

TRETMAN PODZEMNIH VODA ZAGAĐENIH DERIVATIMA NAFTE

Velimir Šćekić, Radoje Cvejić, Sava Smiljić

velimirscekic@yahoo.com

Univerzitet UNION Beograd, Fakultet za strateški i operativni menadžment,

11 070 Beograd, Srbija

Izvod

Tretman podzemnih voda predstavlja najvažniji segment iz delokruga zaštite prirodnih resursa, jer bez biloški i bakteriološki ispravne vode nema života na planeti. Sprovodi se kroz sagledavanje svih negativnih elemenata u vodi, utvrđivanje procenata njihove toksičnosti i pronalaženje najadekvatnijih metoda za njihovo uklanjanje. Cilj je praćenje, unapređenje kvaliteta voda i zaštita životne sredine, uopšte posmatrano.

Ključne reči: *nafta, derivati nafte, podzemne vode, naftne mrlje, remedijacija.*

UVOD

Zagađenje podzemnih voda i zemljišta uopšte, a pre svega ugljovodonicima iz naftnih derivata ima višestruko negativan uticaj na životnu sredinu. Ti polutanti u životnu sredinu mogu da dospeju iz različitih razloga, npr. kao rezultat akcidenata tokom transporta, prilikom odlaganja otpada, ili iz industrijskih postrojenja. Sudbina naftnih ugljovodonika u životnoj sredini zavisi od različitih faktora pri čemu nije uvek lako proceniti stepen zagađenja obzirom da su koncentracije ugljovodonika specifične za određene sredine.

Zagađenje voda naftom predstavlja poseban problem zbog perzistencije i mogućnosti zagađenja izvorišta vode za piće, bilo da se radi o podzemnim ili površinskim resursima, usled kojih može doći čak i do humanitarnih katastrofa. Inače, važno je napomenuti da su zagađenje i zaštita podzemnih voda predmet sporadične pažnje još od vremena Stare Grčke i Rima.

Angažovanje nauke vezano je za period industrijske revolucije, kada se po meri razvoja industrije odvija intenzivna i nekontrolisana eksploatacija svih prirodnih resursa. Zbog porasta količine industrijskog i komunalnog otpada, odlaganog prvenstveno u rečne tokove, posebno brzo se odvija proces zagađivanja vodnih resursa, a time ponajviše podzemnih vodnih resursa.

Npr., samo jedna baterija ili ulje iz motornog vozila, bačeni na zemljište ili 1 litar izlivena nafta dovoljni su da trajno zatruju izvor pijaće vode.

Sirova nafta, kao veoma kompleksna smeša, sastoji se od nekoliko hiljada jedinjenja, od lakih gasova (kao što je metan) do teških asfaltnih supstanci. Većina komponenata nafte je toksična za čoveka i živi svet. Zbog potencijalne opasnosti za životnu sredinu od zagađenja kompleksnim hemijskim materijama, kao što su naftni ugljovodonici, razvijene su različite remedijacione tehnike za vodu, sediment i zemljište pomoću kojih se nad njima vrše različiti tretmani sa ciljem umanjenja opasnosti za zagađenje čovekove okoline. Do skoro je to za RS bila misaona imenica, dok se danas i kod nas mnoge od tih tehnika redovno sprovode u cilju što veće i efikasnije zaštite voda i njihovih izvorišta.

Generalno posmatrano prirodni resursi, pre svih zemljište i vode na planeti Zemlji su zanemareni. Od postanka, do danas, iz dana u dan zagađenja svih vrsta su se samo povećavala. I niko o tome nije vodio računa. Sve do skorije prošlosti na zagađenja životne sredine se svet oglašavao. Industrija je radila šta i kako je htela, a stanovništvo na planeti je mislilo da pije ispravnu vodu. A onda je svetom kao munja projurila vest da će kroz sto godina najvredniji resurs na planeti biti čista pijaća voda. Ne nafta, ne prirodni gas, ne zlato.

