

ISKUSTVA NA PROJEKTIMA SANACIJA ONEČIŠĆENIH PODRUČJA

Autor:

Staša Zovko Čeramilac

Koautor(i):

Vladimir Lokner, Damir Subašić, Andrea Rapić

Institucija: APO d.o.o.

Adresa: Savska cesta 41/4

Država: Hrvatska

E-mail: stasa.zovko-ceramilac@apo.hr

Telefon: 01/6311980

Faks: 01/6176734

Ključne riječi: sanacija onečišćenih područja, tijek sanacijskog procesa, onečišćenje

1. UVOD

Od ukupno registriranih 2.264 onečišćenih i potencijalno onečišćenih lokacija u RH, 247 u takvom stanju da se preporuča uspostaviti trajno motrenja tla s obzirom na položaj, visoki potencijal onečišćenja i vrstu onečišćujućih tvari. Jedan je broj lokacija već saniran ili je njihova sanacija u tijeku, a većem broju lokacija saniranje tek predstoji. Najonečišćenija područja prepoznaje *Strategija gospodarenja otpadom RH* te ih naziva „crnim točkama“. To su lokacije koje su nakon dugotrajnoga neprimjerenoga gospodarenja proizvodnim otpadom, visoko opterećene otpadom i koje svojim postojanjem predstavljaju realnu opasnost za okoliš i za ljudsko zdravlje.

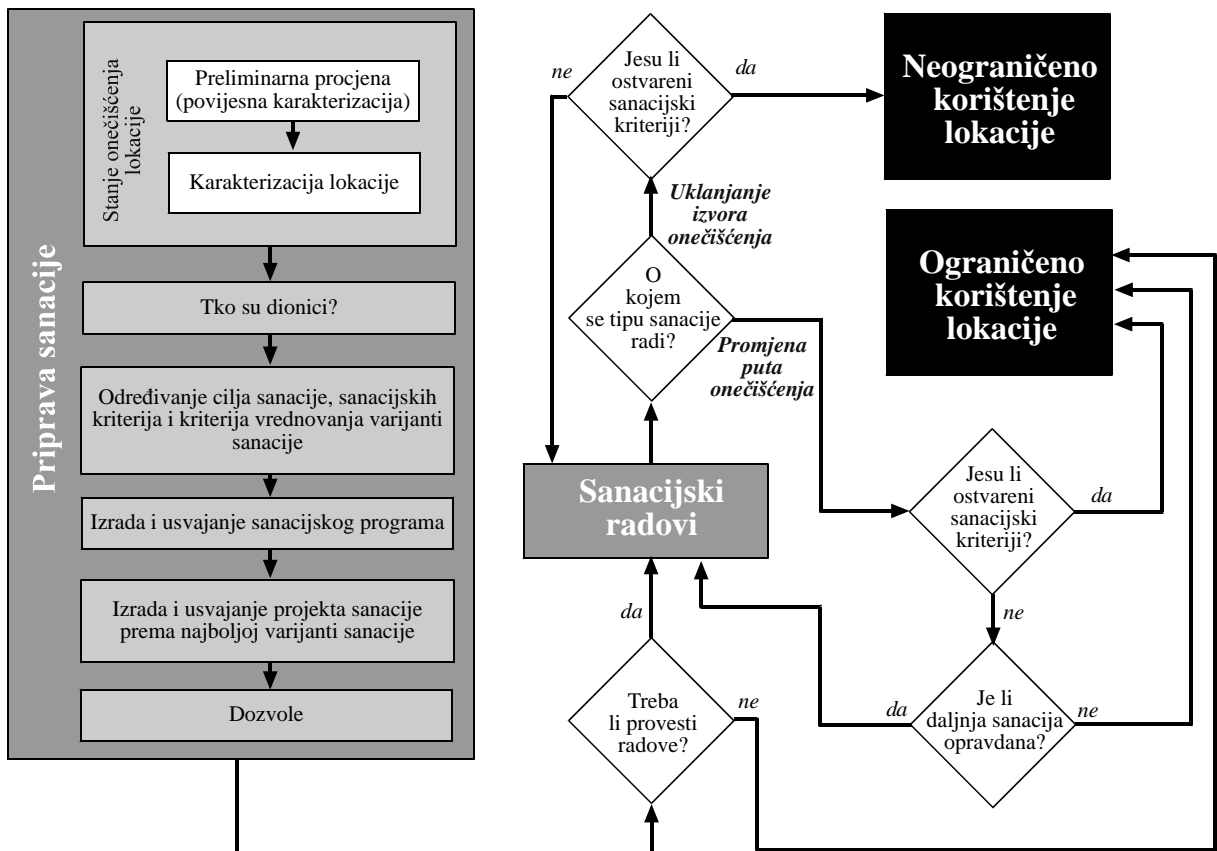
APO d.o.o., usluge zaštite okoliša sudjelovao je u sanaciji više crnih točaka.

2. OSNOVNE ZNAČAJKE SANACIJSKOG PROCESA

Sanacija onečišćenog područja je složeni proces za čiji uspjeh je neophodno dobro razumijevanje prirode zagađenja te rizika koji zagađenje predstavlja; skup kriterija kojima se određuje razina do koje se sanacija provodi; razumno korištenje najboljih dostupnih tehnologija i suradnju svih zainteresiranih. Sanacija onečišćenog područja obuhvaća pripremu i odobrenje Sanacijskog programa, sanacijske aktivnosti i upravljanje otpadom koji nastaje kao produkt tih aktivnosti. Bez obzira na specifičnosti lokacije i onečišćenja, sanacija je strukturirani proces s nekoliko osnovnih koraka. U RH propisi ne definiraju proces provođenja sanacije pa stoga ni sanacije nisu ujednačene. Naime, *Pravilnik o mjerama otklanjanja šteta u okolišu i sanacijskom programu* (NN 145/08) propisuje obuhvat, metodologiju i ocjenu sanacijskog programa, ali ne definira tijekom sanacija. Iskustvo tvrtke APO na sanacijama više onečišćenih lokacija nalaže na potrebu da se prije izrade Sanacijskog programa:

- precizno definira stanje onečišćene lokacije;
- odredi cilj sanacije ;
- izaberu kriteriji sanacije;
- odluči o tome kako će se vrednovati varijante ili opcije sanacije budući da one predstavljaju različite tehnologije, različito trajanje, a i različit im je trošak.

