

Primljen / Received: 20.9.2024.

Ispravljen / Corrected: 12.11.2024.

Prihvaćen / Accepted: 16.11.2024.

Dostupno online / Available online: 10.1.2025.

Nužnost nacionalnih smjernica za sanaciju industrijski onečišćenih *brownfield* područja: primjer dobre norveške prakse

Autori:



Izv.prof.dr.sc. **Marijana Serdar**, dipl.ing.građ.
Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
marijana.serdar@grad.unizg.hr



Dr.sc. **Ivana Carević**, dipl.ing.građ.
Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
ivana.carevic@grad.unizg.hr



Prof.dr.sc. **Dalibor Carević**, dipl.ing.građ.
Sveučilište u Zagrebu
Građevinski fakultet
dalibor.carevic@grad.unizg.hr

Autor za korespondenciju

Pregledni rad

Marijana Serdar, Ivana Carević, Dalibor Carević

Nužnost nacionalnih smjernica za sanaciju industrijski onečišćenih *brownfield* područja: primjer dobre norveške prakse

Brownfield područja često imaju problema s industrijskim onečišćenjem te zahtijevaju multidisciplinarnu intervenciju kako bi ih zajednica ponovo koristila. U Hrvatskoj trenutno nema pravilnika kojim je definirano postupanje s industrijski onečišćenim tlom, klasifikacija onečišćenja tla, mogućnosti gradnje u ovisnosti o određenim kategorijama onečišćenja ili korištenje onečišćenog tla u gradnji. U radu je prikazana moguća podloga za donošenje nacionalnih smjernica, bazirana na norveškim nacionalnim smjernicama, te je prikazan primjer sanacije željezare Notodden, koja se zbog vrste onečišćenja i lokacije može promatrati kao primjer dobre prakse za obalna industrijski onečišćena područja u Hrvatskoj.

Ključne riječi:

brownfield područja, industrijsko onečišćenje, načelo "zagađivač plaća", uzorkovanje, nusproizvod

Subject review

Marijana Serdar, Ivana Carević, Dalibor Carević

The necessity for national guidelines for the remediation of industrially contaminated *brownfields*: an example of Norwegian good practice

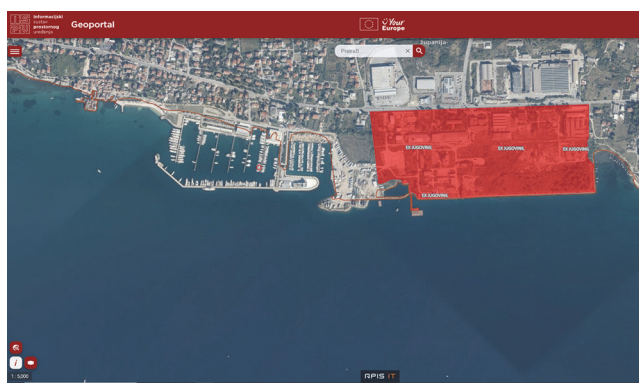
Brownfield areas often have industrial contamination problems and require multidisciplinary intervention for the community to be able to reuse them for the benefit of the community. In the Republic of Croatia, there are currently no regulations for dealing with industrially contaminated soil, the possibility of construction depending on certain categories of contamination, or the use of contaminated soil in construction. The paper presents a possible basis for the adoption of national guidelines, based on Norwegian national guidelines. An example of the rehabilitation of the Notodden ironworks is presented, which, due to the nature of the contamination and the location, can be an example of good practice for industrially contaminated coastal areas in the Republic of Croatia.

Key words:

brownfield areas, industrial pollution, polluter pays principle, sampling, by-product

1. Uvod

Brownfield područja jesu napuštene nekretnine ili nekretnine koje su se prestale koristiti u svojoj izvornoj namjeni [1]. Njihov je nastanak najčešće povezan s gospodarskim promjenama uzrokovanim propadanjem tradicionalnih industrija, s procesima pretvorbe i privatizacije te s reorganizacijom obrambenog sustava. Pojedina *brownfield* područja imaju problem s onečišćenjem te zahtijevaju multidisciplinarnu intervenciju kako bi ih zajednica ponovno koristila. Primjer identificiranog *brownfield* područja s izrazito neočišćenim tлом jest energana u sklopu nekadašnje tvornice Jugovinil u Kaštelanskom zaljevu, gdje su se radom energane deponirali radioaktivna šljaka i ugljen (slika 1.).



Slika 1. Prostor energane u sklopu nekadašnje tvornice Jugovinil u Kaštelanskom zaljevu, označeno crvenom bojom (preuzeto iz Informacijskog sustava za prostorno planiranje)

Rješavanje problema *brownfield* područja uključuje multidisciplinarni pristup i niz koraka za procjenu, sanaciju i ponovni razvoj tih lokacija za produktivnu i održivu upotrebu. Republika Hrvatska trenutačno nema ni zakonodavni ni pravni okvir za sustavno rješavanje problema industrijskih *brownfield* područja ili industrijski onečišćenog tla. U skoroj budućnosti od Republike Hrvatske će se očekivati implementacija *Direktive o praćenju tla i otpornosti tla (Soil Monitoring Law)* [2], koja se primjenjuje na sva tla država članica Europske unije, a kojom će se definirati metodologija klasifikacije onečišćenja tla i procjene rizika povezanih s onečišćenjem tla.

Republika Hrvatska treba jasne zakone i pravilnike kojima se definira postupanje s otpadom i odlagalištima otpada, uključujući postupke za ukidanje statusa otpada, kako bi se određeni otpadi kao sekundarna sirovina mogli koristiti u drugim industrijama (detaljno objašnjeno u Poglavljima 2.2. i 3.4.). S obzirom na to da je građevinarstvo jedna od industrija od interesa u kojoj se često nastoje koristiti otpadni materijali s industrijski onečišćenih *brownfield* područja, neophodno je definirati nacionalne pravilnike za postupanje u slučaju onečišćenih *brownfield* područja.

U sklopu projekta *Strategije cjelovitog oporavka obalnih brownfield područja (2023.-2024.)* [3], koji financiraju financijski mehanizmi

Europskoga gospodarskog prostora i Kraljevine Norveške (*EEA & Norway grants*), izrađen je dokument *Smjernice za sanaciju industrijski onečišćenih brownfield područja (Brownfield Remediation Roadmap)* kao osnova za budući zakonodavni okvir. Smjernice su utemeljene na norveškome dokumentu *Kategorije stanja onečišćenog tla na temelju njihovog utjecaja na zdravlje* [4], koji predstavlja osnovu norveške nacionalne legislative za sanaciju takvih područja. Smjernice su nastale u suradnji i konzultaciji s norveškim partnerima i stručnjacima među kojima se ističu Kajsa Onshuus (*GrunnTeknikk AS*, Norveška), Olav Berget i Janne Vaeringstad (*Notodden Municipality*), Kristofer Larsen i Haakon Rui (*NOAH Norway*) te Lasse Berntzen (*University of South-Eastern Norway*). Njihovo bogato iskustvo u sanaciji onečišćenih područja te prijenos znanja bili su ključni u oblikovanju smjernica prikazanih u ovome radu. Svrha je tih smjernica da posluže zakonodavnim i regulatornim tijelima kao podloga za formiranje budućih nacionalnih pravilnika za postupanje s onečišćenim tлом, s težištem na utjecaju na zdravlje.