Međutim, u poslednjoj deceniji, ponajviše u SAD – u, a sve više i među članicama EU se vodi računa o životnoj sredini, pre svega očuvanju zemljišta i izvorišta voda. I RS je krenula tim putem, u poslednji čas. Stoga i jeste cilj ovog rada da se pojasni način zagađenja voda uopšte i sagleda tretman podzemnih voda zagađenih derivatima nafte pri obavljanju tehnoloških procesa.

NAFTA I NJENI DERIVATI

Nafta, ili još popularnije crno zlato, vodi poreklo od organskog biljnog i životinjskog uginulog istaloženog materijala koji se najpre razlagao dejstvom aerobnih, a potom anaerobnih bakterija. Danas prevladava savremeno mišljenje da je nafta nastala od masnih i voštanih supstanci različitih sitnih životinjskih i biljnih morskih organizama - planktona. Pod povoljnim uslovima, koji su vladali u dalekim geološkim dobima, živele su i razmnožavale se u toplim morskim zalivima velike količine tih organizama, koje su se uginuvši taložile na morsko dno i transformisale u nove oblike. Prvi korak dogodio se još pre 300 - 400 miliona godina. Tada su se ti ostaci počeli taložiti na dno okeana i vremenom ih je pokrio pesak i mulj. Zatim, pre 50 - 100 miliona godina ti ostaci su već bili prekriveni velikim slojem peska i mulja koji je stvarao ogromne pritiske i visoke temperature. Pod tim uslovima, usled prirodnih biorazgradivih procesa, nastali su sirova nafta i prirodni plin, bez kojih se danas život na planeti ne može ni zamisliti.

V. Šćekić, R. Cvejić, S. Smiljić

Ovako transformisana materija u oblik sirove nafte je zatim dospevala u sve dublje slojeve zemljine kore, gde se pod dejstvom visokog pritiska, temperature, hemijski i fizički menjala uz katalitičko dejstvo prisutnih mineralnih supstanci vode, vodonik-sulfida, sumpora i drugih primesa. Migracijom kroz porozne i propustljive stene, nafta je dospevala do nepropustnih slojeva sedimentnih stena u kojima se skupljala vekovima.

Po hemijskom sastavu nafta predstavlja smešu velikog broja ugljovodonika (čak -98%), a ostatak čine manje količine jedinjenja kiseonika (2%), sumpora (0.15-6%) i azota (0.005-4%), asfaltno smolaste materije, mineralne materije, kao i tragovi metala. Najzastupljenije klase ugljovodonika su: parafini, nafteni i aromatični ugljovodonici.

Prerodom sirove nafte procesima frakcione destilacije, katalitičkog i termičkog krekovanja ili reforminga, dobijaju se rafinerijski proizvodi koji imaju različite fizičko-hemijske osobine. Oni se nazivaju derivati nafte i predstavljaju nusprodukte koji nastaju prilikom prerade izvorne sirove nafte. Osnovni derivati nafte su: benzin, rafinerijski gas, plin, ulje za loženje, motorna ulja, parafini, maziva, bitumeni, avio gorivo itd. Naftini derivati mogu sadržati i toksične sastojke poput PAH-ova, PCB-a kao i neke metale (posebno olovo), stoga je veoma važna njihova pravilna proizvodnja, transport i korišćenje radi očuvanja prirodne ravnoteže životne sredine.

Fizičko-hemijske osobine nafte kao što su gustina, viskoznost, tačka paljenja, tačka ključanja, rastvorljivost itd. značajne su u pogledu predviđanja kako će se nafta ponašati prilikom akcidentnih slučajeva izlivanja u zemljište ili u vodenu sredinu, a time i odabira najefikasnijeg puta sanacije ugrožene zone.

Nafta nema nikakvo drugo, osim toksičnog delovanja na živi svet. Neadekvatno transportovanje ili korišćenje, kao i odlaganje otpada od nafte i naftnih derivata pri obavljanju tehnoloških procesa može dovesti do akcidenata nesagledevih razmera po biodiverzitet uopšte. Ugljovodonici iz nafte se lancem ishrane prenose na sve ostale organizme nezavisno od načina njihovog dospevanja u životnu sredinu. Posebno značajni u pogledu toksičnosti su hlorovani, aromatični i policiklični aromatični ugljovodonici.

