



TEHNIČKI ELABORAT

**MOBILNO POSTROJENJE ZA TRETMAN NEOPASNOG I OPASNOG OTPADA
NA AKCIDENTNIM LOKACIJAMA NA TERITORIJI REPUBLIKE SRBIJE**

SANACIJA I ČIŠĆENJE LOKACIJA KONTAMINIRANIH NEOPASNIM I OPASNIM OTPADOM

BEOGRAD OKTOBAR 2021.

0. OPŠTA DOKUMENTACIJA

0.1. NASLOVNA STRANA

Naziv dokumenta: Tehnički elaborat tehnologije mobilnog postrojenja za čišćenje i sanaciju
lokacija kontaminiranih neopasnim i opasnim otpadom na teritoriji
Republike Srbije.

Investitor: **ModEkolo d.o.o. Beograd**

Vrsta tehničke dokumentacije: Tehnički elaborat

Odgovorno lice projektanta: Aleksandra Stanković, dipl. Inž. teh.
Broj licence 371 D548 06

Direktor: Milorad Pejić

Pečat:

BEOGRAD OKTOBAR 2021.

0.2. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNIH PROJEKTANATA

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata, kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu

tehničkog elaborata tehnologije mobilnog postrojenja za čišćenje i sanaciju lokacija kontaminiranih neopasnim i opasnim otpadom na teritoriji Republike Srbije

određuje se:

Aleksandra Stanković, diplomirani inženjer tehnologije

Direktor
Milorad Pejić

Pečat:

BEOGRAD OKTOBAR 2021.

0.3 Tehničke specifikacije projekta

0.3.1. Uvod

Intenzivna urbanizacija, razvoj industrije i saobraćaja, dovode do prekomernog zagađivanja životne sredine, uključujući i zemljište i vode. Opterećenje površinskih slojeva zemljišta velikim količinama otpadnih materija koje se ne mogu razgraditi procesima samoprečišćavanja dovodi do degradacije zemljišta i poremećaja normalnih procesa u njemu, sa negativnim posledicama po ekosistem i zdravlje ljudi. Sastav i sanitarno stanje zemljišta predstavljaju faktore od značaja za zdravlje populacije, sa direktnim, ali i indirektnim uticajem preko zagađenja površinskih i podzemnih voda, vazduha i životnih namirnica.

Izvori zagađenja zemljišta su dominantno posledica ljudskih aktivnosti i bazično se mogu svrstati u tri grupe:

1. Otpadne vode kao zagađivači zemljišta:

- industrijske otpadne vode,
- vode zagađene poljoprivrednim aktivnostima (veštačka đubriva, pesticidi, organske materije različitog porekla),
- otpadne vode iz domaćinstava i od održavanja higijene naselja;

2. Zagađivači poreklom iz atmosfere koji zemljište kontaminiraju ispiranjem, padavinama ili direktnom sedimentacijom:

- emisija iz industrijskih tehnoloških procesa,
- emisija usled sagorevanja fosilnih goriva (industrija, energetska postrojenja, individualna ložišta),
- emisija poreklom od motornih vozila,
- emisija prilikom sagorevanja različitog organskog materijala;

3. Čvrsti otpad različitog porekla:

- komunalni otpad,
- industrijski otpad,
- otpad iz poljoprivrede.

Kada zagađivači dospeju u zemljište na bilo koji od navedenih načina njihova dalja sudbina zavisi od niza fizičkih, hemijskih i bioloških faktora čiji se uticaji prepliću. Vrlo je važan i oblik jedinjenja u kojem se ovi zagađivači nalaze, kao i osobine samog zemljišta (vegetacija, obrada, klimatski uslovi).

0.3.2. Tehnološki proces

Cilj remedijacionog procesa je da se spreči širenje zagađenja zbog prodiranja u podzemnu vodu, ulaženja opasnih materija u lanac ishrane i slično. Koja varijanta čišćenja će se primeniti zavisi od vrste zagađenja, prirode terena i dr.

Remedijacija zemljišta se vrši za potrebe sanacije postojećeg zagađenja, bilo kao 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 tretmana aplikacijom adekvatnih sojeva bakterija, itd.

Pre izbora tehnologije remedijacije potrebno je sačiniti plan aktivnosti koji sadrži:

- Procenu zagađenosti objekta i identifikaciju tehnologija izolacije, odnosno remedijacije.
- Primenu izabranih tehnologija uz praćenje postignutih rezultata (monitoring).

Aktivnosti koje čine proces remedijacije su:

- Polazne osnove.
- Preliminarna procena objekta.
- Obilazak zagađenog objekta.
- Sačinjavanje liste mogućih zagađujućih supstanci i zakonske regulative, državne i lokalne.

Polazna faza u procesu remedijacije:

- Prikupljanje postojećih rezultata analize uzoraka sa zagađenog objekta i njihova obrada.
- Razvoj idejnog modela zagađenog objekta.
- Priprema idejnog projekta remedijacije, razmatranje uzroka i najverovatnijeg scenarija zagađivanja;
- utvrđivanje ciljeva remedijacije.
- Identifikacija svih zakonskih propisa relevantnih za zagađujuće supstance, objekat i njihov položaj i namenu.
- Identifikacija kvaliteta podataka potrebnih za ostvarivanje postavljenih ciljeva.

Izrada planova u okviru projekta remedijacije. Karakterizacija zagađenog objekta:

- Ispitivanja na samom zagađenom objektu.
- Utvrđivanje prirode i proširenosti zagađenja (tip zagađujućih supstanci, sadržaj, distribucija).
- Identifikacija zakonskih propisa koji se odnose na zagađujuće supstance i lokaciju objekta.
- Procena rizika.

Razvoj i selekcija alternativnih procesa remedijacije:

- Identifikacija svih potencijalnih tehnologija i procesa za obradu zagađenih medijuma, tehnologija izolacije, odlaganja ostataka posle obrade ili neobrađenog medijuma.
- Izbor tehnologije.
- Utvrđivanje eventualnih specifičnosti za posmaranu lokaciju.
- Izbor alternativa za specifični objekat.
- Uzajamno poređenje alternativa i dalja selekcija.
- Izbor tehnologije remedijacije.
- Utvrđivanje ciljeva.
- Utvrđivanje aktivnosti remedijacije.

Vrlo često se izbor tehnologije remedijacije ne ograničava samo na jednu tehnologiju već predstavlja kombinaciju više njih, kombinacija tehničke i spontane remedijacije ili mešavina remedijacije sa nebiološkim tretmanom.

Faktori koji utiču na dizajniranje remedijacionog procesa su:

- Ciljevi koji se žele postići prilikom tretmana zemljišta.
- Širenje zagađenja (vrsta, koncentracija i lokacija).
- Vrsta biološkog procesa koji efikasno transformiše zagađenje.
- Transportna dinamika zemljišta.

0.3.3. Bioremedijacija

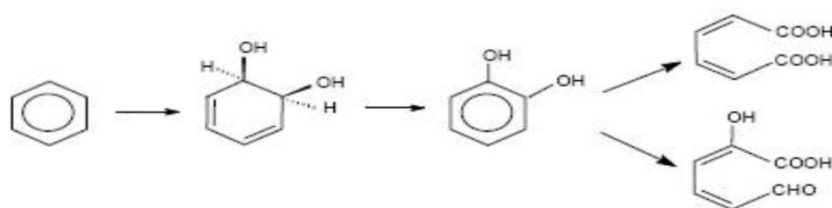
Bioremedijacija je skup postupaka za remedijaciju uz primenu bioloških agenasa. U užem smislu pod bioremedijacijom se smatra remedijacija uz pomoć mikroorganizama, a u širem smislu uz pomoć biljaka (fitoremedijacija). Može obuhvatiti mikrobiološku degradaciju i detoksikaciju zemljišta, površinskih i podzemnih voda i vazduha, čvrstog, tečnog i gasovitog otpada od štetnih supstanci, a i

zagađivača kao što su organski zagađivači (nafta, naftni derivati, pesticidi, deterdženti, polimeri, fenoli, organski rastvarači) veštačka đubriva, teški metali (živa, kadmijum, olovo) i drugi toksični elementi i jedinjenja (arsen, cijanidi), otrovni gasovi i radionuklidi (uranijum, plutonijum i dr.) Biološka degradacija se obavlja u ćelijama mikroorganizama, koji resorbuju neki zagađivač, pa u slučaju da poseduju odgovarajuće enzime dolazi do razgradnje zagađujuće supstance u metabolite. Ugljovodonici iz nafte služe kao izvor nutrienata i energije za rast i razvoj mikroorganizama, koji ih razgrađuju do naftenskih kiselina, alkohola, fenola, hidroperoksida, karbonilnih jedinjenja (aldehidi i ketoni), estara i na kraju do ugljenik(IV)-oksida i vode. U poslednje vreme genetski inženjering nudi velike mogućnosti konstruisanja genetski modifikovanih mikroorganizama sa biodegradacionim svojstvima – kataboličkim genima, tzv. „super mikrobi“, koji predstavljaju potencijalnu opasnost za okolinu zbog još uvek nedovoljnog iskustva u mogućoj interakciji ovih mikroorganizama sa životnom sredinom i nastanka oblika koji bi bili opasni po zdravlje čoveka i njegovu okolinu. S druge strane bioremedijacija je svojevrsan oblik „zelene tehnologije“ koja teži razvoju „zero waste“ tehnologija, odnosno tehnologija koje smanjuju nastanak otpada kao krajnjeg produkta nekog procesa. Stoga se ove tehnologije mogu ubrojati u BAT (best available technologies/techniques) koje se odnose na integralnu prevenciju i kontrolu zagađenja.