Također, iskustvo je pomoglo u strukturiranju procesa kako bi se pri planiranju sanacija, i osobito pri izboru varijante sanacije, izbjeglo improviziranje i podiglo kvalitetu sanacija. Sukladno tome cilju predložena je sljedeća generička shema kojom se opisuje tijek sanacije kroz više međusobno povezanih koraka:



Slika 1: Generička shema sanacijskog procesa

2.1. FAZE SANACIJE

Cijeli se proces sanacije može podijeliti na tri glavne aktivnosti:

- priprava sanacije;
- sanacija prema sanacijskom programu;
- završetak sanacije.

Priprava sanacije

Prije izrade sanacijskog programa potrebna je cjelovita priprava provedbom sljedećih koraka:

(a) određivanje stanja onečišćene lokacije

Ovlaštena organizacija mora provesti istraživanje lokacije kako bi se prikupile sve dostupne informacije o lokaciji (uključujući osnovni fizički opis lokacije te prošle i postojeće djelatnosti na lokaciji) i o onečišćenju (na temelju provedenih istraživih mjerenja mora biti jasno o kojim se vrstama onečišćujućih tvari radi, koja je razina onečišćenja lokacije te koliki je opseg onečišćenja). Istraživanje lokacije se provodi kroz dvije faze: preliminarnog istraživanja i utvrđivanja vrste i razine/opsega onečišćenja; potencijalnih izvora onečišćenja i procjene rizika za ljudsko zdravlje ili okoliš.

(b) identifikacija dionika

Prije početka sanacije potrebno je odrediti dionike koji će biti obuhvaćeni ovim procesom te definirati njihove uloge i odgovornosti. Uključivanjem svih zainteresiranih osigurati će se stručnost u obavljanju pojedinih zadataka kao i pronalaženje najboljeg rješenja u zadovoljavanju različitih interesa s krajnjim ciljem učinkovite zaštite okoliša i zdravlja ljudi.

(c) određivanje cilja sanacije

Cilj je sanacijskog procesa smanjiti ili otkloniti onečišćenje u mjeri koja dopušta korištenje onečišćene površine. U ovisnosti o tome u kojoj je mjeri ostvarena razina sanacije korištenje sanirane površine može biti ograničeno ili neograničeno. Općenito, postoje tri pristupa u određivanju ciljeva sanacije: čišćenje do razine pozadinskih uvjeta lokalnog okoliša; čišćenje prema generičkim kriterijima; čišćenje sukladno kriterijima određenim prema procjeni rizika s obzirom na specifičnost uvjeta na lokaciji.

(d) odabir kriterija sanacije

Pravilnim odabirom kriterija sanacije, osigurava se adekvatno saniranje lokacije u odnosu na potencijalnu opasnost za ljudsko zdravlje prisutnu prije sanacije. Kao kriteriji sanacije koriste se:

- numerički standardi (koncentracije, aktivnosti ili ukupne količine onečišćivala na lokaciji) - temeljeni na nekoj prihvatljivoj razini štetnih tvari u tlu, površinskim i podzemnim vodama i sedimentima (za jedan broj štetnih tvari te su razine određene nacionalnim propisima ili međunarodnim preporukama); ili
- standardi za procjenu rizika za sigurnost i zdravlje ljudi (granični rizici) – temeljeni na prihvatljivoj razini rizika od izlaganja štetnim tvarima koje su na lokaciji, pretpostavljajući neki način korištenja lokacije.

Ako su kriteriji sanacije ispunjeni, i to je potvrđeno istražnim mjerenjem, područje se može koristiti, tj. nisu potrebne daljnje sanacijske aktivnosti.

Izbor kriterija sanacije nije jednostavan jer se ne može direktno vezati uz propise i/ili preporuke. Naime, iako sanacija zagađenog područja doprinosi socijalnom ili ekonomskom boljitku, ona istovremeno može iziskivati značajne troškove i uzrokovati različite druge smetnje na području sanacije i okolini. Stoga su kriteriji sanacije najčešće specifični za sanirano područje, a izvode se iz ograničenja koja su povezana s ocjenom rizika zbog zagađenja, ali uz uvažavanje ekonomskih i drugih primjerenih kriterija.

(e) definiranje kriterija vrednovanja varijanti sanacije

Na raspolaganju je više metoda vrednovanja varijanti sanacije. Za očekivati je da će se one procjenjivati prvenstveno sa financijskog pa onda s društvenog i okolišnog motrišta. Stoga se predlaže da izbor metode vrednovanja odredi investitor prema vlastitima prioritetima i mogućnostima.

(f) izrada sanacijskog programa na temelju prethodnih odluka

Projektni zadatak za izradu sanacijskog programa mora izrađivaču definirati stanje onečišćene lokacije, dionike u sanaciji, cilj sanacije, kriterije sanacije i kriterije vrednovanja varijanti sanacije. Sadržaj sanacijskog programa propisan je *Pravilnikom o mjerama otklanjanja šteta u okolišu i sanacijskom programu* (NN 145/08).

Specifičnosti svakog onečišćenog područja utjecat će na broj i vrstu međukoraka te kompleksnost aktivnosti u svakom od glavnih koraka procesa. K tome, moguća su dva temeljna tipa sanacijskih aktivnosti:

1. uklanjanje izvora onečišćenja; ili
2. promjena putova širenja.

Ako su sanacijske aktivnosti bile usmjerene na uklanjanje izvora onečišćenja i pri tom su sanacijski kriteriji ispunjeni, područje se može koristiti bez daljnega ograničenja. Ako su sanacijske aktivnosti bile usmjerene na promjenu putova širenja i pri tome su sanacijski kriteriji ispunjeni, područje se može koristiti, ali uz odgovarajuća ograničenja (npr. uz neki oblik institucionalne kontrole ili uz ograničeno korištenje).

(g) ishodenje potrebnih dozvola i suglasnosti nadležnih institucija neophodnih za početak sanacije

Tijek sanacije

Provedbu sanacijskih aktivnosti nadziru ovlaštene tvrtke.

