

**UNIVERZITET CRNE GORE
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DOKTORSKE STUDIJE**

Crna Gora
UNIVERZITET CRNE GORE
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
Broj 257
Podgorica, 15. 02. 2021. god.

VIJEĆU PRIRODNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA

Predmet: Prijava teme doktorske disertacije i predlog Komisije za ocjenu podobnosti teme

U skladu sa članom 33, stav 4, Pravila doktorskih studija, doktorand **mr Nevena Cupara** je 09. 02. 2021. god. Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta podnijela **Prijavu teme doktorske disertacije (PD Obrazac** sa pratećom dokumentacijom) pod naslovom **Procjena zdravstvenog rizika unosa teških metala voćem i povrćem u industrijskom području - studija slučaja: Pljevlja, Crna Gora.**

Komisija za doktorske studije PMF-a je na sjednici održanoj 10. 02. 2021. god. razmatrala formalne uslove dostavljene prijave sa stanovišta neophodnih podataka i ispunjavanja uslova za prijavu teme i podnosi Vijeću

P R E D L O G

sastava **Komisije za ocjenu podobnosti teme:**

1. **Dr Slobodanka Pajević**, redovni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu (naučna oblast: biologija, ekologija, fiziologija biljaka, ekofiziologija biljaka)
2. **Dr Miljan Bigović**, docent Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (naučna oblast: organska hemija, organska sinteza, hemija životne sredine)
3. **Dr Dijana Đurović**, docent Fakulteta za prehrambenu tehnologiju, bezbjednost hrane i ekologiju Univerziteta Donja Gorica, (naučna oblast: analitička hemija)
4. **Dr Irena Nikolić**, vanredni profesor Metalurško-tehnološkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, komentor (naučna oblast: zaštita životne sredine)
5. **Dr Slađana Krivokapić**, vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore, mentor (naučna oblast: biologija, botanika, fiziološka ekologija)

Podgorica, 11. 02. 2021. god.

ZA KOMISIJU ZA DOKTORSKE STUDIJE

Doc. dr Goran Popivoda





PRIJAVA TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

OPŠTI PODACI O DOKTORANDU	
Titula, ime i prezime	MSc Nevena Cupara
Fakultet	Prirodno-matematički fakultet
Studijski program	Biologija
Broj indeksa	1/19
Ime i prezime roditelja	Miroljub Cupara
Datum i mjesto rođenja	12.04.1993., Pljevlja, Crna Gora
Adresa prebivališta	Šavnička 11
Telefon	068613196
E-mail	ncupara@ymail.com
BIOGRAFIJA I BIBLIOGRAFIJA	
Obrazovanje	2019 Doktorske studije Upisane 2019. godine na Studijskom programu Biologija na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta Crne Gore. 2018 Master biohemije (prosječna ocjena 9,71) Odbranjen master rad na temu „Optimizacija metode za ispitivanje antimikrobnog djelovanja fenolnih kiselina na bioluminiscentnoj E. Coli“ Oblast: biohemija, eksperimentalna biohemija, rad u biohemijskoj laboratoriji Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Univerzitet u Novom Sadu 2016 Diplomirani biohemičar (prosječna ocjena 9,45) Oblast: Biohemija, hemija, analitička hemija, organska, neorganska, instrumentalne metode u hemiji i biohemiji Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Univerzitet u Novom Sadu Nevena Cupara je rođena 12.4.1993. godine u Pljevljima. Osnovnu školu „Salko Aljković“ završila je 2008. godine. Gimnaziju „Tanasije Pejatović“ završila je 2012. godine takođe u Pljevljima, nakon čega upisuje Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, smjer biohemija.