Rad obuhvaća pregled europskoga i hrvatskoga zakonodavnog okvira za postupanje i odgovornost u slučaju onečišćenja okoliša, zakonodavnog okvira za primjenu hijerarhije otpada u Republici Hrvatskoj te smjernice za sanaciju *brownfield* i onečišćenih područja u Republici Hrvatskoj, uključujući radnje prije sanacije i samu sanaciju.

2. Zakonska regulativa kao okvir za postupanje

2.1. Odgovornost za onečišćenje u okolišu

Osnovni pravni okvir za odgovornost za štetu u okolišu propisan je *Direktivom 2004/35/EZ* [5] Europskog parlamenta i Vijeća od 21. travnja 2004. o odgovornosti za okoliš u pogledu sprečavanja i otklanjanja štete u okolišu. Direktiva se temelji na načelu da onečišćivač plaća, odnosno nastoji osigurati financijsku odgovornost operatora čija je djelatnost uzrokovala štetu u okolišu.

Direktiva se odnosi na štetu u okolišu prouzročenu bilo kojom od profesionalnih djelatnosti navedenih u Prilogu III. Direktive te na svaku prijetuću opasnost od takve štete. Obuhvaćene su djelatnosti za koje postoji opasnost od uzrokovanja onečišćenja i zagađenja, a nakon višestrukog širenja opsega, sada se primjenjuje na djelatnosti energetske industrije, proizvodnje i obrade metala, mineralne industrije, kemijske industrije, gospodarenja otpadom, proizvodnje celuloze, papira i kartona u velikim količinama, industrije tekstila i velike proizvodnje mesa, mliječnih proizvoda i hrane. Direktiva se primjenjuje i na profesionalne djelatnosti izvan onih navedenih u Prilogu III., kada je riječ o šteti nanesej zaštićenim vrstama i prirodnim staništima koja je uzrokovana namjerno ili iz nemara. U skladu s Direktivom, ako je došlo do štete u okolišu, operator mora obavijestiti nadležno tijelo i poduzeti sve primjenjive mjere za nadzor onečišćujućih tvari, postupanje s njima u cilju ograničavanja ili sprječavanja daljnje štete u okolišu i nepovoljnih utjecaja na zdravlje ljudi te poduzeti potrebne mjere otklanjanja.

Direktiva je prenesena u pravni poredak Republike Hrvatske kroz odredbe *Zakona o zaštiti okoliša* [6]. i *Uredbe o odgovornosti za štete u okolišu* [7]. Prije usklađenja s europskim propisima primjenjivali su se *Uredba o načinu utvrđivanja šteta u okolišu* [8] te *Pravilnik o mjerama otklanjanja šteta u okolišu i sanacijskim programima* [9], pri čemu se Pravilnik još uvijek, do donošenja novog pravilnika, primjenjuje u dijelovima koji nisu u suprotnosti sa *Zakonom o zaštiti okoliša*.

2.2. Gospodarenje otpadom

Osnovna direktiva za postupanje s otpadom jest *Direktiva o gospodarenju otpadom* (engl. *Waste Framework Directive*) [10]. Direktivom se uspostavlja hijerarhija otpada (slika 2.). Dodatno se ističe u da pri primjeni hijerarhije otpada države članice moraju poduzeti mjere kojima potiču rješenja koja imaju najbolji ukupni učinak na okoliš. To može zahtijevati da se za posebne tijekom otpada odstupi od navedene hijerarhije u slučajevima kada se poduzimaju mjere koje imaju najbolji ukupni učinak na okoliš i koje se zasnivaju na razmatranju životnog ciklusa o ukupnim utjecajima pri nastanku i gospodarenju takvim otpadom.



Slika 2. Hijerarhija otpada

Iz područja obuhvata te direktive isključuje se (prema članku 2.) zemljište i/ili tlo (*in situ*), uključujući neiskopano onečišćeno tlo i građevine trajno povezane sa zemljištem. Ujedno se isključuju neonečišćeno tlo i drugi materijali iz prirode iskopani tijekom građevinskih aktivnosti ako je nedvojbeno da će se taj materijal koristiti za građevinske svrhe u svojem prirodnom obliku na lokaciji s koje je iskopan.

U Hrvatskoj se zakonodavstvo o otpadu temelji na europskim direktivama te nacionalnim zakonima i propisima čiji je cilj stvoriti sustav gospodarenja otpadom koji minimizira negativne utjecaje na okoliš, promiče održivo korištenje resursa te osigurava zaštitu zdravlja ljudi i okoliša. Direktiva je u nacionalnome zakonodavstvu u skladnosti sa *Zakonom o gospodarenju otpadom* [11], *Strategijom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske* [12] te *Planom gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2023. – 2028. godine* [13]. *Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2023. – 2028. godine* [13] predstavlja nacionalni krovni planski dokument kojim se sustav gospodarenja otpadom u Hrvatskoj usklađuje s novim ciljevima i politikama Europske unije u području gospodarenja

otpadom te koji definira dugoročne ciljeve i smjernice za upravljanje otpadom na nacionalnoj razini. U dokumentu [13] istaknuto je da se pri sanaciji primjenjuje načelo "onečišćivač plaća". Od 2005. do 2021. ukupno je evidentirano i prati se 317 lokacija službenih odlagališta. Tijekom 2021. otpad se odlagao na 88 odlagališta otpada [14]. Navedeno je da su kao rezultat unaprjeđenja nacionalnog sustava za posebne kategorije otpada porasle količine opasnog otpada. Odgovarajući sustavi i kapaciteti gospodarenja uspostavljeni su za određene kategorije opasnog otpada, ali nije sustavno organizirano gospodarenje opasnim otpadom u cjelini. Opasni se otpad zbog nedovoljno razvijene infrastrukture uglavnom izvozi iz Hrvatske. Dokument unutar točke 5.4. dotiče pitanje opasnog otpada i crnih točaka: *Procjene razvoja tijekom otpada za opasni otpad izrađuju se u okviru projekta koji je u tijeku, a koji će rezultirati izradom studije izvedivosti postojećih i potrebnih kapaciteta za obradu opasnog otpada i studija za identifikaciju novih lokacija onečišćenih opasnim otpadom (>crne točke<)*. Planom [13] identificirano je samo osam tzv. crnih točaka (lokacije u okolišu visokopterećene otpadom koji je zaostao nakon dugotrajnoga neprimjerenoga gospodarenja proizvodnim /tehnološkim/ otpadom). Planirana je *Studija izvedivosti postojećih i potrebnih kapaciteta za obradu opasnog otpada i studija za identifikaciju novih lokacija onečišćenih opasnim otpadom ("crne točke")*. Kod identifikacije novih crnih točaka planirano je identificirati nove lokacije onečišćene opasnim otpadom na području Republike Hrvatske, odnosno predložiti i razraditi kriterije/mehanizme za identifikaciju novih lokacija onečišćenih opasnim otpadom i prema stupnju rizika odrediti listu prioriteta crnih točaka za sanaciju. Radi ostvarivanja 11. cilja iz spomenutog plana (*Sanirati lokacije onečišćene otpadom*), definirane su tri mjere koje uključuju sanaciju odlagališta neopasnog otpada, sanaciju lokacija onečišćenih opasnim otpadom (crne točke) te sanaciju lokacija onečišćenih uslijed nekontroliranog odbacivanja otpada u okoliš.

