

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU

Na sednici Nastavno-naučnog Veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu održanoj 17.11.2011. godine određeni smo za članove Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije mr Danijela S. Joksimović (rođene Vitošević), dipl. hemičara za istraživanje i razvoj, pod naslovom „Sadržaj teških metala u ekosistemu crnogorskog primorja kao posledica zagađenja životne sredine“.

Posle pregleda doktorske disertacije kandidata mr Danijele S. Joksimović, Komisija podnosi Nastavno-naučnom Veću tehnološko-metalurškog fakulteta sledeći

I Z V E Š T A J
o urađenoj doktorskoj disertaciji

1. UVOD

Naslov i obim disertacije

Doktorska disertacija mr Danijele S. Joksimović, dipl. hemičara za istraživanje i razvoj, pod naslovom: „Sadržaj teških metala u ekosistemu crnogorskog primorja kao posledica zagađenja životne sredine“ napisana je na 174 strana, sadrži 19 slika, 33 tabela, 19 grafika i 212 literaturnih navoda. Sadržaj teze je izražen kroz uobičajnu strukturu: Izvod (na srpskom i engleskom jeziku), Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i Diskusija, Zaključci i Literatura.

Hronologija odobravanja i izrade disertacije

- 26.06.2006. - sednica Nastavno-naučnog Veća Tehnološko-metalurškog fakulteta na kojoj je doneta Odluka o odobravanju predloga teme doktorske disertacije mr Danijele S. Joksimović, dipl. hemičara za istraživanje i razvoj, pod naslovom „Sadržaj teških metala u ekosistemu crnogorskog primorja kao posledica zagađenja životne sredine“.
- 14.09.2006. - sednica Stručnog Veća iz oblasti prirodnih nauka, na kojoj je data saglasnost na predlog teme doktorske disertacije mr Danijele S. Joksimović, pod naslovom „Sadržaj teških metala u ekosistemu crnogorskog primorja kao posledica zagađenja životne sredine“.
- 17.11.2011. - sednica Nastavno-naučnog Veća Tehnološko-metalurškog fakulteta na kojoj je doneta Odluka o imenovanju članova Komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije mr Danijele S. Joksimović, dipl. hemičara za istraživanje i razvoj, pod naslovom „Sadržaj teških metala u ekosistemu crnogorskog primorja kao posledica zagađenja životne sredine“.

Biografski podaci o kandidatu:

Kandidat mr Danijela S. Joksimović, dipl. hemičar za istraživanje i razvoj, rođena je 27.11.1972. god. u Smederevskoj Palanci, gde je i završila osnovnu i srednju Hemijsko-tehnološku školu, sa odličnim uspehom.

Prirodno-matematički fakultet - smer hemija, Univerziteta u Kragujevcu upisala je školske 1991/92. godine. Diplomski rad pod nazivom „Metabolički uticaj hipericina u hranljivoj podlozi na razvoj gljive *Penicillium verrucosum*“ odbranila je 1998. godine sa ocenom deset.

Po završetku studija angažovana je kao saradnik u istraživanju u Laboratoriji za hemiju, biohemiju i molekularnu biologiju, Instituta za biologiju mora u Kotoru. Od 1998. godine pa do danas, uključena je u nekoliko naučno-istraživačkih projekata Instituta za biologiju mora u Kotoru, koji se realizuju za potrebe Ministarstva prosvete i nauke Crne Gore. Uža oblast istraživanja na kojima je neposredno angažovana odnosi se na hemiju mora sa posebnim akcentom na antropogeni uticaj na kvalitet i stanje morske vode.

Postdiplomske studije na Prirodno-matematičkom fakultetu, smer analitička hemija, Univerziteta u Kragujevcu upisala je školske 1998/99. godine. Magistarsku tezu pod naslovom „Distribucija makro i mikro elemenata u sedimentima i morskoj vodi Bokokotorskog zaliva“ odbranila je u julu 2004. godine.

Juna 2006. godine prijavila je izradu doktorske disertacije pod naslovom „Sadržaj teških metala u ekosistemu crnogorskog primorja kao posledica zagađenja životne sredine“.

Kao autor ili koautor objavila je 49 naučna rada u međunarodnim i domaćim časopisima, učestvovala na međunarodnim i domaćim konferencijama i simpozijumima i angažovana na 7 projekta. Objavila je jedan rad u vrhunskom časopisu međunarodnog značaja (M21), dva rada u časopisu međunarodnog značaja (M23), tri rada u časopisu međunarodnog značaja (M51), trinaest radova štampanih u celini na naučnim skupovima međunarodnog značaja (M33), dvadeset šest radova štampanih u izvodu na naučnim skupovima međunarodnog značaja (M34), četiri rada na skupu nacionalnog značaja štampana u celini (M63) i učestvovala u sedam Projekta (M105).

2. OPIS DISERTACIJE

Prikaz sadržaja disertacije sa kratkim opisom postignutih rezultata:

Disertacija je pisana u skladu sa standardnom metodologijom pisanja naučnih radova. Sadržaj disertacije prikazan je kroz sledeća poglavlja, Uvod (Cilj), Teorijski deo koji sadrži tri poglavlja: Teški metali u morskoj sredini, Biogeohemijski ciklus metala u morskoj vodi i sedimentu i Teški metali u morskim organizmima (*Posidonia oceanica* i *Mytilus galloprovincialis*), Eksperimentalni deo koji se sastoji od dva poglavlja: Materijal i metode i Primenjenje tehnike prilikom merenja, Rezultati i diskusija, Zaključci i Literatura.