	Godine 2016. Odlazi u Grac gdje u okviru Ljetnje škole hemije boravi šest nedelja na Departmanu za biotehnologiju Tehničkog univerziteta. Te iste godine upisuje master studije na istom departmanu i 2017. odlazi na studentsku razmjenu u Aveiro (Portugal), gdje radi ekperimentalni dio master rada.
Radno iskustvo	01.05.2019.-sadašnjost: Student doktorskih studija angažovan kao zaposleni na projektu „Procjena zdravstvenog rizika u opštini Pljevlja na osnovu podataka dobijenih iz humanog biomonitoring“ 01.05.2018.-30.04.2019.: Analitičar na inovativnom projektu „Novi materijali na bazi otpada iz industrije čelika“ (priprema uzoraka za standardne testove izluženja, izvođenje standardnih testova izluženja, hemijska analiza dobijenih eluata primjenom tehnika ICP-OES, AAS, GFAAS a po potrebi i GC i GC/MS u Institutu za javno zdravlje Crne Gore 15.01.2017.-15.10.2018.: Analitičar pripravnik u Institutu za javno zdravlje (laboratorija za gasnu hromatografiju i laboratorija za spektrometriju)
Popis radova	Krivokapić, S., Bigović, M., Đurović, D., Cupara, N., & Nikolić, I. (2020). Assessment of Ecological Risk of Heavy Metal Contamination in agricultural soil in Municipality Pljevlja (Montenegro). <i>2020 Proceedings of International Conference on Environmental Science and Technology (ICOEST)</i>. Bigović, M., Krivokapić, S., Milašević, I., Cupara, N., & Đurović, D. (2020). Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) content in food and hey in Pljevlja municipality, Montenegro. <i>Proceedings of the EcoTER'20 Conference</i>. Nikolić, I., Milašević, I., Cupara, N., Ivanović, L., Đurović, D., Marković, S., ... & Radmilović, V. R. (2019). A novel type of building material derived from the by-products of steel making industry. In <i>Programme and The Book of abstracts/Twenty-first Annual Conference YUCOMAT 2019 & Eleventh World Round Table Conference on Sintering WRTCS 2019, Herceg Novi, Montenegro, September 2-6, 2019</i> (Vol. 84, p. 84). Belgrade: Materials Research Society of Serbia.
NASLOV PREDLOŽENE TEME	

Na službenom jeziku	Procjena zdravstvenog rizika unosa teških metala voćem i povrćem u industrijskom području – studija slučaja: Pljevlja, Crna Gora
Na engleskom jeziku	Health risk assessment of heavy metal intake by fruits and vegetables in the industrial area - case study: Pljevlja, Montenegro
Obrazloženje teme	
Pljevlja su grad na sjeverozapadu Crne Gore. Opština sa 20.000 stanovnika leži u Pljevaljskoj dolini. Specifičnu klimu u ovom području određuju planine koje su na 2000 metara nadmorske visine, zbog čega je kotlina jedva izložena strujama vjetra. Stoga je ovo područje pokriveno gustom maglom 200 dana u godini. Kao jedna od najvažnijih industrijskih opština predstavlja i najveću crnogorsku ekološku „crnu tačku“ zbog uticaja zagađujućih jedinjenja iz više izvora zagađenja (Puljić, 2014). Termoelektrana sa deponijom pepela i šljake Maljevac, rudnik uglja sa jalovištem Jagnjilo, rudnik cinka i olova sa flotacionim jalovištem Gradac su tri najveća izvora zagađenja. Pored toga, grijna sezona u Pljevljima u prosjeku traje 8 mjeseci, pri čemu se za grijanje koristi ugalj ili drva (Ministarstvo održivog razvoja i turizma Crne Gore, 2013). Kroz industrijske procese kombinovane sa specifičnom klimom ugrožena je životna sredina i zagađeni vazduh, voda i zemljište. Karakteristike otpadnih voda na teritoriji Pljevalja, takođe ne ispunjavaju zahtjeve propisane važećim pravilnicima za vode. Univerzitet u Štutgartu u saradnji sa Greenpeace-om, došao je do saznanja da će prema tehničkim parametrima koje je dala Vlada Crne Gore i projektovane emisije za drugi blok TE Pljevlja, broj prijevremenih smrti biti godišnje 16. U zemljama sa intenzivnom upotrebom uglja kao izvora energije, rezultati ispitivanja pokazuju da više ljudi umre od zagađenja ugljem nego u saobraćajnim nesrećama. Opština Pljevlja, sa druge strane, spada u veća poljoprivredna područja Crne Gore, na kojima uspijeva veliki broj poljoprivrednih kultura, sa obiljem prirodnih bogatstava, šuma i ruda (Knežević et. al, 2014). Pošto proces zagađenja može narušiti stanje ekosistema, tačnije uticati na stanje vode, vazduha i zemljišta, od izuzetnog značaja je istraživanje kojim bi se ispitala procjena izloženosti industrijski zagađenim lokacijama u ovoj opštini kroz koncentraciju teških metala u zemljištu, kao i voću i povrću gajedom na teritoriji Pljevalja. Na ovaj način bi se došlo do saznanja koliko zagađenje teškim metalima ulazi u sam lanac ishrane populacije koja živi u Pljevljima. Zabrinutost zbog potencijalnog uticaja kontaminiranih lokacija na zdravlje se fokusira na populaciju koja živi blizu takvih oblasti, jer se procjenjuje da je uticaj na ukupnu populaciju ograničen. Stoga se na osnovu sadržaja teških metala u poljoprivrednim kulturama, u kombinaciji sa literaturnim podacima epidemioloških studija procjene rizika, može izvršiti procjena rizika po zdravlje stanovništva u ovoj opštini. Rezultati dobijeni u ovoj disertaciji treba da doprinesu podizanju svijesti o zdravstvenim posljedicama izloženosti zagađenju, naročito u periodu prije rođenja i u ranoj mladosti. Takođe, rezultati istraživanja mogu poslužiti kao koristan izvor informacija menadžerima rizika i kreatorima politika i regulativa u donošenju odluka i formiranju strategija kako bi se zaštitilo zdravlje stanovništva koje živi u ovim oblastima.	