Završetak sanacije

Po završetku svake od glavnih sanacijskih aktivnosti razmatra se stanje i odlučuje o tome dopušta li se korištenje cijelog područja ili dijela područja na kojem je provedena sanacija za ograničeno ili neograničeno korištenje, ili se nastavlja s aktivnostima. Odluka o ostvarenoj razini sanacije donosi se na temelju kriterija sanacije. U svakom slučaju, onaj tko je odgovoran za sanaciju (najčešće onečišćivač) mora na kraju sanacije demonstrirati kako je ostvarena razina sanacije u skladu s kriterijima sanacije, ili bolja od njih. Ukoliko kriteriji sanacije nisu u potpunosti zadovoljeni, razmatra se opravdanost daljnje sanacije i ovisno o rezultatima, primjenjuje se nova sanacijska varijanta, ili će korištenje lokacije biti ograničeno.

3. FINANCIRANJE SANACIJA U RH

Zakon o zaštiti okoliša određuje obveznike izrade i provedbe sanacijskog programa te definira obveze pri financiranju sanacije. Sukladno ovom zakonu, osoba koja je prouzročila štetu u okolišu ili je šteta rezultat djelovanja ili propusta obveza operatera, dužna je otkloniti odnosno sanirati štetu u okolišu prvenstveno na izvoru nastanka. Tvrtka je dužna u utvrđenom roku izraditi sanacijski program za uklanjanje štete u okolišu, koja je nastala zbog prekoračenja graničnih vrijednosti emisija. Operater mora za sanacijski program ishoditi suglasnost MZOPUG, a prema ocjeni ministarstva i mišljenje drugih

nadležnih tijela. Ukoliko nije moguće utvrditi onečišćivača okoliša, a na onečišćenom području je potrebno izraditi sanacijski program, njegovu pripremu i izradu provodi ministarstvo nadležno za zaštitu okoliša u suradnji s drugim nadležnim tijelima. Onečišćivač okoliša snosi troškove nastale onečišćavanjem okoliša, uključujući troškove štete, procjene nužnih mjera i troškove otklanjanja štete u okolišu. Također, onečišćivač je obvezan osigurati praćenje stanja okoliša, odnosno učinka sanacije na stanje okoliša i za to osigurati financijska sredstva. Kada se provedba sanacijskog programa financira iz sredstava državnog proračuna, praćenje stanja okoliša i učinka sanacijskih mjera osigurava ministarstvo.

Za najugroženija i najproblematičnija područja – „crne točke“ sredstva za pripremu i izvođenje sanacije osigurao je *Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost*.

4. PRIMJERI SANACIJA „CRNIH TOČAKA“ U KOJIMA JE SUDJELOVAO APO

4.1. TVORNICA GLINICE OBROVAC

Tvornica glinice Obrovac (TGO), nalazi se na desnoj obali rijeke Zrmanje nedaleko od zaseoka Zaton Obrovački, oko 2 km zračne udaljenosti od Obrovca, odnosno, oko 8 km uzvodno od ušća Zrmanje u Novigradsko more. Tvornica je radila samo 3 godine, od 1978. do 1981. godine kada je zbog nerentabilnosti prestala s proizvodnjom. Za potrebe trajnog odlaganja crvenog mulja, koji je glavni tehnološki otpad pri proizvodnji glinice iz boksita, izgrađena su 2 bazena. Veći bazen koristio se za odlaganje crvenog mulja i separaciju lužine, koja se potom prebacivala u manji bazen i natrag u proces. U postupku raščinjavanja osušenom boksitu dodavala se vodena otopina natrijevog hidroksida (lužina) koja je otapala aluminijev hidroksid, dok su ostale „nečistoće“ ostajale neotopljenje u crvenom mulju – željezov oksid, natrijev aluminijev silikat i titanov oksid. Nakon prestanka rada TGO ostalo je oko 720.000 m³ crvenog mulja u većem bazenu, oko 30.000 m³ u manjem bazenu i oko 600.000 m³ lužine u oba bazena. Od tada vjetrovi raznose lužinu i crveni mulj te je MZOPUG donio odluku o izradi *Programa sanacije*. APO je izradio „*Program sanacije bazena crvenog mulja i otpadne lužine bivše Tvornice glinice Obrovac*“ koji je odobrilo MZOPUG 2006. godine. *Programom sanacije* predlaže se ubrzavanje isparavanja vodene otopine lužine, procesa koji se i u zadnjih 25 godina odvijao, ali je bio usporavan oborinama. [2]

Pri razmatranju mogućih postupaka sanacije odlagališta crvenog mulja bivše TGO analizirani su i uzeti u obzir sljedeći čimbenici:

- rezultati analize otpada, odnosno njegova klasifikacija (crveni mulj – neopasni otpad KB 01 03 09, otpadna lužina – opasni otpad KB 01 04 07*);
- rezultati analize otpadne lužine iz listopada 2004. i 2005. godine;
- važnost rijeke Zrmanje u vodoopskrbi Zadarske županije pitkom vodom (nisu mogući nikakvi ispusti u rijeku);
- osnovna funkcija izgrađenih bazena (u bazenima su postavljeni izolacijski slojevi od asfalt-betona na dnu i unutarnjim površinama);

- hidrometeorološki uvjeti (prema napucima UNIDO-a dobivanje soli isparavanjem je moguće ukoliko u sušnom dijelu godine u periodu od 100 dana ukupna količina padalina ne premašuje 600 mm, a to znači da je ovaj uvjet ispunjen jer Obrovac ima mali broj kišnih dana, visoke ljetne temperature i snažne vjetrove – što dovodi do pozitivnog efekta isparavanja);
- praćenje isparavanja i količina oborina u Solani Nin;
- ispitivanje brzine isparavanja lužine na lokaciji bazena crvenog mulja (za izračun brzine isparavanja u Obrovcu korišteni su podaci o isparavanju u Solani Nin i stvarni podaci o prosječnim oborinama, temperaturama i vjetrovima u Obrovcu);
- fazna analiza soli nastalih isparavanjem otpadne lužine.