U nafti se nalaze i policiklični aromatični ugljovodonici (PAH). Oni se u prirodi javljaju u obliku čađi, izduvnih gasova, uglja, katrana. To su produkti nepotpunog sagorevanja fosilnih goriva i organske materije i ispoljavaju toksične, mutagene i kancerogene efekte [4].

NAFTNO ZAGAĐENJE PODZEMNIH VODA

Proces izlivanja nafte otpočinje izlivanjem na površinu zemljišta, usled kojeg dolazi do narušavanja njegove strukture, zatvaranja pora i slepljivanja čestica zemlje. Time se menja režim kretanja i količine kiseonika što izaziva izumiranje aerobnih organizama koji svojim uticajem razaraju pedološki sloj [6]. Nafta koja se izlila na površinu zemlje migrira.

V. Šćekić, R. Cvejić, S. Smiljić

Naime, izlivena nafta se kreće naniže kroz nezasićeno zemljište pod uticajem gravitacije i bočno pod uticajem kapilarnih sila. Nakon dostizanja nivoa podzemne vode nafta se kreće u tri faze:

- kao gasna faza iznad zagađene vode,
- kao čista faza i
- kao faza rastvorenih ugljovodonika.

Nestanak nafte, kao zagađivača sa površine zemljišta odvija se kroz sledeće procese:

- hemijsku degradaciju (hidrolizom i fotolizom),
- isparavanjem sa površine zemlje,
- resorpcijom u biljke i ulaskom u lanac ishrane,
- biodegradacijom pod uticajem mikroorganizama i
- poniranjem u podzemne vode.

Kada se zbog nepažnje, akcidentne situacije, zastarelog tehnološkog procesa ili neminovnosti same tehnologije nafta pojavi u vodi dolazi do pojave različitih procesa na čiji intenzitet utiču fizičko-hemijske karakteristike same nafte tj. njenih derivata, klimatski uslovi itd. Jedan od najprisutnijih oblika nalaženja nafte kao zagađujuće supstance u vodi jeste naftna mrlja. Ona narušava razmenu toplote, vlage i gasova između atmosfere i hidrosfere. Mrlja sprečava i prodor sunčevih zraka u vodu. Ona najbrže i najlakše može uništiti ekosistem voda na planeti i dovesti do ekološke katastrofe nesagledivih razmera.

Eksperimentalno je utvrđeno da je prosečna debljina naftnog sloja oko 0.15 cm. Nafta i njeni derivati se u vodi izlažu biogenom razlaganju i oksidativnoj hemijskoj degradaciji. Pri tome nastaju naftenske kiseline, fenoli i karbonilna jedinjenja koja se, budući da su polarna dobro rastvaraju u vodi. Upravo zbog toga se sastav u vodi rastvorenih derivata nafte vremenom menja. Nakon izlivanja nafte na vodenu površinu tokom vremena dolazi do povećanja njene gustine, što rezultuje taloženjem. Inače, nafta može potonuti, ako je predhodno bila adsorbovana teškim česticama peska ili mulja [3]. Na proces sorpcije utiču mineraloški sastav tla, temperatura, pH i organske materije što je vezano za veličinu i strukturu ovih čestica. Koncentracija organskih zagađujućih materija u sedimentu je u dinamičkoj ravnoteži sa koncentracijom u vodenom rastvoru iznad sedimenta. Glavni procesi koji doprinose razlaganju nafte u vodi ili na vodenim površinama su: isparavanje, rastvaranje, emulgovanje, disperzija, taloženje, oksidacija i mikrobiološka degradacija.

Akcidentne situacije

Akcidentne situacije predstavljaju momente u kojima dolazi do iznenadnih toksičnih dejstava na vodne tokove, koji nastaju ljudskom nepažnjom i koji izazivaju trovanje biljnog i životiljskog sveta, pa time direktno ugrožavaju zdravlje i život ljudi.

