

UNIVERZITET U BANJALUCI
TEHNOLOŠKI FAKULTET
Naučno-nastavno vijeće
Ul. Stepe Stepanovića 73
78000 Banja Luka

Predmet: Izvještaj o ocjeni podobnosti teme i kandidata mr Nebojše Kneževića za izradu doktorske teze

Odlukom Naučno-nastavnog vijeća Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci broj 15/3.501-8a/12 od 15.03.2012. godine imenovani smo u Komisiju za ocjenu podobnosti teme i kandidata mr Nebojše Kneževića za izradu doktorske teze pod nazivom „**Uticaoj strukture i faze degradacije komunalnog otpada na sastav procjednih voda sa deponija i izbor postupaka prečišćavanja**“.

Komisija je imenovana u sljedećem sastavu:

1. **dr Ljiljana Vukić, vanredni profesor** Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, uža naučna oblast Ekološko inženjerstvo;
2. **dr Anđelka Mihajlović, redovni profesor** Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, uža naučna oblast Zaštita životne sredine (upravljanje otpadom);
3. **dr Marina Ilić, redovni profesor** Fakulteta za ekologiju i zaštitu životne sredine -Univerzitet Union-Nikola Tesla u Beogradu, uža naučna oblast Upravljanje otpadom i održivi razvoj;
4. **dr Milorad Maksimović, redovni profesor** Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, uža naučna oblast Reakcijsko inženjerstvo;

pregledala je materijal prijave teme za izradu doktorske teze kandidata mr Nebojše Kneževića i podnosi sljedeći

I Z V J E Š T A J

1. BIOGRAFSKI PODACI, NAUČNA I STRUČNA DJELATNOST KANDIDATA

Kandidat mr Nebojša Knežević je rođen 01.12.1974. godine u Kneževu, gdje je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci novembra 1998. godine. Od februara 1999. godine do aprila 2001. godine radio je u preduzeću „ING-a“ Gradiška na poslovima tehnologa proizvodnje i direktora proizvodnje. Od aprila 2001. godine do februara 2003. godine kandidat je radio NU „Institut zaštite, ekologije i informatike“ Banjaluka, na poslovima stručnog saradnika za zaštitu životne sredine i šefa odsjeka za vazduh. Od februara 2003. godine do danas radi u Institutu za građevinarstvo „IG“- naučno-istraživački institut Banjaluka, na poslovima stručnog saradnika za zaštitu životne sredine i pomoćnika generalnog direktora za kvalitet i ekologiju.

Magistarski rad pod nazivom "**Istraživanja postupaka zbrinjavanja opasnog gudronskog otpada iz procesa rafinacije nafte i regeneracije iskorištenih ulja**" kandidat je odbranio dana 27.04.2011. godine na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci.

Više puta je boravio u inostranstvu radi specijalizacije ili upoznavanja novih tehnologija iz oblasti zaštite životne sredine i to:

- Ispitivanja mogućnosti primjene tehnologije termičke desorpcije za zbrinjavanje opasnog otpada u pilot postrojenju „Wei“ USA- Los Angeles, oktobar 2010 godine;
- Ispitivanja a analize uzoraka opasnog gudronskog otpada u akreditovanoj laboratoriji „Chemica“ Milano - Italija maj-juni 2010 godine;
- Učesnik na XXIV World Road Congress, Roads for a better life, the World road association (PIARC), Mexico City, Septembar 2011 godine.

Autor je većeg broja stručnih i naučnih radova iz oblasti zaštite životne sredine. Učesnik je na nekoliko stotina studija uticaja na životnu sredinu, planova, elaborata, mjerenja i analiza kvaliteta vazduha, otpadnih voda i buke. (Studije uticaja na životnu sredinu nekoliko destina hidroelektrana, deponija komunalnog otpada, kamenoloma, fabrika, postrojenja, autoputeva, mjerenja kvaliteta vazduha na području grada Banjaluka 2001 do 2010 godine, monitoring procijednih voda i kvaliteta vazduha deponije „Ramići“, monitoring nultog stanja životne sredine TE Stanari, Izrada GIS baze podataka svih divljih deponija na području Republike Srpske i dr.).

Kandidat mr Nebojša Knežević je učestvovao kao odgovorni projektant za nekoliko regionalnih sanitarnih deponija: „Crni Vrh“ kod Zvornika; „Stara pruga – Kurjevo“ kod Prijedora; „Ramići“ kod Banjaluke; „Možura“ kod Bara – Crana Gora. Učestvovao je kao odgovorni projektant za sanaciju sljedećih lokalnih deponija: „Šuća“ kod Novog Grada, „Lisna“ kod Šipova; „Stara deponija Brijesnica“ kod Bijeljine; „Pelagićevo“ kod Brčkog i dr.

Mr Nebojša Knežević je član sljedećih udruženja i asocijacija:

- Potpresjednik je nacionalne asocijacije za upravljanje čvrstim otpadom u BiH (BASWA);
- Član je udruženja inženjera i tehničara Srbije,
- Član je udruženja inženjera tehnologije Republike Srpske;
- Član je međunarodog udruženja za upravljanje čvrstim otpadom (ISWA-Wiena).

- Člana je savjeta za standardizaciju Republike Srpske, Rješenjem Vlade RS.
- Član je uređivačkog odbora časopisa Srpskog društva za puteve „Put i saobraćaj“.
- Ovlašteni je sudski vještak za oblast zaštite životne sredine Republike Srpske, Rješenje broj: 08.040/704-374/10, od 01.10.2010. godine.

Mr Nebojša Knežević posjeduje sljedeće licence, sertifikate i uvjerenja:

- Licenca za izvođenje i nadzor nad izvođenjem radova, tehnološka faza, Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju RS, broj: 16-361-805/08;
- Licenca za izradu tehničke dokumentacije, tehnološka faza kod projektovanja objekata i nadzor nad izvođenjem radova, Ministarstvo za prostorno uređenje, građevinarstvo i ekologiju RS, broj: 16-361-273/05;
- Licenca za ispitivanje uslova radne sredine i potpisivanje stručnih nalaza, Ministarstvo rada i boračko-invalidske zaštite RS, broj: 16-04/3-170-218/09;
- Uvjerenje o položenom ispitu za poslove iz oblasti zaštite na radu, Ministarstvo rada i boračko-invalidske zaštite RS, broj: 16-04/3-170-116-1/08;
- Uvjerenje o položenom stručnom ispitu iz oblasti tehnologije, Savez inženjera i tehničara Srbije, broj: 015/05;
- Certificate EMS Lead Auditor Training Cours (ISO 1400:1996), American Quality and Environmental Group, no 041206ELA-05;
- Rješenje lica za provjeru stručnog znanja rukovaoca zapaljivim tečnostima, Ministarstvo unutrašnjih poslova RS, broj: 11-K/B-5-215-817-2/07.

Bibliografija radova:

Radovi objavljeni u naučnim časopisima međunarodnog značaja

1. N.Knežević, S.Cukut, S.Dunović, B.Ivić, Rajaković: “Očekivani uticaji na kvalitet površinskih voda tokom izgradnje i eksploatacije autoputa E661, dionica Mahovljani-Gradiška”, Journal of Road and Traffic Engineering., 0478-9733,(2012), pp. 13-16.

