

РАДОВИ ПО ПОЗИВУ

САОПШТЕНИ НА САВЕТОВАЊУ

ОДРЖИВИ РАЗВОЈ ГРАДА ПОЖАРЕВЦА И ЕНЕРГЕТСКОГ КОМПЛЕКСА КОСТОЛАЦ

Костолац, 16. мај 2013. године

**Зборник радова: Одрживи развој града Пожареваца и енергетског
комплекса Костолац**

Издавач:

Град Пожаревац

Уредник

Милош Марковић

Табеле, слике и формуле: Аутори

Припрема за штампу:

Владимир Пауновић

Фотографије за корице:

Драган Ђелић

Фото кино клуб Пожаревац

Штампа

SAB informatika, Niš

Тираж: 300 примерака

Пожаревац, 2013.

НУЧНИ ОДБОР

- Председник – др Павле Премовић, редовни професор Природно - математичког факултета у Нишу
- др Драган С. Ђорђевић, редовни професор Природно - математичког факултета у Нишу, Декан факултета
- др Томислав Павловић, редовни професор Природно - математичког факултета у Нишу
- др Милисав Дамњановић, редовни професор Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу
- др Љупко Рундић, редовни професор Рударско-геолошког факултета у Београду
- др Милојко Лазић, редовни професор Рударско-геолошког факултета у Београду
- др Душан Петковић, редовни професор Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу
- др Драгослав Стојић, редовни професор Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу
- др Милорад Цакић, редовни професор Технолошког факултета у Лесковцу
- др Часлав Лачњевац, редовни професор Пољопривредног факултета у Београду-Земун
- др Зоран Грдић, ванредни професор Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу
- др Драгољуб Дакић, виши научни сарадник Машинског факултета у Београду
- др Мирјана Стојановић, научни саветник ITNMS
- др Гордана Топличић-Ђурчић, доцент Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу
- др Златко Соврески, доцент Машинског факултета у Штипу
- др Драган М. Ђорђевић, доцент Природно - математичког факултета у Нишу
- др Братислав Ж. Тодоровић, доцент, Технолошки факултет, Лесковац
- др Маја Станковић, Природно-математички факултет, Ниш
- др Блажо Лалевић, доцент, Пољопривредни факултет, Земун
- др Јасминка Ђорђевић Милорадовић, доцент Факултета за екологију и заштиту животне средине у Београду
- др Дејан Савић, Директор Политехничке школе у Пожаревцу, Члан фонда за екологију

ПОЧАСНИ ОДБОР

Бане Спасојевић, председник Скупштине града Пожаревца
Драган Јовановић, генерални директор ПД ТЕКО Костолац
Љубиша Стевић
Жарко Пивац
Наташа Савић, директор, РИО Костолац
Мр Бранислав Шухартовић
Димитрије Колесников
Драгомир Петровић, председник КТД
Мирослав Црнчевић
Миодраг Тодоровић
Радомир Михајловић
Перица Мојовић, директор, Аутотранспорт Костолац
Милутин Васић
Миодраг Поповић
др Звонимир Благојевић
Божидар Алексић
Градмир Стојановић

ОРГАНИЗАЦИОНИ ОДБОР

Бата Радовановић – председник
Драган Живић, Директор ТЕ КО Б
Милош В. Марковић
Владимир Пауновић
Др Александар М. Матић
Др Дејан Савић

