

11. Naučno-stručna konferencija
Studenti u susret nauci – StES 2018

ZBORNIK RADOVA

Prirodne nauke
Nauka u službi čovjeka

11th scientific conference
Students encountering science – StES 2018

PROCEEDINGS

Natural Sciences
Science in the Service of Mankind

Izdavač:
Univerzitet u Banjoj Luci

Za izdavača:
prof. dr Goran Latinović

Urednik:
Srđan Šabić

Lektor za srpski jezik:
Aleksandra Savić

Lektor za engleski jezik:
Milica Guzijan

Štampa:
Komesgrafika, doo. Banja Luka

Tiraž:
50

Naučno-programski odbor i recenzenti:

Doc.dr Milica Balaban
As. mr Ivana Samelak
As. mr Marko Ivanišević,
Prof.dr Draško Marinković
Prof. dr Biljana Kukavica
As. mr Nemanja Raković
Doc.dr Suzana Gotovac-Atlagić
Prof. dr Saša Zeljković
Prof. dr Branko Predojević
As. mr Milana Grbić
Doc.dr. Svjetlana Lolić
Doc.dr. Goran Mirjanić
As. mr Dimitrije Čvokić
Prof. dr Siniša Vučenović

Sadržaj:

Lena Lukić WEB OF SCIENCE NAUČNI UČINAK UNIVERZITETA U BANJOJ LUCI IZ OBLASTI HEMIJE	5
Vladimir Šaraba, Olivera Krunic, Vesna Obradović MIKROBIOLOŠKI DIVERZITET TERMALNIH LEKOVI-TIH VODA BRESTOVAČKE BANJE – SRBIJA	14
Velinka Petrušić ODREĐIVANJE SADRŽAJA BIODIZELA U DIZEL-GORIVU INFRACRVENOM SPEK-TROFOTOMETRIJOM	21
Predrag Kuzmanovic, Jovana Knezevic RADIOACTIVITY OF FERTILIZERS IN REPUBLIC OF SERBIA	30
Sladana D. Savić OPTIMIZACIJA PLAZME U REAKTORU SA DIELEKTRIČNIM BARIJERNIM PRAŽNJE-NJEM	37
Emilija Jelić POREĐENJE CITOLOŠKIH PARAMETARA ZDRAVIH I NEOPLASTIČNIH ĆELIJA EPITELA GRLIĆA MATERICE	45
Gordana Petrović, Ivan Samelak, Nemanja Koljančić, Mališa Antić, Milica Balaban KVALITATIVNO ODREĐI-VANJE PRISUSTVA AKRILAMIDA U KEKSU PROIZVEDENOM U BOSNI I HERCEGOVINI	50
Mladena Malinović, Dragana Milisavić, Sanja Pržulj, Savka Janković SINTEZA I KARAKTERIZACIJA NA-NOČESTICA BAKRA I KOMPOZITA Cu/ZnO	56
Darko Batinić LITIJUM-HLORID KAO EFIKASNO SREDSTVO U BORBI PROTIV PČELINJEG EKTOPA-RAZITA VAROA DESTRUKTOR	62
Лидија Ралевић ПРИМЕНА ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦЕ У ЦИЉУ САМОСТАЛНОГ УЧЕЊА НАСТАВНЕ ЈЕДИНИЦЕ О РАСТВОРИМА И РАСТВАРАЊУ	67
Копанџа Милан, Дијана Гвозден, Хелена Галић, Тадић Милош, Лука Сабљић УПОТРЕБА ГИС-А У АНАЛИЗИ КОМУНАЛНЕ БУКЕ НА ТЕРИТОРИЈИ МЈЕСНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ БОРИК 2	87
Tatjana Vujičić, Gordana Draganić, Vanja Savković OBRADA AUDIO-SIGNALA POMOĆU RAZLIČITIH DI-GITALNIH FILTERA	96

WEB OF SCIENCE NAUČNI UČINAK UNIVERZITETA U BANJOJ LUCI IZ OBLASTI HEMIJE

Lena Lukić

Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci

lukiclana@gmail.com

Apstrakt

Prikazan je naučni učinak Univerziteta u Banjoj Luci (UNIBL) iz oblasti hemije, na osnovu poznate svjetske citatne baze: Web of Science (WoS). Raniji nalazi pokazuju nisku globalnu naučnu produkciju u Republici Srpskoj, ali i izvjestan porast ranga UNIBL, čiji daljnji rast je umnogome limitiran niskim citatnim učinkom. Članci iz hemije su tipično visoko citirani. Kako se hemija na UNIBL izučava na tri fakulteta, porast u naučnoj produkciji iz ove oblasti ima potencijal da značajno popravi citatni rejting UNIBL. U WoS bazi, na osnovu pretrage izvršene u maju 2018. godine, pronađeno je 45 članaka iz hemije s UNIBL afilijacijama, koji su zaradili 190 citata. Za period od 2015. do 2017. godine izvršena je komparacija učinka sa šest referentnih regionalnih univerziteta. U tom intervalu, UNIBL afilijanti su objavili 16 članaka iz hemije, što je 2.06 puta manje radova od Univerziteta u Sarajevu, odnosno čak 85.63 puta manje od Univerziteta u Beogradu. Zaostaci za ostalim komparativnim univerzitetima iz regiona se kreću u rasponu od 14.19 do 49.56 puta. Normalizovani prosječni citatni učinak ovih UNIBL članaka (prikladnija mjera za direktna poređenja kvaliteta od ukupnog broja radova) je takođe najniži među kompariranim univerzitetima iz regiona (0.38 normalizovanih citata po članku), ali ovi deficiti su mahom statistički nižeg intenziteta i kreću se u rasponu od 1.5 (Univerzitet u Sarajevu) do 2.29 (Univerzitet u Ljubljani) puta nižih vrijednosti. Može se zaključiti da UNIBL autori trenutno proizvode članke čiji kvalitet (broj citata) samo neznatno kaska za regionom, ali volumen produkcije (ukupan broj radova) ipak vidnije zaostaje.

Ključne riječi: Univerzitet u Banjoj Luci (UNIBL), hemija, Web of Science (WoS), naučni učinak, citiranost

Uvod

Kada je riječ o pokazateljima međunarodno referentne naučne produkcije, učinak Republike Srpske u veoma velikoj mjeri zaostaje čak i za neposrednim regionom, uz deficite koji se nalaze u rasponu od nekoliko puta do nekoliko stotina puta (Subotić, 2015a, 2015b). Na Univerzitetu u Banjoj Luci (skr. UNIBL), kao najvećoj visokoškolsko-naučnoj instituciji u Republici Srpskoj, izvjesno leži i najveća odgovornost za popravku ovakvog nezadovoljavajućeg stanja. U međunarodnim i regionalnim okvirima, UNIBL takođe zaostaje po brojnim relevantnim parametrima. Ilustracije radi, prema podacima iz jula 2018. godine (Cybermetrics Lab, 2018a), UNIBL je na Webometrics rang-listi, koja privlači posebnu pažnju u medijskom i akademskom prostoru Republike Srpske, rangiran kao 3396. univerzitet na svijetu, odnosno drugi u BiH, iza Univerziteta u Sarajevu, koji se nalazi na 2362. mjestu. Po pojedinačnim parametrima (Cybermetrics Lab, 2018a), na osnovu kojih se određuje globalni Webometrics rang, UNIBL najbolje kotira u pogledu web prisutnosti (veličina web stranice institucije; 985. mjesto na svijetu), a najlošije u pogledu web impakta, tj. vidljivosti (broja dolaznih linkova ka web stranici institucije; 7256. mjestu na svijetu). U pogledu citatno-bibliometrijskih zasnovanih pojedinačnih Webometrics parametara (Cybermetrics Lab, 2018a), UNIBL se nalazi na 3955. mjestu po otvorenosti (parametar koji se zasniva na Google Scholar citatnim podacima), odnosno na 3388. mjestu po izvrsnosti (parametar koji se zasniva na Scopus/Scimago citatnim podacima). Iako još uvijek nije riječ o naročito visokim mjestima, ona zapravo reflektuju veliki pozitivni pomak, jer se pozicija UNIBL po aktuelnom rangiranju iz jula 2018. godine (Cybermetrics Lab, 2018a), u odnosu na januar 2018. godine (Cybermetrics Lab, 2018b), popravila za oko 150 mjesta, dok pozicija iz januara 2018. godine predstavlja skok od čak 1300 mjesta u odnosu na isto rangiranje u julu 2017. godine (Univerzitet u Banjoj Luci, 2018).¹ Pozicija iz jula 2017. godine (Univerzitet u Banjoj Luci, 2018) označava porast od preko 450 mjesta u odnosu na rangiranje iz januara 2017. godine (Subotić & Gaćina, 2017). Ovaj uzlazni trend UNIBL nije slučajna, već predstavlja rezultat detaljne analize početnog stanja (Subotić & Gaćina, 2017) i konsekvantne implementacije većeg broja ciljanih strateških koraka koji su direktno doveli do poboljšanja rangova.

Citati, koji predstavljaju pominjanje nekog naučnog rada u drugim naučnim radovima, zauzimaju centralno mje-

¹ Prema Webometrics rangiranju iz jula 2017. godine, kada se dogodio najveći dosadašnji inkrementalni skok u rangu UNIBL (Univerzitet u Banjoj Luci, 2018), UNIBL je zauzimao 3546. mjestu na svijetu (i bio je četvrti u BiH, iza Univerziteta u Sarajevu, Internacionalnog univerziteta u Sarajevu i Univerziteta u Tuzli), dok su pojedinačni rangovi po parametrima web prisutnosti, web impakta, otvorenosti i izvrsnosti iznosili, redom: 1027., 7874., 4045. i 3574.

sto u procesu evaluacije naučnog učinka po tradicionalnom bibliometrijsko-scijentometrijskom modelu (Mingers & Leydesdorff, 2015; Tahamtan, Afshar, & Ahamdzadeh, 2016). Ako uzmemo pomenutu Webometrics metodologiju kao ilustraciju, dva parametra po kojima UNIBL ima relativno nizak rang, otvorenost i izvrsnost, predstavljaju citatne parametre, zasnovane na različitim, ali međusobno visoko koreliranim izvorima, tj. agregatorima podataka (npr. po jednoj analizi, njihova korelacija iznosi čak: $\rho=.74$; Subotić & Gaćina, 2017). Rang vidljivosti, po kojem UNIBL najlošije kotira, takođe je visoko koreliran sa citatnim parametrima otvorenosti i izvrsnosti (npr. $\rho=.70$ i $\rho=.64$; Subotić & Gaćina, 2017) i sa njima je očekivano funkcionalno vezan, jer je racionalno za pretpostaviti da sadržaj koji ima najveći potencijal da bude „vidljiv“, tj. linkovan od strane spoljašnjih izvora (drugih web stranica i portala), jesu upravo relevantni naučni i stručni nalazi (i njihova saopštenja), koji se produkuju i predstavljaju pod okriljem krovne institucije (univerziteta). Ova pretpostavka je podržana nalazima o tome da tipično postoje sistematične umjerene do visoke korelacije između web citata i „tradicionalnih“ bibliometrijskih citata (npr., Vaughan & Shaw, 2005).

Iz navedenog proizlazi da nastavak napretka pozicije UNIBL u velikoj mjeri zavisi od poboljšanja citatnog učinka UNIBL afilijanata. Kako je utvrđivanje činjeničnog stanja podrazumijevano nužan preduslov prije planiranja bilo kakve strateške inicijative (Subotić, 2015a), cilj ovog rada ogleda se u početnom utvrđivanju međunarodno relevantnog naučnog učinka UNIBL iz oblasti hemije i njegove komparacije sa učinkom drugih referentnih univerziteta iz neposrednog regiona. Pod međunarodno relevantnim naučnim učinkom ovdje se podrazumijeva broj i citatni status radova prema Web of Science (WoS) bazi, koja ima status najstarije i najuglednije svjetske naučne citatne baze (Mongeon & Paul-Hus, 2016). Uvažavajući ovu činjenicu, Senat Univerziteta u Banjoj Luci (2017) je donio Odluku kojom se kao jedan od uslova prije odbrane doktorske disertacije definiše objava rada u nekom od naučnih časopisa koji je indeksiran u ovoj bazi, odnosno nekom od pojedinačnih indeksa koji je sačinjavaju. Ranije analize naučnog učinka, koje su relevantne za naš neposredni region, fokusirale su se na učinak Republike Srpske u cjelini (Subotić, 2015a), na neke šire definisane domene nauke (npr. društveno-humanističke nauke; Subotić, 2015b) ili na globalne rangove UNIBL (Subotić & Gaćina, 2017), ali nisu se direktnije bazirale na individualnu produkciju iz domena prirodnih nauka. Hemija, koja je u fokusu ovog rada, predstavlja jednu od fundamentalnih prirodnih nauka i ispituje „[...] supstance, njihov sastav, osobine i unutrašnju strukturu, kao i promjene na supstancama koje se dešavaju u prirodi i laboratorijama, odnosno tehnicima“ (Levi & Penavin Škundrić, 2014, str. 1).

Fokus na referenti naučni učinak iz oblasti hemije je koristan iz najmanje dva razloga. Prvo, zbog činjenice da se hemija, kao nauka, proučava na Prirodno-matematičkom fakultetu, a usko je povezana i sa planom i programom na Tehnološkom fakultetu i Medicinskom fakultetu.² Drugo, hemija predstavlja jednu od najproduktivnijih naučnih disciplina na svijetu. Ilustracije radi, prema aktuelnim referentnim citatnim vrijednostima (InCites; <https://clarivate.com/products/incites/>; kao primjer se uzimaju kvote s početka maja 2018. godine), radovi iz hemije u intervalu od proteklih deset godina prosječno generišu 14.16 citata, što je više od većine drugih naučnih disciplina, uključujući npr. matematiku (4.17), fiziku (11.03), kompjuterske nauke (6.22), kliničku medicinu (12.34), psihijatriju i psihologiju (11.63) i druge. U tom smislu, osnaživanje naučnog učinka iz oblasti hemije, samo po sebi ima značajan potencijal da popravi citatnu poziciju UNIBL.

Materijal i metode

U svrhu utvrđivanja ukupnog WoS (<https://clarivate.com/products/web-of-science/>) učinka UNIBL iz oblasti hemije, identifikovani su svi radovi iz ove baze³, iz svih godina na kojima je makar jedan od autora naveo kao afilijaciju Univerzitet u Banjoj Luci i koji su svrstani u bilo koju od WoS kategorija koje potpadaju pod hemiju. To su sljedeće kategorije: Chemistry Analytical, Chemistry Applied, Chemistry Inorganic Nuclear, Chemistry Medicinal, Chemistry Multidisciplinary, Chemistry Organic, & Chemistry Physical; radovi iz kategorije Biochemistry & Molecular biology nisu uključeni u uzorak. Evidentan je ukupan broj radova po godinama i njihov broj ostvarenih citata.

Direktne komparacije učinka UNIBL sa drugim univerzitetima vršene su samo na poduzorku najrecentnijih radova iz hemije, koji su objavljeni u trogodišnjem periodu, od 2015. do 2017. godine. Radovi iz 2018. godine nisu uključeni u komparacije, zbog nekompletnosti podataka za ovu godinu u momentu prikupljanja podataka. Za

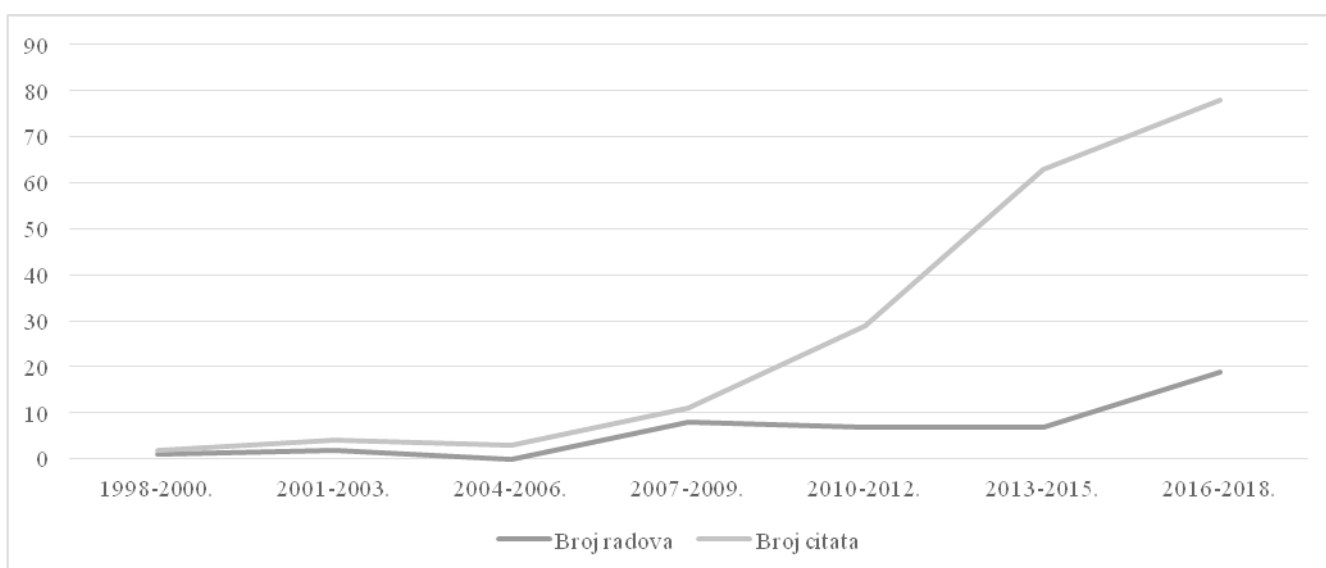
² Ovdje je potrebno naglasiti da u okviru UNIBL postoje administrativne podjele po užim naučnim oblastima koje su svojstvene za svaki od navedenih fakulteta, tj. ne implicira se da svi navedeni fakulteti imaju „hemiju“ kao nastavni predmet ili kao definisanu užu naučnu oblast iz koje se na tom fakultetu vrše izboru u akademska zvanja. Niti se implicira da se na tim fakultetima izučavaju isti problemski okviri u vezi sa hemijom. Međutim, ako se kao klasifikacijski okvir uzme podjela koju koristi WoS, na svim ovim fakultetima moguće je identifikovati modalitete djelovanja koji se, sa aspekta referentne WoS podjele, podvode pod krovni okvir hemije (pogledati uključene WoS kategorije navedene u odjeljku „Materijal i metode“).

³ WoS baza, kao i njen uvodu pomenuti InCites servis su komercijalni servisi, pod pretplatama. Pristup ovim pretplatama je obezbijeđen zahvaljujući mentoru ovog rada, doc. dr Siniši Subotiću.

potrebe komparacija sa UNIBL odabrani su sljedeći regionalni univerziteti: Univerzitet u Beogradu, Univerzitet u Kragujevcu, Univerzitet u Ljubljani, Univerzitet u Novom Sadu, Univerzitet u Sarajevu i Univerzitet/Sveučilište u Zagrebu. Za sve njih je takođe evidentiran broj radova i citata u navedenom trogodišnjem periodu. Selekcija univerziteta za komparaciju vršena je imajući u vidu da se autori i univerziteti iz Republike Srpske u značajnoj mjeri oslanjaju na kolaboracije sa univerzitetima iz Srbije (Subotić, 2015a), zbog čega je u obzir uzet nešto veći broj univerziteta iz ove susjedne zemlje. Svi podaci su prikupljeni početkom maja 2018. godine.

Rezultati

Broj radova iz hemije u WoS bazi koji imaju makar jednog autora pod UNIBL afilijacijom i broj citata za te radove dati su na Slici 1. Najstariji rad u bazi sa afilijacijom UNIBL objavljen je 1997. godine, a za 2018. godinu do sada je indeksirano pet radova. Ukupan broj radova za kompletan obuhvaćeni period iznosi 45, uz ukupno 190 citata. Može se uočiti da je broj radova po godinama relativno nizak do 2009. godine. Do tog momenta je objavljeno svega sedam radova, odnosno, 0.58 radova po godini u prosjeku. Godine 2009. uočljiv je prvi nešto veći skok, kada je objavljeno pet radova, dok se drugi događa 2017. godine, kada je objavljeno 10 radova. Između 2010. i 2015. bilježi se uglavnom platoičan trend od dvije do tri objave po godini (2.33 rada u prosjeku). Izrazitiji skok u broju citata opaža se tek od 2011. godine.

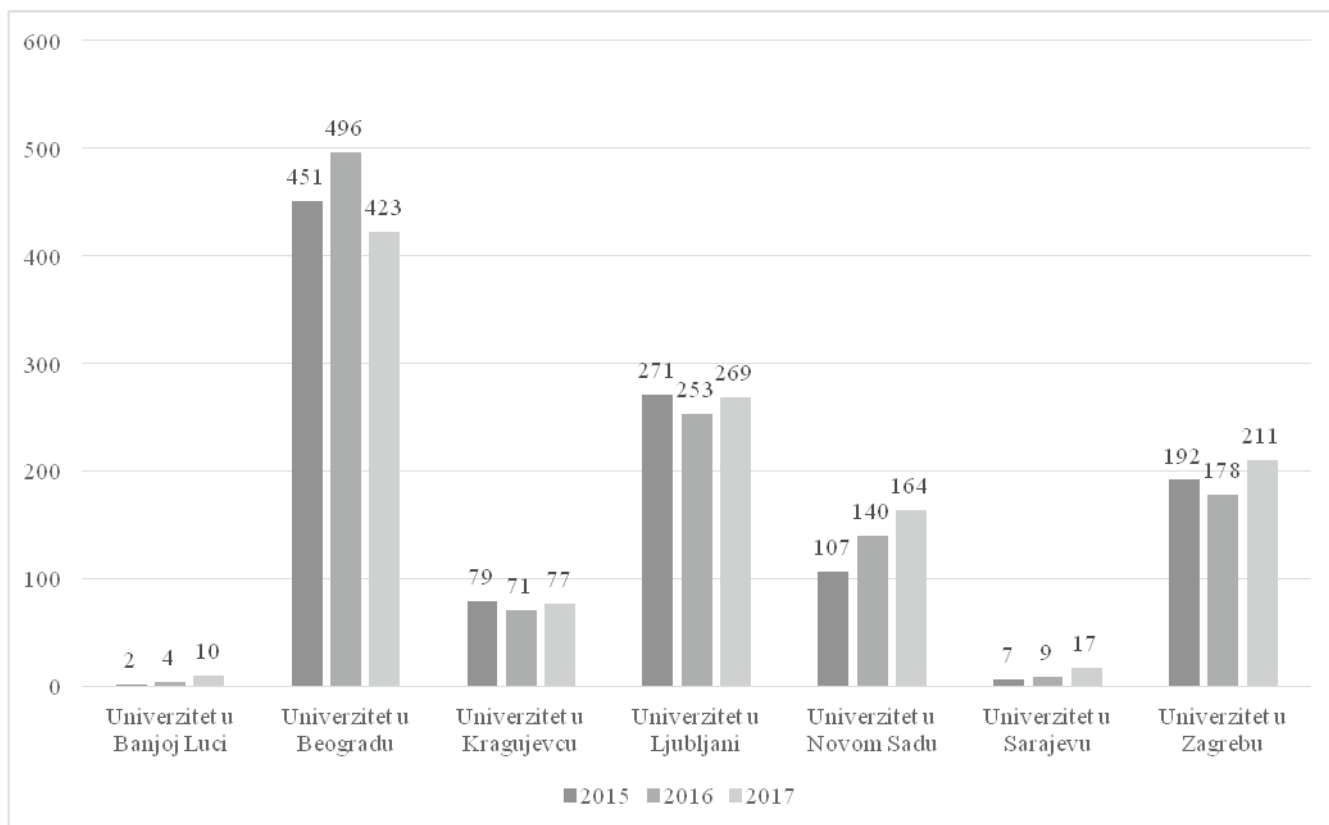


Slika 1. Broj WoS radova iz hemije sa makar jednim autorom pod UNIBL afilijacijom i broj citata koje ti radovi dobijaju po godinama.

Poređenje ukupnog broja radova UNIBL u odnosu na šest drugih univerziteta iz regiona, za komparativni period od 2015. do 2017. godine, data je na Slici 2. U periodu od 2015. do 2017. godine u WoS bazi se može pronaći ukupno 16 radova sa UNIBL afilijacijom, što je najmanje od svih univerziteta koji su obuhvaćeni ovom komparacijom. Univerzitet u Sarajevu, koji je na preposljednjem mjestu, bilježi 33 rada, što je 2.06 puta više u odnosu na UNIBL. Univerzitet u Beogradu je najproduktivniji kada je riječ o broju WoS radova i bilježi ih 1370, odnosno 85.63 puta više u odnosu na UNIBL. Za Univerzitetom u Kragujevcu, Ljubljani, Novom Sadu i Zagrebu, UNIBL zaostaje 14.19, 49.56, 25.69 i 36.31 puta po ovom parametru. U statističkom smislu, svi ovi zaostaci se mogu okarakterisati kao visoki.

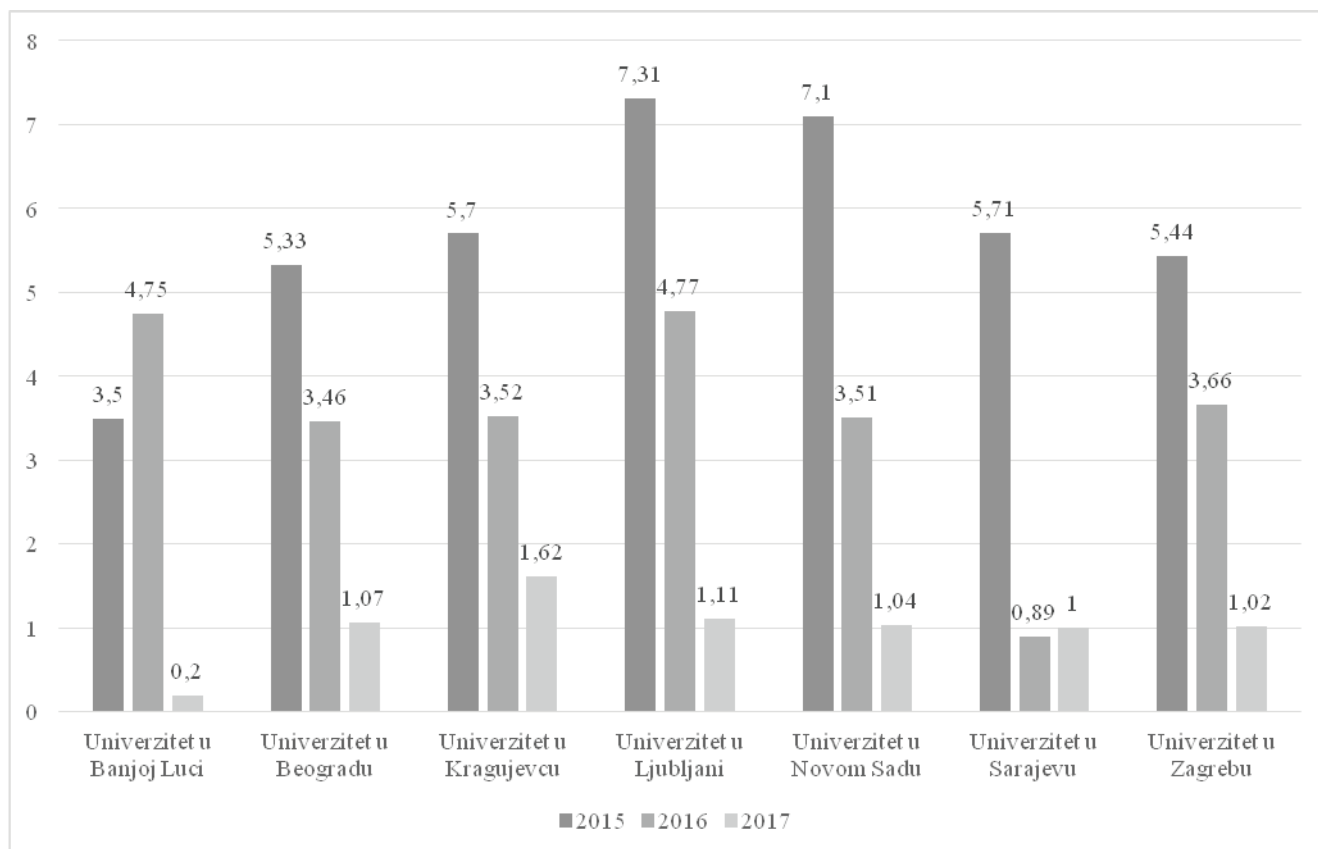
Predstavljeno u globalnim razmjerama, moguće je proračunati da autori sa UNIBL afilijacijama učestvuju na 0.000025% od ukupnog broja WoS radova iz hemije koji su objavljeni u intervalu od 2015. do 2017. godine. Poređenje radi, autori sa afilijacijom Univerziteta u Beogradu učestvuju na 0.002% radova iz hemije u istom tom periodu.

Na 10 od 16 objavljenih UNIBL radova autori su afilijanti Medicinskog fakulteta, pet su afilijanti Tehnološkog fakulteta, dok jedan rad autorise afilijant Prirodno-matematičkog fakulteta. Treba istaći da je deset, odnosno pet od ovih radova nastalo u koautorstvima sa afilijantima Univerziteta u Beogradu, odnosno Univerziteta u Novom Sadu.



Slika 2. Ukupni broj WoS radova iz hemije u periodu od 2015. do 2017. godine za UNIBL i šest univerziteta iz regiona.

Imajući u vidu činjenicu da ukupan broj radova koji se odnosi na volumen produkcije, zbog razlika u veličinama institucija, nije nužno dobar pokazatelj relativnog učinka, odnosno efikasnosti produkcije univerziteta. Na Slici 3 je dat prikaz prosječnog broja citata, koje su radovi iz hemije kompariranih univerziteta ostvarivali u periodu od 2015. do 2017. godine. Ovaj broj predstavlja parametar kvaliteta koji se može direktno komparirati unutar uže naučne discipline i iste godine. Referentnih vrijednosti radi, očekivane prosječne citatne kvote za WoS radove iz hemije u momentu prikupljanja podataka (InCites; <https://clarivate.com/products/incites/>; kvote s početka maja 2018. godine) za radove iz 2017, 2016. i 2015. godine iznose: 1.32, 4.92 i 8.97 citata. Izuzev prosječnog broja citata za radove Univerziteta u Kragujevcu iz 2017. godine, može se zaključiti da su svi prikazani univerziteti neznatno ispod navedenih očekivanih prosječnih globalnih citatnih kvota. Uvažavajući ovu činjenicu, može se zaključiti da, za razliku od ukupnog broja radova iz hemije, UNIBL zapravo ne zaostaje toliko mnogo za drugim regionalnim univerzitetima kada je riječ o broju citata koje ti radovi u prosjeku dobijaju, iako su vrijednosti dosta varijabilne po godinama. Tako četiri UNIBL rada iz 2016. godine dobijaju tek zanemarljivo manje citata u prosjeku u odnosu na radove Univerziteta u Ljubljani, koji ima najbolje postignuće za tu godinu. Istovremeno, 10 UNIBL radova iz 2017. godine postiže prosječno svega 0.2 citata, što predstavlja citatni učinak koji je naglašenije manji u odnosu na region, zaostajući u rasponu od 5.1 puta, u odnosu na Univerzitet u Zagrebu, do 8.1 puta, u odnosu na Univerzitet u Kragujevcu.

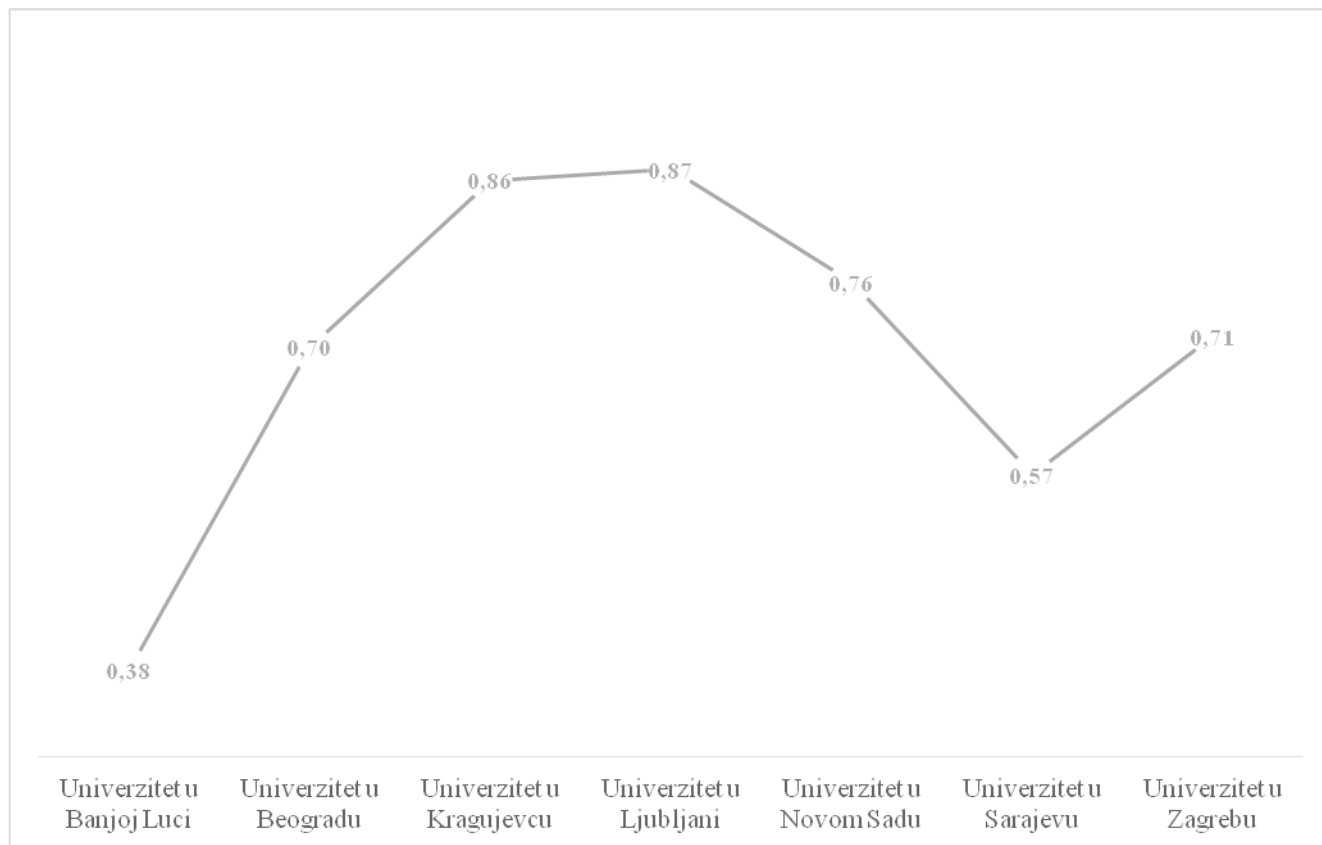


Slika 3. Prosjek WoS citata za radove iz hemije u periodu od 2015. do 2017. godine za UNIBL i šest univerziteta iz regiona.

Objedinjeni (ukupni) prosjek citata u periodu od 2015. do 2017. godine prikazan je na Slici 4. S obzirom na činjenicu da radovi iz različitih godina imaju drugačije očekivane citatne vrijednosti (jer stariji radovi imaju više vremena da akumuliraju citate), prije računanja ukupnih prosjeka, citati su prethodno normalizovani po očekivanim godišnjim citatnim kvotama, na osnovu formule (Radicchi, Fortunato, & Castellano, 2008): $c_f = \frac{c_i}{c_o}$, gdje je c_f normalizovani broj citata, c_i je „sirovi“ broj citata za datu godinu, a c_o je očekivana prosječna citatna kvota za radove iz hemije za datu godinu.

Univerziteti u Ljubljani i Kragujevcu postižu najveći normalizovani prosječni citatni učinak. UNIBL zaostaje u pogledu citatnih prosjeka, ali ti zaostaci nisu izraziti i nalaze se u rasponu od 1.5 (u odnosu na Univerzitet u Sarajevu) do 2.29 (u odnosu na Univerzitet u Ljubljani) puta nižih vrijednosti. Zaostaci UNIBL po ovom parametru u odnosu na Univerzitet u Beogradu, Univerzitet u Kragujevcu, Univerzitet u Novom Sadu i Univerzitet u Zagrebu su, redom: 1.84, 2.26, 2.00 i 1.87 puta. U formalnom/statističkom smislu, ovo ipak nisu veliki zaostaci. Uzećemo kao ilustraciju Univerzitet u Ljubljani, u odnosu na čiji normalizovani citatni učinak UNIBL ima najveći zaostatak. U zavisnosti od metoda kalkulacije, može se procijeniti da se vjerovatnoća da će neki članak iz hemije pod afilijacijom Univerziteta u Ljubljani imati veći normalizovani prosječni citatni učinak u odnosu na neki članak iz hemije pod UNIBL afilijacijom nalazi u okvirnom rasponu od 58% do 64%⁴ (McGraw & Wong, 1992), što predstavlja niži, odnosno niži do umjereni intenzitet efekta (npr., Cohen, 1992). Isto se može konstatovati i za zaostatak u odnosu na Univerzitet u Kragujevcu, dok su zaostaci u odnosu na druge univerzitete uglavnom niskog do trivijalnog intenziteta.

⁴ Napomena: Vjerovatnoća od 50% bi predstavljala potpuno odsustvo bilo kakve sistematične razlike.



Slika 4. Normalizovani ukupni prosjek citata (M_{cf}) za WoS radove iz hemije u periodu od 2015. do 2017. godine za UNIBL i šest univerziteta iz regiona.

Diskusija

U skladu sa nalazima ranijih analiza koje su se bavile naučnim učinkom Republike Srpske u relaciji sa regionom (Subotić, 2015a, 2015b), rezultati ovog istraživanja pokazuju da, kada je riječ o radovima iz oblasti hemije, Univerzitet u Banjoj Luci, kao najveći univerzitet u Republici Srpskoj, po bibliometrijskim parametrima zaostaje za drugim univerzitetima iz neposrednog okruženja. Ipak, ovaj deficit varira u zavisnosti od konkretnog posmatranog parametra i nije velik u svim slučajevima.

Kada je riječ o broju WoS radova iz hemije, kao parametru koji se odnosi na volumen produkcije, čak i na prvi pogled i bez ikakve formalne analize i komparacije, stiče se dojam da UNIBL ima skroman učinak u ovom pogledu, jer je u kompletnoj WoS bazi pronađeno svega 45 radova pod UNIBL afilijacijom. Direktnijom komparacijom, kada se broj UNIBL radova postavi u relativni odnos sa učincima drugih univerziteta iz regiona (ovdje su to bili univerziteti u: Beogradu, Kragujevcu, Ljubljani, Novom Sadu i Zagrebu), zaključak o niskoj produkciji se ne mijenja. Konkretno, posmatrano za uži komparativni vremenski interval od 2015. do 2017. godine, identifikovano je svega 16 radova iz hemije čiji makar jedan autor ima UNIBL afilijaciju, što je npr. u odnosu na Univerzitet u Beogradu, koji ima najviši volument produkcije od kompariranih univerziteta, skoro 90 puta manji broj radova u istom vremenskom periodu. Čak i u odnosu na Univerzitet u Sarajevu, koji ima drugi najmanji volumen produkcije, UNIBL zaostaje oko dva puta, dok su deficiti u odnosu na ostale regionalne univerzitete u okvirnom rasponu od 14 do 50 puta. Izuzev zaostatka u odnosu na Univerzitet u Sarajevu, ovi utvrđeni deficiti se mogu okarakterisati kao izrazito veliki.

Ipak, treba imati u vidu da broj ukupnih WoS radova reflektuju i razlike u kadrovskoj i infrastrukturnoj veličini univerziteta, zbog čega se ove vrijednosti ne mogu direktno tumačiti kao razlike u efikasnostima institucija i njihovih istraživača, već samo kao pokazatelji apsolutnog, „sirovog“ volumena naučno-publicističkog učinka. Iako je identifikacija razloga koji leže u osnovi niskog broja UNIBL WoS radova iz hemije izvan fokusa ove analize, u svrhu objektivne interpretacije implikacija ustanovljenih deficita, potrebno je hipotetski razmotriti nekoliko mogućih uzročnika tih deficita.

Na UNIBL, na tri fakulteta u okviru kojih se izučavaju problemska pitanja u vezi s hemijom (Prirodno-matematički, Tehnološki i Medicinski fakultet), u ovom momentu radi preko 20 profesora i gotovo 30 laboranata, asistenta i saradnika, koji su u formalnom smislu angažovani u nastavno-naučnim aktivnostima koje, u širem smislu,

potpadaju pod naučnu oblast hemije.⁵ Od toga Studijski program hemija sa Prirodno-matematičkog fakulteta broji 13 zaposlenih. Međutim, posmatrano u odnosu na neposredni region, stiče se dojam da ovo nije toliko veliki broj. Ilustrativne komparacije radi, na Univerzitetu u Beogradu, sam Hemijski fakultet (tj. ne računajući Fakultet za fizičku hemiju i Fakultete medicinskih i tehničko-tehnoloških nauka) broji preko 90 zaposlenih nastavnika i saradnika⁶, dok Odsjek za hemiju sa Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Sarajevu broji preko 30 zaposlenih.⁷ U tom smislu, relativno skromni kadrovski resursi (u odnosu na univerzitete iz regiona) izvjesno uslovljavaju i niži ukupni volumen produkcije radova. Da li je ustanovljeni WoS volumen proporcionalno ili disproportionalno niži u odnosu na druge regionalne univerzitete, kada se u obzir uzme razlika u veličini institucija, teško je konstatovati bez normalizacija koje bi uzele u obzir i razlike u strukturalnim organizacijama posmatranih fakulteta i univerziteta, formalnim zaduženjima i nastavnim opterećenjima kadra na različitim institucijama, broju studenata I, II i III ciklusa, kao i razlike u propisanim zakonskim uslovima za izbore i napredovanja u viša zvanja. Zbog generalne nedostupnosti mnogih od ovih ovih podataka za sve komparabilne univerzitete, takvu analizu nije bilo moguće sprovesti u ovom momentu. U tom kontekstu, iako se produkcija od 16 WoS radova iz hemije u tri godine, od strane oko 50 zaposlenih, odnosno prosječno samo oko 0.1 rad godišnje po nastavniku/saradniku/laborantu može okarakterisati kao niska, treba se, za sada, suzdržati od konstatacija o relativnoj produktivnosti i efikasnosti UNIBL kadra iz oblasti hemije, u odnosu na svoje kolege s drugih univerziteta. Istovremeno, za sada nije moguće utemeljeno konstatovati u kojoj konkretno mjeri se nizak volumen UNIBL WoS produkcije može pripisati malom/nedovoljnom broju zaposlenog kadra, ali je opravdano za pretpostaviti da je ovo zasigurno relevantan faktor.

Još jedan od potencijalnih razloga niskog volumena UNIBL WoS produkcije radova iz hemije može ležati u razlikama u tehničkoj opremljenosti hemijskih laboratorija na fakultetima sa UNIBL i potencijalno lošijoj situaciji u tom pogledu u odnosu na druge regionalne univerzitete. Hemija je eksperimentalna empirijska nauka i zahtijeva postojanje i dostupnost odgovarajuće laboratorijske opreme i reagensa. U ovom momentu ne postoje nikakve dostupne komparativne analize opremljenosti laboratorija pri UNIBL u odnosu na druge univerzitete, ali anegdotski navodi (uključujući i lične opservacije studenata) ukazuju na to da je opremljenost hemijskih laboratorija na UNIBL vrlo niska. Činjenica da je većina UNIBL WoS radova iz hemije podrazumijevala rezultat koautorstva sa autorima iz drugih univerziteta, prevashodno iz Srbije, može u izvjesnoj mjeri (pored svih drugih očiglednih, ponajprije sociokulturalnih razloga) reflektovati i pokušaj prevazilaženja tehničkih limitacija, odnosno nedostupnosti neophodne laboratorijske opreme na UNIBL, kroz kolaboraciju sa kolegama na čijim institucijama je tehnička opremljenost adekvatnija. Istovremeno, treba naglasiti da je oslanjanje akademskih radnika i istraživača iz BiH i Republike Srpske na kolege iz neposrednog regiona, naročito Srbije, vrlo uobičajena stvar kada je riječ o naučnoj produkciji generalno (Subotić, 2015a; Subotić & Šipka, 2015).

Ako govorimo o parametaru kvaliteta radova, odnosno (normalizovanom) broju citata, utvrđeni deficit u globalnom volumenu UNIBL radova u odnosu na region se ne replicira u tolikoj mjeri. U prosjeku posmatrano, radovi iz hemije UNIBL afilijanata ostvaruju niži prosječni WoS citatni učinak u odnosu na svjetski prosjek. Međutim, to je tačno i za sve druge univerzitete obuhvaćene komparacijama. Radovi s UNIBL afilijacijama u prosjeku ostvaruju najniži citatni učinak i u odnosu na komparativne regionalne univerzitete (uz određeni varijabilitet tokom godina), ali ovi deficiti objektivno nisu veliki i nalaze se u rasponu od 1.5 (u odnosu na Univerzitet u Sarajevu) do 2.29 (u odnosu na Univerzitet u Ljubljani) puta nižih citatnih vrijednosti. Zapravo, može se konstatovati da autori sa UNIBL očigledno mogu proizvoditi radove iz hemije koji će biti makar približno konkurentni drugim radovima iz regiona, ali da postoji izraženiji problem u dostizanju i održavanju volumena naučno-publicističke produkcije. Pri tome treba naglasiti da su ti radovi prevashodno rezultat regionalnih koautorstava, tako da je teško ekstrapolirati kapacitet UNIBL za samostalnu produkciju citatno relevantnih WoS članaka. Nadalje, iako se u posljednjih nekoliko godina može govoriti o blagom uzlaznom trendu i u pogledu kvantiteta i u pogledu kvaliteta radova, ove brojke još uvijek nisu dovoljne da bi se njima adekvatno pariralo regionalnom naučnom učinku iz oblasti hemije.

Zaključak

Generalno govoreći, moguće je zaključiti da WoS učinak UNIBL iz oblasti hemije postoji i premda je volumen produkcije (ukupni broj objavljenih radova) uglavnom značajno niži u odnosu na region, deficiti u pogledu kvaliteta ovih radova (broj citata), premda prisutni, znatno su manji. Zapravo, deficiti u UNIBL WoS učinku iz hemije su očito manji čak i u odnosu na generalne naučno-publicističke zaostanke koje Republika Srpska i BiH imaju u odnosu na zemlje iz regiona (Subotić, 2015a, 2015b). Drugim riječima, potencijal za plodnu naučnu produkciju

⁵ Podaci dobijeni pretragom registra nastavnika i saradnika na UNIBL, dostupnog sa stranice: [http://www.unibl.org/sr/fis/adresar?queries\[zaposleni_tip\]=nastavno_osoblje](http://www.unibl.org/sr/fis/adresar?queries[zaposleni_tip]=nastavno_osoblje).

⁶ Podaci dobijeni pretragom registra nastavnika i saradnika na Hemijskom fakultetu, dostupnog sa stranice: <http://www.chem.bg.ac.rs/osoblje/index.html>.

⁷ Podaci dobijeni pretragom registra nastavnika i saradnika na Odsjeku za hemiju Univerziteta u Sarajevu, dostupnog sa stranice: <http://www.pmf.unsa.ba/hemija/index.php/bs/organizacija-odsjeaka/nastavno-osoblje>.

iz hemije postoji, ali je neophodno ustanoviti šta su uzročnici još uvijek nedovoljne ostvarenosti tih potencijala. U tom smislu, u narednim analizama bi bilo važno ustanoviti u kojoj mjeri je aktuelni zaostatak u WoS učinku rezultat generalno nedovoljne kadrovske, odnosno tehničko-laboratorijske infrastrukture (kako na nivou UNIBL u cjelini, tako i na nivoima individualnih UNIBL fakulteta na kojima se hemija izučava), nasuprot nedovoljnom podsticaju i motivaciji postojećeg kadra, u svrhu planiranja činjenično utemeljene strategije maksimizacije stope naučne produkcije.

Literatura

- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155–159.
- Cybermetrics Lab. (2018a, January). *Webometrics Ranking of World Universities – Bosnia and Herzegovina*. Retrieved from <http://www.webometrics.info/en/Europe/Bosnia%20and%20Herzegovina%20>
- Cybermetrics Lab. (2018b, January). *Webometrics Ranking of World Universities – Bosnia and Herzegovina*. Retrieved from <https://web.archive.org/web/20180127034352/http://www.webometrics.info/en/Europe/Bosnia%20and%20Herzegovina>
- Levi, Z. & Penavin-Škundrić, J. (2014). *Opšta hemija*. Banja Luka, BiH: Tehnološki fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci.
- McGraw, K. O., & Wong, S. P. (1992). A common language effect size statistic. *Psychological Bulletin*, 111(2), 361–365.
- Mingers, J., & Leydesdorff, L. (2015). A review of theory and practice in scientometrics. *European Journal of Operational Research*, 246, 1–19.
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: A comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213–228.
- Radicchi, F., Fortunato, S., & Castellano, C. (2008). Universality of citation distributions: Toward an objective measure of scientific impact. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(45), 17268–17272.
- Senat Univerziteta u Banjoj Luci. (2017). *Odluka o dodatnim uslovima za odbranu doktorske disertacije na Univerzitetu u Banjoj Luci*. Banja Luka, BiH: Univerzitet u Banjoj Luci.
- Subotić, S. & Gaćina, A. (2017). *Analiza veb stranica Univerziteta u Banjoj Luci bazirana na Webometrics rangiranju* (radni dokument). Banja Luka, BiH: Univerzitet u Banjoj Luci.
- Subotić, S. (2015a). Naučni učinak Republike Srpske i mjesto, uloga i značaj scijentometrije u njegovom poboljšanju. *Projekt Republičkog savjeta za nauku i tehnologiju & Ministarstva nauke i tehnologije Republike Srpske – „Centar za unapređenje nauke i scijentometriju“: radni članak*.
- Subotić, S. (2015a, novembar). *WoS indeksni i citatni učinak istraživača iz humanističkih i društvenih nauka iz Republike Srpske*. Rad prezentovan na Naučnom skupu Banjalučki novembarški susreti: „Stanje i perspektive istraživanja u humanističkim i društvenim naukama“, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina.
- Subotić, S., & Šipka, P. (2015). “Open SEESAmE”: A conceptual and empirical rationale behind the Southeast European scientific journal indexing and evaluation system. *CEON/CEES Occasional Paper Series No. 2015-03-1*. Retrieved from <http://ceon.rs/ops/15031.pdf>
- Tahamtan, I., Afshar, A. S., & Ahamdzadeh, K. (2016). Factors affecting number of citations: a comprehensive review of the literature. *Scientometrics*, 107(3), 1195–1225.
- Univerzitet u Banjoj Luci. (2018, januar 26.). *Vebometriks lista: Veliki napredak Univerziteta u Banjoj Luci*. Preuzeto s <http://www.unibl.org/sr/vesti/2018/01/vbometrikis-lista-veliki-napredak-univerziteta-u-banjoj-luci>
- Vaughan, L., & Shaw, D. (2005). Web citation data for impact assessment: A comparison of four science disciplines. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 56(10), 1075–1087.

