

ISKUSTVA U SANACIJI NAJZAGAĐENIJIH PODRUČJA

Način provođenja sanacije i „crne točke“

Sasvim je razumljivo da se pri sanacijama kontaminiranih područja pojavljuju mnogobrojni problemi. *Pravilnik o mjerama otklanjanja šteta u okolišu i sanacijskom programu* (NN 145/08) propisuje obuhvat, metodologiju i ocjenu sanacijskog programa, ali ne i tijekom sanacija. Zbog toga često dolazi do improvizacija u provođenju i teškoća u ocjeni rezultata sanacije, rekla nam je u nedavnom razgovoru Staša Zovko Čeramilac, prof. biol. i kem., a povod za razgovor bio je njezin članak o toj temi predstavljen u studenom 2010. u Zagrebu na 11. međunarodnom simpoziju o gospodarenju otpadom. Inače članak je napisala u suradnji s dr. sc. Vladimirom Loknerom, mr. sc. Damirom Subašićem i Andreom Rapić, dipl. ing. iz APO d.o.o., gdje je donedavno radila. Sanacija onečišćenog područja uključuje pripremu i odobrenje programa, predviđene aktivnosti te upravljanje otpadom koji je nastao tijekom tog procesa. Bez obzira na posebnosti svake lokacije i onečišćenja, sanacija je složen proces s nekoliko osnovnih radnji, ali naši propisi ne određuju provođenje sanacije pa su stoga one vrlo neujednačene.

Dodatna je otežavajuća činjenica što za sanacije postoji zanimanje javnosti, pa provođenje obično prate nespornosti vezani uz izbor tehnologije, kakvoće provedenih radova, odlaganje otpada koji nastaje tijekom radova te utjecaja na zdravlje ljudi i okoliš. Uz to su kontaminirane lokacije često posebne, a razlikuju se u mnogim čimbenicima kao što su svojstva i količine onečišćujućih tvari te specifičnostima buduće namjene lokacije.

OTHER MODERN SELECTIONS OF WORLD WONDERS

At the end of this small serial of articles about wonders of the world marked by number seven, created on the basis of data found in Wikipedia, the attention of the readers is first drawn to natural wonders of the worlds for which voting is still in progress, while the final list will be announced on 11 November 2011. In fact, the variety and abundance of architectural and natural wonders has inspired many countries to try to make a selection of their own wonders, and so various architectural, natural and mixed lists have been created. Some of national "wonders" include selections proposed by Portugal, Canada, Ukraine, Poland, Columbia, Russia and Serbia, but also those proposed by North Wales, and the Fore Abbey in Ireland. Many other bizarre selections, including the Eight Wonders of the World, are presented, and possible architectural and natural selections are given in case someone decides to make a similar list of wonders for Croatia. A special emphasis is placed on the amusing side of all these selections, ranging from the antiquity to present times, and it is noted that this serial has enabled us to get to know some landmarks that we would otherwise never have been able to admire.

Naš časopis redovito prati problematiku odlaganja komunalnog otpada na području Hrvatske, pa se odavno spominje broj onečišćenih područja koji se ne mijenja jer sanacijski poslovi sporo i teško napreduju. Od ukupno registriranih 2264 onečišćene i potencijalno onečišćene lokacije u Hrvatskoj, 247 su u takvom stanju da se preporučuje trajno motrenje tla s obzirom na položaj, visok stupanj onečišćenja i vrstu onečišćujućih tvari. Dio je lokacija saniran ili im je sanacija u tijeku, a za većinu lokacija saniranje tek predstoji.

Najzagađenija područja prepoznaje i *Strategija gospodarenja otpadom* koja ih naziva „crnim točkama“, a to su lokacije koje su nakon dugotrajnoga neprimjerenog gospodarenja proizvodnim otpadom toliko onečišćene da svojim postojanjem predstavljaju stvarnu opasnost za okoliš i ljudsko zdravlje. Sanacija je takvoga onečišćenog područja vrlo složen proces za čiji je uspjeh nužno dobro razumijevanje prirode zagađenja, ali i rizika koje to zagađenje donosi.

Proces takvih složenih sanacija može se podijeliti na tri glavna dijela: pripremu, radove prema sanacijskom programu i završetak radova.