САДРЖАЈ

<i>In memoriam</i> , Др Младен-Млађа В. Бојовић	9
Bebina Milovanović UPOTREBA OLOVA U RIMSKOM CARSTVU KROZ ARHEOLOŠKI MATERIJAL IZ VIMINACIJUMA	14
Mirjana Stojanović, Adamović M., Lačnjevac Č., Mihajlović M., Lopičić Z., Šoštarić T., Petrović M., Milojković J. PRIMENA MINERALNIH SIROVINA U ZAŠTITI RESURSA ZA PROIZVODNJU BEZBEDNE HRANE	30
Jela Ikanović, Časlav Lačnjevac, Zoran Rajić, Željko Lakić, Ljubiša Živanović, Slobodanka Pavlović, Tatjana Veljović MOGUĆNOST REKULTIVACIJE DEGRADIRANOG ZEMLJIŠTA UNOŠENJEM ZELENE BIOMASE SIDERATA.....	43
Dragoljub Dakić MOGUĆNOST I ISPLATIVOST KORIŠĆENJA OSTATAKA RATARSKE PROIZVODNJE U TOPLOTNIM I KOGENERATIVNIM POSTROJENJIMA .	50
Milan Šulić ENERGIJA VAKUUMA	60
Vangelica Jovanovska, Nikola Jovanovski, Zlatko Sovreski, Goran Pop Andonov, Feta Sinani FUELS MADE FROM AGRICULTURAL BIOMASS – (BIOGAS) ALTERNATIVE TYPES	66
Bratislav Ž. Todorović, Dragan M. Đorđević, Maja N. Stanković, Pavle I. Premović POSLEDNJA VELIKA BIOLOŠKA KRIZA, LJUDSKI FAKTOR I LOKALNA SAMOUPRAVA.....	78
Dora P. Vagiana, Павле И. Премовић DREVNE ZABELEŠKE POVRŠINSKIH KOPOVA KOSTOLCA.....	83
Stefan Badura, Anton Lieskovsky SOUND RECOGNITION USING FUZZY LOGIC NETWORKS.....	86

Slobodan Vujasinović, Jelena Zarić, Dragan Kaluderović, Ivan Matić MOGUĆNOSTI ANAEROBNE BIODEGRADACIJE NITRATA U PODZEMNIM VODAMA POŽAREVAČKOG IZVORIŠTA “KLJUČ”, PRIMENOM EMULSIFIKOVANOG BILJNOG ULJA.....	91
Vaso Novakovic, Miladin Gligoric, Caslav Lacnjevac, Ranko Grujic, Mirjana Stojanović, Aleksandar Kostić UTICAJ NAČINA RAZRADE BUNARA NA KVALITET VODE.....	96
Зоран Карастојковић НАСТАНАК КРТОГ ЛОМА У ДУКТИЛНИМ ЧЕЛИЧНИМ КОТЛОВСКИМ ЦЕВИМА ПОД УТИЦАЈЕМ КОРОЗИОНИХ РАДНИХ УСЛОВА.....	104
Goran Stefanović, Savo Šaponjić ANALIZA MERENJA PROFILA DISTRIBUCIJE DIMNOG GASA POSLE REKONSTRUKCIJE ELEKTROFILTERA NA BLOKU 2 TERMОELEKTRANE KOSTOLAC B.....	111
Miloš B. Rajković, Aleksandar Đorđević, Mirjana Stojanović, Slađana Milojković ISPITIVANJE UTICAJA LETEĆEG PEPELA IZ TERMОELEKTRANE TE „KOSTOLAC” NA ZEMLJIŠTE BRANIČEVSKOG OKRUGA	123
Горан Стефановић, Драган Живић, Маја Илић БЕНЕФИТИ ПУШТАЊА У РАД НОВОГ СИСТЕМА ЗА ТРАНСПОРТ ЧВРСТИХ ПОЛУТАНАТА ИЗ ТЕРМОЕЛЕКТРАНЕ КОСТОЛАЦ ”Б” СА АСПЕКТА ОДРЖИВОГ РАЗВОЈА.....	142
Сретен Јелић ПОРОДИЧНА ГАЗДИНСТВА У КОНТЕКСТУ РУРАЛНОГ РАЗВОЈА ЛОКАЛНИХ ЗАЈЕДНИЦА	154
Blažo Lalević, Saud Hamidović, Igor Kljujev, Zoran Krivošej, Jelena Jovičić-Petrović, Vera Raičević, Danka Radić BILJNI I MIKROBNI DIVERZITET NA LOKACIJAMA RUDNIKA MRKOG UGLJA „KAKANJ“ (BOSNA I HERCEGOVINA).....	164
Златко В. Соврески, Наташа Мојсовска, Тони Паспаловски, Вангелица Јовановска, Никола Јовановски, Горан Поп Андонов АНАЛИЗА НА МОТОРНИТЕ МАСЛА СО ПОМОШ НА ИНФРАЦРВЕНА СПЕКТРОСКОПИЈА	170
Вангелица Јовановска, Златко В. Соврески, Катерина Шамбевска, Марија Кочовска, Душко Јошески КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА НА ПАРАМЕТРИТЕ НА CLEANING IN PLACE СИСТЕМОТ (CIP) НАМЕНЕТ ЗА ЧИСТЕЊЕ ВО МЛЕЧНАТА ИНДУСТРИЈА.....	176