Pregled istraživanja

Proces industrijalizacije, sve veće potrebe za energijom, kao i eksploatacija prirodnih resursa ključni su uzročnici rastućeg problema zagađenja životne sredine koji ima ozbiljne pretenzije da ugrozi biodiverzitet i naruši ekosistem. Veliki broj organskih i neorganskih polutanata ispušta se u vode, koje dalje zagađuju zemljišta i sedimente (Giacomino et al., 2016).

Teški metali spadaju u najštetnije zagađivače, jer, za razliku od organskih zagađivača, ne mogu se razgraditi niti uništiti, a posledica toga je bioakumulacija u biljnim, ljudskim i životinjskim organizmima do kojih dopijevaju putem lanca ishrane. Naravno, teški metali se prirodno nalaze u sastavu sedimenata, ali pod uticajem antropogenih aktivnosti (sagorijevanje fosilnih goriva, upotreba organskih ili mineralnih đubriva i pesticida, metalurška industrija, rad motornih vozila) se njihove koncentracije konstantno povećavaju i teški metali postaju sve lakše dostupni, u čemu se i ogleda njihova toksičnost (Adriano, 2001).

Kada jednom dospiju u zemljište ili vodu, teški metali se mogu akumulirati u usjevima, povrću, voću. Konzumiranje kontaminirane hrane je osnovni način na koji teški metali dopijevaju u ljudsko tijelo. Na primjer, više od 70% dnevnog unosa kadmijuma dešava se putem lanca ishrane, tako da konzumacija vrsta gajenih na kontaminiranom zemljištu može dovesti do povećane akumulacije teških metala u ljudskom tijelu (npr. jetra i bubrezi). Neki teški metali, kao što su Cu, Zn, Ni ponašaju se kao mikronutritijenti neophodni za rast kada su prisutni u tragovima. Međutim, neki toksični teški metali, kao što su Pb, Hg, Cr, Cd, As, opasni su po ljudsko zdravlje čak i ako se nalaze u tragovima, naročito po trudnice i mlađu djecu. Toksični metali mogu poremetiti brojne biohemijske procese u ljudskom tijelu, uzrokuju ozbiljne zdravstvene probleme i mogu dovesti do povećane incidence hroničnih bolesti. Iz ovog razloga, izražena je zabrinutost zbog potencijalnih rizika od unosa toksičnih metala putem prehrambenih proizvoda, a posebno je važno ispitati nivo toksičnih metala u najčešće konzumiranoj hrani kako bi se procijenili rizici po zdravlje ljudi i kako bi se na taj način zaštitilo zdravlje (Liang et al., 2019).

