

OCJENA PODOBNOSTI TEME DOKTORSKE DISERTACIJE I KANDIDATA

OPŠTI PODACI O DOKTORANTU	
Titula, ime i prezime	Mr Neda Bošković
Fakultet	Prirodno-matematički fakultet, Podgorica
Studijski program	Zaštita životne sredine
Broj indeksa	01/2018
Podaci o magistarskom radu	„Određivanje uticaja i potencijala primjene nano gvožđa sintetizovanog iz lišća duda i hrasta u elektrokinetičkoj remedijaciji“; Hemija životne sredine; Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Novom Sadu; Republika Srbija; 2017.; 10.00.
NASLOV PREDLOŽENE TEME	
Službeni jezik	PROCJENA EKOLOŠKOG STANJA MORA NA OSNOVU SADRŽAJA TEŠKIH METALA I MIKROPLASTIKE U SEDIMENTU I RIBAMA U PRIOBALNOM MORU CRNE GORE
Engleski jezik	ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE SEA ON THE BASIS OF THE CONTENTS OF HEAVY METALS AND MICROPLASTICS IN SEDIMENT AND FISHES IN THE COASTAL SEA OF MONTENEGRO
Datum prihvatanja teme i kandidata na sjednici Vijeća fakulteta	
Naučna oblast doktorske disertacije	Hemija životne sredine
Za navedenu oblast matični su sljedeći fakulteti	
Prirodno-matematički fakultet, Podgorica	
A. IZVJEŠTAJ SA JAVNE ODBRANE POLAZNIH ISTRAŽIVANJA DOKTORSKE DISERTACIJE	
U utorak 24. 09.2019. godine u 12h u Sali Prirodno-matematičkog fakulteta, doktorandkinja Neda Bošković, pristupila je odbrani polaznih istraživanja doktorske disertacije pod nazivom „Procjena ekološkog stanja mora na osnovu sadržaja teških metala i mikroplastike u sedimentu i ribama u priobalnom moru Crne Gore“ u prisustvu komisije u sastavu: 1. Prof. dr Biljana Damjanović-Vratnica, redovni profesor Metalurško-tehnološkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (predsjednik komisije) 2. Prof. dr Dragana Milošević-Malidžan vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (član komisije) 3. Dr Danijela Joksimović, viši naučni saradnik Instituta za biologiju mora Univerziteta Crne Gore (mentor) Kandidatkinja je u tridesetminutnom izlaganju predstavila osnovne metodološke elemente (obrazloženje disertacije, metode i plan istraživanja, ciljeve i hipoteze, statističke obrade i potencijalni naučni doprinos) svojih polaznih istraživanja na argumentovan način. Nakon	

izlaganja, komisija je pristupila ispitivanju kandidatkinje. Pitanja su se odnosila na pojašnjavaње pojmova i metoda koji su navedeni tokom izlaganja, na koje je kandidatkinja na precizan način odgovorila i dala argumente na postavljena pitanja. Na kraju odbrane komisija je konstatovala da je kandidatkinja uspješno odbranila polazna istraživanja doktorske disertacije.

B. OCJENA PODOBNOSTI TEME DOKTORSKE DISERTACIJE

B1. Obrazloženje teme

Crnogorsko primorje, a naročito Bokokotorski zaliv je pod velikim uticajem antropogenih faktora i aktivnosti koje se odvijaju na njegovoj obali (Joksimović, *et al.*, 2016). Zagađenje morske sredine teškim metalima je višedecenijski problem, a samim tim neiscrpan izvor istraživanja za mnoge naučnike širom svijeta (Makedonski, *et al.*, 2015). Prisustvo teških metala u akvatičnim ekosistemima u koncentracijama koje su iznad maksimalno dozvoljene koncentracije direktno ugrožava život biljaka, životinja i ljudi, kao značajnih karika u lancu ishrane. Zbog toga je veoma važno pratiti prisustvo teških metala i metaloida ali i drugih faktora u morskoj vodi, akvatičnim organizmima i sedimentima (Ahmad and Sarah, 2015). Teški metali u morskoj vodi imaju tendenciju da budu ugrađeni u sedimente. U morskoj vodi, sediment može djelovati kao izvor metala kad god se promijene prirodni i geohemijski uslovi u kontaktnom sloju sediment-morska voda. Zbog toga je sediment pogodan indikator za praćenje stanja životne sredine (Tan, *et al.*, 2016; Ubeid, *et al.*, 2018). Teški metali se mogu bioakumulirati i biomagnifikovati preko prehrambenog lanca i konačno asimilirati od strane potrošača koji dovode do zdravstvenih rizika. Kako su ribe najbolji predatori u vodenom lancu ishrane često se prepoznaju kao bioindikator zagađenja metalima (Olusola and Festus, 2015). Upravo se u MedPol programu (Mediterranean Pollution Monitoring and Research Programme) kao značajna indikatorska vrsta za praćenje zagađenja koristi barbun (*Mullus barbatus*) (FAO/UNESCO/IOC/WHO/WMO/IAEA/UNEP, 1984).