Ovlaštena organizacija mora provesti temeljito istraživanje lokacije kako bi se prikupile sve dostupne informacije koje uključuju i osnovni fizički opis te prošle i postojeće djelatnosti, ali i doznalo sve o onečišćenju jer na temelju istražnih mjerenja mora biti sasvim jasno o kojim se vrstama onečišćujućih tvari radi te kolika je razina onečišćenja i opseg onečišćenja.

Istraživanje lokacije obično se provodi u dvije faze: prethodno istraživanje te utvrđivanje vrste i razine onečišćenja, potencijalnih izvora onečišćenja i procjene rizika za ljudsko zdravlje ili okoliš. Prije početka sanacije potrebno je ustanoviti dionike koji će biti obuhvaćeni tim procesom te odrediti njihove uloge i odgovornosti. Uključivanjem svih zainteresiranih osigurat će se stručnost u obavljanju pojedinih zadataka, ali i pronalaženje najboljeg rješenja

radi zadovoljavanja različitih interesa te učinkovite zaštite okoliša i zdravlja ljudi. Cilj je svake sanacije smanjiti ili ukloniti onečišćenje toliko da dopušta iskorištavanje očišćene lokacije. Ovisno o ostvarenoj razini sanacije, to iskorištavanje može biti ograničeno ili neograničeno. Općenito rečeno, postoje tri pristupa u određivanju ciljeva sanacije: čišćenje do razine uvjeta lokalnog okoliša, čišćenje prema kriterijima nastanka i čišćenje u skladu s procjenama rizika i posebnostima određene lokacije.

Izbor kriterija

Pravilnim se izborom kriterija osigurava odgovarajuća sanacija uvjetovana mogućom ili postojećom opasnošću za ljudsko zdravlje. Za kriterije se rabe numerički pokazatelji (koncentracije, aktivnosti ili ukupne količine onečišćenja) koji su zasnovani na nekoj prihvatljivoj razini štetnih tvari u tlu, površinskim i podzemnim vodama i sedimentima. Ipak za dio su štetnih tvari te razine određene nacionalnim propisima ili međunarodnim preporukama, ali i standardima procjene rizika za sigurnost i zdravlje ljudi (granični rizici) koji su zasnovani na prihvatljivim rizicima od izlaganja štetnim tvarima, pretpostavljajući neki mogući budući način uporabe lokacije.

Izbor kriterija nije jednostavan jer se ne može izravno vezati uz propise ili preporuke. Naime, iako sanacija zagađenog područja pridonosi socijalnom ili ekonomskom boljitku, ona istodobno može izazvati znatne troškove te uzrokovati različite smetnje na lokaciji ili u njezinoj okolini. Stoga su kriteriji za sanaciju najčešće posebni za svako područje, a potaknuti su ograničenjima vezanim uz ocjenu rizika zbog zagađenja, ali uz uvažavanje gospodarskih i drugih odgovarajućih zahtjeva.

Postoji više metoda vrednovanja načina sanacije. Može se očekivati da će se ponajprije procjenjivati s

financijskog pa potom s društvenog i okolišnog stajališta. Stoga je najbolje da izbor metode vrednovanja odredi investitor prema vlastitim zahtjevima i mogućnostima. Projektni zadatak za izradu sanacijskog programa mora izrađivaču odrediti stanje onečišćene lokacije, dionike u sanaciji, ciljeve i kriterije sanacije i načine vrednovanja mogućih varijanti.

Sadržaj je sanacijskog programa propisan *Pravilnikom o mjerama otklanjanja šteta u okolišu i sanacijskom programu*. Ako su sanacijske aktivnosti bile usmjerene na uklanjanje izvora onečišćenja i pritom su sanacijski kriteriji ispunjeni, područje se može upotrebljavati bez daljnje ograničenja. Ako su sanacijske aktivnosti bile usmjerene na promjenu putova širenja i pritom su ti kriteriji ispunjeni, područje se može iskorištavati uz odgovarajuća ograničenja (primjerice uz neku institucionalnu kontrolu ili ograničenu uporabu).

