

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu, održanoj 10.07.2012. godine, imenovani smo za članove Komisije za ocenu naučne zasnovanosti teme doktorske disertacije, koju je pod nazivom: „PRIMENA PRIRODNIH ZEOLITA U DISPERZINIM SISTEMIMA ZA PRIPREMU VODE ZA PIĆE”, predložila Slavica Tomić, dipl. hemičar i master inženjer tehnologije.

Na osnovu pregleda dokumentacije koju je dostavio kandidat Komisija o naučnoj zasnovanosti predložene teme podnosi sledeći

I Z V E Š T A J

1. PODACI O KANDIDATU

Opšti biografski podaci

Slavica Tomić (devojačko Arsović) rođena je 16.05.1968. godine u Beogradu. Osnovnu školu završila je sa odličnim uspehom u Raški, a srednju medicinsku školu sa odličnijim uspehom u Beogradu. Studije na Hemijskom fakultetu Univerziteta u Beogradu započela je školske 1987/88. godine. Diplomirala je 1993. godine sa prosečnom ocenom 8,23 i ocenom 10 (deset) na diplomskom ispitu. Stručni ispit iz oblasti nastavnog rada položila je 2000.g. Školske 2006/07. upisala je master studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer Inženjerstvo za zaštitu životne sredine (Hemijska tehnologija), pod mentorstvom dr Dragana Povrenovića, docenta. Diplomirala je 27.11.2007. godine sa prosečnom ocenom 10 i ocenom 10 (deset) na završnom ispitu, čime je stekla zvanje *master inženjer tehnologije*. Školske 2007/08. upisala je doktorske studije na Tehnološko – metalurškom fakultetu Univerziteta u Beogradu, smer Inženjerstvo za zaštitu životne sredine, pod mentorstvom dr Dragana Povrenovića. Stručni ispit iz oblasti projektovanja položila je u oktobru 2012.g. i stekla zvanje odgovorni projektant tehnoloških procesa. U okviru doktorskih studija položila je sve ispite predviđene planom i programom, uključujući i završni ispit, postigavši sledeće ocene:

Predmet	ESPB	Ocena
Ekonomija životne sredine i održivi razvoj	4	10
Matematička obrada eksperimentalnih podataka	5	10
Upravljanje čvrstim i opasnim otpadom	5	10
Hemijska kinetika	5	10
Industrijska ekologija	5	10
Organske zagadjujuće supstance	4	10
Prečišćavanje otpadnih voda	5	10
Industrijske vode	4	10
Viši kurs analitičke hemije	5	9
Viši kurs pripreme vode za piće	4	10
Principi bioprocesnog inženjerstva u prečišćavanju otpadnih voda	6	10
Završni ispit na doktorskim studijama	30	10

Slavica Tomić je nakon završenih osnovnih studija na Hemijskom fakultetu Univerziteta u Beogradu, u septembru 1994. godine, zaposlena u RMHK Trepča, OC Laboratorija-Zvečan gde je radila kao šef pripreme do 1997. godine. Aprila 1997.g. počinje da radi kao šef laboratorije u OC Suva Ruda –Raška, gde je radila do 2000. U istom periodu honorarno je zaposlena u Mašinskoj školi kao profesor hemije, a 2000.g. dobija stručno zvanje profesora. Od 3.aprila 2000.g. zaposlena je u JKP „Raška“ kao Upravnik PPV Beoci. U periodu od 2009-2012. honorarno radi kao koordinator lokalne samouprave na realizaciji projekata komunalne infrastrukture, a tokom 2012.g. dodatno je angažovana i kao Grant-menadžer Opštine Raška za realizaciju projekata iz EU programa. U junu 2012.g. imenovana je na mesto tehničkog direktora JKP „Raška“ gde radi i danas.

Od 2012. godine angažovana je kao saradnik na inovacionom projektu Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, pod nazivom „Uklanjanje amonijaka iz podzemnih voda i omekšavanje sirove vode bogate magnezijumom pomoću prirodnog zeolita“, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu (rukovodilac prof. dr Nevenka Rajić), 2012-2013.