Lena Lukic

Faculty of Natural Sciences and Mathematics
University of Banja Luka
lukiclana@gmail.com

The University of Banja Luka's (UNIBL) scientific impact in the field of chemistry is presented, based on the renowned citation database *Web of Science* (WoS). Previous findings have shown low global scientific production in the Republic of Srpska. Conversely, the UNIBL's ranking has recently increased, but its further growth is limited by low citation impact. Chemistry papers tend to be highly cited. Since chemistry is studied at three UNIBL's faculties, an increase in chemistry publishing production could significantly improve the UNIBL's citation ranking. The WoS search performed in May 2018 identified 45 UNIBL-affiliated WoS chemistry papers, with 190 citations. For the 2015-2017 period, a comparison of performance with six reference regional universities was performed. During this time, UNIBL affiliates published 16 chemistry papers, which is 2.06 times less than the University of Sarajevo and 85.63 times less than the University of Belgrade. Deficits compared to other regional universities range from 14.19 to 49.56 times. The normalized average citation impact of these UNIBL papers (which is a more appropriate indicator of quality than a total number of papers) is also the lowest among the regional universities compared (0.38 normalized citations per paper). However, these deficits are generally statistically small, ranging from 1.5 (University of Sarajevo) to 2.29 (University of Ljubljana) times lower values. It can be concluded that UNIBL authors currently produce papers whose quality (the number of citations) is only slightly behind the regional levels, but the volume of production (a total number of papers) lags behind evidently.

Keywords: *University of Banja Luka (UNIBL), chemistry, Web of Science (WoS), scientific impact, citations*

MIKROBIOLOŠKI DIVERZITET TERMALNIH LEKOVITIH VODA BRESTOVAČKE BANJE – SRBIJA

Vladimir Šaraba, Olivera Krunic, Vesna Obradović
Rudarsko-geološki fakultet
Univerzitet u Beogradu
vladimirsaraba@ymail.com

Apstrakt

Tokom 2017. godine izvršena je procena mikrobiološkog diverziteta termalnih lekovitih voda Brestovačke banje kaptiranog izvora „Česma za živce”, koje potiču iz pukotina andezita i andezitskih piroklastita, na prisustvo ciljanih fizioloških grupa bakterija, s obzirom na to da termalna staništa, barem kada je reč o teritoriji Srbije, do danas nisu bila predmet istraživanja. U te svrhe, korišćen je sistem BART biodetektora: IRB, SRB, HAB, DN, SLYM i FLOR BART. Proceni mikrobiološkog diverziteta prethodile su fizičko-hemijske analize termalnih voda, koje su pokazale da termalne vode pripadaju SO_4^{2-} - Na^+ + K^+ tipu, podgrupi N_2 voda, odnosno, sulfatnim silicijumskim alkalnim homeotermama. Detaljnim osmatranjem BART biodetektora, detektovana je umerena biohemijska aktivnost anaerobnih fermentacionih bakterija i aerobnih gvožđe oksidera. Detektovane su i sulfatoredukujuće bakterije sa niskom biohemijskom aktivnošću, čija gustina populacije je bila veoma niska. Zabeležena je bila i aktivnost aerobnih i fakultativno anaerobnih producera ekstracelularnih polimernih materija (EPS), umerene biohemijske aktivnosti, pri čemu je bilo detektovano aproksimativno po danu reakcije 2.400 potencijalno aktivnih ćelija po mL vode. Prisutna je bila visoka brojnost i biohemijska aktivnost hemorganoheterotrofnih aerobnih bakterija sa brojnošću populacije od 454.000 cfu/mL vode. U uzorcima termalnih voda nisu bile zabeležene denitrifikacione bakterije. Procenjen je rizik od biokorozije i biozarastanja vodozahvatnog objekta, kao i potencijalni zdravstveni rizik primenom termalnih voda u balneoterapijske svrhe i svrhe pića. Rezultati istraživanja su pokazali da termalne vode karakteriše biodiverzitet najrazličitijih sojeva bakterijskih vrsta, bez obzira na temperaturne karakteristike ispitivane pojave, o čemu se do danas veoma malo zna, barem kada je reč o mineralnim, termalnim i termomineralnim vodama.

Ključne reči: termalne vode, bakterije, biokorozija, biozarastanje, zdravstveni rizik, Srbija.

Uvod

Bakterije su veoma česta grupa mikroorganizama u podzemnim (mineralnim, termalnim i termomineralnim) vodama. Poznato je da se gvožđevite vrste nalaze u izdanima kao prirodnom staništu na svim kontinentima (Cullimore, 1999). Za mnoge bakterije, podzemne vode predstavljaju prirodno boravište, u kojima se nalaze kao sastavni deo njene autohtone mikroflore, ili pripadaju grupi alohtonih mikroorganizama koji dospevaju u vodu iz različitih izvora (Cullimore, 2007; Griebler i Lueders, 2009).

Uspešno opstaju u podzemnim staništima, koja se zbog nedostatka svetlosti, niske dostupnosti organskog ugljenika i drugih nutrijenata, odsustva procesa fotosinteze, i u poređenju sa temperaturama koje vladaju u površinskim ekosistemima, mogu smatrati ekstremnim (Pederson, 2000; Danielopol i saradnici, 2000; Griebler i Lueders, 2009). Whitman et al. (1998, str. 6578–6583) ukazuju na činjenicu da između 6–40% svih bakterija na planeti Zemlji može da bude sakriveno u podzemnim staništima.

U geološkoj sredini bakterije poseduju sposobnost kretanja kroz poroznu sredinu, i mogu brzo da se transportuju duž pravaca strujanja podzemnih voda u okviru izdani (Goldscheider i saradnici, 2006). Uglavnom se vezuju za čestice sedimenata, stenske površine, heterogeni granulometrijski materijal i sl., formirajući mikrokolonije ili tanke biofilme (Griebler i saradnici, 2002).

Vertikalna distribucija bakterija u Zemljinoj kori, prema navodima autora Fedrickson & Onstott (2001), ograničena je do dubina od oko 10.000 m, pri čemu uspešno podnose temperature do 121°C (Griebler i Lueders, 2009). Pederson (2000) navodi podatke o biocenozi termofilnih bakterija na dubini od 5.278 m, u bušotini u Švedskoj, sa temperaturom okolne sredine od 65–75°C.

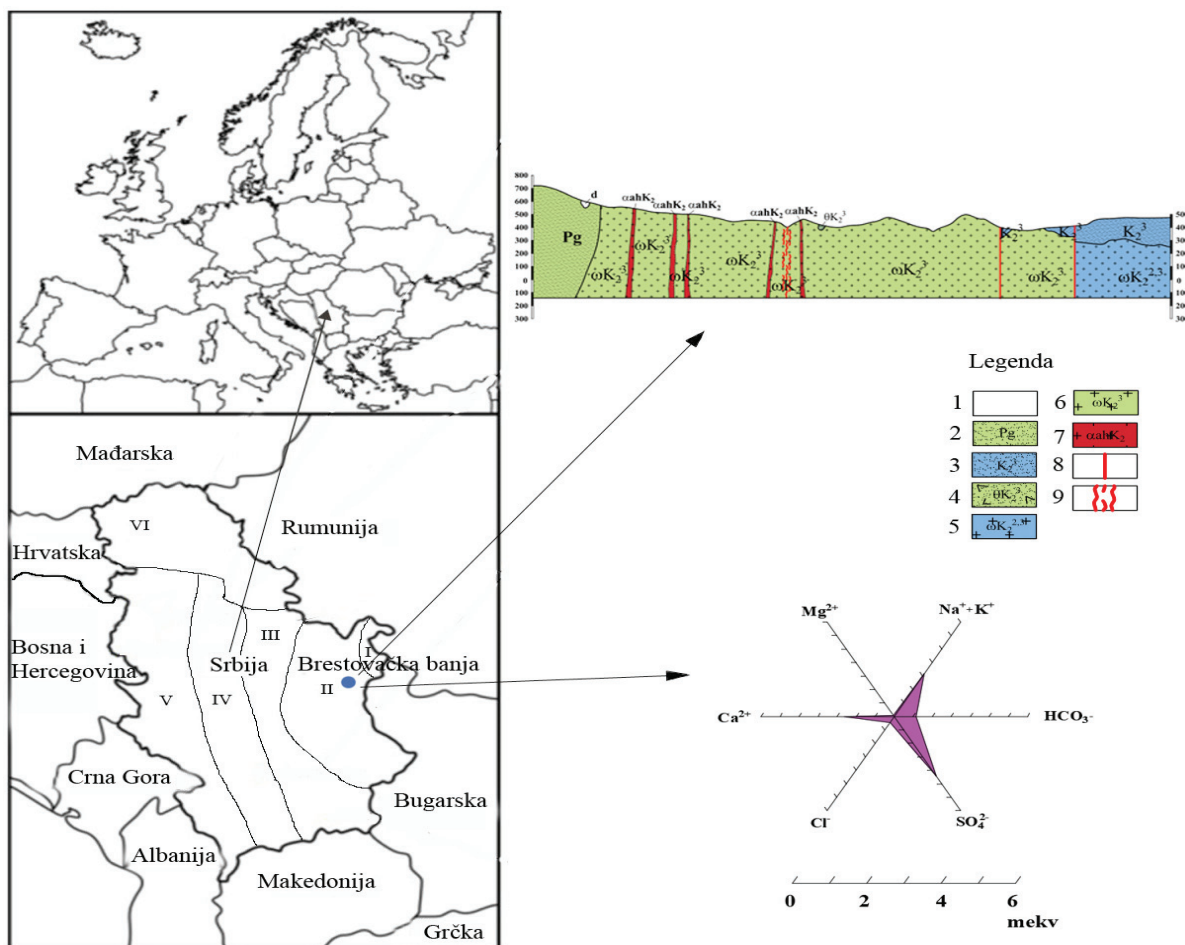
S obzirom na to da termalna staništa, barem kada je reč o teritoriji Srbije, do danas nisu bila predmet istraživanja, tokom 2017. godine izvršeno je utvrđivanje prisustva ciljanih fizioloških grupa bakterija termalnih voda Bresto-

vačke banje, kako bi se utvrdilo prisustvo onih grupa bakterija značajnih sa hidrogeološkog aspekta – uzročnika biokorozije i biozarastanja vodozahvatnih objekta, kao i uzročnika hidričnih bolesti.

Oblast istraživanja

Brestovačka banja pripada geotektonskoj celini, odnosno, hidrogeološkom rejonu Karpato-balkanida, koji ima značajno rasprostranjenje na teritoriji Srbije i, praktično, pokriva teritoriju istočnog dela užeg područja Srbije. Hidrogeološki rejon izdvojeni su na osnovu tektonskih, litofacijalnih, geomorfoloških, hidrogeoloških, fizičko-geografskih i dr. karakteristika, i podudaraju se sa geotektonskim jedinicima, sa manjim ili većim odstupanjima kada su granice u pitanju (Filipović, 2003) (Slika 1).

Banja se nalazi na nadmorskoj visini od 350 m, sa klimom koja je umereno-kontinentalnog karaktera, sa izrazitim uticajem subalpijske klime, i srednjom višegodišnjom temperaturom vazduha od 10.2°C (Protić, 1995).



Slika 1. Shematski prikaz geografsko-geotektonskog položaja Brestovačke banje sa prikazom geološke građe šireg područja istraživanja i prikazom osnovnog jonskog sastava ispitivane pojave.

Legenda: I – Dakijski basen; II – Karpato-balkanidi; III - Srpsko-kristalasto jezgro; IV – Šumadijsko-kopaoničko-kosovska zona; V – Unutrašnji Dinaridi zapadne Srbije; VI – Panonski basen; 1 –Deluvijalni sedimenti; 2 – Hidrotermalno izmenjene stene; 3 – Borski peliti; 4 – Tufovi i tufiti; 5 – Aglomerati i breče, augit-hornblenda i hornblenda andeziti; 6 – Aglomerati i breče, daciti i andeziti; 7 – Augit-hornblenda i hornblende adeziti II faze; 8 – Rasedi; 9 – Rasedne zone.

Područje banje je izgrađeno od andezita i andezitskih piroklastita. Termalne vode banje se formiraju iz pukotina andezitskih masa, sa padom ka jugu pod uglom 70–80°, a uočava se i sistem pukotina sa padom ka SSI pod uglom 65° (Milojević, 1967a; Protić, 1995).

Na području Brestovačke banje konstatovani su različiti tipovi sistema pukotina, kolektora termalnih voda: pukotine lučenja, tektonske pukotine i pukotine nastale u procesu fizičkog i hemijskog raspadanja stena. Tektonske pukotine su najzastupljenije, i najčešće su zjapeće ili su zapunjene sekundarnim produktima, kao što su kaolinit, kalcit, zeolit, limonit, gips ili pirit. Intenzivna tektonska aktivnost tokom epoha geološke prošlosti uslovlila je ispuccalost površinskog kompleksa stena, čime se stvaraju povoljni uslovi za infiltraciju voda od atmosferskih taloga

i voda iz vodotoka (Protić, 1995), koje se u kontaktu sa stenama vulkanskog porekla zagrevaju i pojavljuju na površini u vidu termalnih pojava.

Predmet istraživanja predstavlja utvrđivanje prisustva ciljanih fizioloških grupa bakterija termalnih voda kaptirang izvora „Česma za živce”, koji se nalazi na levoj obali Banjske reke, čije vode ističu iz cevi prečnika Ø 3/4”, kapaciteta od 0.045 L/s i temperaturnog dijapazona 30–32°C (Slika 2).



Slika 2. Kaptirani izvor termalne vode – „Česma za živce” (a) i ambijentalne karakteristike Brestovačke banje (b) (foto: V. Šaraba, 2017).

Materijali i metode

Imajući u vidu predmet istraživanja i postavljene zahteve od kojih se krenulo u istraživanje, izabrani materijali i primenjene metode podrazumevali su uzorkovanje: a. termalnih voda za fizičko-hemijske i b. termalnih voda za mikrobiološke analize primenom BART biodetektora.

Fizičko-hemijske analize. Termalne vode za fizičko-hemijske analize uzorkovane su u plastične boce koje svojim karakteristikama zadovoljavaju neophodne kriterijume u pogledu kvaliteta. Obezbeđene su i sterilne plastične boce sa zatvaračima u skladu sa međunarodnim standardima ISO 9001, ISO 14001 i OHSAS 18001. Pre upotrebe, ambalaža za hemijske analize je obrađena sa 1% HCl, isprana sa vodovodnom vodom, a potom destilovanom vodom, i osušena. Nakon toga, usledilo je uzorkovanje mineralnih voda. Boce su nakon uzorkovanja zatvorene plastičnim poklopcem za sprečavanje isticanja vode, a zatim, navrtkom. Nakon toga, uzorci su dopremljeni u akreditovanu laboratoriju u Beogradu, u ručnim frižiderima i u standardom predviđenom vremenskom roku.

Mikrobiološke analize. Tokom 2017. godine, uzorci termalnih voda Brestovačke banje za mikrobiološke analize su kolektovani i transportovani u skladu sa standardima SRPS EN ISO – 19458:2009. Termalne vode analizirane su na prisustvo različitih ekofizioloških grupa bakterija primenom BART biodetektora. BART testovi predstavljaju posebno dizajnirane i jedinstvene sisteme, sa širokim opsegom uslova tokom kultivacije, za oporavak i rast različitih mikroorganizama koji žive u restriktivnim i specifičnim uslovima koji karakterišu podzemne sredine. Selektivnost se podstiče pažljivo dizajniranim sastavom hranljivog medijuma koji je različit i specifičan za svaki tip BART testa, pri čemu je u svakom sistemu favorizovan rast i aktivnost pojedinih grupa bakterija (Šaraba i saradnici, 2018). Određivano je prisustvo gvoždevitih, sulfatoredukujućih, heterotrofnih aerobnih i fakultativno anaerobnih, denitrifikacionih i heterotrofnih bakterija koje imaju sposobnost stvaranja ekstracelularnih polimernih materija primenom IRB (Iron Related Bacteria), SRB (Sulfate Reducing Bacteria), HAB (Heterotrophic Aerobic Bacteria), DN (Denitrifying Bacteria) i SLYM (Slime Forming Bacteria) BART sistema. U svim pojavama, određivano je i prisustvo fluorescentnih *Pseudomonas* vrsta (*aeruginosa* i *fluorescens*) primenom FLOR BART biodetektora. Uzorci su inkubirani na temperaturi od 22°C, u standardom propisanom vremenskom periodu za svaki biodetektor. Tokom perioda inkubacije uzoraka (5, 10 do 15 dana u zavisnosti od vrste primenjenog biodetektora), signaturne reakcije bakterijske aktivnosti i njihovih metaboličkih proizvoda, praćene su dnevno i fotografisane su za fotodokumentaciju i proveru pojave vremena i tipa reakcija, prateći proceduru datu u priloženoj literaturi.

Rezultati i diskusija

Istraživanja i primenjene analize pokazale su da na teritoriji Srbije postoje termalne vode sa brojnim specifičnostima u pogledu osnovnog jonskog sastava, mineralizacije, sadržaja specifičnih mikrokomponenti i mikrobiološkog diverziteta čije manifestacije života imaju uticaja na koroziju i biozarastanje vodozahvatnog objekta, kao i uticaja na zdravlje korisnika termalnih voda, njihovom primenom u balneoterapijske svrhe ili svrhe pića.

Medicinske indikacije na koje termalne vode Brestovačke banje ispoljavaju pozitivan efekat spoljašnjom primenom ili pijenjem su (Protić, 1995): reumatična obolenja mišića, kostiju i zglobova; kožna obolenja; posledice

povreda, opšte iscrpljenosti i rehabilitacije posle bolničkog lečenja; neuralgije i neurastemije; anemije; ženske bolesti; tuberkuloza, sepsa, skorbut i teža obolenja srca.

Rezultati fizičko-hemijskih analiza. Termalne vode Brestovačke banje pripadaju sulfatnim silicijumskim alkalnim homeotermama (Tabela 1), odnosno, podgrupi azotnih voda (Filipović, 2003). Na osnovu preovlađujućeg jonskog sastava pripadaju SO_4^{2-} - Na^+ + K^+ vodama, dok na osnovu vrednosti sadržaja rastvorenih soli (783 mg/L) pripadaju malomineralizovanim vodama (Tabela 1), čija formula Kurlov-a (1) glasi:

$$\frac{\text{SO}_{75}^4 \text{HCO}_{18}^8 \text{Cl}_7}{0.783 (\text{Na} + \text{K})_{53} \text{Ca}_{45}} T_{32} Q_{0.045}$$

Legenda: M – mineralizacija (g/L); T – temperatura (°C); Q – izdašnost (L/s);

$\text{SO}_{75}^4, \text{HCO}_{18}^8, \text{Cl}_7, (\text{Na} + \text{K})_{53}, \text{Ca}_{45}$ – sadržaj jona u %ekv.

Vrednost pH od 8.7 je, između ostalog, i faktor njihove lekovitosti, s obziromna to da alkalna reakcija ispoljava pozitivan efekat na organizam čoveka, usporava starenje i deluje inhibitory na kanceregona obolenja (Jovanović i saradnici, 1994).

Tabela 1. Rezultati fizičko-hemijskih analiza termalnih voda Brestovačke banje.

OSNOVNE KARAKTERISTIKE		MAKROKOMPONENTE (mg/L)	
T (°C)	32	Na^+ + K^+	131.96
pH	8.7	Ca^{2+}	107.9
Mineralizacija (mg/L)	783	Mg^{2+}	2.9
Elektroprovodljivost (μS/cm)	1040	HCO_3^-	65.3
Utrošak KMnO_4 (mg/L)	3.2	SO_4^{2-}	435.0
Ukupna tvrdoća (°dH)	11.2	Cl^-	14.2
Mutnoća (NTU)	0.2	NO_3^-	<0.46
MIKROKOMPONENTE (mg/L)			
F^-	0.50	Ba^{2+}	0.030
Br^-	0.4	Rb^+	0.030
J^-	0.02	Cr	0.008
HPO_4^{2-}	0.07	Cu	0.013
Al_2O_3	0.20	Zn	0.018
HBO_3^-	2.0	As	0.007
H_2SiO_3	60.0	Ni	0.002
SiO_2	22.0	Pb	<0.005
Sr^{2+}	0.560	Cd	<0.0005
Li^+	0.016	Fe	0.066
Mn	0.003	Hg	<0.0002
RADIOAKTIVNOST			
Rn (Bq/L)	4.4	Ra (Bq/L)	0.1
U (mg/L)	0.001	Th	/

Legenda: / - Nije definisana vrednost ispitivanog parametra.

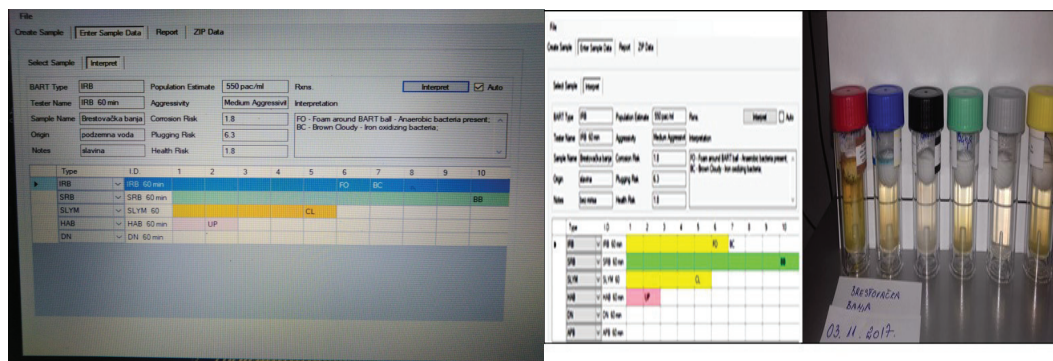
Rezultati mikrobioloških analiza. Detaljnim osmatranjem BART biodetektora na uzorcima termalnih voda Brestovačke banje, detektovana je umerena biohemijska aktivnost anaerobnih fermentacionih bakterija i aerobnih gvožđe oksidera. Detektovane su i sulfat-redukujuće bakterije sa niskom biohemijskom aktivnošću čija je gustina populacije bila veoma niska (Slika 3; Slika 4).

Zabeležena je bila aktivnost aerobnih i fakultativno anaerobnih bakterija sposobnih za stvaranje ekstracelularnih polimernih materija (EPS), umerene biohemijske aktivnosti, pri čemu je bilo detektovano aproksimativno po danu reakcije 2.400 potencijalno aktivnih ćelija po mL vode (Slika 3; Slika 4).

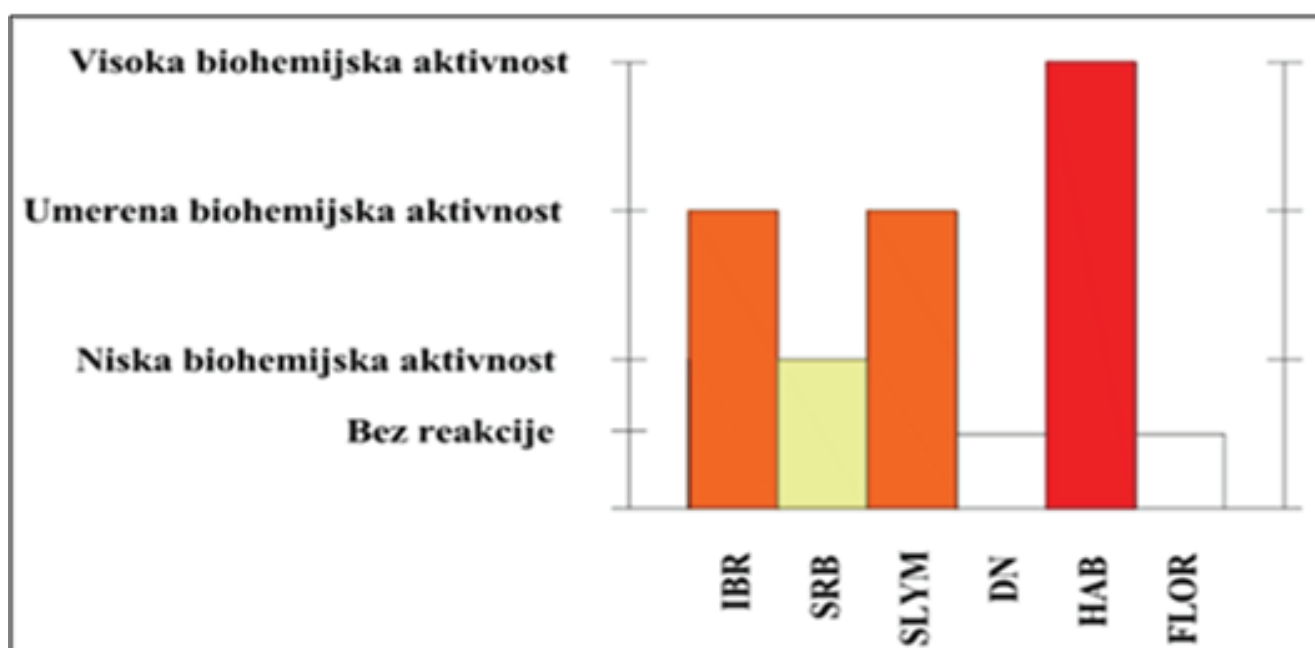
Prisutna je bila visoka brojnost i biohemijska aktivnost hemorganoheterotrofnih aerobnih bakterija, sa brojnošću populacije od 454.000 cfu/mL vode. U uzorcima termalnih voda nisu zabeležene denitrifikacione bakterije (Slika 3; Slika 4).

U ispitivanim uzorcima brojnost specifičnih grupa bakterija i metabolička aktivnost-agresivnost, izračunata je

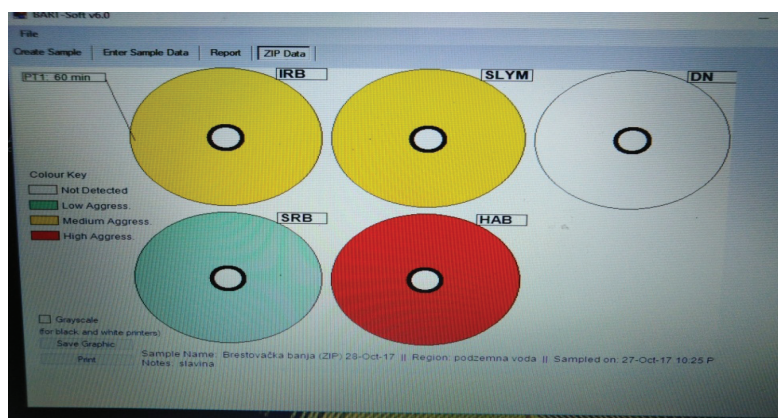
i procenjivana primenom namenskog softvera (Bart-Soft-v6, Cullimore, 2010) (Slika 3; Slika 5).



Slika 3. Protokol unosa signaturnih reakcija u Bart-Soft-v6 i reakcije u sistemu BART biodetektora 3.11.2017. godine (foto: V. Obradović, 2017).



Slika 4. Shematski prikaz stepena biohemijske aktivnosti bakterija u ispitivanim uzorcima.



Slika 5. Bart-Soft-v6 i ocena biohemijske agresivnosti – aktivnosti u sistemu BART biodetektora (foto: V. Obradović, 2017).

Primenom aplikativnog softvera procenjen je zdravstveni rizik, rizik od biokorozije i biozarastanja vodoza-

hvatnog objekta, koji na skali 0–10 za slučaj biokorozije iznosi 1, dok za slučaj biozarastanja objekta iznosi 6, uz potencijalni zdravstveni rizik koji na gradušanoj skali iznosi 1 (Slika 4; Slika 5).

Sa razvojem tehnologija u procesu istraživanja podzemnih (mineralnih, termalnih i termomineralnih) voda, primena BART (Biological Activity Reaction Test) biodetektora zauzima sve značajnije mesto u sklopu metodike hidrogeoloških istraživanja.

Zaključak

Dugo vremena se smatralo da termalne vode kao deo geološke sredine ne podržavaju razvoj života, i da je prisustvo bakterija karakteristično samo za podzemne vode koje se nalaze blizu površine terena, za prvu freatsku izdan, sa uslovima sličnim onima koji vladaju na površini zemlje. Rezultati istraživanja su pokazali da bakterije uspešno opstaju i u netipičnim uslovima sredine, tj. u termalnim vodama andezita i andezitskih piroklastita, čime se pokazalo da osim postojanja termalnih voda specifičnog fizičko-hemijskog sastava na teritoriji Srbije, njih karakteriše i svojevrsnost mikrobiološkog diverziteta, koji, između ostalog, predstavlja i faktor koji ih čini posebnom vrstom voda.

Literatura

- Cullimore, D. R. (1999): *Ribbon formers, Gallionella (Group 1) - Microbiology of well biofouling*. CRC Press, Boca Raton, str. 37–38.
- Cullimore, D. R. (2007): *Practical manual of groundwater microbiology*. CRC Press, pp. 1–400.
- Cullimore, D. R. (2010): *Standard Methods for the Application of BART Testers in Environmental Investigations of Microbiological Activities*. Droycon Bioconcepts, Regina, Saskatchewan, Canada.
- Danielopol, D. L., Pospisil, P. i Rouch, R. (2000): *Biodiversity in groundwater: a large-scale view*. Trends in Ecology & Evolution. Broj: 15/6, str. 223–224.
- Fredrickson, J. K. i Fletcher, M. (2001): *Biogeochemical and geological significance of subsurface microbiology* (No. PNNL-SA-35352). Pacific Northwest National Laboratory (PNNL), Richland, WA (US), str. 3–37.
- Filipović, B. (2003): *Mineralne, termalne i termomineralne vode Srbije*. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 19.
- Goldscheider, N., Hunkeler, D. i Rossi, P. (2006): *Microbial biocenoses in pristine aquifers and an assessment of investigative methods*. Hydrogeology Journal. Broj: 14/6, str. 926–941.
- Griebler, C., Mindl, B., Slezak, D. i Geiger-Kaiser, M. (2002): *Distribution patterns of attached and suspended bacteria in pristine and contaminated shallow aquifers studied with an in situ sediment exposure microcosm*. Aquatic microbial ecology. Broj: 28/2, str. 117–129.
- Griebler, C. i Lueders, T. (2009): *Microbial biodiversity in groundwater ecosystems*. Freshwater Biology. Broj: 54/4, str. 649–677.
- Jovanović, T., Janjić, M., Popović, G. i Conić, S. (1994): *Balneoklimatologija*. Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Milojević, N. (1967): *Termomineralni izvori Brestovačke banje*. VIII Kongres Karpato-balkanske asocijacije. Beograd.
- Pederson, K. (2000): *Exploration of deep intraterrestrial microbial life: current perspectives*. FEMS Microbiology Letters, Broj: 185/1, str. 9–16.
- Protić, D. (1995): *Mineralne i termalne vode Srbije*. Geoinstitut. Beograd, str. 44–45.
- Šaraba, V., Krunic, O. i Obradović, V. (2018): *Primena BART biodetektora u metodologiji hidrogeoloških istraživanja mineralnih voda*. In: M. Ganić, (eds.), 17. Kongres geologa Srbije, Vrnjačka banja, Zbornik apstrakata, str. 532-537. ISBN: 978-86-86053-20-6.
- Whitman, W. B., Coleman, D. C. i Wiebe, W. J. (1998): *Prokaryotes: the unseen majority*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Broj: 95/12, str. 6578–6583.

Vladimir Saraba, Olivera Krunić, Vesna Obradović

Faculty of Mining and Geology
University of Belgrade
vladimirsaraba@ymail.com

Abstract

During 2017 an assessment of microbiological diversity - the presence of targeted physiological groups of bacteria - was made in thermal healing waters of *Brestovacka Banja*, a captured spring "Česma za živce" formed from the cracks of andesite and andesite pyroclasts, given that thermal habitats, at least on the territory of Serbia have not been a subject of research to this day. For this purpose, the BART biodeceptor system was used: IRB, SRB, HAB, DN, SLYM and FLOR BART. The microbiological diversity estimates were preceded by physical and chemical analyzes of thermal waters, which showed that thermal waters belong to SO_4^{2-} - Na^+ + K^+ type, subgroups of N_2 water, or sulfate silicic alkaline homeothermes. Detailed monitoring of BART biodeceptors, moderate biochemical activity of anaerobic fermentation bacteria and aerobic iron oxide was detected. Sulfate-reducing bacteria with low biochemical activity and very low population density were detected. The activity of aerobic and facultative anaerobic producers of extracellular polymeric substances (EPS) with moderate biochemical activity was recorded, and approximately 2,400 potentially active cells per mL of water per day were detected. There was a high number and biochemical activity of hemorgano heterotrophic aerobic bacteria with a population of 454,000 cfu/mL of water. In the thermal water samples no denitrification bacteria were recorded. The risk of corrosion and biofouling of facilities used for collecting water was assessed, as well as the potential health risk of using thermal waters for balneotherapy and drinking purposes. The results of this research have shown that thermal waters are characterized by biodiversity of various strains of bacterial species, regardless of the temperature characteristics of the investigated phenomenon, which is very little known to date, at least in terms of mineral, thermal and thermo-mineral waters.

Keywords: *thermal waters, bacteria, biocorrosion, biofouling, health risk, Serbia*

ODREĐIVANJE SADRŽAJA BIODIZELA U DIZEL-GORIVU INFRACRVENOM SPEKTROFOTOMETRIJOM

Velinka Petrušić
Prirodno-matematički fakultet
Univerzitet u Banjoj Luci
vela.petrusic@gmail.com

Sažetak

Biodizel je komercijalni naziv za metil-estre masnih kiselina i predstavlja netoksičnu, biorazgradivu zamjenu za dizel-gorivo dobijeno iz sirove nafte. Proizvodi se iz biljnih ulja (kukuruzno ulje, sojino ulje, ulje masline, suncokreta, kikirikija itd.), ili masti životinjskog porijekla. Biodizel se može proizvoditi i iz otpadnih ulja koja su korištena za prženje. Cilj ovog rada jeste da se analizira nekoliko uzoraka dizel-goriva i odredi sadržaj biodizela u njima, metodom infracrvene spektrofotometrije. Metoda je izvedena tako što je kroz uzorak propuštena monohromatska svjetlost talasnog broja u području od 4000 cm^{-1} do oko 650 cm^{-1} , pri čemu je na detektoru očitana apsorbancija ispitivanog uzorka. Na osnovu vrijednosti sadržaja biodizela u standardnim rastvorima koji su pripremljeni razblaživanjem certifikovanog referentnog materijala sa mineralnim dizel-gorivom, konstruisana je kalibraciona kriva. Na osnovu jednačine pravca kalibracione krive, izračunat je sadržaj biodizela u ispitivanim uzorcima.

Eksperimentalni rezultati pokazuju da sadržaj biodizela u ispitivanim uzorcima odgovara zahtjevima standarda BAS EN 590:2014, prema kome je maksimalna dozvoljena vrijednost sadržaja biodizela u mineralnom dizel-gorivu 7% v/v. Primjenom standardne metode BAS EN 14078:2009 moguće je veoma brzo i jednostavno odrediti sadržaj biodizela u mineralnom dizel-gorivu. Prednost IR spektrofotometrije je u tome što je za određivanje potrebna veoma mala količina uzorka i to što je ova metoda nedestruktivna, tj. uzorak ostaje nepromijenjen.

Ključne riječi: biodizel, gorivo, IR spektrofotometrija

Uvod

Potreba za korišćenjem biljnih ulja kao pogonskog goriva za motore sa unutrašnjim sagorijevanjem pojavila se zajedno sa pojavom motora. Međutim, postojali su nedostaci u primjeni biljnih ulja kao goriva, a to su njihova velika viskoznost i prisustvo nezasićenih masnih kiselina. Kako bi se otklonili ovi nedostaci, smanjenje viskoznosti išlo je u više pravaca: razblaživanjem, mikroemulsifikacijom, pirolizom i transesterifikacijom. Postupak proizvodnje biodizela koji je najprihvaćeniji je transesterifikacija triglicerida sadržanih u biljnim uljima i životinjskim mastima, alifatičnim alkoholima, najčešće metanolom. Pri tome se dobijaju alkil-estri, a u slučaju metanola, metil-estri i glicerol. Reakcija je reverzibilna i odigrava se u prisustvu katalizatora. Višak alkohola je potreban za pomjeranje ravnoteže reakcije u pravcu stvaranja proizvoda (Predojević, 2010).

U sastavu biodizela dobijenog iz biljnih ulja preovladavaju estri masnih kiselina srednje dužine lanaca i to uglavnom od C_{16} - C_{18} . Ova činjenica pomaže u razlikovanju biodizela od fosilnih dizela čiji lanci uglavnom imaju dužinu od C_{11} - C_{22} . S obzirom na to da se u strukturi biodizela nalazi kiseonik, biodizel sagorijeva mnogo bolje i „čišće“ u odnosu na standardni dizel iz fosilnih izvora, te nema potrebe za dodatkom sintetičkih oksigenata kao što je toksični MTBE (metil *terc*-butil etar), te se postiže značajna redukcija zagađivača sagorijevanja. Pored strukturne sličnosti, biodizel posjeduje i svojstva slična svojstvima mineralnog dizela te se i koristi kao njegova zamjena u dizel-motorima, bilo kao 100% biodizel, bilo u različitim smjesama sa mineralnim dizel-gorivom (5%, 10%, 20%, 50% itd.), (Ilićević, 2014).

Dobre osobine biodizela – njegova netoksičnost, nezapaljivost, odsustvo sumpora i aromata, što ga čini ekološki čistim gorivom, uticalo je na ekspanziju njegove proizvodnje i primjene.

Prednosti i nedostaci biodizela u odnosu na fosilno gorivo:

Prednosti:

- Netoksičnost i biorazgradivost, proizvodi se iz obnovljivih izvora,
- Visoka tačka paljenja (iznad 120°C), čini ga manje rizičnim prilikom transporta,
- Odsustvo sumpora i aromata, smanjenje emisije zagađivača (CO, CO₂, HC, SO_x i čestica),
- Dobra maziva svojstva (sadrži masne kiseline sa dugim ugljovodoničnim lancima) i
- Vrijednost cetanskog broja je približno ista ili veća u odnosu na mineralno dizel-gorivo.

Nedostaci:

- Manja snaga motora (5–9%) i veća potrošnja goriva (7–10%) zbog velikog sadržaja kiseonika (11%),
- Lošije niskotemperaturne osobine usljed veće viskoznosti u odnosu na mineralno dizel-gorivo, lošija termička i oksidaciona stabilnost zbog prisustva nezasićenih veza,
- Hemijski reaguje sa gumenim i plastičnim materijalima od kojih su izrađeni elementi sistema za napajanje motora gorivom, rastvara naslage sa zidova rezervoara i cijevi zbog čega je potrebna češća zamjena filtera i ulja, i
- Može se koristiti u mješavini sa mineralnim dizel-gorivom do 30%, jer su smješe iznad tog procenta nestabilne (Predojević, 2010).

Direktiva Evropske unije i trend korišćenja biodizela

Mnoge zemlje EU i većina zemalja u tranziciji u poslednjih 10 godina pokrenule su primjenu obnovljivih izvora energije. Povećana emisija gasova koji doprinose efektu staklene bašte i njihov uticaj na klimu razlog je za poteze koji pokušavaju da smanje emisiju ovih gasova. Tečna biogoriva su jedini obnovljivi izvori energije koji se mogu koristiti u motorima sa unutrašnjim sagorijevanjem, a da se pri tome bitno ne mijenja sadašnja tehnologija proizvodnje vozila. U ekološkoj studiji EU koja nosi naziv „U susret evropskoj strategiji o obezbjeđenju energije“, prvi put je 2001. godine objavljen prijedlog promovisanja upotrebe obnovljivih izvora energije. U ovoj studiji komisija je istakla dvije glavne teme:

- EU postaje sve više zavisna od spoljnih izvora energije. Na bazi nekih predviđanja zavisnost od uvoza će dostići vrijednost od 70% u 2030. godini.
- Emisija gasova se efektom staklene bašte u EU je u porastu, pa je teško ispuniti obaveze iz protokola donijetog u Kjotu (Udovičić, 2018).

Prema standardu za dizel-gorivo iz 2014. godine, BAS EN 590:2014, maksimalna dozvoljena vrijednost sadržaja biodizela u dizel-gorivu iznosi 7% v/v, (Dugić i sar, 2017). S obzirom na to da dizel-gorivo čini 37% od ukupne potrošnje fosilnih goriva, samim tim i udio biodizela u ukupnoj potrošnji nije zanemarljiv. Trend primjenjivanja strožih normi emisija izduvnih gasova je postao prioritet u svim dijelovima svijeta (Udovičić, 2018).

Infracrvena spektrofotometrija

IR spektrofotometrija je jedna od najsnažnijih nedestruktivnih metoda koja se koristi za kvalitativnu i kvantitativnu analizu organskih i neorganskih jedinjenja.

Kvalitativna analiza IR spektara:

Kvalitativna analiza IR spektara podrazumijeva utvrđivanje prisustva (ili odsustva) određenih funkcionalnih grupa u molekuli. Svaka funkcionalna grupa apsorbuje energiju u tačno definisanom području IR spektra, odnosno na određenim frekvencijama.

Kvantitativna analiza IR spektara:

Određivanje koncentracije nekog jedinjenja pomoću IR spektrometrije zasniva se na fundamentalnom Lambert-Beer-ovom zakonu:

$$A = \frac{I_0}{I} = \epsilon cb$$

koji povezuje apsorpciju (A) sa koncentracijom (c) i debljinom uzorka (b). Veličina ϵ (molarna apsorptivnost ili molarni ekstinkcioni koeficijent) je konstanta za dato jedinjenje na datoj talasnoj dužini. Ovaj zakon važi za uzorke u razblaženim rastvorima tako da kvantitativna analiza u IR spektrofotometriji daje manje tačne rezultate. Kod analize čvrstih uzoraka u obliku KBr pilula, tačnost je još manja zbog refleksije i gubitka svjetlosti usljed rasipanja (Udovičić, 2018).

Talasne dužine koje obuhvata IR oblast nalaze se između vidljivog (~800 nm) i mikrotalasnog (~1mm) dijela

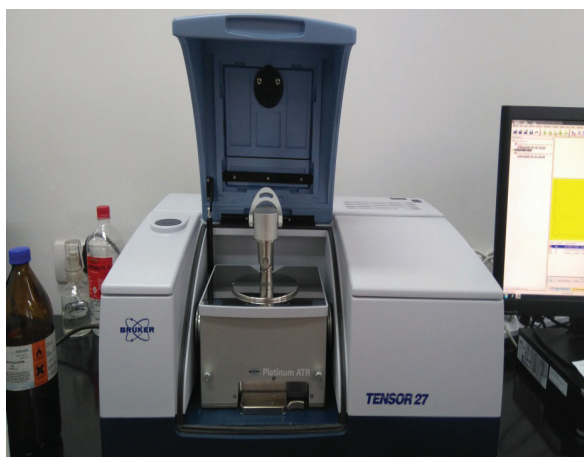
spektra. Ova cjelokupna oblast je podijeljena na tri dijela: bliska IR oblast ($17000-4000\text{ cm}^{-1}$), srednja ($4000-650\text{ cm}^{-1}$) i daleka ($650-250\text{ cm}^{-1}$). Za hemičare je najzanimljivija srednja IR oblast jer u toj oblasti apsorbiraju najveći broj organskih jedinjenja. Prednost IR spektrofotometrije je u tome što je za analizu potrebna mala količina uzorka i to što se mogu analizirati uzorci u sva tri agregatna stanja (Gođevac i Tešević, 2005). Izgled IR spektra (položaj, intenzitet, broj i oblik apsorpcionih maksimuma) je u direktnoj vezi sa strukturom molekula, te je on veoma karakterističan za svako jedinjenje. Zbog toga je za ovu vrstu spektra i uobičajen naziv „otisak prsta molekula“.

Materijal i metode

U radu je vršeno određivanje sadržaja biodizela u dizel-gorivu infracrvenom spektrofotometrijom prema standardu BAS EN 14078:2009. Ovaj evropski standard opisuje metodu za određivanje sadržaja metil-estara masnih kiselina (MEMK) pomoću IR spektrofotometrije koja se odnosi na sadržaj MEMK u dva mjerna opsega:

- opseg A: za niže koncentracije MEMK od oko 0,05% (v/v) do približno 3% (v/v)
- opseg B: za više koncentracije MEMK od oko 3% (v/v) do približno 20% (v/v).

Određivanje sadržaja biodizela u dizel-gorivu je vršeno u dvije laboratorije, u laboratoriji Tehnološkog fakulteta u Banjoj Luci i u laboratoriji carinske uprave BiH u Banjoj Luci, nakon čega su rezultati upoređivani. Uređaji na kojima je vršeno ispitivanje su prikazani na Slici 1 i Slici 2.



Slika 1. IR spektrofotometar, Bruker Tensor 27



Slika 2. IR spektrofotometar, Perkin Elmer

Za potrebe ispitivanja korišten je certifikovani referentni materijal (CRM) čije su osobine prikazane u Tabeli 1 i dizel-gorivo koje je uzorkovano na pumpi Euro Benz u Banjoj Luci 16.7.2018. Ispitivani uzorci su pripremljeni u laboratorijskim uslovima miješanjem određene količine certifikovanog referentnog materijala i dizel-goriva a podaci su prikazani u Tabeli 2. Za potrebe kalibracione krive bilo je neophodno pripremiti rastvore, tako što je određena zapremina CRM razblažena komercijalnim dizel-gorivom. CRM ima sertifikovanu vrijednost sadržaja MEMK u dizel-gorivu 6,50% v/v i vrijednost proširene mjerne nesigurnosti $\pm 0,30$ sa faktorom pokrivenosti $k=2$ i nivoom povjerenja od 95%.

Tabela 1. Karakteristike biodizela korištenog za eksperimentalni dio rada

	Sertifikovana vrijednosti	Nesigurnost ¹²⁾	Jedinica
Sadržaj estara ¹⁾	98,9	1,7	% (m/m) ¹⁰⁾
Sadržaj metil-estara linolne kiseline ¹⁾	8,82	0,16	% (m/m) ¹⁰⁾
Sadržaj monoglicerida ²⁾	0,65	0,04	% (m/m) ¹⁰⁾
Sadržaj diglicerida ²⁾	0,136	0,025	% (m/m) ¹⁰⁾
Sadržaj triglicerida ²⁾	<0,1 ¹¹⁾		% (m/m) ¹⁰⁾
Sadržaj glicerola ²⁾	0,187	0,009	% (m/m) ¹⁰⁾
Sadržaj vode ³⁾	0,0205	0,0024	% (m/m) ¹⁰⁾
Gustina (na 15°C) ⁴⁾	883,20	0,04	kg/m ³
Viskoznost (na 40°C) ⁵⁾	4,465	0,005	mm ² /s
Oksidativna stabilnost (na 110°C) ⁶⁾	9,8	0,5	H

Kiselinski broj ⁷⁾	0,184	0,015	mg KOH/g
Jodni broj ⁸⁾	112	4	g joda/100g
Temperatura paljenja ⁹⁾	181	14 ¹³⁾	°C

1) kao što je definisano od strane EN 14103:2011
2) kao što je definisano od strane EN 14105:2011
3) kao što je definisano od strane EN ISO 12937:2000
4) kao što je definisano od strane EN ISO 12185:1996
5) kao što je definisano od strane EN ISO 3104:1996
6) kao što je definisano od strane EN 14112:2003
7) kao što je definisano od strane EN 14104:2003
8) kao što je definisano od strane EN 14111:2003
9) kao što je definisano od strane EN ISO 3679:2004
10) ekvivalentno sa 10⁻² g/g
11) vrijednost koja odgovara limitu kvantifikacije (LOQ) standardne metode EN 14105:2011
12) Nesigurnost sertifikovane vrijednosti je proširena nesigurnost sa faktorom k=2 koji odgovara nivou pouzdanosti od oko 95% procjenjeno u skladu sa ISO/IEC Guide 98-3, vodič za izražavanje mjerne nesigurnosti (GUM:1995), ISO, 2008.
13) Nesigurnost sertifikovane vrijednosti je proširena nesigurnost sa faktorom k=2.8 koji odgovara nivou pouzdanosti od oko 95% procjenjeno u skladu sa ISO/IEC Guide 98-3, vodič za izražavanje mjerne nesigurnosti (GUM:1995), ISO, 2008.

Tabela 2. Mase CRM-a i dizel-goriva neophodne za pripremu uzoraka

Rb.	m(CRM), g	m(dizel), g	m(ukupno), g	Koncentracija (biodizela u dizel-gorivu), v/v%
1.	5,0042	5,0010	10,0052	3,25
2.	5,2479	4,7656	10,0135	3,41
3.	4,8193	5,1852	10,0045	3,13

Na sljedećim slikama su prikazani uzorci korišteni za analizu (Slika 3 i 4):



Slika 3. Uzorci 1



Slika 4. Uzorci 2

Metoda kojom je vršeno ispitivanje, IR spektrofotometrija, veoma se često koristi i za kvalitativnu i za kvantitativnu analizu. IR oblast u kojoj je vršeno ispitivanje obuhvata područje 1670–1820cm⁻¹ a apsorpcioni maksimum se javlja na 1747 cm⁻¹. Određivanje koncentracije je vršeno pomoću fundamentalnog Lambert-Beer-ovog zakona:

$$A = \frac{I_0}{I} = \epsilon cb$$

tako što je koncentracija izračunata iz jednačine pravca kalibracione krive nakon očitavanja apsorbancije sa odgovarajućeg spektra.

Rezultati i diskusija

1. Rezultati dobijeni ispitivanjem u laboratoriji Tehnološkog fakulteta u Banjoj Luci:

Rezultati su dobijeni mjerenjem visine apsorpcionog maksimuma na 1747 cm^{-1} .

Za određivanje sadržaja biodizela u dizel-gorivu bilo je potrebno napraviti kalibracionu krivu. Prema tome, za izradu kalibracione krive odvagane su sledeće mase CRM-a i dizel-goriva i izračunate koncentracije biodizela u dizel-gorivu prikazane u Tabeli 3.

Tabela 3. Mase CRM-a i dizel-goriva i izračunate koncentracije neophodne za kalibracionu krivu

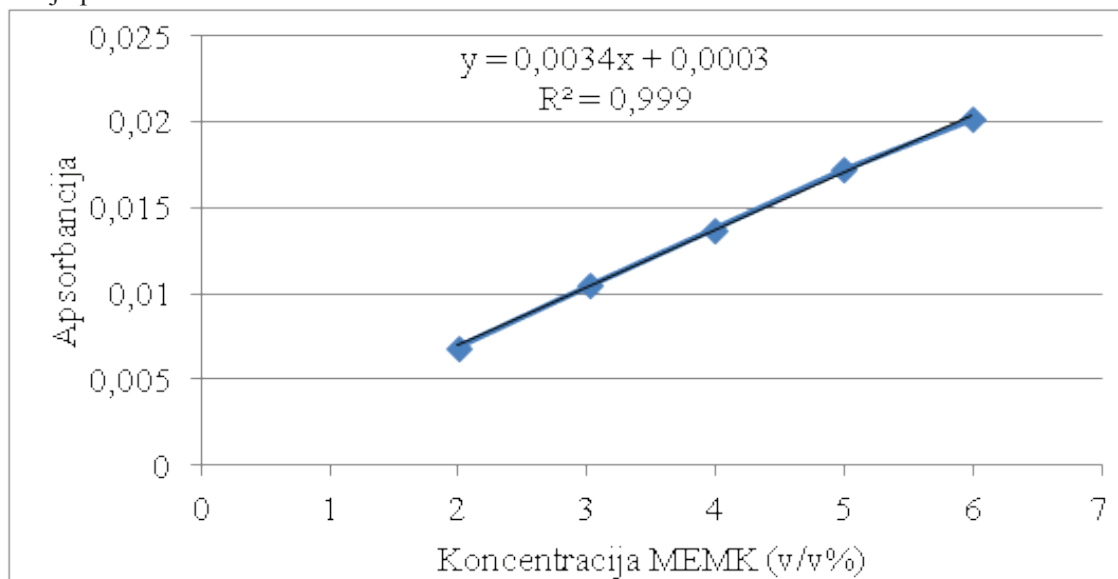
R.b.	m(CRM), g	m(dizel), g	m(ukupno), g	Koncentracija (biodizela u dizel-gorivu), v/v%
1.	0,09988	4,89872	4,99860	1,9982
2.	0,14975	4,81330	4,96305	3,0173
3.	0,19837	4,77548	4,97385	3,9883
4.	0,24992	4,76168	5,01160	4,9868
5.	0,30006	4,70559	5,00565	5,9944

Snimljeni su IR spektri uzoraka potrebnih za pravljenje kalibracione krive nakon čega su očitane apsorbancije na 1747 cm^{-1} i prikazane u Tabeli 4.