Златко В. Соврески, Вангелица Јовановска, Николче Јовановски, Тони Паспаловски, Горан поп Андонов, Фета Синани БАРАЊА НА МОТОРНИТЕ МАСЛА ОД АСПЕКТ НА ОГРАНИЧУВАЊЕ НА ЕМИСИЈАТА ОД ШТЕТНИ ГАСОВИ	181
Златко В. Соврески, Вангелица Јовановска, Николче Јовановски, Тони Паспаловски, Симеон Симеонов, Славчо Цветков, Душко Јошевски ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ И ЕКОНОМСКА ОПРАВДАНОСТ НА ИНДИВИДУАЛЕН СТАЊБЕН ОБЈЕКТ ПРЕКУ ПОДОБРУВАЊЕ НА ТОПЛИНСКАТА ИЗОЛАЦИЈА	185
Goran Stefanović MORAL, INŽENJERSKA ETIKA I ODRŽIVI RAZVOJ	192
PREDLOG PROJEKTA EKOLOŠKE EDUKACIJE „ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE NA TERITORIJI GRADA POŽAREVCA PRIMENOM DOBRE POLJOPRIVREDNE PRAKSE“	201
Bogdan Živanović POTENCIJALI ZADRUŽNOG ORGANIZOVANJA SELJAKA U BRANIČESKOM OKRUGU	226
Ankica Žegarac Milenković, Ljubiša Bjelić, Nefreteta Zekić UTICAJ GUSTINE USEVA NA PRINOS CRNOG LUKA (<i>Allium cepa L.</i>)	232
Данијела Димовска Белић ЗАСТУПЉЕНОСТ ГЛАВНИХ ГРУПА МИКРООРГАНИЗАМА У ПЕПЕЛУ ТЕ КОСТОЛАЦ У ПОСТУПКУ РЕКУЛТИВАЦИЈЕ.....	238
Јелена Николић ПЕДОГЕНЕТСКИ ПРОЦЕСИ У ПЕПЕЛИШТИМА ТОКОМ РЕКУЛТИВАЦИЈЕ	244
РАЉУНАЊЕ У ГЛАВИ – МЕНТАЛНИ ТРЕЊИЊ (prikaz: «Математика u малом прсту»)	251
Dora P. Vagićana, Павле И. Премовић ВИЃЕЊЕ АЊЂЕЛА РУСКИХ КОСМОЊАУТА И ЧУДЕСЊИ БРОЈ СЕДАМ.....	257
Миљан Марковић ЗНАЧАЈ РЕВЕРЗЊЕ ОСМОЗЕ У ПРЕЧИШЃАВАЊУ ВОДЕ ЗА ПИЃЕ	260

Kruna M. Marković, Petar M. Marković, Gordana Vuković FITOREMEDIJACIJA PEPELIŠTA	269
Тања Антић ДИВЕРЗИТЕТ И ЗАСТУПЉЕНОСТАКТИНОМИЦЕТА НА ТАЛОЖНОМ ПЕПЕЛУ ИЗ ТЕ КОСТОЛАЦ.....	283
Aleksandar Rakić, Vladica Novković, Marija Rakić AKCIONI PLAN ZA PROCENU STEPENA UGROŽENOSTI I MERA OČUVANJA VRSTE BUTEO BUTEO (L.) , 1758 U SRBIJI.....	290
Svetlana Rakić, Marija Rakić, Aleksandar Rakić URBANA FLORA NASELJA BUSIJA, PREDGRAĐA POŽAREVCA	299
Марина Крајић, Драгана Глишић ТЕШКИ МЕТАЛИ У ЖИВОТНОЈ СРЕДИНИ И ЊИХОВ УТИЦАЈ НА БИЉКЕ	314
Вук М. Марковић, Милош В. Марковић ПРИМЕНА УДЦ ШКОЉКИ У РЕШАВАЊУ СТАНОВАЊА РОМА ИЗ ПРЕСТОНИЧНИХ – БЕОГРАДСКИХ НЕХИГИЈЕНСКИХ НАСЕЉА	320
Драган Фелдић, Милош Фелдић ОДРЖИВИ РАЗВОЈ ГРАДИТЕЉСКОГ НАСЛЕЂА У ПОЖАРЕВЦУ – „МОДЕРНЕ“	327

