni otpad, industrijski otpada, zemljani iskopi, građevinski otpad, muljeviti otpad iz postrojenja za prečišćavanje komunalnih i industrijskih voda, šljaka, pepeo, prašina iz postrojenja za sagorijevanje (termoelektrane, cementare, željezare), posebni otpadi, ostali relevantni otpadi karakteristični za razmatranu oblast uspostavljanja integralnog sistema upravljanja otpadom,

- *Zavisnost porasta produkcije otpada*: kvota smanjenja, kvota iskorištavanja, povećanje broja stanovnika, razvoj strukture stanovništva, razvoj privrede.

Učešće javnosti

Cilj saradnje sa javnosti je da građani budu informirani o sistemima i postrojenjima za sakupljanje, obradu, iskorištavanje i zbrinjavanje otpada u gradu i regiji. Kroz saradnju sa javnosti građani, proizvođači i trgovci se motiviraju za smanjenje i izbjegavanje produkcije otpada.

Izbjegavanje otpada

Jedan od osnovnih ciljeva integralnog sistema upravljanja otpadom je izbjegavanje nastajanja otpada. Zbog toga se izbjegavanje otpada mora vršiti indirektno i to motivacijom građana, proizvođača i trgovaca sljedećim mjerama:

- *Saradnja sa javnosti*: cilj je motivirati građane i industrijsko-trgovačke organizacije za izbjegavanje otpada npr. kroz izbjegavanje korištenja proizvoda sa većom količinom ambalaže, korištenje ambalaže za višekratnu upotrebu i sl.

- *Zakonske odredbe*: uvođenje kružnog toka korisnih komponenti otpada i sl.

Iskorištavanje otpada

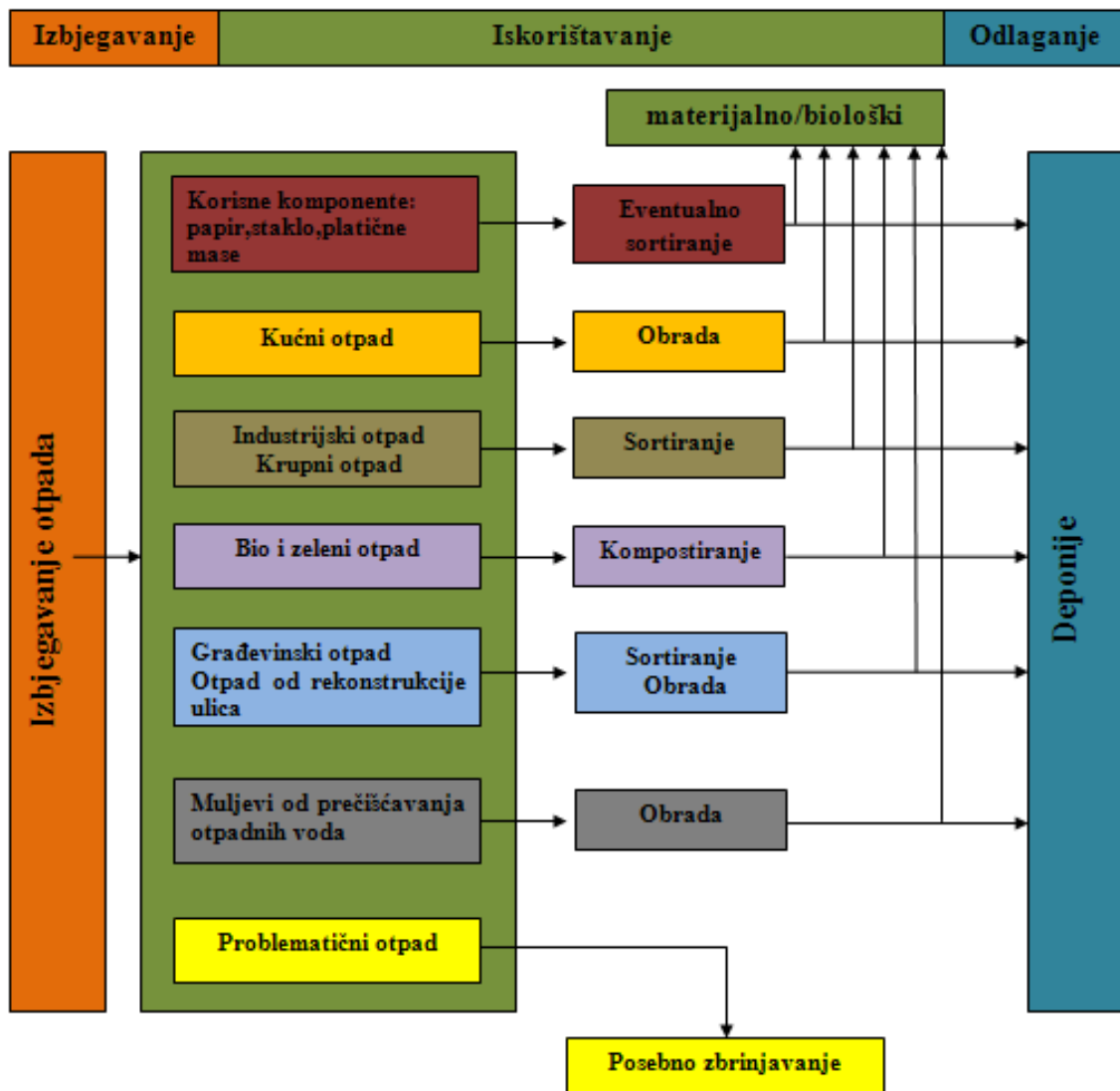
Iskorištavanje otpada se može vršiti na dva načina:

a) *Materijalno iskorištavanje korisnih komponenti otpada*

b) *Termičko iskorištavanje*

Odlaganje ostatka otpada

U svakom sistemu integralnog upravljanja otpadom svoje mjesto nalazi odlagalište otpada na kom će se odlagati nekorisni ostatak otpada i ostatak otpada od postupka materijalnog i energetskog iskorištavanja otpada.



Slika 3. Shematski prikaz uspostave integralnog sistema upravljanja otpadom u jednom gradu u Bosni i Hercegovini (Izvor: Đukić,2009)

4. EKOLOŠKO-EKONOMSKI ASPEKTI USPOSTAVE SISTEMA INTEGRALNOG UPRAVLJANJA OTPADOM

4.1. Ekološki aspekt [4]

Osnovne ekološke prednosti uspostavljanja sistema integralnog upravljanja otpadom su: smanjenje količina otpada koje se odlažu na deponije, što uslovljava smanjenje produkcije deponijskog plina, deponijskog filtrata i mnogobrojnih štetnih supstanci koje negativno utiču na povećano opterećenje osnovnih elemenata životne sredine odnosno direktno ili indirektno utiču na zdravlje ljudi.

4.2. Ekonomski aspekti [4]

Osnovne ekonomske prednosti uspostavljanja sistema integralnog upravljanja otpadom su: izdvajanje svih korisnih komponenti iz otpada (papir, staklo, plastika, drvo i dr.) i njihovo

korištenje u tehnološkim procesima proizvodnje istih ili sličnih proizvoda ili proizvodnje energije, očuvanje neobnovljivih sirovina za buduće generacije, uštede u potrošnji energije i drugih komponenti pri proizvodnji određenih proizvoda upotrebom sekundarnih sirovina, otvaranje novih radnih mjesta.

5. ZAKLJUČAK

Polazeći od činjenice da je „Upravljanje otpadom najveći pojedinačni problem zaštite životne sredine u BiH, uspostava integralnog sistema upravljanja otpadom u Bosni i Hercegovini je preduslov za uspješnu zaštitu osnovnih elemenata životne sredine uz istovremeno dobivanje sekundarnih sirovina. Korištenjem sekundarnih sirovina za proizvodnju određenih proizvoda vrši se "zaštita" neobnovljivih primarnih sirovina uz istovremeno smanjenje otpada za odlaganje i otvaranje novih radnih mjesta.

6. LITERATURA

- [1] Stevanović, H., Mihajlov, A., Stepanov, A.(2010), *Uspostava održivog sistema upravljanja otpadom*, Univerzitet Educons, Sremska Kamenica.
- [2] Sredojević, J., Krajišnik, M. (2011), *Waste economy in terms of sustainable development*, 1st International Conference on Accomplishments in Sustainable Development, 1, p 111-117.
- [3] Đukić, V.(2015), *Ecological Waste Management and Economic Concept of Sustainable*, ICOEST 1th International Conference on environmental science and technology, Sarajevo, p.135-140.
- [4] Đukić, V.(2014), *Ekonomska i ekološka međuzavisnost u funkciji održivog razvoja*, V Međunarodno savjetovanje "Savremeni trendovi u saobraćaju, logistici i ekologiji u funkciji održivog razvoja", Internacionalni univerzitet u Travniku, p.250-258.
- [5] Đukić, V.(2009), *Osnove zaštite životne sredine*, Panevropski univerzitet Apeiron Banja Luka.

I'm With Nature



CHEMICAL WASTE DISPOSAL IN STUDENT LABORATORIES

Begić Sabina, Ljubijankić Nevzeta

University of Sarajevo, Faculty of Natural Science, Zmaja od Bosne 33-35

sabinab2001@yahoo.com

nevzetalj@pmf.unsa.ba

Key words: chemical waste, disposal, management

ABSTRACT:

Practicing laboratory exercises in student chemistry laboratories implies the production of different types of waste. Students should constantly point to the importance of the management and disposal methods of laboratory waste that poses a chemical hazardous, with special attention being devoted to the methods and procedures for proper disposal. The Laboratory Waste Management Strategy encompasses measures and procedures that will increase safety and reduce the impact of chemicals on the environment from the moment of the purchase of chemicals, their use and final disposal of waste. In order to achieve these goals, it is necessary to develop a management hierarchy of chemicals and waste, which implies the prevention of pollution and the reduction of sources of pollution, reuse or redistribution of unwanted materials, processing, recycling and proper disposal of laboratory waste.

ZBRINJAVANJE HEMIJSKOG OTPADA U STUDENTSKIM LABORATORIJAMA

Ključne riječi: hemijski otpad, zbrinjavanje, upravljanje

SAŽETAK:

Izvođenje laboratorijskih vježbi u studentskim hemijskim laboratorijama podrazumijeva proizvodnju različitih vrsta otpada. Studentima stalno treba ukazivati na važnost metoda upravljanja i krajnjeg zbrinjavanja laboratorijskog otpada koji predstavlja hemijsku opasnost, pri čemu naročitu pažnju treba posvetiti načinu i postupcima pravilnog zbrinjavanja otpada. Strategija upravljanja laboratorijskim otpadom obuhvata mjere i postupke kojima će se povećati sigurnost i smanjiti uticaj hemikalija na okoliš od trenutka same nabavke hemikalija, pa do njihove upotrebe i konačnog zbrinjavanja otpada. Da bi se postigli navedeni ciljevi neophodno je razviti hijerarhiju upravljanja hemikalijama i otpadom, koja podrazumijeva sprječavanje onečišćenja i smanjenje izvora zagađenja, ponovno korištenje ili preraspodjelu neželjenih suvišnih materijala, obradu, recikliranje i pravilno krajnje zbrinjavanje laboratorijskog otpada.

1. UVOD

Rad u studentskim laboratorijama podrazumijeva i proizvodnju otpadnih hemikalija koje mogu biti u čvrstom, tečnom ili gasovitom stanju. U tom smislu razlikujemo opasni, neopasni i inertni otpad. Neopasni otpad po svom sastavu i osobinama ne šteti ljudskom zdravlju i ne ugrožava okoliš, dok inertni otpad ne podliježe značajnim fizičkim, hemijskim i/ili biološkim promjenama. U studentskoj laboratoriji naročitu pažnju treba posvetiti hemijski opasnom otpadu. Prema američkoj agenciji za zaštitu okoliša (US EPA) hemijski opasan otpad predstavlja materijal koji ima jednu ili više osobina kao što su: zapaljivost, reaktivnost, korozivnost i toksičnost ili se nalazi na posebnim „listama“ hemikalija sa tačno naznačenim nazivom hemikalije [1].

Zapaljivi materijali su: tečnosti čija je tačka paljenja manja od 60°C, supstance koje mogu izazvati požar, materijali koji pod normalnim uslovima temperature i pritiska mogu izazvati požar usljed trenja, vlage ili nekih spontanih hemijskih promjena, zapaljivi komprimirani gasovi uključujući i one koji stvaraju zapaljive smjese, kao i oksidansi koji pospješuju gorenje organskih materijala. Primjeri: organski rastvarači, gasovi poput vodika i ugljikovodika, itd. *Korozivni materijali* su tečnosti čiji je pH ≤ 2 ili pH ≥ 12.5 ili materijali koji mogu izazvati koroziju određenih vrsta čelika. Zbog ekstremno kiselih ili ekstremno baznih osobina korozivne supstance mogu da izazovu povrede opasne po zdravlje. Primjeri: kiseline, baze, itd. *Reaktivni materijali* su supstance koje su nestabilne, burno reaguju s vodom, proizvode toksične gasove ili pak detoniraju ukoliko se nađu u blizini inicijalnog izvora. Primjeri: alkalni metali, peroksidi, cijanidi, sulfidi, itd. *Toksični materijali* su sve otrovne supstance štetne za zdravlje i/ili okoliš [2].

Ukoliko se neiskorištene ili neotvorene hemikalije nađu na U- ili P- listi definiraju se kao opasni otpad. U-lista sadrži materijale koji su opasni zbog njihove toksičnosti (npr. toksične laboratorijske hemikalije), dok se na P-listi nalaze hemikalije koje izazivaju akutnu toksičnost (npr. vrlo opasne toksične hemikalije čija je oralna letalna doza <50 mg/kg). Dodatno, postoji F-lista na kojoj se nalazi otpad iz nespecifičnih izvora kao što su korišteni rastvarači ili produkti reakcija.

Iako se u studentskim laboratorijama najčešće radi o jednostavnim metodama zbrinjavanja koje podrazumijevaju neutralizaciju i ispuštanje u kanalizaciju ili odlaganje s drugim neotrovnim otpadom na gradskoj deponiji, evidentno je da načinu i postupcima pravilnog zbrinjavanja laboratorijskog otpada treba posvetiti naročitu pažnju. To prije svega podrazumijeva pravilno razvrstavanje otpadnih hemikalija na osnovu njihove hemijske kompatibilnosti.

2. ZAKONSKA REGULATIVA I TRENDОВI

Važno pitanje koje se nameće prilikom razvrstavanja hemijskog otpada svakako jeste da li postoji zakonska regulativa državnih organa i međunarodnih tijela da je otpad definisan kao opasan obzirom da se takav otpad mora tretirati i zbrinuti na propisani način. Zbrinjavanje otpada u laboratoriji u nekim slučajevima može zahtijevati posjedovanje licence za tretman takvog otpada, osim ukoliko se sam postupak zbrinjavanja ne smatra dijelom reakcije koja se provodi u laboratoriji.

Temelji politike upravljanja otpadom u Evropskoj uniji definirani su Okvirnom direktivom o otpadu i Direktivom o opasnom otpadu. Federalni zakon o upravljanju otpadom definira „opasan otpad” kao „svaki otpad koji je utvrđen posebnim propisom i koji ima jednu ili više karakteristika koje prouzrokuju opasnost po zdravlje ljudi i okoliš po svom porijeklu, sastavu ili koncentraciji, kao i onaj otpad koji je naveden u listi otpada kao opasni i reguliran provedbenim propisom“[3]. Na osnovu navedenog zakona donesen je niz podzakonskih akata. Pravilnikom o kategorijama otpada propisane su kategorije otpada sa listama, prema osobinama otpada i djelatnostima iz kojih potiče otpad, kao i obaveza njihovog korištenja. Ovim pravilnikom definiran je i katalog otpada u kojem je otpad razvrstan u dvadeset grupa pri čemu su grupe i pojedinačni nazivi otpada označeni šesterocifrenim ključnim brojevima. Prve dvije cifre označavaju djelatnost iz koje potiče otpad, druge dvije cifre označavaju proces u kojem je otpad nastao i zadnje dvije cifre označavaju dio procesa iz kojeg otpad potiče [4].

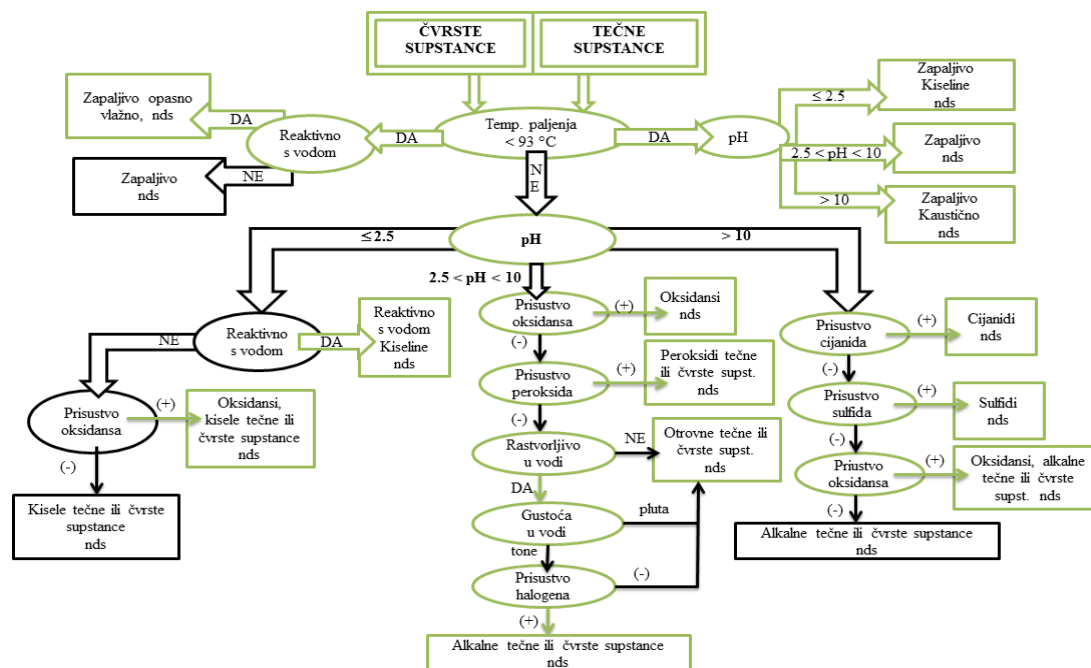
3. UPRAVLJANJE HEMIJSKIM OTPADOM

Strategija upravljanja laboratorijskim otpadom obuhvata mjere za prevenciju i postupke kojima će se povećati sigurnost i smanjiti utjecaj hemikalija na okoliš i ljudsko zdravlje od trenutka same nabavke hemikalija, pa do njihove upotrebe i konačnog zbrinjavanja otpada. Da bi se postigli navedeni ciljevi neophodno je razviti hijerarhiju upravljanja hemikalijama i otpadom koja podrazumijeva sprječavanje onečišćenja i smanjenje izvora zagađenja, ponovno korištenje ili preraspodjelu neželjenih suvišnih materijala, obradu, recikliranje i pravilno krajnje zbrinjavanje laboratorijskog otpada. Upravljanje otpadom u smislu sprječavanja

onečišćenja i smanjenja izvora zagađenja uključuje principe zelene hemije. Ponovno korištenje ili preraspodjela neželjenih suvišnih materijala ima za cilj kupovinu samo onih hemikalija koje su zaista neophodne za rad, pregled zaliha kako bi se izbjegao nepotrebnii višak istih hemikalija i ponovno korištenje viška materijala. Sigurnost i ekološku korist kod upravljanja otpadom svakako pruža tretman i reciklaža otpada. Ukoliko nije moguće spriječiti nastanak otpada ili smanjiti njegovu proizvodnju, treba razmisliti o reciklaži hemikalija. U studentskoj laboratoriji treba provoditi destilaciju otpadnih hemikalija kad god je moguće radi smanjenja proizvodnje otpada i ponovnog korištenja predestiliranih hemikalija. Pravilno zbrinjavanje otpada kao krajnji nivo u hijerarhiji upravljanja otpadom uključuje spaljivanje, neutralizaciju ili druge tretmane otpada, zbrinjavanje obrađenog otpada na deponiji, itd. [1].

4. KARAKTERIZACIJA OTPADA NEPOZNATOG PORIJEKLA

U laboratorijama se ponekad susrećemo sa otpadom nepoznatog porijekla kojeg treba okarakterisati kako bi znali postupak pravilnog zbrinjavanja. Obično su takve analize skupe jer se treba pridržavati propisanih zakonskih metoda. Rukovanje takvim materijalima predstavlja rizik s obzirom da mogu biti nestabilni, reaktivni ili vrlo otrovni. Karakterizacija nepoznatog otpada podrazumijeva ispitivanje: fizičkog opisa, reaktivnosti u vodi, rastvorljivosti u vodi, pH, zapaljivosti, prisustva oksidansa, sulfida/cijanida, halogena, toksičnih supstanci. Fizički opis uključuje agregatno stanje (čvrsto ili tečno), boju, konzistenciju (za čvrsti otpad) ili viskoznost (za tečni otpad). Ispitivanje reaktivnosti u vodi se vrši tako da se na malu količinu uzorka pažljivo doda nekoliko mililitara vode i prate promjene (razvijanje toplote, gasova ili plamena). Ukoliko se nepoznati otpad ne rastvara u vodi, treba ispitati je li rjeđi ili gušći od vode (za čvrsti otpad: pliva ili tone). Ispitivanje pH vrijednosti se može provesti pomoću univerzalnog indikatorskog papira. Ukoliko je otpad rastvorljiv u vodi može se ispitati pH 10 %-tnog rastvora. Zapaljivost se ispituje tako da se mala količina uzorka (< 5 mL) stavi u aluminijsku lađicu i podvrgne izvoru zagrijavanja (plamenik) oko pola sekunde ili jednu sekundu. Ukoliko se otpad zapali prilikom izlaganja izvoru zagrijavanja za pola sekunde, radi se o tečnosti sa temperaturom paljenja ispod 60 °C. U slučaju pozitivne reakcije tek za jednu sekundu radi se o materijalu čija je temperatura paljenja između 60 i 93 °C. Prisustvo oksidansa, sulfida/cijanida, halogena ili toksičnih supstanci moguće je uraditi posebnim test trakama ili nekim od već razvijenih laboratorijskih metoda. Shema za identifikaciju otpada nepoznatog porijekla prikazan je na Slici 1.



Slika 1: Shema identifikacije hemijskog otpada nepoznatog porijekla [1]
 (skraćena nds – nije drugačije specificirano)

5. ZBRINJAVANJE HEMIJSKOG OTPADA



U svijetu je prepoznata ideja o zbrinjavanju otpada njegovom smanjenom proizvodnjom na samom početku koja podrazumijeva smanjenje količine nastalog opasnog otpada, kao i smanjenje inherentne toksičnosti otpada. Neke od koristi smanjenja proizvodnje otpada za studentske laboratorije i okoliš su: značajno smanjenje troškova za uništavanje nastalog otpada, smanjenje potencijalnih opasnosti po zdravlje, smanjenje potencijalnih dugoročnih obaveza za zbrinjavanje otpada, promocija okolišne etike, kao i sprječavanje zagađenja [5]. U studentskoj laboratoriji moguće je smanjiti izvore zagađenja i proizvodnju otpada na nekoliko načina:




- promjenom procedure u eksperimentalnom dijelu koja podrazumijeva zamjenu toksičnih hemikalija sa manje toksičnim,
- ispitivanjem mogućnosti smanjenja i zbrinjavanja nastalih produkata reakcije pri samom planiranju eksperimenata,
- smanjenjem količina uzetih hemikalija,
- smanjenjem proizvodnje otpadnih rastvora koji sadrže teške metale,
- redovnim provjeravanjem etiketa na hemikalijama u cilju smanjenja otpada nepoznatog porijekla,
- redovnim popisom svih opasnih hemikalija koje se koriste u laboratoriji,
- razvijanjem postupaka za uništavanje otpada koji se mogu koristiti kao zadnji korak u eksperimentima,
- razdvajanjem halogeniranih rastvarača od nehalogeniranih,
- razdvajanjem vodenih rastvora od ostalih rastvora ukoliko je moguće,
- reciklažom otpada ukoliko je moguće kako bi se mogao ponovo koristiti, itd.

Hemijski tretman otpada može se provesti pretvaranjem materijala u netoksične i ekološki prihvatljive proizvode. Metode koje se koriste mogu se svrstati u nekoliko kategorija koje uključuju neutralizaciju kiseline, baze, oksidaciju ili redukciju, taloženje toksičnih jona kao nerastvorljivih čvrstih supstanci, itd. Kako bi proizvedeni otpad i višak hemikalija u studentskoj laboratoriji pretvorili u sigurne proizvode, potrebno je razviti detaljne praktične procedure koje podrazumijevaju sigurno provođenje postupaka i u konačnici reproducibilne i pouzdane rezultate. U laboratorijama je moguće razviti takve postupke koji bi mogli biti zadnji korak u toku samog eksperimenta kako bi studenti uočili važnost zbrinjavanja nastalog otpada. Zbrinjavanje otpada u studentskim laboratorijama ima prednosti u odnosu na zbrinjavanje izvan laboratorije.

Zbrinjavanje malih količina velikog broja različitih vrsta hemijskog otpada koji se proizvodi u studentskim laboratorijama u nekim slučajevima može biti izuzetno teško i skupo. Tamo gdje nije moguće smanjiti proizvodnju otpada na samom početku, može se iskoristiti mogućnost pretvaranja barem jednog dijela otpada u neotrovne i ekološki prihvatljive proizvode čime se može smanjiti količina materijala koju je neophodno zbrinuti izvan studentske laboratorije. Poželjno je da svaki laboratorij razradi detaljne procedure za pojedinačne hemikalije gdje su opisani postupci zbrinjavanja otpada sa precizno navedenim uslovima i tačnim količinama reagenasa za svaku hemikaliju koju treba uništiti. Za detaljno nerazrađene postupke neophodno je testiranje u laboratoriji od strane kvalifikovanih osoba kako radi sigurnosti i pouzdanosti, tako i radi provjere da li takve procedure pretvaranja opasnih materijala u neopasne proizvode ispunjava željene kriterije. Da bi se neki postupak odabrao kao prihvatljiv, neophodno je da se više od 99% polaznog materijala uništi kod datih uslova za određeno vrijeme.

Tabela 1: Piktogrami rizika i postupak zbrinjavanja manjih količina nekih hemikalija kao otpada

Naziv hemikalije i piktogrami rizika	Postupak zbrinjavanja malih količina otpada [6]
Acetanhidrid, $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{O}$ 	U troglu tikvicu s okruglim dnom od 250 mL uliti 60 mL rastvora natrij hidroksida koncentracije 2.5 mol/L. Acetanhidrid (5 mL) uliti u lijevak za dokapavanje i uz konstantno miješanje na magnetnoj mješalici dokapavati u tikvicu sa rastvorom natrij hidroksida vodeći računa da temperatura smjese ne pređe 35 °C. Dobiveni rastvor miješati preko noći na sobnoj temperaturi, a zatim neutralizirati rastvorom hloridne kiseline koncentracije 2 mol/L (pH = 7). Nakon sprovedenog postupka, neutralni rastvor se može izliti u odvod. $(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} 2 \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2$
Aluminij(III) hlorid anhidrovani, AlCl_3 	Aluminij(III) hlorid staviti u veliku posudu za isparavanje te cijelu površinu prekriti viškom čvrstog natrij karbonata ili kalcij karbonata. Dobivenu smjesu lagano dodavati u kantu napunjenu hladnom vodom. Ostaviti da stoji 24 sata. Ispitati pH rastvora i neutralizirati ukoliko je potrebno. Dobiveni rastvor se može izliti u odvod tek nakon razblaženja s 50 puta većom količinom vode. Čvrsti nerastvorljivi ostatak obraditi kao aluminij(III) hidroksid. $2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 \longrightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 6 \text{NaCl} + 3\text{CO}_2$
Amonij dihromat,	U 10 mL vode rastvoriti 1 g amonij dihromata. U dobiveni rastvor dodati 5.5 mL

<p>(NH₄)₂Cr₂O₇</p> 	<p>sulfatne kiseline koncentracije 3 mol/L (pH rastvora treba biti oko 1). Zatim polako, uz miješanje, dodati 10 g natrij tiosulfata. Za neutralizaciju tako dobivenog rastvora, polako i oprezno dodati oko 20 g čvrstog natrij karbonata. Nakon jedne sedmice rastvor dekantirati te izliti u odvod. Čvrsti ostatak isprati vrućom vodom, osušiti, i dalje tretirati kao hrom(III) hidroksid.</p> $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 3\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{S}$
<p>Brom, Br₂</p> 	<p>1 L vode dodati 5 mL broma. Polako dodavati oko 120 mL 10% -tnog rastvora natrijhidrogensulfita do iščezavanja boje. Rastvor neutralizirati natrij karbonatom. Dobiveni rastvor izliti u odvod.</p> $\text{Br}_2 + 3\text{NaHSO}_3 \longrightarrow 2\text{NaBr} + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{SO}_2$
<p>Ugljen disulfid, CS₂</p> 	<p>U tikvicu uliti 670 mL natrij hipohlorita (bjelila) ili smjesu napravljenu rastvaranjem 55 g 65 %-tnog kalcij hipohlorita u 220 mL vode. Ugljen disulfid (3 mL) uliti u lijevak za dokapavanje i uz konstantno miješanje na magnetnoj mješalici dokapavati u tikvicu sa rastvorom hipohlorita održavajući temperaturu smjese 20-30 °C (kako bi se izbjeglo isparavanje CS₂). Nakon dodavanja cijele količine CS₂, nastaviti miješati na mješalici još 2 sata tj. dok smjesa ne postane čista. U slučaju velike količine predestilirati rastvor i ostaviti za dalje korištenje.</p> $\text{CS}_2 + 8\text{OCI}^- + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{Cl}^-$

Sigurno zbrinjavanje opasnih otpadnih hemikalija u studentskim laboratorijama podrazumijeva provođenje postupaka zbrinjavanja relativno malih količina otpadnog materijala, pridržavanje mjera lične zaštite kao i izvođenje eksperimenata u digestoru. U Tabeli 1 su opisani postupci sigurnog zbrinjavanja manjih količina nekih od najčešće korištenih hemikalija u studentskim laboratorijama.

6. ZAKLJUČAK

Metode upravljanja i krajnjeg odlaganja laboratorijskog otpada koji predstavlja hemijsku opasnost predstavlja izuzetno važan segment u obrazovanju studenata. U tom smislu je neophodno tokom studija posvetiti naročitu pažnju smanjenju proizvodnje otpada te načinu i postupcima pravilnog zbrinjavanja laboratorijskog otpada. Ideja o zbrinjavanju otpada smanjenjem izvora zagađenja i smanjenom proizvodnjom na samom početku, u studentskoj laboratoriji se može provesti na nekoliko načina: zamjenom toksičnih materijala s manje toksičnim, smanjenjem količina hemikalija u toku izvođenja eksperimenata, smanjenjem proizvodnje rastvora koji sadrže teške metale, razdvajanjem halogeniranih rastvarača od nehalogeniranih, razdvajanjem vodenih rastvora od nevodnih, reciklažom otpada kad god je to izvodljivo, smanjenjem otpada nepoznatog porijekla, itd. U laboratoriji je moguće provesti hemijski tretman otpada koji podrazumijeva pretvaranje otpadnih materijala ili barem dijela u netoksične i ekološki prihvatljive proizvode. Kako bi takvi proizvodi bili sigurni, neophodno je razviti detaljne praktične procedure koje bi se mogle koristiti kao zadnji korak u toku eksperimenta. Najbolje i najsigurnije rješenje za razvijanje takvih postupaka u studentskim laboratorijama jeste potreba za razvijanjem i provođenjem postupaka zbrinjavanja relativno malih količina otpadnog materijala.

7. LITERATURA

- [1] *Prudent Practices in the Laboratory Handling and Management of Chemical Hazardous* (2011), The National Academic Press.
- [2] *Prudent Practices for Disposal of Chemicals from Laboratories* (1983), The National Academic Press.
- [3] Zakon o upravljanju otpadom (2003), Službene novine Federacije BiH, br. 33/03.
- [4] Pravilnik o kategorijama otpada sa listama (2003), Federalno ministarstvo prostornog uređenja i okoliša.
- [5] Office for Research Safety (ORS) (2016), *Hazardous Waste Disposal Guide*, Northwestern University.
- [6] Armour, M.A (2003), *Hazardous laboratory chemicals disposal guide*, 3rd ed. ,CRC Press LLC.

I'm With Nature



MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT IN THE MUNICIPALITY GRADAČAC

Adnan Čehajić¹, Ekrem Pehlić¹, Huska Jukić¹, Asmir Aldžić¹

¹University of Bihać, College of Medical Studies
Nositelja hrvatskog trolista 4, 77 101 Bihać

adnan.cehajic@unbi.ba

Key words: municipal waste, measure, manage

ABSTRACT:

Municipal Waste Management includes the functions of collection, transport, recycling, reuse, treatment and disposal of municipal solid waste. The formation of municipal waste depends on the level of industrial development, living standards, lifestyles, social environment, consumption, etc. For solid waste management has primary responsibility local authorities. It is a complex task which requires appropriate organizational capacity and cooperation between the many stakeholders in the private and public sectors. When creating a waste management plan is necessary to ensure active public participation in all stages of decision-making in the process of adopting documents, in accordance with the principles of the Aarhus Convention.

UPRAVLJANJE KOMUNALNIM OTPADOM NA PODRUČJU OPĆINE GRADAČAC

Ključne riječi: komunalni otpad, mjere, upravljanje

SAŽETAK:

Upravljanje komunalnim otpadom obuhvata funkcije sakupljanja, transporta, reciklaže, ponovne upotrebe, tretmana i odlaganja komunalnog čvrstog otpada. Nastajanje komunalnog otpada zavisi od stepena industrijskog razvoja, životnog standarda, načina života, socijalnog okruženja, potrošnje i dr. Za upravljanje čvrstim komunalnim otpadom glavnu odgovornost ima lokalna vlast. To je kompleksan zadatak, koji zahteva odgovarajuće organizacione kapacitete i saradnju između brojnih zainteresovanih strana u privatnom i javnom sektoru. Prilikom izrade plana upravljanja komunalnim otpadom potrebno je obezbijediti aktivno učešće javnosti u svim fazama donošenja odluka i u procesu usvajanja dokumenata, saglasno principima Arhuske konvencije.

1. UVOD

Zbog sve većih količina i štetnosti po okolinu, otpad se smatra jednim od najznačajnijih ekoloških problema savremenog svijeta. Čovjek je svojim aktivnostima odlučujući faktor u promjeni životne sredine. Sve te aktivnosti su povezane sa zadovoljavanjem životnih potreba. Veliki dio potreba je stvoren vještački i pitanje je da li nam je potreban toliki broj različitih proizvoda, koji će nakon upotrebe postati otpad. Naša civilizacija proizvodi sve više otpada i ništa ne ukazuje na skore promjene ovog trenda. Ipak, zahvaljujući tehnološkom napretku i razvoju ekološke svijesti, borba protiv otpada postaje mnogo uspješnija. Nastajanje otpada je rezultat ukupne ekonomske aktivnosti svake države, i kao takvo u direktnoj korelaciji je sa nacionalnom ekonomijom.

Komunalni čvrsti otpad po definiciji uključuje otpad iz domaćinstva, kao i drugi otpad koji je zbog svoje prirode i sastava sličan otpadu iz domaćinstva: neopasni otpad iz industrijskih, komercijalnih ustanova (uključujući bolnice) i institucija, administrativnih ustanova, građevinski otpad (šut, zemlja, mješoviti otpad sa gradilišta), baštenski otpad, zeleni otpad iz parkova, groblja i ostatke od čišćenja ulica. [1]

Za upravljanje čvrstim komunalnim otpadom glavnu odgovornost ima lokalna vlast. Prilikom izrade plana upravljanja komunalnim otpadom potrebno je obezbijediti aktivno učešće javnosti u svim fazama donošenja odluka i u procesu usvajanja dokumenata, saglasno principima Arhuske konvencije. Lokalni plan upravljanja otpadom mora biti usaglašen sa Nacionalnom strategijom upravljanja otpadom BiH. [2]

2. VRSTE I KLASIFIKACIJA OTPADA

Prema Zakonu o upravljanju otpadom, otpad označava sve materije ili predmete koje vlasnik odlaže, namjerava odložiti ili se traži da budu odložene u skladu sa jednom od kategorija

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

otpada navedenoj u listi otpada utvrđenoj u provedbenom propisu. Vrste otpada su: komunalni otpad, komercijalni otpad i industrijski otpad. Komunalni otpad je otpad iz domaćinstava, kao i drugi otpad koji je zbog svoje prirode ili sastava sličan otpadu iz domaćinstva. Komercijalni otpad je otpad koji nastaje u privrednim subjektima, institucijama i drugim organizacijama, koje se u cijelini ili djelimično bave trgovinom, uslugama, kancelarijskim poslovima, sportom, rekreacijom ili zabavom, osim otpada iz domaćinstva i industrijskog otpada. [1]

Tabela 1. Kategorije, indeksni brojevi i opis pojedinih vrsta komunalnog otpada

KATEGORIJA	INDEKSNI BROJ	OPIS
Staklene flaše i tegle od zelenog, braon ili bezbojnog stakla ili miješani	15 01 07	
Ravno staklo	20 01 02	
Papir	20 01 01	Novine, kancelarijski papir, ali ne ambalaža
Miješani papir i karton	20 01 01	
Knjige	20 01 01	
Papirna i kartonska ambalaža	15 01 01	Kutije od valovitog kartona i druga ambalaža
Aluminijske, čelične, miješane konzerve	05 01 04	
Ostali otpadni metal	20 01 40	Ali ne napuštena vozila
Aluminijska folija	20 01 40	
Frižideri i zamrzivači	20 01 23*/20 01 36	Indeksni broj zavisi da li u sebi sadrže određene hlorofluorouglikovodonike ili ne
Druga bijela tehnika	20 01 35*/20 01 36	Indeksni broj zavisi da li u sebi sadrže opasne materije ili ne
Drugi elektronski otpad	20 01 35*/20 01 36	
Plastika	20 01 39	
Odjeća i obuća	20 01 10	
Ostali tekstil	20 01 11	
Ulje	20 01 25*/20 01 26	

3. UPRAVLJANJE KOMUNALNIM OTPADOM U OPĆINI GRADAČAC

Općinske deponije komunalnog otpada, kakva je i deponija komunalnog otpada u Gradačcu (Višnjik), su većinom otvorenog tipa i to su najčešće prostori koji ne zadovoljavaju uvjete sanitarnih deponija niti su propisno pripremljeni za tu namjenu. Na ovim odlagalištima otpada

ne postoje sistemi za zaštitu voda, zemljišta ili zraka. Mali je broj ovakvih deponija na kojima su izvršeni sanacioni poduhvati, odnosno regulisanje procjernih voda i gasova nije urađeno. [3]

3.1. Lokacija deponije i opis postojećeg stanja

Deponija „Višnjik“ u Gradačcu predstavlja jedinu deponiju na koju se odlaže otpad sa područja općine Gradačac. Postojeći ulaz u deponiju se nalazi na koordinatama:

44°53'38.622"N 18°24'16.159"E

Općinska deponija Višnjik je locirana na sjevero-zapadnoj rubnoj zoni Gradačca u FBiH, dijelom neposredno pored regionalnog puta Gradačac-Modriča. Udaljenost od gradskog centra iznosi oko 3,0 km. Najbliže naselje, zaseok Zrnići sa nalazi jugozapadno od deponije, na relativno maloj udaljenosti. Sa ostalih strana kompleks deponije je omeđen uglavnom njivama i nižim šumskim pojasom. Teren na kome se nalazi deponija je dijelom ravan, a dijelom vrlo blago valovit. [4]

Prema geodetskom snimanju, otpad je do sada odlagan na površini od oko 26.000 m². Visina slojeva otpada je različita i procjenjuje se na 3,0 – 5,0 m u odnosu na površinu okolnog terena. Procjenjuje se da je do sada na deponiji deponovano oko 85.000 m³ otpada. Otpad nije zbijan prilikom njegova odlaganja nego je samo razastiran pomoću buldožera. Također, deponirani otpad se ne prekriva zemljanim ili drugim inertnim materijalom. Postojeće stanje je prikazano na slici 1. [5]



Slika 1: Šira lokacija deponije

Od mehanizacije, na deponiji postoji samo buldožer kojim se vrši razastiranje otpada. Deponija je potpuno neuređena, ograda je djelimično uništena, kao što je prikazano na slici br. 1. Na ulazu postoji samo neuređena kapija i kućica za dežurnog radnika. Dosadašnji način odlaganja otpada je vrlo jednostavan i okolinski neprihvatljiv. Kamion smećar dovozi otpad na plato gdje istresa otpad.

Buldožer razastire istrešeni otpad. Ovdje su uvijek prisutni lokalni skupljači sekundarnih sirovina (uglavnom metali, papir i karton) koji vrše nekontrolirano skupljanje sekundarnih sirovina. Postojeća deponija je počela da se koristi od 1965.godine i trenutno zauzima površinu od 3,2 ha, a visina odlaganja otpada kreće se od 3,0 do 5,0 m u odnosu na okolni teren. Idejnim projektom „Sanacija deponije komunalnog otpada u Gradačcu i pretvaranje te iste u sanitarnu deponiju“ koji je izradio Institut za ekološki inženjering d.o.o., Maribor, novembar 2010. godine predviđena je sanacija postojeće deponije komunalnog otpada u Gradačcu i njeno pretvaranje u deponiju za naredni period, sa obuhvatom od 45.000 stanovnika. Idejnim projektom je predviđeno uređenje i izgradnja svih objekata koji osiguravaju kvalitetno i sigurno funkcioniranje deponije tako da će ista udovoljavati regulativama Bosne i Hercegovine i Evropske unije.

Nakon ovog perioda pristupilo bi se zatvaranju i potpunoj sanaciji ove deponije u skladu sa Zakonom o zaštiti okoliša. Svi radovi u sklopu sanacije deponije udovoljavali bi tehničkim uslovima koji su zapisani u Pravilniku o sadržaju plana prilagođavanja upravljanja otpadom za postojeća postrojenja za tretman ili odlaganje otpada i aktivnostima koje preduzima nadležni organ. [6]

Već tokom rada ove deponije predviđa se uspostavljanje sortirnice otpada, kompostane za biološki otpad i reciklažno dvorište, a nakon zatvaranja i završne rekultivacije dodatno će se uspostaviti pretovarna stanica za odvoz otpada, koji se ne može obraditi ili ponovo upotrijebiti. U Prostornoj osnovi Prostornog Plana općine Gradačac analizirana je postojeća lokacija gradske deponije čvrstog otpada na lokalitetu „Višnjik“ i utvrđeno da njen položaj i stanje uređenosti nisu prihvatljivi za Općinu Gradačac (ne samo sa stanovišta narušavanja vizuelne osobenosti ovog područja, nego i sa stanovišta zaštite okoliša). Deponija je predviđena za odlaganje inertnog otpada odnosno bezoopasnog otpada tako da bi se na deponiji odlagao isključivo komunalni otpad iz kućanstava i privredno-komercijalnog sektora. Na osnovu izrađenog i odobrenog Plana prilagođavanja planira se slijedeći način rada kompleksa rada sanitarne deponije.

Sakupljeni otpad od strane komunalne službe će se na deponiju dovoziti sa kamionima „smećarima“ i kamionima podizačima kontejnera. Na ulaznom dijelu gdje bi se trebala nalaziti portirница i kolna vaga otpad će se vagati i bilježit će se količine dovezenog otpada. Zatim će se otpad odvoziti na deponiju gdje će se istresati i pomoću kompaktora nabijati u slojeve po 0,5 m. Nakon što se otpad rasporedi i nabije kompaktorom u sloj od 0,5 m vrši se njegovo prekrivanje sa inertnim materijalom. [4]

Da bi se izvršila sanacija deponije u Gradačcu potrebno je uraditi niz mjera i aktivnosti što uključuje izgradnju svih objekata koji osiguravaju kvalitetno i sigurno funkcioniranje deponije, kako bi izgrađeni objekat udovoljavao regulativi BiH i Evropske unije. Cilj projekta je sanirati postojeću deponiju za prihvatanje otpada kojeg će stvarati cca. 45.000 stanovnika na način da se sav stari otpad trajno izolira i ne utiče na okoliš. U sklopu čišćenja terena potrebno je posjeći stabla i žbunje te ih ukloniti. Isto tako, potrebno je skupiti sav stari otpad, privremeno ga deponirati na lokaciji tako da neće uticati odnosno smetati građevinskim radovima za izgradnju deponije za stari otpad. Prije izgradnje potrebno je drenirati cijelu površinu na kojoj se nalazi stari otpad i postojeće procjedne vode skupljati u privremenom bazenu za procjedne vode, pristupiti izgradnji saobraćajnica za pristup mehanizacije, uvođenju komunalne infrastrukture (dovod el. energije, pitke vode, odvod kanalizacije i dr. [5]

Sanacije postojeće deponije vršiti će se u dvije faze. U prvoj fazi će se sanirati cijelo područje postojeće deponije. Za potrebe uklanjanja/prebacivanja starog otpada potrebno je izgraditi polje za odlaganje. Polje će biti površine 0,83 ha i imat će kapacitet od oko 71.000 m³ (procijenjena visina odloženog kompaktiranog otpada iznosi 9m). Količina starog otpada procjenjuje se na 115.000 m³. Obzirom da će se stari otpad pri vraćanju na polje sabijati sa kompaktorom, te da će se pomoću rotacionog sita vršiti izdvajanje određene količine otpada i da će se vršiti kompostiranje jednog dijela dodatno će se smanjiti njegov volumen do najmanje cca. 35 % nakon čega će iznositi oko 75.000 m³.

Planirana ploha za stari otpad može primiti oko 71.000 m³, površinu plohe nije moguće proširiti zbog ograničenosti površine zemljišta. Formiranje dna deponije je zasnovano sa plitkim iskopom u stalnu osnovu do dubine cca. 5m, tj. na apsolutnim kotama nadmorske visine između 139,7 i 135,3 gdje se prema podacima geoloških istraživanja nalazi žuto-smeđa glina. [5]

Deponija za stari otpad se mora prethodno pripremiti što uključuje planiranje, izgradnju brtvenih slojeva, sistem za dreniranje procjedne vode, sistem za otplinjavanje i sl. Pokosi odloženog otpada će se formirati u nagibu od 1:2,5. Na svakih 4 m visine formirat će se berme (interni putevi) u širini od 2 m. Zbog lakšeg održavanja dužina pokosa po završetku odlaganja visina ne bi trebala iznositi više od 10 m. Na unutrašnjoj strani berme će se položiti kanalete, koje će odvajati površinske oborinske vode i odvesti ih preko šahta sa taložnicom u lagunu za skupljene oborinske vode. U drugoj fazi izgradit će se deponijsko polje površine 0,6 ha sa kapacitetom od oko 50.000 m. [5]



Slika 2. Situacija sanirane deponije

Prilikom vraćanja i odlaganja starog otpada na prethodno pripremljenu plohu, vršiti će se izdvajanje korisnog materijala iz njega. Zona za odlaganje novog otpada se locira neposredno uz tijelo starog otpada tako da po zatvaranju čini s njim jednu cjelinu. Predviđeno polje za odlaganje novog otpada je površine 0,6 ha i može primiti oko 50.000 m³. Polje treba takođe, pripremiti za sanitarno deponiranje što znači izgradnju svih sistema za zaštitu voda i zraka (procjedne vode, otplinjavanje, odvodnja površinske vode i dr. U ovoj fazi izgradnje moraju

se izgraditi svi objekti koji su potrebni za kvalitetno i neometano funkcioniranje deponije. Na ovom polju se takođe, predviđa odlaganje otpada do visine oko 10 m. Kada se dostigne visina od 10 m, pristupa se popunjavanju prostora između plohe za stari i plohe za novi otpad. Nakon što se popuni međuprostor stvoriti će se uslovi za nastavak odlaganja otpada u ukupnoj visini od 4 m, tako da će ukupna visina deponije iznositi oko 14 m.

Nakon toga se treba pristupiti izgradnji završnog brtvenog (pokrivnog) sloja i rekultivacionog sloja. Navedeno će doprinijeti povećanju kapaciteta deponije, tako da će stvarni kapacitet za odlaganje novog otpada iznositi oko 92.000 m³. Unutar plohe za novi otpad planira se smjestiti i količina starog otpada koja će ostati kao višak nakon popunjavanja plohe za stari otpad, ova količina otpada se procjenjuje na vrijednost od oko 4.000 m³. Na deponiji „Višnjik“ otpad će se moći odlagati još naredne četiri godine. U slučaju da se do tada ne izgradi regionalna sanitarna deponija, investitor mora obezbijediti dodatni prostor na kojem bi se izgradila još jedna ploha za novi otpad, kapacitet te plohe će zavisiti od datuma izgradnje i puštanja u pogon regionalne sanitarne deponije. [7]

Prateći objekti su reciklažno dvorište, kompostana za zeleni otpad, portirnica, kolna vaga i sortirnica otpada.

Tabela 2. Struktura i količine otpada za općinu Gradačac

STRUKTURA OTPADA ZA 2010. GODINU	OPIS	
	%	tona
Udio frakcija u komunalnom otpadu		
Papir i karton, uključivo ambalaža od papira i kartona	35	5 404
Prirodno drvo, kora drveća, slama i ostala zelena biomasa	4	618
Kuhinjski otpad	14	2 162
Obrađeno drvo, uključivo drvena ambalaža	3	463
Plastika i drugi metali od plastike, tekstil	27	4 169
Staklo, metali i druge negorive materije, elektro oprema, baterije i sl.	17	2 625
Udio biološki razgradivih sastojaka	56	
Ukupni udio svih funkcija	100	15 440
KOMUNALNI OTPAD UKUPNO	94	15 440
ODVOJENO SAKUPLJENI OTPAD		
Otpad iz vrtova i parkova	2	329
Glomazni otpad (frižideri, namještaj, madraci i dr.)	2	329
Ostalo	2	329
UKUPNO ODVOJENO SAKUPLJENI OTPAD	6	986

UKUPNO SAV PRIKUPLJANI OTPAD OPĆINE GRADAČAC	100	16 425
BROJ STANOVNIKA GRADAČAC	cca	45 000

4. OPIS MOGUĆIH ZNAČAJNIH UTICAJA PROJEKTA NA OKOLIŠ

4.1. Uticaj na zrak

Uticaj odlagališta otpada „Višnjik“ na kvalitet zraka ovisit će o mnogim faktorima. Osnovni su meteorološke prilike, posebno temperatura zraka, tlak zraka, relativna vlažnost zraka, vrste padavina, te smjer, brzina i učestalost vjetra. Veoma važan je i sastav otpada, te pravilno pridržavanje predviđene tehnologije zbrinjavanja otpada.

Uticaj na zrak u području ima različite uzroke: uticaj gasova s odlagališta, uticaj ispušnih gasova mehanizacije na odlagalištu i transporta, te zagađivanje zraka lebdećim česticama.

Predviđeno je mjesečno deponiranje cca 1000 tona otpada što odgovara dovozu oko 6 kamiona dnevno.

4.2 Uticaj na mikroklimu

Uticaj odlagališta otpada na mikroklimatske promjene najvjerojatnije će se osjetiti na samoj lokaciji odlagališta i to na dijelu na kojem će se odlagati novi otpad. Uticaj će se ispoljiti kroz povišenje temperature vrijednosti zraka usljed povišenih temperatura u samom tijelu odlagališta. Posljedice ovih mikroklimatskih promjena ispoljit će se tek u nešto intenzivnijim procesima evaporacije i evapotranspiracije, te nešto bržem procesu otapanja snijega na prostoru odlagališta. [3]

4.3 Uticaj na floru i faunu

Ne očekuje se da će sanacija postojećeg odlagališta otpada imati direktnih uticaja na autohtonu floru i faunu područja na kojem je locirano. Tijekom sanacije odlagališta otpada, usljed eventualnih nepridržavanja mjera zaštite ili u slučaju akcidentnih situacija kao što je požar, moguća je pojava negativnog uticaja na okolnu vegetaciju. [3]

4.4 Uticaj na pejzaž i nivo buke

Uzevši u obzir činjenicu da se radi o projektu saniranja, tj. uređivanja postojećeg neuređenog odlagališta otpada, ovdje se može govoriti samo o pozitivnom uticaju projekta na pejzaž. Buka ima značajan uticaj na okolni prostor. Transport i mehanizacija proizvode buku iznad 80 dB. [3]

5. OPIS MJERA ZA UBLAŽAVANJE NEGATIVNIH EFEKATA NA OKOLIŠ

5.1 Mjere za ublažavanje uticaja na zrak

Potrebno je pratiti i osnovne meteorološke parametre (brzina i smjer vjetra, temperatura, relativna vlažnost i pritisak zraka). Vršiti evidenciju i analizirati stanje metana u odlagalištu. Vršiti opažanje pojave neugodnih mirisa. Također, potrebno je postaviti sedimentatore za mjerenje količine čvrstih čestica, u sušnim mjesecima vlažiti saobraćajnice i ostale površine na kojima se skuplja prašina (prašina se može smanjiti obavezanim redovnim dnevnim prekrivanjem odloženog otpada inertnim materijalom), te je obavezno natkrivanje kamiona ceradom i pranje točkova kamiona koji dovoze otpad na deponiju. [4]

5.2 Mjere za ublažavanje uticaja na floru i faunu

Sanacijom postojećeg odlagališta otpada, stvorice se uslovi za obnovu određenih staništa, što će pozitivno uticati na daljnji razvoj flore i faune. Opasnost postoji od stvaranja staništa neautohtonih vrsta, kao i povećana brojnost staništa i migracija ptica u području deponije. Sakupljanje ptica na odlagalištu može se spriječiti putem akustičnih signala u čujnom i ultrazvučnom spektru, te poticanjem staništa plemenitih grabljivica (jastreb, soko, orao itd.), ili njihovim uzgojem. [3]

5.3 Mjere za ublažavanje uticaja na pejzaž

Zatvaranjem pojedinih faza deponovanja, prostor je potrebno rekultivisati sadnjom grmlja i druge autohtone vegetacije. Nakon konačnog zatvaranja deponije, prostor je potrebno zatraviti i zasaditi grmljem, a nakon nekoliko godina mirovanja treba zasaditi drvenastu vegetaciju koju će odabrati nadležni lokalni organ. [3]

5.4 Opis mjera za sprječavanje negativnih efekata deponije Višnjik

Najznačajnija primjenjena mjera za ublažavanje i sprječavanje negativnih efekata deponije Višnjik na vode i tlo predstavlja izbor lokacije. Odabrana lokacija po svojim hidrogeološkim karakteristikama je izuzetno povoljna, prisutan je sloj vodonepropusne gline od minimalno 10.0 m, a pri izradi bušotina nije se naišlo na podzemnu vodu ni u jednoj od bušotina. Iz navedenog se može zaključiti da je mogućnost zagađenja podzemnih i površinskih voda u pravilno izgrađenoj i eksploatisanoj deponiji svedena na minimum.

Dodatna predviđena mjera za ublažavanje uticaja je formiranje polja za deponovanje ukopavanjem u sloj vodonepropusne gline do dubine od 5.0 m. Pored dobre zaštite debelim slojem gline, idejnim projektom predviđena je dodatna zaštita tla i podzemnih voda od zagađenja postavljanjem brtvenog sistema od vještačkih materijala na dno i na kosine jame. Ovaj sistem se na dnu sastoji od sljedećih slojeva (posmatrajući od vrha prema dnu):

- zaštitni geotekstil 300 g/m²,

- drenažni sloj šljunka 16/32 mm, d=50 cm, k=10-1 cm/s,
- PEHD drenaža za skupljanje podzemnih voda, DN 315mm, SDR 17, PN 10, zaštitni geotekstil 1200 g/m²,
- GMB – PEHD geomembrana (MST/MSB, obostrano hrapava, d=2.5mm),
- Mineralni brtveni sloj debljine 2x25 cm, k=10-9 cm/s, zgusnut 92% SPP, i
- Prirodno tlo.

U toku izrade glavnog projekta potrebno je usvojiti rješenje koje će adekvatno zaštititi vode i tlo na lokaciji, ali neće nepotrebno povećati cijenu izgradnje objekta. Napominje se da Aneks I EU direktive 1999/31/EC preporučuje ugradnju vještačkog brtvenog sloja i u uslovima kada postoji adekvatna geološka barijera. Idejnim projektom predviđena je ugradnja drenažnog sistema za prikupljanje i odvođenje viška filtrata (povećana vlažnost u tijelu deponije pozitivno utiče na razgradnju organskih materija). Sistem drenažnih cijevi sastoji se iz PEHD drenažnih cijevi profila 315.0 mm položenih u drenažni sloj šljunka od 0.50 m na rastojanju od 30.0 m. Cijevi su položene u pravcu sjever – jug i završavaju šahtom za reviziju. Iz šahtova za reviziju deponijski filtrat se vodi do bazena za filtrat, gdje dolazi do homogenizacije filtrata. Po prikupljanju filtrata u bazenu za filtrat moguće su dvije opcije: tretman filtrata do zakonom predviđenih karakteristika, te njegovo ispuštanje u javni kanalizacioni sistem i recirkulacija filtrata iz bazena za prikupljanje filtrata na tijelo deponije.

6. ZAKLJUČAK

Zbrinjavanje otpada, posebno komunalnog, u većini lokalnih zajednica predstavlja veliki problem. Pristupajući rješavanju problema sa viših nivoa federalne i kantonalne vlasti su donijeli niz zakona i strateških odredbi. Prema ranijim odredbama, u Bosni i Hercegovini je prihvaćena uspostava regionalnog pristupa upravljanja otpadom, što podrazumijeva udruživanje općina po ekonomskom principu, te zajedničko odlaganje otpada na regionalnim deponijama.

Do danas su poduzete mnoge aktivnosti „po ovom pitanju“, formirana su preduzeća regionalnih deponija koja će njima upravljati, neke od deponija su izgrađene ili su u fazi izgradnje. U dosadašnjoj implementaciji pojavili su se mnogi problemi oko održivosti ovakvog pristupa rješavanju problema upravljanja otpadom, od kojih je većina vezana za pronalaženje odgovarajućih lokacija za smještaj regionalnih sanitarnih deponija, te su se pojavili dodatni zahtjevi općina „po pitanju“ ekonomske održivosti sistema, gdje je najbitniji parametar udaljenost pojedinih općina od tih lokacija, što direktno utiče na visinu transportnih troškova. Imajući ovo u vidu, u posljednje vrijeme su izrađene dodatne smjernice za uvođenje Integralnog sistema upravljanja otpadom na području FBiH. Federalno ministarstvo okoliša i turizma je pokrenulo izradu Federalne strategije zaštite okoliša koja u svom sastavu obuhvata Federalnu strategiju upravljanja otpadom.

7. LITERATURA

- [1] Zakon o upravljanju otpadom ("Službene novine Federacije BiH", broj 33/03).
- [2] Elaborat o geomehaničkim istražnim radovima za potrebe izgradnje Sanitarne deponije u Gradačcu, Geoprojekt d.o.o. Tuzla, juni 2010. godine.
- [3] Plan prilagođavanja deponije komunalnog otpada Višnjik Gradačac odobren od strane Federalnog ministarstva okoliša i turizma aktom br. UP-I/05-23-5-174/11 od 13.7.2011. godine.
- [4] Elaborat o geološkim istražnim radovima za potrebe izgradnje Sanitarne deponije u Gradačcu, Geoprojekt d.o.o. Tuzla, juni 2010. godine;
- [5] Studija o procjeni uticaja na okoliš za deponiju „Višnjik“ Gradačac, JP Komunalac Gradačac, Centar za ekonomski, tehnološki i okolinski razvoj – CETEOR d.o.o. Sarajevo, februar/mart 2012. godine.
- [6] Pravilnik o sadržaju plana prilagođavanja upravljanja otpadom za postojeća postrojenja za tretman ili odlaganje otpada i aktivnostima koje preduzima nadležni organ (Na osnovu člana 55. stav 6. i člana 58. stav 4. Zakona o upravljanju otpadom ("Službene novine Federacije BiH", broj 33/03).
- [7] Idejni projekat „Sanacija deponije komunalnog otpada u Gradačcu i pretvaranje te iste u sanitarnu deponiju“, Institut za ekološki inženjering d.o.o. Maribor, novembar 2010. godine.

I'm With Nature



SYSTEMATIZATION OF MACHINERY, DEVICES AND METHODS FOR RECYCLING OF WASTE MATERIALS IN MECHANICAL AND BIOLOGICAL TREATMENT

Ifet Šišić¹, Sebila Rekanović¹, Mahmut Jukić²

¹Biotehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, BiH

²Kantonalna uprava za inspeksijske poslove Bihać, BiH

sisic_btf@yahoo.com

Key words:MBO and MBO-T technology, treatment operations, facility, machinery.

ABSTRACT:

This paper is based on the latest data in the field of processing and recycling of communal waste. The most common waste materials recycling method in the world, region and our country, MBO and MBO-T recycling technology, is explained in this paper. Given processes are based on the concept of combining mechanical (M) and biological (B) waste treatment (O) of waste and include unselected (mixed) and selected communal waste, indicating the advantages and disadvantages of the mentioned treatment technologies. Given the fact that mechanical biological treatment of communal waste involves a set of different processing operations, the paper presents processing operations and machine equipment with descriptions and positions in drive units of a facility.

The main input parameters for the selection of technology for the treatment of mixed and selected communal waste with the conceptual solutions regarding the flow of processing activities refer to the quantities, composition, structure, type and content of waste components. The paper emphasizes the comprehensiveness of the approach to the necessity for organized waste management, the knowledge of masses and mass distribution of waste throughout a year, the expected efficiency of the waste collection and, in particular, the properties of the products obtained by the recycling and regeneration processes.

SISTEMATIZACIJA MAŠINA, UREĐAJA I METODA ZA RECIKLIRANJE OTPADNIH MATERIJALA KOD MEHANIČKO-BIOLOŠKE OBRADU

Ključne riječi: MBO i MBO-T tehnologija, radne operacije, postrojenje, strojevi.

SAŽETAK:

Ovaj rad je baziran na najnovijim podacima iz oblasti prerade i reciklaže komunalnog otpada. U radu je objašnjena najzastupljenija metoda reciklaže otpadnih materijala u svijetu, regionu i kod nas, tj. MBO i MBO-T tehnologija reciklaže. Dati procesi se zasnivaju na konceptu kombiniranja mehaničke(M) i biološke(B) obrade(O) otpada i obuhvataju neselektirani (mješoviti) i selektirani komunalni otpad sa navođenjem prednosti i nedostataka pomenutih tehnologija obrade. Poznavanjem činjenice da mehaničko biološka obrada komunalnog otpada predstavlja skup različitih postupaka obrade, u radu su predstavljene procesne operacije i mašinska oprema sa opisima i pozicijama po pogonskim jedinicama postrojenja.

Glavni ulazni parametri za izbor tehnologije obrade mješovitog i selektiranog komunalnog otpada sa konceptualnim rješenjima tokova procesnih aktivnosti odnose se na količine, sastav, strukturu, vrstu i zastupljenost komponenti u otpadu.

U radu je istaknuta obuhvatnost pristupa potreba organiziranog odvoza, poznavanje masa i masene raspodjele otpada tokom godine, očekivana učinkovitost izdvojenog skupljanja otpada i naročito, svojstva proizvoda dobijenih procesom reciklaže i regeneracije.

1. UVOD

1.1.4 R

Sistemski i cjeloviti pristup reciklaži, regeneraciji i energetsom iskorištenju otpadnih materijalaje vrlo je zahtijevan i složen. Postoji jedno opšte prihvaćeno pravilo, pod nazivom 4R koje dolazi od četiri engleske riječi: *reduction, reuse, recycling* i *recovery*, što podrazumijeva smanjenje i sprječavanje otpada, njegovu ponovnu upotrebu, zatim recikliranje i regeneraciju materijala i energije iz otpada. Otpadni materijal je najčešće čvrstog agregatnog stanja, ali postoje i tečni otpadni materijali i otpad u obliku mulja. Sakupljanje, transport i tretman ovih materijala iziskuje posebne i specijalne uređaje.

Recikliranjem se ostvaruje kruženje materijala od proizvoda preko upotrijebljenog proizvoda odnosno otpada, pa preko sekundarne sirovine ponovno do proizvoda. Otpadni materijali koji su najprikladniji za recikliranje su oni koji se mogu ponovno koristiti bez značajnih gubitaka kvalitete i količine. Primjer za takve materijale su staklo, papir, karton, plastika i metal. Glavni preduslov za uspješno recikliranje je sveobuhvatan sistem prikupljanja otpada, selekcija otada na mjestu nastanka, odlaganje i tretman.

Regeneracija je postupak koji se zasniva na toplotnoj, hemijskoj ili fizikalnoj obradi materijala i energetskih sirovina kako bi se ponovno proizveo materijal ili nova energija. Postupak regeneracije se primjenjuje samo na onu količinu otpada koju nije moguće smanjiti,

ponovno upotrijebiti i reciklirati, odnosno posljednja je i najmanje poželjna opcija u hijerarhiji upravljanja otpadom. Korištenje otpada kao goriva, obrada i ponovna upotreba rastvarača, kiselina, baza (regeneracija), korištenje biootpada (kompost) i slično su neki od primjera regeneracijske obrade.

1.2. Novi materijali i sirovine

Komunalni otpad se smatra korisnom sirovinom i u BiH-a je energetski neiskorišten potencijal. Danas u svijetu postoje mnoga izgrađena i aktivna postrojenja za obradu komunalnog otpada sa velikim razlikama u tehničkoj opremljenosti, obimu radnih operacija i organizacije rada. Prema informacijama u našem regionu više firmi je razvilo inovativnu tehnologiju tzv. tehnologiju budućnosti, za održivo upravljanje komunalnim otpadom primjenom postupaka mehaničke-biološke, kombinovane i termičke prerade, sa dobijanjem novih sirovina, kompost, sirovine za proizvodnju energije—RDF i sl. Tako iz jedne tone miješanog komunalnog otpada može se izdvojiti oko 50 kg korisnog otpada, poput metala i PET-a, te proizvesti oko 550 kg goriva iz otpada[1].

RDF (Refuse Derived Fuel) ili gorivo iz otpada (GIO) je vrsta otpada koji nastaje posebnim postupcima obrade (izdvajanja određenih frakcija i sl.) u cilju dobivanja gorivog otpada koji u sebi mora imati tzv. „lake i pogodne frakcije“, koje imaju potreban sastav i energetsku vrijednost. Dobijeni proizvod se koristi kao dodatak ili alternativa redovnim gorivima (uglavnom fosilnim), i konkretno se najviše koristi u tvornicama za proizvodnju cementa.

2. MEHANIČKO-BIOLOŠKA OBRADA OTPADA

2.1. Opis MBO tehnologije

MBO tehnologija (eng. Mechanical Biological Treatment-MBT) obuhvata dva ključna procesa: mehaničku (M) i biološku (B) obradu, pri čemu se pozicije „M“ i „B“ procesa mogu konfigurirati na efikasne načine, kako bi se ostvario niz specifičnih ciljeva, kao što su:

- ✓ maksimiziranje količine obnovljivih sirovina (staklo, metali, plastika, papir, i dr.),
- ✓ proizvodnja komposta,
- ✓ proizvodnja visoko kvalitetnog krutog goriva iz otpada (GIO) definiranih svojstava,
- ✓ proizvodnja bio stabiliziranog materijala za odlaganje (biorazgradiva komponenta),
- ✓ proizvodnja bioplina za proizvodnju topline i/ili električne energije

Važno je istaći da kod postrojenja gdje se prvo izvodi biološka faza obrade otpada da se radi o *BMO postrojenju*. Iako i jedna i druga vrsta tehnologije (MBO i BMO) rezultiraju istim ishodom, postoje znatne razlike u odnosima i kvaliteti materijala dobivenih iz miješanog komunalnog otpada.

Izbor postupka prerade krutog miješovitog otpada ovisi o njegovim karakteristikama, kao što su: sastav materijala, homogenost mješavine, veličina i oblik čestica/dijelova, električna svojstva, mehanička svojstva, magnetska svojstva, zapaljivost, sadržaj vlage, itd[2].

Biološka obrada otpada ovisi o efikasnosti mehaničke separacije fine od grube frakcije otpada. Za kompostiranje fine frakcije upotrebljava se intenzivno prozračivani (aerirani) tunelski bioreaktor gdje se proces biološke razgradnje događa i na aeracijskoj (perforiranoj)

ploči koja ujedno ima funkciju biofiltera. Daljnja potpuna biorazgradnja svih organskih tvari se nastavlja na hrpama (najčešće 1 do 1,5 m visoke, široke 2 do 3 m, dugačke 30 do 100 m, ovisno o uređaju za prevrtanje).

2.2. Procesne karakteristike mehaničko-biološke obrade

U konstruktivnom pogledu MBO postrojenje se projektuje iz dvije vezane cjeline i to:

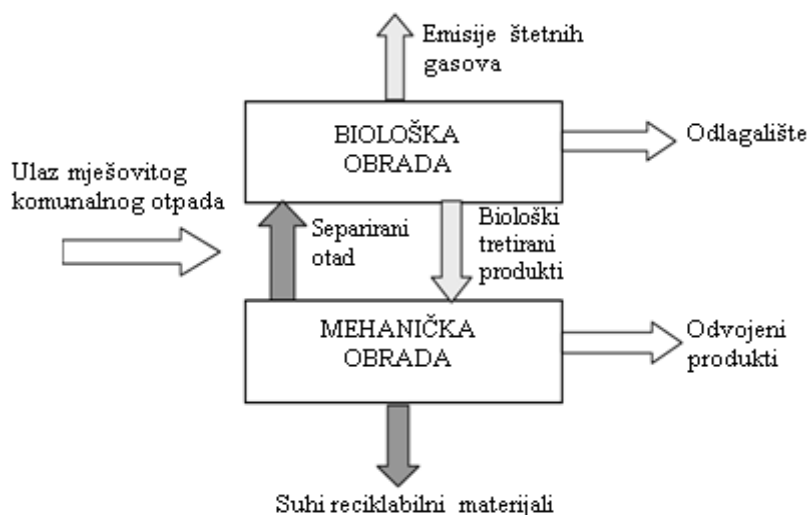
- (a) obrada mješovitog komunalnog, glomaznog i prethodno izdvojenog otpada i
- (b) bio-kompostana za prethodno izdvojeni biorazgradivi otpad.