Krovni zakonski akt kojim se uređuju sustav gospodarenja otpadom, ciljevi i način gospodarenja otpadom, planski dokumenti u gospodarenju otpadom, nadležnosti i obveze u gospodarenju otpadom, lokacije i građevine za gospodarenje otpadom, djelatnosti gospodarenja otpadom, prekogranični promet otpada, informacijski sustav gospodarenja otpadom te upravni i inspeksijski nadzor nad gospodarenjem otpadom pokriven je zakonom [11]. Zakon se ne primjenjuje na zemljište i/ili tlo (*in situ*), uključujući neiskopano onečišćeno tlo i građevine trajno povezane sa zemljištem te otpad koji nastaje istraživanjem, iskapanjem, obrađivanjem i skladištenjem mineralnih sirovina te radom kamenoloma.

2.3. Onečišćenje tla i voda

Zdrava tla skladište ugljik, bolje apsorbiraju, skladište i filtriraju vodu te osiguravaju hranu. Međutim, tla su podložna degradaciji poput erozije, zbijanja, onečišćenja i gubitka bioraznolikosti, što je rezultat neodrživoga korištenja zemljišta i emisija zagađivača. Istraživanja pokazuju da je 60 – 70 % tla

u Europskoj uniji nezdravo, s oko 2,8 milijuna kontaminiranih lokacija [15]. Hrvatska, ali ni Europska unija, nemaju dovoljno precizan pravni okvir u pogledu zaštite tla. Direktiva situaciju nedostatnoga pravnog okvira uređuje usmjeravajući pravila za uporabu zemljišta prema naravi tog područja, uzimajući u obzir njegov očekivani razvoj. U Hrvatskoj zaštita tla djelomično je adresirana u *Zakonu o zaštiti okoliša* [6]. Osim za poljoprivredno zemljište u sklopu *Pravilnika o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja* [16] nisu propisane granične vrijednosti onečišćujućih tvari u tlu u odnosu na način korištenja zemljišta (na primjer, za naselje, industriju, parkove i igrališta i dr.). Zbog nedostatnoga zakonskog okvira i neprovođenja sustavnog prikupljanja podataka o stanju tla i načinu korištenja zemljišta otežano je utvrđivanje promjena u stanju tla te, posljedično, propisivanje konkretnih preventivnih mjera za zaštitu tla i održivo gospodarenje zemljištem. Navedeno je potvrđeno u *Izvešću o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj* [17] te je adresirana potreba bolje regulacije i monitoringa tla. Upravo zbog nedostatka europskog zakonodavstva specifičnog za tlo, a u sklopu *Strategije Europske unije za bioraznolikost do 2030. godine* [18] koja je dio Europskoga zelenog plana [19], Europska komisija predstavila je novu europsku *Strategiju za tlo do 2030.* [20, 21] s ciljem da sva tla u Europskoj uniji budu u zdravome stanju do 2050.

Kako bi se postigli ciljevi definirani *Strategijom za tlo do 2030.*, EU je 5. srpnja 2023. predstavila prijedlog za *Direktivu o praćenju tla i otpornosti tla* [21] koja utvrđuje mjere za praćenje i procjenu zdravlja tla, temeljene na zajedničkoj definiciji zdravog tla, za održivo upravljanje tlima i za rješavanje onečišćenih područja. Predloženi pristup za onečišćena tla, temeljen na procjeni utjecaja (engl. *impact assessment*), omogućit će postavljanje standarda na nacionalnoj razini kako bi se mjere za smanjenje rizika mogle prilagoditi specifičnim uvjetima na lokaciji. Prijedlog će također poboljšati primjenu načela "onečišćivač plaća" i veću društvenu pravednost poticanjem djelovanja koje će koristiti kućanstvima u nepovoljnome položaju, posebno onima koja žive u blizini zagađenih područja. Zahtjevi za identifikaciju, istraživanje, procjenu i sanaciju kontaminiranih lokacija stvorit će nova radna mjesta i dugoročne prilike za zapošljavanje (npr. povećana potražnja za konzultantima za okoliš, geolozima, inženjerima za sanaciju itd.). Nakon što predložena direktiva stupi na snagu, države članice imat će ograničeni vremenski rok da usvoje mjere potrebne za prijenos direktive i o tome obavijeste Komisiju.

Države članice imale bi obvezu nadzirati zdravlje tla u svakome zemljišnom području, uspostavljajući u tu svrhu sve potrebne mjere praćenja i mjerenja tla. Države članice morale bi provoditi mjerenja tla najmanje svakih pet godina te prva mjerenja obaviti unutar četiri godine od stupanja na snagu Direktive. Deskriptori tla popisani Direktivom podijeljeni su u tri kategorije: deskriptori s kriterijima za zdravo stanje tla utvrđenim na razini Europske unije, deskriptori s kriterijima koje su postavile države članice i deskriptori bez kriterija. Države članice mogle bi prilagoditi neke od deskriptora

i kriterija na razini Europske unije na temelju specifičnih nacionalnih ili lokalnih uvjeta. Također bi imali mogućnost postavljati dodatne deskriptore tla i dodatne pokazatelje preuzimanja zemljišta. Svaku prilagodbu ili dodatak treba priopćiti Komisiji. Tlo bi se smatralo zdravim ako vrijednosti za sve deskriptore tla udovoljavaju povezanim kriterijima utvrđenima na razini Europske unije i na razini država članica (načelo *one out, all out*, prema kojemu bi neispunjavanje bilo kojeg od kriterija rezultiralo ocjenom "nezdravo" stanje tla). Za propisane deskriptore u *Aneksu II* dane su i preporučene norme po kojima bi ispitivanje deskriptora trebalo provesti. Direktivom se ističe važnost registra onečišćenih i potencijalno onečišćenih područja, što Povjerenstvu i građanima, nevladinim udrugama i drugim zainteresiranim stranama omogućava praćenje obveza u pogledu onečišćenja tla. Potrebno je istaknuti da je Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine pokrenulo uspostavu *Registra brownfield područja u Republici Hrvatskoj* [22] i ovlastilo županijske zavode za prostorno uređenje za unos podataka o *brownfield* područjima na svom prostoru.

Za svaku identificiranu kontaminiranu lokaciju od država članica zahtijevalo bi se da provedu procjenu rizika specifičnu za lokaciju za trenutačnu i planiranu namjenu zemljišta kako bi se utvrdilo predstavlja li kontaminirana lokacija neprihvatljive rizike za ljudsko zdravlje ili okoliš te poduzele odgovarajuće mjere smanjenja rizika. Države članice utvrđuju posebnu metodologiju za utvrđivanje rizika za onečišćena područja. Definirat će i što predstavlja neprihvatljiv rizik za ljudsko zdravlje i okoliš koji proizlazi iz kontaminiranih područja, uzimajući u obzir postojeće znanstvene spoznaje, načelo predostrožnosti, lokalne specifičnosti te sadašnje i buduće korištenje zemljišta.