Zavisno od količine prisutnog kiseonika u zemljištu bioremedijacija se može odvijati pod aerobnim i anaerobnim uslovima.

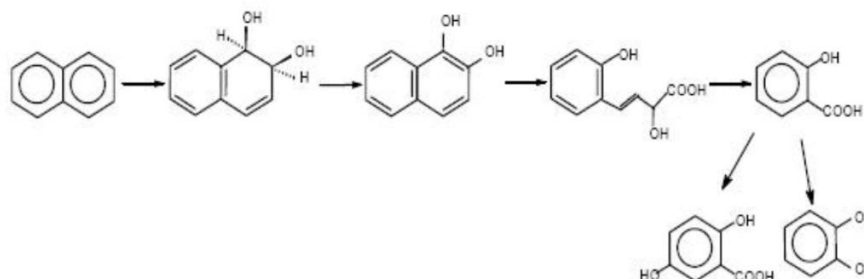
Aerobna degradacija

Aerobnu razgradnju vrše aerobni mikroorganizmi i na nju, pored kiseonika, značajan uticaj ima prisustvo mineralnih soli, temperatura i pH. Aerobni mikroorganizmi zahtevaju soli azota, fosfora, kalijuma, magnezijuma, gvožđa, cinka i dr. Najveći rast bakterija i gljivica oksidanasa ugljovodonika zapaža se u temperaturnom intervalu od 25 – 40 0 C. Međutim mikroorganizmi pokazuju veliku prilagodljivost na uslove rasta, pa i na temperaturu. Optimalni pH za biorazgradnju se kreće između 7 i 8,5. Promena kiselosti sredine može uticati na promenu dominantne vrste mikroorganizama pa time i uslova za mikrobiološku razgradnju. Degradacija nafte opada sa povećanjem dubine sedimenta i anaerobije. Metil grupe na krajevima molekula alkana i u aromatima (toluen, ksilen) podležu reakcijama oksidacije, gde prvo nastaje alkohol, potom aldehid i na kraju karboksilna kiselina. Mikrobiološkom degradacijom toluena može nastati benzaldehid i benzoeva kiselina. Alkil grupe podležu reakcijama subterminalne oksidacije dajući keton ili 10-hidroksi-derivat. Tako, iz heksana nastaje 2-hidroksiheksan i 2-ketoheksan. Alkani podležu i reakcijama dehidrogenacije: iz n-heptana nastaje 1-hepten. Cikloalkani podležu reakcijama oksidacije: može doći do hidroksilacije cikloheksana pri čemu nastaje cikloheksanol, može da se stvara keto-derivat pri čemu nastaje cikloheksanon, a mogu se dešavati i reakcije dehidrogenacije cikloalkana. Aromatična jedinjenja podležu reakcijama hidroksilacije i građenja ketona. Hidroksilacija je nespecifična i nekad vodi ka građenju ketona ili hinona. Najčešći proizvod je dihidrodiol kad se dve OH grupe uvode na dva susedna C-atoma. Iz benzena može nastati fenol i hidrohionon. Zavisno od supstrata i mikroorganizma mogu nastati različiti proizvodi prilikom otvaranja aromatičnih prstenova. Može se otvoriti samo jedan, nekoliko ili svi prstenovi. U aerobnim uslovima otvaranjem prstena u molekulu se formiraju dve karboksilne ili jedna karboksilna i jedna hidroksilna grupa. Degradacija benzena bakterijama započinje formiranjem cis-dihidrodiola, zatim sledi dehidrogenacija do katehola i potom dolazi do otvaranja prstena.



Slika 1. Biodegradacija benzena bakterijama

Bakterijska degradacija naftalena je ista kao kod benzena - prvo dolazi do dioksigenacije (cis-1,2-dihidrodiol), potom sledi dehidrogenacija (1,2- dihidroksina ftalen) i na kraju dolazi do otvaranja prstena (salicilat i katehol).

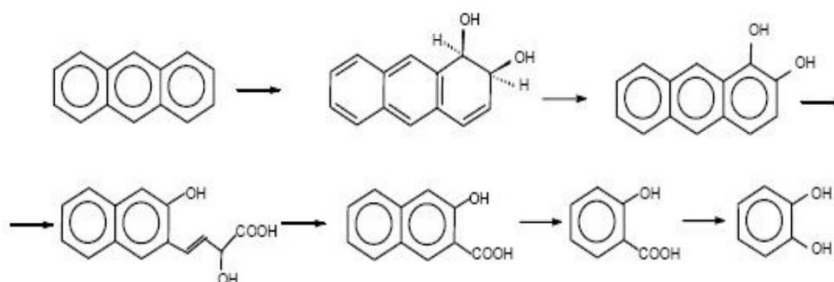


Slika 2. Biodegradacija naftalena bakterijama

Kod PAH-ova prvo dolazi do dioksigenacije (antracen prelazi u cis-1,2-dihidrodiol, fenantren u cis-1,2- i cis-3,4-dihidrodiol, benz(a)antracen u cis-1,2-, cis-8,9- i cis-10,11-dihidrodiol itd. Potom nagrađeni dihidrodioli dehidrogenacijom daju katehole, zatim dolazi do otvaranja prstena i oksidativne degradacije produkata razgradnje. Policiklični aromatični ugljovodonici metabolitičkom aktivacijom ispoljavaju mutageni i karcinogeni biološki potencijal.

Anaerobna degradacija

Anaeroban proces se odvija pod dejstvom anaerobnih mikroorganizama i on je toliko spor da je njegov značaj zanemarljiv. Ipak je ustanovljeno da anaerobna razgradnja može uzeti maha nakon što je nafta prethodno bila izložena aerobnim mikroorganizmima. Anaerobna razgradnja ugljovodonika moguća je u dubljim slojevima nafte, u dubini naftonosnih nalazišta bez dotoka vazduha. Pobuđivači anaerobne degradacije su najčešće sulforedukujuće bakterije. Reakcija sulfata pod dejstvom mikroorganizama predstavlja oksido - redukcioni proces. Pri tome se sulfati redukuju do sumporovodonika, a ugljovodonici oksidišu. Pod anaerobnim uslovima procesi razgradnje su specifičniji, na primer, čiste kulture bakterija iz toluena mogu nagraditi benzilsukcinat, a iz ksilena metilbenzilsukcinat. Kod aromata može doći i do redukcije dvostrukih veza, tako iz benzena može nastati cikloheksen, a iz toluena 4-metilcikloheksanol.



Slika 3. Biodegradacija antracena bakterijama

Neke vrste mikroorganizama mogu da koriste naftu kao izvor ugljenika, neke vrste nafta ubija ili inhibira, dok na neke vrste ne utiče. Fizičke i hemijske karakteristike nafte utiču na stepen i brzinu njene degradacije. Fizički uticaji od značaja za biodegradivnost su: viskoznost, fotolitička aktivnost, isparavanje, mehanička disperzija, rastvaranje, bioemulzifikacija i sorpcija. Viskoznost utiče na širenje naftne mrlje, a time i na povećanje površine pogodne za napad mikroorganizama koji teže da

se koncentrišu na dodirnoj površini nafta - voda. Nafta malog viskoziteta prosuta pri hladnijim uslovima otpornija je na biorazgradnju. Fotolitički proizvodi su polarniji i time podložniji biodegradaciji od jedinjenja od kojih su nastali. Tečni ugljovodonici su podložniji biorazgradnji od onih u čvrstom agregatnom stanju. Kao poseban faktor od uticaja na biodegradaciju može se razmatrati koncentracija pojedinačnih komponenata u nafti. Pojedina jedinjenja u visokim koncentracijama, npr. fenol, m- i p-krezol, ne mogu biti razgrađeni zbog njihove toksičnosti, dok pri niskim koncentracijama podležu biorazgradnji. Što se tiče hemijskog sastava nafte, n-alkani se razgrađuju brže od drugih grupa jedinjenja. Takođe nalkani srednje dužine lanca su manje toksični i brže se razgrađuju od n-alkana velike dužine lanca (dužih od 30 C atoma) ili cikloalkana. Razgradnju alkana inhibira njihova razgranatost, naročito pri niskim temperaturama. Lako isparljiva jedinjenja, benzen, toluen, etilbenzen i ksileni (BTEX), relativno lako se razgrađuju usled više faktora: relativno su rastvorni u vodi, mogu služiti kao primarni elektron-donori za mnoge bakterije, brzo se razgrađuju i bakterije koje razgrađuju BTEX brzo rastu u prisustvu kiseonika. PAH-ovi se sporo razgrađuju zbog kompleksne strukture, niske rastvorljivosti i jakih sorptivnih karateristika. Vreme poluraspada PAH-ova male molekulske mase (naftalen, alkilnaftalen) iznosi nekoliko dana u atmosferi, nedelja u vodi, meseci u zemljištu i oko godinu dana u sedimentu. PAH-ovi veće molekulske mase, sa pet ili šest kondenzovanih prstenova u molekulu su znatno stabilniji, sa vremenom poluraspada od nekoliko nedelja do nekoliko godina. Efikasnost biodegradacije individualnih PAH-ova u sedimentu opada sa porastom broja kondenzovanih prstenova u molekulu, tako da se petočlani i šestočlani PAH-ovi veoma teško razgrađuju.