U MBO tehnologiju uključene suradne operacije, jednu ili više njih, kao što su:

1. Usitnjavanje i paletizacija, drobljenje i mljevenje, prosijavanje i druge metode mehaničke separacije i separacija uslijed djelovanja elektromagnetskih sila koji spadaju u mehaničku obradu te
2. Bio-sušenje, biostabilizacija, kompostiranje i digestija (anaerobna ili aerobna) koji spadaju u biološku obradu.

Koncept M-B obrade otpada razvio se kao posljedica nastojanja da se reducira količina biorazgradivog otpada koji se do sada obično odlagao u odlagalištima otpada, te da se sistemom automatske separacije omogući povrat korisnih sirovina iz otpada. Na ovaj način dizajnirano postrojenje pruža mogućnost proizvodnje korisnih čvrstih materijala, proizvodnju goriva iz otpada, te proizvodnju komposta iz biorazgradivog otpada koji je odvojeno skupljen na izvoru[3].

U sastav ovog otpada ulazi i dio zaprimljene količine neopasnog proizvodnog otpada te prikupljeni otpad iz vrtova i parkova. U nastavku je data opšta shema MBO procesa s obzirom na redoslijed obrade otpada, slika 1, dopunjena od strane prvog autora V 2017.



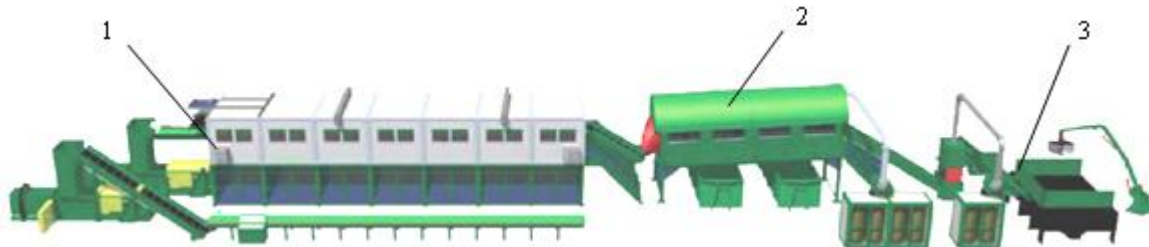
Slika 1. Opća shema MBO procesa s obzirom na redoslijed obrade[8]

Opis: Prema opštoj shemi MBO procesa prikazanog na slici 1, prethodno neobrađeni otpad se šalje na mehaničku obradu gdje se provodi mehanička separacija metala, plastike, stakla i potencijalno opasnih tvari. Ostatak otpada koji je većim dijelom biorazgradiv, odlazi na kompostiranje ili anaerobnu digestiju. Tokom procesa biološke obrade materijal se komprimira i stabilizira odlaže na posebne deponije. *Rafinacija* se vrši nakon što je proces biosušenja završio, pri čemu se sav otpad dizalicom odnosi u izlazni ljevak te se transportnom trakom

odvozi na mljevenje i sortiranje prema vrsti materijala. Odvajaju se različite frakcije kao što je goriva frakcija kao zamjensko gorivo, magnetski i nemagnetski metali, plastike, staklo, metanogena frakcija kao potencijalna frakcija za proizvodnju bioplina i dr. Glavni cilj mehaničke rafinacije je proizvodnja krutog sipkog goriva kao zamjenskog goriva za industrijske peći. Takvo gorivo ima kalorijsku vrijednost od 16 do 18 MJ/kg[4].

2.3. MBO-T postrojenje

MBO-T postrojenje koncipirano je na način da se iz miješanog otpada, bez prethodne selekcije, vrši recikliranje komponenti iz otpada. Pojednostavljeno rečeno, radi se o tvornici u koju na jednoj strani ulazi mješani komunalni otpad, a na drugoj izlazi osam vrsta recikliranih korisnih sirovina, kompost i gorivo iz otpada *RDF*[4]. Na slici 2. je dat prikaz zatvorenog i poluautomatiziranog MBO-T postrojenja upravljanja otpadom, kao tvornica za preradu komunalnog otpada i kao tehnološka inovacija.

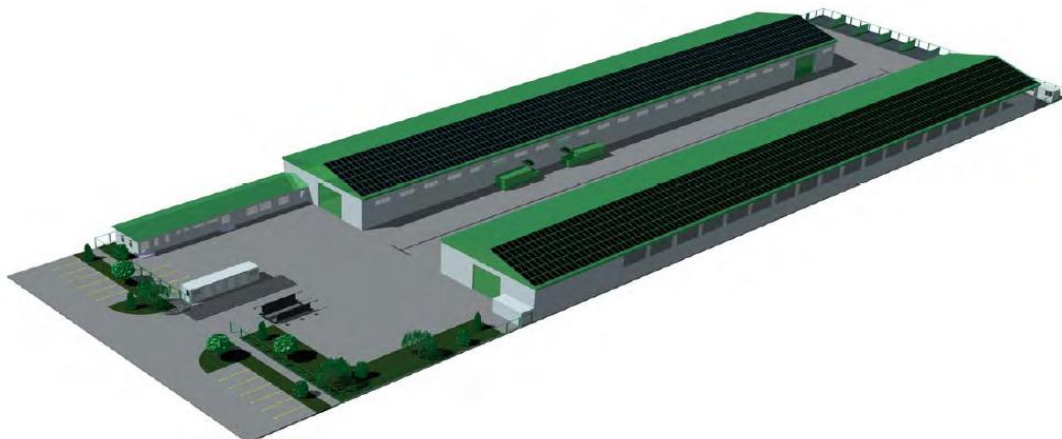


Slika 2. Tehnološki raspored pogonskih jedinica kod MBO postrojenja[6]

Pozicije:

1. Pogon za reciklažu miješanog i pedsortiranog komunalnog otpada
2. Tehnološki dio za proizvodnju, shrediranje i baliranje RDF goriva
3. Pogon za obradu bio-razgradivog otpada i proizvodnju eko-komposta

MBO-T tehnologiju prati niska potrošnja energije, prihvatljiva cijena investicionih ulaganja. U ekonomskom pogledu kroz vrijednost recikliranih sirovina i goriva iz otpada garantira se povrat investicije u pet godina. Na slici 3. je dat 3D prikaz objekta MBO-T tehnologije obrade miješanog otpada sa infrastrukturnim prostornim sadržajima.



Slika 3. 3D prikaz MBO-T tvornice za preradu miješanog komunalnog otpada; dužine tipskih tvornica: 120 - 140 - 160 - 180 - 200 m „Tehnix“[6]

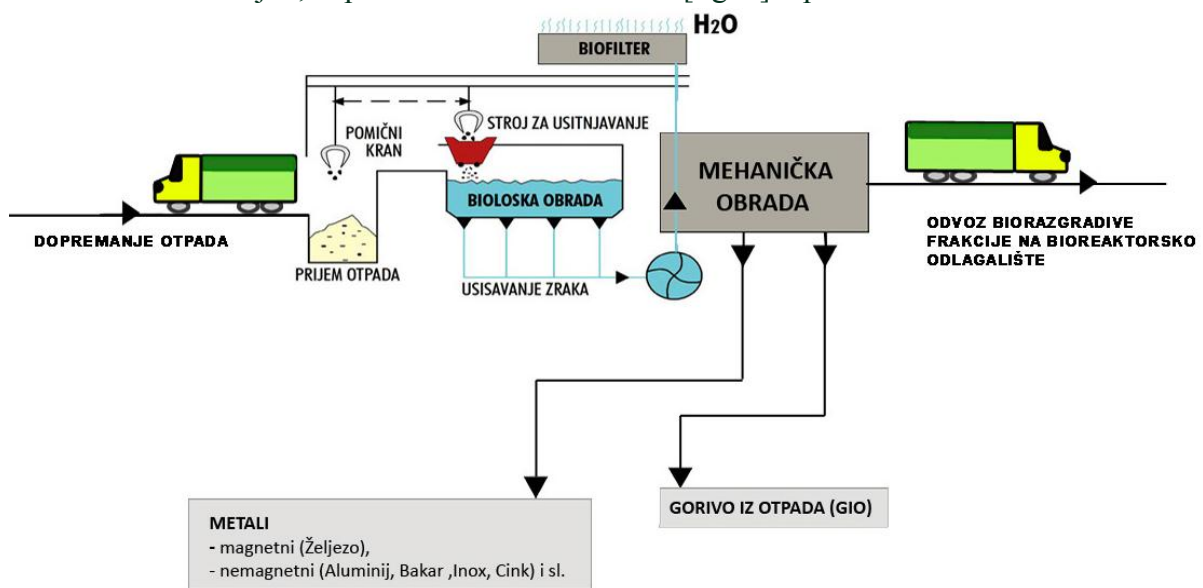
U okviru kompleksa postrojenja MBO smješteni su slijedeći pogoni i objekti:

1. MBO za mješoviti komunalni otpad,
2. Linije za sortiranje reciklabilnih materijala,
3. Bio-kompostana za prethodno izdvojeni biorazgradivi otpad
4. Odlagalište i
5. Uređaj za obradu otpadnih voda

Projektним rješenjima u sklopu postrojenja može se izgraditi *sabirni centar i reciklažno dvorište* za prihvatanje kućnog i građevinskog otpada, i *solarna elektrana* sa instalacijom na krovu kapaciteta od 200 - 400 [kW].

2.4. Shema tokova kod MBO

Danas je u svijetu razvijen i u praksi dokazan veći broj različitih varijantnih rješenja mehaničko-biološke obrade, pa se pod tim pojmom podrazumijevaju postrojenja s međusobno značajno različitim tehnološkim rješenjima, tehničkoj opremljenosti i uvjetima rada. Tehnologija MBO otpada u osnovi obuhvaća dva ključna procesa: mehaničku i biološku obradu otpada. Ulazni materijal u postrojenje za mehaničko-biološku obradu otpada predstavlja *ostatni komunalni otpad*, nastao iz primarne selekcije ukupno proizvedenog miješanog komunalnog otpada. Na slici 4. je data shema tokova materijala MBO postrojenja unutar ŽCGO Kaštijun, kapaciteta obrade do 90.000 [t/god] otpada.



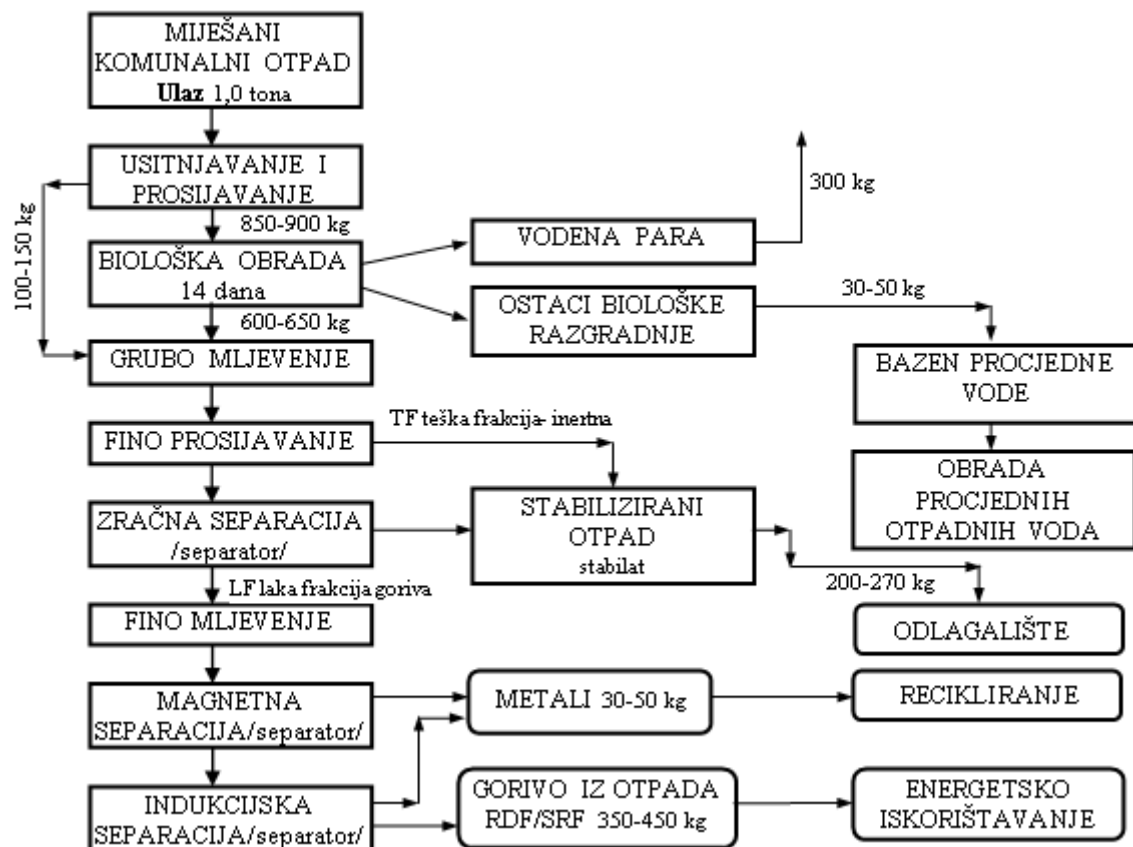
Slika 4. Shema tokova MBO postrojenja[7]

2.5. Tehnološke faze obrade otpada po pozicijama i operacijama

Principijelno, obrada miješovitog otpada obuhvaća operacije mljevenja tj. granuliranja, prosijavanja, koje se vrši prema krupnoći i težini, transporta te odvajanja magnetskim, elektromagnetskim i optičkim metodama separacije. U mehaničkom dijelu MBO postrojenja dobija se staklo, metal, plastika, papir nakon čega slijedi postupak biološke obrade i rafiniranje dijela izlaznih produkata. Značaj radnih operacija pripreme i odvajanja korisnih komponenti se ogleda u:

- I. *Priprema otpada*: otpada otpad se prvo priprema, tako da se uklone opasne tvari (baterije, lijekovi, boje i fluorescentne žarulje i dr.) i glomazni otpad. Ovom predobradom dobija se usitnjen i homogeniziran otpad, koji je pogodan za daljnji proces dobivanja goriva iz otpada (GIO) i za recikliranje ili biološku obradu, ovisno o izabranoj MBO tehnologiji.
- II. *Odvajanje otpada*: koristi se mehanička separacija za dobivanje različitih frakcija iz miješanog komunalnog otpada. Ista može biti prije ili poslije biološke obrade (slika 1.) ovisno o krajnjem cilju obrade: proizvodnja komposta, proizvodnja bioplina, proizvodnja goriva iz otpada (GIO), odlaganje. Prilikom mehaničkog odvajanja iskorištavaju se fizikalna svojstva komponenata otpada: oblik, gustina, težina, magnetizam i električna vodljivost, boja i sl., za proizvodnju reciklabilnih proizvoda.

Na slici 5 je dat dijagram masenog toka obrađenog ostatnog komunalnog otpada sa tehnološkom shemom procesa obrade.



Slika 5. Dijagram radnih operacija kod MBO tehnike sa masenim iskorištenjem otpada[9]

U skladu s opisanim funkcionalno-operativnim procesnim fazama postupka mehaničko-biološke obrade otpada, za efikasan rad u pojedinim fazama rada MBO postrojenja, potrebno je definisati i povezati radne aktivnosti cjelokupnog procesa, kako slijedi:

1. *Radna aktivnost 1*: redukcija volumena/razdvajanje otpada u kojoj su zastupljene operacije usitnjavanje, prosijavanje, dobijanje RDF-a (gorivo iz otpada), izdvajanje metala, balistička separacija i sortiranje.
2. *Radna aktivnost 2*: pred-obrada bio-otpada: fermentacija sa operacijama usitnjavanja, pulpiranja i -BSFC proces (Biowaste, Separation, Fermentation, Composting).

3. *Radna aktivnost 3*: kompostiranje sa fazama: proces truljenja, podešavanje izlaznog materijala i sistem truljenja na otvorenom i zatvorenom prostoru.
4. *Radna aktivnost 4*: proizvodnja sekundarnih goriva (RDF-a) sa operacijama: pred-usitnjavanja, balistička separacija, odvajanje metala i post-usitnjavanje.

3. OSNOVNI PROCESI TRANSFORMACIJE KOMUNALNOG OTPADA

3.1. Specifikacija primjenjenih operacija i metoda obrade otpada

Većina predstavljenih procesa uključuje prethodno mehaničko sortiranje otpada, razvrstavanje otpada s obzirom na veličinu komada i čestica, te procese biološke obrade otpada iz čega je i nastao akronim MBO (*eng.* MBT). Svaki od navedenih procesa zahtijeva primarno odvajanje opasnih materija kao što su baterije, lijekovi, boje i lakovi, otapala, i sl., a svaki od njih daje krajnji rezultat, tj. smanjenje volumena otpada (50 do 70 %), a samim time i smanjenje stakleničkih gasova, uglavnom na račun izbjegavanja stvaranja metana CH₄.

Tabela 1. Pregled operacija u glavnim procesima obrade otpada [9]

Mehanička obrada		Biološka obrada	
Naziv operacije	Usitnjavanje i peletizacija	Naziv operacije	Biosušenje
	Drobljenje i mljevenje		Kompostiranje
	prosjavanje		Anaerobna digestija
	Separacija u vazdušnoj i vodenoj sredini		
	Separacija metala		
	Separacija nemagnetnih metala		

Prilikom mehaničke obrade otpada iskorištava se niz fizikalnih svojstava komponenata otpada, kao što su: oblik i svojstva vanjske površine, mogućnost usitnjavanja, mogućnost kotrljanja/trenja, magnetičnost, električna svojstva, boja, gustina i mogućnostrefleksije.

Tabela 2. Prikaz osnovnih procesa obrade otpada[9]

Proces	Metod	Rezultat konverzije
Fizički		
- sortiranje	Ručno ili mehanizovano	Razdvojene komponente
- redukcija zapremine	Sila ili pritisak	Redukcija originalne zapremine
- redukcija dimenzija	Sjeckanje, drobljenje i mljevenje	Komadi, granulati i prah
Hemijski		
- sagorijevanje	Termička oksidacija	CO ₂ , SO ₂ , pepeo
- piroliza	Karbonizacija, destruktivna destilacija	Gasna faza
- gasifikacija	Oksidacija sa minimalnom količinom zraka	Sintetički plin i inertni materijali
Biološki		
	Biološka razgradnja	Biogas, CO ₂ , voda, kompost

Važniji postupci mehaničkog usitnjavanja otpada:

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Tabela 3. Pregled nekih procesa mehaničkog usitnjavanja otpada [9]

Naziv postupka	Opis procesa	Mehanički oblik deformacije
Usitnjavanje: drobljenje i lomljenje	Kod mlina čekićara materijal se usitnjava udaranjem batova, a usitnjeni komadići propadaju kroz rešetku na dnu. <i>Shredder</i> radi na istom principu, ali nema rešetku.	Udarni lom
Sjeckanje	Rezanje materijala diskovima na osovini koji se okreću u suprotnim smjerovima. Često je na dnu rešetka. Sjeckalica je posebno prikladna kod elastičnih materijala.	Deformacija smicanjem
Lomljenje na niskim temperaturama	Usitnjavanje materijala se postiže dubokim hlađenjem pomoću tekućeg dušika.	Deformacija pritiskom i trenjem
Prosijavanje	Koristi se za razdvajanje čestica prema veličini. Primjenom rešetki različitih veličina otvora poredanih u nizu je moguće razvrstati čestice u više skupina (prema veličini).	Sortiranje po krupnoći komada i zrna

Važniji postupci mehaničkog razvrstavanja:

Tabela 4. Opis važnijih postupaka mehaničkog razvrstavanja [9]

Naziv postupka	Opis	Ocjena separativnosti
Propuhivanje	Krute čestice se težinski odvajaju u zračnoj struji zavisno o gustini, obliku i dimenzijama. Lakše čestice „putuju“ nošene zračnom strujom, dok teže čestice propadaju i odlažu se u posebne posude.	Kao prethodna operacija
Zračni vrtlog	Odvajanje krutih čestica u zračnoj vrtložnoj struji uz pomoć centrifugalnih sila koje su različite zbog gustoće ili dimenzija čestica. Ponekad se koristi za odvajanje prašine iz zraka.	Dobra

Primjenjene operacije na obradi i odvajanja materijala iz miješanog otpada su prikazane u tabeli 5.

Tabela 5. Pregled primjenjenih operacija odvajanja materijala iz miješanog otpada [9]

Primjenjene metode odvajanja	Svojstvo	Ponašanje materijala iz otpada	Ocjena i kvalitet separacije
Okrećuća rotacijska sita	veličina	Krupni: papir i plastika Mali: organska, staklo, Sitni:	Obrtno polje, masa i brzina kretanja, prolazi/ostaje na mreži
Ručna separacija	vizualno ispitivanje	Plastika, zagađivači, prevelik otpad	Koncentriranost, moć zapažanja, sigurnosne i zdravstvene mjere
Magnetna separacija	magnetna svojstva, magnetno i nemagnetno	Željezni metali	Dokazana tehnika u praksi
Eddy Current odvajanje	električna provodljivost	Obojeni metali	Dokazana tehnika u praksi

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Metode separacije u vodi (P-T/pliva-tone)	gustina	Pliva: plastika, organski	Proizvodi mokar otpad
Zračna klasifikacija	težina	Lagana: plastika, papir	Pročišćavanje zraka
Balistička separacija	gustina i elastčnost	Teška: kamenje, staklo	Stopa propusnosti
Optička separacija	difrakcija	Posebni plastični polimeri	Stopa propusnosti

Elektro i magnetski postupci razdvajanja materijala, tabela 6.:

Tabela 6. Opis elektro, magnetskih i optičkih postupaka razdvajanja materijala[9]

Naziv postupka	Opis	Ocjena separativnosti
Fero-magnetski postupak	Usitnjeni se otpad na pokretnoj traci prevodi preko bubnja s jakim magnetskim poljem. Čestice od feromagnetskih materijala zadržavaju se na traci, a nemagnetične čestice otpadaju s trake.	Efikasnost odvajanja je do 80%
Odvajanje jakim magnetnim poljima	Za odvajanje paramagnetskih od nemagnetičnih materijala usmjeravanjem trake s otpadom kroz magnetsko polje visoke gustine.	Problem sitnih ne magnetnih čestica
Odvajanje u vrtložnim strujama	Željezni i neželjezni materijali mogu se odvajati po osnovama vodljivosti materijala. Kada se vodljivi materijal nalazi u promjenjivom magnetskom polju, dolazi do induciranja vrtložnih struja u njemu. Vodljive se čestice zakreću od smjera struje dok se nevodljive ne zakreću.	Dobra efikasnost
Elektrostatički postupak	Usitnjene se čestice elektrostatički nabijaju i propuštaju između nabijenih ploča različitog naboja. Vodljivi će se materijal odbiti od elektrode jer ima isti naboj kao na pločama. Nevodljive će se čestice privući na ploče.	Slično kao i kod magnetne separacije
Optičko i rendgensko odvajanje	Najmodernije metode odvajanja su optičke metode kao što su NIR, XRT i XRF separacija kojima se otpad odvaja na principu boje, oblika površine ili sastava i strukture materijala. <ul style="list-style-type: none"> - NIR (Near Infrared) zračenje - XRT (X - Ray Tract) zračenje - XRF (X - Ray Fluorescence) zračenje 	Prihvatljiva separacija sa visokom stepenom selekcije

Opis:

- NIR (Near Infrared) zračenje je metoda koja koristi talasnu dužinu svjetlosti koja se odbija od predmeta. Svjetlost se odbija različitom frekvencijom i talasnom dužinom širenja. Svjetlosni snop iz optičkog uređaja odbija se od predmeta i ulazi u detektor gdje se mjeri talasna dužina svjetlosti i na taj način prepoznaje se vrsta površine predmeta. Može se prepoznati npr. vrsta i boja plastike koju treba sortirati te se signal pretvara i šalje u relej za uključenje kompresora koji zračnim mlazom otpuhuje neželjene predmete iz otpadne mase.
- XRT (X-Ray Tract) zračenje je metoda rendgenskog zračenja kojom se pomoću rendgenskih zraka prodire u materijal i utvrđuje unutarnja struktura i vrsta materijala predmeta koje treba odvojiti.
- XRF (X-Ray Fluorescence) zračenje je metoda rendgenskog zračenja kojim se otkrivaju elementarni metali u mješavini metala. Nalazi primjenu u odvajanju miješanog elektroničkog otpada. Metoda je pogodna za uklanjanje bakra iz željeza i čelika jer ga u čeliku koji se prerađuje smije biti najviše 0,2%.

3.2. Procesni tokovi i aktivnosti u MBO sistemima

Procesni tokovi sa tehnološkim operacijama kod MBO sistema su:

- Usitnjavanje/Sjeckanje → smanjuje ulazni materijal na željenu veličinu čestice.
- Prosijavanje → razlučuje velike i male komade i priprema materijal za kasnije korake.
- Stabilizacija → omogućuje raspadanje ili isušivanje organskih komponenata.
- Recikliranje → vraća vrijedne materijale iz otpada i štedi prirodne sirove materijale.
- Derivirana goriva → omogućuje iskorištavanje energije u materijalima koji se ne mogu reciklirati.
- Naknadna obrada → pomaže u poboljšanju kvalitete rezultata MBT-a.

Pregled najčešće primjenjenih radnih aktivnosti sa opremom i sredstvima rada su:

1. Prihvat otpada u pogonu
 - brzo otvarajuće automatskih vrata
 - mjerna vaga,
 - ventilator za poticanje cirkulacije zraka u hali za prihvat otpada.
2. Transport otpada
 - automatizirani klizni kran,
 - teretna i prenos tereta (utovarivači)
3. Usitnjavanje otpada
 - primarni usitnjivač
4. Biosušenje
 - ventilatori za podržavano ozračivanje (ventilaciju)
 - ekstraktor (uređaj za izdvajanje)
5. Rafinacija:

Kod dizajniranja postrojenja sa MBO tehnologijom treba uzeti u obzir sve potrošače električne energije instalisane u svim dijelovima postrojenja

U nastavku je dat shematski prikaz procesa obrade otpada u MBO postrojenju s kompostiranjem (slika 6).

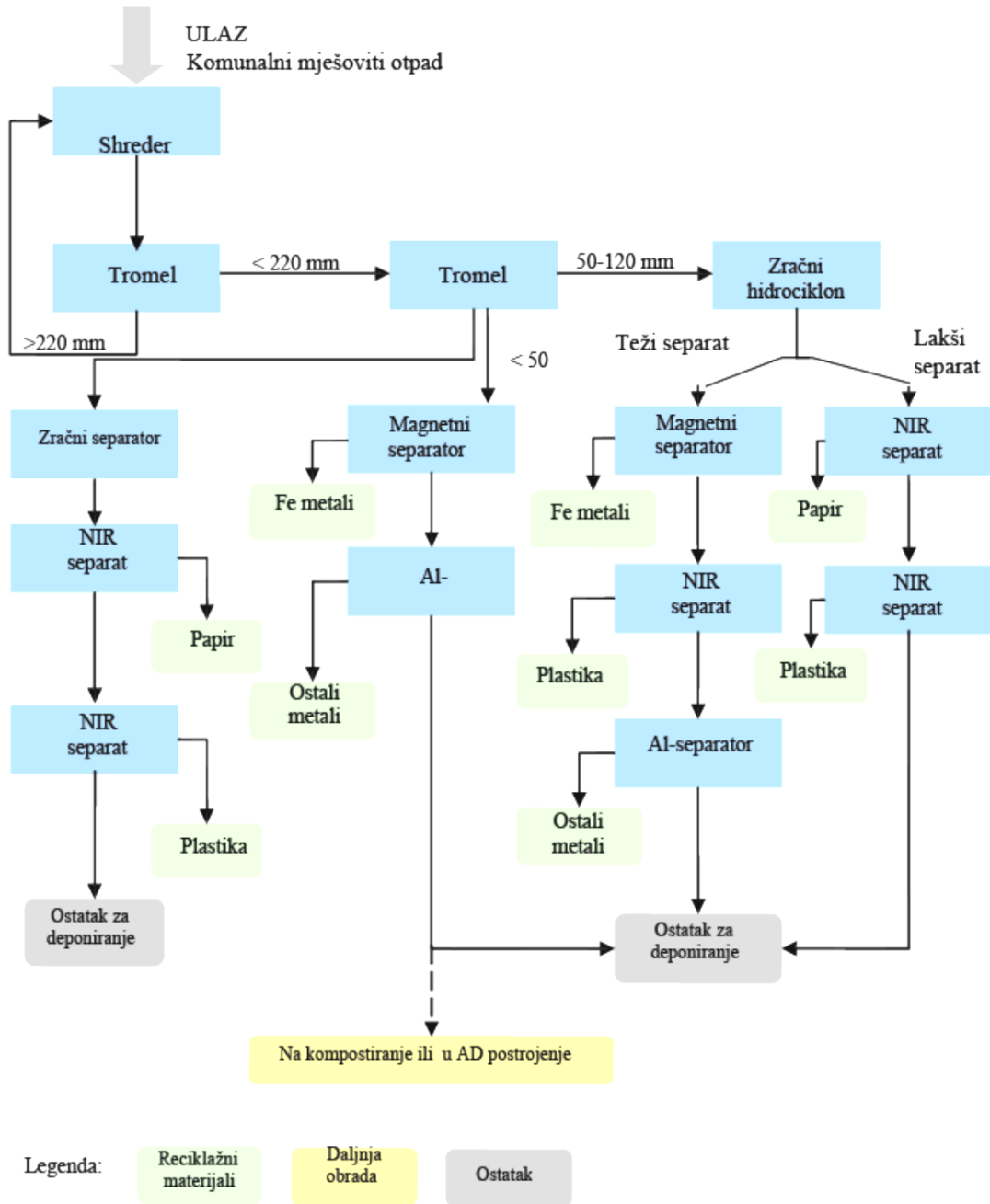
- rotacijsko sito
 - separator zraka
 - NIR skener o magnetski separatori
 - „Eddy current“ separatori
 - sekundarni usitnjivač
6. Predobrada otpada za kompostiranje prije aktivne faze kompostiranja
 - usitnjivač/mješalica
 - zvjezdasto sito
 7. Aktivirana faza kompostiranja
 - ventilatori za podržavano ozračivanje (ventilaciju)
 - zvjezdasto sito
 8. Sazrijevanje kompostirajućeg otpada
 - uređaj za okretanje (prevrtanje) otpada
 - ventilatori za podržavano ozračivanje (ventilaciju)
 - magnetski separator o udarno sito
 9. Obrada i filtriranje zraka
 - cjevovod za prikupljanje zraka iz procesa obrade otpada
 - 3 biofiltra
 - sistem za otprašivanje (cjevovod za prikupljanje prašine i vlaknasti filter)
 10. Procesne faze u kojima se primjenjuje sistem potpunog automatiziranog režima rada
 - prihvat otpada, usitnjavanje otpada, transport otpada u odjelu za biosušenje,
 - upravljanje tokovima materijala i strojevima u odjelu za rafinaciju,
 - upravljanje zrakom pri obradi otpada (biosušenje, aktivirana faza kompostiranja).

3.3. Specifikacija opreme i uređaja

U nastavku rada je data specifikacija najvažnijih jedinica (mašina i uređaja), pomoću kojih se vrši proces mehaničke obrade otpada unutar MBO procesa:

- okrećuća rotacijska sita (tromeli)
- sita (statička, kružna, ili vibrirajuća)
- usitnjavači (mlinovi i/ili drobilice)
- magnetni (Fe) separatori
- Eddy-current separatori
- zračni separatori (aeratori)
- cikloni (hidro ili aero)
- NIR (Infracrveni separatori)

Na slici 6. dat je shematski prikaz procesa obrade otpada u MBO postrojenju s kompostiranjem sa pozicijama procesnih uređaja po slijedu odvijanja procesnih operacija.



Slika 6. Shematski prikaz procesa obrade otpada u MBO postrojenju s kompostiranjem[5]

Pregled odabranih mašina i uređaja:

1. Usitnjivač, predsjeckanje s terminatorom



Zadatak: Terminator sjecka veliki opseg ulaznih materijala uz veliku dosljednost i visoke opće performanse. Kao predsječač, osigurava punjenje materijala bez problema i dobivanje ranije definiраних veličina čestica za kasnije komponente. Terminatorov model koji treba odabrati ovisi o sadržaju nepoželjnih materijala u ulaznome materialu i željenoj količini čestica spremih za gorivo u izlaznome materijalu.

Slika 7. Usitnjivač otpada[9]

2. Zvezdasto sito



.Zadatak

Prosijavanje razlučuje sjeckani ulazni material po veličini, kako bi ga se pripremlilo za daljnju obradu u svrhu izdvajanja materiala koji se mogu reciklirati i energije iz otpada. Pouzdano funkcioniranje i velika preciznost razlučivanja glavni su zahtjevi koje tehnologija prosijavanja mora zadovoljiti.

Slika 8. Izgled zvezdastog sita[9]

3. Roto sito - specijalni stroj za automatsko izdvajanje bio-razgradivog otpada kapaciteta od 3 do 20 t/h

Zadatak: Izvršiti odvajanje materijala po krupnoći shodno veličini otvora na rešetki sita.



Slika 9. Rotacijsko sito sa rešetkom[9]

4. Balistički separator



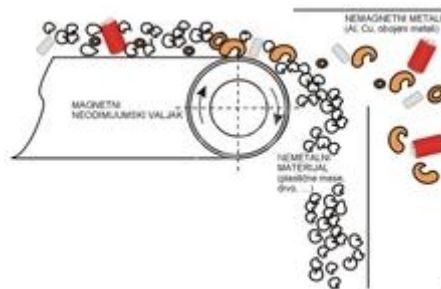
Slika 10. Balistički separator[9]

Zadatak

Prosijavanje i balistička tehnologija odvajaju otpad u više vrsta. Bez toga nije moguće odvojiti materijal koji se može reciklirati od nepoželjnoga materijala u kasnijem koraku sortiranja. Npr., PET se može lako izdvojiti od kotrljajućih čestica koristeći Ballistor, dok se aluminij može izdvojiti od 50–100 mm čestica na situ. Ballistor nudi do četiri vrste čestica, što ga čini središnjom komponentom u odvajanju otpada u različite linije za završnu obradu.

Kako bi otpadni materijali bili reciklirani prvo ih se mora odvojiti od drugoga otpada, a potom i očistiti.

5. Magnetni separator nemagnetnih metala (Eddy current separator)



Slika 11. Konstrukcija separatora nemagnetnih metala[9]

Zadatak: Ovaj separator omogućava **separaciju nemagnetnih metala od magnetnih metala i ostalih nemetalnih čestica**. Separatorčini pokretna traka na njezinom završetku je umjetnut magnetni indukcijski valjak. Ovaj valjak je opremljen vrlo jakim neodimijumskim magnetima NdFeB, metoda separacije proističe iz drugačije vodljivosti pojedinih metala.

Opis rada: Kod okretanja magnetnog valjka nastaju vrtložne struje, njihovom posljedicom su nemagnetni metali „odbacivani“ od magnetnog valjka. Nemetalni materijal sa pokretne trake

normalno otpada. **Magnetni metali su izvlačeni iza ose magnetskog valjka**, gdje dolazi do njihovog oslobodjenja.

4. ZAKLJUČAK

Koncept mehaničko-biološke obrade–MBO (eng. mechanical–biological treatment MBT) otpada razvio se kao posljedica težnje da se smanji količina biorazgradivog otpada koji je do tada odlagan na odlagalištima. "MBO" je tehnološko-mašinski proces obrade komunalnog otpada u kojem se određene frakcije komunalnog otpada odvajaju mehaničkim putem, dok druge obrađuje biološkim postupcima, tako da se smanjuje ostatna frakciju koja nakon stabilizacije se može prerađivati za korisne sirovine i materijale. „MBO tehnologija“ ima za cilj obraditi komunalni otpad prije definitivnog odlaganja, minimiziranja negativnog uticaja na okolinu te izdvojiti frakcije koje je moguće ponovo iskoristiti (materijalno ili energetsko iskorištenje).

Primjenjena rješenja MBO postrojenja odgovara najvišim tehnološkim standardima i modernizacijom procesne opreme postrojenje može raditi potpuno automatizirano. U samom postrojenju nema direktnog dodira zaposlenika s otpadom. Uslovi rada samog postrojenja odgovaraju najvišim europskim standardima zaštite na radu.

MBO-T tehnologija je „zero waste“ rješenje. Pojednostavljeno rečeno, postoje mogućnosti izgradnje tvornice za obradu otpada koju na jednoj strani ulazi mješani komunalni otpad, a na drugoj izlazi 8 vrsta recikliranih korisnih sirovina, kompost i tzv. gorivo iz otpada RDF. Dakle, eliminiira se potreba za daljnjim deponijem otpada, dobivaju se korisne sirovine, a sve to u zatvorenom procesu, bez ikakvih štetnih utjecaja na okolinu, uz rekordno nisku potrošnju energije, te iznimno nisku cijenu investicije.

U MBO-T postrojenju se oko 30 posto ukupnog volumena komunalnog otpada reciklira putem sekundarne sirovine, daljnjih 30% bio-komponente završi u kompostu, dok 40% ide u RDF. Ovo postrojenje ima još i neke specifičnosti, npr. u pogledu unaprijeđenja radnih postupaka na mašinama i uređajima kao što je automatsko šrediranje i baliranje RDF-a. Uopšte kazano, MBO-T postrojenje kao tipska tvornica s integriranom zaštitom za vodu, zrak i tlo, te solarnom elektranom u sastavu postrojenja predstavlja svjetski novitet.

5. LITERATURA

- [1] Jukić, M., Šišić, I.: „Metode istraživanja nastanka sagorivih komponenti komunalnog otpada sa korištenjem u energetske svrhe“, 11-ti Naučno-istraživački simpozijum sa međunarodnim učešćem "MNM", 21. IV do 22. IV 2016, Zenica, B&H.
- [2] Čehajić, A., Šišić, I., Ibrahimpašić, J.: "Realizacija uspostave modela integralnog sistema upravljanja otpadom na regionalnom nivou", IV međunarodni kongres o pravno-ekonomskim i ekološkim aspektima sistema upravljanja zaštitom životne sredine u hemijskoj, petrohemijskoj i naftnoj industriji, Tara 11-14. 06. 2012. R Srbija.
- [3] Šišić, I., Autorizovana predavanja iz kolegija „Reciklaža i regeneracija materijala“, BTF Bihać 2016.

- [4] www.Komptech.com Mehaničko-biološka obrada (MBO), preuzeto juni 2017
- [5] www.Rotech.hr preuzeto juni 2017
- [6] www.Tehnix.hr preuzeto juni 2017
- [7] www.kastijun.hr/index.php?option=com_content&view=article&id=123&Itemid=18&lang=hr preuzeto juni 2017
- [8] http://mojapuo.zelenaistra.hr/pub/MojaPUO/PrimjedbeSUO_Kastijun/Elaborat_MBO_Kastijun.pdf, preuzeto juni 2017
- [9] [www: Internetski izvori slika opreme](#), preuzimano mart/april 2017.

I'm With Nature



GEOSPATIAL MULTICRITERIA OPTIMIZATION OF SITES FOR ANIMAL WASTE MANAGEMENT INFRASTRUCTURE FACILITIES

Mirza Ponjavić¹, Sanja Čelebićanin², Slavoljub Stanojević³

¹International Burch University, Francuske revolucije bb, Ilidža

²Veterinarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zmaja od Bosne 90, Sarajevo

³Ministry of the Agriculture Forestry and Watermanagement – Directorate of the National Reference Laboratories, Bartnički drum 10, Zemun, The Republic of Serbia

mirza.ponjavic@gis.ba

Key words: animal by-products, animal waste, multi-criterial optimization, location analysis, categorization of animal waste

ABSTRACT:

In order to ensure a high level of public health and animal health protection in Bosnia and Herzegovina, it is necessary to improve the existing and/or provide quality management of animal by-products, i.e. to establish an infrastructure for quality and efficient treatment/disposal of animal by-products and waste of animal origin. This implies a wide range of activities in this field, such as measures to improve the legal and institutional framework, better data system management, establishment of by-product management model including transport solutions and technologies and provision of an adequate financial framework and sources of funding. At this point, the issue of management of animal by-products and animal waste in Bosnia and Herzegovina has not been adequately addressed and poses a threat to both human and animal health. In this regard, establishment of a sustainable management system for animal by-products and animal waste is of utmost importance for further development of BiH agriculture. Inadequate management of animal by-products and animal waste poses a huge threat to the environment, endangering natural resources, watercourses, sources of drinking water, soil and atmosphere. This paper presents one of the activities related to the establishment of this infrastructure, referring to the selection criteria and methodology of location selection for central plant and intermediate facilities for treatment and collection of animal waste.

GEOPROSTORNA MULTIKRITERIJALNA OPTIMIZACIJA LOKACIJE ZA OBJEKTE INFRASTRUKTURE UPRAVLJANJA ANIMALNIM OTPADOM

Ključne riječi: nusproizvodi životinjskog porijekla, animalni otpad, multikriterijalna optimizacija, lokacijska analiza, kategorizacija animalnog otpada

SAŽETAK:

U cilju obezbjeđenja visokog nivoa zaštite javnog zdravlja i zdravlja životinja u Bosni i Hercegovini neophodno je unaprijediti postojeće i/ili obezbjediti kvalitetno upravljanje nusproizvodima životinjskog porijekla, odnosno uspostaviti infrastrukturu za kvalitetan i efikasan tretman / odlaganje / zbrinjavanje životinjskih nusproizvoda i otpada životinjskog porijekla. Ovo podrazumjeva širok spektar aktivnosti iz ove oblasti kao što su mjere poboljšanja pravnog i institucionalnog okvira, bolje upravljanje sistemom podataka, uspostavu modela upravljanja nusproizvodima uključujući transportna rješenja i tehnologije, te obezbjeđenja adekvatnog finansijskog okvira i izvora finansiranja. U ovom trenutku pitanje upravljanja ABP/AW u Bosni i Hercegovini nije riješeno na adekvatan način i predstavlja opasnost, kako po zdravlje ljudi tako i po zdravlje životinja. U tom smislu uspostavljanje održivog sistema upravljanja ABP/AW je od izuzetne važnosti za dalji razvoj poljoprivrede BiH. Neadekvatno upravljanje ABP/AW predstavlja ogromnu prijetnju po životnu sredinu, ugrožava prirodne resurse, vodotokove, izvorišta pijaće vode, zemljište i atmosferu. U ovom radu je prikazana jedna od aktivnosti vezana za uspostavu ove infrastrukture, a odnosi se na kriterije i metodologiju odabira lokacija za objekte centralnog postrojenja i međuobjekata za tretman i prikupljanje animalnog otpada.

1. UVOD

Jedan od najvećih izazova prihvatanja EU standarda u oblasti poljoprivrede i zaštite životne sredine je rješavanje problema neškodljivog uklanjanja nusproizvoda životinjskog porijekla i životinjskog otpada. Zbog sve većih količina i štetnosti po okolinu, otpad, gdje spadaju nusproizvodi životinjskog porijekla i životinjski otpad (ABP/AW¹⁸), se smatra jednim od najznačajnijih ekoloških problema savremenog svijeta. Uredba EC 1069/2009 propisuje zdravstvene uslove, koji moraju biti zadovoljeni prilikom manipulisanja ABP/AW na teritoriji EU, odnosno zemljama koje pretenduju da postanu članice EU. Ovom uredbom se određuju uslovi pod kojima ABP/AW mogu biti neškodljivo uklonjeni, kako bi se isključili rizici po zdravlje ljudi i životinja. Ovom uredbom propisani su uslovi pod kojim ABP/AW mogu biti upotrebljeni za ishranu životinja, proizvodnju kozmetičkih proizvoda, medicinskih proizvoda ili upotrebljeni u tehničke svrhe. Takođe, Uredbom 142/2011 uređuje se načini implementacije zdravstvenih uslova i određuje način postupanja, odnosno upravljanja ABP/AW. Identifikacija i odabir lokacija za objekte infrastrukture upravljanja animalnim

¹⁸ABP/AW – animal by-products/animal waste

otpadom podrazumjeva provođenje detaljne lokacijske geoprostorne analize. Rezultat ove analize su optimalna rješenja za centralni objekat za tretman i međuobjekte za prikupljanje animalnog otpada. Na osnovu njih se dalje definišu i analiziraju transportne rute, identificiraju se rješenja za transport i kalkulišu investicioni i operativni troškovi infrastrukture za upravljanje animalnim otpadom. Optimizacija lokacija se provodi u dvije faze. U prvoj fazi se definišu rješenja na nivou manjih administrativnih prostornih jedinica (lokalne uprave), a u drugoj fazi se unutar njih selektuju mikrolokacije objekata prema definisanim kriterijima. Prilikom izrade analitičkog modela podataka posebnu pažnju treba posvetiti izvorima i skupovima podataka koji će se koristiti za računanje i prezentaciju količina generisanog animalnog otpada, a koje se dalje, uz date kriterije, koriste za odabir lokacija objekata za zbrinjavanje animalnog otpada. U narednom izlaganju opisuje se metodologija i kriteriji za odabir lokacija ovakvih objekata.

2. DEFINICIJA I KATEGORIZACIJA ANIMALNOG OTPADA

Prema definiciji datoj u Uredbi EC 1069/2009, nusproizvodi životinjskog porijekla mogu biti dijelovi tijela ili čitavi trupovi životinja, proizvodi životinjskog porijekla, odnosno drugi proizvodi dobijeni od životinja koji nisu namijenjeni za ishranu ljudi. Ovi proizvodi definisani u Uredbi EC 1069/2009 obuhvataju i otpatke od hrane dobijene u postupku pripreme hrane, iskorišćeno jestivo ulje, ostatke od hrane iz restorana i keteringa, životinjski otpad koji nastaju u mesarama i klanicama, životinjsku krv, perje, vunu, kopita, papke, kožu, uginule domaće životinje, leševe kućnih ljubimaca, leševe uginulih životinja porijeklom iz zooških vrtova i cirkusa, lovačke trofeje, stajnjak, jajne ćelije, embrione i sjeme životinja koje nije namijenjeno za razmnožavanje, odnosno reprodukciju životinja.

Nusproizvodi životinjskog porijekla i animalni otpad u BiH uglavnom nastaju klanjem životinja za ljudsku upotrebu, tokom proizvodnje proizvoda životinjskog porijekla kakvi su mliječni proizvodi, i tokom odlaganja mrtvih životinja, te tokom provođenja mjera kontrole oboljenja. Njegovi generatori su farme, seoska gazdinstva, klaonice ili rasjekaonice mesa, prerađivači i proizvođači mesnih proizvoda, kao i svi drugi koji ga stvaraju. Bez obzira na njihov izvor, predstavljaju potencijalni rizik na javno i životinjsko zdravlje te za okolinu, a posebno u vezi sa transmisivnim spongiformnim encefalopatijama (TSEs), zagađenjem dioksionom i raznim egzotičnim oboljenjima.

Nusproizvodi životinjskog porijekla su organska materija koja se u spoljnoj sredini, pod uticajem atmosferskih faktora, razgrađuje uz stvaranje gasova neprijatnog mirisa i drugih proizvoda raspadanja. Ovi produkti degradacije ABP/AW, direktno ili indirektno zagađuju životnu sredinu. Takva mjesta postaju staništa pasa lualica, glodara, lešinara, ptica i insekata, koji u potrazi za hranom postaju vektori prenošenja zaraznih bolesti. Istovremeno ove materije prodiru u zemljište i nose rizik od dugoročnog zagađenja ekosistema. Neodgovarajuće rukovanje stajnjakom i drugim životinjskim otpadom u ruralnim područjima, pored rizika od pojavljivanja razornih epizootija zaraznih bolesti životinja, može da dovede i do zagađenja seoskih bunara, izvorišta pijaće vode ili do kontaminacije poljoprivrednih

kultura na njivama, odnosno kontaminacije voća i povrća uzročnicima zaraznih bolesti životinja od kojih mogu da obole i ljudi.

Animalni otpad se prema EK Uredbi 1069/2009 razvrstava u jednu od tri kategorije (prema visini rizika), pri čemu je njegovo tretiranje i korištenje regulisano za svaku od kategorija. Tehnologije njegovog uništavanja, zbrinjavanja i prerade mogu biti vezane za kontrolisanu insineraciju, rendering, proizvodnju pogonskog goriva, kompostiranje i druge pristupe. Kategorizaciju animalnog otpada treba obavljati na mjestu njegovog nastanka, na način regulisan važećim propisima, u jasno obilježenim kontejnerima. Proizvođač (generator) animalnog otpada treba biti odgovoran za njegovo razdvajanje i kategorizaciju na zakonom utvrđen način. Generalno, kategoriju 1 čine mozak preživara, djelovi taknog crijeva (ileum), kičmena moždina preživara i slična tkiva. Uginule životinje svrstavaju se u kategoriju 2, a mogu biti kategorija 1 ako se utvrdi da se radi o životinjama koje su uginule od bolesti ludih krava, TSE kod ovaca ili od bolesti od kojih mogu da obole ljudi. Sadržaj digestivnog trakta i stajnjak takođe spadaju u kategoriju 2, dok kategoriju 3 čine materijali niskog rizika i mogu se tretirati u kafileriji, kompostirati, koristiti za proizvodnju biogasa, proizvodnju hrane za kućne ljubimce i na drugi prihvatljiv način.

3. ANALITIČKI PROCES SELEKCIJE OPTIMALNIH LOKACIJA

Analitički proces selekcije optimalnih rješenja se može provesti kroz pet koraka: definiciju problema, planiranje analize, prikupljanje podataka, lokacijsku analizu i donošenje zaključaka. Definicija problema uključuje definisanje cilja, obuhvata i zadataka analize i obuhvata. Planiranjem se formuliše pristup koji daje najveću šansu za rješavanje problema. Prikupljanje podataka je najosjetljiviji korak u ovom procesu i ima direktan uticaj na sve korake u analitičkom procesu. Sama lokacijska analiza obuhvata primjenu odgovarajućih analitičkih metoda, alata i modela. Na kraju procesa se analiziraju rezultati i izvode zaključci. Na osnovu ponuđenih rješenja, konačnu odluku o izboru lokacija donose predstavnici nadležnih institucija.

Za potrebe optimizacije lokacija za objekte infrastrukture upravljanja animalnim otpadom analitički proces je podjeljen u dvije faze: 1. lociranje objekata na širem prostoru (za nivo lokalnih uprava) i 2. odabir mikrolokacija unutar selektovanih lokalnih uprava.

4. PODACI ZA LOKACIJSKU ANALIZU

Za lokacijsku analizu se koriste podaci o izračunatim količinama generisanog animalnog otpada na nivou lokalnih uprava sa projekcijom na onu godinu kada se očekuje stavljanje u pogon infrastrukture za upravljanje animalnim otpadom i njen rad u punom kapacitetu. Za potrebe projektovanja ovih kapaciteta u Bosni i Hercegovini neophodno je koristiti sve raspoložive službene podatke koji se odnose na:

- podatke o uvozu i izvozu životinja
- registar generatora po općinama sa projektovanim kapacitetima
- registar klaonica, rasjekaona i mesnica i Registar farmi
- brojno stanje životinja i zaklanih životinja po općinama

- broj registrovanih pravnih lica za proizvodnju mesa po općinama

Količine pojedinih kategorija animalnog otpada se računaju na osnovu statističkih podataka o stočnom fondu, bilansu stoke i broju zaklanih životinja dobijenih iz nadležnih institucija za statistiku. Kako bi se pravilno procjenile potrebe i projektovani kapaciteti objekata za skladištenje i tretman/zbrinjavanje nusproizvoda životinjskog porijekla i njihova lokacija, neophodno je uraditi studiju procjene očekivanih količina animalnog otpada i nusproizvoda životinjskog porijekla, koji nastaje u svim fazama primarne poljoprivredne proizvodnje domaćih životinja. Ova studija mora da obuhvati procjenu očekivanih količina koje generišu svi generatori nusproizvoda, bez obzira na njihov kapacitet, baš zbog okolnosti da je stočarska proizvodnja u BiH usitnjena i da se uglavnom bazira na značajnom broju malih seoskih gazdinstava, koja u masi daju značajne količine nusproizvoda životinjskog porijekla, odnosno otpada. Takođe, neophodno je procjeniti i količine koje nastaju u svim pogonima za proizvodnju hrane životinjskog porijekla. Studija mora da bude urađena tako da se dobiju vrijednosti svih različitih kategorija nusproizvoda, upravo zbog činjenice da se za svaku kategoriju obezbjeđuje posebna infrastruktura: razdvajanje i kategorizacija u posebnim sudovima za sakupljanje, odvojeni transport različitih kategorija otpada, posebna postrojenja za preradu i sl. Studija mora da bude zasnovana na preciznim podacima o broju stoke, struktuiranim na nivou životinjskih vrsta i kategorija životinja i distribuiranim do nivoa općine. Takođe moraju biti dostupni podaci o broju zaklane stoke, odnosno podaci o količinama koje generišu objekti za klanje i rasjecanje mesa, mljekare i sl. Gore navedene podatke je neophodno imati u kontinuitetu nekoliko godina unazad (minimum 3 godine) kako bi se mogli pravilno odrediti očekivani trendovi. Međutim, ovi podaci često nisu dostupni ili podaci koje je moguće pribaviti nose određeni stepen greške, pa je potrebno dobro ih provjeriti prije izvođenja konačnih zaključaka. Ukupne količine različitih kategorija nusproizvoda životinjskog porijekla, izračunavaju se proračunom uslovnih grla, primjenom standardne metodologije i množenjem dobijenih vrijednosti sa literaturnim podacima o očekivanom tehnološkom mortalitetu životinja tokom primarne proizvodnje. Podaci o teorijskim vrijednostima otpada koji nastaje klanjem različitih životinjskih vrsta i kategorija preuzeti su iz literature i iskorišćeni za izračunavanje očekivanih količina otpada koji nastaje prilikom klanja različitih životinjskih vrsta i kategorija stoke.

5. TEMATSKA PREZENTACIJA KOLIČINA ANIMALNOG OTPADA PO KATEGORIJAMA

U slijedećoj tabeli su prikazane zbirne količine generisanih nusproizvoda animalnog porijekla/ animalnog otpada (ABP/AW-a) za Bosnu i Hercegovinu koje su izračunate na osnovu raspoloživih statističkih podataka sa predikcijom za 2020. godinu.

Tabela 1: Zbirne količine ABP/AW-a za BiH

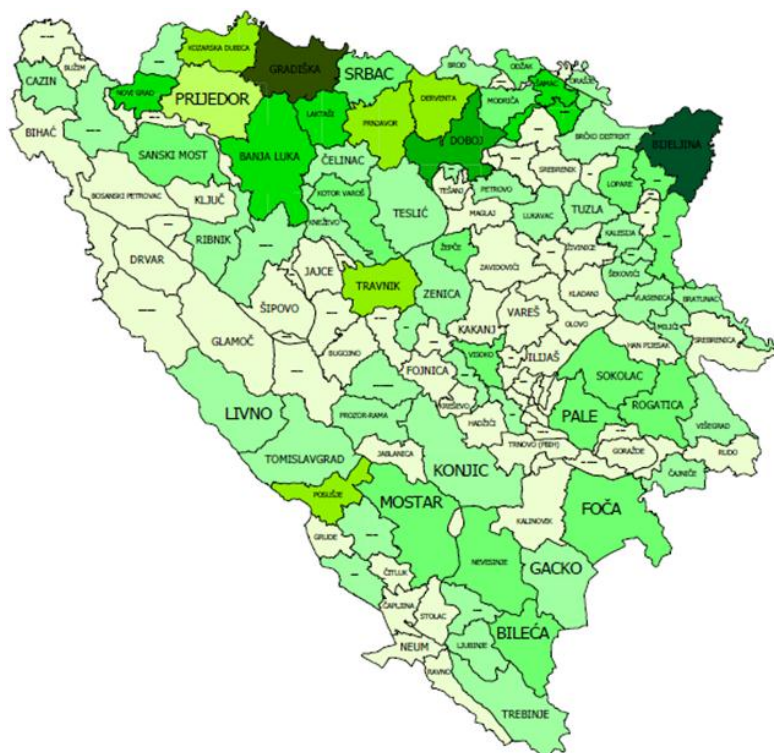
Enitet /distrikt / država Kategorija ABP/AW	Federacija BiH (t/god.)	Republika Srpska (t/god.)	Brčko Distrikt (t/god.)	BiH (t/god.)
ABP/AW kategorija 1	2,864	3,743	45	6,652
ABP/AW kategorija 2a – Leševi	11,022	10,381	361	21,764
ABP/AW kategorija 2b – sadržaj digestivnog trakta	6,776	13,267	104	20,148
ABP/AW kategorija 3	37,159	34,238	200	71,597
Ukupno 1 + 2a + 3	51,045	48,362	606	100,014

Za potrebe lokacijske analize provedena je tematska prezentacija izračunatih količina ABP/AW-a po kategorijama na nivou lokalnih uprava (tematske karte na slici 1).

6. INFRASTRUKTURA ZA UPRAVLJANJE ANIMALNIM OTPADOM

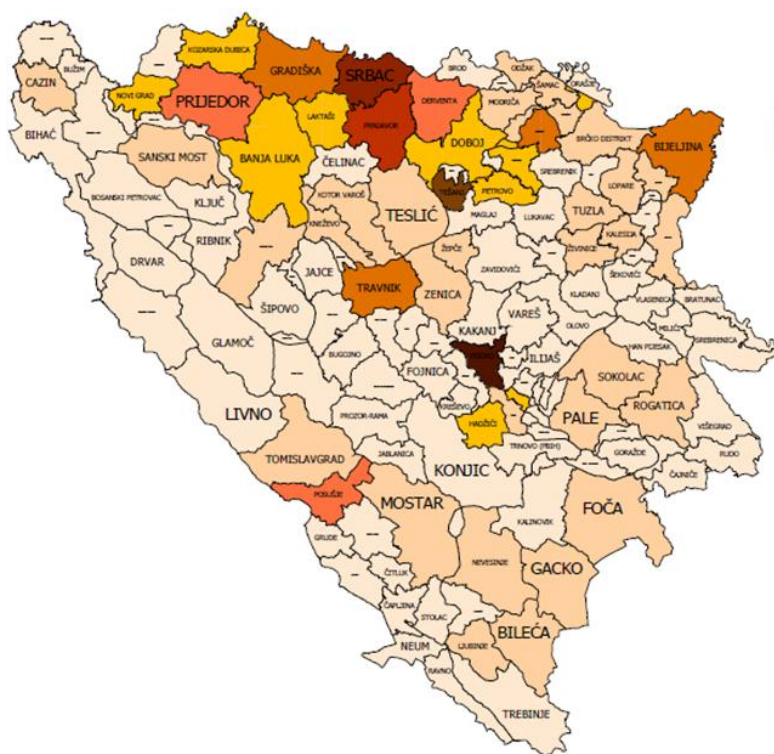
Infrastrukturu za upravljanje animalnim otpadom u užem smislu čine svi objekti, pogoni i sredstva za njegovo preuzimanje, transport, skladištenje, odlaganje, uništavanje ili preradu, bilo da se radi o prostoru ili kontejnerima za prikupljanje, međuobjektima za privremeno skladištenje, objektima za preradu, stočnom groblju ili drugim načinima zbrinjavanja.

Centralni objekti za tretman su prostori i pogoni za tretman animalnog otpada, odnosno njegovo konačno zbrinjavanje na način da on postane neškodljiv za zdravlje i okoliš. Međuobjekti su mjesta i prostori privremenog skladištenja od kojih treba obezbijediti redovno odvoženje do centralnog objekta za tretman, odnosno do mjesta konačnog zbrinjavanja.



ABP/AW KATEGORIJA 2b
-
SADRŽAJ DIGESTIVNOG
TRAKTA (U TONAMA) -
2020. GODINA

Klase po količinama u tonama	
1.899 do 2.110	(1)
1.688 do 1.899	(1)
1.055 do 1.266	(5)
844 do 1.055	(1)
633 do 844	(1)
422 do 633	(5)
211 do 422	(18)
100 do 211	(38)
0 do 100	(72)



UKUPNO ABP/AW
KATEGORIJA 1+2a+3
(U TONAMA) - 2020.
GODINA

Klase po količinama u tonama	
9.900 do 11.000	(1)
8.800 do 9.900	(1)
7.700 do 8.800	(1)
4.400 do 5.500	(1)
3.300 do 4.400	(4)
2.200 do 3.300	(3)
1.100 do 2.200	(10)
500 do 1.100	(30)
0 do 500	(91)

Slika 1: Tematska prezentacija izračunatih količina ABP/AW-a

7. KRITERIJI ZA SELEKCIJU LOKACIJA CENTRALNOG POSTROJENJA ZA TRETMAN I LOKACIJA MEĐUOBJEKATA

Korišteni kriteriji za selekciju lokacije objekata za tretman i prikupljanje ABP/AW su:

- cestovna udaljenost od centralne lokacije do generisanih količina agregiranih na nivou prostorne jedinice (općine)
- količine generisanog ABP/AW-a za tretman na centralnoj lokaciji nastale klanjem stoke u domaćinstvima (za potrebe lične potrošnje)
- količine generisanog ABP/AW-a za tretman na centralnoj lokaciji nastale klanjem stoke u klaonicama (za potrebe široke potrošnje)
- količine ABP/AW-a za tretman na centralnoj lokaciji nastale uginućem životinja
- količine ABP/AW-a prikupljane na lokaciji međuobjekta

Cilj optimizacije lokacija objekata jeste ekonomičnost transporta ABP/AW (ravnomyerna dostupnost postrojenja svim generatorima), odnosno minimizacija troškova prevoza. Troškovi prevoza su minimalni kada je ukupna dužina svih ruta, odnosno trajanje prevoza ponderisanog sa generisanim količinama ABP/AW-a do centralne lokacije minimalno. Ovo se može izraziti formulom (1):

$$\text{SUMA } d_i (q_{HHi} + q_{SHi} + q_{Ci} + q_{IMOi}) = \min. (i=1 \dots n) \quad (1)$$

gdje je:

- n – ukupan broj lokalnih uprava (općina)
- d_i – dužina (trajanje) puta od centralne lokacije do i -te općine
- q_{HHi} – količina ABP/AW-a nastala klanjem stoke u domaćinstvima na i -toj općini (HH – *household*)
- q_{SHi} – količina ABP/AW-a nastala klanjem stoke u klaonicama na i -toj općini (SH – *slaughterhouse*)
- q_{IMOi} – količina ABP/AW-a prikupljena na lokaciji međuobjekta (ukoliko se on nalazi na i -toj općini) (IMO – *inter-mediates object*)
- q_{Ci} – količina ABP/AW-a nastala uginućem životinja na i -toj općini (C – *corpse*)

8. SERVISNA PODRUČJA MEĐUOBJEKATA I ANALIZA TRANSPORTNIH RUTA

Kako bi se odredile lokacije međuobjekata neophodno je formirati referentna, odnosno servisna područja u BiH, koja će pojedini objekti servisirati. Ova referentna područja se mogu formirati grupisanjem susjednih općina, odnosno kantona ili regije u zavisnosti od zadatih kriterija.

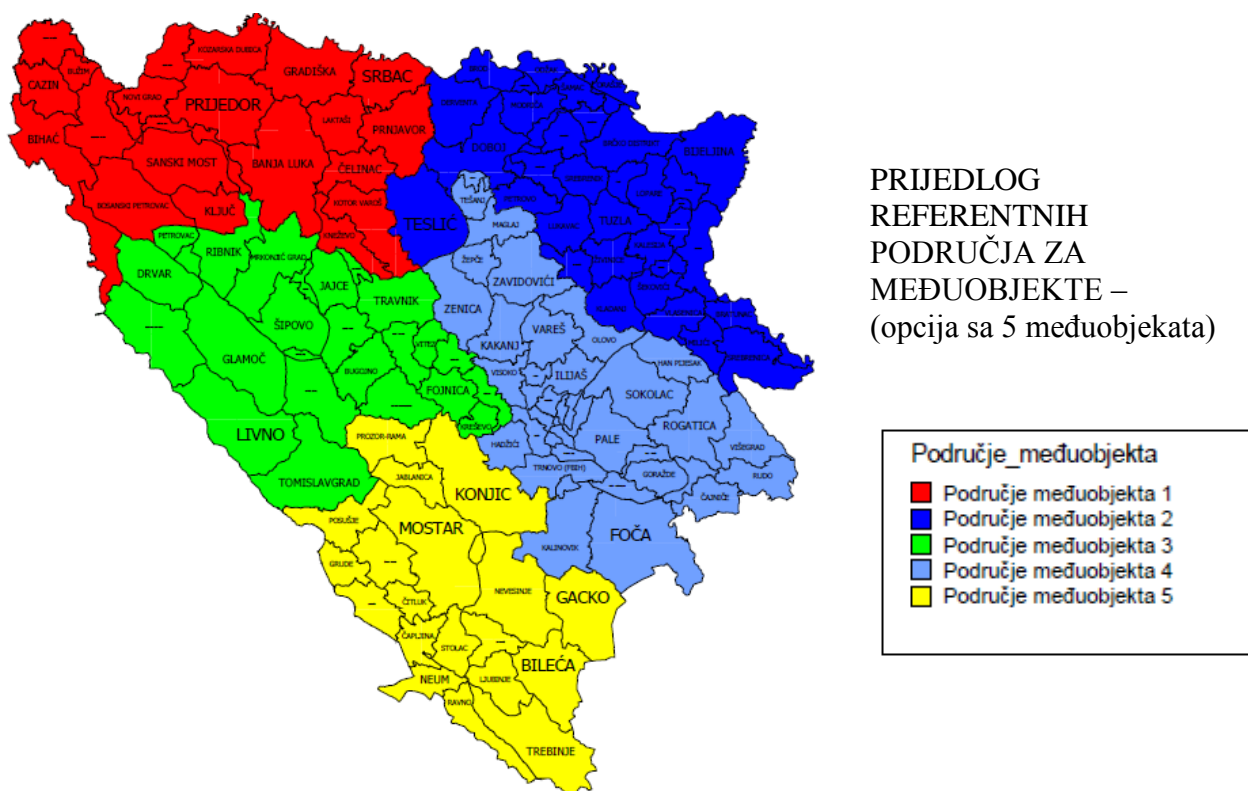
Kriteriji za grupisanje u ovom slučaju mogu biti:

- a) jednakost dužina raspoložive putne infrastrukture pojedinih područja
- b) jednakosti regionalnog opterećenja putne infrastrukture susjednih općina sa prevezenim količinama ABP/AW-a

- c) administrativna i ekonomsko-funkcionalna organizacija susjednih pojedinih općina na višem nivou (kantoni, regije i sl.)

Na osnovu ovih kriterija, u Bosni i Hercegovini se kao primjer mogu identificirati slijedeća servisna područja za međuobjekte (slika 2):

1. Kanton 1 – mezoregija Prijedor – subregija Gradiška (Banja Luka) – subregija Banja Luka (Banja Luka)
2. mezoregija Doboј - Kanton 2 - Kanton 3 – Brčko Distrikt – mezoregija Bijeljina
3. Kanton 6 - Kanton 10 – subregija Mrkonjić Grad (Banja Luka)
4. Kanton 4 - Kanton 5 – Kanton 9 – mezoregija Istočno Sarajevo
5. Kanton 7 - Kanton 8 – mezoregija Trebinje



Slika 2: Servisna područja međuobjekata

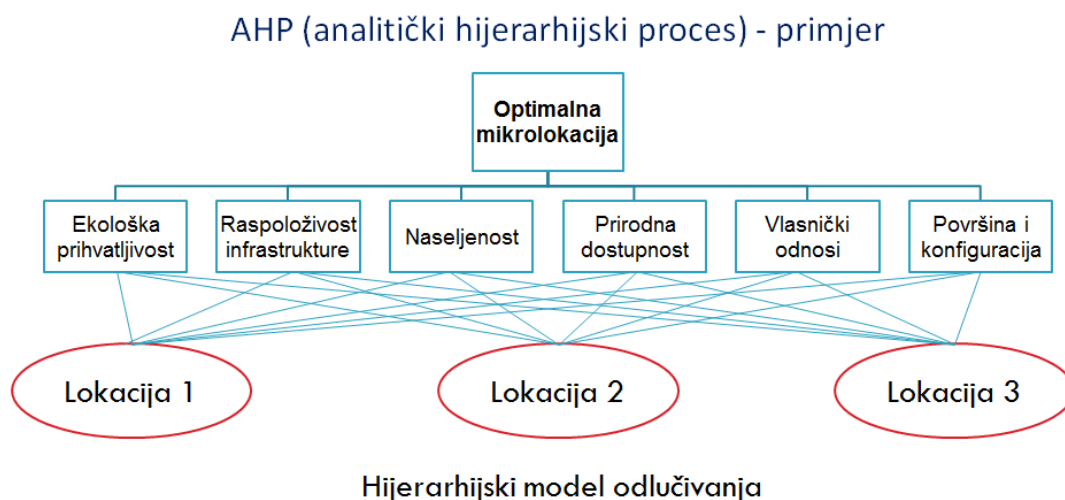
Na osnovu analize saobraćajne mreže unutar pojedinih servisnih područja moguće je identificirati rute za transport animalnog otpada do međuobjekata i centralnog objekta. Na osnovu ovih ruta i drugih statističkih podataka (dužina i trajanje puta, količine animalnog otpada i sl.) definišu se rješenja za transport i kalkulišu investicioni i operativni transportni troškovi infrastrukture za upravljanje animalnim otpadom.

9. MULTIKRITERIJALNA ANALIZA MIKROLOKACIJA OBJEKATA ZA ZBRINJAVANJE ANIMALNOG OTPADA

Kao što je prethodno opisano analiza lokacija objekata se može provoditi u 2 faze:

- lociranje objekata na širem prostoru podrazumjeva geoprostornu lokacijsku analizu uz primjenu kriterija bliskosti objekata i generatora i transportovanih količina kategorisanog animalnog otpada i
- odabir mikrolokacija uključuje multikriterijalnu analizu uz mogućnost primjene AHP metode (analitički hijerarhijski proces) i sa aktivnim učešćem predstavnika lokalne uprave.

