

ТЕХНОЛОШКО-МЕТАЛУРШКИ
ФАКУЛТЕТ
35/530
(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
(Назив већа научне области и коме се захтев упућује)

09.12.2015.
(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„Карактерисање хемијског састава седимента Бококоторског залива коришћењем енергетски дисперзивне рендгенске флуоресцентне спектрометрије (ED-XRF)“
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ИНЖЕЊЕРСТВО ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

БОЈАН (Милутин) ТАНАСКОВСКИ, дипл. инж.

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: **Војска Србије, Војна академија Београд**

Година дипломирања: 2009.

4. Назив магистарске тезе кандидата: /

Студент је шк. 2009/2010. године уписан на докторске академске студије, На захтев студента, а уз сагласност ментора, НН веће Факултета је, на седници одржаној 09.07.2015. године, донело Одлуку бр. 35/275 о продужењу рока за завршетак студија за још два семестра шк. 2015/2016. године.

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /

6. Година одбране магистарске тезе: /

Обавештавамо Вас да је **Наставно-научно веће,**
(назив надлежног тела Факултета)

на седници одржаној **03.12.2015. године** размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ДП

На основу чл. 30. став 3. Закона о високом образовању, чл. 76. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 29. Правилника о докторским студијама ТМФ, на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 03.12.2015. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **БОЈАНА ТАНАСКОВСКОГ**, дипл. инж., под називом: **„Карактерисање хемијског састава седимента Бококоторског залива коришћењем енергетски дисперзивне рендгенске флуоресцентне спектрометрије (ED-XRF)“**.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређује **др Славка Станковић**, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду на сагласност, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Бојана Танасковског

Име и презиме ментора: Славка Станковић

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Slavka Stankovic**, Mihajlo Jovic, Bojan Tanaskovski, Marija L. Mihajlovic, Danijela Joksimovic and Lato Pezo, *Can the origin of some metals in the seagrass Posidonia oceanica be determined by the indexes of metals pollutions?* Environmental Science and Pollution Research (2015) Vol. 22, No 11: 8253-8263. ISSN 0944-1344, IF: 2.920.
2. **Slavka Stanković**, Bojan Tanaskovski, Božidarka Zlatić, Milica Arsenović, Lato Pezo, *Analysis of trace elements in surface sediments, mussels, seagrass and seawater along the southeastern Adriatic coast – a chemometric approach*, Pure and Applied Chemistry (2014) Vol. 86 No 7: 1111–1127. ISSN 0033-4545, IF 3.202.
3. B. Tanaskovski, M. Petrovic, Z. Kljajic, S. Degetto, **S. Stankovic**, *Analysis of major, minor and trace elements in surface sediments by X-ray fluorescence spectrometry for assessment of possible contamination of Boka Kotorska Bay, Montenegro*, Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, (2014), Vol. 33, No. 1: 139–150 . ISSN 1857-5552, IF 0.650.
4. Arsenović M., Radojević Z., **Stanković S.**, Lalić Ž., Pezo L., *What to expect from heavy clay?* Ceramics International, (2013), Vol 39, No 2: 1667-1675. ISSN: 0390-5519, IF: 1.751.
5. D.Joksimović, I.Tomić, A.R.Stanković, M.Jović, **S.Stanković**, *Trace metal concentrations in Mediterranean blue mussel and surface sediments and evaluation of the mussels quality and possible risks of high human consumption*, Food Chemistry, (2011) 127, 632- 637. ISSN: 0308-8146, IF: 4.268.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техникотехнолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са

релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односно дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум: 03.12.2015

М.П.

Проф. др Ђорђе Јанаћковић

NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU

Predmet: Podobnost teme i kandidata Bojana Tanaskovskog za izradu doktorske disertacije

Odlukom br. 35/435 od 29. 09. 2015 godine, na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu od 17. 09. 2015. godine imenovani smo za članove Komisije za ocenu teme i kandidata Bojana Tanaskovskog za izradu doktorske disertacije i naučne zasnovanosti teme „**Karakterisanje sedimenta Bokokotorskog zaliva koristeći energetske disperzivnu rendgensku fluorescentnu spektrometriju (ED-XRF)**“

Na osnovu materijala priloženog uz Zahtev kandidata, Komisija o naučnoj zasnovanosti predložene teme podnosi sledeći

R E F E R A T

1. Podaci o kandidatu

1.1. Biografski podaci

Bojan Tanaskovski je rođen 03. avgusta 1985.godine u Pančevu. Osnovnu i srednju školu završio je sa odličnim uspehom u Pančevu.

Vojnu akademiju, Univerzitet odbrane u Beogradu, upisao je školske 2004/2005. godine, smer Tehnička služba-Ubojna sredstva, a diplomirao 2009. godine sa prosečnom ocenom 9,40 i ocenom 10 odbranio diplomski rad na Katedri vojnohemijskog inženjerstva. Od 2009. godine zaposlen je u 204.vazduhoplovnoj brigadi u Batajnici, gde je zaposlen i sada. Postdiplomske doktorske studije upisao je školske 2009/2010. godine na Tehnološko-metalurškom fakultetu, Univerzitet u Beogradu, studijski program Inženjerstvo zaštite životne sredine, pod mentorstvom prof. dr Slavke Stanković.

1.2. Stečeno naučnoistraživačko iskustvo

U okviru doktorskih studija položio je sve ispite predviđene planom i programom, uključujući i završni ispit, u zakonski predviđenom roku postigavši sledeće ocene:

Predmet	Ocena
Industrijska ekologija	10
Ekonomija životne sredine i održivi razvoj	9
Viši kurs analitičke hemije	10

Hemijska kinetika	8
Odabrana poglavlja matematičke analize	9
Organske zagađujuće supstance	10
Viši kurs pripreme vode za piće	9
Teorijski principi i praktični aspekti pripreme vode za piće	10
Upravljanje čvrstim i opasnim otpadom	10
Strukturna analiza organskih molekula	10
Tečna hromatografija-masena spektrometrija	9
Završni ispit na doktorskim studijama	10
Prosek	9,50

Temu završnog ispita na doktorskim studijama „Određivanje sadržaja elemenata u zemljištu korišćenjem XRF metode“ odbranio je sa ocenom 10.