V. Šćekić, R. Cvejić, S. Smiljić

U tim momentima neophode su hitne odn. blagovremene intervencije od strane države, nadležnih republičkih i gradskih inspeksijskih organa pre svega na lokalizaciji akcidenta, a potom i sprečavanju njegovog daljeg širenja i na kraju na sanaciji istog. Kaznena politika RS na osnovu najnovijih zakonskih i podzakonskih akata iz oblasti zaštite životne sredine je više nego rigidna po uzročnike ovakvih katastrofa.

Poznatije akcidentne situacije koje su dovele do ugrožavanja ekosistema nadzemnih, a time i podzemnih voda usled izlivanja nafte i naftnih derivata prilikom obavljanja procesa eksploatacije u poslednjih 100 godina u svetu su: godine 1967. brodolom tankera Torrey Canyon prouzrokovao je akcident usled kojeg se izlilo 117 000 tona nafte u blizini Velike Britanije i Francuske. Zatim izliv s tankera Amoco Cadiz 1978. godine kada se izlilo 230 000 tona nafte u blizini Aljaske. 1979. god. u Meksičkom zalivu dogodio se izliv iz naftnih platformi. Tamna mrlja bila je velika 200 km, i prouzrokovala je ekološku katastrofu nezapamćenih razmera. Nafta je uništila sve pred sobom, sl. 1.



Slika 1. Posledice izlivanja nafte u Meksičkom zalivu

U martu mesecu 1989. godine tanker Exxon Valdez nasukao se na ostrvo Princa Vilijama (Aljaska). Tom prilikom je u more iscurilo 35 000 tona sirove nafte koja se ubrzo raširila na veće područje zbog jakih struja i neblagovremene intervencije. Uginulo je oko 4000 morskih vidri, nekoliko stotina hiljada morskih ptica, a uništeno je i nekad bogato ribolovno područje. Posledice te katastrofe prisutne su još i danas. Naftna kompanija Exxon potrošila je ukupno 8 milijardi američkih dolara za čišćenje. Godine 1993. tanker Baraer udario je u severnu obalu Škotske.

Dogodila se ekološka katastrofa nesagledivih srazmera, kojom prilikom se izlilo 84 000 tona nafte. U delu Balkanskog poluostrva akcidenti su se najčešće događali na ostrvu Krku u Hrvatskoj gde se nalazi najveći terminal za istovar sirove nafte i njenih derivata kojim se snabdevaju rafinerije sve do Mađarske. U RS trenutno ima nekoliko detektovanih crnih ekoloških tačaka usled akcidenata uzrokovanih nepravilnim postupanjem sa naftom. To su Veliki bački kanal, koji je zvanično najzagađeniji vodotok u Evropi, a regije oko Bora i Pančeva spadaju među najugroženije na Starom kontinentu, jer, to su jedini transportni pravci za dopremanje nafte do industrije i malih potrošača. Važno je napomenuti da ni posle 11 godina nisu sanirane posledice bombardovanja Rafinerije Novi Sad. Prilikom razaranja 1999. iz Rafinerije je iscurilo više od 70.000 tona sirove nafte, što je proporcionalno duplo veća katastrofa nego na Aljasci. Bombe su tada izazvale sagorevanje sirove nafte, a toksične, kancerogene supstance dospele su u vazduh, zemlju i podzemne vode. Razaranje objekata, opreme i rezervoara izazvalo je izlivanje i oticanje dela nafte i derivata u Dunav, a pri nepotpunom sagorevanju nastali produkti su se taložili u okolnom zemljištu. Zbog potapanja brodova i rušenja terminala deo naftnih derivata dospeo je u kanal Dunav-Tisa-Dunav koji ni do danas nije očišćen [1].