ZBORNICI MEĐUNARODNIH NAUČNIH SKUPOVA

Radovi sa međunarodnog skupa štampano u cjelini:

1. *N.Knežević*, Lj.Vukić, “Comparative quality analyses of leachate waters from two landfills of residual municipal waste along with proposal of possible treatment methods, “ISWA Beacon Conference 2011 waste to Energy and packaging waste in developing countries in South Eastern European, middle East and Mediterranean region” Novi Sad (2011)., pp. 211-219.
2. *N.Knežević*, D.Bjelić, Determining the quantity and spatial distribution of acid tar sludge landfill within the oil refinery Bosanski Brod, 12 strukovnega posvetovanja z mednarodno udeležbo „Gospodarenje z odpadki-Gzo11“ Naravoslovnotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, (2011)., pp. 107-113.
3. *N.Knežević*, I.Lajšić, Lj.Vukić, J.Mandić, Provođenje testova na izluživanje zauljenog opasnog otpada u cilju utvrđivanja adekvatnosti metode termičke desorpcije za obradu ovog otpada, knjiga apstrakata, “Savremeni materijali 2011”, Banjaluka juli 2011.

4. *N.Knežević*, D.Bjelić, Geomehanički istražni radovi na deponiji gudronskog otpada u Bosanskom Brodu, 6 Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Tehnički fakultet Bor, Soko Banja (2011), pp. 538-543.
5. S.Cukut, *N.Knežević*, S.Dunović, V.Komlenić, V.Lazić, D.N.Marketić, Ž.Š.Pešić, Izrada GIS baze podataka divljih i lokalnih deponija na području regije Banjaluka, 6 Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Tehnički fakultet Bor, Soko Banja (2011), pp. 386-390.
6. D.Bjelić, G.Vujić, Đ.Lajšić, *N.Knežević*, Modeling of impact from landfilling technologies by means of LCA, The 5th PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology (ICET-2011), Phuket, Prince of Songkla University, Faculty of Engineering Hat Yai, Songkhla, Thailand, (2011)., pp. 211-213.
7. *N.Knežević*, V.Lazić, S.Radusin, A.Tatić, Uticaj procijednih voda sa deponije „Ramići“ kod Banjaluke na kvalitet rijeke Dragočaj, Naučno-stručni simpozijum, saradnja istraživača različitih struka na području korozije i zaštite materijala „IX YUCOR“, Savez inženjera Srbije za zaštitu materijala, Tara (2009)., pp. 217-224.
8. D. N. Markić, Ž. Š. Pešić, V. Lazić, S. Cukut, *N. Knežević*, Reciklacija procijedne deponijske vode, „I Međunarodni simpozijum o koroziji i zaštiti materijala i životnoj sredini, Crnogorsko društvo za zaštitu materijala i životne sredine - CDZM Bar (2010)., pp. 199-202.
9. *N. Knežević*, V.Lazić, T.Nišić, D.Kelečević, Utvrđivanje nultog stanja kvaliteta vazduha na lokaciji naselja Stanari, opština Doboj, za potrebe izgradnje TE „Stanari“, Međunarodna konferencija „Upravljanje zaštitom životne sredine u elektroprivredi V Electra“, Tehnološko-metalurški fakultet Beograd, Divčibare (2008)., pp. 212-215.
10. S. Cukut, *N.Knežević*,. D. N. Markić, Ž. Š. Pešić, V. Lazić, Izrada baze podataka divljih i lokalnih deponija na teritoriji Republike Srpske, „I Međunarodni simpozijum o koroziji i zaštiti materijala i životnoj sredini, Crnogorsko društvo za zaštitu materijala i životne sredine - CDZM Bar (2010)., pp. 140-145.
11. *N.Knežević*, S.Cukut, S.Dunović, V.Komlenić. V.Lazić, Analyses of air quality in the region of city of Banjaluka, „2nd Symposium of chemistry and Environment, Chemical Society of Montenegro“, Bar (2009)., pp. 122-128.
12. *N.Knežević*, Research of disposal treatment of hazardous hydrocarbon sludge generated from the refining oil process and regeneration of used oils, “ISWA Beacon 2010, Public-private partnership and hazardous waste in developing countries in SEE middle East and Mediterranean region” Novi Sad (2010)., pp. 72-80.
13. R.Radić, *N.Knežević*, V.Lazić, B.Arsenović, Influence of particular matters on air quality in Banjaluka, XX Symposium about corrosion and material protection, Chemical Society of Montenegro, Podgorica (2006)., pp. 129-134.
14. *N.Knežević*, S.Cukut, S.Dunović, V.Lazić, Analiza kvaliteta vode rijeke Vrbas na području grada Banjaluke u sklopu izrade lokalnog ekološkog akcionog plana (LEAP), IX YUCORR, Međunarodna konferencija „saradnja istraživača različitih struka na području korozije, zaštite materijala i životne sredine“, Savez inženjera Srbije za zaštitu materijala, Tara (2009)., pp. 208-214.
15. *N.Knežević*, D.Bogdanović, V.Lazić, Problematika separatnog prečišćavanja otpadnih voda iz autopraonica, VIII YUCORR, Međunarodna konferencija „korozija i zaštita materijala u industriji i građevinarstvu“, Savez inženjera Srbije za zaštitu materijala, Tara (2006)., pp. 192-196.
16. D.Bogdanović, *N.Knežević*, Prečišćavanje otpadnih voda u fabrici za poliranje posuda “Zepter” K. Dubica, VIII YUCORR, Međunarodna konferencija „korozija i zaštita materijala u industriji i građevinarstvu“, Savez inženjera Srbije za zaštitu materijala, Tara (2006)., pp. 177-181.

17. I.Jokanović, *N.Knežević*, Pokazatelji kvaliteta životne sredine u toku rehabilitacije puteva U RS, Međunarodna konferencija „Put i životna sredina“, Institut za puteve a.d Beograd (2006)., pp. 297-302.
18. I.Jokanović, *N.Knežević*, Organizacija i izvršenje monitoringa životne sredine tokom radova rehabilitacije puteva u RS, Međunarodna konferencija „Put i životna sredina“, Institut za puteve a.d Beograd (2006)., pp. 291-296.
19. *N.Knežević*, V.Lazić, R.Radić, B.Arsenović, Problematika kanaliziranja i prečišćavanja otpadnih voda u gradu Banjaluci, 27 Stručno-naučni skup sa međunarodnim učešćem „Vodovod i kanalizacija“, Savez inženjera i tehničara Srbije, Palić (2006)., pp. 141-147.
20. *N. Knežević*, A. Simić, Z. Milovanović: Procjena uticaja eksploatacije krečnjaka u kamenolomu «Ševarlije» na životnu okolinu, Rudarstvo - naučno-stručni časopis, Geotehnika u funkciji zaštite okoliša, Godina X, broj 39-40, Tuzla, (2005)., pp. 42-48.
21. *N. Knežević*, A. Simić, Z. Milovanović: Uticaj asfaltne baze u naselju Karanovac-Banja Luka na kvalitet vazduha, Rudarstvo - naučno-stručni časopis, Geotehnika u funkciji zaštite okoliša, Godina X, broj 39-40, Tuzla, (2005)., pp. 49-52.

Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u izvodu

1. S.Cukut, S.Dunović, *N.Knežević*, D.N.Markić, Ž.Š.Pešić, V.Lazić, Analiza kvaliteta vazduha na području grada Banjaluka u 2010 godini, XII YUCORR, Međunarodna konferencija – razmjena iskustava na području korozije, zaštite materijala i životne sredine, Savez inženjera Srbije za zaštitu materijala, Tara (2011)., (Zbornik rezimea).
2. S.Cukut, S. Dunović, *N.Knežević*, V.Komenić, B.Ivić, V.Lazić, D.Pešević, Upravljanje medicinskim otpadom, XII YUCORR, Međunarodna konferencija-saradnja istraživača različitih struka na području korozije, zaštite materijala i životne sredine, Savez inženjera Srbije za zaštitu materijala, Tara (2010)., (Zbornik rezimea).
3. *N. Knežević*, Z. Milovanović: Program ispitivanja za utvrđivanje početnog (nultog) stanja i podloge za izradu studije o procjeni uticaja TE Stanari na životnu sredinu, Prvi međunarodni kongres "Ekologija, zdravlje, rad, sport", Banja Luka, (2006)., (Zbornik rezimea);
4. *N. Knežević*, Z. Milovanović, J. Lukić: Postojeće stanje kvaliteta životne sredine na mikrolokaciji termoelektrane Stanari, Prvi međunarodni kongres, "Ekologija, zdravlje, rad, sport", Banja Luka, (2006)., (Zbornik rezimea);

Učešće u naučno-istraživačkim projektima:

- „Analiza morfološkog sastava otpada i elementarna analiza pojedinih komponenti otpada Prijedorske, Banjalučke i Zvorničke regije“, Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske, 2010 -2011.godine.
- „Projekat izrade strateškog atlasa geotermalnih resursa RS i oblika njihove konkretne eksploatacije i korištenje“, Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske, 2008 - 2009.godine.
- „Razvoj metoda i postupaka za projektovanje i izgradnju savremenih objekata primjenom prefabrikacije u skladu sa važećim Evropskim standardima“, Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske, 2008 -2009.godine.

- „Studija opravdanosti proizvodnje punila na bazi krečnjaka“ Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske, 2006.godine.
- „Hemijsko i elektrohemijsko izdvajanje teških metala iz elektrolita i otpadnih voda koji sadrže kompleksante“, Ministarstvo nauke i tehnologije Republike Srpske, 2011.godine.

2. ZNAČAJ I NAUČNI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA

2.1. Značaj istraživanja

Jedan od osnovnih problema upravljanja otpadom koji se susreću na deponijama u praksi je problem sakupljanja i obrade procjednih voda (filtrata). Intenzitet njihove produkcije, a time i količine, zavisi od niza faktora: starosti deponije, vrste otpada, klimatskih parametara i sl. Ove otpadne vode se ne smiju ispuštati direktno u okruženje bez prethodnog prikupljanja i prečišćavanja.

Procjedne vode deponija nastaju cijedenjem oborinskih voda kroz tijelo deponije prilikom čega dolazi do ekstrakcije rastvorljivih, koloidnih i suspendovanih materija iz otpada. Drugim riječima, procjedna voda iz deponije je zagađena tečnost, koja se procijedila kroz slojeve odloženog otpada i pri tome primila u sebe velike količine zagađujućih supstanci iz otpada, uključujući i proizvode hemijskih i biohemijskih reakcija koje se odvijaju u tijelu deponije. Procjedne vode se sastoje od tečnosti koje u tijelo deponije ulaze izvana, odnosno od padavina, infiltrirane podzemne vode, kao i vode sadržane u samom otpadu.

Filtrat se sakuplja i prečišćava da bi se uklonili štetni agensi ili sveli na nivo prihvatljiv za životnu sredinu. Tokom radnog vijeka deponije, uključujući operativne faze i faze naknadnog zatvaranja, potrebno je vršiti kontrolu filtrata sa deponije, kao i tokova u okolini deponije, čime se prati migracija procjednih voda u okolni životni prostor.

Imajući sve prethodno navedeno u vidu, kao i činjenicu da većina deponija u RS i BiH ne posjeduje nikakav sistem za prečišćavanje procjednih voda, već da se te vode direktno ispuštaju u vodotoke, kandidat će svoja istraživanja usmjeriti na analizu stanja filtrata sa sanitarnih i nesanitarnih deponija u BiH, sa ciljem iznalaženja najboljih tehnika za prečišćavanje istih.

S obzirom da je problematika deponijskih procjednih voda veoma akutna na našim prostorima, neophodno je da kandidat ovo istraživanje usmjeri ka ispitivanju količine i sastava ovih procjednih voda u odnosu na vrstu otpada koji se odlaže na deponiju, kao i u odnosu na starost i fazu degradacije odloženog otpada. Sve ovo treba da bude osnova za pravilan izbor tehnika za prečišćavanje procjednih deponijskih voda.

2.2. Pregled istraživanja

Najnovija istraživanja u sagledavanju problema procjednih voda sa deponija komunalnog otpada pokazuju da ove vode predstavljaju jedan od najsloženijih izvora zagađenja u prirodi.

Takođe, dosadašnja istraživanja su pokazala da procjedne deponijske vode predstavljaju medij čiji se sastav i količina značajno mijenjaju u toku životnog vijeka deponije. Filtrati sa deponija spadaju među najproblematičnije vrste otpadnih voda, gledano sa aspekta toksičnosti, kao i u smislu izbora odgovarajućih tehnika za njihovo prečišćavanje. Istraživanja su takođe pokazala da svaka deponija predstavlja zaseban sistem i da u tom smislu, i sastav i količina procjedne vode zavisi isključivo od karakteristika same deponije.

Osnovni izvor deponijskih procjednih voda predstavljaju padavine koje dolaze na površinu deponije i procjeđuju se kroz tijelo deponije. Dio ove vode otiče kao oborinska voda sa deponije, dio se vraća u atmosferu isparavanjem sa gornje površine deponije ili vegetacije (evapotranspiracija), a ostatak se zadržava u gornjem sloju deponije, pri čemu dolazi do povećanja vlage u otpadu [1]. Kada ova vlaga pređe stepen zasićenja otpada vlagom (koeficijent zasićenja otpada koji izražava sposobnost otpada da upije i zadrži određenu količinu vlage), nastaje procjeđivanje viška vode kroz slojeve otpada. Stepenn zasićenja otpada vlagom predstavlja maksimalnu vlažnost koja može biti zadržana bez kontinuiranog gravitacionog procjeđivanja vode.

Kretanje vode kroz otpad zavisi od propusnosti otpada, poroznosti, vlažnosti, debljine, hemijskih migracija i unutrašnjih prekrivki, koje formiraju nepropusne barijere i akumulacijske zone u otpadu [2].

Količina sakupljene vode u slojevima otpada do momenta postizanja stepena zasićenja vlagom, predstavlja kapacitet zadržavanja vlage u otpadu. U toj fazi, vlaga iz otpada počinje da formira procjednu vodu iz deponije. Količina procjedne vode, koja nastaje kao produkt bioloških i hemijskih procesa razgradnje otpada, je praktično neznatna u poređenju sa ostalim izvorima, osim u zemljama sa suhom klimom [3,4].

Na osnovu navedenog može se konstatovati da vodeni bilans sanitarne deponije predstavlja razliku između:

- Količine vode koja dotiče na tijelo deponije (padavine, podzemni tokovi, recirkulacija filtrata na deponiju), i
- Količine vode koja izlazi iz ili sa tijela deponije (filtrat, evapotranspiracija).