Tabela 4. Očitane vrijednosti maksimuma apsorbancije na 1747 cm^{-1}

R.b.	Apsorbancija	Koncentracija (biodizela u dizel-gorivu), v/v%
1.	0,00686	1,9982
2.	0,01045	3,0173
3.	0,01372	3,9883
4.	0,01723	4,9868
5.	0,02018	5,9944

Na Slici 5 je prikazana kalibraciona kriva 1:



Slika 5. Kalibraciona kriva 1

Jednačina pravca kalibracione krive $y=0,0034x+0,0003$ je linearna funkcija, što potvrđuje i faktor korelacije $R^2=0,999$. Na osnovu jednačine pravca kalibracione krive izračunata je koncentracija biodizela u uzorcima, mjerenjem njihove apsorbancije. Apsorbancije i koncentracije biodizela u uzorcima date su u Tabeli 5.

Tabela 5. Apsorbancija i koncentracija biodizela u uzorcima

R.b.	Apsorbancija	Koncentracija (biodizela u dizel-gorivu), v/v%
1.	0,01178	3,37
2.	0,01220	3,50
3.	0,01068	3,05

2. Rezultati dobijeni ispitivanjem u laboratoriji carinske uprave BiH u Banjoj Luci:

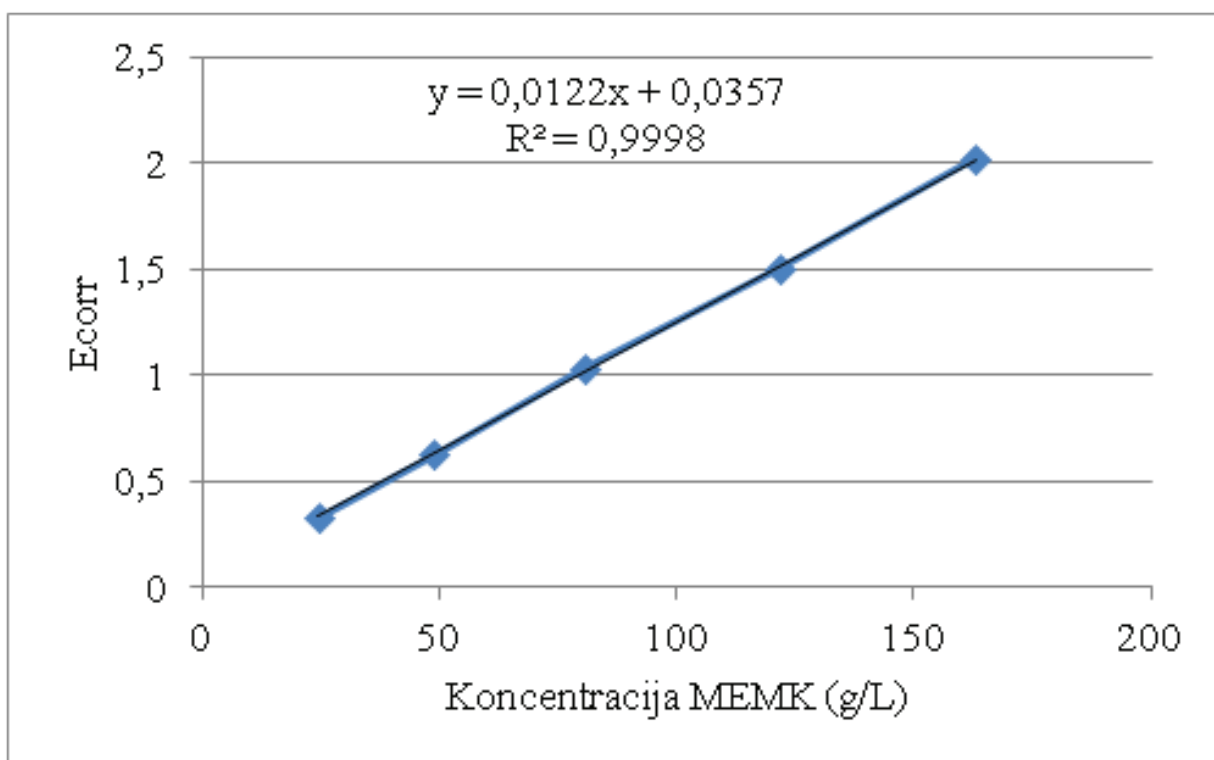
Rezultati su dobijeni mjerenjem površine apsorpcionog maksimuma na 1747 cm^{-1} .

Za određivanje nepoznatih koncentracija uzoraka bilo je potrebno napraviti kalibracionu krivu čiji su podaci prikazani u Tabeli 6.

Tabela 6. Srednje vrijednosti korigovanih ekstinkcija u standardnim rastvorima koji su pravljani za potrebe kalibracione krive i njihove koncentracije

R.b.	Srednja vrijednost korigovane ekstinkcije (E_{corr}) (cm^{-1})	Koncentracija (biodizela u dizel-gorivu), g/L
1.	0,33215	24,66
2.	0,63020	49,00
3.	1,03345	80,87
4.	1,50755	121,89
5.	2,02135	163,01

Na osnovu podataka prikazanih u Tabeli 5 napravljena je kalibraciona kriva 2 sa odgovarajućom jednačinom pravca, koja je prikazana na Slici 6.



Slika 6. Kalibraciona kriva 2

Vrijednosti za a i b se očitavaju iz jednačine pravca kalibracione krive i one iznose:

a=0,0122

b=0,0357.

Na osnovu jednačine pravca tj. vrijednosti za nagib (a) i odsječak (b), izračunata je koncentracija biodizela u uzorcima mjerenjem njihove korigovane ekstinkcije. Formula za izračunavanje koncentracije biodizela u dizel-gorivu je sljedeća :

$$X_s = \frac{E_{corr} - b}{a}$$

a formula za preračunavanje masene koncentracije u volumnu je :

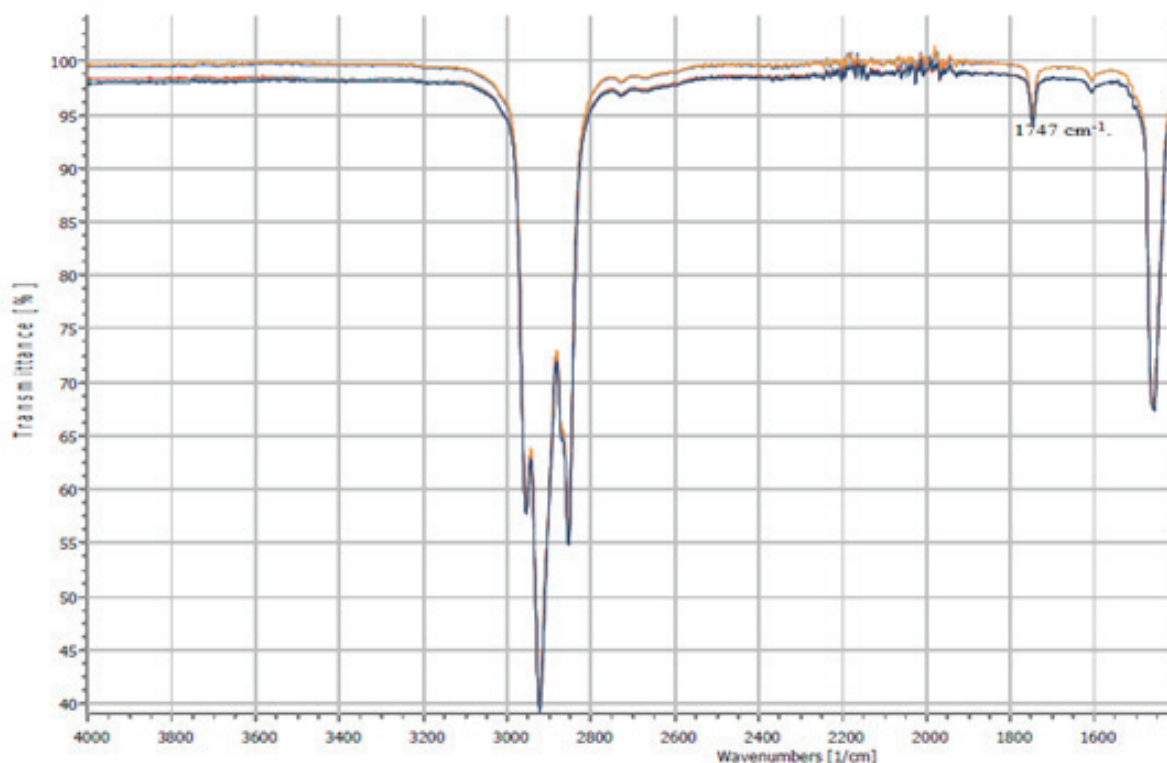
$$\gamma_s = \frac{100 * X_s}{883}$$

U Tabeli 7 date su koncentracije ispitivanih uzoraka i njihove korigovane ekstinkcije.

Tabela 7. Koncentracije biodizela u uzorcima i njihove korigovane ekstinkcije (E_{corr})

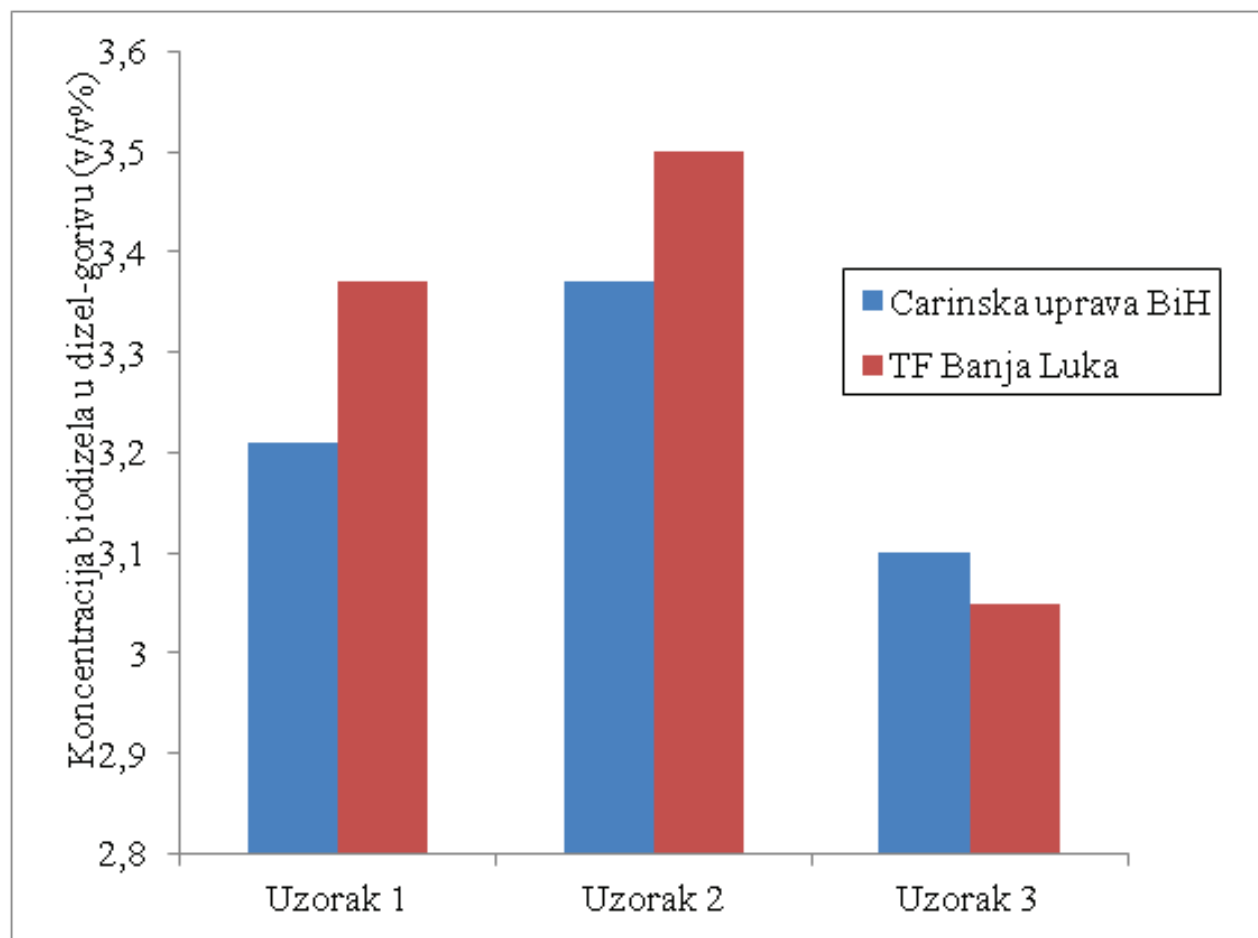
R.b.	Srednja vrijednost korigovane ekstinkcije (E_{corr}) (cm^{-1})	Koncentracija (biodizela u dizel-gorivu), v/v%
1.	0,3820	3,21
2.	0,3997	3,37
3.	0,3697	3,10

Na Slici 7 su prikazani spektri sva tri ispitivana uzorka:



Slika 7. IR spektar dobijen prilikom vršenja analize

Na Slici 8 je prikazano poređenje rezultata dobijenih ispitivanjem u laboratoriji Tehnološkog fakulteta i rezultata dobijenih ispitivanjem u laboratoriji carinske uprave BiH u Banjoj Luci.



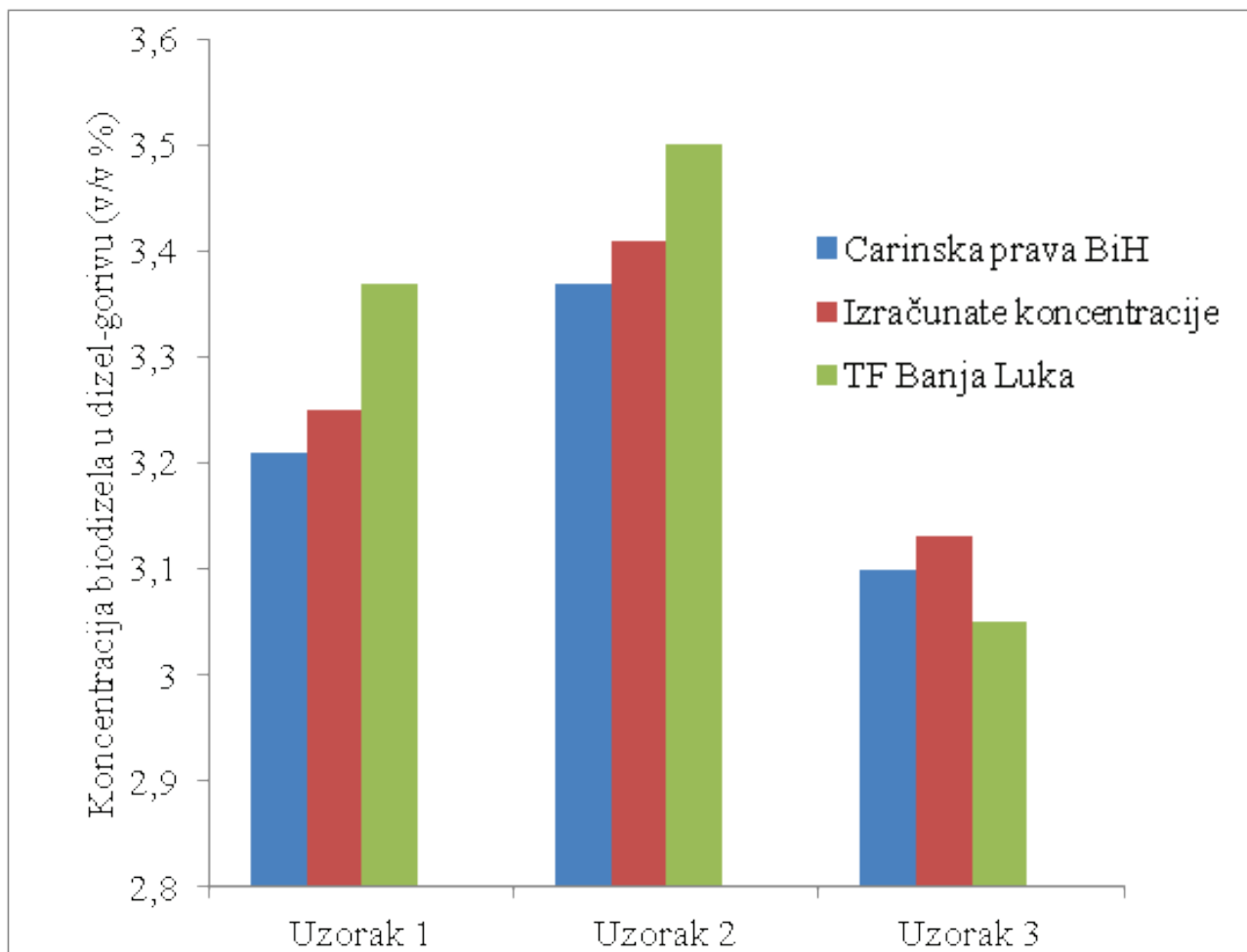
Slika 8. Poređenje rezultata dobijenih ispitivanjem u laboratoriji Tehnološkog fakulteta i rezultata dobijenih ispitivanjem u laboratoriji carinske uprave BiH u Banjoj Luci

Na osnovu Slike 9 zapaženo je da su vrijednosti sadržaja biodizela u dizel-gorivu u uzorku 1 i 2, koje su dobijene u laboratoriji Tehnološkog fakulteta, veće od vrijednosti dobijenih u laboratoriji carinske uprave BiH u Banjoj Luci. Međutim, dobijena vrijednost sadržaja biodizela u dizel-gorivu za uzorak 3 u laboratoriji carinske uprave BiH veća je od vrijednosti dobijene u laboratoriji Tehnološkog fakulteta. Mogući uzroci dobijanja različitih rezultata su izvođenje analize u različitim laboratorijskim uslovima, na različitim instrumentima, korišćenje različitih vaga a i sam način određivanja. Na Slici 9 je prikazano poređenje koncentracija biodizela u dizel-gorivu dobijenih u laboratoriji Tehnološkog fakulteta i u laboratoriji carinske uprave sa koncentracijama izračunatim na osnovu odvaganih masa.

Za razliku od uzoraka 1 i 2, u uzorku 3 izračunata koncentracija biodizela u uzorcima je veća od koncentracija dobijenih u obje laboratorije.

Zaključak

- S obzirom na to da korišćenje fosilnih goriva dovodi do značajnih klimatskih promjena, prednost se daje korišćenju alternativnih izvora energije kao što je biodizel.
- Primjenom standardne metode BAS EN 14078:2009 može se veoma brzo i jednostavno odrediti koncentracija biodizela u ispitivanim uzorcima.
- Određivanje sadržaja biodizela u mineralnom dizel-gorivu je vršeno u dvije laboratorije, na dva različita uređaja i sve vrijednosti se nalaze ispod granične vrijednosti definisane standardom BAS EN 590:2014 koja iznosi 7% v/v.
- Na osnovu formule navedene u metodi $R = 0,0793x - 0,0413$, izračunata je uporedivost rezultata, na osnovu koje se može zaključiti da su rezultati dobijeni u dvije laboratorije uporedivi.



Slika 9. Poređenje izračunatih koncentracija biodizela u uzorcima sa koncentracijama dobijenih u laboratorijama Tehnološkog fakulteta i carinske uprave BiH

Literatura

- Dugić, P. i sar. (2017): *Tenologija prerade nafte*, Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka.
- Gođevac, D. i Tešević, V. (2005): *Strukturne instrumentalne metode-zbirka spektara*, Hemijski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd.
- Iličković, Z. (2014): *Biogoriva*, IN SCAN d.o.o. Tuzla, Tuzla.
- Predojević, Z. (2010): *Goriva iz biomase, bioetanol i biodizel*, Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad.
- Udovičić, J. (2018): *Određivanje sadržaja metil-estara masnih kiselina u dizel-gorivu infracrvenom spektrometrijom*, diplomski rad, Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka.

RADIOACTIVITY OF FERTILIZERS IN REPUBLIC OF SERBIA

Predrag Kuzmanovic, Jovana Knezevic
Faculty of Sciences
University of Novi Sad
predrag.kuzmanovic@df.uns.ac.rs

Abstract

Using fertilizers with increased amounts of radioactive materials can result in contamination of soil, wherefore the measurements of radioactivity are necessary when importing fertilizers to the Republic of Serbia. In this paper, the activity concentrations of radioisotopes ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U were determined in 12 fertilizer samples. The obtained results showed that both estimated values of the Radium equivalent activity (Ra_{eq}) and External hazard index (H_{ex}) are higher than the acceptable level in 7 samples, Gamma index (I_{γ}) in 11 samples, while the Total absorbed dose rate (D) is higher than the acceptable level in all measured samples. We found the annual effective dose for workers in fertilizer production process to be negligibly small. Based on the earlier research of soil radioactivity, we calculated the radioactivity of a few most commonly cultivated plants in Vojvodina (Republic of Serbia).

Keywords: fertilizers, radioactivity, gamma spectrometry, transfer factors

Introduction

The growth and progress of every agricultural plant is provided by existence of nutritive in the soil. In order to gain high yield of the specific agricultural sort, one must provide enough amounts of nutritive in the soil, which depends on soil composition and other factors (erosion, drain washout, temperature...). Insufficient amount of nutritive in the soil can be compensated using fertilizers, leading to optimization and maximization of the yield in particular conditions. All the fertilizers must be analyzed for the content of radioactive isotopes, considering the fact that consumption of plants may lead to increased doses accumulated in human body during the period of one year. It is also important to estimate the dose absorbed by workers involved in the production process. The activity of plants adopted from the soil, previously treated with fertilizers, depends of numerous factors (first of all, plant sort and soil type, but also length of fertilizers' presence in the soil, weather conditions, etc.) (IAEA, 2006).

All the fertilizers imported to the Republic of Serbia must be examined from the standpoint of radioisotope content. Limited values of activity concentration ^{226}Ra , ^{40}K and ^{238}U in fertilizers are regulated by the *Rulebook on limits of radionuclide content in drinking water, foodstuffs, feeding stuffs, drugs, items of general use, building materials and other goods to be placed on the market*, (Official Gazette RS 36/18, 2018) and referent values are given in Table 1. Regulations in the Republic of Serbia are consistent with the ones in the EU. The radioisotope ^{232}Th is excluded from this regulation.

Table 1 Limits for activity concentration of ^{226}Ra , ^{40}K and ^{238}U according to regulation in Republic of Serbia

Radioisotope	Activity concentration [Bq kg^{-1}]	
	Fertilizer	Production components
^{226}Ra	100	
^{40}K	27000	
^{238}U	1600	3200

Source: (Official Gazette RS 36/18, 2018).

Radium equivalent activity is an index that has been introduced to represent the specific activities of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K by a single quantity, which takes into account the radiation hazards associated with them (Berthka and Mathew, 1985):

$$Ra_{eq} = C_{Ra} + 1.43C_{Th} + 0.077C_K \quad (1)$$

whereas C_{Ra} , C_{Th} and C_K are activity concentrations of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in Bq kg⁻¹. The external hazard index is defined as:

Representative level index I_γ used to estimate the levels of radiation hazard associated with the natural radio-

$$H_{ex} = \frac{C_{Ra}}{370} + \frac{C_{Th}}{259} + \frac{C_K}{4810} \leq 1 \quad (2)$$

nuclides in specific materials is defined as (Viruthagiri and Ponnarasi, 2011):

The total air absorbed dose rate (nGy h⁻¹) due to the mean activity concentrations of ^{238}U , ^{232}Th and ^{40}K (in Bq

$$I_\gamma = \frac{C_{Ra}}{150} + \frac{C_{Th}}{100} + \frac{C_K}{1500} \quad (3)$$

kg⁻¹) can be calculated using the formula (Ahmed and El-Arabi, 2005):

$$D = 0.49C_U + 0.666C_{Th} + 0.042C_K \quad (4)$$

According to (UNSCEAR, 2000) limited values are 370 Bq kg⁻¹ for Ra_{eq} , $H_{ex} \leq 1$, 1 за I_γ и 59 nGy h⁻¹ for D.

In order to estimate the annual effective dose absorbed by workers involved in the production process of fertilizers during the period of one year (365 days = 8760 h), it is necessary to use conversion factors for values of absorbed dose rate in values of annual effective dose, as for external hazard index (Hamideen and Sharaf, 2012):

$$\text{Annual effective dose (mSv y}^{-1}\text{)} = \text{absorbed dose rate (nGy}^{-1}\text{)} \times 8760 \text{ (h)} \times 0.2 \times 0.7 \text{ (SvGy}^{-1}\text{)} \quad (5)$$

It is also important to estimate the percentage of radioactivity being transferred from soil to plant, which depends on plant sort and soil type (mineral composition, size of soil particles, organic composition, pH value and fertility) (IAEA, 2006). Soil to plant transfer factor (TF) is defined as a ratio of activity concentration of nuclide of interest per unit of dry plant mass and activity concentration of the same radioisotope per unit of soil within the rooting zone (IAEA, 2006):

$$FT = \frac{\text{Activity concentration of nuclide of interest per kg dry plant mass}}{\text{Activity concentration of that nuclide in dry soil within the rooting zone}} \quad (6)$$

За већину агрикултурних производа у Европи и Сједињеним Америчким Државама познате су вредности TF фактора. Користећи познате вредности TF фактора дате у IAEA TRS 472 (IAEA, 2010), за поједине биљне културе које се гаје у Војводини, одређене су концентрације активности у биљкама.

Materials and methods

12 samples of fertilizers imported to the Republic of Serbia were analyzed. All the samples were homogenized, packed in cylindrical geometry (height 62 mm, diameter 67 mm) and sealed. Measurements started at least a month after the sealing in order to ensure radon equilibrium between ^{226}Ra and ^{222}Rn (Todorovic et al., 2015; Bikit et al., 2005). Measurements were performed at the accredited Laboratory for radioactivity and dose measurement of ionizing rays, Department of Physics, Faculty of Science, University of Novi Sad, Serbia.

Activity concentration was obtained by method of low-level gamma spectrometry on high-resolution HPGe detector, made by ORTEC. HPGe detector was extended range GMX type detector (10 keV-3 MeV) with nominal efficiency of 32% and resolution of 1.9 keV for ^{60}Co at 1.33 MeV. The detector is surrounded with a 12-cm thick lead shield, thus minimizing the background radiation. In this method, we measured the intensities of gamma lines emitted by natural radioisotopes ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K . The gamma spectra were acquired and analyzed using the Canberra Genie 2000 software. The program calculates the activity concentration of an isotope from all prominent gamma lines after background subtraction. All measurement uncertainties are expressed as expanded uncertainty presented at 95% confidence level. Statistical and all systematic uncertainties (dominantly detector efficiency uncertainty and correction on sample geometry) are included in combined standard uncertainty. For the determination of the ^{238}U activity concentration, a special procedure developed in the Novi Sad laboratory (Bikit et al., 2003) was used, taking into account the gamma-lines of the first progeny of this radionuclide, ^{234}Th .

Table 2 Sample names and their country of origin

Sample number	Sample name	Country of origin
1	EURONATURE P 26 B	Austria
2	EUROFERTIL TOP 34 NPK	Austria
3	EUROFERTIL TOP 51 NPK	Austria
4	KSC III PHYTACTYL 15:5:35 + ME	Spain
5	KSC PHYTACTYL V	Spain
6	EUROFERTIL 67 NPK N-PROCESS	Italy
7	ACTISTART	France
8	YARA MILA COMPLEX 12:11:18S +MGO+TE(SOP)	Finland
9	NP 20:20	Croatia
10	NPK 15:15:15	Croatia
11	FERTICARE 14-11-25 KOMBI	Netherlands
12	NATURAL PHOSPHATE	Near East

Results and discussion

The results of measurements obtained by gamma spectrometry are represented on Fig. 1 and Fig. 2 with corresponding histograms. The activity concentrations of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U for 12 measured samples are shown on Fig. 1. As it can be seen, values for the activity concentration of ^{226}Ra are in intervals from 77(8) Bq kg⁻¹ for the sample number 2 (Table 2), to 1460(80) Bq kg⁻¹ for the sample number 12. The activity concentration of ^{232}Th in measured fertilizers is in the range from 6(2) Bq kg⁻¹ for the sample number 3 to 42(4) Bq kg⁻¹ for the sample number 10. The values of activity concentration of ^{40}K are in interval from 40(14) Bq kg⁻¹ for the sample number 1 to 11000(300) Bq kg⁻¹ for the sample number 5. The lowest activity concentration for ^{238}U is 160(30) Bq kg⁻¹ for the sample number 8, and the largest one is 1040(90) Bq kg⁻¹ for the sample number 12. From the obtained activity concentration, it can be concluded that activity concentration of ^{40}K is higher than others, while activity concentration of ^{232}Th is the lowest one. This implies that ^{40}K is the most abundant radionuclide in fertilizers, which leads to its highest impact on the total dose. The all measured activity concentrations are below regulative values (Table 1) (Official Gazette RS 36/18, 2018). The activity concentration of ^{226}Ra in the sample number 12 is also acceptable, because the sample is used as a raw material for production of fertilizers.

The results for Ra_{eq} , I_γ , H_{ex} и D , according to Eq. 1-4, respectively, are presented in Fig. 2. The values for Ra_{eq} are higher than the acceptable level defined in (UNSCEAR, 2000) in 7 samples (sample number 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12), while its values are in the range from 112(10) Bq kg⁻¹ for the sample number 9 to 1473(84) Bq kg⁻¹ for the sample number 12. In this case, the Ra_{eq} is significantly higher than the acceptable value of 370 Bq kg⁻¹ (UNSCEAR, 2000). The maximum value for I_γ is higher than 1 in 11 samples (except in sample number 9), while all values are in the range from 0.77(7) for the sample number 9 to 82(56) for the sample number 12. H_{ex} is higher than the acceptable level of 1 in 7 samples (besides samples number 1, 2, 6, 7, and 9), while values are in the interval from 0.46(3) for the sample number 7 to 3.98(23) for the sample number 12. The absorbed dose rate is higher than 59 nGy h⁻¹ in all samples (results are in the interval from 85(12) nGy h⁻¹ for the sample number 1 to 494(103) nGy h⁻¹ for the sample number 7). The obtained results are in consistence with (Hassan et al., 2016).

Based on Eq. 5 we estimated the annual effective dose for workers involved in fertilizer production processes. The results are presented in Fig. 3. The annual effective dose estimated for 12 samples is in the range from 0.15(2), sample number 1 to 0.86(18), sample number 7. The maximum value for the annual effective dose is found to be ≈ 0.9 mSv y⁻¹, which is in accordance with the *Rulebook on Limits of Exposure to Ionizing Radiation and Measurements for Assessment of the Exposure Levels* (Official Gazette RS 86/11 and 50/18, 2018) value under acceptable level (20 mSv per year).

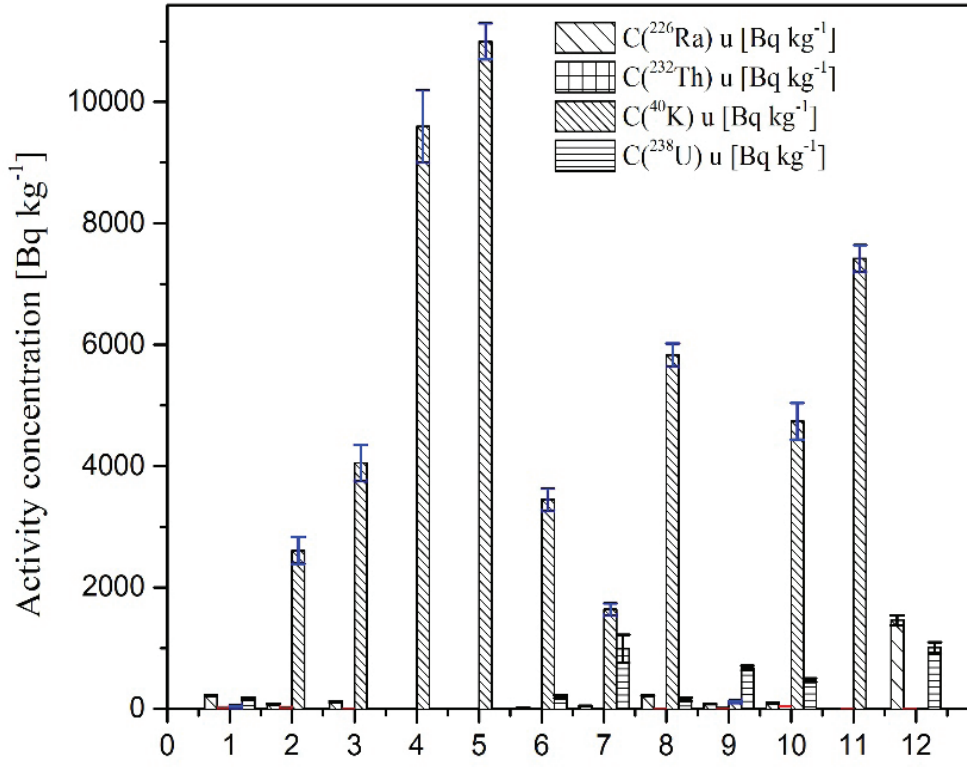


Fig. 1 Activity concentration of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U for samples from Table 2

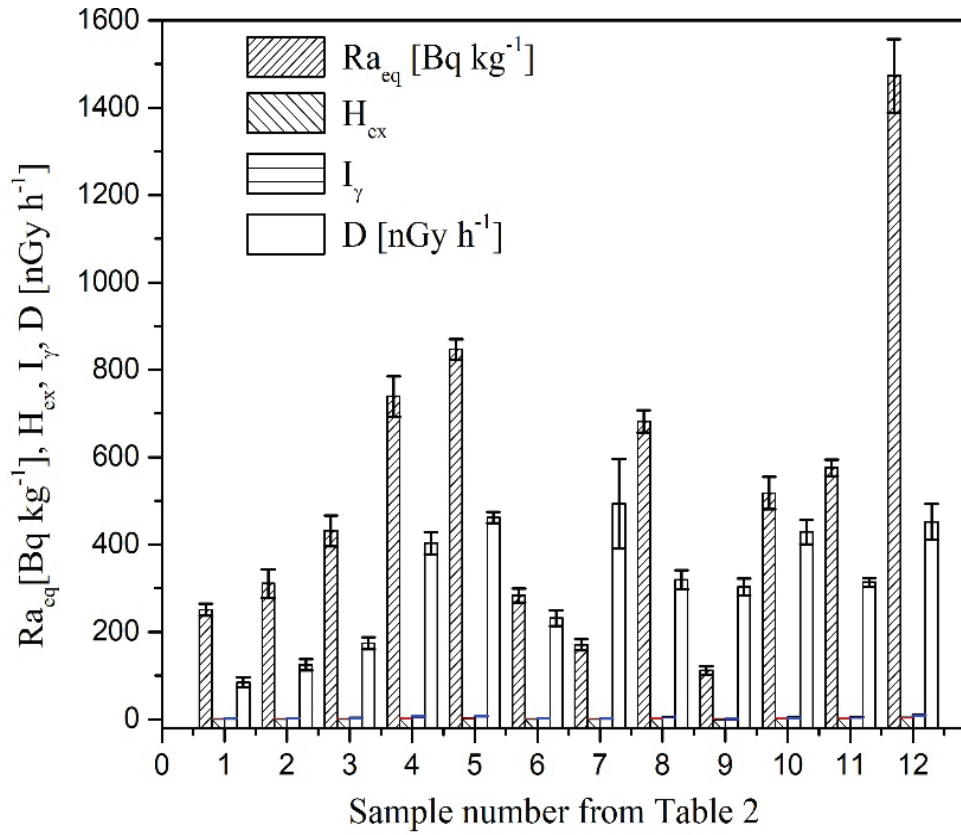


Fig. 2 Ra_{eq} , H_{ex} , I_γ and D for samples from Table 2

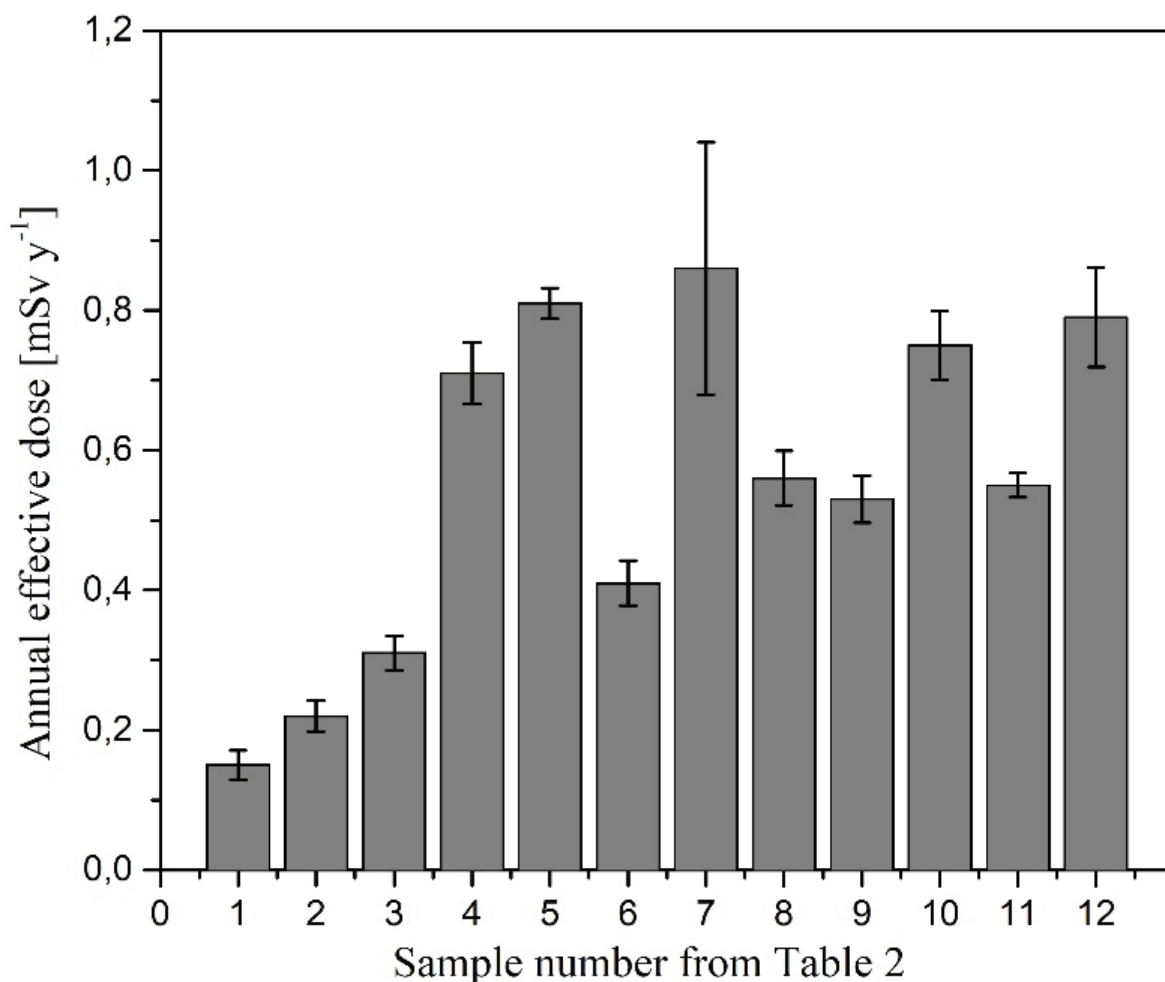


Fig. 3 Annual effective dose for workers involved in fertilizer production process for samples from Table 2.

Radioactivity of plants and transfer factors

We calculated activity concentration for some of the most commonly grown agricultural sorts in Vojvodina. The values of TF are listed in Table 3 according to (IAEA, 2010). The results from the previous studies of soil radioactivity from agricultural soils are shown in Table 4, where minimum and maximum activity concentrations of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U in soil samples are given (Bikit et al., 2005; Forkapic et al., 2016). Based on the data from Tables 3 and 4, using Eq. 6, we calculated the activity concentration of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U in most commonly grown plant sorts in Vojvodina (Table 5). The results in Table 5 were obtained using maximum activity concentrations of radionuclides from Table 4.

Table 3 Values of transfer factors (TF) for most commonly grown agricultural sorts in Vojvodina (Rep.of Serbia

Plant sort	Transfer factor (TF)			
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U
Leguminous vegetables	1.4×10^{-2}	5.3×10^{-4}	-	2.2×10^{-3}
Leafy vegetables	9.1×10^{-2}	1.2×10^{-3}	1.3	2.0×10^{-2}
Root crops	7.0×10^{-2}	8.0×10^{-4}	-	8.4×10^{-3}
Tubers	1.1×10^{-2}	2.0×10^{-4}	-	5.0×10^{-3}
Herbs	6.9×10^{-2}	-	-	3.6×10^{-2}
Pasture	1.3×10^{-1}	9.9×10^{-2}	7.3×10^{-1}	4.6×10^{-2}
Maize-grain	2.4×10^{-3}	6.4×10^{-5}	-	1.5×10^{-2}
Cereal grain	1.7×10^{-2}	2.1×10^{-3}	7.4×10^{-1}	6.2×10^{-3}
Non-leafy vegetables	1.7×10^{-2}	7.8×10^{-4}	-	1.5×10^{-2}

Source: (IAEA, 2010).

Table 4 Activity concentration of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U in soil in Vojvodina (Rep. of Serbia)

Radioisotope	$C_{\min}$ [Bq kg ⁻¹]	$C_{\max}$ [Bq kg ⁻¹]
^{226}Ra	1.7 ± 1.0	51.0 ± 2.1
^{232}Th	22.0 ± 1.5	64 ± 4
^{40}K	310 ± 20	730 ± 40
^{238}U	24 ± 9	72 ± 21

Source: (Bikit et al., 2005; Forkapic et al., 2016).

Table 5 Calculated activity concentration of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U in agricultural sorts in Vojvodina (Rep. of Serbia).

Plant sort	$C_{\max}$ [Bq kg ⁻¹]			
	^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	^{238}U
Leguminous vegetables	0.71 ± 0.03	0.033 ± 0.002	-	0.16 ± 0.05
Leafy vegetables	4.64 ± 0.19	0.077 ± 0.005	949 ± 52	1.44 ± 0.42
Root crops	3.57 ± 0.15	0.051 ± 0.003	-	0.60 ± 0.18
Tubers	0.56 ± 0.02	0.0128 ± 0.0008	-	0.36 ± 0.11
Herbs	3.52 ± 0.15	-	-	2.59 ± 0.76
Pasture	6.63 ± 0.27	6.34 ± 0.40	532.9 ± 29.2	3.31 ± 0.97
Maize-grain	0.122 ± 0.005	0.0041 ± 0.0003	-	1.08 ± 0.32
Cereal grain	0.87 ± 0.04	0.134 ± 0.008	540.2 ± 29.6	0.45 ± 0.13
Non-leafy vegetables	0.87 ± 0.04	0.049 ± 0.003	-	1.08 ± 0.32

Analyzing the results of activity concentration for agricultural sorts from Table 5, it can be concluded that the activity concentration of ^{40}K is the highest, as a consequence of the increased ^{40}K in fertilizers (Todorovic et al., 2015). However, ^{226}Ra and ^{232}Th are mostly absorbed in leafy vegetables and pasture, while ^{238}U is mostly absorbed in herbs and pasture.

Conclusion

Regarding the possibility of increased amounts of radioisotopes in fertilizers, all the fertilizers imported to the Republic of Serbia must be analyzed for the content of radioisotopes according to Regulation of the Republic of Serbia (Official Gazette RS 36/18, 2018). In this paper, 12 samples of fertilizers were analyzed by low-level gamma spectrometry. The activity concentrations of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U were determined. Based on the obtained results, it can be concluded that activity concentrations of ^{226}Ra , ^{40}K and ^{238}U are below the acceptable level and may be imported and used from the standpoint of radionuclide content (the activity concentration of ^{232}Th is determined, but the value for the acceptable level of this radioisotope is not regulated (Official Gazette RS 36/18, 2018)). Using measured activity concentrations of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U , we estimated Radium equivalent activity (R_{eq}) to be $\approx 1500 \text{ Bq kg}^{-1}$, significantly higher than the acceptable value (370 Bq kg^{-1}). The Gamma index ($I_{\gamma}=1$) and External hazard index ($H_{\text{ex}} \leq 1$) are below the acceptable level for the majority of samples, while the absorbed dose rate in air (D) is estimated to be $\approx 500 \text{ nGy h}^{-1}$, almost 9 times higher than the acceptable (59 nGy h^{-1}) (UNSCEAR, 2000). In relation to constant exposure to radiation of workers involved in the fertilizer production process, we calculated the annual effective dose to be $\approx 0.9 \text{ mSv y}^{-1}$, which is below the acceptable level according to the directive of the Republic of Serbia (20 mSv y^{-1}), (Official Gazette RS 86/2011 i 50/2018, 2018).

Furthermore, adopting the activity concentration of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{238}U in agricultural soils in Vojvodina from the earlier studies (Bikit et al., 2005; Forkapic et al., 2016), and the values of transfer factors (IAEA, 2010), the activity concentrations of most commonly grown agricultural crops in Vojvodina (Republic of Serbia) are found.

From Table 5 it is clear that leafy vegetables absorb the highest activity concentration of radioisotopes from soil, confirming a well-known fact.

Acknowledgments

The authors acknowledge the financial support of the Ministry of Education, Science and Technological Development of Serbia within the project Nuclear Methods Investigations of Rare Processes and Cosmic Rays, No.171002.

References

- Ahmed, NK, El-Arabi, AGM. (2005): *Natural radioactivity in farm soil and phosphate fertilizer and its environmental implications in Qena governorate, Upper Egypt*. J. Environ. Radioact. 84, 51-64.
- Berthka, J, Mathew, PJ. (1985): *Natural Radioactivity of Australian building materials, industrial wastes and by-products*. Health Phys 48 (1), 87-95.
- Bikit, I. et al., (2005): *Radioactivity of the soil in Vojvodina (northern province of Serbia and Montenegro)*. J. Environ. Radioact. 78, 11-19.
- Bikit, I. et al., (2003): *Simple method for depleted uranium determination*. Jpn. J. Appl. Phys. 42, 5269-5273.
- Forkapić, S. et al., (2016): *Correlations between soil characteristics and radioactivity content of Vojvodina soil*. J. Environ. Radioact., 1-8.
- Hamideen, MS, Sharaf, J. (2012): *Natural radioactivity investigations in soil samples obtained from phosphate hills in the Russaifa region, Jordan*. Radiat. Phys. Chem. 81, 1559-1562.
- Hassan, N. et al., (2016): *Assessment of Natural Radioactivity in Fertilizers and Phosphate Ores in Egypt*, Journal of Taibah University for Science, 10, Issue 2, 296-306.
- IAEA. (2006): *Classifications of soil systems on the basis of transfer factors of radionuclides from soil to reference plants*. Vienna: IAEA.
- IAEA. (2010): *Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments*. Technical Reports Series No. 472.
- Official Gazette RS 36/18, (2018): *Regulation on limits of radionuclide content in drinking water, foodstuffs, feeding stuffs, drugs, items of general use, building materials and other goods to be placed on the market*, (in Serbian).
- Official Gazette RS 86/2011 and 50/2018, (2018): *Rulebook on Limits of Exposure to Ionizing Radiation and Measurements for Assessment of the Exposure Levels*, (in Serbian).
- Todorović, N. et al., (2015): *Radioactivity in fertilizers and radiological impact*. J. Radioanal. Nuc.l Chem. 303, 2505-2509.
- UNSCEAR. (2000): *Sources, effects and risks of ionizing radiation*. United Nations, New York: Report of the United Nations scientific committee on the effects of atomis radiation to the general assembly.
- Viruthagiri, G, Ponnarasi, K (2011): *Measurements of natural radioactivity in brick samples*. Adv. Appl. Sci. Res. 2 (2), 103-108.

OPTIMIZACIJA PLAZME U REAKTORU SA DIELEKTRIČNIM BARIJERNIM PRAŽNENJEM

Sladana D. Savić
Hemijski fakultet
Univerzitet u Beogradu
sladjana.savic@rocketmail.com

Apstrakt

Ispitan je uticaj radnog gasa, frekvencije i napona električne struje na generisanje reaktivnih vrsta u koaksijalnom reaktoru sa dielektričnim barijernim pražnjenjem (DBD-reaktor). Plazma u ovom DBD-reaktoru je u kontaktu sa padajućim vodenim filmom i primenjivana je za degradaciju teško razgradivih organskih jedinjenja u vodi. Svojstva plazme su okarakterisana merenjem sadržaja vodonik-peroksida, kao i praćenjem promene temperature, provodljivosti i pH. U pogledu navedenih kriterijuma, najbolja kombinacija je plazma koja se generiše u argonu na 300 Hz i 14 kV u poređenju sa vazduhom (300 Hz; 14 kV i 17 kV) i smešom argona i kiseonika (8:2 VV; 300 Hz 12 kV). Za izabrani slučaj Ar; 300 Hz; 14 kV u poslednjem prolazu vode kroz DBD-reaktor koncentracija H_2O_2 iznosi $39,36 \text{ mgdm}^{-3}$, pH 4,15, provodljivost je $12 \mu\text{Scm}^{-1}$, a temperatura $32,0^\circ\text{C}$. Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je tretman vode DBD-reaktorom visoko efikasan i da se performanse plazme mogu podešavati menjanjem sastava radnog gasa i električnih parametara.

Ključne reči: hemija plazme, vodonik-peroksid, argon, DBD-reaktor, električni parametri.

Uvod

Sa sve većim brojem različitih klasa jedinjenja potrebno je pronalaziti efikasne načine za njihovo uklanjanje iz životne sredine (Jiang i saradnici, 2014, strana 349; Wang i Xu, 2018, strana 631). Posebno zanimljiv sistem u životnoj sredini je voda – u njoj živi veliki broj različitih organizama, a kopnene životinje zavise od izvora vode. U slučaju nemara, uticaj zagađene vode na ljudsko zdravlje može biti fatalan. Kada strane organske supstance (lekovi, hormonske tablete, tekstilne boje, organski rastvarači i drugo) dospeju u vodu (slučajno ili namerno), potrebno ih je ukloniti metodom koja je efikasna i neselektivna. Primena ovakvog tretmana vode je moguća nakon izlaska problematične vode iz industrije, ali pre ulaska u recipijentno vođeno telo (Jiang i saradnici, 2014, strana 349).