Na početku rada dati su kratki izvodi (na srpskom i engleskom jeziku), **Uvod** u kome je detaljno opisano područje istraživanja (Crnogorsko primorje) sa svim njegovim

fizičko-hemijskim i biološkim karakteristikama i Cilj rada u kome su definisani predmet i ciljevi ove disertacije.

U **Cilju rada**, ova doktorska disertacija postavila je ciljeve: da odredi koncentraciju elemenata u sedimentima u toku dve istraživačke godine (jesen 2005. - jesen 2006. god.) i uporedi njihov odnos, da odredi indeks zagađenja metalima, MPI i definiše lokacije sa povećanim sadržajem MPI, da na osnovu vrednosti geoakumulacionog indeksa kategorizuje ispitivana područja, da odredi koncentraciju elemenata u morskoj vodi u toku dve istraživačke godine i uporedi njihove koncentracije kroz sezone proleće-jesen, da odredi koncentraciju elemenata u morskim organizmima, morskoj cvetnici, *Posidonii oceanici* i dagnji, *Mytilus galloprovincialis*, u obe istraživačke godine i uporedi ih kroz sezone (proleće-jesen), da na osnovu podataka mikroelemenata u morskoj vodi, cvetnici i dagnji odredi sinergizam i antagonizam između parova metala, vrednosti biološko-koncentracionog faktora i biota-sediment akumulacionog faktora i da na osnovu vrednosti biološko-koncentracionog faktora, BCF i biota-sediment akumulacionog faktora BSAF proceni da li se cvetnica, *Posidonia oceanica* i dagnja, *Mytilus galloprovincialis*, mogu koristiti kao bioindikator zagađenja morske vode i sedimenta.

Teorijski deo organizovan je kroz tri poglavlja u kojima su opisani teški metali u morskoj sredini kao i pregled radova koji se odnose na prisustvo, akumulaciju i distribuciju teških metala u morskim ekosistemima. U prvom poglavlju prikazani su: izvori mikroelemenata, biodostupnost i bioakumulacija, toksičnost teških metala u morskoj sredini i njihova distribucija. Drugo poglavlje sadrži: Biogeochemijski ciklus metala u morskoj vodi i sedimentu i uticaj fizičko-hemijskih parametara (pH, salinitet, temperatura i rastvoreni kiseonik) na distribuciju teških metala, Prirodni nivo teških metala u morskoj vodi i distribuciju teških metala u morskoj vodi, Prirodni nivo teških metala u sedimentima i distribucija teških metala u sedimentima (*Indeks zagađenja metalima – MPI i geoakumulacioni indeks – Igeo*). U trećem poglavlju prikazani su: Teški metali u morskim organizmima, Prirodni nivo teških metala u morskoj cvetnici, *Posidonii oceanici* i dagnji, *Mytilus galloprovincialis*, interakcija morskih organizama i sedimenta (Biota-sediment akumulacioni faktor) i interakcija morskih organizama i morske vode (Biološko-koncentracioni faktor) kao i koeficijent korelacije.

U **Eksperimentalnom delu** je kroz dva poglavlja dat pregled lokacija i načina uzorkovanja materijala, pripremi rastvora, referentnog materijala i uzoraka za dalja ispitivanja, pregled korišćenih standarda, hemikalija i referentnog materijala, kao i primenjenih metoda i aparatura. Atomska apsorpciona spektrometrija (AAS) jedna je od najbržih, najosetljivijih, najtačnijih i najselektivnijih metoda u savremenoj analitičkoj hemiji. Prilikom određivanja sadržaja mikroelemenata u uzorcima sa crnogorskog primorja, korišćene su novije, moderne analitičke metode AAS spektrometrije. One su jednostavne, brze, reproduktivne, specifične i vrlo osetljive metode. Pored uobičajene F-AAS atomske apsorpcione spektrometrije korišćena je grafitna, GF-AAS i hidridna tehnika HG/CV-AAS za određivanje As i Hg.

Poglavlje **Rezultati i diskusija** obuhvata šest poglavlja u kojima su prikazani rezultati koji su dobijeni u toku ispitivanja određivanja koncentracije mikroelemenata u abiotičkom i biotičkom delu ekosistema, tj. o stanju ekosistema istočne obale južnog Jadranskog mora. U prvom poglavlju detaljno je utvrđen: granulometrijski sastav sedimenta, na osnovu sadržaja teških metala u sedimentima crnogorskog primorja

izvršeno je upoređivanje rezultata za jesen 2005.- jesen 2006. godine, određen je indeks zagađenja metalima kao i geoakumulacioni indeks, i na taj način klasifikovana su područja istraživanja. Dobijeni rezultati pokazali su da postoje značajne razlike u koncentracijama ispitivanih metala u sedimentima na istraživanim lokacijama. Upoređujući koncentracije elemenata, sadržaj metala u uzorcima sedimenata u jesen 2005. godine generalno su veći u odnosu na uzorke u jesen 2006. godine. Vrednosti ispitivanih mikroelemenata u sedimentu Bokotorskog zaliva, veće su u odnosu na lokacije koje su pod uticajem otvorenog mora. Sastav veličine zrna u uzorcima sedimenata, određen je u procentu za pesak (0.063-2 mm) i mulj (mulj i glina <0.063 mm) i na osnovu ispitivanja koja su rađena na uzorcima sedimenata u jesen 2005. godine, sediment je generalno peskovit. Ukupna glina (2.0-17.8%) i ukupni pesak (82.2-97.2%) dominantne su veličine zrna u sedimentu. Vrednosti dobijenih za MPI pokazali su da je na svim lokacijama prisutno zagađenje i da je MPI veći na svim lokacijama 2005. godine (1.39-3.04) u odnosu na 2006. godinu (1.46-2.63). Lokacije koje su imale najveće vrednosti MPI u obe ispitivane sezone su Ada Bojana i Rt Đeran (otvoreno more) i Kukuljina (zaliv), što je u potpunoj saglasnosti sa ranijim tvrdnjama, jer su to lokacije sa najvećim sadržajem mikroelemenata u sedimentu. Kategorizacijom na osnovu dobijenih vrednosti Igeo vidimo da su Bar i Kukuljina lokacije koje su imale najveće vrednosti geoakumulacionog indeksa.