Karakteristično za opštinu Pljevlja, kao i cijelu Crnu Goru je to što se stanje zagađenja životne sredine prati tek od 2009. godine. Samim tim, količina podataka je veoma ograničena na kratak vremenski period. Većina podataka ove vrste odnosi se na kvalitet vazduha, vode i zemljišta, gdje se kroz program monitoringa prati sadržaj teških metala, PAH-ova, PCB-a, POPs u zemljištu, koncentracija SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, O₃ (u gradskom području), dok se u prigradskom području prati sadržaj NO_x, SO₂, isparljivih organskih jedinjenja u vazduhu (Šćepanović et al., 2019).

Mnoge studije i procjene odnose se na zagađivače vazduha, dok istraživanja o zagađenosti koja potiče iz zemljišta i vode kao i onih vezanih za lanac ishrane, su manje zastupljena u naučnoj literaturi. Podaci dobijeni monitoringom govore dosta o koncentracijama ovih štetnih jedinjenja, kao i o broju dana tokom kojih je prekoračen maksimalno dozvoljeni sadržaj ovih jedinjenja u vazduhu, maksimalno dozvoljena vrijednost u vodi ili zemljištu (Mišurović et al., 2013; Vujošević, 2013). Ipak, ono što fali je sama procjena zdravstvenog rizika, kao i odgovornost izvora zagađenja za posledice koje ista ostavljaju na stanovništvo koje se iz godine u godinu smanjuje (karakteristika opštine Pljevlja).

Neke od zdravstvenih institucija u ovoj opštini, kroz praktični rad, izražavaju zabrinutost zbog uticaja zagađenja na zdravlje ljudi koja se manifestuje kroz porast broja respiratornih oboljenja koja su primarno izražena kod djece. Kao najosjetljiviji dio populacije, djeca, trudnice, starija lica i osobe sa hroničnim oboljenjima spadaju u grupu kod koje je uočen rast opstruktivnog

sindroma i astme. Zbog ovakvog stanja životne sredine uočen je sve veći broj oboljelih koji su hospitalizovani, sa oboljenjima kao što su bronhitis, upala pluća, astma, hronična opstruktivna bolest pluća itd. Drugi, sve izraženiji problem jeste karcinom, sterilitet, anomalije kod novorođenčadi razna oštećenja ploda i mnogi drugi zdravstveni problemi (Ministarstvo održivog razvoja i turizma, 2013).

Samim uticajem TE Pljevlja na zdravlje lokalnog stanovništva bavilo se više studija u periodu od 2000. godine do danas. Studija UNDP-a iz 2004. godine iznijela je podatak da je udio akutnih respiratornih bolesti kod djece sa teritorije Pljevalja sa 23 % koliko je registrovano 1985. godine porastao na čak 50 % do 2001. godine. Za isti ovaj period uočen je povećan broj djece koja su se liječila od astme sa 3 % na 11 %.

Druga zvanična studija koja je izvršena na principu projektovanja uticaja novog bloka TE u saradnji NVO Green home i Univerziteta u Štutgartu dala je neke zabrinjavajuće podatke koji pokazuju da bi u slučaju realizacije drugog bloka TE Pljevlja po tehničkim parametrima zadatim od strane Vlade Crne Gore i predviđenim emisijama gasova. Za ukupno predviđeno trajanje rada novog bloka termoelektrane u Pljevljima predviđene su 622 prevremene smrti. Takodje je uradjena i procjena izgubljenih godina rada koja u ovom slučaju iznosi 14 godina (Green Home, 2013).

Istraživanje izvedeno od strane Antić-Mladenović et al. (2009), ne govori samo o zagađenosti vazduha, već i o drugim kontaminiranim oblastima i samom uticaju na zdravlje ljudi kroz lanac ishrane. Oni su ustanovili koje koncentracije teških metala (Pb, Cd, Ni, Cr) se na dnevnom nivou unesu kroz konzumaciju voća gajenog na teritoriji Crne Gore na primjeru borovnice i maline. Nije uočena povišena koncentracija teških metala ni na ispitivanim lokacijama, niti u samom voću, tačnije nije premašila maksimalno dozvoljenu vrijednost i, na osnovu navedenih podataka, konzumacija ovog voća nije predstavljena kao opasna po zdravlje ljudi (Antić-Mladenović et al., 2009).