Spisak objavljenih naučnih radova:

Radovi u vrhunskom međunarodnom časopisu (M22)

1. S. Tomić, N. Rajić, J. Hrenović, D. Povrenović - Removal of Mg from spring water using natural clinoptilolite, Clay Minerals, (2012) 47, 81–9

Radovi u časopisu nacionalnog značaja (N52)

1. S. Tomić, G. Grandović - Upravljanje kvalitetom vode u bazenima za kupanje na primeru gradskog bazena u Raški – Voda i sanitarna tehnika godina XXXVII, mart-april 2007 broj 2, YU ISSN 0350-5049 UDK 628+624+626, UDK628.1:614.777]:005, str.57-661.

Saopštenja sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63)

1. S. Tomić, G. Grandović - Higijenska ispravnost vode za piće u vodovodu Raška, sa posebnim osvrtom na tretman sirove vode u cilju korekcije kvaliteta, uz ograničavanje količine Al u finalnoj vodi – Zbornik radova 34.konferencije o problemima korišćenja i zaštite voda, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Kopaonik, 2005.g., ISBN 86-904241-2-1,UDK 614.777(497.11), 628.1.033(497.11), str.505-510
2. S. Tomić, G. Grandović - Termomineralna voda Jošaničke Banje i mogućnosti njene primene u privredi - Zbornik radova 36.konferencije o problemima korišćenje i zaštite voda, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Tara, 2007.g., ISBN 978-86-904241-4-6, UDK 553.78(497.11), 615.838(497.11), str.225-230
3. S. Tomić - Uticaj otpadnih voda iz glavnog kolektora grada Raške na kvalitet vode reke Ibar - Zbornik radova međunarodne konferencije: Otpadne vode, komunalni čvrst otpad i opasan otpad, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Niška banja, 2011.g., ISBN 978-86-82931-38-6, str.69-73
4. M.Knežević, S.Tomić, D.Povrenović - Uklanjanje fosfata iz otpadnih voda mikrobiološkim postupcima - Zbornik radova jedanaeste međunarodne konferencije: Vodovodni i kanalizacioni sistemi, Jahorina – Pale, 2011. god.

5. N.Živić, S.Tomić, N.Labus, - Dinamika mikrobioliških i fizičko-hemijskih odlika izvorišnog dela reke Brvenice – Zbornik radova 40. konferencije o problemima korišćenja i zaštite voda Zlatibor 2011., 63-71

Učešće u projektima finansiranim od strane nadležnog Ministarstva (M105)

1. Inovacioni projekat "Uklanjanje amonijaka iz podzemnih voda i omekšavanje sirove vode bogate magnezijumom pomoću prirodnog zeolita“, Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu (rukovodilac prof. dr Nevenka Rajić), 2012-2013.

Ocena podobnosti kandidata za rad na predloženoj temi

Na osnovu dosadašnjeg rada i pokazanih rezultata tokom poslediplomskih studija i u okviru naučno-istraživačkog rada, Slavica Tomić, dipl. hemičar i master inženjer tehnologije, pokazala je sklonost i izrazitu sposobnost za bavljenje naučno-istraživačkim radom, što ukazuje da je ispunila potrebne uslove za rad na predloženoj temi doktorske disertacije.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Predmet ovog istraživanja je potencijalna primena prirodnog minerala zeolita iz nalazišta Igroš Vidojević kod Brusa u cilju poboljšanja kvaliteta izvorske vode sa područja Raške. Zeolitni tuf iz nalazišta Igroš Vidojević sadrži oko 90% klinoptilolita i nije do sada proučavan u ove svrhe.