Nakon završetka svake od glavnih sanacijskih aktivnosti razmatra se stanje i potom odlučuje dopušta li se iskorištavanje cijeloga područja ili samo jednoga dijela za ograničeno ili neograničeno iskorištavanje ili se nastavlja sa sanacijom. Odluka o ostvarenoj razini donosi se na temelju kriterija sanacije. U svakom slučaju, onaj tko je odgovoran za sanaciju (najčešće onečišćivač) mora na kraju pokazati kako je ostvarena odgovarajuća razina u skladu s prihvaćenih kriterijima ili je čak bolja od njih. Ako kriteriji sanacije nisu potpuno zadovoljeni, razmatra se opravdanost daljnjih radova i ovisno o rezultatima primjenjuje se nova varijanta sanacije. U protivnom će iskorištavanje lokacije biti ograničeno.

Poznato jest da je zagađivanje određenog područja obično dugotrajno i da za zagađivača nije veliko financijsko opterećenje. No svaka je sanacija praćena visokim troškovima i stoga uvijek potiče brojna pitanja.

Zakon o zaštiti okoliša određuje obveznike izrade i provedbe sanacijskog programa te propisuje obveze u financiranju radova. U skladu sa zakonom, osoba koja je prouzrokovala štetu u okolišu (osim kada je šteta rezultat djelovanja i propusta obveza posebnoga operatera) dužna je ukloniti odnosno sanirati štetu u okolišu ponajprije na mjestu nastanka. Tvrtka je dužna u utvrđenom roku izraditi sanacijski program za uklanjanje štete u okolišu koja je nastala zbog prekoračenja utvrđenih graničnih vrijednosti. Ujedno mora za sanacijski program ishoditi suglasnost Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (MZOPUG), a možda i mišljenje drugih nadležnih tijela.

Ako se ne može ustanoviti tko je onečišćivač, a za onečišćeno je područje potrebno izraditi sanacijski program, pripremu i izradu provodi MZOPUG kao nadležno tijelo za zaštitu okoliša u suradnji s drugim državnim organima. Onečišćivač snosi troškove nastale onečišćavanjem, uključujući naknadu štete, procjenu nužnih mjera i troškove uklanjanja onečišćenja. Također je onečišćivač obavezan osigurati praćenje stanja u okolišu odnosno učinke sanacije i za to osigurati potreban novac. Kada se provedba sanacijskog programa financira iz državnog proračuna, praćenje je stanja okoliša i učinka sanacijskih mjera u nadležnosti MZOPUG-a. Za problematična i najugroženija područja, za „crne točke“, novac za pripremu i sanaciju osigurava Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

Neki primjeri sanacije „crnih točaka“

Crveni mulj i lužina u Obrovcu

S profesoricom Zovko Čeramilać popričali smo i o saniranju nekih „crnih točaka“ u koje je bio uključen APO. Tako su bili uključeni u sanaciju otpada preostalog od negdašnje *Tvornice glinice Obrovac*. Tvornica

se nalazi na desnoj obali Zrmanje, nedaleko od Zatona Obrovačkog, približno 2 km zračne udaljenosti od Obrovca, odnosno 8 km uzvodno od ušća Zrmanje u Novigradsko more.



Pogled na tvornicu glinice u Obrovcu prije rušenja

Radila je samo 3 godine (od 1978. do 1981.) jer je zbog nerentabilnosti prestala s proizvodnjom. Za trajno su odlaganje crvenog mulja, glavnoga tehnološkog otpada u proizvodnji glinice iz boksita, izgrađena dva bazena. Veći je bazen služio za odlaganje crvenog mulja i separaciju lužine koja se potom prebacivala u manji bazen i vraćala natrag u proces. U postupku raščinjavanja (prevođenje neke tvari taljenjem nekim pogodnim sredstvom u kemijski spoj koji se lako otapa u vodi, kiselinu ili lužinu) osušenom se boksitu dodavala vodena otopina natrijeva hidroksida (lužina) koja je otapala aluminijev hidroksid, a ostale su nečistoće ostajale neotopljene u crvenom mulju – željezov oksid, natrijev i aluminijev silikat i titanov oksid.