Hemikalije	Mikroorganizmi
fenolni spojevi	- Rhizoctonia praticola
p-krezol	- Trametes versicolor
aromatski ugljovodonici	- Pseudomonas aeruginosa UG2
mešavina policiklickih aromatskih ugljovodonika	- Mycobacterium sp.
fluoranten (FA)	- Cunninghamella elegans
aromati 3-klorobenzoat fenantren etilbenzen bifenili (arom.ugljikov.) naftalen pentaklorofenol (PCP)	- Pseudomonas sp.B13 - Pseudomonas sp.R - Pseudomonas putida F1 - Beijerinckia sp - Oscillatoria sp. JCM) - Arthrobacter ATCC33790 Pseudomonas
toluen, benzen mešana metanogena kultura ,	
izopropil N-fenil	
karbamat	- Arthrobacter sp.
paration	- Pseudomonas stutzeri
pentahlorofenol (PCP)	
hloroanilin	
dihlor-difenil-trikloretnan (DDT)	- Phanerochaete chrysosporium
polihlorovani bifenili	
dibenzo(p)dioksini	
policiklicki aromatični ugljovodonici (PAH)	- Aspergillus ochraceus Cunninghamella elegans Trametes versicolor Phanerochaete chrysosporium Saccharomyces cerevisiae
hlorovani alkeni	- Xanthobacter sp.

Tabela 1 - Primer nekih uobičajenih toksičnih jedinjenja i mikroorganizama koji ih metabolišu

Bilo o kom tipu bioremedijacije da se radi, uspešno uspostavljanje procesa čišćenja na zagađenom lokalitetu ometano je heterogenošću zemljišta i teškoćom osmatranja. Pogodno zemljište je ono koje je moguće kontrolisati. Kod spontane bioremedijacije nema nikakvih intervencija. Kritični parametar za uspešno sprovođenje spontane bioremedijacije je predvidljivost toka podzemne vode u vremenu i prostoru. To je važno da bi se moglo znati gde će mikroorganizmi delovati (da li na svim mestima gde je prisutno zagađenje) i da li će delovati dovoljno brzo da bi sprečili širenje zagađenja putem podzemne vode. Prirodne karakteristike zemljišta kod tehničke bioremedijacije su manje važne nego kod spontane bioremedijacije zbog toga što se koristi tehnologija za manipulaciju prirodnim uslovima. Kritični parametar za uspešno sprovođenje tehničke bioremedijacije je propustljivost podzemnog materijala za fluide (vodu i vazduh). Kod oba sistema zagađena zona teže će se tretirati ako postoje naprsline, pukotine ili druge nepravilnosti koje izazivaju strujanje fluida oko zagađenja. Nevodenofazne tečnosti (naftni produkti i hlorovani rastvarači) otežavaju remedijaciju. Koncentracija vodonerastvornog zagađenja koje ometa cirkulaciju fluida zavisi od zagađenja i zemljišta. Zagađenje u koncentraciji manjoj od 10000 mg/kg zemljišta često ne smanjuje protok vode i vazduha, jer je na tom nivou zagađenje nepokretno i zauzima mnogo manje pukotina nego voda. Nutrijenti su esencijalni za metabolizam organskih materija od strane mikroorganizama. Izbor nutrijenata je mnogo važniji za in situ nego za ex situ tretman. Prilikom izbora nutrijenata potrebno je voditi računa o vremenu njihovog zadržavanja u zemljištu. Svi potrebni elementi za proces biooksidacije u zemljištu i podzemnoj vodi su skoro uvek prisutni u višku izuzev azota i fosfora. Potreba za nutrijentima zavisi od toga u kojoj se meri obnavljaju nutrijenti iz mrtvih mikroorganizama, koja količina zagađenja je prevedena u CO₂ i koja količina nutrijenata već postoji na lokalitetu. Izvor fosfora je najčešće so fosforne kiseline, a izvor azota može biti amonijumova so, nitrarna so, urea ili kombinacija različitih supstanci. Upotreba nutrijenata je zabrinjavajuća jer oni mogu da povećaju nivo nitrata u podzemnoj vodi. Takođe, zabrinjavajući je i rezidual amonijum-jona jer oni mogu da pređu u nitrata. Ortofosfati mogu da prouzrokuju taloženje gvožđa, kalcijuma i magnezijuma i zato treba da se primenjuju uz veliku pažnju. Tripolifosfati rastvaraju gvožđe, kalcijum i magnezijum i u mnogo manjoj meri izazivaju blokadu sistema. Ako se koriste soli natrijuma, glinovito zemljište može da nabrekne i smanji propustljivost i za vodu i za vazduh. U nekim slučajevima proces može teći i bez dodatka nutrijenata. Iako su azot i fosfor važni za mikroorganizme oni manje limitiraju spontanu bioremedijaciju nego elektron-akceptori. Većina komercijalnih bioremedijacionih projekata koristi kiseonik kao elektron-akceptor, iako se mogu koristiti i drugi elektron-akceptori za mikrobiološku razgradnju organskih jedinjenja (nitrati, sulfati, gvožđe(III)-joni). Kiseonik i nutrienti u prvoj generaciji bioremedijacionih tehnika su dodavani putem cirkulacije podzemne vode ali su postupci biodegradacije koji su se odigrali bili ograničeni malom rastvorljivošću i nestabilnošću kiseonika u vodenom rastvoru. Zbog potrebe za većim količinama kiseonika sve više se primenjivao vodonikperoksid čijom primenom se značajno povećava količina kiseonika (10-50 puta više kiseonika nego do tada primenjivanim aeracionim sistemima). Međutim, njegova primena ima ograničenja, jer u nekim tipovima zemljišta može doći do prebrze dekompozicije vodonikperoksida i do obrazovanja začepjenja. U poslednje vreme se sve više koristi raspršivanje vazduha koje podrazumeva injektovanje vazduha ispod vodene površine radi zasićenja podzemne vode vazduhom i na taj način se obezbeđuje kiseonik. Raspršivanje vazduha je relativno jeftino i kiseonik se može distribuirati kroz sve zemljište odjednom, što je bolje nego osloniti se na front kiseonika koji se kreće kroz zemljište. Varijacije temperature utiču na sve biološke procese. Većina aerobnih bioloških tretmana se odvija u osegu 4-39 °C. Bioremedijacioni sistem ne može biti praktičan pod veoma toplim i veoma hladnim vremenskim uslovima bez kontrolisanja temperature u zemljištu. Na primer, u hladnom periodu vazduh se može produvavati u toku toplijeg dela dana ili se može produvati topao vazduh. Na sreću, in situ bioremedijacioni proces često može teći u prihvatljivom temperaturnom opsegu bez preduzimanja bilo kakve aktivnosti radi kontrolisanja temperature. Biooksidacioni procesi su uobičajeno efikasni unutar određenog pH opsega. Većina procesa je ograničena u opsegu 5-9 pH

jedinica sa optimalnim intervalom 6,5- 8,5. Karakteristike zemljišta mogu da se menjaju zbog prisustva minerala u akviferu u obliku karbonata koji puferuju promene pH što utiče na biološku produkciju CO₂ ili drugih kiselina ili baza. Bitno je da se u toku tretmana ne menja pH vrednost.

Biološke metode se primenjuju i na zemljište zagađeno radionukleidima i mogu se koristiti i u kombinaciji sa ostalim metodama. Najčešće korišćeni procesi bioremedijacije za ovaj polutant su: biotransformacija – gde se kontaminirani molekuli prevode u manje opasne ili neopasne molekule; biodegradacija – gde se organske supstance razaraju do manjih organskih i neorganskih molekula; biomineralizacija – gde se razgrađuju organski materijali na neorganske, kao što su CO₂ i H₂O.

Sva tri procesa se mogu primeniti in situ i ex situ.

Strategije koje se preporučuju za uklanjanje metala i radionukleida uključuju mikrobiološko luženje, mikrobiološke surfaktante, volatilizaciju, bioakumulaciju. U svakom slučaju, bioremedijacijom se obezbeđuju isti procesi kao oni koji se javljaju u prirodi. Zavisno od mesta i kontaminenta, bioremedijacija može biti bezbednija i jeftinija nego alternativne tehnologije kao što su insinercija i odlaganje na deponiju. Takođe se može primeniti i fitoremedijacija koja podrazumeva upotrebu biljaka za ekstrakciju, sekvestraciju i/ili detoksikaciju polutanata koji su prisutni u zemljištu. Ova metoda se smatra najjeftinijom i najjednostavnijom za čišćenje zemljišta. Takođe se biljke mogu koristiti i za praćenje efekata remedijacije zemljišta. Ovo se odnosi na biljke sa velikim potencijalom za akumulaciju teških metala i radionukleida, ali kada se radi o hrani za ljudsku ishranu, ista može biti opasna ukoliko sadrži ove opasne materije.

Mehanizmi fitoremedijacije:

- Fitostabilizacija – uključuje upotrebu biljaka koje sadrže ili imobilizuju zagađivače u zemljištu putem: absorpcije i akumulacije putem korenovog sistema, adsorpcije na površinu korena, precipitaciju u zoni korena.
- Fitodegradacija/fitotransformacija – uključuje raspadanje zagađivača kroz: metaboličke procese (interno) i oslobađanje enzima u zemljište.
- Fitovolatilizacija - adsorpcija i transpiracija zagađivača u atmosferu pomoću biljke –
- Rizodegradacija – raspadanje zagađivača u zemljištu zbog interakcije mikrobi/koren/zemljište
- Fitohidraulika – podrazumeva upotrebu biljaka za praćenje migracije zagađivača.