Okvirnom direktivom o vodama [23] definirano je sveobuhvatno upravljanje svim vodnim resursima u Europi temeljeno na ekosustavnome pristupu. Vodom se mora upravljati kao cjelinom, pri čemu vodni slivovi trebaju biti povezani s obalnim područjima u koja se ulijevaju. Potrebno je integrirati različite kategorije voda: rijeke, jezera, prijelazne, podzemne i priobalne vode. Upravljanje količinama vode, kemijskim sastavom, fizikalnim uvjetima i bioraznolikošću također se mora promatrati kao njezin integralni dio.

Osnova za utvrđivanje stanja okoliša mora se temeljiti na stručno priznatim kemijskim, fizikalnim i biološkim parametrima. Okolišni cilj "vrlo dobro ekološko stanje" temelji se na znanstvenim pokazateljima te na postojećim i dostupnim prirodno-znanstvenim spoznajama o stanju i razvoju. Za svaku kategoriju vode propis o vodama definira specifične biološke elemente kvalitete, a za svaki element kvalitete svaka država mora definirati mjerne parametre s pripadajućim graničnim vrijednostima za različite klase stanja.

U Hrvatskoj je trenutačno važeća *Uredba o standardu kakvoće voda* [24], koja proizlazi iz prethodno spomenute Direktive. Tom uredbom propisuju se standardi kakvoće za površinske, priobalne i teritorijalne morske vode te za podzemne vode. Ona također definira posebne ciljeve zaštite voda, kriterije

za utvrđivanje tih ciljeva, uvjete za produljenje rokova za njihovo postizanje, elemente za ocjenjivanje stanja voda, monitoring stanja voda te izvještavanje o stanju voda. Uredba obuhvaća normativnu definiciju stanja voda, standarde za ocjenu ekološkog stanja površinskih voda, shematski prikaz klasifikacije stanja površinskih voda, indikativni popis osnovnih onečišćujućih tvari, standarde kakvoće za ocjenu kemijskog stanja površinskih i podzemnih voda, pokazatelje eutrofikacije, procjenu utjecaja ljudskih aktivnosti na stanje rijeka i jezera te utjecaj provedbe mjera za postizanje dobrog stanja.

3. Podloga za nacionalne smjernice za sanaciju onečišćenog područja

3.1. Uvodne napomene

Prije razmatranja sanacije industrijski onečišćenih *brownfield* područja neophodno je istaknuti da se materijali koji su ostali na nekome području nakon industrijske aktivnosti trebaju ponajprije razmatrati kao otpad, a navedeno područje kao onečišćeno.

Prema *Zakonu o gospodarenju otpadom* [11], otpad je svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Programima proširene odgovornosti proizvođača definira se skup mjera koje poduzimaju države članice kako bi osigurale da proizvođači proizvoda snose financijsku odgovornost ili financijsku i organizacijsku odgovornost za gospodarenje fazom otpada u životnome vijeku proizvoda.

Neophodno je klasificirati o kakvom se otpadu radi te kako se s takvim otpadom postupa, a sve prema *Zakonu o gospodarenju otpadom* [11]. S obzirom na to da ne postoje nacionalne smjernice i pravilnici specifični za industrijski onečišćeno tlo, ako otpadni materijal ostaje na lokaciji, s lokacijom se treba postupati kao s odlagalištem otpada, ovisno o kategoriji otpada. Ako se smatra da nastali otpad ima potencijalne primjene u drugim industrijama, potrebno je provesti postupak ukidanja statusa otpada u skladu s *Pravilnikom o ukidanju statusa otpada* [25].

3.2. Prethodne radnje

Prethodne radnje, koje obično obuhvaćaju period od nekoliko godina prije same faze sanacije, ključne su za kvalitetnu provedbu sanacije. Te radnje omogućuju temeljito razumijevanje situacije na onečišćenome području prije početka sanacije. Ispitivanje percepcije problema u javnosti i ankete stanovništva pružaju uvid u razinu svijesti i zabrinutost građana o pitanjima vezanima uz zagađenje i zdravlje. Uspostava suradnje između različitih razina vlasti osigurava koordiniran pristup i podršku za provedbu sanacije. Izrada urbanističkih planova i drugih zakonskih akata stvara pravni okvir za provedbu sanacijskih aktivnosti. Kontinuirani monitoring i laboratorijske analize

pružaju stalne podatke o kvaliteti okoliša, omogućujući praćenje učinkovitosti provedenih mjera sanacije. Sve te aktivnosti zajedno osiguravaju da sanacija bude učinkovita, sigurna i prilagođena potrebama zajednice te zaštitu okoliša. Prethodne radnje uključuju sljedeće postupke:

- ispitivanje javnog mijenja o percepciji problema uzrokovanih *brownfield* područjem (prema ljudskome zdravlju i okolišu)
- anketiranje stanovništva radi utvrđivanja činjenica o uzroku onečišćenja
- uspostavljanje suradnje državne, regionalne i lokalne samouprave na sanaciji područja (ugovaranje prihvata onečišćenog tla u sklopu regionalnog centra za gospodarenje otpadom)
- donošenje urbanističkih planova i drugih zakonskih akata potrebnih za provedbu sanacije
- uspostava kontinuiranog monitoringa u trajanju od minimalno godinu dana, i to redom:
 - mjerenje razina podzemne vode
 - laboratorijska analiza uzorka podzemne vode
 - laboratorijska analiza okolne vode (morske ili jezerske, ako postoji)
 - laboratorijska analiza tkiva postojećih školjkaša te postavljanje uzoraka novih školjkaša i analiza tkiva
- provođenje preliminarnog istraživanja kvalitete tla prema normi [26] kojom se određuju povijesni podaci, tj. nulto stanje o lokaciji i onečišćenju, radi stvaranja konceptualnog modela lokacije s identificiranim prostornim rasporedom onečišćenja:
 - homogena raspodjela
 - heterogena raspodjela s poznatim lokacijama točkastog izvora onečišćenja
 - heterogena raspodjela s nepoznatim lokacijama točkastog izvora onečišćenja
 - heterogena raspodjela bez točkastih izvora onečišćenja
- definiranje strategije uzimanja uzoraka (prosudbeno/sustavno uzorkovanje) za istraživačko ispitivanje za potrebe ocjene stupnja onečišćenja, prema normi [27]
- uzimanje uzoraka s lokacije u sklopu istraživačkog ispitivanja i provedba laboratorijske analize svih deskriptora onečišćenja tla, površinske vode i plinova (za tlo sve prema važećim normama propisanim u *Direktivi o praćenju tla i otpornosti tla* [2] odnosno prema norveškome pravilniku prikazanom u tablici 1.).

3.3. Provedba sanacije

Sanacija se provodi nakon što se izradi plan sanacije u skladu s rezultatima sljedećih prethodnih radnji:

- zoniranje područja prema urbanističkim planovima u cilju faznog provođenja sanacije (veličina zone ne bi trebala biti veća od 25.000 m²)
- određivanje broja uzoraka i strategije uzorkovanja prema normi [28] odnosno normi [29]

Tablica 1. Kategorije stanja onečišćenog tla u odnosu na prihvatljivost za ljudsko zdravlje (koncentracija je izražena u mg/kg s.t.)