Nakon prestanka rada tvornice ostalo je približno 720.000 m³ crvenog mulja u većem bazenu i više od 30.000 m³ u manjem bazenu te gotovo 600.000 m³ lužine u oba bazena. Kako su vjetrovi s vremenom raznosili lužinu i crveni mulj, MZOPUG je donio odluku o sanaciji. APO je izradio *Program sanacije bazena crvenog mulja i otpadne lužine bivše Tvornice glinice Obrovac* koji je MZOPUG odobrio 2006. Programom

je predloženo ubrzavanje isparavanja vodene otopine lužine, procesa koji se događao i u posljednji 25 godina, ali su ga usporavale oborine. U razmatranju mogućih postupaka



Bazeni za lužinu i crveni mulj pokraj obrovačke tvornice

sanacije odlagališta crvenoga mulja bivše tvornice razmatrani su sljedeći čimbenici: otpad odnosno njegova klasifikacije (crveni mulj – neopasan otpad, otpadna lužina – opasan otpad), rezultati analize otpadne lu-



Bazeni za lužinu i crveni mulj pokraj obrovačke tvornice

žine iz 2004. i 2005., važnost Zrmanje u vodoopskrbi Zadarske županije (nisu dopušteni nikakvi ispusti u rijeku), funkcija izgrađenih bazena (bazeni su izolirani slojevima asfalt-betona) te hidrometeorološki uvjeti. Predviđeno je bilo i praćenje isparavanja i količina oborina u obližnjoj solani u Ninu, ispitivanje brzine isparavanja lužine (poslužili su podaci iz ninske solane i podaci o oborinama, temperaturama i vjetrovima u Obrovcu).

Na tim se parametrima pristupilo izradi modela sanacije koji predviđa prebacivanje otopine lužine iz velikog bazena Marinčići uz tvornicu u mali bazen površine 123.000 m² i volumena 874.411 m³, separaciju crvenog mulja i njegovo prekrivanje u velikom bazenu površine 169.095 m² i volumena 1.756.611 m³ s inertnim materijalom "in situ", izrada površine za isparavanje na velikom bazenu, sanacija tekuće faze postupkom isparavanja otopine natrijeve lužine (kruti se ostatak u obliku natrijeve soli prikuplja sa stijenki bazena i na površini za isparavanje).

Da bi se formirala što veća površina za isparavanje, zaključeno je da se ono provodi na poravnanom površini velikog bazena. Na crveni se mulj nasipa upijajući materijal radi stabilizacije i izolacijski sloj od betona, a na isparavanja povoljno utječe sunčevo zračenje, temperatura zraka, smanjena vlažnost zraka, manja vi-

sina vodenog sloja i smanjena koncentracija soli u vodenoj otopini. Građevinskim mjerama onemogućeno je punjenje bazena s okolnih površina za vrijeme kišnih razdoblja pa su postavljeni vjetrobrani.

Za izvođenja radova pojavili su se određeni problemi. Došlo je do odstupanja procijenjenih i stvarnih količina crvenog mulja i lužine. Ujedno se ukupna količina crvenog mulja nije mogla obraditi na predvi-



Sanacija velikog bazena je u tijeku

đeni način budući da se zbog geotehničkih svojstava teško vezuje s inertnim građevnim materijalom. Stoga je površina za isparavanje izvedena samo djelomično, a ni predviđeni izolacijski sloj nije potpuno izveden (nosivi je sloj predviđen za izolaciju crvenog mulja od atmosferskih utjecaja). Izolacijski je sloj velikog bazena planiran za zimski i ljetni režim rada. U ljetnom su se režimu s površine za isparavanje izolacijskog sloja planirale prikupljati kristalizirane soli, a zimi, kad nema isparavanja, skupljati padaline i kontrolirano ispuštati u okoliš. Usporavanju radova pridonijeli su i nepovoljni vremenski uvjeti pa je za stabilizacije površine za isparavanje utrošeno gotovo četiri puta više materijala od planiranog. Sanacija je još u tijeku, a APO provodi i stručni nadzor.

Neopasni i potencijalno opasni otpad u Šibeniku

Tvornica elektroda i ferolegura (TEF) smještena je zapadno od središta Šibenika, u predjelu nazvanom Crnica. Ta je negdašnja industrijska zona zamišljena kao poslovno-stambena zona.

Osnovna je djelatnost TEF-a (koji je s promjenama imena radio od 1904. do 1994.) bila proizvodnja ferolegura i ugljenografitnih proizvoda, poput kalcijeva karbida, kalcijeva cijanamida, feromangana, ferosilicija, ferokroma, sirovoga željeza, feromolibdena, ferovolframa, feromangana, elektroda, anodnih masa, raznih ugljenoizolacijskih masa i sl. Prestan-

kom proizvodnje 22 ha TEF-a postalo je potencijalno atraktivno zemljište za urbanizaciju i gospodarski

razvoj Šibenika. Prvi su koraci prenamjene zemljišta počeli 1999. rušenjem nadzemnih građevina i provedbom istražnih radova o stanju okoliša te potpisom ugovora o odlaganju opasnoga i neopasnog otpada i zaostale troske. Istražni su radovi otkrili onečišćenje tla organskim tvarima, uglavnom policikličkim aromatskim ugljikovodicima. Pronađeno je gotovo 31.600 m³ neopasnog i približno 22.400 m³ potencijalno opasnog otpada.