Najjednostavniji proračun vodenog bilansa prema US EPA za uspostavljenu deponiju se proračunava najmanje dva puta godišnje, kako bi se provjerilo da li ima povećanja u produkciji filtrata. Proračun se može vršiti preko sljedeće jednačine[3]:

$$F_o = [P_{ef}(A_{ef}) + V_{t.o.} + I(A_{ef}) + P_{ef}(A_B)] - [a \cdot T_{ot}]$$

gdje je:

- F_o (m^3) - produkcija filtrata,
- P_{ef} (m^3) – efektivne padavine definisane kao ukupne padavine umanjene za stvarnu evapotranspiraciju (na aktivnom dijelu sanitarne deponije i bazenu za prikupljanje filtrata (ukoliko isti postoji na tijelu deponije));

- A_{ef} – površina sanitarne deponije na kojoj se aktivno vrši odlaganje otpada i površine koje nemaju gornju multibarijernu zaštitu te doprinose procijeđivanju filtrata (m^2);
- $V_{t.o}$ – zapremina tečnog otpada – ukoliko se odlaže na deponiju (uključuje mulj sa postrojenja za tretman otpadnih voda) (m^3);
- I – ifiltracija (m);
- A_s – površina bazena za prikupljanje filtrata (m^2);
- a – kapacitet sorpcije otpada (m^3/t), varira od tipa otpada i gustine zbijenosti otpada. Za otpad gustine $0,65 t/m^3$ kapacitet apsorpcije iznosi $0,1 m^3$ vode na tonu otpada, prije stvaranja filtrata, a za povećanje kompaktnosti odloženog otpada na $1 t/m^3$, apsorpcioni kapacitet otpada na $0,025 m^3$ po toni otpada.

Sve vode koje nastaju u toku rada na deponijama prema EU Direktivi o deponovanju otpada 1999/31/EC, treba da se sakupe i prečiste, prije bilo kakvog ispuštanja u krajnji recipijent (vodotok) [5].

Deponiju komunalnog otpada možemo posmatrati kao biohemijski reaktor, sa otpadom i vodom kao ulaznim, te biogasom i procjednom vodom kao glavnim izlaznim komponentama [6]. Procjedne vode sadrže sve supstance koje se nalaze u otpadu, a koje su rastvorljive u vodi, kao i produkte transformacije određenih organskih komponenti otpada iz deponije.

Produkcija i koncentracija deponijskog filtrata u tijelu deponije može se podijeliti na:

- kiseli deponijski filtrat (iz biološke razgradnje otpada u 1. i 2. fazi), i
- metanski deponijski filtrat (iz biološke razgradnje otpada u 3. i 4. fazi).

Kroz navedene dvije faze biološke razgradnje organskih komponenti otpada parametri deponijskog filtrata se značajno mijenjaju [7,8]. U procjednim vodama sa deponija komunalnog otpada uglavnom se nalaze sljedeći spojevi [3]:

- **Jedinjenja azota:** u organski vezanom obliku i u obliku amonijaka: predstavljaju najveći procenat rastvorljivog azota u procjednim deponijskim vodama i nastaju pri biorazgradnji prisutnih organskih materija. Azot u nitratnom obliku se troši u anaerobnim uslovima i zato je prisutan u niskim koncentracijama. Nitratni joni su vrlo mobilni;
- **Jedinjenja fosfora:** uključena su u mnoge fizičke, hemijske i mikrobiološke transformacije. Specije fosfora se najčešće koriste u mikrobiološkim procesima, kompleksiranju i rastvaranju. Rastvorljivost im zavisi od pH vrijednosti i u procjednim vodama su prisutni u malim koncentracijama;
- **Teški metali:** u većini filtrata iz komunalnih deponija se javljaju određene koncentracije sljedećih teških metala: Al, As, Cu, Ba, Fe, Zn, Cd, Co, Ag, Pb i Hg;
- **Katjoni:** najčešći kationi koji se javljaju u procjednim vodama su: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} . Reagaju jedni sa drugima i sa katjonima u kompleksima iz otpada, stvarajući komplekse;
- **Anjoni:** Cl^- , SO_4^{2-} , S^{2-} i HCO_3^- se samo djelimično transformišu. Sulfat se desorbira radi povećanja pH, a nakon desorpcije se taloži. Sulfidi i karbonati se vežu za metale ili gasove poput SO_2 i CO_2 ;
- **Organska zagađenja:** izražena preko nespecifičnih parametara BPK₅, HPK i TOC;
- **Hlorisani ugljovodonici i pesticidi;**

- **Specifični organski spojevi:** aromatski ugljikovodonici, fenoli, hlorisani alifatski spojevi koji se nalaze obično u tragovima.

Generalno, iz dosadašnjeg pregleda kvalitativnih osobina deponijskog filtrata, može se zaključiti da se osnovne kvalitativne karakteristike filtrata mogu predstaviti preko sljedećih svojstava [2,3]:

- Boja tamno smeđa do crna;
- Neprijatan miris;
- pH kod “mladih” deponija kiseo, a kod “starih” bazičan (pH = 5,3 - 9,1);
- BPK₅ i HPK veoma visok kod faze kiselog vrenja, a kod metanskog vrenja značajno niži;
- Sadržaj teških metala u fazi kiselog vrenja relativno visok, a tokom metanskog vrenja gotovo zanemarljiv;
- Sadržaj hlorida u fazi kiselog vrenja relativno visok;
- Visok sadržaj amonijaka;
- Veoma mali sadržaj fosfora.

U cilju procjene koncentracije zagađivača u procjednim deponijskim vodama, razvijeni su različiti matematički modeli. Niz matematičkih modela, kao i empirijskih i semi-empirijskih jednačina se može naći u literaturi.

Produkcija filtrata iz dekompenzacije komunalnog čvrstog otpada sa deponija bezopasnog otpada, mijenja se sa vremenom, s obzirom da se otpad degradira kroz 4 različite faze biodegradacije [2].

U toku radnog vijeka deponije, postoje izražene 4 faze degradacije otpada, i to:

- Faza I - **Aerobna faza** je početna, kratka faza razgradnje i traje oko mjesec dana. U ovoj fazi razgradnju otpada vrše aerobne bakterije.
- Faza II – **Anaerobna, nemetanska faza** traje okvirno nekoliko mjeseci. U ovoj fazi su aktivne bakterije koje ne trebaju kiseonik. Razgradnjom otpada se uglavnom stvaraju organske kiseline i alkoholi. Ova faza predstavlja fazu hidrolize i acidogeneze;
- Faza III – **Anaerobna nestabilna metanska faza** traje od nekoliko mjeseci do godinu dana. U ovoj fazi počinju djelovati bakterije i dolazi do početka formiranja metana. Hemijska struktura otpada se stabilizuje, a kao produkti se stvaraju acetati i vodonik.
- Faza IV – **Anaerobna stabilna metanska faza** traje godinama. U ovoj fazi su aktivne metanogene bakterije, koje su osjetljive na pH vrijednost i egzistiraju samo kad je pH oko 7. Tu je dominantno nastajanje metana i ugljendioksida.

Kod nekih autora je dodatno uvedena i faza V, kao završna faza razgradnje otpada. U ovoj fazi se kod nekih deponija u gornjim slojevima mogu pojaviti aerobne zone. [1].

Za vrijeme aerobnih procesa razgradnje otpada nastaje isključivo ugljendioksid (CO₂). U početnoj fazi azot (N₂) i kiseonik (O₂) značajno su prisutni, dok na početku anaerobne faze zapreminski udio kiseonika pada na nulu, a azota na manje od 1 % [8]. U nemetanskoj anaerobnoj fazi, udio ugljendioksida se povećava na oko 8 %. Razvojem metanogenih bakterija, u tkz. nestabilnoj metanskoj fazi, počinje proizvodnja metana (CH₄). U stabilnoj

anaerobnoj metanskoj fazi, koja traje godinama, deponijski gas sadrži uglavnom metan i ugljendioksid, u procentualnom odnosu 55:45.