U toku školske 2014/2015. godine bio je angažovan kao demonstrator za izvođenje vežbe na ED-XRF-u na Katedri za Analitičku hemiju i kontrolu kvaliteta, Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, za studente V semestra na predmetu Instrumentalne metode.

Spisak objavljenih naučnih radova:

Radovi u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21)

1. Slavka Stanković, **Bojan Tanaskovski**, Božidarka Zlatić, Milica Arsenović, Lato Pezo, *Analysis of trace elements in surface sediments, mussels, seagrass and seawater along the southeastern Adriatic coast – a chemometric approach*, Pure and Applied Chemistry (2014) 86(7): 1111–1127. ISSN 0033-4545, IF 3.202.
2. Slavka Stankovic, Mihajlo Jovic, **Bojan Tanaskovski**, Marija L. Mihajlovic, Danijela Joksimovic and Lato Pezo, *Can the origin of some metals in the seagrass Posidonia oceanica be determined by the indexes of metals pollutions?* Environmental Science and Pollution Research (2015) Vol. 22, No 11: 8253-8263. ISSN 0944-1344, IF 2.920.

Radovi u međunarodnom časopisu (M23)

1. **B. Tanaskovski**, M. Petrovic, Z. Kljajic, S. Degetto, S. Stankovic, *Analysis of major, minor and trace elements in surface sediments by X-ray fluorescence spectrometry for assessment of possible contamination of Boka Kotorska Bay, Montenegro*, Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, (2014), Vol. 33, No. 1, pp. 139–150 . ISSN 1857-5552, IF 0.650.

Predavanja po pozivu sa međunarodnog skupa štampana u izvodu (M32)

1. **B. Tanaskovski**, B. Zlatić, M. Arsenović, L. Pezo, S. Stanković, *Principal component analysis (PCA) of trace elements in surface sediments sampled along the Southeastern Adriatic coast*, - Symposium IV, 44 -th World Chemistry Congress, IUPAC 2013, Book of Abstracts, p. 1035, Instambul, Turkey, 11-16 August, 2013.

2. **B. Tanaskovski**, B. Zlatic, M. Arsenovic, L. Pezo, S. Degetto, **S. Stankovic**, *A multiple trace element study in surface sediments by ED-XRF from the southeastern adriatic, Boka Kotorska bay*, - Symposium IV, 44 -th World Chemistry Congress, IUPAC **2013**, Book of Abstracts, p. 1034, Instambul, Turkey, 11-16 August, **2013**.

Saopštenja sa međunarodnog skupa štampana u celini (M33)

1. **Bojan Tanaskovski**, Ljiljana Milicic, Mihajlo Jovic, Marjana Stojanovic, Slavka Stankovic, *The sediment type determination by ED – XRF spectrometry measurements*, - 7. Simpozijum hemija i zaštita životne sredine EnviroChem2015 – 7-th International conference, Palić, June 9-12, Serbia, **2015**.
2. **Bojan Tanaskovski**, Mihajlo Jovic, Marjana Stojanovic, Slavka Stankovic, *Determination of the optimal measuring parameters for analysis major, minor, trace and rare earth elements in marine sediment by using ED – X - ray fluorescence spectrometry*, - 7. Simpozijum hemija i zaštita životne sredine, EnviroChem2015 – International conference, Palić, June 9-12, Serbia, **2015**.
3. Slavka Stanković, Milena Radomirovic, **Bojan Tanaskovski**, Mihajlo Jovic, Lato Pezo, Sandro Degetto, *Analysis of major and minor elements in surface sediments and mussels from the Boka Kotorska bay, Montenegro – chemometric approach*, - VODE2015 – 44-th International conference, Kopaonik, June 02-05, Serbia, **2015**.
4. Slavka Stanković, **Bojan Tanaskovski**, Mihajlo Jović, *Concentration data for 30 elements in the mussel Mytilus galloprovincialis*, *Water & Fish* – 7-th International conference, Belgrade, June 10-12, Serbia, **2015**.
5. Slavka Stanković, M. Radomirovic, **B. Tanaskovski**, M. Jovic, *The impact of major and minor elements from sediments on their content in M. galloprovincialis from the Boka Kotorska Bay, Montenegro*, Eco-Ist'15 – XXIII Međunarodna Konferencija, Kopaonik, June 17. - 20. Serbia, **2015**.

Saopštenja sa međunarodnog skupa štampana u izvodu (M34)

1. **Bojan Tanskovski**, Bozidarka Zlatic, Slavka Stankovic, *Principal component analysis (PCA) of trace elements in the mussel M. galloprovincialis collected in the coastal area of southeastern Adriatic*, - ICOSECS 8 – 8th International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries, Belgrade, Serbia, June 27-29, Book of Abstracts p. 237, **2013**.
2. **Bojan Tanaskovski**, Sandro Degetto, Slavka Stankovic, *A multiple element analysis of a food by ED-XRF: mussels as a case study*, - ICOSECS 8 – 8th International Conference of the Chemical Societies of the South-East European Countries, Belgrade, Serbia, June 27-29, Book of Abstracts, p. 257, **2013**.
3. M. Jović, A. Onjia, **B. Tanaskovski**, S. Stanković, *Macro- and microelements health risk assessment for population via consumption of mussels Mytilus galloprovincialis*. - II International Congress, Food Technology, Quality and Safety, October 28-30, Novi Sad, Serbia, **2014**, Book of Abstracts, p. 143, ISBN: 978-86-7994-041-4, Publisher: University of Novi Sad, Institute of Food Technology.