U drugom poglavlju prikazani su osnovni fizičko-hemijski parametri morske vode, određen je sadržaj teških metala u morskoj vodi u prolećnom i jesenjem aspektu u toku 2005. - 2007. godine. Na osnovu dobijenih rezultata izvršena je uporedna analiza sadržaja elemenata na područjima koja su pod jačim uticajem otvorenog mora i zatvorenog dela crnogorskog primorja tj. Bokotorskog zaliva, odnosno izvršena je uporedna analiza sadržaja elemenata na površini i dnu kao i uporedna analiza sa zemljama okruženja i drugih delova Sredozemnog mora. Koncentracija ispitivanih elemenata u morskoj vodi veća u jesenjim uzorcima 2005. i 2006. godine dok su vrednosti istih elemenata u prolećnim uzorcima 2006. i 2007. godine znatno manje. Takođe, generalno posmatrano, koncentracija većine ispitivanih mikroelemenata u morskoj vodi je uglavnom veća u uzorcima sa površine mora u odnosu na uzorke sa dna.

Treće i četvrto poglavlje obuhvata određivanje sadržaja mikroelemenata u morskim organizmima, morskoj cvetnici, *Posidonii oceanici*, i mediteranskoj dagnji, *Mytilus galloprovincialis*, i to elemenata kako neophodnih za rast i razvoj morskih organizama (Fe, Mn, Cu, Zn) tako i teških metala (Pb, Cd, Hg, As, Co, Ni i Cr) u njima. Takođe je kroz prolećni i jesenji aspekt od 2005. - 2007. godine, izvršena uporedna analiza ovih elemenata na područjima na kojima je vršeno uzorkovanje kao i sa literaturnim podacima. Sadržaj svih ispitivanih jonskih vrsta u morskoj cvetnici, *P. oceanica*, bilo da su u pitanju jesenji odnosno prolećni uzorci, približno su isti. U zalivu je generalno na svim lokacijama veća koncentracija elemenata u odnosu na otvoreno more ali nije moguće izdvojiti nijednu lokaciju sa najvećim sadržajem mikroelemenata, jer svaka lokacija ima odstupanje po nekom od elemenata. Koncentracija svih ispitivanih elemenata u dagnji, *Mytilus galloprovincialis*, veća u uzorcima sa otvorenog dela mora u odnosu na uzorke iz zaliva. U svim uzorcima dagnje uzorkovanih sa crnogorskog primorja, registrovane su najveće koncentracije esencijalnih elemenata, gvožđa i cinka. Vrlo visoka koncentracija olova nađena je u svim uzorcima i na svim lokacijama.

U petom poglavlju praćena je sezonska varijabilnost sedimenta, morske cvetnice i dagnje kroz sve ispitivane sezone. Sezonska varijabilnost i sezonska aktivnost elemenata u morskom sedimentu i morskim organizmima, prikazana je korelacionim faktorom. Između parova metala u uzorcima sedimenta i morskih organizama određen je sinergetski ili antagonistički efekat. Eksponencijalna zavisnost para Pb-Fe uočena je u jesenjim uzorcima morske cvetnice 2005. i 2006. godine, dok to nije bio slučaj kod prolećnih uzoraka. Zapaženo je da se sinergetski efekat javlja kada su u pitanju prvenstveno parovi esencijalnih elementa, dok se sinergetski efekat, kod izuzetno toksičnih metala, javlja mnogo manje. Određivanjem i analizom biološko - koncentracionog faktora, BCF, koji je pokazatelj akumulacije hemijskih elemenata od strane vodenih organizama koji žive u zagađenoj sredini, kod morske cvetnice i dagnje, kao i analizom biota - sediment akumulacionog faktora, BSAF, koji je pokazatelj akumulacije elemenata iz sedimenta u morske organizme u šestom poglavlju utvrđeno je da se morska cvetnica, *Posidonia oceanica*, i dagnja, *Mytilus galloprovincialis*, mogu koristiti kao bioindikator zagađenja morske vode i sedimenta.

Najvažniji rezultati ispitivanja i najvažniji doprinos disertacije istaknuti su u poglavlju **Zaključci**. Na kraju disertacije navedena je **Literatura**, koja sadrži sve reference korišćene u radu, reference koje su proistekle iz disertacije, objavljene u vodećim naučnim časopisima i saopštene na značajnim domaćim i međunarodnim konferencijama.

3. OCENA DISERTACIJE

Savremenost, originalnost i značaj

Crnogorsko primorje, kao i ostala područja Jadranskog mora, je pod velikim uticajem antropogenog faktora i aktivnosti koje se odvijaju na njegovoj obali. Reke opterećene otpadnim kanalizacionim i industrijskim vodama donose velike količine taloga uz prisustvo većeg broja zagađivača. Spiranjem kopna, usled velikih količina atmosferskih padavina u zalivu Boke Kotorske, kao i stacionirani industrijski objekti i bolnice na samoj obali zaliva, doprinose da je ovo područje prilično izloženo negativnom antropogenom uticaju. Složenim sistemima fizičko-hemijskih i trofičkih odnosa, kao i taloženjem iz same vode, potencijalni zagađivači distribuiraju se iz morske vode u morske organizme i sedimente. Posebno taloženjem iz same vode, padaju na morsko dno i tu bivaju koncentrisani u sedimentima koji su reversni izvor polutanata vodenog stuba i drugim morskim organizmima koji se hrane iz sedimenta.