Na osnovu ovih parametara pristupilo se izradi modela sanacije, koji predviđa sljedeći redoslijed radova:

- prebacivanje otopine lužine (iz velikog bazena, bazena Marinčići uz samu tvornicu i izluživača) u mali bazen (površine 123.000 m² ukupnog volumena 874.411 m³),
- separacija crvenog mulja i prekrivanje istog u velikom bazenu (površine 169.095 m² i ukupnog volumena 1.756.611 m³) s inertnim materijalom "in situ"
- izrada isparne površine na velikom bazenu
- sanacija tekuće faze postupkom isparavanja otopine natrijeve lužine; kruti ostatak u obliku natrijeve soli se prikuplja sa stijenci bazena i isparnoj površini.

Kako bi se formirala što veća isparna površina, zaključeno je da se isparavanje provodi na poravnatoj površini velikog bazena. Na crveni mulj nasipa se upijajući materijal u svrhu stabilizacije materijala i izolacijski sloj od betona. Na isparnoj površini održava se tanki sloj tekućine (10 – 15 cm). Na brzinu isparavanja pozitivno utječe: sunčevo zračenje, temperatura zraka, smanjenje vlažnosti zraka, smanjenje visine vodenog sloja i smanjenje koncentracije soli u vodenoj fazi. Građevinskim mjerama onemogućeno je punjenje bazena s okolnih površina za vrijeme kišnih razdoblja, te su postavljeni vjetrobrani. [2]

Tijekom izvođenja radova, pojavili su se određeni problemi. Utvrđeno je da je došlo do odstupanja između procijenjenih i stvarnih količina crvenog mulja i lužine. Također, sva količina crvenog mulja nije se mogla zbrinuti na način predviđen programom, budući da se zbog njegovih geomehaničkih svojstava teško veže s inertnim građevinskim materijalom. Zbog nepredviđenog ponašanja crvenog mulja, isparna površina je samo djelomično izvedena. Iz istog razloga izolacijski sloj predviđen Planom sanacije, nije za sada u potpunosti izveden (nosivim slojem na isparnoj površini je predviđena izolacija crvenog mulja od atmosferilija). Naime izradom izolacijskog sloja velikog bazena planiran je zimski i ljetni režim rada. U ljetnom režimu rada sa isparne površine izolacijskog sloja planirano je prikupljanje kristaliziranih soli. Za zimski period, kad nema isparavanja planirano je prikupljanje svih padalina, odnosno kontrolirano ispuštanje u okoliš. Usporavanju radova pridonijeli su i nepovoljni vremenski uvjeti. Iz svih navedenih razloga, za potrebu stabilizacije isparne površine utrošeno je cca 4 puta više materijala od planiranog Programom sanacije. Sanacija je u tijeku.

Investitor sanacijskog postupka je Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost. APO provodi stručni nadzor nad sanacijom TGO-a od 2006. godine.

4.2. TVORNICA ELEKTRODA I FEROLEGURA

Tvornica elektroda i ferolegura (TEF) je smještena zapadno od samoga centra grada Šibenika u predjelu koji se naziva Crnica. Nekad industrijska zona, danas je zamišljena kao poslovno-stambena zona Grada Šibenika.

Osnovna djelatnost TEF-a (u radu od 1904 do 1994. godine) bila je proizvodnja ferolegura i ugljenogرافitnih proizvoda kao što su kalcijev karbid, kalcijev cijanamid, feromangan, ferosilicij, ferokrom, sirovo željezo, silikokalcij, feromolibden, ferovolfram, feromangan afinirani, silikozrcalovinu, feromanganska zrcalovina, silikomangan, amorfne elektrode, anodnu masu, antracitna masa, razne ugljene izolacione mase, grafitne elektrode, anodne blokove, elektrografit, karburit, reaktorski grafit, katodne blokove i vezivna sredstva.

Prestankom proizvodnje 1994. godine, 22 hektara TEF-a postalo je potencijalno atraktivno zemljište za urbanizaciju i gospodarski razvoj Grada Šibenika. Prema Generalnom urbanističkom planu Grada Šibenika, područje TEF-a namijenjeno je za razvoj poslovno-stambene zone. Prvi koraci prema prenamjeni zemljišta učinjeni su rušenjem nadzemnih objekata 1999. g., a zatim provedbom istražnih radova o stanju okoliša, te potpisivanjem ugovora o zbrinjavanju opasnog i neopasnog otpada i zaostale troske. Provedenim istražnim radovima na lokaciji TEF-a utvrđeno je onečišćenje tla organskim tvarima i to uglavnom policikličkim aromatskim ugljikovodicima. Zatečeno je oko 31.600 m³ neopasnog otpada i oko 22.400 m³ potencijalno opasnog otpada.

Sukladno napucima iz „*Studije ekološke sanacije zaostalih sastojaka iz proizvodnje ferolegura i ugljeno grafitnih proizvoda*“ (ECOINA, rujan 2002.) zbrinut je otpad iz katranske jame, uljne jame i spremnika lož ulja. Za daljnju provedbu sanacije zemljišta, MZOPUG je tražilo izradu „*Procjene stanja okoliša na lokaciji bivše Tvornice elektroda i ferolegura u Šibeniku s programom dodatnih istražnih radova*“ koju je izradio APO 2006.godine. Temeljem „*Procjene stanja okoliša*“ provedeno je uzorkovanje i analiza potencijalno onečišćenog zemljišta, te su time ostvareni uvjeti za izradu „*Programa sanacije okoliša na području bivše Tvornice elektroda i ferolegura u Šibeniku*“, koji je također izradio APO, 2007. godine. Obzirom na utvrđene vrste otpada, njihove količine i zakonom propisano postupanje, *Programom sanacije*, planirane su sljedeće faze sanacije:

- Sustavno analiziranje potencijalno onečišćenog građevinskog granulata i zemljišta od strane ovlaštenog laboratorija te izdvajanje onečišćenog granulata i tla temeljem rezultata tih analiza .
- Sanacija onečišćenog tla i građevinskog granulata postupkom solidifikacije u krugu TEF-a uz kontrolirano odlaganje i naknadnu provjeru ostalih vrijednosti opasnih tvari u dobivenom solidifikatu.
- Zbrinjavanje zatečenog neopasnog i opasnog otpada (koji se neće sanirati postupkom solidifikacije) putem ovlaštenih zbrinjavatelja ili oporabitelja predmetnog otpada, odvozom s lokacije TEF-a do postrojenja za zbrinjavanje ili uporabu. [3]