MOGUĆNOSTI ANAEROBNE BIODEGRADACIJE NITRATA U PODZEMNIM VODAMA POŽAREVAČKOG IZVORIŠTA “KLJUČ”, PRIMENOM EMULSIFIKOVANOG BILJNOG ULJA

Slobodan Vujasinović (deniloup@gmail.com)*

Jelena Zarić (jelena_zaric@live.com)*

Dragan Kaluđerović (advancedgwt@gmail.com)**

Ivan Matic (ivan.matic@rgf.bg.ac.rs)*

*University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Department of
Hydrogeology, Belgrade, Republic of Serbia

** Advanced Groundwater Technology (www.advancedgwt.com)

Apstrakt

Nitrati u podzemnim vodama predstavljaju veliki je problem današnjice, posebno ako se podzemne vode koriste kao izvorišta za vodosnabdevanje. U našoj zemlji ovaj problem je posebno zastupljen u slivu Velike Morave, ali je podjednako aktuelan i širom sveta. Poslednjih godina zabeležen je drastičan skok u broju kontaminiranih izvorišta, kao posledica povećanja koncentracije nitrata u podzemnim vodama izvorišta za vodosnabdevanje. Nitrati u podzemnim vodama najčešće potiču od otpadnih, fekalnih voda ili poljoprivrede.

Razvojem remedijacionih tehnologije ovaj problem je u perspektivi rešiv. Svaka metoda zahteva prilagođavanje konkretnom problemu, postojećim uslovima terena i koncentraciji nitrata. Na primeru Požarevačkog izvorišta "Ključ" predviđena je implementacija biodenitrifikacionog sistema, kojim bi stimulisanjem prirodnog procesa denitrifikacije nivo nitrata bio smanjen do zakonski predviđene koncentracije od 50 mg/l, a čitav sistem prilagođen tako da se omogući trajno i kontinualno branjenje izvorišta od prodora nitrata iz zaleđa.

Abstract

Large number of groundwater sources is contaminated with nitrates, this problem put many of them out of function. The same situation is present all around the world, as well as in Serbia. The major cause of this problem is agricultural activity and fecal waste waters.

By injecting the emulsified vegetable oil in the aquifer we can create anaerobic conditions and stimulate the biodenitrification. In this case vegetable oil is a carbon source and the process of biodegradation is much more efficient than in natural conditions. According to data obtained from the laboratory this technology showed itself very successful. The next step is in situ application and implementation of the technology in existing, natural conditions. "Ključ" is a ground water aquifer of the

Požarevac municipality water supply system, the high concentration of nitrates in its water is a big and permanent problem. For this reason the location of the "Ključ" aquifer is chosen for the implementation of this technology. This project is not important just for the local interest of the municipality and its citizens, improving this method will open the possibility of saving numerous ground water sources all around the world.

Uvod

Kontaminacija podzemnih voda nitratima veoma je česta pojava današnjice i problem koji je ugrozio veliki broj izdani i stavio van upotrebe mnoga izvorišta širom sveta. Ni u Srbiji ovaj problem nije izostao, pa je usled zagađenja izdani nitratima iznad zakonski dozvoljene koncentracije od 50 mg/l, nekoliko desetina hiljada ljudi moralo da potraži drugi izvor pijaće vode. Poljoprivredna aktivnost i septičke jame, najčešći su uzročnici ove vrste zagađenja. Infiltracijom atmosferskih voda i usled hidrauličke veze sa podzemnim vodama, nitrati se vrlo lako prenose i filtriraju kroz podzemlje od žarišta zagađenja do izdani. Nitrati su pritom vrlo rastvorljivi i ne adsorbuju se na poroznu sredinu, što dodatno olakšava njihovo kretanje u podzemlju i povećava rizik od kontaminacije. U aerobnim uslovima nitrati su vrlo postojani i javljaju se kao stabilni oblik azota, dok u anaerobnim uslovima podležu biodegradaciji, ali je ovaj proces vrlo spor i zahteva prisustvo dovoljne količine organskog ugljenika.