Na slici 3 je prikazan primjer analitičkog hijerarhijskog procesa (AHP) sa relacijama između pojedinih rješenja i uticaja kriterija.



Slika 3: Primjer analitičkog hijerarhijskog procesa

Općenito kao kriteriji za izbor lokacija objekata se može koristiti:

- koncentracija generatora animalnog otpada (tip, količine, kategorije generisanog otpada),
- izbor tehnologije za tretman,
- raspoloživost infrastrukture (energija, vodosnabdjevanje, otpadne vode),
- dostupnost lokacije (pristup putu),
- administracija (dozvole, saglasnosti),
- politika (lokalna prihvatljivost, podrška investiciji) i
- troškovi/korist (investicioni i operativni troškovi, izvori investicionih sredstava).

Prilikom provođenja multikriterijalne analiza i selekcije mikrolokacija koriste se:

- prostorni kriteriji: dispozicija i frekvencija generatora, međusobna udaljenost dužina / vrijeme, transportna infrastruktura / bliskost i veze, i
- neprostorni kriteriji (ekonomski, administrativni, tehnološki, politički, infrastrukturni – postojeći kapaciteti/ održivo upravljanje otpadom – subvencije, troškovi, hijerarhija otpada, zaštita okoliša)

Selekcija mikrolokacije podrazumjeva definisanje optimalne lokacije unutar lokalne uprave primjenom usvojenih kriterija (administrativnih, ekonomskih, ekoloških, urbanističkih, političkih) kao i preferabilnosti same lokalne uprave. U ovom smislu neophodno je u lokalnoj upravi (odabranoj za potencijalnu lokaciju objekta) inicirati javnu raspravu sa ciljem uključivanja lokalne zajednice u proces odlučivanja o izgradnji postrojenja za tretman i skladištenje animalnog otpada.

10. ZAKLJUČAK

Kvalitetno upravljanje nusproizvodima i otpadom životinjskog porijekla podrazumjeva širok spektar aktivnosti kao što su procjena i provedba mjera poboljšanja pravnog i institucionalnog okvira, bolje upravljanje bazama podataka, uspostava odgovarajućeg efikasnog modela zbrinjavanja i tretmana uključujući transportna rješenja i tehnologije, te obezbjeđenja adekvatnog finansijskog okvira i izvora finansiranja. Jedan važnih zadataka u okviru izgradnje i razvoja infrastrukture upravljanja animalnim otpadom je odabir optimalnih lokacija za objekte centralnog postrojenja za tretman i međuobjekata za privremeno skladištenje animalnog otpada. Ovaj zadatak se provodi primjenom odgovarajućih prostornih i neprostornih kriterija od kojih su najvažniji cestovna udaljenost i količine generisanog otpada za transport centralnog objekta i do međuobjekata u okviru servisnih područja. Odabirom optimalnih lokacija stvaraju se mogućnosti za analizu transportnih ruta i odabir transportnih rješenja sa povoljnijim investicionim i operativnim transportnim troškovima. Nakon lociranje objekata na širem prostoru slijedi selekcija mikrolokacija koja se provodi tehnikama multikriterijalne analize u saradnji sa lokalnom upravom, a konačna odluka se donosi nakon javne rasprave i uz učešće javnosti.

11. LITERATURA

1. Huisman, O., A.de By, R. (2009): *Principles of Geographic Information Systems*, The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands
2. Ponjavic, M. (2011): *Osnovi geoinformacija*, Univerzitet u Sarajevu, Sarajevo,
3. de Smith, M., Goodchild, M., Longley, P. (2015): *Geospatial Analysis – A comprehensive guide book (online)*, 5th Edition, <http://www.spatialanalysisonline.com>
4. Sannik U. et al. (2015): Calculation model for the assessment of animal by-product resources in Estonian meat industry, *Agronomy Research* 13(4), 1053–1063, 2015.

5. Sannik U. et al. (2015): *Tool for the Assessment and Prediction of Animal By-product Resources, Waste Biomass Valor* (2016) 7:397–404,
6. Vuković I., (1998): *Osnove tehnologije mesa*, Veterinarska komora Srbije.
7. Pearson A.M., Dutson T.R. (1992): *Inedible meat by-products*, Elsevier Applied Science, London and New York.
8. Feiner G., (2006): *Meat products handbook*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
9. Oreopoulou V., Russ W., (2007): *Utiliyation of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry*. Springer.
10. Gagić A. (2012): *Animalni otpad u Bosni i Hercegovini – Značaj, porijeklo, kategorije i količine*. Naučno-stručni skup sa međunarodnim sudjelovanjem "Upravljanje animalnim otpadom i održivi razvoj", Zbornik radova, ISBN: 978-9958-501-77-7
11. Rede R., Petrović LJ. (1997): *Tehnologija mesa i nauka o mesu*, Tehnološki fakulte u Novom Sadu,
12. Uremović Z. (2004): *Govedarstvo*, Nacionalna i sveučilišna knjižnica, Zagreb. ISBN 953-96089-8-8,
13. Gutić sa saradnicima (2016): *Ovčarstvo - tehnologija proizvodnje*, Agronomski fakultet Čačak.
14. Kučević D. (2015): *Tehnologija govedarske proizvodnje – praktikum*, Poljoprivredni fakultet Univerzitet u Novom Sadu.
15. Anonymous (2013) [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Livestock_unit_\(LSU\)](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Glossary:Livestock_unit_(LSU))

**ENERGETSKA EFIKASNOST I OBNOVLJIVI IZVORI
ENERGIJE**

I'm With Nature



MUNICIPAL WASTE CONTRIBUTES TO RENEWABLE ENERGY SOURCES

Ajla Hasanagić

hasanagicka@hotmail.com

Key words: polluted environment, renewable energy sources, waste as the resource

ABSTRACT:

Among global problems the humanity is facing currently are also the polluted environment and the energy crisis. The constant increase of energy consumption and the realization how limited energy primary sources are created the need to deeply research and develop techniques of usage of municipal waste. Using the municipal waste as the fuel in certain industries and the production of energy from the certain gases could bring energetic, economic and environmental benefits. That is also the measure to accomplish the national goal of reducing the emission of toxic gases. The waste shall be understand as the resource to provide certain energetic capacities. The first chain would be the adequately regulated waste removal, its selection and then creating the heat and the electrical energy. Accomplishing this idea begun to show the positive results in European states which already conducted various researches in the fields of ecology and the energetics while considering the possibilities to shift to the renewable energy sources which are ecologically accepted, and obviously economic. Shifting to the renewable sources of energy in Bosnia and Herzegovina would be the great step in rational usage of energy but also the reduction of toxic impact.

KOMUNALNI OTPAD-DOPRINOS OBNOVLJIVIM IZVORIMA ENERGIJE

Ključne riječi: zagađena životna sredina, obnovljivi izvori energije, otpad kao resurs

SAŽETAK:

Globalni problemi sa kojima se čovječanstvo suočava su između ostalog zagađena životna sredina i energetske krize. Stalni porast potrošnje energije i spoznaja o ograničenim količinama primarnih izvora energije nametnuli su potrebu sistemskog istraživanja i razvoja tehnika iskorištavanja energetskeg potencijala komunalnog otpada.

Korištenjem komunalnog otpada kao goriva u industriji i energetici te proizvodnjom energije iz odlagališnog plina mogu se ostvariti energetske, ekonomske i ekološke koristi. To je ujedno i mjera za postizanje nacionalnih ciljeva smanjenja emisije stakleničkih plinova. Otpad treba da shvatimo kao resurs za obezbjeđivanje odgovarajućih energetske kapaciteta. Prva karika bila bi adekvatno regulisano upravljanje otpadom, zatim njegova selekcija i potom u kombinaciji sa biomasom korištenje za stvaranje toplotne i električne energije. Ostvarivanje ove ideje počelo je da pokazuje pozitivne rezultate u europskim zemljama koje su već poduzele različita istraživanja u oblasti ekologije i prevashodno u oblasti energetike ispitujući mogućnosti prelaska na obnovljive izvore energije, ekološki prihvatljive tehnologije i naravno uštede na svim nivoima. Prelaskom na obnovljive izvore energije i u Bosni i Hercegovini učinio bi se jedan veliki korak u racionalnom raspolaganju energentima uopšte ali i smanjila bi se štetna dejstva na životnu sredinu.

1. UVOD

Stalni porast svjetske populacije rezultira i većim energetske potrebama pa je savremeni svijet u konstantnoj potrazi za izvorima energije koji bi zadovoljili sve energetske potrebe. Savremene tendencije sve više se orjentišu na obnovljive izvore energije (Sunčeva energija, vjetar, otpad) što u konačnici znači nezavisnost od uvoza energenata. Obnovljivi izvori energije su i mnogo čistiji od alternativnih što je također velika prednost. Svjetska iskustva pokazuju da je problem otpada moguće riješiti samo odgovornim pristupom koji polazi od integralnog i cijelovitog koncepta i da pri zbrinjavanju otpada treba poštovati listu prioriteta: *izbjegavanje - smanjenje - reciklaža*. Najdalje u oblasti upravljanja otpadom su postigle Švedska i Austrija u kojima se svega 5% komunalnog otpada odlaže na deponije.

Otpad treba posmatrati prije svega kao komunalno zdravstveni problem pa tek onda kao resurs koji se može energetske, ekonomski i ekološki iskoristiti. Korištenje energije otpada za grijanje ili proizvodnju električne energije jedan je od načina za njegovu odgovornu upotrebu, uz minimalan uticaj na okolinu.

Tehnologija energetske upotrebe otpada danas je napredovala do te razine da su njezine štetne emisije svedene na ekstremno nisku razinu, značajno ispod emisija niza konvencionalnih sistema, poput saobraćaja ili energetske intenzivnih industrijskih postrojenja.

Spaljivanje otpada predstavlja jedan od modernijih načina uništavanja otpada jer većim gradovima ponestaje prostora za odlaganje otpada. Spaljivanjem otpada smanjuje se volumen i masa otpada ali se i uništavaju opasne tvari iz otpada.

Istraživanje naučnika iz američke državne agencije za zaštitu okoliša i državnog sveučilišta Sjeverne Karoline je istaknulo spaljivanje otpada kao najbolju alternativu za otpad koji se ne može reciklirati. Tehnologija ne samo što smanjuje stakleničke plinove i lokalno zagađenje već proizvodi električnu i toplinsku energiju. Isto istraživanje tvrdi da se dvostruko više stakleničkih plinova odašilje u atmosferu iz nespaljenog otpada jer je potrebno mnogo godina za razgradnju većine vrsta modernog otpada.

Spaljivanje otpada je koristan model koji može biti dodatna karika u lancu cirkularne ekonomije u kojem se svakom elementu pronalazi svrha. Princip se sastoji u tome da se spaljivanje pridruži recikliranju otpada i da praktično vrlo malo ili nimalo otpada trune na odlagalištima.

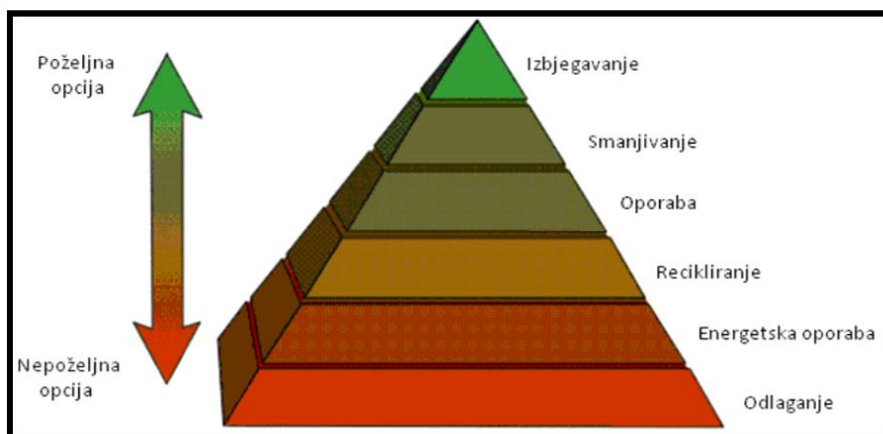
2. KORIŠTENJE KOMUNALNOG OTPADA KAO GORIVA U INDUSTRIJI I ENERGETICI

2.1. Energetska iskoristivost otpada

Korištenjem tehnologije za proizvodnju energije iz odlagališnog plina povećava se udio proizvedene energije iz obnovljivih izvora energije. Proizvedena energija iz otpada smanjuje količinu fosilnog goriva potrebnog za proizvodnju ekvivalentne količine energije, a time i emisiju stakleničkog plina ugljikovog dioksida (CO_2) koji bi nastao kao produkt izgaranja. Strategija upravljanja otpadom EU (Council Resolution on a Community Strategy for Waste Management 97/C76/01) koja se temelji na Okvirnoj Direktivi o otpadu, EU direktivi o odlaganju otpada i ostalim propisima postavlja materijalnu i energetska upotrebu ispred odlaganja otpada u hijerarhijskom konceptu upravljanja otpadom. Ostvarivanje i održavanje cjelovitog sistema upravljanja komunalnim otpadom od nastanka do konačnog odlaganja potrebno je uskladiti prema savremenim europskim standardima i zahtjevima odnosno da se cjelokupno upravljanje komunalnim otpadom uskladi sa nečelima održivog razvoja.

Materijalnom i energetska upotrebom otpada mogu se postići energetske, ekonomske i ekološke koristi. Termičkom obradom otpada u cementarama ili termoelektranama smanjuje se količina odloženog otpada čime se smanjuje emisija stakleničkog plina metana (CH_4) do koje bi došlo njegovim odlaganjem. Prednosti zamjene dijela fosilnog goriva s otpadom očituje se i u smanjenju količine odloženog otpada čime se smanjuje emisija stakleničkog plina metana do kojeg bi došlo njegovim odlaganjem.

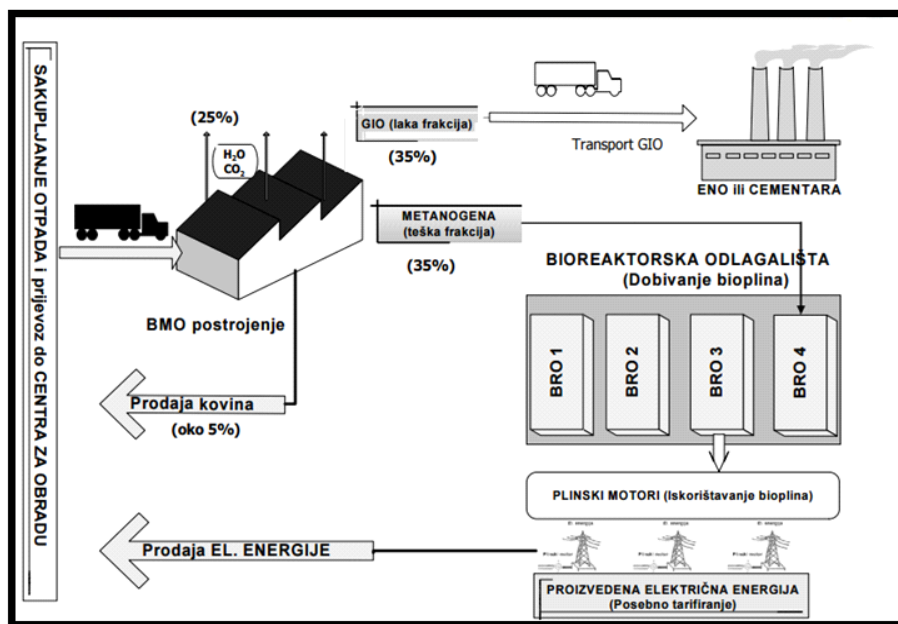
Na slici 1. predstavljeni su osnovni principi upravljanja otpadom.



Slika 1. Osnovni principi upravljanja otpadom (1)

Najčešća primjenjena tehnologija za termičku obradu otpada, već gotovo stotinu godina, je izgaranje ukupnoga nerazvrstanog otpada na rešetki (tzv. mass-burn). Takvom je otpadu ponekad potrebno dodati gorivo za poboljšavanje izgaranja. Najčešće se koristi prirodni plin, ali i ugljen i drvena biomasa, posebno ako se otpad prethodno ne suši. Spaljivanjem se smanjuje masa otpada (do 75 %) i volumen (do 90 %), a na taj se način štedi inače ograničeni prostor na odlagalištima. Izgaranjem se uništavaju opasne nemetalne organske tvari te bakterije i virusi, pa je posebno pogodno za obradu medicinskog otpada.

Gorivo iz otpada (RDF/Refuse derived fuel) ima visoku ogrijevnu vrijednost, a njegovim izgaranjem u industriji (cementare) i energetici (termoelektrane) postiže se dobro iskorištavanje raspoložive energije. Za industrijsku primjenu potrebni su veliki stabilni i stalni izvori otpadnih materijala bez većih oscilacija u sastavu i strukturi. Otpad se prethodno mora na adekvatan način obraditi i po potrebi obogatiti po gorivoj komponenti. U tu svrhu koriste se postupci mehaničko-biološke obrade (MBO) ili mehaničko termičke obrade otpada. (5) Postupcima MBO iz otpada izdvajaju se metalne tvari, inertni otpad i organske tvari. Metali se upućuju na odgovarajuću industriju kao sekundarne sirovine, inertni otpad i organske tvari. Inertni otpad se odlaze na odlagališta, a organske tvari se dalje obrađuju biološkim procesima (kompostiranje) u stabilni produkt kompost. Nakon obrade preostali dio neobrađenog otpada sastoji se od papira, kartona, plastike i tekstila odnosno visokoogrijevne frakcije otpada koja se mehanički usitnjava u formu RDF-a prikladna za upotrebu u industriji i energetici. MBO komunalnog otpada daje manju količinu RDF-a slabije kvalitete nego pri BMO sistemima. BMO se uglavnom koristi ako je primarni cilj obrade dobivanje maksimalne količine visokokvalitetnog RDF-a s ciljem njegovog iskorištavanja u svrhu dobivanja energije. (5) Na slici 2. prikazana je shema mehaničko-biološke obrade otpada sa proizvodnjom energije.



Slika 2. Mehaničko-biolška obrada otpada (2)

Bitne karakteristike RDF-a kao dopunskog goriva su ogrijevna vrijednost, sadržaj vlage i pepela i sadržaj sumpore i hlora. Korištenje RDF-a kao dopunskog goriva rezultira smanjenom potrošnjom primarnih izvora energije fosilnih goriva. Karakteristike RDF-a ovise o izvoru, načinu prikupljanja i sortiranja komunalnog otpada te o procesu obrade. Komponenta biološkog porijekla u RDF-u smatra se neutralnom s obzirom na ugljikov dioksid, a time se izravno smanjuje emisija ugljikovog dioksida za ekvivalentnu količinu proizvedene energije.

2.2. Elektrane na biomasu i otpad

Prvi korak u procesu proizvodnje energije iz otpada je selekcija otpada koji se po zakonu može koristiti u spalionicama. U tu skupinu ne spada otpad koji je moguće reciklirati, te ne spada otpad koji sadrži veliku količinu otrova i štetnih plinova. Otpad koji zadovoljava kriterije se zbija kako bi se smanjio volumen. Takav otpad kamioni prevoze do spalionica gdje se dodatno zbija pritiskanjem pod visokim tlakom. Specijalizirane tvornice vrše spaljivanje čime se generira velika vrućina koja se u obliku plina može uporabiti za grijanje u kućanstvima. Postoji mogućnost i da dobivena toplina napaja generatore na paru koji pak proizvode električnu energiju. Ipak, češća je praksa proizvodnje plina koji je oskudniji resurs, posebice u Europi. (6)

Spaljivanjem se osim energije izdvajaju prašina i štetni plinovi. Većina štetnih plinova je sadržana u otpadu i na ovaj način se otpušta u zrak. Tvornice su iz tog razloga kroz 100 godina razvile brojne zadržavače i pročišćivače takvih plinova koji se ispuštaju u atmosferu tek nakon pročišćavanja. Prašina koja nastaje se ne smatra prekomjerno problematičnom, jer se sastoji od anorganskih elemenata otpada.

Svako termoeenergetsko postrojenje sastoji se od kotla, kondenzatora i pumpe. Kod elektrana na biomasu i otpad specifično je da kao gorivo u kotao ulazi biomasa i otpad. Postrojenja za izgaranje biomase i otpada mogu izgarati mnoga otpadna goriva. Tehnologija izgaranjem pretvara biomasu u toplinsku energiju, a iz nje se pomoću određenih strojeva pretvara u nekoliko oblika potrebne energije kao što su: električna energija, topli zrak, voda i para. U kotlu se događa proces izgaranja koji možemo podijeliti na izgaranje u fluidiziranom sloju i izgaranje na rešetci. (7)

Tehnologija izgaranja u fluidiziranom sloju postiže vrlo visoke vrijednosti iskoristivosti kotla. Glavni nedostatak je cijena koja je u odnosu na izgaranje na rešetci znatno veća i zbog toga se koristi samo u elektranama snage preko 5MW.

Tehnologija izgaranja na rešetci se događa u kotlu u kojem je smještena rešetka na kojoj se nalazi biomasu i otpad koji sagorijeva. Izgaranje na rešetci je pouzdana i dokazana tehnologija, a razne izvedbe omogućuju relativno visok stepen kontrole i efikasnosti. Nedostatak izgaranja na rešetci očituju se kod goriva nejednake kvalitete i sa visokim udjelom vlage kod postizanja ravnomjernog sagorjevanja predstavlja problem. Ravnomjerno i potpuno sagorjevanje povećava efikasnost i smanjuje emisiju štetnih plinova.

2.3. Proizvodnja energije iz odlagališnog plina

Bioplin emitiran sa odlagališta komunalnog otpada uobičajno nazvan odlagališni plin nastaje razgradnjom organskih otpadaka u odlagalištima. Odlagališni plin je smjesa metana i CO₂ te u manjoj mjeri ostalih plinova (kisik, vodik, dušik). Sastav otpada je glavni faktor koji utiče na količinu metana u odlagalištu. Metan je snažan staklenički plin koji ima oko 21 puta veći staklenički potencijal od ugljikovog dioksida što utječe na povećanje globalnog zagrijavanja. Njegovom upotrebom korištenjem tehnologije za proizvodnju energije pridonosi se smanjenju emisije stakleničkih plinova i povećanje udjela proizvedene energije iz obnovljivih izvora.

Nastajanje odlagališnog plina na odlagalištu otpada traje desetljećima, a raspoložive količine plina za ekonomsku proizvodnju energije 20-tak godina. Sistemi otplinjavanja odlagališta mogu prosječno skupiti do oko 60% proizvedenog metana. Proizvodnja energije iz odlagališnog plina ekonomična je za velika odlagališta komunalnog otpada s relativno velikom proizvodnjom plina. Na manjim odlagalištima otpada odlagališni plin bi se također trebao skupljati i spaljivati na baklji. Spaljivanje odlagališnog plina na baklji koristi se kao opcija u slučaju da se ne iskorištavaju energetska svojstva odlagališnog plina ili ako je koncentracija metana toliko niska da se ne može iskoristiti za proizvodnju energije.

2.4. Europska iskustva energetske upotrebe otpada

Alternative odlagalištima mješovitog otpada su spalionice otpada i postrojenja za mehaničko-biološku obradu. Spalionice otpada može biti smještena u centru grada jer elektrofilteri osiguravaju čišćenje izlaznih plinova tako da aerozagađenja praktično nema: ukloni se 99,5 %

prašine i mnogi teški metali, a kontrolom uslova izgaranja i daljim čišćenjem uklone se i: H_2SO_4 , SO_2 , preostali teški metali, smanji se izdvajanje NO_x .

Primjena tehnologije spaljivanja otpada započela je u Njemačkoj davne 1896 godine zbog neprihvatljivih higijenskih uvjeta u Hamburgu. U Europi trenutno posluje preko 450 spalionica i 330 postrojenja za mehaničko-biološku obradu otpada. Postrojenja za energetske upotrebu otpada važan je dio cjelovitog sistema upravljanja otpadom EU. U tim se postrojenjima proizvodi toplotna i električna energija za približno 14 miliona stanovnika Europske Unije. Iz tone komunalnog otpada može biti (u prosjeku) proizvedeno oko 2-3 MWh električne energije i 2 MWh topline korištene za grijanje.

Većina postrojenja za energetske upotrebu otpada grade se u velikim gradovima te su priključena na lokalnu energetske mrežu npr. toplotnu kako bi gubitci energije bili minimalni. Činjenica da se ta postrojenja nalaze u blizini lokacija gdje žive ljudi najbolje govori o njihovom uticaju na okoliš i zdravlje ljudi. Danska i Švedska kao primjeri napretka u mnogim sferama ekonomskog života imaju „problem“ nedostatka otpada. Oni uvoze otpad iz susjednih područja, te čak iz prekomorske Velike Britanije i Irske. Švedska godišnje uveze 700.000 tona otpada.

Već 1904. godine u vrijeme kad skandinavske zemlje nije krasila zavidna razina razvoja u Stockholmu, švedskoj prijestolnici, izgrađena je prva tvornica za spaljivanje otpada. Danas djeluju ukupno 32 takve tvornice. Danska izgrađuje prvu tvornicu 1903. godine u blizini svog glavnog grada, Kopenhaga. Trenutno je aktivna 31 tvornica za spaljivanje otpada. Spaljivanje se vrši ne samo da bi otpad iščeznuo s vidika ljudskog oka i uljepšao krajolik, nego i zbog dobivanja električne i toplinske energije. Danas diljem Švedske 32 postrojenja proizvode toplinsku energiju za 810.000 domaćinstava i električnu energiju za 250.000 kuća. 50% otpada iz domaćinstava pretvara se u energiju. Jedna od najpoznatijih spalionica otpada u Europi je Spittelau u Beču. (6)

Na slici 3. je prikazano postrojenje i objekat spalionice otpada Spittelau u Beču.



Slika 3: Spalionica otpada Spittelau u Beču (3)

Ovdje se godišnje preradi 250.000 tona otpada iz bečkih domaćinstava pri čemu se proizvodi 40.000 MWh struje i 470.000 MWh toplotne energije. Za sve relevantne emisije iz takvih postrojenja postoje granične vrijednosti jasno definirani postupci ispitivanja kontinuiranog mjerenja te obaveze nadzora i inspekcija.

Nedostatak postupka spaljivanja se ogleda u tome što se otpad uništi, a da se prirodi ne vrati bar dio sirovina u vidu recikliranja. Zbog toga je spaljivanje potrebno primjenjivati samo u slučajevima ako drugi načini dispozicije otpada nisu mogući odnosno kad se spaljivanjem postignu neke druge prednosti u poređenju sa drugim načinima.

Prednosti energetske upotrebe otpada:

- smanjenje mase (za 75%) i volumena otpada (za 90%) i troškova odlaganja
- smanjenje organskog udjela u odloženom otpadu
- uništavanje organskih štetnih tvari (termičkom obradom se uništavaju patogeni mikroorganizmi i dr.)
- smanjenje emisija stakleničkih plinova (nema CH₄ s odlagališta)
- smanjenje potrošnje primarnih izvora energije (smanjenje ovisnosti o uvozu energenata, diversifikacija energetske izvora,...) (8)
- smanjenje troškova rada i održavanja odlagališta
- povećanje raspoloživih površina za druge namjene zbog smanjenja površina zauzetih odlagalištima otpada
- dobre mogućnosti prodaje proizvedene energije djelomično kompenziraju razmjerno visoka ulaganja
- doprinos energetske bilanci smanjivanjem uvoza fosilnih goriva

3. ZAKLJUČAK

Obaveza Bosne i Hercegovine je da slijedi smjernice Europske unije u energetskom sektoru kroz primjenu konvencionalnih ali i obnovljivih izvora energije. Imajući u vidu dosadašnju praksu i nedovoljno poznavanje ovog važnog segmenta sa stanovišta racionalnog korištenja energije, smanjenja emisije polutanata uzrokovanih upotrebom konvencionalnih izvora energije, povećavanja stepena zapošljavanja i povećavanja stepena korištenja obnovljivih izvora energije su smjernice kojima treba težiti u budućnosti. Korištenje obnovljivih izvora energije u Bosni i Hercegovini je nedovoljno promovisano i poznato te je potrebno stvoriti podesan društveni okvir kako bi stručnjaci utvrdili koji obnovljivi izvori, koliko i na koji način mogu biti dio ukupne energetske strategije.

Sistem upravljanja otpadom kakav se usavršava u razvijenim zemljama treba da bude i ekonomski održiv ali i održiv u odnosu prema prirodi, a potom cjelovito tržišno valorizovan, fleksibilan i operativan na svim državnim nivoima. Otpad je neizbježan proizvod društva ali i

efikasnije korištenje i na izvjestan način upravljanje tretmanom otpada je također interes i obaveza društva. Otpad je resurs koji može služiti u funkciji ekonomskog razvoja.

4. LITERATURA

- [1] Đonlagić, M., Energija i okolina (2005), Univerzitet u Tuzli, Tuzla
- [2] Avdić, G., (2004), Kvalifikacija i kvantifikacija krutog otpada kao energetskeg resursa, doktorska disertacija, Univerzitet u Tuzli, Tuzla
- [3] Potočnik, V., (2005), Tehnologije za ublažavanje klimatskih promjena u sektoru Gospodarenje otpadom, Elaborat u okviru projekta Climate Change Enabling Activity (Phase II), Technology Needs Assessment Report; EKONERG
- [4] Stanić, Z., Čerškov, M., Rapić, A., (2004), Analiza mogućnosti ekološkog zbrinjavanja otpada u termoelektranama, VIII. međunarodni simpozij Gospodarenje otpadom Zagreb
- [5] <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-62-2010-01-07.PDF> (preuzeto V 2017.)
- [6] "<http://manager.ba/clanak/spaljivanjem-otpada-do-plina-i-struje>"
"<http://manager.ba/clanak/spaljivanjem-otpada-do-plina-i-struje>"
"<http://manager.ba/clanak/spaljivanjem-otpada-do-plina-i-struje>"
"<http://manager.ba/clanak/spaljivanjem-otpada-do-plina-i-struje>"
"<http://manager.ba/clanak/spaljivanjem-otpada-do-plina-i-struje>"
"<http://manager.ba/clanak/spaljivanjem-otpada-do-plina-i-struje>"
"<http://manager.ba/clanak/spaljivanjem-otpada-do-plina-i-struje>"tp:// (preuzeto V 2017.)
- [7] <http://www.scribd.com/document/biomasa.bioplin/biogorivo> (preuzeto V 2017.)
- [8] <http://www.marjan.fesb.hr> (preuzeto V 2017)

IZVORI SLIKA

- [1] <http://marjan.fesb.hr/~fbarbir/PDFs%20Obnovljivi%20izvori/Dodatni%20materijali%20i%20predavanja/Otpad%20Dobrovic%20Schneider%20CTT.pdf> (preuzeto V 2017)
- [2] <http://marjan.fesb.hr/~fbarbir/PDFs%20Obnovljivi%20izvori/Dodatni%20materijali%20i%20predavanja/Otpad%20Dobrovic%20Schneider%20CTT.pdf> (preuzeto V 2017)
- [3] https://hr.wikipedia.org/wiki/Spalionice_otpada (preuzeto V 2017)

I'm With Nature



ROLE OF WASTE PLASTIC MATERIAL IN ENERGY EXPLOITATION OF MUNICIPAL WASTE

¹Mahmut Jukić, ²Ifet Šišić

¹ Cantonal Administration for Inspection Affairs, Bihać, Bosnia and Herzegovina

² University of Bihać, Biotechnical Faculty, Bihać, Bosnia and Herzegovina

sisic_btf@yahoo.com

Key words: plastic materials, volumes, energy yield.

ABSTRACT:

Over the last few years plastic consumption, especially plastic packaging, has significantly increased, resulting in enormous quantities of this type of waste, especially in the composition of municipal waste that needs to be properly managed to avoid the environmental destruction. In addition to the recycling process which has a great potential to solve this problem, today in developed countries the method of energy utilization of municipal waste is increasingly applied in the process of energy production from waste.

Energy utilization of municipal waste is certainly a high-quality solution that can be used at the same time for solving the problem of the amount of waste at landfill sites and the need for an alternative energy source.

This work presents the percentage representation of waste plastic materials in communal waste and its role in energy utilization of municipal waste in the process of energy production from the same.

ULOGA OTPADNIH PLASTIČNIH MATERIJALA U ENERGIJSKOM ISKORIŠTENJU KOMUNALNOG OTPADA

Ključne riječi: plastični materijali, količine, energetska iskorištenje.

SAŽETAK

Tokom posljednjih nekoliko godina potrošnja plastike, naročito plastične ambalaže, značajno je povećana, što za posljedicu ima stvaranje ogromnih količina te vrste otpada, pogotovo u sastavu komunalnog otpada sa kojim je potrebno pravilno upravljati da bi izbjegli uništenje životne sredine. Pored postupka reciklaže koja ima veliki potencijal za rješavanje ovog problema, danas u razvijenim zemljama se sve više primjenjuje metoda energijskog iskorištenja komunalnog otpada u postupku proizvodnje energije iz otpada.

Cilj ovog rada je da se na osnovu zvanične metodologija za istraživanje količine i sastava komunalnog otpada na nekom području, odredi rezultat količina otpadnih plastičnih materijala u sastavu komunalnog otpada i njihova uloga u određivanju energijskog potencijala u procesu sagorijevanja komunalnog otpada.

Energetsko iskorištavanje komunalnog otpada predstavlja kvalitetan pristup inzalaženja rješene kojim se istovremeno može definisati problem količine otpada na odlagalištima i potreba gorovih komponenti (plastika) kao alternativnim izvorom energije.

U ovom radu prikazana je procentualna zastupljenost otpadnih plastičnih materijala u komunalnom otpadu, te goriva svojstva i uloga te vrste otpada u energijskom iskorištenju u postupku proizvodnje energij.

1. UVOD

Komunalni otpad danas predstavlja ključni problem naročito zemalja u razvoju i nerazvijenih zemalja i neizbježna je posljedica čovjekova načina života. Razvijene zemlje stoga su detaljno razradile zakonodavstvo, a kao i strateške dokumente u kojima se daju jasne smjernice u pogledu efikasnog upravljanja otpadom. Primjer takvog zakona je Direktiva o otpadu Evropske unije [1] koja definira legalni okvir upravljanja otpadom u EU. Osnovni stavovi su gotovo svugdje identični: tj. proizvoditi što manje otpada, što više ponovno upotrebljavati otpad, podvrći ga reciklaži, razvijati i primjenjivati nove tehnologije tretiranja, materijalne i energetske valorizacije, te u konačnici ostatak zbrinuti na ekološki prihvatljiv način.

Problem, odnosno pitanje komunalnog otpada treba promatrati u puno širem kontekstu i u tom pogledu stvarni i pravi problemi otpada počinju upravo kad je otpad dovezen na određenu lokaciju. Još je jedan aspekt problema otpada koji se nikako ne smije zanemariti, a to je njegova vrijednost. Otpad nije i ne mora postati smeće, ali se njegovim odbacivanjem i odlaganjem na odlagališta bespovratno gube dragocjeni materijali i potencijalna energija.

Otpad koji se koristi u procesu za proizvodnju energije naročito postupkom sagorijevanja (inseneracije), mora da zadovolji određene uslove, i to na prvom mjestu, njegova donja

toplotna vrijednost mora da bude veća od minimalne vrijednosti. Prosječna donja toplotna vrijednost otpada mora da bude minimalno 6 [MJ/kg] po svim godišnjim dobima, a prosječna godišnja minimum 7 [MJ/kg] [2].

Obzirom da plastika i ostali plastični materijali u sastavu komunalnog otpada imaju dosta visoku donju toplotnu vrijednost ($H_d=22,5$ do $32,7$ [MJ/kg][3], to je i razlog da se u ovom radu razmotri kako to masa i sastav plastičnih materijala utiču na energijski potencijal u procesu sagorijevanja komunalnog otpada. Na proces sagorijevanja komunalnog otpada u postupku proizvodnje energije pored količine otpada, najbitniji faktor je i njegov morfološki sastav, odnosno odnos organskog (gorivog) dijela u odnosu na neorganski (negorivi) dio. Međutim, za pravilan izbor metode za upravljanje komunalnim otpadom jednog grada neophodno je prethodno ispitati količinu i sastav otpada koji proizvodi njegovo stanovništvo. Kod sastava otpada neophodno je ispitati sadržaj organskog –gorivog dijela otpada (papir, karton, plastika, PVC ambalaža, guma, koža itd.), kao i sadržaj neorganskog, odnosno negorivog dijela otpada (staklo, metal, pijesak itd.).

Količina otpada koja se proizvodi u pojedinim zemljama varira i teško je praviti upoređenja. Razlozi za to su višestruki: način odlaganja i sakupljanja otpada, zakonska regulativa pojedinih zemalja, ekonomski nivo, navike građanstva i sl. Na teritoriji Evropske Unije količina komunalnog otpada se kreće u intervalu od 350 kg do 430 [kg/stanovniku] za godinu dana (tabela 1.) [4]. U tabeli su dati podaci za komunalni otpad i otpad iz domaćinstava u zemljama EU.

Tabela 1: Količina generisanog kućnog i komunalnog otpada u kg po jednom stanovniku za godinu dana za zemlje članice Evropske Unije

Država	Otpad iz domaćinstava	Komunalni otpad	Država	Otpad iz domaćinstava	Komunalni otpad
Danska	500	530	Austrija	310	480
Holandija	470	580	Nemačka	300	320
Italija	400	470	Norveška	300	620
Španija	-	370	Irska	290	430
Švedska	360	440	Luksemburg	250	530
Porugalija	-	350	Island	240	560
V.Britanija	340	-	Finska	180	410
Francuska	340	470	Belgija	-	470
Grčka	-	310			

Situacija u regionu Jugoistočne Evrope je nešto drugačija. Količina otpada iz domaćinstava po jednom stanovniku na godišnjem nivou kreće se u intervalu od 139,30 [kg] do 397,42 [kg], odnosno prosječna količina iznosi 304 kgi manja je od prosjeka za zemlje Evropske Unije koja prema podacima ETC/W instituta iznosi 397 [kg] (tabela 2.) [4].

Sastav, odnosno komponente otpada su takođe vrlo bitan faktor koji utiču na eventualno profitabilnu proizvodnju energije iz komunalnog otpada. Sa aspekta reciklaže od značaja je

sadržaj organskog dijela otpada (komostabilni materijal) i sadržaj neorganskog dijela po klasama (staklo, papir, metal, plastika, koža i dr.)

U tabeli 2. dati su podaci o količini generisanog otpada po jednom stanovniku za zemlje Evropske Unije na godišnjem nivou po klasama kao i rezultati za neselektirani otpad (u kesama) i dijela koji je sortiran po klasama i spreman za reciklažu.

Tabela 2: Količina generisanog otpada iz domaćinstava po klasama po jednom stanovniku za godinu dana za zemlje članice Evropske Unije [2]

Država	Ukupna količina otpada	Otpad u kesama	Organski dio	Papir i karton	Staklo	Metal
Austrija	245	160	0	54	26	5
Belgija	347	281	6	32	22	5
Danska	386	278	13	63	25	0
Finska	363	263	14	77	6	4
Francuska	403	352	0	24	23	3
Nemačka	409	306	12	58	30	3
Island	272	240	0	21	11	0
Italija	430	410	0	10	10	0
Luksemburg	391	318	0	39	34	0
Norveška	362	295	11	45	9	2
Portugalija	387	374	0	1	12	0
Španija	397	386	0	0	11	0
Švedska	357	300	0	46	11	0
Holandija	402	248	75	54	22	3
V. Britanija	400	378	4	10	7	0
EEA ukupno	397	344	7	27	17	2

Podaci govore da zemlje koje imaju razvijen sistem sortiranja i reciklaže proizvode manju količinu otpada. U BiH dosadašnja iskustva govore da su korištene različite metode istraživanja u cilju utvrđivanja količine i sastava komunalng otpada, što je rezultat različitih podataka koji treba da posluže za pravilan izbor upravljanja i tretiranja komunalnim otpadom.

2. PRISTUP ISTRAŽIVANJA MORFOLOŠKOG SASTAVA KOMUNALNOG OTPADA

Komunalni čvrsti otpad koji se produkuje u domaćinstvima predstavlja heterogenu smjesu različitih vrsta otpadnih materijala koji su sadržani od sagorivih komponenti. Pored plastičnih materijala, a najviše plastične ambalaže koja ima visoku toplotnu vrijednost, u sastavu istog se nalaze i ostali organski sagorivi materijali koji utiču na sveukupni energijski potencijal., a to su: papir, karton, razne vrste kartonske ambalaže, tekstil, koža, guma, biomasa, ostali organski kućni otpad i dr., dok neorganske odnosno nesagorive komponente sastoje se od metala, stakla, pijeska i td.

Metodologiju za procjenu generisanih količina i sastava komponenti komunalnog otpada koja je korištena u ovom radu za odabrano područje, rezultat je analiza iskustava zemalja članica EU i predložena je kao zvanična metoda pod nazivom *S.W.A.-Tool* (Development of a Methodological Tool to Enhance the Precision & Comparability of Solid Waste Analysis Data). Cilj njenog razvoja je povećanje preciznosti i uporedljivosti podataka o komunalnom otpadu na nivou Evrope.

Metodologija se sastoji iz dva dijela. Prvi dio se odnosi na utvrđivanje procjene generisanih količina komunalnog otpada za odabrano područje, na način da se u periodu od sedam dana mjere količine komunalnog otpada prije njegovog odlaganja na deponiju. Drugi dio se odnosi na uzorkovanje i analizu morfološkog sastava komunalnog otpada za odabrano područje.

Mjerenje (vaganje) se vrši tako što se prvo izmjeri masa (tara masa) svih kamiona-smećara koji vrše sakupljanje otpada na području općine, i to prije izlaska na teren za utovar i sakupljanje smeća. Ovo mjerenje je dovoljno izvršiti jedanput na početku započelog procesa..

Drugi korak je da se vrši mjerenje (vaganje) istih kamiona kada obavljaju svoje redovne relacije u sakupljanju otpada i kada su punog kapaciteta (bruto masa). Sva mjerenja se vrše na kolskim vagama rezultati se upisuju na posebnim obrazcima, a prostim oduzimanjem bruto od tara težine, dobija se neto težina prikupljenog otpada, koja i jeste od interesa za dalju analizu.

Način određivanja morfološkog sastava komponenti komunalnog otpada za odabrano područje iziskuje uzimanje uzoraka komunalnog otpada približne mase od 0,5[t] i dovoženje do lokacije gdje se vrši analiza iz sljedećih područja ili zona:

- gradska zona – individualno stanovanje,
- gradska zona – kolektivno stanovanje (komercijalna zona) i
- seoska zona.

Za analizu otpada, odnosno sortiranje istog po kataloškim vrstama, potrebna je i ostala sljedeća oprema:

- a) elektronska vaga (opsega mjerenja do 150[kg], platforme širine 400x500[mm], sa LED displejom i mogućnošću rada na akumulatorsku bateriju, čime je omogućen njen nesmetan rad na svakom terenu). Prije korištenja vage, potrebno je izvršiti njenu kalibraciju i postavljanje u horizontalan položaj, po mogućnošću da se može povezati sa računarom.

- b) kante za otpad (zapremine 85 litara), koje su označene i u koje se otpad razvrstava po kategorijama tj. predviđenom katalogu).
- c) rešetka (služi za lakše i brže sortiranje i odvajanje krupnijeg otpada od ostalog, sadrži 3 sita od 130[mm], 75[mm] i 20[mm], čime se na kraju dobijaju posebno odvojeni tzv. „fini elementi“ u smeću manji od 20[mm] i oni su najčešće u obliku zemlje, pepela i prašine).
- d) pomoćno oruđe i alati (lopate, metle, grablje, najlon, makaze, noževi za rezanje kesa itd.).

3. PRIMJENA METODOLOGIJE ZA ODREĐIVANJE SASTAVA I KOLIČINA KOMPONENTI KOMUNALNOG OTPADA NA PODRUČJU U-S K

Za primjenu opisane metodologije za određivanje sastava i količina otpadnih korisnih materijala iz komunalnog otpada na području Unsko-sanskog kantona, iz tabele 3 odabrana su područja općina Bosanska Krupa, Cazin i Bužim koje generisani komunalni otpad odlažu na zajedničku deponiju "Meždre", koja se nalazi na granici općine Bosanska Krupa i općine Cazin. Pored ostalih kategorija otpada koje su u sastavu komunalnog otpada prikazani u kataloškoj tabeli 3., na osnovu masenih podataka mjereni su procentualni udjeli tri vrste otpadnih plastičnih materijala i to: plastični ambalažni materijal, plastične kese–najlon i otpadna tvrda plastika. Obzirom da je masa svih komponenti komunalnog otpada, kao i ukupna masa bitna kao faktor u izračunavanju energijskog potencijala i ukupne energije u komunalnom otpadu, u ovom radu su prikazani rezultati mjerenja količina, odnosno mase svih komponentata komunalnog otpada.

3.1. Rezultati mjerenja ukupne mase komunalnog otpada

Po utvrđenoj metodologiji u periodu od sedam dana izvršeno je mjerenje ukupne mase generisanog komunalnog otpada u gore određenom području U-S kantona i to sa kolskom vagom u vlasništvu JP Federalna direkcija cesta Sarajevo na način kako je to prikazano na slikama 1.



Slika 1: Mjerenje ukupne mase komunalnog otpada u području istraživanja [foto Jukić 2014]

Dnevna generisana količina komunalnog otpada po jednom stanovniku računa se na osnovu sljedećih formula:

$$M_{st/dn} = \frac{M_{uk/dn}}{K_u} \text{ [kg]} \quad \dots(1)$$

gdje je:

$M_{st/dn}$ – ukupna dnevna masa komunalnog otpada po jednom stanovniku

$M_{uk/dn}$ – ukupna dnevna masa komunalnog otpada u određenoj općini

$$K_u = R_{\xi} \cdot S_t \quad \dots(2)$$

gdje je

K_u – broj korisnika komunalnih usluga (stanovnika)

R_{ξ} – broj računa za domaćinstva

S_t – broj stanovnika u određenoj općini po jednom domaćinstvu

Broj stanovnika u određenoj općini je količnik ukupnog broja popisanih stanovnika i ukupnog broja popisanih domaćinstava u toj općini i računa se po sljedećoj formuli:

$$S_t = \frac{S_p}{D_p} \quad \dots(3)$$

gdje je:

S_p – broj stanovnika po popisu

D_p – broj domaćinstava po popisu

Unošenjem podataka dobije se vrijednost S_t za općinu Bosanska Krupa:

$$S_t = \frac{29.695 \text{ stanovnika}}{7.691 \text{ domaćinstava}} = 3,86 \text{ stanovnika/domaćinstvu}$$

$$M_{st/dn} = \frac{12.457 \text{ kg opada/dn}}{20.128 \text{ korisnika}} = 0,61 \text{ [kg/st/dn]}$$

Ukupna generisana dnevna masa komunalnog otpada na području općine Bosanska Krupa računa se:

$$M_{uk/dn} = \frac{M_{uk/seq}}{7} \times 1000 \text{ [kg]} \quad \dots(4)$$

za općinu Bos.Krupu:

$$M_{uk/dn} = \frac{87,20}{7} \times 1000 = 12.457 \text{ [kg]}$$

Na osnovu gore navedenih formula a po usvojenom postupku izračunavanja u tabeli 3. prikazane su generisane količine, odnosno mase komunalnog otpada po stanovniku za sve općine u Unsko-sanskom kantonu i općini Drvar.

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
 "5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Tabela 3: Ukupna generisana količina komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu

OPĆINA	Ukupan broj stanovnika	Broj korisnika komunalnih usluga	Količina otpada [kg/st/dn]	Količina otpada [t/sedmično]	Projekcije količina otpada [t/god]	Količina otpada po stanovn. [kg/st/god]
B.Krupa, Cazin i Bužim)	119.368	91.497	0,43	273,76	13.140,48	156,9
Bihać	61.186	52.344	0,43	156,61	7.517,28	156,9
B. Petrovac	7.946	3.601	0,43	10,77	516,96	156,9
Drvar	7.506	2.706	0,43	8,09	388,32	156,9
Ključ	18.714	15.163	0,43	45,36	2.177,28	156,9
Sanski Most	47359	25.476	0,43	76,22	3658,56	156,9
V. Kladuša	44.770	39.694	0,43	118,76	5.700,48	156,9
UKUPNO	306.849	227.338	0,43	941,26	33.099,36	156,9

3.2. Rezultati mjerenja sastava komunalnog otpada

Na osnovu utvrđene metodologije i izvršene morfološke analize sastava komunalnog otpada u odabranom području istraživanja (slika 2.), te zapisivanja rezultata, u tabeli 4. prikazani su ukupni procentualni udjeli pojedinih vrsta otpada utvrđeni metodološkom listom u Unsko-sanskom kantonu.



Slika 2: Analiza sastava komponenti komunalnog otpada [foto Jukić 2014]

Tabela 4: Procentualna zastupljenost komponenti otpada u Unsko-sanskomkantonu

OPĆINA	B.Krupa (GZ ind.st.)	Cazin (GKZ kol.st.)	Bužim (SZ seos.st)	Ukupna zastupljenost (USK) %
Kategorija otpada	Zastupljenost %	Zastupljenost %	Zastupljenost %	
1.vrtni otpad	38,30	16,05	13,32	22,70
2. biorazgradiviotpad	13,00	20,20	19,34	17,50
3. papir	3,20	4,25	2,26	3,23
4. staklo	6,90	1,20	1,90	3,33
5. karton	3,40	7,30	2,08	4,26
6. karton-aluminijum	0,70	2,75	1,44	1,63
7. metal-ambalažni i ostali	3,70	1,20	1,74	2,21
8. metal-Al konzerve	0,30	0,90	0,82	0,67
9. plastični ambalažni otpad	5,45	2,62	4,33	4,13
10. plastične kese-najlon	4,70	3,34	4,21	4,08
11. tvrda plastika	2,50	1,15	2,57	2,07
12. tekstil	6,95	5,15	15,63	9,24
13. koža	0,90	0,80	2,67	1,45
14. pelene	1,20	2,05	13,64	5,63
15. fini elementi	8,80	30,70	14,00	17,83

Iz tabele 4. može se zaključiti da ukupni procentualni udio otpadnih plastičnih materijala u sastavu komunalnog otpada na području Unsko-sanskog kantona iznosi 10,28 %, što svakako nije zanemarivo i znatno utiče na energijski potencijal. Bez prisustva otpadnih plastičnih materijala energijski potencijal bi bio 8,6 [MJ/kg], što je svakako na granici rentabilnosti i mogućnosti efikasnog sagorijevanja u smislu bolje iskorištenosti komunalnog otpada u procesu proizvodnje energije iz istog.

3.3. Analiza uticaja plastičnih materijala na energijski potencijal komunalnog otpada u U-S kantonu

Na osnovu ukupnih energetske vrijednosti za pojedine vrste otpada određenih po Kiely-u 1998. godine [5] i procentualnih udjela svih vrsta organskog komunalnog otpada koje imaju gorivu moć, izračunata je donja toplotna vrijednost komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu i to:

$$H_d = k_1 \cdot H_{d1} + k_2 \cdot H_{d2} + k_3 \cdot H_{d3} \dots \dots k_n \cdot H_{dn} \quad [\text{MJ/kg}] \quad \dots(5)$$

gdje je:

$$k_1 - \text{maseni udio jedne vrste otpada, npr. vrtnog otpada } H_{d1}$$

—donja toplotna vrijednost jedne vrste otpada, npr. vrtnog otpada:

$$Hd = 0,227 \cdot 6,0 + 0,175 \cdot 4,2 + 0,032 \cdot 15,7 + 0,042 \cdot 26,2 + 0,016 \cdot 26,2 + 0,041 \cdot 22,5 + 0,040 \cdot 22,5 + 0,020 \cdot 32,7 + 0,092 \cdot 18,3 + 0,014 \cdot 23,53 + 0,056 \cdot 43,4 = 11,143 \text{ [MJ/kg]}$$

Na osnovu izračunate ukupne godišnje produkcije komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu od 33.099,36 [t] i na osnovu izračunate njegove donje toplotne vrijednosti od 11,143 [MJ/kg], izračunata je ukupna energija sadržana u komunalnom otpadu u Unsko-sanskom kantonu:

$$E = 33,1 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot 11,143 \text{ MJ/kg} = 368,83 \cdot 10^3 \text{ [GJ]}$$

Ako 1 tona lož ulja približno ima 40 [GJ] energije, ekvivalent za energiju komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu iznosi 9.220 [t] lož ulja godišnje.

Na osnovu sveukupnih izračunatih vrijednosti pristupa se analizi isplativosti načina prikupljanja i tretiranja plastičnih materijala u sastavu komunalnog otpada sa mogućnošću odvojenog prikupljanja plastičnih materijala ili upotreba istih u postupku proizvodnje energije iz otpada.

Tržišne vrijednosti otpadnih plastičnih materijala u Bosni i Hercegovini su:

- plastični ambalažni otpad PET.....350 [KM/t]
- plastične kese – najlon.....250 [KM/t]
- tvrda plastika.....200 [KM/t] [5]

Na osnovu procentualnih udjela u ukupnoj generisanoj količini komunalnog otpada na U-S kantonu:

- tržišna vrijednost otpadnih plastičnih materijala iznosi 952,95 [KM].
- donja toplotna vrijednost otpadnih plastičnih materijala iznosi $Hd=2,4765$ [MJ/kg].
- ukupna energija sadržana u otpadnim plastičnim materijalima iznosi:

$$E = 3402 \text{ kg} \times 2,4765 \text{ MJ/kg} = 8425 \text{ MJ} = 8,425 \text{ [GJ]}$$

Ekvivalent za energiju otpadnih plastičnih materijala iznosi 0,21 tone lož ulja. Ako se uzme da je cijena lož ulja cca 1,37 [KM/litri] [6], vrijednost sadržane energije u otpadnim plastičnim materijalima iznosi 287,7 [KM].

4. ZAKLJUČAK

Proučavanjem uloge otpadnih plastičnih materijala u komunalnom otpadu, može se zaključiti kako sa tehnološkog i okolišnog, tako i sa ekonomskog aspekta, prevashodno je odrediti masene količine, morfološki sastav i energijski potencijal komunalnog otpada. Ova tri faktora su neizbježni za pravilan izbor *modela upravljanja komunalnim otpadom* na jednom području. Tačni podaci o količini i sastavu komponenti komunalnog otpada, predstavljaju najbitniji faktor za pravilno određivanje energijskog potencijala komunalnog otpada na nekom području.

Korištena metodologija za utvrđivanje generisanih količina i morfološkog sastava komunalnog otpada pod zvaničnim nazivom *S.W.A.-Tool* (Development of a Methodological

Tool to Enhance the Precision & Comparability of Solid Waste Analysis Data), u području istraživanja i dobijeni rezultati, prvi su konkretan korak na postavljanju modela upravljanja komunalnim otpadom na svokoj od općina i za Unsko-sanski kanton.

Podaci o rezultatima mjerenja količina i sastava komunalnog otpada dobijeni su direktno sa terena i predstavljaju prve pouzdane informacije o količinama i sastavu komunalnog otpada.

Ukupni energijski potencijal prikupljenog komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu iznosi 9.220 [t], što je oko 2[%] ukupne primarne energije u toj regiji.

Analizom udjela otpadnih plastičnih materijala u sastavu komunalnog otpada, došlo se do zaključka da potpunim odvajanjem istih iz sastava komunalnog otpada, smanjio bi se energijski potencijal komunalnog otpada zbog donje toplotne vrijednosti koja bi iznosila 8,6 [MJ/kg] i kao takav otpad bio bi na granici iskorištenja, jer prosječna donja toplotna vrijednost na godišnjem nivou ne smije biti ispod 7 [MJ/kg].

S druge strane, u koliko bi se donosioci odluka odlučili da u potpunosti odvajaju otpadne plastične materijale iz otpada za radi reciklaže, istraživanje je pokazalo da na istraženu količinu otkupna vrijednost otpadnih plastičnih materijala iznosi 952,95 [KM], dok vrijenost sadržane energije u plastičnim materijalima u istoj istraženoj količini 287,7 [KM].

Ipak ovim istraživanjem se može jasno zaključiti da je ekonomska opravdanost na strani odvojenog prikupljanja i obrade plastičnih materijala iz sastava komunalnog otpada.

U narednom periodu potrebno je:

- provesti istraživanje udjela vlage u komunalnom otpadu po sezonama u toku godine, jer ista dosta utiče na proizvodnju energije iz komunalnog otpada,
- provesti istraživanje potencijala biomase koja bi u dodatku sa izračunatom količinom komunalnog otpada u Unsko-sanskom kantonu povećala mogućnosti materijalnog iskorištenja u postrojenju za proizvodnju toplotne i električne energije na ovom području.
- isto tako, potrebno je analizirati uticaj proizvodnje energije iz komunalnog otpada na energetske bilans U-S kantona.

5. LITERATURA

- [1]. *Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives*
- [2]. Jovičić N., Jelić D., Bošković G., Gordić d., Šušteršič V.,(2007), *Održivo upravljanje otpadom i mogućnosti iskorišćenja energije iz gradskog otpada*, Festival kvaliteta, Kragujevac, Srbija
- [3] *Municipal Solid Waste in the United States: (2001) Facts and Figure.s*
- [4] World Bank, (1999), *Municipal Solid Waste Incinerator – Tehnical Guidance Report* Centar za ekologiju i energiju, Tuzla, 2017.
- [5] Vesna Kum, Alice Sharp and Napat Harnpornchai (2005), *Improving the solid waste*

- management in Phnom Penh city: a strategic approach*, Waste Management, Vol 25, pp. 101-109.
- [6]. Williams I. D. and C. Taylor (2004), *Maximising household waste recycling at civic amenity sites in Lancashire*, England, Waste Management, Vol 24, pp. 861-874.
- [7] Birgit Munck-Kampmann (2001), *Waste annual topic update 2000*, Topic report 8/2001, European Environment Agency.
- [8] Christian Fischer (2000), *EPA of Denmark and City of Copenhagen*, Matthew Crowe, EPA Ireland (2000), *Household and municipal waste: Comparability of data in EEA member countries*, Topic report No 3/2000, European Environment Agency.
- [9] Recenzirani internetski izvori sa recenzijom iz oblasti upravljanja i iskorištenja otpada(preuzeto 2016-2017).

I'm With Nature



CHARACTERISTICS OF PASSIVE HOUSES IN BALKAN COUNTRIES IN RELATION TO NORDIC COUNTRIES

Veselin Blagojević¹, Igor Grujić², Ranko Božičković³

¹University of Kragujevac, Faculty of Engineering, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac, Serbia
veso.doboj@gmail.com

²Nova banka, Kralja Alfonsa XIII 37a, 78000 Banja Luka, BiH
gruigor@yahoo.com

³University of East Sarajevo, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Vojvode Mišića 52, 74000 Dobo
BiH,
bozickovicranko@gmail.com

Keywords: Energy, Energy Efficiency, EnergyPlus, Passive House.

SUMMARY:

This paper deals with the research on the impact of the characteristics of passive houses on energy consumption in the Balkan countries compared to the Nordic countries. The survey was conducted on an example of a passive house with an annual energy consumption of less than 20 kWh / m², located in the area of Banja Luka. The research includes the use of building materials and design of the building that are commonly used in Bosnia and Herzegovina, to the results obtained were as realistic as possible a study had a greater effect. The passive house is constructed in two different types. The first type of building has large glass surfaces while the second type of construction includes small glass surfaces that are a common example of construction in BiH. The results were compared with data from neighboring countries and the Nordic countries. Analysis of other countries was conducted by the same passive house as well as in Banja Luka. The simulation results are implemented in the software package Energy Plus.

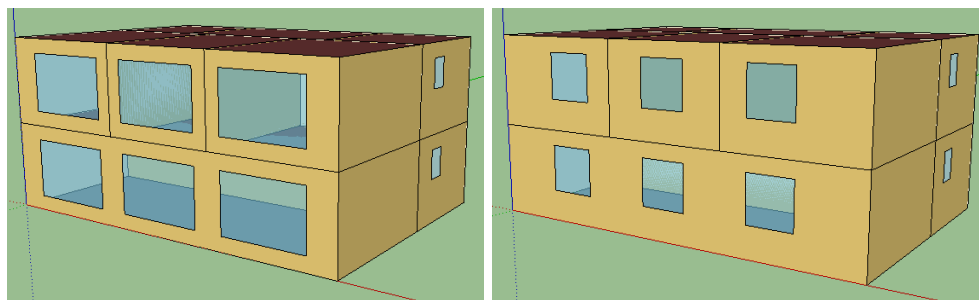
1. INTRODUCTION

The building block is responsible for over 30% of total energy consumption. At the same time, the construction sector offers great opportunities for energy savings and energy efficiency. Energy efficiency measures can be implemented by improving building insulation, improving heating, ventilation and air conditioning, use of renewable energy sources and the use of intelligent systems to monitor and manage energy in buildings. The concept of passive house was first developed at the Passivhaus Institute and Germany and was intended to reduce heat losses by removing heat bridges by installing an air recuperator, while energy supply was covered by internal sources [1]. The basic idea of passive house is to reduce heat loss from inside and utilization of solar gains. The heat transfer coefficient for building elements ranges between 0.1 and 0.15 W/m²K. Types of construction can be varied, from modern buildings to simple small homes. The type of facility and building materials are predominantly defined depending on the area in which the construction style is built [2]. The concept of the passive house has in recent years experienced rapid development, especially in the Nordic countries. For example, in Norway, most attention is devoted to the research and development of the concept of a passive house. There were several models of passive homes tested, while the advantage was placed on a typical family house. The design of the passive house is compared to the traditional design, and has largely taken on that design. The energy potential of solar energy through glass openings is large if properly used during construction. Sufficient amount of daylight can provide about 1/3 of total energy for a passive house. Prerequisites for this are small heat losses through the window, south facing orientation and a low level of shade of glass. The heat transfer coefficient for windows should be less than 0.8 W/m²K [2]. This coefficient of heat transfer can be provided only with triple glazing. The insulation of the exterior walls is 40 to 50 cm on average. Insulation of the roof and floor is also very important. [1,2,3,6]. Heat energy for passive homes in the Nordic countries is usually provided by electricity and natural gas. Heat pumps have great predisposition for mass use in passive construction [4]. Passive solar design can still be described as using solar energy together with local climatic characteristics and selected building materials. In order to realize these preconditions, the orientation of the building is very important for solar construction [5].

2. PASSIVE HOUSE MODELING IN ENERGY PLUS SOFTWARE

In this paper an analysis of the implementation of energy saving measures passive house. Simulation of the energy behavior of the building, useful heating surface of 234 m², is implemented using software EnergyPlus. Since the work deals exclusively with research influence of heat gains from the sun in the paper simulated two examples. Example 1): Large glass surfaces; Example 2): small glass surfaces. The passive house is modeled on the assumption that it is located in the locality of the Banja Luka region. During construction, construction materials were selected which are applied in the territory of Bosnia and Herzegovina.

The first step in the research is modeling the object in SketchUp [7]. The two models of the passive house are shown in Figure 1.



Example 1

Example 2

Figure 1. Modeling a passive house in the SketchUp software

The passive house has two floors divided into 10 thermo zones. Thermo zones represent one or more separate rooms that are directly connected and in which the same temperature is present. The layout and the area of the thermo zone are shown in Table 1.

Table 1. Layout thermo area and floor area

Ground floor		First floor	
Area	[m ²]	Area	[m ²]
Living room	65.00	Bedroom 1	22.50
Workroom	18.00	Bedroom 2	20.00
Hallway	26.00	Bedroom 3	22.50
Bathroom	8.00	Bathroom	14.00
-----	-----	Pantry	14.00
-----	-----	Hallway	24.00

The second step of the modeling is to determine the material for the construction of the passive house. Table 2 presents the data on the material used in our case.

Table 2: Characteristics of materials for building a passive house

Constructions	Material	U[W/m ² K]
Windows	Glass (0.4 cm), Air (1.3 cm), Glass (0.4 cm), Air (1.3 cm), Glass (0.4 cm), Air (1.3 cm), Glass (0.4 cm);	1.311
Exterior wall	Brick (12 cm), Expanded polystyrene foam (30 cm), Air (2 cm), Clay block (25 cm), Lime mortar (2.5 cm);	0.088
Interior wall	Lime mortar (2.5 cm), Brick (12 cm), Lime mortar (2.5 cm);	0.17
Roof	Gravel (5 cm), Waterproofing (0.2 cm), Vapor barrier (0.2 cm), Cotton (5 cm), Vapor barrier (0.2 cm), Lightweight concrete (5cm), Cement screed (4cm), Roof insulation (40cm), Clay block (16cm), Lime mortar (2.5 cm);	0.566
Floor with tiles	Stone (25 cm), Gravel (5 cm), Lightweight concrete (4 cm), Waterproofing (0.2 cm), Lightweight concrete (4 cm), Ceramic tile (1.5 cm)	2.831
Interior ceiling (with tiles)	Ceramic tile (1.5 cm), Cement screed (4cm), Clay block (16cm), Lime mortar (2.5 cm);	1.21

The heat transfer coefficient is determined using the software automatically, and the results can be obtained through a mathematical model.

The heat transfer coefficient is calculated for all areas so we took the heat transfer coefficient for each individual segment of the wall, depending on its thickness, and according to the formula:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_u} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_s}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right] \quad (1)$$

where is:

- α_u - Heat transfer coefficient on the inside surface ($W/m^2 K$),
- δ - The thickness of one layer of the wall (m),
- λ_i - Heat coefficient for the observed wall layer "i" ($W/m^2 K$),
- λ - Resistance passes heat through the air layer ($W/m^2 K/m$),
- α_s - The coefficient of heat transfer from the outside of the observed surface of the wall ($W/m^2 K$). [8]

The third step in the research is budgeting:

a) Calculation of non-heated rooms is determined in the following way:

Determination of the temperature of the rooms that are not heated is carried out on the basis of known ambient temperatures by the expression:

- $\sum (k \cdot A)_s$ - Sum of kF products for surfaces that separate the room that does not heat up from the air,
- $\sum (k \cdot A)_u$ - Sum of kF products for surfaces separating a room that does not heat up from indoor rooms. [11]

$$t_x = \frac{\sum_u (k \cdot A)_u \cdot t_u + \sum_s (k \cdot A)_s \cdot t_s}{\sum_u (k \cdot A)_u + \sum_s (k \cdot A)_s} [^{\circ}C] \quad (2)$$

b) The calculation of transmission losses is calculated in the following way:

The necessary amount of heat for heating Q_H consists of:

$$Q_H = Q_T + Q_V, \quad (3)$$

where is:

Q_T - transmission losses,

$$Q_T = f(Q_0; Z_D; Z_S) \quad (4)$$

where is:

Q_0 - calculated for each heated room,

Z_D - supplement because of interruptions in heating,

Z_S - energy supplement in relation to the orientation of the building.

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n k_i A_i (t_u - t_i) \quad (5)$$

where is:

k_i - The heat transfer coefficient for all the areas separated from the adjacent rooms or the external environment,,
 t_u - internal design temperature,
 $t_i = t_s$ - if the viewed surface is separated from the outside surface [11].

Transmission losses are calculated:

$$Q_T = Q_0(1 + Z_D + Z_s) \quad (6)$$

The mean heat transfer coefficient k_D is calculated:

$$k_D = \frac{Q_0}{A_u \cdot (t_u - t_s)} \left[\frac{W}{m^2K} \right] \quad (7)$$

where is A_u – the total interior space of the room.

An addition to the influence of air infiltration Q_V is calculated in the following way:

$$Q_V = \sum(a \cdot L)_S \cdot R_p \cdot (t_u - t_s) \cdot Z_E \quad (8)$$

where is:

a - Passage permeability

(The amount of air per hour that penetrates extends through the length of 1m with the difference of pressure 1 Pa,

L - length of the thermo bridge,

R - characteristics of the room,

H - building characteristics,

$Z_E = 1$ – impact on corner windows.

In addition to the above, it is necessary to calculate or determine the following:

- An add-on for heating interruption,
- radiation influence,
- impact on the building's position,
- the impact on wind. [8]

In the last step of the research define the type of heating facility lighting, electrical appliances and the number of users. This example is provided to heating the natural gas. Since the heating of sanitary water is made to natural gas, in the building are provided basic electrical appliances.

Lighting is defined on the basis of the surface area. Among other things, the object is provided to reside family of four.

3. RESEARCH RESULTS

The simulation in the EnergyPlus software suite was performed in 16 consecutive iterations - simulations. As mentioned above, the model covers two types of passive houses (examples 1 and 2), in 8 different regions, namely: in four regions in the Balkan and four regions in the Nordic countries, Table 3.

Table 3: Observed countries and regions / places

COUNTRIES	Region / Location	
COUNTRIES OF BALKANS	1	Banja Luka
	2	Belgrade
	3	Podgorica
	4	Ljubljana
NORDIC COUNTRIES	5	Oslo
	6	Stockholm
	7	Copenhagen
	8	Helsinki

The first example of the house refers to the passive building with large glass surfaces, while the other example predicted small glass surfaces.

The simulation results showed the following:

The passive solar form of the building with large glass surfaces (example 1 of the passive house) proved to be more efficient than the passive house with small glass surfaces (example 2 passive house). Only in the Helsinki region was more efficient a form of a passive house with smaller glass surfaces, example 2. The simulation results of the research are given in Table 4 .

Table 4: Annual consumption of electricity in [kWh] or [m²] on an annual basis

Region	Passive House: Example 1		Passive House: Example 2	
	Annual energy [kWh]	Annual energy- reduced [m ²]	Annual energy [kWh]	Annual energy- reduced [m ²]
Banja Luka	4392.14	18.77	5702.03	24.37
Belgrade	4653.37	19.89	5946.00	25.41
Podgorica	1147.63	4.90	2388.17	10.21
Ljubljana	7685.64	32.84	8401.84	35.91
Oslo	10501.54	44.88	10792.27	46.12
Stockholm	10030.77	42.87	10443.05	44.63
Copenhagen	7580.68	32.40	8306.28	35.50
Helsinki	11786.90	50.37	11556.38	49.39

In order to provide a simpler view of the results of the research, a graphical representation is given in the following figure.