Prije provođenja solidifikacije onečišćenog zemljišta i građevinskog granulata, Izvođač sanacijskih radova proveo je uzorkovanja zemljišta i građevinskog granulata na cijelom području TEF-a, s ciljem cilj točnog utvrđivanja razine i količine onečišćenog materijala, te izdvajanje onečišćenog materijala za sanaciju postupkom solidifikacije. Temeljem rezultata analize, koja je pokazala znatno onečišćenje policikličkim aromatskim ugljikovodicima (PAH), i provedenog inspekcijskog nadzora nadležne inspekcije zaštite okoliša, odlukom MZOPUG iz 2009. godine, Naručitelju sanacijskih radova (TEF-u) preporučena je izrada dopune „Programa sanacije okoliša bivše Tvornice elektroda i ferolegura u Šibeniku“. Temeljem dopune Programa sanacije građevinski granulati i onečišćeno tlo planira se zbrinuti termičkim putem. Iako je ovaj način zbrinjavanja daleko skuplji, procjenjuje se da je okolišno daleko prihvatljiviji. Materijal je onečišćen s PAH-ovima i zbrinjava se temeljem dopune Programa sanacije termičkim putem u postrojenju za suspaljivanje otpada u Drnišu (tvornica vapna). [4] Oko 3.000 t onečišćenog materijala je već termički obrađeno. Zaostali neopasni otpad od rada tvornice (građevinski otpad i nusproizvodi – kao što je troska) izdvojen je i odvožen na odlagalište neopasnog otpada. [5] Projekt je još u tijeku.

APO je u projektu sudjelovao na sljedeće načine: izradio je „Program sanacije okoliša bivše Tvornice elektroda i ferolegura u Šibeniku“ (2007.godine), „Elaborat zaštite okoliša“ (2007.godine), „Program praćenja stanja okoliša i mjera za smanjenje emisija štetnih tvari u okoliš u postupku prerade troske“ (2008.godine) „Dopuna Programa sanacije okoliša bivše tvornice elektroda i ferolegura“ (2009.godine) te provodi nadzor nad poslovima sanacije.

4.3. KOKSARA U BAKRU

Koksara u Bakru počela je sa radom 1978. godine, a zatvorena je 1994. godine. U 16 godina rada u njoj je prerađeno 15 milijuna tona ugljena te je proizvedeno 11 milijuna tona koksa i 5 milijardi prostornih metara koksnog plina. Kako kod proizvodnje 1 t koksa nastane oko 40 kg koksnog katrana, tijekom rada koksare proizvedeno je ukupno oko 440.000 t sirovog katrana.

Tijekom rada koksare u Bakru došlo je do nedopuštenih ispuštanja opasnih tvari u okoliš, prvenstveno katrana, ulja i naftalena., a upravo je katran okarakteriziran kao uzročnik najvećeg onečišćenja okoliša na području kemijske sekcije bivše koksare u Bakru. Negativni utjecaji na okoliš koji su više godina isticani u svim lokalnim medijima, bili su osnovni poticaj Vladi RH za donošenje odluke o hitnom zatvaranju koksare 1994. godine. Kako odluci Vlade RH nije prethodila izrada *Studije utjecaja na okoliš koksare u razgradnji i Plana razgradnje* koji bi sadržavali sve uvjete za provedbu razgradnje sa što manjim utjecajem na okoliš, osoblje zaduženo za razgradnju suočilo se s nizom problema. Razgradnja procesne opreme i većine objekata koksare provedena je bez prethodne pripreme, a trajala je od 1994.g. do 2001.g., dok je dimnjak bivše koksare srušen 2005. godine.[6]

Obzirom na stupanj i izvorište onečišćenja, onečišćeno zemljište podijeljeno je na dvije zone: ZONU I i ZONU II. Površina ZONE I iznosi 55 m x 70 m (3.850 m²), a u njoj su se nalazile dvije betonske jame (uljna i katranska) sa cca 300 m³ vode onečišćene uljem, katranom i naftalenom. ZONU II čini sjeverozapadni dio kemijske sekcije površine 1.650

m² (55 m x 30 m). Djelomično je bila onečišćenu uljem i katranom uslijed distribucije onečišćenja iz ZONE I u dublje slojeve kroz propusne dijelove nasutog zemljišta.

Na osnovu provedenih istražnih radova (18 istražnih bušotina i iskopa zemljišta), APO je 2002. godine izradio „Izvešće o stanju okoliša u “Koksar” d.o.o. Bakar nakon razgradnje procesne opreme“. Provedenim istražnim radovima utvrđeno je katransko onečišćenje do maksimalne dubine od 7,78 m. Na temelju *Izvešća o stanju okoliša*, Izvođač sanacije je 2002. godine izradio „Elaborat utjecaja na okoliš sanacijskog postupka“ i uspješno proveo Pilot – projekt sanacije. Elaboratom je predviđeno čišćenje gornjih slojeve do pojavljivanja podzemne vode i mora, odnosno do dubine od -3,5 m. Međutim, prilikom provođenja sanacijskih radova (u ZONI I) utvrđeno je da je moguće kopati ispod razine od -3.5 m (ispod razine mora), bez pojave podzemnih voda i mora u roku od 48 sati te je Izvođač je s Investitorom ugovorio provođenje sanacije do -6 m dubine. Prilikom izvedbe sanacijskih radova ovlaštenu laboratorij je uzorkovao i analizirao kameno-zemljani materijal (svakih 20 m³) te ga klasificirao kao čisti materijal i onečišćeni materijal s kojim je Izvođač započinjao postupak solidifikacije. Svi iskopi, uključivo i one dublje od planom predviđenih pokrepljeni su analizama ovlaštenog laboratorija. Višak solidifikata kao i solidifikat nastao izradom pokosa iznad ogradnog zida po odobrenoj je recepturi sanacijskog postupka ugrađen u tijelo temelja ogradnog zida. [7] Sanacija Zone I i Zone II je završena početkom kolovoza 2009. godine. Predstoji sanacija morskog dna.