Dosadašnja istraživanja su pokazala da se injektiranjem emulsifikovanog biljnog ulja u izdan mogu postići anaerobni uslovi i omogućiti biodenitrifikacija. Uz to se na ovaj način dodaje i veštački izvor ugljenika, koji je neophodan za ovaj vid bioremedijacije, a koji najčešće manjka u prirodnom okruženju i onemogućava prirodni tok ovog procesa. Tehnologija primene prirodnih emulsifikovanih ulja u remedijaciji veoma se dobro pokazala i pri odstranjivanju drugih zagađenja kao što su hlorovani rastvarači, kisele rudničke vode i eksplozivi.

Daljim istraživanjima i radom na implementaciji ove metode u različitim uslovima sredine i na što većem broju primera, trebalo bi da se utvrde efekti njene primene i sama metoda unapredi i omogući njeno prilagođavanje različitim zahtevima sredine, kako bi njena primena u budućnosti bila široko rasprostranjena, a sama metoda dostupna i komercijalizovana. Glavni motiv za njeno plasiranje i široku primenu su svakako cena, koja je utoliko redukovana jer metoda ne zahteva skupe infrastrukturne objekte, a uz to je i vrlo prirodna i ekološki održiva, imajući u vidu da se za postizanje efekta anaerobne biodenitrifikacije koristi samo emulsifikovana biljna ulja, a to može biti čak jestivo ili sojino ulje.

Koncepcija i metodologija istraživanja

Projektom koji je neposredni povod za pisanje ovog rada predviđeno je testiranje mogućnosti primene tehnologije bioremedijacije nitrata in situ i analiziranje uslova

sredine neophodnih za njeno uspešno izvođenje, kako u laboratorijskim uslovima, tako i na terenu. Sama tehnologije primene biljnih ulja u remedijacionom postupku biće analizirana, u cilju optimizacije uslova i karakteristika supstrata koji se koristi pri remedijaciji, u ovom slučaju emulzije biljnog ulja, sa krajnjim ciljem iznalaženja rešenja za izvorište Ključ koje je pod stalnim uticajem nitrata opterećenih voda iz zaleđa. Ovaj problem je utoliko kompleksan jer je praktično nemoguće ili pak vrlo skupo i zahtevno izmeštanje kako divljih naselja koja su uzročnici povišene koncentracije nitrata, tako i samog izvorišta.

Imajući u vidu sve gore navedeno predložena je primena anaerobne biodegradacije nitrata. Prvo u vidu pilot testa, a potom kada se na ovom jednostavnom opitu utvrdi efikasnost metode u postojećim uslovima, kao i parametri sredine neophodni za optimizaciju rešenja, predlaže se i izvođenje bioreakcione barijere koja bi kontinualno štitila izvorište od prodora fekalnih voda od divljih naselja iz zaleđa.

Jedan ovakav projekat je vrlo obiman i pretstavljao bi izazov sa inženjerskog i naučnog aspekta, ali ne treba zanemariti ni činjenicu da je u pitanju izvorište za vodosnabdevanje grada, kao i to da je ovo samo jedan od ovakvih slučajeva kontaminacije izvorišta u Srbiji, ali i u svetu. Rešavanje ovog problema od ogromnog je značaja za grad Požarevac i njegove stanovnike, ali je ujedno ogroman i naučni i inženjerski doprinos, kao i mogućnost njene dalje primene na drugim izvorištima kontaminiranim nitrata.