METODE REMEDIJACIJE PODZEMNIH VODA

Metode remedijacije podzemnih voda podrazumevaju niz aktivnosti koje se preduzimaju sa ciljem sanacije postojećeg zagađenja, koja mogu biti posledica ekscesnih izlivanja opasnih materija ili dugotrajne loše prakse rukovanja opasnim materijama, odnosno opasnim otpadom, u cilju sniženja koncentracije zagađujućih materija do nivoa koji je zakonom predviđen ili koji ne predstavlja opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi. U zavisnosti od vrste i obima zagađenja, kao i zagađenog medija primenjuju se različite metode remedijacije kao što su remedijacija crpenjem i tretmanom vode, bioremedijacija aplikacijom adekvatnih sojeva bakterija, itd. Aktivnosti na remedijaciji se izvode kroz sledeće faze: [2]

- Modela disperzije zagađujuće materije u prirodnoj sredini,
- Laboratorijskih istraživanja u cilju identifikacije vrste i obima zagađenja,
- Izrada pilot testova remedijacije,
- Terenski pilot testovi remedijacije,
- Izvođenje remedijacije uz kontrolna uzorkovanja i merenja.

Kada zakonskom regulativom nisu definisani ciljani parametri remedijacije, oni se definišu izradom procene rizika na zdravlje čoveka i životnu sredinu, u skladu sa svetskom praksom. Postoji na raspolaganju niz metoda čišćenja u cilju realizacije remedijacije lokacija sa opasnim otpadom.

Razlikuju se postupci *in situ* koji se izvode na samoj lokaciji i postupci koji se izvode na mestu van lokacije.

Postupci koji se izvode na licu mesta uključuju mere koje ne menjaju lokaciju, kao što je ograničavanje upotrebe, obezbeđivanje površine, monitoring područja i privremeno skladištenje zagađenja koje se pojavilo.

Mere izvan lokacije uključuju uklanjanje i premeštanje deponije u celini. *In situ* mere mogu se sastojati od mera sigurnosti sa ciljem da se preseku putevi zagađivanja (sniženje nivoa podzemne vode, inkapsulacija, imobilizacija) ili intenzivnije metode dekontaminacije. Metode dekontaminacije uključuju fizičko-hemijske, biološke i termičke metode. *In situ* postupci se mogu takođe izvoditi na samom mestu ili izvan njega.

Tehnologije koje se primenjuju za remedijaciju podzemnih voda u slučaju zagađenja naftnim ugljovodonicima, mogu se svrstati u sledeće osnovne grupe:

- pasivna remedijacija,
- pasivni/reaktivni tretman u bunarima,
- air sparging (produvanje vazduha),
- biosparging,
- bioslurping,
- UV-oksidacija i
- tehnologija ispušavanja i tretiranja podzemne vode (Maletić, 2006).

Pasivna remedijacija podrazumeva *in situ* tretman, koji koristi prirodne procese u cilju zaustavljanja širenja kontaminacije, kao i redukcije koncentracije i količine prisutnog specifičnog zagađenja. Odvija se sama, čime održava ravnotežu biodiverziteta i pomaže nemarnom čovečanstvu da sačuva prirodu. Proces pasivne remedijacije može: redukovati masu zagađujućih materija (kroz proces kao što je biodegradacija); redukovati koncentraciju (jednostavnim razblaženjem ili disperzijom); ili vezati zagađujuće materije za zemljište da bi se sprečila migracija zagađenja (adsorpcija). Ovde adsorpcija sprečava migraciju kontaminacije na ona mesta gde bi mogla ugroziti ljudsko zdravlje i životnu sredinu.

Pasivni/reaktivni tretman u bunarima predstavlja *in situ* remedijacionu tehnologiju koja se koristi u hitnim situacijama, a razvijena je i primenjuje se poslednjih nekoliko godina. Bunari za tretman ispunjeni različitim punjenjima (u zavisnosti od vrste prisutnog zagađenja), instaliraju se tako da prate prirodno kretanje vode. Pri toku vode kroz bunar za tretman, zagađujuće materije se ili zadržavaju u bunaru (na primenjenom matriksu) ili se prevode u bezopasne supstance, koje zatim izlaze iz bunara zajedno sa tretiranom vodom. Punjenje bunara zavisi od vrste prisutnih zagađujućih materija, a najčešće se primenjuju sledeće vrste punjenja:

- Sorpcione barijere – sadrže punjenje koje fizički uklanja zagađujuće materije iz podzemne vode i zadržava ih na površini barijere (npr. aktivni ugalj i zeoliti),
- Precipitacione barijere – sadrže punjenje koje reaguje sa zagađujućim materijama rastvorenim u podzemnoj vodi, pri čemu se stvaraju nerastvorna jedinjenja koja se talože (npr. krečnjak koji se koristi za podizanje pH i za imobilisanje metala iz podzemne vode) i
- Degradacione barijere – uzrokuju reakcije koje degradiraju zagađujuće materije podzemne vode u bezopasne produkte (npr. bunari napunjeni sa granulama gvožđa pomažu da se degradiraju pojedina volatilna organska jedinjenja; bunari napunjeni nutrijentima sa izvorom kiseonika stimulišu aktivnost mikroorganizama koji se nalaze u podzemnoj vodi čime stimulišu degradaciju svih štetnih elemenata u vodi).

Najčešće se koriste dva tipa bunara za tretman podzemne vode:

- Propustljivi reaktivni bunari – najjednostavnija forma ovih bunara sastoji se od rova koji je napunjen propustljivim materijalom, gde se zagađujuće materije uklanjaju različitim procesima transfera mase i
- Sistem sa levcima i kapijama – koristi se kada je struja podzemne vode suviše velika ili duboka da bi se kopala jama. Sistem se sastoji od bunara u obliku levka koji obezbeđuje prolazak vode kroz kapiju koja propušta kontaminiranu podzemnu vodu do reaktivne ispune.

Tehnologija se uspešno koristi za tretman podzemne vode kontaminirane sa VOC, SVOC i neorganskim jedinjenjima. Nedostatak ove tehnologije je u tome što bunari za pasivan tretman imaju tendenciju smanjenja kapaciteta. Osim toga, velike i duboke struje vode se teže tretiraju od plitkih i malih struja.

Air sparging, odn. u prevodu sa engleskog prodivavanje vazduha predstavlja in situ tehnologiju koja se koristi već 15 godina za uklanjanje volatilnih organskih jedinjenja (eng. VOC, volatile organic compound), kao i semivolatilnih organskih komponenti (eng. SVOC, semivolatile organic compound), rastvorenih u podzemnoj vodi, apsorbiranih i/ili zarobljenih u porama zemlje u zoni saturisanog vodom. Tehnologija podrazumeva injektovanje atmosferskog vazduha, pod pritiskom u vodom saturisanu zonu zemlje, pri čemu dolazi do volatalizacije zagađujućih komponenti iz vode i do njihove poboljšane biodegradacije usled povećane površinske koncentracije kiseonika. Injektovani vazduh takođe, dovodi do formiranja kanala u saturisanog zoni zemlje, kroz koje zagađujuće materije nošene strujom vazduha dospevaju do nesaturisane zone.

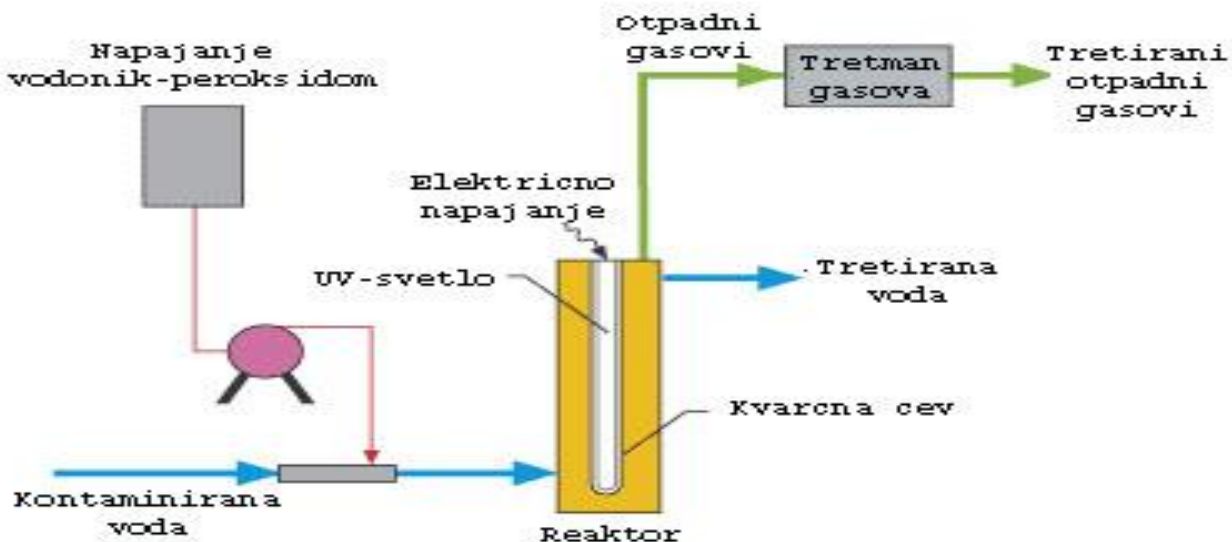
Na ovaj način, komponente izdvojene iz zone zemlje saturisane vodom, lakše podležu biodegradaciji (veći sadržaj dostupnog kiseonika), ili se pak, dalje uklanjaju primenom specijalnih sistema.