Posljednjih godina hrana iz mora a naročito riba i njeni proizvodi zauzimaju značajno mjesto u ishrani ljudi. Njihova potrošnja naročito se povećala od 1995. godine, i to prije svega zbog njihove hranjive i nutritivne vrijednosti (Baltić, *et al.*, 2009). Međutim, upravo iz ovih razloga, posebnu pažnju treba posvetiti i na eventualno prisustvo štetnih i opasnih materija koje direktno mogu djelovati na zdravlje ljudi (Burger and Gochfeld, 2009). Koncentracije teških metala u tkivima i organima riba ukazuju na koncentracije teških metala u vodi, sedimentu i njihovu akumulaciju u lancima ishrane (Ahmad and Sarah, 2015). Pošto teški metali, a naročito toksični, štetno deluju na ljudsko zdravlje neophodno je pratiti zastupljenost metala u tkivu i organima naročito jer njihova proizvodnja i upotreba u ishrani stanovništva sve više raste. Zbog zaštite zdravlja potrošača, količina teških metala ograničena je propisima u većini zemalja u svijetu pa i kod nas, na način jer su utvrđene maksimalno dozvoljene koncentracije metala (MDK) u ribi i drugim morskim proizvodima. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO, 2008) i Svjetska organizacija za hranu i poljoprivredu (FAO, 2014) definišu obavezan monitoring za osam elemenata kod riba, i to za: Hg, Cd, Pb, As, Cu, Zn, Fe i Sn, a monitoring se preporučuje i za Mn i Cr.

Masovna upotreba plastike dovela je do njene pojave u raznim ekosistemima, a posebno je teško pratiti učinke njenog prisustva u morskom ekosistemu. U zavisnosti vrste plastike i lokalnih uslova, njena degradacija u moru može se kretati od nekoliko dana do nekoliko stotina godina. Raspad prati njenu razgradnju do mikro i nano plastike u kraćim vremenskim intervalima, čime je olakšano njeno unošenje u morske organizme i dalje kretanje kroz lanac ishrane. Polimeri mogu u svom sastavu imati hemijske aditive i kontaminante štetne za morske organizme, čak i u ekstremno niskim koncentracijama, pa njihovo prisustvo u morskoj sredini

predstavlja potencijalni rizik po zdravlje ovog ekosistema, bioraznolikost i dostupnost morske hrane (Gallo, *et al.*, 2018). Na globalnom nivou, plastični otpad predstavlja 83–87% ukupnog morskog otpada (Gomiero, *et al.*, 2018). Mikroplastika u morskom ekosistemu ima štetan uticaj na živi svijet: ulazi u probavni sistem morskih organizama, nakuplja se i prenosi kroz lanac ishrane i s vremenom dolazi do čovjeka. Termin "mikroplastika" se koristi za opisivanje malih plastičnih čestica, prečnika < 5 mm, uzorkovanih iz okoline (GESAMP, 2015). Plastične mikročestice mogu se naći u površinskim vodama, sedimentima morskog dna, plažnom sedimentu i širokom spektru živih organizama (beskičmenjaka, riba, ptica, sisara) od Arktika do Antarktika. Dokazano je da riba sadrži visoku koncentraciju mikroplastike, i da se najviše nalazi u želudcu i crijevima (Browne, *et al.*, 2013). Neke studije pokazuju da su morski sedimenti dominantno kontaminirani plastičnim mikročesticama (Claessens, *et al.*, 2011; Vianello, *et al.*, 2013). Mikroplastika može da adsorbira i transportuje vodene i vazdušne zagađivače, među kojima spadaju i metali (Ashton, *et al.*, 2010; Holmes, *et al.*, 2012; Brennecke, *et al.*, 2016). Trenutno ne postoje univerzalno prihvaćene metode uzorkovanje i analize mikročestica u morskoj vodi, plažnom i morskom sedimentu i živim organizmima, a dostupne metode imaju potencijalna odstupanja. Razvoj metoda za uzorkovanje i analizu mikročestica plastike je važna oblast u pomorskoj nauci o moru. U cilju postizanja visoke tačnosti dobijenih rezultata, bolje uporedivosti sa literaturnim podacima u ovom istraživanju će se primjenjivati "Smjernice za praćenje morskog otpada u evropskim morima" (Hanke, *et al.*, 2013) i "Laboratorijske metode za analizu mikroplastike u morskom okruženju" (Masura, *et al.*, 2015). Predmet ovog istraživanja je procjena kvaliteta morskog ekosistema na području crnogorskog primorja sa stanovišta prisustva teških metala i mikroplastike u sedimentu i ribama, primjenom kombinovanog metodološkog pristupa određivanja njihovog sadržaja u pomenutim matriksima. Ovaj pristup podrazumijeva upotrebu konvencionalnih metoda hemijske analize teških metala u sedimentu i ribama, kao i jedinstvene metodologije određivanja mikroplastike u oba matriksa. Rezultati analize sadržaja elemenata u sedimentu treba da objasne njegovu ulogu kao rezervoara i sekundarnog izvora kontaminanata u površinskim vodama i omogućće procjenu stepena zagađenja sedimenata ispitivanog područja.