Praćenje zagađenja mora tragovima metala predstavlja osnovu za kontrolu zagađenja životne sredine, najčešće je ograničeno mogućnostima i granicama detekcije postojećih analitičkih tehnika, ali i opštim nedostatkom interesa, jer se reke i okeani već duže vreme koriste za odlaganje raznog otpada. Značaj i originalnost ove disertacije je u određivanju vrednosti koncentracija esencijalnih metala, tj. da li vrednosti prevazilaze koncentracije neophodne za razvoj i opstanak morskih organizama, ili u određenim koncentracijama postaju toksični usled uticaja antropogenih faktora. Živi organizmi, zbog svoje sposobnosti da apsorbuju razne zagađivače iz vode, predstavljaju veoma pogodan indikator za analizu zagađenja morske sredine. Primena živih organizama ima niz prednosti u odnosu na standardne hemijske metode analize tragova metala u uzorcima

morske vode i sedimenata. Pre svega, koncentracije metala u živim organizmima su značajno veće u odnosu na morsku vodu, pa se korišćenjem živih organizama smanjuje mogućnost zagađenja uzoraka pri sakupljanju i obradi. Rezultati ispitivanja dagnje (*Mytilus galloprovincialis*) i morske cvetnice (*Posedonia oceanica*) uzorkovani na mestima gde je uzorkovana morska voda i sediment, ukazuju na zagađenja morske vode i sedimenata mikroelementima u oblasti istočnog južnog Jadrana i Bokokotorskog zaliva, tj. crnogorskog primorja.

Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Na kraju disertacije data su 212 literaturna navoda, korišćena prilikom izrade doktorske disertacije. Najveći broj navedenih izvora čine najnoviji objavljeni radovi sa tematikom od suštinskog značaja za izradu doktorske disertacije. Navedene reference su novijeg datuma i sadrže eksperimentalne rezultate istraživanja mnogih istraživača, analizu i diskusiju dobijenih rezultata i izvedene zaključke, kao i teorijske osnove primenjenih metoda ispitivanja, njihove mogućnosti i ograničenja. U okviru korišćenih literaturnih navoda nalaze se i reference kandidata mr Danijele S. Joksimović (rođene Vitošević), proistekle iz ove disertacije, koje su objavljene u vodećim međunarodnim časopisima i saopštene na značajnim međunarodnim konferencijama. Time je kandidat proširio do sada poznata saznanja o zagađenju mora, odnosno južnog Jadrana tragovima metala i primeni živih organizama kao pogodnih bioindikatora zagađenja ekosistema. Za realizaciju istraživanja u ovoj tezi primenjene su savremene apsorpcione i emisione spektrometrijske tehnike: metoda plamene atomske apsorpcione spektrofotometrije, F-AAS, metoda hladnih para generisanih hidrida (Hydride Generation/Cold Vapour, CV-AAS) i AAS sa grafitnom kivetom (Graphite Furnace-AAS, GF-AAS). Navedene analitičke metode su savremene i adekvatne za primenu u sprovedenom istraživanju. Primenom ovih naučnih metoda razvijena je jedinstvena metodologija određivanja teških metala u ekosistemu (voda, sediment i biota - morska cvetnica i dagnja) pod uticajem antropogenog uticaja, kojom su postignuti pouzdani i reprezentativni rezultati merenja.

Iz obrazloženja predložene teme doktorske disertacije i objavljenih radova u prijavi, koju je kandidat podneo, kao i iz popisa literature koja je korišćena u istraživanju, uočava se adekvatno poznavanje predmetne oblasti istraživanja, kao i poznavanje aktuelnog stanja istraživanja u ovoj oblasti u svetu.

Oцена primenjivosti i verifikacije ostvarenih rezultata

Na osnovu do sada objavljenih literaturnih podataka, eksperimentalnih ispitivanja i dobijenih rezultata u okviru ove doktorske disertacije, ostvaren je značajan doprinos u sagledavanju stanja životne sredine akvatorijuma crnogorskog primorja, u komponentama voda-sediment-živi organizmi. Od posebnog je značaja mogućnost da se na osnovu izvršenih ispitivanja zagađenja područja teškim metalima utvrde lokaliteti sa najvećim uticajem zagađivača. U odnosu na stepen zagađenja, uz konsultovanje nacionalne i međunarodne legislative, rezultati disertacije mogu biti smjernica za ublažavanje efekata antropogenog uticaja na području crnogorskog primorja.

Primenjivost i verifikacija ostvarenih rezultata je ispitana na velikom broju uzoraka, kao i na standardnim referentnim materijalima. Verifikacija rezultata je potvrđena i od strane međunarodne naučne javnosti, objavljivanjem u vodećim međunarodnim časopisima iz domena ove problematike.