Sumarno, tokom prodivavanja vazduha kroz podzemnu vodu, odvijaju se tri mehanizma uklanjanja volatilnih i semivolatilnih organskih zagađujućih komponenti: (1) in situ uklanjanje, (2) volatalizacija zarobljenih i adsorbovanih komponenti u kapilarnim porama zemlje i (3) njihova aerobna biodegradacija.

Ova tehnologija se može koristiti za širok opseg volatilnih i semivolatilnih kontaminanata podzemne vode i zemljišta, uključujući benzin i druge komponente goriva i hlorovanih rastvarača. Efikasnost ove tehnologije u mnogome zavisi od karakteristika podzemne vode, ali i okolnog zemljišta (naročito u saturisanoj zoni).

Biosparging podrazumeva injektovanje vazduha i nutrijenata u zemljište ispod nivoa vode (u zonu saturisanu vodom), pri čemu se postiže poboljšana biodegradacija kontaminanata sa prirodno prisutnim mikroorganizmima. Ova tehnologija je primenljiva za uklanjanje produkata nafte rastvorenih u podzemnoj vodi, ili adsorbovanih na zemljištu ispod nivoa vode. Često se koristi u konjukciji sa ekstrakcijom vode na čvrstoj fazi (eng. SVE, soil vapor extraction), naročito ako su prisutna volatilna organska jedinjenja. Biosparging tehnologija predstavlja modernu tehnologiju prečišćavanja, u okviru koje se na unapred definisan način inkorporira tačno definisana zapremina vazduha radi postizanja što efikasnijeg mikrobiološkog potencijala zagađenog tela. Ova tehnologija ima nekoliko prednosti: oprema je dostupna i laka za instaliranje, vreme tretmana je relativno kratko 6-24 meseca, efikasnost se povećava sa prodivavanjem vazduha, ne zahteva uklanjanje tretmana, ili skladištenje podzemne vode, mala brzina injektovanja redukuje potrebu za tretman gasova itd. Nrdostaci: primenljiva je samo za lokacije gde se može primeniti air sparging i gde nema slobodne faze ugljovodonika, zatim hemijski, fizički i biološki procesi nisu dobro proučeni, a postoji i potencijalna opasnost od migracije zagađujućih materija.

UV-oksidacija predstavlja kombinovani tretman zagađene vode. Podrazumeva korišćenje UV zraka i različitih oksidanata. Ona je jedna od najvažnijih tehnika za remedijaciju podzemne vode u hitnim slučajevima. U ovu svrhu, u konjukciji sa UV zračenjem, najčešće se primenjuju oksidanti kao što su: ozon i vodonik-peroksid. Sistem se sastoji od reaktora u kome su smeštene UV lampe, u koji se uz dodatak oksidanta, uvodi kontaminirana podzemna voda sl.2.[5].