U svim normalnim uslovima rada i eksploatacije deponije, faza 4 se ne može preskočiti, međutim moguće je da se 3 i 4 faza ne odvijaju u potpunosti, jer naprimjer metanske bakterije nemaju povoljne uslove za razvoj (pH vrijednost, temperatura i sl.). U tim uslovima kiselinske bakterije proizvode buternu i sirćetnu kiselinu i ne prerađuju te kiseline u deponijski gas, već se one zajedno miješaju sa procjednim vodama i odlaze kao effluent [2].

Koncentracije amonijačnog azota rastu u fazi 3, zbog biodegradacije aminokiselina, proteina i drugih azotnih jedinjenja u otpadu. Prisustvo organskih kiselina u acetogeno fazi povećava rastvorljivost jona metala u filtratu. Koncentracije BPK₅ i HPK su velike, a visoki odnos BPK₅/HPK, pokazuje da je visoka proporcija organskih materija u procjednoj vodi i da su one biorazgradljive. Metanogeni filtrat ima neutralnu/alkalnu pH-vrijednost, što se manifestuje razgradnjom organskih kiselina faze 3 u metan i ugljendioksid uz pomoć metanogenih mikroorganizama [9]. Zbog toga, TOC u filtratu u metanogeno fazi se smanjuje u poređenju sa acetogenom fazom. U metanogeno fazi metalni joni nastavljaju sa rastvaranjem iz otpada, ali vremenom, pošto se pH filtrata povećava, metalni joni postaju manje rastvorljivi i smanjuje se njihova koncentracija u filtratu. U voj fazi koncentracija amonijačnog azota se blago smanjuje, ali ipak ostaje visoka. BPK₅ i HPK nivoi se smanjuju u poređenju sa acetogenim filtratima.

Procesi anaerobnog razlaganja organskih materija su veoma složeni, gdje se dejstvom hidrolitičkih i acidogenih mikroorganizama, razlažu ugljeni hidrati, masti, bjelančevine i nukleinske kiseline na jednostavnija jedinjenja. Razlaganje otpada se prema tome odvija zahvaljujući aktivnostima mikroorganizama, pa će uslovi za razlaganje ostati trajni ako se omogući održavanje životnih uslova ovih mikroba, djelovanje enzima, itd. Tokom anaerobne faze ugljeni hidrati – polisaharidi (celuloza, skrob, pektin, hemiceluloza) hidroliziraju na oligosaharide (celobioza, maltoza, saharoza, galakturonska kiselina, ksilobioza), a oni dalje na monosaharide (glukozu, fruktozu, ksilozu).

Istraživanja su pokazala da je pH-vrijednost ranije formiranog filtrata kiselina/neutralna sa pH opsegom između 5.1 i 7.8, jednačeci se sa formacijom octene kiseline i drugih organskih kiselina uz pomoć acetogenih mikroorganizama pod anaerobnim uslovima. Organska materija faze 3 je veoma visoka i kreće se u rasponu od 1 000-29 000 mg/L za TOC [1].

Procjedne vode sanitarnih deponija sadrže veće koncentracije kontaminanata u odnosu na komunalne otpadne vode, ali i industrijske otpadne vode [10,11]. Dosadašnja istraživanja procjednih voda sa deponija pokazuju da [12]:

- Kvalitet procjednih voda sa deponija je izuzetno promjenljiv, ali se u svakom slučaju mora vršiti djelimično ili potpuno prečišćavanje prije upuštanja u recipijent;
- Procjene za kvalitet procjedne vode buduće ili postojeće deponije za neki budući period, mogu se orjentaciono vezati za iskustvene pokazatelje iz literature;
- Modeliranje kvaliteta, zasnovano na modelima i empirijskim relacijama, može se primijeniti uz obradu i primjenu specifičnih uslova i karakteristika konkretne deponije;

- Kvalitet filtrata se mijenja u zavisnosti od starosti deponije i zato postrojenje za tretman mora biti fleksibilno i prilagodljivo, da prati promjene kvaliteta filtrata;
- Parametri kvaliteta efluenta, pri prečišćavanju filtrata, treba da zadovolje zakonsku regulativu za industrijske otpadne vode, a obavezni pokazatelji kvaliteta su: suspendovane materije, temperatura, pH, HPK, BPK₅, jedinjenja azota i ukupni fosfor.

Količina vode, koja protiče kroz površinu deponija je važan faktor koji olakšava i pomaže stabilizaciju otpada i gasa, ali i formiranje količine i sastava filtrata [13].

Izbor i projektovanje sistema za prečišćavanje procjednih voda nije jednostavan postupak. Karakteristike procjedne vode, a posebno promjene u sastavu i količini u toku radnog vijeka deponije, značajno utiču na sam izbor njihovog procesa prečišćavanja. Dakle, sastav filtrata direktno utiče na izbor tehnologije za prečišćavanje procjedne vode [14,15].

Za prečišćavanje procjednih deponijskih voda postoji niz tehničko-tehnoloških rješenja. Kvalitet i količina filtrata, veličina deponije i vijek trajanja, zahtjevani kvalitet efluenta su, uz ekonomsku analizu, osnovni elementi koji definišu izbor postupka obrade ovih voda [16].

U praksi se sreću različite tehnike obrade procjednih voda sa deponija komunalnog otpada, a koje se mogu uopšteno podijeliti na [15]:

- **Mehaničke postupke** (sedimentacija, filtracija, centrifugiranje, plutanje, izdvajanje masti i ulja);
- **Hemijske postupke** (neutralizacija, oksidacija);
- **Termičke postupke** (uparavanje, sušenje, stripovanje);
- **Fizičko-hemijske postupke** (koagulacija, flokulacija, adsorpcija sa aktivnim ugljem, jonska izmjena, ultrafiltracija, reversna osmoza), i
- **Biološke postupke** (aerobni i anaerobni).

Procjedne vode iz „mladih“ deponija mogu se, uz prethodnu obradu, prečišćavati različitim biološkim procesima, jer ove vode sadrže puno biorazgradljivih materija, koje se mogu biološki brzo i jednostavno razgraditi [2,4]. Procjedne vode sa „starijih“ deponija, sadrže manje organskih biorazgradljivih materija, a više toksičnih komponenata, tako da za prečišćavanje ovih voda treba primijeniti kombinaciju više različitih procesa, prije svega hemijskih i fizičko-hemijskih.

U praksi se najčeće vrši kombinacija više uzastopnih postupaka (tehnika) radi postizanja efekta uklanjanja svih zagađujućih supstanci iz procjednih voda. U zadnje vrijeme se pojavljuju i neke „napredne“ tehnologije, koje prije svega podrazumijevaju nanofiltraciju, katalitičku oksidaciju i sl., ali u kombinaciji sa prethodnom obradom [15,17]. Takođe sve više se radi na razvoju mebranskih tehnika (prvenstveno reverzne osmoze), koje bi mogle da zadovolje integralne uslove uklanjanja polutanata iz procjednih voda i dovedu ih u granice prihvatljive za direktno ispuštanje u površinske tokove.