Ocena sposobnosti kandidata za samostalan naučni rad

Kandidat mr Danijela S. Joksimović je magistar analitičke hemije iz oblasti Marinske hemije. Dugi niz godina radi u Institutu za biologiju mora u Kotoru, Univerziteta Crne Gore, bavi se istraživanjima u oblasti zagađenja morskog ekosistema. Kao saradnik u istraživanju angažovana je na projektima koje finansira Ministarstvo za prosvetu i nauku Crne Gore. Dosadašnja istraživačka i stručna delatnost kandidata ogleda se u bogatom iskustvu u radu u oblasti analitičke hemije. U svom radu kandidat mr Danijela S. Joksimović posebnu pažnju posvetila je kontroli zagađenja morske sredine pod uticajem antropogenih faktora. Pored poznavanja engleskog jezika, korišćenje PC-a (Microsoft Office, Primer 5, Adobe Photoshop) sa internet konekcijom u svakodnevnom radu, kvalifikuju kandidata za samostalni naučni rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Kandidat je svojim rezultatima dao naučni doprinos nauci pre svega u oblasti proučavanju teških metala u vodi, sedimentu i morskim organizmima – morskoj cvetnici i dagnji. Doprinos ove disertacije ogleda se u novim saznanjima o teškim metalima koji kao zagađivači dominiraju u složenim procesima i uslovima koje okruženju nameću antropogeni faktori. Poseban doprinos u disertaciji predstavlja razvoj jedinstvene metodologije koja daje pouzdane i reprezentativne rezultate određivanja teških metala u čvrstim uzorcima kao što su sediment i morski organizmi. Metodologija obuhvata utvrđivanje optimalnog postupka za uzorkovanje, obradu uzorka, rastvaranje i konzerviranje uz primenu standardnih rastvora i standardnih referentnih materijala: sedimenta (IAEA 158), morske cvetnice (IAEA 140) i dagnje (NIST 2976) sa poznatim sadržajem elemenata, analizu elemenata izabranim metodama (F-AAS, GF-AAS i CV-AAS) i obradu rezultata merenja. Poseban doprinos disertacije ogleda se u pokušaju da se utvrdi bioakumulacija teških metala i njihovo moguće unošenje u lanac ishrane, kao i ispitivanja mogućnosti korišćenja ovih morskih organizama kao bioindikatora opterećenja vode i sedimenta ispitivanim elementima.

Kritička analiza rezultata istraživanja

Na osnovu definisanih ciljeva istraživanja određena je metodologija istraživanja koja je primenjena u doktorskoj disertaciji. S obzirom na složenost problematike primenjeno je više metoda istraživanja.

Rezultati koji se odnose na prisustvo teških metala u morskom ekosistemu, dobijeni primenom različitih metoda a koje su u saglasnosti sa metodama koje je propisao

UNEP, u saglasnosti su sa rezultatima koji su objavili drugi autori. Validnost metoda kao i postupak pripreme uzoraka za ispitivanje, provereni su korišćenjem standardnih referentnih materijala (International Atomic Energy Agency, IAEA, Analytical Quality Control Services, Laboratory of Monaco). Uvidom u dostupnu literaturu iz ove oblasti istraživanja i rezultate istraživanja dobijene primenom odabrane metodologije u okviru ovoga rada, može se primetiti da nije bilo značajnijih odstupanja i neslaganja rezultata od očekivanih.

Verifikacija rezultata u časopisima i saopštenjima na konferencijama

Objavljeni naučni radovi i saopštenja koji čine deo doktorske disertacije

Deo rezultata iz doktorske disertacije kandidat je prezentovao naučnoj javnosti u zemlji i inostranstvu publikovanjem 49 radova, i to: jednog rada u vrhunskom časopisu međunarodnog značaja (M21), dva rada u časopisu međunarodnog značaja (M23), tri rada u časopisu međunarodnog značaja (M51), trinaest radova štampanih u celini na naučnim skupovima međunarodnog značaja (M33), dvadeset šest radova štampanih u izvodu na naučnim skupovima međunarodnog značaja (M34), četiri rada na skupu nacionalnog značaja štampana u celini (M63), sedam učešća na projektima finansiranim od nadležnog Ministarstva (M105).

Spisak objavljenih radova mr Danijele S. Joksimović

M21 Rad u vrhunskom časopisu međunarodnog značaja

1. **D. Joksimović**, I. Tomić, A. Stanković, M. Jović, S. Stanković. Trace metal concentrations in Mediterranean blue mussel and surface sediments and evaluation of the mussels quality and possible risk of high human consumption. *Food Chemistry* 127 (2) (2011) 632-637, ISSN: 0308-8145 (IF 3.458)

M23 - Rad u časopisu međunarodnog značaja

1. **D. Joksimović**, S. Stanković. The trace metals accumulation in marine organisms of the southeastern Adriatic coast, Montenegro. *Journal of the Serbian Chemical Society*, in press (2011), ISBN: 0352-5139 (IF 0.725)
2. S. Stanković, M. Jović, A. Milanov, **D. Joksimović** (2011). Concentrations of heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd, As and Hg) in the mediterranean blue mussel *Mytilus galloprovincialis* collected from cultivated and wild sites of the southeastern Adriatic, Montenegro. *Journal of the Serbian Chemical Society*, in press (2011), ISBN: 0352-5139 (IF 0.725)

M51 - Rad u časopisu međunarodnog značaja verifikovan posebnom odlukom

1. **D. Joksimović**, A. R. Stanković, S. Stanković. Metal accumulation in a biological indicator (*Posidonia oceanica*) from the Montenegrin coast. *Studia Marina* Vol. 25 (1) (2011) 37-58, ISSN: 1800-9204
2. B. Pestorić, D. Lučić, **D. Joksimović**. Cladocerans spatial and temporal distribution in the coastal South Adriatic waters (Montenegro). *Studia Marina* Vol. 25 (1) (2011) 101-120, ISSN: 1800-9204
3. D. Drakulović, N. Vuksanović, **D. Joksimović**. Dynamics of phytoplankton in Boka Kotorska bay. *Studia Marina* Vol. 25 (1) (2011) 1-20, ISSN: 1800-9204