B2. Cilj istraživanja i hipoteze

Naučni cilj istraživanja je određivanje kvaliteta morskog ekosistema crnogorskog primorja, na osnovu sadržaja teških metala i mikroplastike u sedimentu i ekonomski važnim vrstama riba, primjenom multidisciplinarnog pristupa koji uključuje savremene hemijske metode analize teških metala i jedinstvenu metodu određivanja mikroplastike u oba matriksa. Ovom disertacijom postavljeni su sledeći ciljevi:

- Odrediti koncentraciju teških metala u sedimentima u toku dvije istraživačke godine (proljećni i jesenji aspekt) i uporedi njihov odnos;
- Odrediti Koncentracioni faktor (CF), indeks zagađenja metalima (PLI), geo-akumulacioni index (Igeo) i definisati lokacije sa njegovim povećanim sadržajem odnosno kategorizovati ispitivana područja;
- na osnovu sadržaja ispitivanih metala, procijeniti u kojoj mjeri je sediment rezervoar i sekundarni izvor kontaminanata u istraživanom području.
- Odrediti koncentraciju teških metala u ribama, u obje istraživačke godine i uporediti njihove odnose kroz sezone (proljeće - jesen);
- Na osnovu podataka metala u sedimentu i ribama odrediti vrijednost koeficijenta korelacije, r , na osnovu kojeg će se analizirati efekti sinergizma i antagonizma ispitivanih metala usled njihove apsorpcije i akumulacije od strane ove morske vrste;
- Odrediti sadržaj i identifikovati mikroplastiku u površinskom sedimentu i ekonomskim

značajnim vrstama riba na crnogorskom primorju primenom FTIR spektrometrije.

Osnovna hipoteza zasnovana je na primjeni jedinstvene metodologije određivanja prisustva mikroplastike, koja treba da omogući dobijanje pouzdanih i reprezentativnih rezultata istraživanja sedimenta i ribe kao i jačanje istraživačkog kapaciteta u domenu istraživanja biogeohemijskog ciklusa teških metala i njihovog uticaja na kvalitet sedimenta kao važne ekosistemske cjeline, a takođe i u domenu kontrole zdravlja ekonomski značajnih vrsta riba, kao izvor morske hrane u ljudskoj prehrani. Teški metali prepoznati su kao veoma značajan činiac koji utiče na biohemijske procese i stanje kvaliteta morskog ekosistema, i da se poslednjih decenija izuzetna pažnja poklanja praćenju njihovog sadržaja kako u abiotskom segmentu ovog ekosistema, tako i u bioti.

B3. Metode i plan istraživanja

Metodologija ove disertacije predstavlja kombinaciju terenskog rada (uzorkovanje sedimenata i ribe na odabranim lokalitetima), laboratorijskog rada (tehnik hemijske analize teških metala i mikroplastike u sedimentu i ribama) i statističke analize dobijenih rezultata i njihovog poređenja sa podacima iz literature.

Procjena kvaliteta sedimenata često je ograničena na hemijsku karakterizaciju. Uglavnom, samo određivanje polutanata i njihovih koncentracija ne mogu da pruže dovoljno informacija da bi se adekvatno odredili eventualni antagonistički efekti ili interakcije između polutanata. Toksičnost sedimenata može se definisati kao ekološka i biološka promjena izazvana kontaminiranjem sedimenata (Balkis and Çağatay, 2001). Čak i kada se koncentracije kontaminanata mogu precizno izmjeriti, hemijske analize ne daju informaciju o mogućnosti njihovih loših efekata (Chapman, 2007). Na primjer, mnogi metali vezani su za sedimente ili čestice u vodi u takvim količinama da su inertni u djelovanju na živi svijet. Prema tome, visoko izmjereni nivo nekih metala, iako veoma zabrinjavajući, mogu biti od minimalnog uticaja.