Mehanizam biodenitrifikacije i izbor opitnog poligona

Denitrifikacija je biohemijski proces koji se odigrava u podzemnim vodama u anaerobnoj sredini, pri čemu se vrši redukcija nitrata u dvoatomni gas azot kao krajnji produkt. Za uspešnu biodenitrifikaciju neophodno je da postoji elektron donor (organski izvor ugljenika), elektron akceptor (NO_3^-), prisustvo denitrifikujućih bakterija, redukcioni uslovi u podzemnoj vodi, $\text{pH} = 6-8$ i $T = 10-40$ °C, kao i prisustvo hranljivih materija. Bakterije koje učestvuju u procesu denitrifikacije postoje u većini izdani i ne moraju se dodavati. U većini slučajeva, nedostatak elektron donora, tj. izvora ugljenika limitira mikrobiološku denitrifikaciju. U prirodnim uslovima ovaj proces je veoma spor i ne može da smanji visoke koncentracije nitrata u podzemnim vodama. U slučaju Požarevačkog izvorišta Ključ predviđena je primena emulsifikovanog biljnog ulja kao izvora elektron donora u tehnologiji biodenitrifikacije, i biće razmotrene mogućnosti in situ primene, shodno kompleksnosti hidrogeoloških uslova na terenu i stepenu zagađenja podzemnih voda i geosredine nitrata.

Za odabranu lokaciju neophodno je pre početka istraživanja izabrati profil upravan na tok reke tj duž pravca kretanja zagađenja, od zaleđa ka rečnom toku. Duž profilne linije potrebno je izvršiti uzorkovanje podzemnih voda na nekoliko tačaka. Prvu tačku treba locirati izvan zone branjenja izvorišta (tj. izvan postojeće barijere bunara za nalivanje rečne vode), ova tačka oslikava realne uslove i stanja kvaliteta podzemnih voda usled filtracije i prodora nitrata zagađenih voda iz zaleđa izvorišta. Drugu tačku treba locirati nizvodno od mesta nalivanja rečnih voda u

podzemlje, tj nizvodno od zone branjenja. Ova tačka daće uvid u kvalitet i stanje podzemnih voda razblaženih nalivenom rečnom vodom. Treći uzorak treba da bude uzet iz same reke, s obzirom da se rečna voda koristi za nalivanje u infiltracione bunare duž zone branjenja, kako bi se sprečio prodor nitratima opterećenih voda iz zaleđa. Rečna voda pritom ne podleže nikakvom tretmanu i direktno se meša sa podzemnim vodama izvorišta. Na ovaj način pre početka bioremedijacije biće urađen hidrodinamički model o trenutnog stanja izvorišta, kao i uvid o stanju kvaliteta podzemnih voda.

Do sada je u najvećem broju slučajeva ova tehnologija primenjivana u cilju degradacije hlorovanih rastvarača. Ti primeri iz prakse trebali bi da pruže podlogu za izradu pilot projekta anaerobne biodegradacije nitrata na odabranom opitnom poligonu. Pilot test je vrlo jednostavan i za njegovu realizaciju moguće je iskoristiti postojeće objekte (pijezometre) koji će služiti ta utiskivanje emulzije biljnog ulja i za praćenje efekata bioremedijacije (ovaj opit je moguće izvesti sa samo dva pijezometra, koji su locirani u zoni uticaja nitrata na podzemne vode).

Potom je potrebno projektovati i sprovesti adekvatan sistem monitoringa i evaluacije podataka dobijenih osmatranjima. Sva ova istraživanja imaju za cilj da potvrde mogućnost i efikasnost in situ biodenitrifikacije pomoću emulzifikovanih biljnih ulja. Pored toga analizom uslova sredine, karakteristika supstrata, sistema za injektiranje i monitoring, kao i krajnjeg rezultata biodegradacije biće izvršena optimizacija rešenja koja će potom naći svoju primenu pri projektovanju glavnog sistema, tj sistema koji će tretirati čitavo kontaminirano područje. Vrlo je bitno istaći da rezultati ovog testa neće pružati osnov samo za ovaj projekat, imajući u vidu da je isti problem prisutan na velikom broju izvorišta u Srbiji i širom sveta.