Slika 2. UV-peroksid tretman podzemnih voda

Bioslurping je realitvno nova remedijaciona tehnologija koja kombinuje elemente vakuum-unapređenog isumpavanja (za uklanjanje slobodnih produkata iz podzemne vode – kapljica ulja, čvrstih čestica i sl.), bioprovetavanja (potpomaže biodegradaciju organskog zagađenja) i aerobne bioremedijacije ugljovodoničnih kontaminanata. Bioslurping sistem se sastoji od specijalno dizajniranih bunara u koje se postavlja usisna cev, koja je sa jedne strane povezana sa vakuum pumpom, a sa druge uronjena u nevodenu tečnu fazu, odnosno u uljanu fazu. Bioslurping sistemi služe uglavnom za uklanjanje plutajuće nevodene tečne faze. Najvažnije karakteristike bioslurping tehnologija su: uklanjanje slobodnih produkata (što dovodi do ubrzavanja remedijacije); i povećanje efikasnosti prirodne (pasivne) bioremedijacije. Tehnologija je međutim, neefektivna za nepropustljiva zemljišta, npr. zemljišta u kojima preovlađuje glina.

ZAKLJUČAK

Zagađenje podzemnih voda i zemljišta uopšte, a pre svega ugljovodonicima iz naftnih derivata prilikom obavljanja tehnoloških procesa ima višestruko negativan uticaj na životnu sredinu. Laičkom nepažnjom ili namernom nebrigom dolazi do zagađenja zemljišta, voda, pa i čitavih ekosistema čime se ugrožava opstanak flore i faune, samim tim i ljudi na planeti zemlji. I najčešća zagađenja zemljišta i vode dolaze upravo iz nafte i njenih derivata. Po pravilu, ona su uvek toksična. Stoga su naučnici decenijama izučavali mogućnosti smanjenja ukupnih negativnih efekata ovih zagađenja iz koji su i nastale najrazličitije tehnike za remedijaciju, kojima se pokušava na brz, efikasan i što jeftiniji način smanjiti negativan efekat svih zagađenja proisteklih iz nafte.

Ex-situ tretman podzemne vode (“ispumpaj i biološki tretiraj”, (eng. pump-and-biotreat) zagađene naftom i njenim derivatima u sklopu tehničke in-situ bioremedijacije zemljišta zagađenog naftom i derivatima nafte predstavlja najlakšu i najzastupljeniju tehniku za prečišćavanje voda koja se u RS koristi.

LITERATURA

- [1] Dalmacija B. i ostali: „Naftno zagađenje područja Ratno ostrvo, Mogućnosti prirodne bioremedijacije“, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 2004.str.24.
- [2] Dalmacija B., „Proučavanje primarnog i sekundarnog mikrobiološkog prečišćavanja mešanih rafinerijskih i komunalnih otpadnih voda, Doktorska disertacija“, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad, 1984.str.37.
- [3] Dorčić I. : „Osnove čišćenja uljnih zagađenja, Kemija u industriji“, Zagreb, 1987.str.94.
- [4] Dragutin M. : „Mikroorganizmima protiv onečišćenja“, INA časopis, Hrvatska, 2006.
(www.ina.hr)
- [5] Maletić S.: „Pregled tehnologija za remedijaciju podzemnih voda, Kvalitet voda“, Departman za hemiju, PMF, Novi Sad, 2006.str.118.
- [6] Marković, D. A.i ostali: „Fizičko hemijski osnovi zaštite životne sredine, Izvori zagađivanja, posledice i zaštita“, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 1996.str.217.
- [7] www.bioremediation.info

TREATMENT OF GROUND WATER CONTAMINATED OIL DERIVATIVES

Velimir Šćekić, Radoje Cvejić, Sava Smiljić
velimirscekic@yahoo.com

*University UNION Belgrade, Faculty for Strategic and Operational Management,
11070 Belgrade, Serbia*

Abstract

Treatment of groundwater is the most important part of the scope of protection of natural resources, because no biological and bacteriological water there is no life on the planet. Implemented through consideration of all the negative elements in the water, determine the percentage of their toxicity and finding the most appropriate method for their removal. The aim is to monitor, improve water quality and the environment in general observed.

Keywords: *oil, petroleum.*