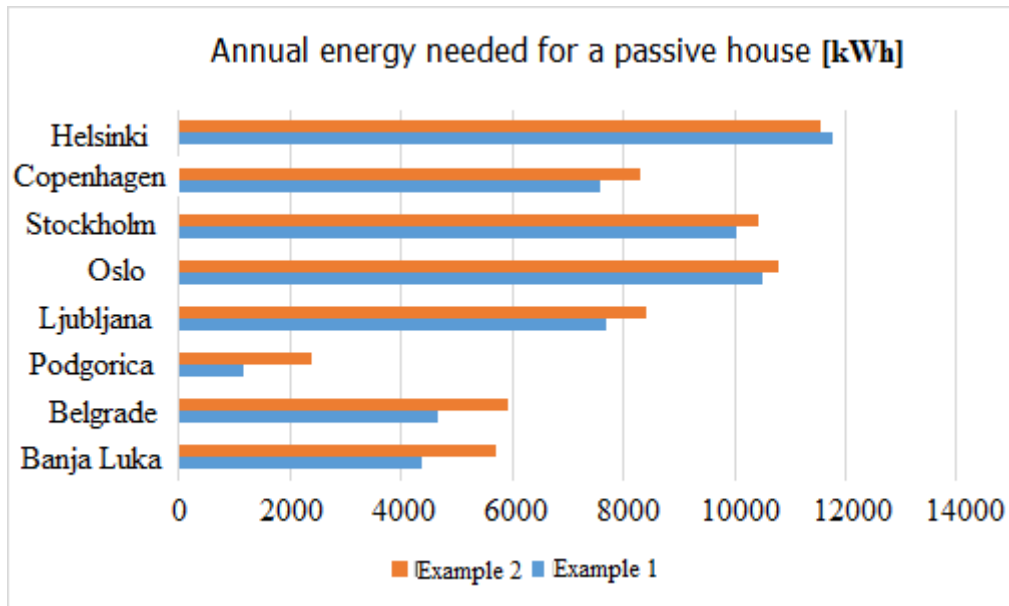


Figure 2: Graphical representation of simulation results

4. CONCLUSION

Modeling passive houses is a big challenge for modern engineering. The availability of modern software tools enables modeling as desired and making simulation solutions. Most available literature defines passive solar design as an energy efficient solution. The research results in this paper have shown that solar design, that is, large glass surfaces are largely shown to be efficient in the Mediterranean area. Areas located to the north of Podgorica tend to reduce the effect of solar design, while in the example of Helsinki the solar effect proved to be energy-efficient. The problem may lie in the constructional solution of a passive house. In this research modeling materials and methods have traditionally been used in the Balkans, while other types of construction and materials are present in the Nordic countries. Traditional construction in the Northeast countries envisages more comprehensive use of natural materials, and most of the wood. This research has confirmed that on the basis of the offered solution of the passive house at all sites it is not possible to realize energy savings by installing large glass surfaces, ie contrary to large investment costs the energy consumption is higher than the type of passive house with smaller glass surfaces. In subsequent studies, it would be desirable to model the passive house on the basis of traditional Nordic design. In addition, a combination of many different materials should be explored during construction. By comparing these results with the results obtained in this paper, it could make a much greater contribution to the use of passive construction and achievement of energy efficiency.

5. LITERATURE

- [1] Dodoo, A., Gustavsson, L., & Sathre, R. (2010). Life cycle primary energy implication of retrofitting a wood-framed apartment building to passive house standard. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1152-1160.
- [2] Schnieders, J. (2003). CEPHEUS—measurement results from more than 100 dwelling units in passive houses. *European Council for an Energy Efficient Economy: Summer Study*, 2003.
- [3] Wall, M. (2006). Energy-efficient terrace houses in Sweden: simulations and measurements. *Energy and buildings*, 38(6), 627-634.
- [4] Stephan, A., Crawford, R. H., & De Myttenaere, K. (2013). A comprehensive assessment of the life cycle energy demand of passive houses. *Applied energy*, 112, 23-34.
- [5] Morrissey, J., Moore, T., & Horne, R. E. (2011). Affordable passive solar design in a temperate climate: An experiment in residential building orientation. *Renewable Energy*, 36(2), 568-577.
- [6] Kiss, B., & Neij, L. (2011). The importance of learning when supporting emergent technologies for energy efficiency - A case study on policy intervention for learning for the development of energy efficient windows in Sweden. *Energy Policy*, 39(10), 6514-6524.
- [7] Siniša Božičković, Dragan Đuranović, Veselin Blagojević, Slobodan Subotić, Comparative advantage of regions on basis of energy efficiency using different insulation materials in construction, 5th International congress engineering, environment and materials in processing industry, Jahorina- BiH, March 2017
- [8] Projektovanje postrojenja za centralno grejanje, B. Todorović, Mašinski fakultet, Beograd, 2000;

I'm With Nature



ENERGY POVERTY IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

¹Džemila Agić, ²Halid Makić, ³Sejfudin Agić, ²Ifet Šišić, ⁴Mahmut Jukić

¹Center for ecology and energy, Filipa Kljajica 22 Tuzla 75000

²University of Bihać, Pape Ivana Pavla II 2/2 Bihać 77000

³Public Institution High school of Electrical Engineering Tuzla, Hevajje Uskufija 2, Tuzla 75000

⁴Cantonal Administration for Inspection Affairs, Efendije Omera Novljanina 4, Bihać 77000

dzemila.agic@bih.net.ba

Key words: energy poverty, energy poor households, energy efficiency

ABSTRACT:

Bosnia and Herzegovina and surrounding countries are faced with many difficulties in the energy sector which is a result of historical heritage and transition, resulting in infrastructure damage and stagnation or fall of national economies. It is therefore logical to assume that energy poverty has the same characteristics throughout the region, regardless of cultural, climatic or political circumstances.

Although the prices for energy in B&H and surrounding countries are still considerably lower than in the EU, the abolition of state's regulation and transferring to the market of liberalization of energy has been leading to increase of prices. Therefore, it can be expected that it will create significant problems in covering basic energy needs.

A large number of households have been facing difficulties in covering costs for energy and fuels. When a household spends disproportionately large percentage of total revenues to cover expenses for energy or when not even able to cover all costs in order to keep their home warm and to retain the overall quality of housing which is conditioned by energy consumption, it can be said that such a household is energy poor. Such households often lack of resources or knowledge to meet basic energy needs and are socially isolated and with no one to help them.

The main purpose of this paper is to present available information and data on the problem of energy poverty in B&H. The paper gives definitions of energy poverty, information on energy consumption in B&H, results obtained by surveying B&H citizens on consumption of energy in their households and information on energy poverty in B&H, advice on savings on external building envelope, heating systems, ventilation and cooling, efficient use of electricity and water as well as recommendations of civil societies how to mitigate these problems.

ENERGETSKO SIROMAŠTVO U BOSNI I HERCEGOVINI

Ključne riječi: energetska siromaštvo, energetska siromašna domaćinstva, energetska efikasnost

SAŽETAK

Bosna i Hercegovina i zemlje okruženja suočene su sa mnogobrojnim teškoćama u energetske sektoru, što je rezultat historijskog naslijeđa i tranzicije, a rezultira infrastrukturnom štetom i stagnacijom ili padom nacionalnih ekonomije. Zato je logično za pretpostaviti da energetska siromaštvo ima iste karakteristike širom regije, bez obzira na kulturološke, klimatske ili političke prilike.

Iako su cijene energije u BiH i zemljama okruženja i dalje znatno niže nego u EU ukidanje državne regulacije i prebacivanje na tržište liberalizacije energije dovodi do poskupljenja cijena, te se može očekivati da će vjerovatno stvoriti značajne probleme u pokrivanju osnovnih potreba za energijom.

Velik broj domaćinstava se suočava sa poteškoćama u podmirivanju troškova za energiju i energente. Kada domaćinstvo troši neproporcionalno velik procenat ukupnih prihoda na podmirivanje troškova za energiju ili kada uopće nije u mogućnosti podmiriti sve troškove da bi svoj dom održali toplim, kao i zadržalo ukupan kvalitet stanovanja uslovljen potrošnjom energije, zato takvo domaćinstvo možemo reći da je energetska siromašno. Ovakva domaćinstva često nemaju dovoljno sredstava niti znanja da zadovolje osnovne energetske potrebe te su društveno izolirana i bez ikoga da im pomogne.

Glavna svrha ovog rada je da se prezentiraju dostupne informacije i podaci o problemu energetske siromaštva u BiH. U radu su date definicije energetske siromaštva, informacije o potrošnji energije u BiH, rezultati dobiveni anketiranjem građana BiH o potrošnji energije u domaćinstvima i informacije o energetske siromaštva u BiH, savjeti u pogledu ušteda na vanjskoj obvojnici objekata, sistema grijanja, ventilacije i hlađenja, efikasnog korištenja električne energije i vode te preporuke civilnog društva za ublažavanje ovih problema.

1. DEFINICIJA ENERGETSKOG SIROMAŠTVA

Definisanje energetske siromaštva je izazvalo i još uvijek izaziva brojne rasprave [1, 2, 3]. Energetska siromaštvo predstavlja nemogućnost domaćinstva da osigura odgovarajuću količinu energije u domu, što bi omogućilo održavanje stambenog prostora dovoljno toplim i dobro osvijetljenim, nemogućnost pristupa potrebnom spektru energetske usluga, te nemogućnost da se priušti dovoljna količina energije za svakodnevne potrebe [4, 5, 6]. Nema sveobuhvatne EU definicije, a samo ograničen broj zemalja članica EU ima službene definicije energetske siromaštva, a procjenjuje se da je oko 11% stanovništva EU energetska siromašno [7].

Prema nekim definicijama, energetska siromaštvo je i nedostatak pristupa savremenim energetskim uslugama – električnoj energiji i čistim izvorima energije za pripremu hrane. Energetska siromaštvo se također posmatra kao nesposobnost da se toplota domaćinstva zadrži na društveno – i materijalno – potrebnom nivou, koji je razvijen na temelju pretpostavke da je siromaštvo “nedostatak pristupa resursima i uskraćivanje mogućnosti”.

Definicija Brende Boardman se obično koristi u javnosti i političkom diskursu o energetskom siromaštvo, u kojoj se navodi da je domaćinstvo energetski (u smislu goriva) siromašno, ako mora potrošiti više od 10% svojih prihoda na troškove energije, kako bi se održala adekvatna toplina doma [8, 9].

Budući da problem energetskog siromaštva postaje sve izraženiji, i budući da još ne postoji jasan okvir za njegovo rješavanje, Europska komisija uspostavila je Radnu skupinu za ugrožene potrošače (*Vulnerable Consumer Working Group - VCWG*) [10] u cilju **utvrđivanja kvalitativnog i kvantitativnog pregleda raznih aspekata ugroženosti** i davanja **preporuka za definiranje ugroženih potrošača** u energetskom sektoru.

2013. radna skupina VCWG izradila je Dokument sa smjernicama za ugrožene potrošače. Ta je radna skupina zaključila da **nije moguće imati jedinstvenu definiciju koncepta ugroženih potrošača primjenjivu na cijelu EU.**

Glavni alati za smanjenje energetskog siromaštva koji su se dosad koristili u različitim državama članicama, u skladu s analizom koju je provela radna skupina VCWG su:

- **energetska efikasnost domaćinstva** (za domove ugroženih potrošača)
- **finansijska podrška** (različiti oblici finansiranja energenata)

U socijalnoj strategiji Energetske zajednice¹⁹ predlaže se sljedeća definicija za regiju:

Socijalno ugroženi potrošač jest potrošač električne energije koji:

- koristi energiju za opskrbu svojeg trajnog prebivališta,
- ke premašuje najveću potrošnju energije po osobi: pri definiranju nivoa potrošnje električne energije po osobi, Ugovorne strane uzimaju u obzir **ukupnu potrošnju od 200kWh/mjesečno za obitelj od 4 člana** i sezonske varijacije,
- pripada kategoriji **građana najnižeg dohotka**: pri definiranju niskog dohotka, osim prihoda, uzima se u obzir sva dostupna imovina,
- opskrbljuje se električnom energijom kroz **jednofazni brojač s priključkom koji ne prelazi najveću snagu.**
-

¹⁹ Energetska zajednica je međunarodna organizacija koja se bavi energetskom politikom. Energetska zajednica trenutno ima 8 ugovornih strana: Albaniju, Bosnu i Hercegovinu, Kosovo, Bivšu Jugoslavensku Republiku Makedoniju, Moldovu, Crnu Goru, Srbiju i Ukrajinu.

Tabela 1. Faktori koji opisuju energetska siromaštvo

Ekonomski i demografski faktori		Energetski faktori	
Demografija: ✓ Broj ✓ Spol ✓ Starost članova/ica domaćinstva	Finansijski aspekti: ✓ Prihodi ✓ Troškovi energije <hr/> Zdravlje: ✓ Psihičko ✓ Fizičko	Procjena energetske klase i ilustrativni indikatori: ✓ Izolacija ✓ Vlaga ✓ Plijesan ✓ Propuh ✓ Sistem grijanja	Energetske usluge: ✓ Grijanje ✓ Hlađenje ✓ Topla voda ✓ Kuhanje ✓ Rasvjeta ✓ Pranje ✓ ostalo

1.1. UZROCI, ZNAKOVI I POSLJEDICE ENERGETSKOG SIROMAŠTVA

Siromašna domaćinstva su najviše pogođena energetska siromaštvom, jer nisu u mogućnosti investirati u održavanje doma, popravke i izolaciju, što znači da je njihove stanove i kuće vjerojatno još skuplje adekvatno zagrijavati.

Tri glavna uzroka energetska siromaštva su:

1. Nizak novčani prihod domaćinstva,
2. Visoke cijene energenata, i
3. Nekvalitetan smještaj (niski nivo energetske efikasnosti).

Znakovi koji ukazuju da u domaćinstvu postoji problem sa energetska siromaštvom su:

- nizak prihod (penzije, socijalna pomoć),
- nemogućnost adekvatnog zagrijavanja doma,
- starije kuće i zgrade (lošija energetska efikasnost),
- kašnjenje ili nepodmireni komunalni računi za energiju,
- vlaga na zidovima i podovima i/ truli ili oštećeni prozorski okviri,
- nedostatak centralnog grijanja,
- visoki stambeni troškovi u odnosu na primanja,
- stanovanje u nekvalitetnim stambenim prostorima.

Posljedice stanja energetska siromaštva su:

1. Finansijske poteškoće,
2. Lošiji životni uslovi, i
3. Posljedice po zdravlje.

Finansijske posljedice:

- korištenje socijalne pomoći i drugih mehanizama pomoći,
- dugovi i krediti,

- korištenje novca za račune za energiju koji bi se inače koristio za stanovanje, hranu, obrazovanje i sl.,
- otvaranje računa koji su zaštićeni od novčanih zaplijena.

Životni uslovi u prostorijama u kojima se boravi:

- negrijane i neventilirane prostorije su vlažne i nezdrave,
- vlaga koja se javlja u prostoriji omogućava razvoj plijesni i vodi prema nehigijenskim uslovima.

Posljedice po zdravlje:

Hladnoća nije sama po sebi faktor oboljenja, ali može potaknuti nekoliko negativnih posljedica. Na primjer, da bi zadržalo odgovarajuću temperaturu, tijelo treba raditi više, što postaje uzrok napora. Kihanje, promuklost i bol u grlu utiču na prenos patogenih virusa.

2. REZULTATI ISTRAŽIVANJA O ENERGETSKOM SIROMAŠTVU U GRADU TUZLA

Istraživanje na uzorku od 100 domaćinstava je provedeno u ljeto 2016. godine u Tuzle i okolini. Odabir je vršen u saradnji sa Gradom Tuzla, mjesnim zajednicama, udruženjima penzionera i udruženjima žena. Jedan od kriterij je bio socijalni status domaćinstva.

Prikupljanje informacija je vršeno tokom posjeta kada su ispunjavani anketni upitnici koji su trebali pokazati da li to domaćinstvo pripada energetski siromašnim domaćinstvima. Kada domaćinstvo troši neproporcionalno velik procenat ukupnih prihoda (ili izdataka) na podmirivanje troškova za energiju ili kada uopće nije u mogućnosti podmiriti sve troškove da bi svoj dom održali toplim, kao i zadržati ukupan kvalitet stanovanja uslovljen potrošnjom energije, za to domaćinstvo možemo reći da je energetski siromašno.

Cilj istraživanja je bilo prikupljanje informacija o socijalnom statusu domaćinstava, poboljšanje kvalitete života uz pomoć jeftinih ili besplatnih mjera, te smanjenje potrošnje energije. Svim učesnicima ciljne grupe donirani su paketi sa energetski efikasnim uređajima, brošura i letak sa savjetima o racionalnom korištenju energije od strane volontera – energetskih savjetnika koji su provodili terenske posjete.

Izloženost rizicima od siromaštva pojedinaca zavisi i od toga u kakvim domaćinstvima žive.

Tabela 2. Prosječna godišnja potrošnja i troškovi električne energije, grijanja i vode

	Prosječna potrošnja	Prosječna potrošnja KM
Električna energija kWh/domaćinstvu	3.717,43	628,35
Grijanje kWh/domaćinstvu	43.539,50	912,63
Voda m ³ /domaćinstvu	152,97	253,68

Većina električnih uređaja je starija od 10-15 godina, što doprinosi neefikasnom načinu potrošnje energije i povećanju troškova energije. Razvrstali smo novije (do 5 godina starosti) i starije uređaje (iznad 10 godina starosti).

Kad su u pitanju TV uređaji, istraživanje je pokazalo da domaćinstva posjeduju 39% novijih TV uređaja, a starijih 61%. Dalje, 70% domaćinstava posjeduje jedan TV uređaj, a neki ispitanici i do 4 TV uređaja.

Prema starosti, domaćinstva posjeduju 41% novih zamrzivača i frižidera, a 59% starih. U ukupnoj strukturi frižideri su zastupljeni sa 41,67% , zamrzivači sa 33,33% i kombinovani uređaji sa 25%.

Kad su u pitanju veš mašine anketirana domaćinstva posjeduju 41% novih, a 59% starih mašina za veš.

Najzastupljeniji energent koji koriste domaćinstva su drvo i ugalj. Pošto je najveći broj ispitanika iz Grada Tuzle, veliki broj domaćinstava koristi sistem daljinskog centralnog grijanja (13%), zatim vlastito centralno grijanje (44%), peći na drva i ugalj (41%) i električnu energiju (2%) .

U pogledu učešća energenta u nabrojanim sistemima grijanja, ugalj je najzastupljeniji sa 71,4%, zatim slijedi drvo sa 17,6% , daljinsko grijanje sa 10,8% i električna energija sa 0,1%. Srednja potrošnja energenata godišnje iznosi 43.539,5 KWh, a mjesečno 3.628,3 KWh. Na godišnjoj osnovi to je iznos od 912,63 KM, a mjesečno 76,05 KM.

2.1. Socio-ekonomsko stanje, zdravstvena obilježja

Osobe u odabranim domaćinstvima su ljudi sa nižim primanjima (uglavnom penzioneri)²⁰. 88% ispitanika živi u obiteljskim kućama (u skladu sa državnim prosjekom od 83%), a u zgradama 12%.

Prosječna veličina od oko 70,55 kvadratnih metara (državni prosjek je 86m²) stambenog prostora, koji se grije tokom zime, ukazuje da su mnoge porodice primorane da smanje svoj životni prostor kao rezultat nemogućnosti da priušte adekvatno grijanje. Broj u kojima živi 1 osoba iznosi 18%, 2 osobe 26%, 3 osobe 23%, 4 osobe 18%, 5 osoba 9% i 6 osoba 6%.

Životni uslovi u prostorijama u kojima se boravi:

- već je ranije kazano da su za zdravlje veoma opasne nedovoljno grijane i prostorije koje se ne provjetravaju jer sadrže kritične nivoe vlage koji uzrokuju unutrašnju kondenzaciju,
- povećana vlaga uzrokuje pojavu plijesni i neugodnih mirisa što nisu pogodni ne higijenski uslovi.

²⁰ Terenske posjete su obavljene u okviru projekta REACH CEI od strane Centra za ekologiju i energiju Tuzla <http://www.ekologija.ba/>

Posljedice po zdravlje:

- nedovoljno grijani prostori i hladnoća može uzrokovati negativne zdravstvene posljedice,
- kihanje, promuklost i bol u grlu utiču na prenos patogenih virusa.
- može doći do pojave različitih bolesti disajnog sistema, srca i krvnih žila (kardiovaskularne bolesti), artritisa.

Socio-ekonomsko stanje, provedene mjere:

Upitnici o socio-ekonomskim i zdravstvenim obilježjima obuhvatili su navike korisnika, njihov zdravstveni status te samo-procjenu zdravstvenog stanja. Iz odgovora ispitanika se može zaključiti kakavo je njihovo mišljenje o ličnom statusu, koliko oni žele promjene i da li su u njihovim domaćinstvima prisutni stvarni pokazatelji energetske siromaštva.

Više od polovine anketiranih domaćinstava žive u stanovima starijim od 42 godina, s djelomičnom izolacijom ili bez iste, i neefikasnim prozorima (stari i često samo sa jednim staklom). Penzioneri čine 57% ispitanika. Većina ispitanika je zadovoljna svojim životom iako žive u lošim uvjetima.

Većina ispitanika je istakla problem propuha kroz prozore i vrata, koji osim što ima negativne uticaje na zdravlje (jer kontinuirani protok hladnog zraka ostavlja druge dijelove domaćinstava konstantno hladnim), također ukazuje na velike gubitke energije kao rezultat neefikasnosti.

Većina ispitanika nisu prijavili nikakve pojave plijesni. 69% ispitanika se izjasnilo da ima neki od fizičkih pokazatelja energetske siromaštva.

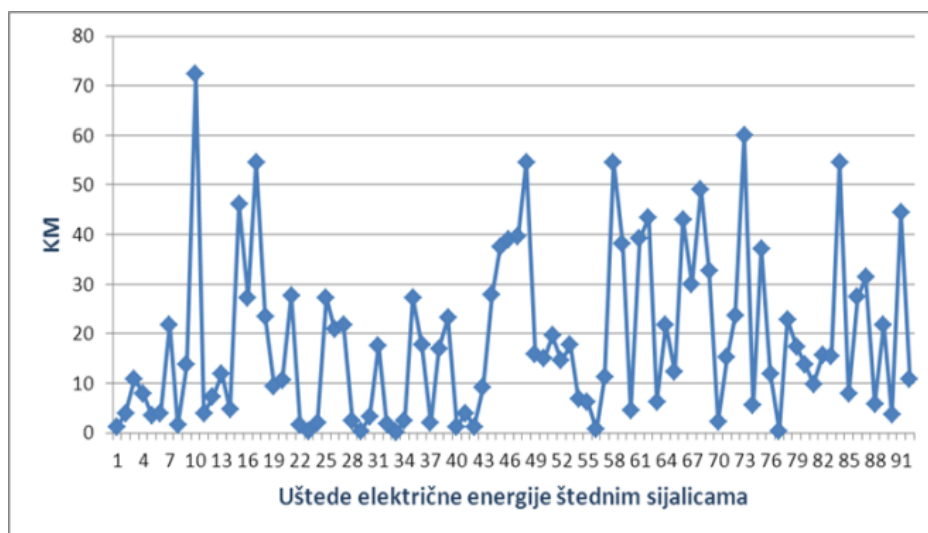
3. SAVJETOVANJE I UŠTEDE

U cilju postizanja uštede na računima električne energije i vode, svakom domaćinstvu su donirane 2 LED štedne sijalice, produžni kabl sa prekidačem i perlatori za smanjenje protoka vode.



Slika 1. LED štedne sijalice, produžni kabl sa prekidačem i perlatori

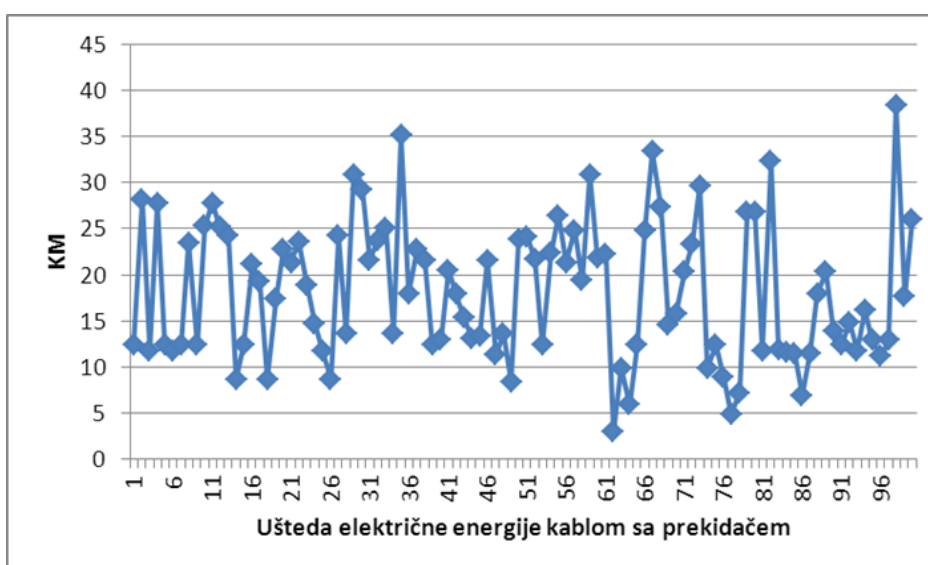
Sva domaćinstva su savjetovana da zamjene sijalice sa žarnom niti, koje su ranije najviše koristili, sa LED štednim sijalicama. Najčešće su se koristile sijalice snage 75 W i 100 W. Donirane LED štedne sijalice snage 12 W su dovele do prosječne godišnje uštede od 107.9 kWh, odnosno 18,6 KM.



Slika 2. Godišnja uštede energije u KM nakon upotrebe LED sijalica (na uzorku od 100 domaćinstava)

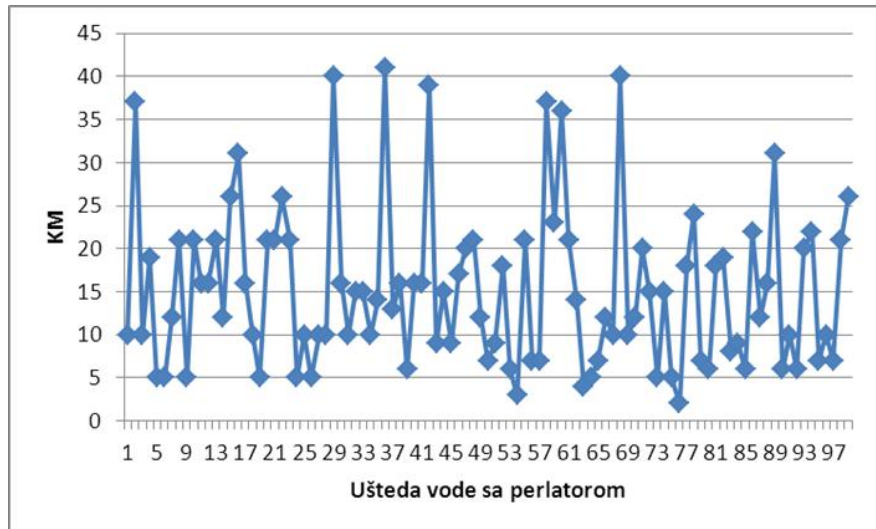
Savjeti u vezi sa doniranim produžnim kablom imaju za cilj kontrolu uređaja koji koriste *stand by* način rada. Korištenjem prekidača na produžnom kablju, svi *stand by* uređaji se isključuju sa električne mreže i prave uštede.

Najčešći *stand by* uređaji su TV uređaji, routeri, modemi, receiveri, radio uređaji, računari. Prosječna godišnja ušteda ostvarena korištenjem produžnog kabla sa prekidačem iznosi 107,4 kWh, odnosno 18,17 KM.



Slika 3. Uštede energije u KM na stand by uređajima (na uzorku od 100 domaćinstava)

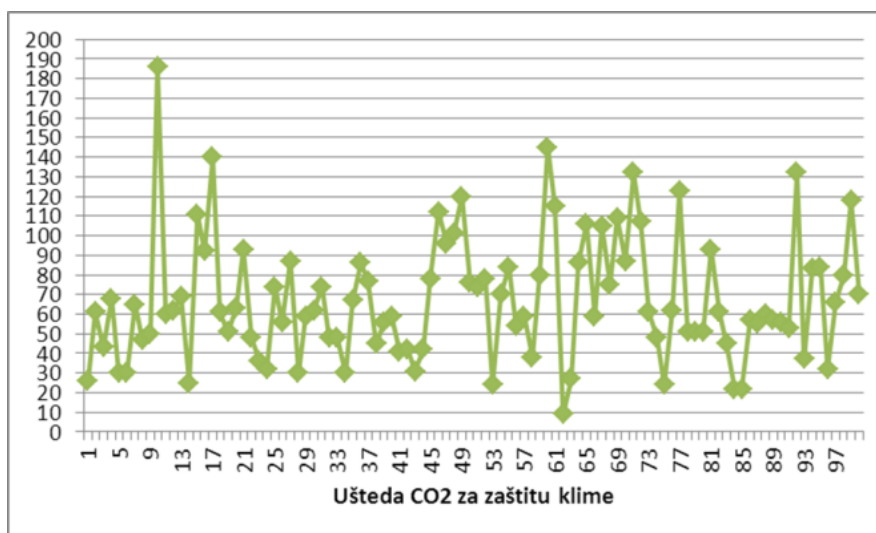
Radi ušteda vode na najviše korištenoj česmi doniran je perlator – regulator protoka. Prosječna ušteda vode korištenjem perlatora iznosi 9,05 m³ godišnje, odnosno 15,14 KM.



Slika 4. Prosječna godišnja ušteda vode u KM upotrebom perlatora (na uzorku od 100 domaćinstava)

Projektom su realizirane ukupne uštede:

- 6.723 kg CO₂,
- 20.835,93 kWh električne energije, i
- 5.027,1 KM ušteda na računima za električnu energiju i vodu.



Slika 5. Prosječna ušteda CO₂ (na uzorku od 100 domaćinstava)

Tabela 3. Srednje i ukupne uštede električne energije i vode

	Srednja ušteta	Ukupna ušteta	%/domaćinstvu
LED štedne sijalice kWh/domaćinstvu	109,70	10.095,99	3,52
Produžni kabl kWh/domaćinstvu	107,70	10.740,93	3,40
Voda m ³ /domaćinstvu	9,05	896,00	6,96

Tabela 4. Srednje i ukupne uštede električne energije, vode i CO₂

	Srednja ušteta	Ukupna ušteta/godinu
CO ₂ kg/domaćinstvu	67,30	6.723,00
		Ukupna ušteta/KM/godinu
LED štedne sijalice		1.710,91
Produžni kabl sa prekidačem		1.817,19
Voda sa perlatorom		1.499,00

4. ZAKLJUČAK

Državna vlast i vlade različitih nivoa trebaju analizirati različite pokazatelja koji se mogu pripisati energetske siromaštvu (dohodak, rashodi, potrošnja energije, stanje objekta, zdravstveni i socijalni kriteriji). Budući da je to dugotrajan proces, mogući su dugoročni, srednjoročni i kratkoročni pristupi.

Energetsko siromaštvo treba biti uključeno u nacionalne programe, koristeći jeftine ili subvencionirane programe i mjere:

- mjere energetske efikasnosti i mjere za uštedu energije (efikasna unutrašnja rasvjeta, smanjenje propuha kroz vrata i prozore, reflektirajuće folije za radijatore, termometri, itd.)
- zamjena kućanskih aparata ("staro za novo"),
- zamjena neefikasnog sistema grijanja (uz korištenje obnovljivih izvora energije kada je to moguće),
- različite metode obnavljanja obvojnice zgrada:
 - zamjena prozora i vrata,,
 - izolacija krovova, zidova i/ili podova,
 - treba biti promovisano dubinsko renoviranje zgrada čiji su stanari ugroženi, i ako je moguće, obezbijediti im zamjenske stanove u slučaju nemogućnosti renoviranja zbog starosti zgrade.
- podrška kod ispunjavanje papirologije, kao i strogi kriteriji odabira i minimiziranje birokratije,
- obnova svih socijalnih stanova u državnom vlasništvu,
- zahtjevi za niskom potrošnjom energije za sve nove socijalne stanove,
- kampanje "energetske pismenosti" za ugrožene grupe ljudi

Jasno je da je energetske siromaštvo veliki problem Bosne i Hercegovine. 89% ispitanika troši više od 10% svojih primanja na račune za vodu, električnu i toplotnu energiju, te prema tom kriteriju spadaju u energetske siromašno stanovništvo. 2% stanovnika troši manje od 10%

prihoda na račune, ali samo iz razloga jer štede novac kako bi ga imali dovoljno za druge potrebe.

Nakon korištenja LED štednih sijalica, produžnog kabla sa prekidačem i perlatora, u domaćinstvima su ostvarene značajne uštede. Naravno, za bolje rezultate je potrebno u rješavanje problema uključiti i vladin sektor. Potrebno je namjenski usmjeriti sredstva za zaštitu ugroženih potrošača. U prvoj fazi, dok se ne prošire kriteriji ugroženosti, sredstva se mogu usmjeriti ciljano za provedbu mjera energetske efikasnosti u kućanstvima koja su definirana kao ugrožena.

Preporuke za rješenja problema energetske siromaštva koje su provedive u BiH su:

- izrada programa borbe protiv energetske siromaštva, koji mora definisati korake i procedure za rješavanje ovoga problema, a koji podrazumijeva čitav set mjera, počevši od onih najjednostavnijih i najjeftinijih kao što su energetska savjetovanja, pa do velikih investicionih projekata implementacije mjera energetske efikasnosti (ugradnja termoizolacionih fasada, zamjena stolarije i sl.),
- po mogućnosti, iz predpristupnih fondova Europske Unije u prvom redu obezbjediti bespovratna sredstva, odnosno sredstva sa minimalnim kamatama za „utopljanje“ stambenih objekata čiji su korisnici lica koja su u stanju energetske siromaštva,
- obezbjediti ukidanje poreza i drugih taksi za isporučenu energiju licima u stanju energetske siromaštva, adio sredstava odnosno naknada koje proizvođači energije uplaćuju lokalnoj zajednici po osnovu štetnog djelovanja na okoliš moraju biti preusmjerena za zbrinjavanje najugroženijih kategorija stanovništva,
- povlaštenu cijenu energenata, odnosno određenu količinu energije koju lica u stanju energetske siromaštva mogu upotrijebiti za svoje potrebe, bez naknade isporučiocu energije (razne vrste subvencija i sl.)
- partnerstvo između NVO sektora i vlasti u definiranju održivih rješenja u oblasti energetske siromaštva.

5. LITERATURA

[1] S. Robić, S. Bouzarovski at all, “Energetsko siromaštvo u jugoistočnoj Evropi: preživljavanje hladnoće, publikacija, 2016.

[2] H. Thomson and C. Snell, “Quantifying the prevalence of fuel poverty across the European Union,” *Energy Policy*, vol. 52, pp. 563–572, Jan. 2013.

[3] S. Fankhauser and S. Tepić, “Can poor consumers pay for energy and water? An affordability analysis for transition countries,” *Energy Policy*, vol. 35, no. 2, pp. 1038–1049, 2007.

[4] C. Waddams Price, K. Brazier, and W. Wang, “Objective and subjective measures of fuel poverty,” *Energy Policy*, vol. 49, pp. 33–39, 2012.

- [5] B. Boardman, "Opportunities and constraints posed by fuel poverty on policies to reduce the greenhouse effect in Britain," *Appl. Energy*, vol. 44, no. 2, pp. 185–195, 1993.
- [6] C. Liddell and C. Morris, "Fuel poverty and human health: A review of recent evidence," *Energy Policy*, vol. 38, no. 6, pp. 2987–2997, Jun. 2010.
- [7] S. Pye and A. Dobbins, "Energy poverty and vulnerable consumers in the energy sector across the EU: analysis of policies and measures," 2015.
- [8] B. Boardman, *Fuel poverty: from cold homes to aordable warmth*. Belhaven Press, 1991.
- [9] DECC, "Annual Report on Fuel Poverty Statistics 2013." [Online]. Available: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/199833/Fuel_Poverty_Report_2013_FINALv2.pdf. [Accessed: 15-Sep-2015]. percent-rule and double median/mean indicators, ZEW Discussion Papers, No. 14-037, 2014.
- [10] Conclusion of the 2015 Citizens Energy Forum available at: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2015_03_13_LF_conclusions.pdf

ZAŠTITA EKOSISTEMA

I'm With Nature



BIODIVERSITY OF DAILY BUTTERFLIES IN THE TEOČAK AREA

Almira Ćosić, Bejnana Riđić, Avdul Adrović

Faculty of Natural Science and Mathematics, University of Tuzla

al.mirica@hotmail.com

bejnana@outlook.com

avdul.adrovic@untz.ba

Key words: biodiversity, daily butterflies, Teočak

ABSTRACT:

In order to determine the fauna of butterflies in the area of Teočak, we conducted a research in the season spring-summer 2015. By using appropriate methods of sampling in the field with the usage of lepidopterology net we sampled material containing 157 individuals of daily butterflies. After sampling, we did a preparation of butterflies and determination of species. Then we performed the statistical analysis of data. We found that in this area exists 29 species of butterflies which are distributed in four families: Nymphalidae, Lycaenidae, Pieridae, Papilionidae. In the study sites, it was found that the family Nymphalidae has 16 species of butterflies, which indicates that this is the largest family of butterflies in the area Teočak, and the most numerous species from this family is Melanargia galathea. Family Pieridae has six species, where the most numerous species is Gonopteryx rhamni. Family Lycaenidae consists of five species, where Polyommatus icarus is the most numerous species with 24 individuals. Family Papilionidae has two species, of which most numerous species is Iphlicides podalirius with a total of seven individuals. Based on these data we can say that the area of Teočak is very rich with butterflies.

BIODIVERZITET DNEVNIH LEPTIRA NA PODRUČJU TEOČAKA

Ključne riječi: biodiverzitet, dnevni leptiri, Teočak

SAŽETAK:

U cilju utvrđivanja faune dnevnih leptira na području Teočaka provedena su istraživanja u sezoni proljeće-ljeto 2015. godine. Korištenjem prikladnih metoda uzorkovanja na terenu uz pomoć lepidopterološke mreže uzorkovan je materijal koji sadrži 157 jedinki dnevnih leptira. Nakon uzorkovanja, izvršena je preparacija leptira i determinacija vrsta. Nakon čega je izvršena i statistička obrada podataka. Utvrđeno je da na ovom području egzistira 29 vrsta dnevnih leptira koji su raspoređeni u četiri porodice: Nymphalidae, Lycaenidae, Pieridae i Papilionidae. Na istraživanim lokalitetima utvrđeno je da porodica Nymphalidae broji 16 vrsta dnevnih leptira, što govori da je to najbrojnija porodica leptira na području Teočaka, a najbrojnija vrsta iz ove porodice je Melanargia galathea. Porodica Pieridae broji šest vrsta, a kao najbrojnija vrsta javlja se Gonopteryx rhamni. Porodica Lycaenidae broji pet vrsta, među kojima je najbrojnija Polyommatus icarus sa 24 jedinke. Porodica Papilionidae se javlja sa dvije vrste dnevnih leptira od čega je brojnija vrsta Iphiclides podalirius sa ukupno sedam jedinki. Na osnovu ovih podataka može se reći da je područje Teočaka jako bogato dnevnim leptirima.

1. UVOD

Leptiri svojom sposobnošću letenja, privlačnošću i ljepotom boja kao i jedinstvenim pokrivačem krila zauzimaju posebno mjesto u životinjskom svijetu. Fauna dnevnih leptira na području Teočaka nije ranije istražena tako da su prikupljeni podaci u ovom radu bitni za poznavanje faune insekata na pomenutom području. Istraživano područje je Teočak, smješten je na sjeveroistočnim padinama planine Majevice, na nadmorskoj visini od 300 do 600 metara. Općinu Teočak karakteriše brdovit reljef, a preovladavaju oranice, livade, voćnjaci i šume. U ovom radu je prikazana raznovrsnost vrsta dnevnih leptira na pomenutom području što će upotpuniti znanje o fauni insekata na ovim prostorima.

Cilj ovog rada je utvrđivanje aktuelnog stanja faune dnevnih leptira na području Teočaka. Ovim radom imamo za cilj konstatovati broj vrsta dnevnih leptira, utvrditi koje od familija leptira su najzastupljenije na ovom području kao i utvrditi koje su vrste najbrojnije.

2. MATERIJAL I METODE

Istraživanja dnevnih leptira na području Teočaka koji je lociran na geografskoj širini 44° 36' 10.9" sjeverno i istočno 18° 58' 57.9" su provedena u toku jedne sezone u različito vrijeme. Prikupljanje lepidopterološkog materijala je vršeno na tri lokaliteta na području Teočaka: Centar (483m), Omerovići (373m) i Sniježnica (355m), u okviru čega su prikupljeni adultni oblici dnevnih leptira. Terenska istraživanja na pomenutom području su vršena u periodu od

maja do septembra 2015. godine. Tokom ovog istraživanja prikupljeno je 157 jedinki, od čega je utvrđeno 29 vrsta dnevnih leptira iz reda Lepidoptera.

Uzorci su sakupljeni tokom više terenskih izlazaka, obično u vremenskom periodu od 10 do 15h. Prilikom ovog prikupljanja dnevnih leptira korištena je obična lepidopterološka mreža. Prije samog izlaska na teren pripremljene su morilke, korišteni su komadići vate natopljeni 96% alkoholom. Veće jedinke su odmah nakon ulova usmrćene pritiskom palca i kažiprstom za toraks, a nakon toga se leptir direktno stavlja u staklenu posudu u koju je prethodno stavljena vata natopljena 96% alkoholom. Ukoliko je ulovljeni leptir mali, u mrežu se unese otvorena manja staklena posuda sa alkoholom, a insekt se navede da uđe u posudu, nakon čega se posuda poklopi.

Determinacija ulovljenih jedinki vršene su prema ključu Lelo (2008.), također smo koristili i priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja Kučinić i Plavac (2009.).

Prilikom ovog istraživanja napravljena je entomološka kutija u kojoj se čuvaju ulovljene jedinke dnevnih leptira (slika 1).



Slika 1: Entomološka kutija

U toku istraživanja urađeni su i osnovni statistički podaci koji su dobiveni prema Petz-u (1958.). Utvrđivanje procentualne učestalosti pojedinih vrsta dnevnih leptira na datom lokalitetu izračunava se po formuli:

$$X1 = n1/ N *100 (\%) \quad (1)$$

X1 – relativna brojnost vrste

n- broj imaga vrste na datom lokalitetu

N- ukupan broj imaga na datom lokalitetu

Postotak jedne vrste se dobije tako što se ukupan broj imaga jedne vrste na datom staništu podijeli sa sveukupnim brojem imaga svih vrsta na istom staništu, te se dobiveni broj pomnoži sa 100.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom istraživanja dnevnih leptira na području Teočaka, obavljenih u toku sezone proljeće-ljeto 2015. godine sakupljeno je ukupno 157 jedinki i utvrđeno da ovo područje naseljava ukupno 29 vrsti dnevnih leptira. Ove vrste dnevnih leptira svrstane su u četiri porodice dnevnih leptira:

1. Papilionidae
2. Lycaenidae
3. Pieridae
4. Nymphalidae

Pregled biodiverziteta dnevnih leptira na istraživanom području prezentiran je u tabeli 1. Pregled lokaliteta sa ukupnim brojem jedinki prezentiran je u tabeli 2.

Tabela 1. Biodiverzitet dnevnih leptira na području Teočaka

Porodica	(%)	Vrsta	♂	♀	N	%
Papilionidae	6,89%	<i>Papilio machaon</i>	2	2	4	2,54%
		<i>Iphiclides podalirius</i>	4	3	7	4,45%
Lycaenidae	17,24%	<i>Lycaena dispar</i>	2	3	5	3,18%
		<i>Lycaena phlaeas</i>	2	2	4	2,54%
		<i>Thecla betulae</i>	1	-	1	0,63%
		<i>Celastrina argiolus</i>	-	1	1	0,63%
		<i>Polyommatus icarus</i>	12	12	24	15,28%
		<i>Colias croceus</i>	4	-	4	2,54%
Pieridae	20,68%	<i>Colias hyale</i>	2	1	3	1,91%
		<i>Gonopteryx rhamni</i>	8	2	10	6,36%
		<i>Pieris brassicae</i>	-	3	3	1,91%
		<i>Pieris rapae</i>	1	1	2	1,27%
		<i>Leptidea sinapis</i>	3	2	5	3,18%
		<i>Brenthis daphne</i>	2	1	3	1,91%
Nymphalidae	55,17%	<i>Melanargia galathea</i>	17	4	21	13,37%
		<i>Coenonympha tullia</i>	-	1	1	0,63%
		<i>Melitaea athalia</i>	3	1	4	2,54%
		<i>Maniola jurtina</i>	-	3	3	1,91%
		<i>Coenonympha pamphilus</i>	4	6	10	6,36%
		<i>Vanessa cardui</i>	3	1	4	2,54%
		<i>Vanessa atalanta</i>	1	2	3	1,91%
		<i>Lasiommata megera</i>	1	1	2	1,27%
		<i>Polygonia c-album</i>	3	1	4	2,54%
		<i>Pararge aegeria</i>	5	6	11	7,00%
		<i>Inachis io</i>	2	2	4	2,54%
		<i>Apatura ilia</i>	1	-	1	0,63%
		<i>Argynnis adippe</i>	4	3	7	4,45%
		<i>Araschnia levana</i>	-	4	4	2,54%
		<i>Lasiommata maera</i>	-	2	2	1,27%
Ukupno:	100%	29	87	70	157	100 %

Na istraživanim lokalitetima utvrđeno je da porodica Nymphalidae broji 16 vrsta dnevnih leptira što je 55,17 %, i govori da je to najbrojnija porodica leptira na području Teočaka.

Porodica Pieridae broji šest vrsta što je 20,68%, zatim porodica Lycaenidae broji pet vrsta, što čini 17,24%. Porodica sa najmanjim brojem vrsta je Papilionidae, koja broji dvije vrste i što čini 6,89% .

U tabeli su također prikazani i rezultati gustine populacije vrsta na ovom području. Najviše je zastupljena vrsta *Polyommatus icarus* iz porodice Lycaenidae , sa 24 jedinke što je 15,28%. Iz porodice Nymphalidae najbrojnija je vrsta *Melanargia galathea*, koja ima 21 jedinku, što je 13,37 %.

Iz porodice Pieridae najbrojnija je vrsta *Gonopteryx rhamni*, koja ima 10 jedinki, što je 6,36%. Iz porodice Papilionidae najbrojnija je vrsta *Iphlicides podalirius*, sa sedam jedinki, što čini 4,45%.

Tabela 2. Lokaliteti istraživanja sa ukupnim brojem jedinki

Lokalitet	Broj jedinki
Centar (Krstac)	69
Omerovići	36
Sniježnica	52

3.1. Lokalitet Centar (Krstac)

Tokom ovog istraživanja odlučili smo sakupljati dnevne leptire na tri lokaliteta u okviru općine Teočak. Na osnovu toga dobili smo bolji uvid u rasprostranjenost nekih vrsta kao i toga koja nadmorska visina najviše odgovara pojedinim vrstama dnevnih leptira. Prvi lokalitet je Centar (Krstac) sa nadmorskom visinom od 483 m. Tu smo se bazirali na livade kao i prostor oko šuma. Na ovom lokalitetu prikupljeno je 11 vrsta adultnih dnevnih leptira, što je prezentirano u tabeli 3.

Tabela 3. Tabela sa nazivom ulovljenih vrsta na području Centra

Lokalitet Centar (483 m)			
Porodica	Vrsta	N	Datum
Nymphalidae	<i>Argynnis adippe</i>	7	01.06.2015.
	<i>Araschnia levana</i>	4	20.05.2015.
	<i>Brenthis daphne</i>	3	28.06.2015.
	<i>Melanargia galathea</i>	21	10.06.2015.
	<i>Melitaea athalia</i>	4	01.06.2015.
	<i>Maniola jurtina</i>	3	25.05.2015.
	<i>Pararge aegeria</i>	11	22.06.2015.
Lycaenidae	<i>Lycaena dispar</i>	5	10.06.2015.
	<i>Lycaena phlaeas</i>	4	20.06.2015.
Pieridae	<i>Colias croceus</i>	4	25.05.2015.
	<i>Colias hyale</i>	3	25.05.2015.
Ukupno :		69	

3.2. Lokalitet Omerovići

Drugi lokalitet koji je poslužio za ovo istraživanje su Omerovići koji se nalaze na nadmorskoj visini od 373 m, nešto manjoj nadmorskoj visini u odnosu na Centar. Ovdje je vršen izlazak na teren u raznim dijelovima dana, u periodu do 15h. Ovo mjesto je bogato šumama, velikim livadama kao i raznim izvorima prirodno čiste pitke vode. Ispostavilo se kao jako dobro mjesto za sakupljanje leptira. Prilikom nekoliko terenskih izlazaka, sakupljeno je 10 vrsta adultnih dnevnih leptira izrazito lijepih boja krila koji su navedeni u tabeli 4.

Tabela 4. Tabela sa nazivom ulovljenih vrsta na području Omerovića

Lokalitet Omerovići (373 m)			
Porodica	Vrsta	N	Datum
Nymphalidae	<i>Apatura illia</i>	1	22.06.2015.
	<i>Coenonympha pamphilus</i>	10	20.05.2015.
	<i>Coenonympha tullia</i>	1	28.05.2015.
	<i>Inachis io</i>	4	10.06.2015.
	<i>Vanessa atalanta</i>	3	01.06.2015.
	<i>Vanessa cardui</i>	4	28.06.2015.
Lycaenidae	<i>Celastrina argiolus</i>	1	20.06.2015.
	<i>Thelca betulae</i>	1	15.07.2015.
Papilionidae	<i>Iphiclides podalirius</i>	7	01.07.2015.
	<i>Papilio machaon</i>	4	01.07.2015.
Ukupno:		36	

3.3. Lokalitet Sniježnica

Kao treći lokalitet za istraživanje biodiverziteta dnevnih leptira korištena je lokacija gdje se nalazi akumulativno jezero Sniježnica. Sniježnica je smještena na nadmorskoj visini od 355m, što je čini lokalitetom sa najmanjom nadmorskom visinom, u odnosu na prva dva lokaliteta. Prikupljanje dnevnih leptira na ovoj lokaciji vršeno je u blizini jezera i brane. Prilikom terenskog rada prikupljeno je osam vrsta dnevnih leptira na ovom lokalitetu (tabela 5.). Uhvaćen je znatan broj jedinki.

Tabela 5. Tabela sa nazivom ulovljenih vrsta na području Sniježnice

Lokalitet Sniježnica (355 m)			
Porodica	Vrsta	N	Datum
Nymphalidae	<i>Lasiommata megera</i>	2	15.07.2015.
	<i>Lasiommata maera</i>	2	01.06.2015.
	<i>Polygonia c-album</i>	4	20.07.2015.
Lycaenidae	<i>Polyommatus icarus</i>	24	01.06.2015.
Pieridae	<i>Gonopteryx rhamni</i>	10	22.06.2015.
	<i>Leptidea sinapis</i>	5	28.06.2015.
	<i>Pieris rapae</i>	2	20.07.2015.
	<i>Pieris brassicae</i>	3	15.07.2015.
Ukupno:		52	

Rezultati istraživanja dnevnih leptira na području Teočaka upoređeni su sa rezultatima sličnih istraživanja koja su pronađena na području Bosne i Hercegovine kako bi dobili neku pregledniju sliku o stanju faune dnevnih leptira na području naše države.

Rezultati istraživanja na području Teočaka mogu se uporediti sa rezultatima istraživanja na području Kalesije (Aščić, 2012.) gdje je registrovano prisustvo 17 vrsta dnevnih leptira iz pet porodica. U ovom istraživanju najveći broj vrsta pripada porodici Pieridae, ukupno šest vrsta, dok su porodice Papilionidae, Lycaenidae i Hesperidae brojale po dvije vrste, a iz porodice Nymphalidae je zabilježeno ukupno pet vrsta dnevnih leptira. Dakle možemo primjetiti da ova dva lokaliteta imaju malu sličnost po broju zajedničkih vrsta, jer imaju samo sedam zajedničkih vrsta. Neke od vrsta koje su uzorkovane na području Teočaka kao što su: *Lycaena phlaeas*, *Thecla betulae*, *Celastrina argiolus*, *Polyommatus icarus*, *Colias hyale*, *Gonopteryx rhamni*, *Leptidea sinapis*, *Brenthis daphne*, *Melanargia galathea*, *Coenonympha tullia*, *Melitaea athalia*, *Coenonympha pamphilus*, *Vanessa cardui*, *Lasiommata megera*, *Polygonia c-album*, *Pararge aegeria*, *Inachis io*, *Apatura ilia*, *Argynnis adippe*, *Arachnia levana* i *Lasiommata maera* nisu pronađene na području Kalesije. Dok su pojedine vrste kao što su: *Argynnis pandora*, *Malitea aurelia*, *Nymphalis xanthomelas*, *Colias alfaceriensis*, *Pieris manni*, *Ponta edusa*, *Lycaena virgaurea*, *Pyrgus malvae* i *Ochlodes sylvanus* pronađene na području Kalesije, a nisu konstatovane na području Teočaka. Ova odstupanja su najvjerojatnije uzrok klime i nadmorske visine, kao i različitih godina uzorkovanja (2012. i 2015.) dnevnih leptira na ova dva lokaliteta.

Ukoliko uzmemo za komparaciju i istraživanje biodiverziteta i dinamike dnevnih leptira iz porodice Nymphalidae na području Tuzle, (Terzić i Terzić, 2012.) gdje su rezultati istraživanja pokazali da je na ovom prostoru porodica Nymphalidae zastupljena sa 17 vrsta dnevnih leptira, uočiti ćemo da je to u odnosu na naše rezultate istraživanje za porodicu

Nymphalidae za samo jedan broj više u ukupnom uzorku. Ukupna razlika ova dva lokaliteta što se tiče porodice Nymphalidae je u osam vrsta dnevnih leptira.

Istraživanja dnevnih leptira su provedena i na području Doboja i okoline (Vasiljević, 2015.) i pokazuju da na tom području egzistira 27 vrsta dnevnih leptira koji su raspoređeni u četiri porodice: Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae i Papilionidae. U ovom istraživanju najbrojnija je porodica Nymphalidae sa 16 vrsta, dok su ostale porodice sa manjim brojem vrsta. Možemo primjetiti da ovaj lokalitet ima dosta sličnosti sa našim lokalitetom, ukupno imaju 14 zajedničkih vrsta.

Kao još jedno bitno istraživanje na području naše države može se navesti istraživanje biodiverziteta dnevnih leptira Nacionalnog parka Una (Džafić, 2016.) gdje su uzorkovane 322 jedinke dnevnih leptira. Porodica Nymphalidae se javila kao najbrojnija sa 30 vrsta dnevnih leptira, od čega su najfrekventnije bile vrste *Argynnis paphia* i *Maniola jurtina*. U njegovom istraživanju porodica Lycaenidae je brojila 13 vrsta, dok je porodica Pieridae bila zastupljena sa 11 vrsta. Iz porodice Hesperidae konstatovano je da na ovom području egzistira 8 vrsta. Porodica Papilionidae je brojala najmanje vrsta, ukupno četiri vrste dnevnih leptira. Ovo istraživanje pokazuje znatno veću brojnost vrsta u odnosu na područje Teočaka.

Kao što možemo vidjeti iz ovih istraživanja fauna dnevnih leptira na području Bosne i Hercegovine je raznovrsna i brojna.

Bitna istraživanja dnevnih leptira provedena su i u drugim zemljama pa tako ćemo navesti neke od njih, kao i njihove rezultate istraživanja.

Pongrac (2012.) je provela istraživanje dnevnih leptira na području regionalnog parka Mura-Drava i zabilježila je 1 000 jedinki i konstatovala 49 vrsta dnevnih leptira, koje su raspoređene u šest porodica: Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Nymphalidae, Saturniidae i Hesperidae. Kao najbrojnije vrste u ovom istraživanju javljaju se *Artogeia rapae*, *Artogeia napi*, *Coenonympha pamphilus*. Na ovom području su uočene i neke ugrožene i zaštićene vrste dnevnih leptira.

Sečen (2009.) je istraživala dnevne leptire uz riječne nasipe Save u različitim fazama sukcesije prilikom čega je zabilježeno 2 711 jedinki, a konstatovane su 43 vrste, od kojih neke imaju status ugroženih vrsta.

Kao što možemo vidjeti rezultati variraju u odnosu na naše područje, u oba istraživanja u susjednim zemljama pronađen je znatan broj vrsta dnevnih leptira, ali također treba uzeti u obzir i da je brojnost ukupnog uzorka bila veća u odnosu na naše uzorkovane jedinke.

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja dnevnih leptira koja su provedena na području Teočaka u periodu od maja do septembra 2015. godine, zaključeno je sljedeće:

1. Na području Teočaka egzistira 29 vrsta dnevnih leptira, iz četiri porodice: Nymphalidae, Pieridae, Lycaenidae i Papilionidae.
2. Najbrojnija porodica Nymphalidae broji 16 vrsta dnevnih leptira: *Brenthis daphne*, *Melanargia galathea*, *Coenonympha tullia*, *Melitaea athalia*, *Maniola jurtina*, *Coenonympha pamphilus*, *Vanessa cardui*, *Vanessa atalanta*, *Lasiommata megera*, *Polygonia c-album*, *Pararge aegeria*, *Inachis io*, *Apatura ilia*, *Argynnis adippe*,

- Araschnia levana*, *Lassiommata maera*, najbrojnija vrsta u ovoj porodici je *Melanargia galathea* koja broji 21 jedinku.
3. Iz porodice Pieridae na ovom području je zastupljeno šest vrsta dnevnih leptira: *Colias croceus*, *Colias hyale*, *Gonopteryx rhamni*, *Leptidea sinapis*, *Pieris brassicae*, *Pieris rapae*, ovdje se kao najbrojnija vrsta javlja *Gonopteryx rhamni* sa ukupno 10 jedinki.
 4. Na području Teočaka iz porodice Lycaenidae je zastupljeno pet vrsta dnevnih leptira: *Celestrina argiolus*, *Lycaena dispar*, *Lycaena phlaeas*, *Thelca betulae*, i *Polyommatus icarus* koji se javlja ujedno i kao najbrojnija vrsta sa čak 24 jedinke.
 5. Porodica Papilionidae je zastupljena sa dvije vrste dnevnih leptira: *Iphlicides podalirius* koji broji sedam jedinki i *Papilio machaon* koji u ovom istraživanju broji četiri jedinke.
 6. Na osnovu podataka koje smo dobili u toku ovih istraživanja možemo zaključiti da je fauna dnevnih leptira na ovom području raznovrsna i bogata.
 7. Obzirom da do sad na ovom području nije istraživana fauna dnevnih leptira smatramo da će ovi podaci biti od jakog značaja za upotpunjavanje znanja o fauni dnevnih leptira na području Bosne i Hercegovine.
 8. Ovo je samo jedan dio koji će doprinijeti poznavanju faune dnevnih leptira, međutim potrebno je izvršiti i detaljnija istraživanja koja bi obuhvatila i okolinu Teočaka kao i druge važne lokalitete.

5. LITERATURA

- [1] Adrović A., Vasiljević M., Aščić L., Čosić A., Adrović R. (2015.): *Biodiverzitet dnevnih leptira sjeveroistočne Bosne*. Tokovi. Časopis za naučna, književna i društvena pitanja: ISSN 0350-8366, Berane.
- [2] Aščić L., (2012.): *Biodiverzitet dnevnih leptira Kalesije i okoline*. Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Tuzli
- [3] Brajković M. (2004.): *Zoologija invertebrata, II deo prvo izdanje*. Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva-Beograd.
- [4] Džafić M. (2016.): *Biodiverzitet dnevnih leptira Nacionalnog parka „Una“*. Magistarski rad. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Tuzli.
- [5] Krunić M. (1995.): *Zoologija invertebrata, II deo*. Beograd, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva: 227-272, 336-346.
- [6] Kučinić M., Plavac I. (2009.): *Danji leptiri, priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja*. Zagreb.
- [7] Lelo S. (2008.): *Dnevni leptiri Bosne i Hercegovine*. Sarajevo, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu.
- [8] Lelo S. (2009.): *Osnove opće entomologije*. Sarajevo, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu
- [9] Petz B. (1985.): *Osnovne statističke metode za matematičare*. I izdanje, SNL, Zagreb.

- [10] Pongrac D. (2012.): *Danji leptiri (Lepidoptera:Rhopalocera) prilog poznavanju biotske raznolikosti regionalnog parka Mura-Drava*. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
- [11] Popović M., Đurić M. (2011.): *Dnevni leptiri Srbije- priručnik*. HabiProt
- [12] Sečen T. (2009.): *Primerjava favne dnevnih metuljev (Lepidoptera:Rhopalocera) vzdolž rečnih brežin Save v različnih fazah sukcesije*. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani
- [13] Terzić Z., Terzić M. (2012.): *Biodiverzitet i dinamika populacija vrsta iz porodice Nymphalidae (Insecta:Lepidoptera) Tuzle i okoline*. Baština sjeveroistočne Bosne, br. 8.
- [14] Vasiljević M. (2015.): *Biodiverzitet dnevnih leptira Doboja i okoline*. Diplomski rad. Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Tuzli.

I'm With Nature



ANALYSIS OF VELOCITY AND FLOW RATE OF THE RIVER UNA USING FLUID TRACING METHOD

Minela Žapčević, Mirela Abdić, Aida Džaferović, Jasmina Ibrahimpašić

Univerzitet u Bihaću, Biotehnički fakultet Bihać
Luke Marjanovića bb., 77 101 Bihać

minelazapcevic@gmail.com

Key words: fluid tracing method, fluorescence, uranium, movement of contaminants.

ABSTRACT:

Traser is any kind of substance which is located in water or injected into water by which we can obtain the necessary information on the directions and speeds of the ground and surface waters and the movement of contaminants that are transported with water. Fluid tracing is a method that uses a fluorescent substance that is primarily emitted into the water system to determine the flow and velocity of investigated water system. This method provides exact data of the distribution of contaminants along the investigated water system and many other unexplored natural and anthropogenic phenomena and changes.

The principle of the fluid tracing method is to measure the concentration of the fluorescent substance by fluorimeter, which directly reads ultra low concentrations of the substance. The aquatic system emits a chemically non-hazardous fluorescence substance which is permeable to the water system and after a certain amount of time it takes to stabilize and distribute the substance, the concentration is read at a predetermined distance from the discharge point. Using the mathematical formulas, the velocity of the flow is calculated, and based on the velocity we calculate the flow of the examined water system. The most well-known tracer, which is most widely used in sodium flourescin, is also known as uranium ($C_{20}H_{10}O_5Na_2$). Flourescin is a red powder, water-soluble, which diluted in water gives different intensities of green color.

This work presents the results of the velocity and flow analysis using the fluid tracing method, which improvised the movement of the contaminations by river Una. The velocity and flow of the analyzed part of the river Una was determined, which determines the velocity, flow and direction of contaminants dropped into the river.

ANALIZA BRZINE STRUJANJA I PROTOKA RIJEKE UNE PRIMJENOM FLUID TRACING METODE

Ključne riječi: fluid tracing metoda, fluorescin, uranin, kretanje kontaminata

SAŽETAK:

Traser je bilo koja vrsta tvari prisutne u vodi ili ubačena u vodu pomoću koje možemo dobiti potrebne informacije o smjerovima i brzinama podzemnih i površinskih voda, te kretanju kontaminata koji se vodom transportiraju. Fluid tracing je metoda koja koristi fluorescentnu supstancu koja se prvenstveno ispušta u vodeni sistem kako bi se odredio protok i brzina ispitivanog vodenog sistema. Ova metoda daje egzaktne podatke o distribuciji kontaminata duž ispitivanog vodenog sistema, te mnogim drugim dosad neistraženim prirodnim i antropogenim pojavama i promjenama. Princip rada fluid tracing metode je mjerenje koncentracije fluorescentne supstance pomoću fluormetra, koji direktno očitava ultra niske koncentracije supstance. U vodeni sistem se ispušta hemijski neopasna fluorescentna supstanca, koja protiče vodenim sistemom, te nakon određenog vremena koje je potrebno za stabilizaciju i distribuciju supstance, koncentracija se očitava na unaprijed određenoj udaljenosti od tačke ispuštanja. Pomoću matematičkih formula izračunava se brzina proticanja, te na osnovu brzine vrši se izračun protoka ispitivanog vodenog sistema. Najpoznatiji tracer, koji se najduže primjenjuje natrijev fluorescin, poznat i pod nazivom uranin ($C_{20}H_{10}O_5Na_2$). To je crveni prah, topiv u vodi, koji kada se razrijedi u vodi daje različite intenzitete zelene boje.

U radu su prikazani rezultati analize brzine strujanja i protoka rijeke Une primjenom fluid tracing metode, kojom smo improvizirali kretanje kontaminata rijekom Unom.

1. UVOD

U današnje vrijeme sve veći naglasak se stavlja na problem zaštite okoliša i racionalan način iskorištavanja prirodnih vodenih resursa. Savremeni način života donosi velike promjene u području zaštite vodenih sistema, te smo svjedoci svakodnevnog ispuštanja kontaminata u rijeku Unu. Nakon otkrivanja izvora ispuštanja kontaminata, na mjestu nastanka onečišćenja, možemo utvrditi rizik i brzinu miješanja kontaminata povezanim vodenim sistemom primjenom *fluid tracing metode*. Trasiranje vodenih sistema predstavlja snažan alat pri istraživanju porijekla i kretanju vode, posebno na mjestima gdje je potrebno ustanoviti smjer i povezanost podzemne sa površinskom vodom. Ukoliko postoji povezanost podzemnih i površinskih voda, ispuštanjem trasera na mjestu poniranja podzemne vode, detektujemo njegovu pojavu u površinskom vodenom sistemu s kojim je povezan. Trasiranje površinskih vodenih sistema primjenom *fluid tracing metode* predstavlja efikasnu metodu za analiziranje i određivanje smjera, brzine, i protoka vodenog sistema. Metoda koristi fluorescentni tracer, fluorescin, pomoću kojeg se vrši obilježavanje analiziranog terena.

2. OPIS FLUID TRACING METODE

Fluid tracing metoda podrazumijeva trasiranja vodenih sistema pomoću otopina traser. Metoda koristi fluorescentnu supstancu kao vještački tracer koji daje potrebne informacije za istraživanje hidroloških sistema i podsistema. Fluorescentna supstanca se prvenstveno ispušta u vodeni sistem kako bi se odredio protok i brzina ispitivanog vodenog sistema. Može se primjeniti i za ispitivanje podzemnih sistema, kao i za praćenje onečišćenja i distribuciju kontaminata duž ispitivanog vodenog sistema, te mnoge druge dosad neistražene prirodne i antropogene pojave i promjene. Fluid tracing metoda u hidrologiji definiira naučno polje koje ima za cilj razumijevanje hidroloških sistema koristeći okoliš i umjetne tracere, poznatije kao obilježivače, dajući izravan uvid u dinamiku površinske i podzemne vode [1].

Relevantnost *fluid tracing metode* u hidrologiji proizilazi iz složenosti protoka vode u prirodnim sistemima, a koje fluid tracing metoda određuje. Koliki je kapacitet skladištenja vodenih resursa u određenom koritu, koliko pritoke se ulijeva u rijeku, koja je brzina vodopada, koji je kapacitet podzemnih voda na određenom području, detekcija kretanja kontaminata, miješanje vodenih sistema, kretanje vode u propusnim stijinama, te identifikacija hidroloških veza predstavljaju neka od područja na kojim se može primjeniti fluid tracing metoda [1].

Princip rada *fluid tracing metode* je mjerenje koncentracije fluorescentne supstance pomoću mobilnog fluorimetra, koji mjeri izrazito niske koncentracije supstance. U vodeni sistem se ispušta fluorescentna supstanca, koja protiče vodenim sistemom, te nakon određenog vremena koje je potrebno za stabilizaciju koncentracije supstance, koncentracija se očitava na unaprijed određenoj udaljenosti od tačke ispuštanja. Pomoću matematičkih formula izračunava se brzina proticanja, te na osnovu brzine vrši se izračun protoka ispitivanog vodenog sistema. Odnosno, *fluid tracing metoda* daje egzaktno odgovore pri istraživanju porijekla i kretanja podzemne vode, posebno na mjestima gdje smjer i slivovi podzemne vode nisu vidljivi i ne mogu se procijeniti. Također, *fluid tracing metoda* je nezaobilazan alat u određivanju zona sanitarne zaštite izvora pitke vode, pokazatelj hidrogeoloških veza, brzine i smjera podzemnih tokova. Trasiranjem se improvizira kretanje kontaminata i na taj način omogućuje praćenje i detekcija koncentracije kontaminata na ispitivanom vodenom sistemu. Tracer se ispušta na mjestima mogućeg ispuštanja kontaminata u vodeni sistem, te se on detektuje na osnovu obojenja i koncentracije traser koji se transportira vodenim sistemom [5].

2.1. Fluorescentni traseri

Fluorescentni traseri su najvažniji među vještačkim tracerima. Njihova popularnost među hidrologima je velika zbog lakog rukovanja, relativno jednostavnog analiziranja, visoke osjetljivosti analize, niskom pragu otkrivanja i posljedično maloj količini traser potrebnoj za terenska istraživanja [2]. U prirodnim uslovima se rijetko pojavljuju u hidrološkim sistemima. Oni su također također atraktivni zbog linearnosti krivulje pojave traser na mjernoj skali, dok je njihov nivo toksičnosti značajno pogodniji u usporedbi sa ostalim tracer supstancama, jer fluorescentni traseri su u potpunosti netoksični. Iako je danas poznat veliki broj

potencijalnih fluorescentnih tracara, tek nekolicina supstanci je zaista i prikladna za tu namjenu [3].