Živi organizmi zbog svoje sposobnosti da apsorbiraju razne zagađivače iz vode, predstavljaju veoma pogodan indikator za analizu zagađenja morske sredine. Primjena živih organizama ima niz prednosti u odnosu na standardne hemijske metode analize tragova metala u uzorcima morske vode i sedimenata. Živi organizmi, za razliku od klasičnih metoda, omogućavaju određivanje tačne koncentracije biološki dostupnih oblika metala u morskoj sredini. Biodostupnost se odnosi na cjelokupnu koncentraciju hemijskih materija u okolini, ili na njen dio koji morski organizam može da apsorbira.

U ovom radu određivaće se sadržaj teških metala u sedimentu i ribama kao i određivanje prisustva i identifikacije mikroplastike na oko 10 lokacija duž crnogorske obale. Lokacije koje će biti obuhvaćene ovim istraživanjima biće odabrane na osnovu pregleda literature u pogledu prethodnog istraživanja, i to: Dobrota-IBM, Orahovac (Cogi), Tivat, Sveta Nedelja, Bijela, Herceg Novi, Žanjice, Budva, Bar i Ada Bojana. Zbog specifičnosti uzorkovanja, riba će biti sakupljena od lokalnih ribara i kočara, sa lokacija gdje je to moguće uraditi. Hemijskim analizama određivaće se sadržaj Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr, Cd, Ni, As i Hg metodama atomske apsorpcione spektrometrije (AAS). Pored uobičajene F-AAS atomske apsorpcione spektrometrije za određivanje As i Hg koristiće se hidridna tehnika atomske apsorpcione spektrometrije (HG/CV-AAS). Za određivanje veoma niskih koncentracija pojedinih metala primjenit će se grafitna tehnika atomske apsorpcione analize (GF-AAS) ili tehnika induktivno spregnute plazme optičke emisije spektrometrije (ICP-OES). Identifikacija mikroplastike radiće se primenom Fourierove infracrvene (FTIR) spektroskopije koja nudi mogućnost precizne identifikacije plastičnih polimernih čestica prema njihovom karakterističnom IR spektru. FTIR spektroskopija pruža komplementarne informacije o mikroplastičnim uzorcima, omogućava

mjerjenje broja i veličina čestica, kao i identifikaciju polimera.

B4. Naučni doprinos

U ovoj disertaciji vršiće se istraživanje sedimenta i odabranih ekonomski značajnih vrsta riba na deset (10) lokacija duž crnogorske obale u periodu od dvije godine. Projektna istraživanja obuhvataju određivanje sadržaja teških metala u uzorcima površinskog sedimenta i odabranih vrsta riba u dvije sezone tokom istraživačkog perioda. Od posebnog značaja su istraživanja koja se po prvi put sprovode na istraživanom području, a odnose se na identifikaciju i određivanje sadržaja mikroplastike u površinskom sedimentu, kao i određivanje mikroplastike u pojedinim ekonomski važnim vrstama riba. Hemijskim analizama određivaće se sadržaj teških metala Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cr, Cd, Ni, As i Hg metodama atomske apsorpcione spektrometrije, AAS. Za određivanje izrazito toksičnih elemenata As i Hg, koristiće se hidridna hladnih živinih para, HG/CV-AAS. Sadržaj elemenata u tragovima, zbog njihovih veoma niskih koncentracija u sedimentu ili bioti, određiće se primjenom grafitne (GF-AAS) ili induktivno spregnute plazme optičke emisije spektrometrije (ICP-OES).

Poseban doprinos ove doktorske disertacije predstavlja primjenu jedinstvene metodologije određivanja prisustva mikroplastike, koja treba da omogući dobijanje pouzdanih i reprezentativnih rezultata istraživanja sedimenta i ribe. Teški metali prepoznati su kao veoma značajan činiac koji utiče na biohemijske procese i stanje kvaliteta morskog ekosistema, pa se poslednjih decenija izuzetna pažnja poklanja praćenju njihovog sadržaja kako u abiotskom segmentu ovog ekosistema, tako i u bioti. S tim u vezi, očekivani ishod projekta je unapređenje nacionalnog istraživačkog kapaciteta u domenu istraživanja biogeochemijskog ciklusa teških metala i njihovog uticaja na kvalitet sedimenta kao važne ekosistemske cjeline, a takođe i u domenu kontrole zdravlja ekonomski značajnih vrsta riba, kao izvor morske hrane u ljudskoj prehrani. Stečena znanja tokom trajanja projekta predstavljaju osnovu kako za prenos iskustava u okviru naučne zajednice sličnog istraživačkog interesovanja, tako i za prenos znanja u okviru Instituta narednim generacijama istraživača, te daljeg istraživanja na osnovama projektnih rezultata. Krajnji korisnik rezultata ovog istraživanja biće prije svega šira naučna zajednica, jer će rezultati biti publikovani u referentnim naučnim časopisima i predstavljeni na konferencijama, seminarima i tematskim radionicama. Tako prezentovani, rezultati će koristiti i drugim zainteresovanim stranama, direktno ili indirektno uključenim u očuvanje životne sredine i zdravlja ljudi. Prije svega, donosiocima odluka na lokalnom i nacionalnom nivou u donošenju odluka u dijelu zaštite i očuvanja morskog ekosistema, kao i procjeni i upravljanju rizicima od mogućeg povišenog prisustva teških metala i mikroplastike u sedimentu i bioti.