Prema stajalištima iz *Studije ekološke sanacije zaostalih sastojaka iz*



Dio Šibenika na kojem se nalazio TEF



Tvornički krug TEF-a snimljen iz zraka

proizvodnje ferolegura i ugljenografitnih proizvoda - (Ecoina, 2002.) odložen je otpad iz katranske i uljne jame te spremnika loživa ulja. Za daljnju je provedbu sanacije zemljišta MZOPUG tražio izradu procjene stanja okoliša što je APO izradio 2006. Potom su provedeni uzorkovanje i analiza potencijalno onečišćenog zemljišta i izrađen Program sanacije okoliša na području bivše Tvornice elektroda i ferolegura u Šibeniku (također APO, 2007.).

S obzirom na vrste otpada, količine i zakonom propisano postupanje, programom sanacije predviđene su sljedeće faze: sustavno analiziranje potencijalno onečišćenoga građevinskog granulata i zemljišta od ovlaštenog laboratorija te izdvajanje onečišćenog granulata i tla, sanacija tla i građevinskog granulata postupkom solidifikacije (skrućivanja) u krugu TEF-a uz kontrolirano odlaganje i naknadnu provjeru vrijednosti opasnih tvari. Odlaganje zatečenoga neopasnog i opasnog otpada (koji se ne sanira postupkom solidifikacije) od strane ovlaštenih oporabitelja provodi se odvozom s lokacije TEF-a do odgovarajućeg postrojenja.

Prije solidifikacije onečišćenoga zemljišta i građevinskog granulata, izvođač je sanacijskih radova proveo uzorkovanje na cijelom području TEF-a radi utvrđivanja razine i količine onečišćenoga materijala i izdvajanje za sanaciju postupkom solidifikacije. Analiza je pokazala znatno onečišćenje policikličkim aromatskim ugljikovodicima (PAH), pa je inspekcijski nadzor potaknuo MZOPUG 2009. da TEF-u preporuča izradu dopune programa sanacije. Odlučeno je da se građevinski granulati i onečišćeno tlo termički obrađe, a to je, iako znatno skuplje, ipak prihvatljivije za okoliš. Stoga se materijal onečišćen s PAH-ovima spaljuje u postrojenju tvornice vapna u Drnišu, a tako je obrađeno već 3000 tona onečišćenoga materijala. Zaostali neopasni otpad od rada tvornice

(građevinski otpad i nusproizvodi poput troske) izdvojen je i odvožen na odlagalište neopasnog otpada.

Preostali katran, ulja i naftalen u Bakru

Koksara u Bakru počela je s radom 1978., a zatvorena je 1994. U njoj je prerađeno 15 milijuna tona ugljena i proizvedeno 11 milijuna tona koksa i 5 milijardi prostornih metara koksnog plina. Kako pri proizvodnji tone

ručju bivše koksare u Bakru. Nepovoljni su se utjecaji na okoliš više godina isticali u lokalnim medijima, pa su bili poticaj hrvatskoj Vladi da 1994. hitno zatvori koksaru. Kako toj odluci nije prethodila studija utjecaja na okoliš koksare u razgradnji i plan razgradnje sa što manjim utjecajem na okoliš, osoblje zaduženo za razgradnju suočilo se s nizom problema. Razgradnja opreme i dijelova koksare provedena je bez pripreme, a trajala je od 1994. do



Koksara u Bakru iz doba kada je još radila

koksa nastane oko 40 kg koksnog katrana, proizvedeno je gotovo 440.000 tona sirovoga katrana.

Za rada koksare došlo je i do nedopuštenih ispuštanja opasnih tvari u okoliš, ponajprije katrana, ulja i naftalena. Upravo je katran uzročnik najvećeg onečišćenja okoliša na pod-

2001., dok je dimnjak koksare srušen 2005.

