

STRATEGIJE CJELOVITOG OPORAVKA OBALNIH BROWNFIELD PODRUČJA

Prijenos znanja o sanaciji *brownfield* područja kroz norveško-hrvatsku suradnju

PRIPREMILI:

Dalibor Carević, Marijana Serdar,
Ivana Carević

Projekt "Strategije cjelovitog oporavka obalnih brownfield područja" rezultat je suradnje Građevinskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Sveučilišta jugoistočne Norveške, a njegov je glavni cilj razvoj i razmjena dobrih praksi u području oporavka brownfield područja s težištem na ekosustavnim rješenjima. Takav pristup omogućuje očuvanje morskih područja te predstavlja potencijal za razvoj zelenog i održivog turizma na revitaliziranim područjima.

Uvodne napomene

Industrijska šljaka, ostavljena u prvome redu do mora, dobro je poznata svim stanovnicima Dugog Rata. Po zatvaranju bivše tvornice *Dalmacija d.d.* mještani su suočeni s 1.670.000 m³ troske iz procesa proizvodnje i ostalih materijala odbačenih u more i prostor tvornice (slika 1.). Industrijski otpad nije saniran više od dva desetljeća.

Općina Dugi Rat nalazi se približno 15 kilometara jugoistočno od Splita. U naseljima Duće, Dugi Rat i Jesenice obitava ukupno više od 7000 stanovnika, većinom usmjerenih na turizam. Znatna gospodarski napredak područja ostvaren je početkom 20. stoljeća izgradnjom

Tvornice. Pokretač tvornice u Dugome Ratu bilo je talijansko društvo SUFID (tal. *Società per utilizzazione delle forze idrauliche della Dalmazia*) davne 1914. Tvornica je bila postrojenje za proizvodnju karbida i cijanamida, odnosno umjetnoga gnojiva. U budućnosti je tvornica mijenjala vlasnike i proizvodnju te je u idućih stotinjak godina proizvodila i ferolegure, elektromehaničke proizvode te tekuće plinove. Tvornica je zatvorena i srušena tijekom 2003. Kao ostavština svih tih godina aktivne proizvodnje ostala je velika količina industrijskog materijala, troske i građevnog otpada na lokaciji koja osim što narušava prirodne vrijednosti općine, negativno utječe na zdravlje stanovnika. Sanacija područja veličine 205.000 m²

bila je pokretana nekoliko puta od 2009. naovamo, ali bezuspješno. Glavni su razlozi neriješeni imovinskopravni odnosi između države, lokalne samouprave i privatnog vlasnika, a ponajviše potpuni nedostatak iskustva i znanja u vezi sanacije *brownfield* područja u Hrvatskoj, kako u državnome tako i u privatnome sektoru.

Strategije cjelovitog oporavka obalnih *brownfield* područja

Zbog prethodno navedenih razloga skupina znanstvenih entuzijasta s Građevinskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pokrenula je projekt "Strategije cjelovitog oporavka obalnih *brownfield* područja (2023. – 2024.)", koji financiraju EGP financijski mehanizam i Norveški financijski mehanizam (*EEA & Norway grants*). Glavni je cilj projekta prijenos znanja iz Norveške, zemlje koja posjeduje razvijena znanja, tehnologije i općenito sustav sanacije *brownfield* područja. Glavni partneri na projektu su Sveučilište jugoistočne Norveške, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Općina Notodden (Norveška), Općina Dugi Rat te Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj Sunce.



Slika 1. Bivša tvornica *Dalmacija* uzrok je onečišćenja šireg područja općine Dugog Rata

Aktivnosti planirane u sklopu projekta mogu se sažeti u nekoliko najvažnijih stavki: analiza nacionalnih preporuka i praksi (u Norveškoj i Hrvatskoj), tehnički posjet bivšemu industrijskom području u Nottodenu (Norveška), tehnički posjet bivšoj tvornici ferolegura u Dugome Ratu, tehnički posjet tvrtki *NOAH* (Norveška), radionica "Sanacija *brownfield* područja" u Dugome Ratu te završno izvješće "Smjernice za sanaciju industrijski onečišćenih *brownfield* područja", koje je javno objavljeno na mrežnim stranicama projekta (<https://cbr.grad.hr/hr/>).

Kroz analizu nacionalnih preporuka i praksi utvrđeno je da Hrvatska ne posjeduje zakonske akte ni stručne pravilnike koji bi usmjeravali tako složene projekte. Zato je s norveškog jezika na hrvatski preveden jedan od ključnih dokumenata "TA25532009 *Health-based condition classes for contaminated land* (Kategorije stanja onečišćenog tla na temelju njihova utjecaja na zdravlje)" te je dostupan na mrežnoj stranici projekta. S obzirom na elementarni nedostatak potrebnog znanja, takav je dokument vrijedno polazište za sve tekuće projekte sanacije *brownfield* područja i podloga za razvoj hrvatskih smjernica.