Unapređeni oksidacioni procesi (engl. Advanced Oxidation Processes – AOP) obuhvataju niz tehnika hemijske oksidacije koje ispunjavaju navedene uslove za uspešnu degradaciju organskih supstanci u vodi (Sharma i saradnici, 2011, strana 1). Definicija AOP-a je da su to procesi koji se koriste u tretmanu vode na sobnoj temperaturi i atmosferskom pritisku koji uključuju generisanje hidroksilnih radikala u dovoljnoj količini da ostvare efekat prečišćavanja vode. Oblast primene AOP-a predstavlja i netermalna plazma. Primer tehnike koja se temelji na generisanju plazme u kontaktu sa vodom je reaktor sa dielektričnim barijernim pražnjenjem na atmosferskom pritisku (engl. Dielectric Barrier Discharge). Plazma u DBD-reaktoru u kontaktu sa vodenim filmom generiše izuzetno hemijski aktivne vrste kao što su reaktivne kiseonične ili azotne vrste (Dojčinović i saradnici, 2012, strana 537). Prednost ovakvog tretiranja vode je u tome što se reagensi ne dodaju, već se generišu *in situ* (Dojčinović i saradnici, 2016, strane 835–837; Dojčinović i saradnici, 2008, strana 394). Neke od mogućih jednačina (1–5) dobijanja reaktivnih kiseoničnih vrsta u plazma indukovanim reakcijama, među kojima hidroksilni radikal ($\bullet\text{OH}$) i vodonik-peroksid (H_2O_2) date su u nastavku (Dojčinović i saradnici, 2011, strana 764):



U ovom radu je korišćen koaksijalni DBD-reaktor sa padajućim vodenim filmom koji je originalna konstrukcija Laboratorije za fiziku i tehnologiju plazme pri Univerzitetu u Beogradu – Fizičkom fakultetu. Plazma je generisana primenom električnog polja visokog napona na gas koji struji između dve koaksijalno postavljene cevi u DBD-reaktoru. Konstrukcija ovog reaktora omogućava kontakt plazme sa tankim padajućim vodenim filmom (Kovačević i saradnici, 2017, strana 3, Brandenburg i saradnici, 2014, strana 208).

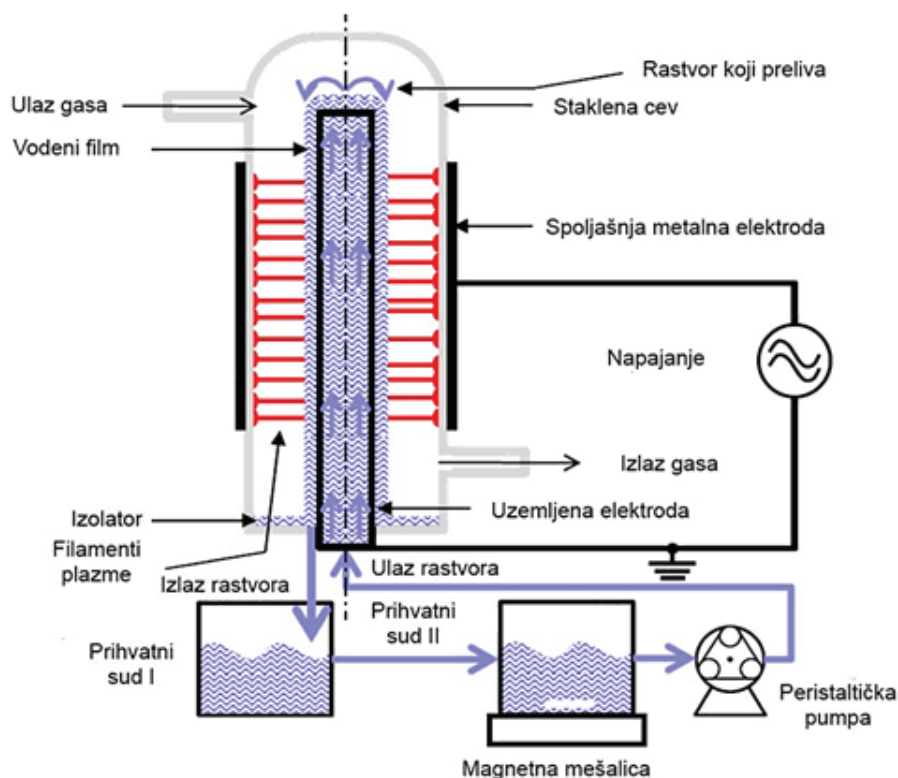
U ovom radu je ispitan uticaj sastava radnog gasa, frekvencije i napona na produkciju vodonik-peroksida (kao stabilne, ali hemijski izuzetno aktivne vrste), ali i provodljivosti, temperature i pH. Cilj ovog rada je bilo pronalaženje optimalne kombinacije primenjenog radnog gasa i parametara struje (frekvencija i napon), kako bi produkcija reaktivnih vrsta (H_2O_2) i sadržaj jona izlazne vode (provodljivost i pH), kao i temperatura, bili najpovoljniji.

Materijali i metode

Postavka eksperimenta: DBD-reaktor, sud za dejonizovanu vodu i boca sa gasom povezani su kao na Slici 1. Dejonizovana voda (600 cm^3) je, uz višestruko recirkulisiranje (ukupno osam prolaza), propuštana kroz DBD-reaktor. Protok vode je $0,125\text{ dm}^3\text{ min}^{-1}$, a protok gasa $5\text{ dm}^3\text{ min}^{-1}$. U alikvotima prikupljenim nakon svakog prolaza su određivani temperatura, provodljivost, pH i sadržaj H_2O_2 .

Materijali: Kao ispitivana tečnost korišćena je dejonizovana voda (pH 5,62, provodljivost $1,0\text{ }\mu\text{Scm}^{-1}$, $24\text{ }^\circ\text{C}$). Kao radni gasovi korišćeni su sledeći: vazduh, argon i smeša kiseonika i argona (8:2 VV). Za određivanje sadržaja vodonik-peroksida, H_2O_2 , korišćen je reagens titanil-sulfat, $TiO(SO_4)\cdot H_2SO_4$ (vodeni rastvor), pripremljen modifikovanom metodom po Ajzenbergu (Eisenberg 1943, strana 327; Dojčinović, 2011, strana 103) i vodonik-peroksid, H_2O_2 (30 %, Carlo Elba, Italija). Od pribora i instrumenta korišćeni su: termometar, pH-metar (Orion Star A221, Thermo Scientific, Mađarska), konduktometar (Cond 330i / SET©, Wissenschaftlich-Technische-Werkstätten, WTW, Nemačka), spektrofotometar (UV-Vis spectrophotometer, Evolution 220©, Thermo Scientific, Mađarska) i reaktor za generisanje plazme na principu dielektričnog barijernog pražnjenja sa padajućim vodenim filmom.

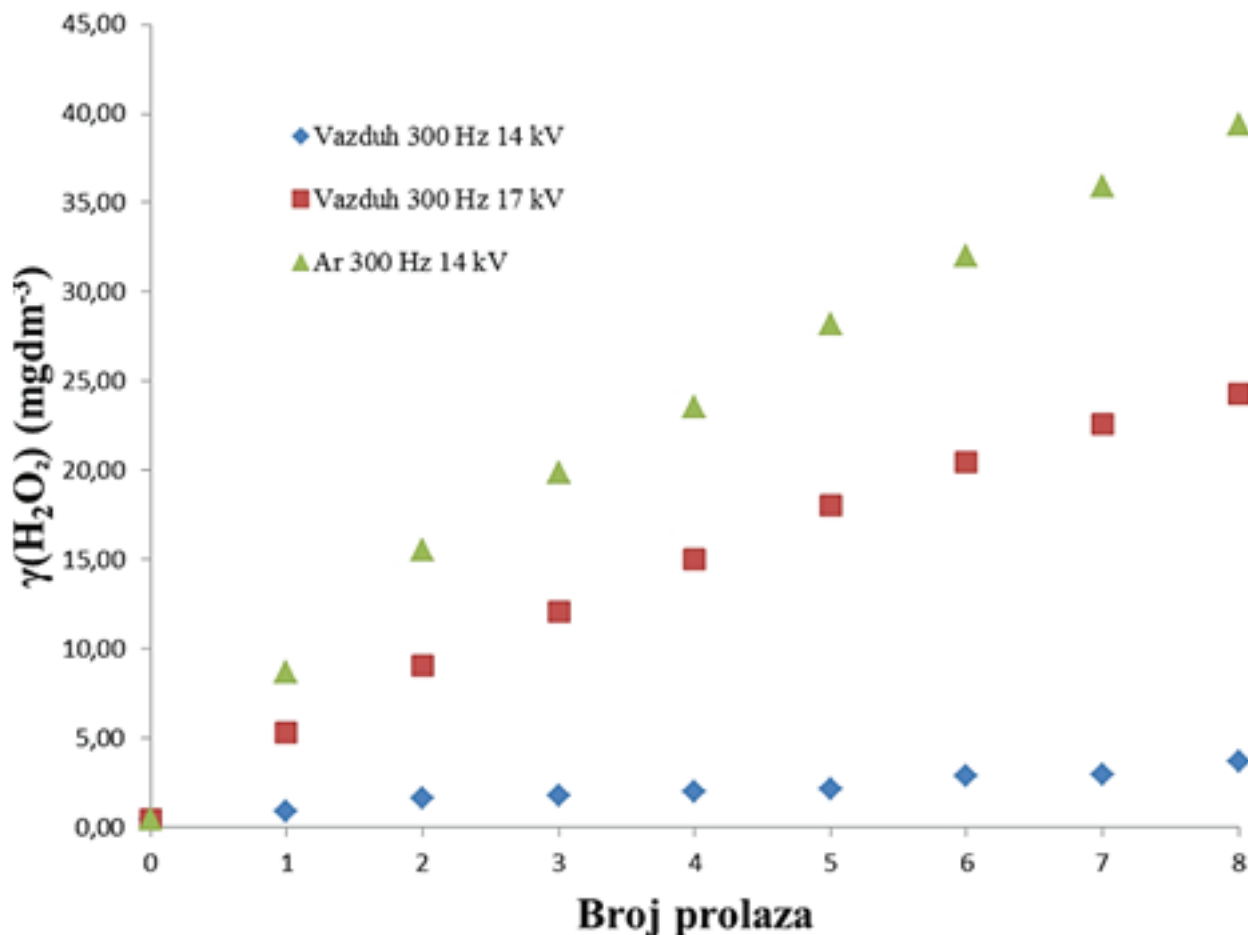
Metode: Spektrofotometrijsko određivanje sadržaja H_2O_2 zasniva se na principu razvijanja žute boje (A_{407}) nakon reakcije sa titanil-jonom, pri čemu nastaje pertitanska kiselina (jednačina 6), H_2TiO_4 (Eisenberg 1943, strana 327). Sadržaj vodonik-peroksida određivan je na taj način što je 1 cm^3 uzorka pomešan sa 2 cm^3 reagensa, titanil-sulfata. Nakon homogenizovanja merena apsorbanca dobijene smeše na 407 nm .



Slika 1. Šematski prikaz DBD-reaktora (Brandenburg i saradnici, 2014, strana 208, prilagođeno)

Rezultati i diskusija

Poređen je sadržaj H_2O_2 , pH, provodljivost i temperatura dejonizovane vode nakon propuštanja kroz DBD-reaktor. Na Slici 2 i 5 prikazan je rast sadržaja vodonik-peroksida (H_2O_2) pri svim korišćenim gasovima i svim naponima sa povećanjem broja recirkulisanja tretirane dejonizovane vode. Na Slici 2 se vidi da na porast koncentracije H_2O_2 u istom gasu (vazduh) i istoj frekvenciji (300 Hz) zavisi od primenjenog napona, to jest značajno je veći sadržaj H_2O_2 na 17 kV u poređenju sa 14 kV. U Tabeli 1 dat su podaci regresione analize podataka na osnovu koji je konstruisan grafik na Slici 2. Podaci iz Tabele 1 ukazuju da je zavisnost koncentracije H_2O_2 od broja propuštanja dejonizovane vode kroz opisani DBD-reaktor linearna za sve ispitivane kombinacije gasova i napona pražnjenja.

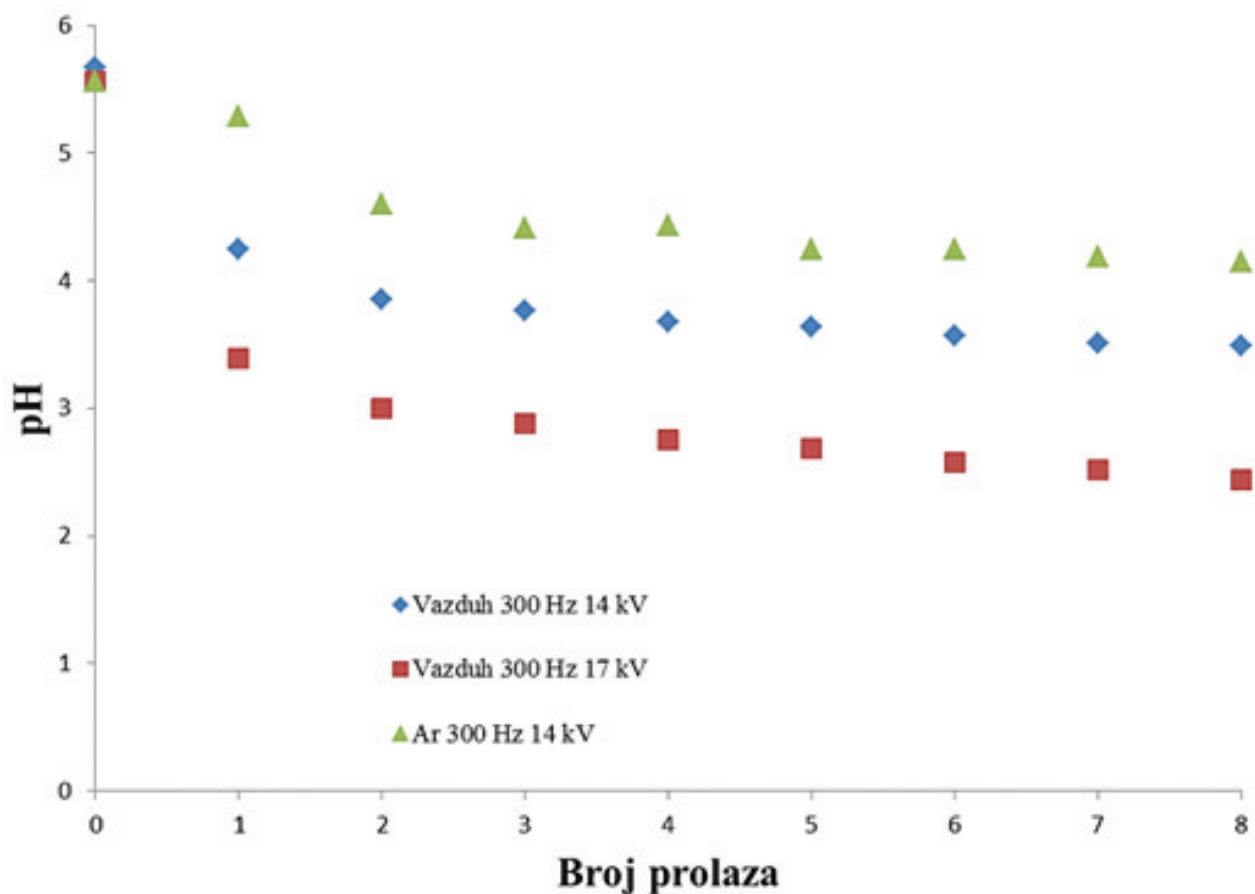


Slika 2. Zavisnost koncentracije vodonik-peroksida (mgdm^{-3}) od broja prolaza dejonizovane vode kroz DBD-reaktor, 300 Hz, gasovi vazduh (14 kV i 17 kV) i argon (14 kV)

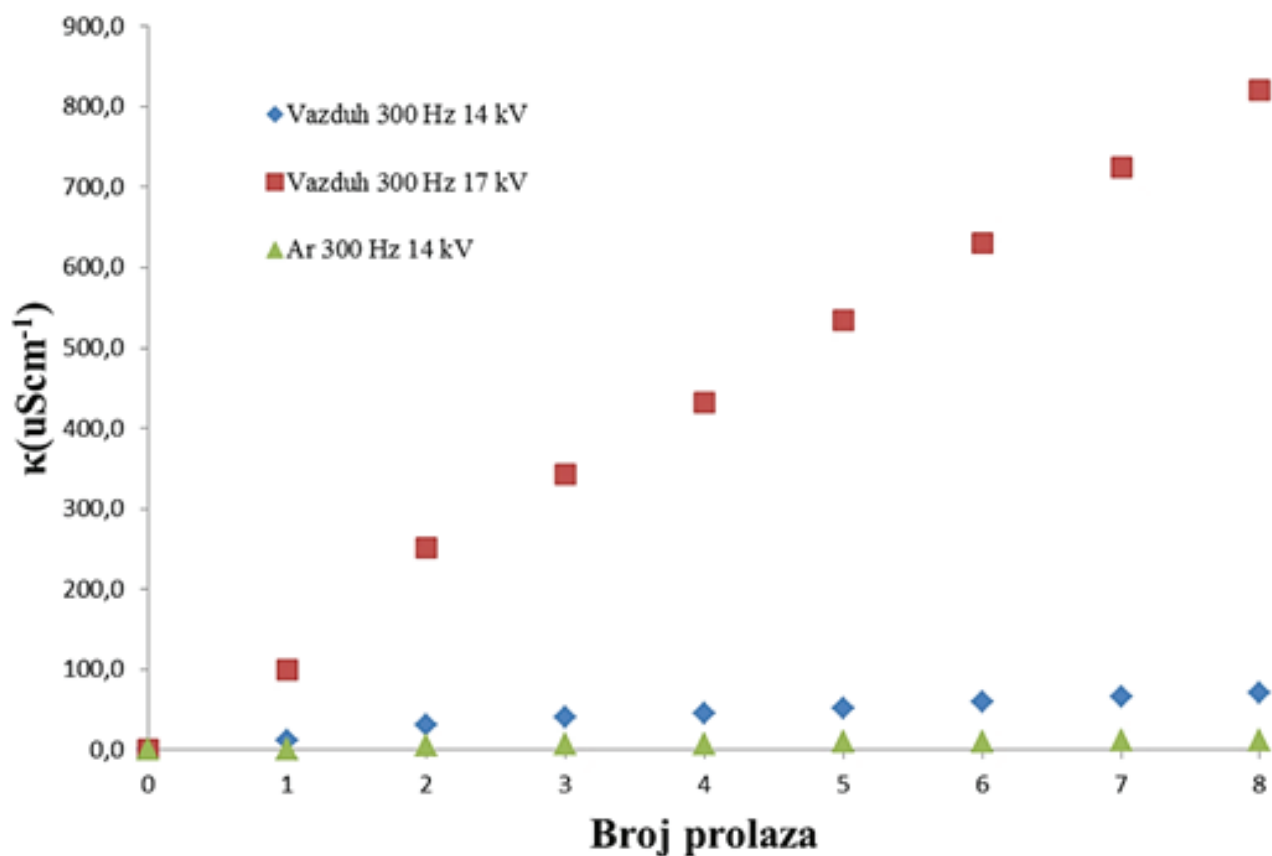
Tabela 1. Podaci regresione analize zavisnosti koncentracije H_2O_2 od broja prolaza dejonizovane vode kroz DBD-reaktor na 300 Hz za vazduh (14 kV i 17 kV) i argon (14 kV)

Parametar	Vazduh 14 kV	Vazduh 17 kV	Ar 14 kV
Odsečak	0,60440	2,43511	4,08920
Nagib krive	0,366	2,932	4,637
R^2	0,9713	0,9818	0,9797

Ukoliko se kao radni gas koristi čist argon (300 Hz, 14 kV), $\text{C}(\text{H}_2\text{O}_2)$ prevazilazi i najbolji slučaj sa vazduhom (300 Hz, 17 kV). Ukoliko se pored parametara provodljivosti i pH (Slike 3 i 4) za sisteme vazduh (300 Hz, 14 kV i 17 kV) i argon (300 Hz, 14 kV), najveća provodljivost i najniža pH se dobija za sistem vazduh (300 Hz, 17 kV). To znači da u tom sistemu nastaje najviše jona, a kako u vazduhu ima azota, lako se može pretpostaviti da ovakvi rezultati potiču od nastale azotne kiseline. Dakle, kombinacija vazduh (300 Hz, 17 kV), iako konkurentna prema sadržaju H_2O_2 , nije bolja od kombinacije argona kao radnog gasa, pri čemu je frekvencija električne struje koja generiše plazmu 300 Hz, a napon 14 kV.



Slika 3. Zavisnost pH od broja prolaza dejonizovane vode kroz DBD-reaktor, 300 Hz, gasovi vazduh (14 kV i 17 kV) i argon (14 kV)

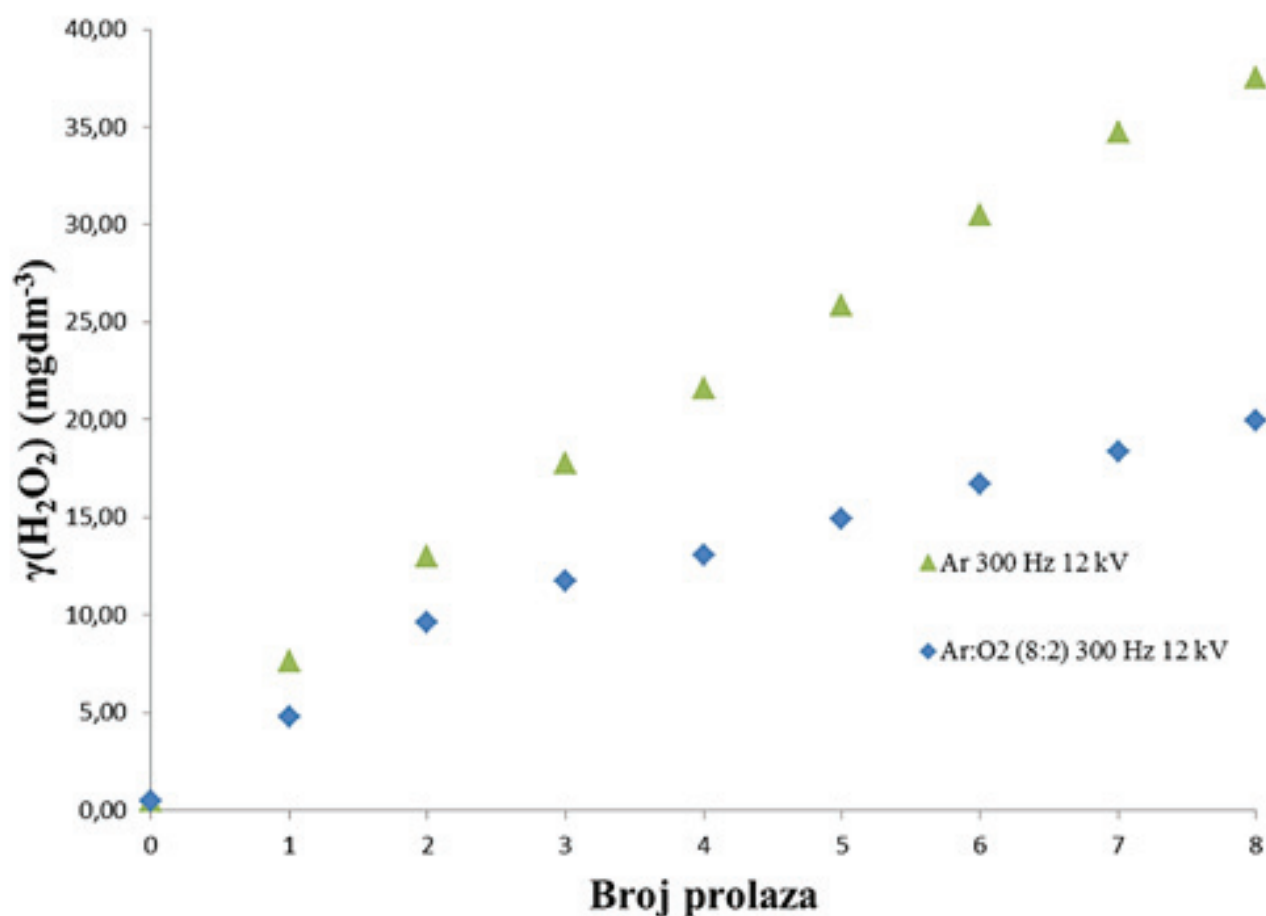


Slika 4. Zavisnost provodljivosti ($\mu\text{S cm}^{-1}$) od broja prolaza dejonizovane vode kroz DBD-reaktor, 300 Hz, gasovi vazduh (14 kV i 17 kV) i argon (14 kV)

Linearna zavisnost provodljivosti od broja recirkulisanja tretirane dejonizovane vode kroz DBD-reaktor jasno se uočava i na osnovu podataka izvučenih iz linearne regresije, koji su dati u Tabeli 2. Slučaj koji pokazuje najbolju zavisnost je provodljivost dejonizovane vode u tretmanu plazmom koja se generiše u vazduhu pri 300 Hz i 17 kV.

Tabela 2. Podaci regresione analize zavisnosti provodljivosti od broja prolaza dejonizovane vode kroz DBD-reaktor na 300 Hz za vazduh (14 kV i 1 kV) i argon (14 kV)

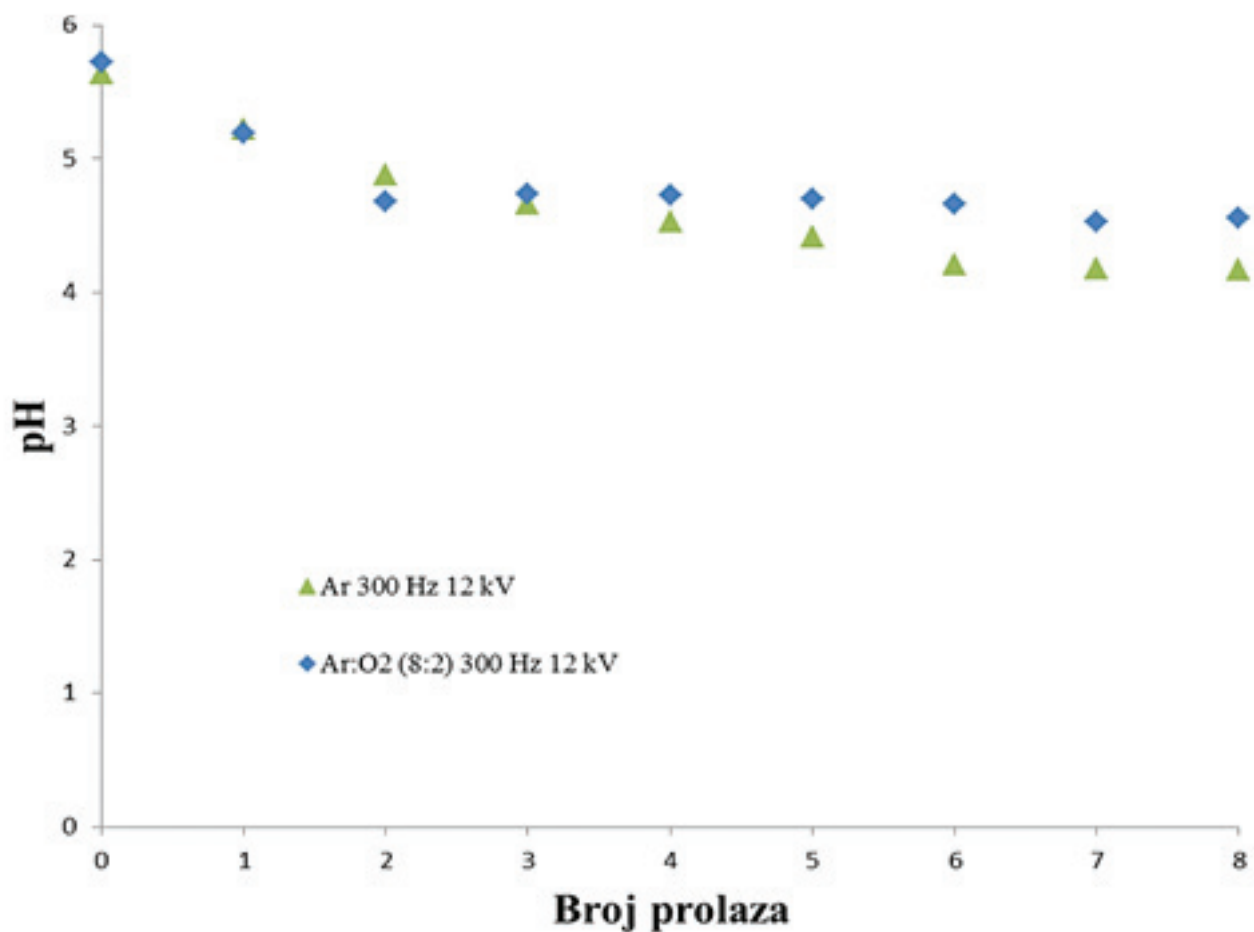
Parametar	Vazduh 14 kV	Vazduh 17 kV	Ar 14 kV
Odsečak	7,6489	19,3511	1,2933
Nagib krive	8,610	101,723	1,443
R ²	0,9572	0,9964	0,9401



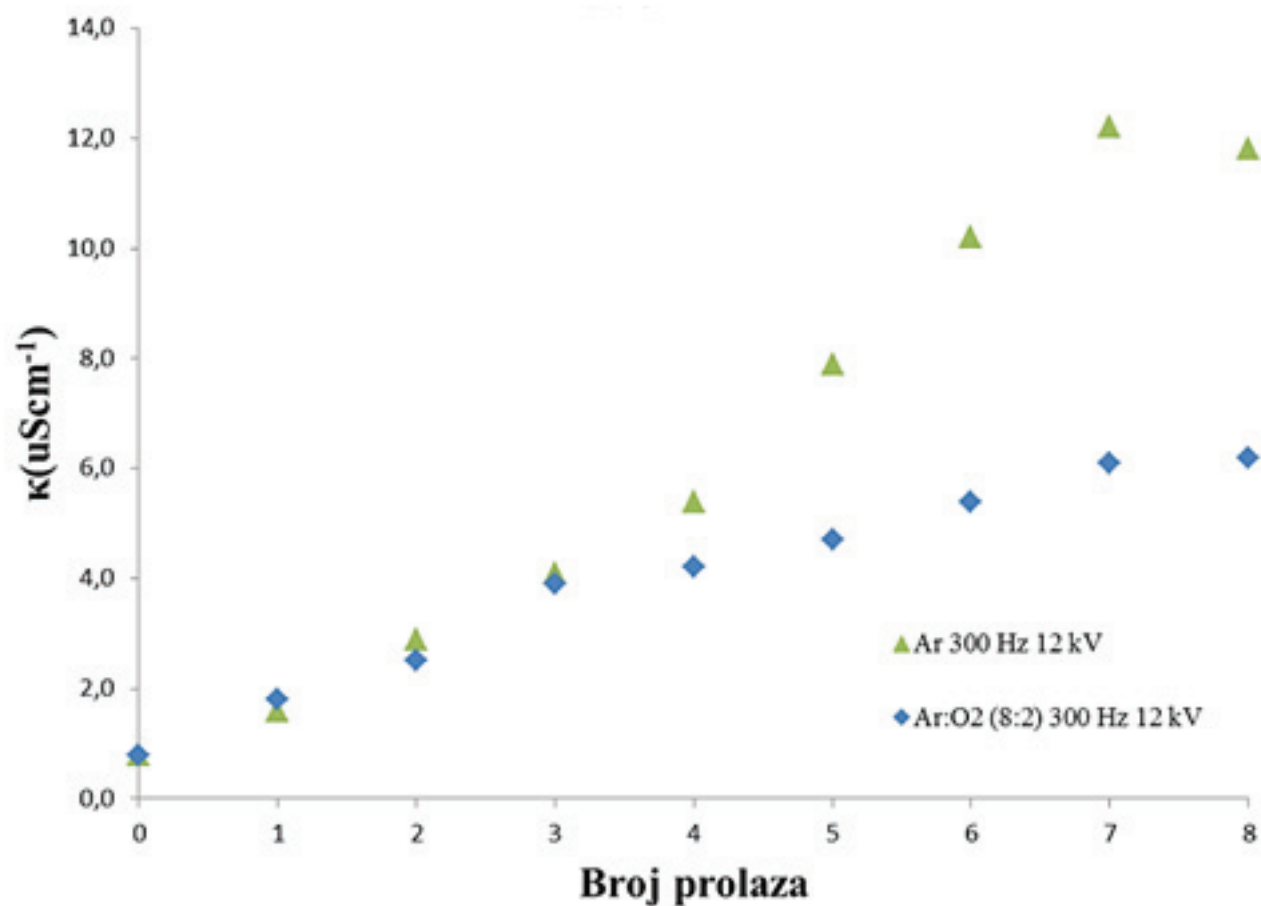
Slika 5. Zavisnost koncentracije vodonik-peroksida (mgdm⁻³) od broja prolaza dejonizovane vode kroz DBD-reaktor, 300 Hz, gasovi argon (12 kV) i argon:kiseonik (12 kV)

Kombinacija argona sa kiseonikom (8:2 VV) je zanimljiva za ispitivanje jer po sadržaju kiseonika odgovara vazduhu, ali nema već diskutovanog efekta porasta kiselosti i provodljivosti (desetine μScm^{-1} u poređenju sa vazduhom – skoro 1 mScm^{-1}) tretirane dejonizovane vode, što se vidi na slikama 3–4 i 6–7. Produkcija H_2O_2 u $\text{Ar}:\text{O}_2$ (8:2 VV) na 300 Hz i 12 kV nešto je manja u poređenju sa čistim argonom sa istim električnim parametrima. Ova smeša gasova je uporediva sa vazduhom na 300 Hz i 17 kV.

Zanemarljiva prednost $\text{Ar}:\text{O}_2$ (8:2 VV) u odnosu na čist argon se uočava prema pH vrednostima i provodljivosti (Slika 6 i 7). Ne treba zanemariti da su eksperimenti izvođeni u laboratorijskim uslovima i da ove neznatne razlike mogu imati izuzetan značaj pri izvođenju plazma-tretmana u većim razmerama. Temperatura nije značajno rasla u toku celokupnog tretmana, pa su u Tabeli 1 prikazane početne (voda pre tretmana – 0 i nakon prvog prolaza) i krajnje vrednosti temperature (poslednji prolaz – 8).



Slika 6. Zavisnost pH od broja prolaza dejonizovane vode kroz DBD-reaktor, 300 Hz, gasovi argon (12 kV) i argon:kiseonik (12 kV)



Slika 7. Zavisnost provodljivosti ($\mu\text{S cm}^{-1}$) od broja prolaza dejonizovane vode kroz DBD-reaktor, 300 Hz, gasovi argon (12 kV) i argon:kiseonik (8:2 VV) (12 kV)

Tabela 1. Temperatura dejonizovane vode pri svakom prolazu kroz DBD-reaktor na 300 Hz u različitim gasovima i različitim naponima

Broj prolaza	Ar 12 kV	Ar:O ₂ 12 kV	Vazduh 14 kV	Vazduh 17 kV	Ar 14 kV
0	24,3	23,4	24,0	24,3	24,3
1	25,8	24,3	26,0	28,2	27,1
8	30,9	26,6	26,1	33,4	32,0

Zaključak

U okviru ovog rada generisana je plazma u koaksijalnom reaktoru sa dielektričnim barijernim pražnjenjem (DBD-reaktor), koja pripada tehnikama unapređenih oksidacionih procesa. Konstrukcija DBD reaktora omogućava protočan režim rada i formiranje tankog padajućeg vodenog filma. Kontakt plazme sa vodom generiše potrebne hemijski aktivne vrste koje uspešno mineralizuju organska jedinjenja. Rezultati pokazuju da promenom sastava radnog gasa, frekvencije i napona električne struje potrebne za pražnjenje u gasu utiču na sadržaj reaktivnih kiseoničnih vrsta (u ovom slučaju vodonik-peroksid, H₂O₂), ali i stvaranje jona u tretiranoj vodi, što se prati merenjem provodljivosti i pH-vrednosti. Procenjeno na osnovu ovih parametara, najbolji od ispitanih sistema je argon kao radni gas, uz električnu struju frekvencije 300 Hz i napona 14 kV potrebne za generisanje plazme od atomskog gasa kao što je argon. Pri ovim uslovima sadržaj H₂O₂ iznosi 39,36 mg/dm³, pH 4,15, provodljivost je 12 μScm⁻¹, a temperatura 32,0 °C za osmi prolaz vode kroz DBD-reaktor. Ovaj tip unapređenih oksidacionih procesa obećava kao tehnika za uklanjanje sve brojnijih supstanci koje dospevaju u vodene sisteme širom sveta.

Literatura

- Brandenburg, R., Kovačević, V. V., Schmidt, M., Basner, R., Kettlitz, M., Sretenović, G. B., Obradović, B. M., Kuraica, M. M., Weltmann, K. D. (2014): *Plasma-Based Pollutant Degradation in Gas Streams: Status, Examples and Outlook*, Contributions to Plasma Physics, broj 54/2, Wiley-Vch, str. 202–214.
- Dojčinović, B. (2011): *Primena reaktora na bazi dielektričnog barijernog pražnjenja za dekolorizaciju reaktivnih tekstilnih boja*. Univerzitet u Beogradu - Hemijski fakultet, Beograd.
- Dojčinović, B. P., Manojlović, D., Roglić, G. M., Obradović, B. M., Kuraica, M. M., Purić, J. (2008): *Degradation of Aqueous Phenol Solutions by Coaxial DBD Reactor*, Publications of the Astronomical Observatory, broj 84, Astronomska opservatorija beograd, str. 391–395.
- Dojčinović, B. P., Obradović, B. M., Kuraica, M. M., Pergal, M. V., Dolić, S. D., Indić, D. R., Tosti, T. B., Manojlović, D. D. (2016): *Application of non-thermal plasma reactor for degradation and detoxification of high concentrations of dye Reactive Black 5 in water*. Journal of Serbian Chemical Society, broj 81, Srpsko hemijsko društvo, str. 829–845.
- Dojčinović, B. P., Roglić, G. M., Obradović, B. M., Kuraica, M. M., Kostić, M. M., Nešić, J., Manojlović, D. D. (2011): *Decolorization of reactive textile dyes using water falling film dielectric barrier discharge*, Journal of Hazardous Materials, broj 192, Elsevier, str. 763–771.
- Dojčinović, B. P., Roglić, G. M., Obradović, B. M., Kuraica, M. M., Tosti, T. B., Marković, M. D., Manojlović, D. D. (2012), *Decolorization of Reactive Black 5 using a Dielectric Barrier Discharge in the presence of inorganic salts*, Journal of Serbian Chemical Society, broj 77, Srpsko hemijsko društvo, str. 535–548.
- Eisenberg, G. (1943): *Colorimetric Determination of Hydrogen Peroxide*, Industrial & Engineering Chemistry Analytical Edition - Analytical Chemistry, broj 15, American Chemical Society, str. 327–328.
- Jiang, B., Zheng, J., Qiu, S., Wu, M., Zhang, Q., Yan, Z., Xue, Q. (2014) *Review on electrical discharge plasma technology for wastewater remediation*. Chemical Engineering Journal, broj 236, Elsevier, str. 348–368.
- Kovačević, V. V., Dojčinović, B. P., Jović, M., Roglić, G. M., Obradović, B. M., Kuraica, M. M. (2017): *Measurement of reactive species generated by dielectric barrier discharge in direct contact with water in different atmospheres*. Journal of Physics D: Applied Physics, broj 50. IOPScience, str. 1–19.
- Sharma, S., Ruparelia, J., Patel, M. (2011): *A general review on advanced oxidation processes for waste water treatment*, U: Mehta, U. (ur.), 2nd International Conference On Current Trends In Technology - NUiCONE 2011, Nirma University International Conference on Engineering, Gujarat, str. 1–7.
- Wang, J. and Xu, L. (2018): *AOPs for municipal and industrial wastewater treatment*, U: Stefan, M. (ur.), Advanced Oxidation Processes for Water Treatment - Fundamentals and Applications, IWA Publishing, London, str. 631–665.

PLASMA OPTIMIZATION IN REACTORS WITH DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE

Sladjana D. Savic
Faculty of Chemistry
University of Belgrade
sladjana.savic@rocketmail.com

Abstract

The influence of working gas, frequency and voltage of electric current on the generation of reactive species in a dielectric barrier discharge coil reactor (DBD reactor) was examined. The plasma in this DBD reactor is in contact with the falling aqueous film and it is used to degrade heavily degradable organic compounds in water. Plasma properties are characterized by measuring the content of hydrogen peroxide, as well as monitoring the temperature, conductivity and pH. In terms of the above criteria, the best combination is plasma generated in argon at 300 Hz and 14 kV in comparison to air (300 Hz, 14 kV and 17 kV) and to argon and oxygen mixture (8: 2 VV; 300 Hz 12 kV). For the selected case Ar; 300 Hz; 14 kV in the last water pass through the DBD reactor, the H₂O₂ concentration is 39.36 mg / dm³, pH 4.15, the conductivity is 12 µS_{cm}⁻¹ and the temperature is 32.0 ° C. Based on the results obtained, it can be concluded that water treatment with the DBD reactor is highly efficient and that plasma performance can be adjusted by changing the composition of working gas and electrical parameters.

Keywords: *plasma chemistry, hydrogen peroxide, argon, DBD reactor, electrical parameters*

POREĐENJE CITOLOŠKIH PARAMETARA ZDRAVIH I NEOPLASTIČNIH ČELIJA EPITELA GRLIĆA MATERICE

Emilija Jelić

Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci

jelicemilija@gmail.com

Apstrakt

U ranoj dijagnostici neoplastičnih promjena epitela grlića materice koristi se citološka metoda Papanikolau test, koja ukazuje na eventualnu izmjenu ćelija, kao i imunocitohemijsku ekspresiju proteina p16^{INK4a} na njima. Ovaj protein se javlja na površini ćelijske membrane u manjoj ili većoj mjeri u zavisnosti da li ćelija ulazi u diobu ili je u njoj ili izlazi iz diobe. Ova osobina pojavljivanja proteina p16^{INK4a} se koristi u citološkim istraživanjima. Prekomjerna ekspresija ovog proteina na ćelijskim membranama je znak ulaska te ćelije u neoplastičnu promjenu. Cilj ovog rada bio je poređenje citoloških parametara zdravih i neoplastičnih ćelija epitela grlića materice žena i ukazivanje na značaj metode imunocitohemijske ekspresije proteina p16^{INK4a} u kvalitetnoj detekciji zapaljenskih ili neoplastičnih promjena sluznice grlića materice. U radu su korišteni presjeci zdravih tkiva i tkiva epitela grlića materice zahvaćenih neoplastičnim promjenama. Citološka analiza podrazumijevala je određivanje dva dijametra i površine ćelija i njihovih jedara, kao i nukleocitoplazmatični odnos epitelnih ćelija. Dobijeni rezultati ukazuju na to da postoji promjena u srednjim vrijednostima citoloških parametara neoplastičnih ćelija epitela grlića materice u poređenju sa zdravim. Pored promjene citoloških parametara u epitelnim ćelijama grlića materice, dolazi i do promjene njihove prostorne organizacije i njihovog oblika u oboljelim tkivima u odnosu na zdravo. Takođe, tkiva epitela grlića materice obojena imunocitohemijskom metodom za ekspresiju p16^{INK4a} proteina na ćelijama pokazuju značaj u dijagnostici ovog oboljenja. Ovaj rad predstavlja prikaz promjena citoloških parametara neoplastičnih ćelija epitela grlića materice u odnosu na zdrave, sa ciljem da pomogne u boljoj detekciji istih.

Ključne riječi: epitel grlića materice, neoplastične ćelije, imunocitohemija, p16^{INK4a} protein, nukleocitoplazmatični odnos

Uvod

Grlić materice, cerviks, donji je cilindrični dio materice, cjevast organ dužine oko 3 cm i prečnika oko 2,5 cm koji predstavlja vezu između materične duplje i vagine. Površina cervikalnog kanala obložena je prostim epitelom ispod kojeg su slojevi glatkih mišića i vezivnog tkiva [1].

Epitelne ćelije sluznice grlića materice mogu da uđu u zapaljenske i neoplastične promjene u bilo kom životnom dobu žene. Ove promjene se razvijaju duži niz godina, a mogu se uočiti samo citološkim pregledom brisa grlića materice. Neoplastične promjene grlića materice bile su veoma čest oblik oboljenja ženskog reproduktivnog sistema, ali nakon početka primjene Papanikolau metode u citološkoj dijagnostici učestalost ovog oboljenja je značajno opala, jer se može dijagnostifikovati u ranoj fazi. Sve promjene u ćelijama epitela grlića materice nazivaju se cervikalna intraepitelna neoplazija ili skraćeno CIN. Citološkim pregledom se CIN može otkriti iz biopsije grlića materice mnogo prije nego što se ona uoči makroskopskim metodama. Prema molekularnim istraživanjima [2], CIN su podijeljene u tri grupe i to: CIN 1 – najblaži oblik cervikalne intraepitelne neoplazije. Promjene na ćelijama ne zahvataju više od 1/3 debljine epitela, posmatrajući od bazalne membrane. Gornje 2/3 ćelija su diferencirane, citoplazma uredna, jedra blago povećana, nepravilnog oblika. CIN 2 – prisutnije promjene na ćelijama u donje 2/3 epitela, uočeno prisustvo nezrelih ćelija i povećan sadržaj hromatina. Sloj bazalnih ćelija je povećan i jedra zauzimaju više od polovine ćelija. CIN 3 – ovaj stadijum predstavlja težu displaziju, a ćelije se nalaze u više od 2/3 epitela. Mnogobrojne su mitoze, kao i ćelije sa izrazitim promjenama na jedrima. Znaci sazrijevanja su očigljivi u gornjoj trećini epitela. CIS (SCCA) – u podkategoriju CIN 3 možemo naznačiti i prekancerozno stanje ili carcinoma in situ u kojem potpuno nedostaju znaci regularne građe epitela i sazrijevanja ćelija. Ovo je tip koji se nije proširio dalje od bazalne membrane i nije dao metastaze [2, 3].

Protein p16^{INK4a} je protein specifičan za ćelijske membrane ćelija epitela grlića materice i regulatorni protein ćelijskog ciklusa. Protein p16 i inhibitor kinaze (INK4a) pripadaju CDK4 grupi (ciklin zavisne kinaze) i njihova

sinteza i uloga je da kontrolišu normalan proces fosforilacije i replikaciju DNK. CDK enzimi vrše fosforilaciju specifičnih proteina nukleoplazme i citosola, pa tako fosforilacija utiče na promjene u aktivnosti proteina koji regulišu prelazak jedne etape ćelijskog ciklusa u drugu. Prekomjerna ekspresija ovog proteina na ćelijskim membranama je znak ulaska te ćelije u neoplastičnu promjenu bilo koje ćelije pa i ćelije epitela grlića materice [3].

Danas se sve češće koristi imunocitohemijska metoda sa p16^{INK4a} proteinom u ranoj dijagnostici zapaljenjskih i neoplastičnih promjena grlića materice čija bi šira primjena smanjila frekvencu ovog oboljenja kod žena. Pored same detekcije ćelija u neoplastičnoj promjeni, imunocitohemijsko bojenje omogućava i kategorisanje neoplastične promjene tkiva na osnovu: poremećaja u sazrevanju ćelija, povećanjem nukleocitoplazmatskog odnosa ćelija, povećanja citološke atipije, promjene u arhitekturi ćelija, povećane mitotske aktivnosti ćelija i povećane proliferacija ćelija. Pored navedenih ćelijskih promena, imunocitohemijsko bojenje tkiva epitela grlića materice prikazuje perinukleusni halo efekat oko jedra ćelija, promjene u jedarnom hromatinu i lezije kao posljedice citopatogenog efekta neoplastičnih promjena ćelija, što sve predstavlja parametre za dijagnozu neoplastične promjene epitela grlića materice [4].

Materijal i metode

Za ovu vrstu dijagnostike potrebno je uzeti biopsiju grlića materice za koji se sumnja da je u neoplastičnoj promjeni i obojiti ga imunocitohemijski na p16^{INK4a} protein. Standardna metoda bojenja koja se koristi u patološkim analizama je bojenje hematoksilin-eozin tehnikom (H&E). Ona sve ćelije boji rozo-ljubičastom bojom, dok imunocitohemijska boji intenzivno ćelije koje u sebi sadrže ekspresiran protein p16^{INK4a} braon-narandžastom bojom, dok su ćelije bez njega neobojene ili blijedo obojene.

Citološka analiza zdravih i neoplastičnih ćelija tkiva grlića materice sprovedena je na histološkim presjecima grlića materice koji su imali promjene i na onima koji nisu imali tj. koji su bili zdravi. Histološka i citološka obrada zdravog i oboljelog tkiva epitela grlića materice podrazumijevala je korištenje standardne tehnike bojenja i imunocitohemijske analize pomoću antitijela. Uzorci tkiva grlića materice fiksirani su u 10% formalinu i proslijeđeni kroz standardnu proceduru pripreme preparata za svjetlosnu mikroskopiju: parafinizacija, sječenje na presjeke debljine 5 µm iz parafinskih kalupa, sušenja na 16–56 °C i deparafinizacija presjeka tkiva. Za imunocitohemijsku tehniku osjetljivu za p16 protein deparafinisani presjeci se u kiveti sa 250 mL rastvora citratnog pufera (10 mmol/L pH 7) kuvaju na maksimalnoj temperaturi, dva puta po pet minuta, potom se hlade u citratnom puferu na sobnoj temperaturi 30 minuta. Nakon toga ispiru se destilovanom vodom dva puta po trideset sekundi. Nakon ispiranja slijedi blokiranje endogenih peroksidaza tako što se tkivni presjeci potapaju u 3% vodonik peroksid pet minuta, potom se isperu destilovanom vodom i preliju fosfatnim puferom (0,01 M pH 7,4) tri puta po dva minuta. Za svako primijenjeno antitijelo u imunocitohemijskoj reakciji je korišćena negativna i pozitivna kontrola. Za imunohistohemijska bojenja su korišćena antitijela u odgovarajućim razblaženjima. Primarno antitijelo razblaženo po uputstvu proizvođača je biotinizirano vezno antitijelo: streptavidin peroksidaza i vezivanje specifičnog antitijela vizuelizovano je kao smeđa prebojenost ćelija. Bojenja su omogućila vizuelizaciju patoloških ćelija grlića materice, nakon čega se pristupilo citološkim mjerenjima veličina ćelija i veličina njihovih jedara. Citološka obrada presjeka tkiva i ćelija dala nam je podatke o promjenama u vrijednostima parametara ćelija grlića materice u neoplastičnom stanju u odnosu na zdrave ćelije. Parametri koje smo koristili za stereološka merenja bili su: horizontalni i vertikalni dijametri i površine ćelija, kao i horizontalni i vertikalni dijametri i površine jedara ćelija grlića materice koje su zdrave i koje su patološki izmijenjene. Svi dijametri su mjereni uz pomoć mjerne skale na kojoj je najmanji podiok bio jedan milimetar (mm). Iz razloga što su presjeci posmatrani pod mikroskopom na uvećanjima x40 i x100, vrijednosti izmjerenih dijametara su preračunate i dobijena je njihova stvarna veličina u mikrometrima (µm). NCO (nukleocitoplazmatski odnos) je određen pomoću odnosa između volumena jedra u odnosu na volumen ćelija. Mjerna skala je upoređivana sa originalnim mikrografijama dobijenim na električnom mikroskopu Leica LASEZ uz odgovarajuću softversku podršku i kameru za prenos slike. Slike su sa preparata prenesene na ekran računara, gde su odabrane reprezentativne ćelije koje su mjerene.

Formula za deriving porcine ćelija i jedara bila je: $P = d_1 \times d_2 \times \pi$ (µm²), gdje je d_1 – vertikalni dijametar objekta, a d_2 – horizontalni dijametar objekta. Ukupno je obrađeno po pet presjeka zdravog i oboljelog tkiva grlića materice, sa tim da je sa jednog presjeka odabrano po 100 tipičnih ćelija za analizu i mjerenje. Svi rezultati su obrađeni statistički u ANOVA programu uz korišćenje Studentovog testa za stepen slobode $p < 0,05$. Paralelno sa analizom citoloških parametara ćelija grlića materice urađena je i fotodokumentacija na Leica LASEZ mikroskopu.