Zaključak

Projekat biodenitrifikacije Požarevačkog izvorišta "Ključ" potrebno je izvesti po fazama. Prva faza je laboratorijska analiza metode, potom je predviđen pilot test na terenu izvan zone branjenja izvorišta. Prema rezultatima ove faze biće moguće prilagođavanje metode konkretnim uslovima izvorišta i optimizacija rešenja. Krajnji cilj projekta je uspostavljanje sistema za biodenitrifikaciju podzemnih voda, kao trajnog rešenja za odbranu izvorišta. Projektom je potrebno da se obezbedi rešavanja problema nitrata u podzemnim vodama i geološkoj sredini, na najefikasniji i najekonomičniji način. Prethodno je već istaknuto da se problem nitrata u zemljištu i podzemnim vodama javlja kako u našoj zemlji, tako i u čitavom svetu. Kao i to da je u proteklom periodu zabeležen trend progresivnog povećavanja koncentracija nitrata u podzemnim vodama. Povišene koncentracije nitrata dovode se u vezu sa mnogim bolestima, a njihovo prisustvo u podzemnim vodama uzrokuje zatvaranje izvorišta širom sveta. Stavljanjem van funkcije velikog broja izvorišta, ugrožava se osnovni faktor čovekove egzistencije, obezbeđivanje izvora čiste pijaće vode. Sve ovo ukazuje koliko je rešavanje problema nitrata u podzemnim vodama bitno i široko rasprostranjeno, a rad na unapređivanju tehnologija uklanjanja nitrata iz podzemnih voda (što efikasnije i ekonomičnije), ne samo inženjerski izazov lokalnog karaktera,

već globalnog značaja, jer svaki pojedinačni projekat daje doprinos samoj tehnologiji remedijacije i održivom razvoju i korišćenju podzemnih vodnih resursa.

Literatura

1. Air Force Center for Environmental Excellence Brooks City-Base, Texas, Naval Facilities Engineering Service Center Port Hueneme, California And Environmental Security Technology Certification Program Arlington, Virginia, *Principles and practices of enhanced anaerobic bioremediation of chlorinated solvents*, August 2004.
2. Bradley, P.M., *Microbial Degradation of Chloroethenes in Groundwater Systems*, Hydrogeology Journal. Vol. 8 (p 104-111), 2000.
3. David Christopher Bertolacci, Master Thesis *In situ bioremediation of perchlorate in soil and groundwater*, Faculty of California State University, San Bernardino, December 2009.
4. Hunter, W. J., and Follett, R. F. *Bioremediation of high nitrate aquifer water using vegetable oil*, Abstracts of the Annual Meeting of the American Society for Microbiology, 1994.
5. Hunter, W.J., Follet R.F., Cary G.W., *Use of vegetable oil to remove nitrate from flowing groundwater*, Trans, ASAF 40, 345-353, 1997.
6. Hunter, W.J., *Use of vegetable oil in a pilot scale denitrifying barrier*, Journal of Contaminant Hydrology 53, 119-131, 2001.
7. Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", *Generalni razvojni plan vodosnabdevanja opštine Požarevac - generalni projekat*, Decembar 2007.
8. Kaluđerović D., *Mogućnost remedijacije izdani zagađene nitratima metodom in situ biodenitrifikacije*, Vodoprivreda (vol. 40, br. 4-6, str. 227-232), 2008.
9. Kaluđerović D., *Prirodno prečišćavanje izdani*, Doktorska disertacija, 2008.
10. Kaluđerović D., *Simulation of nitrate movements in variable saturated porous medium*, Water Economy, Yugoslav Society for Dewatering and Irrigation, Belgrade, Yugoslavia, 1998.
11. Newell, C., Connor, J., *Characteristics of Dissolved Petroleum Hydrocarbon Plumes, Results from Four Studies*, American Petroleum Institute, 1998.
12. Newell, C., Rifai, H., Wiedemeier, T., Gonzales, M., *Modeling Intrinsic Remediation With Multiple Electron Acceptors: Results From Seven Sites*, Petroleum Hydrocarbons and Organic Chemicals in Ground Water Conference, Houston, Texas, 1995.
13. Sawyer, C.N., P.L. McCarty, and G.F. Parkin, *Chemistry for Environmental Engineering*, McGraw-Hill Inc., 1994.
14. Wiedemeier, T.H., Wilson, J.T., Kampbell, D.H., Miller, R.N., and Hansen, J.E. *Technical protocol for implementing intrinsic remediation with long-term monitoring for natural attenuation of fuel contamination dissolved in groundwater*, U.S. Air Force Center for Environmental Excellence, San Antonio, TX., 1995.