Istraživanje o uticaju teških metala u više opština na teritoriji Crne Gore, Srbije, Bosne i Hercegovine koja su izložena industrijskom zagađenju (Šir et al., 2016) vršeno je na uzorcima, zemljišta, sedimenta, vode, ribe iz lokalnih rijeka (Čehotina u Pljevljima), jaja, kravljeg mlijeka, povrća, kose lokalnog stanovništva. Naročito povećana koncentracija žive u uzorcima ribe iz Čehotine ukazuje na negativan uticaj zagađenja na biotu. Premašen je preporučeni dnevni unos žive (0.22 mg Hg/kg ribe) dok je sadržaj teških metala u ostalim medijumima bio u okviru dozvoljenih vrijednosti.

Sa druge strane, iako su rezultati sadržaja teških metala u okviru maksimalnih dozvoljenih vrijednosti, (Kračun-Kolarević et al., 2020) studija o zagađenosti rijeke Čehotine i uticaju zagađenja u Pljevljima pokazuje genotoksični, embriotoksični i fitotoksični efekat na embrion zebra ribice iz Čehotine i Vežišnice kao i na korijen crnog luka (*Allium cepa*), a poznato je da cio sjever Crne Gore nema sisteme za prečišćavanje otpadnih voda, već se kao neprerađene ispuštaju u lokalne rijeke.

Kada su biljke u pitanju, sintezom velikih koncentracija organskih kiselina, biljke vezuju teške metale kako bi se helirali kompleksi, koji se skladište u različitim tkivima (kora, list, korijen), ili se skladište u periferne djelove biljaka (dlačice, trnje). Upravo iz tog razloga je veoma važno utvrditi kakav uticaj lokalno zagađenje ima na gajene vrste sa teritorije Pljevalja, naročito ako je riječ o biljkama koje se koriste u svakodnevnoj ishrani. Biljke imaju različite mehanizme kojima se bore sa svim vrstama zagađenja, pa i teškim metalima (Šebek, 2019), ali se postavlja pitanje da li one kao takve predstavljaju opasnost po zdravlje konzumenata.

Istraživanje vršeno u Crnoj Gori, u dolini Zete (Krivokapić & Petrović, 2018), za cilj je imalo analizu teških metala u nekoliko poljoprivrednih kultura kao i zemljišta na kome su iste gajene. Uočeno je da je zemljište bilo kontaminirano niklom i hromom i da su koncentracije premašile maksimalno dozvoljene vrijednosti. Sa druge strane, koncentracije teških metala u biljkama nisu premašile maksimalno dozvoljene vrijednosti i samim tim se ne smatraju rizičnim po zdravlje konzumenata. Stoga, od izuzetnog značaja bi bila ispitivanja bazirana na biomonitoringu kako bi se utvrdio kvalitet i pogodnost zemljišta na kome se gaje poljoprivredne vrste u ovoj regiji.

Istraživanja u kojima se na osnovu sadržaja teških metala u zemljištu, zatim u kulturama gajenim na tom istom zemljištu, ili različitim vrstama hrane porijeklom sa područja koja se nalaze u blizini industrijskog zagađenja, izvršena je procjena zdravstvenog rizika po stanovništvo. Nova saznanja su ukazala na to da li su koncentracije teških metala povezane sa izvorom zagađenja. Takve studije rađene su u Rumuniji, Poljskoj, Saudijskoj Arabiji, Kini, gdje se stavlja akcenat na to koliko su štetne koncentracije unijetih teških metala i kakve posledice ostavljaju. Osim toga, skreće se pažnja na same izvore zagađenja, kako bi se više novca uložilo u pravilno odlaganje otpadom, ili izvršila remedijacija zemljišta koje je korišteno u poljoprivredne svrhe (Ali & Al-Qahtani, 2012; Liang et al., 2019; Manea et al., 2020; Sujka et al., 2019).