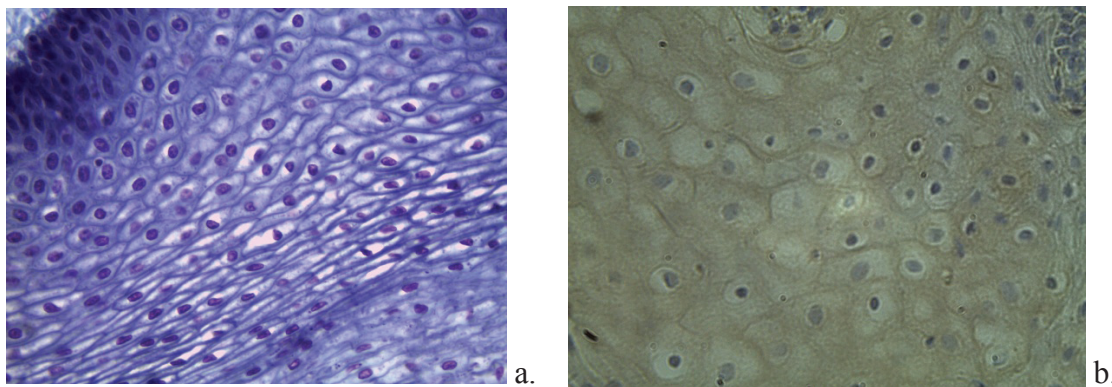
Rezultati i diskusija

Određivanje razlika citoloških parametara zdravih i oboljelih ćelija epitela grlića materice dokazalo je prisustvo promjena u arhitekturi ćelija koje su zahvaćene neoplastičnom promjenom u odnosu na zdrave. Takođe, značajnost primjene imunocitohemijskog bojenja oboljelog tkiva grlića materice omogućava nesumnjivo bolju i kvalitetniju dijagnostiku promjena ćelija. Svi podaci dobijeni nakon citološke analize ćelija su sumirani i predstavljeni u Tabeli 1, dok je razlika u metodi bojenja tkiva grlića materice prikazana na Slici 1. Imunocitohemijsko bojenje nesumnjivo omogućava bolju detekciju proteina p16^{INK4a} i vizuelizaciju ćelija koje su ušle u neoplastične promjene, ali olakšava citološka mjerenja i analizu promjena u arhitekturi ćelija, promjenu nukleocitoplazmatskog odnosa ćelija i proliferaciju ćelija grlića materice, što je veoma bitno kod dijagnoze oboljenja.

Tabela 1. Prikaz srednjih vrijednosti $\pm$ standardna devijacija citoloških parametara zdravih i neoplastičnih ćelija grlića materica

Parameter	zdrave ćelije	oboljele ćelije
horizontalni dijametar ćelije (μm)	15,76 $\pm$ 4,18	24,72 $\pm$ 3,98
vertikalni dijametar ćelije (μm)	15,88 $\pm$ 4,25	21,60 $\pm$ 4,23
površina ćelije (μm^2)	586,46 $\pm$ 92,47	721,26 $\pm$ 81,54
minimalna vrijednost površine ćelije	393,99	439,72
maksimalna vrijednost površine ćelije	678,93	802,80
kovarijansa površine ćelije	184,94	163,08
statistička značajnost ($p < 0,05$)	0,0091 s.z.*	
horizontalni dijametar jedra (μm)	5,52 $\pm$ 1,04	5,63 $\pm$ 1,12
vertikalni dijametar jedra (μm)	5,51 $\pm$ 1,09	5,64 $\pm$ 1,11
površina jedra (μm^2)	85,88 $\pm$ 9,71	99,93 $\pm$ 10,01
minimalna vrijednost površine jedra	76,17	89,92
maksimalna vrijednost površine jedra	105,59	109,94
kovarijansa površine jedra	19,42	20,02
statistička značajnost ($p < 0,05$)	0,159 n.s.	
NCO	0,149 $\pm$ 0,009	0,131 $\pm$ 0,011
minimalna vrijednost NCO	0,107	0,111
maksimalna vrijednost NCO	0,135	0,149
kovarijansa NCO	0,028	0,038
statistička značajnost ($p < 0,05$)	0,012 s.z. *	

Citološka analiza pokazuje (Tabela 1.) da su srednje vrijednosti oba dijametra i površine oboljelih ćelija veći u odnosu na iste kod zdravih ćelija. Razlika u površini zdravih ćelija od 586,46 μm^2 i oboljelih od 721,26 μm^2 je statistički značajna za stepen slobode od $p < 0,05$. Analiza citološkog parametra površine jedra pokazuje da su srednje vrijednosti oba dijametra i površine jedara oboljelih ćelija veći u odnosu na iste kod zdravih. Razlika u površini jedara zdravih ćelija od 85,88 μm^2 i oboljelih od 99,93 μm^2 nije statistički značajna za stepen slobode od $p < 0,05$. Promjene u citološkim parametrima površina ćelija i jedara, kao i promjene u arhitekturi i organizaciji zdravih i oboljelih ćelija u epitelnom tkivu sluznice grlića materice prikazane su na mikrofijama. (Slika 1)



Slika 1. Mikrografije ćelija epitela grlića materice obojenih a-zdrave ćelije obojene H&E i b-obolele ćelije obojene imunocitohemijski, uvećanje 100x.

U našem istraživanju na presjecima oboljelih epitela grlića materice koji sadrže ćelije sa neoplastičnim promjenama (Slika 1b) uočavaju se perinukleusni halo efekti oko jedra ćelija kojih nema u zdravom tkivu (Slika 1a). Karakteristično je prisustvo perinukleusnog halo efekta oko jedra ćelija u neoplastičnim promjenama [4]. Citološki parameter – nukleocitoplazmatični odnos smanjuje se kod oboljelih ćelija (0,131) u odnosu na zdrave (0,149) i on je statistički značajan za stepen slobode od $p < 0,05$. Nakon neoplastične promjene ćelije grlića materice postaju krupnije sa sitnijim jedrom, dok im NCO opada. Porast veličine ćelija epitela grlića materice, smanjenje njihovih jedara i promjena njihove organizacije rezultat je i radova drugih autora i objašnjava se kao rezultat povećanog broja mitozu kod ovih ćelija i nedovoljnog vremena za njihovo sazrijevanje i organizaciju [5,6]. Smanjenje NCO-a isto ukazuje na povećan broj dioba ćelija u kojima se novonastale ćelije dovoljno ne diferenciraju i jedra im ne dostignu veličinu zrele ćelije [7,8]

Zaključci

Promjene citoloških parametara ćelija epitela grlića materice mogu da ukažu na njihov prelazak u neoplastično stanje koje kasnije može da dovede do oboljenja grlića materice koje dovodi u pitanje i život žena. Iz tog razloga, naše istraživanje se zasnivalo na analizi citoloških promjena kod oboljelih epitelnih ćelija grlića materice u odnosu na zdrave, kroz mjerenja ćelija, njihovih jedara i određivanja NCO. Imunocitohemijsko bojenje oboljelih epitela grlića materice omogućilo je njihovu bolju vizuelizaciju i analizu. Ćelije epitela grlića materice u neoplastičnim promjenama imaju veću površinu, manju površinu jedra i manji nukleocitoplazmatični odnos. Neoplastične promjene dovode do mijenjanja arhitekture i organizacije zdravih ćelija i tako ih čine različitim od okolnog zdravog tkiva.

Literatura

- Andelković Z., Somer Lj., Perović M., Avramović V., Milenkova Lj., Kostovka N., Petrović A. „*Histološka građa organa*“. Bonafides, Niš, 2001.
- Vukomanović Đurđević Biserka B.: doktorska disertacija „*Progonistički značaj imunocitohemijskih parametara i histomorfološkog skora u proceni težine displazije epitela grlića materice*“, Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2015.
- Gajanin Ž., Vilendečić R., Ećim Zlojutro V., Gajanin R., Budakov P.: „*Significance of Immunohistochemical Expression of p16^{INK4a} in the Differentiation of Inflammatory and Preneoplastic Cervical Lesion*“, 143(1-2); 42–49, 2015.
- Diklić V., Kosanović M., Nikoliš M., Dukić S.: „*Biologija sa humanom genetikom*“. Medicinski fakultet. Institut za biologiju i humanu genetiku, Beograd, 2001.
- Đorđević B., Živković N., „*Evaluacija p16^{INK4a} proteina kao biomarkera za cervikalnu intraepitelnu neoplaziju i skvamocelularni karcinom grlića materice*“, Originalni rad; UDK: 618,146-006.6; doi: 10.5633/amm.2011.0205s, 2011.
- Milenković P., Babić Lj., Borota R., Božić T., Dujmović F., Kulauzov M., Đerić M., Živančević-Simović S., Kalušević M., Leposavić G., Lučić A., Sedlak-Vadoc V., Stošić Z.: „*Patološka fiziologija malignog rasta ćelija*“. Univerzitet u Beogradu, 2003.
- Mladenović D., Mladenović Bogdanović Z., Mladenović Mihajlović A., „*Ginekologija i akušerstvo*“, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 2005.
- Stanković Ž., Đurić S.: „*Robinsonove osnove patologije*“. Beograd, 2010.

COMPARISON OF CITOLOGICAL PARAMETERS OF HEALTHY AND NEOPLASTIC CELLS IN CERVIX UTERI EPITHELIUM

Emilija Jelic
Faculty of Agriculture
University of Banja Luka
jelicemilija@gmail.com

Abstract

In early diagnosis of neoplastic changes in the cervix epithelium, the cytological method *Papanicolaou test* is used, indicating a possible change of cells, as well as the immunocytochemical expression of the p16^{INK4a} protein on them. This protein appears on the surface of the cell membrane to a greater or lesser extent, depending on whether the cell is entering the divide, whether it is in the divide or exiting it. This feature of protein p16^{INK4a} is used in cytological studies. Excessive expression of this protein in the cell membrane is a sign of this cell entering the neoplastic change. The aim of this study was to compare parameters of healthy and neoplastic cells of female cervix epithelium and to indicate the importance of the method of immunocytochemical expression of the protein p16^{INK4a} in the quality detection of inflammatory or neoplastic changes in the cervical mucous membrane. In this paper, cross sections of healthy tissues and the cervix epithelium tissues affected by neoplastic changes were used. Cytological analysis implied determination of two diameters and surfaces of cells and their nuclei, as well as the nucleocytoplasmic ratio of epithelial cells. The obtained results indicate that there is a change in the mean value of cytological parameters of neoplastic cells of the cervix epithelium in comparison to the healthy ones. In addition to changes of cytological parameters in the epithelial cells of the cervix, changes in their spatial organization and their shape in the tissues in comparison to the healthy ones occur. Also, tissues of the cervix epithelium colored by immunocytochemical method for expression of p16^{INK4a} protein on the cells show significance in diagnosing this disease. This paper presents an overview of changes in cytological parameters of neoplastic cells of the cervix epithelium in comparison to healthy cells, in order to help a better detection of the changes in question.

Keywords: *cervix uteri epithelium, neoplastic cells, immunocytochemistry, p16 protein, nuclear-cytoplasmic ratio*

KVALITATIVNO ODREĐIVANJE PRISUSTVA AKRILAMIDA U KEKSU PROIZVEDENOM U BOSNI I HERCEGOVINI

Gordana Petrović¹, Ivan Samelak¹, Nemanja Koljančić¹, Mališa Antić², Milica Balaban¹,

¹Univerzitet u Banjoj Luci
Prirodno-matematički fakultet

²Univerzitet u Beogradu
Poljoprivredni fakultet
goca.petrovic93@gmail.com

Sažetak

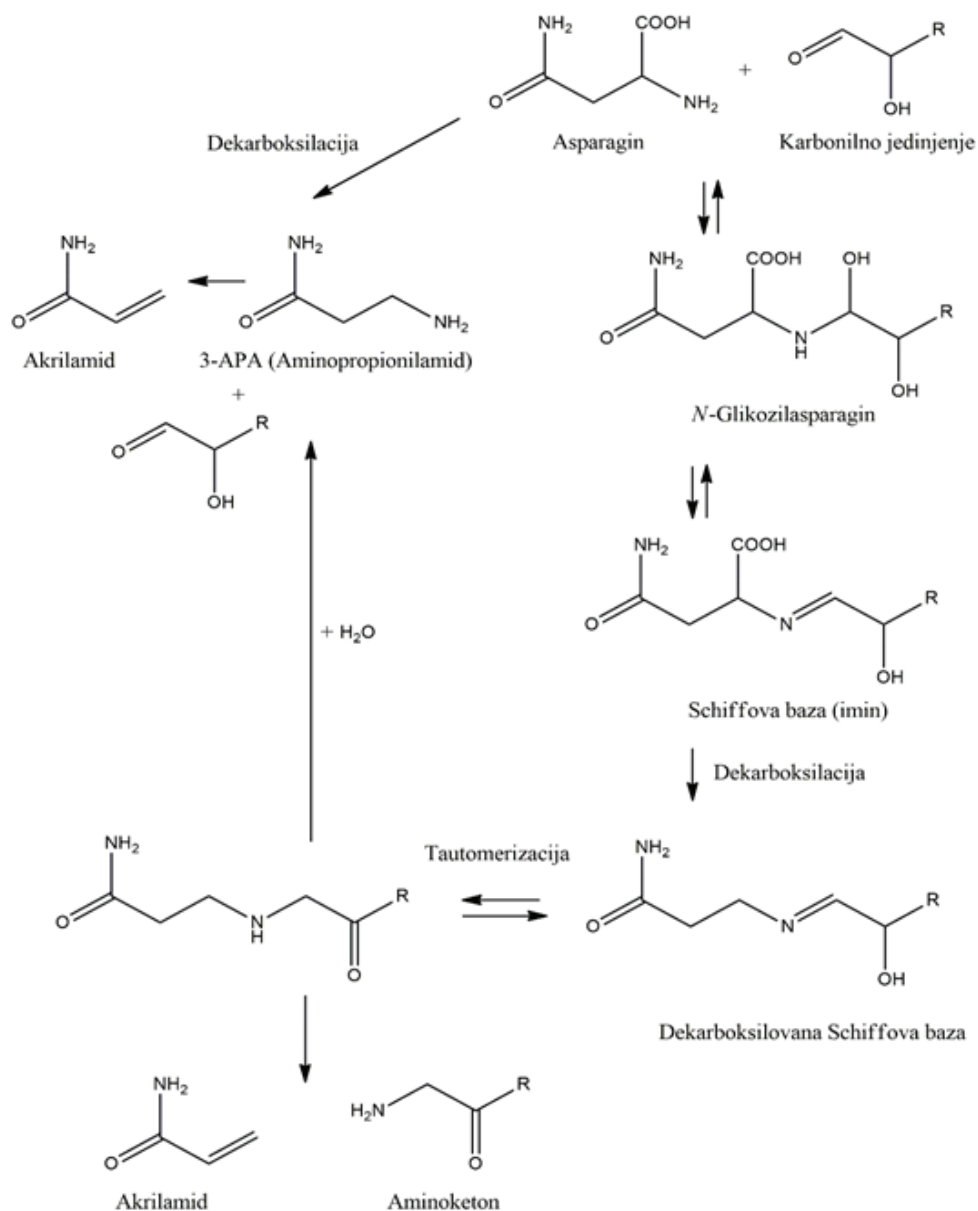
Akrilamid (2-propenamid) je karcinogeno jedinjenje sa potencijalom da izazove niz toksičnih efekata. Do formiranja akrilamida u hrani dolazi usljed termičke obrade namirnica bogatih ugljenim hidratima i aminokiselinom asparaginom na temperaturama višim od 120 °C. Zbog složenosti matriksa uzorka cilj rada je bio da se razvije jednostavna i praktična metoda pripreme uzorka kako bi se moglo kvalitativno dokazati prisustvo akrilamida. U radu su ispitani uzorci keksa koji su proizvedeni u Bosni i Hercegovini, a kupljeni u lokalnom marketu. Uzorci su ekstrahovani etil-acetatom i analizirani na prisustvo akrilamida gasnohromatografskom-masenospektrometrijskom metodom (GC-MS). Akrilamid je detektovan na osnovu retencionog vremena bez prethodne derivatizacije uzorka, a glavni fragmentacioni joni koji su korišteni za identifikaciju akrilamida imali su *m/z* vrijednost 55 i 71. Prednost primijenjene metode se ogleda u praktičnoj pripremi uzorka i jednostavnosti hromatografske analize.

Ključne riječi: akrilamid, GC-MS, termički obrađene namirnice, kvalitativna analiza

Uvod

Akrilamid (2-propenamid) je klasifikovan kao potencijalni humani karcinogen od strane Međunarodne agencije za istraživanje raka (*engl. International Agency for Research on Cancer, IARC*). Jedan od predloženih mehanizama nastanka akrilamida je Maillardova reakcija između aminokiseline asparagina i redukujućih šećera. Predloženi mehanizam formiranja akrilamida iz asparagina prikazan je na Slici 1.

Od ključnog značaja za sintezu akrilamida je termički tretman namirnice, odnosno kombinacija vremena i temperature kojima se namirnica podvrgava. Formiranje akrilamida se prvenstveno odvija pod dejstvom temperature više od 120 °C pri smanjenoj vlažnosti (Stadler et al., 2002.). Akrilamid je prisutan u brojnim namirnicama koje se svakodnevno konzumiraju, a među različitim vrstama prehrambenih proizvoda u kojima se nalazi akrilamid, najčešće su proizvodi od žitarica, proizvodi od krompira, kafa, kao i različite vrste keksa i biskvita. Upotreba amonijum-karbonata i/ili amonijum-hidrogenkarbonata kao pekarskog agensa u namirnicama kao što su keks i biskvit može povećati nivo akrilamida i do 60% (Amrein, 2004.). Svjetska zdravstvena organizacija (*engl. World Health Organization, WHO*) postavila je gornju granicu sadržaja akrilamida u ovakvoj vrsti namirnica na 500 µg/kg. Prisutnost akrilamida u hrani može povećati rizik od razvoja raka kod potrošača u svim starosnim grupama, ali su djeca, zbog svoje manje tjelesne mase, najizloženija populacija. Prema izvještaju ANSES-a (Agencija za hranu, okolinu i radnu sredinu) objavljenom 2005. godine, prosječan dnevni unos akrilamida kod odraslih iznosi 0,5-0,98 µg/kg, dok je kod djece uzrasta 3–14 godina izloženost akrilamidu znatno veća i doseže vrijednost 1,25 – 3,54 µg/kg na dnevnom nivou (EFSA Journal 2015). Pri proizvodnji keksa i biskvita, kao i ostalih sličnih proizvoda iz ove kategorije, neophodno je potpuno kontrolisati način proizvodnje. Predložene mjere za smanjenje nivoa akrilamida u namirnicama obuhvataju korištenje natrijum-hidrogenkarbonata kao pekarskog agensa, izbjegavanje produženog prženja kao i dodavanje *asparaginaze*, enzima koji ograničava koncentraciju slobodnog asparagina. (Zhang 2007). Toksikološka svojstva akrilamida uključuju neurotoksičnost, genotoksičnost, karcinogena svojstva, kao i reproduktivnu toksičnost (IARC, 1994).



Slika 1. Mogući način formiranja akrilamida iz asparagina (V. Delević, 2015)

Materijal i metode

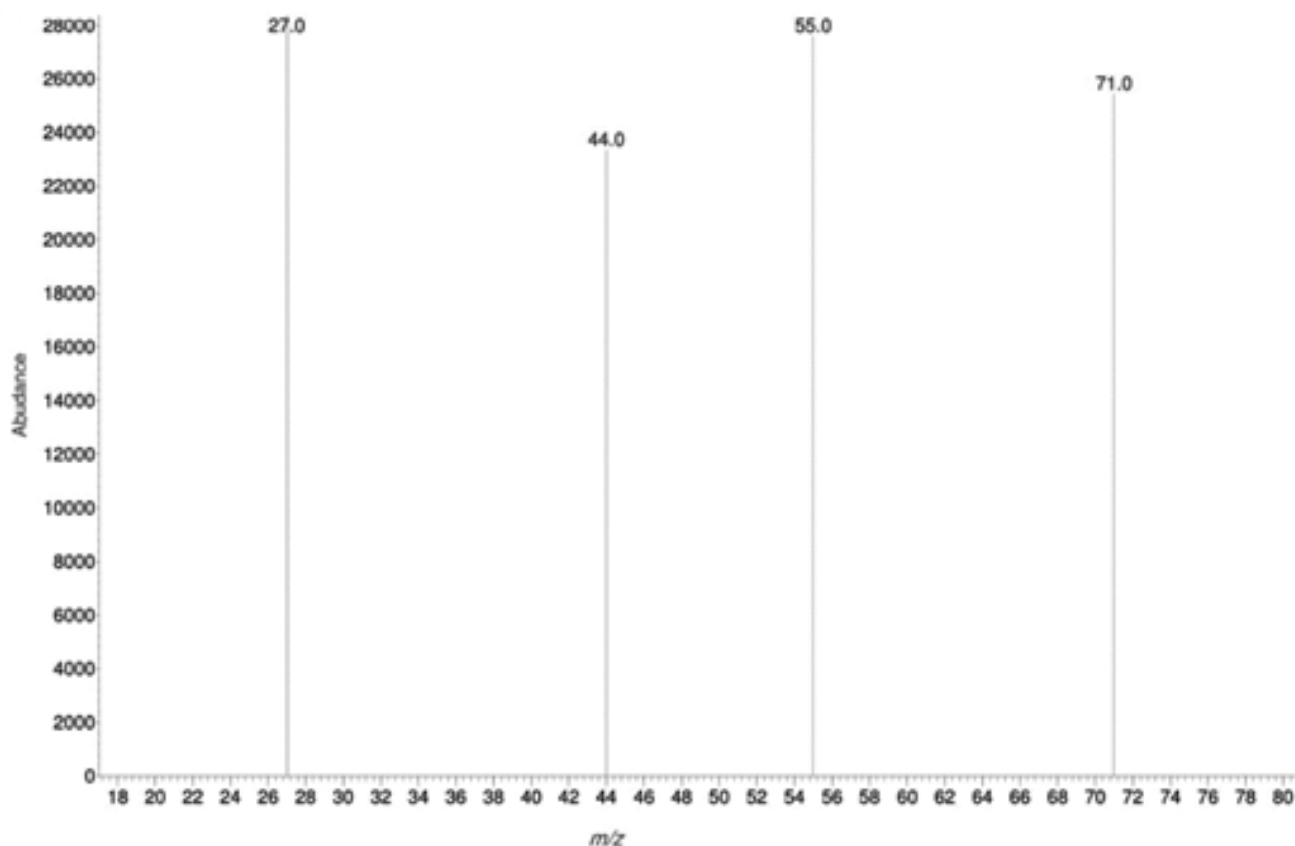
Kao standard korišten je akrilamid stepena čistoće > 99,9% (ACROS Organics, SAD). Organski rastvarači petroletar i etilacetat (Lach-ner, Češka) korišteni su bez dodatnog pročišćavanja. Pripremljeni rastvori kalijum-heksacijalnoferat(II)-trihidrata (37,5g / 250 mL; Carrez 1) i cink-sulfat-heptahidrata (75 g / 250 mL; Carrez 2) čuvani su u frižideru prije korištenja. Uzorak kekisa kupljen je u lokalom marketu. Radi uklanjanja masnoća homogenizovani uzorak (40 g) ekstrahovan je dva puta petrol-etrom uz miješanje na magnetnoj mješalici na temperaturi približnoj 40 °C u trajanju od 2 h. Da bi se izbjeglo isparavanje organskog rastvarača, ekstrakcija je vršena uz povratno hladilo. Dobijeni ekstrakt uklonjen je na Buchnerovom lijevku, a odmašćeni uzorak je osušen i podijeljen na dva dijela po 10 g. U jedan uzorak dodato je 10 µg akrilamida (spajk) kako bi se utvrdila efikasnost primijenjene metode ekstrakcije akrilamida, a zatim su urađene dvije paralelne ekstrakcije. Odmašćeni uzorci su prebačeni u vodenu fazu ekstrakcijom u 100 mL destilovane vode uz miješanje na magnetnoj mješalici u trajnju od 1 h. Ekstrakcija je vršena na povišenoj temperaturi (60 °C). U dobijene ekstrakte su dodani Carrezov rastvor 1 i Carrezov rastvor 2 kako bi se istaložili rastvorni proteini, a ekstrakti su zatim centrifugirani (4000 rpm, 15 min.) dva puta. Nakon taloženja proteina, u izdvojene supernatante dodano je po 3 g NaCl kako bi se izvršilo isolažavanje akrilamida iz vodenog rastvora i poboljšala njegova ekstrakcija u etil-acetatu. U lijevku za odvajanje vršena je ekstrakcija akrilamida etil-acetatom sa tri porcije po 40 mL rastvarača. Ekstrakt je osušen pomoću anhidrovanog natrijum-sulfata. Na rotacionom vakuum isparivaču, redukovana je zapremina ekstrakta na približno 10 mL, koji su zatim filtrirani na mikro filterima (45 µm) kako bi se uklonile eventualno zaostale nečistoće. Gasno-hromatografska-masenospektrometrijska (GC-MS) analiza urađena je na aparatu Agilent 5977A. Uslovi GC-MS metode prikazani su u Tabeli 1.

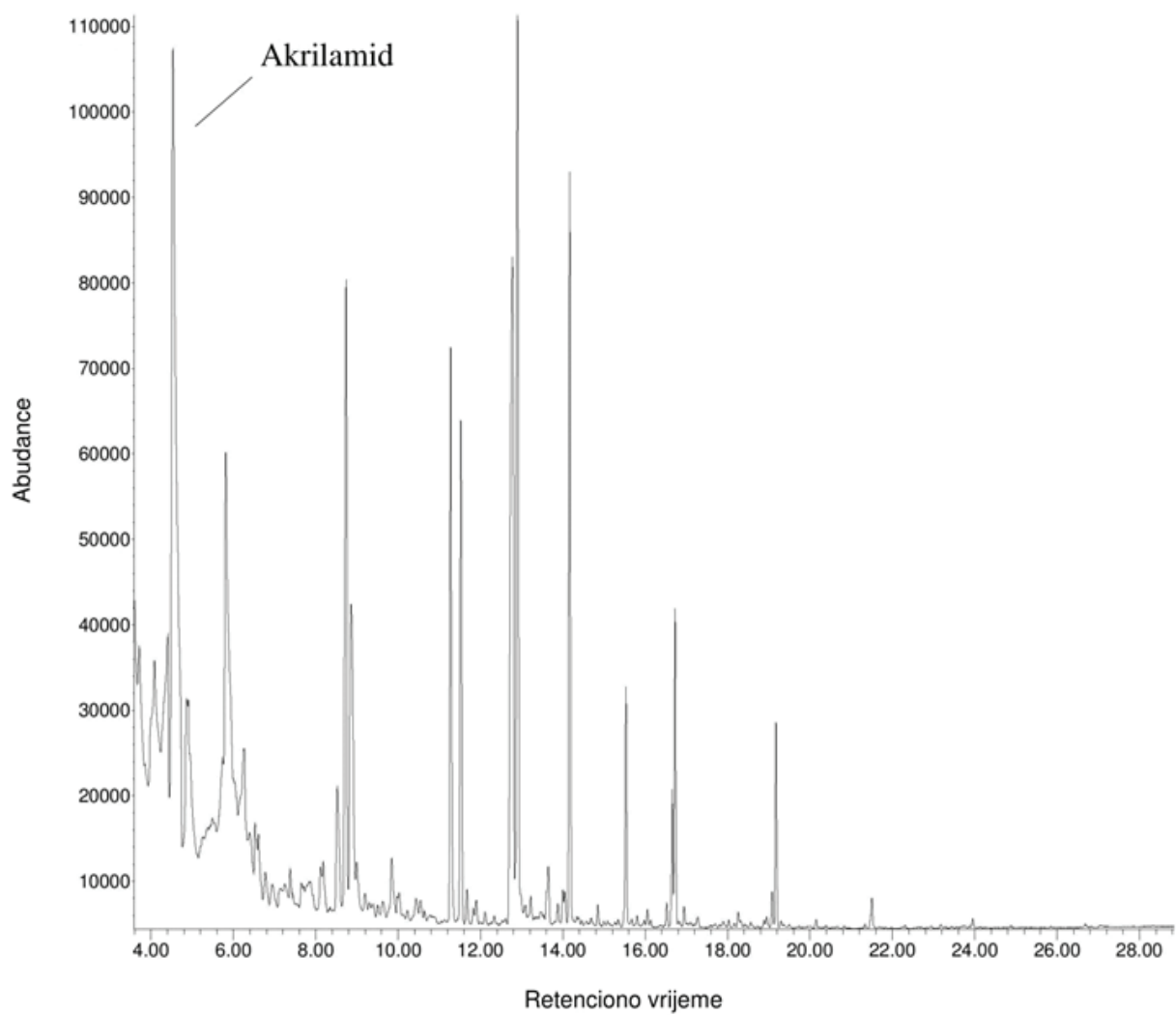
Tabela 1. Uslovi hromatografskog postupka

Mobilna faza	He, 99,999% (1,6 mL/min)
Temperaturni program	50 °C - 240 °C (5 °C /min; 8 min)
Temperatura injektora	200 °C (režim bez razdvajanja protoka gasa)

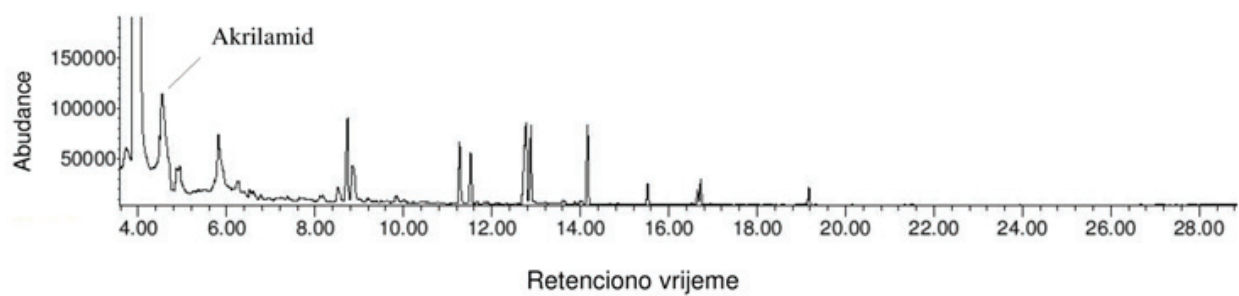
Rezultati i diskusija

Pod zadatim hromatografskim uslovima snimljeni su maseni spektri. Na Slici 2. prikazan je maseni spektar akrilamida, koji u elektron-jonizacionom režimu rada (*engl. Electron ionisation mode, EI*) daje reprezentativne fragmentacione jone posmatranog molekula na m/z vrijednostima 55 i 77. Zbog relativno niske molekulske mase akrilamida i m/z odnosa jona, bilo je neophodno razviti metodu pripreme uzorka koja bi zadovoljila određene kriterijume u pogledu osjetljivosti detekcije GC-MS analize. Korištena metoda je zadovoljila tražene kriterijume u pogledu osjetljivost na akrilamid, jer je na GC-MS uređaju dobijen pik sa retencionim vremenom od 4,56 minuta koji odgovara akrilamidu. Korištena metoda pripreme uzorka pokazala se uspješnom u smislu kvalitativnog dokazivanja prisustva akrilamida u uzorku. Akrilamid je detektovan kao 2-propenamid bez predhodne derivatizacije uzorka, što je prikazano na slikama 3 i 4. Derivatizacija akrilamida je proces koji zahtijeva vrijeme, jer je neophodno izvršiti bromovanje uzorka, kao i odstraniti višak broma nakon reakcije (V. Delević, 2015).

Slika 2. Maseni spektar akrilamida sa karakterističnim jonima $m/z = 55$ i $m/z = 71$



Slika 3. Hromatogram uzorka ekstrakta akrilamida u keksu $t_r = 4,56$ min



Slika 4. Hromatogram uzorka ekstrakta akrilamida u spajku, $t_r = 4,56$ min

Prisustvo akrilamida u keksu konzumiranom na području Bosne i Hercegovine predstavlja ogroman problem za stanovništvo koje je svakodnevno izloženo toksičnim dejstvima akrilamida. U radu je izvršena eksperimentalna potvrda prisustva akrilamida, ali za dalja istraživanja potrebno je izvršiti kvantitativno određivanje akrilamida, kako bi se odredila njegova tačna koncentracija, kao i to da li ona prelazi dozvoljene vrijednosti. Prema preporuci WHO, koncentracija akrilamida ne bi smjela prelaziti 500 µg/kg.

Zaključak

Cilj ovog rada bio je da se ispita efikasnost metode za pripremu uzorka, kao i da li korištena metoda zadovoljava kriterijume u pogledu osjetljivosti na prisustvo akrilamida u namirnicama koje u sirovom stanju sadrže prekursore za sintezu akrilamida. U ovom radu ispitani su uzorci keksa proizvedenog u Bosni i Hercegovini. GC-MS analizom dobijen je pik $t_r = 4,56$ min koji odgovara 2-propenamidu, što je potvrđeno na osnovu prisustva jona sa m/z vrijednostima 55 i 71. Iako se za sada ne može govoriti o tačnoj koncentraciji akrilamida u ispitivanom uzorku, predložena metoda je svakako od značaja. Analize na prisustvo akrilamida u hrani obavlja jako mali broj laboratorija u Bosni i Hercegovini, zbog čega smo ovim radom djelimično zakoračili u problematiku koja predstavlja ogroman problem za stanovništvo zbog potencijalno karcinogenog djelovanja akrilamida na čovjeka.

Literatura

- Amrein, T. M., Schönbächler, B., Escher, F., & Amadò, R. (2004). Acrylamide in gingerbread: Critical factors for formation and possible ways for reduction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(13), 4282–4288.
- Delević, V. M. (2015). Ispitivanje uticaja termičkog tretmana na nastajanje akrilamida u namirnicama sa visokim sadržajem skroba primenom unapređene metode gasne hromatografije (Doctoral dissertation, Univerzitet u Beogradu, Farmaceutski fakultet).
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2015). Scientific opinion on acrylamide in food. *EFSA Journal*, 13 (6), 4104.
- IARC. Monographs on the evaluation of carcinogen risk to humans 2011. <https://monographs.iarc.fr> (01.09.2018).
- Stadler, R. H., Blank, I., Varga, N., Robert, F., Hau, J., Guy, P. A., ... & Riediker, S. (2002). Food chemistry: acrylamide from Maillard reaction products. *Nature*, 419 (6906), 449.
- Zhang, Y., & Zhang, Y. (2007). Formation and reduction of acrylamide in Maillard reaction: a review based on the current state of knowledge. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47 (5), 521–542

QUALITATIVE DETERMINATION OF ACRYLAMIDE IN BISCUITS PRODUCED IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Gordana Petrovic¹, Ivan Samelak¹, Nemanja Koljancic¹, Malisa Antic², Milica Balaban¹

Faculty of Natural Sciences and Mathematics

¹University of Banja Luka

²University of Belgrade

Faculty of Agriculture

goca.petrovic93@gmail.com

Abstract

Acrylamide (2-propenamide) is a carcinogenic compound with the potential to cause a series of toxic effects. Acrylamide forms in heat-treated foods containing high levels of carbohydrates and amino acid asparagine at temperatures higher than 120 °C. The aim of this paper was to develop a simple practical method of sample preparation in order to quantitatively determine presence of acrylamide in food, because of its high matrix complexity. Biscuits produced in Bosnia and Herzegovina and bought in a local supermarket were analyzed in this paper. Samples were extracted with ethyl acetate and then analyzed for the presence of acrylamide using gas chromatography-mass spectrometry method (GC-MS). Acrylamide has been detected based on its retention time without previous derivatization. For the quantification and detection of acrylamide, the main fragment ions which appeared at m/z 55 and 71 were used. Main advantages of this method are simple sample preparation and chromatography analysis.

Keywords: *acrylamide, GC-MS, heat-treated food, qualitative analysis*

SINTEZA I KARAKTERIZACIJA NANOČESTICA BAKRA I KOMPOZITA Cu/ZnO

Mladena Malinović, Dragana Milisavić, Sanja Pržulj, Savka Janković
Fakultet: Prirodno-matematički fakultet
Univerzitet u Banjoj Luci
mladenamalinovic@gmail.com

Apstrakt

Sažetak: Istraživanja u oblasti zelene hemije su u poslednjoj deceniji jako aktuelna. Unutar ove oblasti naročito se pažnja posvećuje sintezi, karakterizaciji i primjeni pojedinih nanomaterijala koji mogu biti sintetisani u vidu netoksičnih metalnih oksida ili u vidu kompozita sa drugim metalnim oksidima, polimerima i sl. U ovom radu vršena je sinteza nanočestica bakra iz soli bakar sulfata pentahidrata ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) pomoću različitih reducenasa. Kao reducensi korišćeni su vitamin C, trinatrijum citrat, te zeleni i crni čaj. Sintetisane nanočestice bakra, koji je poznat kao najbolji provodnik u porodici čistih metala, korišćene su za dopingovanje cink oksida, s ciljem da bi se cink oksidu poboljšale poluprovodničke osobine. Cink oksid je sintetisan *solvent free* metodom. Karakterizacija sintetisanog materijala je vršena upotrebom UV/VIS spektroskopije. Rezultati su pokazali da dopingovanje cink oksida bakrom može da dovode do smanjenja ili povećanja energije zabranjene zone, zavisno od upotrebe redukcionog sredstva za sintezu Cu nanočestica.

Ključne riječi: zelena hemija, nanočestice, kompozit, UV/Vis spektroskopija, zabranjena zona

Uvod

Zelena hemija (*“green chemistry”*) predstavlja oblast hemije koja se odlikuje istraživanjem novih reagenasa i metoda kojima se dobija veliki prinos hemijskog procesa a pri tom se vodi računa o maksimalnom smanjenju nepovoljnog uticaja na životnu sredinu [5]. Našla je primjenu u sintezama, karakterizacijama i aplikacijama nanomaterijala [6]. Nanočestice su zadnjih tri decenije područje intenzivnog naučnog istraživanja zahvaljujući mogućnosti njihove primjene u biomedicini, optičkim i elektronskim uređajima. To su čestice kod kojih je jedna od dimenzija 1 do 100 nm. Od velike su naučne važnosti jer predstavljaju most između „*bulk*“ materijala i atomskih/molekulskih struktura. Osobine materijala mijenjaju se sa veličinom njihovih čestica, odnosno sa njihovom specifičnom površinom. Suspenzija nanomaterijala je moguća zahvaljujući jakoj interakciji površine čestica sa rastvaračem, omogućavajući tako prevazilaženje razlike u gustini, što uglavnom rezultuje da materijal tone ili pluta u tečnosti [1]. Gotovo da nema elementa u periodnim sistemu da posljednjih decenija nije bio predmet ispitivanja u nanohemiji. Zbog toga, ova oblast hemije obiluje trenutno velikim brojem naučnih radova. Najviše se ispituju elementi koji posjeduju širok potencijal primjene i koji pretenduju da zbog svojih osobina zamijene na tržištu skuplje, odnosno rijetke elemente. Primjer takvog jedinjenja je cink oksid, koji posjeduje niz dobrih fizičko-hemijskih osobina koje još dodatno mogu biti poboljšane ukoliko se on dopinguje nekim drugim metalnim jonima. Metali kojima se cink oksid najčešće dopinguje su bakar, srebro i zlato koji mogu da dovedu do poboljšanja provodničkih osobina poluprovodljivog cink oksida [2]. U ovom radu cink oksid je dopingovan nanočesticama bakra. Bakar je metal sa vrlo visokom toplotnom i električnom provodljivošću. Nanočestice bakra pokazuju veoma visoku katalitičku aktivnost zahvaljujući velikoj specifičnoj površini. Sa malom veličinom i velikom poroznošću, nanočestice su u stanju da postignu veće iskorišćenje i kraće vrijeme reakcije kada se koriste kao reagensi u organskoj i organometalnoj sintezi. Priprema nanočestica bakra privukla je pažnju zahvaljujući prvenstveno antimikrobnim i antibakterijskim osobinama što im je i uz katalitičke moći i najčešća primjena. Postoje brojne metode sinteze nanočestica iz rastvora soli bakra. Metode se razlikuju izborom soli, reducensa, relativnim kvantitativnim odnosima i koncentracijama reagenasa, temperaturom, vremenom reakcije, te se na taj način sintetišu nanočestice različitih veličina [3].

Cilj ovog rada bila je sinteza nanočestica bakra iz soli bakar sulfata pentahidrata ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) pomoću četiri redukciona sredstva: vitamin C, trinatrijum citrat, zeleni i crni čaj. Cink oksid je sintetisan *solvent free* metodom. U cilju poboljšanja i promjene poluprovodničkih osobina cink oksida vršeno je dopingovanje nanočesticama bakra. Karakterizacija uzoraka prije i poslije dopingovanja vršena je upotrebom UV/VIS spektroskopije.

Materijal i metode

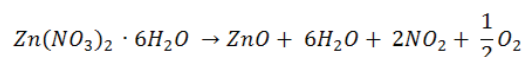
Sinteza nanočestica bakra Hemikalije korišćene za sintezu nanočestica bakra bile su: bakar(II)-sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), askorbinska kiselina ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$), trinatrijum citrat ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$). Pored askorbinske kiseline i trinatrijum citrata, kao redukciono sredstvo korišćeni su zeleni i crni čaj.

Pripremljeni su sljedeći rastvori: 0.001 mol/L $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 0.1 mol/L askorbinska kiselina; 0.1 mol/L trinatrijum citrat; zeleni i crni čaj.

U četiri čaše odmjeren je 10.0 mL 0.001 mol/L $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. U svaku čašu pojedinačno je dodano po jedno redukciono sredstvo uz konstantno miješanje na magnetnoj mješalici (850 ob/min). Praćena je vizuelna promjena boje od svijetloplave do smeđe/tamnocrvene. Sintetisani uzorci su potom snimljeni na UV/VIS spektroskopijom (Perkin Elmer 27), gdje je praćena zavisnost apsorbance od talasne dužine.

Sinteza nanočestica ZnO solvent free metodom Hemikalije potrebne za sintezu nanočestica ZnO: cink-nitrat heksahidrat ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), glicerol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$).

6.5 g $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ miješano je u avanu uz dodatak četiri kapi glicerola pola sata, te je nakon toga vršena kalcinacija, 2 h na 300 °C. Postupak sinteze se može predstaviti sledećom reakcijom:



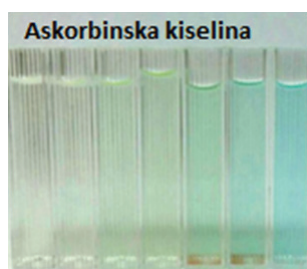
Uloga glicerola u reakciji bila je da disperguje uzorak i spreči aglomeraciju [2]. Kao proizvod sinteze dobijen je nanoprah cink oksida. Odvagano je 0.014 g ukupno dobijenog ZnO, koji je dispergovan u 10.0 mL dejonizovane vode i nakon toga postavljen na ultrazvučnu mješalicu 15 minuta. Zatim je snimljen UV/VIS spektar i na osnovu dobijenih rezultata određena vrijednost enegetskog procjepa.

Dopingovanje ZnO nanočesticama bakra.

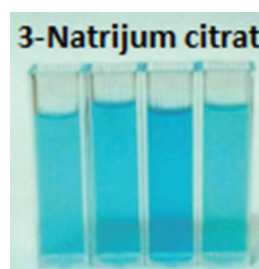
U četiri erlenmajer tikvice odvagano je po 1.15 g sintetisanog ZnO nanopraha. Potom je svakom uzoraku dodano oko 3mL nanočestica bakra sintetisanih upotrebom različitih redkcionih sredstava. Konstantno miješani na magnetnoj mješalici 4 h (1400 ob/min). Dobijenim kompozitima je potom određena vrijednost energetske procjepa na osnovu rezultata dobijenih UV/VIS spektroskopijom i *Tauc* plot funkcijom.

Rezultati i diskusija

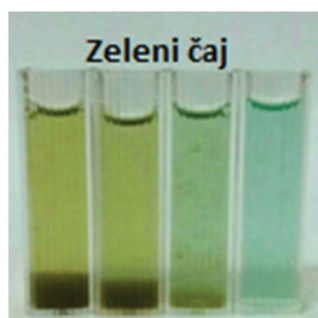
Slika 1–4 prikazuje vizuelno praćenje gradacije boje uzoraka nakon dodatka odgovarajućeg redukcionog sredstva.



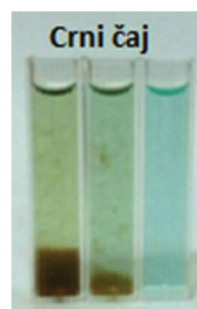
Slika 1. Nanočestice bakra, redukciono sredstvo – askorbinska kiselina



Slika 2. Nanočestice bakra, redukciono sredstvo – trinatrijum citrat



Slika 3. Nanočestice bakra, redukciono sredstvo – zeleni čaj

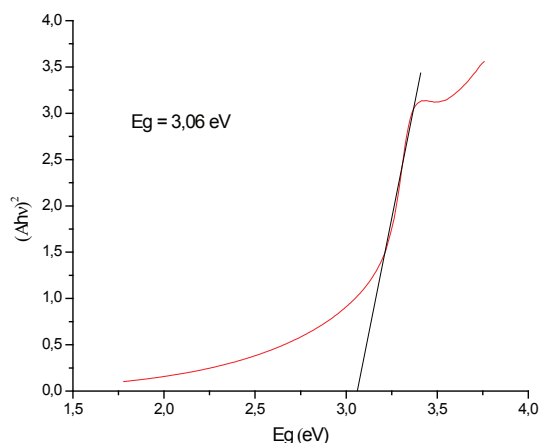


Slika 4. Nanočestice bakra, redukciono sredstvo – crni čaj

Bazirano na dosadašnjim literaturnim podacima u sličnim istraživanjima, može se smatrati da do promjene boje dolazi zbog interakcije prisutnih delokalizovanih elektrona, uglavnom sa površine čestice, sa upadnim elektromagnetnim zračenjem, praćenom nukleacijom, formiranjem nukleusa i njihovog srastanja do krajnjih dimenzija nanočestica [3,8]. Na osnovu dobijenih rezultata svim uzorcima je određena vrijednost energetske procjepa (E_{band gap}). Vrijednost energetske procjepa može biti određena na više načina. U ovom radu vrijednost energetske procjepa je određena računskim putem:

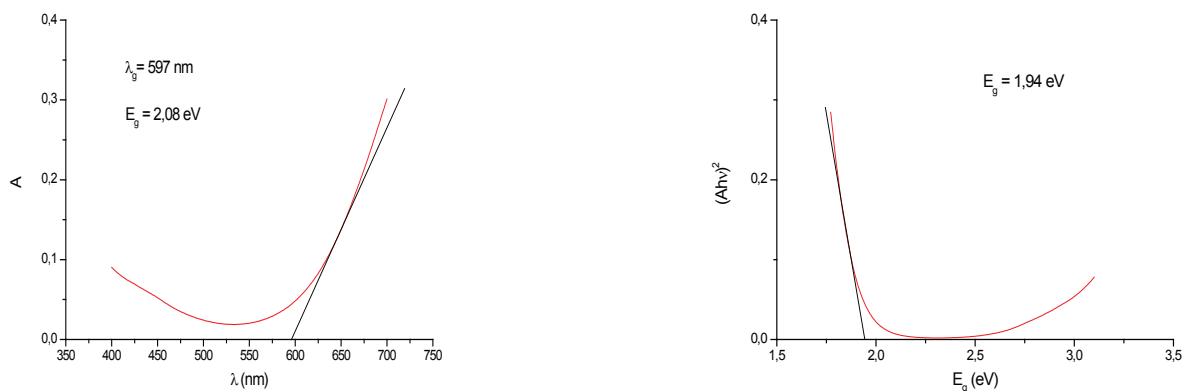
$$E = \frac{h \times c}{\lambda_{\max}} \text{ (eV)}$$

i grafičkim putem upotrebom *Tauc* plot funkcije ($(Ah\nu)^2 = f(h\nu)$), pri čemu je određena vrijednost energetske procjepa ekstrapolacijom po x-osi. Za nedopirgovan cink oksid ova vrijednost iznosi 3,06 eV ($\lambda_{\max} = 366 \text{ nm}$) (Slika 5).



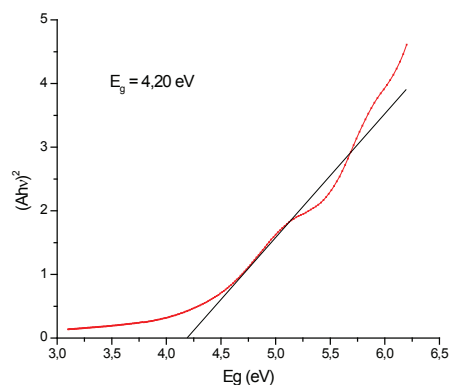
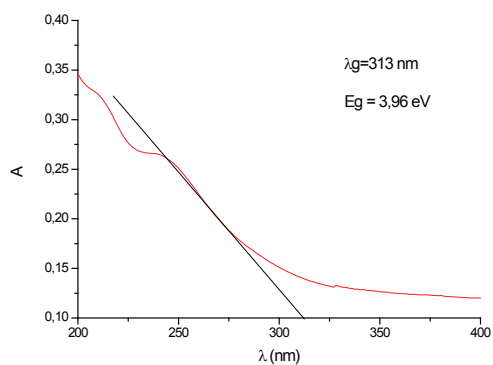
Slika 5. *Tauc* plot funkcija nedopirgovanih ZnO nanočestica

Svim dopirgovanim uzorcima je takođe određena vrijednost energetske procjepa upotrebom *Tauc* plot funkcije. Kod uzorka Cu/ZnO nanočestica kod koga je za sintezu Cu nanočestica kao redukciono sredstvo korišćen vitamin C, vrijednost energetske procjepa iznosi 1,94 eV (Slika 6).



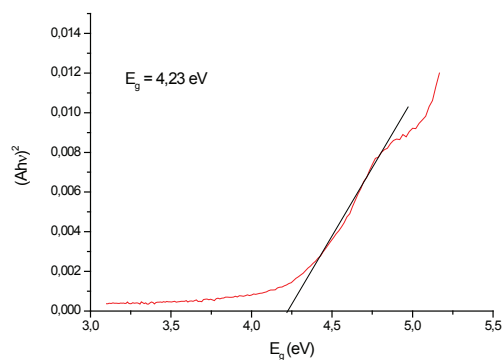
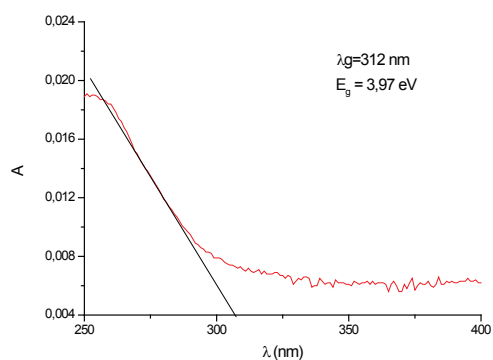
Slika 6. *Energetski procjep Cu/ZnO kompozita dobijenog sintezom nanočestica bakra upotrebom vitamina C kao redukcionog sredstva*

Na Slici 7 prikazan je kompozit Cu/ZnO, pri čemu je za sintezu nanočestica bakra korišćen trinatrijum citrat kao redukciono sredstvo. Na slici 7 (lijevo) prikazana je zavisnost apsorbance od talasne dužine sa uočljivim prelazom na 313 nm, dok je vrijednost energetske procjepa određena *Tauc* plot funkcijom 4.20 eV. Poređenjem vrijednosti energetske procjepa nedopirgovanog cink oksida i dopirgovanog cink oksida sa nanočesticama Cu iz rezultata se vidi energetski procjep veći kod dopirgovanog Cu/ZnO kompozita.