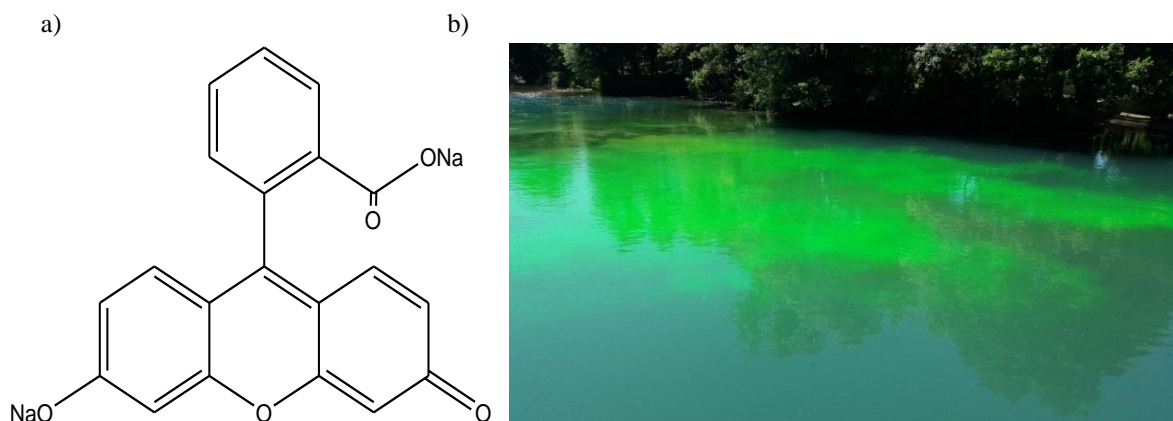
U sljedećoj tabeli predstavljeni su dosad korišteni fluorescentni traceri prikladni za analiziranje površinskih i podzemnih vodenih sistema, poredani prema maksimalnoj emisivnosti tracara u okolišu [1]:

Tabela 1. Fluorescentni traceri prikladni za hidrološke namjene.

Komercijalni naziv	max nm	Hemijska formula
Naftionat	325/420	$C_{10}H_8NNaO_3S$
Piranin	460/510	$C_{16}H_7Na_3O_{10}S_3$
Uranin	491/516	$C_{20}H_{10}O_5Na_2$
Eozin	515/540	$C_{20}H_6Br_4Na_2O_5$
Amidorodamin 5	530/555	$C_{25}H_{25}N_2NaO_7S_2$
Sumporni rodamin B	560/585	$C_{27}H_{29}N_2NaO_7S_2$
Rodamin B	555/570	$C_{28}H_{31}ClN_2O_3$
Rodamin WT	560/585	$C_{29}H_{29}N_2NaO_5$

Izvor: Leindbundgut C. Maloszewski P. Külls C. (2009): Tracers in Hydrology, John Willey and Sons, [6].

U tabeli su predstavljeni traceri prema njihovim uobičajenim imenima u komercijalnoj prodaji. Međutim, zbog čestih problema sa nazivima koji su česti isti za različite supstance, date su i hemijske formule. Neki od navedenih tracara, poput piranina, se rijetko koriste, zbog problematičnosti sa analitičkog aspekta i relativno visoke cijene [1]. Najpoznatiji tracer, koji se najduže primjenjuje je uranin (natrijev fluorescin). Njegova primjena je počela prije 100 godina, a naročito je popularan u istraživanju kraških hidroloških sistema. To je crveni prah, topiv u vodi, koji kada se razrijedi u vodi daje različite intenzitete zelene boje (Slika 2.). Za poboljšanje topivosti u vodi dodaju se male količine natrijeve soli (NaOH) [4].



Slika 1. Prikaz: a) strukturna formula Na-fluorescina (uranina), $C_{20}O_5Na_2$, izrađena u programu Chem Draw Ultra 7.0;

b) Na-fluorescin pri reakciji sa vodom daje intenzivno zelenu boju. (fotograf: Šarganović, M.).

3. OPIS LOKACIJE I CILJ ISTRAŽIVANJA

Ovim radom je predstavljena analiza trasiranja rijeke Une na području mjesne zajednice Hatinač u užem gradskog dijelu grada Bihaća. Trasiranje je sprovedeno na području gradskog kupališta „Hatinač“ u gusto naseljenom dijelu grada, opterećenosti sa oko 2.229 stanovnika. Lokacija trasiranja se nalazi na geografskim koordinatama $44^{\circ} 49' 5.78046''$ sjeverno i $15^{\circ} 52' 24.37379''$ istočno, na nadmorskoj visini u iznosu od 737 nm.

Na navedenoj lokaciji trasiranje je obavljeno dana 9.6.2017. godine. Udaljenost između mjesta ispuštanja tracara i mjesta očitavanja koncentracije tracara iznosi 103 m. Širina analiziranog dijela je 14 m, a prosječna dubina 6 m.

CILJ 1 Ispuštanjem trasera na navedenoj lokaciji provedeno je s ciljem improvizacije kretanja kontaminata i određivanja brzine i protoka kontaminata analiziranim područjem. S obzirom da je riječ o gusto naseljenom dijelu grada Bihaća, na ovom području **postoji opasnost od ispuštanja** kanalizacionih odvoda i drugih kontaminata od strane nesavjesnih građana.

CILJ 2 Uzimajući u obzir ovu opasnost, *fluid tracing metodom* analizirali smo rizik ispuštanja kontaminata na ovoj lokaciji i odredili brzinu transporta kontaminata i njegovog miješanja sa rijekom Unom.

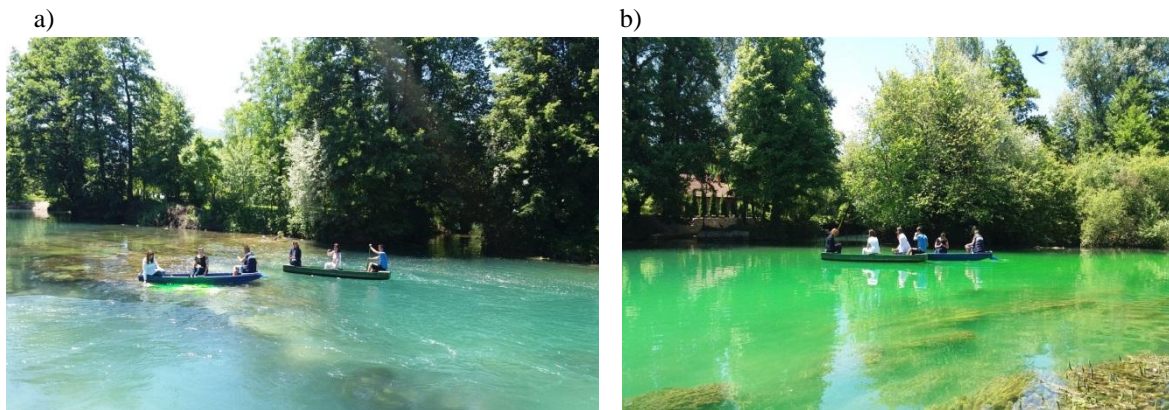
4. MATERIJAL I METODE RADA

Kako bismo analizirali rizik i brzinu širenja kontaminata rijekom Unom izvršeno je trasiranje jednog dijela ovog vodenog sistema. Koristeći vještački traser, fluorescin, praćena je njegova koncentracija i vrijeme distribucije analiziranim vodenim sistemom. S obzirom da analizirano područje pripada relativno gusto naseljenom dijelu grada Bihaća sa dosad neriješenim kanalizacionim sistemom, česta pojava je ispuštanjenje fekalnih onečišćenja u rijeku Unu. Brzinu distribucije fekalnih onečišćenja je nemoguće precizno odrediti, zbog razgradnje sa

vodenim sistemom u koji se ispušta. Trasiranjem je improvizirano ispuštanje kontaminata, te su u radu prikazani rezultati utvrđene brzine i protoka analiziranog dijela rijeke Une.

Ispušteno je 250 ml vodene otopine koncentriranog fluorescina kojim je obilježen analizirani teren. Ispuštanje je vršeno u periodu od 2 minute i 24 sekunde, a distribucija tracara je je praćena 103 m nizvodno do mjesta ispuštanja.

Prilikom trasiranja obavljeno je mjerenje koncentracije tracara na terenu (*In-situ*) mobilnim fluorometrom, koji očitava koncentraciju fluorescina u vodenom sistemu pomoću sonde uronjene u sam sistem. Korišten je model Cyclops-7, koji predstavlja kompaktni i visokoučinkoviti, senzorni uređaj dizajniran za primjenu u bilo kojem vodenom sistemu. U uređaj je ugrađeno odbijanje raspšrenja svjetlosti i prilagođen je za nisku potrošnju energije. Pred navedenog, uređaj omogućuje razne laboratorijske aplikacije, od kojih je za potrebe ovog analiziranja korišteno očitavanje koncentracije fluorescentne boje otopljene u vodenom sistemu rijeke Une. Uređaj očitava rezultat u voltima, koji je proporcionalan koncentraciji fluorescina u vodenom sistemu koja se izražava u mg/l (slika 2.).



Slika 2. Prikaz: a) Ispuštanje tracara; b) Mjerenje koncentracije tracara, (fotograf Šarganović, M., Bihać, 9.6.2017.)

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Trasiranje je provedeno dana 9. 6. 2017. godine na prethodno opisanoj lokaciji. Analiza je provedena na način da je fluorescin ispušten na obilježenoj lokaciji, te je zabilježeno vrijeme ispuštanja tracara. Sljedeći korak analiziranja predstavlja očitavanje koncentracije fluorescina na unaprijed određenoj lokaciji, 103 m nizvodno od mjesta ispuštanja tracara. Očitavanje koncentracije tracara vršeno je u periodu od 12 minuta od momenta ispuštanja tracara. Ukupno je zabilježeno 50 koncentracija tracara. Prvi trag tracara pojavio nakon 1 minute i 46 sekundi u najmanjoj koncentraciji. Najveća koncentracija zabilježena je nakon 7 minuta i 20 sekundi, te je iznosila 798 mg/l fluorescina. Nakon toga koncentracija tracara je kontinuirano opadala, te se nakon 11 minuta i 41 sekundu traser više nije registrovao.

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

U tabeli 2. prikazani su rezultati očitavanja koncentracije za svih 50 mjerenja i vrijeme pri kojem je očitavanje izvršeno:

Tabela 2. Tabelarni prikaz vremena trasiranja i koncentracije tracera

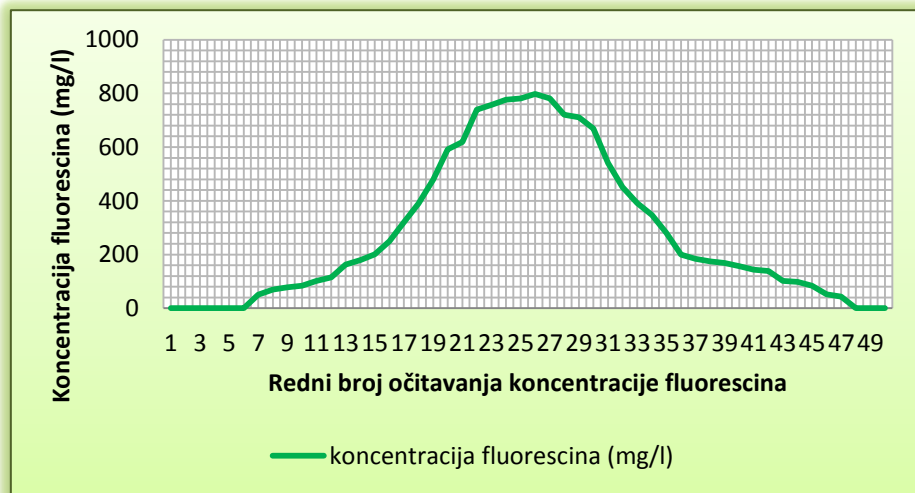
Redni broj mjerenja	Vrijeme očitavanja (s)	Koncentracija fluorescina (mg/l)
1	90	0
2	105	0
3	129	0
4	141	0
5	150	0
6	159	0
7	166	51
8	179	69
9	185	78
10	198	84
11	208	102
12	229	115
13	236	162
14	245	179
15	269	201
16	300	250
17	320	320
18	350	390
19	366	480
20	377	592
21	384	619
22	395	740
23	403	758
24	410	777
25	425	781
26	440	798
27	465	781
28	481	720
29	492	711

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Nastavak tabele 2.

Redni broj mjerenja	Vrijeme očitavanja (s)	Koncentracija fluorescina (mg/l)
30	519	669
31	524	540
32	531	451
33	548	392
34	570	347
35	584	281
36	591	199
37	604	184
38	612	174
39	629	169
40	637	157
41	642	144
42	649	139
43	651	102
44	669	98
45	674	84
46	682	52
47	692	43
48	701	0
49	711	0
50	720	0

Vrijednosti očitanih koncentracija predstavljeni su grafikonom 1. Na osnovu grafikona primjećujemo da je koncentracija naglo porasla pri 13-om očitavanju, odnosno nakon 3 minute i 46 sekundi od momenta ispuštanja tracara. Koncentracija tracara je dostigla maksimum pri 26-om očitavanju, odnosno nakon 7 minuta i 20 sekundi. Nakon zabilježene najviše koncentracije, ona je kontinuirano opadala (slika 1.).



Slika 1. Grafički prikaz izmjerenih koncentracija fluorescine

Na osnovu očitanih podataka, izvršena je analiza brzine strujanja i masenog protoka rijeke Une na analiziranoj lokaciji. Vrijeme pojave najviše koncentracije tracara zabilježeno je kao vrijeme distribucije tracara od mjesta ispuštanja tracara do mjesta očitavanja koncentracije.

Na osnovu toga, vršen je sljedeći izračun brzine strujanja:

$$t = 440 \text{ s}$$

$$s = 103 \text{ m}$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{103 \text{ m}}{440 \text{ s}} = 0.2341 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 0.23 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Gdje je:

t = vrijeme najveće zabilježene koncentracije tracara,

s = dužina analiziranog terena

v = brzina vodenog sistema.

Proračunu masenog protoka rijeke Une prethodio je proračun površine ovlaženog terena. U poglavlju koje opisuje lokaciju istraživanja navedeno je da je širina analiziranog dijela iznosi 14 m, a prosječna dubina 6 m.

Na osnovu toga, vršen je sljedeći proračun površine ovlaženog terena:

$$x = 14 \text{ m}$$

$$y = 6 \text{ m}$$

$$A = x * y = 14 \text{ m} * 6 \text{ m} = 84 \text{ m}^2$$

Gdje je:

x = širina analiziranog terena,

y = dubina analiziranog terena

A = površina ovlaženog terena.

Maseni protok rijeke Une, na osnovu podataka dobijenih trasiranjem zasniva se na količniku prethodno izračunate brzine i površine ovlaženog terena.

Na osnovu toga, vršen je sljedeći proračun masenog protoka:

$$v = 0.2341 \frac{m}{s}$$

$$A = 84 m^2$$

$$Q_v = v * A = 0.2341 \frac{m}{s} * 84 m^2 = 19.6644 \frac{m^3}{s} \approx 19.67 \frac{m^3}{s}$$

6. DISKUSIJA

Primjenom fluid tracing metode na brz i jednostavan način došli smo do podataka potrebnih za proračun brzine strujanja i protoka analiziranog dijela rijeke Une. Površinu ovlaženog terena računali smo prema podacima o prosječnoj dužini i dubini analiziranog terena. Vrijeme za koje će se traser pojaviti na mjestu uzorkovanja ovisi o udaljenosti mjesta ispuštanja tracera i mjesta očitavanja koncentracije, a vrijeme pojave tracera predstavlja vrijeme u kojem se traser pojavio pri najvišoj koncentraciji. Na osnovu izvršene analize, dobili smo podatak o brzini i protoku analiziranog vodenog sistema. Brzina iznosi 0.23 m/s, a maseni protok 19.67 m³/s. Analizom ove dvije fizičke veličine dolazimo do podatka da se kontaminati analiziranim dijelom rijeke Une distribuiraju i miješaju brzinog i masenim protokom proporcionalnim rezultatima dobijenih trasiranjem.

7. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio ispitivanje brzine i protoka rijeke Une primjenom fluid tracing metode. Trasiranje je obavljeno kako bismo improvizirali kretanje kontaminata analiziranim dijelom rijeke Une. Prilikom analize korišten je vještački traser, fluorescin, koji predstavlja hemijski neopasnu supstancu i daje relevantne podatke o distribuciji improviziranih kontaminata. Traser je ispušten na obilježenoj lokaciji, praćeno je vrijeme njegove distribucije do mjesta obilježenog kao lokacija očitavanja koncentracije traser. Analizom je utvrđeno da se traser distribuirao površinom rijeke Une u iznosu od 84 m² brzinom od 0.23 m/s. Na osnovu brzine kretanja tracera ovom površinom izračunat je maseni protok u iznosu od 19.67 m³/s. Prilikom analiziranja korišten je mobilni fluorometar, pomoću kojeg je očitana koncentracija fluorescina u vodenom sistemu. S obzirom da je ispitivana lokacija odabrana zbog gustoće naseljenosti i nedostatka kanalizacionog sistema, na osnovu vremena distribucije tracera, ustanovljena je velika brzina strujanja i protok, kao i smjer kretanja eventualno ispuštenih kontaminata na ovoj lokaciji.

Ovaj rad je rezultirao uspješnom primjenom fluid tracing metode na površinskom dijelu vodenog sistema. Fluid tracing metoda je omogućila jednostavno i brzo prikupljanje potrebnih podataka za proračun brzine i protoka. Zbog prisustva nesavjesnog ispuštanja kontaminata u rijeku Unu, ova metoda trasiranja može poslužiti za dobijanje relevantnih podataka za određivanje povezanosti vodenih sistema, kao i brzine širenja kontaminata vodenim sistemom.

8. LITERATURA

- [1] Leibundgut Ch., Maloszewski P., Kulls Ch. (2009): „*Tracers in Hydrology*“, John Willey and Sons, ISBN 978-0-470-51885-4.
- [2] Wolkersdorfer Ch. (2006): „*Water Management at Abandoned Flooded Underground Mines*“, Ludwig-Maximilians Universität, München, ISBN 978-3-540-77330-6, 195-275.
- [3] Diehl H., Horchak-Morris N., Hefley A. J., Munson L. F., Markuszewski R. (1986): „*The acid strengths of fluorescein as shown by potentiometric titration*“, Studies on fluorescein III, Department of Chemistry, Iowa State University, Ames, IA 50011, USA, Talanta, Vol. 33, No. 11, 901-905.
- [4] Stevanović Z., Dragišić V. (1992): *The directions of circulation of karst ground waters in the Carpatho - Balkanides*, Serbia. Tracer Hydrology, eds. H.Hotzl & A.Werner, Balkema, 291 - 295, Rotterdam, Brookfield.
- [5] Pravilnik o načinu utvđivanja uslova za određivanje zona sanitarne zaštite i zaštitnih mjera za izvorišta vode za javno vodosnabdijevanje stanovništva (2012): „Službene novine FBiH“, broj: 88/12, dostupan na linku: extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/bih147692.pdf (pristupljeno: 16.6.2017.).
- [6] Leibundgut Ch., Maloszewski P., Kulls Ch. (2009): „*Tracers in Hydrology*“, John Willey and Sons, ISBN 978-0-470-51885-4.

I'm With Nature



HISTORICAL DEVELOPMENT OF BOSNIA AND HERZEGOVINA ICHTHYOLOGY

Bejnana Ridić, Almira Ćosić, Avdul Adrović

Faculty of Natural Science and Mathematics, University of Tuzla

bejnana@outlook.com

al.mirica@hotmail.com

avdul.adrovic@untz.ba

Key words: history, Bosnia and Herzegovina, ichthyology

ABSTRACT:

In order to explore the history of ichthyology on the area of Bosnia and Herzegovina, we collected data during the period from November 2016. to February 2017. Ichthyology can be divided into three periods. These periods are: period of the Austrian-Hungarian Monarchy, period of the Second World War and the period after Second World War. The scientists who have marked this period are: Johann Jacob Heckel (1790-1857.), Rudolf Kner (1810-1869.), Franz Steindachner (1834-1919.), and on our territory one of the most important ichthyologists is Vejsil Ćurčić (1868-1959.). The period of the Second World War is marked by the scientists: Tihomir Vuković (1933-1989.), Ljubomir Berberović (1933.), Avdo Sofradžija (1940.) and Rifat Hadžiselimović (1943.). The third period that we have mentioned is yet to be explored because it is still evolving. Ichthyology on the area of Bosnia and Herzegovina is very rich, but we believe that more attention should be dedicated to this area.

HISTORIJSKI RAZVOJ BOSANSKOHERCEGOVAČKE IHTIOLOGIJE

Ključne riječi: historija, Bosna i Hercegovina, ihtiologija

SAŽETAK:

U cilju istraživanja historijata ihtiologije na području Bosne i Hercegovine, prikupljali smo dostupne podatke o ihtiološkim istraživanjima, koja su obuhvatila period od 1850. godine, pa do danas. Ihtologiju možemo podijeliti na tri perioda. Ti periodi su: period Austro-Ugarske monarhije, period drugog svjetskog rata i period nakon drugog svjetskog rata. Naučnici koji su obilježili period Austro-Ugarske monarhije su: Johann Jacob Heckel (1790-1857), Rudolf Kner (1810-1869), Franz Steindachner (1834-1919), a na našem području jedan od bitnih ihtiologa je Vejsil Ćurčić (1868-1959). Period nakon Drugog svjetskog rata obilježili su naučnici: Tihomir Vuković (1933-1989), Ljubomir Berberović (1933), Avdo Sofradžija (1940), Rifat Hadžiselimović (1943). Ihtiologija na području Bosne i Hercegovine je veoma bogata, smatramo da bi trebalo više pažnje posvetiti ovoj oblasti

1. UVOD

Ihtiologija, poznata još i kao nauka o ribama je zoološka disciplina koja se bavi proučavanjem riba. Ovo uključuje ribe hrskavičavog, koštanog skeleta, kao i ribe bez vilica (Agnatha). Iako je veliki broj vrsta već otkriven, svake godine se od strane naučnika opiše otprilike oko 250 novih vrsta. Prema podacima koje nalazimo na web stranici FishBase.org (Froese i Pauly, 2017), do oktobra 2017.godine je opisano 33700 vrsta riba. Fauna slatkovodnih riba Bosne i Hercegovine odlikuje se značajnim bogatstvom i raznolikošću vrsta, među kojima posebno mjesto zauzimaju one sa uskim arealom rasprostranjenosti, odnosno endemične vrste. Vuković (1977) u svom popisu riba Bosne i Hercegovine bilježi 108 vrsta, dok Sofradžija, (2009) iznosi popis od 118 vrsta.

Unutar zabilježenog broja vrsta riba, njih 17 boravi i u bočatim i slanim vodama. Iako je ihtiofauna ovog područja bila zanimljiva nizu velikih prirodnjaka već u 19. i početkom 20. stoljeća (Heckel & Kner 1858, Steindachner, 1882, 1892; Kolombatović 1907, Heintz 1908), ipak su tokom historije nedostajala stalna i sistematska istraživanja ihtiofaune Bosne i Hercegovine, a naročito ona sa aspekta taksonomije. Tek nakon Drugog svjetskog rata, a naročito tokom šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog stoljeća, započela su učestalija i značajnija ihtiološka istraživanja na čitavom području Bosne i Hercegovine (Sofradžija, 2009).

U svjetskoj ihtiološkoj znanosti se još uvijek vode rasprave oko taksonomskog statusa i sistematskog položaja pojedinih vrsta s područja Bosne i Hercegovine. Vrste, o čijem se položaju još uvijek raspravlja, su prije svega iz roda *Salmo* (Snoj i sur., 2007, 2010), roda *Squalius*, *Telestes* i *Delminichthys* (Freyhof i sar., 2006), te roda *Knipowitschia* (glavoči) (Dulčić i sar., 2007; Ahnelt i sar., 2009; Šanda i Kovačić, 2009). Naročito su zanimljive gaovice koje su do nedavno bile svrstane u zaseban rod *Paraphoxinus*, a sada su razdijeljene u tri, od kojih je rod *Delminichthys* (Freyhof i sur., 2006) potpuno nov za ihtiološku znanost.

Na osnovu svega može se utvrditi da uprkos izuzetnoj ihtiofaunističkoj vrijednosti kako jadranskog, tako i dunavskog sliva Bosne i Hercegovine, stoji činjenica da postoji još čitav niz otvorenih pitanja po pitanju statusa i bogatstva ribljih zajednica, zoogeografskog statusa i područja raspodjele te sistematsko-taksonomskoga položaja niza vrsta (Glamuzina i sar., 2010.).

S obzirom da na prostorima Bosne i Hercegovinenema značajne naučno valorizirane evidencije o ihtiolozima koji su dali doprinos našoj ihtiofauni, odlučili smo provesti istraživanje i tako prikupiti što više podataka o bosanskohercegovačkim ihtiolozima i njihovim najznačajnijim radovima i objaviti ih u ovom radu.

Uvidom u raspoloživu literaturu lako se uočava činjenica da je područje Bosne i Hercegovine ihtiofaunistički izuzetno bogato. Međutim, Bosna i Hercegovina ihtiološki još uvijek nije dobro istražena tako da ostavlja prostora i za neka nova istraživanja riba i ribljih zajednica. Prilikom prikupljanja literature uvidjeli smo da je teško doći do informacija o većini autora, kako stranih, tako i domaćih. Razlog za to je činjenica da neki podaci datiraju još iz vremena Austro-ugarske monarhije i Drugog svjetskog rata kada su se radovi drugačije arhivirali u odnosu na danas. Smatramo da će ovaj rad dati makar mali doprinos u poznavanju historijskog razvoja bosanskohercegovačke ihtilogije i da će to biti bitna osnova za daljnja istraživanja na ovu temu.

Cilj ovog rada je opisati historijat bosanskohercegovačke ihtilogije, sa posebnim osvrtom na biografije i bibliografije najznačajnijih domaćih i stranih biologa - ihtioologa koji su dali značajan doprinos početku i razvoju bosanskohercegovačke ihtilogije. U sklopu toga smo prikupili dostupnu ihtiološku literaturu i druge relevantne literaturne izvore koji su tretirali biografije i bibliografije domaćih i stranih ihtioologa.

2. MATERIJAL I METODE

Suglasno postavljenim ciljevima, u periodu od novembra 2016. do februara 2017. godine, prikupili smo raspoloživu ihtiološku literaturu, čijim pregledom smo utvrdili početke i tok razvoja bosanskohercegovačke ihtilogije. U tu svrhu ostvarili smo uvid u seriju brojeva časopisa *Ichthyologia* koji je tokom sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog vijeka izlazio u Beogradu, zatim u časopisu *Ribarstvo*, koji je izlazio i danas izlazi u Zagrebu, kao i u seriju brojeva *Glasnika Zemaljskog muzeja u Sarajevu* i *Godišnjaku Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu*.

Osim toga, ostvaren je kontakt sa Prirodno historijskim muzejom u Beču, te je zahvaljujući prof. Ernst Mikschi omogućen uvid u biografske i bibliografske podatke (Böhme, 1996), o ihtiolozima koji su na prostoru Bosne i Hercegovine djelovali u 19-tom stoljeću.

Pomenuti autori su zaslužni za početke izučavanja ihtilogije na prostoru današnje Bosne i Hercegovine. Provedeno je istraživanje o važnim autorima koji su doprinijeli napretku bosanskohercegovačke ihtilogije tokom druge polovice 19. stoljeća. Tokom prve polovice 20. stoljeća, zbog ratova na području Evrpe, nastupio je i zastoj u gotovo svim faunističkim istraživanjima na prostoru Bosne i Hercegovine. Tek nakon Drugog svjetskog rata, generacija istraživača je dala neprocejnijv doprinos ihtiološkim istraživanjima Bosne i Hercegovine.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Historijski razvoj bosanskohercegovačke ihtiologije

Tokom istraživanja bosanskohercegovačke ihtiologije utvrdili smo da postoji izuzetno mnogo objavljenih naučnih radova iz ihtiologije, koji tretiraju različite ihtiološke teme. Svaki od navedenih perioda obilježen je radovima autora koji su svojim radovima doprinijeli razvoju ihtiologije na području Bosne i Hercegovine. Na osnovu našeg istraživanja možemo konstatovati da se počeci bosanskohercegovačke ihtiologije naziru još u periodu Austro-Ugarske monarhije. Njen razvoj se zatim proteže kroz period Drugog svjetskog rata, a najznačajniji period razvoja je nakon Drugog svjetskog rata.

Period Austro-Ugarske monarhije se smatra začetkom ihtiologije, možemo reći da je u tom periodu došlo do razvoja ihtiologije jer su mnoge vrste determinisane i otkrivene upravo u tom periodu. Ovaj period su obilježili uglavnom strani naučnici koji su radili u Muzeju u Beču (Herzig-Strachil, 1997a), dok u tom periodu naši naučnici nisu djelovali u polju ihtiologije. Prema našim podacima jedini naučnik prostora Bosne i Hercegovine koji se bavio ihtiologijom u periodu od kraja 19-tog do prve polovice 20-tog stoljeća je Vejsil Ćurčić. Temeljem toga možemo konstatovati da ihtiologija nije bila dovoljna istražena na području Bosne i Hercegovine u pomenutom periodu.

Period drugog svjetskog rata obilježili su neki naši poznati naučnici, te je ihtiologija doživjela na našem području procvat. Probudilo se zanimanje za polje ihtiologije kod mnogih naučnika. Upravo zbog toga je ovaj rad prvenstveno baziran na period nakon Drugog svjetskog rata jer su se tada dešavala istraživanja, koja su rezultirala brojnim značajnim otkrićima iz polja ihtiologije na našim područjima.

Period nakon Drugog svjetskog rata koji smo razmatrali, uglavnom se odnosi na vrijeme od 1945. do devedesetih godina prošlog vijeka. Ovaj moderni period u kome trenutno živimo, nismo razmatrali jer se očekuju nova istraživanja, novi istraživači i nove publikacije iz ihtiologije.

3.1.1. Ihtiologija u periodu Austro-Ugarske monarhije

Prema podacima Herzig-Strachil (1997a), porijeklo trenutne ihtiološke kolekcije Prirodno-historijskog muzeja u Beču datira još od prve polovine 19. stoljeća, u koje je vrijeme Kaiserlich-Königliche Naturlien-Cabinet bio smješten u carevoj palači. U početku, ribe su činile manji dio prirodno historijske kolekcije. Car Franz I 1806. godine, odlučio je na određen način promijeniti organizaciju i dao je naređenje za uvećanje zbirke po sistematičnom redu. Zbog brzog povećanja zbirke došlo je do problema sa prostorom, usljed čega je bila potrebna nova zgrada. Kamen temeljac trenutnog Prirodno Historijskog muzeja položen je 1871. godine. Prenos zbirki je počeo 1885. i Kaiserlich-Königliche Naturhistorische Hof-Museum je zvanično otvoren 1889. u Beču.

Ihtiolozi koji su dali doprinos kolekciji riba u Muzeju u Beču su:

- Johann Jacob Heckel (1790-1857)
- Rudolf Kner (1810-1869)

- Franz Steindachner (1834-1919).

3.1.2. Johann Jacob Heckel

Rođen kao sin muzičara i dirigenta u Mannheimu, Njemačka, 23.01.1790. Johann Jacob Heckel (slika 1.) u devetoj godini života je došao u Gumpoldskirchen, Donja Austrija, gdje je njegov otac posjedovao malo imanje. Nakon što je završio školovanje, upravljao je imanjem sve do 1818. godine. Do tada je već izučavao biljke i ptice, i kao posljedica njegovog intresovanja za prirodnu historiju ostvario je kontakt sa Josefom Nattererom mlađim, koji je bio kustos u Vereinigten Kaiserlich-Königlichen Naturalien-Cabinete. Heckel se najzad preselio u Beč da bi se obučio za preparatora u prirodnoj historijskoj zbirci.



Slika 1: Johann Jacob Heckel (Svojtka, et all. 2012)

Od 1820. godine radio je kao preparator u prirodnohistorijskoj kolekciji, i uskoro je bio poznat po svom sjajnom radu. Pod njegovim vodstvom, kolekcija je rasla brže nego ikada prije, zbog njegovih vlastitih aktivnosti u prikupljanju materijala, ali također i zbog razmjene, nekoliko donacija, i kupovine materijala iz cijeloga svijeta. Objavio je nekoliko ihtioloških radova, neki od velike važnosti koji su se bavili slatkovodnim ribama Kašmira, Sirije, Perzije i Egipta (Heckel 1838, 1843, 1844-1849). Iz Natterereove brazilske kolekcije riba, objavio je opsežni rad o familiji riba Cichlidae (Heckel 1840) baziranih na uzorcima iz Meksika i na opisu vrste *Protopterus aethiopicus* iz Bijelog Nila (Heckel 1851).

3.1.3. Rudolf Kner

Rođen je u Linzu, u Austriji 24.08.1810. (Slika 2.). Kner je 1836. postao Heckelov asistent u prirodno historijskoj kolekciji, nakon što je završio studije medicine na Univerzitetu u Beču.



Slika 2: Rudolf Kner(<https://en.wikipedia.org/>)

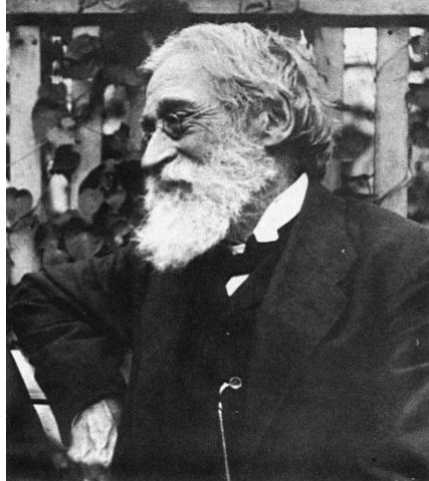
Zajedno sa Heckelom otišao je na putovanje u Dalmaciju 1840. godine (bivša Jugoslavija, sada Hrvatska) odakle je donio zbirku riba koje su formirale osnovu za najobuhvatniju ihtiološku pokrivenost ovog dijela svijeta. Kner je 1841. napustio Naturalien-Cabinete da bi prihvatio mjesto profesora na Univerzitetu Lemberg, i kasnije je radio kao profesor zoologije na Univerzitetu u Beču od 1849. godine do svoje smrti 1869. godine. Također, bio je profesor zoologije na Univerzitetu u Beču. Većina njegovog naučnog istraživanja bila je bazirana na ihtiologiji.

Od oko 50 njegovih radova o ribama, ovdje možemo spomenuti samo neke. Postoji npr. nekoliko važnih radova o Južnoameričkim, iz redova Silurifomers i Characiformes, od kojih je većinu sakupio Netterer (Kner, 1853, 1854, 1855, 1858, 1859, 1860.). Kner je 1863. radio na zbirci riba iz Centralne Amerike (prikupio Moriz Wagner i proslijedio u Beč po Carlu von Sieboldu) zajedno sa Franzom Steindachnerom (Kner i Steindachner 1864).

3.1.4. Franz Steindachner

Steindachner je rođen 11.11.1834. godine. Otac mu je bio doktor medicine u Beču. Na Univerzitetu u Beču, prvo je studirao pravo pa se nakon toga prebacio na prirodne nauke. Pod uticajem Eduarda Suessa, koncentrisao se na ihtiologiju i studirao je fosilne ribe iz okruženja Beča. Od 1857. pa nadalje, on je otišao na Kaiserlich-Königlichen Zoologisches Hof-Cabinet da uporedi svoje fosilne ribe sa postojećim materijalom.

U ljeto 1861. iskoristio je svoj prvi odmor da ode na put i prikupi kolekciju iz Dalmacije. Kada se vratio u jesen te iste godine, također je preuzeo i herpetološku kolekciju. Steindachner je također skupljao i u Švicarskoj, južnoj Francuskoj, Španiji, Portugalu, i na Kanaraskim ostrvima tokom 1864. i 1865. Tokom 1868. i 1869. proveo je neko vrijeme u Senegambiji.



Slika 3: Franz Steindachner

(https://en.wikipedia.org/wiki/Franz_Steindachner#/media/File:Steindachner_Franz_1834-1919.png)

Steindachner je upravljao sa tri Austrijsko-ugarske ekspedicije u dubokom moru do Mediteranskog mora i regularno je sakupljao ribe na svom povratku u Beč na nekoliko lokaliteta na Balkanu. Od 1895. do 1896. on je bio na čelu Prve ekspedicije Crvenog mora (First Red Sea Expedition) Akademije nauke njegovog veličanstva, u povratku putovao je kroz Palestinu, Siriju, Anadoliju i sjevernu Grčku. Od 1895. do 1896. on je bio na čelu First Red Sea Expedition Akademije nauke njegovog veličanstva.

3.1.5. Vejsil Ćurčić

Ćurčić Vejsil bosanskohercegovački arheolog i etnograf (Sarajevo, 17. XII. 1868. – Sarajevo, 29. XI. 1959.) Studirao je historiju, umjetnost i arheologiju u Beču. Radio je u Zemaljskom muzeju u Sarajevu (1891-1924), potom u Zavodu za zaštitu spomenika kulture (1947-1951).



Slika 4: Vejsil Ćurčić

(<https://www.bing.com/images/search?q=Vejsil+%c4%86ur%c4%8di%c4%87&FORM=HDRSC2>)

Sudjelovao u iskopavanjima i sam ih vodio na više prahistorijskih lokaliteta u BiH (osobito su mu važna otkrića u sojeničkom naselju u Donjoj Dolini). Bavio se narodnim običajima u Posavini i Hercegovini te drvorezbarstvom i narodnim vezovima. Dao je veliki doprinos

bosanskohercegovačkoj ihtiologiji. Napisao je knjigu pod nazivom "Narodno ribarstvo u Bosni i Hercegovini" u njoj je objavio popis trideset i pet vrsta riba koje je sam prikupio većim dijelom i uz pomoć naših domaćih ribara.

4. Ihtiologija u period nakon Drugog svjetskog rata

Ihtiolozi koji su obilježili ovaj period su: Tihomir Vuković, Ljubomir Berberović, Avdo Sofradžija, Rifat Hadžiselimović.

Istraživanje genetičkih svojstava riba u Hrvatskoj i bivšoj Jugoslaviji

Istraživanje se zasniva na radovima objavljivanim u četiri ribarska časopisa 'Ribarstvo Jugoslavije', 'Morsko ribarstvo', 'Ichthyologia' i 'Acta Adriatica'. Svi su radovi razvrstani u četiri područja genetike - citogenetika, hibridizacija, selekcija i populacijska genetika - pa su tako i prikazani. Najveći broj istraživanja provele su dvije skupine autora sa Sveučilišta u Sarajevu, predvođene Berberovićem i Sofradžijom u području citogenetike, te Vukovićem u području hibridizacije riba. Opisane su hromosomske garniture mnogih ribljih vrsta.

4.1. Tihomir Vuković

Akademik prof. Tihomir Vuković jedan je od najvećih biologa-ihtiologa Bosne i Hercegovine i Jugoslavije, veoma poznato i cijenjeno ime u evropskoj i svjetskoj ihtiološkoj nauci. Rođen je 22. februara 1933. u Irigu kod Novog Sada, odakle je početkom godine 1941. s roditeljima protjeran u Gacko, odnosno Kragujevac gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Godine 1951. upisao je biološku grupu na Prirodno-matematičkom fakultetu u Beogradu, gdje je vrlo uspješno završio studij i diplomirao u decembru 1955. Početkom 1956. izabran je za asistenta za zoologiju na Filozofskom fakultetu u Sarajevu. U novembru 1961. na Prirodno - matematičkom fakultetu u Sarajevu odbranio je disertaciju pod naslovom Populacije i mriješćenje *Alosa fallax nilotica* u vodama Neretve i Skadarskog jezera. U toku školske 1963/64. boravio je u SSSR-u, u Moskvi na Lomonosovu univerzitetu i u Lenjingradu, gdje je specijalizirao najnovije metode i modele savremenih pristupa biosistematici, ekologiji i evoluciji riba. Tokom 1977. (tri mjeseca) dr Vuković boravio je u SAD, gdje je u odgovarajućim, najuglednijim naučnim institucijama usavršavao i razvijao neke od najnovijih metoda u biosistematskim istraživanjima riba. Profesor Vuković još se naučno usavršavao u Londonu, Parizu, u naučnim institucijama Švedske, Italije, Poljske i Mađarske itd. Publikovao je oko tri stotine naučnih i stručnih radova. Dr Vuković je autor i nekoliko kapitalnih knjiga i monografija od kojih posebno ističemo. "Slatkovodne ribe Jugoslavije", "Ribe Bosne i Hercegovine" i "Vodozemci Bosne dugi niz godina glavni i odgovorni urednik časopisa "Ichthyologia", te pokretač, urednik, editor i član redakcije mnogih naučnih izdanja iz oblasti ihtiologije i biosistematike. Umro je 6. oktobra 1989. u 57. godini života.

4.2. Ljubomir Berberović

Ljubomir Berberović rođen je 1933. godine u Sarajevu, Bosna i Hercegovina. Od 1951.-1958. godine je studirao biologiju i filozofiju na Univerzitetu u Ljubljani i Sarajevu. Diplomom iz biologije je stekao 1958. godine na Filozofskom fakultetu, Univerziteta u Sarajevu. Objavio je veliki broj radova, među kojima značajni oni o hromosomskom setu endemičnih ciprinidnih vrsta riba, o kariologijskim svojstvima i prirodnoj hibridizacija ciprinidnih vrsta, kao i sistematski pregled broja hromosoma u Teleostea.

4.3. Avdo Sofradžija

Prof. dr. Avdo Sofradžija rođen je 1940. godine u Cvilinu (Foča), gdje je završio osnovno i srednje obrazovanje. Biologiju je diplomirao na Prirodno-matematičkom fakultetu u Sarajevu 1965. godine, a magistrirao je na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu 1971. Doktorsku disertaciju: "Kariologija i citotaksonomski odnosi vrsta rodova *Leuciscus* iz voda Bosne i Hercegovine", odbranio je na Prirodno – matematičkom fakultetu u Sarajevu 1977. godine. Od osnivanja (1977.) direktor je Centra za ihtiologiju i ribarstvo. Sofradžija je u raznim časopisima objavio preko 200 naučnih i stručnih radova i nekoliko knjiga. Učestvovao je u realizaciji nekoliko desetina naučno-istraživačkih projekata i studija. Učestvovao je u radu oko 40 naučnih skupova u zemlji i inostranstvu. Boravio je u nekoliko studijskih boravaka u Moskvi, Petrogradu i Baltimoru.

Bio je član je i funkcioner više domaćih i međunarodnih naučnih i stručnih organizacija, suorganizator i voditelj nekoliko naučnih skupova, član redakcija stručnih i naučnih časopisa i recenzent velikog broja naučnih i stručnih radova, elaborata, knjiga, ekspertiza i sl.

4.4. Rifat Hadžiselimović

Rifat Hadžiselimović, prof. emeritus, je jedan od vodećih bosanskohercegovačkih genetičara. Rođen je 15. januara 1943. u Šipragama, Kotor-Varoš. Od 2013. godine, nakon više od 45 godina radnog staža, izabran je u zvanje emeritus i djeluje kao naučni savjetnik u Institutu za genetičko inženjerstvo i biotehnologiju u Sarajevu. Do 2014. je publicirao 214 originalnih naučnih radova, 17 stručnih radova, 22 knjige, 70 naučno-istraživačkih i stručnih projekata, te 85 konferencijskih priopćenja. Do sada su radovi prof. dr. Rifata Hadžiselimovića citirani u najmanje 30 (dostupnih) različitih udžbenika i knjiga.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu historijskog istraživanja prikupljeni su bitni podaci o ihtiologiji, kako na našim područjima tako i na području Beča. Na osnovu ovog istraživanja zaključeno je da ihtiologiju možemo podijeliti na tri perioda, a ti periodi su: period Austro-Ugarske monarhije, period drugog svjetskog rata i period nakon drugog svjetskog rata, koji traje i dan danas. U periodu Austro-Ugarske monarhije najveći doprinos ihtiologiji dali su autori koji su radili u Prirodno-historijskom muzeju u Beču, od kojih su najvažniji: Johann Jacob Heckel, Rudolf Kner,

Franz Steindachner, a na našem području jedan od bitnih ihtiologa je Vejsil Ćurčić koji je u periodu drugog svjetskog rata objavio značajna ihtiološka radova. Iz poslijeratnog perioda značajni su sljedeći istraživači: Tihomir Vuković, Ljubomir Berberović, Avdo Sofradžija i Rifat Hadžiselimović.

U periodu nakon drugog svjetskog rata koji traje i danas, ihtiološka istraživanja slatkih voda, su dobila na intenzitetu, ali se može konstatirati da ihtiofauna Bosne i Hercegovine još uvijek nije dovoljno istražena.

Na našem području nije do sad bilo pisanih radova o povijesti bosansko-hercegovačkoj hercegovačke ihtiologije, tako da smatramo da će ovaj rad biti skroman doprinos poznavanju ihtiologije i povijesnih znanstvenih ličnosti koji su doprinijeli njenom razvoju.

6. LITERATURA

- [1] Berberović Lj. Ćurčić M. Hadžiselimović R. Sofradžija A. (1970): Chromosome complement of *Salmothymus obtusirostris oxyrhynchus* (Steindachner). Acta Biol. Jugosl. Genetika 2 (56-63).
- [2] Berberović, L. and A. Sofradžija, (1972): Pregled podataka o hromosomskim garniturama slatko-vodnih riba Jugoslavije. Ichthyologia 4:1-21.
- [3] Berberović Lj., Hadžiselimović R., Sofradžija A. (1970a): Comparative review of the basic data on the chromosome complements of *Chondrostoma phoxinus* Heckel and *Chondrostoma kneri* Heckel. Ichthyologia, 2, 25.30.
- [4] Berberović Lj., Hadžiselimović R., Pavlović B., Sofradžija A. (1971.): Basic comparative data on the chromosome sets of *Paraphoxinus adspersus* (Heckel 1843.) and *Paraphoxinus croaticus* (Steindachner 1865). Ichthyologia, 3, 3.11.
- [5] Berberović Lj. (1980.): Karyologic properties and natural hybridization of cyprinid fishes. Ichthyologia, 12, 1.8.
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2017. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2017)
- [6] Guzina, N., Vuković, T., Seratlić, D. (1979.): The artificial hybridization between the species *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus) and *Leuciscus cephalus* (Linnaeus). Godišnjak Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu, 34, 39-46.
- [7] Böhme Katrin (1996) Briefe Frantz Steindachners von der Brasilien – Expedition 1903. Ann. Naturhist. Mus. Wien. 98 B (545 - 568).
- [8] Guzina N., Vuković T., Seratlić D., Kapetanović N. (1979): Three new hybrids of the family Cyprinidae (subfamily Leuciscinae). Ichthyologia, 11, 1.3.
- [9] Herzig-Strachil Barbara (1997a): Johann Jacob Heckel (1790-1857) Ichthyological Collection of the Naturhistorisches Museum Wien.
- [12] Pustovrh G. Snoj A. and Sušnik Bajec Simona: (2010.): Molecular phylogeny of *Salmo* of the western Balkans, based upon multiple nuclear loci. Genet Sel Evol. 2014; 46(1): 7. Published online 2014 Feb 3. doi: 10.1186/1297-9686-46-7.
- [13] Treer T. Kolak A. (1994.): Istraživanje genetičkih svojstava riba u Hrvatskoj i bivšoj Jugoslaviji. Ribarstvo, 52, (1), 17.31
- [14] Ćurčić, V. (1910.): Narodno ribarstvo u Bosni i Hercegovini.

- [15] Glamuzina B., Bogut I., Tutman P., Dulčić J., Pavličević J. (2010.): *Bioraznolikost riba Bosne i Hercegovine*. Međunarodni kolokvij 2010. godina bioraznolikosti. Livno, 13.-15.12.2010.
- [16] Vuković, T. (1977.): *Ribe Bosne i Hercegovine*. IGKRO »Svjetlost«, Sarajevo.
- [17] Sofradžija, A. (2009.) *Slatkovodne ribe Bosne i Hercegovine*. Vijeće Kongresa bošnjačkih intelektualaca, Sarajevo. [In Bosnian]. 353 p.
- [18] Sofradžija A., Vuković T., Hadžiselimović R. (1980.): Effects of some pesticides and detergents on the fish chromosome sets. results of the preliminary investigations *Ichthyologia*, 12, 71.76.
- [19] Sofradžija, A. and L. Berberović, (1975.): Basic data about chromosome complement of the species *Gobio gobio* (Linnaeus 1758), Cyprinidae, Pisces. *Ichthyologia* 7(1):53-59.
- [20] Sofradžija A., Vuković T. (1979.): Chromosome complement of *Nemachilus barbatulus* (Linnaeus 1758), Cobitidae, Pisces. *Ichthyologia*, 11, 43.49.
- [21] Sofradžija A. (1984.): First data on the chromosomes of the three Adriatic fish species (*Scorpaena porcus*, *Scorpaena ustulata* and *Corvina nigra*). *Ichthyologia*, 16, 57.61.
- [22] Sofradžija A. (1987.): Cytogenetic characteristics of the Adriatic fish species *Mullus surmuletus*, *Chromis chromis* and *Gaidropsaurus mediterraneus*. *Ichthyologia*, 19, 45.51.
- [23] Vuković T., Seratlić - Savić D., Karanac V. (1971.): Beschreibung des Hybrids *Scardinius erythrophthalmus* X *Paraphoxinus alepidotus* aus den Gewässern des Livanjsko polje. *Ichthyologia*, 3, 79-88.
- [24] Vuković T. (1963.): Find of hybrid *Phoxinus phoxinus* Linne X *Barbus meridionalis petenyi* Heckel in the area of Banja. *Rib. Jug.*, 18, 147.148.
- [25] Vuković T., Seratlić. Savić D., Karanac V. (1970.): Einige morphologische Charakteristiken der Hybriden *Chondrostoma phoxinus* (Heckel) X *Paraphoxinus alepidotus* (Heckel) *Ichthyologia*, 2, 155.169.

I'm With Nature



**CONTEMPORARY PROCEDURE FOR PRODUCTION OF SULFURIC ACID -
IMPACTS ON THE ENVIRONMENT**

Osman Perviz , Samira Hotić , Sebila Rekanović,
Esad Beganović, Neira Rekić, Aida Mršić, Neira Osmanagić

University of Bihać, Biotechnical faculty, Luke Marjanovića bb, 77000 Bihać

osmanperviz@yahoo.com

Keywords: modern processes, sulfuric acid, pyrite burner, waste sludge, heavy metals.

ABSTRACT:

Sulfuric acid belongs to the group of several highly important products which are in great number of inorganic and organic technologies. It belongs to a group of strong inorganic acids and is very aggressive for tissue as it dehumidifies the tissue and, if concentrated, in very short period of time causes severe damage (burn) which requires long healing process and leaves permanent scars. The production process of sulfuric acid poses great environmental risks, such as roasted pyrites, heavy metal residue, etc. Sulfuric acid itself represents a substance which belongs to a group of highly hazardous substances for handling.

SAVREMENI POSTUPAK PROIZVODNJE SUMPORNE KISELINE –UTJECAJ NA OKOLIŠ

Ključne riječi: savremeni postupci, sumporna kiselina, piritna izgoretina, otpadni mulj, teški metali.

SAŽETAK:

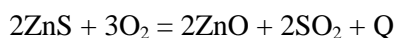
Sumporna kiselina spada u nekoliko najvažnijih proizvoda, koji su sirovina u velikom broju neorganskih i organskih tehnologija. Sumporna kiselina spada u grupu jakih neorganskih kiselina. Veoma je agresivna prema tkivu jer mu oduzima vlagu i za kratko vrijeme, ako je koncentrovana, izaziva teške povrede (opekotine) koje dugo zarastaju ostavljajući trajne ožiljke. Pri proizvodnji sumporne kiseline postoje ogromni rizici za okoliš, kao što je piritna izgoretina, mulj sa teških metalima i sl. Sumporna kiselina predstavlja materiju koja spada u grupu vrlo rizičnih materija za rukovanje.

1. UVOD

Savremeni tehnološki postupci dobijanja sumporne kiseline zasnovani su na SO₂ gasu koji je sporedni (otpadni) proizvod prženja koncentrata sulfidnih ruda obojenih metala (bakra i cinka).

Ovi procesi zbog proizvodnje sumpor-dioksida su veoma rizični u pogledu uticaja na životnu i radnu sredinu. Iz ovih razloga, prerada SO₂ u sumpornu kiselinu podrazumjeva primjenu tehnologija, kojima se onemogućuje emitovanje SO₂ u atmosferu.

Proizvodnja sumporne kiseline kao sporednog proizvoda metalurgije obojenih metala započinje oksidacijom koncentrata sulfidnih ruda metala:



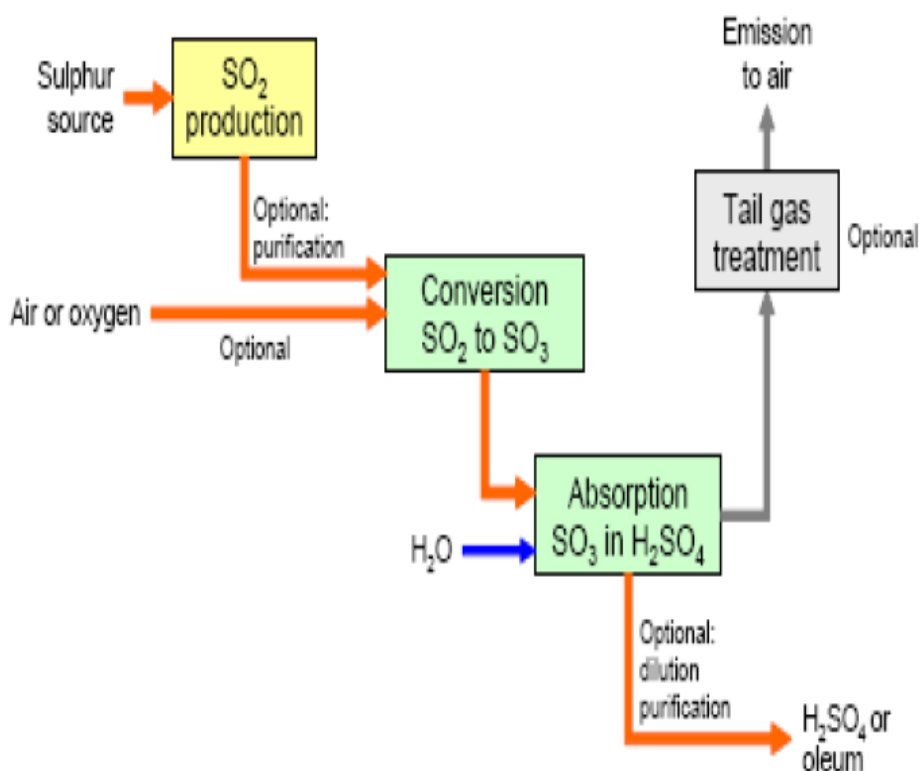
Pored sulfida osnovnog metala (cinka), analognoj reakciji podliježu i sulfidi pratećih metala prisutnih u osnovnom koncentratu (FeS, CuS, CdS, PbS, ...).

Proces ovog tipa je visoko egzoterman, a odvija se na temperaturi od oko 900°C, u posebnim uređajima (reaktorima sa fluidizacionim slojem). Ovakvi reaktori rade kontinuirano pri čemu se gasoviti produkti, sa oko 10% SO₂, poslije osnovnog otprašivanja (cikloni i elektrofilteri), gasovodom odvede u fabriku sumporne kiseline.

Pri prženju koncentrata rude pirita (FeS₂) u cilju dobijanja SO₂ nastaje otpadna piritna izgoretina koja se uglavnom sastoji od Fe₂O₃, ali i drugih oksida, među kojima i oksida arsena.

Odlaganje ovog otpada je ekološki problem ali savremena metalurgija željeza i čelika danas koristi ovaj otpad kao sekundarnu sirovinu u visokoj peći, pa se na taj način stare deponije prazne a otpad prerađuje.

2. PROIZVODNJA SUMPORNE KISELINE



Sl.1.Blok –šema savremenog postupka proizvodnje sumporne kiseline (A.Vučković 2011)

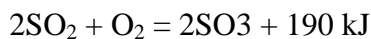
Sumpor-dioksid se u komorama za ispiranje i hlađenje orošava razblaženom sumpornom kiselinom, što gas istovremeno oslobađa mnogih tehnološki štetnih primjesa i zaostale najfinije prašine. Ove materije prelaze u mulj a sadrže živu, arsen, selen i dr., i u savremenim tehnologijama ovaj mulj predstavlja sirovinu, a u starijim, opasan otpad.

Ohlađeni i djelom prečišćeni gas provodi se kroz mokri elektrofilter gdje se uklanja magla koja sadrži zaostale štetne primjese (HCl i HF, i jedinjenja arsena, svena, kadmijuma i žive).

Poslije elektrofiltera, gas se suši dovođenjem u kontakt sa finim kapima koncentrovane sumporne kiseline koje se rasprskavaju u tornju, a potom predgrijava u izmjenjivaču toplote i vodi na višestruku katalitičku oksidaciju do SO_3 u reaktor.

Oksidacija SO_2 u SO_3 je egzotermna reakcija, a da bi tekla dovoljnom brzinom, odvija se na oko 450°C .

U kontaktnom reaktoru, sumpor-dioksid se naizmjenično provodi kroz slojeve katalitičke mase (V_2O_5) i hladnjak, da bi se poslije 2 do 5 prolaza, najveći dio SO_2 , preveo u SO_3 po reakciji:



Vreo SO_3 koji se izvodi iz kontaktnog reaktora (450°C), hladi se u izmjenjivačima toplote, a zatim uvodi u apsorbere gdje se rasprskava sumporna kiselina, pri čemu nastaje koncentrovana sumporna kiselina, ili, po potrebi, oleum (rastvor SO_3 u konc. H_2SO_4).

Izlazni gasovi iz apsorbera sadrže 0,1 do 1,3 vol% SO_2 , u zavisnosti od vrste i efikasnosti katalitičkog procesa, pa zaostali SO_2 mora biti uklonjen (npr. apsorbovan amonijakom), da ne bi dospio u atmosferu.

Količina SO_2 u izlaznim gasovima može biti i veoma velika jer fabrike velikih kapaciteta emitiraju ogromne količine izlaznih gasova, što može djelovati veoma loše na ekološki status mikro i makro lokacije.

3. UTJECAJ PROIZVODNOG POSTUPKA NA OKOLIŠ

Iz prikazane tehnologije vidi se da je dobijanje sumporne kiseline praćeno pojavom brojnih zagađujućih materija. Saglasno savremenom gledištu (LCA) proizvodnju sumporne kiseline treba posmatrati i kroz sve prethodne operacije: iskopavanje sulfidne rude (halkopirita, sfalerita, galenita,...), sitnjenje i mljevenje rude, flotiranje, sušenje, transport i zatim prženje. Kao zagađujuće materije ovdje se javljaju mnoge supstance.

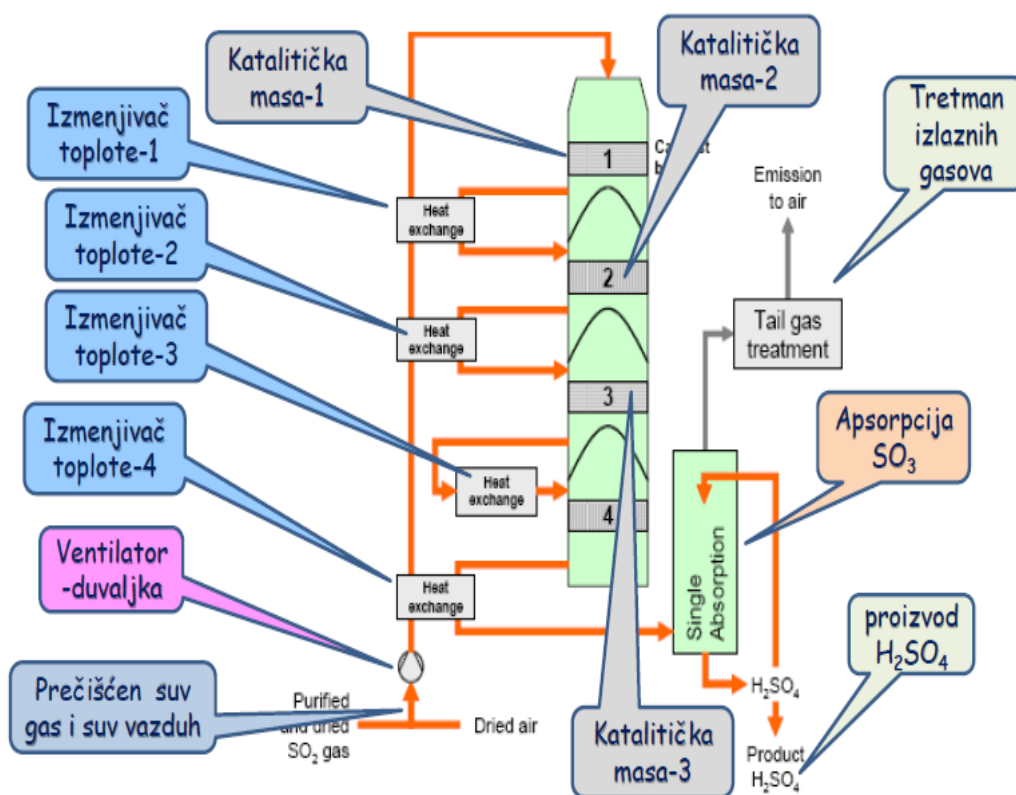
Pri sitnjenju i mljevenju sulfidne rude dolazi do stvaranja prašine koja sadrži SiO_2 , arsen, olovo, cink, selen, i td.

Iz ovih razloga neophodno je da uređaji za usitnjavanje rude budu zatvoreni i snabdjeveni ventilacijom i sistemom za otprašivanje radi sprečavanja emisije prašine u radnu i životnu sredinu, okoliš.

Proces flotiranja prati velika količina zagađene vode i jalovine. Pri prženju sulfidnih koncentrata oslobađa se velika količina otpadne toplinske energije, što dovodi do povišenja temperature vazduha i emitiranja toplinskog zračenja. Otpadnu toplinsku energiju racionalno je iskoristiti za proizvodnju vodene pare koja u industriji predstavlja osnovni energent, čime se smanjuje emisija toplinske energije u okolinu (termičko zagađenje).

U procesu proizvodnje H_2SO_4 dolazi i do emitiranja sumpordioksida i sumpor-trioksida, para sumporaste kiseline, oksida azota, kao i oksida metala – primjesa (As, Te, Se itd.). Cjelokupna količina sumpora iz SO_2 , teorijski, može biti prevedena u sumpornu kiselinu, a

koliko će biti, najviše zavisi od efikasnosti katalitičke reakcije oksidacije SO_2 u SO_3 , pri čemu je, pri manjoj efikasnosti ove konverzije u kontaktnom reaktoru, moguća emisija SO_2 u atmosferu veća.



Sl.2.Šematski prikaz savremenog postupka proizvodnje sumporne kiseline uz primjenu četverostruke katalitičke oksidacije SO_2 u SO_3 (A.Vučković 2011)

Tab.1.Emisioni faktori za SO_2 u zavisnosti od efikasnosti konverzije SO_2 u SO_3 (A.Vučković 2011)

Efikasnost konverzije SO_2 u SO_3 (%)	Emisija SO_2 u kg po toni proizvoda
93	48
95	35
97	20
99	7
99,5	3,5
99,7	2
100	0

4.ZAKLJUČCI

-Proizvodnja sumporne kiseline praćena je brojnim zagađujućim materijama,u svim fazama proizvodnje.

-Najveći rizik za okoliš je prašina koja sadrži SiO_2 , arsen, olovo, cink, selen, i td.

- Proces flotiranja prati velika količina zagađene vode i jalovine.
- Pri prženju sulfidnih koncentrata oslobađa se velika količina otpadne toplinske energije.
- U procesu proizvodnje H_2SO_4 dolazi i do emitiranja sumpordioksida i sumpor-trioksida, para sumporaste kiseline, oksida azota, kao i oksida metala – primjesa (As, Te, Se itd.).
- Smanjenje štetnih emisija u okoliš moguće je postići primjenom savremenog postupka proizvodnje sumporne kiseline uz primjenu četverostruke katalitičke oksidacije SO_2 u SO_3 (iz BAT-a).
- Emisiju SO_2 u okoliš moguće je smanjiti na 2 kg po toni proizvedene sumporne kiseline uz primjenu četverostruke katalitičke oksidacije SO_2 u SO_3 .

5. LITERATURA

- [1] S.R.Arsenijević, „Hemija opšta i neorganska”, Naučna knjiga, Beograd, 1994, s. 849.
- [2] M. B. Rajković, „Proizvodnja, shema procesa i kontrola procesa proizvodnje sumporne kiseline u IHP Prahovo”, interni materijal .2007.
- [3] M. B. Rajković, „Udesi (akcidenti i incidenti) sa sumpornom kiselinom”, Hemijska industrija ,Beograd, 60(9-10) (2006) s. 221-238.
- [4] N.Radošević, Hemijsko-tehnološki priručnik,hemijski I fizički podatci I veličine ,br.1,IRO Rad,Beograd,1987.
- [5] A.Jaganjac,I. Tahirović,Osnove hemijske tehnologije,Univerzitet u Sarajevu,Prirodno-matematički fakultet,Sarajevo,2005.
- [6] A.Vučković , Izvori zagađenja pri proizvodnji sumporne kiseline ,University of Glasgow, 2011.

I'm With Nature



OVERVIEW OF THE BIRD SPECIES REGISTERED IN BANJ BRDO SO FAR WITH THEIR ECOLOGICAL STATUS

¹Rajko Roljić, ²Dragan Mikavica

¹Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banjaluka, BiH
rajkoroljic@gmail.com

²Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1a, 78000 Banjaluka, BiH
dragan.mikavica@agrofabl.org

Key words: Ornitofauna, ecological status, Banj brdo, 2015/16

ABSTRACT:

*Ornithofauna was studied on Banj brdo forest habitat which belong mountain zone and are located near Banja Luka. The research was conducted in period from March 2015 to February 2016. During the study period 60 bird species were recorded. The most common birds are from passerine order - Passeriformes (37 species or 61.67%). The most numerous bird on Banj Brdo is common chaffinch (*Fringilla coelebs*), European robin (*Erithacus rubecula*) and common blackbird (*Turdus merula*). When the monitoring of nesting place was performed, it was determent that the largest number of species are the one nesting right on the trees, in the bushes and species which prefer the cavity as a nesting place (50 species or 83.05%). The results indicate that the lowest number of species nest on the ground (10 species or 16.95%). On the field of study, it was recorded larger number of residents (36 species or 60%) which is very significant due to the ecological development in habitat these species have most impact on.*

PREGLED PTIČJIH VRSTA KOJE SU DO SADA ZABILJEŽENA NA BANJ BRDU SA NJIHOVIM EKOLOŠKIM STATUSOM

Ključne riječi: Ornitofauna, ekološki status, Banj brdo, 2015/16

SAŽETAK:

*Ornitofauna je proučavana na Banj brdu, šumskom staništu koje pripada brdskom pojasu i nalazi se u neposrednoj blizini Banja Luke. Istraživanje je sprovedeno u periodu od marta 2015. do februara 2016. godine. Tokom istraživanja zabilježeno je 60 vrsta ptica. Najzastupljenije su ptice iz reda vrapčarki - Passeriformes (37 vrsta ili 61.67%). Najbrojnije vrste ptica na Banj brdu su: zeba (*Fringilla coelebs*), crvendać (*Erithacus rubecula*) i obični kos (*Turdus merula*). Prilikom analize mjesta gniježđenja, uočena je najveća brojnost onih vrsta koje gnijezda prave na drveću i žbunju kao i onih vrsta koje preferiraju duplje kao mjesto gniježđenja (50 vrsta ili 83.05%). Najmanji broj vrsta koji se gnijezdi na tlu (10 vrsta ili 16.95%). Na istraživanom lokalitetu uočena je veća brojnost stanarica (36 vrsta ili 60%) što je veoma značajno, jer su to ujedno i vrste koje imaju najviše uticaja na ekološka dešavanja u staništu.*

1. UVOD

O pticama na području Banj brda postoji vrlo malo podataka. Postojeće spoznaje o životinjskom svijetu ptica uglavnom su rezultat studija koje su sproveli studenti (Poljoprivrednog fakulteta i Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci) u sklopu izrade diplomskih radova [1, 2, 3, 4].

S obzirom da do sada nisu vršena sistematizovana ornitološka istraživanja na ovom području ovo će biti pregled vrsta i njihov ekološki status na području Banj brda i novi naučni doprinos poznavanju ornitofaune Bosne i Hercegovine.

Ovaj rad može predstavljati osnovu za dalja proučavanja na ovom lokalitetu.