Predmet istraživanja biće pre svega sirova voda koja kao nezagađena prolazi preko dolomitskih stena i na svom putu apsorbuje jone magnezijuma i kalcijuma, koji se u zavisnosti od dužine kontakta i samog sastava stena mogu naći i u koncentracijama koje premasuju zakonom dozvoljene MDK vrednosti. U Srbiji postoje regioni bogati dolomitskim stenama, pa se taj problem javlja u vodosnabdevanju stanovništva, posebno na ruralnim područjima gde nema centralizovanog vodosnabdevanja. Maksimalno dozvoljene koncentracije magnezijuma su 90 mg/l, a koncentracije koje se mogu javiti u sirovoj vodi se mogu kretati i preko 200 mg/l, u nekim slučajevima, pa i rešenje uklanjanja, pre svega magnezijuma, može biti korisno za stanovništvo tih regiona.

Jedan od novijih pristupa u rešavanju problema prečišćavanja voda je korišćenje „reakcionih“ filtera na bazi prirodnih mineralnih adsorbenata. Široku primenu u ove svrhe mogu imati prirodni zeoliti, bentoniti, sepioliti i druge gline, kao katjonski izmenjivači i molekulska sita, zahvaljujući negativnom naelektrisanju rešetke i porozne strukture. Ovi minerali se bez predhodne modifikacije koriste za uklanjanje metala, amonijaka i drugih katjonskih zagađivača iz vode, vazduha i zemljišta. Negativno naelektrisanje aluminosilikatne rešetke minerala takođe omogućava površinsku modifikaciju katjonskim površinski aktivnim supstancama u cilju povećanja i proširivanja adsorpcione efikasnosti.

Prirodni zeoliti, zahvaljujući kristalnoj prirodi - uređenom sistemu kanala i šupljina predstavljaju jeftin i pogodan materijal za različitu upotrebu. Tako, zeoliti u prirodnom obliku predstavljaju dobre katjonske izmenjivače i molekulska sita. Takođe, moguće ih je modifikovati tako da njihova, inače hidrofilna površina, postane pogodna za adsorpciju nepolarnih i slabo polarnih organskih zagađivača i različitih anjona.

Zeolitski tufovi mogu sadržati različite prateće minerale, od koji su najčešće prisutni feldspati, kvarc, liskuni i karbonati. Kvalitet zeolitskog tufa zavisi od lokacije ležišta, a može značajno da varira i u samom ležištu. Jedan od najrasprostranjenijih prirodnih zeolita, koji se poslednjih godina intenzivno ispituje je klinoptilolit. Kako je u našoj zemlji ovo najrasprostranjeniji zeolit, cilj ove teze je da se u potpunosti okarakterise i ispita kao prirodni materijal koji bi mogao da se upotrebi za postizanje kvaliteta izvorske vode u skladu sa važećim standardima.

Klinoptilolit u kontaktu sa vodenim medijumom vezuje prisutne katjone po principu jonske zamene. Kapacitet jonske izmene klinoptilolita zavisi kako od njegovog sastava, tako i od vrste jona u vodenoj sredini. Prethodna ispitivanja ukazala su da je klinoptilolit sa područja Igroš bogat kalcijumom za koji se očekuje da u vodenoj sredini može biti zamenjen magnezijumom iz rastvora. S obzirom da je za projektovanje postrojenja za pripremu pijaće vode neophodno poznavati kinetiku jonske izmene, u ovoj tezi će ona detaljno biti ispitana uzimajući u obzir različitu veličinu zrna, temperaturu, različit odnos čvrste i tečne faze, obogaćivanje klinoptilolita natrijumom. Očekuje se da će rezultati istraživanja doprineti unapređenju tehnoloških procesa tretmana vode u smislu novih konstrukcijskih rešenja.

Osim toga predmet ovog istraživanja biće i mogućnost primene klinoptilolita u svojstvu ispune u disperznim sistemima, uz sagledavanje specifičnosti karakteristika ovakvih sistema i utvrđivanje optimalnih parametara za njihovo konstruisanje.