Cilj i hipoteze

Ciljevi ove doktorske disertacije su:

- odrediti koncentraciju teških metala (bakar (Cu), cink (Zn), hrom (Cr), olovo (Pb), kadmijum (Cd), arsen (As) i živa (Hg)) u uzorcima poljoprivrednih zemljišta uzorkovanih u okruženju izvora zagađenja (TE sa deponijom pepela i šljake Maljevac, rudnik uglja sa jalovištem Jagnjilo, rudnik cinka i olova sa flotacionim jalovištem Gradac) i sa udaljenih lokacija (slijepa proba) i dati procjenu njihovog zagađenja,
- odrediti sadržaj ispitivanih metala u vocu i povrću (jabuka, paprika, krompir, cvekla, crni luk, šargarepa)
- utvrditi biokoncentracionu i translokcionu sposobnost ispitivanih vrsta prema teškim metalima
- poznavanje sadržaja, vezivanja, migracije, stepena moguće bioakumulacije teških metala u ispitivanim vrstama, značajno je u cilju procjene zdravstvenog rizika konzumacije analiziranih vrsta
- pružanje informacije menadžerima rizika, posebno kreatorima politika i regulatorima, kako bi se donijele najbolje moguće odluke kako bi se zaštitilo zdravlje stanovništva koje živi u ovoj oblasti.

Prilikom izrade ove doktorske disertacije poći će se od sledećih hipoteza:

1. Glavna hipoteza (H01) je da je sadržaj teških metala u zemlji sa lokacija povezanih sa izvorima zagađenja posledica djelovanja navedenih izvora zagađenja.
2. H02 – sadržaj teških metala u biljkama povezan je sa sadržajem teških metala u zemljištu sa koga potiče, ali i sa samom prirodom vrste ili prirodom dijela biljke koji se konzumira.
3. H03 – konzumacija analiziranih vrsta sa teritorije Pljevalja može ugroziti zdravlje stanovništva, stoga je neophodno izvršiti procjenu rizika po principu maksimalnog dnevnog unosa.

Materijali, metode i plan istraživanja

Istraživanje obuhvata terenski i laboratorijski rad, praćen obradom dobijenih podataka.

Terenski rad podrazumijeva prikupljanje uzoraka zemljišta i povrća i voća. Ovaj dio rada odrađen je u periodu od avgusta do novembra 2020. godine. Uzorci su sakupljeni sa poljoprivrednih površina:

1. U okruženju TE Pljevlja i odlagališta industrijskog otpada Maljevac,
2. U okruženju Rudnika uglja AD Pljevlja i odlagališta Jagnjilo,
3. U okruženju starog flotacionog jalovišta Gradac,
4. Sa lokacija udaljenih od izvora zagađenja koji mogu poslužiti kao slijepa proba.

Pored uzoraka zemlje, uzorkovane su poljoprivredne kulture koje se najčešće gaje na teritoriji Pljevalja, samim tim i najviše konzumiraju, a to su: jabuke, paprike, krompir, cvekla, šargarepa, crni luk.

Laboratorijski rad obuhvata pripremu i analizu navedenih uzoraka.

Uzorci zemlje pripremani su po zvaničnoj metodi EPA 3050B za analize metala vršene tehnikom ICP-OES (optička emisiona spektrometrija sa indukovano kuplovanom plazmom (engl. ICP-OES – Inductively coupled plasma – Optical Emission Spectrometry)) i analize sadržaja arsena tehnikom plamene atomske apsorpcione spektrofotometrije (engl. FAAS - Flame Atomic Absorption Spectrometry). Analize zemlje na sadržaj žive vršene su na direktnom živinom analizatoru (engl. DMA – Direct Mercury Analyzer), bez prethodne pripreme uzorka.

Uzorci voća i povrća analizirani su pomoću istih, prethodno navedenih tehnika, ali je priprema uzoraka vršena metodom MEST EN 13805:2009 koja se oslanja na mikrotalasni sistem digestije.

Prije svih analiza neophodno je izvršiti kalibraciju instrumenta, pri čemu korelacioni faktor kalibracione krive mora biti veći od 0,95.