S obzirom na stupanj i izvore onečišćenja, onečišćeno zemljište podijeljeno je na dvije zone. Površina je zone I. 3850 m² (55 m x 70 m), a u njoj su dvije betonske jame (uljna i katranska) s približno 300 m³ vode

onečišćene uljem, katranom i naftalenom. U zoni II. je sjeverozapadni dio kemijske sekcije, s površinom od 1650 m² (55 m x 30 m), koji je djelomično onečišćen uljem i katranom iz zone I. kroz dublje slojeve i propusne dijelove nasutoga zemljišta. Nakon provedenih istražnih radova (18 istražnih bušotina i iskopa), APO je 2002. godine izradio *Izvešće o stanju okoliša u Koksari d.o.o. Bakar nakon razgradnje procesne opreme*. Istražnim je radovima utvrđeno katransko onečišćenje do dubine od 7,78 m.

Potom je izvođač sanacije 2002. izradio elaborat utjecaja na okoliš sanacijskog postupka i uspješno proveo probnu sanaciju. Elaboratom je predviđeno čišćenje gornjih slojeva do pojave podzemne vode i mora (do dubine od -3,5 m). Međutim pri izvedbi sanacijskih radova (u zoni I.) utvrđeno je da se može kopati ispod te razine (bez pojave podzemnih voda i mora u roku od 48 sati) pa je izvođač s investitorom ugovorio sanaciju do dubine od -6 m. Tijekom izvedbe sanacijskih radova ovlaštenu je laboratorij uzorkovao i

analizirao kamenozemljani materijal (svakih 20 m³) i klasificirao ga kao čist i onečišćen materijal s kojim je započinjao postupak solidifikacije. Svi su iskopi potkrijepljeni analizama ovlaštenog laboratorija, a višak solidifikata, zajedno sa solidifikatom nastalim izradom pokosa iznad ogradnog zida, prema odobrenoj recepturi ugrađen je u temelje ogradnog zida. Sanacija je zone I. i zone II. završena sredinom 2009., a predstoji sanacija morskog dna.

Opasan otpad na Lemić brdu

Odlagalište opasnog otpada Lemić brdo nalazi se šest km jugoistočno od Karlovca, a odlaganje je opasnog otpada počelo 1974. Iako odlagalište od 1985. ima sve potrebne dozvole, nije radilo na način prihvatljiv za okoliš ni u skladu s građevinskom dozvolom. Posljednje su aktivnosti na odlagalištu zabilježene 1989. pa je danas odlagalište u zpuštenom stanju, a zbog karakteristika odloženog otpada i pristupačnosti predstavlja veliku opasnost za okoliš i zdravlje ljudi. MZOPUG je stoga 2001. prepoznao odlagalište Lemić brdo kao jednu od „crnih točaka“ i 2007. osigurao novac za izradu programa sanacije neuređenoga odlagališta s većim količinama opasnog otpada.

U dokumentaciji postoje podaci o odlaganju mazuta, mulja iz taložnika, filtarske pogače, otpadnog terolana, PVC mase i tekstila, soli sumporne kiseline, soli za kaljenje, fluorescentne boje te koncentrata dušične, solne, sumporne, fosforne i kromne kiseline. Budući da nema točnih podataka o otpadu, procjena je količine obavljena usporedbom prikupljenih informacija iz dokumentacije i rezultata preliminarnih istražnih radova 2007.

Lokacija odlagališta Lemić brdo može se podijeliti u tri zone: zona uz istočnu granicu lokacije odlagališta na kojoj je u tlu zakopan pretežno anorganski otpad, zona uz otvorene bazene s ljepljivom crnom masom visoke vi-



Područje Koksare Bakar prije (gore) i poslije (dolje) sanacije

skočnosti s organskim onečišćenjem i zonu Hrpe na lokaciji odlagališta i pristupnom putu, gdje se pretežno odlagao miješani komunalni otpad te građevinski i otpad od zelene rezidbe.



Opasni otpad na Lemić brdu pokraj Karlovca

Na odlagalištu nema nikakve komunalne infrastrukture, dakle ni vodoopskrbe ni odvodnje, a ni plinske opskrbe i opskrbe električnom energijom. Odlagalište nema obodnih kanala za prihvati i odvodnju oborinskih voda ni drenažni sustav za odvodnju i skupljanje procjednih voda. Površina za koju je potreban postupak sanacije iznosi približno jedan hektar.