APO uz spomenuto „Izvešće o stanju okoliša u “Koksar” d.o.o. Bakar nakon razgradnje procesne opreme“, izradio i sljedeće dokumente: „Prijedlog postupka sanacije na sekciji kemije“, 2002. godine; „Stručne podloge za izradu Projekta za provedbu sanacije onečišćenog tla na prostoru bivše koksare u Bakru postupkom solidifikacije“, 2008. godine; „Izvešće o stanju morskog dna uz obalu bivše kemijske sekcije koksare u Bakru“, 2005. godine; „Izvešće o provedenom Pilot projektu sanacije onečišćenog tla na kemijskoj sekciji bivše koksare u Bakru“ 2005. godine te je tijekom 2008. i 2009. godine provodio stručni nadzor nad sanacijskim radovima izvođenim od strane tvrtke Sokol d.o.o..

4.4. ODLAGALIŠTE OPASNOG OTPADA - LEMIĆ BRDO

Odlagalište opasnog otpada Lemić Brdo smješteno je oko 6 km jugoistočno od Karlovca. Odlaganje opasnog otpada počelo je 1974. godine. Iako odlagalište od 1985. godine ima sve potrebne dozvole, niti za vrijeme aktivnog korištenja nije radilo na okolišno prihvatljiv način niti u skladu s građevinskom dozvolom. Posljednje aktivnosti na odlagalištu zabilježene su 1989. godine te se danas odlagalište nalazi u zapuštenom stanju, a zbog karakteristika odloženog otpada i lake pristupačnosti predstavlja rizik za okoliš i zdravlje ljudi. *Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva* temeljem tih činjenica identificiralo je 2001. godine lokaciju odlagališta opasnog otpada „Lemić Brdo“ kao jednu od „crnih točaka“ te je osiguralo sredstva za izradu „Programa sanacije neuređenog odlagališta s većim količinama opasnog otpada Lemić Brdo kraj Karlovca“ 2007. godine.

Prema prikupljenim informacijama i raspoloživoj dokumentaciji, odlaganje opasnog otpada na lokaciji Lemić Brdo odvijalo se u razdoblju od 1975. – 1986. godine. Postoje povijesni podaci i dokumentacija o odlaganju mazuta, mulja iz taložnika, filter pogače, otpadnog terolana, PVC mase i tekstila, soli sumporne kiseline, soli za kaljenje, fluorescentne boje, koncentrata dušične, solne, sumporne, fosforne i kromne kiseline.

Budući da nema točnih podataka o otpadu procjena količina otpada je napravljena usporedbom prikupljenih informacija iz raspoložive dokumentacije i rezultata izvedenih preliminarnih istražnih radova 2007. godine, u okviru Programa sanacije neuređenog odlagališta s većim količinama opasnog otpada „Lemić Brdo“ kraj Karlovca. Sukladno toj procjeni, lokacija odlagališta „Lemić Brdo“ može se podijeliti u tri zone: (1) **zona uz istočnu granicu lokacije odlagališta** na kojoj je u tlu zakopan pretežno anorganski otpad, (2) **zona uz otvorene bazene** u kojima i oko kojih se nalazi ljepljiva crna masa visoke viskoznosti – organsko onečišćenje, (3) **zona HRPE** - na lokaciji odlagališta i njegovom pristupnom putu, gdje je odložen pretežno miješani komunalni otpad, građevinski otpad i otpad od zelene rezidbe.

Na odlagalištu ne postoji komunalna infrastruktura: sustav vodoopskrbe i odvodnje, plinoopskrbe i opskrbe električnom energijom. Odlagalište nema uređen sustav obodnih kanala za prihvata i odvodnju oborinskih voda, drenažni sustav za odvodnju i sakupljanje procjednih voda. -Površina koju je potrebno obuhvatiti postupkom sanacije iznosi cca 1 ha.

Idejnim rješenjem sanacije i zatvaranja odlagališta „Lemić Brdo“ (HUDEC PLAN d.o.o. 2008. godine) zaključeno je da je tehnološki postupak sanacije odlagališta Lemić brdo najbolje izvesti na sljedeći način:

- Zatečeni komunalni i tekući opasni otpada - viskozna gusta masa, tekući otpad iz bazena i bačve s kiselinama, uklonit će se i zbrinuti izvan lokacije odlagališta, putem pravnih osoba registriranih za djelatnost skupljanja, oporabe i/ili zbrinjavanje, odnosno za djelatnost gospodarenja posebnim kategorijama otpada, sukladno *Zakonu o otpadu (NN 178/04, 11/06,60/08 i 87/09)*;
- Na podlozi, odnosno na temeljnom tlu nove plohe odlagališta prebacit će se preostali zatečeni, prethodno pripremljen otpad koji ispunjava kriterije za prihvata otpada na odlagališta opasnog otpada koji su propisani u Dodatku 3 *Pravilnika o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 117/2007)*;
- Nova ploha odlagališta bit će smještena na površini na kojoj se već nalazi otpad i na slobodnom terenu koji ga okružuje na k.č. 235/1 ukupne površine 6401 m², a ista će se tehnički urediti i zatvoriti u skladu s zahtjevima zakonske regulative tj. sukladno *Pravilniku o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 117/2007)*.

Nova ploha će se urediti u potpunosti sukladno odredbama *Pravilnika o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN117/07)*, a nakon odlaganja otpada izvest će se pokrovni brtveni sustav. [8]

APO d.o.o. izradio je 2008. godine „*Studiju utjecaja na okoliša za sanaciju i zatvaranje odlagališta Lemić Brdo kraj Karlovca prema odobrenom modelu*“ koju je na 2. sjednici komisije, održanoj dana 30. rujna 2009. godine *prihvatilo Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva*. Sanacija ovog odlagališta još nije započela.