2. MATERIJAL I METODE

Savremena istraživanja ornitofaune Banj brda vršena su u periodu od marta 2015. do februara 2016. godine. Organizovano je 50 pojedinačni terenski posmatranja. Pri ornitološkom istraživanju korištena je standardizovana metoda za istraživanje ptica metoda liniskog transekt [5, 6]. Transekt je primjenjen u pravilnim vremenskim razmacima jednom sedmično u svakom tipu staništa. Vrijeme prelaska je približno isti jedan sat sporog i ujednačenog hoda. Popisane su sve vrste istraživane taksonomske kategorije. Za ispitivanje teritorijalnosti i utvrđivanja prisustva pojedinih pjevačica i djetlića korištena je tzv. rlayback metoda playback census techniques [6]. Reprodukovani su pjesma mužjaka nakon čega je bilježeno odgovaranje ptica i drugi oblici teritorijalnog ponašanja. Terensko istraživanje je vršeno pretežno u jutarnjim časovima (od 08.00 do 12.00h) kad su ujedno i ptice najaktivnije, dok su podaci o opažanju noćnih grabljivica evidentirani tokom noći. Za utvrđivanje prisutnosti sova primjenjena je metoda zvučnog vaba (engl. «playback recording census technique») i to u

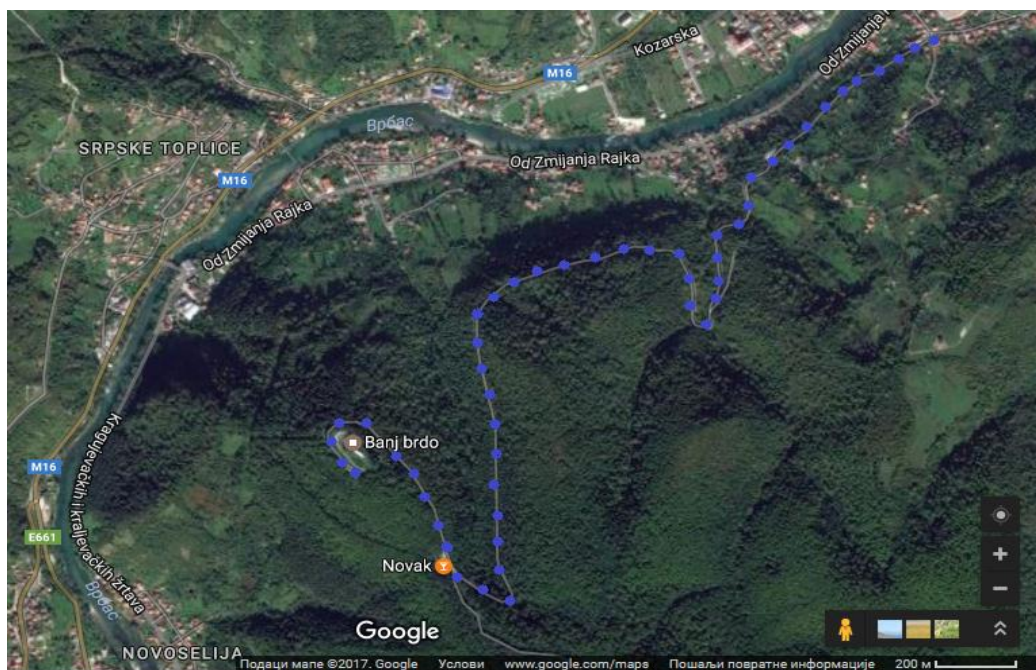
periodu prikladnom za istraživanje svake vrste, koje se, mogu očekivati na području istraživanja. Posmatranje je vršeno vizuelno pomoću dvogleda marke Norconia Germany Hunter, uvećanja 9x63, uz fotografisanje sa zumom 24h. Identifikacija ptica vršena je prema ilustrovanim priručnicima za determinaciju [7, 8]. Naučni i narodni nazivi ptica dati su prema Vasiću i sar. [9, 10].

Za izdvajanje ekološkog statusa ptica na istraživanom području korišteni su sljedeći kriterijumi:

- a) **stanarica** – cijeli život provede u jednom staništu.
- b) **ljetni rezident** – ide u smjeru jug – sjever i tu odgaja svoje mlade i vraća se ponovo na jug da bi prezimila.
- c) **zimski rezident** – idu u smjeru sjever – jug da bi se tu zadržala u toplim uslovima u toku zime, i ponovo se vraća na sjever;
- d) **prolazna vrsta** – zadržava se u određenom lokalitetu dva puta godišnje pri prolazu za stanište na sjeveru i pri vraćanju u stanište na jugu (Pavlović i Radović, 2014).

2.1. Osnovni podaci o istraživanom području

Banja Luka se nalazi na 44° 27' 27" sjeverne geografske širine i 17° 11' 14" istočne geografske dužine. Grad je smješten u prostranoj tercijarnoj zavali i njenim terasama koja se nalazi u kontaktu Peripanonskog središnjeg regiona i Dinarskih planina, te pripada Peripanonskoj Bosni. Šume na područjima Banj brdo nalaze se u neposrednoj blizini grada Banje Luke. Pripadaju brdskom pojasu [12]. Na području Banj brda su zastupljene skoro sve ekspoziције (sjeverna, južna, zapadna, istočna i njihove kombinacije), s tim da su istraživani dijelovi šume većinom orijentisani sjeverno, jugozapadno i južno. U pitanju je brdoviti teren lociran južno od grada, sa visinskim rasprostranjenjem šume od 230 do 500 m.n.v. Konfiguracija terena je dosta raznolika: od strmih padina ispresijecanih brojnim potocima, do blago nagnutih ili ravnih terena. Osnovne karakteristike ove klime su: srednja godišnja temperatura iznosi 10° C, a srednja godišnja količina padavina se kreće oko 1060 mm; Najčešći vjetrovi duvaju iz pravca JI-SZ [13]. Najveći dio ovog lokaliteta je pokriven zajednicama *Fagetum montanum subas. carpinetosum betuli*, *Quercu-Carpinetum illyricum subas. staphyletosum*, manjim dijelom *Quercetum montanum illyricum subas. vaccinietosum myrtili*. Na južnim ekspoziциjama i velikim nagibima razvija se zajednica hrasta i bjelograbića (*Carpinetum orientalis illyricum*). U dijelovima gusto sklopljene šume dominantna je mezofilna sastojina bukve (*Fagetum montanum*) u svim spratovima [14].



Slika 1. Ispitivani lokalitet u Banjoj Luci
(Izvor: Google maps)

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Prilikom istraživanja ornitofaune na Banj brdu kod Banje Luke zabilježeno je 60 vrsta ptica (Tabela 1).

Tabela 1. Sastav vrsta i njihov ekološki status sa procjenom broja parova

Takson	Ekološki status	Broj parova
ACCIPITRIFORMES Vieillot, 1816		
<i>Accipitridae</i> Vieillot, 1816		
1. <i>Accipiter nisus</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
2. <i>Accipiter gentilis</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
3. <i>Buteo buteo</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	>2
FALCONIFORMES Sharpe, 1874.		
<i>Falconidae</i> Vigors, 1824		
4. <i>Falco tinnunculus</i> (Linnaeus, 1758)	prolazna vrsta	
5. <i>Falco columbarius</i> (Linnaeus, 1758)	prolazna vrsta	
6. <i>Falco subbuteo</i> (Linnaeus, 1758)	prolazna vrsta	
7. <i>Falco cherrug</i> (J. E. Gray, 1834)	prolazna vrsta	
8. <i>Falco peregrinus</i> (Tunstall, 1771)	ljetni rezident	1
GALLIFORMES Temminck, 1820		
<i>Phasianidae</i> Horsfield, 1821		
9. <i>Phasianus colchicus</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	5
COLUMBIFORMES Latham, 1790		
<i>Columbidae</i> Illiger, 1811.		
10. <i>Columba livia</i> (J. F. Gmelin, 1789)	stanarica	3-4
11. <i>Columba palumbus</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	>3
12. <i>Streptopelia decaocto</i> (Frisvaldszky, 1838)	stanarica	3-5

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

13. <i>Streptopelia turtur</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	2
CUCULIFORMES Wagler, 1830		
Cuculidae Vigors, 1825		
14. <i>Cuculus canorus</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	>3
STRIGIFORMES Wagler, 1830		
Tytonidae Ridgway, 1814		
15. <i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769)	stanarica	1
Strigidae Vigors, 1825		
16. <i>Otus scops</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
17. <i>Strix aluco</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	3-4
18. <i>Athene noctua</i> (Scopoli, 1769)	stanarica	1
19. <i>Asio otus</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
CORACIIFORMES Forbes, 1884.		
Picidae Vigors, 1825		
20. <i>Jynx torquilla</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	1
21. <i>Picus canus</i> (J. F. Gmelin, 1788)	stanarica	2
22. <i>Picus viridis</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	>3
23. <i>Dendrocopos major</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	5-10
PASSERIFORMES Linnaeus, 1758		
Alaudidae Vigors, 1825		
24. <i>Alauda arvensis</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	>5
25. <i>Lullula arborea</i> (Linnaeus, 1758)	prolazna vrsta	
Motacillidae Horsfield, 1821		
26. <i>Anthus trivialis</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	1
27. <i>Motacilla alba</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	3-4
Troglodytidae Swainson, 1832		
28. <i>Troglodytes troglodytes</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	>5
Prunellidae Richmond, 1908		
29. <i>Prunella modularis</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
Turdidae (Rafinesque, 1815)		
30. <i>Erithacus rubecula</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	>10
31. <i>Luscinia megarhynchos</i> (Brehm, 1831)	ljetni rezident	5-10
32. <i>Phoenicurus ochruros</i> (Gmelin, 1774)	stanarica	>10
33. <i>Saxicola rubetra</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	1
34. <i>Saxicola torquata</i> (Linnaeus, 1766)	ljetni rezident	1
35. <i>Oenanthe oenanthe</i> (Linnaeus, 1758)	prolazna vrsta	
36. <i>Turdus merula</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	>12
37. <i>Turdus philomelos</i> (C. L. Brehm, 1831)	ljetni rezident	1-3
38. <i>Turdus viscivorus</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	3-4
Sylviidae Vigors, 1825		
39. <i>Sylvia atricapilla</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	2
40. <i>Sylvia communis</i> (Latham, 1787)	ljetni rezident	1
41. <i>Phylloscopus sibilatrix</i> (Bechstein, 1793)	ljetni rezident	1
Paridae Vigors, 1825		
42. <i>Parus caeruleus</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	2
43. <i>Parus major</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	3-4
44. <i>Poecile palustris</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	2
Sittidae Lesson, 1828		
45. <i>Sitta europaea</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	>5
Laniidae Rafinesque, 1815		

46. <i>Lanius collurio</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	2
Corvidae Vigors, 1825		
47. <i>Garrulus glandarius</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	3-4
48. <i>Pica pica</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
49. <i>Corvus monedula</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
50. <i>Corvus corone</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
51. <i>Corvus corax</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
Passeridae Illiger, 1811		
52. <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	3-4
53. <i>Passer montanus</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
Fringillidae Vigors, 1825		
54. <i>Fringilla coelebs</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	>15
55. <i>Loxia curvirostra</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	1
56. <i>Carduelis chloris</i> (Linnaeus, 1758)	ljetni rezident	2-3
57. <i>Carduelis spinus</i> (Linnaeus, 1758)	zimski rezident	
58. <i>Carduelis carduelis</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	2-3
59. <i>Serinus serinus</i> (Linnaeus, 1766)	ljetni rezident	4-5
Emberizidae Vigors, 1831		
60. <i>Emberiza citronella</i> (Linnaeus, 1758)	stanarica	2-3

Na istraživanom lokalitetu uočena je veća brojnost gnjezdarica-stanarica (36 vrsta ili 60%) što je veoma značajno, jer su to ujedno i vrste koje imaju najviše uticaja na ekološka dešavanja u staništu, što nas upućuje na zaključak da Banj brdo pružaju vrlo dobre životne uslove. Na planini Lisini kod Mrkonjić grada je registrovano 46 vrsta ili 43.40% gnjezdarica-stanarica [15], a na Slatini kod Banja Luke 45 vrsta ili 60% [4].

Tabela 2. Ekološki status ptica gnjezdarica na Banj brdu

Ekološki status	Broj vrsta	%
stanarica	36	60.00
ljetni rezident	17	28.33
zimski rezident	1	1.67
prolazna vrsta	6	10
UKUPNO	60	100

Na području Banj brda nema ranijeg gniježđenja prije treće dekade marta, zbog bioklimatskih uslova. Većina selica vraća se u aprilu na ovo područje, a rusi svračak (*Lanius collurio*) doseljava tek početkom maja. Konstatovano je gniježđenje rusog svračka (*Lanius collurio*) na grmlju, slična zapažanja zabilježena su u Donjoj Orahovici u toku perioda gniježđenja [16].

Šumske sove i male ušare su prve na istraživanom području polagale jaja početkom marta. Prvi mladi su se izlegali u trećoj dekadi marta, dok su se prvi osamostaljivali krajem aprila i početkom maja. Termini gniježđenja se sasvim poklapaju sa istima u Evropi [17, 18, 19, 20, 21].



Slika 2. Mala ušara na Banj brdu



Slika 6. Mladi male ušare na Banj brdu

Najzastupljenije gnjezdarice su iz reda vrapčarki - Passeriformes (37 vrsta ili 62.71%). Najbrojnija gnjezdarica na Banj brdu je zeba (*Fringilla coelebs*), sa više od 15 parova, obični kos (*Turdus merula*), sa više od 12 parova i crvendać (*Erithacus rubecula*), sa više od 10 parova.

Tabela 3. Izbor mjesta za gniježđenje ptica na Banj brdu

Mjesto za gniježđenje	Broj vrsta (n)	%
na drveću i žbunju	32	54.24
u dupljama i dr. otvorima	17	28.81
na tlu	10	16.95
UKUPNO	60	100

Analizirajući stastav vrsta ptica gnjezdarica, na istraživanom područja uočava se različito prisustvo vrsta prema izboru mjesta za gniježđenje. Prema preferencijama ptica za ove ekološke faktore moguće je steći predstavu kakve uslove ptice zahtjevaju u sezoni gniježđenja. Prilikom analize mjesta gniježđenja, uočena je najveća brojnost onih vrsta koje gnijezda prave na drveću i žbunju kao i onih vrsta koje preferiraju duplje kao mjesto gniježđenja (49 vrsta ili 83.05%). Najmanji broj vrsta koje se gnijezde na tlu (10 vrste ili 16.95%). Dobijeni rezultati dijelimično se poklapaju sa rezultatima dobijenim u istraživanjima ornitofaune u parku „Univerzitetski grad“ gdje je najveća brojnost onih vrsta koje gnijezda prave na na drveću i žbunju i u dupljama (27 vrsta ili 87%) u odnosu na one vrste koje gnijezda prave na tlu (4 vrste ili 13%) [22].



Slika 5. Duplja i veliki djetlić na suhom stablu



Slika 6. Tragovi hranjenja sive žune

4. ZAKLJUČAK

Istaživanjem ornitofaune na Banj brdu, konstatovano je prisustvo 60 vrsta ptica. U pogledu ekološkog statusa 36 vrsta ima status stanarica, 17 vrsta status ljetnih rezidenata, 1 vrsta status zimskog rezidenta i 6 vrsta ima status prolaznica na seobi. Preliminarnom analizom brojnosti gnjezdarica na istraživanom lokalitetu ustanovljena je najveća brojnost zeba (*Fringilla coelebs*), obični kos (*Turdus merula*) i crvendać (*Erithacus rubecula*). Prilikom analize mjesta gniježdenja, uočena je najveća brojnost onih vrsta koje gnijezda prave na drveću i žbunju kao i onih vrsta koje preferiraju duplje kao mjesto gniježdenja (49 vrsta ili 83.05%). Najmanji broj vrsta koje se gnijezde na tlu (10 vrste ili 16.95%).

Prema uredbi o Crvenoj listi zaštićene flore i faune Republike Srpske (Sl. Glasnik RS, br. 19) sve evidentirane vrste ornitofaune nalaze se pod zaštitom. Zbog prisustva velikog broja rijetkih i ugroženih vrsta kako na lokalnom, tako i na evropskom nivou, neophodno je pokrenuti kontinuiran monitoring i aktivnu zaštitu ugroženih vrsta.

5. LITERATURA

- [1] Savanović, M. (2012), *Ptice u regiji Banjaluka*, Diplomski rad Poljoprivredni fakultet, Banja Luka.
- [2] Mikavica, D. (2015), *Biodiverzitet ptica iz reda Falconiformes na jugoistočnom području paleoarktičke zoogeografske oblasti*, Diplomski rad, Prirodno-matematički fakultet, Banja Luka.
- [3] Roljić, R. (2016a), *Specifičnosti ptica iz reda Columbiformes*, Diplomski rad Prirodno-matematički fakultet u Banjoj Luci, Banja Luka.
- [4] Roljić, R. (2016b), *Prilog poznavanju ornitofaune Slatine kod Banja Luke. 2. Simpozijum o zaštiti prirode sa međunarodnim učešćem „Zaštita prirode – iskustva i perspektive”*, zbornik radova, Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad, 195-204.

- [5] Bibby, C.J., Hill, D.A., Burgess, N.D., Lambton, S. and Mustoe, S. (2000), *Bird Census Techniques*. Ecoscope Applied Ecologists, British Trust for Ornithology, The Royal Society for the Protection of Birds, BirdLife International. Academic Press, London.
- [6] Gregory R.D, Gibbons D.W and Donald P.F. (2004), *Bird census and survey techniques*. In: Sutherland W.J, Newton, I. and Green, R.E., *Bird ecology and conservation: a handbook of techniques*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 17-55.
- [7] Heinzel, H., Fitter, R. i Parslow, J. (1997), *Ptice Hrvatske i Europe sa Sjevernom Afrikom i Srednjim Istokom, Collinsonov džepni vodič*. Hrvatsko ornitološko društvo.
- [8] Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D. (2010), *Collins Bird Guide 2nd edition*. HarperCollins Publishers Ltd.
- [9] Vasić, V. F., Simić, D.V., Stanimirović, Ž., Karakašević, M., Šćiban, M., Ružić, M., Kulić, S., Kulić, M., Puzović, S. (2004), *Srpska nomenklatura ptica I. (non-passeriformes)*. Dvogled 4, strana 7-19.
- [10] Vasić, V. F., Simić, D.V., Stanimirović, Ž., Karakašević, M., Šćiban, M., Ružić, M., Kulić, S., Kulić, M., Puzović, S. (2005), *Srpska nomenklatura ptica II. (Passeriformes)*. Dvogled 5, strana 10-18.
- [11] Pavlović, N., Radović, I. (2014), *Osnovi ekologije*. Prirodno-matematički fakultet, Univerziteta u Banjoj Luci. 310 str.
- [12] Prostorni plan Banjaluke 1985-2005, Urbanistički zavod Republike Srpske, a.d. Banja Luka.
- [13] Dokumentacija Republičkog Hidrometeorološkog Zavoda Banjaluka.
- [14] Hasanagić, D., Račić, A., Šumatić, N., Janjić, N. (2012), *Uporedna analiza fenofaze cvjetanja proljetnica u šumskim zajednicama na lokalitetima Banj brdo i Trapisti*, Glasnik Šumarskog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci 17, 1-15.
- [15] Gašić, B. (2005), *Prvi rezultati novijih istraživanja faune ptica na planini Lisini kod Mrkonjić Grada*. Bilten Mreže posmatrača ptica u Bosni i Hercegovini, str. 3-11.
- [16] Kotrošanin, D. (2006), *Gnježđenje rusog svračka (Lanius collurio) u Donjoj Orahovici*, Bilten Mreže posmatranja ptica u Bosni i Hercegovini, str. 31
- [17] Glue, E.D. (1977), *Breeding biology of Long-eared Owls*. Brit. Birds 70: 318-331.
- [18] Snow, D. W., Perrins, C. M. and Oglivie, M. A. (1998), *The Complete Birds of the Western Palearctic on CDROM*. Oxford University Press, Oxford.
- [19] Grubač, B. (2001), *Prilozi o šumskoj sovi Strix aluco (Linnaeus, 1758) u Srbiji i Makedoniji*. Zaštita prirode 53 (1): 55-79.
- [20] Gergelj, J., Tot, L. and Frank, Z. (2000), *Ptice Potisja od Kanjiže do Novog Bečaja*. Ciconia 9: 121-158.
- [21] Vučanović, M. (2007), *Ekologija šumske sove Strix aluco u periodu gnežđenja na Vršačkim planinama*. Ciconia 16: 12-18.
- [22] Sjeničić, J., Golub, D., Šukalo, G., Stevanović, N. (2013), *Ptice gnjezdarice parkovskih površina u Banjaluci*. Prirodno-matematički fakultet, Banja Luka Skup, 5 (1).

I'm With Nature



**THE MONITORING OF NORTHERN HOUSE-MARTIN (*Delichon urbicum* L., 1758)
IN BANJA LUKA REGION**

¹Rajko Roljić, ²Dragan Mikavica

¹Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Mladena Stojanovića 2, 78000 Banjaluka, BiH
rajkoroljic@gmail.com

²Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Bulevar vojvode Petra Bojovića 1a, 78000 Banjaluka, BiH
dragan.mikavica@agrofabl.org

Key words: house-martin swallows, breeding

ABSTRACT:

*The monitoring of nesting population of northern house-martin swallows (*Delichon urbicum*) was performed in Banja Luka region during the year 2016. The monitoring consisted of a series of activities that included counting existing northern house-martin swallow nests, enumeration of active nests and measuring breeding success. The research was conducted in two phases: first in period, from 20th April to 20th May, when data about the location of nests and general information about nest were collected, while in the second phase, from 15th June to 10th July breeding success in all nests were recorded. In the total Banja Luka region 85 active nests of northern house-martin swallows distributed on 3 locations. In Borik region 48 active nests of northern house-martin swallows distributed on 1 locations. In Lazarevo region 37 active nests of house-martin swallows distributed on 2 locations. In 54.12% of the case the nest are located above or below the window, 42.35% under the eaves and 3.53% in the facility. The nests are usually located on the south (42.35%), east (35.29%), north (15.30%) and west (7.06%) side of the building. On the field of study in Banja Luka, the average population density of swallows is 43 active pairs on km².*

**MONITORING GRADSKJE LASTE (*Delichon urbicum* L., 1758)
NA PODRUČJU BANJA LUKE**

Ključne riječi: Gradska lasta, gniježđenje

SAŽETAK:

*Monitoring gniježdećih populacija gradskih lasta (*Delichon urbicum*) proveden je na području Banja Luke tokom 2016. godine. Monitoring sastavljen je od niza aktivnosti koje su uključivale prebrojavanje postojećih gnijezda gradskih lasta, prebrojavanje aktivnih gnijezda i mjerenje uspješnosti gniježđenja. Istraživanje je realizovano u dve faze: prva u periodu od 20. aprila do 20. maja sakupljeni su podaci o lokacijama gnijezda i opšti podaci o samom gnijezdu, dok u drugoj fazi od 15. juna do 10. jula bilježena je uspješnost gniježđenja u svim gnijezdima. Ukupno smo na području Banja Luke prebrojali 85 aktivnih gnijezda gradskih lasta raspoređenih na 3 lokacije. Na području Borika prebrojali smo 48 aktivnih gnijezda gradskih lasta raspoređenih na jednoj lokaciji. Na području Lazareva prebrojali smo 37 aktivnih gnijezda gradskih lasta raspoređenih na dvije lokacije. Gnijezda su locirana u 54.12% iznad ili ispod prozora, 42.35% pod strehom, a 3.53% u objektu. Gnijezda su obično locirana na južnoj (42.35%), istočnoj (35.29%), sjevernoj (15.30%) i zapadnoj (7.06%) strani objekta. Na istraživanom terenu u Banja Luci, prosječna gustina populacije gradskih lasta iznosi 43 aktivna para po km².*

1. UVOD

Monitoring gradskih lasta (*Delichon urbicum*) na području opštine Banja Luka, sproveden za vrijeme sezone razmnožavanja tokom 2016. godine. Ovim programom monitoringa moguće je prikupiti nove podatke o gniježđenju gradske laste. Ova vrsta prema Svjetskoj zajednici za održanje biodiverziteta IUCN (World Conservation Union) ima kategoriju ugroženosti: najmanje zabrinjavajuća (LC) vrsta [1]. U prošlosti gniježdeće populacije gradske laste su bile brojnije i česta vrsta u naseljima, posebno nizijama, kotlinama i dolinama rijeka, a gnijezdila se sve do 1500 m n.v. [1, 2, 3, 4, 5]. Krajem 20. i početkom 21. vijeka procjenjuje se da brojnost gradskih lasta blago opada [6].

Ovaj rad ima za cilj da prezentuje rezultate istraživanja koja su vršena u 2016. godini, odnosno trenutno stanje populacije gradskih lasta na području Banja Luke. Nadamo se da će recentni podaci pomoći u daljem praćenju stanja populacija lasta u narednim godinama.

2. MATERIJAL I METODE

Monitoring gradskih lasta je sproveden u period od 20.4. do 10.7. 2016. godine. Istraživanje je realizovano u dve faze: prva u periodu od 20. aprila do 20. maja sakupljeni su podaci o lokacijama gnijezda i opšti podaci o samom gnijezdu, dok u drugoj fazi od 15. juna do 10. jula bilježena je uspješnost gniježđenja u svim gnijezdima. Monitoring je sproveden na dva lokaliteta Lazarevo i Borik, veličine istraživanog terena 1x1 km. Tačan geografski položaj

istraživanih teritorija koordinate: Lazarevo (44°81'65" SGŠ, 17°21'09" IGD); Borik (44°77'59"SGŠ, 17°20'28" IGD), a nadmorska visina istraživanih terena 163m n.v. Na osnovu ovih kordinata pripremljen je kartografski snimak (Slika 1 i 2). Prije izlaska na teren je pogledana karta i isplaniran obilazak. Prije svakog obilaska terena isplanirana je ruta kojom će se obići istraživani lokalitet, pazeći pri tome da se obuhvati istraživan lokalitet u potpunosti. Izvršen je cenzus gnijezda gradskih lasta unutar granica od 1x1 km, ali i na granicama koje presjeca sjeverna ili istočna granica istraživanog teritorija, dok kolonije koje su na granicama južne ili zapadne granice istraživanog teritorije nisu bilježeni kao ni one koje su izvan granica čak iako su vidljiva dok smo na području istraživanog prostora.



Slika 1. Istraživani lokalitet u Lazarevu
(Izvor: Google maps, modifikovao R. Roljić)



Slika 2. Istraživani lokalitet u Boriku
(Izvor: Google maps, modifikovao R. Roljić)

Prema karti istraživanog područja obilaženo je područje Lazareva i Borika gdje je sproveden monitoring gnijezdećih populacija gradskih lasta. Nalazišta gnijezda posmatrana su vizuelno golim okom i dvogledom model Norconia uvećanja 9x63. Za svaku lokaciju na kojoj smo pronašli gnijezda popunili smo obrazac sa svim neophodnim podacima. U gnijezdima koja su bila dobro vidljiva brojani su mladi u gnijezdu, a često u samom trenutku hranjenja kako bi se dobio tačan broj mladih po gnijezdu. Tokom terenskog rada fotodokumentacija je napravljena korištenjem digitalnog fotoaparata sa zumom od 24h. Premda su u trenutku prebrojavanja mladi bili različitog uzrasta i neki su se već mogli kretati van gnijezda, radi tačnosti u procjeni u obzir su uzeta samo ona gnijezda u kojima su bili čučavci, odnosno mladi ptići koji nisu mogli napustiti gnijezda. Identifikacija lasta vršena je prema ilustrovanom priručniku za determinaciju prema [7].

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

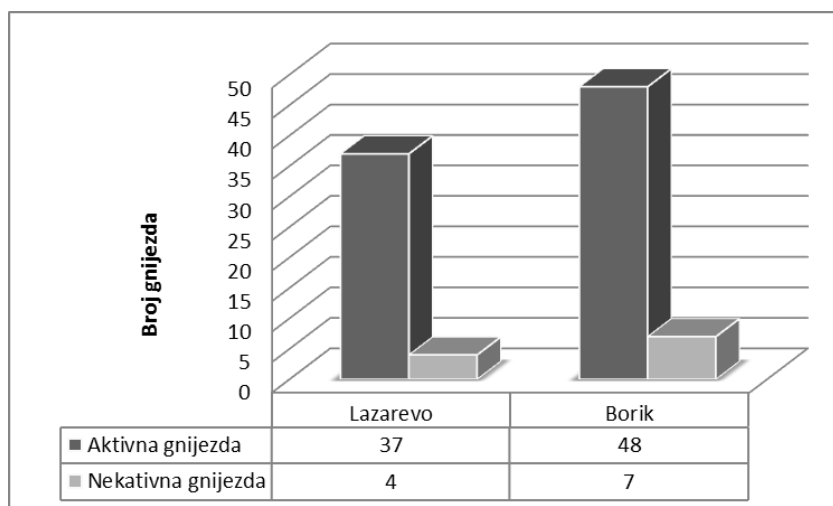
Tabela 1. Obrazac za kartiranje gradskih lasta

Vrsta građevine: KUĆ =kuća NIZ =kuća u nizu PRA =štala STA =stambena zgrada IND = industrijski objekt JAV =veći javni objekt (šk, boln.) CRK =crkva ili drugi vjerski objekt STI =litice i druga prirodna mjesta MOS =most DRU =nešto drugo				Položaj gnijezda: PO =pod strehom VZ =vrh zabata PZ =pod lastavicom, ali ne vrh PR =iznad ili ispod prozora VR =iznad vrata UO =u objektu OS =Ostalo NE =Nepoznato				Ime posmatrača: Datum(i) obilaska (_/ _/ _) Ukupno trajanje obilaska (_: _) Naselje: Koordinate terena:		
Redni broj	Adresa objekta i koordinate	Vrsta građevine?	Broj etaža?	Orijentacija gnijezda (S,J,I,Z)	Na kojoj je etaži gnijezdo (visina gnijezda)?	Položaj gnijezda	Broj aktivnih gnijezda	Gnijezdeće ponašanje ptica	Procjena ukupnog broja viđenih ptica u gnijezdu	Procjena ukupnog broja odraslih ptica
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										

11.										
12.										
13.										
14.										
15.										

3. REZULTATI

Posmatranjem kuća, zgrada i pomoćnih objekata na istraživanim lokalitetima na pojedinim objektima primijetili smo gnijezda. Posmatrali smo gnijezda vizuelno i pomoću dvogleda. U svrhu određivanja da li se radi o gnijezdu seoske ili gradske laste konsultovana je literatura [7]. Ukupno smo na području Lazareva prebrojali 37 aktivnih gnijezda i 4 neaktivna gnijezda gradskih lasta raspoređenih na 2 lokacije. Ukupno smo na području Borika prebrojali 48 aktivnih gnijezda i 7 neaktivnih gnijezda gradskih lasta raspoređenih na 1 lokaciji.



Grafikon 1. Odnos brojnosti gnijezda gradskih lasta na području Banja Luke



Slika 3. Pojedinačno gnijezdo gradske laste



Slika 4. Kolonija gradskih lasta

U ukupno 54 gnijezda koja su bila dobro vidljiva brojani su mladi u gnijezdu, često u samom trenutku hranjenja kako bi se dobio tačan broj mladih po gnijezdu. Distribucija broja mladih po gnijezdu prikazana je u tabeli 2 iz kojih je vidljivo da je najveći broj parova imao po 3 mlada po gnijezdu.

Tabela 2. Distribucija mladih po gnijezdu gradske laste *Delichon urbicum*

Broj mladih po gnijezdu	Broj gnijezda	Ukupno mladih
1	2	2
2	18	36
3	25	75
4	9	36
Ukupno	54	149

$$\text{Uspješnost gniježđenja} = \frac{\text{Ukupan broj mladih u gnijezdu}}{\text{Ukupan broj pregledanih gnijezda}}$$

$$\text{Uspješnost gniježđenja} = \frac{149}{54} = 2.76$$

4. DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Populaciona istraživanja gradske laste rađena su na širem području Banja Luke [8], dok uži centar grada do sada nije istraživan. Nadamo se da će ovi recentni podaci upotpuniti baze podataka i pomoći boljem poznavanju biologije pomenute vrsta. Ovim istraživanjem smo utvrdili da na području ućeg centra grada Banja Luke žive gradske laste (*Delichon urbicum*). Gradske laste gnijezdile su se na zgradama, kućama i pomoćnim objektima u Lazarevu i Boriku. Na istraživanom terenu u Lazarevu i Boriku, prosječna gustina populacije lasta iznosila je 43 aktivna para po km², što je daleko manje u odnosu na rezultate za područje Laktaša gdje je zabilježeno 119 aktivnih parova po km²[8]. Gnijezda su obično izgrađena na južnoj strani, što je u skladu sa rezultatima u drugim studijama [8]. Prednost je gnijezda koja su locirana na južnoj strani objekta [9]. Gnijezda na istraživanom području su u 54.12% locirana iznad ili ispod prozora, 42.35% pod stromom, a 7.06% u objektu, što odgovara rezultatima u drugim studijama [8]. Na području Laktaša gnijezda gradskih lasta najbrojnija na području s većim udjelom starih zgrada [8], dok je potpuno suprotan slučaj ovom istraživanju. U Banja Luci su gnijezda izgrađena na novim zgradama za koje gnijezda slabije prijanjaju tako da ptice pronalaze rješenja tim što se povećava broj gnijezda koji se međusobno dodiruju, slične adaptacije konstatovane su i u drugim studijama [10]. Najbrojnija kolonija gradskih lasta brojala je 13 gnijezda (Slika 4). Postoji pozitivan odnos između visine gnijezda i visine objekta što je u skladu sa zapažanjima u drugim istraživanjima [8]. Udaljenost kolonije od najbližeg izvora blata i udio otvorenog prostranstva su uključeni u regulaciju veličine kolonije. Gradske laste gnijezde u vlažnim područjima pored rijeka gdje su insekti lako dostupna hrana [11]. Period parenja i dolazak lasta na sjever u skladu je s bioklimatskim pravilima. Ponašanje prilikom parenja gradskih lasta proučavani su od strane većeg broja autora [12, 13, 14]. Prema njihovim studijama, dokazano je da mužjaci imaju kompleksnu strategiju prilikom parenja, oni stalno ulaze u susjedna gnijezda da se pare sa tuđim ženjkama. Takođe je primjećena teritorijalnost kada bi drugi mužjak pokušao da uđe u

gnijezdo dolazi do borbe koja je tako nasilna da jedan od mužjaka zna završiti na zemlji. Reproductivni uspjeh gradskih lasta zavisi direktno od gustine insekata [15]. Direktno od količine dostupne hrane zavisiće i brojnost mladih u gnijezdu. Vrijednost uspjeha gniježdenja (broj mladih po gnijezdu) tokom 2016. godine iznosila je 2.76 mladih po paru, što je nešto manje u odnosu na rezultate dobijene u sličnoj studiji sprovedenoj u Laktašima [8]. Da bi se populacija održala potrebno je da roditelji othrane barem dva mlada koja će ih naslijediti. Shodno tome uspjeh gniježdenja od približno 3 mlada po paru smatra prosječnim uspjehom, vrijednosti iznad tog broja ukazuju na odličnu gnijezdeću sezonu, dok vrijednosti ispod ukazuju na slabiju gnijezdeću sezonu [16]. Prema tome je za godinu 2016. moguće zaključiti da je gnijezdeća sezona bila prosječno dobra. Međutim, broj legala se smanjuje sa geografskom širinom [17]. Prema ovim podacima, strategija opstanka gradskih lasta je u skladu sa bioklimatskim pravilima [18]. Istraživanja efekta klimatskih uslova na gustinu populacija (*Delichon urbicum*), dokazano je da nepovoljni vremenski uslovi negativno utiču na opstanak jedinki, bez obzira na uzrast i pol jedinki. Smrtnost mladih u gnijezdu je uzrokovana smanjenom dostupnosti hrane i naglim padom temperature u periodu odgoja mladih [15].

5. LITERATURA:

- [1] BirdLife International. (2012), *Delichon urbicum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T22712477A38588470.
- [2] Landbeck, C.L. (1843), *Di Vogel Syrmiens*. *Oken von Isis* 34: 2-41; 83-113.
- [3] Rajzer, O. (1904), *Izveštaj o uspjehu ornitoloških putovanja u Srbiji godine 1889. i 1900*. Glasnik Zemaljskog muzeja Bosne i Hercegovine.
- [4] Čornai, R. (1949), *Nomenklatura ptica Vojvodine*. *Vojvođanski lovac* 38/41: 513-514.
- [5] Matvejev, S.D. (1950), *Rasprostranjenje i život ptica u Srbiji*. SAN, posebno izdanje knjiga 3, Beograd.
- [6] Puzović, S., Radišić, D., Ružić, M., Rajković, D., Radaković, M., Pantović, U., Janković, M., Stojnić N., Šćiban, M., Tucakov, M., Gergelj, J., Sekulić, N., Agošton, A i Raković, M. (2015), *Ptice Srbije: procene gnezdećih populacija 2008-2013; procene trendova populacija 1980-2013*. Društvo za taštitu i proučavanje ptica Srbije, Novi Sad.
- [7] Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D. (2010), *Collins Bird Guide 2nd edition*. HarperCollins Publishers Ltd.
- [8] Roljić, R., Kovačević, M. (2016), *Monitoring seoskih i gradskih lasta na području Laktaša*. 2. Simpozijum o zaštiti prirode sa međunarodnim učešćem „Zaštita prirode – iskustva i perspektive”, zbornik radova, Pokrajinski zavod za zaštitu prirode, Novi Sad, 205-211.
- [9] Plaszyk J. (2001), *Nesting of House Martin *Delichon urbica* in the city of Poznan*. *Acta Ornithol.* 36: 135-142.
- [10] Murgui, E. (2002), *Breeding habitat selection in the House Martin *Delichon urbica* in the city of Valencia (Spain)*. *Acta Ornithologica* 37(2):75-83.
- [11] Oelke, H. (2003), *Swallow censuses in Northwest Germany (1986, 1991 and 1996)*. *Ornis Hungarica* 12-13: 183-190

- [12] Lifjeld, J.T. and Marstein, B. (1994), *Paternity assurance behaviour in the house martin*. Journal of Avian Biology. Vol. 25, No. 3.
- [13] Riley, H.T., Bryant, D.M., Carter, R.E. and Parkin, D.T. (1995), *Extra-pair fertilizations and paternity defence in house martins, (Delichon urbica)*. Animal Behavior. 49: 495-509
- [14] Whittingham, L.A. and Lifjeld, J.T. (1995), *High paternal investment in unrelated young: extra-pair paternity and male parental care in house martins*. Behav. Ecol. Sociobiol. 37: 103-108.
- [15] Bryant, D.M. (1975), *Breeding biology of House Martins Delichon urbica in relation to aerial insect abundance*. Ibis 117: 180-216.
- [16] Cramp S, Simmons K. (Eds.) (1998), *The Complete Birds of the Western Palearctic CDAROM Version 1.0*. Oxford University Press. Oxford Delichon urbica. Journal of Avian Biology. 25: 231-238.
- [17] Møller, A.P. (1984), *Geographical trends in breeding parameters of Swallow Hirundo rustica and House Martins Delichon urbica*. Ornis Scandinavica. 15: 43-54.
- [18] Bård G. Stokke, Anders Pape Møller, Bernt-Erik Sæther, Goetz Rheinwald, and Hans Gutscher (2005), *Weather in the Breeding Area and during Migration Affects the Demography of a Small Long-Distance Passerine Migrant*. The Auk: April 2005, Vol. 122, No. 2, pp. 637-647.

I'm With Nature



**STRUCTURE AND DYNAMICS OF AN ECTOPARASITE COMMUNITY ON THE
FERAL PIGEON (*Columba livia domestica*) IN THE BANJA LUKA REGION**

Rajko Roljić, Vera Nikolić

Univerzitet u Banjoj Luci - Prirodno-matematički fakultet,
Mladena Stojanovića 2, 78000 Banjaluka
rajkoroljic@gmail.com

Univerzitet u Beogradu - Biološki fakultet
Studentski trg 16, 11000 Beograd
vera@bio.bg.ac.rs

Key words: ectoparasite, feral pigeon, *Columba livia domestica*, Phthiraptera, Astigmatina, Mesostigmata, Diptera, Bosnia and Herzegovina

ABSTRACT:

*A faunistical study of ectoparasites was carried out in was carried out from March 2016 to February 2017 on two feral pigeon populations in an urban and in a farmland area of Bosnia and Herzegovina. The present study was carried out to determine the species of lice, fleas and ticks infesting pigeons in Bosnia and Herzegovina. Samples consisting of 250 birds each were collected in both areas. The data of occurrence of *Campanulotes bidentatus* compar, *Menopon gallinae*, *Columbicola columbae* (Phthiraptera), *Diplaegidia columbigallinae*, *Falculifer rostratus* (Astigmatina), *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata) i *Pseudolynchia canariensis* (Diptera) are described. Knowledge in ectoparasite distribution and taxonomic composition will lead to better understanding of vector infectious diseases. This will result in the improvement of diagnosis, prevention and control strategies in the region.*

STRUKTURA I DINAMIKA ZAJEDNICA EKTOPARAZITA GRADSKOG GOLUBA (*Columba livia domestica*) U BANJALUČKOJ REGIJI

Ključne riječi: ektoparaziti, gradski golub, *Columba livia domestica*, Phthiraptera, Astigmatina, Mesostigmata, Diptera, Bosna i Hercegovina

SAŽETAK:

Faunistička studija ektoparazita je sprovedena od marta 2016. do februara 2017. godine na dve populacije gradskih golubova u urbanom i ruralnom području Bosne i Hercegovine. Ova studija je sprovedena s ciljem da utvrdi vrste vaški, buva i krpelja koji su parazitirali na golubovima u Bosni i Hercegovini. Uzorak je činilo 250 ptica koje su sakupljene u oba područja. Rezultati istraživanja su slijedeći: *Campanulotes bidentatus compar*, *Menopon gallinae*, *Columbicola columbae* (Phthiraptera), *Diplaegidia columbigallinae*, *Falculifer rostratus* (Astigmatina), *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata) i *Pseudolynchia canariensis* (Diptera) koji su opisani u radu. Znanje o distribuciji i taksonomskoj pripadnosti ektoparazita će dovesti do boljeg razumijevanja vektora infektivnih bolesti. To će dovesti do poboljšanja dijagnostike, prevencije i kontrole strategija u regionu.

1. UVOD

Populacije golubova su od posebnog značaja jer imaju važnu ulogu u epizootiologiji parazitskih infekcija domestifikovanih ptica. Gradski golub (*Columba livia domestica*) je jedan od rijetkih domaćih životinjskih vrsta koja ima divlje i domestifikovane srodnike široko rasprostranjene u cijelom svijetu. Zato je poznavanje etiologije i epizootiologije parazitskih infekcija gradskih golubova od izuzetnog značaja za proces unapređenja sistema zaštite zdravlja životinja. Najznačajniji ektoparaziti gradskog goluba su: šugarci, buve, vaške, grinje i krpelji [1]. Sa epizootiološkog stanovišta neophodno je razumjeti prirodu ponašanja uzročnika koji parazitiraju kod golubova, jer se na taj način mogu bolje predvidjeti mogućnosti njihovog prenošenja i interakcije sa domaćinom. Za bolje razumjevanje pojavljivanja i održavanja neke parazitske infekcije kod golubova na određenom području od izuzetnog je značaja molekularna epizootiologija, koja omogućuje njihovo bolje praćenje i suzbijanje [2]. Podaci dobijeni tipizacijom uzročnika infekcije mogu da odgovore na pitanja mogućnosti infekcije i rasprostranjenosti nekog parazita [3].

Smanjenje populacija golubova u prirodi može predstavljati značajan problem, s obzirom na važnu ulogu ovih jedinki u ekosistemima i biocenozama. Pojava, održavanje i širenje parazitskih infekcija golubova su samo neki od činitelja koji utiču na brojnost njihovih populacija.

2. MATERIJAL I METODE

Uzorci su sakupljeni u periodu od marta 2016. do februara 2017. godine na dva lokaliteta na Banjalučkoj regiji kako bi se predstavile dvije različite životne zajednice. Prvo istraživano područje je uži centar grada Banja Luka, a drugo područje je u blizini poljoprivrednog zemljišta u Ljevčanskom Razboju (Slika 1 i 2).



Slika 1. Istraživani lokalitet Banja Luka
(izvor: Google Maps)



Slika 2. Istraživani lokalitet Ljevčanski Razboj
(izvor: Google Maps)

Prikupljeni golubovi su evidentirani šiframa G_/16, gdje „_“ označava redni broj goluba, dok 16 predstavlja godinu sakupljanja, odnosno 2016. godina. U slijedećoj tabeli prikazani su lokaliteti prikupljanja golubova (Tabela 1).

Tabela 1. Obrazac za evidentiranje prikupljenih golubova i ektoparazita

Lokalitet: PPK = Park Petar Kočić, BL LJR = Ljevčanski Razboj, SR		Položaj ektoparazita: NV = na vratu NG =na grudima NT =na trbuhu NK =na krilima NR =na repu OS =ostalo NE =nepoznato		Kategorija prema skali brojnosti: 0 =nema 1 =do deset 2 =nekoliko desetina 3 =nekoliko stotina		Ime istraživača: Datum(i) istraživanja: Lokalitet: Koordinate terena:	
Šifra goluba	Pol goluba	Invadiran (+/-)	Vrsta ektoparazita	Položaj ektoparazita	Kategorija invadiranosti	Ostala zapažanja i napomena	
G_/16							
G_/16							
G_/16							
G_/16							
G_/16							
G_/16							
G_/16							
G_/16							
G_/16							
G_/16							

Sa golubova uhvaćenih na istraživanim lokalitetima sakupljeni su ektoparaziti, a zatim odlagani pomoću pincete u plastične flakone sa originalnim zatvaračima, fiksirani 70% etanolom, etiketirani sa podacima o lokalitetu, vremenu i načinu sakupljanja. Ovako zbrinuti transportovani su do laboratorije Prirodno-matematičkog fakulteta u Banjoj Luci, gdje je izvršena determinacija ektoparazita do nivoa vrste. Navedene analize su obavljene pod uvećanjem stereomikroskopa Leica EZ4D, a determinacija je vršena uz primjenu odgovarajuće literature [5, 4, 6]. Formirana je baza fotodokumenata, tako što je svaka jedinka fotografisana pomoću navedenog stereomikroskopa, sa dorzalne i ventralne strane. Primjenom računarskog programa Digimizer Image Analyzer Version 4.1, analizirane su fotografije organizama. Ektoparaziti su zatim odlagani u plastične flakone i konzervisani 70% etanolom. Flakoni, sa originalnim zatvaračima, su etiketirani ceduljicama od hamer papira na kojima su grafitnom olovkom ispisani podaci o sistemskoj pripadnosti vrste, polu, kao i lokalitetu, vremenu i datumu sakupljanja. Na taj način je formirana zbirka sakupljenih ektoparazita koja će poslužiti za buduća proučavanja [7].

Dobijeni podaci su obrađeni primjenom statističkog programa Kruskal-Wallis H testa, interpretirani i upoređeni sa dostupnim podacima iz literature.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

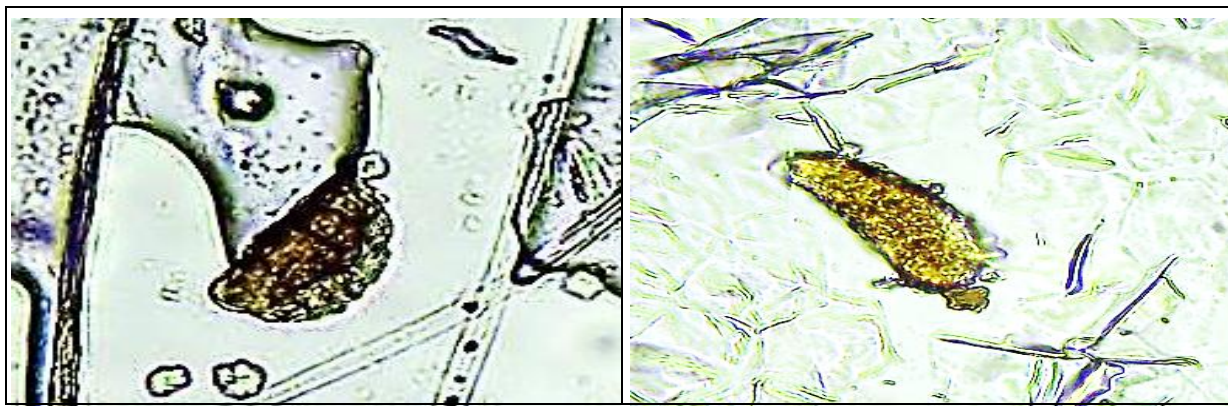
Ukupno smo na lokalitetu Park Petar Kočić uhvatili 130 golubova (61 mužjaka i 69 ženki), a na lokalitetu Ljevčanski razboj 120 golubova (53 mužjaka i 67 ženki). Od ukupno 250 ispitanih golubova 209 jedinki (83.6%) su bile invadirane ektoparazitima (Tabela 2). Prema studijama koje su sprovedene u Bangladešu od 60 ispitanih golubova sve ptice su bile invadirane [8]. Identifikovano je sedam vrsta ektoparazita: *Campanulotes bidentatus compar*, *Menopon gallinae*, *Columbicola columbae* ([Phthiraptera](#)), *Diplaegidia columbigallinae*, *Falculifer rostratus* (Astigmatina), *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata) i *Pseudolynchia canariensis* (Diptera). Ektoparaziti su izolovani sa različitih lokacija na tijelu goluba. *Campanulotes bidentatus compar* lokalizovan je na perju krila, *Menopon gallinae* na perju glave i vrtata, *Columbicola columbae* na perju vrata, krila i repa, a *Diplaegidia columbigallinae*, *Falculifer rostratus* i *Pseudolynchia canariensis* uz osnovu pera do kože, a *Dermanyssus gallinae* prisutan na nogama golubova (Tabela 2).

Tabela 2. Učestalost ektoparazita kod golubova na području regije Banja Luka

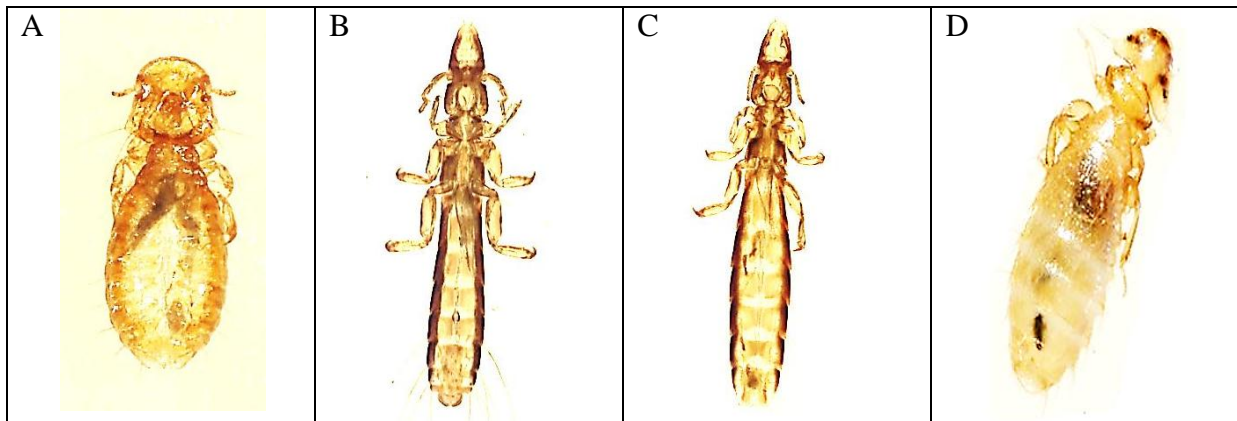
Vrsta ektoparazita	Položaj infekcije na tijelu	Invadirani (n)	%
<i>Campanulotes bidentatus compar</i>	Perje krila	3	1.44
<i>Menopon gallinae</i>	Perje glave i vrata	15	7.18
<i>Columbicola columbae</i>	Perje vrat, krila i repa	125	59.8
<i>Diplaegidia columbigallinae</i>	Osnova letnih i repnih pera	9	4.3
<i>Falculifer rostratus</i>	Osnova letnih i repnih pera	23	11
<i>Dermanyssus gallinae</i>	Na nogama	24	11.49
<i>Pseudolynchia canariensis</i>	Osnova letnih i repnih pera	10	4.79
Ukupno		209	100

Vaške *Campanulotes bidentatus compar*, *Menopon gallinae* i *Columbicola columbae* su specifični ektoparaziti golubova, koji parazitiraju na određenom dijelu tijela domaćina [9,10]. Položaj vaški na tijelu golubova u ovoj studiji je u 68.42% pozitivnih uzoraka potvrđen na perju glave, vrata, krila i repa što je u skladu sa rezultatima u drugim studijama [11].

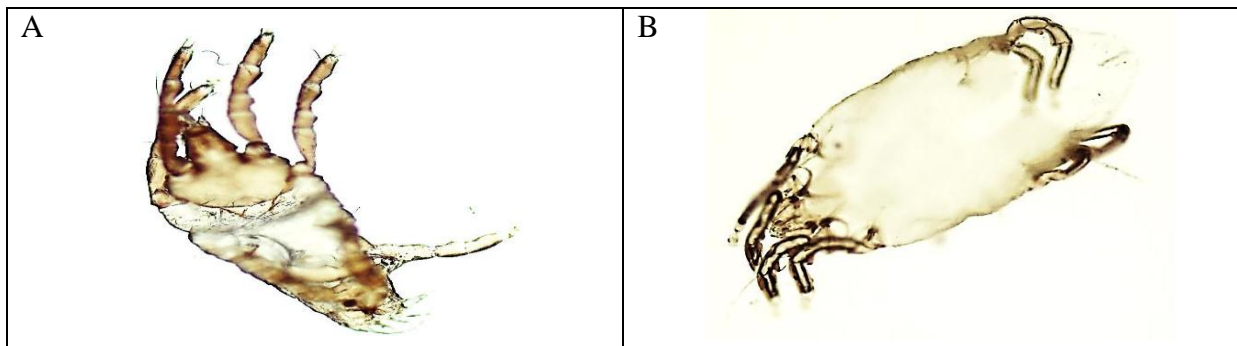
Grinje i krpelji *Diplaegidia columbigallinae*, *Falculifer rostratus* i *Dermanyssus gallinae* tipični paraziti gnijezda, borave na golubovima samo za vrijeme hranjenja. *Diplaegidia columbigallinae*, *Falculifer rostratus* mogu biti lokalizovane uz osnovu pera repa [12], dok je u ovoj studiji potvrđeno da se mogu naći na letnim perima krila.



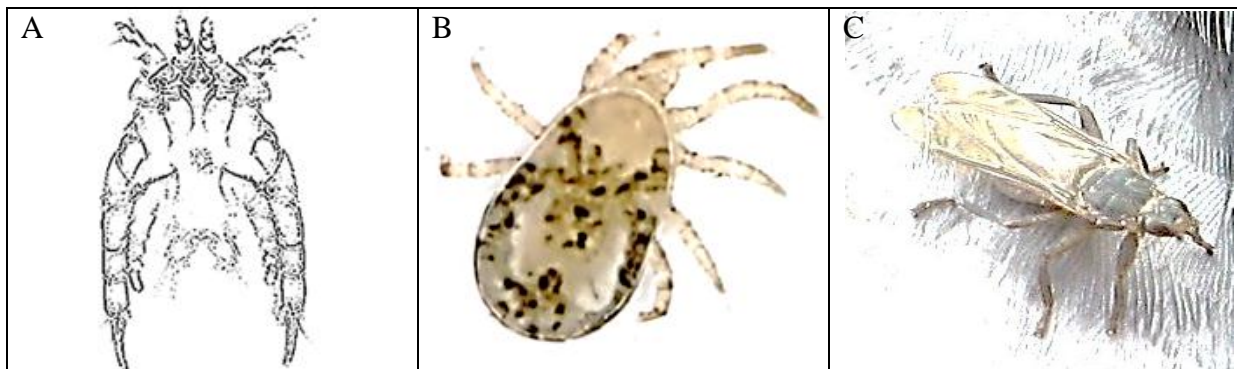
Slika 3. Larve ptićjih vaši (Mallophaga) (uvećanje 40x)



Slika 4. A. *Campanulotes bidentatus* compar B. *Columbicola columbae* (♂) C. *Columbicola columbae* (♀)
D. *Menopon gallinae* (uvećanje 35x)



Slika 5. A. *Falculifer rostratus* (♂) B. *Falculifer rostratus* (♀) (uvećanje 40x)



Slika 6. A. *Diplaegidia columbigallinae* (uvećanje 40x) B. *Dermanyssus gallinae*
C. *Pseudolynchia canariensis* (uvećanje 35x)

Razlika između pojedinačnih i mješoviti ektoparazitskih infekcija je bila statistički značajna ($p < 0,05$). Kod ptica je ustanovljena veća učestalost jednostruke infekcije (116 jedinki ili 55.5%) u odnosu na dvostruku (35 jedinki ili 16.75%), trostruku (31 jedinka ili 14.83%) i četverostruku (27 jedinki ili 12.92%), dok je 41 individua (16.4%) ptica negativno, odnosno kod njih nisu konstatovani ektoparaziti (Tabela 3).

Tabela 3. Distribucija i frekvencija pojedinačnih i mješovitih ektoparazitskih infestacija divljeg goluba *Columba livia domestica* na području regije Banja Luka

Tip infekcije	Vrste parazita	Broj golubova (n)	%
Jednostruka	<i>Columbicola columbae</i>	90	55.5
	<i>Pseudolynchia canariensis</i>	2	
	<i>Dermanyssus gallinae</i>	24	
Dvostruka	<i>Columbicola columbae</i> + <i>Falculifer rostratus</i>	21	16.75
	<i>Columbicola columbae</i> + <i>Campanulotes bidentatus compar</i>	4	
	<i>Columbicola columbae</i> + <i>Diplaegidia columbigallinae</i>	6	
	<i>Columbicola columbae</i> + <i>Menopon gallinae</i>	4	
Trostruka	<i>Columbicola columbae</i> + <i>Campanulotes bidentatus compar</i> + <i>Falculifer rostratus</i>	10	14.83
	<i>Columbicola columbae</i> + <i>Diplaegidia columbigallinae</i> + <i>Falculifer rostratus</i>	8	
	<i>Columbicola columbae</i> + <i>Menopon gallinae</i> + <i>Pseudolynchia canariensis</i>	13	
Četverostruka	<i>Columbicola columbae</i> + <i>Campanulotes bidentatus compar</i> + <i>Diplaegidia columbigallinae</i> + <i>Falculifer rostratus</i>	13	12.92
	<i>Columbicola columbae</i> + <i>Menopon gallinae</i> + <i>Falculifer rostratus</i> + <i>Pseudolynchia canariensis</i>	14	
Ukupno	-	209	100

Gotovo svi golubovi su invadirani različitim vrstama ektoparazita tokom cijele godine i na tijelu skoro svake ptice je utvrđena jedna ili više vrsta ektoparazita [8]. Visoka invadiranost dvostruke infekcije golubova sa *Columbicola columbae* i *Falculifer rostratus*, može biti u vezi sa činjenicom da ove vrste ektoparazita žive zajedno bez ikakvih štetnih efekata jedni na druge. Interakcija dvije ili više vrste ektoparazita na istom domaćinu dokaz da je nizak intenzitet interspecijske kompeticije [13]. Prema studijama koje su sprovedene u svijetu kod golubova su konstatovali devet vrsta ektoparazita vrste po jedinki [15]. Raznovrsnost ektoparazita ptica može se pripisati razlici u geografskim područjima i periodu studije [8]

Rasprostranjenost i intenzitet infekcije su u pozitivnoj korelaciji sa bioklimatskim faktorima, temperaturom i vlažnosti [16]. U toku ovog istraživanja invadiranost je najviša u ljetnim mjesecima od maja do septembra kada se temperatura vazduha kreće oko 23°C, količina padavina 300 mm i relativna vlažnost vazduha 70 do 80% što odgovara rezultatima u drugim sličnim studijama [13].

Tabela 4. Ukupna mjesečna invadiranost ektoparazita divljeg goluba *Columba livia domestica* na području regije Banja Luka, od marta 2016. do februara 2017.g.

Mjesec	Vrsta ektoparazita							Ukupno
	<i>Campanulotes bidentatus compar</i>	<i>Menopon gallinae</i>	<i>Columbicola columbae</i>	<i>Diplaegidia columbigallinae</i>	<i>Falculifer rostratus</i>	<i>Dermanyssus gallinae</i>	<i>Pseudolynchia canariensis</i>	
Mart	0	0	13	0	0	0	0	13
April	0	0	17	0	0	0	0	17
Maj	0	0	20	2	5	0	0	27
Jun	1	0	21	3	5	0	0	30
Jul	0	0	16	0	12	0	0	28
Avgust	0	0	28	0	0	0	0	28
Septembar	2	6	3	2	1	9	8	33
Oktobar	0	5	4	2	0	9	2	22
Novembar	0	2	3	0	0	5	0	10
Decembar	0	0	0	0	0	1	0	1
Januar	0	0	0	0	0	0	0	0
Februar	0	2	0	0	0	0	0	2
Σ	3	15	125	9	23	24	10	209
%	1.44	7.18	59.8	4.3	11	11.49	4.79	100

Kod golubova je ustanovljena približno jednaka učestalost infekcije. Invadirana su 103 mužjaka (49.28%) i 105 ženki (50.72%) (Tabela 5 i 6). Invadiranost i sezonska varijacija ektoparazita golubova nije u korelaciji sa polom ptica, što ukazuje da su mužjaci i ženke podjednako izloženi ektoparazitima. Nije bilo značajne statističke razlike ($p > 0,05$) u stopama zaraze među polovima. Ovo zapažanje je u skladu sa rezultatima u drugim sličnim studijama [13,14]. Prema studijama sprovedenim u Mađarskoj [4] i Bangladešu [8] invadiranost kod oba pola je 100%, a intenzitet infekcije kod ženki nešto veći (30.11%) nego u mužjaka (29.04%).

Tabela 5. Invadiranost mužjaka divjih golubova *Columba livia domestica* ektoparazitima na području regije Banja Luka (n = 103)

Vrsta ektoparazita	Invadirani (n)	%
<i>Campanulotes bidentatus compar</i>	2	0.96
<i>Menopon gallinae</i>	6	2.87
<i>Columbicola columbae</i>	63	30.15
<i>Diplaegidia columbigallinae</i>	4	1.91
<i>Falculifer rostratus</i>	12	5.74
<i>Dermanyssus gallinae</i>	12	5.74
<i>Pseudolynchia canariensis</i>	4	1.91
Ukupno	103	49.28

Tabela 6. Invadiranost ženki divjih golubova *Columba livia domestica* ektoparazitima na području regije Banja Luka (n =105)

Vrsta ektoparazita	Invadirani (n)	%
<i>Campanulotes bidentatus compar</i>	1	0.48
<i>Menopon gallinae</i>	9	4.31
<i>Columbicola columbae</i>	62	29.67
<i>Diplaegidia columbigallinae</i>	5	2.39
<i>Falculifer rostratus</i>	11	5.26
<i>Dermanyssus gallinae</i>	12	5.74
<i>Pseudolynchia canariensis</i>	6	2.87
Ukupno	105	50.72

Veća je učestalost parazita kod golubova koji su sa ruralnog staništa (ustanovljena kod 125 jedinki golubova ili 59.8% ukupnog uzorka) odnosu na golubove koji su nastanjeni u urbanom staništu (ustanovljena kod 84 jedinke ili 40.2% ukupnog uzorka) (Tabela 7).

Tabela 7. Komparacija učestalosti parazitskih infekcija između golubova zastupljenih u ruralnoj (Ljevčanski Razboj) i urbanoj sredini (Banja Luka – Park Petar Kočić)

Vrsta ektoparazita	Ruralno područje		Urbano područje	
	Broj golubova (n)	%	Broj golubova (n)	%
<i>Campanulotes bidentatus compar</i>	2	0.96	1	0.48
<i>Menopon gallinae</i>	10	4.78	5	2.39
<i>Columbicola columbae</i>	72	34.44	53	25.36
<i>Diplaegidia columbigallinae</i>	6	2.87	3	1.44
<i>Falculifer rostratus</i>	15	7.18	8	3.83
<i>Dermanyssus gallinae</i>	14	6.70	10	4.79
<i>Pseudolynchia canariensis</i>	6	2.87	4	1.91
Ukupno	125	59.8	84	40.2

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu dobijenih rezultata divlji golub može se smatrati ili kao stalni ili prelazni domaćin različitih vrsta ektoparazita. Ektoparaziti ustanovljeni u ovom istraživanju bili su predstavljeni sa *Campanulotes bidentatus compar*, *Menopon gallinae*, *Columbicola columbae* (Phthiraptera), *Diplaegidia columbigallinae*, *Falculifer rostratus* (Astigmatina), *Dermanyssus gallinae* (Mesostigmata) i *Pseudolynchia canariensis* (Diptera). Invadiranost golubova nije varirala od pola golubova tokom 2016. i 2017. godine. Međutim, uticaj ektoparazita na zdravlje golubova nije istraženo i potrebno je nastaviti studije kako bi se utvrdio efekat ektoparazita na zdravlje divljih golubova. Za efikasniji program kontrole, divljih golubova treba intenzivnije provoditi mjere prevencije i suzbijanja parazitskih infekcija u saradnji svih subjekata koji su u službi veterinarskog i javnog zdravlja.

5. LITERATURA

- [1] Ilić, T., Petrović, T., Dimitrijević, S. (2013), *Značaj populacija divljih ptica i njihova parazitofauna*. Vet. glasnik 67 (1-2): 105 – 116
- [2] Petrović, T., Lazić, S., Kapetanov, M., Velhner, M. (2006a), *Molekularna dijagnostika virusa avijarne influence*. Veterinarski glasnik. 60(5-6): 385-69.
- [3] Petrović, T., Lazić, S., Lupulović, D., Velhner, M. (2006b), *Ispitivanje praga osjetljivosti RT-PCR i rRT-PCR u detekciji influenza a-virusa avijarne influence podtipa H5*. Zbornik radova i kratkih sadržaja, 18. savetovanje veterinara Srbije. Zlatibor 21-24. septembar 216-7
- [4] Rózsa, L. (1990), *The ectoparasite fauna of feral pigeon populations in Hungary*. University of Veterinary Science, Budapest, Hungary.
- [5] Clayton, D. H., and Price, R. D. (1999), *Taxonomy of New World Columbicola (Phthiraptera: Philopteridae) from the Columbiformes (Aves), with descriptions of five new species*. Annals of the Entomological Society of America, 92(5), 675-685.
- [6] Hollander, W. F. (1956), *Acarids of Domestic Pigeons*. Transactions of the American Microscopical Society Vol. 75, No. 4. 461-480
- [7] Bilbija, B., Dmitrović, D., Šnjegota, D., Lukač, M. (2013), *Morfometrijski karakteri adultnih krpelja Ixodes ricinus (Linnaeus, 1758) na području Banj Brda u Banjoj Luci*. PMF Banja Luka, Skup 5 (1): 13-21.
- [8] Begum, A., and Sehrin, S. (2011), *Prevalence and seasonal variation of ectoparasite in pigeons, Columba livia (Gmelin, 1789) of Dhaka, Bangladesh*. Bangladesh J Zool 39: 223-230.
- [9] Marshall, A. G. (1981), *The ecology of ectoparasitic insects*. Academic Press, London.
- [10] Камбуров, П., Василев, И., Георгиева, Д., Каменов, Ђ., Койнарски, В. (1994), *Ветеринарно-медицинска паразитологија*, Агропрес. стр. 446-447.
- [11] Singh, S.K., Kumar, A., Surman, Badola, S. and Saxena, A.K. (2000), *Site preference of four pigeon lice (Phthiraptera, insecta) on the host body*. Rivista di Parassitol., XVII (LXI)-43:341-349
- [12] Dubinin, W.B. (1951), *Die Federmilben (Analgesoidea)*. Teil I. Einführung in ihre Untersuchung. „Fauna SSSR“, Bd. and, Lief. 5. Verl. Akad.Nauk. SSSR.
- [13] Adang, K.L., Oniye, S.J., Ezealor, A.U., Abdu, P.A., and Ajanusi, O.J. (2008), *Ectoparasites of domestic pigeon (Columba livia domestica, Linnaeus) in Zaria, Nigeria*. Res. J. Parasitol. 32: 9-84.
- [14] Senlik, B., Gulegen, E. and Akyol, V. (2005), *Ectoparasites of domestic pigeon (C. l. domestica) in Bursa Province*. Türkiye Parazitoloji Dergisi. 292: 100-102.
- [15] Conti, J.A. and Forrester, D.J. (1981), *Inter relationship of parasites of white-winged dove and mourning doves in Florida*. J. Wildlife Dis. 174: 529-536.
- [16] Nadeem, M., Khan, M.N., Iqbal, Z., Sajid, M.S., Arshad, M. and Yaseen, M. (2007), *Determinants influencing prevalence of louse infestations on layers of district Faisalabad (Pakistan)*. Brit. Poul. Sci. 485: 546-550.

I'm With Nature



MONITORING OF MUNICIPAL WASTEWATER QUALITY PARAMETERS IN THE TEACHING CENTER "GRMEČ" DEPENDING ON FLOW RATE

Merima Toromanović, Jasmina Zulić, Sandi Demirović, Jasmina Ibrahimpašić, Mirza
Veladžić, Minela Žapčević, Mirela Abdić

University of Bihać, Biotechnical Faculty, Bosnia and Herzegovina
Luke Marjanovića bb, 77000 Bihać

toromanovic_merima@hotmail.com

jasminazulic7@gmail.com

Key words: quality parameters of municipal wastewater, flow rate, wastewater legislation in BiH

ABSTRACT:

Using water from a water supply systems for different uses results in a change in its physical, chemical and biological properties and the formation of wastewater. Such water should be collected and appropriately refined and carried to the receiver without any adverse environmental consequences.

In this paper we have monitored the physical, chemical and biological parameters of the pollution of municipal waters at the "Grmeč" teaching center, in order to determine their quality depending on the flow rate, in accordance with the Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine Federacije BiH, broj 101/15) and the Uredbom o dopuni uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine Federacije BiH, broj 1/16). The results of the analysis show that the examined municipal wastewater has a strong, unpleasant odor as well as the color characteristic of this type of water. In addition, the measured values of dissolved oxygen and oxygen saturation were measured and in some samples COD, BOD, KMnO_4 consumption and total nitrogen were increased. The research was conducted in April 2017, and the flow rate varied depending on the workload and attendance of the students. The flow rate ranged from $9.11 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ to $2.09 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

*There is a large number of microorganisms, especially colifomic bacteria, in such wastewaters, and the presence of *Escherichia coli* is detected by the membrane filtration method. Such wastewater must not be released into the final recipient, in this case it is the*

stream of Drobinica, which passes through the teaching center, and must be cleaned up to the value of the parameters prescribed by the Decree on Discharging the Environment.

For the purification of municipal wastewater one of the best solutions is the use of plant equipment, which uses plants to treat wastewater. The benefits of this method are good fit into the environment, no negative impacts on the environment, and in that time the plant itself is settled by certain types of microorganisms.

PRAĆENJE PARAMETARA KVALITETA KOMUNALNE OTPADNE VODE U NASTAVNOM CENTRU "GRMEČ" OVISNO O BRZINI PROTOKA

Ključne riječi: parametri kvaliteta komunalnih otpadnih voda, brzina protoka, legislativa otpadne vode u BiH

SAŽETAK:

Upotrebom vode iz brojnih vodoopskrbnih sistema za različite namjene dolazi do promjene njezinih fizikalnih, hemijskih i bioloških svojstava te nastaju otpadne vode. Takve vode potrebno je prikupiti te na prikladan način prečistiti i odvesti u prijemnik bez štetnih posljedica za okoliš.