LITERATURA

1. A.Hakan Ören, A. Kaya - Factors affecting adsorption characteristics of Zn^{2+} on two natural zeolites, *Journal of Hazardous Materials B131* (2006) 59–65
2. A. Kaya, S. Durukan, Utilization of bentonite-embedded zeolite as clay liner, *Appl. Clay Sci.* 25 (2004) 83–91.
3. K. Kayabali - Engineering aspects of a novel landfill liner material: bentonite-amended natural zeolite, *Eng. Geol.* 46 (1997) 105–114.
4. A. Al-Haj Ali & R. El-Bishtawi - Removal of Lead and Nickel Ions Using Zeolite Tuff, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 69: 27-34, 1997,
5. J. S. Kim and M. A Keane - The removal of iron and cobalt from aqueous solutions by ion exchange with Na-Y zeolite: batch, semi-batch and continuous operation, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 77: 633-640, 2002
6. M. K. Doula - Simultaneous removal of Cu, Mn and Zn from drinking water with the use of clinoptilolite and its Fe-modified form, *Water research* 43: 3659 – 3672(2009)
7. N. Vukojević Medvidović, J. Perić, M. Trgo - Column performance in lead removal from aqueous solutions by fixed bed of natural zeolite–clinoptilolite, *Separation and Purification Technology* 49 (2006) 237–244
8. M. Šljivić, I. Smičiklas, S. Pejanović, I. Plećaš - Comparative study of Cu^{2+} adsorption on a zeolite, a clay and a diatomite from Serbia, *Applied Clay Science* 43 (2009) 33–40
9. Lj.T. Markovska, V.D. Meshko, M. S. Marinkovski - Modeling of the adsorption kinetics of zinc onto granular activated carbon and natural zeolite, *J. Serb. Chem. Soc.* 71 (8–9) 957–967 (2006)
10. S. Cerjan Stefanović, N. Zabukovec Logar, K. Margeta, N. Novak Tusar, I. Arcon, K. Maver, J. Kovač, V. Kauči - Structural investigation of Zn^{2+} sorption on clinoptilolite tuff from the Vranjska Banja deposit in Serbia, *Micropor. Mesopor. Mater.* 105 (2007) 251–259.

11. N. Rajic, Dj.Stojakovic, S. Jevtic , N. Zabukovec Logar, J. Kovac, V. Kaucic - Removal of aqueous manganese using the natural zeolitic tuff from the Vranjska Banja deposit in Serbia, *Journal of Hazardous Materials* 172 (2009) 1450–1457
12. Vitamin and mineral requirements in human nutrition : report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand, 21–30 September 1998.
13. I. Arrigo, P. Catalfamo, L. Cavallari, S. Di Pasquale - Use of zeolitized pumice waste as a water softening agent, *Journal of Hazardous Materials* 147 (2007) 513–517
14. R. Le VanMao, N. Thanh Vu, S. Xiao, A. Ramsaran - Modified zeolites for the removal of calcium and magnesium from HardWater, *J. Mater. Chem.* 4 (7) (1994) 1143–1147.
15. R. Harjula, J. A. Dyer and S. D. Pearson - Ion Exchange in Zeolites Part 1.-Prediction of Ca^{2+} - Na^{+} Equilibria in Zeolites X and Y , *J. CHEM. SOC. FARADAY TRANS.*, 1992, 88(11), 1591-1597
16. R. Leyva-Ramos, G. Aguilar-Armenta, L.V. Gonzalez-Gutierrez, R. M. Guerrero-Coronado and J. Mendoza-Barron - Ammonia exchange on clinoptilolite from mineral deposits located in Mexico, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 79:651–657
17. M. Loizidou, R. P. Townsend - Exchange of Cadmium into the Sodium and Ammonium Forms of the Natural Zeolites Clinoptilolite, Mordenite, and Ferrierite, *J. CHEM. SOC. DALTON TRANS.* 1987 191 1
18. S. Maria Dal Bosco, R. Sarti Jimenez, W. Alves Carvalho - Removal of toxic metals from wastewater by Brazilian natural scolecite, *Journal of Colloid and Interface Science* 281 (2005) 424–431
19. S. Kocaobaa, Y. Orhanb, T. Akyüz - Kinetics and equilibrium studies of heavy metal ions removal by use of natural zeolite, *Desalination* 214 (2007) 1–10