Tvar	Kategorija stanja	1	2	3	4	5
		Vrlo dobro	Dobro	Umjereno	Loše	Vrlo loše
Arsen		< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000
Olovo		< 60	60 -100	100-300	300-700	700-2500
Kadmij		< 1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000
Živa		< 1	1-2	2-4	4-10	10-1000
Bakar		< 100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000
Cink		< 200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000
Krom(III)		< 50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000
Krom(VI)		< 2	2-5	5-20	20-80	80-1000
Nikal		< 60	60- 135	135-200	200-1200	1200-2500
ΣPCB7 ²⁾		< 0,01	0,01-0,5	0,5-1	1-5	5-50
DDT ²⁾		< 0,04	0,04-4	4-12	12-30	30-50
ΣPAH16 ²⁾		<2	2-8	8-50	50-150	150-2500
Benzo(a)piren		< 0,1	0,1-0,5	0,5- 5	5 -15	15-100
Alifati C8-C10 ¹⁾		< 10	< 10	10-40	40-50	50-20000
Alifati > C10-C12 ¹⁾		< 50	50- 60	60-130	130-300	300-20000
Alifati > C12-C35		< 100	100-300	300-600	600-2000	2000-20000
DEHP ²⁾		< 2,8	2,8-25	25-40	40-60	60-5000
Dioksini/furani		< 0,00001	0,00001-0,00002	0,00002-0,0001	0,0001-0,00036	0,00036-0,015
Fenol		< 0,1	0,1-4	4-40	40-400	400-25000
Benzen ¹⁾		< 0,01	0,01-0,015	0,015-0,04	0,04-0,05	0,05-1000
Trikloretan		< 0,1	0,1-0,2	0,2-0,6	0,6-0,8	0,8-1000

¹⁾ Za hlapljive tvari, plin će kao put izloženosti dati niske granične vrijednosti za ljudsko zdravlje. Ako plin u zgradama nije relevantan put 1 izloženosti, potrebno je provesti procjenu rizika specifičnu za određenu lokaciju kako bi se izračunali kriteriji prihvatljivosti specifični za određenu 2 lokaciju.

²⁾ Značenja: ΣPCB7 - Ukupni indikativni udio polikloriranih bifenila (ΣPCB7); Ukupni sadržaj policikličkih aromatskih ugljikovodika 3 (ΣPAH16); DDT - diklordifeniltrikloretan; DEHP - di-(2-etilheksil)-ftalat

- u nedostatku hrvatskih pravilnika za određivanje broja uzoraka moguće je dodatno koristiti norveške preporuke TA25532009 *Health-based condition classes for contaminated land* [4], prema tablicama 2. do 4., ovisno o tipu onečišćenja detektiranome prethodnim radnjama
- uzimanje uzoraka s lokacije u sklopu detaljnog ispitivanja prema normi [27] i provedba laboratorijske analize svih

deskriptora onečišćenja tla, površinske vode i plinova (za tlo sve prema važećim normama propisanim u *Direktivi o praćenju tla i otpornosti tla* [2] odnosno prema norveškome pravilniku prikazanome u tablici 1.)

- izrada generalnog plana sanacije čitavog područja na temelju podataka prikupljenih u prethodnim radnjama
- provedba sanacije po zonama.

Tablica 2. Minimalan broj površinskih uzoraka na lokalitetima različitih veličina s raspršenim ili homogenim onečišćenjem

Planirana namjena područja	Veličina lokaliteta [m ²]						Povećanje broja uzoraka na svakih 1000 m ² za površine od 5000 do 10.000 m ²	Povećanje broja uzoraka na 1000 m ² pri > 10.000 m ²
	< 500	1000	2000	3000	4000	5000		
Stambena područja	4	8	10	12	14	16	2	1
Središte grada, uredi i trgovine	4	8	8	10	12	14	2	1
Industrijska i prometna područja	4	8	8	8	10	12	2	1

Tablica 3. Minimalan broj površinskih uzoraka na lokalitetima različitih veličina s točkastim izvorima poznatog položaja

Planirana namjena područja	Veličina lokaliteta [m ²]						Povećanje broja uzoraka na svakih 1000 m ² za površine od 5000 do 10.000 m ²	Povećanje broja uzoraka na 1000 m ² pri > 10.000 m ²
	< 500	1000	2000	3000	4000	5000		
Stambena područja	4	8	12	16	20	24	4	2
Središte grada, uredi i trgovine	4	8	8	12	16	20	4	2
Industrijska i prometna područja	4	8	8	8	12	16	4	2

Tablica 4. Minimalan broj površinskih uzoraka na lokalitetima različitih veličina s točkastim izvorima nepoznatog položaja

Planirana namjena područja	Veličina lokaliteta [m ²]						Povećanje broja uzoraka na svakih 1000 m ² za površine od 5000 do 10.000 m ²	Povećanje broja uzoraka na 1000 m ² pri > 10.000 m ²
	< 500	1000	2000	3000	4000	5000		
Stambena područja	4	8	16	24	32	40	8	4
Središte grada, uredi i trgovine	4	8	14	20	26	32	6	3
Industrijska i prometna područja	4	8	8	12	16	20	4	2

U slučajevima kada se ispituju iznimno veliki lokaliteti (> 100.000 m²), može se odstupati od općeg pravila o povećanju broja uzoraka na 1000 m² iznad 10.000 m². O tome se odlučuje na diskrecijskoj osnovi u svakome pojedinom slučaju.

3.3.1. Postupci sanacije prema norveškim smjernicama

U tablici 5. prikazan je odnos između planirane namjene zemljišta i kategorija stanja na različitim dubinama. Odnos između kategorije stanja i namjene zemljišta takav je da niža kategorija označava niži stupanj onečišćenja tla te da je tlo pogodno za osjetljive namjene zemljišta. Na primjer, zemljište kategorije stanja 2 ili nižeg u gornjemu sloju tla bit će prikladno za stambenu izgradnju, vrtiće i igrališta. S druge strane, zemljišta s kategorijom stanja 3 ili nižom bit će prihvatljiva za gradska središta bez stambenih zgrada, odnosno za područja s ulicama, trgovinama, trgovinama ili uredima.

Norveški inspektorat za kontrolu onečišćenja (NIKO) ocijenio je prikladnim raditi s oznakama površinski sloj i dublji sloj tla. Granica između tih slojeva postavljena je na dubinu od jednog metra. Površinski sloj tla jest zona kultivacije, kopanja za tehničke instalacije i zamjene supstanci. Prvi metar jest taj koji je najvažniji kada je u pitanju čovjekova izloženost. Zato zahtjevi za razine onečišćenja u tome sloju moraju biti stroži nego za tlo ispod njega. U dubljemu tlu, na temelju zdravstvenih procjena, može se dopustiti da tlo ima višu kategoriju stanja, ali se moraju provesti procjene širenja ako postoji opasnost od širenja onečišćenja na okolne primatelje. S tim na umu NIKO je sastavio listu preporučenih namjena područja za kategorije stanja na temelju njihova utjecaja na zdravlje u tablici 5. Kategorije stanja povezane su s namjenom za koju će se područje koristiti, odnosno kada će se na njemu graditi, kopati ili čistiti. Namjena zemljišta podrazumijeva onu namjenu koja proizlazi iz plana razvoja grada odnosno planova općine za buduće korištenje područja.