Zaključak:

Prisustvo registrovanih štetnih i opasnih materija (polutanata) u zemljištu zahteva kontinuirano praćenje sadržaja ovih materija u zemljištu imajući u vidu njihove ekotoksikološke karakteristike i dugoročno posmatrano moguće efekte na zdravlje ljudi. Problem zagađenja zemljišta opasnim materijama svakim je danom sve prisutniji kako u svetu, tako i kod nas. Neželjeni incidenti koji donose ogromne štete životnoj sredini događaju se prilikom vađenja, transporta, obrade i skladištenja opasnih materija, prilikom intenzivne poljoprivredne proizvodnje, industrijskih incidenata ali i namernim delovanjem čoveka u toku ratnih uslova. Kako bi se sprečile neželjene posledice takvih zagađenja, potrebno je unapred pripremiti operativne planove u kojima će biti specifikirani postupci odgovora na neželjeni incident. Pri tome je potrebno izabrati tehnologije koje neće još više ugroziti životnu sredinu, već će produkti remedijacije biti bezopasni za čoveka i njegovu okolinu.

Konkretna tehnologija projekta /tretmana se zasniva na sledećim aktivnostima:

1. Tretman otpada na zemljištu
2. Tretman otpada na vodenim površinama

1. Tretman otpada na zemljištu

Tretman otpada koji je akcidentno izliven na zemljištu se, po pravilu, obavlja *in-situ*, neposredno uz samu kontaminiranu površinu, prema organizaciji prostora na datoj lokaciji. U zavisnosti od konfiguracije lokacije, zahteva naručioca ili količine otpada, tretman se može vršiti:

- a) Evakuacijom kontaminiranog zemljišta na nepropusnu podlogu neposredno uz mesto akcidenta ili
- b) Na samom mestu akcidenta.

a) Tretman kontaminiranog zemljišta na nepropusnoj podlozi neposredno uz mesto akcidenta

Priprema lokacije za realizaciju ove tehnologije obuhvata sledeće radove:

- Pripremu lokacije na kojoj će se vršiti tretman, koja uključuje /ali ne ograničava ili obavezuje/ montažu ograde oko mesta na kome će se vršiti tretman, postavljanje table sa podacima nosioca projekta i druge pripremne radove.
- Planiranje zemlje na površini oko 1200 m², orijentacionih dimenzija 120 m x 10 m, koje podrazumeva poravnanje zemljane površine, sa obezbeđenjem blagih padova od sredine prema krajevima
- Izradu bočnog kanala po celom obimu površine, sa nagibom prema jednom temenu, gde se predviđa ukopavanje rezervoara
- Postavljanje geotekstila na isplaniranu površinu i bočne kanale
- Postavljanje nepropusne PEHD folije preko geotekstila
- Fiksiranje folije za teren pomoću betonskih ploča
- Nabavka i postavljanje drenažnih cevi (Ø 80 mm) u formirane bočne kanale i izvod drenažne cevi u pripremljeni rezervoar za prihvatanje tečnosti.

Otpad koji je akcidentno izliven na zemljištu se zajedno sa slojem zemljišta prenosi na prostor koji je uređen i obložen folijom i postavlja tako da formira piramide /halde/, a zatim se na isti nanosi unapred pripremljen biološki preparat. Bakterijske vrste/sojevi koje se primenjuju u procesu bioremedijacije nisu genetski modifikovane, nisu toksične, niti su patogene. Ove vrste bakterija unose se u tretirani enzimski sistem koji potpomaže razgradnju zagađujućih materija, a u cilju smanjenja koncentracije naftnih jedinjenja.

Aplikacija biopreparata se sastoji u tome da se pripremljena količina biopreparata kroz perforirani sistem cevi raspršava po zemljištu i samim tim po otpadu koji se tretira. Zemljište će biti održavano u stanju vlažnosti (min. 20% vlažnosti), prskanjem vodom po potrebi. Ovi radovi ne podrazumevaju bilo kakvo spiranje zemljanog materijala izvan predviđene površine, ali ukoliko dođe do spiranja, sva tečnost se sakuplja u ukopanom rezervoaru odakle se potapajućom pumpom recirkuliše na piramide /halde/.

U toku aplikacije biopreparata vrši se aeracija, mehanički, odnosno prevrtanjem gomila zemlje radnim mašinama i/ili ručno. Time se postiže efikasniji kontakt otpada sa zemljištem i biopreparata i pospešuje se unos vazduha u zemlju. Postupak se ponavlja dok se ne izvrši remedijacija cele zapremine zemljanih piramida, odnosno dok se ne dobiju ciljane vrednosti praćenih parametara.

Po završetku radova, teren se vraća u prvobitno stanje, dok se određene konstrukcije neće obnavljati /na primer pristupne staze/.

Ovaj vid tretmana otpada i sanacije kontaminiranih lokacija se pokazao kao dobar u primeni, na mnogim lokacijama, imajući u vidu da eliminiše mogućnost razlivanja otpada i širenje kontaminacije.

b) Tretman zemljišta na lokaciji akcidenta

Za tretman manjih zagađenja zemljišta koristi se *in-situ* metoda ispiranja podzemlja sa površinsko aktivnim materijama – disperzantom. Za ovaj tretman koristi se biološki razgradiv disperzant SC-500 proizvođača *Oil Water Treatment Services BV*, Holandija koji nije štetan po životnu sredinu. Preparat je biorazgradiv i omogućava disperziju ulja u vodenoj sredini ubrzavajući njegovu biodegradibilnost.

Sa ekotoksikološkog aspekta nisu konstatovani negativni uticaji preparata na supstrate životne sredine.

Prilikom primene, preparat se razblažuje sa vodom u odnosu od 1:100 do 1:1000, u zavisnosti od stepena kontaminacije životne sredine otpadom, odnosno kontaminiranih površina. Pripremljeni rastvor se može naneti na kontaminirane površine primenom različitih alata (špricaljke, raspršivači i td). Nakon nanošenja potrebno je da prođe vreme za delovanje preparata, 10-15 minuta.

Disperzant SC-500 ima sledeći sastav:

Sastav	Količina (%)
Alkoholni etoksilat (CAS: 68439-45-2)	15
Tetrakalijum pirofosfat (CAS: 7320-34-5)	2.5
Dinatrijum meta silikat (CAS: 6834-91-0)	2.5
Voda	80

Preparat je u tečnom agregatnom stanju, tačka ključanja je $>100^{\circ}\text{C}$ a tačka mržnjenja je -10°C . Potpuno je rastvorljiv u vodi, specifična gustina iznosi $1,020\text{ g/cm}$ na 20°C , viskoznost $<30\text{ mPa}$ na 20°C , a pH vrednost iznosi 8-9 (u 1% rastvora).

Period u kome se vrši tretman iznosi do mesec dana, u zavisnosti od vrste otpada, karakteristika zemljišta, vremenskih prilika, kao i drugih uslova pod kojima se odvija tretman otpada.

Maksimalni kapacitet tretmana predmetnom tehnologijom na svim lokacijama na kojima je planiran rad iznosi do 10.000 tona za 30 dana.

2. Tretman otpada na vodenim površinama

Za tretman otpada na vodenim površinama do kojih je došlo akcidentnim izlivanjem uljnih materija (nafta, naftni derivati) koriste se PVC zaštitne plivajuće brane i upijajuće brane i krpe, a ukoliko je potrebno, kontaminirana površina se tretira i hemijski.

PVC zaštitne plivajuće brane su uljno nepropusne i postavljaju se tako da se površina kontaminirana izlivenim uljnim materijama ograniči ovim zaštitnim branama i fizički odvoji od nekontaminirane površine.

Dejstvo brana i njihova efikasnost je zasnovana na fizičkom odvajanju površina kontaminiranih otpadnim uljima od nekontaminiranih površina. Grane plutaju na površini vode i imaju tri dela -

- „Nadvodni bok“ je deo koji se uzdiže iznad vodene površine, sadrži ulje i sprečava ga da prska po vrhu
- „Kecelja“ je postavljena ispod površine i sprečava da se ulje stisne i iscuri
- Vrsta kabla ili lanca koji povezuje delove radi jačanja i stabilizacije nosača.

Upijajuće brane i krpe su uljnofilne. Sačinjene su od materijala koji ima veliku apsorpcionu moć prema nafti i naftnim derivatima i izraženu hidrofobnost, tako da se zasićuju samo naftom i naftnim derivatima. Postavljaju se ili uz uljnepropusne zaštitne brane (kao dodatno sredstvo kojim se lokalizovani kontaminirani prostor ograđuje) ili nezavisno na mestima koja želimo dodatno da obezbedimo od kontaminacije naftom i naftnim derivatima. Uvek se postavlja redno više setova brana. Upijajuće krpe se postavljaju po površini vode, kao sredstvo koje se ne kvasi vodom već samo organskim zagađenjem. Nakon zasićenja, brane i krpe se cede i privremeno smeštaju u kontejner, suše i koriste ponovo.

Razgradnja tragova zagađenja (filmova) sa vodenih površina ubrzava se upotrebom 1% rastvora disperzanta *SC-500*, holandskog proizvođača *OWT Services BV*, neškodljivog po životnu sredinu. Prilikom primene, preparat se razblažuje sa vodom u odnosu od 1:100 do 1:1000, u zavisnosti od stepena kontaminacije životne sredine otpadom, odnosno kontaminiranih površina. Pripremljeni rastvor se može naneti na kontaminirane površine primenom različitih alata (špricaljke, raspršivači i td). Nakon nanošenja potrebno je da prođe vreme za delovanje preparata, 10-15 minuta. Disperzant *SC-500* ima sledeći sastav:

Sastav	Količina (%)
Alkoholni etoksilat (CAS: 68439-45-2)	15
Tetralijum pirofosfat (CAS: 7320-34-5)	2.5
Dinatrijum meta silikat (CAS: 6834-91-0)	2.5
Voda	80

Preparat je u tečnom agregatnom stanju, tačka ključanja je $>100^{\circ}\text{C}$ a tačka mržnjenja je -10°C . Potpuno je rastvorljiv u vodi, specifična gustina iznosi $1,020\text{ g/cm}$ na 20°C , viskoznost $<30\text{ mPa}$ na 20°C , a pH vrednost iznosi 8-9 (u 1% rastvora).