3. POLAZNE HIPOTEZE

Postupci pripreme vode za piće su još uvek dosta skupi i ograničeni u smislu primene određenih vrsta koagulanata i flokulanata, kao i vrste filterske ispune za većinu zemalja koje su u postupku ekonomske tranzicije poput naše. Kako je voda osnovna životna namirnica čiji kvalitete direktno utiče na zdravlje populacije važno je maksimalno smanjiti sve moguće negativne uticaje na njen kvalitet u toku procesa pripreme. Pored toga, cena vode u zemljama poput naše ne prati troškove proizvodnje, pa je neophodno pronaći nove jeftinije načine za njenu pripremu. S tim u vezi prirodni zeolit je materijal koji je poželjno upotrebiti u cilju postizanja kvaliteta koji je propisan za vodu za piće.

Na osnovu dosadašnjih saznanja, postavljeni su ciljevi ovog rada polazeći od sledećih pretpostavki:

- Zeoliti su kristalni alumosilikati u kojima $(\text{Si},\text{Al})\text{O}_4$ tetraedri izgrađuju kristalnu rešetku koju karakteriše sistem uređenih šupljina i kanala u kojima se nalaze hidratizirani katjoni i molekuli vode. Katjoni su pokretljivi pa je zeolit uglavnom dobar katjonski izmenjivač. Dosadašnja istraživanja su pokazala da zeoliti imaju značajan kapacitet sorpcije različitih jona iz rastvora i da su kao takvi primenljivi za smanjenje koncentracije različitih katjona iz vodene sredine. Zeolitski tuf iz nalazišta Igroš Vidojević kod Brusa je u pogledu svojstava sorpcije gotovo neistražen. U njegovom

sastavu je oko 90 % klinoptilolita zbog čega se očekuje da će ovaj tuf pokazati dobru efikasnost u uklanjanju različitih katjona. U ovom radu ispit ćemo sposobnost vezivanja jona Mg.

- Proces uklanjanja Mg iz vode za piće nije do sada ispitivan. Uklanjanje kalcijuma i magnezijuma iz prirodnih voda pomoću prirodnih zeolita sa ciljem smanjenja tvrdoće vode ispitivana su u slučaju primene plavca sa ostrva Lipari u Italiji. Utvrđen je veliki afinitet ovog zeolitiziranog materijala prema Ca i Mg. Ispitivanja su takođe ukazala da je uklanjanje Ca iz vode nešto efikasnije od uklanjanja Mg.
- Pri ispitivanjima nekih zeolita pokazano je da se efikasnost zeolita može povećati njegovom modifikacijom. U radu će se zato detaljno ispitati uticaj sastava zeolita na efikasnost uklanjanja magnezijuma iz vode.
- Proces filtracije predstavlja završni korak u obradi vode za piće. Tokom klasične pripreme vode troše se značajne količine hemikalija tako da se postavlja pitanje njihovog negativnog uticaja na kvalitet pijaće vode. U tom smislu, svaki postupak koji će doprineti smanjenju potrošnje hemikalija ili njihovom potpunom uklanjanju ima veliki praktični značaj. Kod vode koja je stabilnog kvaliteta bez značajnog povećanja mutnoće ili sadržaja organskih materija, kod koje je jedino povećana tvrdoća, tj. koncentracija Mg, optimalno rešenje je filtriranje kroz odgovarajuću ispunu sa visokom sposobnošću sorpcije Mg bez ikakvog predtretmana. Kako se filtriranja odvija na bazi fizičkih i hemijskih procesa kroz adsorpciju i ceđenje, čestice nečistoća često dovode do zapušavanja filterske ispune. U tom smislu, disperzni sistem obezbeđuje intenzivniji međufazni kontakt čime se postiže i zadovoljavajuća efikasnost sorpcije Mg na zeolitskoj ispuni.
- Kako zeoliti imaju sposobnost regeneracije, očekuje se da će ovo značajno sniziti cenu postupka. Očekuje se da će projektovani protočni sistem u kome je ostvarena mogućnost regeneracija ispune ostvariti optimalni rezultat. Kako je vreme regeneracije relativno kratko, moguće je višestruko iskorišćenje rastvora za regeneraciju što takođe pojeftinjuje cenu postupka. U ovakvom postupku filtriranja nema velikih utrošaka energije, a tehnološko rešenje je relativno jednostavno, i moglo bi se ugrađivati i u već postojeće sisteme.