Tablica 5. Odnos između planirane namjene zemljišta i kategorija stanja na različitim dubinama

Planirana namjena zemljišta	Kategorija stanja površinskog sloja (< 1 m)	Kategorija stanja u dubljem tlu (> 1 m)
Stambena područja	Kategorija stanja 2 ili niža. Zemljište za obrađivanje uz stambenu zgradu i zelene vrtiće: tlo koje se koristi za uzgoj povrća mora zadovoljiti kategoriju stanja 1 za tvari PCB _{sum7'} PAH _{sum16'} , benzo(a)piren, cijanid i heksaklorbenzen.	Kategorija stanja 3 ili niža. Za alifate C8-C10 i C10-C12, benzen i trikloreten može se prihvatiti kategorija stanja 4, ako se u procjeni rizika u pogledu širenja i otplinjavanja može dokumentirati da je rizik prihvatljiv.
Središte grada, uredi i trgovine	Kategorija stanja 3 ili niža	Kategorija stanja 3 ili niža. Kategorija stanja 4 može se prihvatiti ako se u procjeni rizika od širenja može dokumentirati da je rizik prihvatljiv. Kategorija stanja 5 može se prihvatiti ako se procjenom rizika za zdravlje i širenje može dokumentirati da je rizik prihvatljiv.
Industrijska i prometna područja	Kategorija stanja 3 ili niža. Kategorija stanja 4 može se prihvatiti ako se u procjeni rizika od širenja može dokumentirati da je rizik prihvatljiv.	Kategorija stanja 3 ili niža. Kategorija stanja 4 može se prihvatiti ako se u procjeni rizika od širenja može dokumentirati da je rizik prihvatljiv. Kategorija stanja 5 može se prihvatiti ako se procjenom rizika za zdravlje i širenje može dokumentirati da je rizik prihvatljiv.

Tablica 6. Materijal za nasipavanje: namjeravana uporaba i dokazivanje svojstava

MATERIJAL ZA NASIPAVANJE		
Namjeravana uporaba	Dokazivanje neštetnosti za okoliš i zdravlje ljudi	Dokument kojim se dokazuju svojstva
Nasipavanje u skladu s projektom građevine ili tehnički priznatim pravilima struke	Vrijednosti ispitanih parametara moraju biti manje ili jednake граниčnim vrijednostima prikazanim u tablici 8., a ispitivanje provedeno u ovlaštenome laboratoriju.	Izvešće o ispitivanju u skladu s posebnim propisom tijela nadležnog za graditeljstvo izrađeno u skladu sa zahtjevima iz projekta građevine ili tehnički priznatih pravila struke i Izjava o sukladnosti na obrascu iz Dodatka II. Pravilnika
Nasipavanje za izvođenje radova koji se mogu izvoditi bez građevinske dozvole i glavnog projekta u skladu s propisom kojim su propisane jednostavne i druge građevine i radovi	Vrijednosti ispitanih parametara moraju biti manje ili jednake граниčnim vrijednostima prikazanim u tablici 8., a ispitivanje provedeno u ovlaštenome laboratoriju.	Izjava odgovorne osobe da će se tvar ili predmet koristiti u skladu s pravilima struke i da njihova uporaba neće dovesti do znatnih štetnih učinaka na okoliš ili zdravlje ljudi i Ugovor s investitorom o gradnji jednostavnih i drugih građevina ili o izvođenju radova s utvrđenim potrebnim količinama materijala i/ili prijava početka gradnje jednostavnih i drugih građevina /izvođenja radova

Tablica 7. Reciklirani agregat: namjeravana uporaba i dokazivanje svojstava

RECIKLIRANI AGREGAT			
Namjeravana uporaba	Svojstva i bitne značajke	Dokazivanje neštetnosti za okoliš i zdravlje ljudi	Dokument kojim se dokazuju svojstva recikliranog agregata
Agregat za bitumenske mješavine Agregat za nevezane i hidraulički vezane materijale za uporabu u građevinarstvu i cestogradnji Agregati za beton Agregati za mort Agregati za željeznički tucanik Kamena zaštita Reciklirani asfaltni agregati Lagani agregati za beton, mort i mort za zalijevanje Lagani agregati za bitumenske mješavine i površinske obrade te za primjenu u nevezanim i vezanim mješavinama Ostali agregati namijenjeni za uporabu u cestama i drugim inženjerskim građevinama	Prema usklađenim tehničkim specifikacijama* ili <i>Hrvatskim tehničkim specifikacijama**</i>	Dokaz da uporaba recikliranog agregata neće uzrokovati veći rizik u smislu opasnog svojstva od rizika koji postoji kod primjene agregata proizvedenog iz mineralnih nalazišta i vrijednost ispitanih parametara moraju biti manje ili jednake граниčnim vrijednostima prikazanim u tablici 8.	Izjava o svojstvima u skladu s posebnim propisima kojima su uređeni građevni proizvodi i pripadajuća izvješća koja potvrđuju da uzorak građevnog materijala nastao uporabom otpada ključnih brojeva iz tablica 3.1 i/ili 3.2. <i>Pravilnika o ukidanju statusa otpada (NN 55/2023) [25]</i> zadovoljava uvjete odgovarajuće norme za namjeravanu uporabu i Izjava o sukladnosti na obrascu iz Dodatka II. Pravilnika [25]
Za uporabu u skladu s projektom građevine	Prema zahtjevima iz projekta građevine	Dokaz da uporaba recikliranog agregata neće uzrokovati veći rizik u smislu opasnog svojstva od rizika koji postoji kod primjene agregata proizvedenog iz mineralnih nalazišta	Izvešće o ispitivanju u skladu s posebnim propisom tijela nadležnog za graditeljstvo i Izjava o sukladnosti na obrascu iz Dodatka II. Pravilnika [25]
* Izraz "usklađene tehničke specifikacije" ima značenje definirano posebnim propisom koji uređuje utvrđivanje usklađenih uvjeta za stavljanje na tržište građevnih proizvoda (znači usklađene norme i europski dokument za usklađivanje); ** Izraz "Hrvatske tehničke specifikacije" ima značenje definirano posebnim propisom kojim su uređeni građevni proizvodi u neusklađenom području (znači tehnički propis, hrvatska norma na koju upućuje tehnički propis i hrvatski dokument za ocjenjivanje).			

3.4. Postupak uporabe otpada u građevinarstvu

Ako se dokaže da se radi o inertnome otpadu koji bi mogao naći primjenu u nekim drugim industrijama, na primjer, u građevinarstvu, neophodno je poštovati *Pravilnik o ukidanju statusa otpada [25]*. U *Pravilniku* su propisani posebni kriteriji za ukidanje statusa otpada, uključujući tehničke i ekološke kriterije u slučaju korištenja otpada kao recikliranog agregata i/

ili kao materijala za nasipavanje. Pravilnik propisuje pojedinosti posebnih kriterija za ukidanje statusa otpada za određenu tvar ili predmet, način provedbe propisa Europske unije kojima se utvrđuju kriteriji za ukidanje statusa pojedine vrste otpada, izvješće proizvođača o ukidanju statusa otpada, sadržaj izjave o sukladnosti proizvođača tvari ili predmeta upisanog u Očevidnik za ukidanje statusa otpada. U *Dodatku I. Pravilnika* dani su posebni kriteriji za ukidanje statusa otpada. Definirani su kriteriji

za reciklirani agregat i materijal za nasipavanje, uključujući vrstu otpada koja ulazi u postupak uporabe za proizvodnju recikliranog agregata i proizvodnju materijala za nasipavanje, kriterije za postupak uporabe te kriterije kvalitete kojima mora udovoljavati reciklirani agregat i materijal za nasipavanje nakon provedenog postupka uporabe otpada, i dopuštene namjene korištenja recikliranog agregata i materijala za nasipavanje nastalih ukidanjem statusa otpada (tablica 6. i tablica 7.).