2.3. Radna hipoteza sa ciljem istraživanja

U prijavljenoj doktorskoj tezi, kandidat će pokušati dokazati slijedeće postavljene hipoteze:

- Za utvrđivanje sastava i količine procjednih voda sa deponija komunalnog otpada neophodan je dugoročan i sveobuhvatan monitoring ovih voda;
- Na sastav i količinu procjednih voda značajno utiče vrijeme rada deponije, odnosno faza razgradnje prisutnog otpada, kao i klimatski uslovi u regiji;
- Ocjena kvaliteta i količine deponijskih procjednih voda se može staviti u korelaciju sa sastavom i vrstom odloženog otpada na deponiji;
- Sveobuhvatna karakterizacija deponijskog filtrata je preduslov za izbor šeme prečišćavanja datih voda;
- Izbor tehnika prečišćavanja procjednih voda zavisi od niza faktora koji su u direktnoj korelaciji sa: kvalitetom i količinom filtrata, zahtijevanim stepenom prečišćavanja, odnosno prihvatnim kapacitetom recipijenta, podudarnošću predloženih tehnika i njihovom cijenom;
- Dostupne tehnike obrade deponijskih procjednih voda, moraju se prilagoditi lokalnim uslovima i performansama svake analizirane deponije.

Procjedne deponijske vode su po svom sastavu vrlo heterogene, i zavise od vrste otpada koji se odlaže na deponije, od starosti deponije i stepena razgradnje odloženog otpada, od vrste korištene podloge za zaštitu okolnog zemljišta i voda, od vrste i stepena korištenja inertnog materijala za prekrivanje deponovanog otpada, meteoroloških uslova, lokacije i dr.

Kandidat takođe treba da dobije podatke o sastavu i količini procjednih voda koje nastaju na analiziranim deponijama. Da ove rezultate uporedi sa teoretski očekivanim i da predloži izbor najboljih tehnika za prečišćavanje procjednih voda. Posebna pažnja biće posvećena praćenju promjene rezultata analize procjednih voda u odnosu na strukturu i fazu degradacije komunalnog otpada.

Generalno gledajući, dobijeni rezultati bi trebali koristiti u praktičnom utvrđivanju uticaja vrste odloženog otpada i stepena degradacije otpada na sastav procjednih voda. Pored toga kandidat bi trebao predložiti izbor najboljih tehnika za prečišćavanje procjednih deponijskih voda, uključujući analizu više aspekata (tehnički, ekološki, ekonomski i dr.). Sva ova istraživanja mogu da posluže kao osnova za dalja specifična istraživanja, koja mogu da idu u pravcu analize pojedinih specifičnih parametara u procjednim vodama, te primjene odgovarajućih tehnologija za njihovo pojedinično uklanjanje iz procjednih voda.

2.4. Materijal i metode rada

U cilju dobijanja relevantnih podataka za planirana istraživanja uticaja strukture i faze degradacije komunalnog otpada na sastav procjednih voda sa deponija komunalnog otpada, neophodno će biti praćenje i analiza fizičko-hemijskih parametara kvaliteta vode sa dvije karakteristične (različite) deponije. Ove analize i istraživanja će takođe poslužiti kao osnova za izbor odgovarajućeg postupka-tehnike za prečišćavanje procjednih voda.

Za potrebe ovog rada kandidat će koristiti i rezultate analiza procjednih voda iz višegodišnjeg monitoringa koji se radi na dvije karakteristične deponije u BiH i to:

- sanitarnoj deponiji komunalnog otpada *Brijesnica* – Bijeljina, i

- nesanitarnoj deponiji komunalnog otpada *Ramići* - Banjaluka.

Ove dvije izabrane deponije pored geografske različitosti, imaju različitu starost, tehnologiju građenja i zaštitu podzemlja, prikupljanje procjednih voda, kao i različite klimatske uslove.

Regionalna deponija *Brijesnica* nalazi se u zapadnom dijelu opštine Bijeljina. Njena udaljenost od istočne strane grada je oko 2 km, a od sjeverozapadne i zapadne strane oko 1,5 km. Trenutno se u operativnoj fazi, odnosno u fazi nanošenja otpada, nalazi prva i druga sekcija deponije, približne površine 4,5 ha. U sanitarne sekcije ugrađeni su zaštitni izolacioni materijali – specijalne geomembrane i drugi materijali koji garantuju zaštitu podzemnih voda, u skladu sa zahtjevima EU direktiva. Deponija posjeduje sistem za prikupljanje procjednih voda i sistem za sakupljanje biogasa. Izgrađen je i egalizacioni bazen za prihvrat procjednih voda iz tijela deponije, sa sistemom za recirkulaciju i povrat procjedne vode u aktivnu sekciju.

Problem odvođenja površinskih i podzemnih voda sa deponije *Brijesnica* riješen je postavljanjem sistema uzdužnih i poprečnih drenažnih cijevi od polietilana i betona. Za evakuaciju površinskog oticanja (oborinskih voda) izgrađena je mreža zaštitnih kanala po obodu operativnog dijela, koji su trasirani tako da onemogućavaju prelijevanje vode iz kanala, niti ometaju normalan prilaz deponiji. Za prihvrat procjednih voda postavljena su dva bazena (rezervoara) ukupnog kapaciteta 100 m³.

Regionalna nesanitarna deponija komunalnog otpada *Ramići*, počela je sa radom prije 35 godina i to za potrebe opštine Banjaluka, da bi 2004. godine bila preregistrovana u regionalnu deponiju sa učešćem još 7 okolnih opština. Na ovu deponiju do sada je odloženo oko 2 300 000 m³ različitog komunalnog i industrijskog otpada, na ukupnoj površini oko 30 ha. Deponija ne posjeduje izolacionu barijeru (HDP folija, glina, bentonit i sl.), koja bi uključivala neki oblik zaštite okolnog zemljišta, površinskih i podzemnih voda, u skladu sa zahtjevima EU direktiva. Procjedne vode se trenutno sakupljaju u dva prijemna bazena, gdje se vrši djelimična egalizacija i prirodna aeracija ove vode, a kao krajnji recipijent se koristi potok Glogovac. Sakupljanje procjednih voda sa deponije *Ramići* vrši se u dva prihvatna bazena ukupnog kapaciteta 200 m³.

Uzorkovanje i analiza procjednih voda sa ove dvije deponije biće rađene u sklopu redovnog monitoringa definisanog ekološkom dozvolom. U skladu sa tim, do sada je praćen kvalitet procjednih, podzemnih i površinskih voda tromjesečno, sa ciljem definisanja postojećeg stanja i provođenja akcionih mjera za njihovo poboljšanje.

Uzorkovanje procjednih voda sa navedenih deponija komunalnog otpada vršiće se u skladu sa standardnim normativima za uzorkovanje otpadnih voda, i to :

- BAS ISO 5667-11 - Smjernice za uzorkovanje otpadne vode (Water quality – Sampling – Part 11: Guidance on sampling of groundwaters);
- BAS ISO 5667-14 - Kvalitet vode - Uzorkovanje - Smjernice za osiguranje kvaliteta uzorkovanja i rukovanja uzorcima prirodne vode;
- BAS ISO 5667-3: Kvalitet vode - Uzimanje uzoraka – Smjernice o čuvanju /konzervaciji i rukovanju uzorcima vode;

te u skladu sa domaćom zakonskom regulativom iz ove oblasti (*Pravilnik o uslovima ispuštanja otpadnih voda u površinske vode (Službeni glasnik RS br. 44/01)*).