M33 Saopštenja na međunarodnim skupovima štampana u celini

1. S. Stanković, **D. Joksimović**. The sea water quality along coastline of Monenegro. The 40th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, WATER 2011. Zlatibor, Serbia, June 7-9, Proceedings: 235-240 (2011), ISBN 978-86-904241-8-4.
2. **D. Joksimović**, S. Stanković. Contents of heavy metals in coastal surface sediments from Montenegrin coast. The 40th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, WATER 2011. Zlatibor, Serbia, June 7-9, Proceedings: 251-256 (2011), ISBN 978-86-904241-8-4.
3. V. Mačić, S. Stanković, **D. Joksimović**, Z. Kljajić. Concentration of heavy metals in the *Cystoseira* algae at the Montenegrin coast. The 40th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, WATER 2011. Zlatibor, Serbia, June 7-9, Proceedings: 245-250 (2011), ISBN 978-86-904241-8-4.
4. A. Redžić, D. Drakulović, **D. Joksimović**, N. Vuksanović, S. Mandić. Bioecological quality of coastal waters of Boka Kotorska bay for breeding edible mussels. The 40th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, WATER 2011. Zlatibor, Serbia, June 7-9, Proceedings: 287-297 (2011), ISBN 978-86-904241-8-4.
5. S. Stanković, J. Marković, **D. Joksimović**. The estimation of sea water quality at the Montenegrin coast for mussels farming. V International conference „Aquaculture & Fishery“. Belgrade, Serbia, June 1-3, Proceedings: 248-255 (2011), ISBN 978-86-7834-119-9.
6. **D. Joksimović**, S. Stanković (2010). Contents of heavy metals in coastal surface sediments from Montenegrin coast. *CIESM - Rapp. Com. int. Mer Medit.* (39), Venice, Italy, May 10-14, Proceedings: 757 (2010)
7. **D. Joksimović**. Eutrophication in the sea water of the Montenegrin coast at Adriatic Sea in 2005-2007. *BALWOIS Water Observation and Information System for Decision Support*, Ohrid, Macedonia, May 25-29 (2010). http://balwois.com/balwois/administration/full_paper/ffp-1446.pdf
8. **D. Joksimović**, S. Stanković. Contents of lead and cadmium in sea water and sediments from Bokakotor Bay. The 39th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, WATER 2010. Divčibare, Serbia, June 8-10, Proceedings: 243-249 (2010), ISBN: 978-86-904241-7-7.
9. **D. Joksimović**, S. Stanković. Determination of nutrient and heavy metals content in sea water in Kotor Bay. 38th Annual Conference of Yugoslav Water Pollution

- Control Society, WATER 2009. Zlatibor, Serbia, June 8-10, Proceedings: 285-290 (2009), ISBN: 978-86-904241-6-0.
10. D. Regner, N. Vuksanović, **D. Joksimović**. Some data on investigations of the eutrophication processes in the Herceg Novi and Budva coastal area. 37th Annual Conference of Yugoslav Water Pollution Control Society, WATER 2008. Mataruška banja, Serbia, June 3-6, Proceedings: 259-265 (2008), ISBN 978-86-904241-5-3.
 11. **D. Joksimović**. Dynamics of nutrients on Montenegrin coast. 37th Annual Conference of Yugoslav Water Pollution Control Society, WATER 2008. Mataruška banja, Serbia, June 3-6, Proceedings: 283-287 (2008), ISBN 978-86-904241-5-3.
 12. **D. Joksimović**, R. Mihajlović. Accumulation of arsenic in sea water of Montenegrin coast. 36th Annual Conference of Yugoslav Water Pollution Control Society, WATER 2007. Tara, Serbia, June 26-29, Proceedings: 267-271 (2007), ISBN 978-86-904241-4-6.
 13. **D. Joksimović**, R. Mihajlović. Heavy metals in sediments of Montenegro coast. II International symposium of ecologists of the republic of Montenegro (ISEM II), Kotor, Montenegro, September 20-24, Proceedings: 303-309 (2006), ISBN: 86-908743-0-5.

M34 - Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu

1. **D. Joksimović**, M. Jović, S. Stanković. Trace metals assessment in the marine ecosystem of Southeastern Adriatic sea (Montenegro) using the mussel *Mytilus galloprovincialis* and the seagrass *Posidonia oceanica*. Final Conference, Marine science and coastal management in the adriatic region, Western Balkans, Cavtat, Croatia, May 24-28, Book of Abstracts: 35 (2010), ISBN: 978-953-6690-82-4.
2. M. Jović, **D. Joksimović**, S. Stanković. Concentrations of heavy metals (Zn, Cu, Pb, As, Cd and Hg) in the Mediterranean blue mussel *Mytilus galloprovincialis* collected from aquacultured and wild sites of the South-East coast of adriatic Sea, Montenegro. Final Conference, Marine science and coastal management in the adriatic region, Western Balkans, Cavtat, Croatia, May 24-28, Book of Abstracts: 36 (2010), ISBN: 978-953-6690-82-4.
3. **D. Joksimović**, S. Stanković, M. Jović. Heavy metals in *Posidonia oceanica* along the Montenegrin coastline. IV International symposium of ecologists of the republic of Montenegro (ISEM IV), Budva, Montenegro, October 6-10, Book of Abstracts: 119 (2010), ISBN: 978-86-908743-3-0.
4. **D. Joksimović**, S. Stanković. Content of heavy metals in coastal surface sediments from Montenegrin coast. 2nd Symposium of Chemistry and Environment, Bar, Montenegro, September 16-19, Book of Abstracts: 130 (2009)
5. M. Jović, **D. Joksimović**, L. Slavković-Beskoski, S. Stanković. Determination of microelement content in sea water and biota from Boka Kotor Bay (Southern Adriatic). 2nd Symposium of Chemistry and Environment, Bar, Montenegro, September 16-19, Book of Abstracts: 131 (2009)
6. M. Jović, **D. Joksimović**, B. Živancević, S. Stanković. Comparision of AAS and ED-XRF in determining heavy metals in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and

sea grass (*Posidonia oceanica*) in Boka Kotor Bay (Adriatic Sea). 2nd Symposium of Chemistry and Environment, Bar, Montenegro, September 16-19, Book of Abstracts: 132 (2009)