Potrebno je istaknuti da su u ovome *Pravilniku* navedene granične vrijednosti za parametre eluata/testa izluživanja recikliranog agregata i materijala za nasipavanje te dodatni parametri kojima je potrebno udovoljiti ako se otpad želi koristiti kao novi materijal (tablica 8.).

Tablica 8. Granične vrijednosti parametra eluata/testa izluživanja recikliranog agregata i materijala za nasipavanje (L/S = 10 l/kg označava omjer tekućine i krutine)

Parametar	L/S = 10 [l/kg]
	[mg/kg] suhe tvari
As	0,5
Ba	20
Cd	0,04
Cr ukupno	0,5
Cu	2
Hg	0,01
Mo	0,5
Ni	0,4
Pb	0,5
Sb	0,06
Se	0,1
Zn	4
Klorid	800
Fluorid	10
Sulfat	1000
Fenolni indeks	1
Dodatni parametri koje je potrebno zadovoljiti	Vrijednost [mg/kg]
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksileni)	6
PCB (poliklorirani bifenili, 7 srodnih spojeva)	1
Mineralno ulje (od C10 do C40)	500
PAU (policiklički aromatski ugljikovodici)	10

Analizu eluata potrebno je provesti u skladu s normama [30] i [31], a test izluživanja u skladu s normom [32].

Oporabljene otpadu može se ukinuti status otpada i upotrebljavati ga se kao reciklirani agregat, odnosno materijal za nasipavanje, ako se izvješćem o ispitivanju provedenim u skladu s posebnim propisom tijela nadležnog za graditeljstvo

dokaže udovoljavanje zahtjevima iz projekta ili usklađenost s tehnički priznatim pravilima struke. Također, oporabljene otpadu može se ukinuti status otpada ako su vrijednosti parametara eluata ili testa izluživanja manje ili jednake graničnim vrijednostima prikazanim u tablici 8.

Oporabljene otpadu može se ukinuti status otpada i može se koristiti kao reciklirani agregat ako su provedene radnje ocjenjivanja i provjere stalnosti svojstava prema usklađenim tehničkim specifikacijama ili hrvatskim tehničkim specifikacijama te je za iste izdana izjava o svojstvima u skladu s posebnim propisima kojima su uređeni građevni proizvodi i provedena analiza koja dokazuje da uporaba recikliranog agregata neće uzrokovati veći rizik u smislu opasnog svojstva od rizika koji postoji kod primjene agregata proizvedenog iz mineralnih nalazišta. Tek nakon što je prema *Pravilniku o ukidanju statusa otpada* dokazano da otpadni materijal udovoljava svim tehničkim i ekološkim kriterijima, mogu se razmatrati ukidanje statusa otpada i mogućnost korištenja materijala.

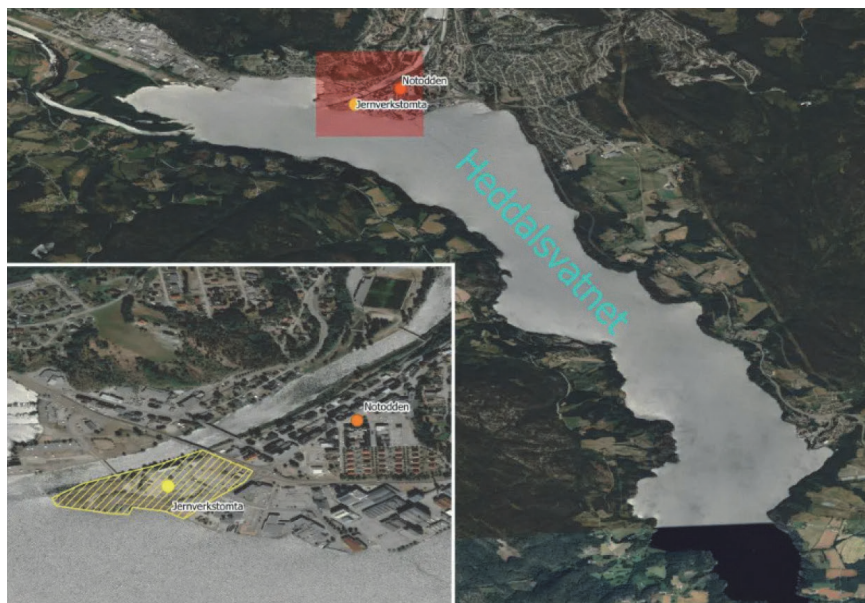
U skladu sa zakonskim odredbama za postupanje s tvari ili predmetom kao nusproizvodom potrebno je:

- sklopiti ugovor između posjednika tvari ili predmeta za koju se traži upis u Očevidnik nusproizvoda i budućega korisnika te tvari ili predmeta (na primjer, s gospodarskim subjektom iz građevinske industrije)
- izraditi specifikaciju budućega korisnika tvari ili predmeta za koju se traži upis u Očevidnik nusproizvoda (na primjer, specificirati svojstva ili zahtjeve kojima udovoljava tvar koja se smatra prikladnim za korištenje u određenu svrhu), pri čemu je potrebno uzeti u obzir i tehničke i ekološke specifikacije
- dokazati da tvar ili predmet za koju se traži upis u Očevidnik nusproizvoda udovoljava priloženoj specifikaciji
- podnijeti zahtjev za upis u Očevidnik nusproizvoda
- ishoditi potvrdu o upisu u Očevidnik nusproizvoda.

4. Primjer dobre norveške prakse – sanacija željezare Notodden

4.1. Opis lokacije i onečišćenja

Približno 90 kilometara istočno od Osla, uz jezero Heddalsvatnet nalazi se grad Notodden s približno 12.000 stanovnika (slika 3). Krajnji jugoistok Notoddena naziva Jernverkstomta prostor je bivše željezare, a čini površinu od 50.000 m² neposredno uz rijeku Tinnelvu, koja se priljeva u Heddalsvatnet. Danas se koristi kao privremeno skladište za građevni otpad i parkiralište, dok je jedan dio vrlo uspješno saniran i koristi se za stanovanje. Povijesne karte iz 1904. i 1910. ukazuju na to da je velik južni dio Jernverkstomta bio potopljen. Također se vidi otočić odmah uz rijeku Tinnelvu, čiji je kanal koji je tvorio otočić zatrpan. Područje je iskorišteno početkom 20. stoljeća za izgradnju željezare u vlasništvu *Tinfos Jernverka AS*, koja je proizvodila sirovo željezo do 1927. Nakon toga je preusmjerena na proizvodnju ferolegura (ferosilicij i ferogrom) te legura silicijeva mangana. Godine 1963.