1.3. Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i pokazanih rezultata tokom poslediplomskih studija Tanaskovski Bojan, dipl. inženjer hemijskih tehnologija, pokazao je sklonost i izrazitu sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom. Bojan Tanaskovski je objavio 3 rada u naučnim časopisima međunarodnog značaja i 10 radova saopštenih na međunarodnim skupovima. Tema doktorske disertacije pripada oblasti iz koje je kao prvi autor objavio jedan naučni rad u međunarodnom časopisu kategorije M23, dok su dva rada na recenziji iz kategorije M21, i brojna saopštenja na međunarodnim skupovima, što ukazuje na to da je ispunio potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

3. Predmet i cilj istraživanja

Glavni pokazatelji zagađenja u vodenoj sredini su kontaminirani sedimenti koji mogu biti definisani kao zemljište, pesak, organska materija ili akumulirani minerali na prostoru morskog dna [1]. Pod određenim uslovima, zagađivači koji se nalaze u sedimentima mogu biti otpušteni u vodi i na taj način, sedimenti mogu biti važni izvori zagađenja u morskoj vodi [2]. Oni služe kao rezervoari za teške metale, a samim tim, zaslužuju posebnu pažnju u planiranju i projektovanju vodenih istraživačkih studija zagađenja [3].

Primarni ciljevi uzorkovanja i analiza sedimenata za procenu ekoloških rizika su identifikacija potencijalnih izvora zagađenja i razgraničenje oblasti kontaminacije. Međutim, tradicionalni pristupi uzorkovanja i analiza ne mogu uvek pružiti sve potrebne informacije da podrže proces procene rizika na ekonomičan i vremenski efikasan način. Izvršenja procene rizika u morskom okruženju su često ometena zbog složenosti i heterogenosti morskih ekosistema. Stoga je primena dodatnih mera kako bi se olakšao proces procene od velike važnosti. Jedna od mera koje se mogu implementirati u različitim fazama procesa u sedimentima je upotreba tehnologije karakterizacije sedimenta. Ona će u ovoj doktorskoj disertaciji biti izvršena upotrebom rendgenske fluorescentne spektroskopije (XRF) koja će se koristiti da popuni praznine u informacijama i da se osigura reproduktibilnost i validnost dobijenih rezultata.

Cilj ove disertacije je da pruži informacije o mogućnosti hemijskog karakterisanja sedimenta u odnosu na makro, mikro i retke elemente metodomom rendgenske fluorescentne spektroskopije. To je instrumentalna tehnika kojom se bez razaranja uzoraka vrši kvantitativna i kvalitativna hemijska analiza uzoraka i koja zahteva malo ili ni malo pripreme uzorka, a može dati pouzdane rezultate u razumnom vremenskom roku (nekoliko minuta u zavisnosti od tipa uzorka). Takođe ova tehnika omogućava širok opseg merenja (od ppm do %) za veliki deo elemenata periodnog sistema, kao i oksida pojedinih elemenata (Na - U) [4,5]. To je analitička metoda koja direktno analizira gotovo sve hemijske elemente periodnog sistema u čvrstim uzorcima, prahu ili tečnostima. Materijali mogu biti čvrste materije kao što su staklo, keramika, metal, kamen, ugalj, plastika ili tečnosti, kao što su benzin, ulja, boje, rastvori, krv ili čak i vino. Sa XRF metodom vrlo niske koncentracije od nekoliko ppm, kao i veoma visoke koncentracije do 100%, mogu biti direktno analizirane bez procesa rastvaranja i razblaživanja uzoraka i one obuhvataju tipične nivoe elemenata koje se nalaze u zemljištu i sedimentima. Zato je XRF analiza univerzalna metoda analize, koja je zbog jednostavne i brze pripreme uzoraka široko prihvaćena i našla je veliki broj korisnika u oblasti istraživanja, a pre svega u industriji. Posebno u složenim analizama uzoraka iz životne sredine, u proizvodnji i kontroli kvaliteta među i krajnjih proizvoda, postoje sve veće mogućnosti za XRF analizu [6,7,8]. Najveću primenu XRF spektrometrija ima u naučnim istraživanjima čovekove okoline [9]. U poslednjih nekoliko godina, primena ED-XRF tehnike, koja je jedna od dva opšta tipa XRF tehnika, za analizu uzoraka zemljišta i sedimenta [10, 11], značajno je povećana.

Predmet istraživanja ove doktorske disertacije obuhvatio bi određivanje i optimizaciju parametara ED-XRF metode za određivanje sadržaja oksida, makroelemenata, mikroelemenata i retkih elemenata u sedimentima u cilju utvrđivanja hemijskog sastava i kvaliteta sedimenta i moguće kontaminacije sedimenta, odnosno njegovo karakterisanje. Izbor optimalnih parametara i

uslova merenja ED-XRF metodom je složen i kritičan deo istraživanja, i u izvesnoj meri deo "umetnosti" XRF spektrometrije. Izbor odgovarajućih uslova akvizicije može značiti razliku između merenja elementa na nivou ppm, ili ih ne videti uopšte [12].

Pošto je ED-XRF osetljiva metoda u odnosu na matriks ispitivanih uzoraka, kao i u odnosu na određene parametre merenja, neophodno je njeno prilagođavanje ispitivanom medijumu-sedimentu i vršenje njene optimizacije kroz procese kalibracije, kvalitetne pripreme uzoraka, kao i izbora optimalnih uslova merenja kroz seriju eksperimenatalnih merenja standardnih uzoraka, kao i statističku obradu dobijenih podataka, kako bi se dobili verodostojni parametri merenja ovom tehnikom, da bi se dobili reprezentativni rezultati merenja [10, 13].

Istraživanja su pokazala da su način pripreme uzoraka sedimenta i tačno određeni i definisani parametri rada instrumenta od izuzetnog značaja za određivanje pojedinačnih oksida i elemenata u sedimentu [14]. Kvalitetna priprema uzoraka, to jest njihov termički tretman na različitim temperaturama radi dobijanja podataka o sadržaju vlage, količini organske materije u njima, i ukupnom sadržaju karbonata u njima, radi otklanjanja efekata matriksa je od izuzetnog značaja za dobijanje pouzdanih rezultata merenja [15]. Takođe je uticaj veličine mineraloških efekata koji se eliminišu pravilnom homogenizacijom i načinom presovanja uzoraka u postupku njihove pripreme, pre instrumentalne analize, veoma važan [16].