7. **D. Joksimović**, L. Slavković-Beskoski, S. Stanković. Monitoring of heavy metals in the Montenegrin coastline using mediterranean blue mussel (2005-2007). 2nd Symposium of Chemistry and Environment, Bar, Montenegro, September 16-19, Book of Abstracts: 133 (2009)
8. **D. Joksimović**, S. Stanković. Metal contamination of *Posidonia Oceanica* meadows along the Montenegrin coastline. 2nd Symposium of Chemistry and Environment, Bar, Montenegro, September 16-19, Book of Abstracts: 134 (2009)
9. M. Jović, **D. Joksimović**, L. Slavković-Beskoski, S. Stanković. The content of microelements in sea water and biota from Boka Kotor Bay in the winter 2008. 2nd Symposium of Chemistry and Environment, Bar, Montenegro, September 16-19, Book of Abstracts: 135 (2009)
10. S. Stanković, M. Jović, **D. Joksimović**, A. R. Stanković, S. Degetto. Comparison of microelement concentrations in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and sea grass (*Posidonia oceanica*) from Boka Kotor Bay determined by AAS, ICP-OES and ED-XRF. BALWOIS Conference, Ohrid, Macedonia, May 27-31, Book of Abstracts: 266 (2008)
11. S. Stanković, **D. Joksimović**, A. R. Stanković, S. Degetto. Metal accumulation in biological indicator (*Posidonia oceanica*) from the Kotor Bay. BALWOIS Conference, Ohrid, Macedonia, May 27-31, Book of Abstracts: 267 (2008)
12. **D. Joksimović**, S. Stanković. Contents of lead, cadmium, arsenic and mercury in coastal surface sediments from Montenegrin coast. III International symposium of ecologists of the republic of Montenegro (ISEM III), Bijela, Montenegro, October 8-12, Book of Abstracts (2008)
13. S. Stanković, **D. Joksimović**, M. Jović. Determination of biology concentration factor and correlation coefficient of the examined microelements in mussels from Montenegrin coast. III International symposium of ecologists of the republic of Montenegro (ISEM III), Bijela, Montenegro, October 8-12, Book of Abstracts: 110 (2008)
14. S. Stanković, M. Jović, **D. Joksimović**, S. Degetto. Microelements content in sea water and biota from Boka Kotor Bay in the fall of year 2007. III International symposium of ecologists of the republic of Montenegro (ISEM III), Bijela, Montenegro, October 8-12, Book of Abstracts: 145 (2008)
15. M. Jović, **D. Joksimović**, S. Stanković. Metal accumulation in the biological indicator *Posidonia oceanica* from Boka Kotor Bay. III International symposium of ecologists of the republic of Montenegro (ISEM III), Bijela, Montenegro, October 8-12, Book of Abstracts: 169 (2008)
16. M. Jović, S. Stanković, **D. Joksimović**, S. Degetto. Comparison of microelements in sea biota from Montenegrin coast determined by different analytical methods. III International symposium of ecologists of the republic of Montenegro (ISEM III), Bijela, Montenegro, October 8-12, Book of Abstracts: 168 (2008)
17. S. Stanković, **D. Joksimović**, M. Jović. Biomonitoring of trace metals in the Adriatic sea (Montenegro) using the mussel *Mytilus galloprovincialis*. III

- International Conference, Water Science & Technology, Athens, Greece, October 16-19, Book of Abstracts 130 (2008)
18. S. Stanković, **D. Joksimović**, M. Jović. Metal accumulation in a biological indicator (p. *Oceanica*) from Adriatic sea (Montenegro). III International Conference, Water Science & Technology, Athens, Greece, October 16-19, Book of Abstracts 131 (2008)
 19. **D. Joksimović**, S. Stanković. The content of lead, cadmium, arsenic and mercury in coastal surface sediments at Montenegrin coast. III International Conference, Water Science & Technology, Athens, Greece, October 16-19, Book of Abstracts 145 (2008)
 20. **D. Joksimović**, S. Stanković. Metal accumulation in a biological indicator (*Posidonia Oceanica*) from Southern Adriatic Sea (Montenegro). 1st Symposium of Chemistry and Environment, Budva, Montenegro, June 12-15, Book of Abstracts (2007)
 21. S. Stanković, S. Degetto, **D. Joksimović**, Z. Kljajić. EDPXRF and AAS analysis of sea grass and mussels from Montenegrin coast. 1st Symposium of Chemistry and Environment, Budva, Montenegro, June 12-15, Book of Abstracts (2007)
 22. M. Petrović, S. Stanković, **D. Joksimović**, J. Marković. Trace metal content in sea water of the Montenegrin coast at Adriatic Sea in 2005/2006. 1st Symposium of Chemistry and Environment, Budva, Montenegro, June 12-15, Book of Abstracts (2007)
 23. S. Stanković, **D. Joksimović**, Z. Kljajić, S. Mandić, S. Degetto. Determination of microelement content in sea water, mussels (*Mytilus galloprovincialis*), sea grass (*Posidonia oceanica*) and sediments at the Montenegrin coast (Southern Adriatic). II International symposium of ecologists of the Republic of Montenegro, Kotor, Montenegro, September 20-24, Book of Abstracts 103 (2006), ISBN:86-908743-1-3.
 24. **D. Joksimović**, R. Mihajlovic. Heavy metals in sediments of Montenegro coast. II International symposium of ecologists of the republic of Montenegro (ISEM II), Kotor, Montenegro, September 20-24, Book of Abstracts 111 (2006), ISBN:86-908743-1-3.
 25. S. Stanković, **D. Joksimović**, D. Čičkarić, A. R. Stanković, S. Degetto. The metal content in sea water and mussels (*M. galloprovincialis*) of the Southern Adriatic (Montenegrin coast). 6th ANQUE International Congress of Chemistry, Puerto de la Cruz, Spain, December 5-7, Book of Abstracts Vol. 2, 660 (2006)
 26. S. Stanković, **D. Joksimović**, D. Čičkarić, A. R. Stanković, S. Degetto. The metal content in sea grass (*P. oceanica*) and sediments from Montenegrin Adriatic coast. 6th ANQUE International Congress of Chemistry, Puerto de la Cruz, Spain, December 5-7, Book of Abstracts Vol. 2, 731, (2006)