B5. Finansijska i organizaciona izvodljivost istraživanja

Predstavljeno istraživanje iziskuje značajna finansijska sredstva, međutim izvjesno je da će ono biti završeno u vremenskom roku predloženom za završetak disertacije. Kandidatkinja je konkurisala za dodjelu stipendija za doktorska istraživanja na univerzitetima u Crnoj Gori. Ukoliko njena prijava ne bude pozitivno ocenjena za finansiranje, mentor će uključiti kandidatkinju u projekte koji se obavljaju u institutu u okviru kojih će kandidatkinja dobiti dio sredstava za potrebe istraživanja i na taj način u potpunosti realizovati istraživanja.

Literatura

1. Ahmad, A. and Sarah, A. (2015). Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in Fish Species Collected from Catchments of Former Tin Mining. *International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology*, 2(4), 9-21.
2. Ashton, K., Holmes, L. and Turner, A. (2010). Association of metals with plastic production pellets in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 60 (11), pp 2050-2055.
3. Balkis, N. and Çağatay, M. N. (2001). Factors controlling metal distribution in the surface sediment in the Erdek Bay, Sea of Marmara, Turkey. *Environ. Intern.* 27, 1-13.
4. Baltić, Ž.M., Kilibarda, N. and Dimitrijević, M. (2009). Factors important for the sustainability of fish and selected fish products in traffic. *Meat technology*, 50 1- 2, 166-176.
5. Bat, L., Öztekin, H.C. and Üstün, F. (2015). Heavy Metal Levels in Four Commercial Fishes Caught in Sinop Coasts of the Black Sea, Turkey, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 15: 393-399 (2015), doi: 10.4194/1303-2712-v15_2_25, ISSN 1303-2712.
6. Brennecke, D., Duarte, B., Paiva, F., Caçador, I. and Canning-Clode, J. (2016). Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. *Estuarine, Coastal Shelf Sci.*, 178(5): 189-195.
7. Brkić, D., Bošnjir, J., Bošković, A.G., Miloš, S., Šabarić, J., Lasić, D., Jurak, G., Cvetković, B., Racz, A. and Mojsović Čuić, A. (2017). Determination of heavy metals in different fish species sampled from markets in Croatia and possible health effects, *Med Jad* 2017;47(3-4):89-105.
8. Browne M.A.A., Niven S.J.J., Galloway T.S.S., Rowland S.J.J. and Thompson R.C.C. (2013). Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity. *Current Biology* 23, 2388–2392.
9. Burger, J. and Gochfeld, M. (2009). Perceptions of the risks and benefits of fish consumption: Individual choices to reduce risk and increase health benefits. *Environmental Research*, 109, 343–349.
10. Carpenter, E.J., Anderson, S.J., Harvey, G.R., Miklas, H.P. and Peck, B.B. (1972). Polystyrene spherules in coastal waters. *Science*, 17(4062):749-750.
<http://links.jstor.org/sici?sici=00368075%2819721117%293%3A178%3A4062%3C749%3APSICW%3E2.0.CO%3B2-E>
11. Chapman, P.M. (2007). Determining when contamination is pollution – weight of evidence determinations for sediments and effluents. *Environ. Intern.* 33, 492-501.
12. Chen, F., Lin, J., Qian, B., Wu, Z., Huang, P., Chen, K., Li, T. and Cai, M. (2018). Geochemical Assessment and Spatial Analysis of Heavy Metals in the Surface Sediments in the Eastern Beibu Gulf: A Reflection on the Industrial Development of the South China Coast, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 496; doi:10.3390/ijerph15030496.
13. Claessens, M., Van Cauwenberghe, L., Vandegehuchte, M.B., and Janssen C.R. (2013). New techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 70, p.227-233, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.03.009>, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X13001495>.
14. Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., and Galloway, T.S. (2011). Microplastics as

- contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, v.62, 12, p.2588–2597, <http://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>.
15. Copat, C., Bella, F., Castaing, M., Fallico, R., Sciacca, S. and Ferrante, M. (2012). Heavy Metals Concentrations in Fish from Sicily (Mediterranean Sea) and Evaluation of Possible Health Risks to Consumers, *Bull Environ Contam Toxicol* (2012) 88:78–83, doi: 10.1007/s00128-011-0433-6.
 16. Dobaradaran, S., Naddafi, K., Nazmara, S. and Ghaedi, H. (2010). Heavy metals (Cd, Cu, Ni and Pb) content in two fish species of Persian Gulf in Bushehr Port, Iran. *African Journal of Biotechnology* Vol.9(37), pp. 6191-6193, 13 September, 2010. DOI: 10.5897/AJB09.2020, ISSN 1684-5315©2010 Academic Journals.
 17. El-Moselhy, M., Othman, A.I., Abd El-Azem, H. and El-Metwally, M.E.A. (2014). Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of sish in the Red Sea, Egypt, Elsevier, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejbas.2014.06.00>.
 18. FAO/UNESCO/IOC/WHO/WMO/IAEA/UNEP: Co-ordinated ~edi terranean Pollution Monitoring and Research Programme (MED POL) - Phase I: Programme Description. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 23. UNEP, 1983.
 19. Food and Agriculture Organization/World Health Organization (2014). Joint FAO/WHO food standards programme codex committee on contaminants in foods. Eighth Session The Hague, The Netherlands, 31 March – 4 April 2014.
 20. Fotopoulou, K.N. and Karapanagioti, H.K. (2012). Surface properties of beached plastic pellets. *Marine Environmental Research*, 81 (0). pp 70-77.
 21. Gallo, F., Fossi, C., Weber, R., Santillo, D., Sousa, J., Ingram, I., Nadal, A. and Romano, D. (2018). Marine litter plastics and microplastics and their toxic chemicals components: the need for urgent preventive measures. *Environ Sci Eur*. 2018; 30(1): 13.
 22. GESAMP (2015). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment (Kershaw, P.J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMPNo. 90, 96 p.
 23. Gomiero, A., Strafella, P. and Fabi, G. (2018). From Macroplastic to Microplastic Litter: Occurrence, Composition, Source Identification and Interaction with Aquatic Organisms. Experiences from the Adriatic Sea, National Research Council-Institute of Marine Sciences (CNR-ISMAR), Ancona, Italy, DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.81534>.
 24. Hanke, G., Galgani, F., Werner, S., Oosterbaan, L., Nilsson, P., Fleet, D., Kinsey, S., Thompson, R., Palatinus, A., Van Frankeker, J.A., Vlachogianni, T., Scoullou, M., Veiga, J.M., Matiddi, M., Alcaro, L., Maes, T., Korpinen, S., Budziak, A., Leslie, H., Gago, J. and Liebezeit G. (2013). Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas. Publications Office of the European Union. ISBN: 978-92-79-32710-0 (print) 978-92-79-32709-4 (pdf), ISSN: 1018-5593 (print) 1831-9424 (online), DOI: 10.2788/99816 (print) 10.2788/99475 (pdf), <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC83985>.
 25. Holmes, L.A., Turner, A. and Thompson, R.C. (2012). Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. *Environmental Pollution*, 160 (0). pp 42-48.
 26. Hwang, D.W., Kim, S.S., Kim, S.G., Kim, D.S. and Kim, T.H. (2017). Concentrations of Heavy Metals in Marine Wild Fishes Captured from the Southern Sea of Korea and Associated Health Risk Assessments, *Ocean Sci. J.* (2017) 52(4):527-536, <http://dx.doi.org/10.1007/s12601-017-0044-1>, pISSN 1738-5261, eISSN 2005-7172.