Oznaka sanacijskih radova na Lemić brdu

Idejnim rješenjem sanacije i zatvaranja odlagališta zaključeno je da je tehnološki postupak sanacije odlagališta Lemić brdo najbolje izvesti tako da zatečeni komunalni i tekući

opasni otpad (viskozna gusta masa, tekući otpad iz bazena i bačve s kiselinama) uklone i odlože registrirane pravne osobe izvan lokacije odlagališta. Potom da se na podlogu odnosno temeljno tlo nove plohe odla-

gališta prebaci preostali zatečeni i prethodno pripremljeni otpad koji ispunjava kriterije za prihvati otpada na odlagališta opasnog otpada (propisan u Dodatku 3. *Pravilnika o načinima i uvjetima odlaganja otpada*). Nova će ploha odlagališta biti na površini na kojoj je već otpad i na slobodnom terenu koji ga okružuje (k.č. 235/1) ukupne površine 6401 m² koja će se tehnički urediti i zatvoriti u skladu s propisima. Nova će se ploha potpuno urediti u skladu s odredbama *Pravilnika o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada*.

Radioaktivni otpad u bivšem Jugovinil.

U blizini je bivše tvornice *Jugovinil* za proizvodnju PVC-a u Kaštel-Sućurcu lokacija na koju su se od 1955. odlagali pepeo i šljaka nastali spaljivanjem ugljena s prirodno povišenom radioaktivnošću. Tako se nastali otpadni materijal naziva TENORM – tehnički obogaćen prirodni radioaktivni materijal (*Technically Enhanced Naturally Occurring Radio-*

active Material). Prema vrijedećim hrvatskim propisima pepeo i šljaka od izgaranja ugljena nisu opasni otpad, međutim zbog povišene radioaktivnosti i mogućnosti širenja u okoliš potencijalna su opasnost za okoliš i ljude. U Hrvatskoj nema posebnih propisa o gospodarenju TENORM-om, pa su pri izradi programa sanacije i programa istražnih radova primijenjeni propisi Europske Unije, preporuke IAEA (*International Atomic Energy Agency*) i modeli RESRAD-a (*RESidual RADio-activity*). U većini tih dokumenata stoji da ukupna doza TENORM-a od 0,3 mSv na godinu zbog utjecaja na pučanstvo zahtijeva sanaciju lokacije.

Lokacija se nalazi uz morsku obalu, dijelom i na nasipanom zemljištu. Na lokaciji se danas nalaze: staro sanirano i zatvoreno odlagalište s gotovo 34.320 tona otpada, novi dio na kojem se odlagalo do 1998. i dio zatvorenoga tvorničkog kruga bivše tvornice *Jugovinil*.

Mjerenjima provedenim 1969. utvrđena je povišena radioaktivnost te potreba za sanacijom i zatvaranjem odloženog materijala. Stari je dio saniran 1973., u skladu s propisima i uz sustavno radiološko motrenje, a otpad je podijeljen u otpad visoke aktivnosti (koncentracija urana iznad 300 ppm) i otpad niske aktivnosti. Ukupna je količina urana u otpadu proračunata na 18,5 tona. Na podlogu od suhozida te pepela i šljake niske aktivnosti položena je PVC folija debljine jednoga milimetra, na koju su raspoređeni do tada prikupljeni pepeo i šljaka. Otpad je zatvoren gornjim slojem folije koja je prekrivena slojem od 40 cm gline, drobljenog kamena i humusa te zatravljen. Sa sjeverne je strane ugrađen drenažni kanal, a odlagalište je i ograđeno. Ipak nakon zatvaranja nije se provodilo radiološko motrenje.

Nastavljeno je odlaganje šljake i pepela s povećanom prirodnom radio-

aktivnošću, ali cijela se lokacija nije sustavno istraživala pa za preostali dio nisu točno utvrđeni ni količina otpada ni koncentracije aktivnosti. Procjenjuje se da je do 1998. odloženo do 510.000 tona pepela i šljake s nehomogenom raspodjelom aktivnosti (utvrđeno povremenim mjerenjima), a 2000. je zabilježena povišena koncentracija prirodne radioaktivnosti u sedimentima i biološkim uzorcima u moru.