Polazeći od iznetih pretpostavki, istraživanja imaju za cilj utvrđivanje efikasnosti vezivanja Mg za zeolitski tuf iz nalazišta „Igros Vidojević“, upotrebu ovog prirodnog materijala u filterskim ispunama, i ispitivanje svojstava filtera na bazi prirodnog zeolita u realnim sistemima, uticaj procesnih parametara (brzina protoka, vreme kontakta, pH) na efikasnost procesa, kao i mogućnosti regeneracije zeolitske ispune nakon zasićenja.

Očekivani rezultati doprineće unapređenju procesa prerade vode za piće i proširće postojeća saznanja kada je u pitanju primena prirodnog zeolita u ovim procesima.

4. NAUČNE METODE ISTRAŽIVANJA

Da bi se realizovali postavljeni ciljevi izvršiće se sledeća ispitivanja:

- Zeolitski tuf biće potpuno okarakterisan sledećim instrumentalnim metodama: elektronskom mikroskopijom biće ispitana morfologija zrna a metodom EDS utvrdiće se sastav svake mineralne faze u zeolitskom tufu; rendgenskom difrakcionom analizom ispitaće se kristaliničnost uzoraka; termičkom analizom ispitaće se sadržaj vode; BET analizom ispitaće se specifična površina.
- Koncentracija jona u tečnoj fazi biće određena metodama AAS i ICP.

Eksperimentalni deo rada će biti obavljen u dve grupe eksperimenata: u statičnom i disperznom sistemu.

Eksperimenti u statičnom sistemu biće izvedeni na laboratorijskoj aparaturi neophodnoj za takvu vrstu ispitivanja koja obezbeđuje visok stepen pouzdanosti. Eksperimenti će se obaviti u laboratorijama TMF i RGF u Beogradu.

Eksperimenti u disperznom sistemu biće izvedeni na aparaturi pripremljenoj na TMF, a eksperimenti koji će biti izvođeni korišćenjem realne vode biće izvedeni u laboratorijama PPV Raška.

U radu će se ispitati uticaj veličine zrna kako na efikasnost uklanjanja Mg, tako i na manipulaciju tokom procesa filtriranja i regeneracije filterske ispune. Ispitivanje će se vršiti sa prirodnim i modifikovanim zeolitskim tufom. Za modifikaciju će se koristiti rastvor NaCl. Ovaj rastvor biće upotrebljen i za regeneraciju zeolitske ispune.

Za ispitivanja u disperznom sistemu biće korišćene kolone sa prirodnim i modifikovanim zeolitom kao ispunama.

Stepen vezivanja Mg za zeolit u disperznom sistemu odrediće se merenjem koncentracije Mg u vodi pre i nakon prolaska sirove vode kroz kolonu, uzimanjem jednakih alikvota filtrata u vremenskim periodima od 60 min. Koncentracije Mg u sirovoj vodi i filtratu odrediće se kompleksometrijskom titracijom koristeći EDTA i indikatore eriohromcrnoT i mureksid uz najmanje tri merenja za svako određivanje.

5. OČEKIVANI NAUČNI DOPRINOS

Upotreba prirodnih materijala koji su jeftini i lako dostupni u različitim tehnološkim procesima ima višestruki značaj. U Srbiji postoje značajna nalazišta prirodnog zeolita koja nisu u potpunosti iskorišćena. U ovoj doktorskoj disertaciji biće detaljno ispitan zeolitski tuf iz nalazišta Igroš Vidojević kod Brusa koji je istražen u maloj meri. Utvrdiće se mehanizam i kinetika vezivanja Mg za ovaj zeolitski tuf što je preduslov za njegovu potencijalnu komercijalizaciju kao minerala koji se može koristiti za omekšavanje izvorske vode.