Na osnovu ovih istraživanja doći će se do pravih vrednosti neophodnih parametara merenja ED-XRF tehnikom na osnovu standardnih uzoraka za svaki oksid i element pojedinačno, i tako dobijeni optimalni uslovi merenja biće korišćeni prilikom merenja svakog pojedinačnog oksida i elemenata u uzorcima sedimenta Bokotorskog zaliva. U ovom istraživanju koristiće se standardni referentni materijali za zemljište i sediment koji su tako odabrani da u svom sastavu imaju veliki broj sertifikovanih koncentracija oksida, mikro, makro i retkih elementata kojima će se kalibrisati instrument za svaki pojedinačni oksid i element. Pravilan izbor standardnih referentnih materijala koji će se koristiti za kalibraciju ED-XRF, kao i očekivan opseg koncentracija ispitivanih elemenata u uzorku, su bitan uslov za kalibraciju instrumenta i dobijanje kvalitetnih i kvantitativnih rezultata merenja, a samim tim i za dobijanje što reprezentativnijih rezultata prilikom merenja nepoznatih uzoraka.

Uticaj antropogenih aktivnosti na morske ekosisteme je postala jedna od najčešće ispitivanih tema u nauci životne sredine u poslednjoj deceniji. Postoje brojne oblasti u kojima ljudi negativno utiču na obale morskih ekosistema, uključujući industrijske, poljoprivredne i komunalne aktivnosti. U skorije vreme, uticaj akvakulture na primorski ambijent postaje sve veći problem. Akvakulturna proizvodnja je doživela brz rast, uglavnom zbog veće potražnje za više prehrambenih proizvoda. Intenzivna akvakultura može uticati na hemijske uslove vode i sedimenta u priobalnim područjima. Intenzivna akvakultura takođe ima potencijal da izmeni prirodne koncentracije elemenata u lokalnim sedimentima [17].

Generalno, sediment je znatno više ispitivan duž italijanske jadranske obale nego što duž istočne obale Jadranskog mora [18]. Bokotorski zaliv je polu-zatvoreni zaliv u kome sediment nije istražen. U poslednjoj deceniji akvakultura školjki postaje komercijalno važna u Boki Kotorskoj. Karakteristike reljefa Boke Kotorske stimulišu razvoj urbanih naselja duž obale; posebno pogodne zone akvakulture su smeštene u kotorskom, risnskom, i tivatskom zalivu. Mediteranska školjka se gaji na 16 farmi u zalivu, svaka proizvodeći od 5 do 30 tona godišnje. Mogući uticaj morske akvakulture na hemijski sastav morskih sedimenata u Bokotorskom zalivu još nije istražen. Stoga je cilj ovog rada je da se izvrši hemiska karakterizacija sedimenta Bokotorskog zaliva praćenjem njegovog sastava tj određivanjem sadržaja oksida: Na_2O , K_2O , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , MnO , TiO_2 , P_2O_5 i brojnih elemenata: Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Pb, Sn, Sb, Ba, Sr, Br, Rb, Zr, Mo, Cs, I, V, Ga, La, U, Th, Nb, V, Sc, Ge, Gd, Yb, Hf i Ce, koji će se analizirati korišćenjem

energetski disperzivne x-zraka fluorescentne spektrometrije (ED-XRF) na dvanaest lokacija. Šest uzorkovanih lokacija sedimenta je u neposrednoj blizini uzgajališta školjki i šest u centralnim delovima Boke Kotorske. Prostorna distribucija oksida i preostalih elemenata, njihovi prirodni i mogući antropogeni izvori, organska materija i ukupan sadržaj karbonata, biće ispitivani, kao i rezultati osnovnih statističkih analiza biće uključeni. U površinskom sedimentima granulometrija, sadržaj karbonata i sadržaj organske materije su važni kontrolni faktori za sadržaj velikog broja elemenata u tragovima [19,20]. Takođe koncentracije makro elemenata u morskim sedimentima u zavisnosti su od tipa sedimenta [20].

Cilj ovog istraživanja je da se odredi poreklo i odnosi između koncentracije ispitivanih oksida i elemenata u uzorcima površinskog sedimenta u akvatorijumu Boke Kotorske i izvrši procena njihovog uticaja na morsku sredinu zaliva, tj. njihovo prirodno i moguće antropogeno poreklo u sedimentu uključujući u razmatranje hidrogeološki i antropogeni uticaj na akvatorijum Boke Kotorske, kao i mogući uticaj velikog broja uzgajališta školjki na hemijski sastav sedimenta i koncentracije ispitivanih oksida i elemenata. U toku rada posebno će biti dat akcenat na uzorkovanju i pripremi uzoraka za analizu, primeni referentnih materijala tokom kalibracije instrumenta i analize uzoraka, kao i određivanju koncentracija ispitivanih elemenata ED-XRF metodom sa ciljem da se dobije jedinstvena metodologija koja bi davala pouzdane rezultate. Naučni cilj ovog rada usmeren je takođe na razvoj i utvrđivanju metodologije kalibracije ED-XRF instrumenta i određivanje optimalnih parametara merenja (napon, struja, vrsta i debljina filtera, kao i vreme merenja) za kvalitativnu i kvantitativnu analizu pojedinačnih elemenata i oksida u čvrstim uzorcima, kao što je morski sediment. Biće definisani specifični parametri merenja i izvedeni zaključci o pogodnosti metode za merenja koncentracija elemenata i oksida u složenim matriksima kao što je sediment, sa definisanim ograničenjima ove metode u analizi čvrstih uzoraka.

Poseban aspekt predstavlja razvoj jedinstvene metodologije koja bi dala pouzdane i reproduktivne rezultate, što podrazumeva utvrđivanje optimalnog postupka za uzorkovanje, obradu uzorka, konzerviranje, njegovu homogenizaciju, sušenje, prosejavanje, presovanje uzoraka i merenje uz primenu standardnih referentnih materijala sedimenta sa poznatim sadržajem elemenata i oksida, komparativnu analizu sadržaja oksida i elemenata sa dosadašnjim istraživanjima različitim drugim metodama kao i statističku obradu rezultata merenja.

Dobijeni rezultati istraživanja ove teme doktorske disertacije bi se poredili sa literaturnim podacima iz ove oblasti i bili bi istovremeno i statistički obrađeni i prikazani.