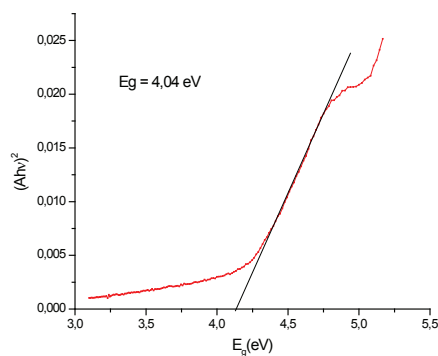
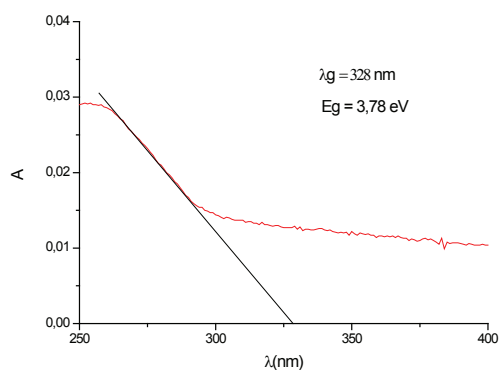


Slika 7. Energetski procjep Cu/ZnO kompozita dobijenog sintezom nanočestica bakra upotrebom trinatrijum citrata kao redukcionog sredstva

Vrijednost energetskog procjepa kod bakrom dopingovanog ZnO uzorka pri čemu su kao redukciono sredstvo za sintezu nanočestica bakra korišćeni crni i zeleni čaj takođe su veće od energetskog procjepa nedopingovanih ZnO nanočestica. U slučaju upotrebe crnog čaja (Slika 8) ova vrijednost iznosi 4.23 eV, pri čemu je talasna dužina prelaza 312 nm, dok je u slučaju upotrebe zelenog čaja kao redukcionog sredstva ova vrijednost nešto niža i iznosi 4.04 eV (Slika 9).



Slika 8. Energetski procjep Cu/ZnO kompozita dobijenog sintezom nanočestica bakra upotrebom crnog čaja kao redukcionog sredstva



Slika 9. Energetski procjep Cu/ZnO kompozita dobijenog sintezom nanočestica bakra upotrebom zelenog čaja kao redukcionog sredstva

Svi zbirni rezultati maksimuma talasne dužine prelaza, te vrijednosti energetskog procjepa određenog upotrebom Formule 1 ili grafičkim putem kroz *Tauc* plot funkciju (Slika 5–9) predstavljeni su u Tabeli 1.

Tabela 1. Zbirni rezultati dobijeni poređenjem bakrom dopingovanih i nedopingovanih ZnO nanočestica

UZORAK	$\lambda_{\max}$ [nm]	E_g [eV] $\lambda_{\max}$	E_g [eV] <i>Tauc</i> plot
<i>Nedopingovan ZnO</i>	366	3,39	3,06
<i>Vitamin C</i>	578,77	2,08	1,94
<i>Crni čaj kompozit</i>	312	3,97	4,23
<i>Trinatrijumcitrat kompozit</i>	313	3,96	4,20
<i>Zeleni čaj</i>	328	3,78	4,04

Zaključak

Iz prikazanih rezultata može se zaključiti da je jedino u slučaju sinteze nanočestica bakra upotrebom vitamina C kao redukcionog sredstva vrijednost energetskog procjepa dopingovanih ZnO čestica manja u odnosu na nedopingovan uzorak. U ostalim slučajevima sličnosti se nalaze kod uzoraka kod kojih su kao redukciona sredstva korišćeni trinatrijum citrat i crni čaj, dok je u slučaju upotrebe zelenog čaja u odnosu na ova dva reducensa dobijena nešto niža vrijednost energetskog procjepa. Vrijednost energetskog procjepa direktno je povezana sa veličinom nanočestica. Što je vrijednost veća, čestice su manje i obrnuto. Crni čaj je bogat vitaminima A, C, B i E te se kao takav pokazao u ovom radu kao jako dobro redukciono sredstvo za sintezu nanočestica bakra najmanjih dimenzija. Sa druge strane, vitamin C dao je najbolje rezultate kada je u pitanju poboljšanje provodničkih osobina nanočestica cink oksida dopingovanjem bakrom. Prema Kanchan Joshi i sar. [8], vrijednost energetskog procjepa direktno je povezana sa koncentracijom i vrstom redukcionog sredstva. Prema ovom radu isto redukciono sredstvo može zavisno od koncentracije da značajno poveća ili smanji vrijednost energetskog procjepa kod bakrom dopingovanih uzoraka ZnO nanočestica.

Literatura

- Feldheim, D.L., Foss Jr, C.A., *Metal nanoparticles; synthesis, characterization, and applications*, New York, USA, Marcel Dekker Incorporated, 2002.
- Janković, S., Milisavić, D., Okolić, T., & Jelić, D. *Preparation and characterization of ZnO nanoparticles by solvent free method*, Contemporary materials, IX-X (2018) pp.48–52, doi:7251comeni1801048j.
- H.J. Lee, G. Lee, N. R. Jang, J. H. Yun, J. Y. Song and B. S. Kim, *Biological synthesis of copper nanoparticles using plant extract*, 2011.
- U. Bogdanović, V. Lazić, V. Vodnik, M. Budimir, Z. Marković, S. Dimitrijević, *Copper nanoparticles with high antimicrobial activity*, Materials Letters, 128 (2014) 75–78.
- U. Bogdanović, V.V. Vodnik, S.P. Ahrenkiel, M. Stoiljković, G. Ćirić-Marjanović, J.M. Nedeljković, *Interfacial synthesis and characterization of gold/polyaniline nanocomposites*, Synthetic Metals, 195 (2014) 122–131.
- I. Osenica, *Zelena hemija*, Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu (2009).
- B.S. Kim and J.Y. Song, *Biological synthesis of metal nanoparticles*, Bioprocess and Biosystems Engineering, 2009, Vol. 41, pp. 32–79.
- A. Stanković, Z. Stojanović, L. Veselinović, S. D. Škapin, I. Bračko, S. Marković and D. Uskoković, ZnO micro and nanocrystals with enhanced visible light adsorption, Mater. Sci. Eng., B, 2012, 177, 1038–1045.
- Kanchan Joshi; Mukesh Rawat; R. C. Ramola; Subodh K. Gautam; Fouran Singh; R. G. Singh, Journal of Alloys and Compounds, ISSN: 0925-8388, Vol: 680, (2016) pp. 252–258.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF COPPER NANOPARTICLES AND Cu/ZnO COMPOSITES

Mladena Malinovic, Dragana Milisavic, Sanja Przulj, Savka Jankovic
Faculty of Natural Sciences and Mathematics
University of Banja Luka
mladenamalinovic@gmail.com

Abstract

Research in the green chemistry field, such as synthesis, characterization and application of nanomaterials, seems to be very popular in the last decade. Researches all around the world are trying to find the best synthesis method for non-toxic metal oxides or metal-polymer composites. Aim of this paper was synthesis of copper nanoparticles from salt copper sulphate pentahydrate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) by using different reducing agents. Vitamin C, trisodium citrate, green and black teas were used as reducing agents. Synthesized copper nanoparticles, which are known as the best conductors, were used for doping the zinc oxide, with the aim of improving its semiconductor properties. Zinc oxide was synthesized by *solvent free* method. Characterization of synthesized material was applied by UV/VIS spectroscopy. Results showed that doping the zinc oxide with copper leads to lower or higher values of band gap energy, depending on the reducing agent used for Cu NPs synthesis.

Keywords: *green chemistry, nanoparticles, composite, UV/Vis spectroscopy, band gap*

LITIJUM-HLORID KAO EFIKASNO SREDSTVO U BORBI PROTIV PČELINJEG EKTOPARAZITA *VAROA DESTRUKTOR*

Darko Batinić
Prirodno-matematički fakultet
Univerzitet u Novom Sadu
darko.ek.91@gmail.com

Abstrakt

Danas se pčele sve više posmatraju iz ugla polinatora koji povećavaju prinose u poljoprivredi. Pri tome ne treba zaboraviti da predstavljaju nezamenljivu ulogu u očuvanju biodiverziteta. Nažalost, pčele i divlji polinatori suočavaju se sa prirodnim izazovima, kao što su patogeni paraziti i različita zagađenja, a što ima za rezultat opadanje njihove brojnosti na čitavoj planeti. *Varoa destructor* predstavlja jedan od najznačajnijih faktora koji dovodi do gubitka pčelinjih zajednica. Nakon 25 godina prvi put je otkriveno potencijalno novo sredstvo u borbi protiv ovog ektoparazita (Bettina 2018.). U ovom istraživanju ispitivan je uticaj litijum-hlorida na pčelinje zajednice i potencijal za komercijalnu primenu ovog sredstva u borbi protiv *Varoa destructor*. Dobijeni rezultati predstavljaju veliki potencijal za dalja istraživanja i potvrđuju akaricidno dejstvo litijum-hlorida, a da pri tome ne pokazuju bilo kakvo štetno dejstvo po pčelinju zajednicu.

Ključne reči *Varoa destructor*, litijum-hlorid, ektoparazit pčela

Uvod

Pčelini krpelj *Varoa destructor*, jedan je od najznačajnijih faktora koji dovodi do gubitka pčelinjih zajednica, pa samim tim izaziva i velike ekonomske štete širom sveta. Efekat pčelinjeg krpelja može biti direktan i indirektan. Direktan efekat se ogleda u fizičkom oštećenju, koje krpelji nanose pčelama tokom hranjenja njihovom hemolimfom. Ženke krpelja prave oštećenja kutikule lutki i odraslih pčela, čime značajno smanjuju otpornosti i životni vek radilica. Pored toga, veoma su značajni i indirektni efekti pčelinjeg krpelja. Naime *V. destructor* je nosilac pčelinjih virusa, ali i patogena pčela (Zachary 2012).

Glavni imperativ u borbi protiv pčelinjeg krpelja jeste adekvatna kontrola. U kontroli se koriste sintetski akaricidi (na bazi amitraza, kumafosa, fluvalinata i flumetrina). Međutim, većina ovih akaricida mogu da ostave rezidue u vosku i medu. Osim toga, nakon njihove duže primene često se javlja rezistencija *V. destructor* na ove akaricide (Kulinčević 2012). Zbog toga su u upotrebi „soft“, odnosno bezbedne formulacije akaricida (ekološke) koje se baziraju na upotrebi organskih kiselina (mravlje, oksalne kiseline i dr.), etarskih ulja i njihovih komponenti (od kojih se najviše koristi timol). Efekat ovih jedinjenja je varijabilan (nedovoljan), ali bitna prednost je smanjen rizik akumulacije rezidua u pčelinjim proizvodima. (Bettina 2018). Stoga, jedan od glavnih izazova u savremenom pčelarstvu jeste otklanjanje i formulisanje novih efikasnih i bezbednih akaricida. Cilj ovog istraživanja je da se ispita akaricidni efekat litijum-hlorida na pčelinje društvo.

Materijal i metode

Ispitivanje je obavljeno nakon priprema pčela za zimovanje i smeštanje u stacionarni pčelinjak. Pčelinja društava bila su locirana u specijalnom rezervatu prirode Carska Bara (Slika 1).

Istraživanje je vršeno na devet pčelinjih društava. Litijum-hlorid je apliciran kroz prihranu. Tretman je vršen 25mM litijum-hloridom (približno 1g/litru sirupa). Ova koncentracija litijum-hlorida je odabrana na osnovu istraživanja (Bettina i sar., 2018.). Sirup je pripremljen kao 50%w/v (skraćenica od Engleskog weight/volume sa značenjem težina/zapremina). Na šest košnica je aplikovana doza od 200 ml, dok je na 3 aplikovana doza od 400ml sirupa. Praćenje je vršeno u periodu od 5.9 do 10.9.2018. Košnice su posedovale antivarozne podnjače (podnjače sa mrežom kroz koju mogu propasti krpelji na pod, ali kroz koju pčele ne mogu proći). Nakon svakog brojanja krpelja papir je čišćen i vraćan. Na kraju eksperimenta urađen je kontrolni tretman na 5 pčelinjih društava sa amitrazom.



Slika 1. Lokacija eksperimenta

Istraživanje je vršeno na devet pčelinjih društava. Litijum-hlorid je apliciran kroz prihranu. Tretman je vršen 25mM litijum-hloridom (približno 1g/litru sirupa). Ova koncentracija litijum-hlorida je odabrana na osnovu istraživanja (Bettina i sar., 2018.). Sirup je pripremljen kao 50%w/v (skraćenica od Engleskog weight/volume sa značenjem težina/zapremina). Na šest košnica je aplikovana doza od 200 ml, dok je na 3 aplikovana doza od 400ml sirupa. Praćenje je vršeno u periodu od 5.9 do 10.9.2018. Košnice su posedovale antivarožne podnjače (podnjače sa mrežom kroz koju mogu propasti krpelji na pod, ali kroz koju pčele ne mogu proći). Nakon svakog brojanja krpelja papir je čišćen i vraćan. Na kraju eksperimenta urađen je kontrolni tretman na 5 pčelinjih društava sa amitrazom.

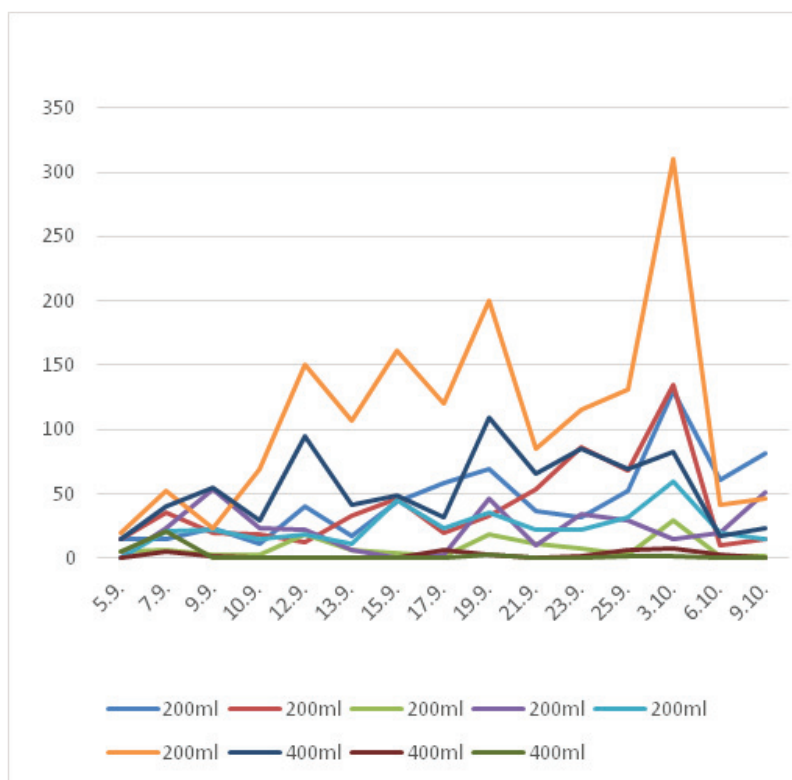
Rezultati i diskusija

Kao što se može uočiti iz (Tabele 1) i (Grafika 1), količina sirupa nije presudna za broj otpalih krpelja. Iz dobijenih rezultata uočavamo da košnica broj 6., iako tretirana sa 200 ml sirupa, ima najveću brojnost otpalih krpelja. Ovo poređenje vršimo sa košnicom broj 7. Košnice 3, 8, 9 na kojima se uočava izrazito manji broj otpalih krpelja objašnjavamo činjenicom da su to pčelinja društva formirana u 2018. godini, pa time imaju i manje varoe. Samim formiranjem društva dolazi do redukcije populacije krpelja, jer u sastav novoosnovanog društva ulazi mala količina (2, rama legla) u kojima su i najprisutniji krpelji. Na redovnim pregledima pčelinjih društava nije uočen bilo kakav uticaj na brojnost populacije pčela ili na pokrivenost legla i njegovu strukturu. Iako je u istraživanjima (Bettina i sar., 2018) konstatovano da litijum-hlorid štetno utiče na larve pčela čak i u duplo manjim koncentracijama, u ovom istraživanju ta pojava nije uočena. Konstatacija da nije bilo uticaja na pčelinje larve izvedena je na osnovu pregleda strukture legla. Nije uočena bilo kakva neujednačenost niti prisustvo praznih ćelija u zoni legla što bi moglo sugerisati na toksičnost litijum-hlorida po larve pčela. Pri brojanju *V. Destructor* u poređenju sa amitrazom uočeno je prisustvo daleko većeg broja juvenilnih, a takođe i mužjaka. (Slika 2)



Slika 2. Adultni i juvenilni stadijumi mužjaka i ženki *V. Destructor*

aplikovan	5.9.	7.9.	9.9.	10.9.	12.9.	13.9.	15.9.	17.9.	19.9.	21.9.	23.9.	25.9.	3.10.	6.10.	9.10.	SUMA	kontrola 10.10.
količina sirupa	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml	200ml
LiCl	4.9.2018																
1. košnica	15	15	24	11	40	17	44	59	70	37	32	52	130	61	82	689	1500
2. košnica	15	35	20	19	13	33	47	20	33	54	87	68	135	10	15	604	1500
3. košnica	5	6	3	3	18	6	4	2	19	11	8	3	30	2	2	122	310
4. košnica	x	23	54	24	22	7	x	3	47	10	34	30	15	20	51	365	25
5. košnica	x	21	22	15	19	11	45	24	35	22	22	32	60	20	15	368	5
6. košnica	20	52	24	70	150	107	161	120	200	85	116	131	310	42	46	1654	20
7. košnica	15	40	55	30	95	42	49	32	110	66	85	70	83	17	23	817	5
8. košnica	0	5	2	1	0	0	0	6	3	0	2	6	8	3	0	36	180
9. košnica	5	21	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	2	0	1	34	5



Grafik 1. Grafički prikaz promene u broju otpalih krpelja

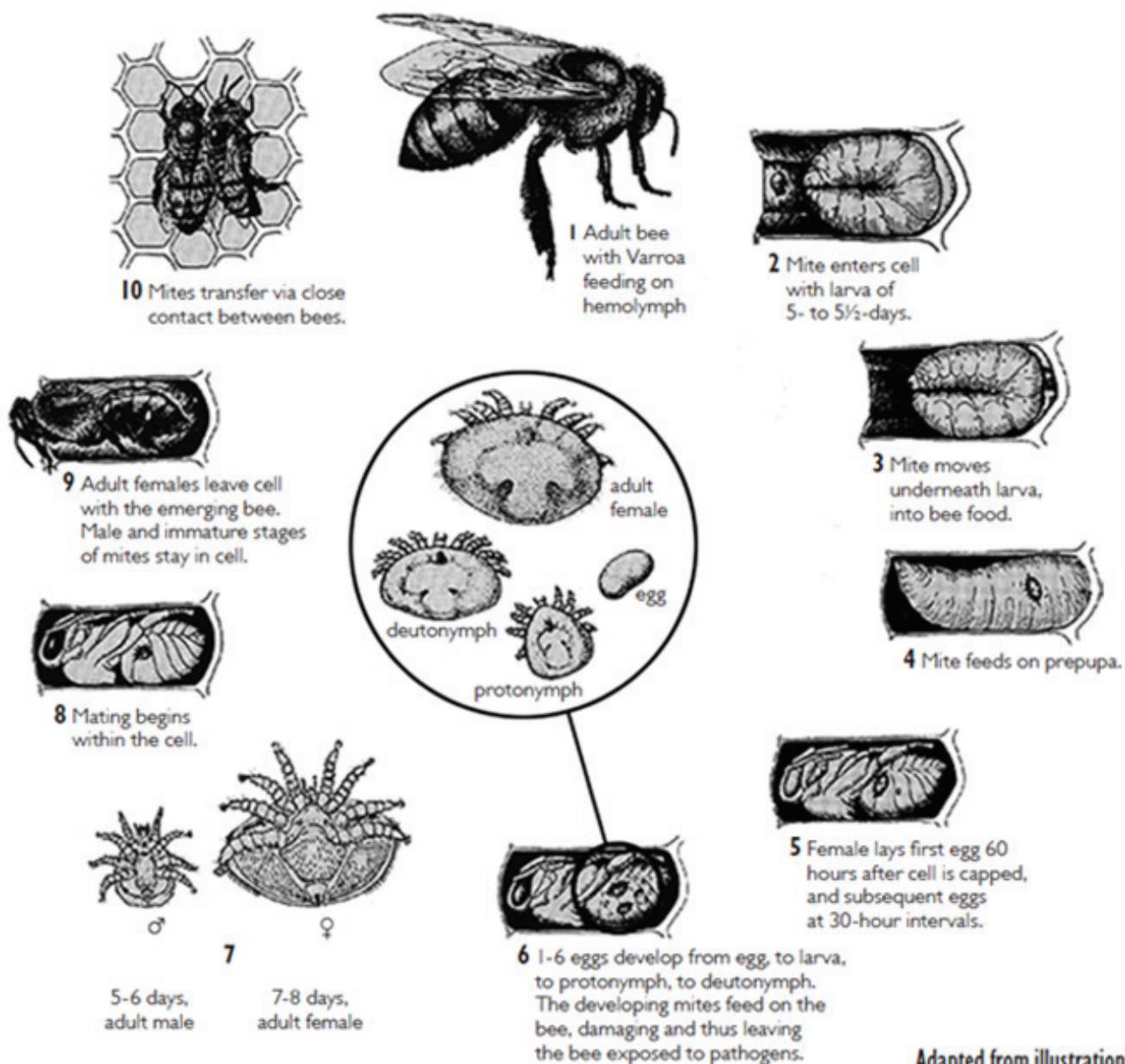
Tabela 1. Pregled otpalih krpelja u eksperimentu

Na osnovu ovog se može zaključiti da je delovanje litijum-hlorida prisutno i u stadijumima larve, jer je razvojni ciklus *V. Destruktor* direktno povezan sa razvojnim ciklusom pčele. (Slika 3)

10.10.2018. izvršeno je kontrolno tretiranje amitrazom na košnicama 1, 2, 3, 8 i 9. Kao što možemo uočiti iz (Tabele 1), brojnost opale varoe prati zbirni broj opalih varoa pod uticajem litijum-hlorida. Košnice 4, 5, 6, 7 nisu tretirane amitrazom kako bi se pratilo njihovo prezimljavanje i isprobali eventualno novi načini primene litijum-hlorida.

Zaključak

Na osnovu sprovedenog istraživanja zaključujemo da litijum hlorid pokazuje veoma dobro akaricidno dejstvo u poređenju sa amitrazom i pri tome ostavljajući veliki potencijal za stvaranje novog efikasnog, ekološkog i organski prihvatljivog sredstva za borbu protiv *V. Destruktor*. Kako se aplikacija litijum hlorida vrši kroz prihranu pčela, kako bi što veći broj pčela iz jednog pčelinjeg društva konzumirao dati sirup, neophodno je sprovesti dalja istraživanja sa različitim koncentracijama w/v sirupa. Takođe, neophodna su dalja istraživanja kroz različite načine aplikacije sirupa.



Adapted from illustration
by B. Alexander

Literatura

- Bettina Z., Elisabeth A., Stefan Hannus., Michaela B., Stefan B., Peter R. (2018) Lithium chloride effectively kills the honey bee parasite Varroa destructor by a systemic mode of action; Scientific reports, 8: 683.
- Kulinčević, J. (2012) Pčelarstvo. Partenon. Beograd, str 13–33.
- Zachary H., Varroa Mite Reproductive Biology <https://articles.extension.org/pages/65450/varroa-mite-reproductive-biology>.

EFFICIENT USE OF LITHIUM CHLORIDE AGAINST *VARROA DESTRUCTOR* ECTOPARASITE

Darko Batinic
Faculty of Sciences
University of Novi Sad
darko.ek.91@gmail.com

Abstract

Bees are increasingly seen as pollinators that increase yields in agriculture. It is important to remember their indispensable role in preserving biodiversity. Unfortunately, bees and wild pollinators face natural challenges such as pathogens and parasites and different sources of pollution caused by humans. As a result, their number is declining all over the planet. *Varroa destructor* is one of the most important factors that leads to the loss of bee communities. After 25 years, a potentially new agent against this ectoparasite has been discovered for the first time. (Bettina 2018). This study examined the influence of lithium chloride on bees and the potential for commercial application of this agent in the fight against *Varroa destructor*. The results left great potential for further research and confirmed the acaricidal effect of lithium chloride, while not showing any harmful effect on the bee colony.

Keywords: *Varroa destructor*, lithium chloride, honey bee ectoparasitic mite

ПРИМЕНА ИНТЕРНЕТ СТРАНИЦЕ У ЦИЉУ САМОСТАЛНОГ УЧЕЊА НАСТАВНЕ ЈЕДИНИЦЕ О РАСТВОРИМА И РАСТВАРАЊУ

Лидија Ралевић
Хемијски факултет
Универзитет у Београду

Апстракт

Информационо-комуникационе технологије (ИКТ) помажу ученицима да формирају јасне репрезентације апстрактних хемијских појмова омогућавајући наставницима да припремају и имплементирају дигиталне мултимедијалне наставне материјале.

Овај рад је истраживање које је усмерено на испитивање задовољства ученика коришћењем интернет странице, како би се самостално изграђивало значење појмова „раствори“ и „растварање“.

У овом истраживању као мерни инструмент је коришћен онлајн упитник. Од студената је затражено да одговоре на питања која су се односила на њихово мишљење о примењеном начину усвајања хемијских појмова и примени информационо-комуникационих технологија у настави и у обичним, свакодневним активностима.

Анализирајући одговоре студената на питања упитника, дошли смо до закључка да им се допала оваква врста учења и да је чак и неопходна за усвајање садржаја из хемије за већину њих.

Кључне речи: ИКТ, веб-страница, онлајн упитник, раствори и растварање

Захвалница

Овај рад је подржао Студентски парламент Хемијског факултета Универзитета у Београду, Република Србија.

Увод

Упркос непрекидном успону информационо-комуникационих технологија (ИКТ) и све већем броју мултимедијалних материјала дизајнираних и доступних запосленима у образовним институцијама у претходним годинама, доминантна парадигма образовног система у већини држава, па и у нашој, и даље се заснива на преношењу готових знања ученицима, који су само пасивни примаоци.

Међутим, сведоци смо тога да постоје разлике између генерација које су пре неколико деценија похађале наставу и оних који сада седе у школским клупама, првенствено у погледу употребе ИКТ, па је и више него очигледно да је садашњим генерацијама ученика, тзв. дигиталним генерацијама, потребан иновативнији приступ настави. Стога смо за потребе овог истраживања модификовали начин на који ученици долазе до сазнања под претпоставком да би сама примена ИКТ у настави хемије могла охрабрити и пружити подршку ученицима да преузму активнију улогу у процесу учења.

У светлу свега претходно наведеног, анкетирали смо ученике са циљем да прикупимо ставове наших ученика о примени ИКТ у редовној школској пракси, као и у свакодневном животу.

Поуздано знајући да сви ученици који су чинили узорак поседују дигиталне уређаје са приступом интернету, одлучили смо да креирамо, а потом и испитамо мишљење ученика о употреби интернет стране као наставног средства, због тога што смо препознали и претпоставили њен потенцијал за унапређење процеса учења, као и допринос позитивном ставу ученика према самосталном и активном учењу садржаја из хемије.

Информационо-комуникационе технологије у образовању

Перманентан развој информационо-комуникационих технологија обогаћује и унапређује начин на који појединци раде, уче, комуницирају и уопштено живе.¹ Прва искуства деце у коришћењу дигиталних уређаја и претраживања интернета се дешавају и пре него што започну своје формално образовање. Стога и не чуди зашто се термин „дигитално дете“, који се односи на децу која живе у 21. веку, често наводи у скорашњој, стручној литератури.² Такође, данашње ученике на различитим нивоима образовања често у литератури спомињу и као „интернет генерацију“, јер су током свог одрастања често, ако не и свакодневно, приступали садржајима доступним путем интернета.³

Када је реч о образовању младих, упоредо са развојем информационих и комуникационих технологија, развијени су и нови начини реализације наставе и начини учења са циљем да олакшају и унапреде учење дигиталних генерација.⁴ Ове софистициране промене су омогућиле ученицима примену стечених знања, заступљеност анализе, синтезе и евалуације информација, као и кооперацију са наставником и својим вршњацима на самим часовима, за разлику од традиционалне наставе у којој наставници проводе највећи део времена преносећи ученицима готова знања, при чему су ученици пасивни акцептори истих.⁵

Од почетка деведесетих година прошлог века, евидентан је допринос информационо-комуникационих технологија у виду високих постигнућа ученика од стране едукатора и креатора образовних политика широм света. Тако рецимо, организација Уједињених нација за образовање, науку и културу (УНЕСКО) наводи да „Информационо-комуникационе технологије унапређују учење и имају изузетан допринос за квалитет образовног система“.⁶ Скоро је и Национални савет наставника математике изјавио да „Успешни наставници оптимизују технолошке могућности како би унапредили разумевање, повећали постигнућа из математике и мотивисали своје ученике“.⁷

Но без обзира на то што су, како креатори образовне политике тако и наставници, увидели значај примене ИКТ у настави, променљива природа ових технологија представља велики изазов за наставнике.⁸

Како би се наставницима олакшала примена ИКТ приликом реализације наставе, на интернету се могу наћи многобројни мултимедијални материјали који се могу користити у циљу унапређења процеса наставе и учења. Актери у образовању све више прилагођавају потребама ученика и користе приликом процеса реализације наставе поменуте материјале, нарочито због њиховог потенцијала за представљањем апстрактних предмета. Надаље, све чешће се оно што је раније обрађивано на часовима сада учи самостално код куће, а активности које су до сада ученици обављали код куће, као што је израда домаћих задатака, сада се обављају у учионицама.⁹ Овакав приступ би подразумевао интеракцију у учионици и активности чији су главни носиоци ученици. Између осталих и Ал-Захрани¹⁰ је утврдио да овакав метод доприноси побољшању мотивације, креативности и постигнућа ученика. Такође, научник Хунг¹¹ је користио идентичан приступ у оквиру курса енглеског језика и установио да је задовољство ученика оваквим начином учења било знатно више у односу на традиционалан начин учења. Овакви резултати не би требали да изненађују, с обзиром на чињеницу да је онлајн окружење повезано са њиховим искуствима у свакодневном животу.

Онлајн учење

Онлајн (online) учење је учење организовано путем интернета које пружа могућност посредовања предавања ученицима у различитим форматима. Рецимо, нека предавања су представљена само као аудио-снимци (са или без текста), док друга садрже приказаног наратора (са или без текста).

Тежња да се предавања одржавају онлајн и да на часовима ученици примењују стечено знање добија све више пажње међу актерима у образовању.¹² Упркос све већем интересовању наставника да понуде оваква предавања својим ученицима, изненађујуће мало истраживања бавило се принципима којих је потребно придржавати се како би она довела до унапређења процеса наставе и учења.

Студије које су се бавиле применом ИКТ у настави утврдиле су да постоји недовољна обученост наставника за њихово примењивање и недостатак претходног искуства ученика у оваквом начину учења.¹³ Међутим, с обзиром на то да у просечним одељењима има од 27 до 30 ученика, употреба онлајн учења је неопходна ради пружања непосредних и честих информација о њиховом напредовању у учењу што на самим часовима некада не може бити изводљиво због недостатка времена. Такође, према резултатима на PISA тестирању 2006. године, у чијем узорку је садржано више од 300 000 ученика из 44 земље, однос између ученичких постигнућа и употребе ИКТ изван школе из математике и научне писмености је позитиван, односно дошло се до закључка да примена ИКТ унапређује процес учења и самим тим доприноси високим постигнућима.¹⁴ Све наведено утиче на позитиван став и жељу за предупредивањем евентуалних препрека

које се могу јавити приликом пружања мултимедијалних материјала ученицима за самостално онлајн учење.

Флексибилно размишљање у образовању

Брзе промене које се дешавају у свету око нас указују на потребу да се ученици адекватно припреме током свог школовања како би се суочили са њима.¹⁵ Иновације су стога императив у школству, а ипак, у многим случајевима, када дође до промене, учесници у овом процесу се одупиру овим променама. До сада су идентификоване четири димензије приликом јављања отпора на промене: тражење рутине и стабилности, наглашен непријатан осећај услед наметнуте активности, краткорочни фокус и когнитивна ригидност која представља суздржаност и неспремност да се разумеју алтернативне идеје.¹⁶

Међутим, као што смо недавно и истакли, промене на глобалном нивоу и перманентне технолошке иновације стављају у први план неопходност флексибилног размишљања ученика како би се припремили за целоживотно учење.

Ово размишљање представља вид дивергентног мишљења због способности појединца да модификује начин размишљања или да сагледа ствари из различитих углова.¹⁷ Такође, под флексибилним размишљањем подразумева се пре свега отвореност према идејама других, односно сама способност учења од других, спремност за иновације и последње, али не и најмање важно, јесте способност особе за прихватање нових начина учења.

Сама способност прихватања и прилагођавања новим технолошким достигнућима и њихово коришћење за смислено учење су од изузетне важности у савременом друштву.¹⁸

Методологија

Предмет истраживања

Предмет овог истраживања је припрема и примена интернет стране на коју су постављени садржаји за учење наставне јединице о растворима и растварању за ученике седмог разреда основне школе.

Циљеви истраживања

Ово истраживање има за циљ да испита ставове ученика о коришћењу интернет стране као наставног средства за самостално учење појмова раствори и растварање.

Задаци истраживања

Из наведеног циља произилазе следећи задаци истраживања:

- Преглед литературе која се односи на примену информационо-комуникационих технологија у настави
- Дистрибуирање линка за приступ интернет страни ученицима
- Анализа одговора ученика на питања упитника
- Извођење закључака и препорука за наставну праксу.

Истраживачка питања

Истраживачко питање које је постављено у овом истраживању је:

Да ли коришћење дигиталних уређаја, могућност одабира термина за учење у складу са сопственим обавезама, као и слобода при избору места за учење, доприносе позитивном ставу ученика према учењу садржаја из хемије посредством интернет стране као наставног средства?

Учесници у истраживању

У истраживању је учествовало 20 ученика седмог разреда из ОШ „Јосиф Панчић», Чукарица и из ОШ „Краљ Александар I», Нови Београд.

Инструмент у истраживању

У циљу прикупљања података коришћен је упитник (Прилог 1) коме се може приступити путем следећег линка <https://goo.gl/forms/C7X4eUyjY0plRvJ33>. Њега су попуњавали ученици након приступа припремљеној интернет страни. Састојао се од 27 питања којима је испитивано њихово мишљење о примењеном приступу усвајања нових садржаја као и њихових навика у коришћењу ИКТ у наставним и ваннаставним активностима.

Дизајн експеримента и процедура

Ученици су добили инструкције о самосталном учењу наставне јединице о растворима и растварању посредством интернет стране (Прилог 2), којој се може приступити путем следећег линка: <https://lidiya-lilly941.wixsite.com/rastvori>. За сврху овог истраживања припремљеној интернет страни ученици су приступали помоћу дигиталних уређаја којима располажу. Пре него што напусте исту, замољени су да попуне онлине упитник (Прилог 1).

Резултати и дискусија

У овом истраживању прикупљени су подаци који се односе на мишљења ученика о примени садржаја датих на припремљеној интернет страни за усвајање нових појмова.

Ученици су замољени да након свог рада одговоре на питања онлајн упитника којим су испитивана њихова мишљења о примењеном начину усвајања појмова и примени информационо-комуникационих технологија у настави и у уобичајеним, свакодневним активностима.

На питања упитника одговорило је 20 ученика. Неки од ученика пријављивали су извесне техничке потешкоће, на које нисмо могли да утичемо. Време предвиђено за анкетирање је било до наредног часа хемије.

У наставку следе одговори ученика добијени на питања упитника.

Као што можемо видети и у Табели 4.1.1., дигитални уређај који најчешће заједнички користе ученици и чланови њихове породице јесте десктоп рачунар, док највећи број ученика (60%) самостално располаже десктоп рачунаром и мобилним телефоном са приступом интернету искључиво преко преко WiFi приступа (55%), док најмањи број њих има таблет.

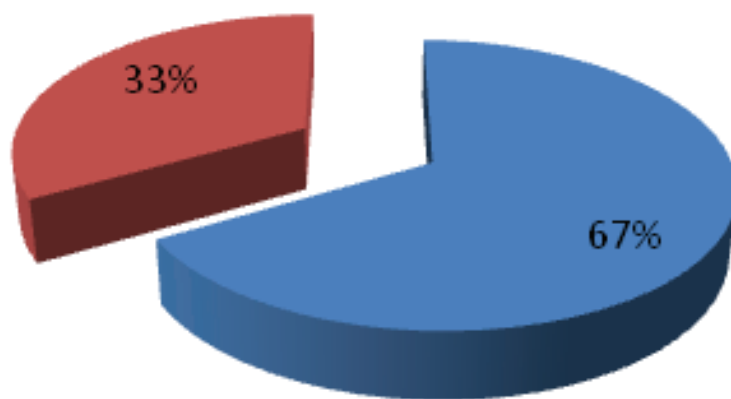
Табела 4.1.1. Коришћење дигиталних уређаја

Уређај	Фреквенција ученика који су навели да је исти заједнички за све чланове домаћинства	Фреквенција ученика који су навели да самостално располажу истим
Мобилни телефон са приступом интернету искључиво преко WiFi приступа	2 (10 %)	11 (55 %)
Мобилни телефон са приступом интернету независно од WiFi приступа	0 (0 %)	9 (45 %)
Десктоп рачунар	14 (70 %)	12 (60 %)
Лаптоп	11 (55 %)	7 (35 %)
Таблет	5 (25 %)	6 (30 %)
Телевизор	1 (5 %)	0 (0 %)

С обзиром на то да свакодневно расте број домаћинстава и појединаца који имају рачунаре и приступ интернету, занимало нас је колико њих може да приступи доступним садржајима код куће. Податке које смо добили приказани су на Графикону 1.

Графикон 1. Могућност приступа интернету од куће

■ Фреквенција одговора да ■ Фреквенција одговора не

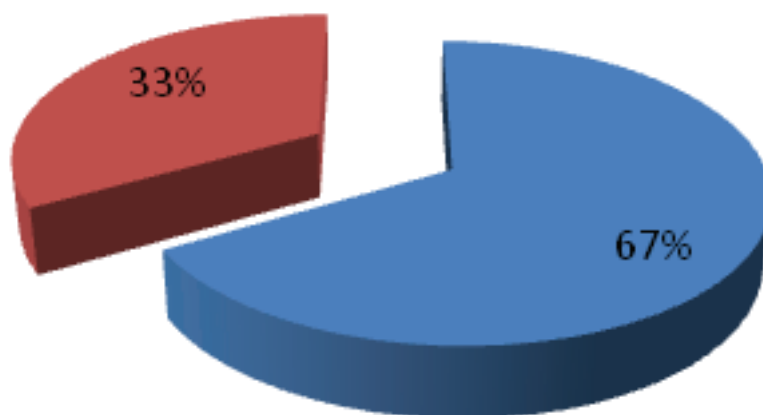


Дакле, чак 95% ученика који су попуњавали упитник има могућност приступа интернету из свога дома.

Надаље, на основу одговора 90% ученика закључује се да је примена дигиталних уређаја скоро искључиво везана за могућност приступања интернету (Графикон 2).

Графикон 2. Коришћење дигиталних уређаја због приступа интернету

■ Фреквенција одговора да ■ Фреквенција одговора не



У табели 4.1.2. приказани су подаци о активностима због којих ученици најчешће користе интернет.

Табела 4.1.2. Навике у коришћењу дигиталних уређаја и интернет

Активност због којих користиш дигиталне уређаје	Фреквенција одговора једном недељно	Фреквенција одговора једном у пар дана	Фреквенција одговора сваки дан	Фреквенција одговора никад / ретко
Пристап друштвеним мрежама	1 (5 %)	3 (15 %)	16 (80 %)	0 (0 %)
Комуникација имејлом	1 (5 %)	5 (20 %)	1 (5 %)	13 (65 %)
Преузимање/играње игрица	3 (15 %)	1 (5 %)	7 (35 %)	9 (45 %)
Тражење информација о производима и услугама	1 (5 %)	7 (35 %)	3 (15 %)	9 (45 %)
Слушање/преузимање музике	5 (15 %)	3 (15 %)	8 (40 %)	4 (20 %)
Гледање/преузимање серија/филмова	2 (10 %)	6 (30 %)	2 (10 %)	10 (50 %)
Учешће на форумима	2 (10 %)	2 (10 %)	1 (5 %)	15 (75 %)
Видео комуникација	2 (10 %)	3 (15 %)	6 (30 %)	9 (45 %)
Тражење информација о школским садржајима	11 (55 %)	6 (30 %)	0 (0 %)	3 (15 %)
Постављање личних материјала	4 (20 %)	0 (0,0 %)	1 (5 %)	15 (75 %)
Преузимање програма и апликација	5 (20 %)	2 (10 %)	6 (30 %)	7 (35 %)

Оно што се може сагледати из приказаних резултата, јесте да сви ученици имају пристап друштвеним мрежама, а да 80% њих то чини свакодневно. Највећи број ученика ретко користи мејл (65%), поставља личне материјале (75%) или преузима филмове и серије (50%).

Након ових, уследило је пар питања о примени ИКТ у редовној школској настави коју похађају. Подаци о томе да ли су до сада ученици имали рачунарско образовање су приказани у табели 4.1.3.

Табела 4.1.3. Присуство настави из предмета информатика и рачунарство

Податак	Фреквенција одговора да, само у претходним разредима	Фреквенција одговора да, у претходним и у седмом разреду	Фреквенција одговора да, само ове школске године
Похађање предмета Информатика и рачунарство	3 (15 %)	16 (65 %)	1 (5 %)

Сви ученици су у неком разреду похађали предмет Информатика и рачунарство, а 65% њих је било укључено у наставни процес који води ка стицању знања из области рачунарских и сродних технологија и тренутно и у ранијим разредима.

Испитано је и да ли су ученици до сада похађали наставу, изузев наставе из предмета Информатика и рачунарство, током чије реализације се користе рачунари. Одговори добијени на ово питање приказани су у табели 4.1.4.

Табела 4.1.4. Коришћење рачунара у настави од стране наставника, осим на часовима Информатике

Податак	Фреквенција одговора никада	Фреквенција одговора ретко	Фреквенција одговора не могу да проценим	Фреквенција одговора често	Фреквенција одговора увек
Коришћење рачунара од стране наставника на часовима	2 (10 %)	9 (45 %)	2 (10 %)	6 (30 %)	1 (5 %)

Оно што је овде занимљиво јесте да је чак двоје ученика рекло да никада нису похађали наставу током чије реализације је наставник користио рачунар.

Занимало нас је и који су то конкретно предмети на којима наставници, односно и сами ученици користе рачунар.

Податке које смо добили обрађени су и приказани у табели 4.1.5.

Табела 4.1.5. Настава у којој се најчешће користе рачунари

Назив предмета	Фреквенција ученика који су навели да на том предмету наставници најчешће користе рачунар	Фреквенција ученика који су навели да на том предмету наставници ангажују ученике да користе рачунар
Историја	9 (45 %)	0 (0 %)
Биологија	5 (25 %)	4 (20 %)
Музичко	2 (10 %)	0 (0 %)
Географија	14 (70 %)	14 (70 %)
Енглески	9 (45 %)	0 (0 %)
Информатика	4 (20 %)	4 (20 %)
Српски	4 (20 %)	2 (10 %)
Ликовно	2 (10 %)	0 (0 %)
Техничко	5 (25 %)	0 (0 %)
Математика	10 (50 %)	3 (15 %)

Несумњиво је то да наставници географије најчешће користе рачунар приликом процеса реализације наставе, као и да су ученици на тим часовима највише ангажовани да користе рачунар ради учења, односно писања семинарских радова, домаћих задатака...

Подаци добијени анализом ученичких одговора на питање о томе колико их често наставници у школи ангажују да за испуњавање наставних обавеза (домаћи задаци, учење, семинарски радови...) користе рачунаре су приказани у табели 4.1.6.

Табела 4.1.6. Учесталост у коришћењу рачунара приликом испуњавања наставних обавеза

Податак	Фреквенција одговора никада	Фреквенција одговора ретко	Фреквенција одговора не могу да проценим	Фреквенција одговора често
Коришћење рачунара ради испуњавања наставних обавеза	1 (5 %)	11 (55 %)	3 (15 %)	5 (20 %)

Највећи број ученика ретко користи рачунар у наведене сврхе, док је један ученик рекао да никада није ни користио рачунар ради испуњавања наставних обавеза.

Навике ученика у коришћењу интернета током процеса учења о школским садржајима и/или испуњавања школских обавеза представљене су у табели 4.1.7.

Табела 4.1.7. Учесталост коришћења интернета приликом учења и/или израде домаћих задатака

Податак	Фреквенција одговора никада	Фреквенција одговора ретко	Фреквенција одговора не могу да проценим	Фреквенција одговора често	Фреквенција одговора увек
Коришћење интернета приликом учења	2 (10 %)	7 (35 %)	2 (10 %)	8 (40 %)	1 (5 %)

Само је један ученик навео да увек приликом учења, односно израде домаћих задатака користи и садржаје доступне путем интернета, док 40% ученика то практикује често.

Како до сада нису наводили хемију као предмет током чије реализације наставе се користе рачунари, интересовало нас је да ли ученици у сврху учења садржаја из хемије користе дигиталне уређаје са приступом интернету. Одговори ученика на ово питање приказани су у табели 4.1.8.

Табела 4.1.8. Навике у коришћењу интернета за учење хемије

Податак	Фреквенција одговора никада	Фреквенција одговора ретко	Фреквенција одговора не могу да проценим	Фреквенција одговора често	Фреквенција одговора увек
Коришћење рачунара ради учења садржаја из хемије	11 (55 %)	4 (20 %)	3 (15 %)	1 (5 %)	1 (5 %)

Као што можемо видети, нешто више од половине ученика који су попуњавали упитник не користи могућности интернета за учење хемије.

Када је реч о ученицима који приступају интернету, интересовале су нас њихове навике у коришћењу интернета за приступ садржајима из хемије који би им олакшали само учење, потом садржајима захваљујући којима би сазнали више о ономе о чему уче на часу, као и за приступ огледима који су доступни путем истог. Добијени резултати су приказани у табели 4.1.9.

Табела 4.1.9. Претраживање интернета за учење наставних јединица из хемије

Податак	Фреквенција одговора никада	Фреквенција одговора ретко	Фреквенција одговора често
Коришћење интернета ради тражења садржаја из хемије који би олакшали учење	9 (45 %)	9 (45 %)	2 (10 %)
Коришћење интернета како би продубио учење хемије	8 (40 %)	10 (50 %)	2 (10 %)
Коришћење интернета ради гледања снимака огледа из хемије	12 (60 %)	6 (30 %)	2 (10 %)

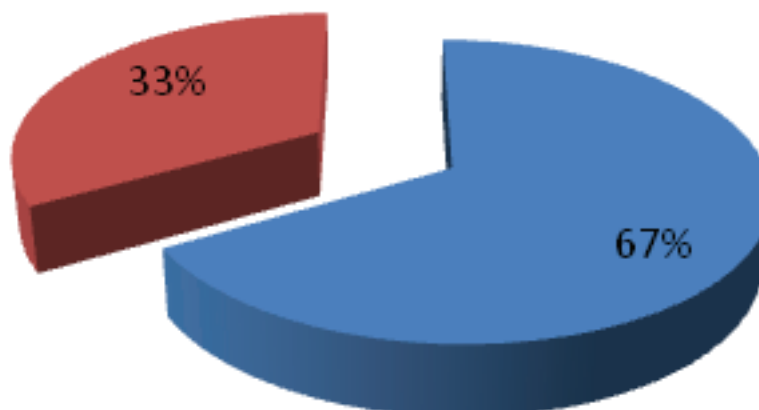
Од свих ученика који су попуњавали упитник, само по два ученика упражњавају претраживање интернета за детаљније учење наставне јединице из хемије, односно користе интернет како би пронашли садржаје који би им поједноставили учење. Такође, само два ученика често гледају снимке огледа на интернету, док 60% ученика никада није користио ту могућност.

Упитником је постављено и неколико питања која су се односила на искуства и мишљења ученика о усвајању појмова раствори и растварање путем интернет стране, приступу примењеном у овом истраживању.

Питали смо ученике и да ли су се суочавали са неким проблемима и потешкоћама приликом оваквог начина учења и добијене податке представили на Графикону 3.

Графикон 3. Проблеми приликом коришћења интернет стране ради учења

■ Фреквенција одговора да ■ Фреквенција одговора не



Дакле, углавном ученици нису имали потешкоћа приликом учења путем интернет стране, а они који су имали потешкоће, углавном су наводили техничке проблеме приступа, на које се није могло утицати.

Садржаји на интернет страни су били довољни за 55% ученика, а 35% ученика је навело да су користили и уџбеник јер тако увек уче (табела 4.1.10.)

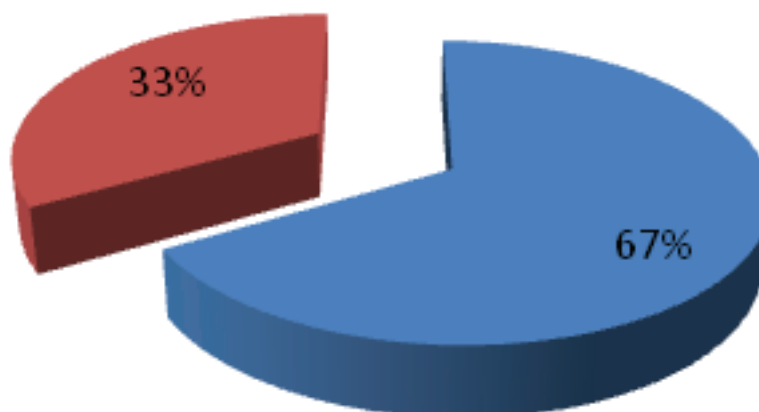
Табела 4.1.10. Коришћење уџбеника за учење о растварању

Податак	Фреквенција одговора да, јер увек користим уџбеник	Фреквенција одговора не, јер су садржаји на сајту били довољни	Фреквенција одговора не, нисам се трудио да научим	Фреквенција неодговорених
Коришћење уџбеника уз интернет сајт	7 (35 %)	11 (55 %)	1 (5 %)	1 (5 %)

Ученици су одговарали о томе да ли им је више значила могућност да чују објашњење процеса растварања од стране наратора или да прочитају сажето дато на страници, и податке добијене притом приказали смо помоћу Графикана 4.

Графикон 4. Начин пружања објашњења

■ Фреквенција одговора да ■ Фреквенција одговора не



Оно што увиђамо јесте да је највећи број ученика изјавио да им је већи ослонац приликом усвајања садржаја о растварању пружало објашњење дато на страници.