Maksimalni dnevni kapacitet tretmana predmetnom tehnologijom iznosi do 100 tona otpada dnevno.

DOZVOLJENE VRSTE OTPADA U POSTROJENJU

Tehnologiju tretmana je moguće primeniti na sledeće vrste otpada:

-NEOPASAN OTPAD

02 02 03 Materijali nepodobni za potrošnju ili obradu
05 01 10 Muljevi iz tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja drugačiji od onih navedenih u 05 01 09
05 01 13 Muljevi od vode iz kotla
05 01 14 Otpadi iz rashladnih kolona
05 01 17 Bitumen
05 06 04 Otpad iz kolona za hlađenje
05 06 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
05 07 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
06 01 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
06 02 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
06 03 14 Čvrste soli i rastvori drugačiji od onih navedenih u 06 03 11 i 06 03 13
06 03 16 Oksidi metala drugačiji od onih navedenih u 06 03 15
06 03 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
06 04 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
06 05 03 Muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja drugačiji od onih navedenih u 06 05 02
06 06 03 Otpadi koji sadrže sulfide drugačije od onih navedenih u 06 06 02
06 06 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
06 07 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
06 08 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
06 09 02 Fosforna šljaka
06 09 04 Otpadi od reakcija sa kalcijumom drugačiji od onih navedenih u 06 09 03
06 09 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani

06 10 99 Odpadi koji nisu drugačije specificirani
06 11 01 Odpadi od reakcija sa kalcijumom iz proizvodnje titan-dioksida
06 11 99 Odpadi koji nisu drugačije specificirani
06 13 03 Ugljena čađ
07 01 12 Muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja drugačiji od onih navedenih u 07 01 11
07 02 15 Odpadi od aditiva drugačiji od onih navedenih u 07 02 14
07 06 12 Muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja drugačiji od onih navedenih u 07 06 11
07 06 99 Odpadi koji nisu drugačije specificirani
08 04 10 Otpadni lepkovi i zaptivači drugačiji od onih navedenih u 08 04 09
08 04 12 Muljevi od lepkova i zaptivača drugačiji od onih navedenih u 08 04 11
08 04 14 Muljevi na bazi vode koji sadrže lepkove ili zaptivače drugačiji od onih navedenih u 08 04 13
08 04 16 Tečni otpad na bazi vode koji sadrži lepkove ili zaptivače drugačiji od onih spomenutih u 08 04 15
08 04 99 Odpadi koji nisu drugačije specificirani
10 01 01 Pepeo, šljaka i prašina iz kotla (izuzev prašine iz kotla navedene u 10 01 04)
10 01 02 Leteći pepeo od uglja
10 01 03 Leteći pepeo treseta i sirovog drveta
10 01 05 Čvrsti otpadi na bazi kalcijuma u procesu odsumporavanja gasa
10 01 07 Muljevi na bazi kalcijuma u procesu odsumporavanja gasa
10 01 15 Šljaka i prašina iz kotla iz procesa ko-spaljivanja drugačiji od onih navedenih u 10 01 14
10 01 17 Leteći pepeo iz procesa ko-spaljivanja drugačiji od onog navedenog u 10 01 16
10 01 19 Odpadi iz prečišćavanja gasa drugačiji od onih navedenih u 10 01 05, 10 01 07, 10 01 18
10 01 21 Muljevi iz tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja drugačiji od onih navedenih u 10 01 20
10 01 23 Muljevi na bazi vode od čišćenja kotla drugačiji od onih navedenih u 10 01 22
10 01 24 Peskovi iz fluidizovanog sloja
10 01 25 Odpadi od skladištenja goriva i pripreme energana koji koriste ugalj
10 01 26 Odpadi iz tretmana rashladne vode
10 01 99 Odpadi koji nisu drugačije specificirani
10 12 01 Otpadna pripremna mešavina pre termičkog tretmana
10 12 03 Čvrste čestice i prašina
10 12 05 Muljevi i filter – kolači (pogače) iz tretmana gasa
10 12 06 Odbačeni kalupi
10 12 08 Otpadna keramika, cigle, pločice i proizvodi za građevinarstvo (posle termičkog tretmana)
10 12 10 Čvrsti otpadi iz tretmana gasa drugačiji od onih navedenih u 10 12 09
10 12 12 Odpadi iz procesa glaziranja drugačiji od onih navedenih u 10 12 11
10 12 13 Mulj iz tretmana otpadne vode na mestu nastajanja
10 12 99 Odpadi koji nisu drugačije specificirani
10 13 01 Otpadna pripremna mešavina pre termičkog tretmana
10 13 04 Odpadi od kalcinacije i hidratacije kreča
10 13 06 Čvrste čestice i prašina (izuzev 10 13 12 i 10 13 13)
10 13 07 Muljevi i filter – kolači (pogače) iz tretmana gasa
10 13 10 Odpadi iz proizvodnje azbest cementa drugačiji od onih navedenih u 10 13 09
10 13 11 Odpadi iz kompozitnih materijala na bazi cementa drugačiji od onih navedenih u 10 13 09 i 10 13 10
10 13 13 Čvrsti otpadi iz tretmana gasa drugačiji od onih navedenih u 10 13 12
10 13 14 Otpadni beton i mulj od betona
10 13 99 Odpadi koji nisu drugačije specificirani
12 01 01 Struganje i obrada ferometala
12 01 02 Prašina i čestice ferometala
12 01 03 Struganje i obrada obojenih metala
12 01 04 Prašina i čestice obojenih metala
12 01 05 Obrada plastike
12 01 13 Odpadi od zavarivanja
12 01 17 Odpadi od gorivih materijala drugačiji od onog navedenog u 12 01 16
12 01 21 Potrošena tela za mlevenje i materijali za mlevenje drugačiji od onih navedenih u 12 01 20
12 01 99 Odpadi koji nisu drugačije specificirani
15 01 02 Plastična ambalaža
15 01 03 Drvena ambalaža
15 01 04 Metalna ambalaža

15 01 05 Kompozitna ambalaža
15 01 06 Mešana ambalaža
15 01 07 Staklena ambalaža
15 01 09 Tekstilna ambalaža
16 05 05 Gasovi u bocama pod pritiskom drugačiji od onih navedenih u 16 05 04
16 07 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
16 08 04 Istrošeni tečni katalizatori za katalitički kreking (izuzev 16 08 07)
16 11 02 Obloge na bazi ugljenika i vatrostalni materijali iz metalurških procesa drugačiji od onih navedenih u 16 11 01
16 11 04 Ostale obloge i vatrostalni materijali iz metalurških procesa drugačiji od onih navedenih u 16 11 03
16 11 06 Obloge i vatrostalni materijali iz nemetalurških procesa drugačiji od onih navedenih u 16 11 05
17 01 07 Mešavine ili pojedine frakcije betona, cigle, pločice i keramika drugačiji od onih navedenih u 17 01 06
17 03 02 Bituminozne mešavine drugačije od onih navedenih u 17 03 01
17 05 06 Iskop drugačiji od onog navedenog u 17 05 05
19 08 09 Smeše masti i ulja iz separacije ulje/voda koje sadrže samo jestiva ulja i masnoće
19 08 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
19 09 01 Čvrsti otpad iz primarne filtracije mehaničkog razdvajanja na rešetkama
19 10 04 Laka frakcija i prašina drugačije od onih navedenih u 19 10 03
19 11 06 Muljevi iz tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja drugačiji od onih navedenih u 19 11 05
19 11 99 Otpadi koji nisu drugačije specificirani
19 13 02 Čvrsti otpadi od remedijacije zemljišta drugačiji od onih navedenih u 19 13 01
19 13 04 Muljevi od remedijacije zemljišta drugačiji od onih navedenih u 19 13 03
19 13 06 Muljevi od remedijacije podzemnih voda drugačiji od onih navedenih u 19 13 05
20 01 08 Biorazgradivi kuhinjski i otpad iz restorana
20 01 10 Odeća
20 01 11 Tekstil
20 02 01 Biodegradabilni otpad
20 02 02 Zemlja i kamen
20 02 03 Ostali nebiodegradabilni otpad

-OPASAN OTPAD

05 01 02* Muljevi od desalinacije
05 01 03* Muljevi sa dna rezervoara
05 01 04* Kiselo-bazni muljevi
05 01 05* Mrlje istekle nafte
05 01 06* Zauljeni muljevi od postupaka održavanja pogona i opreme
05 01 07* Kiseli katran
05 01 08* Ostali katran
05 01 09* Muljevi iz tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
05 01 11* Otpadi od prečišćavanja goriva bazama
05 01 12* Ulja koja sadrže kiseline
05 01 15* Utrošene filterske gline
05 06 01* Kiseli katran
05 06 03* Ostali katran
06 01 01* Sumporna i sumporasta kiselina
06 01 02* Hlorovodonična kiselina
06 01 03* Fluorovodonična kiselina
06 01 04* Fosforna i fosforasta kiselina
06 01 05* Azotna i azotasta kiselina
06 01 06* Ostale kiseline
06 02 01* Kalcijum hidroksid
06 02 03* Amonijum hidroksid
06 02 04* Natrijum hidroksid i kalijum hidroksid
06 02 05* Ostale baze
06 03 11* Čvrste soli i rastvori koji sadrže cijanide