U radu smo pratili fizikalne, hemijske i biološke parametre onečišćenja komunalnih voda u nastavnom centru "Grmeč", kako bi se utvrdila njihova kvaliteta ovisno o brzini protoka, a u skladu sa Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine Federacije BiH, broj 101/15) i Uredbom o dopuni uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine Federacije BiH, broj 1/16). Rezultati analize pokazuju da ispitivana komunalna otpadna voda ima jak, neugodan miris, kao i boju karakterističnu za ovakvu vrstu voda. Pored toga izmjerene su smanjene vrijednosti otopljenog kisika i zasićenosti kisikom, a u nekim uzorcima povećane su vrijednosti HPK, BPK₅, utroška KMnO₄, te ukupnog dušika. Istraživanja su rađena u aprilu 2017. godine, a brzina protoka je varirala ovisno o radnom opterećenju i prisustvu studenata. Brzina protoka se kretala od $9,11 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ do $2,09 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$.

U ovakvim otpadnim vodama postoji velik broj mikroorganizama, naročito koliformnih bakterija, a metodom membranske filtracije utvrđeno je prisutvo Escherichie coli. Ovakve otpadne vode ne smiju se ispusti u konačni recipijent, u ovom slučaju to je potok Drobinica, koja protječe kroz nastavni centar, te se ista prethodno mora prečistiti do vrijednosti parametara koje su propisane navedenom Uredbom za ispuštanje u okoliš.

Za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda jedno od boljih rješenja je upotreba biljnih uređaja, koji upotrebom biljaka vrše obradu otpadne vode. Prednosti ove metode su dobro uklapanje u okoliš, nema negativnih uticaja na okoliš, a samim tim vremenom se i sam biljni uređaj naseljava određenim vrstama mikroorganizama.

1. UVOD

Komunalne otpadne vode su otpadne vode iz kućanstava ili mješavina otpadnih voda iz kućanstava s industrijskim otpadnim vodama i/ili oborinskim vodama [1]. Sastav otpadne tvari u kućanskim vodama ovisi o više uzroka, a posebno o načinu života, klimatskim prilikama, izgrađenosti vodovodnog sistema i raspoloživim količinama vode. Njihova količina i opterećenje zagađujućim materijama može se izraziti putem normativa, tj. standardnim vrijednostima po stanovniku. Neki otpadi mogu biti slični onima iz domaćinstva, ali su izuzetno zagađujući zbog visokih koncentracija organskih materija kao što su krv, ulja, masti, enfluenti iz mljekara, klaonica i destilerija [2].

Svježe kućanske otpadne vode su sivo-smeđe boje, karakterističnog mirisa. Temperatura otpadne vode povišena je u odnosu na vodovodnu, zbog grijanja u kuhinjama, kupaonicama, praonicama i slično [3]. Tečenjem u kanalizacijskoj mreži, nakon što je biološka razgradnja napredovala, boja vode postaje tamna, a miris osebujan po trulim jajima, zbog sadržaja vodik-sulfida. Komunalne upotrebene vode sadrže značajne količine organskih i neorganskih dušičnih i fosfornih jedinjenja. Pored raznih organskih i neorganskih jedinjenja sadrže i veliki broj klica (bakterija, virusa), koji mogu dovesti do epidemija [4].

Biorazgradivost je temeljna karakteristika komunalnih otpadnih voda. Biološki procesi u obradi otpadnih voda mogu se provesti kao aerobni i anaerobni, uz pomoć aerobnih ili anaerobnih mikroorganizama [5].

Osnovni cilj ovog istraživanja je bio određivanje parametara kvaliteta komunalne otpadne vode u nastavnom centru „Grmeč“ ovisno o brzini protoka. Parametri su praćeni kroz 5 dana, pri čemu je protok varirao ovisno o sedmičnom opterećenju studenata. Konačni recipijent je potok Drobница, koji se nalazi u blizini nastavnog centra.

2. MATERIJAL I METODA RADA

Za izradu ovog rada korištena je komunalna otpadna voda u Nastavnom centru „Grmeč“, koja je organski opterećena.

Karakteristike otpadne vode su pretežno organskog zagađenja čiji uticaj na kvalitet otpadnih voda pratimo preko specifičnih parametara kao što su suspendirane materije, HPK, BPK₅, koncentracija amonijum jona i soli, nitrata i nitrita. Određivanje fizičko-hemijskih parametara kvaliteta uzorka otpadne vode je rađeno prema standardnim metodama (APHA, 2000). i Uredbi o uslovima ispuštanja otpadnih voda u prirodne recipijente (*Sl. novine FBiH* broj 04/12).

Za mjerenje općih parametara: pH-vrijednost, temperatura, elektroprovodljivost, koncentracije otopljenog kisika i zasićenosti kisikom korišten je multiparametar SensoDirect 150, Lovibona.

Za mjerenje mutnoće vode u uzorku korišten je turbidimetar marke HANNA.

Amonijakalni dušik (N-NH₄) određivan je spektrofotometrijski metodom po Nessleru na uređaju Spektrofotometar photoLab® 6600 UV-VIS. Vrijednost absorbancije se očitava pri 425 nm. Nitriti, nitrati, ukupni dušik i ukupni fosfor su određivani spektrofotometrijskom metodom pomoću uređaja Spektrofotometar photoLab® 6600 UV-VIS, uz upotrebu Merck

kitova Spectroquant. Vrijednost nitrita, nitrata, ukupnog dušika i ukupnog fosfora izražava se u mg/L.

Hemijska potrošnja kisika se određivala spektrofotometrijski pomoću uređaja Spektrofotometar photoLab® 6600 UV-VIS. Metoda za određivanje hemijske potrošnje kisika je bikromatna metoda, a u tu svrhu su korišteni Merck testovi, Cod Cell Test C4/25.

Za mikrobiološku uzorka korištena je metoda membranske filtracije. Princip ove metode jest koncentriranje bakterijskih stanica na površinu membranskog filtra iz većeg volumena uzorka, te naciepljivanje ovih bakterija na hranjivu podlogu. Za mikrobiološku analizu korištena je gotova podloga za određivanje ukupnih koliformnih bakterija i *Escherichie coli*. Nakon membranske filtracije uzorak se stavi na inkubacija 48 sati na 37⁰C. Kolonije prisutnih koliforma porastu na filteru za 24-48 sati.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

U ovom poglavlju su prikazani rezultati fizikalne, hemijske i biološke analize komunalnih voda u nastavnom centru "Grmeč", a ovisno o brzini protoka.

Analiza uzoraka otpadne vode rađena je u aprilu 2017. godine, a rezultati su varirali ovisno o protoku i radnom opterećenju studenata po danima uzorkovanja.

Tabela 1. Fizikalno - hemijski pokazatelji kvaliteta komunalne otpadne vode iz Nastavnog centra „Grmeč“

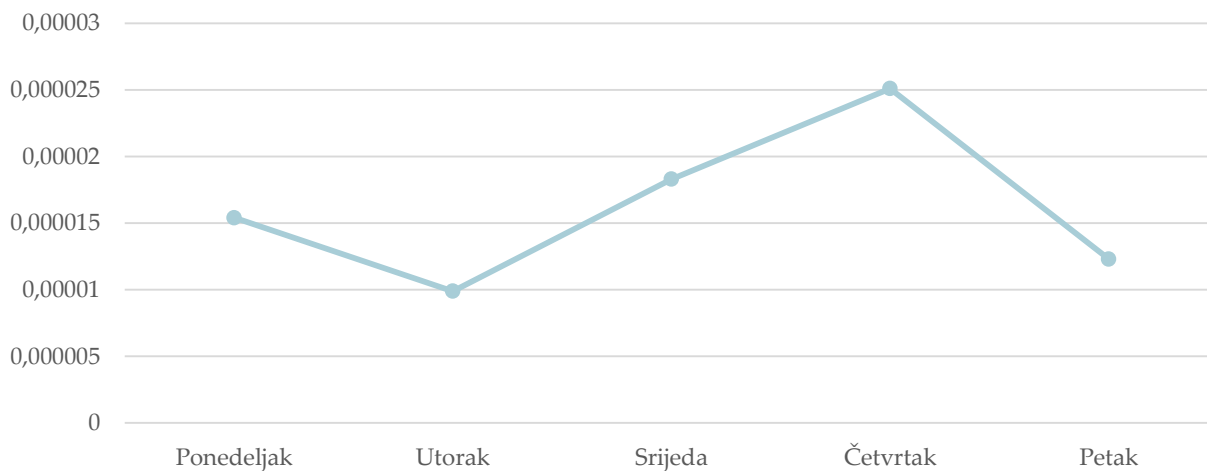
Pokazatelji onečišćenja	10.04.2017. Koncentracija	11.04.2017. Koncentracija	12.04.2017. Koncentracija	13.04.2017. Koncentracija	14.04.2017. Koncentracija
Miris	Jak, po sumporu	Jak, po sumporu	Jak, po sumporu	Jak, po sumporu	Jak, po sumporu
Boja	Smeđa	Svijetlo smeđa	Smeđa	Smeđa	Žuta
Mutnoća (NTU)	40,11	33,21	39	26,16	24,43
Temperatura (°C)	18	14	13,5	16	15,6
pH	8,1	7,8	8,34	8,5	8,41
Elektroprovodljivost (μS)	497	364	389	432	485
Zasićenost kisikom (%)	2,2	2,8	3,9	5,8	2,6
Otopljeni kisik (mg/L)	1	1,3	1,9	2,8	1,2
Isparni ostatak (mg/L)	410	365	351	291	389
Žareni ostatak (mg /L)	301	269	211	175	223
Suspendirane tvari (mg/L)	91	15	41	36	85
Amonijak (mg/L)	49,8	30,9	40,3	44,5	55,2

Peti naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

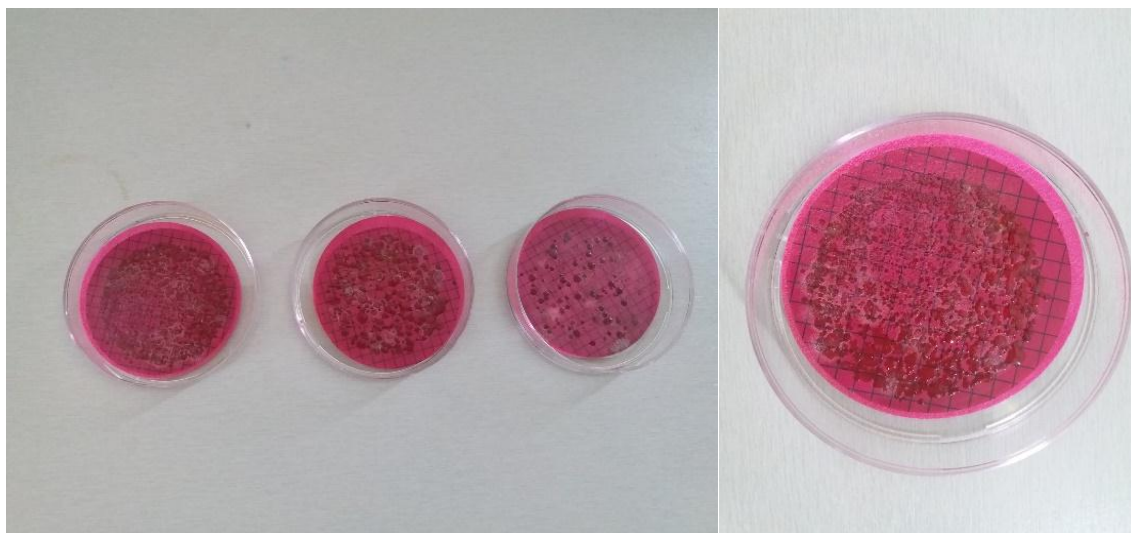
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

Nitriti (mg/L)	0,09	0,11	0,31	0,29	0,45
Nitrati (mg/L)	1,1	0,32	0,07	0,09	0,22
Ukupni dušik (mg/L)	51,5	31	40,2	44,8	55,4
Fosfor (mg/L)	2,1	1,75	1,95	1,88	2,4
Utrošak $KMnO_4$ (mg/L)	19,1	15,5	18,1	20,3	17,7
HPK (mgO_2/L)	103	66	183	201	115
BPK5 (mgO_2/L)	48	27,8	82,7	92	51,5
Ukupni koliformi na 37°C/24h(broj/100 ml)	640	514	699	743	568
Fekalni koliformi (E.coli) na 37°C/24h (broj/100ml)	415	393	512	593	409

Brzina protoka m^3/s



Grafikon 1. Brzina protoka po danima, ovisno o radnom opterećenju studenata



Slika 2 i 3. Ukupni koliformi na 37°C/24h(broj/100 ml)

Parametri su praćeni kroz 5 dana, pri čemu je protok varirao ovisno o sedmičnom opterećenju studenata. Konačni recipijent je potok Drobница, koji se nalazi u blizini nastavnog centra.

Rezultati analize pokazuju da ispitivana komunalna otpadna voda ima jak, neugodan miris, kao i boju karakterističnu za ovakvu vrstu voda. Pored toga izmjerene su smanjene vrijednosti otopljenog kisika i zasićenosti kisikom, obzirom da kisik koriste mikroorganizmi prisutni u vodi.

pH vrijednost u uzorcima se kretala u rasponu od 7,8 do 8,5, što je u skladu za graničnom pH vrijednošću otpadne vode koja se može ispustiti u površinska vodna tijela, a koja je propisana Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine Federacije BiH, broj 101/15) i Uredbom o dopuni uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine Federacije BiH, broj 1/16). Koncentracija suspendiranih tvari u uzorcima je varirala, a najveća je bila prva i zadnji dan uzorkovanja, pri čemu je koncentracija suspendiranih tvari prelazila granične vrijednosti propisane Uredbom.

Spojevi dušika u vodi su pokazatelj trenutnog zagađenja i u svim uzorcima koncentracija amonijaka i ukupnog dušika prelazila je maksimalno dozvoljenu koncentraciju. Sadržaj organske tvari u uzorcima otpadne vode izražen kao HPK i BPK5 je varirao, a najveća HPK vrijednost izmjerena je četvrti dan uzorkovanja, pri najvećem protoku. HPK vrijednost u uzorcima 3 i 4 prelazila je granične vrijednosti propisane Uredbom.

Mikrobiološka analiza uzoraka urađena membranskom filtracijom pokazala je prisustvo velikog broja ukupnih i fekalnih koliformnih bakterija, što ne iznenađuje jer je riječ o komunalnoj otpadnoj vodi. Ipak, broj prisutnih bakterija roda *Escherichia coli* u uzorcima 3 i 4 prelazi maksimalno dopušteni broj u vodi koja se ispušta u priobalne i prijelazne vode.

Rezultati analize komunalne otpadne vode iz nastavnog centra „Grmeč“ su pokazali da je ovu vodu neophodno prethodno prečistiti prije ispuštanja u potok Drobnicu, jer njen sastav varira o protoku i radnom opterećenju studenata i često vrijednosti fizičko – hemijskih i mikrobioloških parametara prelaze granične vrijednosti propisane Uredbom o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine Federacije

BiH, broj 101/15) i Uredbom o dopuni uredbe o uslovima ispuštanja otpadnih voda u okoliš i sisteme javne kanalizacije (Službene novine Federacije BiH, broj 1/16).

Za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda jedno od boljih rješenja je upotreba biljnih uređaja, koji upotrebom biljaka vrše obradu otpadne vode. Prednosti ove metode su dobro uklapanje u okoliš, nema negativnih uticaja na okoliš, a samim tim vremenom se i sam biljni uređaj naseljava određenim vrstama mikroorganizama.

4. ZAKLJUČAK

U radu su prikazani rezultati praćenja parametara kvalitete komunalne otpadne vode u nastavnom centru „Grmeč“ ovisno o brzini protoka. Pet dana uzastopno praćeni su fizičko – hemijski parametri, mjereno je protok otpadne vode i određeni mikrobiološki parametri koji su pokazatelj fekalnog zagađenja (*Escherichia coli* i ukupni koliformi), a koji su određeni metodom membranske filtracije. Na osnovu rezultata možemo zaključiti sljedeće:

- Najveći protok je izmjeren u četvrtak, 13.04.2017. godine i iznosio je $2,09 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$, a najmanji protok je izmjeren u utorak, 11.04.2017. godine i iznosio je $9,11 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$.
- Pri najvećem protoku utvrđena je i najveća koncentracija ukupnih koliforma (743/100 ml) i fekalnih koliforma (593/100 ml), dok je pri najmanjem protoku zabilježena najmanja koncentracija ukupnih koliforma (514/100 ml), kao i najmanja koncentracija fekalnih koliforma (393/100 ml).
- Parametri: miris, boja, pH vrijednost, elektroprovodljivost, nitriti i fosfor varirali su ali nisu ovisili o izmjenom protoku.
- Najveće vrijednosti BPK₅, HPK, utroška KMnO₄ i ukupnog dušika su izmjerene pri najvećem protoku, a najmanje pri najmanjem protoku.
- Najmanja vrijednost mutnoće, amonijaka i suspendiranih tvari je izmjerena pri najmanjem protoku.
- Najmanja vrijednost žarenog ostatka i isparnog ostatka, a najveća vrijednost otopljenog kisika je izmjerena pri najvećem protoku.
- Zaključujemo da su vrijednosti mikrobioloških parametara, kao i hemijskih parametara: BPK₅, HPK, utroška KMnO₄ i ukupnog dušika bitno odstupale u odnosu na najveći i najmanji izmjereni protok, odnosno, da su najveće vrijednosti ovih parametara izmjerene pri najvećem, a najmanje pri najmanjem protoku. Mutnoća, amonijak i suspendirane tvari se smanjuje pri najmanjem protoku, a žareni i isparni ostatak pri najvećem protoku. Pri najvećem protoku najveća je koncentracija otopljenog kisika, koja se smanjuje smanjenjem protoka.

5. LITERATURA

1. Direktiva o odvodnji i pročišćavanju komunalnih otpadnih voda - 91/271/EEC, Službeni list 135, svibanj 1991., s. 0040-0052.
2. Đarmati Š., Veselinović D., Gržetić I., Marković D. (2006): Životna sredina i njena zaštita, Knjiga 1 Životna sredina, Univerzitet Singidunum, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura.
3. Europska agencija za okoliš (1998): Urban wastewater projects-a layperson's guide, Vodoprivredno-projektni biro, d.d. Zagreb, pp 12.
4. Tadić J., (2010): Zagađivanje voda, skripta, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Beograd, str. 17.
5. Wang, K. Enhanced Biological Nitrogen Removal by Increasing Wastewater Temperature in An Activated Sludge System. Industrial Ecology, Royal Institute of Technology, Stocholm(2012), pp. 3–16.
6. APHA Standard Methods for the Examination of Wastewater and Wastewater Treatment. 20. Edition American Public Health Association. American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, Washington, D.C(1998).

I'm With Nature



**ORCHID FLORA OF THE VISOČICA - MOUNTAIN RELIEF OF VISOKO
MUNICIPALITY IN CENTRAL BOSNIA**

¹Šabanović Elvedin, ²Sarajlić Nermina, ³Boškailo Aldin

¹JU Zavičajni muzej Visoko

²Univerzitet u Nišu

³Univerzitet Džemal Bijedić u Mostaru

sabanovic.elvedin@gmail.com

Keywords: orchids, Visočica, Red list, conservation threats

ABSTRACT:

*Visoko, fortress and a city of Visoki (after which the city of Visoko is named) on the Visočica hill, Mile (today's Arnautovići), Biskupići and Moštre have undoubtedly been the center of the medieval Bosnia. All four places can be seen from the Visočica hill. The subalpine climate prevails in the area of Visočica, which is mostly caused by the surrounding mountains. The base of Visočica is located at the crossroad of regional R-445 road Visoko - Kakanj in Topuzovo polje and it leads over Ravne to the central plateau, where, at an altitude of 766.5 m a.s.l., about 300 meters above the Visoko valley, the medieval Bosnian royal town of Visoki is located. In 2004, Visoki was declared a national monument of Bosnia and Herzegovina. Although relatively small, the area of Visočica contains a significant number of primary and secondary plant communities, with numerous plant species of 46 different families. Because of the concrete road, the access to Visočica is easy, which strongly reflects in negative anthropogenic impact. However, the field survey shows that there are 6 orchid species in Visočica, three of which (*Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch and *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br.) are currently listed on the Red List of Flora of Federation of Bosnia and Herzegovina.*

Ključne riječi: orhideje, Visočica, crvena lista, problemi zaštite

SAŽETAK:

*Visoko, tvrđava i grad Visoki (po kojem je Visoko dobilo ime) na brdu Visočica, Mile (današnji Arnautovići), Biskupići i Moštre su nedvojbeno bili središte nekadašnje srednjovjekovne Bosne, a sa brda Visočica vide se sva četiri nabrojana kraljevska mjesta. Na Visočici preovladava pretplaninski tip klime na što izražen uticaj imaju i okolne planine. Podnožje Visočice nalazi se na skretanju sa regionalnog puta R-445 Visoko-Kakanj u mjestu Topuzovo polje i preko Ravana vodi ka centralnom platou na kojem se nalazi i Srednjovjekovni bosanski kraljevski grad Visoki koji je 2004. g. proglašen nacionalnim spomenikom Bosne i Hercegovine, smješten na visini od 766,5 m i oko 300 m iznad visočke kotline. Iako relativno male površine, Visočica sadržava značajan broj primarnih i sekundarnih biljnih zajednica u okviru kojih se posebno izdvaja bogatstvo biljnim vrstama koje su opisane u 46 različitih porodica biljaka. Zahvaljujući lakom asfaltnom pristupu Visočica je pod snažnim udarom negativnih faktora antropogenog porijekla. Ipak, opsežnim terenskim istraživanjima konstatovano je da na Visočici raste 6 vrsta orhideja od kojih se tri: *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch i *Gymnadenia conopsea* (L.) R.Br. nalaze na Crvenoj listi flore Federacije Bosne i Hercegovine.*

1. UVOD

Orhideje (*Orchidaceae* L.) su zajedno sa porodicom *Asteraceae* jedna od dvije najveće porodice biljaka među cvjetnicama, sa procjenama na oko više od 25 000 vrsta (Dressler, 1993; Mabberley, 1997.; Cribb i sar., 2003). Oko 870 rodova unutar 5 potporodica smatra se sveprisutnim gotovo na svim kontinentima (Dressler, 1981; Chase i sar., 2003). Unutar ove porodice prema radnom popisu svih vrsta biljaka trenutno se navodi 899 rodova. (theplantlist.org). Biljke iz porodice orhideja kao sastavni dio flore Bosne i Hercegovine, zauzimaju po broju vrsta značajno mjesto. Međutim, monografski ova porodica nije obrađena, a postoji i mali broj znanstvenih radova posvećenih ovoj skupini biljaka. Orhideje su posebno zanimljive sa stanovišta njihovog opstanka jer su ranjiva grupa biljaka, posebno kada je u pitanju negativni antropogeni uticaj na njihova staništa i korištenje pojedinih vrsta u ljekovite svrhe. Prema podacima Šilića (in Redžić i sar., 2008) na cijelom teritoriju Bosne i Hercegovine utvrđeno je 69 svojta orhideja. Ovaj autor također smatra da postoji vjerovatno i više vrsta, čak oko njih 80. Navedeni podaci se bitno razlikuju od onih koji se nalaze u Beckovoj Flori Bosne i Hercegovine (1903), gdje je dat pregled za 56 vrsta. Koliko može biti velika raznovrsnost orhideja na relativno maloj površini u Bosni i Hercegovini pokazuju i najnovija istraživanja u kojima se došlo do saznanja da u flori planine Trebević ima 33 vrste orhideja, a na planini Ozren kod Sarajeva 39 vrsta (Šoljan, Muratović, Abadžić, 2012).

Zbog postojanja realnih opasnosti za opstanak pojedinih vrsta orhideja u mnogim zemljama one se nalaze na listi zaštićenih vrsta pa tako i u Bosni i Hercegovini. Republički zavod za zaštitu kulturno-historijskog i prirodnog naslijeđa Republike Srpske objavio je 2012. godine Crvenu listu vaskularne flore na kojoj se nalazi 818 vrsta među kojima je 49 vrsta orhideja s

tim da uz ime pojedine vrste na ovoj listi nije pridružen podatak o stepenu ugroženosti. Ministarstvo okoliša i turizma Federacije Bosne i Hercegovine je 2013. godine u okviru projekta "Šumska i planinska zaštićena područja" priredilo "Crvene liste ugroženih biljaka, životinja i gljiva u Federaciji Bosne i Hercegovine" u okviru koje se nalazi 659 taksona od kojih 28 pripada porodici orhideja.

Sa geološkog aspekta područje općine Visoko pripada širem području poznatom kao sarajevsko-zenički ba(s)zen ili sarajevsko-zenička kotlina, u kojoj se pojavljuju stijene koje sačinjavaju građu mlađih miocenskih sedimenata, dok se samo na krajnjem zapadnom dijelu kotline pojavljuju i najstarije paleozojske stijene (Spahić i Handžić, 2009 in Šabanović 2013). Granice prostora općine su uglavnom prirodnogeografske i predstavljene su obroncima okolnih brda i one odvajaju područje ove općine od sedam bosanskohercegovačkih općina (Šabanović, 2013). Područje općine Visoko, pa tako i Visočice, nalazi se u centralnom dijelu planinsko-kotlinske makroregije Bosne i Hercegovine, u središnjem dijelu sarajevsko-zeničke kotline koja je centralno položena u bosanskohercegovačkim Dinaridima. U hidrografskom smislu područje općine Visoko pripada slivu rijeke Bosne, a koja pripada slivu rijeke Save, odnosno Crnomorskom riječnom slivu Bosne i Hercegovine. U pedogeografskom i biogeografskom pogledu Visoko pripada Dinarskoj regiji Eurosibirske oblasti, te se nalazi u prostoru degradiranih smeđih tala sarajevsko-zeničke kotline (luvisol) i krečnjačkih planinskih tala planinskog područja (kalkokambisol), te u pojasu hrastovo-grabovih, bukovih i mješovitih bukovo-jelovih šuma (Spahić et Handžić, 2009 in Šabanović 2013). Najveći dio područja općine Visoko uključujući i Visočicu pokrivaju kompleksi rendzina-distrični kambisol-pseudoglej na flišnim sedimentima, a koja se odlikuje specifičnim orografskim, edafskim, klimatskim i biljnogeografskim karakteristikama (Barudanović et Šabanović, 2011). Najniža temperatura zraka u Visokom zabilježena je u mjesecu januaru, a najvišu temperaturu ima mjesec avgust. S obzirom na termičke prilike Visoko ima obilježje pretplaninske klime gdje su zime nešto hladnije od zima u području tipične umjerenokontinentalne klime, a i duže traju. Ljeta su umjereno topla sa temperaturom od 18 do 20°C i ne traju dugo. Apsolutno maksimalna temperatura zraka na području općine Visoko bilježi se tokom ljetnih mjeseci i to u avgustu 36,6°C, dok se minimalne temperature javljaju u januaru -14,15°C. Trajanje sunčeve insolacije iznosi oko 1742 sata godišnje i Ovaj broj sunčanih sati u velikoj mjeri utiče i određuje stanište pojedinih biljnih vrsta (Spahić et Handžić, 2009 in Šabanović 2013). Godišnja količina padavina na području općine Visoko iznosi 939 mm. Najviše padavina ima u kasnu jesen, dok se sporedni maksimum javlja u maju. Minimum padavina je u februaru, a sporedni minimum je u avgustu. Podnožje Visočice nalazi se na skretanju sa regionalnog puta R-445 Visoko-Kakanj u mjestu Topuzovo polje i preko Ravana vodi ka centralnom platou na kojem se nalazi i Srednjovjekovni bosanski kraljevski grad Visoki koji je 2004. g. proglašen nacionalnim spomenikom Bosne i Hercegovine, smješten na visini od 766,5 m i oko 300 m iznad visočke kotline. Iako relativno male površine Visočica sadržava značajan broj primarnih i sekundarnih biljnih zajednica u okviru kojih se posebno izdvaja bogatstvo biljnim vrstama koje su opisane u 46 različitih porodica biljaka (Šabanović i Bektić, 2017).

2. MATERIJAL I METODE RADA

Terenska istraživanja biljaka iz porodice orhideja (*Orchidaceae* L.) na prostoru Visočice započela su u ljeto 2013. godine i uključivala su popis biljnih vrsta i njihovu biologiju, posebno sa stajališta izravnih antropogenih prijetnji.

Bibliografski podaci o rasprostranjenosti orhideja na području Bosne i Hercegovine uključujući posebno Visoko i okolinu urađeni su prema Formaneku (1890).

Razumijevanje biologije i ekologije pojedinih vrsta orhideja zasnovano je na njihovom učešću u specifičnim tipovima vegetacije za područje općine Visoko (Šabanović, 2013).

Vrste su određivane prema Webu (2010) i Domcu (1989).

Nomenklatura vrsta urađena je prema Euro Med PlantBase.

3. REZULTATI RADA I DISKUSIJA

Područje Visočice na kojem su provedena istraživanja predstavljena u ovom radu pokriva zona uglavnom brdskog reljefa na nadmorskoj visini ne manjoj od 500 m gdje je rasprostranjen određen broj livadskih i šumskih biljnih zajednica klasifikovanih prema tipovima staništa u Bosni i Hercegovini od evropskog značaja, a čiju osnovu čini Aneks I Direktive o staništima (Milovanović, Đ. i sar., 2015). U svojim radovima (Formanek, 1890; Beck, 1903) navode sljedeće vrste orhideja u Visokom i oko Visokog, i to: *Orchis morio* L., *Gymnadenia conopsea* R.Br. i *Dactylorhiza sambucina* (L.) Soo, od kojih jedino ova posljednja nije zabilježena na Visočici. Promatrana je prisutnost i četiri vrste orhideja koje se ne navode u stručnoj literaturi (Formanek, 1890; Beck, 1903) za područje Visokog, ali se pojavljuju na Visočici, i to: *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritch., *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich., *Orchis ustulata* L. i *Orchis tridentata* Scop.

Rod *Orchis*

Orchis morio L.

Stanište: pojavljuje se u velikom broju jedinki posebno u livadskim zajednicama čija staništa u usporedbi sa tipovima staništa u Bosni i Hercegovini od evropskog značaja (Milovanović, Đ. i sar., 2015) čiju osnovu čini Aneks I Direktive o staništima, najviše odgovaraju poluprirodnim suhim travnjacima i šibljacima na krečnjaku (*Festuco-Brometalia*, značajna staništa orhideja). Ova staništa nalaze optimum na izraženijim nagibima terena, južnim ekspozicijama i ocjeditijim tlima u brdskom i montanom pojasu u Bosni i Hercegovini. Geološku podlogu na staništima zajednica ovog reda čine krečnjaci, dolomiti, dolomitisani krečnjaci, silikati, dok su tla uglavnom kalkomelanosoli, kalkokambisoli, ilimerizovana tla, čija pH vrijednost varira između 6,5 i 7,5. Ovaj tip staništa uključuje široki rang livadskih zajednica koje se generalno nalaze unutar klase *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tüxen 1943.

Status populacija na Visočici: nedovoljno istražen

Prijetnje: nesavjesno branje, prekomjerna ispaša, nedozvoljena gradnja, brdski motociklizam

Orchis ustulata L.

Stanište: jedinke ove vrste zabilježene su u livadskim zajednicama čija staništa u usporedbi sa tipovima staništa u Bosni i Hercegovini od evropskog značaja (Milovanović, Đ. i sar., 2015) čiju osnovu čini Aneks I Direktive o staništima, najviše odgovaraju nizijskim košanicama koje se održavaju zahvaljujući stalnim antropogenim utjecajem koji uključuje njihovo često dohranjivanje. U Bosni i Hercegovine se razvijaju u dolinskim, brdskim i gorskim predjelima i pripadaju svezama *Arrhenatherion* Koch 1926, *Cynosurion* Tüxen 1947 i *Calthion* Tüxen 1937. Ove livade se razvijaju se na umjereno vlažnim, dubokim tlima, uključuju opštu pokrovnost od gotovo 100%, gdje preovladavaju pripadnici porodica *Fabaceae*, *Poaceae* i *Compositae* sa vrstama kao što su *Achillea millefolium*, *Alectorolophus minor*, *Anthoxanthum odoratum*, *Dactylis glomerata*, *Filipendula vulgaris*, *Knautia arvensis*, *Leucanthemum vulgare*, *Sanguisorba officinalis*, *Lotus corniculatus* i druge.

Status populacija na Visočici: nedovoljno istražen

Prijetnje: nesavjesno branje, prekomjerna ispaša, pretvaranje u obradive površine, nedozvoljena gradnja, brdski motociklizam

Observacija: nova vrsta za područje Visokog

Orchis tridentata L.

Stanište: jedinke ove vrste su zabilježene u livadskim zajednicama na kojima je utvrđeno i prisustvo *Orchis ustulata* L.

Status populacija na Visočici: nedovoljno istražen

Prijetnje: nesavjesno branje, prekomjerna ispaša, pretvaranje u obradive površine, nedozvoljena gradnja, brdski motociklizam

Observacija: nova vrsta za područje Visokog

Rod *Anacamptis*

Anacamptis pyramidalis (L.) Rich.

Stanište: pojavljuje uz rubove šuma i šikara ili na granici livadskih ekosistema prema njima.

Status populacija na Visočici: nedovoljno istražen

Prijetnje: nesavjesno branje, prekomjerna ispaša, krčenje, nedozvoljena gradnja, različita iskopavanja, brdski motociklizam

Observacija: nova vrsta za područje Visokog

Rod *Gymnadenia*

Gymnadenia conopsea (L.) R. Br.

Stanište: pojavljuje se na vlažnim livadama pretežno na tlima s izmjeničnom vlagom (srednja vlažnost) kao i u šumskim livadama.

Status populacija: nedovoljno istražen

Prijetnje: nesavjesno branje, prekomjerna ispaša, krčenje, nedozvoljena gradnja, različita iskopavanja, brdski motociklizam

Rod *Cephalanthera*

Cephalanthera longifolia (L.) Fritch.

Stanište: pojavljuje se u svijetlim šumama čija staništa u usporedbi sa tipovima staništa u Bosni i Hercegovini od evropskog značaja (Milovanović, Đ., i sar., 2015) čiju osnovu čini Aneks I Direktive o staništima, najviše odgovaraju mezofilnim šumama kitnjaka i graba sa ilirskim vrstama koje rastu najčešće na razvijenim smeđim zemljištima neutralne reakcije, kao i bukovim šumama ilirske provincije koje su najrasprostranjenije i privredno najvažnije šumske zajednice koje obuhvataju najveći dio dinarske oblasti, a značajne su i u ostalim ekovegetacijskim oblastima Bosne i Hercegovine.

Status populacija na Visočici: nedovoljno istražen

Prijetnje: nesavjesno branje, prekomjerna ispaša, krčenje, nedozvoljena gradnja, različita iskopavanja, brdski motociklizam

Observacija: nova vrsta za područje Visokog



Fig. 1: a) *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritch. b) *Orchis morio* L. c) *Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich. d) *Orchis ustulata* L. e) *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br. f) *Orchis tridentata* Scop.

4. ZAKLJUČAK

Orhideje se na Visočici javljaju u livadskim zajednicama čija staništa u usporedbi sa tipovima staništa u Bosni i Hercegovini od evropskog značaja (Milanović, Đ. i sar., 2015) čiju osnovu čini Aneks I Direktive o staništima, najviše odgovaraju poluprirodnim suhim travnjacima i šibljacima na krečnjaku (*Festuco-Brometalia*, značajna staništa orhideja), staništima koja najviše odgovaraju nizijskim košanicama koje se održavaju zahvaljujući stalnim antropogenim utjecajem koji uključuje njihovo često dohranjivanje, uz rubove hrastovo-grabovih šuma i šikara ili na granici livadskih ekosistema prema njima, na vlažnim livadama pretežno na tlima s izmjeničnom vlagom (srednja vlažnost) kao i u šumskim livadama te u svijetlim šumama čija staništa najviše odgovaraju mezofilnim šumama kitnjaka i graba sa ilirskim vrstama koje rastu najčešće na razvijenim smeđim zemljištima neutralne reakcije, kao i bukovim šumama ilirske provincije. Orhideje Visočice imaju potencijal za buduću prirodoslovnu zbirku Muzeja u Visokom.

5. LITERATURA

- [1] Beck, G. (1903), *Flora Bosne, Hercegovine i novopazarskog sandžaka, I. dio: Gymnospermae i Monocotyledones (nastavak)*, Glasnik Zemaljskog Muzeja Bosne i Hercegovine, 15 (2): 185-230, Sarajevo.
- [2] Chase, M. W., Cameron, K. M., Barrett, R. L., Freudenstein, J. V. (2003), *DNA data and Orchidaceae systematics: a new phylogenetic classification*, In: Dixon K.W., Kell, S.P., Barrett, R.L., Cribb, P.J., eds. *Orchid conservation*. Kota Kinabalu, Sabah: Natural History Publications, 69–90.
- [3] Cribb, P.J., Kell, S.P., Dixon, K.W., Barrett, R.L. (2003), *Orchid conservation: a global perspective*, In: Dixon K. W., Kell, S. P., Barrett, R. L., Cribb, P.J., eds. *Orchid conservation*. Kota Kinabalu, Sabah, Natural History Publications, 1–24.
- [4] Domac, R. (1989), *Mala flora Hrvatske i susjednih područja*, Školska knjiga, Zagreb.
- [5] Dressler, R. L. (1981), *The orchids, natural history and classification*, Cambridge, MA: Harvard University Press. 332 p.
- [6] Dressler, R. L. (1993), *Phylogeny and classification of the orchid family*, Dioscorides Press. 314 p.
- [7] Dressler, R.L. (2005), *How many orchid species?*, Selbyana, 26 (1,2): 155-158.
- Đug, S., i sar. (2013), *Crvena lista flore Federacije Bosne i Hercegovine. Knjiga 2.*, Federalno ministarstvo okoliša i turizma, Sarajevo.
- [8] *Flora Europaea, Vol. V*, (1980), Cambridge University Press, Cambridge.
- [9] Formanek, E. (1890), *Zweiter Beitrag zur Flora von Bosnien und der Hercegovina*, Österreichische Botanische Zeitschrift 40: 73-106;
- [10] Heywood, V.H., Brummitt, R.K., Culham, A., Seberg, O. (2007), *Flowering plant families of the world (Vol. 88)*. Ontario: Firefly Books.
- [11] Joppa, L.N., Roberts, D.L., Pimm, S.L. (2011), *How many species of flowering plants are there?*, Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 278: 554-559.
- [12] Milanović, Đ., Brujić, J., Đug, S., Muratović, E., Lada, L.B. (2015), *Vodič kroz tipove staništa BiH*, Prospect C&S s.a.. Rue du Prince Royal 83, 1050 Brussels, Belgium.
- [13] Stebbins, G.L. (1981), *Why are there so many species of flowering plants?*, Bioscience, 31 (8): 573-577.
- [14] Šabanović, E. (2013), *Ekološka evaluacija konverzije staništa općine Visoko*, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu. Sarajevo.
- [15] Šabanović, E., Bektić, S. (2017), *Ljekovite biljne vrste na Visočici*, Dobra knjiga Sarajevo. Sarajevo.
- [16] Šoljan, D., Muratović, E., Abadžić, S. (2014), *Orhideje planina oko Sarajeva*, Dobra knjiga, Sarajevo.
- [17] Takhtajan, A. (2009), *Flowering plants*, Springer Science & Business Media.
- [18] www.historija.ba
- [19] www.theplantlist.org

I'm With Nature



WORLD
ENVIRONMENT
DAY



METALURGY AS FACTOR OF ENVIRONMENTAL POLLUTION OF THE CITY OF ZENICA BY DIOXINS AND FURANS

Tahir Sofilić

University of Zagreb, Metallurgical Faculty, Aleja narodnih heroja 3, Sisak, Croatia

tahir.sofilic@sk.t-com.hr

Keywords: pollution, dioxins, furans, metallurgical processes

ABSTRACT:

Among the metallurgical processes for the production of iron and steel, the most important sources of pollutants are coke production plants, agglomeration and sintering plants of iron ore, thermoelectric plants, blast furnaces, steelworks and processing plants. These plants are usually sources of pollutants that include a number of inorganic compounds (dust, SO₂, NO_x, NH₃, H₂SO₄, HCl, HF, HCN, H₂S, CO, CO₂, heavy metals, fluorides, chlorides, cyanides, etc.) and substances in the group of volatile organic compounds such as benzene, toluene, xylene; polycyclic aromatic hydrocarbons such as pyrene, naphthalene, anthracene, phenanthrene, etc. In the group of organic pollutants from metallurgical processes are particularly important persistent organic pollutants which include compounds such as polychlorinated biphenyls, polychlorinated terphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans.

Among them, the most dangerous and currently insufficiently investigated polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) are a major threat to the living world of the environment, mainly due to their basic features such as photolytic, chemical and biological resistance degradation, very high toxicity, genotoxicity and poor water solubility.

Due to the high risk of their accumulation in nature and the prevention of environmental contamination by these compounds from different natural and anthropogenic sources, many countries have invented their emissions into the environment to better understand the share of individual sources in the total emissions of these compounds as well as strategy development reducing their emissions.

Given that Bosnia and Herzegovina has not yet invented dioxin and furan inventories (or is unknown to the public), it is necessary to consider all possible anthropogenic sources of these

highly polluting substances and to measure or at least assess their emissions into the environment.

In this paper, as an attachment to the warning of the seriousness of the problem of environmental loads of dioxins and furans, the calculation and estimation of their emissions from the metallurgical plants of Zenica Ironwork were made. The calculation has been based on the experience of a large number of developed countries, and values for estimating the emissions of these pollutants into the European Union have been taken for PCDD/F emission factors from individual processes. For the purpose of obtaining a picture of the so-called the historical load of the city of Zenica with the PCDD/F emissions, for the calculation of their emissions from metallurgical processes in Zenica Ironwork in the period from 1955 to 2015, the yearly production of coke, sinter, crude iron and steel was taken into account.

METALURGIJA KAO ČIMBENIK ONEČIŠĆENJA ZENIČKOG OKOLIŠA DIOKSINIMA I FURANIMA

Ključne riječi: dioksini, furani, metalurgija, onečišćenje

SAŽETAK:

S obzirom da metalurška postrojenja, poput većine industrijskih izvora, mogu značajno utjecati na ukupnu onečišćenost okoliša, vrlo je važno poznavati sve metalurške procese kao i onečišćujuće tvari kojima ti procesi sudjeluju u onečišćavanju okoliša. Među metalurškim procesima za proizvodnju željeza i čelika, najznačajnije izvore onečišćujućih tvari predstavljaju pogoni za proizvodnju koksa, pogoni aglomeracije i sinteriranja željezne rude, termoenergetska postrojenja, visoke peći, čeličane i prerađivački pogoni. Ova postrojenja su obično izvori onečišćujućih tvari koje uz niz anorganskih spojeva (prašinu, SO₂, NO_x, NH₃, H₂SO₄, HCl, HF, HCN, H₂S, CO, CO₂, teške metale, fluoride, kloride, cijanide itd.) obuhvaćaju i organske onečišćujuće tvari poput skupine hlapivih organskih spojeva (HOS) poput benzena, toluena, ksilena; policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU) poput pirena, naftalena, antracena, fenantrena. U skupini organskih onečišćujućih tvari, posebno značajne onečišćujuće tvari iz metalurških procesa čine postojane organske onečišćujuće tvari (POO) u koje se ubrajaju spojevi kao što su poliklorirani bifenili, poliklorirani terfenili, poliklorirani dibenzo-p-dioksini i poliklorirani dibenzofurani.

Među njima najopasniji, a do sada nedovoljno istraživani, poliklorirani dibenzo-p-dioksini (PCDD) i poliklorirani dibenzofurani (PCDF), predstavljaju veliku opasnost za živi svijet okoliša što je uglavnom posljedica njihovih osnovnih značajki kao što su otpornost na fotolitičku, kemijsku i biološku razgradnju, vrlo visoka toksičnost, genotoksičnost i slaba topljivost u vodi¹⁻⁷. Zbog velike opasnosti od njihove akumulacije u prirodi, kao i sprječavanja onečišćavanja okoliša ovim spojevima iz različitih prirodnih i antropogenih izvora, mnoge zemlje su izradile inventarizaciju njihovih emisija u okoliš u svrhu boljeg razumijevanja učešća pojedinih izvora u ukupnoj emisiji ovih spojeva, kao i razvoja strategija

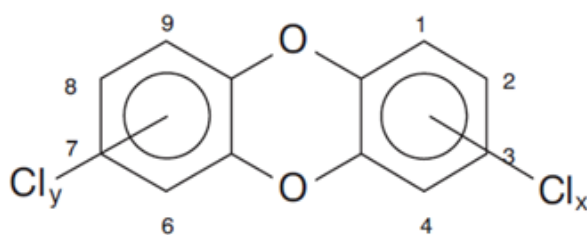
za smanjenje njihovih emisija. S obzirom da Bosna i Hercegovina do sada nije izradila inventarizaciju dioksina i furana, ili je javnosti nepoznata, nužno je razmotriti sve moguće antropogene izvore ovih vrlo štetnih onečišćujućih tvari te izmjeriti ili bar procijeniti njihove emisije u okoliš.

U ovom radu je kao prilog upozorenju na ozbiljnost problema opterećenja okoliša dioksinima i furanima, načinjen izračun i procjena njihove emisije iz metalurških postrojenja zeničke Željezare. Pri izračunu su poslužila dosadašnja iskustva velikog broja razvijenih zemalja, a za vrijednosti emisijskih faktora PCDD/F-a iz pojedinih procesa, uzete su prihvaćene vrijednosti za procjenu emisije ovih onečišćenja u Europskoj uniji. U svrhu dobivanja slike o tzv. povijesnom opterećenju okoliša grada Zenice emisijama PCDD/F-a, za izračun njihovih emisija iz metalurških procesa u Željezari Zenica u razdoblju od 1955. do 2015. uzete su u obzir godišnje proizvodnje koksa, sintera, sirovog željeza i čelika.

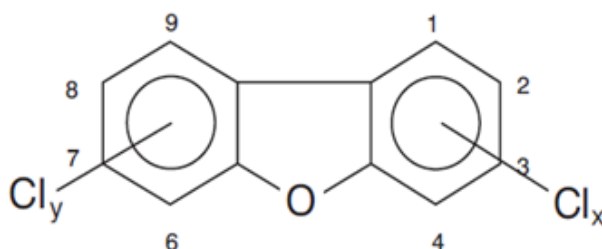
1. UVOD

Među metalurškim postrojenjima, općenito, najveće onečišćivače predstavljaju pogoni za proizvodnju koksa, pogoni aglomeracije i sinteriranje željezne rude, termoenergetska postrojenja, visoke peći i čeličane dok se prerađivački pogoni ubrajaju u manje značajne onečišćivače. Kada je riječ o emisijama iz metalurških postrojenja, obično se misli na onečišćujuće tvari anorganskog podrijetla (prašina, SO₂, NO_x, NH₃, H₂SO₄, HCl, HF, HCN, H₂S, CO, CO₂, teške metale, fluoride, kloride, cijanide, itd.) dok se zanemaruju i gotovo i ne spominju organske onečišćujuće tvari poput skupine hlapivih organskih spojeva (HOS), policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU), a posebno značajnu skupina organskih onečišćujućih tvari čini skupina postojanih organskih onečišćujućih tvari (POO) poput polikloriranih bifenila, polikloriranih terfenila, polikloriranih dibenzo-*p*-dioksina i polikloriranih dibenzofurana.

Poliklorirani dibenzo-*p*-dioksini (PCDD) i poliklorirani dibenzofurani (PCDF) ili zajedno kraće PCDD/F, slika 1, koji pripadaju spomenutoj skupini postojanih organskih onečišćujućih tvari, predstavljaju veliku opasnost za živi svijet okoliša. Osnovne karakteristike¹⁻⁷ ovih spojeva su njihova otpornost na fotolitičku, kemijsku i biološku razgradnju, vrlo visoka toksičnost, genotoksičnost i slaba topljivost u vodi. Za razliku od vrlo slabe topljivosti u vodi, imaju izraženu topljivost u mastima što je i uzrok pojave bioakumulacije odnosno nakupljanja dioksina i furana u masnim tkivima živih organizama, te bioakumulacija u prehrambenom lancu.



a) Poliklorirani-*p*-dibenzodioksin, PCDD



b) Poliklorirani dibenzofuran, PCDF

Slika 1. Strukturna formula PCDD (a) i PCDF (b)

U cilju zaštite zdravlja ljudi i okoliša uopće, uporaba postojanih organskih onečišćujućih tvari te smanjivanje ispuštanja istih regulirane su Stocholmskom konvencijom⁸ i Protokolom o postojanim organskim onečišćujućim tvarima, donesenim uz LRTAP konvenciju⁹ koju je među više od 150 zemalja svijeta i BiH potpisala, ratificirala i koja je u BiH stupila na snagu još 2010. Svrha konvencije je eliminacija ili ograničenje proizvodnje i korištenja svih namjerno proizvedenih postojanih organskih spojeva (npr. industrijskih kemikalija i pesticida), a istovremeno se želi postići kontinuirano smanjenje na najmanju moguću mjeru ovih spojeva koji se kao onečišćujuće tvari javljaju u emisijama iz antropogenih izvora.

Osnovne fizikalno-kemijske karakteristike PCDD/F-a i njihov vrlo štetan utjecaj na zdravlje ljudi bio je povod razvoju istraživanja podrijetla i raspodjele tih spojeva u okolišu. U početku je, zbog nedostatka jedinstvene metodologije i dovoljnog broja podataka za potrebe vrednovanja toksičnosti PCDD/F-a, razvijeno nekoliko različitih metoda na nacionalnim razinama. Uvođenje jedinstvenog internacionalnog faktora ekvivalentne toksičnosti (TEF ili I-TEF), tablica 1, imalo je kao cilj postizanje veće ujednačenosti i usporedivosti rezultata određivanja sadržaja PCDD/F-a u uzorcima različitih materijala i različitog podrijetla.

Inače, od ukupno 210 kongenera (75 PCDD-a i 135 PCDF-a), najčešće se pojedinačno analiziraju najtoksičniji kongeneri kojih ima ukupno 17. Stoga se danas u uzorcima različitog podrijetla, analizom u pravilu obuhvaća 17 spojeva (7 PCDD-a i 10 PCDF-a).

Množenjem izmjerenih masenih koncentracija (γ , $\mu\text{g Nm}^{-3}$ ili $\mu\text{g m}^{-3}$) ili masenih udjela (W , pg t^{-1} , $\mu\text{g t}^{-1}$,...) tih spojeva u analiziranom uzorku s pripadajućim internacionalnim koeficijentom toksičnosti (I-TEF) i zbrajanjem tako dobivenih umnožaka, što je prikazano jednadžbama (1) i (2), izračunava se razina PCDD/F-a u uzorku izražena kao ekvivalentna toksičnost (engl. *Toxic Equivalent*, TEQ) prema TCDD-u uz koju se može navoditi i mjerna jedinica mase.

$$\text{TEQ} = \sum_{i=1}^7(\text{PCDD}_i \times \text{TEF}_i) + \sum_{j=1}^{10}(\text{PCDF}_j \times \text{TEF}_j) \quad (1)$$

ili

$$\text{TEQ} = \sum_{i=1}^{17}(m_i \times \text{TEF}_i) \quad (2)$$

gdje je:

TEQ – ekvivalentna toksičnost,

m – masa i -tog kongenera izražena u pg

TEF – faktor ekvivalentne toksičnosti za i -ti kongener PCDD/F-a u odnosu prema 2,3,7,8-TCDD-u

Izračunata masena koncentracija^{4,10} ili udjel, uz primjenu internacionalnog faktora ekvivalentne toksičnosti iz tablice 1, obično se označava s TCDD TEQ ili I-TEQ ili pak samo TE odnosno TEQ uz jedinicu masene koncentracije odnosno udjela (npr.: fg m^{-3} , ng Nm^{-3} , pg g^{-1} , ng kg^{-1} , $\mu\text{g kg}^{-1}$,...). U ovakvim izračunima, emitirani maseni protok PCDD/F-a označava se simbolom $Q_{\text{I-TEQ}}$ a izražava u g a^{-1} (gram po godini), dok se emisijski faktor (EF) može izraziti masom ili koncentracijom emitiranih PCDD/F-a po jedinici djelatnosti (iskazane količinom proizvoda, količinom potrošenog energenta ili veličinom obavljenog posla), pa se slijedom toga označava kao $\gamma_{\text{I-TEQ}}$ (fg m^{-3} , $\mu\text{g Nm}^{-3}$, itd) odnosno $W_{\text{I-TEQ}}$ (pg g^{-1} , $\mu\text{g kg}^{-1}$, ng t^{-1} , mg t^{-1} , itd).

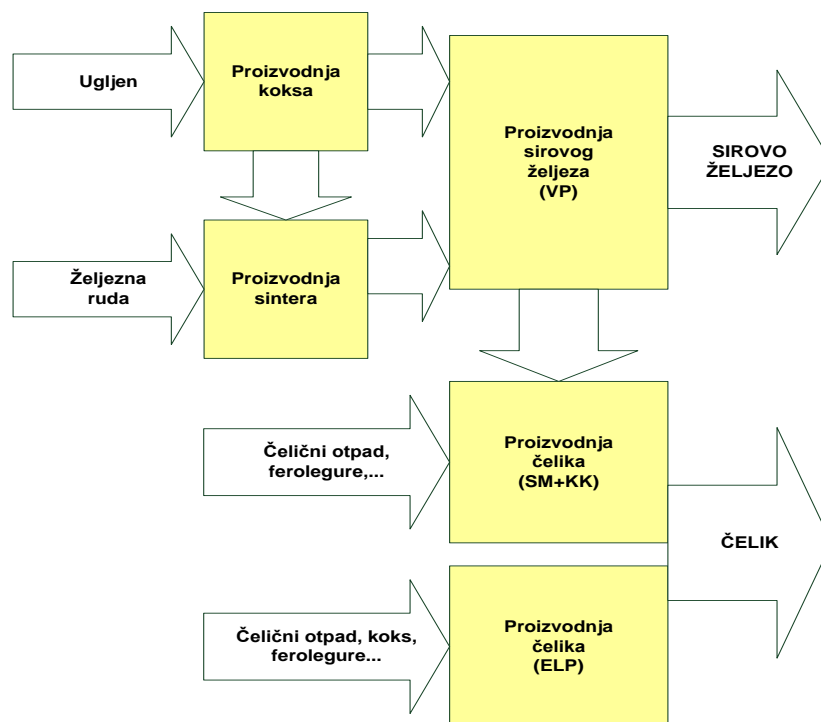
Tablica 1. Međunarodni faktori ekvivalentne toksičnosti (TEF) za PCDD/F kongenere¹⁰

Kongener	TEF vrijednost
PCDD	
2,3,7,8-tetraklordibenzodioksin (TCDD)	1
1,2,3,7,8-pentaklordibenzodioksin (PeCDD)	1
1,2,3,4,7,8-heksaklordibenzodioksin (HxCDD)	0,1
1,2,3,7,8,9-heksaklordibenzodioksin (HxCDD)	0,1
1,2,3,6,7,8-heksaklordibenzodioksin (HxCDD)	0,1

1,2,3,4,6,7,8-heptaklordibenzodioxin (HpCDD)	0,01
1,2,3,4,6,7,8,9-oktaklordibenzodioxin (OCDD)	0,0003
PCDF	
2,3,7,8-tetraklordibenzofuran (TCDF)	0,1
2,3,4,7,8-pentaklordibenzofuran (PeCDF)	0,03
1,2,3,7,8-pentaklordibenzofuran (PeCDF)	0,3
1,2,3,4,7,8-heksaklordibenzofuran (HxCDF)	0,1
1,2,3,7,8,9-heksaklordibenzofuran (HxCDF)	0,1
1,2,3,6,7,8-heksaklordibenzofuran (HxCDF)	0,1
2,3,4,6,7,8-heksaklordibenzofuran (HxCDF)	0,1
1,2,3,4,6,7,8-heptaklordibenzofuran (HpCDF)	0,01
1,2,3,4,7,8,9-heptaklordibenzofuran (HpCDF)	0,01
1,2,3,4,6,7,8,9-oktaklordibenzofuran (OCDF)	0,0003

2. METALURŠKI PROCESI - IZVORI EMISIJE DIOKSINA I FURANA

Kako je već navedeno u uvodu, općenito metalurška postrojenja, bilo da se radi o metalurgiji željeza i čelika, slika 2, ili metalurgiji neželjeznih metala, predstavljaju značajne antropogene izvore onečišćujućih anorganskih i organskih tvari u okoliš. Do sada su provedena brojna istraživanja fizikalno-kemijskih karakteristika anorganskih onečišćujućih tvari iz metalurških postrojenja i njihovih mogućih utjecaja na okoliš, dok organskim onečišćujućim tvarima, koje također nastaju u metalurškim procesima, nije se posvećivala dužna pozornost.



Slika 2. Shematski prikaz procesa u metalurgiji željeza i čelika

Naime, u organske onečišćujuće tvari iz metalurških procesa obično se ubrajaju hlapivi organski spojevi (HOS) poput benzena, toluena, ksilena; policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU) poput benzena, pirena, pirena, naftalena, antracena, fenantrena; a posebno značajnu skupina organskih onečišćujućih tvari čini skupina postojanih organskih onečišćujućih tvari (POO) (engl. *Persistent Organic Pollufants*, POPs) kao što su poliklorirani bifenili, poliklorirani terfenili, poliklorirani dibenzo-*p*-dioksini i poliklorirani dibenzofurani.

Poliklorirani dibenzo-*p*-dioksini (PCDD) i poliklorirani dibenzofurani (PCDF) nastaju kao neželjeni nusprodukti u mnogim termičkim procesima, pa tako i u metalurškim procesima. Zajedno s ostalim onečišćujućim tvarima i ovi vrlo otrovni spojevi bivaju emitirani u zrak, a nerijetko se adsorbiraju na česticama prašine te zbog prirodnog kretanja zračnih masa, znaju biti transportirani na relativno velike udaljenosti od samog izvora onečišćenja.

Na svome putu lako mogu biti ispirani oborinama čime dospjevaju u tlo, vode i sedimente te se nerijetko akumuliraju u mnogim dijelovima ekosustava.

Zbog velike opasnosti od akumulacije PCDD/F-a u prirodi, kao i sprječavanja onečišćavanja okoliša ovim spojevima iz različitih izvora, mnoge zemlje su izradile inventarizaciju industrijskih izvora i njihovih emisija u okoliš i to u svrhu boljeg razumijevanja učešća pojedinih izvora u ukupnoj emisiji PCDD/F-a, kao i razvoja strategija za smanjenje njihovih emisija.

Inventarizacija¹¹⁻¹³ PCDD/F-a u najrazvijenijim industrijskim zemljama provedena sredinom devedesetih godina prošlog stoljeća, pokazala je da su tada najveće količine PCDD/F-a u zrak emitirali izvori u Japanu ($Q_{I-TEQ} = 3981 \text{ g a}^{-1}$), Kini ($Q_{I-TEQ} = 2773 \text{ g a}^{-1}$) i SAD-u ($Q_{I-TEQ} =$

2744 g a⁻¹), a što je bilo uzrokovano prije svega emisijama iz velikog broja spalionica komunalnog otpada u kojima su se koristile stare tehnologije spaljivanja.

U odnosu na navedene, relativno velike količine PCDD/F-a emitiranih u okoliš, ostale razvijene zemlje su prema podacima^{13,14} za 1990. godinu, pokazale niže vrijednosti emisija, npr: Njemačka ($Q_{I-TEQ} = 1196 \text{ g a}^{-1}$), Belgija ($Q_{I-TEQ} = 625 \text{ g a}^{-1}$), Italija ($Q_{I-TEQ} = 504 \text{ g a}^{-1}$), Mađarska ($Q_{I-TEQ} = 157 \text{ g a}^{-1}$), dok se prema procjenama stručnjaka emisija u Hrvatskoj¹⁵ kretala od $Q_{I-TEQ} = 179 \text{ g a}^{-1}$ u 1990. godini, zatim $Q_{I-TEQ} = 109 \text{ g a}^{-1}$ u 2000. godini, a prema podacima za 2012. godinu, emisija PCDD/F-a u Hrvatskoj je porasla na 123 g a^{-1} . Ovdje je bitno napomenuti da su izračunate vrijednosti emisija dioksina i furana u razdoblju od 1990. do 2012. bile precijenjene s obzirom na vrijednosti korištenih emisijskih faktora, pa je već pri izračunu za 2013. godinu izvršeno unapređenje proračuna emisija za gotovo sve onečišćujuće tvari pa tako i za PCDD/F-e i to po sektorima (vancestovni promet, izgaranja u kućanstvima, izgaranje u industriji proizvodnja cementa, zračni promet) te provedena rekalkulacija za prethodne godine¹⁶.

Nažalost, podaci o inventarizaciji PCDD/F-a emitiranih u okoliš BiH ne postoje, osim podataka o procijenjenoj količini ovih spojeva^{17,18} tijekom 2000. godine čija je vrijednost Q_{I-TEQ} prema H. Denier van der Gon i suradnicima iznosila 67 g a^{-1} .

U europskim zemljama u ukupnoj emisiji PCDD/F-a u zrak najveći udjel, prema relativnom značaju, imaju procesi spaljivanja komunalnog otpada i bolničkog otpada, procesi sinteriranja željezne rude, šumski požari, proizvodnja obojenih metala iz sekundarnih sirovina, ložišta u domaćinstvima na drvo i ugljen, procesi proizvodnje čelika elektropečnim postupkom itd^{6,19-21}.

Prema literaturnim podacima^{7,20}, najznačajniji izvor PCDD/F-a među metalurškim procesima svakako je postupak sinteriranja željezne rude namijenjene proizvodnji sirovog željeza visokopećnim postupkom. U procesu sinteriranja željezne rude ovi spojevi nastaju²² u temperaturnom području od 250° C do 450° C, a njihova koncentracija u dimnim plinovima se obično kreće²²⁻²⁵ od $\gamma_{I-TEQ} = 0,5$ do 5 ng Nm^{-3} . Kako količina dimnih plinova nastalih u procesu sinteriranja iznosi oko $2100 \text{ Nm}^3 \text{ t}^{-1}$ sintera, to se može procijeniti količina nastalih PCDD/F-a te W_{I-TEQ} iznosi od 1 do $10 \mu\text{g t}^{-1}$ proizvedenog sintera, dok prema nekim podacima¹⁹, vrijednost γ_{I-TEQ} može premašiti i 20 ng Nm^{-3} dimnih plinova.

Ako proces sinteriranja predstavlja najveći izvor PCDD/F-a među procesima proizvodnje željeza i čelika, onda proces proizvodnje sirovog željeza visokopećnim postupkom predstavlja najmanji izvor.

Prema literaturnim podacima^{22,23} za 2001. godinu, u zemljama EU su, sa dimnim plinovima iz visokih peći, PCDD/F-i su dospijevali u količini od $W_{I-TEQ} = 1,1$ do $4,3 \text{ ng t}^{-1}$ sirovog željeza, a to znači da se njihova ukupna količina u okolišu ili emitirani maseni protok Q_{I-TEQ} te godine kretao između $0,1 \text{ g a}^{-1}$ i $0,39 \text{ g a}^{-1}$. Tijekom 2015. je u EU28 visokopećnim postupkom bilo proizvedeno $93.038.000 \text{ t}$ sirovog željeza²⁶ i pri tome je emitirano u okoliš oko $0,18 \text{ g}$ PCDD/F-a.

Pri izračunu emitiranog masenog protoka Q_{I-TEQ} u 2015. iz visokih peći, uzeta je vrijednost emisijskog faktora W_{I-TEQ} od $0,002 \mu\text{g t}^{-1}$ sirovog željeza koja je predložena u *Vodiču za izradu nacionalnih emisijskih inventarizacija u 2016. godini, poglavlje 1.B.1.b – Fugitivne*

emisije od krutih goriva i 2.C.1 – Proizvodnja željeza i čelika, izdanom od Europske agencije za zaštitu okoliša²⁷.

Kako se proizvedeno sirovo željezo koristi u procesu proizvodnje čelika u kisikovim konvertorima (KK), tako se i nastavlja niz u procesu dobivanja gotovog čeličnog proizvoda sve potrebnijeg na svjetskom tržištu, a čime se, nažalost, nastavlja i niz opterećivanja okoliša toksičnim dioksinima i furanima. Naime, u procesu proizvodnje čelika konvertorskim postupkom, također dolazi do sinteze PCDD/F-a i njihova se emisija, prema literaturnim podacima²⁵, kreće u rasponu od $W_{I-TEQ} = <0,001$ do $0,06 \mu\text{g t}^{-1}$ čelika. Iako je emisija PCDD/F-a iz kisikovih konvertora znatno manja od emisije iz elektrolučne peći, mora se imati na umu da se postupkom proizvodnje čelika u EU28 konvertorskim postupkom proizvodi oko 61%, što je za 2014. god, iznosilo²⁸ oko 103 mil. tona, a na temelju čega se može izračunati odnosno procijeniti s kojom je količinom PCDD/F-a u toj godini opterećen okoliš.

Iako sve rjeđe, čelik se proizvodi i Siemens-Martinovim (SM) postupkom u kojem se kao uložak koristi sirovo željezo i čelični otpad (*staro željezo*). Ovaj postupak je u svijetu uglavnom napušten i na ovaj način je tijekom 2014. godine u svijetu proizvedeno svega 0,5 % od ukupne količine proizvedenog čelika²⁸ ili 7.578.000 tona (Rusija, Ukrajina i Indija). Prema istom izvoru, u zemljama članicama EU udio čelika proizvedenog SM postupkom iznosio je u razdoblju od 2004. do 2010., kada je potpuno ukinut, od 0,3 do 0,5% od ukupne količine proizvedenog čelika ili godišnje oko 650.000 tona (Latvija). Proizvodnja čelika ovim postupkom u BiH je znatno smanjena u razdoblju od 1999. do 2004. godine, kada je i obustavljena, a iznosila je od oko 40.000 do oko 72.000 tona čelika²⁹ za razliku od količina iz 70-ih i 80-ih godina prošlog stoljeća kada su godišnje količine dosezale gotovo 1 milijun tona SM čelika. Kao i u drugim postupcima proizvodnje čelika, tako i u ovom, uz dobro poznate onečišćujuće tvari (prašina, teški metali, PAU, HOS,...) koje se javljaju u emisijama, nastaju i dioksini i furani čiji su se maseni udjeli W_{I-TEQ} znali kretati od 0,043 do $0,094 \mu\text{g t}^{-1}$ čelika²⁷. Bez obzira na relativno malu vrijednost emisijskog faktora za PCDD/F-e iz SM postupka proizvodnje čelika, pri izračunu tzv. povijesnog onečišćenja, moraju se i ove emisije uzeti u obzir s obzirom na vrlo velike količine proizvedenog čelika ovim postupkom u proteklih 60-tak godina.

Za razliku od ovih postupaka proizvodnje čelika, danas je, a zbog udjela u ukupnoj proizvodnji čelika, za emisiju PCDD/F-a, mnogo značajniji postupak proizvodnje čelika u elektrolučnoj peći (ELP) gdje se kao uložak rabi gotovo isključivo čelični otpad. Prema dostupnim podacima²⁸ tijekom 2014. se u svijetu proizvelo ovim postupkom 99,9% ukupne proizvodnje čelika, a prema istom izvoru se u zemljama regije (osim Srbije), što znači i u BiH, čelik proizvodio isključivo ovim postupkom.

Značaju ovog postupka za emisiju PCDD/F-a iz metalurških procesa pridonosi činjenica da je čelični otpad, koji predstavlja osnovnu sirovinu u procesu, gotovo uvijek onečišćen različitim anorganskim i organskim tvarima³⁰ koje doprinose stvaranju PCDD/F-a tijekom proizvodnje čelika. Naime, procjenjuje se³¹ da od 1g materijala organskog podrijetla (polimeri, boje, lakovi i sl.) sadržanog u čeličnom otpadu (*starom željezu*) može nastati niz organskih onečišćujućih tvari od kojih uz PCDD/F-e nastaju i HOS, PAU, BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i izomere ksilena) i drugi. Stvarni sastav dimnih plinova glede vrste i koncentracije

nastalih organskih onečišćujućih tvari ovisi o prirodi organskog materijala unesenog sa čeličnim otpadom u elektropec, te termodinamičkim uvjetima u elektropeći i sustavu za odvod dimnih plinova.

Proizvodnja metalurškog koksa se također ubraja u metalurške procese, pa s obzirom da je često sastavnica integralnih željezara, zauzima značajno mjesto u nizu procesa na putu od željezne rude do gotovog čeličnog proizvoda. Metalurški koks se osim u proizvodnji željeza i čelika tj. u procesima sinteriranja željezne rude, visokopećnom procesu proizvodnje sirovog željeza i procesima proizvodnje čelika, koristi i u ljevaonicama čeličnog i drugih ljevova, itd. Uz uobičajene onečišćujuće tvari koje dolaze u okoliš emisijama iz procesa koksiranja, a to su amonijak, koksni plin, katran, fenoli, benzen, toluen, ksilen, piridin, sumporov (IV) oksid i dušikovi oksidi, pojavljuju se i PCDD/F-i. Utjecaj procesa proizvodnje koksa na ukupnu emisiju PCDD/F-a u okoliš je do sada relativno slabo sustavno istraživano te, za razliku od procesa proizvodnje sintera pa čak i čelika, literaturni podaci o mjerenjima emisije PCDD/F-a iz procesa koksiranja su relativno oskudni. Ovome vjerojatno doprinose i relativno male emisije ovih spojeva iz procesa proizvodnje metalurškog koksa, što potvrđuju dostupni literaturni podaci unazad dvadesetak godina³²⁻³⁵, prema kojima su emisijski faktori za PCDD/F-e iz procesa proizvodnje koksa iznosili $W_{I-TEQ} = 0,23-0,30 \mu\text{g t}^{-1}$ koksa. Međutim, postoji i podatak za 2000. godinu o vrijednosti emisijskog faktora u Hong Kongu³⁶ od čak $W_{I-TEQ} = 0,3 \text{ g t}^{-1}$ koksa.