У табели 4.1.11. су дати одговори ученика о предности оваквог начина учења

Табела 4.4.11. Предности оваковог учења хемије

Сагледане предности оваквог начина учења	Фреквенција ученика који су то изабрали
Боље разумем оно што учим	7 (35 %)
Занимљивије је у поређењу са учењем из уџбеника	5 (25 %)
Више сам заинтересован, него некада на часу	2 (10 %)
Више пута сам могао/ла да погледам видео него на часу	10 (50 %)
Корисно је као додатна могућност после часа	6 (30 %)
Корисно је као додатна могућност уз уџбеник	3 (15 %)
Корисно је као додатна могућност после часа и уз уџбеник	4 (20 %)
Не успевам да сагледам његове предности	4 (20 %)

Испоставило се да је највећи проценат ученика (50%) сагледао можда чак и најважнију могућност коју им је пружала интернет страница, а то је да мултимедијалне материјале погледају онолико пута колико им је то неопходно како би усвојили одређени садржај, за разлику од наставе у учионици када због обимности градива и недостатка времена такве припремљене материјале гледају ограничен број пута.

Један ученик је у коментару написао да је њему неопходан овакав начин учења.

Ученици су се изјашњавали и о најзанимљивијим, односно садржајима на интернет страни које су доживели као најмање занимљиве, а њихови одговори су представљени у табели 4.1.12.

Табела 4.1.12. Став ученика о садржајима на интернет страници

Садржај сајта	Фреквенција ученика којима се исти допада	Фреквенција ученика којима се исти не допада
Видео снимци	7 (35 %)	2 (10%)
Анимације	2 (10 %)	2 (10 %)
Објашњења	8 (40 %)	2 (10 %)
Могућност да пошаљем питање	3 (15 %)	0 (0 %)
Ребус/асоцијације	5 (25 %)	3 (15 %)
Све	5 (25 %)	1 (5 %)
Могућност да овако учим	5 (25 %)	1 (5 %)

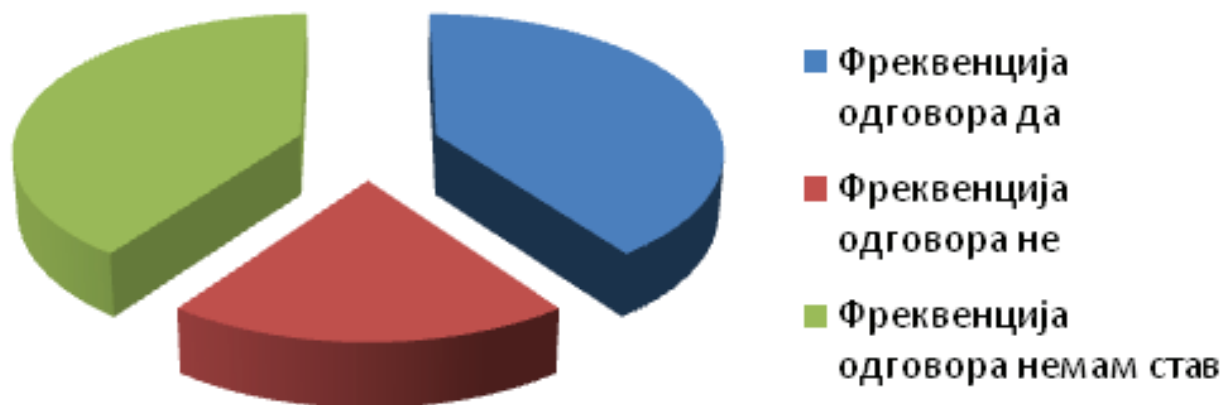
Као што можемо и видети, скоро да је уједначен број ученика који су рекли да су им се највише свидели видео снимци и објашњења дата на страници. Поред тога, један ученик је написао у коментару да му се јако допао дизајн саме интернет странице и да га је он једним делом и мотивисао за учење.

Садржаји који су им били најмање занимљиви су ребуси и анимације, а на основу коментара које су

ученици остављали, сазнали смо да је неким од њих сам садржај који је обрађен на овакав начин био компликован за усвајање. Са друге стране, било је и оних који су негативно коментарисали техничко уређење стране, нпр. избор боја и слично.

На крају упитника су се ученици изјашњавали о томе да ли би им значило да имају могућност коришћења интернет стране приликом самосталног учења предстојећих садржаја из хемије (Графикон 5.)

Графикон 5. Коришћење интернет стране за учење предстојећих лекција



Оно што можемо видети из овако добијених одговора јесте да би 40% анкетираних ученика желели да имају могућност коришћења интернет стране као наставног средства и за учење наредних садржаја из хемије, а 20% од укупног броја ученика изјавило је да им ова могућност не би била од користи.

Закључак

У овом истраживању припремљени су дигитални материјали који су постављени на интернет страну намењену за самосталан рад ученика при усвајању садржаја који се односе на појмове раствори и растварање.

Резултати анкета показују да већина ученика не користи могућности интернета за учење хемије нити тражење садржаја, као што су на пример снимци огледа који би помогли у учењу хемије.

Када је реч о ставовима ученика о начину учења посредством креиране интернет стране, закључили смо да им се допала оваква врста учења и да је чак и неопходна за усвајање садржаја из хемије неким од њих.

Ако узмемо у обзир чињеницу да употреба ИКТ у нашој наставној пракси тек треба да се развија, резултати овог истраживања могу бити корисни за нова истраживања и унапређење процеса наставе и учења хемије.

Импликације за наставну праксу

Овај рад пружа допринос постојећој литератури тако што предлаже и испитује ставове ученика о коришћењу дигиталних ресурса у настави хемије. Користећи уређаје који су саставни део свакодневног живота ученика, предложени приступ се може дизајнирати и уврстити у наставну праксу без икаквих финансијских инвестиција, што је несумњиво важно с обзиром на глобалну економску кризу која узима све већег маха. Поред тога, интернет страна и онлајн упитник са погодностима које пружају, као што су лакоћа дистрибуирања, мобилност, лак приступ, једноставност у коришћењу и могућност интеракције са наставником и вршњацима, имају велики потенцијал за примену у савременој школској пракси.

Међутим, ни све наведено ипак не може бити гаранција за мотивацију и активно учешће ученика у наставном процесу. Како би се обезбедило постизање исхода учења, неопходно је пре свега пронаћи начине на које ћемо мотивисати ученике за коришћење истог. Притом наставници који желе да подигну мотивацију ученика на виши ниво од постојећег приликом коришћења предложеног наставног средства, треба да узму у обзир и то да је за тако нешто потребно време, као и упорност и систематичан приступ који подразумева употребу дигиталних уређаја и интернет ресурса у циљу самосталног стицања знања из већег броја наставних предмета. Када је реч о настави хемије, сматрамо да нису неопходне радикалне промене у важећем наставном плану и програму из хемије за седми разред основне школе, већ само другачији приступ

едукатора приликом реализације садржаја које он предвиђа. Тако да можемо рећи да су наставници ти чија је улога кључна за успешну интеграцију ИКТ у настави. Притом, потребно је имати у виду и то да неке од препрека које се односе на наставнике, а често се наводе за овакав начин реализације наставе су: време и напори које је потребно уложити како би се дизајнирали и имплементирали овакви наставни материјали, као и недовољна иновативност самих наставника.⁵¹ Нажалост, многи од нас су и неспремни да модификују своје методе наставе услед ограничења у погледу средстава којима школа располаже, недовољне мотивације и необучености за коришћење и примену информационо-комуникационих технологија. Стога, школе би требале улагати у програме обуке наставника, како би се надоградиле способности наставника да створе динамичну и интерактивну средину.

Будућа истраживања

Ово истраживање има неколико импликација за спровођење будућих истраживања из области примене информационо-комуникационих технологија у настави хемије.

Предстојећим истраживањима би требало обухватити више образовних установа и ученике на различитим нивоима образовања, како би добијени резултати били репрезентативнији. Поред тога, ученицима би требало омогућити коришћење овог наставног средства дужи временски период, приликом обрађивања већег броја наставних јединица из хемије, па тек након тог периода испитати ставове ученика о примени овог наставног средства, што није био случај у овом истраживању.

Литература

1. Ala-Mutka, K. (2011), Mapping digital competence: Towards a conceptual understanding, European Commission Joint Research Centre, Luxembourg.
2. Marsh, J. (2005), Digikids: Young children, popular culture and media; Open university Press, Maidenhead.
3. Tapscott, D. (2009), Grown up Digital: How the net generation is changing your world, Mc Graw Hill, NY.
4. Prior, D. D., Mazanov, J., Meacheam, D., Heaslip, G., & Hanson, J. (2016), Attitude, digital literacy and self-efficacy: Flow-on effects for online learning behavior, *Internet and Higher Education*, 29, 91–97.
5. King, M. B., & Newmann, F. M. (2001), Building school capacity through professional development: Conceptual and empirical considerations, *International Journal of Educational Management*, 15(2), 86–94.
6. UNESCO (2002), Information and communication technology in education; A curriculum for schools and Programme of teacher development, Division of Higher Education, Paris.
7. National Council of Teachers of Mathematics (2015), Strategic use of technology in teacher and learning mathematics, Retrived from <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Position-Statements/Strategic-Use-of-Technology-in-Teaching-and-Learning-Mathematics/>, (28/07/2018)
8. Copriady, J. (2015), Self-motivation as a mediator for teachers readiness in applying ICT in teaching and learning, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 176, 699–708.
9. Sohrabi, B., & Iraj, H. (2016), Implementing flipped classroom using digital media: A comparison of two demographically different groups perceptions, *Computers in Human Behavior*, 60, 514–524.
10. Al-Zahrani, A. (2015), From passive to active: The impact of the flipped classroom through social learning platforms on higher education students' creative thinking, *British Journal of Educational Technology*, 46(6), 1133–1148.
11. Hung, H. T. (2015), Flipping the classroom for English language learners to foster active learning, *Computer Assisted Language Learning*, 28(1), 81–96.
12. Nielsen, L. (2012), Five reasons I'm not flipping over the flipped classroom, *Technology & Learning*, 32, 10–46.
13. Legris, P., Ingham, J., & Collerette, P. (2003), Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model; *Information and Management*, 40, 191–204.
14. OECD (2010), PISA 2009 Results: Executive summary, Retrived from <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/46619703.pdf>, (28/07/2018)
15. Ioannou, A., Brown, S. W., & Artino, A. R. (2015), Wikis and forums for collaborative problem-based activity: A systematic comparison of learners' interactions, *Computers & Education and Higher Education*, 24, 35–45.
16. Oreg, S. (2003), Resistance to change: Developing an individual differences measure, *Journal of Applied Psychology*, 88(4), 587–604.

17. Ionescu, T. (2012), Exploring the nature of cognitive flexibility, *New Ideas in Psychology*, 30(2), 190–200.
18. Barak, M., & Levenberg, A. (2016), A model of flexible thinking in contemporary education, *Thinking Skills and Creativity*, 22, 74–85.

ПРИЛОЗИ

Прилог 1.

Слика 1. Изглед екрана на почетку попуњавања упитника

Упитник

***Обавезно**

1. Упиши име и презиме. *

Ваш одговор

2. Изабери назив школе у коју идеш. *

Изабери

Изабери разред *

Изабери

Употреба дигиталних уређаја

3. Означи које од наведених уређаја лично поседујеш, тј. самостално располагаеш њиховом употребом. *

☐ Мобилни телефон са приступом интернету искључиво преко WiFi приступа

☐ Мобилни телефон са приступом интернету независно од WiFi приступа

☐ Десктоп рачунар

☐ Лаптоп

☐ Таблет

Наведите остало.

Ваш одговор

1. Упиши име и презиме

2. Изабери назив школе у коју идеш

а) ОШ "Јосиф Панчић"

б) ОШ "Краљ Александар I"

Изабери разред

а) 7 – 1

б) 7 – 2

в) 7 – 3

г) 7 – 4

д) 7 – 5

ђ) 7 – 6

е) 7 – 7

Употреба дигиталних уређаја

3. Означи које од уређаја лично поседујеш, тј. самостално располагаеш њиховом употребом

а) Мобилни телефон са приступом интернету искључиво преко WiFi приступа

б) Мобилни телефон са приступом интернету независно од WiFi приступа

в) Десктоп рачунар

г) Лаптоп

д) Таблет

Наведите остало

4. Да ли код куће имаш приступ интернету?

а) Да

б) Не

5. Означи уређаје које можеш да користиш код куће, а који су заједнички за све чланове домаћинства

а) Мобилни телефон

б) Десктоп рачунар

в) Лаптоп

г) Таблет

Наведите остало

6. Колико често користиш дигиталне уређаје не приступајући интернету?

а) Свакодневно

б) Једном у неколико дана

в) Једном месечно

г) Веома ретко

7. Колико често користиш дигиталне уређаје због приступа интернету?

а) Свакодневно

б) Једном у неколико дана

в) Једном месечно

г) Веома ретко

8.

Активности	Никад/ Ретко	Једном недељно	Једном у пар дана	Сваки дан
Приступ друштвеним мрежама				
Комуникација имејлом				
Преузимање/Играње игрица				
Тражење информација о производима и услугама				

Слушање/преузимање музике				
Гледање/преузимање серија и/или филмова				
Учешће на форумима				
Видео комуникација				
Тражење информација о школским садржајима				
Постављање личних материјала				
Преузимање програма и апликација				

Примена информационо - комуникационих технологија у редовној школској настави

9. Да ли си у школи похађао/ла изборни предмет Информатика и рачунарство?

- а) Да
- б) Да, само у претходним разредима
- в) Да, у претходним и у 7. разреду
- г) Да, само ове школске године

10. Колико често код куће користиш интернет приликом учења и/или израде домаћих задатака?

- а) Никада
- б) Ретко
- в) Не могу да проценим
- г) Често
- д) Увек

11. Колико често наставници на настави (изузев Иноформатике) користе рачунаре?

- а) Никада
- б) Ретко
- в) Не могу да проценим
- г) Често
- д) Увек

12. Наведи предмете на којима наставници најчешће користе рачунаре.

13. Колико често наставници ангажују ученике да за испуњавања настабних обавеза (домаћи задаци, семинарски радови , учење) користе рачунаре?

- а) Никада
- б) Ретко
- в) Не могу да проценим
- г) Често
- д) Увек

14. Наведи предмете на којима наставници највише ангажују ученике да користе рачунаре.

15. Да ли практикујеш да радиш домаће задатке и/или да учиш лекције из хемије уз коришћење интернета?

- а) Никада
- б) Ретко
- в) Не могу да проценим
- г) Често
- д) Увек

16. Колико си до сада тражио/ла на интернету снимке огледа из хемије?

- а) Никада
- б) Ретко
- в) Често

17. Колико си до сада тражио/ла на интернету садржаје из хемије који ће ти олакшати учење?

- а) Никада
- б) Ретко
- в) Често

18. Колико си до сада тражио/ла на интернету садржаје из хемије да би сазнао/ла више о ономе што учиш на часу?

- а) Никада
- б) Ретко
- в) Често

Искуства у учењу о теми Раствори и растварање

19. Да ли ти се допало што си, користећи интернет страну, могао/ла да самостално учиш лекцију из хемије?

- а) Да, баш ми се допало
- б) Не, уопште ми се није свидело
- в) Немам став

20. Да ли си имао/ла потешкоћа приликом сналажења на интернет страници?

- а) Да
- б) Не

Ако јеси, наведи шта су биле потешкоће.

21. Да ли си користио/ла и уџбеник приликом учења лекције о растворима и растварању?

- а) Да, јер садржаји на сајту нису били довољни
- б) Да, јер увек користим уџбеник
- в) Не, јер су садржаји на сајту били довољни
- г) Не, нисам се трудио/ла да научим о овом садржају

22. Да ли вам је више значила могућност да чујете наставницу путем видеа како објашњава процес настајања раствора или то што сте могли да прочитате објашњење дато на страници?

- а) Више ми је значила могућност да чујем објашњење наставнице
- б) Више ми је значила могућност да објашњење прочитам на страници

23. Да ли сматраш да би лакше савладао/ла садржаје из хемије ако би имао/ла овакву могућност учења?

- а) Да
- б) Не знам
- в) Не

24. Означи ако си уочио/ла неке предности оваквог учења хемије?

- а) Омогућава ми боље разумевање онога што учим
 - б) Занимљивије ми је него када учим из уџбеника
 - в) Више сам заинтересован, него некада на часу
 - г) Више пута сам могао/ла да гледам видео материјале него на часу
 - д) Корисно је као додатна могућност после часа
 - ђ) Корисно је као додатна могућност уз уџбеник
 - е) Корисно је као додатна могућност после часа и уз уџбеник
 - ж) Не увиђам предности оваквог начина учења
- Образложи ако си изабрао/ла одговор Не знам

25. Шта ти се највише допало на интернет страници?

- а) Видео снимци

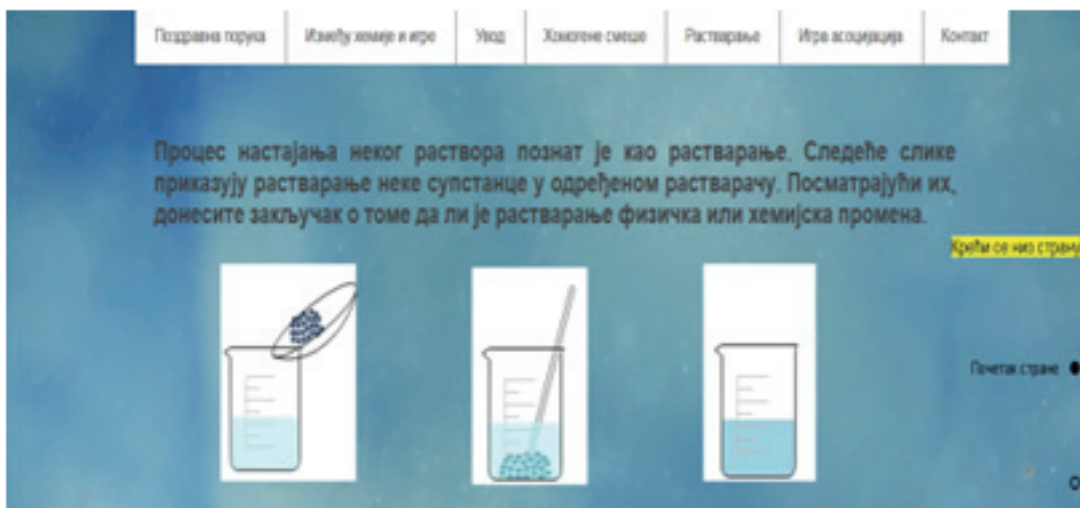
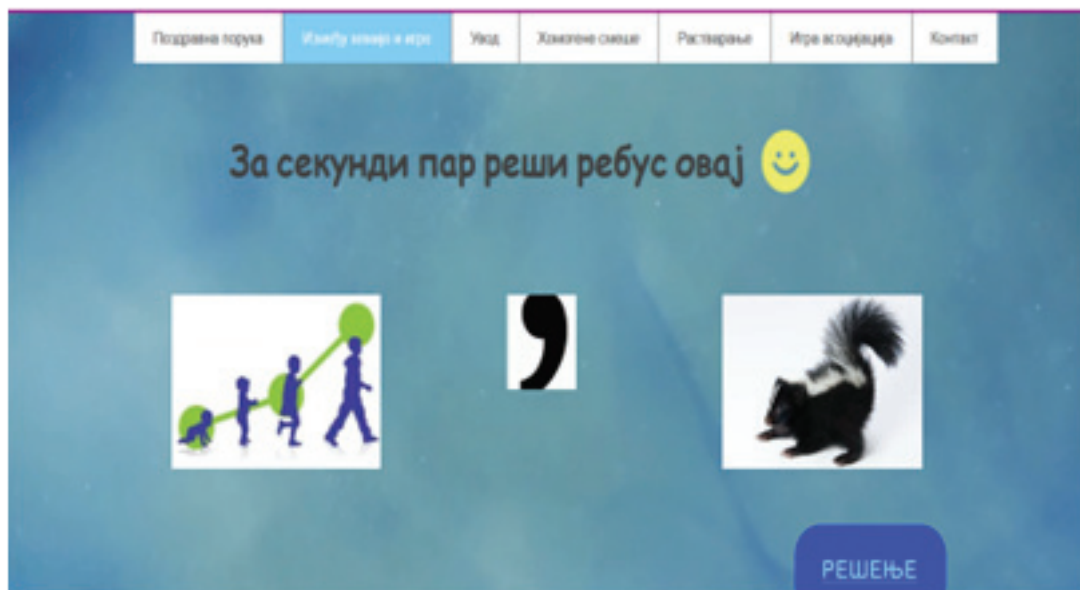
- б) Анимације
 - в) Објашњења
 - г) Могућност да пошаљем питање
 - д) Ребус/асоцијације
 - ђ) Све
 - е) Могућност да овако учим
- Наведи нешто друго

26. Шта ти се најмање допало на интернет страници?

- а) Видео снимци
 - б) Анимације
 - в) Објашњења
 - г) Могућност да пошаљем питање
 - д) Ребус/асоцијације
 - ђ) Све
 - е) Могућност да овако учим
- Наведи нешто друго

27. Да ли би волео/ла да имаш могућност да и остале садржаје из хемије учиш на овај начин? а) Да б) Не

Прилог 2. Приказ екрана интернет стране



Подсетимо се...

Супстанце се могу наћи у три агрегатна стања: чврстом, течном и гасовитом. Супстанце различитог агрегатног стања разликују се по растојању, а самим тим и јачини привлачних сила међу њиховим честицама. На слици испод приказане су честице у супстанцама различитог агрегатног стања.



Поздравна порука

Изабери хемију и игре

Увод

Хомогене смеси

Растварање

Игра асоцијација

Контакт

Посматрајући приказане слике претпоставите шта је то што је заједничко за супстанце приказане на њима.



Поздравна порука

Изабери хемију и игре

Увод

Хомогене смеси

Растварање

Игра асоцијација

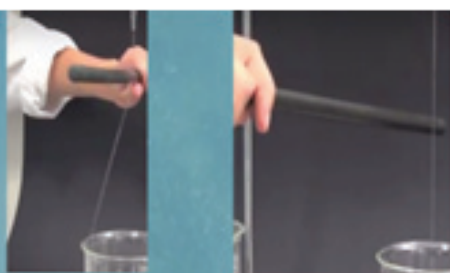
Контакт

Хомогене смеси другачије називамо растворима. Раствори садрже најмање две компоненте, од којих је једна растварач, а остале су растворене супстанце. Односно, можемо рећи да су раствори хомогене смеси које се састоје из растварача и једне или више растворених супстанци.

Раствор или чиста супстанца да ли ви то тако мислите?



Размотримо најпре растварање јонског једињења у полярном растварачу. Кристална решетка јонског једињења састоји од јона, односно од катјона и анјона. Катјони и анјони у кристалној решетки се међусобно привлаче. Када се јонско једињење нађе у полярном растварачу, полярни молекули растварача распоредиће се свуда око кристалне решетки тог једињења. Том приликом ће део молекула растварача са вишком позитивног наелектрисања бити окренут према анјонима, док ће део молекула растварача са вишком негативног наелектрисања бити окренут према катјонима из кристалне решетки јонског једињења. Када привлачне силе између молекула растварача и јона надиладају привлачне силе између јона у самом кристалу јонског једињења, тада ће молекули растварача одвући у раствор јоне из кристалне решетки јонског једињења, помешати се са њима и на тај начин ће настати раствор јонског једињења у води.



Дакле, оно што бисмо могли да изведемо као закључак јесте да наелектрисана тела привлаче поларне молекуле и да обротно, неполарне молекуле не привлаче. Вода је поларна супстанца, јер су у молекулима воде атоми водоника везани за атом кисеоника поларном ковалентном хемијском везом. Како атом кисеоника више привлачи заједничке електронске парове од самог водоника, део молекула у коме је кисеоник имаће вишак негативног наелектрисања, док ће други део имати вишак позитивног наелектрисања, што значи да у молекулу воде постоје два пола. Такве молекуле називамо диполима.

Да би дошло до настајања раствора морају постојати привлачне силе између честица супстанце која се раствара и честица растварача када се оне нађу у непосредној близини. Поред привлачења морају бити задовољени још неки услови, али о њима ћете више учити у каснијим разредима. Дакле, оно што се дешава приликом процеса растварања могло би се описати на следећи начин: честице растварача долазе у непосредну близину честица супстанце која се раствара и привлаче се са њима. С обзиром на то да су те привлачне силе јаче од оних којима се привлаче честице растворене супстанце међусобно, дешава се то да се честице растворене супстанце раздвајају и бивају окружене честицама растварача свака понаособ, односно мешају се са њима и на тај начин формирају раствор, односно хомогену смешу. На следећем видеу је приказано прављење једног раствора. Пажљиво посматрајте исти.

Почетак стране ●





USING A WEBSITE IN STUDING CHEMISTRY INDEPENDENTLY

Lidija Ralevic
Faculty of Chemistry
University of Belgrade
lidijalilly941@gmail.com

Information and communications technologies (ICT) help students understand abstract chemical terms by enabling teachers to prepare and implement digital multimedia teaching materials. This paper is a research aimed at examining student satisfaction with using a website as a teaching tool in order to understand the terms “solutions” and “dissolution” independently. In this study, an online questionnaire was used as a measuring instrument. Students were asked to answer questions which refer to their opinion on the applied method of adopting chemical terms and the application of information and communication technologies in the teaching process and everyday activities. By analyzing the students’ answers we came to the conclusion that they like this kind of learning very much and that it is even necessary for many of them to learn chemistry.

Keywords: *ICT, website, online questionnaire, solutions and dissolution*

УПОТРЕБА ГИС-А У АНАЛИЗИ КОМУНАЛНЕ БУКЕ НА ТЕРИТОРИЈИ МЈЕСНЕ ЗАЈЕДНИЦЕ БОРИК 2

Копанџа Милан, Дијана Гвозден, Хелена Галић, Тадић Милош, Лука Сабљић
Природно-математички факултет, Универзитет у Бањој Луци
milankopanja39@gmail.com

Апстракт

Комунална бука утиче на квалитет живота човјека у урбаној средини, а квалитетним планирањем простора можемо смањити штетна дејства по човјека. Циљ рада је да анализом и моделовањем буке помоћу ГИС алата можемо пратити њен утицај на становнике и дати процјену угрожености становништва овом врстом загађења у урбаном простору. Такође, у раду постоје и препоруке за ублажавање негативних ефеката буке. За потребе рада направљена је база геопросторних података која је послужила као подлога за даље анализе на основу којег можемо вршити мониторинг буке у урбаном простору, као и анализу у циљу унапређења квалитета живота људи.

Мјерење је вршено на 8 локација у трајању од 5 дана. Мјерење је обављено у 15-о минутним интервалима за три периода: јутро (07–11 h), дан (12–17 h), вече (20–00 h). Резултати мјерења су упоређени са дозвољеним вриједностима према „Правилнику о дозвољеним границама интензитета буке и шума“, гдје смо дошли до закључака колико је посматрани простор угрожен буком и које су то тренутне баријере комуналној буци.

Утицај комуналне буке у мјесној заједници Борик 2 зависи од саобраћајних, урбанистичких и архитектонских рјешења у самом обухвату, што утиче на различите интензитета и њихову просторну расподелу.

Кључне рјечи: комунална бука, ГИС, мјесна заједница Борик 2, мјерење

Увод

Рад представља анализу утицаја буке у урбаном простору Борик 2. Анализа је урађена на основу еквивалентних нивоа интензитета буке (L_{eq}), добијених мјерењем у посматраном подручју. Користећи добијене резултате, методом интерполације у Quantum GIS, графички су представљена подручја утицаја различитих нивоа интензитета буке.

Мјесна заједница Борик 2 припада насељеном мјесту, односно граду Бања Лука. Он представља урбано подручје овог града, које граничи са мјесном заједницом Борик 1 (Булевар Живојина Мишића), Алеја Центар (Алеја Светог Саве), Центар 1 (Гундулићева улица), те са Новим Бориком од којег га одваја Булевар војводе Петра Бојовића. Унутар насеља налазе се и улице: Мише Ступара, Боре Станковића, те Кнежополска улица. Површина обухвата износи 25,34 ha. Обухват се налази у равничарском предјелу, гдје је нагиб терена незнатан и креће се до 2°. Када су у питању стамбени објекти, у овом насељу углавном су заступљени објекти веће спратности односно стамбене зграде, али постоји и одређен број индивидуалних објеката односно кућа. Према коначним резултатима „Пописа становништва, домаћинстава и станова у БиХ 2013“, Република Српска, у изучаваном обухвату има 1401 домаћинстава. Осим стамбеног карактера, насеље има и пословни карактер, јер се на подручју насеља налази велики број пословних субјеката. Највише су заступљени терцијарни и квартални сектор, док су примарни и секундарни потпуно изостављени. Такође, има и спортско–рекреативни карактер, унутар насеља смјештена је Спортска дворана „Борик“, тениски терени те базени „Аквапа“. Посебно је потребно нагласити да су унутар насеља смјештени: Основна школа „Бранко Ћопић“ и вртић „Плави чуперак“. Градско гробље се такође налази на простору насељеног мјеста Борик 2. Унутар обухвата заступљени су колски, пјешачки и јавни градски саобраћај. Кроз насеље пролазе четири јавне градске линије, за које су уређена три аутобуска стајалишта у улицама Алеја Светог Саве, Гундулићева и Булевар Живојина Мишића.

Утицај буке на квалитет живота човјека зависи од неколико фактора: извора буке, интензитета, трајања, времена када се јавља, и сл. Рад се бави утицајем буке на један урбани простор, у нашем случају, простор мјесне заједнице Борик 2. Рад полази од мјерења вриједности на посматраном обухвату, картирања добијених резултата и њихове анализе. Буку у урбаном простору називамо комуналном буком, па тако поред раније поменутих фактора можемо навести и да сама структура урбаног простора утиче на интензитет буке. Простори који имају различите индустријске погоне већи су извори буке од простора са мањим бројем

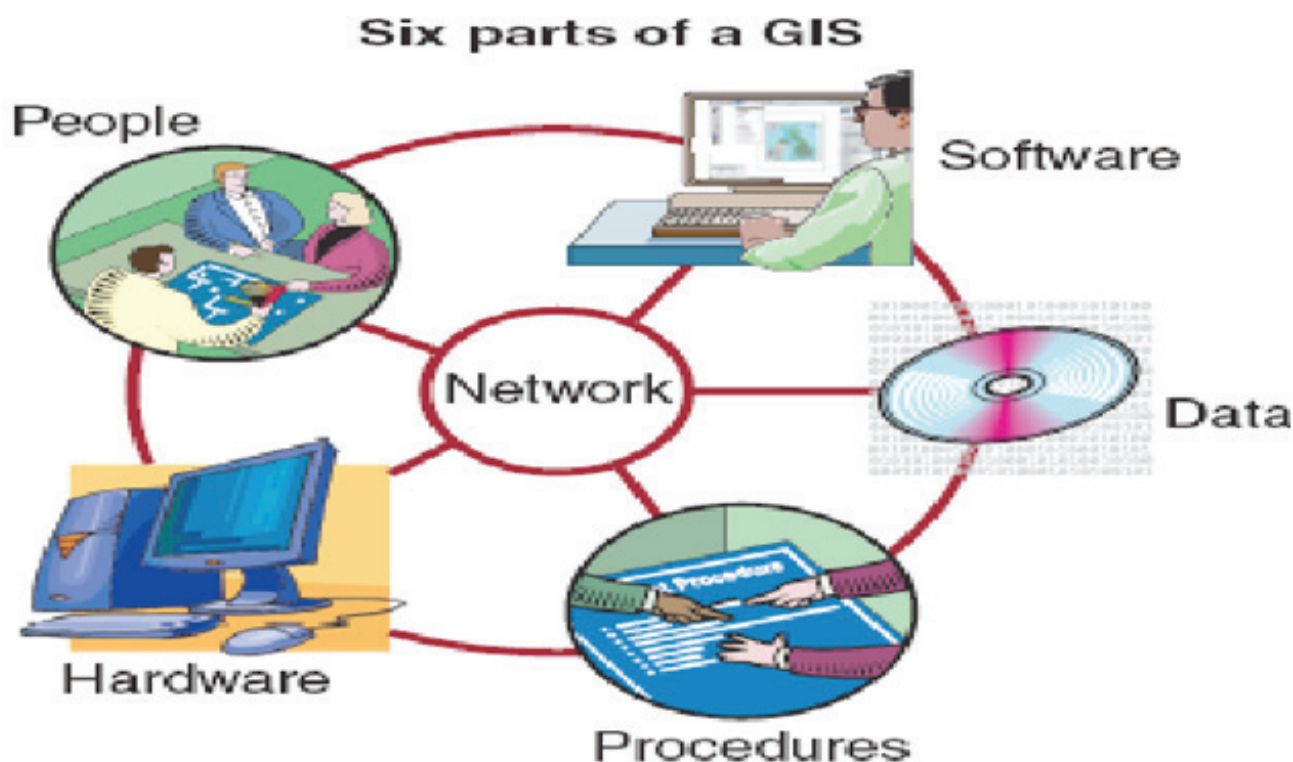
привредних дјелатности. Ипак, и у просторима који су претежно намијењени за становање постоје разлике, ту велику улогу има саобраћај, његова удаљеност од стамбених објеката, тип саобраћајнице, интензитет саобраћаја, итд. Зеленило као фактор унапређења квалитета живота човјека, представља природну баријеру, не само за ублажавање интензитета буке, већ и других облика загађења.

Утицај буке може бити у виду аудитивних или екстрааудитивних ефеката, те неспецифичних ефеката на људско здравље. Екстрааудитивни представљају утицај на централни нервни систем, ендокрини систем, итд. Неспецифични су они психогени ефекти а према карактеристикама фреквенције на чулни спектар, инфразвук, вибрације, ултразвук.¹

Према извору буке можемо посматрати природне изворе буке и изворе буке које је човјек створио. Комунална бука представља буку човјекове средине, а највећи извори су саобраћај, индустрија, домаћинство, улична бука. Интензитет утицаја различитих извора буке зависи од доминантности извора буке и његових карактеристика које показују различити мјерни параметри.

Географски информациони систем (ГИС) је рачунарски информациони систем који омогућава снимање, моделирање, манипулацију, проналажење, анализу и презентацију. (Worboys F. M., 1995, стр 1)

Главне компоненте ГИС-а су: **хардвер** који представља сам рачунар од чије квалитете зависи брзина процеса који се обрађују у апликацији и периферија који помажу у презентацији гис пројеката попут скенера, штампача, итд.; **софтвер** који представља везу корисника и различитих процеса у апликацији који омогућавају рјешавање различитих задатака; **подаци** који утичу својом квалитетом, тачношћу и ажурношћу, **кадрови** чија стручност утиче на рјешавање различитих задатака, **процедуре** различитих организационих потреба и **мреже** које омогућавају повезивање кроз дјелење информација и података.



Слика 1.: Компоненте ГИС-а, Извор: https://www.researchgate.net/figure/Basic-components-of-GIS-reproduced-with-permission-John-Wileyand-Sons-Ltd-Longley-et_fig1_236222445

Материјал и методе

На основу извршених мјерења нивоа буке на подручју насељеног мјеста Борик 2 у периоду 27 – 31.08.2018. године извршена је анализа односа вршних нивоа буке и еквивалентног нивоа буке у животној средини. Ниво буке је мјерен на 8 локација унутар насељеног мјеста, мјерење је обављено у 15 минутним интервалима. Периоди мјерења на свим локацијама су: 07.00 – 11.00h, 12.00 – 17.00h и 20.00 – 00.00h.

На основу добијених резултата мјерења нивоа буке у односу на „Правилник о дозвољеним границама интензитета звука и шума“, дефинисани су доминантни извори буке и тачке на којима долази до највећег

¹ Кристофоровић Илић М. и сар. (2002): Комунална хигијена, Прометеј, Нови Сад.

одступања буке у односу на дозвољене вриједности. Извршено је картирање буке уз помоћ ГИС модела, као и представљање баријера које доводе до смањења нивоа буке.

Према „Правилнику о дозвољеним границама интензитета звука и шума“ („Службени лист“ СР БиХ број 46/89) (наведени правилник је још увјек на снази до доношења новог правилника), у следећој табели су приказани дозвољени нивои вањске буке.

Табела 1. Дозвољени нивои вањске буке према Правилнику о дозвољеним границама интензитета звука и шума („Службени лист“ СРБиХ број 46/89)

Подручје (зона)	Намјена подручја	Еквивалентни ниво	
		дан	ноћ
I	Болничко, љечилишно	45	40
II	Туристичко, рекреационо, опоравилишно	50	40
III	Чисто стамбено, васпитно-образовне и здравствене институције, јавне зелене и рекреацијске површине	55	45
IV	Трговачко, пословно, стамбено и стамбено уз саобраћајне коридоре, складишта без тешког транспорта	60	50
V	Пословно, управно, трговачко, занатско, сервисно (комунални сервис)	65	60
VI	Индустријско, складишно, сервисно и саобраћајно без станова	70	70

PCE-322A је ручни, преносни мјерач нивоа звука, са уграђеним функцијама за снимање података и за пренос података на рачунар. Ово је уређај за мјерење буке у реалном времену, као и за дуготрајно праћење буке током времена. Снимљени подаци омогућавају корисницима лакше утврђивање мјера заштите како би се обезбиједило здравље и сигурност у стамбеној, образовној, индустријској, комерцијалној и пословној средини. Тачност уређаја процијењена је на $\pm 1.4\text{dB}$. Приликом мјерења интензитета буке кориштена су два оваква уређаја.



Слика 2.: Уређај за мјерење буке (PCE-322A), Извор: https://www.pce-instruments.com/english/measuring-instruments/test-meters/environmental-tester-pce-instruments-environmental-tester-pce-322a-det_3236753.htm

Мјеста на којима је мјерен интензитет комуналне буке на подручју насељеног мјеста Борик 2 су:

1. Раскрсница Булевар Живојина Мишића и Гундулићева улица
2. Раскрсница Гундулићева улица и улица Мише Ступара
3. Раскрсница Гундулићева улица и Алеја Светог Саве
4. Раскрсница Алеја Светог Саве и Булевар војводе Петра Бојовића
5. Раскрсница Булевар војводе Петра Бојовића и улица Мише Ступара
6. Раскрсница Булевар војводе Петра Бојовића и Булевар Живојина Мишића
7. Раскрсница Булевар Живојина Мишића и Кнежопољска улица
8. Мјерна тачка код ОШ „Бранко Топић“ Булевар Живојина Мишића.

Резултати и дискусија

На локацијама мјерења нивоа комуналне буке налази се велики број стамбених и пословних објеката у којим људи свакодневно бораве. У циљу добијања правог стања комуналне буке која дјелује на наведене објекте, представили смо измјерени еквивалентни ниво комуналне буке.

Прва тачка мјерења је раскрсница Булевар Живојина Мишића и Гундулићева улица. Мјерење је извршено на изграђеном тротоару удаљеном 3m од ивице најближе саобраћајнице

Табела 2: Резултати мјерења буке (еквивалентни ниво L_{eq}) на мјерној тачки број један

Вријеме мјерења	07.00 – 11.00	12.00 – 17.00	20.00 – 00.00	Датум мјерења
Резултати мјерења	66.52dB(A)	68.57dB(A)	65.7dB(A)	27.08.2018.
	66.76dB(A)	67.54dB(A)	63.9dB(A)	28.08.2018.
	66.3dB(A)	66.6dB(A)	65.4dB(A)	29.08.2018.
	67.7dB(A)	69.77dB(A)	67.4dB(A)	30.08.2018.
	68.1dB(A)	70.62dB(A)	65dB(A)	31.08.2018.
	67.13dB(A)	68.62dB(A)	65.48dB(A)	

Друга тачка мјерења је раскрсница Гундулићеве улице и улице Мише Ступара. Мјерење је извршено на изграђеном тротоару удаљеном 3m од ивице најближе саобраћајнице.

Табела 3: Резултати мјерења (еквивалентни ниво L_{eq}) буке на мјерној тачки број два

Вријеме мјерења	07:00-01:00	12:00-17:00	20:00-00:00	Датум мјерења
Резултати мјерења	68.6dB(A)	67.63dB(A)	64.05dB(A)	27.08.2018.
	68.55dB(A)	70.7dB(A)	64.2dB(A)	28.08.2018.
	67.35dB(A)	69dB(A)	64.2dB(A)	29.08.2018.
	68.2dB(A)	66.8dB(A)	65.67dB(A)	30.08.2018.
	66.23dB(A)	69.91dB(A)	64.15dB(A)	31.08.2018.
	67.43dB(A)	68.8dB(A)	64.45dB(A)	

Трећа тачка мјерења је раскрсница Гундулићева улица и Алеја Светог Саве. Мјерење је извршено на изграђеном тротоару удаљеном 3m од ивице најближе саобраћајнице

Табела 4: Резултати мјерења буке (еквивалентни ниво L_{eq}) на мјерној тачки број три

Вријеме мјерења	07:00-11:00	12:00-17:00	20:00-00:00	Датум мјерења
Резултати мјерења	69.01dB(A)	72.28dB(A)	64.17dB(A)	27.08.2018.
	69.05dB(A)	72.25dB(A)	61.26dB(A)	28.08.2018.
	68.72dB(A)	71.42dB(A)	63.78dB(A)	29.08.2018.
	69.37dB(A)	72.52dB(A)	73.3dB(A)	30.08.2018.
	68.57dB(A)	72.33dB(A)	62.64dB(A)	31.08.2018.
	68.46dB(A)	72.16dB(A)	65.03dB(A)	

Четврта тачка мјерења је раскрсница Алеја Светог Саве и Булевар војводе Петра Бојовића. Мјерење је извршено на изграђеном тротоару удаљеном 3m од ивице најближе саобраћајнице.

Табела 5: Резултати мјерења буке (еквивалентни ниво L_{eq}) на мјерној тачки број четири

Вријеме мјерења	07:00-11:00	12:00-17:00	20:00-00:00	Датум мјерења
Резултати мјерења	71.19dB(A)	71.82dB(A)	65.58dB(A)	27.08.2018.
	70.22dB(A)	71.32dB(A)	65.39dB(A)	28.08.2018.
	69.3dB(A)	72.54dB(A)	64.68dB(A)	29.08.2018.
	67.06dB(A)	73.43dB(A)	65.25dB(A)	30.08.2018.
	70.39dB(A)	72.33dB(A)	64.55dB(A)	31.08.2018.
	69.63dB(A)	72.28dB(A)	65.09dB(A)	

Пета тачка мјерења је раскрсница Булевар војводе Петра Бојовића и улица Мише Ступара. Мјерење је извршено на изграђеном тротоару удаљеном 3m од ивице најближе саобраћајнице.

Табела 6: Резултати мјерења буке (еквивалентни ниво L_{eq}) на мјерној тачки број пет

Вријеме мјерења	07:00-11:00	12:00-17:00	20:00-00:00	Датум мјерења
Резултати мјерења	73.66dB(A)	71.53dB(A)	69.82dB(A)	27.08.2018.
	72.14dB(A)	73.02dB(A)	68.42dB(A)	28.08.2018.
	72.13dB(A)	73.71dB(A)	68.9dB(A)	29.08.2018.
	74.6dB(A)	73.65dB(A)	69.42dB(A)	30.08.2018.
	73.26dB(A)	73.08dB(A)	68.86dB(A)	31.08.2018.
	73.15dB(A)	72.99dB(A)	69.08dB(A)	

Шеста тачка мјерења је раскрсница Булевар војводе Петра Бојовића и Булевар Живојина Мишића. Мјерење је извршено на изграђеном тротоару удаљеном 3m од ивице најближе саобраћајнице.

Табела 7: Резултати мјерења буке (еквивалентни ниво L_{eq}) на мјерној тачки број шест

Вријеме мјерења	07:00-11:00	12:00-17:00	20:00-00:00	Датум мјерења
Резултати мјерења	69.74dB(A)	70.76dB(A)	68.37dB(A)	27.08.2018.
	70.62dB(A)	71.06dB(A)	68.76dB(A)	28.08.2018.
	71.64dB(A)	71.8dB(A)	66.65dB(A)	29.08.2018.
	73.94dB(A)	71.61dB(A)	62.65dB(A)	30.08.2018.
	69.26dB(A)	70.86dB(A)	65.69dB(A)	31.08.2018.
	70.92dB(A)	71.21dB(A)	66.42dB(A)	

Седма тачка мјерења је раскрсница Булевар Живојина Мишића и Кнежопољска улица. Мјерење је извршено на изграђеном тротоару удаљеном 3m од ивице најближе саобраћајнице.

Табела 8: Резултати мјерења буке (еквивалентни ниво Leq) на мјерној тачки број седам

Вријеме мјерења	07:00-11:00	12:00-17:00	20:00-00:00	Датум мјерења
Резултати мјерења	67.55dB(A)	62.53dB(A)	61.92dB(A)	27.08.2018.
	67.14dB(A)	62.32dB(A)	61.22dB(A)	28.08.2018.
	66.28dB(A)	60.55dB(A)	62.45dB(A)	29.08.2018.
	65.69dB(A)	68.79dB(A)	62.98dB(A)	30.08.2018.
	66.17dB(A)	63.58dB(A)	62.58dB(A)	31.08.2018.
	66.56dB(A)	63.55dB(A)	62.22dB(A)	

Осма тачка мјерења је мјерна тачка код ОШ „Бранко Ћопић“ Булевар Живојина Мишића. Мјерење је извршено на изграђеном тротоару удаљеном 3m од ивице најближе саобраћајнице.

Табела 9: Резултати мјерења буке (еквивалентни ниво Leq) на мјерној тачки број осам

Вријеме мјерења	07:00-11:00	12:00-17:00	20:00-00:00	Датум мјерења
Резултати мјерења	68.16dB(A)	66.78dB(A)	63.55dB(A)	27.08.2018.
	64.94dB(A)	60.82dB(A)	58.09dB(A)	28.08.2018.
	63.1dB(A)	59.65dB(A)	60.03dB(A)	29.08.2018.
	65.62dB(A)	66.52dB(A)	60.95dB(A)	30.08.2018.
	65.41dB(A)	64.81dB(A)	60.62dB(A)	31.08.2018.
	65.44dB(A)	63.52dB(A)	60.64dB(A)	

Quantum GIS је ГИС програм који омогућава различите операције са геопросторним подацима попут анализа простора и моделовања. У раду је кориштена опција Raster – Interpolation и метода интерполације Inverse Distance Weighting(IDW). Предности ове методе је у томе да се може израчунати утицај буке од самог извора, док је ограничење у томе да се не може приказати 3D приказ утицаја. Из тог разлога смо у циљу боље представе урадили 3D модел објеката да се да бољи приказ на утицај буке на становништво које ту борави. Треба напоменути да је ово некомерцијални програм који и поред ограничења омогућава довољно да се уради квалитетна анализа.



Слика 3.: Средњи јутарњи интензитет буке (Leq) у урбаном подручју Борик 2



Слика 4.: Средњи дневни интензитет буке (L_{eq}) у урбаном подручју Борик 2



Слика 5.: Средњи вечерњи интензитет буке (L_{eq}) у урбаном подручју Борик 2

Закључак

Унутар истраживаног подручја налази се 17 пјешачких прелаза. Велики број пјешачких прелаза утиче на смањење интензитета комуналне буке, јер на предјелима на којима се они налазе долази до смањења брзине моторних возила. Такође, на смањење интензитета комуналне буке утичу такозвани лежећи полицајци и вибрационе траке које су постављене на три мјеста унутар обухвата.

На подручју мјесне заједнице Борик 2 налази се велики број зелених површина. На свим мјестима мјерења интензитета комуналне буке, посађени су дрвореди који битно утичу на смањење комуналне буке, јер представљају природну баријеру за смањење интензитета буке. Препорука је да се повећа број дрвећа дуж саобраћајница, у близини угоститељских и спортско-рекреативних објеката, што би довело до додатног смањења комуналне буке унутар овог обухвата.

Унутар мјесне заједнице Борик 2 обавља се велики број активности. Ту се налази ОШ „Бранко Ћопић“ у чијој близини долази до повећања интензитета буке у периоду трајања школске године у јутарњим и

дневним часовима, поред школе се налази и дјечији вртић који такође утиче на повећање интензитета буке. Велики је број угоститељских објеката чији рад утиче на повећање свакодневног интензитета комуналне буке. Спортско рекреативни центар Аквана утиче на повећање интензитета буке у лјетном периоду, док спортска дворана Борик утиче на повећање интензитета буке само када се одржавају одређене манифестације и такмичења унутар ње. На подручју ове мјесне заједнице налази се велики број приватних фирми који својим радом не утичу драстично на интензитет буке.

Техничке карактеристике возила на подручју града Бања Лука, самим тим и возила која се крећу унутар анализираног обухвата, није на завидном нивоу. Углавном се ради о возилима чија старост прелази десет година. То представља битан проблем, јер савременија возила су осмишљена тако да не стварају превелику буку и не утичу на здравље становништва у том погледу.

Источни транзит представља границу између насељеног мјеста Борик два и насељеног мјеста Нови Борик. Када је у питању истраживани обухват, уз транзит су смјештене стамбене зграде које су од транзита удаљене неколико метара и заштићене природном баријером (дрворедима) од буке. Просјечна измјерена бука на овом дијелу износи око 70 dB (A), што прелази дефинисану дозвољену буку према „Правилнику о дозвољеним границама интензитета звука и шума“, која износи 60 dB(A) за дан и 50 dB (A) за ноћ, обзиром да посматрани обухват улази у категорију IV намјене подручја.

Литература

- Правилник о дозвољеним границама интензитета звука и шума („Службени лист“ СР БиХ број 46/89).
Кристофоровић-Илић М. и сар. (2002): Комунална хигијена, Прометеј, Нови Сад.
Worboys F. M. (1995): GIS: A Computing Perspective, Taylor & Francis, London.
Longley, P. A. (2005): Geographic information systems and science, 2nd, New York: Wiley.

ANALYZING COMMUNAL NOISE IN URBAN AREAS WITH GIS

Milan Kopanja, Dijana Gvozden, Helena Galic, Milos Tadic, Luka Sabljic
Faculty of Natural Sciences and Mathematics
University of Banja Luka
milankopanja39@gmail.com

Abstract

Communal noise affects the quality of life of people in urban environments and with good space planning we can reduce the harmful effects to people. The aim of the study is to analyze and model noise using the GIS tool, which can monitor the impact of noise on inhabitants and assess their vulnerability to this type of pollution in urban areas. Also, there are recommendations for mitigation of negative noise effects. For the purposes of this paper a database of geospatial data was created and used as a basis for further analysis, based on which we can monitor and analyze noise in urban areas in order to improve the quality of people's lives.

Measurement was carried out at 8 locations during 5 days. The measurement was performed at 15 minute intervals in three periods: morning (07-11 h), day (12-17 h) and evening (20-00 h). The results are also compared with the allowed values according to "Rule on the permissible limits of noise and noise intensity", where we concluded how much the observed area is threatened by noise, and what the current barriers to communal noise are.

The impact of communal noise on the local community Borik 2 depends on the traffic, as well as urban and architectural solutions, which affects different intensity and its spatial distribution.

Keywords: *noise, GIS, Borik 2, measurement*

OBRADA AUDIO-SIGNALA POMOĆU RAZLIČITIH DIGITALNIH FILTERA

Tatjana Vujičić, Gordana Draganić, Vanja Savković

Prirodno-matematički fakultet
Univerzitet u Banjoj Luci
tatjanavujicic5@gmail.com

Sažetak

Uz svaki željeni signal javljaju se i smetnje koje korisnu informaciju čine nejasnom, a koje nazivamo šumom. Šum može biti spoljašnji i kao takav se može velikim dijelom otkloniti, a može biti i unutrašnji – šum uređaja, te je u tom slučaju uvijek prisutan. Zbog toga je bilo potrebno razviti metode za redukciju šuma. Ove metode spadaju u oblast digitalne obrade signala. U ovom radu prikazana je obrada signala pomoću tri metode, a to su diskretna vejevlet transformacija, FIR filteri i IIR filteri (filteri sa konačnim i beskonačnim impulsnim odzivom), te se porede rezultati dobijeni svakom od ovih metoda. Vejevleti su funkcije pomoću kojih se signal dijeli na komponente koje se zatim analiziraju u rezoluciji koja odgovara njihovoj veličini. Vejevlet transformacija je analiza signala pomoću vejevleta. Takođe, vejevlet transformacija može biti posmatrana i kao prolazak signala kroz visoko-frekvencijske i nisko-frekvencijske filtere. FIR i IIR filteri su jedni od njih. Kratak audio-signal je u programu Maple filtriran pomoću sve tri navedene metode, pri čemu se ispostavilo da FIR filter najbolje otklanja šum uz najmanje oštećenje signala.