Osim analize na sadržaj teških metala, neophodno je odrediti pH svih uzoraka zemlje kako bi se uočila eventualna povezanost bioakumulacije teških metala sa pH zemljišta i sama dostupnost metala za usvajanje.

Nakon svih prethodno navedenih analiza, cilj je izvršiti statističku obradu rezultata i odrediti indekse koji ukazuju na:

1. zagađenost zemljišta (faktor kontaminacije (Cf) i faktor ekološkog rizika (Er), indeks geoakumulacije (Igeo), indeks opterećenja zagađenjem teškim metalima (engl. PLI - Pollution Load Index)),
2. usvajanje teških metala od strane biljaka (bioakumulacioni faktor (BAF), translokacioni faktor (Tf), indeks opterećenja metalima (engl. MPI – Metal Pollution Indeks)),
3. kao i indekse pomoću kojih se može procijeniti zdravstveni rizik (dnevni unost teških metala (engl. DMI – Daily Metal Intake), procjena izloženosti (engl. E – Exposure) kao i indeks zdravstvenog rizika (engl. HRI – Health Risk Index).

Očekivani naučni doprinos

Kao što je već prethodno pomenuto, veliki broj istraživanja, naročito na teritoriji opštine Pljevlja, bazira se isključivo na praćenju stanja životne sredine, bez konkretnih procjena uticaja po zdravlje ljudi. Ova doktorska disertacija ima drugačiji pristup, sa ciljem uočavanja posledica koje zagađenje životne sredine ostavlja za sobom, kroz posmatranje lanca ishrane stanovništva u ovoj opštini.

Pošto je ova doktorska disertacija jedan segment naučno-istraživačkog multidisciplinarnog projekta „Procjena zdravstvenog rizika u opštini Pljevlja na osnovu podataka dobijenih iz humanog biomonitoringa“ pod pokroviteljstvom Ministarstva nauke Crne Gore, dobijeni rezultati doprinijeće:

- da se po prvi put sprovede naučna studija o životnoj sredini u Crnoj Gori,
- da se dobiju podaci o uticaju industrijski kontaminiranih mjesta (engl. ICS – Industrially Contaminated Sites) na ljudsko zdravlje,
- da se dobiju informacije korisne menadžerima rizika, donosiocima politika i regulatorima,
- da se procjene izloženosti na osnovu biomonitoringa koje će biti od koristi u planiranju intervencija u javnom zdravlju,
- da se izvrši detaljna naučna studija koja obuhvata više aspekata životne sredine,
- da se da doprinos procjeni zdravstvenog rizika konzumacije vrsta gajenih u industrijskim područjima.

Spisak objavljenih radova kandidata

Kandidatkinja do sada nije objavila naučne radove o ovoj temi. Objavljivanje prvog rada očekuje se u narednoj godini. Ipak, kandidatkinja jeste učestvovala na naučnoj konferenciji ICOEST 2020 i rad koji su napisali njeni saradnici i ona treba da bude objavljen u narednom periodu, u ovom momentu objavljen je samo apstrakt.