27. Joksimović, D., Castelli, A., Mitrić, M., Martinović, R., Perošević, A., Nikolić, M. and Stanković, S. (2016). Metal Pollution and Ecotoxicology of the Boka Kotorska Bay. In: Joksimović A., Djurović M., Semenov A., Zonn I., Kostianoy A. (Ed) The Boka Kotorska Bay Environment, The Handbook of Environmental Chemistry, Springer International Publishing Switzerland 2016, vol. 54, pp129-150.
28. Joksimović, D., Perošević, A., Đurović, D. and Stanković, S. (2016). Contents of heavy metals in coastal surface sediments from Montenegrin coast, Rapp. Comm. int. Mer Médit., 41, 2016, <https://www.researchgate.net/publication/323959669>.
29. Kedzierski, M., Le Tilly, V., Bourseau, P., Bellegou, H., César, G., Sirc, O. and Bruzard, S. (2016). Microplastics elutriation from sandy sediments: A granulometric approach. Marine Pollution Bulletin, v. 107, 1, p. 315-323, <http://www.sciencedirect.com/science/journal/0025326X/107/1>.
30. Makedonski, Lj., Psycheva, K. and Stancheva, M. (2015). Determination of some heavy metal of selected black sea fish species, Food Control, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.08.024>.
31. Masura J., Baker, J., Foster, G., and Arthur, C. (2015). Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48, pp. 31.
32. Mehoul, F., Bouayad, L., Hammoudi, A.H., Ayadi, O. and Regad, F. (2019). Evaluation of the heavy metals (mercury, lead, and cadmium) contamination of sardine (*Sardina pilchardus*) and swordfish (*Xiphiar gladius*) fished in three Algerian coasts, Veterinary World, 12(1): 7-11. doi: 10.14202/vetworld.2019.7-11.
33. Mihailović, R. and Joksimović, D. (2002). Heavy metals in sediments from Boka Kotorska Bay, Stud Mar 23(1):49-56.
34. Olusola, J.O. and Festus, A.A. (2015). Assessment of Heavy Metals in Some Marine Fish Species Relevant to their Concentration in Water and Sediment from Coastal Waters of Ondo State, Nigeria. J Marine Sci Res Dev 5: 163. doi:10.4172/2155-9910.1000163.
35. Renieri, E.A., Alegakis, A.K., Kiriakakis, M., Vinceti, M., Ozcagli, E., Wilks, M.F. and Tsatsakis, A.M. (2014). Cd, Pb and Hg Biomonitoring in Fish of the Mediterranean Region and Risk Estimations on Fish Consumption; Toxics 2014, 2, 417-442; doi:10.3390/toxics2030417; ISSN 2305-6304.
36. Savitha, S., Srinivasalu, S., Suresh, S. and Jayamoorthy, K. (2018). Distribution of Heavy Metals in the Marine Sediments of Various Sites in Karaichalli Island, Tuticorin, Gulf of Mannar, India, Silicon (2018) 10:1419-1425, <https://doi.org/10.1007/s12633-017-9619-9>.
37. Stanković, S., Jović, M., Mihajlović, M., Joksimović, D. and Tanaskovski, B. (2015). Metal pollution determined by pollution indices for sea grass *P. oceanica* and surface sediments. Arch. Biol. Sci., Belgrade, 67 (1), 91-101, 2015, DOI:10.2298/ABS140410010S.
38. Tan, W.H., Tair, R., Mohd Alil, S.A., Talibe, A., Sualin, F. and Payus, C. (2016). Distribution of Heavy Metals in Seawater and Surface Sediment in Coastal Area of Tuaran, Sabah, Transactions on Science and Technology. 3(1-2), 114 - 122.
39. Thomson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.G., Mcgonigle, D. and Russell, A.E. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? Science 304, 838.

40. Ubeid, K.F., Al-Agha, M.R. and Almeshal, W.I. (2018). Assessment of heavy metals pollution in marine surface sediments of Gaza Strip, southeast Mediterranean Sea, *Journal of Mediterranean Earth Sciences* 10 (2018), 109-121, doi: 10.3304/JMES.2018.001.
 41. UNEP, 2016. Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change. United Nations Environment Programme, Nairobi.
 42. Van Cauwenberghe L., Devriese, L., Galgani, F., Robbins, J. and Janssen, C.R. (2015). Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. *Marine Environmental Research*.v. 111, p.5-17, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.06.007>, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141113615000938>.
 43. Van Franeker, J.A., Blaize, C., Danielsen, J., Fairclough, K., Gollan, J., Guse, N., Hansen, P.L., Heubeck, M., Jensen, J.K., Le Guillou, G., Olsen, B., Olsen, K.O., Pedersen, J., Stienen, E.W.M. and Turner, D.M. (2011). Monitoring plastic ingestion by the northern fulmar *Fulmarus glacialis* in the North Sea. *Environmental Pollution*, 159 (10). pp 2609-2615.
 44. Vianello A., Boldrin, A., Guerriero, P., Moschino, V., Rella, R., Sturaro, A. and Da Ros, L. (2013). Microplastic particles in sediments of Lagoon of Venice, Italy: First observations on occurrence, spatial patterns and identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 130, p. 54– 61.
 45. World Health Organization, 2008. Guidelines for Drinking-water Quality, Third Edition Incorporating the First and Second Addenda, Volume 1 Recommendations World Health Organization. WHO Press, World Health Organization, Geneva, Switzerland, 306-308.
- Zhuang, W. and Gao, X. (2014). Integrated Assessment of Heavy Metal Pollution in the Surface Sediments of the Laizhou Bay and the Coastal Waters of the Zhangzi Island, China, Comparison among Typical Marine Sediment Quality Indices, *PLOS ONE* | www.plosone.org 1 April 2014 | Volume 9 | Issue 4 | e94145