3. EMISIJA PCDD/F IZ METALURŠKIH PROCESA U ZENICI

Kvaliteta zraka u gradu Zenici i njegovoj okolici, koja niz godina predstavlja ozbiljan ekološki problem, posljedica je prije svega utjecaja industrijskih procesa smještenih na užem području grada. Najznačajnija industrijska postrojenja čije aktivnosti, uz kućna ložišta, imaju izravan utjecaj na stanje onečišćenosti zraka u Zenici, svakako su termoenergetska i metalurška postrojenja.

Rezultati dosadašnjih praćenja stanja onečišćenosti zraka u Zenici³⁷⁻⁴¹ uglavnom ukazuju na prekoračene vrijednosti koncentracija SO_2 , prašine s visokim sadržajem teških metala i organskih onečišćujućih tvari, pa je bilo neophodno uvesti monitoring za kontinuirano praćenje kvaliteta zraka na ovom području. Monitoring provodi Federalni hidrometeorološki zavod i Općina Zenica na mjernim postajama Tetovo, Brist, Centar i Radakovo, a dnevni podaci o stanju onečišćenosti zraka dostupni su na poveznici <http://hidrometeo.ba/index.html>. Iako podaci o stanju kvalitete zraka, kao i podaci o kvaliteti vode i tla za grad Zenicu postoje od ranije (jer se monitoring na području Zenice provodi kontinuirano od 2006.), ova suvremena mreža automatskih postaja za monitoring zraka, slika 2, uspostavljena je u proljeće 2013. godine.

Koliko je pitanje onečišćenosti zraka grada Zenice značajno, ukazuje i činjenica da su u Zenici prva mjerenja kvalitete zraka provedena još davne 1955. godine³⁹, a za što su postojali, kao što i danas postoje, vrlo opravdani razlozi.



Slika 3. Raspored automatskih postaja u 2014. godini na području općine Zenica³⁹

3.1. Kretanje proizvodnje u Željezari Zenica u razdoblju 1955.-2015.

Ukoliko se želi dobiti potpuna slika stanja onečišćenosti zraka, kao i drugih sastavnica okoliša (voda, tlo) u bilo kojoj sredini, nužno je, poznavati sve onečišćujuće tvari koje se javljaju iz prirodnih i antropogenih izvora te sredine i izmjeriti i/ili procijeniti njihove emisije. Nažalost, danas se, ovisno o specifičnostima pojedine sredine, uglavnom prate razine uobičajenih onečišćujućih tvari kao što su SO₂, NO_x, NH₃, O₃, H₂S, CO, BTEX, PM₁₀ i teški metali, dok se opterećenja okoliša ostalim onečišćujućim tvarima, koje se također javljaju u emisijama iz istih izvora, ne poznaju. Najčešće se to događa u nedostatku financijskih sredstava, pa se tim ostalim onečišćujućim tvarima ne posvećuje dužna pozornost, iako njihov štetan utjecaj na okoliš može biti od velikog značaja.

Tako na primjer, niz dosadašnjih, javnosti dostupnih, objavljenih izvješća³⁷⁻⁴¹ o rezultatima praćenja onečišćenosti zraka grada Zenice, obično prikazuje rezultate onečišćenosti zraka gore navedenim tvarima, dok podaci o ostalim onečišćujućim tvarima, a koje se također javljaju u emisijama velikih energetske i metalurške postrojenja nisu dostupni ili ne postoje.

To se, između ostaloga, odnosi i na onečišćujuće tvari poput PCDD/F-e i njihove vrijednosti emisija, a koje su, s obzirom na aktivnosti potencijalnih izvora na području grada Zenice (termoenergetska postrojenja, kućna ložišta i metalurška postrojenja), vrlo važni kao čimbenici ukupnog zagađenja gradskog okoliša.

U legislativi FBiH je propisana granična vrijednost emisije PCDD/F-a *metalurškog podrijetla* samo za emisiju iz postrojenja sinteriranja željezne rude i iznosi $\gamma_{\text{TEQ}} = 0,4 \text{ ng Nm}^{-3}$ (*Pravilnik o graničnim vrijednostima emisije zagađujućih materija u zrak*, Sl. novine FBiH br. 12/05).

S obzirom da je dokazano kako se dioksini i furani kao onečišćujuće tvari pojavljuju u zraku, vodi i tlu u blizini metalurških postrojenja, a Zenica kao metalurško središte ima tradiciju

dugu 125 godina, pretpostavlja se da je štetno djelovanje PCDD/F-e *metalurškog podrijetla* na područja grada jednako toliko staro.

Sa stajališta suvremene povijesti, razvoj procesa proizvodnje željeza i čelika u Zenici datira sa kraja 19. stoljeća, kada su austrijski poduzetnici Moritz i Adolf Schmit, Hans von Peng i Leon Bondy ishodili su 1892. godine koncesiju za izgradnju prvih metalurških postrojenja i to pod imenom *Eisen und Stahlgewerkschaft Zenica* da bi 1898. ista tvrtka nastavila poslovati pod imenom *Eisenindustrie – Aktiengesellschaft Zenica*⁴². Po završetku izgradnje tri SM - peći kapaciteta od po 15 t, započela je proizvodnja čelika u zeničkoj Željezari, a potrebnim sirovim željezom za ovaj proces, čeličanu je snabdijevala Željezara Vareš^{43,44}. Izgradnja postrojenja i proširenje proizvodnih kapaciteta od svega 35.000 t krajem 19. stoljeća pa do nekoliko milijuna tona 90-tih godina 20. stoljeća, te rekonstrukcije i modernizacije procesa proizvodnje željeza i čelika u zeničkoj Željezari traju, uz povremene zastoje, do današnjih dana.

Zbog povoljne lokacije i blizine rudnika željezne rude (Vareš) i rudnika ugljena (Kakanj, Breza i dr.) započinje doba integralne željezare 1947. godine izgradnjom triju visokih peći za proizvodnju vlastitog sirovog željeza. Prva od ove tri visoke peći, puštena je u rad u rujnu 1954. godine⁴⁵, a do kraja iste godine proizvedeno je 43.343 t sirovog željeza, da bi slijedeće godine proizvodnja dosegla vrijednost od 230.862 tone⁴⁵. S obzirom da instalirani kapaciteti za proizvodnju sirovog željeza ostaju nepromijenjeni od 1959. do 1970. godine, godišnja proizvodnja⁴⁵⁻⁵¹ se u tom razdoblju kretala od 590.400 t (1959.) do preko 800.000 t (1971.).

U proljeće 1979. godine puštena je u rad nova visoka peć što je dovelo do povećanja proizvodnje sirovog željeza na oko 1.400.000 t iste godine. Tijekom 80-tih godina, godišnja proizvodnja sirovog željeza se kretala⁴⁵⁻⁴⁹ na razini od gotovo 2 milijuna tona (1.920.218 t; 1985.) da bi početkom 90-tih pala na četvrtinu i 1992. iznosila svega 560.000 tona^{50,51} i bila potpuno obustavljena 1993. zbog ratnih djelovanja u BiH.

Za potrebe proizvodnje sirovog željeza, pogon aglomeracije i sinteriranja željezne rude u zeničkoj Željezari se razvijao zajedno s ostalim metalurškim postrojenjima pa su tako već 1955. godine u Zenici proizvedene prve količine sintera koje se od 1955. do 1958. kreću na razini od oko 390.000 tona godišnje⁴⁵. U razdoblju od 1959. do 1970. godine, godišnja proizvodnja sintera se stabilizirala na oko 825.000 tona⁴⁵, a slijedeći kvantitativni i kvalitativni skok proizvodnje sintera ostvaren je polovicom 1970. godine modernizacijom postrojenja. Ovo je dovelo do porasta godišnje proizvodnje sintera na više od 1.200.000 t.

Tijekom 80 - tih godina prosječna godišnja proizvodnja^{50,51} sintera u zeničkoj Željezari kreće se od oko 2.300.000 t (1980.) do oko 2.610.000 t (1989.), da bi početkom 90-tih pala na 1.670.000 t (1991.) odnosno 930.000 t (1992.) da bi bila potpuno obustavljena 1993. početkom rata u BiH.

Proizvodnja čelika u Zenici započela je proizvodnjom prvih količina čelika po Siemens-Martenovom postupku krajem 19. stoljeća sa godišnjom proizvodnjom od 30 - tak tisuća tona u tri peći kapaciteta 15 tona.

Do porasta proizvodnje čelika došlo je u razdoblju od 1936. do 1940., kada su izgrađene dvije nove SM - peći kapaciteta 40 i 50 t i jedna ELP kapaciteta 3 tone, a godišnja proizvodnja je porasla^{43,44} na gotovo 80.000 t (1940.).

Za vrijeme Drugog svjetskog rata zenička Željezara je teško stradala, a proizvodnja je bila neznatna⁴⁴ i iznosila je svega 5.000 t (1944.), da bi nakon rata, već 1946. godine dostigla

predratni proizvodni obujam⁴³. U 50 - tim godinama, godišnja proizvodnja čelika se kretala u količinama od 182.400 t (1952.) do 636.423 t (1959.) od čega je najveći udio bio SM – čelik^{44,55}. Ukupna proizvodnja čelika je značajno porasla u slijedećem desetljeću, pa je, zahvaljujući modernizaciji čeličane koja je tada imala 10 SM - peći i 2 ELP, iznosila 727.838 t (1960.) do 905.899 t (1967.). Izgradnja i modernizacija integralne zeničke Željezare se nastavlja i u razdoblju od 1970. do kraja 80 - tih godina, kada se između ostaloga, modernizira i čeličana izgradnjom dva kisikova konvertora kapaciteta 100 i 130 tona⁴². Ovo je, naravno, omogućilo i porast proizvodnje⁴⁶⁻⁵⁷ čelika od 905.268 t (1970.) na preko milijun tona (1976.) od čega je bilo najviše SM - čelika, a elektročelika je bilo oko 25.000 t dok se javljaju i prve količine konvertorskog čelika od oko 3.500 t.

Tijekom 80 – ih godina ukupna godišnja proizvodnja čelika raste do gotovo 2 milijuna tona, uz istovremenu promjenu u strukturi čelika prema procesima u kojima je proizveden. Tako se količina konvertorskog čelika povećava od 692.727 t (1980.) do 1.057.300 t (1989.) što predstavlja porast njegovog masenog udjela sa 44,6% na 54,5% u ukupnoj količini proizvedenog čelika zeničke Željezare^{46,48,50,51}. U isto vrijeme, količina proizvedenog elektročelika se kretala od oko 22.500 do oko 29.100 tona^{46,48,50,51,58}.

Početkom 90-tih godina, ukupna godišnja proizvodnja čelika se smanjuje sa 1.700.000 t (1990.) na 730.000 t (1992.) kada je u listopadu potpuno obustavljena zbog ogromne štete na postrojenju nanesene ratnim djelovanjima na ovim prostorima.

Zbog rata u BiH, zenička Željezara je od jeseni 1992. do 2007. godine bila zatvorena u smislu integralne proizvodnje, dok je diskontinuirana proizvodnja u nekim postrojenjima (mala ELP, nekoliko SM – peći i novoizgrađena 100 – tonska ELP) rezultirala vrlo malim količinama čelika^{59,60}. U tom razdoblju je proizvedeno čelika u količinama^{31,59} od oko 2.000 t (1994.), 52.000 t (1996.), 95.000 t (2003.) te nakon puštanja u rad nove 100 – tonske ELP, proizvodnja čelika je dosegla količinu od 533.000 t (2007.).

Nakon rata u BiH, Željezara Zenica kao integralna željezara, svoju proizvodnju nastavlja tek 2008. godine u kojoj je proizvedeno 240.253 t koksa, 347.681 t sintera, 242.654 t sirovog željeza, 228.253 t konvertorskog čelika i 220.656 t elektročelika⁵⁹. U godinama koje su uslijedile godišnja proizvodnja je rasla pa se tako količina proizvedenog sintera kretala od 668.165 t (2009.) do 1.344.079 t (2014.), a sirovog željeza od 243.000 t (2009.) do 860.000 t (2014.). S obzirom da je krajem 2008. godine zaustavljen rad 100 – tonske elektrolučne peći, u 2009. je proizvedeno svega 2.090 t elektročelika, no zato je proizvodnja konvertorskog čelika gotovo udvostručena i iznosila je 517.282 tone⁵⁹. Od 2009. do 2015. godine čelik se u zeničkoj Željezari proizvodio samo u kisikovim konvertorima, a godišnja proizvodnja se kretala od 517.282 t (2009.) do 819.000 t (2015.).

Tijekom izgradnje integralne željezare koja započinje poslije Drugog svjetskog rata, uz izgradnju pogona aglomeracije, visokih peći, čeličane i energetske postrojenja, izgrađena je i koksara.

Izgradnja prvih koksnih baterija započela je u proljeće 1951. godine⁶¹, a krajem iste godine krenula je i instalacija prvih peći. U samom početku rada koksare godišnje količine proizvedenog koksa kretale su se na razini od oko 400.000 tona, a već u 60-ih godina Koksara u Zenici ima četiri koksne baterije sa po 39 peći čiji je ukupni godišnji proizvodni kapacitet

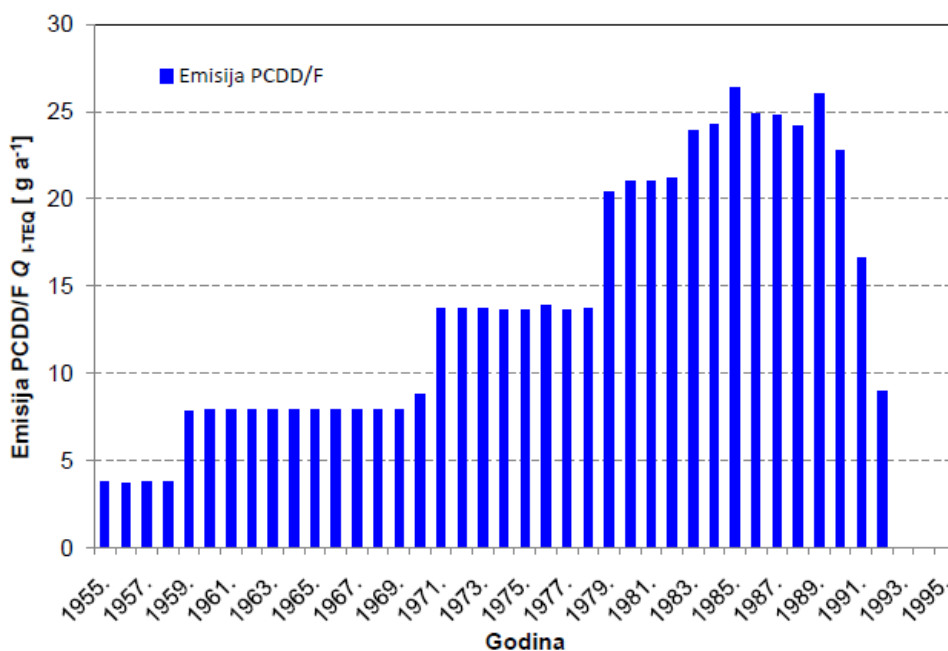
bio 650.000 t koksa. Početkom 70-ih koks se još uvijek proizvodi u četiri baterije s ukupno 156 peći, da bi u II. fazi izgradnje⁴² Željezare uz ostale pogone i koksara doživjela proširenje svojih kapaciteta izgradnjom koksne baterije br. 5 sa 65 peći kapaciteta 720.000 tona koksa godišnje. Ovo povećanje kapaciteta je omogućilo 80-ih godina porast proizvodnje koksa sa oko 700.000 t na oko 1.400.000 t, da bi početkom rata u BiH, proizvodnja koksa pala na svega 400.000 t (1992.). Tijekom slijedećih 15 godina proizvodnje koksa u zeničkoj koksari nije bilo, a 2008. godine se proizvodnja ponovo aktivira te se proizvodi prvih 240.000 t koksa⁵⁹ da bi u razdoblju od 2008. do 2015. godišnja proizvodnja koksa u zeničkoj koksari dosegla količine⁵⁹ od oko 450.000 tona.

3.2. Emisije PCDD/F iz proizvodnje željeza i čelika u razdoblju 1955.-2015.

Pretpostavi li se da su glavni antropogeni izvori PCDD/F-a u okolišu grada Zenice, kao i u većini urbanih industrijaliziranih sredina, izgaranje goriva u energetske sektoru, ložišta u kućanstvima, aktivnosti nekih industrijskih postrojenja itd., nameće se pitanje koliki je emisijski udjel iz zeničkih metalurških postrojenja u ukupnoj emisiji ovih vrlo opasnih spojeva u zeničkom okolišu.

Naime, u doba razvoja zeničke Željezare i rasta proizvodnje, koje je analizirano u ovom radu, a obuhvaća razdoblje od 1955. do 2015. godine, u Zenici je proizvedeno oko 30 mil. tona koksa, oko 62 mil. tona sintera, oko 41 mil. tona sirovog željeza i oko 44 mil. tona čelika, pri čemu je zbog prirode ovih metalurških procesa iz njih u okoliš emitirana i određena količina nastalih PCDD/F-a. Da bi se procijenile količine emitiranih dioksina i furana iz ovih izvora, za potrebe ovog rada, primijenjene su vrijednosti emisijskih faktora za PCDD/F-a iz pojedinih procesa prema *Vodiču za izradu nacionalnih emisijskih inventarizacija u 2016. godini, poglavlje 1.B.1.b – Fugitivne emisije od krutih goriva* i *2.C.1 – Proizvodnja željeza i čelika*, izdanom od Europske agencije za zaštitu okoliša²⁷, tablica 2.

Analizom izračunati vrijednosti emisija dioksina i furana iz metalurških procesa, u kontinuitetu od 40-tak godina (1955.-1995.) u zenički okoliš emitirano je ukupno oko $Q_{I-TEQ} = 526$ g, a godišnje emisije su se kretale od najniže vrijednosti emisije $Q_{I-TEQ} = 3,72$ g a⁻¹ (1955.) do najviše vrijednosti emisije $Q_{I-TEQ} = 26,40$ g a⁻¹ (1985), slika 4.

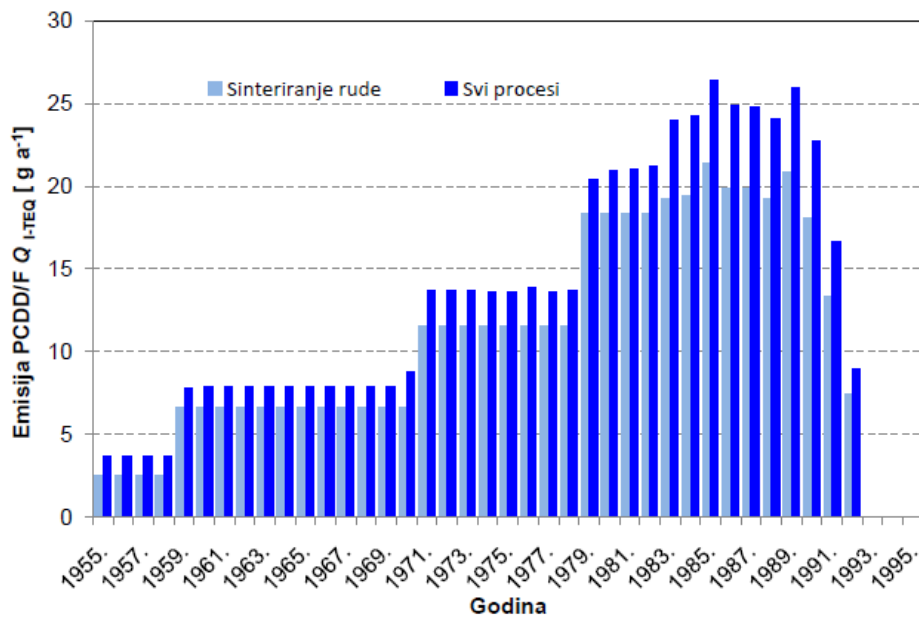


Slika 4. Kretanje ukupnih godišnjih emisija PCDD/F iz metalurških procesa zeničke Željezare u razdoblju 1955.-1995.

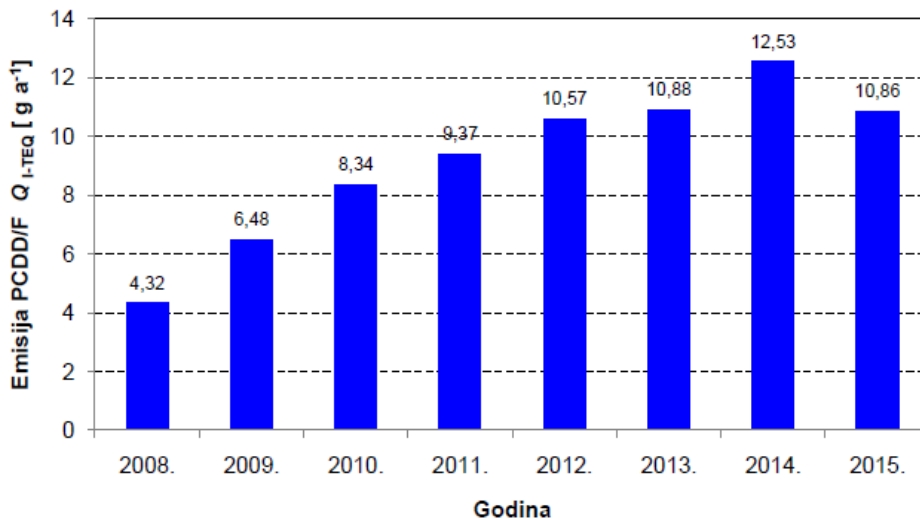
Od ukupne količine PCDD/F-a emitiranih u razdoblju 1955.-1995. emisijski udjel iz procesa proizvodnje koksa iznosio je oko $Q_{I-TEQ} = 82$ g, iz procesa sinteriranja željezne rude iznosio je $Q_{I-TEQ} = 434$ g, iz proizvodnje sirovog željeza $Q_{I-TEQ} = 0,07$ g i čelika oko $Q_{I-TEQ} = 10$ g.

Prema navedenom, najznačajniji izvor PCDD/F-a emitiranih u razdoblju 1955.-1995. iz metalurških postrojenja zeničke Željezare predstavlja proces sinteriranja željezne rude, koji je u promatranom razdoblju iznosio od 80 do 85 % ukupne emisije, slika 5.

Kako je već navedeno, zbog rata u BiH, zenička Željezara je od jeseni 1992. do 2007. godine bila zatvorena u smislu integralne proizvodnje, a sukladno tome, emisije PCDD/F-a iz postrojenja koja su povremeno radila (mala ELP, nekoliko SM – peći i novoizgrađena 100 – tonska ELP) rezultiralo je i relativno niskim emisijama. Naime, u tome razdoblju se ukupna emisija PCDD/F-a kretala od $Q_{I-TEQ} = 0$ g (1993. - 1998.), $Q_{I-TEQ} = 0,06$ g (1999.) pa do $Q_{I-TEQ} = 1,60$ g (2007.). Od 2008., kada Željezara Zenica kao integralna željezara nastavlja svoju proizvodnju, procijenjene vrijednosti ukupne emisije PCDD/F-a iz procesa proizvodnje sintera, sirovog željeza, konvertorskog čelika i elektročelika, rastu od $Q_{I-TEQ} = 4,32$ g (2008.) do $Q_{I-TEQ} = 12,53$ g (2014.), slika 6.



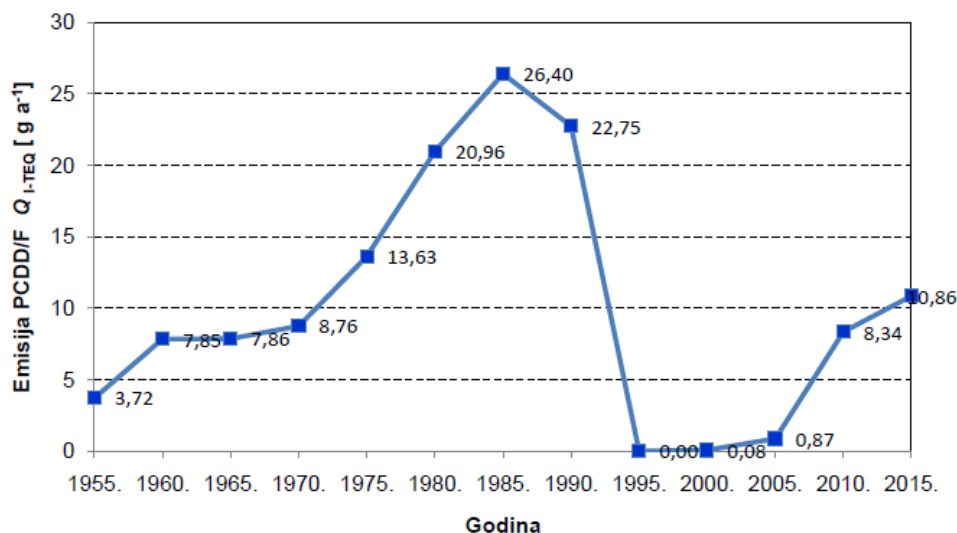
Slika 5. Udjel emisija PCDD/F-a iz procesa sinteriranja u ukupnoj emisiji iz metalurških procesa zeničke Željezare u razdoblju 1955.-1995.



Slika 6. Kretanje ukupnih godišnjih emisija PCDD/F iz metalurških procesa zeničke Željezare u razdoblju 2008.-2015.

Zenička Željezara je u svojoj povijesti, a kao integralna željezara, uzrokovala povećanje broja izvora emisija i time povećanje koncentracija onečišćujućih tvari u okolišu. Pri tome su najznačajniji izvori emisija bili pogoni proizvodnje metalurškog koksa, postrojenja za aglomeraciju željezne rude, visoke peći, čeličane, ljevaonice, kovačnice i termoenergetska postrojenja. Kao i većina dobro poznatih onečišćujućih tvari iz metalurških procesa (prašina, SO₂, NO_x, NH₃, H₂S, CO, CO₂, teški metali, fluoride, kloride, cijanidi, fenoli itd.) koje su

dugi niz godina opterećivali zenički okoliš, tako su činili i PCDD/F-a koji su se također pojavljivali u emisijama iz ovih procesa.



Slika 7. Kretanje ukupnih godišnjih emisija PCDD/F iz metalurških procesa zeničke Željezare u razdoblju 1955.-2015.

Kretanje izračunatih vrijednosti ukupnih emisija PCDD/F-a iz zeničkih metalurških procesa od 1955. godine pa sve do 1985. je imalo pozitivan trend koji je bio posljedica razvoja metalurške industrije i ostvarenih proizvodnih rezultata.

U drugoj polovici 80-ih zbog gospodarskih promjena i restrukturiranja metalurgije u BiH, a što je nastavljeno ratnim događanjima u devedesetim godinama, došlo je do pada proizvodnje i privremenog prestanka rada gotovo svih metalurških pogona u zeničkoj Željezari, a samim time i do značajnog smanjenja emisije PCDD/F-a kao uostalom i drugih onečišćujućih tvari.

Po prestanku rata, proizvodni pogoni počeli su s radom, a samim time je došlo i do porasta onečišćujućih tvari u zraku. Nažalost, stanje zagađenosti zraka u Zenici poprimilo je alarmantne razmjere te je nužno poduzimanje različitih mjera na unapređenju postojećih procesa instalacijom dodatne opreme kojom bi se, bar djelomično, smanjile emisije onečišćujućih tvari u zrak.

Kako je gospodarska politika BiH usmjerena ka restrukturiranju metalurške industrije s naglaskom na proizvodnji čelika i proizvoda od čelika, to je nužno, u svim budućim aktivnostima na rekonstrukciji postojećih kao i izgradnji novih postrojenja, pridržavati se načela čistije proizvodnje i ekoloških zahtjeva koji su sve veći. Pri ovome, BiH kao potpisnica Stockholmske konvencije i drugih međunarodnih sporazuma, a posebice kao buduća članica EU dužna je prilagoditi se zahtjevima relevantne pravne stečevine EU i u svoje nacionalne propise transponirati odredbe koje će osigurati uspješno poslovanje svih industrijskih postrojenja, pa tako i metalurških, uz istovremeno sprječavanje onečišćenja okoliša i o istome izvještavati nadležne institucije.

S obzirom da je metalurške procese gotovo nemoguće voditi na način da se izbjegne formiranje PCDD/F-a, nužno je primijeniti različite primarne i/ili sekundarne mjere za postizanje smanjenja emisije PCDD/F-a u okoliš tj. svesti ju na vrijednosti ispod GVE u otpadnom plinu nepokretnog izvora ($0,1 \text{ ng/m}^3$) kako je i propisano u Direktivi 2010/75/EU Europskog parlamenta i Vijeća o industrijskim emisijama⁶³.

4. ZAKLJUČAK

Izračunom emisija PCDD/F-a iz zeničke metalurške industrije u razdoblju od 1955. do 1992. godine, pokazano je da je u okoliš emitirano od $Q_{I-TEQ} = 3,72$ (1955.) do $26,40$ (1984.) g a^{-1} . U godini najvećih proizvodnih rezultata (1985.) na emisiju PCDD/F-a iz procesa sinteriranja željezne rude odnosilo se 81%, a procesa proizvodnje koksa 16% od ukupne emisije ovih onečišćujućih tvari u zrak.

Tijekom i nakon rata u BiH, a zbog oštećenja na proizvodnim agregatima, u razdoblju od 1993. do 2004. gotovo i nije bilo proizvodnje (osim nešto elektročelika), pa su se i vrijednosti izračunatih emisija PCDD/F-a u tom razdoblju kretale na razini $< 0,1 \text{ g a}^{-1}$. Puštanjem u rad nove elektrolučne peći krajem 2004. godine, a kasnije i ostalih proizvodnih pogona (2008.), izračunate vrijednosti emisije PCDD/F-a se kreću od $0,87$ (2005.) do $12,53 \text{ g a}^{-1}$ (2014.).

Imajući na umu navedene podatke i značaj dioksina i furana iz metalurških pogona u ukupnom onečišćenju zraka na prostoru grada Zenice, nužno je poduzeti korake na uvođenju mjera za otklanjanje mogućnosti njihovog štetnog učinka na zdravlje ljudi i okoliš u cjelini. Naime, kako suvremeni pristup promatranju okoliša podrazumijeva preventivne mjere u odnosu na ranije uobičajene korektivne mjere, koje su se uglavnom poduzimale po nastanku štete, danas su vlasnici svih, pa tako i metalurških procesa, dužni uvesti sustave za praćenje i nadzor emisija onečišćujućih tvari, te sukladno potrebama, primijeniti odgovarajuće mjere preventivnog ili sanacijskog značenja.

U tu svrhu, a u nastavku istraživanja utjecaja metalurških procesa na ukupnu emisiju PCDD/F-a u okoliš grada Zenice, potrebno je od strane akreditiranog laboratorija provesti mjerenja emisija PCDD/F-a iz svih aktivnih metalurških postrojenja kao i drugih potencijalnih stacionarnih emitera ovih spojeva na području grada, kao i odrediti sadržaj istih spojeva u svim vrstama proizvodnog metalurškog otpada (troska, prašina, muljevi, kovarine, otpadne vode, itd.).

Na temelju dobivenih rezultata, nužno je poduzeti mjere unapređenja postojećih metalurških procesa instaliranjem odgovarajuće opreme, kako bi se spriječilo nastajanje PCDD/F-a ili bar smanjila njihova emisija u okoliš na najmanju moguću mjeru.

Zahvala

Najsrdahnije se zahvaljujem kolegi mr.sc. F. Duranu na pomoći u prikupljanju dijela podataka o proizvodnim rezultatima zeničke Željezare i diskusiji tijekom izrade ovog rada.

5. LITERATURA

- [1] <http://www.inet.hr/Npriroda/dioksin.htm> (2.11.2016.)
- [2] M. Mazalović, M. Kovčalića, Lj. Tinjić, E. Mazalović, Z. Žigić, L. Begić, S. Berbić, Sažetak današnjih spoznaja o dioksinima, Kem.Ind. **51**, 6 (2002) 267-280.
- [3] K. Olie, P.L. Vermeulen, O. Hutzinger, Chlorodibenzo-p-dioxins and chlorodibenzofurans are trace components in the Netherlands, Chemosphere **6** (1977) 455-459.
- [4] Izvještaj o izvorima, raspodjeli i učincima POPs spojeva na okoliš i zdravlje ljudi, IMI HCČP-1, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Zagreb, rujan 2003, str. 7.
- [5] M. de Souza Pereira, Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD), dibenzofurans (PCDF) and polychlorinated biphenyls (PCB): main sources, environmental behaviour and risk to man and biota. Quim. Nova, **27** (2004) 934-943.
- [6] G. McKay, Dioxin characterisation, formation and minimisation during municipal solid waste (MSW) incineration: review, Chem. Eng. J. **86** (2002) 343- 368.
- [7] A. Potykus, R. Joas, Dioxins and PCBs: Environmental and Health Effects, Eds.: G. Chambers, Publishers: European Parliament, DG for Research, Directorate A, PE 168.400/Fin. St., June 2000, str. 1,2,9.
- [8] http://www.mzoip.hr/doc/stockholmska_konvencija.1gdf (4.11.2016.)
- [9] <https://www.unece.org/env/treaties/welcome.html> (13.12.2016.)
- [10] EPA/100/R-10/005, Recommended Toxicity Equivalence Factors (TEFs) for Human Health Risk Assessments of 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin and Dioxin-Like Compounds, December 2010, Risk Assessment Forum U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC 20460, USA, str. 13., <https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-09/documents/tefs-for-dioxin-epa-00-r-10-005-final.pdf> (13.12.2016.)
- [11] D.R. Anderson, R. Fisher, Sources of dioxines in the United Kingdom: the steel industry and other sources, Chemosphere **46** (2002) 371-381.
- [12] http://www.jelena-surana.com/joomla/images/stories/izvjetaj_IMI.pdf (7.11.2016.)
- [13] http://www.msceast.org/pops/emission_pcddf.html. (7.11.2016.)
- [14] T. Pulles, U. Quass, K. Mareckova, C. Juery, Dioxin emissions in Candidate Countries, TNO-Environment, Energy and Process Innovation, TNO-Repoert R 2004/069, February 2004, Appeldorn, The Netherlands.
- [15] Izvješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj 2014., Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2015., str 133.
- [16] Izvješće o proračunu emisija Republike Hrvatske 2016.(1990-2014), Agencija za zaštitu okoliša, Zagreb, 2016., str. 118.
- [17] H. Denier van der Gon, M. van het Bolscher, A. Visschedijk, P. Zandveld, Emission of persistent organic pollutants and eight candidate POPs from UNECE-Europe in 2000, 2010 and 2020 and the emission reduction resulting from the implementation of the UNECE POP protocol, Atmos. Environ. **41** (2007) 9245-9261.
- [18] EMEP/EEA Inventory Review 2006, Emission data reported to the LRTAP Convention and NEC Directive, Stage 1,2 and 3, Evaluation of inventories of HMs and POPs, TECHNICAL REPORT MSC-W 1/2006.

- [19] U. Quass, M. Fermann, G. Broeker, Assessment of dioxin emission until 2005, The European Dioxin Emission Inventory - Stage II, Volume 3, North Rhine Westphalia State Environment Agency and EC, Directorate General for Environment, Essen, Germany, December 2000, str. 25, 118-136.
- [20] U. Quass, M. Fermann, G. Broeker, The European Dioxin Emission Inventory Project - Final Results, *Chemosphere* **54** (2004) 1319-1327.
- [21] B. Paradiž, P. Dilara, Dioxin Emissions in the Candidate Countries: Sources, Emission Inventories, Reduction Policies and Measures, EUR 20779 EN, European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment Sustainability, Emission and Health Unit, I-21020 Ispra (VA), Italy, 2003, str. 7.
- [22] P. Tan, D. Neuschütz, Study on Polychlorinated Dibenzo-*p*-Dioxin/Furan Formation in Iron Sintering Process, *Metall. Mater. Trans. B.* **35 B** (2004) 983-991.
- [23] EUROPEAN COMMISSION, Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC), Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel, December 2001, str. 12-40, 230-281.
- [24] T. Wang, D.R. Anderson, D. Thompson, M. Clench, R. Fisher, Studies into formation of dioxins in the iron and steel industry. I. Characterisation of isomer profiles in particulate and gaseous emissions, *Chemosphere* **51** (2003) 585-594.
- [25] A. Buekenes, L. Stieglitz, K. Hell, H. Huang, P. Segres, Dioxins from thermal and metallurgical processes: recent studies for the iron and steel industry, *Chemosphere* **42** (2001) 729-735.
- [26] <http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive/iron-archive.html> (8.11.2016.)
- [27] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Technical guidance to prepare national emission inventories, European Environment Agency, EEA Report No 21/2016, Luxembourg, 2016.
- [28] Steel Statistical Yearbook 2015, Worldsteel Association, Worldsteel Committee on Economic Studies - Brussels, 2015, <http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive/yearbook-archive.html> (13.12.2016.)
- [29] G. Baillet, Pourquoi un nouveau référentiel européen des ferrailles? *La Revue de Metallurgie-CIT*, Avril (2001) 399-410.
- [30] J-P. Birat, A. Arion, M. Faral, F. Baronnet, P-M. Marquaire, P. Rambaud, Abatement of organic emissions in EAF exhaust flue gas, *La Revue de Metallurgie - CIT*, **98**, 10 (2001) 839- 854.
- [31] Steel Statistical Yearbook 2009, Worldsteel Association, Worldsteel Committee on Economic Studies - Brussels, 2010, <http://www.worldsteel.org/publications/bookshop/product-details.NSteel-Statistical-Yearbook-2015NPRODUCTNSSY2015w.html> (9.11.2016.)
- [32] S. Kakareka, T. Kukharchyk, Expert Estimates of PCDD/F and PCB Emissions for some European Countries, Institute for Problems of Natural Resources Use and Ecology, Minsk, Belarus, MSC-E Technical Note 2/2002, June 2002, str. 13.
- [33] W. Lemmon, Standards pancanadiens relatifs aux dioxines et aux furannes, Reunion sur les standards d'emission, Toronto, novembre 1999, str. 52-27.

- [34] J. Jin, H. Peng, T. Xiaoyan, An inventory of Potential PCDD and PCDF Emission Sources in the mainland of China, *Organohalogen Compd.* **66** (2004) 852-858.
- [35] T. Sofilić, J. Jendričko, PCDDs/Fs Pollution from Metallurgical Processes in Town of Sisak, Croatia, *Arch. Metall. Mater.* **59**, 1 (2014) 293-297.
- [36] An Assessment of Dioxin Emission in Hong Kong: Final Report, March 2000, Environmental Resources Management, Tsimshatsui Kowlon, Hong Kong, http://www.epd.gov.hk/epd/sites/default/files/epd/english/environmentinhk/waste/studyreports/final_report.pdf (13.12.2016.)
- [37] J. Duraković, F. Duran, Rezultati mjerenja Zagađenosti zraka u Zenici u periodu od 1.11.2010. do 31.3.2011. godine, 7. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Kvalitet 2011“, 1-4. juni, Neum, BiH.
- [38] Informacija o stanju životne sredine na području Zeničko-dobojskog kantona za 2014. godinu, Univerzitet u Zenici, Metalurški institut kemal Kapetanović, Zenica 2015. [file:///C:/Users/korisnik/Downloads/08-Informacija stanje zivotne sredine zdk 2014.pdf](file:///C:/Users/korisnik/Downloads/08-Informacija%20stanje%20zivotne%20sredine%20zdk%202014.pdf) (13.12.2016.)
- [39] Federalni hidrometeorološki zavod, Godišnji izvještaj o kvalitetu zraka u Federaciji Bosne i Hercegovine za 2014. godinu, Sarajevo 2015.
- [40] Federalni hidrometeorološki zavod, Godišnji izvještaj o kvalitetu zraka u Federaciji Bosne i Hercegovine za 2015. godinu, Sarajevo 2016.
- [41] Federalni hidrometeorološki zavod, Proračun emisije zagađujućih tvari iz mobilnih izvora - cestovnog saobraćaja u Federaciji Bosne i Hercegovine za 2014. godinu, Sarajevo 2016.
- [42] S. Muhamedagić, M. Oruč, Historical survey of Iron and Steel Production in Bosnia and Herzegovina, *Mater. Tehnol.* **43**, 2 (2009)223-229.
- [43] Enciklopedija Leksikografskog zavoda, knjiga 6, Zagreb 1969., str. 729.
- [44] Tehnička enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda, knjiga 3, Zagreb 1969., str.114.
- [45] H. Androšević, trideset godina rada visokih peći Željezare zenica, *Čelik*, **20**, 110 (1984)23-25.
- [46] B. Martinović, RMK Zenica u 1981., *Čelik*, **17**, 88(1981) 15-17.
- [47] B. Martinović, RMK Zenica u 1983., *Čelik*, **19**, 101(1983) 11-13.
- [48] B. Martinović, Htenja i ograničenja u planovima OUR-a RMK Zenica, *Čelik*, **20**, 106 (1984) 19-20.
- [49] Crna metalurgija Jugoslavije 83/84, *Čelik* posebno izdanje, 1984., str. 5-8.
- [50] Pregled ostvarene ukupne proizvodnje po osnovnim grupama za period od 1983-1987. i plan za 1988. godinu, RMK Zenica, Zenica 1988.
- [51] Privatna komunikacija
- [52] Worldsteel association, Blast furnace iron production, 1980-2014, <http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive/iron-archive.html> (13.12.2016.)
- [53] B. Koželj, Uslovi i pokazatelji YU – proizvodnje gvožđa u vremenu 1975.-85., *Čelik* **23**, 125 (1987) 11-17.
- [54] ArcelorMittal Zenica, Zahtjev za izdavanje integralne okolišne dozvole za pogone i postrojenja ArcelorMittal Zenica, Zenica, februar 2016., str. 32.

- [55] B. Martinović, Kretanje produktivnosti rada u Željezari Zenica u periodu 1957-1977. godine, Čelik **11**, 55 (1975) 15-19.
- [56] B. Martinović, Rudarsko-metalurški kombinat Zenica u 1977. godini, Čelik **13**, 65 (1977) 19-23.
- [57] A. Serdarević, Željezara Zenica u 1980., Čelik **16**, 82 (1980) 23-25.
- [58] Worldsteel association, Crude steel production, 1980-2014,
<http://www.worldsteel.org/statistics/statistics-archive/iron-archive.html> (13.12.2016.)
- [59] F. Uzunović, A. Franjić, Š. Žuna, Optimiranje asortimana njegovim sužavanjem u rehabilitaciji željezara, 9th Research/Expert Conference with International Participations „QUALITY 2015“, Neum, BiH june 10-13,2015.
- [60] A. Mujezinović, Tehnološka koncepcija razvoja kompanije Mittal Steel Zenica, VI Naučno/stručni simpozij s međunarodnim učešćem „Metalni i nemetalni anorganski materijali“, Zenica, BiH, april 27-28, 2006.
<http://www.famm.unze.ba/images/Dokumenti/MNM/zbornik%20MNM%202006.pdf>
(13.12.2016.)
- [61] Central Intelligence Agency, Construction Cokeworks at Lukavac, Zenica; Fulfill Petroleum-Processing Plan, Belgrade; Berlin; Ljubljana, 29. Jun 1951,
<https://www.cia.gov/library/readingroom/search/site/zenica> (21.1.2017.)
- [62] B. Martinović, Investiciona izgradnja u RMK Zenica, Čelik **35**, 8 (1972) 38-40.
- [63] Direktiva 2010/75/EU Europskog parlamenta i Vijeća o industrijskim emisijama (integrirano sprječavanje i kontrola onečišćenja) (SL L 334, 17. 12. 2010.).
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0075&from=HR>

I'm With Nature



REVIEW OF AIR QUALITY MONITORING IN BOSNIA AND HERZEGOVINA WITH A SPECIAL ACCENT FOR 2015. IN THE FEDERATION BIH

Medić Emina, Muhamedagić Fatima, Veladžić Mirsad, Abdić Jasminka, Krupić Alma

University of Bihać, Biotechnical Faculty, Ul. Luke Marjanovića bb 77000 Bihać,

e-mail: eminamedic@hotmail.com

Keywords: air pollution, legislation, monitoring

ABSTRACT:

A high concentration of emissions into the air is evident in the Federation of Bosnia and Herzegovina. In the following work, air-quality monitoring screenings were given – summary of monthly mean measurements for 2015.

The relevance of monitoring results in the Federation of BiH includes the minimum scope of data (>75%) from the measuring stations, defined by Ordinance of conducting monitoring of air quality and defining the types of pollutants, limit values, and other air quality standards. Due to the insufficient data coverage (>75%), the relevant assesment of the state of air quality on an annual level for the areas of Sarajevo and Tuzla Canton is missing. Data from metering stations that were not delivered to the competent institution (Federal Hydrometeorological Institute) are not covered in this research (Mostar and Gorazde).

The results of processing the measured air quality parameters showed that the more critical period was the period of the heating season. With monthly mean concentration of SO₂ emissions exceeding the annual and tolerable limits in Zenica (SO₂ >340µg/m³) and Kakanj (SO₂ >330µg/m³). The annual limit values for concentration of PM₁₀ are exceeded in Zenica (PM₁₀ >125µg/m³). The maximum mean monthly values of the floating particles were measured at the measuring stations in Tuzla (PM_{2.5} 170µg / m³) and Sarajevo (PM₁₀ 170 µg / m³).

PRIKAZ MONITORINGA KVALITETA ZRAKA U BOSNI I HERCEGOVINI SA POSEBNIM AKCENTOM NA 2015. GODINU U FEDERACIJI BIH

Ključne riječi: aerozagađenje, zakonska regulativa, monitoring

SAŽETAK:

U Federaciji BiH evidentna je visoka koncentracija emisija u zrak. U radu je dat prikaz monitoringa kvaliteta zraka - sumarna srednjemjesečna mjerenja za 2015. godinu.

Relevantnost rezultata monitoringa u Federaciji BiH podrazumijeva minimalan obuhvat podataka >75% sa mjernih stanica, definisano Pravilnikom o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definisanju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka. Zbog nedovoljnog obuhvata podataka (>75%) izostaje relevantna procjena stanja kvaliteta zraka na godišnjem nivou za područja grada Sarajeva i Tuzlanskog kantona. Mjerne stanice koje nisu nadležnoj instituciji (Federalnom hidrometeorološkom zavodu) dostavile podatke mjerenja za 2015. godinu, nisu bile obuhvaćene u ovom istraživanju (Mostar, Goražde).

Rezultati obrade izmjerenih parametara kvaliteta zraka pokazali su da je nakritičniji period bio period grejne sezone. Kod srednjemjesečnih koncentracija emisija SO_2 prekoračene su godišnje granične i tolerantne vrijednosti u Zenici ($SO_2 > 340\mu g/m^3$) i Kaknju ($SO_2 > 330\mu g/m^3$). Granične godišnje vrijednosti koncentracija lebdećih čestica PM_{10} prekoračene su u Zenici ($PM_{10} > 125\mu g/m^3$). Maksimalne srednjemjesečne vrijednosti lebdećih čestica izmjerene su na mjernim stanicama u Tuzli ($PM_{2.5} 170\mu g/m^3$) i Sarajevu ($PM_{10} 170\mu g/m^3$).

1. UVOD

Problem aerozagađenja u Bosni i Hercegovini javlja se u drugoj polovini 20. vijeka, a monitoring kvaliteta zraka datira od 1967. godine i izuzev ratnog prekida 90-tih godina i dalje kontinuirano teče. Sarajevo je bilo među najzagađenijim gradovima bivše Jugoslavije. Danas, monitoring kvaliteta zraka u Bosni i Hercegovini vrši se na entitetskom nivou - u Federaciji BiH, Republici Srpskoj i Distriktu Brčko.

Utjecaji rizika aerozagađenja na zdravlje djece jasno su opisani u publikaciji međunarodnog UN fonda za djecu (*United Nations International Children's Emergency Fund – UNICEF*) [1]. Također, Svjetska zdravstvena organizacija (*World Health organization – WHO*) navodi da je zagađenje zraka jedan od najvećih ekoloških rizika [2]. Prema podacima WHO iz 2016. godine Tuzla je drugi najzagađeniji grad Evrope, a Sarajevo treći najzagađeniji glavni grad.²¹ Bosna i Hercegovina je šesta zemlja u svijetu sa prema broju smrti uzrokovanih aerozagađenjem.²²

²¹ http://www.who.int/entity/phe/health_topics/outdoorair/databases/who-aap-database-may2016.xlsx?ua=1

²² <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-estimates/en/>

1.1. Zakonska regulativa

Oblast monitoringa kvaliteta zraka u BiH pokrivena je zakonskom regulativom na nivou Federacije BiH, Republike Srpske i Distrikta Brčko [3,4,5]. U Federaciji BiH na snazi su dva zakona te provedbeni, podzakonski akti [6,7,8]. Za provođenje koraka i mjera zaštite od prekomjernog zagađenja zraka nadležne su institucije na različitim nivoima vlasti (Federacija i kantoni). Također, poslove inspeksijskog nadzora u oblasti aerozagađenja obavljaju nadležna inspeksijska tijela na različitim nivoima vlasti.

1.2. Mjerne stanice i parametri kvaliteta zraka

Stanje kvaliteta zraka u Federaciji BiH u 2015. godini praćeno je na ukupno 19 lokacija. U Sarajevu su mjerenja vršena na 4 mjerne stanice: „Alipašina“, „Otoka“, „Ilidža“ (nadležnost Zavoda za javno zdravstvo Kantona Sarajevo) i „Bjelave“ (nadležnost Federalnog hidrometeorološkog zavoda – FHMZ). U Zenici su također aktivna bila 4 mjerna mjesta: „Centar“, „Radakovo“, „Tetovo“ (Općina Zenica) i „Brist“ (FHMZ). Mjernim stanicama na području Tuzle („BKC“, „Skver“, „Cerik“ i „Bukinje“) rukovodilo je Ministarstvo prostornog uređenja i zaštite okoliša Tuzlanskog kantona, kao i sa stanicom „Centar“ u Lukavcu. Monitoring u Jajcu, Ivan Sedlu i Goraždu vršen je pod rukovodstvom FHMZ, na po jednoj mjernoj stanici. Mjernim stanicama „Dom kulture“ i „Transport d.o.o.“ u Kaknju rukovodilo je JP Elektroprivreda BiH, odnosno Termoelektrana Kakanj. Sveučilište u Mostaru koje upravlja stanicom na Prirodoslovnom fakultetu nije dostavilo rezultate mjerenja za 2015. kao ni za prethodne godine.

Član 7. Pravilnika [8] definira da se kvaliteta zraka prati mjerenjima (instrumentima za automatsko mjerenje ili analizom uzoraka) koncentracija sljedećih supstanci: sumpordioksid (SO_2), azotni oksidi (NO_x), lebdeće čestice (PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$), olovo (Pb), benzen (C_6H_6), ugljenmonoksid (CO), arsen (As), kadmij (Cd), živa (Hg), nikal (Ni) i benzo-a-piren ($\text{C}_{20}\text{H}_{12}$). Nažalost, postojeći uslovi i infrastruktura u Federaciji BiH ne omogućavaju redovan monitoring svih navedenih parametara. Pravilnik [8] također definira vrijednosti pragova upozorenja i uzbune za polutante obuhvaćene monitoringom (Tabela br. 1).

Tabela 1: Granične i tolerantne vrijednosti mjerenja, vrijednosti pragova upozorenja i uzbune za polutante obuhvaćene monitoringom ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Polutant	Granična vrijednost				Tolerantna vrijednost				Prag upozorenja	Prag uzbune
	1h	8h	24h	god	1h	8h	24h	God	1h	1h
SO_2	350	-	125	50	410	-	125	50	-	500
CO	-	10000	5000	3000	-	10000	5000	3000	-	-
NO_2	200	-	85	40	240	-	101	48	-	400
O_3	-	120	-	-	-	-	-	-	180	240
$\text{PM}_{2.5}$	-	-	50	40	-	-	62	43	-	-
PM_{10}	-	-	-	25	-	-	-	27	-	-

2. MATERIJAL I METODE RADA

Za prikaz i analizu stanja kvaliteta zraka 2015. godine u ovom radu poslužili su podaci Federalnog hidrometeorološkog zavoda iz zvaničnog „Godišnjeg izvještaja o kvalitetu zraka u Federaciji BiH za 2015. godinu“ [9].

Statistički podaci Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) preuzeti su iz „Baze podataka o zagađenosti zraka u gradovima svijeta“ iz 2016. godine, te iz „Izvještaja o smrtnosti u zemljama svijeta od posljedica izazvanih zagađenim zrakom po broju umrlih na 100 000 stanovnika“.

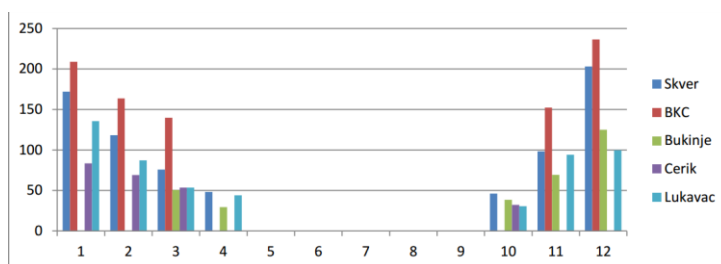
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Srednje mjesečne koncentracije izdvojenih parametara monitoringa kvaliteta zraka za 2015. godinu predstavljeni su u grafičkom obliku (Grafikoni br. 1 – 8).

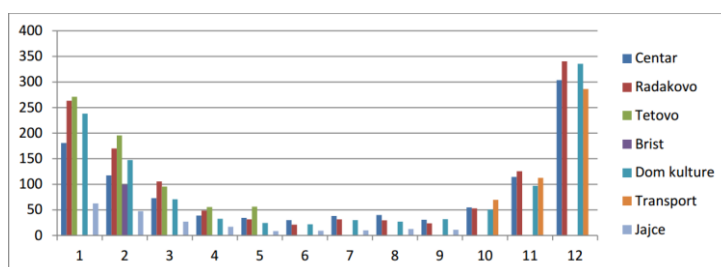
3.1. Rezultati mjerenja koncentracija sumpordioksida (SO₂)

Stanice „Tetovo“ i „Brist“ iz Zenice, „Alipašina“ i „Otoka“ iz Sarajeva, stanica u Ivan Sedlu i sve stanice sa područja Tuzlanskog kantona, nisu dostavile potreban obuhvat podataka od 75% (Grafikoni br. 1 – 3). Na ostalim mjernim stanicama u Zenici i Kaknju prekoračene su godišnje granične i tolerantne vrijednosti koncentracija SO₂.

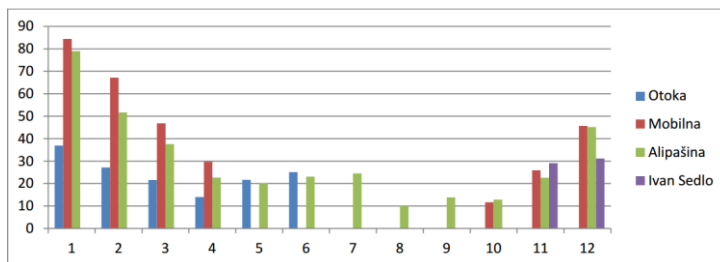
Srednje mjesečne koncentracije sumpordioksida na stanicama u Zenici, Kaknju i Jajcu te na području Tuzlanskog kantona u 2015. godini, dosegle su najviše vrijednosti u decembru. Imajući u vidu da je Pravilnikom propisana dnevna granična i tolerantna vrijednost SO₂ 125µg/m³ rezultati monitoringa su zabrinjavajući.



Grafikon 1: Srednje mjesečne koncentracije SO₂ (µg/m³) na stanicama u Tuzlanskom kantonu



Grafikon 2: Srednje mjesečne koncentracije SO₂ (µg/m³) na stanicama u Zenici, Kaknju i Jajcu

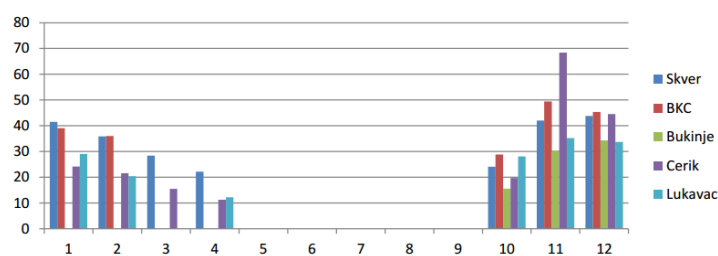


Grafikon 3: Srednje mjesečne koncentracije SO₂ (µg/m³) na stanicama u Sarajevu i Ivan Sedlu

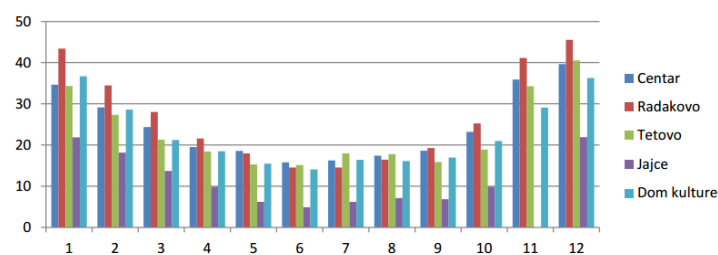
3.2. Rezultati mjerenja koncentracija ugljenmonoksida (CO) i azotdioksida (NO₂)

Niti na jednoj stanici sa dovoljnim brojem validnih mjerenja nije prekoračena godišnja granična, niti tolerantna vrijednost za NO₂ (Grafikoni br. 4 – 6). Ipak, velik broj podataka fali. Mjerenja su za NO₂ bila nepotpuna na stanicama: Zenica „Brist“, Sarajevo „Otoka“ i „Ilidža“, te na svim stanicama Tuzlanskog kantona. Ipak najveće srednje mjesečne vrijednosti mjerenja sa kojima se raspolaže (a koje govore o povećanim dnevnim graničnim i tolerantnim koncentracijama), zabilježene su u Tuzli u novembru i u Sarajevu tokom decembra.

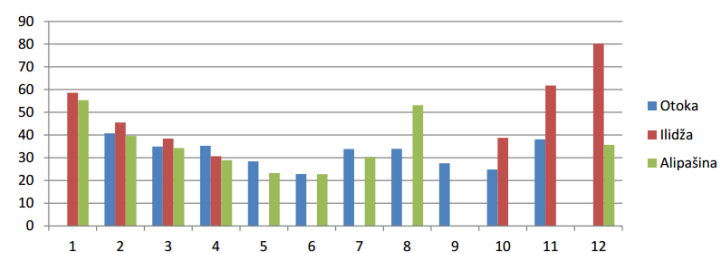
Na stanicama koje su vršile mjerenja nije bilo prekoračenja graničnih i tolerantnih vrijednosti CO na godišnjem nivou (Grafikoni br. 7 – 8). Treba naglasiti da mjerne stanice u Tuzli i Lukavcu nisu imale dovoljan obuhvat rezultata mjerenja ovog parametra.



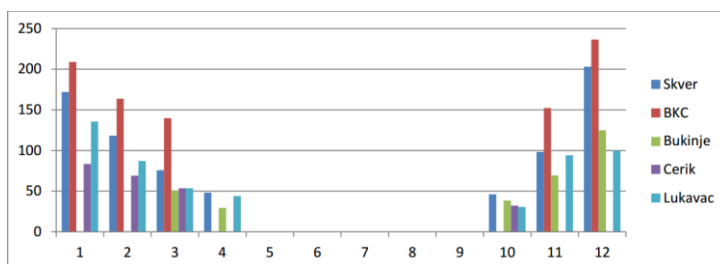
Grafikon 4: Srednje mjesečne koncentracije NO₂ (µg/m³) na stanicama u Tuzlanskom kantonu



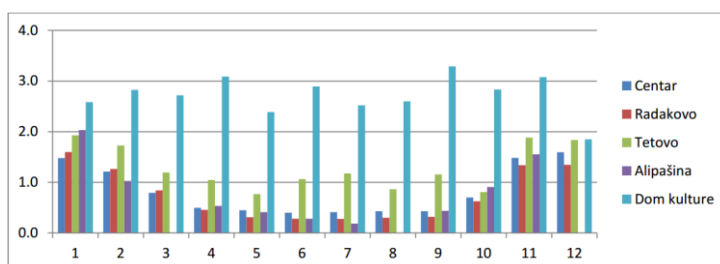
Grafikon 5: Srednje mjesečne koncentracije NO₂ (µg/m³) na stanicama u Zenici i Jajcu



Grafikon 6: Srednje mjesečne koncentracije NO₂ (µg/m³) na stanicama u Sarajevu



Grafikon 7: Srednje mjesečne koncentracije CO (mg/m³) na stanicama u Tuzlanskom kantonu



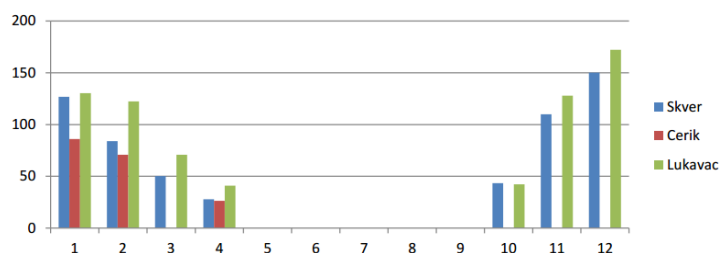
Grafikon 8: Srednje mjesečne koncentracije CO (mg/m³) na stanicama u Zenici, Kaknju i Sarajevu

3.3. Rezultati mjerenja koncentracija lebdećih čestica (PM_{2.5} i PM₁₀)

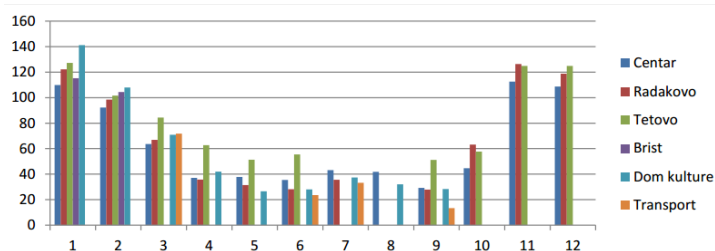
Stanice: Zenica „Brist“, stanice sa područja Tuzlanskog kantona, Kaknja, Ivan Sedla, Jajca i Sarajeva osim stanice „Ilidža“, nisu imale za analizu relevantan obuhvat izmjerenih podataka, mjerenih koncentracije PM_{2.5} i PM₁₀ parametara zagađenja (Grafikoni br. 9 – 11).

Na svim ostalim stanicama na kojima je obuhvat izmjerenih podataka zadovoljen, prekoračene su granične godišnje vrijednosti koncentracija lebdećih čestica PM₁₀. Riječ je o stanicama: Zenica „Centar“, Zenica „Radakovo“, Zenica „Tetovo“ i Sarajevo „Ilidža“. Godišnje granične i tolerantne vrijednosti višestruko su premašene u Zenici u periodu od oktobra do marta i variraju između 60µg/m³ i 140µg/m³.

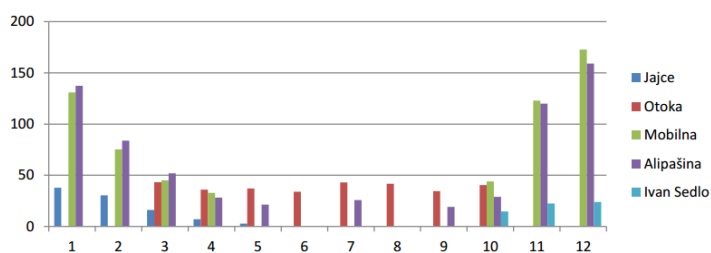
Ovakvi rezultati mjerenja garantuju ozbiljne posljedice na ljudsko zdravlje, budući da su lebdeće čestice direktno prenosi u pluća, a dalje krvotokom i u ostatak organizma [1,2].



Grafikon 9: Srednje mjesečne koncentracije PM_{2.5} na stanicama u Tuzlanskom kantonu



Grafikon 10: Srednje mjesečne koncentracije PM₁₀ na stanicama u Zenici i Kaknju



Grafikon 11: Srednje mjesečne PM₁₀ na stanicama u Sarajevu, Jajcu i Ivan Sedlu

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu analize podataka objavljenih u „Godišnjem izvještaju o kvalitetu zraka u 2015. godini“ od strane nadležnog tijela, Federalnog hidrometeorološkog zavoda, moguće je zaključiti da nije vođen kontinuiran monitoring svih parametara kvaliteta zraka, čime je ozbiljno dovedena u pitanje relevantnost iznesenih rezultata monitoringa u javnost. Općenito, u posmatranoj godini najkritičniji period je period grejne sezone u kojem su zabilježene prekoračenja i maksimalne vrijednosti srednjemjesečnih emisija u Zenici ($\text{SO}_2 > 340\mu\text{g}/\text{m}^3$), Kaknju ($\text{SO}_2 > 330\mu\text{g}/\text{m}^3$), Tuzli ($\text{PM}_{2.5} 170\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Sarajevu ($\text{PM}_{10} 170\mu\text{g}/\text{m}^3$). Godišnje granične vrijednosti su bile prekoračene u Zenici ($\text{PM}_{10} > 125\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Međutim, naročito zabrinjava stanje u Tuzlanskom kantonu kada je u pitanju nedovoljan obuhvat rezultata mjerenja (<75%). Također, zabrinjava činjenica da povremeno ili u potpunosti Sveučilište u Mostaru i TE Kakanj kao privredni subjekt koji rukovodi monitoringom u toj općini, uskraćuju objavljivanje/davanje rezultata mjerenja. U prilog navedenom da se u BiH radi još uvijek o neadekvatnom sistemu monitoringa govori mali broj osposobljenih mjernih stanica, nedostatak sredstava za servisiranje opreme i provođenje mjerenja, rascjepkanost nadležnosti po entitetima (ne postoji krovni zakon na nivou države po pitanju kvaliteta zraka i okoliša općenito), manjak institucionalne saradnje, manjkavosti zakonske regulative i na kraju, neadekvatno sprovođenje postojeće.

Statistike WHO za 2016. i dijelovi izvještaja za 2015. godinu koji su potkrijepljeni relevantnim brojem mjerenja i podataka, govore o ogromnim razmjerima problema sa aerozagađenjem koje ima BiH. Sa druge strane, kao zemlja u razvoju sa tendencijom članstva u EU, BiH mora svoju zakonsku regulativu u segmentu kvaliteta zraka (i okoliša uopće) uskladiti sa zakonskom regulativom EU. Ovo upućuje na sistem kvalitetnog i kontinuiranog monitoringa, koji bi dao temelje za provođenje prijeko potrebnih mjera restrikcije u cilju očuvanja zdravlja i kvaliteta života stanovnika urbanih područja BiH.

5. LITERATURA

- [1] UNICEF (2016.) Clear air for the children, the impact of air pollution on children, produced by Division of Data, Research and Policy (DRP) preuzeto on-line: https://www.unicef.org/publications/files/UNICEF_Clear_the_Air_for_Children_30_Oct_2016.pdf
- [2] WHO (2017.): Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe preuzeto on-line http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0019/331660/Evolution-air-quality.pdf
- [3] Pravilnik o monitoringu kvaliteta zraka, Službene novine F BiH broj 33/03
- [4] Pravilnik o monitoringu kvaliteta zraka BD, Službeni glasnik BD, broj 30/06
- [5] Pravilnik o monitoringu kvaliteta vazduha RS, Službeni glasnik RS broj 30/06
- [6] Zakon o zaštiti zraka („Službene novine FBiH“ broj 33/03; 04/10)
- [7] Zakon o zaštiti okoliša („Službene novine FBiH“ broj 33/03; 38/09)
- [8] Pravilnik o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definisanju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka („Službene novine FBiH“ 01/12)
- [9] FHMZ (2016): Godišnji izvještaj o kvalitetu zraka u Federaciji BiH za 2015. godinu, preuzeto on-line: <file:///C:/Users/User%20PC/Desktop/zrak-2015.pdf>



Agencija za vodno područje rijeke Save

S A R A J E V O

U Bosni i Hercegovini, može se slobodno reći, postoji duga tradicija (gotovo stoljetna) postojanja državnih organa i organizacija formiranih i zaduženih za potrebe brige o vodama. Od 1. januara 2008. godine počela je primjena novog Zakona o vodama (Službene novine Federacije BiH, broj 70/2006), prema kojem se, umjesto dosadašnjih javnih preduzeća, osnivaju agencije za vodna područja radi provođenja zadataka upravljanja vodama koji se ovim Zakonom i propisima koji se donose na osnovu ovog Zakona, stavljaju u njihovu nadležnost. Konkretno, za područje Federacije BiH koje pripada Crnomorskom slivu nadležna je *Agencija za vodno područje rijeke Save u Sarajevu*, a za područje koje pripada Jadranskom slivu *Agencija za vodno područje Jadranskog mora u Mostaru*.





Bihaćka pivovara d.d. osnovana je 1990. godine i instalirani kapacitet je 250.000 hl/god. Već u samom početku svog rada pivovara je pridobila poklonike zlatno-žutog osvježavajućeg pića, jer se kvalitet proizvoda, proizvedenog po licenci i nadzoru dokazanih čeških stručnjaka, tradicionalnom proizvodnjom vrhunskog lager piva, mogao osjetiti i u nepsima običnog konzumenta. Bihaćka pivovara je suvremena tvornica zahvaljujući, prije svega, vrhunskoj tehnologiji proizvodnje, koja osigurava visoku kvalitetu i osobene karakteristike naših proizvoda, što potvrđuju i najbolje ocjene Instituta za ispitivanje kvaliteta zemalja evropske unije.

Bihaćka pivovara d.d. vrhunskom kvalitetu svojih proizvoda, prije svega, ima zahvaliti besprijeckorno čistoj prirodno izvorskoj i, kako joj samo ime kaže, lijepoj vodi sa izvorišta «Lipa voda», a što je i najvažniji sastojak proizvoda kao što su Vrhunsko svijetlo odležano pivo «PREMINGER» te tradicionalno i nešto «laganije» pivo «UNSKI BISER». Osim vode i piva, proizvodni asortiman obuhvata i osvježavajuće gazirane i negazirane bezalkoholne napitke „JAMP“ i „FRIZY“.



VELIKA KALDUŠA



Kompanija "Regeneracija d.o.o." Velika Kladuša osnovana je 2005. godine. Osnovna djelatnost je proizvodnja i instaliranje uređaja za pročišćavanje otpadnih i oborinskih voda i izradu vodovodnih sistema. Do danas je kompanija proširila svoju djelatnost na odvodnju puteva i mostova.