06 03 13* Čvrste soli i rastvori koji sadrže teške metale
06 03 15* Oksidi metala koji sadrže teške metale
06 05 02* Muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
06 13 02* Potrošeni aktivni ugalj (osim 06 07 02)
07 01 11* Muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
07 02 01* Tečnosti za pranje na bazi vode i matične tečnosti
07 02 04* Ostali organski rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 02 08* Ostali talozi i ostaci od reakcija
07 02 14* Otpadi od aditiva koji sadrže opasne supstance
07 06 01* Tečnosti za pranje na bazi vode i matične tečnosti
07 06 03* Organski halogenovani rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 06 04* Ostali organski rastvarači, tečnosti za pranje i matične tečnosti
07 06 07* Halogenovani talozi i ostaci od reakcija
07 06 08* Ostali talozi i ostaci od reakcija
07 06 09* Halogenovani filter – kolači (pogače), potrošeni apsorbenti
07 06 10* Ostali filter – kolači (pogače), potrošeni apsorbenti
07 06 11* Muljevi od tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
08 01 11* Otpadna boja i lak koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 01 13* Muljevi od boje ili laka koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 01 15* Muljevi na bazi vode koje sadrže boju ili lak na bazi organskih rastvarača ili drugih opasnih supstanci
08 01 17* Otpadi od uklanjanja boje ili laka koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 01 19* Vodene suspenzije koje sadrže boju ili lak na bazi organskih rastvarača ili drugih opasnih supstanci
08 01 21* Otpad od tečnosti za uklanjanje boje ili laka
08 04 09* Otpadni lepkovi i zaptivači koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 04 11* Muljevi od lepkova i zaptivača koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 04 13* Muljevi na bazi vode koji sadrže lepkove ili zaptivače koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
08 04 15* Tečni otpad na bazi vode koji sadrži lepkove ili zaptivače koji sadrže organske rastvarače ili druge opasne supstance
10 01 04* Leteći pepeo od sagorevanja nafte i prašina iz kotla
10 01 09* Sumporna kiselina
10 01 13* Leteći pepeo od emulgovanih ugljovodonika upotrebljenih kao gorivo
10 01 14* Šljaka i prašina iz kotla iz procesa ko-spaljivanja, koja sadrži opasne supstance
10 01 16* Leteći pepeo iz procesa ko-spaljivanja koji sadrži opasne supstance
10 01 18* Otpadi iz prečišćavanja gasa koji sadrže opasne supstance
10 01 20* Muljevi iz tretmana otpadnih voda na mestu nastajanja koji sadrže opasne supstance
10 01 22* Muljevi na bazi vode od čišćenja kotla koji sadrže opasne supstance
10 13 09* Otpadi iz proizvodnje azbest cementa koji sadrže azbest
10 13 12* Čvrsti otpadi iz tretmana gasa koji sadrže opasne supstance
12 01 07* Mineralna mašinska ulja koja ne sadrže halogene (izuzev emulzija i rastvora)
12 01 09* Mašinske emulzije i rastvori koje ne sadrže halogene
12 01 10* Sintetička mašinska ulja
12 01 12* Potrošeni vosak i masti
12 01 14* Mašinski muljevi koji sadrže opasne supstance
12 01 16* Otpadi od gorivih materijala koji sadrži opasne supstance
12 01 18* Metalni muljevi (od mlevenja, brušenja i oštrenja) koji sadrži ulje
12 01 19* Odmah biorazgradivo mašinsko ulje
13 01 05* Nehlorovane emulzije
13 01 10* Mineralna nehlorovana hidraulična ulja
13 01 11* Sintetička hidraulična ulja
13 01 12* Odmah biorazgradiva hidraulična ulja
13 01 13* Ostala hidraulična ulja
13 02 05* Mineralna nehlorovana motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje
13 02 06* Sintetička motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje
13 02 07* Odmah biorazgradiva motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje
13 02 08* Ostala motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje
13 03 07* Mineralna nehlorovana ulja za izolaciju i prenos toplote

13 03 08* Sintetička ulja za izolaciju i prenos toplote
 13 03 09* Odmah biorazgradiva ulja za izolaciju i prenos toplote
 13 03 10* Ostala ulja za izolaciju i prenos toplote
 13 04 01* Ulja sa dna brodova iz rečne plovidbe
 13 04 02* Ulja sa dna brodova iz kanalizacije na pristaništu
 13 04 03* Ulja sa dna brodova iz ostale vrste plovidbe
 13 05 01* Čvrste materije iz peskolova i separatora ulje/voda
 13 05 02* Muljevi iz separatora ulje/voda
 13 05 03* Muljevi od hvatača ulja
 13 05 06* Ulja iz separatora ulje/voda
 13 05 07* Zauljena voda iz separatora ulje/voda
 13 05 08* Mešavine otpada iz komore za otpad i separatora ulje/voda
 13 07 01* Pogonsko gorivo i dizel
 13 07 02* Benzin
 13 07 03* Ostala goriva (uključujući mešavine)
 13 08 02* Ostale emulzije
 13 08 99* Otpadi koji nisu drugačije specificirani
 14 06 03* Ostali rastvarači i smeše rastvarača
 14 06 05* Muljevi ili čvrsti otpadi koje sadrže ostale rastvarače
 15 01 10* Ambalaža koja sadrži ostatke opasnih supstanci ili je kontaminirana opasnim supstancama
 15 02 02* Apsorbenti, filterski materijali (uključujući filtere za ulje koji nisu drugačije specificirani), krpe za brisanje, zaštitna odeća, koji su kontaminirani opasnim supstancama
 16 01 07* Filteri za ulje
 16 03 05* Organski otpadi koji sadrže opasne supstance
 16 07 08* Otpadi koji sadrže ulje
 16 07 09* Otpadi koji sadrže ostale opasne supstance
 16 08 05* Istrošeni katalizatori koji sadrže fosfornu kiselinu
 16 08 06* Istrošene tečnosti upotrebljene kao katalizatori
 16 08 07* Istrošeni katalizatori kontaminirani opasnim supstancama
 17 02 04* Staklo, plastika i drvo koji sadrže opasne supstance ili su kontaminirani opasnim supstancama
 17 03 01* Bituminozne mešavine koje sadrže katran od uglja
 17 03 03* Katran od uglja i katranski proizvodi
 17 04 10* Kablovi koji sadrže ulje, katran od uglja i druge opasne supstance
 17 05 03* Zemlja i kamen koji sadrže opasne supstance
 17 05 05* Iskop koji sadrži opasne supstance
 17 05 07* Otpad koji spada sa gusenica koji sadrži opasne supstance
 17 06 03* Ostali izolacioni materijali koji se sastoje od ili sadrže opasne supstance
 17 08 01* Građevinski materijal na bazi gipsa kontaminirani opasnim supstancama
 17 09 03* Ostali otpadi od građenja i rušenja (uključujući mešane otpade) koji sadrže opasne supstance
 19 08 06* Zasićene ili potrošene jonoizmenjivačke smole
 19 08 10* Smeše masti i ulja iz separacije ulje/voda drugačije od onih navedenih u 19 08 09
 19 11 02* Kiseli katrani
 19 12 06* Drvo koje sadrži opasne supstance
 19 13 01* Čvrsti otpadi od remedijacije zemljišta koji sadrže opasne supstance
 19 13 03* Muljevi od remedijacije zemljišta koji sadrže opasne supstance

0.4. SPECIFIKACIJA OPREME

SPISAK OPREME – MODĖKOLO D.O.O. BEOGRAD:

- 1) Pumpa visokog pritiska Aqua-Dyne C450-DS (protok 140 l/min, pritisak 1400 bar) na MAN teretnom vozilu (BG 440 ĆB) sa daljinskom komandom za rad agregata sa pripadajućim crevima visokog pritiska (ukupne dužine 150 metara između sonde za čišćenje i uređaja za čišćenje). Pripadajući specijalni alati koji se koriste za čišćenje cevovoda za transport pepela i šljake –sa mlaznicama sa čišćenje cevovoda (raznih veličina 1 komplet.