Literatura:

- [1] USEPA, - *EPA's Contaminated Sediment Management Strategy*. 823-R-98-001, 1998.
- [2] Allen, H.E. - *Metal Contaminated Aquatic Sediments*. Michigan, Ann Arbor Press, 1995.
- [3] Puyate, Y.T., Rim-Rukeh A., Awatefe, J.K. - *Metal Pollution Assessment and Particle Size Distribution of Bottom Sediment of Orogon River, Agbor, Delta State, Nigeria*. J. Appl. Sci. Res. 3(12): 2056-2061, 2007.
- [4] M. Steven Shackley - *An Introduction to X-Ray Fluorescence (XRF) Analysis in Archaeology*, X-Ray Fluorescence Spectrometry (XRF) in Geoarchaeology, 2011.
- [5] Elemental Analysis of Geological Materials Using Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Spectroscopy (EDXRF), www.spectro.com
- [6] Paulo Ernesto Mori, Shane Reeves, Ciro Teixeira Correia, Maunu Haukka - *Development of a fused glass disc XRF facility and comparison with the pressed powder pellet technique at Instituto de Geociencias, Sao Paulo University*, Revista Brasileira de Geociencias, 29(3):441-446, 1999.
- [7] B. Tanaskovski, M. Petrovic, Z. Kljajic, S. Degetto, S. Stankovic - *Analysis of major, minor and trace elements in surface sediments by X-ray fluorescence spectrometry for assessment of possible contamination of Boka Kotorska Bay, Montenegro*, Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, Vol. 33, No. 1, pp. 139-150 (2014).
- [8] Višnja Oreščanin, Ivanka Lovrenčić Mikelić, Luka Mikelić, Stipe Lulić - *Applicability of MiniPal 4 compact EDXRF spectrometer for soil and sediment analysis*, X-Ray Spectrom. 37: 508 – 511, Zagreb, Croatia 2008;
- [9] F. L. Melquiades, C. R. Appoloni - *Application of XRF and field portable XRF for environmental analysis*, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 262, No. 2 (2004) 533.541
- [10] Gary Pritchard - *Environmental Applications of X-ray spectroscopy*, Australia, 2005.
- [11] F. L. Melquiades, C. R. Appoloni - *Application of XRF and field portable XRF for environmental analysis*, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 262, No. 2 (2004) 533.541
- [12] B. Beckhoff, B. Kanngießer, N. Langhoff R. Wedell, H. Wolff - *Handbook of Practical X-Ray Fluorescence Analysis*. Berlin, 2005.
- [13] A. Markowicz - *An overview of quantification methods in energy-dispersive X-ray fluorescence analysis*, Pramana – J. Phys., Vol. 76, No. 2., pp. 321-329, 2011.
- [14] Joanne Wai Ting Tung - *Determination of metal components in marine sediments using energy-dispersive x-ray fluorescence (ED-XRF) spectrometry*, Annali di Chimica, 94, 2004, by Società Chimica Italiana
- [15] PANalytical B.V.- *Trace element analysis of toxic heavy metals in soils and contaminated land using MiniPal 4*- PANalytical B.V., The Netherlands
- [16] M.L. Carvalho, J. G. Ferreira, P. Amorim, M.I.M. Marques & M.T. Ramos - *Study of heavy metals and other elements in macrophyte algae using energy-dispersive x-ray fluorescence*, Environmental Toxicology and Chemistry 16(4):807 – 812, 1997.
- [17] Tovar, A., Moreno, C., Manuel-Vez, M.P., García-Vargas, M.- *Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters*. Water Res. 34, 334-342, 2000.
- [18] Stanković, S., Tanaskovski, B., Zlatić, B., Arsenović, M., Pezo, L. - *Analysis of trace elements in surface sediments, mussels, seagrass and seawater along the southeastern Adriatic coast -a chemometric approach*. Pure Appl. Chem. 86, 1111-1127, 2014.
- [19] Alagarsamy, R., Zhang, J.- *Geochemical characterisation of major and trace elements in the coastal sediments of India*. Environ. Monit. Assess. 161, 161-176, 2010.
- [20] Popadić, A., Vidović, J., Čosović, V., Medaković, D., Dolenc, M., Felja, I. - *Impact evaluation of the industrial activities in the Bay of Bakar (Adriatic Sea, Croatia): Recent benthic foraminifera and heavy metals*. Mar. Pollut. Bull. 76, 333-348, 2013.

4. Polazne hipoteze

Sve veći broj ljudi živi na obalama mora u odnosu na kopno. Morska sredina i organizmi koji žive u njoj postaju neophodan izvor hrane za sve veću populaciju na planeti. Prirodnim izvorima hrane iz mora, sve više se pridružuje organizovana proizvodnja hrane u morskoj sredini, kroz uzgajališta različitih morskih vrsta. Stoga je veoma bitno da se proizvodnja takve hrane odvija u čistim i održivim uslovima.

Da bi se unapredio kvalitet već moguće zagađene morske sredine, odnosno zaštitila još nezagađena, neophodno je sprovoditi mere kontrole i zaštite, i primeniti naučnu metodologiju koja zaštitu od zagađivanja posmatra u vidu jednog kompleksnog sistema. Glavni pokazatelji zagađenja u morskoj sredini su kontaminirani sedimenti koji mogu biti definisani kao zemljište, pesak, organske materije, ili akumulirani minerali na prostoru morskog dna. Pod određenim uslovima, zagađivači koji se nalaze u sedimentima mogu biti otpušteni u vodeni stub i na taj način, sedimenti mogu biti važni izvori zagađenja morske vode.

Sedimenti su poznati kao glavni akumulatori teških metala i drugih zagađivača u priobalnim ekosistemima koji su pod uticajem antropogenih aktivnosti. Koncentracija teških metala u sedimentima može biti pod uticajem varijacije u svojoj teksturi, sastavu, procesima redukcije/oksidacije, adsorpcije/desorpcije i fizičkog transporta ili uticaja antropogenog inputa.

Da bi se potpuno definisao hemijski sastav sedimenta potrebno je utvrditi sadržaj oksida, makro, mikro i retkih elemenata, kao i organski deo u njemu. Predhodna istraživanja su ukazala na mogućnost upotrebe ED-XRF metode za određivanje koncentracije velikog broja elemenata u sedimentu. Međutim upotreba ove metode je zbog karakteristika, specifičnosti i složenosti matriksa sedimenta veoma ograničena u pogledu dobijanja reprezentativnih i preciznih rezultata.