Mišljenje i prijedlog komisije

Komisija smatra da je predlog istraživanja doktorske disertacije kandidatkinje mr Nede Bošković u cijelini sadržajna na način da će istraživanja biti originalna, da će imati naučnu i terorijsku vrijednost, te da će rezultati ostvareni ovim istraživanjima predstavljati značajan naučni doprinos u procjeni statusa na prisustvo navedenih kontaminanata po okolnu morsku sredinu. Inovativni potencijal buduće disertacije ogleda se u metodološkom pristupu polaznih istraživanja koji se može unaprijediti, kako u pogledu primjenjenih tehnika, tako i pogledu odabira drugih morskih vrsta ili tehnika za potrebe analize matriksa. Očekujemo da ovaj stav budu potvrđen publikovanjem u časopisima visokog impakt faktora.

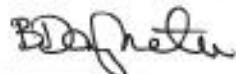
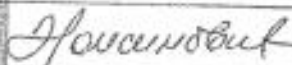
Na osnovu vrednovanja polaznih istraživanja pod naslovom „Procjena ekološkog stanja mora na osnovu sadržaja teških metala i mikroplastike u sedimentu i ribama u priobalnom moru Crne Gore“, komisija predlaže Vijeću Prirodno-matematičkog fakulteta, da prihvati njen pozitivan izvještaj tj. Pozitivnu ocjenu o podobnosti doktorske disertacije kandidatkinje, kao i da to isto predloži Senatu Univerziteta Crne Gore i time ih predloži za dalju proceduru predviđenu Pravilima doktorskih studija Univerziteta Crne Gore.

Predlog izmjene naslova

(po potrebi predložiti izmjenu naslova)

Prijedlog promjene mentora i/ili imenovanje drugog mentora

(titula, ime i prezime, ustanova)		
Planirana odbrana doktorske disertacije		
2021		
Izdvojeno mišljenje		
(popuniti ukoliko neki član komisije ima izdvojeno mišljenje)		
		Ime i prezime _____

Napomena (popuniti po potrebi)		
ZAKLJUČAK		
Predložena tema po svom sadržaju odgovara nivou doktorskog studija	DA	
Tema omogućava izradu originalnog naučno-istraživačkog rada koji odgovara međunarodnim kriterijumima kvaliteta disertacije	DA	
Kandidat može na osnovu sopstvenog akademskog kvaliteta i stečenog znanja da uz adekvatno mentorsko vođenje realizuje postavljenu cilj	DA	
Komisija za ocjenu podobnosti teme i kandidata		Potpis
Prof. dr. Biljana Damjanović-Vratonja, redovni profesor Metalurško-tehničkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (predsjednik komisije)		
Prof. dr. Dragana Milošević Malidžan, vanredni profesor Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta Crne Gore (član komisije)		
Dr. Danijela Joksimović, viši naučni saradnik Instituta za biologiju mora Univerziteta Crne Gore (mentor)		
U Podgorici, (navesti datum)		DEKAN

PRILOG

PITANJA KOMISIJE ZA OCJENU PODOBNOSTI TEME I KANDIDATA	
Prof. dr Biljana Damjanović-Vratnica (predsjednik komisije)	Kako ćete ocijeniti relevantnost korišćenja odabranih ribljih vrsta kao bioindikatora za mikroplastiku u morskim ekosistemima? Koja tkiva i organi riba će biti korišćeni za ispitivanje sadržaja metala i mikroplastike, objasniti?
Prof. dr Dragana Milošević-Malidžan (član komisije)	Navedite kriterijume koje ste koristili pri odabiru vrsta riba koje ćete koristiti u istraživanju? Da li postoje lietraturni podaci o efektima mikroplastike na zdravlje riba?
Dr Danijela Joksimović (mentor)	Da li očekujete da neki od pomenutih metala mogu da prekorače MDK (maksimalno dozvoljenu koncentraciju) kod riba, objasniti? Da li je postoji neki pravilnik u kome je definisana MDK u pogledu prisustva mikroplastike u sedimentu i ribama?
PITANJA PUBLIKE DATA U PISANOJ FORMI	
(Ime i prezime)	/
	/
	/
(Ime i prezime)	/
	/
	/
(Ime i prezime)	/
	/
	/
ZNAČAJNI KOMENTARI	