Lokacija je proglašena jednom od „crnih točaka“ pa je APO 2002. predložio sanaciju cijelog odlagališta s detaljnom karakterizacijom lokacije, kartiranjem, radiološkim mjerenjem, modeliranjem utjecaja odlagališta i procjenom rizika te prijedlogom mjera sanacije. S obzirom na ograničena sredstva, APO je prikupio podatke o dosadašnjim povremenim mjerenjima i svu dostupnu dokumentaciju, a za proračun doza ugroženog pojedinca, a time i ocjenu potrebe za sanacijom, upotrijebilo je modeliranje mogućih putova izlaganja zračenju uz pomoć standardnih testova.

Prema rezultatima modeliranja, godišnja je doza za pojedince koji izravno borave na lokaciji iznad pretpostavljene granice od 0,3 mSv, a za stanovnika koji živi na 200 m udaljenosti od lokacije doza iznosi 2,4 mSv na godinu. Ocijenjeno je da je sanacija potrebna i APO je 2007. za investitora (Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost) izradio *Program sanacije odlagališta šljake i pepela u Kaštelanskom zaljevu*. Ipak unatoč proteklom godinama sve je još uvijek u fazi priprema i istraživanja. Teško je reći hoće li i kada biti dovršeno, kao što je teško reći

kolika je stvarna izloženost stanovnika pogubnoj radijaciji, ali i svih živih bića na kopnu i u moru.

Jadranka Samokovlija Dragičević

Snimio: L. Dragičević

DAN DUNAVA

Projekt zaštite Dunava provodi se u deset zemalja podunavske regije. U Hrvatskoj je tijekom lipnja organiziran niz aktivnosti.

Više od 81 milijun stanovnika srednje i istočne Europe obilježilo je 29. lipnja osmi po redu Dan Dunava, ujedinivši nastojanja da očuvaju, zaštite i slave rijeku koja povezuje njihove zemlje. Dan Dunava najveći je riječni festival u svijetu, a njegov je cilj upozoriti na brigu za očuvanje rijeke koja u svojoj široj regiji obuhvaća više od 300 pritoka. U osmišljavanju i organizaciji proslava inicijativa *Zeleni Dunav* surađuje se s vladama, nevladinim udrugama, obrazovnim institucijama i lokalnim vlastima. Posebna je pozornost posvećena aktivnom uključivanju građana u praktične aktivnosti poput čišćenja obala rijeke, uklanjanja i recikliranja otpada koji onečišćuje plovne putove te zaštite biljnog i životinjskog svijeta.

Dunav je važan plovni put koji je odigrao ključnu ulogu u povijesti i kulturi mnogih zemalja te su nastojanja da ga se zaštiti i očuva vrlo odlučna.

U susjednim zemljama, u sklopu proslave Dana Dunava, posebna je pozornost bila posvećena slijevu rijeke Tise, važnog pritoka Dunava. Kao primjer međunarodne suradnje koju utjelovljuje Dan Dunava, Uk

rajina, Rumunjska, Srbija, Slovačka i Mađarska proslavile su međusobnu suradnju na prostoru slijeva rijeke Tise. Svaka od zemalja je na izvoru rijeke, u Karpatima u Ukrajini, postavila spomen-ploču, odajući time priznanje napretku koji je postignut zajedničkom suradnjom u očuvanju rijeke.

Svake je godine u središtu aktivnosti obilježavanja Dana Dunava i promicanje važnosti rijeke među školskom djecom. Škole diljem Podunavlja sudjeluju u natječaju pod nazivom *Danube Art Master* (Umjetnik s Dunava) u okviru kojega se od materijala prikupljenog na obalama rijeke izrađuju skulpture i slike. Na sam Dan Dunava proglašeni su nagrađeni za svaku od 14 zemalja sudionica.

U okviru projekta osmišljena je i *Dunavska kutija* koja sjedinjuje edukativne materijale čiji je cilj informirati buduće generacije o važnosti upravljanja vodnim resursima te njihova očuvanja. Materijal je preveđen i prilagođen svakoj od zemalja; sadrži interaktivne materijale, zemljopisne karte i igre, a njegov je cilj razvijati svijest školske djece o zaštiti Dunava i važnosti održivog upravljanja ovim značajnim vodnim resursom.

I na kraju, ne manje važno, *Danom Dunava* obilježava se godišnjica potpisivanja Međunarodne konvencije o zaštiti Dunava. Konvencija je potpisana u Sofiji 29. lipnja 1994. godine.

T. Vrančić

Izvor: www.lijepanasasava.hr