- 2) Potapajuća muljna pumpa sa minimalnom visinom dizanja od 20 m i protokom preko 100 m³/h
- 3) Radne mašine - ауто-дизалица носивости минимум 25 т, -булдозер или (гусеничар) за кретање по растреситом и мокром тлу
- 4) притиска Kamat K 13028 A (protok 65-92 l/min, притисак 780 bar)
- 5) Pumpa visokog притиска Kamat K 13024 (protok 140 l/min, притисак 1100 bar)
- 6) Pumpa visokog притиска Putzmeister Dynajet 800 (119-53 BG) sa toplom vodom (притисак 800 bara, protok 28-80 l/min)
- 7) Pumpa visokog притиска sa toplom vodom Oertzen (113-61 BG) (притисак 500 bara, protok 27-70 l/min)
- 8) Pumpa visokog притиска Putzmeister Dynajet 350 sa Dynabox 350 uređajem za toplu vodu - dizel (притисак 350 bar, 21 l/min, benzin)
- 9) Pumpa visokog притиска Woma 1502 (притисак 750 bar, 75 l/min)
- 10) Pearpoint Flexiview CCTV sistem (kamera za snimanje cevovoda) sa:
 - a) P320 sa kontrolnom kutijom (za prečnike od 150 do 600mm)
 - b) 494 Flexiview kamerom (za prečnike od 150 do 600 mm)
 - c) P 238 Tractor (za prečnike od 150 do 600 mm) + Ručni kabl namotan na koturu
- 11) Pearpoint P600 Tractor CCTV Sistem (kamera za snimanje cevovoda na traktoru)
- 12) Oprema za pripremu rastvora biopreparata
- 13) Oprema za nanosenje/ aplikaciju biopreparata
- 14) Pumpe, prskalice, oprema za uvođenje i nanosenje preparata SC-500
- 15) Geotekstil, HDPE nepropusna folija
- 16) vCam digitalna kamera – tip C (SL46) (kamera za snimanje cevovoda)
- 17) Stirling Autoprime Bypass Pump QL 150RT (Pumpa za prepumpavanje)
- 18) Korelator zvuka za ispitivanje gubitaka vode SEBA CORRELUX P-1 PRO
- 19) 5 x PetroXtractors – uljni skimeri za uklanjanje ulja iz podzemnih voda 2 x Skimeri sa pumpom za uklanjanje ulja sa vodenih površina
- 20) 3 x Uređaj za merenje prisustva i nivoa ugljovodonika u podzemnim vodama
- 21) Kompresor vazdušni, 2 m³/min
- 22) 3 x Dostavno vozilo CADDY VW
- 23) Kamion Crafter- teretno vozilo
- 24) Kamion Crafter (vozilo za snimanje cevovoda)
- 25) 2x specijalno teretno vozilo sa hidrauličnim podizačem kontejnera (SCANIA, MERCEDES)
- 26) 100 x Kontejneri za čvrsti i tečni otpad (metalni kontejneri zapremine 6 m³)
- 27) Džambo vreće, 1 m³, 2 m³
- 28) 2 x Lada Niva
- 29) PVC Zaštitne brane
- 30) Upijajuće brane i upijajuće krpe, sredstva za razgradnju ugljovodonika na vodenim površinama
- 31) Motorni čamac
- 32) Oprema za sanaciju cevovoda
- 33) Postrojenje za obradu zauljenog tečnog i čvrstog otpada
- 34) Alati za pumpe visokog притиска za čišćenje cevovoda uključujući i alate za hidromehaničko čišćenje cevovoda za transport šljake i pepela
- 35) Merač protoka u kanalizacionim cevima
- 36) 4 x pikameri sa pripadajućim alatom, pneumatski pogon
- 37) изолациони апарат за рад у отежаним условима, 3 комада
- 38) две пумпе за натапање хемикалија на спољну површину цеви
- 39) Automatske 3d glave sa sfernim kretanjem za čišćenje posuda i rezervoara
- 40) Automatsku opremu za unutrašnje u spoljašnje čišćenje izmenjivača toplote
- 41) Automatsku opremu sa više elastičnih kopalja-čistača za unutrašnje pranje cevi izmenjivača toplote
- 42) Robot za pranje orebrenih cevi vazdušnih hladnjaka bez ljudi (Fin Tech)

SPISAK ADR CISTERNI – MODÉKOLO D.O.O. BEOGRAD:

- 43)** Autocisterna MAN (BG 273 - ĐČ) sa ekološkom opremom kapaciteta 9m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska Uraca (140 bar, 308 l/min), kanal-jet sistem za probijanje zapušanih cevovoda, komore za smeštaj otpada i vode)
- 44)** Autocisterna Mercedes (BG 226-YR) sa ekološkom opremom kapaciteta 12,5m³ (vakuum pumpa, VP pumpa Hamelman – 170 bar, 320 l/min, kanal-jet sistem za probijanje cevovoda, komore za smeštaj otpada i vode)
- 45)** Autocisterna MAN (BG 350AF) sa ekološkom opremom kapaciteta 6m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska Uraca – 150 bar, 315 l/min, kanal-jet sistem za probijanje zapušanih cevovoda, komore za smeštaj otpada i vode)
- 46)** Autocisterna MAN (BG 892- ŽT) sa ekološkom opremom kapaciteta 12 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode, **zadovoljava ATEX propise**)
- 47)** Autocisterna MAN (BG 896- MO) sa ekološkom opremom kapaciteta 11 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode,)
- 48)** Autocisterna Mercedes Benz (BG 896-MP) sa ekološkom opremom kapaciteta 11 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode,)
- 49)** Autocisterna Mercedes Benz (BG 755-AR) sa ekološkom opremom kapaciteta 12 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode sa vakuum –pres pumpom za praškaste materije
- 50)** Autocisterna (BG 150- ĐI) sa ekološkom opremom kapaciteta 8m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska Pratisolli – 125 bar, 314 l/min, kanal-jet sistem za probijanje zapušanih cevovoda, komore za smeštaj otpada i vode)
- 51)** Autocisterna Mercedes Benz (BG 368-CW) sa ekološkom opremom kapaciteta 12 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska Uraca – 140 bar, 308 l/min, kanal-jet sistem za probijanje zapušanih cevovoda, komore za smeštaj otpada i vode)
- 52)** Autocisterna MAN (BG 920- ČA) sa ekološkom opremom kapaciteta 12 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode,)
- 53)** Autocisterna MAN (BG 952- ŽĐ) sa ekološkom opremom kapaciteta 13 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode,)
- 54)** Autocisterna MAN (BG 937- HM) sa ekološkom opremom kapaciteta 12,1 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode , **zadovoljava ATEX propise**)
- 55)** Autocisterna MERCEDES (BG 922- CV) sa ekološkom opremom kapaciteta 12 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode,)
- 56)** Autocisterna MAN (BG 523- OO) sa ekološkom opremom kapaciteta 16 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode,)
- 57)** Autocisterna FAP (BG 189- ČT) sa ekološkom opremom (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode,)
- 58)** MERCEDES (BG 1027-ŽY) sa ekološkom opremom kapaciteta 12 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode,), ADR sertifikat
- 59)** MERCEDES (BG 1004-NĐ) sa ekološkom opremom kapaciteta 12 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode,), sa ekološkom opremom kapaciteta 12 m³ (vakuum-pumpa, pumpa visokog pritiska , komore za smeštaj otpada i vode)

0.5. PRILOG O BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJU NA RADU

Mere zaštite i zdravlja na radu definisane su Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu, kao i brojnim podzakonskim aktima koji detaljno regulišu ovu materiju.

OBAVEZE POSLODAVCA Poslodavac je dužan da obezbedi mere zaštite sprečavanjem, uklanjanjem i kontrolom rizika na radu, obaveštavanjem i osposobljavanjem zaposlenih, uz odgovarajuću organizaciju i potrebna sredstva. Poslodavac je dužan da uzimajući u obzir promenu radne okoline, sprovodi mere zaštite i bira takve radne i proizvodne metode koje će obezbediti poboljšanje stanja ili viši nivo zaštite i zdravlja na radu. Poslodavac je dužan da prilikom raspoređivanja zaposlenog na

radno mesto sa posebnim uslovima rada, odnosno sa povećanim rizikom uzme u obzir njegove sposobnosti, koje mogu uticati na zaštitu i zdravlje zaposlenog.

Poslodavac je dužan da sprovodi mere zaštite, poštujući sledeća načela:

- izbegavanje rizika;
- procenjivanje rizika;
- eliminisanje rizika na izvoru;
- prilagođavanje rada i radnog mesta zaposlenom;
- prilagođavanje tehničkom napretku;
- zamena opasnih bezopasnim ili manje opasnim okolnostima;
- razvoja sveobuhvatne politike zaštite i zdravlja na radu, koja uključuje tehnologiju, organizaciju rada, radne uslove, međuljudske odnose i faktore radne sredine;
- davanje prednosti kolektivnim merama zaštite u odnosu na individualne mere zaštite;
- davanje odgovarajućih uputstava i obaveštenja zaposlenim.

Poslodavac, saglasno prirodi delatnosti, broju zaposlenih, organizaciji i načinu rada, prava, obaveze i odgovornosti zaštite i zdravlja na radu uređuje aktom ili ugovorom o radu zaključenim sa zaposlenim. Sastavni deo akta, odnosno ugovora je i normativ sredstava i opreme lične zaštite na radu koja pripadaju zaposlenom, a koji se radi u skladu sa propisima, standardima i aktom o proceni rizika na radnom mestu.

Procena rizika

Poslodavac je dužan da donese akt o proceni rizika za sva radna mesta, utvrdi način i mere za otklanjanje rizika i obezbedi njihovo sprovođenje. U aktu o proceni rizika poslodavac određuje radna mesta sa povećanim rizikom, zdravstvene zahteve za određeni rad koje moraju da ispunjavaju zaposleni u radnom procesu ili za korišćenje pojedinih sredstava za rad na osnovu stručne ocene ovlašćene ustanove za zdravstvenu zaštitu zaposlenih.

Poslodavac je dužan da zaposlene na transparentan način upozna sa aktom o proceni rizika

Organizovanje rada i radnog procesa

Poslodavac je dužan da organizacijom rada i radnog procesa obezbedi mere zaštite u skladu sa zakonom. Poslodavac je dužan da obezbedi da pristup mestu rada u radnoj sredini na kome prethodno nije bilo ozbiljna i/ili određena opasnost od povređivanja ili zdravstvenih oštećenja imaju samo ona lica koja su osposobljena za bezbedan rad na tom radnom mestu, koja su dobila posebna uputstva za rad na takvom mestu i koja su opremljena odgovarajućim sredstvima i opremom lične zaštite na radu. Poslodavac je dužan da na mestima rada, kao i sredstvima za rad postavi natpise, upozorenja i znakove zaštite i zdravlja na radu, u skladu sa aktom organa državne uprave nadležnog za poslove rada.

Zdravstveni pregledi zaposlenih

Zdravstveni pregledi zaposlenih preduzimaju se radi utvrđivanja i otklanjanja uzroka obolevanja i zdravstvenih oštećenja u vezi sa radom. Poslodavac je dužan da obezbedi zdravstveni pregled zaposlenih koji se raspoređuju na radna mesta sa posebnim uslovima rada, odnosno sa povećanim rizikom i u slučajevima ponovnog angažovanja zaposlenog koji je odsustvovao sa rada na tom radnom mestu duže od godinu dana.