U ovom radu biće korišćene standardne metode za karakterizaciju sedimenta, dok će poseban akcenat biti na utvrđivanju sadržaja elemenata i oksida u sedimentu primenom ED-XRF metode preko koje će hemijska karakterizacija sedimenta biti određena. Kako sadržaj elemenata u sedimentu nije jednostavno i lako utvrditi zbog toga što je sediment jedan kompleksan sistem, osnovni elementi ove disertacije bi se sastojali u odabiru adekvatnih metoda pripreme uzoraka, kao i odabiru optimalnih parametara merenja određenih elemenata za analizu ED-XRF metodom.

Primenom ED-XRF tehnike utvrdiće se razlika/sličnost između sadržaja merenih elemenata u ispitivanim uzorcima sedimenta, geo-hemijski, biološki, hidrološki i prostorni uticaj na izmerene vrednosti teških metala, oksida, retkih elemenata, kvalitet sedimenta u odnosu na ispitivane teške metale i ostale ispitivane elemente, stepen zagađenja sedimenta, kao i njegov posredni uticaj na ispitivanu morsku sredinu.

U toku rada posebno će biti dat akcenat na uzorkovanju i pripremi uzoraka za analizu, primeni referentnih materijala tokom analize uzoraka i njihovom pravilnom odabiru, kao i određivanju optimalnih parametara pod kojima se vrši analiza određenih elemenata ovom tehnikom, sa ciljem da se dobije jedinstvena metodologija koja bi davala pouzdane rezultate.

4. Naučne metode istraživanja

Za realizaciju planiranih istraživanja koristiće se fizička i hemijska ispitivanja, metode uzorkovanja, analitičke metode za pripremanje, konzerviranje i presovanje uzoraka, metoda žarenja uzoraka na dve različite temperature, kao i sledeća analitička tehnika za merenja koncentracija mikroelemenata:

- ED-XRF (energetski disperzivna fluorescentna rendgenska spektrometrija).

ED-XRF metodom odrediće se sadržaj ispitivanih elementa i oksida u morskom sedimentu Bokotorskog zaliva. Karakterizacija sedimenta biće izvršena fizičko-hemijskom analizom

(određivanje sadržaja vlage, određivanje sadržaja organske materije, ukupnog sadržaja karbonata, sadržaja pojedinih oksida, sadržaja makro, mikro i retkih neorganskih elemenata).

Na osnovu standardnih uzoraka formiranih od standardnih referentnih materijala u toku sprovođenja empirijske kalibracije instrumenta izvršiće se određivanje pet ključnih parametara neophodnih za precizno merenje ED-XRF metodom za svaki element pojedinačno a to su: napon, struja, vrsta filtera, tip ekscitacije i vreme merenja. Na osnovu dobijenih parametara optimizacije instrumenta izvršiće se merenje oksida i elemenata u sedimentu Bokokotorskog zaliva. Za kvalitativno i kvantitativno određivanje oksida i elemenata u uzorcima sedimenta ED –XRF tehnikom odrediće se sadržaj vlage, sadržaj organske materije i sadržaj karbonata u ispitivanim uzorcima sedimenta koji će se koristiti za korekciju efekta matriksa pri instrumentalnoj analizi elemenata i oksida.

Posle ED-XRF analize, koristiće se standardne i posebne metode za obradu rezultata merenja. Standardne metode uključivaće tačnost i kontrolu kvaliteta merenja ED-XRF metodom, a ključni parametri u karakterisanju uzoraka sedimenta, kao i njihova lokacijska varijabilnost, biće određeni primenom sledećih hemometrijskih metoda:

- PCA (principal component analysis), analiza (osnovne) glavne komponente,
- FA (factor analysis), faktorska analiza,
- CA (cluster analysis), klasterska analiza.

Hemometrijske metode (takođe poznate i kao multivarijantne statističke tehnike), određuju nekoliko pravaca u istaživanju i karakterisanju sedimenta i klasifikaciji i praćenju određenih uticaja na njegov tip i sastav. Hemometrijske metode identifikuju prirodno grupisanje oksida i elemenata u uzorku, kao i grupe promenljivih na bazi sličnosti između uzoraka. Takođe biće urađena i deskriptivna statistička obrada dobijenih podataka pomoću softverskog paketa SPSS, u kojoj će se pratiti koeficijent korelacije između izmerenih elemenata i oksida u nepoznatim uzorcima.

Korišćenjem koeficijenta korelacije biće razmatrani dobijeni rezultati koncentracije elemenata analizom sedimenta ED-XRF tehnikom sa svrhom utvrđivanja: antropogenog uticaja i uticaja akvakulture na koncentracije elemenata u sedimentu, kao i mogućih izvora određenih elemenata u uzorcima. Posebno će se preko koeficijenata korelacije razmatrati koncentracija elemenata u odnosu na sadržaj organskog ugljenika i ukupan sadržaj karbonata u sedimentu. Takođe će se određivati tip sedimenta i geo-hidrografski uticaj u odnosu na sadržaj i koncentracije elemenata.

Primenom ovih različitih metoda analize došlo bi se do razvoja metodologije određivanja sadržaja elemenata i oksida u morskim sedimentima i karakterisanje sedimenta jednom relativno brzom tehnikom kao što je ED-XRF.