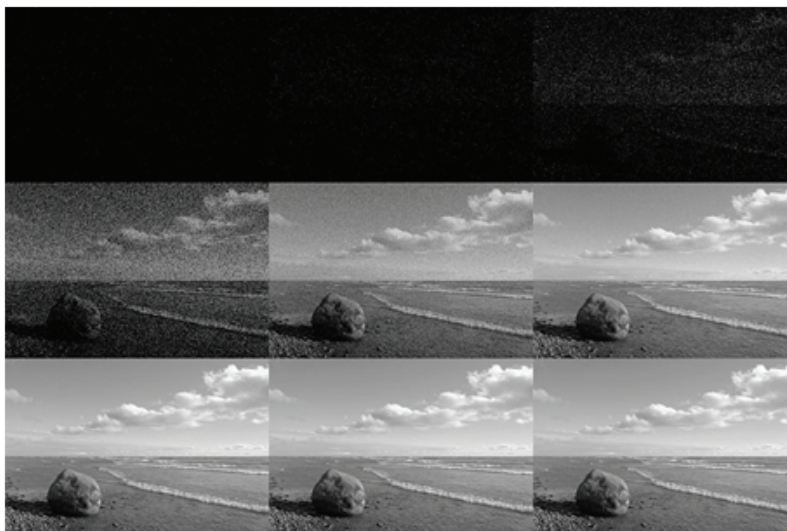
Ključne riječi: audio-signal, šum, diskretna vejevlet transformacija, IIR filteri, FIR filteri

Uvod

Svaki signal predstavlja informaciju koja se prenosi kroz određenu sredinu. Matematički, signali se predstavljaju kao funkcije neke nezavisne promjenljive, najčešće vremena. Mogu se podijeliti na analogne, koji su kontinualni i prisutni su u prirodi, i digitalne, diskretne signale sa kojima rade računari. Pojam signal uvijek se odnosi na željeni signal, npr. željena slika u video-fajlovima ili željeni zvuk u audio-fajlovima. Međutim, uz željeni signal uvijek se javljaju i razni neželjeni signali, koji se jednom riječju nazivaju šumom.

Šum

S obzirom na to da je šum veoma širok pojam, može se reći da je to sve ono neželjeno. Tako se šumom nazivaju i neodređenosti mjerenja, šum na slici koji se javlja u obliku razmazanih linija, sijenke, neprirodnih boja (Slika 1), šum u audio-fajlovima koji se manifestuje kao šuškanje, pucketanje... Ako se ovaj pojam još proširi, može se doći do interesantnih analogija, te se može se reći da u jednom vrtu sa ružama svaki korov (dakle, ono neželjeno) predstavlja šum. (Kowitt)



Slika 1. Šum na slici

Šum može biti pokupljen iz spoljašnjeg, prirodnog ili vještačkog izvora (spoljašnji šum), ili može nastati unutar samog strujnog kola (unutrašnji šum). Prema raspodjeli po frekvencijama, šum se može podijeliti na bijeli i ružičasti. Snaga bijelog šuma je jednako podijeljena po frekvencijama, dok je kod ružičastog šuma snaga obrnuto srazmjerna frekvenciji. Ono što je zajedničko za sve šumove jeste to da oni najčešće predstavljaju fluktuacije oko nule. Unutrašnji šum je prisutan u svim elektronskim mjernim sistemima i određuje donju granicu mjerenja. Dijeli se u tri kategorije:

- Termalni ili Džonsonov šum je oblik bijelog šuma, a izazvan je toplotnim kretanjem slobodnih elektrona.
- Kontaktni ili fliker šum je oblik ružičastog šuma, a javlja se zbog nesavršenosti u materijalu, koje izazivaju zamke za slobodne elektrone i dovode do fluktuacija trenutne vrijednosti struje.
- Praskavi ili Poasonov šum je bijeli šum, a uzrok njegove pojave je što je naelektrisanje elektrona diskretno, pa protok struje nije kontinualan, nego je to suma diskretnih pulsiranja u vremenu.

Spoljašnji šum dolazi iz izvora koji je izvan posmatranog kola. Određeni spoljašnji signal se miješa u mjerenje i dolazi do interferencije. Posmatrano kolo se tada ponaša kao antena za spoljašnje signale. Dvije su glavne kategorije spoljašnjeg šuma:

- Perturbacije u okolini, što podrazumijeva šumove koji nastaju u svemiru (npr. na Suncu), zatim šumove iz atmosfere (električna pražnjenja) i vještačke šumove (elektromori, električni vodovi, prekidači, neonski znaci, svjećice u sistemima za grijanje, kućni aparati, radio aparati, mobilni telefoni...)
- Signali koji su korisni u jednom kolu, ali predstavljaju šum u drugom, bliskom kolu – crosstalk noise.

Jako je bitan odnos između signala i šuma, koji se najčešće izražava kao SNR (signal-to-noise ratio), a predstavlja odnos snage signala i snage šuma. Najčešće se za izračunavanje ovog odnosa koristi formula:

$$SNR = 10 \log \frac{P(\text{signal})}{P(\text{šum})}$$

a izražava se u decibelima. Naravno, što je viši SNR, to je manji uticaj šuma na signal. (Vasilescu, 2005, str. 4–9)

Dok je svaki unutrašnji šum slučajne prirode, spoljašnji šumovi često mogu imati determinističku prirodu, pa se prema tome njihov uticaj donekle može smanjiti (bolji dizajn uređaja i zaštita-shielding). Međutim, unutrašnji šum svakako ostaje prisutan, te se mora pristupiti drugim metodama, kao što je filtriranje signala. Postoje razni načini filtriranja signala, ali potpuna eliminacija šuma je nemoguća bez obzira na to koja metoda se koristi. Pojedine metode će u maloj mjeri redukovati šum, dok će neke druge šum ukloniti skoro u potpunosti, ali će zato i signal biti oštećen. Za lakše razumijevanje vratimo se na analogiju između šuma i korova. Kao što baštovan ne može ukloniti sav korov a da pri tome ne ošteti i poneku ružu, tako će i neki dijelovi signala biti manje ili više oštećeni redukcijom šuma.

U ovom radu je prikazana redukcija šuma pomoću diskretne vejevlet transformacije, te pomoću digitalnih filtera – Finite Impulse Response (FIR) filtera i Infinite Impulse Response (IIR) filtera. Da bi se ovakav način obrade signala razumio, potrebno je upoznati se sa osnovama vejevlet transformacije, a prije toga sa Furijeovom analizom.

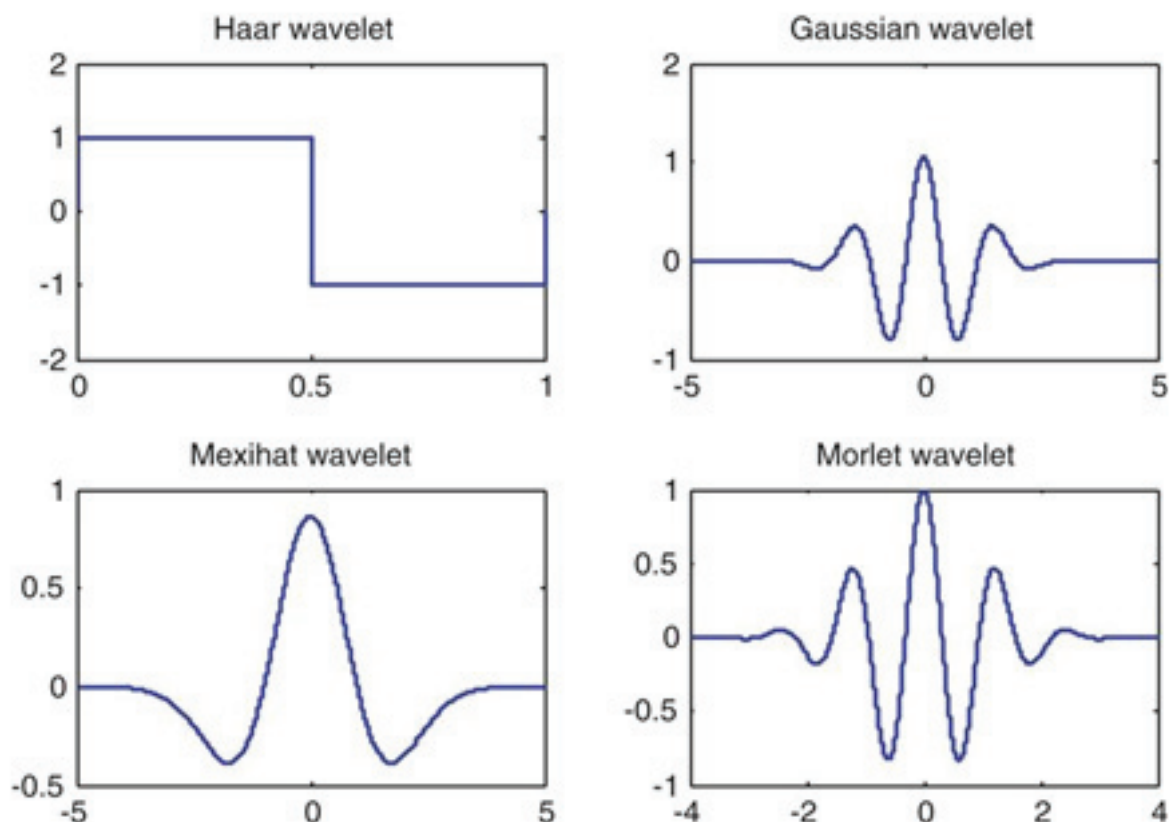
Vejvleti

Svaka periodična funkcija može se aproksimirati sumom određenih trigonometrijskih funkcija. Za funkciju $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{C}$ definišemo Furijeovu transformaciju $F: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{C}$ kao: $F(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt$, pri čemu je $f(t)$ signal koji nosi određenu informaciju. U opštem obliku ovu transformaciju zapisujemo: $f(t) \mapsto \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \overline{g(t)} dt$, pri čemu se funkcija $g(t)$ naziva analizirajućom funkcijom, a $\overline{g(t)}$ je njena konjugovano-kompleksna vrijednost. Kao što se vidi, funkcija F zavisi od frekvencije (ω), pa prema tome otkriva da li se određena frekvencija pojavljuje u signalu i u kojoj mjeri. Međutim, njen nedostatak je što ona ne daje odgovor u kojem vremenskom trenutku se pojavljuje željena frekvencija. Posmatranjem polazne funkcije kroz dijelove (tzv. prozore) i računanjem Furijeve transformacije pojedinih dijelova lokalizuje se frekvencija u vremenu. Primjenom operatora translacije $T_g(u) = g(u-t)$ i modulacije $M_\omega g(u) = e^{i\omega u} g(u)$ na funkciju $g(u)$ dobijamo kratkotrajnu Furijeovu transformaciju: $F_g(\omega, t) = \int_{-\infty}^{\infty} M_\omega T_g(t) g(u) \cdot f(u) du$, pri čemu je $M_\omega T_g(u)$ prozor funkcija ili prozor. Kao što se vidi, funkcija $F_g(\omega, t)$ zavisi i od frekvencije i od vremena, pa je moguća lokalizacija u vremenu. Kratkotrajna Furijeova transformacija podrazumijeva podjelu vremenske ose na segmente i primjenu Furijeove transformacije na svakom od njih. Međutim, problem predstavlja konstantna veličina ovih segmenata, tj. konstantna širina prozor funkcije. Dakle, ključni problem je izbor širine prozora. Ako je širina mala, lokalizacija u vremenu je dobra, ali je loša vremenska rezolucija, dok je kod velike širine loša vremenska lokalizacija.

Ovaj nedostatak uklanja vejevlet transformacija. Vejevlet transformacija funkcije f je: $W_g f(a, t) = \int_{-\infty}^{\infty} T(t) D(a) g(u) \cdot f(u) du$, gdje je $D_g(u) = |a|^{-1/2} g(\frac{u}{a})$ operator translacije, dok se a naziva faktorom skale. Faktor skale je detalj veličine a i obrnuto je srazmjeran frekvenciji. Odgovarajućim izborom ovog parametra mali dijelovi (oštri pikovi) se mogu predstaviti sa većom vremenskom rezolucijom, a glatki dijelovi sa manjom. Pošto kod vejevlet transformacije dobijena funkcija zavisi od faktora skale a i od vremena t , onda govorimo o reprezentaciji u t - a (vrijeme-skala) ravni. Dakle, sve tri transformacije su dobijene pomoću polaznog signala i odgovarajuće analizirajuće funkcije, ali dok Furijeova

transformacija daje informaciju samo o frekvenciji, kratkotrajna Furijeova transformacija i vejvlet transformacija daju informaciju i o vremenu. Vejvlet transformacija ima veliku prednost jer dozvoljava prilagođavanje širine prozora, tj. uzak prozor kod visokih, a širok kod niskih frekvencija. (Ćosić, 2014, str. 9–13)

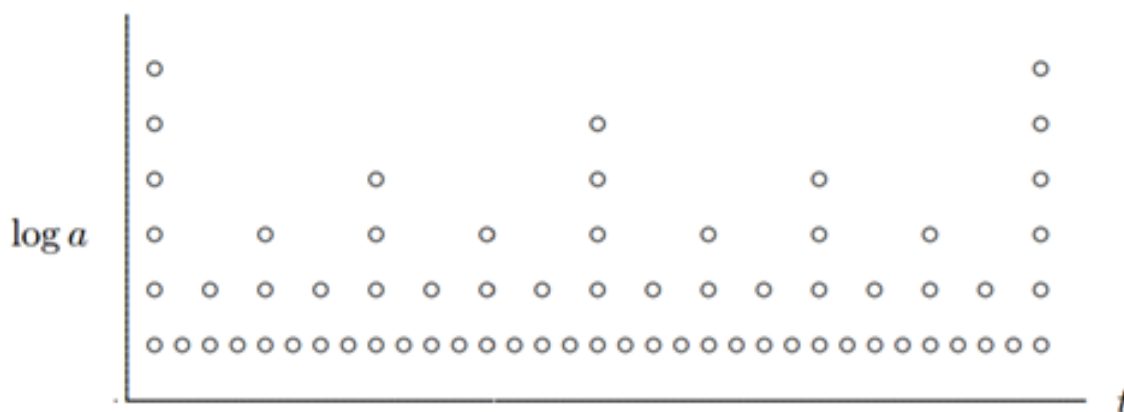
Kontinualna vejvlet transformacija (CWT) se definiše kao $W_{\psi} f(a,t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} \psi\left(\frac{u-t}{a}\right) f(u) du$, gdje je $\psi(a,t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{u-t}{a}\right)$ majka vejvlet. Počevši od te funkcije, skaliranjem faktorom a i pomijeranjem za t dobijamo familiju vejvleta. Postoje razne familije vejvleta, kao što su Haar, Mhat (meksički šešir), Morlet, Gaussian, Daubechies, Coiflets, Symlets, Meyer, Shannon, itd. (Slika 2). Za funkciju $\psi(t)$ važi $\int_{-\infty}^{\infty} \psi(t) dt = 0$, što govori o oscilovanju ove funkcije. Ona osciluje oko vremenske ose na malom intervalu, a izvan njega brzo opada ka 0, pa odatle i naziv vejvlet (talasić)



Slika 2. Različiti vejvleti: Haar, Gaussian, Mhat, Morlet

Kontinualna vejvlet transformacija zapravo nema veliku praktičnu korist jer rad na računarima zahtijeva diskretne podatke. Osim toga, ova transformacija zahtijeva izračunavanje većeg broja koeficijenata od potrebnog. Iako se ovako ne gubi nijedna informacija o signalu, ovaj broj koeficijenata je bolje smanjiti radi lakšeg čuvanja i prenosa podataka. Zato se vrši diskretizacija, tj. t -a ravan se pokriva mrežom i u čvorovima mreže (za dato a i t) se računa CWT. Ne bira se ravnomjerna mreža, nego se pri većim skalama povećava korak po vremenu (tj. smanjuje se broj tačaka). Ovo značajno smanjuje obim računanja. Brzi algoritmi se konstruišu korišćenjem diskretnih vejvleta. Diskretni vejvleti su po dijelovima neprekidne funkcije koje skaliramo i pomijeramo u konačnom broju koraka:

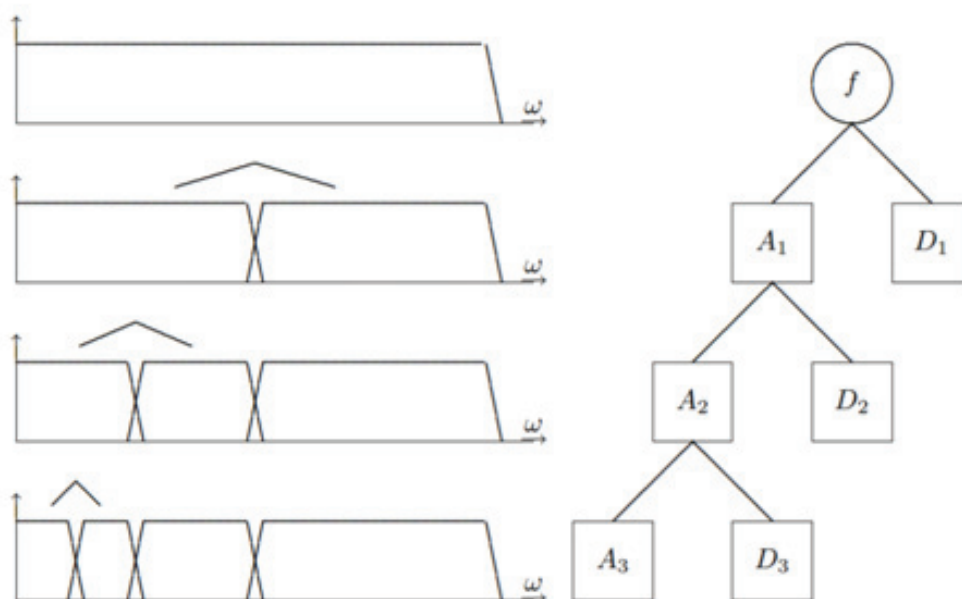
$\psi_{m,k}(t) = \frac{1}{\sqrt{\alpha^m}} \psi\left(\frac{(t-k\tau\alpha^m)}{\alpha^m}\right)$. Ovdje su m i k cijeli brojevi, a α je fiksirani korak skaliranja. Najčešće se uzima da je $\alpha=2$, što je prirodan izbor za računare, muziku i ljudsko uho. Za faktor translacije se obično bira $\tau=1$. Prvo se diskretizuje parametar skaliranja α na logaritamskoj skali biranjem cjelobrojnih tačaka. Ako se uzme da je osnova logaritma 2 (najčešći izbor), onda su skale za koje se izračunava transformacija 2, 4, 8, 16, 32... Zatim se diskretizuje vremenski parametar τ u zavisnosti od diskretizacije parametra skaliranja, tj. različit broj tačaka se koristi na različitim skalama. Ako je izabran logaritam za osnovu 2, onda se broj tačaka na vremenskoj osi redukuje za faktor 2 na narednoj skali. Npr. ako su na skali $\alpha=2$ uzete 32 tačke na vremenskoj osi, onda je sljedeća skala $\alpha=4$ i na njoj se uzima 16 tačaka (Slika 3). Ako je bitna samo analiza funkcije, onda je diskretizacija proizvoljna, ali ako se zahtijeva rekonstrukcija funkcije onda postoji minimalni broj tačaka i on se naziva Nikvistov broj. (Radunović, 2005, str. 21–26)



Slika 3. Diskretizacija t-a ravni

Međutim, i sa diskretnim vejvletima je još uvijek potreban beskonačan broj skaliranja i translacija da bi se izračunala vejvlet transformacija. Ako je funkcija ograničena vremenski, onda je ograničen i broj translacija, ali ostaje pitanje koliko je skala potrebno za analizu funkcije. Zato se uvodi funkcija skaliranja koja mijenja sve vejvlete počevši od neke skale J , pa se beskonačan broj vejvleta u aproksimaciji mijenja konačnim brojem vejvleta i funkcija skaliranja. Ako se vejvlet posmatra kao visoko-frekvencijski filter, a funkcija skaliranja kao nisko-frekvencijski filter, onda niz vejvleta zajedno sa funkcijom skaliranja daje banku filtera. Svaki od vejvleta pokriva određeni spektralni opseg, a funkcija skaliranja pokriva preostali dio spektra koji obuhvata male frekvencije, tj. velike skale. Zato se govori o aproksimacijama i detaljima. Aproksimacije su nisko-frekvencijske komponente funkcije na velikim skalama, a detalji su nisko-frekvencijske komponente na malim skalama. Odnosno, vejvlet transformaciju možemo posmatrati kao prolazak funkcije kroz banku filtera, pri čemu dobijamo koeficijente funkcije skaliranja (aproksimacije) i koeficijente vejvleta (detalje).

Diskretna vejvlet transformacija (DWT) je algoritam kojim se određuju koeficijenti vejvleta i funkcije skaliranja. Služi za analizu, tj. razlaganje signala. Ona uključuje filtriranje i kompresiju. Jedan korak filtriranja se sastoji od razdvajanja aproksimacije i detalja diskretnog signala, tako da se kao rezultat dobijaju dva signala (A_1 i D_1). Oba signala su dužine početnog, tako da se ovim udvostruči broj podataka. Zato se vrši kompresija, tj. odbacivanje svakog drugog podatka, čime se polovi dužina izlaznih signala, pa je broj podataka isti na ulazu i na izlazu. Dobi-jena aproksimacija A_1 predstavlja signal u sljedećem koraku, i postupak se ponavlja (Slika 4). DWT originalnog signala se dobija povezivanjem svih koeficijenata polazeći od posljednjeg nivoa dekompozicije. To je vektor koga čine izlazni signali $[A_J, D_J, \dots, D_2, D_1]$.



Slika 4. Razdvajanje aproksimacije i detalja

Rekonstrukcija signala vrši se inverznom diskretnom vejvlet transformacijom (IWDT) Ova transformacija se sastoji od dekompresije i filtriranja. Neophodno je rekonstruisati aproksimaciju i detalje prije njihovog kombinovanja. Rekonstrukcija počinje od signala A_j i D_j , na osnovu kojih se izračunava signal A_{j-1} , zatim se signalima A_{j-1} i D_{j-1} određuje signal A_{j-2} , itd. (Radunović, 2005, 114-116)

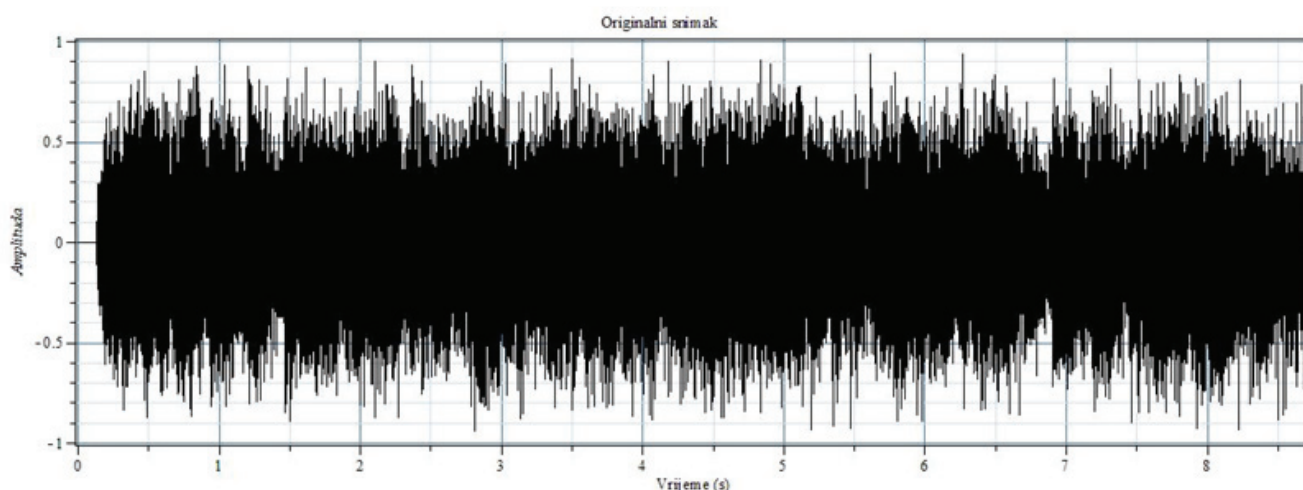
Kada je riječ o filtriranju signala, odnosno o redukciji šuma, nakon DWT (dakle, prije IDWT) vrši se thresholding. Postoje hard i soft thresholding, ali se u ovom radu koristi hard thresholding. To je procedura kojom se svi vejvlet koeficijenti koji su manji od neke izabrane vrijednosti (nivo thresholdinga) uzimaju kao nule, dok se koeficijenti veći od te vrijednosti ne mijenjaju.

Digitalni filteri

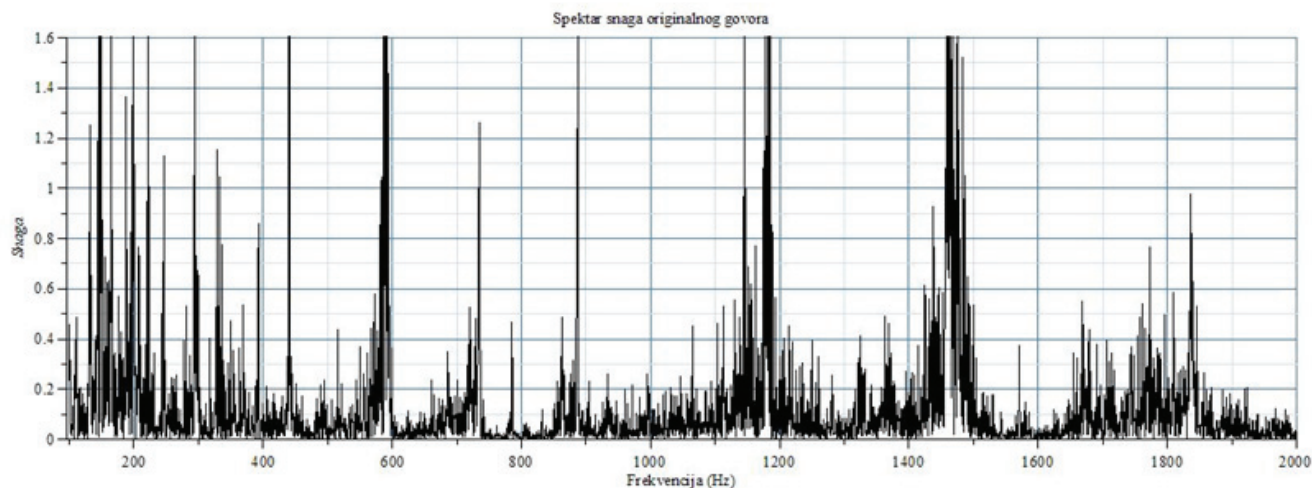
Pomoću filtera se izdvajaju ili zanemaruju određene frekvencijske komponente signala, pa se oni koriste za razdvajanje više signala ili za obnavljanje signala čiji dijelovi mogu biti izgubljeni. Svaki linearni filter ima impulsni, frekvencijski i koračni odziv. Svaki od ovih odziva daje kompletnu informaciju o filteru, ali u različitom obliku. Ako je poznat jedan odziv, druga dva su fiksirana i mogu se izračunati. Impulsni odziv je izlazna jedinica kad je ulazna jedinica impuls. Filteri mogu imati konačan impulsni odziv (FIR-finite impulse response filteri) i beskonačan impulsni odziv (IIR-infinite impulse response filteri). Pošto su digitalni filteri linearni sistemi, mogu se opisati diferencijalnom jednačinom koja povezuje uzorke izlaznog signala $y(n)$ sa uzorcima ulaznog signala $x(n)$: $y(n) = \sum_{k=0}^{L-1} a(k) \cdot x(n-k) - \sum_{k=1}^M b(k) \cdot y(n-k)$. Koeficijenti filtera $a(k)$ opisuju direktni dio koji zavisi od ulaznih uzoraka, dok koeficijenti $b(k)$ opisuju rekursivni dio koji zavisi od prethodnih izlaznih uzoraka. FIR filteri ne sadrže rekursivni dio ($b=0$). Filtriranje pomoću ovog filtera se ostvaruje konvolucijom ulaznog signala i koeficijenata filtera $a(k)$. Dakle, elementi novog signala se dobijaju tako što se elementi polaznog signala množe koeficijentima filtera, te se onda sabere. IIR filteri sadrže i direktni i rekursivni dio. Elementi novog signala se dobijaju pomoću ovog filtera tako što se elementi polaznog signala množe koeficijentima $a(k)$, zatim se množe prethodno izračunate vrijednosti izlaznog signala koeficijentima $b(k)$, te se ovi proizvodi sabiraju. (Smith, 1999, str. 311–321)

Metode

Za obradu audio-signala korišćen je program Maple i njegov paket Signal Processing (računarski sistem kompanije Maplesoft). Audio-fajl predstavlja snimljeni zvuk koji Maple učitava kao signal na vremenskoj bazi. Bitno je napomenuti da Maple radi sa audio-fajlovima koji imaju .wav ekstenziju. Snimljeni zvuk je muzika u trajanju od 8.72 sekunde, koja je donekle prikrivena šumom, tako da se riječi teško razaznaju. Nakon što Maple učitani govor pretvori u signal na vremenskoj bazi, korišćenem naredbe Plot signal se grafički predstavlja u formi talasa (Slika 5). Takođe, prikazan je i spektar snage signala (Slika 6).



Slika 5. Talasni oblik audio-signala prije filtriranja



Slika 6. Spektar snaga signala prije filtriranja

Nakon ovoga, audio-signal se filtrira na više načina.

Prvi način je filtriranje signala pomoću diskretne vejevlet transformacije i inverzne diskretne vejevlet transformacije. Prvo se vrši diskretna vejevlet transformacija. Maple nam dozvoljava da odaberemo tip vejevleta koji želimo da koristimo, kao i broj koeficijenata. Takođe se bira i nivo thresholdinga. U ovom eksperimentu korišćena su tri različita vejevleta, i to svaki sa različitim brojem koeficijenata. Korišćeni su Symlet sa 8 koeficijenata, Daubechies sa 4 koeficijenta i Coiflet sa 6 koeficijenata. Sa svakim od ovih vejevleta filtriranje je vršeno po 3 puta, odnosno svaki put je korišćen drugi nivo thresholdinga, i to 0.15, 0.25 i 0.35. Nivoi thresholdinga su birani proizvoljno.

Drugi način je filtriranje pomoću IIR filtera. Pošto je ovaj filter niskopropusni filter, Maple dopušta da se odabere najviša frekvencija. Filtriranje je vršeno pet puta, a za najvišu frekvenciju su proizvoljno uzimane sljedeće vrijednosti (u Hz): 1200, 1000, 900, 800 i 600.

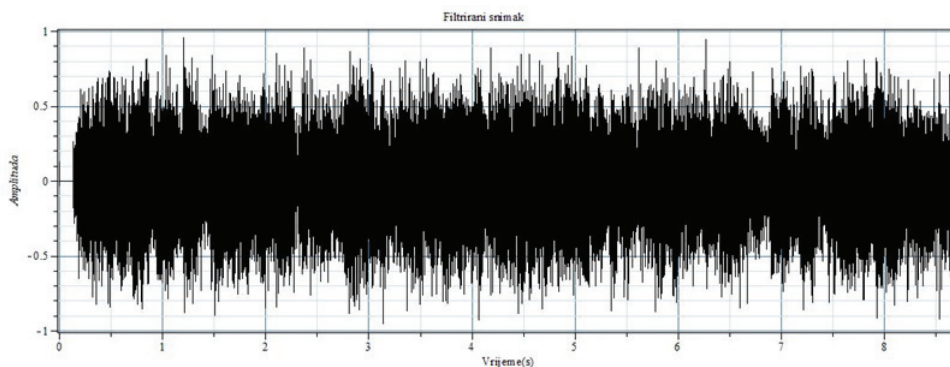
Treći način je filtriranje pomoću FIR filtera. Kod ovog filtera se biraju i najviša i najniža frekvencija. Filtriranje je vršeno pet puta. Za najvišu frekvenciju odabrana je vrijednost 700 Hz, a za najnižu 50 Hz. Zatim je najniža frekvencija povećana na 200 Hz, a onda na 400 Hz, pri čemu je najviša frekvencija ostala 700 Hz. Nakon toga je najniža frekvencija ostala 400 Hz, a najviša je povećana na 1000 Hz, pa na 1400 Hz. Sve vrijednosti su birane proizvoljno.

Nakon svakog izvršenog filtriranja koristi se naredba Create. Ona od niza podataka koji predstavljaju signal kreira audio-fajl sa .wav ekstenzijom. To znači da se svi audio-fajlovi mogu preslušati nakon filtriranja.

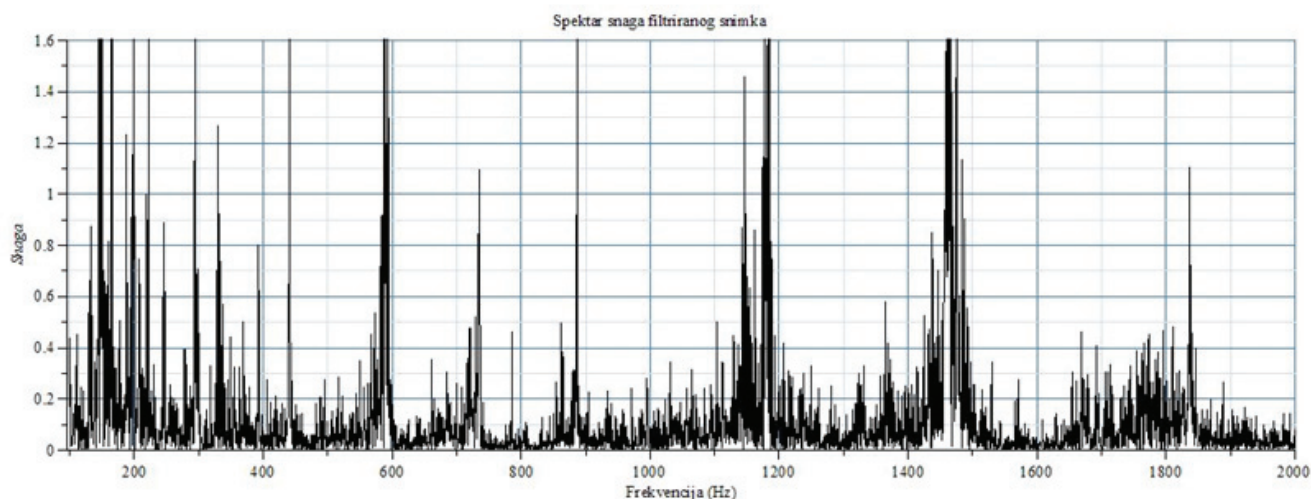
Rezultati i diskusija

Različiti načini filtriranja su dali različite rezultate.

Kod vejevlet transformacije, šum je redukovan u jako maloj mjeri bez obzira na vrstu korišćenog vejevleta. Kod svakog od tri korišćena vejevleta rezultat je najgori ako se koristi nivo thresholdinga 0.35. Tada ne samo da se šum smanji u maloj mjeri, već je i sam signal oštećen. Kod Symlet vejevleta nema neke velike razlike u filtriranju bez obzira na to koji od preostala dva nivoa se koristi, kod Daubechies vejevleta je rezultat filtriranja bolji sa nivoom 0.15, a kod Coiflet vejevleta sa nivoom 0.25. Generalno, što se veći nivo koristi sam signal je više oštećen. Mada nema velike razlike u filtriranju prilikom korišćenja raznih vejevleta, rezultati filtriranja pomoću Coiflet vejevleta su za nijansu bolji. Na slikama ispod prikazani su talasni oblik (Slika 7) i spektar snaga (Slika 8) signala nakon filtriranja pomoću Coiflet vejevleta sa nivoom thresholdinga 0.25.

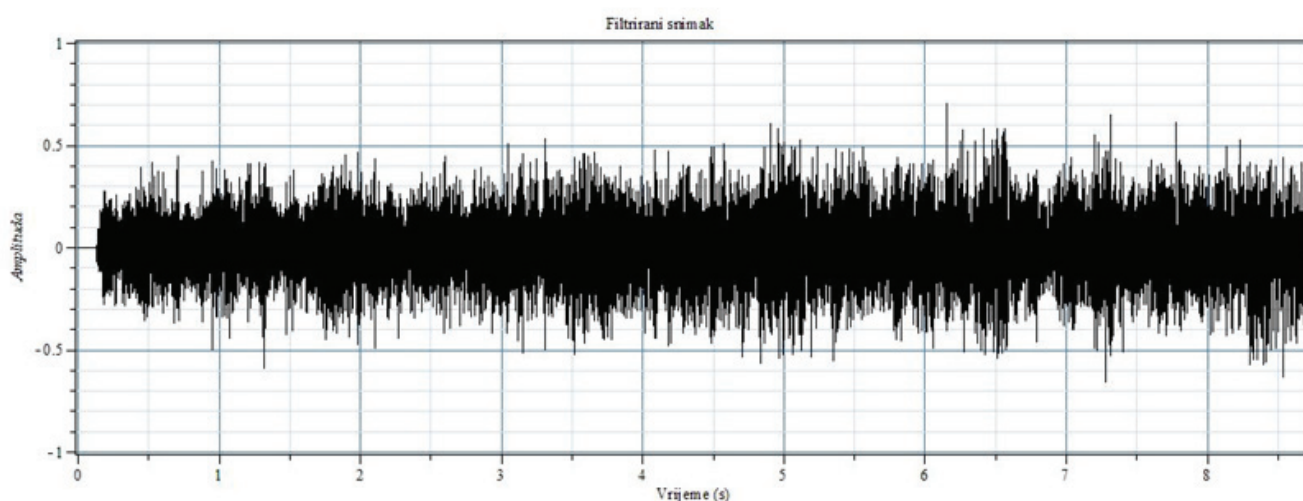


Slika 7. Talasni oblik signala nakon filtriranja vejevlet transformacijom

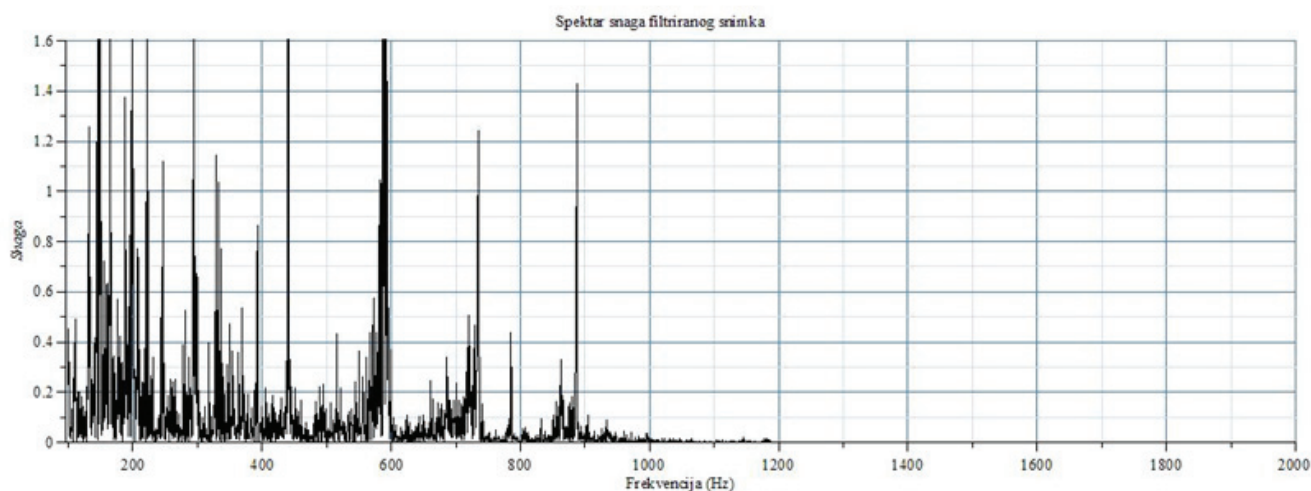


Slika 8. Spektar snaga signala nakon filtriranja vejvlet transformacijom

IIR filter dobro redukuje šum. S druge strane, ovaj filter je osim šuma prigušio i korisni signal. On guši sve frekvencije koje su više od najviše izabrane frekvencije (Slika 10). Što se više smanjuje najviša frekvencija, to je i uklanjanje šuma bolje, ali i sam signal je sve više oštećen. Zbog toga od svih odabranih vrijednosti frekvencija od 900 Hz (ni previše visoka ni previše niska) predstavlja optimalno rješenje. Kada se grafik na kojem je prikazan talasni oblik signala nakon filtriranja IIR filterom (Slika 9) uporedi sa talasnim oblikom signala prije filtera, može se uočiti značajna razlika, dok između talasnih oblika signala prije filtriranja i nakon filtriranja vejvlet transformacijom skoro i da nema razlike.

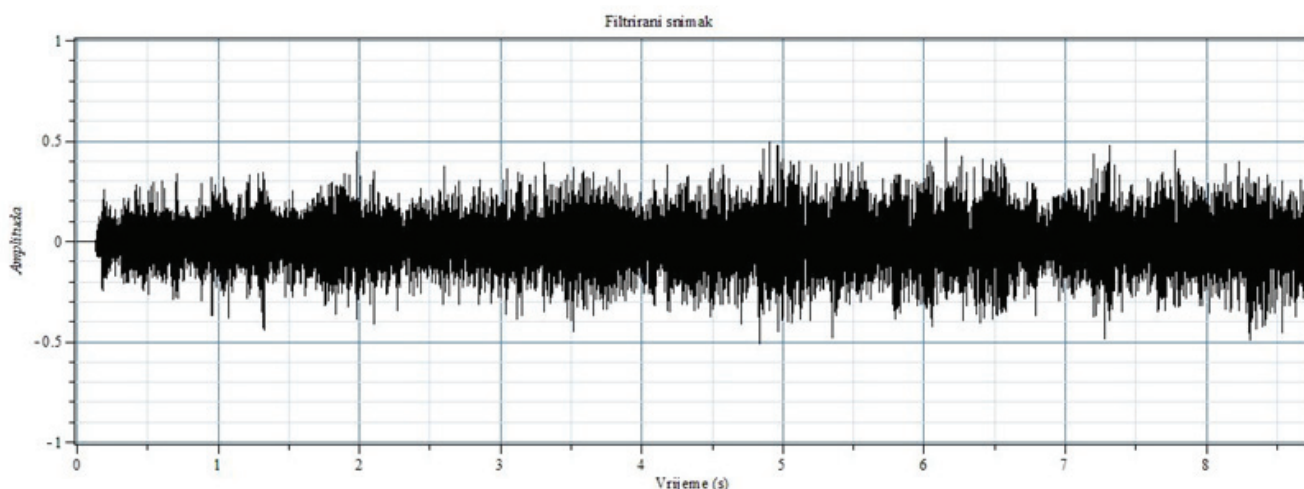


Slika 9. Talasni oblik signala nakon filtriranja IIR filterom

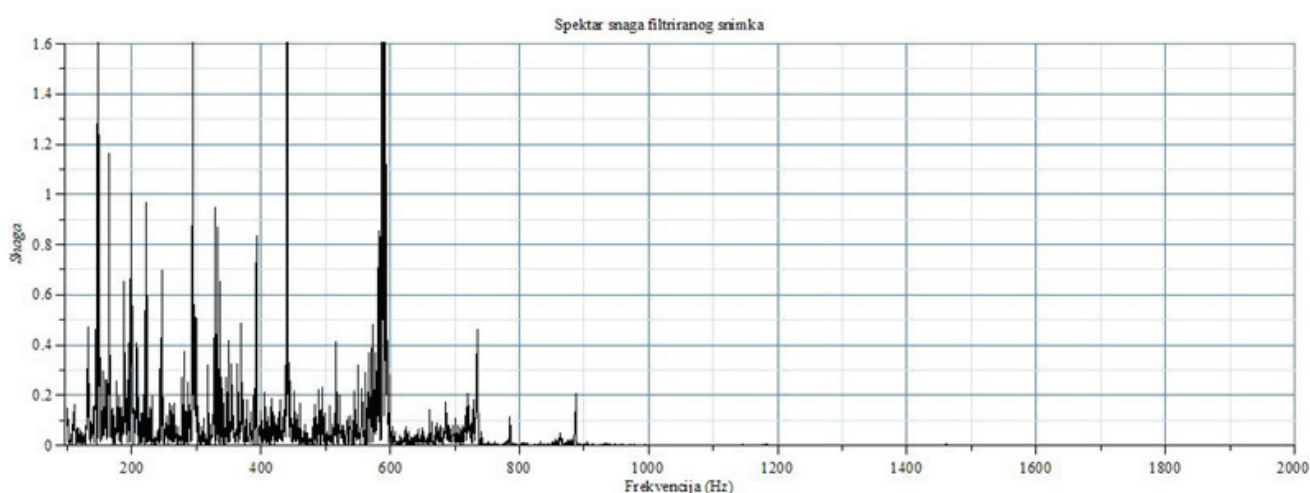


Slika 10. Spektar snaga signala nakon filtriranja IIR filterom

FIR filter takođe dobro otklanja šum. On guši sve frekvencije niže od odabrane najniže frekvencije i više od odabrane najviše frekvencije (Slika 12). Slično kao i kod IIR filtera, što se više smanjuju ove granične frekvencije šum je bolje redukovan, ali je i signal više oštećen. U suprotnom slučaju, što se one više povećavaju, signal ostaje očuvan, ali i šum ostaje prisutan. Zato je signal najbolje profiltriran kad su uzete granice 200 Hz za najnižu frekvenciju i 700 Hz za najvišu. Takođe se vidi značajna razlika u odnosu na nefiltrirani signal (Slika 11).



Slika 11. Talasni oblik signala nakon filtriranja FIR filterom



Slika 12. Spektar snaga signala nakon filtriranja FIR filterom

Prikazani eksperiment predstavlja zapravo jedan prost način filtriranja. Međutim, sam postupak filtriranja je veoma značajan, te se svakodnevno koristi, ne samo u obradi zvuka, već i u obradi raznih drugih signala kao što su recimo fotografije. Mi živimo u doba kada ogroman broj informacija primamo putem slika ili zvuka i zato je jako bitno da njihov kvalitet bude što viši. Takođe, mnoge fotografije i mnogi audio snimci iz prošlosti su uspješno restaurirani upotrebom filtera. Primjer predstavlja filtriranje audio zapisa iz crne kutije aviona koji je doživio nesreću.

Obrada digitalnih signala je postala osnovna vještina u raznim oblastima i sferama života. Koristi se u telefoniji za redukciju eha, za kompresiju i filtriranje podataka. Koristi se i u medicini za CT i ultrazvučno snimanje, kao i za analizu elektrokardiograma. Digitalni filteri se nalaze i u slušnim aparatima. Koristi se i u mnoge naučne svrhe, kao što je analiza zemljotresa ili proučavanje svemira. Sami vejevleti se primjenjuju za istraživanje gravitacionih talasa, građe galaksija, kosmičkog zračenja, zatim za proučavanje zemljine atmosfere, zemljotresa, građe površina, te pri izučavanju rada srca, građe DNK, krvnih zrnaca... Interesantna činjenica je i da i FBI koristi vejevlete za kompresiju snimaka otisaka prstiju.

Zaključak

Nakon što se uporede rezultati sva tri korišćena načina filtriranja, dolazi se do sljedećeg zaključka. Vejevlet transformacija u ovom slučaju daje najlošije rezultate. Šum je redukovan u jako maloj mjeri, a pored toga je pokvaren i kvalitet signala. Bez obzira na to, vejevlet transformacija je jako značajna jer se različiti digitalni filteri zasnivaju

upravo na njoj. Druga dva načina filtriranja (IIR i FIR filteri) daju dosta bolje rezultate. Prednost ipak ima FIR filter, jer dok je kod IIR filtera moguće odrediti samo najvišu graničnu frekvenciju, kod FIR filtera je moguće odrediti i najvišu i najnižu graničnu frekvenciju, odnosno opseg frekvencija izvan kojeg će ostale frekvencije biti prigušene. To daje veću slobodu izbora frekvencijskog opsega, pa prema tome i bolje rezultate.

Literatura

- Ćosić, M. (2014): Kontinualna i diskretna malotalasna transformacija i primene <https://dokumen.tips/documents/kontinualna-i-diskretna-malotalasna-transformacija-i-furijeova-transformacija-koju.html> (24.7.2018.)
- Kowitt, M. The Physics of Noise. https://nationalmaglab.org/images/news_events/searchable_docs/summer-school/2016/physics_of_noise_kowitt.pdf (12.8.2018.)
- Maplesoft. <https://www.maplesoft.com>
- Radunović, D. P. (2005): Talasići (Wavelets). Akademska misao. Beograd.
- Rajilić, Z. (2016): Računarski eksperimenti u fizici. Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet. Banja Luka.
- Smith, S. W. (1999): The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. Second edition. California Technical Publishing. San Diego, California.
- Vasilescu, G. (2005): Electronic Noise and Interfering Signals, Principles and Applications. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

AUDIO SIGNAL PROCESSING USING DIFFERENT DIGITAL FILTERS

Tatjana Vujicic, Gordana Draganic, Vanja Savkovic
Faculty of Natural Sciences and Mathematics
University of Banja Luka
tatjanavujicic5@gmail.com

Abstract

With each desired signal, different disturbances occur and they tend to obscure useful information. These disturbances are called noise. Noise can be extrinsic, and as such it can be removed, but it can also be intrinsic, in which case it is always present. Because of that, it was necessary to develop methods for noise reduction. These methods are a part of digital signal processing. In this paper, signal processing is performed using three different methods: discrete wavelet transform, IIR (infinite impulse response) filters and FIR (finite impulse response) filters. Results obtained by each of these methods are compared. Wavelets are functions that cut up signal into different components and then study each component with a resolution matched to its size. Wavelet transform is a signal analysis using wavelets. Wavelet transform can also be seen as a signal passing through high-frequency and low-frequency filters. FIR and IIR filters are some of them. A short audio signal is filtered in *Maple* using all three methods mentioned above, and it turned out that FIR filter removes noise the best, with the least signal damage.

Keywords: *audio signal, noise, discrete wavelet transform, IIR filters, FIR filters*

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

5(082)

НАУЧНО-стручна конференција Студенти у сусрет науци (11 ;
2018 ; Бања Лука)

Prirodne nauke : Nauka u službi čovjeka : zbornik radova / 11.
Naučno-stručna konferencija Studenti u susret nauci - StES 2018,
Banja Luka 2018. = Natural Sciences : Science in the Service of
Mankind : Proceedings / 11th scientific conference Students
encountering science - StES 2018 ; [urednik Srđan Šabić]. - Banja
Luka : Univerzitet u Banjoj Luci, 2018 (Banja Luka : Komesgrafika).
- 105 str. : ilustr. ; 21 cm

Tekst lat. i ćir. - Tiraž 50. - Bibliografija uz radove. - Abstracts.

ISBN 978-99976-764-2-9

COBISS.RS-ID 7847704