Analize uzoraka procjednih voda sa pomenutih deponija vršice se u akreditovanim laboratorijama „Sistem Qualita, S“ Pale i „Euroinspekt“ Doboj.

Za utvrđivanje fizičko-hemijskog sastava deponijskog filtrata biće korištene standardne metode za ispitivanje kvaliteta vode i otpadnih voda, prikazane u sljedećoj tabeli.

Parametri i analitičke metode ispitivanja kvaliteta vode procjedne vode sa deponija

<i>Parametar</i>	<i>Metoda ispitivanja</i>
pH vrijednost	Potencimetrijska
Temperatura	Elektrohemijska
Elektroprovodljivost na 20 °C	Elektrohemijska
Alkalitet	Volumetrijska
Ostatak poslije isparenja na 105 °C	Gravimetrijska
Gubitak žarenjem	Gravimetrijska
Ostatak poslije žarenja na 700 °C	Gravimetrijska
Talog nakon 30 minuta taloženja	Taloženje u Imhoff-ovom lijevku
Ukupne suspendovane materije	Gravimetrijska
Utrošak KMnO ₄	Volumetrijska
BPK ₅	Metoda razblaženja, inkubacija 5 dana na 20 °C, kiseonik se određuje Winkler metodom
Ukupni fosfor	Spektrofotometrijska
Nitratni azot	Spektrofotometrijska
Nitritni azot	Spektrofotometrijska
Amonijačni azot	Spektrofotometrijska
Teški metali (Cd, Ni, As, Cu..)	AAS i ICP

Pored navedenih analiza, u cilju utvrđivanja stvarnog sastava otpada koji se odlaže na ove dvije deponije, tokom izrade disertacije biće urađene analize morfološkog sastava otpada sa osnovnim karakteristikama otpada, kao i tehnička i elementarna analiza pojedinih komponenti iz otpada, koji se odlaže na deponije *Brijesnica* i *Ramići*.

Na kvalitet i količinu komunalnog otpada utiče niz faktora: mjesto i izvor njegovog nastanka, gustina naseljenosti, način ishrane stanovnika, vrsta privredne djelatnosti, stepen standarda stanovništva, ekonomski uslovi, godišnje doba, tehnologija prikupljanja, vrste vozila i transport otpada. Sastav otpada određuje mogućnost tretmana otpada: vlažnost i toplotna moć definišu mogućnost insineracije, organski sadržaj mogućnost kompostiranja.

Priprema uzoraka otpada, te tehničke i elementarne analize i analize morfološkog sastava otpada biće urađene u skladu sa sljedećim standardima:

- ASTM E 829 – Priprema radnog uzorka;
- ASTM E 790 – Određivanje sadržaja vlage;
- ASTM E 897 – Određivanje isparljivih materija;
- ASTM E 830 – Određivanje sadržaja pepela;
- ASTM E 777 – Određivanje ukupnog ugljenika i vodonika;
- ASTM E 778 – Određivanje ukupnog sadržaja azota – Kjeldahl metoda;
- ASTM E 885 – Analiza sadržaja metala putem atomske apsorpcione spektrometrije (AAS);
- ASTM D 240 – Određivanje toplotne moći.

U sklopu analize morfološkog sastava otpada koji se deponuje na ove dvije deponije, biće analizirani sljedeći parametri: papir i karton, metal, limenke, plastika, guma, folija, PET ambalaža, organski otpad, drvo, tekstil, staklo, građevinski otpad, animalni otpad, elektronski otpad, opasni otpad i ostalo (0-30 mm)

U okviru tehničke i elementarne analize otpada biće obahvaćeni sljedeći parametri: toplotna moć, sadržaj vlage, neisparljivi ostatak, isparljivi ostatak, pepeo, ugljik-ukupni, azot-ukupni, fosfor-ukupni, sumpor-ukupni, hlor-ukupni, fluor-ukupni, vodonik, kiseonik, natrijum, magnezijum, aluminijum, kalijum, kalcijum, hrom, željezo, nikl, bakar, cink, arsen, kadmijum, živa i olovo.

U okviru ove disertacije, za statističku obradu podataka, kandidat će koristiti SPSS (**S**tatistical **P**ackage for the **S**ocial **S**ciences) softverski paket, kao jedan od najrasprostranjenijih statističkih komercijalnih paketa u svijetu. SPSS je analitički softver koji omogućava analizu sa osnovama za projektovanje, planiranje, prikupljanje podataka, pristup podacima, upravljanje podacima, analizu podataka i izvještavanje. SPSS podržava cjelokupan analitički proces.

Za izbor odgovarajuće tehnologije za prečišćavanje procjednih voda sa dvije analizirane deponije - *Ramići* i *Brijesnica*, neophodno da kandidat izvrši detaljno mjerenje i proračun stvarnih i prognoziranih količina procjednih voda, koje nastaju tokom njihovog rada.

Za ovaj proračun kandidat će koristiti odgovarajući softverski paket „Modeling Landfill Hydrology with Visual HELP“ i sl. Navedeni softverski paket omogućava da se na osnovu odgovarajućih ulaznih parametara (količine padavina na analiziranoj lokaciji, količine odloženog otpada, vrste odloženog otpada, starosti deponije, stepena rekultivacije otpada i dr.) izvrši proračun količina procjednih voda, koje nastaju u nekom periodu eksploatacije deponije. Takođe, ovim softverskim paketima moguće je dobiti rezultate o količina procjednih voda, koje nastaju i nakon zatvaranja deponija, što je jako bitno za utvrđivanje stepena i obima monitoringa deponija nakon zatvaranja istih.

2.5. Naučni doprinos istraživanja

U prijavljenoj doktorskoj tezi, kandidat treba dati naučni doprinos istraživanju sastava procjednih voda sa deponija u odnosu na stepen degradacije i sastava otpada.

Isto tako, tokom ovih naučno osmišljenih istraživanja treba da se dobiju direktni podaci o uticaju ovih voda na okruženje, kroz praćenje relevantnih parametara zagađenja. Posebna pažnja biće posvećena praćenju promjene u sastavu i količini procjedne vode, kako tokom različitih perioda razgradnje otpada, tako i različitih uslova u kojima se vrši ta razgradnja, poredeći te vrijednost sa teoretski očekivanim.

Dobijeni rezultati analiza procjednih voda sa deponija biće upoređivani sa postojećim nacionalnim i međunarodnim propisima i standardima, dok će se rezultati proračuna količina filtrata, upoređivati sa podacima dostupnim u radovima autora koji se bave sličnom problematikom. Za očekivati je da će eksperimentalni podaci pokazati da postoje razlike, kako u sastavu filtrata, tako i u količini ovih voda, u odnosu na svaku od analiziranih deponija. Izbor tehnika za prečišćavanje procjednih voda će biti direktno usaglašeni i

provjereni na izabranim postrojenjima za prečišćavanje. Ovim pristupom u istraživanju moguće je dati naučni i praktični prilog u rješavanju ovog izuzetno ozbiljnog i akutnog problema, koji ozbiljno narušava širi životni prostor.