5. Očekivani naučni doprinos

Rezultati ove doktorske disertacije bi doprineli:

- ✓ Određivanju limita detekcije ED-XRF instrumenta pri određivanju elemenata u veoma složenom medijumu kao što je sediment;
- ✓ Utvrđivanju zavisnosti mineraloških efekata u odnosu na utvrđivanje sadržaja elemenata
- ✓ Utvrđivanju načina prevazilaženja i otklanjanja mineraloških efekata i efekta matriksa
- ✓ Utvrđivanju metodologije odabira standardnih referentnih materijala za kalibraciju instrumenta
- ✓ Da se ustanovi primenljivost ove analitičke tehnike za određivanje elemenata u sedimentu i uspostavi jedinstvena metodologija koja će dati pouzdane i precizne rezultate
- ✓ Utvrđivanje optimalnih parametara instrumenta pri izvođenju merenja nepoznatih uzoraka koja bi doprinela dobijanju novog, efikasnog, ekonomski povoljnijeg načina za dobijanje preciznijih i reprezentativnih rezultata uz maksimalno iskorišćenje performansi instrumenta sa kojim se raspolaže;

- ✓ Primenom ove eksperimentalne metode biće utvrđena metodologija određivanja sadržaja oksida i elemenata u sedimentu, a time bi se odredio kvalitet sedimenta u odnosu na sadržaj oksida, makro, mikro i retkih elemenata
- ✓ Uzajamna povezanost sadržaja oksida u odnosu na sadržaj mikro elemenata u sedimentu, čime bi sedimenti bili analizirani kao indikatori vezivanja određenih mikro elemenata za određeni tip sedimenta
- ✓ Da se ustanovi uticaj različitih hemijskih, bioloških, geoloških i hidroloških faktora na akumulaciju i bioakumulaciju ispitivanih elemenata u morskom sedimentu
- ✓ Da se odredi uticaj antropogenih faktora na hemijski sastav morskog sedimenta
- ✓ Određivanju kvaliteta morskog sedimenta u Bokokotorskom zalivu i njegovog potencijala za industrijsku akvakulturu.

6. Plan istraživanja i struktura rada

Predmet rada ove doktorske disertacije je ispitivanje mogućnosti primene ED-XRF metode za kvalitativno i kvantitativno karakterisanje morskog sedimenta u odnosu na prisutne okside i hemijske elemente u njegovom sastavu. Uzorkovaće se morski sediment u Bokokotorskom zalivu na dvanaest lokacija. Uzorci će biti sušeni u sušnici na 105 °C do konstantne mase na vazduhu, zareni na 550°C i 950°C i prosejani do veličine < 70 µm. Ovako pripremljeni uzorci biće odmereni i presovani u obliku pastila i koristiće se za eksperimentalnu analizu na sadržaj oksida, i velikog broja elemenata pomoću ED-XRF tehnike.

Eksperimenti određivanja sadržaja ogranske materije i ukupnog sadržaja karbonata u uzorcima biće rađeni sa ciljem ispitivanja uticaja ovih parametara na preciznost ED-XRF metode pri određivanju elemenata u sedimentu, odnosno korekcije dobijenih eksperimentalnih rezultata zbog uticaja sadržaja isparljivih komponenti u uzorku (H₂O, CO₂, F, Cl, S; i delom K, Na) na tačnost dobijenih rezultata, tj. uticaja matriksa koji izaziva greške pri merenju.

Na osnovu predhodne kalibracije ED-XRF metode na osnovu standardnih materijala za svaki pojedinačni element i dobijenih optimalnih parametara analize (napon, struja, filter i vreme merenja) biće izvršena sveobuhvatna karakterizacija odabranog sedimenta koja podrazumeva već spomenute fizičko-hemijske metode merenja, kao i statističke metode analize dobijenih podataka merenja.

U cilju ispitivanja mogućnosti uticaja antropogenih, geoloških, hidroloških, mineraloških i drugih uticaja na sadržaj određenih elemenata u njemu biće analizirana prostorna distribucija elemenata u Bokokotorskom zalivu. Takođe, svi dobijeni podaci biće obrađeni različitim hemometrijskim metodama: analiza (osnovne) glavne komponente, faktorska analiza, klusterska analiza, koeficijent korelacije i dr.

S obzirom na to da je analiza i karakterizacija sedimenta posebno istraživana u poslednjoj deceniji u svetu, u planu je da se uz diskusiju eksperimentalno dobijenih podataka prikaže i odgovarajuća potpora u literaturi.

Sediment iz Bokokotorskog zaliva uzorkovao bi se sa različitih lokacija (delom priobalnih a delom iz većih dubina i u središnjem delu zaliva), sa ciljem da se prati stanje morske sredine Bokokotorskog zaliva, tj. kvalitet sedimenta, prostorni raspored elemenata i oksida u okviru zaliva, proceni prirodni uticaj kao i uticaj određenih ljudskih aktivnosti na njegov kvalitet, posebno uticaj farmi školjki na kvalitet sedimenta u oblasti akvakulture.

Predloženi plan istraživanja izvršio bi se u nekoliko etapa. U preliminarnim ispitivanjima biće analizirana kalibracija instrumenta na osnovu standrda i iz sistematizovani eksperimentalnih podataka izvedeni optimalni parametri hemijske analize ED-XRF metodom za svaki pojedinačni

elemenat meren u atmosferskim uslovima. Posle toga biće izvršena sveobuhvatna analiza svakog uzorka sedimenta pojedinačno koja podrazumeva merenje fizičko-hemijskih parametara bitnih za kvalitet sedimenta. Takođe biće izvršeno poređenje dobijenih rezultata sa literaturnim podacima.

Koncentracija ispitivanih elemenata i oksida, korelacija i statistika biće analizirani sa ciljem dobijanja određenih pravila povezanosti između elemenata i oksida sa dobijenim sadržajem organske materije i ukupnim sadržajem karbonata u sedimentu. Na osnovu dobijenih rezultata proceniće se kvalitet sedimenta i dati uticaj postojanja farmi školjki na njegov kvalitet. Odnos sadržaja metala, oksida i retkih elemenata biće razmatrani hemijski, biološki i geohidrološki i analizirani lokacijski. Izvori teških metala i ostalih retkih elemenata, prirodni/antropogeni, kao glavni faktori uticaja na koncentraciju metala u morskom sedimentu biće određeni hemometrijskim metodama, PCA/FA i CA, kao i koeficijentom korelacije.

Predviđa se da će u doktorskoj disertaciji biti obrađena sledeća poglavlja: *Uvod, Teorijski deo, Eksperimentalni deo, Rezultati i diskusija, Zaključak i Literatura*.