4.5. ODLAGALIŠTE PEPELA I ŠLJAKE - KAŠTELANSKI ZALJEV

U blizini bivše tvornice Jugovinil PVC u Kaštel-Sučurcu nalazi se lokacija na koju su od 1955. godine odlagani pepeo i šljaka nastali spaljivanjem ugljena s prirodno povišenom radioaktivnošću. Tako nastali otpadni materijal naziva se TENORM – tehnički obogaćen prirodni radioaktivni materijal (*technically enhanced naturally occurring radioactive material*). Prema važećim propisima RH, pepeo i šljaka od izgaranja ugljena nisu opasni otpad, međutim zbog povišene radioaktivnosti i mogućnosti migracije u okoliš, predstavljaju potencijalnu opasnost za okoliš i ljude. U RH nema posebnih propisa o gospodarenju s TENORM-om, te su pri izradi *Programa sanacije* i *Programa istražnih radova* korišteni EU propisi, preporuke IAEA i modeli RESRAD-a. Većina preporuka smatra da povećanje ukupne doze na pučanstvo zbog utjecaja TENORM-a od 0,3 mSv godišnje zahtjeva sanaciju lokacije. [9]

Lokacija je smještena uz obalu mora, a dijelom i na nasipanom zemljištu. Na lokaciji se danas nalaze: 1) stara sanirana i zatvorena deponija s oko 34.320 t otpada; 2) novi dio na kojem je nastavljeno s odlaganjem do 1998. godine, te 3) dio unutar zatvorenog tvorničkog kruga bivše tvornice Jugovinil (Slika 1).



Slika 1. Podjela lokacije na tri glavna dijela

Mjerenjima provedenim 1969. godine utvrđena je povišena radioaktivnost, odnosno brzina doze i potreba za sanacijom i zatvaranjem odloženog materijala. Stari dio saniran je 1973. godine, sukladno s važećim propisima i uz sustavni radiološki monitoring. Otpad je podijeljen u dvije grupe: otpad visoke aktivnosti (koncentracija urana iznad 300 ppm) i otpad niske aktivnosti. Ukupna količina urana u otpadu proračunata je na 18,5t. Na podlogu od suhozida te pepela i šljake niske aktivnosti, položena je PVC folija debljine 1 mm, na koju su raspoređeni do tada prikupljeni pepeo i šljaka. Otpad je zatvoren gornjim slojem folije, koja je prekrivena slojem gline (cca 40 cm), drobljenog kamena i humusa, te zatravljena. Sa sjeverne je strane ugrađen drenažni kanal, a deponija je ograđena

(ograda tijekom godina dijelom uklonjena). Nakon zatvaranja, nije provoden radiološki monitoring.

Odlaganje šljake i pepela s povećanom prirodnom radioaktivnošću je nastavljeno, ali cjela lokacija nije sustavno istraživana, te za preostali dio lokacije nije točno utvrđena količina otpada niti raspodjela koncentracije aktivnosti. Procjenjuje se da je do 1998. godine odloženo oko 510.000t pepela i šljake s nehomogenom raspodjelom aktivnosti (utvrđeno povremenim mjerenjima). 2000. godine zabilježena je povišena koncentracija prirodne radioaktivnosti u sedimentima i uzorcima biote u moru.

Lokacija je proglašena jednom od crnih točaka, te je APO 2002. godine predložio korake na sanaciji cijelog odlagališta koji su uključivali: detaljnu karakterizaciju lokacije, kartiranje, radiološka mjerenja, modeliranje utjecaja odlagališta i procjenu rizika te prijedlog mjera sanacije.

Obzirom na ograničena sredstva, APO je prikupio podatke o dosadašnjim povremenim mjerenjima, dostupnu dokumentaciju, a za proračun doza ugroženog pojedinca, a time i ocjenu potrebe za sanacijom, korišteno je modeliranje mogućih putova izlaganja zračenju uz pomoć standardnih testova (RESRAD 6.0 i SAFRAN), prilagođenih za TENORM. Prema rezultatima modeliranja, godišnja doza za pojedince koji borave direktno na lokaciji je iznad pretpostavljene granice od 0,3 mSv, a za seljaka koji živi na 200 m udaljenosti od lokacije doza iznosi 2,4 mSv godišnje. Ocijenjeno je da je sanacija lokacije potrebna, te je APO 2007. godine za Investitora (Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost) izradio *Program sanacije odlagališta šljake i pepela u Kaštelanskom zaljevu*.

Programom je predložena izgradnja novog odlagališta na lokaciji, tako da se na posebno pripremljenu podlogu prikupe, odlože i izoliraju šljaka i pepeo, prethodno separirani radiološkim kriterijima. Otpad mora biti mehanički zaštićen i hidroizoliran kako bi se dugoročno spriječilo procjeđivanje ili dodir otpada s vodama, odnosno transport radionuklida u okoliš. Izolacija se omogućuje sustavom građenih barijera (višeslojni brtveni slojevi, minimalne propusnosti 10^{-11} m/s), velike mehaničke čvrstoće, te drenažnim kanalima za prihvrat oborinske i bujične vode. Deponija mora biti smještena ispod razine zemlje. Nakon zatvaranja odlagališta, zračenje mora biti svedeno na razinu zračenja drugih prirodnih materijala u okolišu te spriječena difuzija radona iz odlagališta. Potrebna su sustavna radiološka mjerenja prije, tijekom i nakon sanacije. [10]

Stara deponija će ostati na lokaciji, ali uz dodatnu stabilizaciju pokrova i bokova te poboljšanje drenaže oborinskih voda. Predviđena je i dodatna hidroizolacija i mehaničko ojačanje kamenim slojem oba odlagališta sa morske strane.

APO je izradio i *Program istražnih radova*, kojima bi se prije početka sanacije točnije definirale količine i raspodjela otpada, omogućila separacija materijala obzirom na radiološke kriterije te po potrebi prilagodila predložena strategija sanacije.

5. ZAKLJUČAK

Iz navedenih primjera, jasno je da su kod sanacija kontaminiranih područja prisutni mnogobrojni problemi. *Pravilnik o mjerama otklanjanja šteta u okolišu i sanacijskom programu* (NN 145/08) propisuje obuhvat, metodologiju i ocjenu sanacijskog programa, ali ne definira tijek sanacija. Zbog toga često dolazi do improvizacija u provođenju i

teškoća u ocjeni rezultata sanacije. Dodatno otežava činjenica da za sanacije postoji naglašeni interes javnosti, pa njihovo provođenje obično prate nesporazumi oko izbora tehnologije, kakvoće provedenih radova, zbrinjavanja otpada koji nastaje sanacijom, utjecaja sanacije na zdravlje ljudi i okoliš, itd. Uz sve to, kontaminirane lokacije su vrlo specifične. Razlikuju se u mnogim parametrima kao što su svojstva i količine onečišćujućih tvari te specifičnosti i buduća namjeni lokacije. Bez obzira na sve navedeno njihov se tijek uvijek može na neki način strukturirati, pri čemu treba uvijek uzimati u obzir sve specifičnosti predmetne lokacije. Sagledavanjem i provođenjem postupka sanacije kao strukturiranog sustava s jasno definiranim elementima, osigurava se cjelovitost postupka sanacije, olakšava se praćenje njezinog tijeka i izbjegavanje propusta te vrednovanje rezultata sanacije. Ujednačavanje pripreme i provođenja sanacija olakšalo bi ocjenu rezultata sanacije — podjednako i od struke, i od javnosti - i tako podiglo kvalitetu sanacija u RH.