Popis literature

1. Adriano, D. C. (2001). Bioavailability of Trace Metals. In *Trace Elements in Terrestrial Environments* (pp. 61–89).
2. Ali, M. H. H., & Al-Qahtani, K. M. (2012). Assessment of some heavy metals in vegetables, cereals and fruits in Saudi Arabian markets. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 38(1), 31–37.
3. Antić-Mladenović, S., Radanović, D., Balijagić, J., Jovančević, M., & Ličina, V. (2009). Heavy metals content in the selected soils and fruits in Montenegro and estimation of their dialy intake through fruits consumption. *Contemporary Agriculture*, 63(051), 44–51.
4. Giacomino, A., Malandrino, M., Colombo, M. L., Miaglia, S., Maimone, P., Blancato, S., Conca, E., & Abollino, O. (2016). Metal Content in Dandelion (*Taraxacum officinale*) Leaves: Influence of Vehicular Traffic and Safety upon Consumption as Food. *Journal of Chemistry*, 2016, 9.
5. Home, G. (2013). *Analiza uticaja Termoelektrane Pljevlja na stanovnike Pljevalja sa predikcijom uticaja drugog bloka TE Pljevlja na zdravlje*.
6. Kračun-Kolarević, M., Kolarević, S., Jovanović, J., Đorđević, J., Ilić, M., Sunjog, K., Kostić-Vuković, J., Divac Rankov, A., Ilić, B., Pešić, V., Vuković-Gačić, B., & Paunović, M. (2020). Impact of pollution on rivers in Montenegro: Ecotoxicological perspective. *Handbook of Environmental Chemistry*, 93, 111–133.
7. Krivokapić, S., & Petrović, D. (2018). Trace metals in vegetable plants (*Allium cepa* L. *Capsicum annum* L. *Lycopersicon esculentum* Mill. and *Beta vulgaris* L.) From the Zeta valley of Montenegro. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 2690–2696.
8. Liang, G., Gong, W., Li, B., Zuo, J., Pan, L., & Liu, X. (2019). Analysis of heavy metals in foodstuffs and an assessment of the health risks to the general public via consumption in Beijing, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6).
9. Manea, D. N., Ienciu, A. A., Ștef, R., Șmuleac, I. L., Gergen, I. I., & Nica, D. V. (2020).

Health risk assessment of dietary heavy metals intake from fruits and vegetables grown in selected old mining areas—A case study: The banat area of southern carpathians. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 1–19.

10. Ministarstvo održivog razvoja i turizma. (2013). *Plan kvaliteta vazduha za opštinu Pljevlja: Vol. Februar*.

11. Mišurović, A., Miljanić, Z., Petrović, D., Radulović, M., Jovović, A., Čelebić, A., & Jablan, N. (2013). Bazne studije za detaljni prostorni plan termoelektrane u Pljevljima (DPP) i stratešku procjenu uticaja na životnu sredinu (SPU) za DPP: Analiza stanja životne sredine opštine Pljevlja sa aspekta uticaja postojećih i planiranih tehnološkim procesa termoelektrane u Pljevljima nakon izgradnje drugog bloka. In *Smart Environment Solutions: Vol. June*.

12. Puljić, V. M. (2014). Zagađenje vazduha i zdravlje u Crnoj Gori Činjenice, brojke i preporuke. *Health and Environment Alliance, Decembar*, 1–4.

13. Šćepanović, L., Milošević, B., Đukanović, G., Bataković, M., Božović, A., & Tadić, I. (2019). Informacija o stanju životne sredine u Crnoj Gori za 2018. godinu. In *Agencija za zaštitu životne sredine Crne Gore*.

14. Šebek, G. (2019). Influence of air pollution to amount of total organic acids in wild fruits plants in Pljevlja region. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 29(March), 81–85.

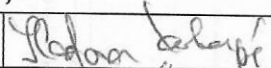
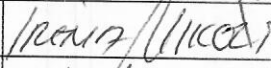
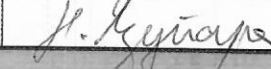
15. Šir, M., Strakova, J., & Petrlík, J. (2016). *Impact of heavy metals from Balkan power plants on inhabitants and the environment* (Issue January).

16. Sujka, M., Pankiewicz, U., Kowalski, R., Mazurek, A., Slepecka, K., & Góral, M. (2019). Determination of the content of Pb, Cd, Cu, Zn in dairy products from various regions of Poland. *Open Chemistry*, 17(1), 694–702.

17. Vujošević, M. (2013). *Uticaj termoelektrane Pljevlja na zdravlje stanovništva Pljevalja*.

SAGLASNOST PREDLOŽENOG/IH MENTORA I DOKTORANDA SA PRIJAVOM

Odgovorno potvrđujem da sam saglasan sa temom koja se prijavljuje.

Prvi mentor	Dr Slađana Krivokapić	
Drugi mentor	Dr Irena Nikolić	
Doktorand	MSc Nevena Cupara	

IZJAVA

Odgovorno izjavljujem da doktorsku disertaciju sa istom temom nisam prijavio/la ni na jednom drugom fakultetu.

U Podgorici,
(navesti datum)
09.02.2021.

Nevena Cupara