U okviru pojedinačnih poglavlja biće prikazano sledeće:

1. *Uvodni deo* disertacije daće kratak uvid u problematiku određivanja elementa i karakterizaciju složenih matriksa kao što je sediment. Takođe, biće prikazan kratak pregled radova koji se bave problematikom određivanja elemenata i oksida u sedimentima, određivanju tipa sedimenta, utvrđivanju stanja sedimenta po pitanju njegovog uticaja na životnu sredinu; Takođe biće kratak prikaz instrumentalne ED-XRF metode, njene mogućnosti i ograničenja, način njihovog prevazilaženja i način maksimalnog iskorišćenja performansi ED-XRF uređaja sa osvrtom na specifičnost analiziranja tako složenih medijuma životne sredine kao što je morski sediment. Biće dat i cilj rada i kvalitet sedimenta na osnovu određenih sadržaja organske materije, oksida i elemenata u njemu.
2. *Teorijski deo* obuhvatiće pregled relevantnih istraživanja u literaturi koja se odnose na problematiku primene ED-XRF metode za analizu elementa i oksida u čvrstim uzorcima, posebno pripremu čvrstih uzoraka za analizu. U ovom delu posebno će biti teoretski razmatrana karakterizacija sedimenta primenom x-zraka fluorescentne spektrometrije. Biće razmatrani teorijski principi za kvalitativno i kvantitativno određivanje elemenata XRF metodom. Takođe, biće opisani i efekti ometanja: interelementarno zračenje i matrični efekti (efekti apsorpcije, efekat obogaćenja, efekat debljine uzorka, efekti veličine čestica, površinski efekti) čija će se korekcija vršiti odgovarajućom pripremom uzoraka a onda će biti određivan njihov uticaj na preciznost metode pri merenju elemenata u morskom sedimentu. Kroz pregled radova biće prikazana problematika upotrebe ED-XRF metode za analizu složenih medijuma životne sredine i dobijanja optimalnih parametara merenja pod kojim se takav medijum analizira radi dobijanja reprezentativnih i preciznih rezultata; biće prikazana problematika karakterisanja sedimenta i značaj karakterizacije u odnosu na prisustvo određenih elemenata u njemu kao što su mikro elementi i retki elementi. Takođe, biće prikazan kratak pregled radova koji se bave problematikom upotrebe ED-XRF metode za određivanje elemenata i oksida u sedimentu.
3. *Eksperimentalni deo* sadržaće opis:
 - ✓ pripreme uzoraka (mehaničko čišćenje, mlevenje, sušenje, zarenje na različitim temperaturama, presovanje i skladištenje);
 - ✓ empirijske kalibracije instrumenta primenom standardnih referentnih materijala i rezultate izvršene kalibracije na ovaj način sa utvrđivanjem zavisnosti primenjenih standardnih referentnih materijala na opseg i preciznost merenja elemenata.
 - ✓ ispitivanje operativnih parametara koji utiču na proces kvalitetne kalibracije instrumenta: primenjeni napon, struja, tip filtera, vreme merenja, tip ekscitacije i dr;
 - ✓ karakterizacije sedimenta (fizičke karakteristike, hemijski sastav i tip sedimenta);

- ✓ ispitivanje efikasnosti odabranih referentnih materijala za povećanje granice detekcije instrumenta;
 - ✓ metode obrade dobijenih podataka
4. *Rezultati i diskusija* prikazaće i komentarisati dobijene eksperimentalne rezultate. U ovom poglavlju biće prikazani i diskutovani rezultati, odnosno karakterisanje sedimenta, dati njegovo poreklo u odnosu na sadržaj određenih elemenata i oksida, biće diskutovani sadržaj organske materije i ukupan sadržaj karbonata u odnosu na koncentraciju pokazatelja kvaliteta u određenim tipovima sedimenta. Ovo poglavlje sadržaće analizu rezultata hemijskog sastava sedimenta po lokacijama i u odnosu na prirodni/antropogeni uticaj, sadržaj oksida, elemenata i retkih elemenata u ispitivanim sedimentima po lokacijama i dubini uzorkovanja mereno ED-XRF metodom. Diskusija rezultata koja će se odnositi na kvalitet sedimenta; razmatranje koncentracije elemenata preko koeficijenta korelacije; lokacijsku zavisnost dobijenih rezultata i dobijene rezultate hemometrijskih analiza; uticaj primene različitih načina pripreme uzoraka na dobijene rezultate merenja; statističku analizu dobijenih rezultata.
 5. *Zaključak* će sumirati rezultate doktorske disertacije i relevantne zaključke izvedene na osnovu izvršenih ispitivanja. Na osnovu utvrđenog kvaliteta sedimenta na bazi koncentracije svih merenih elemenata u ispitivanim uzorcima utvrdiće se stanje životne sredine Bokotorskog zaliva, predvideti moguće zagađenje na osnovu komparativne analize sa ranije sprovedenim analizama i dobijenim rezultatima, kao i dati optimalne lokacije vezane za uzgoj akvakulture u zalivu.
 6. *Literatura* će sadržati reference citirane u ovoj disertaciji, kao i radove proistekle istraživanjem u okviru ove doktorske disertacije

7. Zaključak i predlog

Na osnovu podataka iznetih u ovom materijalu članovi Komisije smatraju da je tema doktorske disertacije koju je predložio Tanaskovski Bojan, dipl. inž. hemijskih tehnologija, dobro utemeljena i naučno zasnovana. Pri tom Komisija smatra da tema doktorske disertacije treba da glasi: **„Karakterisanje hemijskog sastava sedimenta Bokokotorskog zaliva korišćenjem energetski disperzivne rendgenske fluorescentne spektrometrije (ED-XRF)“**. Stoga predlažemo Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta da Bojanu Tanaskovskom, dipl. inž. hemijskih tehnologija, odobri izradu doktorske disertacije pod navedenim nazivom i da za mentora imenuje dr Slavku Stanković, vanrednog profesora Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Inženjerstva zaštite životne sredine za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu, 23. novembar 2015.

ČLANOVI KOMISIJE

Dr Slavka Stanković, van. prof.
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Ljubinka Rajaković, red.prof.
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Mihajlo Jović, naučni saradnik,
Institut za nuklearne nauke Vinča, Univerzitet u Beogradu