Osposobljavanje i obuka zaposlenih

Poslodavac je dužan da izvrši osposobljavanje za bezbedan rad zaposlenog kod zasnivanja radnog odnosa, raspoređivanja na drugo radno mesto, uvođenja nove tehnologije, uvođenja novih ili zamene sredstava za rad, promene procesa rada i ponovnog raspoređivanja na rad posle odsustvovanja koje je trajalo duže od godinu dana. Poslodavac je dužan da zaposlenog, u toku osposobljavanja za bezbedan rad, upozna sa svim vrstama opasnosti na poslovima na koje ga

raspoređuje i o konkretnim merama zaštite koje su potrebne radi otklanjanja opasnosti po život, odnosno oštećenje zdravlja.

Informisanje zaposlenih

Poslodavac je dužan da zaposlenog ili predstavnika zaposlenih informiše pisanim putem u vezi sa:

- rizicima po zaštitu i zdravlje na radu, merama zaštite i aktivnostima u odnosu na svaku vrstu radnog mesta i/ili posla;
 - načinom organizovanja i pružanja prve pomoći, zaštite od požara, postupku evakuacije zaposlenih pri pojavi ozbiljnih i neposrednih opasnosti i o licima koja su zadužena za sprovođenje ovih mera.
- Poslodavac je dužan da predstavnika zaposlenih informiše o pravima i obavezama koje se odnose na zaštitu i zdravlje na radu. Korišćenje sredstava za rad i sredstava i opreme lične zaštite na radu, čijom se upotrebom otklanjaju rizici ili opasnosti, koji nesu mogli da budu otklonjeni primenom odgovarajućih mera zaštite, vrši se na način i u skladu sa primijenjenim tehnološkim postupkom. Poslodavac je dužan da obezbedi da zaposleni sredstva za rad i sredstva i opremu lične zaštite na radu koristi u skladu sa njihovom namenom i da u postupku upotrebe primenjuje propisane mere zaštite. Poslodavac je dužan da preduzme potrebne mere i odredi zaposlene za pružanje prve pomoći, zaštitu od požara i evakuaciju zaposlenih u zavisnosti od vrste radnog mesta i delatnosti, kao i od broja zaposlenih i prisustva drugih lica, u skladu sa ovim zakonom i propisima koji uređuju ovu oblast. Za primenu ovih mera mora da se obezbedi veza sa službama u i van poslodavca, posebno u pogledu prve pomoći, hitne medicinske pomoći, spašavanja i zaštite od požara. Poslodavac je dužan da obavesti sve zaposlene koji su ili bi mogli biti izloženi ozbiljnoj ili neposrednoj opasnosti o vrsti rizika i o merama zaštite. Poslodavac je dužan da, prilikom ozbiljne, neposredne i neizbežne opasnosti, merama i uputstvima, zaposlenim omogući zaustavljanje rada i upućivanje na bezbedno mesto. Poslodavac je dužan da zaposlene obavezno osigurava od povreda na radu, profesionalnih bolesti i bolesti u vezi sa radom. U slučaju da je kod poslodavca došlo do neobičnih i nepredvidivih okolnosti koje su van kontrole poslodavaca ili posebnih događaja čije posledice nije bilo moguće izbeći uprkos sprovedenim merama zaštite, poslodavac se oslobađa od odgovornosti.

Obaveze zaposlenih

Zaposleni ima pravo i obavezu da se pre početka rada upozna sa merama zaštite na poslovima radnog mesta na koje je raspoređen, kao i da se osposobljava za njihovo sprovođenje. Zaposleni takođe ima pravo i obavezu da poslodavcu daje predloge, primedbe i obaveštenja o pitanjima zaštite i zdravlja na radu. Zaposleni ima pravo i obavezu da obavi zdravstveni pregled koji odgovara riziku za zaštitu i zdravlje na radnom mestu, na koji ga upućuje poslodavac, u skladu sa propisima o zaštiti i zdravlju na radu i propisima iz oblasti zdravstvene zaštite. Zaposleni ima pravo da odbije da radi, ako:

- prethodno nije upoznat sa svim opasnostima ili štetnostima, odnosno rizicima na radu ili ako mu poslodavac nije obezbedio propisani zdravstveni pregled;
- preti neposredna opasnost po život i zdravlje zbog toga što nisu sprovedene propisane mere zaštite, sve dok se te mere ne obezbede;
- na sredstvu za rad nisu obezbeđene propisane mere zaštite i time mu je neposredno ugrožen život i zdravlje.

U slučaju ozbiljne i neposredne opasnosti po život i zdravlje, zaposleni može da preduzme odgovarajuće mere u skladu sa svojim znanjem i tehničkim sredstvima koja su mu na raspolaganju, a u slučaju neizbežne opasnosti ima pravo da napusti opasno radno mesto, radni proces, odnosno radnu sredinu.

Zaposleni je obavezan da u skladu sa osposobljenošću i uputstvima koja je dobio od poslodavca:

- za vreme rada primenjuje propisane mere zaštite, vodi računa o svojoj i zaštiti i zdravlju na radu drugih zaposlenih na koje utiče svojim radom ili postupcima pri obavljanju posla, namenski koristi sredstva za rad, opasne materije, sredstva i opremu lične zaštite na radu i zaštitne

uređaje, sarađuje sa poslodavcem i stručnim licem kako bi se sprovele propisane mere zaštite na poslovima na kojima radi;

- u skladu sa svojim saznanjima, odmah obavesti poslodavca, pisano ili usmeno, ili preko predstavnika zaposlenih o nepravilnostima, nedostacima, štetnostima, opasnostima ili drugoj pojavi koja bi na radnom mestu mogla da ugrozi njegovu ili zaštitu i zdravlje drugih zaposlenih;
- sarađuje sa poslodavcem i stručnim licem dok poslodavac ne obezbedi bezbedne uslove za rad. Zaposleni ne može da započne i obavlja rad pod uticajem sredstava zavisnosti (alkohol, droga i sl).

Zaposleni je dužan da se podvrgne proveru da li je pod uticajem sredstava zavisnosti, na način i po postupku utvrđenim aktom poslodavca. Zaposleni podleže odgovornosti u slučaju nepridržavanja propisanih mera zaštite i neizvršavanja obaveza utvrđenih zakonom i aktima poslodavca. Evidencija Poslodavac je dužan da vodi i čuva propisanu evidenciju o:

- radnim mestima sa posebnim uslovima rada, odnosno povećanim rizikom;
- zaposlenim raspoređenim na radna mesta, a posebno o zaposlenima raspoređenim na radna mesta sa posebnim uslovima rada, odnosno povećanim rizikom;
- povredama na radu, profesionalnim bolestima i bolestima u vezi sa radom; ∞ zaposlenim osposobljenim za bezbedan rad;
- opasnim materijama koje se koriste u toku rada;
- izvršenim ispitivanjima radne sredine;
- izvršenim pregledima i ispitivanjima sredstava za rad i sredstava i opreme lične zaštite na radu;
- izveštajima koji su obavezni po zakonu;
- prethodnim i periodičnim zdravstvenim pregledima;
- dokumentaciji iz zaštite i zdravlja na radu (atest, zapisnik o stručnom nalazu, uputstva za rukovanje i održavanje sredstava za rad i sl.)

Mere za bezbednost i zaštitu zdravlja na gradilištu, svrstane su u dve grupe:

- a. Opšti zahtevi za bezbedan i zdrav rad na gradilištima (Opšte mere),
- b. Specifični zahtevi za radna mesta na gradilištima (Posebne mere).

Sve mere moraju biti predviđene i definisane Planom preventivnih mera koji izrađuje Koordinator za bezbednost i zdravlje na radu za projektovanje (one mere koje se moraju predvideti u fazi projektovanja) i Koordinator za bezbednost i zdravlje na radu za izvođenje, ukoliko ih nije izradio poslodavac (one mere koje su operativnog karaktera, odnosno koje se odnose na sam rad i tehnološki postupak rada - građenja; dakle, uređenje gradilišta i specifične mere za bezbedan i zdrav rad na gradilištu). U slučaju bilo kakvih izmena u uslovima rada koje mogu uticati na bezbednost, pa samim tim i na mere bezbednosti, te promene se moraju uneti i u Plan preventivnih mera, odnosno, moraju se izmeniti ili dopuniti i preventivne mere i to najmanje 5 dana pre početka rada u izmenjenim uslovima, tj. rada, pri kojem te promene utiču na bezbednost radnika. Plan preventivnih mera treba da sadrži sve one podatke koji utiču na bezbednost i zdravlje radnika koji obavljaju građevinske radove, opšte i specifične mere za bezbedan rad, a specifične mere su, za građevinske radove, date u posebnim pravilnicima na koje se poziva Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu.

Mere zaštite radnika Prema zakonskim propisima Republike Srbije poslodavac ili izvođač radova, dužan je da obezbedi zaposlenima rad na radnom mestu i radnoj okolini u kojima su sprovedene mere bezbednosti i zdravlja na radu, kao i da obezbedi kontrolu njihove upotrebe u skladu sa namenom. Radnicima se moraju staviti na raspolaganje odgovarajuća lična zaštitna sredstva i sredstva za održavanje higijene.

Korišćena literatura:

Maletić S., Dalmacija M., Dalmacija B., Bečelić-Tomin M., Rončević S., Krčmar D., Kerkez Đ., Izvori i kontrola zagađivanja životne sredine, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad
S.N. Singh, R.D. Tripathi, Environmental bioremediation Technologies, Springer