LITERATURA

- [1] Helena Antić, Vladimir Lokner, Sanja Grabar, Antun Schaller, Dražen Lovrić: *Kako započeti i provesti sanaciju onečišćenog područja*, Zbornik radova – X. međunarodni simpozij gospodarenja otpadom, Zagreb, 2008.,
- [2] Nataša Vetma, Ana Antolović, Dražen Lovrić: *Program sanacije bazena crvenog mulja i otpadne lužine bivše tvornice glinice Obrovac*, APO d.o.o., usluge zaštite okoliša, Zagreb 2005.,
- [3] Dražen Lovrić, Nataša Vetma., Ana Antolović: *Program sanacije okoliša bivše tvornice elektroda i ferolegura u Šibeniku*, APO d.o.o., usluge zaštite okoliša, Zagreb 2007.,
- [4] Dražen Lovrić, Igor Anić: *Dopuna Programa sanacije okoliša bivše tvornice elektroda i ferolegura u Šibeniku*, APO d.o.o., usluge zaštite okoliša, Zagreb 2009.,
- [5] Sanja Srnec – Pekas: *Program praćenja stanja okoliša i mjera za smanjenje emisija štetnih tvari u okoliš u postupku prerade troske*, Zagreb, 2008.godine
- [6] *Elaborat utjecaja na okoliš sanacijskog postupka prostora koksare Bakar*, Sokol d.o.o., Vinkovci, 2007.,
- [7] Vladimir Lokner, Željko Jelčić: *Prošireno izvješće stručnog nadzora nad postupkom sanacije zemljišta onečišćenog koksanim katranom i uljem na dijelu kemijske sekcije bivše koksare u Bakru*, APO d.o.o., usluge zaštite okoliša, Zagreb 2010.,
- [8] Sanja Grabar, Boris Firšt, Vladimir Lokner: *Studija utjecaja na okoliša za sanaciju i zatvaranje odlagališta Lemić Brdo kraj Karlovca prema odobrenom modelu*, APO d.o.o., usluge zaštite okoliša, Zagreb 2009.,
- [9] Vladimir Lokner, Helena Antić: *Program sanacije odlagališta šljake i pepela u Kaštelanskom zaljevu*, APO d.o.o., usluge zaštite okoliša, Zagreb 2007.,
- [10] Vladimir Lokner, Helena Antić: *Program istražnih radova u Kaštelima na lokaciji bivše tvornice Jugovinil i u njezinoj okolici*, rev2, APO d.o.o., usluge zaštite okoliša, Zagreb 2007..

Summary of the paper:

Experiences on remediation projects

There are numerous regions in the Republic of Croatia that are contaminated with anthropogenic reactions or accidents. There are 2.264 contaminated and potentially contaminated locations registered, where for 247 of them it is recommended to establish permanent soil monitoring, considering their location, high contamination potential and the nature of contaminant. A certain number of those locations are already remediated or their remediation is in progress, and for the greater number of locations the remediation is yet to be done. The most contaminated areas are recognized by the Strategy of waste management in the Republic of Croatia, and those areas are called „black spots“. Those are the locations that became highly intoxicated as a result of a long and inappropriate technological waste management, and with their existence they represent an actual danger for the environment and health. The majority of the technological waste (inert, dangerous, undangerous) is put on municipal waste landfills, in industrial areas and facilities, where so called high risk points are specially separated, and further on depressions, excavation pits and other. The waste management plan of the Republic of Croatia from the year 2007 recognizes 9 „black spots“.

Among other things, APO participated in many ways in the „black spots“ remediation. As a part of that rich experience this paper will present the basic characteristics of the remediation of the following „black spots“:

- Alumina factory (TGO) - Obrovac
- Electrode and ferroalloy factory (TEF) – Šibenik
- Coke plant in Bakar
- Dangerous waste landfill Lemić Brdo – Karlovac
- Coal ashes landfill – Kaštelan bay

In the Republic of Croatia the regulations do not define specifically the process of the remediation; they just describe the basic content of the program of the remediation, so the remediation is not fully standardized. The existing experiences of the preparation of the remediation leads to a need of unifying the approach, and by that mean harmonize the course of the remediation procedure, regardless of the area of pollution and the sort of the toxic matter. The identification of the main steps of the remediation, as the unification in decision making, would make the planning and the realization of all the remediations in the Republic of Croatia easier.

Experience that APO gained in remediations is what helped in the structuring of the process of the remediation to avoid improvisation and gain quality during the planning of the remediation. The remediation of polluted area is a complex process which in order to be successful needs good understanding of the nature of the pollution and the risk that this pollution represents. Also remediation needs appropriate criteria by which we determine the level of the remediation process. Pragmatic selection and use of the best technology available and the cooperation of all the interested parties are also important part of remediation process. The remediation implies the preparation and the authorization of the Remediation program, including management of waste. The experience shows that, no matter of kind of the pollution, the remediation process can be summarized in few generic steps.

This paper will describe a standard remediation process, as well as the basic characteristics of that process. The basic steps of the remediation will be enumerated, and the generic scheme of the remediation process will be presented. Also, the review of the main characteristics of the remediations of the five „black spots“ (Alumina factory Obrovac (TGO) - Obrovac, Electrode and ferroalloy factory (TEF) – Šibenik, Coke plant in Bakar, Dangerous waste landfill Lemić Brdo – Karlovac, Coal ashes landfill – Kaštelan Bay) will be given, the remediations in which APO participated or still participating. Pollution of those locations will be described, as well as the way that the remediation is implemented.

Key words: remediation of contaminated areas, the flow process of recovery, pollution