Ovaj zeolitski tuf biće detaljno ispitan kao filterska ispuna za filtere različitih konstrukcija sa posebnim osvrtom na mogućnost njegove regeneracije.

Rad će doprineti i unapređenju konstrukcijskih karakteristika disperznih sistema za filtriranje u tretmanu vode za piće. Očekuje se optimalno rešenje za konstruisanje filtera sa kontrolisanim protokom i mogućnošću regeneracije ispune bez velikih zastoja u procesima filtriranja, kao i sa značajnom uštedom energije i pomoćnih sredstava.

6. PLAN ISTRAŽIVANJA I STRUKTURA RADA

Predloženi plan istraživanja sastoji se iz nekoliko etapa. U prvoj će biti ispitivana fizičko-hemijska svojstva zeolitskog tufa. Zatim će se ispitati kinetika vezivanja Mg za zeolit u pojedinačnim eksperimentima kao i ispitivanje uticaja radnih parametara na kinetiku. Nakon toga, ispitiće se uticaj radnih uslova na proces vezivanja Mg u disperznom sistemu i konačno, mogućnosti regeneracije zeolita i stepen njene efikasnosti.

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

U poglavlju *Uvod* biće prikazan kratak osvrt na područje ispitivanja, važnost jednog ovakog istraživanja za širu primenu zeolita u tretmanu vode za piće.

Poglavljje *Teorijski deo* razmotriće podatke objavljenih relevantnih istraživanja koji se odnose na:

- prirodne karakteristike zeolita
- metode za povećanje stepena jonske izmene
- primenu zeolita u procesima jonske izmene
- kvalitet vode za piće
- pripremu vode za piće i metode za uklanjanje Mg
- uticaj različitih parametara na efikasnost uklanjanja Mg
- regeneraciju zeolita

U poglavlju *Eksperimentalni deo* očekuje se da budu predstavljene metode koje će se koristiti u eksperimentalnom radu, prema redosledu eksperimentalnog istraživačkog rada:

- Materijal i metode rada;
- Opis eksperimentalne aparature za protočni sistem
- Kinetika jonske izmene
- Određivanje koncentracije Mg;
- Primenjene matematičke i statističke metode;

U poglavlju *Rezultati i diskusija* biće prikazani i diskutovani rezultati. Ovo poglavljje sadržiće prikaz rezultata dobijenih pri određivanju radnih dijagrama pri različitim temperaturama, vremenu kontakta, sadržaju Mg. Biće predstavljeni i diskutovani rezultati koji se odnose na ispitivanje uticaja brzine protoka prirodne vode kroz ispunu i uticaj regeneracije ispune sa povratnim ispiranjem rastvorom za regeneraciju.

U *Zaključku* će biti sumirani dobijeni rezultati i izvedeni relevantni zaključci na osnovu izvršenih ispitivanja.

U odeljku *Literatura* biće navedena literatura korišćena za izradu disertacije, uključujući i naučne publikacije proistekle iz eksperimentalnog rada u okviru predložene teme.

7. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu iznetog Komisija smatra da je tema predložene doktorske disertacije Slavice Tomić “PRIMENA PRIRODNIH ZEOLITA U DISPERZINIM SISTEMIMA ZA PRIPREMU VODE ZA PIĆE” naučno zasnovana i predlaže Nastavno-naučnom veću da je prihvati. Za mentora se predlaže dr Dragan Povrenović, docent Tehnološko-metalurškog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Inženejerstvo zaštite životne sredine za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

U Beogradu, 18.02. 2013.

ČLANOVI KOMISIJE

Dr Dragan Povrenović, docent
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Nevenka Rajić, red. prof.
Tehnološko-metalurški fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Tibor Sabo, red.prof.
Hemijski fakultet, Univerzitet u Beogradu