M63 - Saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini

1. **D. Joksimović**. Eutrophication in the waters of Montenegrin coast. Waters, waters supply and sanitary aspects. Budva, Montenegro, April 25-27, Proceedings: 77-83 (2007)

2. S. Stanković, **D. Joksimović**, Z. Kljajić, S. Mandić, S. Degetto. Determination of microelements contents in sea water and in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) of the Montenegrin coast. Waters, waters supply and sanitary aspects, Budva, Montenegro, May 8-11, Proceedings 91-98 (2006)
3. R. Mihajlović, **D. Joksimović**. Pollution of the sea with the heavy metals at Montenegrin coast. Waters, waters supply and sanitary aspects, Budva, Montenegro, May 8-11, Proceedings 105-113 (2006)
4. D. Regner, N. Vuksanović, B. Stjepčević, **D. Joksimović**. Multiannual investigations of the sea-water quality in the Montenegrin coastal sea and their importance. Waters, waters supply and sanitary aspects, Budva, Montenegro, May 8-11, Proceedings 79-87 (2006)

M105 Učešće u projektima finansiranim od strane nadležnog Ministarstva

1. Projektu „Bentonske biocenoze (naselja dna) priobalnog mora Crne Gore”, Projekat Ministarstva prosvjete i nauke Crne Gore, Crna gora, (2005-2008); Rukovodilac projekta Dr Sreten Mandić, naučni savetnik, Institut za biologiju mora.
2. Projektu „Proučavanje uticaja antropogene eutrofikacije na priobalno more crnogorskog primorja”, Projekat Ministarstva prosvjete i nauke Crne Gore, Crna gora, (2005-2008); Rukovodilac projekta Dr Dubravka Regner, naučni savetnik, Institut za biologiju mora.
3. Projektu „Projekat Južni Jadran 1 - Hemijska ispitivanja morske vode, sedimenta i biote. (JJ-1)”, Projekat Ministarstva prosvjete i nauke Crne Gore, Crna gora, 05-1/3 (2008-2011); Rukovodilac projekta Dr Zoran Kljajić, naučni savetnik, Institut za biologiju mora.
4. Projektu „Biološki indikatori eutrofikacije u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva”, Projekat Ministarstva prosvjete i nauke Crne Gore, Crna gora, 03-1/3 (2008-2011); Rukovodilac projekta Dr Nenad vuksanović, naučni savetnik, Institut za biologiju mora.
5. Projektu „Bioekološki monitoring na gajilištima školjaka u Kotorskom i Tivatskom zalivu”, Projekat Ministarsva za poljoprivredu i ruralnog razvoja (2010, 2011, 2012); Rukovodilac Dr Sreten Mandić, naučni savetnik, Institut za biologiju mora.
6. Projektu „**K**Ompleksno is**T**raživanje ek**O**sistema obalnog mo**R**a Crne Gore - **KOTOR**”, Projekat Ministarstva nauke Crne Gore, Crna gora, (2011-2014); Rukovodilac projekta Dr Zoran Kljajić, naučni savetnik, Institut za biologiju mora.
7. Projektu „Marine science and coastal management in the Adriatic, Western Balcan. An education and researh network (2006-2010)”; Rukovodilac projekta za Crnu Goru Dr Slađana Krivokapić, docent Prirodno-matematičkog fakulteta u Podgorici.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Imajući u vidu dobijene rezultate i na osnovu svega izloženog Komisija je ocenila da doktorska disertacija kandidata mr Danijele S. Joksimović, dipl. hemičara za istraživanje i razvoj, predstavlja originalni naučni doprinos proučavanju zagađenja ekosistema crnogorskog primorja teškim metalima. Iz doktorske disertacije je do sada objavljeno 3 rada u časopisima međunarodnog značaja. Komisija smatra da doktorska disertacija mr Danijele S. Joksimović, **„Sadržaj teških metala u ekosistemu crnogorskog primorja kao posledica zagađenja životne sredine“** predstavlja u najširem smislu originalno naučno delo i poseduje sve elemente potrebne za doktorsku disertaciju. Na osnovu kvaliteta i značaja postignutih rezultata, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, da prihvati ovaj Izveštaj i da ga zajedno sa podnetom doktorskom disertacijom mr Danijele S. Joksimović, dipl. hemičara za istraživanje i razvoj, učini dostupnim na uvid javnosti u zakonski predviđenom roku, kao i da nakon završetka ove procedure pozove kandidata na usmenu odbranu disertacije pred Komisijom u istom sastavu.

Beograd, 05.12.2011. god.

Članovi Komisije:

1. _____
Dr Dušan Antonović, redovni profesor
Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
2. _____
Dr Suzana Dimitrijević, docent
Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
3. _____
Dr Zoran Kljajić, naučni savetnik
Institut za biologiju mora, Kotor