Studijski posjet norveškome gradu Nottodenu

U sklopu projekta organiziran je posjet norveškome gradu Nottodenu, koji se nalazi oko 90 kilometara istočno od Osla, uz jezero Heddalsvatnet (slika 2.). Ima približno 12.000 stanovnika. Krajnji jugoistok Notoddena naziva se Jernverkstomt i prostor je bivše željezare, a čini površinu od 50.000 m² neposredno uz rijeku Tinnelvu, koja se ulijeva u Heddalsvatnet. Danas se koristi kao privremeno skladište za građevni otpad i parkiralište, dok je jedan dio vrlo uspješno saniran i služi za stanovanje.

Na tom je području početkom 20. stoljeća izgrađena željezara u vlasništvu tvrtke *Tinfos Jernverk AS*, a do 1927. proizvodila je sirovo željezo. Nakon toga bila je preorijentirana na proizvodnju ferolegura (ferosilicij i ferokrom) te legure silicijeva mangana. Željezara je zatvorena 1986.,



Slika 2. Položaj *brownfield* područja Nottodena u Norveškoj

a za njom su zaostali nusproizvodi proizvodnje željeza, ferolegura i karbida. Temeljni problemi norveških lokalnih vlasti u vezi s industrijskim onečišćenjem tijekom većeg dijela 19. stoljeća postali su vidljivi sredinom 20. stoljeća. Nedostaci u zakonskoj regulativi i razini stručnog znanja onemogućili su učinkovitu preventivnu zdravstvenu zaštitu. Tek velikim promjenama u sedamdesetim i osamdesetim godinama prošlog stoljeća počela su se uklanjati industrijska onečišćenja iz područja odgovornosti lokalne samouprave. Preko Norveške uprave za kontrolu onečišćenja kao središnjeg nadzornog tijela, Norveškog instituta za javno zdravstvo kao stručnog centra utemeljenog na istraživanju, Norveškog zakona o onečišćenju i Zakona o zdrav-

stvenim i socijalnim uslugama postalo je moguće nositi se s tim složenim ekološkim i zdravstvenim problemima na profesionalnoj razini.

Sanacija područja željezare u Notoddenu započela je 2000. ugovorom sklopljenim između tvrtke *TinfosAS* i Općine Notoddena, a 2008. odgovornost za sanaciju preuzela je tvrtka *Eramet*, koja je i otkupila onečišćeno zemljište. Do danas je sanirano oko 25 % ukupne površine, gdje su izgrađeni poslovno-stambeni objekti (slika 3.), a u tijeku je sanacija još približno 50 % površina. Završetak sanacije cijelog područja planiran je do 2030.

Tijekom iskopavanja probnih jama u zemlji su uočeni ostaci betonskih podova i konstrukcija koji su preostali nakon rušenja objekta. Mjerenjem je utvrđena razina



Slika 3. Sanirano *brownfield* područja Nottodena u Norveškoj



Slika 4. Zoniranje i pozicije uzimanja uzoraka tla na području zone željezare koja je u postupku sanacijskog planiranja

podzemne vode na oko pet-šest metara ispod razine terena. Obradom uzoraka tla uočena je visoka kontaminacija PAH-a i pojedinih teških metala u tlu, dok je u podzemnim vodama bila niska razina kontaminacije, što je vjerojatno uzrokovano konstantnim tokom podzemne vode pod djelovanjem rijeke Tinnelve.

U sklopu sanacijskog programa uzeti su uzorci s različitih tlocrtnih pozicija te s više dubina na kojima su provedena laboratorijska ispitivanja, a uzorci su klasificirani u kategorije stanja od vrlo dobrog do vrlo lošeg (slika 4.). Do danas je s lokacije uklonjeno oko 34.000 tona kontaminira-

nog tla klasificiranog u 4. i 5. kategoriju stanja (vrlo loše) i zbrinuto na odlagalištu u Notoddenu. Ukupan trošak sanacije do danas je iznosio 1,82 milijuna eura. Procjenjuje se da će se u budućnosti javiti potreba za iskopom dodatnih 70.000 tona, a trošak je procijenjen na 3,04 milijuna eura. Tijekom stručnog posjeta Norveškoj sudionici su obišli pogone tvrtke *NOAH* (<https://en.noah.no/>), koja je specijalizirana za obradu i odlaganje velikih količina opasnog otpada, posebno kontaminiranog tla, pepela iz spalionica, tekućih otpada iz industrijskih pogona, opasnoga građevnog otpada itd. Tvrtka *NOAH* jedan je od lidera

u svijetu u svojem području djelovanja, i to ne samo zbog tehnologije koju je razvila, nego i zbog stava njezinih zaposlenika prema svojem poslu, kao misiji doprinosa društvu i primarnome cilju očuvanja prirode. Iz svega navedenog proizlazi i izvrsna financijska bilanca tvrtke.