Generalno gledajući, dobijeni rezultati bi trebali koristiti u svrhu utvrđivanja stvarnog stanja procjednih voda kada se radi o sanitarnim i nesanitarnim deponijama, u uslovima različite strukture otpada koji se na njima odlaže, kao i različite starosti deponija. Takođe, ovi dobijeni rezultati će poslužiti kao osnova za izbor najbolje tehnike za prečišćavanje procjednih voda. Pored toga izvršice se i poređenje investicionih i troškova održavanja za sve analizirane tehnike prečišćavanja procjednih voda. Sve ovo bi dalo smjernice za daljna istraživanja u cilju detaljnih analize i praćenja procjednih deponijskih voda, kao i izbora optimalnih tehnika za njihovo prečišćavanje na analiziranim, ali i drugim deponijama. Osim navedenog, ova istraživanja mogu da posluže kao osnova za dalja specifična istraživanja, koja mogu da idu u pravcu analize pojedinih specifičnih parametara u procjednim vodama, te primjene odgovarajućih tehnologija za njihovo uklanjanje iz procjednih voda.

3. CITIRANA LITERATURA U POGLAVLJU PREGLED ISTRAŽIVANJA

1. H.J.Ehrig, H.Robinson, Landfilling: Leachate Treatment in Solid Waste technology & Management (Eds.T.H.Christensen), University of Denmark, Lyngby Denmark, (2011), p.p.859-897.
2. A.Serdarević, Otpadne vode sanitarnih deponija i postupci njihovog prečišćavanja, magistarski rad, Univerzitet u Sarajevu, Građevinski fakultet u Sarajevu, (2007).
3. N.Černila-Zajec, Ocena biorazgradljivosti deponijskih izcednih vod z laboratorijskimi in pilotnimi poskusi, magistarsko delo, Univerza v Ljubljani, fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana, (2003).
4. M.Jahić, D. Hamustafić, Tretman filtrata na sanitarnim deponijama, „Voda i mi“ Časopis Agencija za vodno područje rijeke Save, Sarajevo (2009), p.p 10-13.
5. Waste Landfill Directive. 1999. Council Directive 1999/31/EC, L 182/1, Landfill of Waste Official Journal of the European Communities, Brussels, Belgium
6. D.Nešković-Markić et al., Određivanje starosti procjednih voda sa deponije „Ramići“ mjerenjem pH vrijednosti, BPK₅, HPK i koncentracije teških metala, Međunarodna konferencija „Saradnja istraživača različitih struka na području korozije, zaštite materijala i životne sredine“ Tara, (2010), (Zbornik rezimea).
7. D. Nešković- Markić, Ž. Š. Pešić, V. Lazić, S. Cukuć N. Knežević, Recikulacija procjedne deponijske vode, „I Međunarodni simpozijum o koroziji i zaštiti materijala i životnoj sredini, Crnogorsko društvo za zaštitu materijala i životne sredine - CDZM Bar (2010), pp. 199-203.
8. Y.Wang, et al., Cost-saving biological nitrogen removal from strong ammonia landfill leachate, Waste management & research, 8 (2011) 797-806.
9. D. Nešković-Markić et al., Određivanje BPK₅ i HPK vrijednosti u procjednim deponijskim vodama, Simpozijum „Reciklažne tehnologije i održivi razvoj“, Tehnički fakultet Bor, Soko Banja, (2011), p.p. 488-491.

10. B.Gegić et al., Morfološki sastav i karakteristike miješanog komunalnog otpada na deponiji Ramići, Međunarodni simpozijum inženjerstvo, ekologija i materijali u procesnoj industriji“, Tehnološki fakultet Zvornik, Jahorina, (2011).
11. N.Knežević, V.Lazić, S.Radusin, A.Tatić, Uticaj procijednih voda sa deponije „Ramići“ kod Banjaluke na kvalitet rijeke Dragočaj, Naučno-stručni simpozijum, saradnja istraživača različitih struka na području korozije i zaštite materijala „IX YUCOR“, Savez inženjera Srbije za zaštitu materijala, Tara (2009)., p.p. 217-224.
12. H.X.Nguyen and B.Bilitewski, Leaching of heavy metals in high organic municipal solid waste landfill, Thirteenth International waste management and landfill symposium, IWWG- International waste working group, Calgliari, Italy, (2011)., p.p 131-139
13. M.Galleguillos and J.L.Vasel, Optimisation removal in landfill leachates tretment with membrane bioreactor: pilot plant and full scale studies, Thirteenth International waste management and landfill symposium, IWWG- International waste working group, Calgliari, Italy, (2011)., p.p. 145-156.
14. C.H.Lee, L.W.Tang and S.R.Popuri, A study on the recycling of scrap integrated circuits by leaching, Waste management & research, 8 (2011) 677-685.
15. S.Fudala-Ksiazek, A.Luczkiwicz, B.Quant and K.Olanczuk-Neyman, The effectiveness of nitrification and denitrification with CO-treatment wastewater with landfill leachate, Thirteenth International waste management and landfill symposium, IWWG- International waste working group, Calgliari, Italy, (2011)., p.p. 321-329.
16. A.Butkovskiy and K.Jonsson, Application of biological and chemical treatment for removal of organic matter from leachate, Thirteenth International waste management and landfill symposium, IWWG- International waste working group, Calgliari, Italy, (2011)., pp 434-445.
17. H.Robison, M.Carville, P.Baily, S.Farrow, J.Olufsen, D.Jones and L.Gibbs, Full scale treatment of landfill leachates with full nitrification and denitrification, Thirteenth International waste management and landfill symposium, IWWG- International waste working group, Calgliari, Italy, (2011)., p.p. 753-762.

4. OCJENA I PRIJEDLOG

Na osnovu uvida u rad kandidata, priloženu dokumentaciju, biografiju kandidata i spisak objavljenih radova, zaključujemo da kandidat mr Nebojša Knežević ispunjava sve formalne uslove za odobrenje teme za izradu doktorske disertacije u skladu sa važećim propisima, a posebno sa članom 58., Zakona o Univerzitetu i Statutom Univerziteta u Banjoj Luci.

Predložena tema je aktuelna i zanimljiva kako sa naučnog stanovišta, tako i sa stanovišta mogućnosti primjene dobijenih rezultata istraživanja. Navedene metode istraživanja predstavljaju zadovoljavajuće i pouzdane tehnike istraživanja pomoću kojih je moguće dobiti dovoljno pouzdane rezultate. Istraživanja u okviru predložene teme predstavljaju nastavak rada kandidata u okviru naučno-istraživačkog projekta u oblasti istraživanja procjednih voda sa deponija, a neke od rezultata kandidat je već publikovao u odgovarajućim naučnim časopisima, ili saopštio na naučnim skupovima.

Komisija smatra da postoje realni uslovi da kandidat u daljem istraživanju može uspješno da realizuje sve postavljene zahtjeve vezane za izradu doktorske teze i da dobije značajne originalne rezultate.

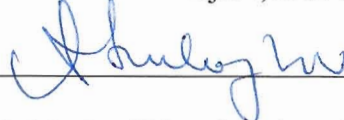
Na osnovu svega izloženog, članovi Komisije sa zadovoljstvom predlažu Naučno-nastavnom vijeću Tehnološkog fakulteta i Senatu Univerziteta u Banjoj Luci da prihvati temu pod naslovom **"Uticaj strukture i faze degradacije komunalnog otpada na sastav procjednih voda sa deponija i izbor postupaka prečišćavanja"** za izradu doktorske disertacije kandidata mr Nebojše Kneževića.

Banja Luka, 22.03.2012. godine

dr Ljiljana Vukić, vanredni profesor



dr Anđelka Mihajlov, redovni profesor



dr Marina Ilić, redovni profesor



dr Milorad Maksimović, redovni profesor