Studijski obilazak tvornice *Dalmacija* u Dugom Ratu

U završnoj fazi projekta organiziran je obilazak tvornice *Dalmacija* u Dugom Ratu te je na samoj lokaciji bila organizirana radionica u kojoj je sudjelovalo



Slika 5. Sudionici radionice "Sanacija brownfield područja" održane 17. listopada 2023. u kinodvorani Dugi Rat

šezdesetak osoba. Tijekom pripreme radionice, kroz strogi kvalifikacijski proces u cilju okupljanja interdisciplinarnog tima koji bi doprinio rješavanju sanacije *brownfield* područja u Dugome Ratu, okupljeno je četrdesetak studenata te je problem aktualiziran i među studentskom populacijom. Naime, studentski timovi imali su zadatak predložiti cjelovito rješenje koje bi uključivalo sanaciju postojećeg stanja bivše tvornice te moguću upotrebu tvorničkog prostora koja bi imala pozitivan utjecaj na neposredan okoliš i lokalnu zajednicu. Sudjelovali su studenti različitih struka, budući stručnjaci u području građevinarstva, arhitekture, urbanizma, krajobrazne arhitekture, geologije, ekoinženjerstva, zaštite okoliša, kemije, rudarstva, sociologije, održive mobilnosti, geografije, primijenjene kognitivne znanosti i podatkovne znanosti. Događaj je započeo predavanjima stručnjaka na temu remedijacije. Dalibor Carević i Marijana Serdar s Građevinskoga fakulteta u Zagrebu te Lasse Berntzen sa Sveučilišta jugoistočne Norveške predstavili su motivaciju za projektnu prijavu te dali uvid u problematiku odlagališta u Dugome Ratu. Potom je Janne Vaeringstad iz norveške općine Notoddena opisala norvešku ekvivalentnu situaciju, odnosno iznijela je povijest Notoddena i suživot sa željezarnom *Tinfos Jernverk*. Nakon nje Kajsa Onshuus iz tvrtke *GrunnTeknikk AS* dala je uvid u nacionalni okvir za sanaciju *brownfield* lokacija u Norveškoj, opisala tehnološki pristup sanaciji na slučaju biv-



Slika 6. Najboljim rješenjem stručni žiri ocijenio je prezentaciju tima B(EI)2 (Bruno Cesarec, Ema Gaće, Ivana Lušo, Iva Mejašić i Ema Milišić Bogunović)

še željezare u Notoddenu, ali i planove za budućnost sanirane lokacije. Ivana Carević s Građevinskoga fakulteta prikazala je modele održivog upravljanja industrijskim otpadom, a Kristina Pikelj s Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta objasnila utjecaj geologije na onečišćenje lokaliteta. Hajdi Biuk iz splitske Udruge *Sunce* dala je uvid u pravnu pozadinu problematike industrijskog onečišćenja u Dugome Ratu. Ana Bešker s Građevinskoga fakulteta uvela je studente u ideju samog natjecanja te objasnila kriterije po kojima će ih stručni odbor ocjenjivati. Po završetku predavanja studenti su iskoristili priliku za konzultacije sa stručnjacima kako bi im pomogli u izradi modela sanacije. Studenti su radili u natjecateljskome duhu te su proglašena tri najbolja rješenja prema

ocjenama stručnog žirija. Prvoplasirani studentski rad tima B(EI)2 ujedno je nagrađen "Godišnjom nagradom za zelenu gradnju i održivo izgrađeni okoliš" Hrvatskog savjeta za zelenu gradnju, a koja je dodijeljena 3. srpnja 2024.

Na mrežnoj stranici projekta objavljen je cjeloviti video radionice koji je trajno dostupan zainteresiranoj stručnoj, ali i ostaloj publici. Korisnici projekta, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Sveučilište jugoistočne Norveške, nadaju se da će ta predavanja te dokumentacija koja je u sklopu projekta prevedena na hrvatski jezik poslužiti lokalnoj zajednici i donositeljima odluka od javnog interesa u naporima da se zona industrijskog onečišćenja u Dugome Ratu, ali i slične lokacije u Hrvatskoj, saniraju na održiv način.