Slika 3. Smještaj brownfield područja Nottoden u Norveškoj [33]

ugrađeni su uređaji za plinsko pranje peći, a 1974. uvedeno je i pročišćavanje otpadnih voda. *Tinfos Jernverk AS* posjedovao je i tvornicu kalcijeva karbida (*Notodden Calciumkarbidfabrikk*), koja se nalazila istočno od *Jernverkstomta*, a radila je od 1900. do 1952. Željezara je zatvorena 1986., a za njom su zaostali nusproizvodi proizvodnje željeza, ferolegura i karbida [33].

4.2. Sanacija

Temeljni problemi 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 počelo se s uklanjanjem industrijskog onečišćenja iz područja odgovornosti lokalne samouprave. Zahvaljujući *Norveškoj upravi za kontrolu onečišćenja* kao središnjemu nadzornom tijelu, *Norveškome institutu za javno zdravstvo* kao stručnome centru utemeljenome na istraživanju, *Norveškome zakonu o onečišćenju* [34] i *Zakonu o zdravstvenim i socijalnim uslugama* [35] postalo je moguće nositi se s tim složenim ekološkim i zdravstvenim problemima na profesionalnoj razini.

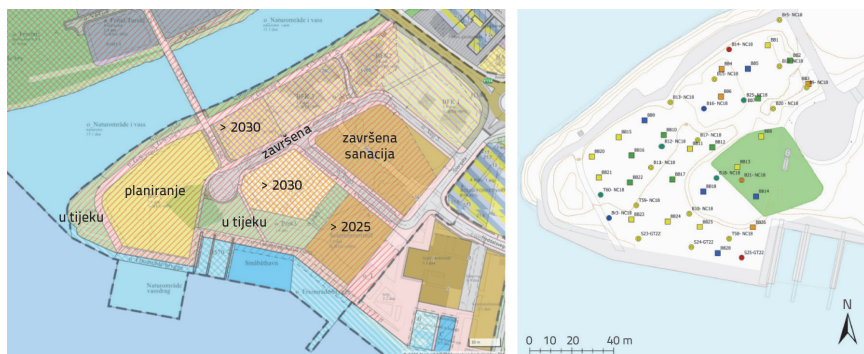
Sanacija područja željezare u Notodden započeta je 2000. ugovorom sklopljenim između tvrtke *TinfosAS* i Općine Notodden, a 2008. odgovornost za sanaciju preuzela je tvrtka *Eramet*, koja je ujedno otkupila onečišćeno zemljište.

Do danas je sanirano oko 25 % ukupne površine, na kojemu su izgrađeni poslovno-stambeni objekti (slika 4.), a u tijeku je sanacija još približno 50 % površina. Završetak sanacije cijelog područja planiran je do 2030. [33].

U geološkome smislu područje sadržava riječne nanose, ponajprije pijesak, šljunak i oblutke. Nasip na osnovnoj geološkoj podlozi sastoji se od ostataka proizvodnje: pepela, betona, cigle i otpada. Tijekom iskopavanja probnih jama uočeni su ostaci betonskih podova i konstrukcija u tlu koji su preostali nakon rušenja objekta. Mjerenjem je utvrđena razina podzemne vode na oko 5-6 m ispod terena. Obradom uzoraka tla uočena je visoka kontaminacija PAH-a i nekih teških metala u tlu (na primjer, Ba, Cu Zn, Cd), dok je niska razina kontaminacije zabilježena u podzemnim vodama, što je vjerojatno uzrokovano konstantnim tokom podzemne vode pod djelovanjem rijeke Tinnelve.



Slika 4. Sanirano brownfield područje Nottoden u Norveškoj [33]



Slika 5. Primjer zoniranja područja prema urbanističkim planovima u cilju faznog izvođenja sanacije (lijevo) i pozicije uzimanja uzoraka tla na području zone željezare koja je u postupku sanacijskog planiranja (desno) [36]

U sklopu sanacijskog programa uzeti su uzorci s različitih točrtnih pozicija te s više dubina te su na njima provedena laboratorijska ispitivanja, a uzorci su klasificirani prema tablici 1. u kategorije stanja od vrlo dobrog do vrlo lošeg (slika 5.). Do danas je s lokacije uklonjeno oko 34.000 tona kontaminiranog tla klasificiranog u kategorije 4 i 5 koje je zbrinuto na odlagalištu u Nooddenu. Ukupan trošak sanacije do danas iznosio je 1,82 milijuna eura. U budućnosti se procjenjuje potreba za iskopom dodatnih 70.000 tona, a trošak je procijenjen na 3,04 milijuna eura.

5. Zaključak

Jedan od ključnih problema u Hrvatskoj jest nedostatak centara za zbrinjavanje većih količina vrlo onečišćenog tla, na primjer kategorije 4 i/ili 5 iz tablice 1., koje ne bi smjele biti smještene u blizini ljudi ni općenito u okolišu zbog svoje izrazite štetnosti. Jedina mogućnost zbrinjavanja takvog tla, u sadašnjim okolnostima, jest plombiranje na lokaciji nastanka onečišćenja (u vodonepropusne betonske spremnike i sl.) ili izvoz u zemlje koje imaju takve sustave (npr. norveška tvrtka NOAH). Hrvatska se u ovome trenutku nalazi na samome početku rješavanja vrlo složenog problema sanacije *brownfield* područja te joj predstoji dug put dok se ne uspostavi učinkovit

sustav. Direktiva o tlu djelomično pruža smjernice te bi zato kroz nacionalnu legislativu koja se temelji na toj direktivi trebalo dodatno urediti sanaciju *brownfield* područja. Zahtijeva se veća koordiniranost različitih struka na razini države radi donošenja zakonodavnog okvira, stručnih smjernica, preporuka te normi vezanih uz sanaciju *brownfield* područja. Paralelno je potrebno poticati (poreznim olakšicama i subvencijama) interes privatnih tvrtki u području sanacije onečišćujućih područja (uključujući i *brownfield* područja), a vezano uz izradu sanacijskih planova

i inovativnih tehničkih rješenja sanacije te razvoj tehnologija za zbrinjavanje onečišćenog tla. Također je potrebno poticati znanstvene institucije i fakultete na razvoj novih znanja i tehnologija u području sanacije kroz financiranje posebnih znanstvenih programa i kampanja (na primjer, preko Hrvatske zaklade za znanost, Hamag Bicro i sl.).

Zahvala

Ovaj rad nastao je na temelju istraživanja provedenih u sklopu bilateralne inicijative *Strategije cjelovitog oporavka obalnih brownfield područja* (2023. – 2024.), koja je financirana u sklopu Fonda za bilateralne odnose EGP i Norveškoga financijskog mehanizma za razdoblje 2014. – 2021. Autori zahvaljuju svim norveškim suradnicima na inicijativi, posebno sljedećim suradnicima i tvrtkama koji su dopustili prijenos znanja i iskustva na Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: Kajsi Onshuus, *GrunnTeknikku AS, Norway*, Olavu Bergetu i Janne Vaeringstad, *Notodden Municipalityju*, Kristoferu Larsenu i Haakonu Ruiju te *NOAH Norwayju*. Posebnu zahvalu upućujemo profesoru Lasseu Berntzenu s University of South-Eastern Norway – USN, koji je omogućio povezivanje s norveškim industrijskim predstavnicima te bio domaćin hrvatskim partnerima tijekom njihova boravka u Norveškoj.

LITERATURA

- [1] Matković, I., Jakovčić, M.: Brownfield prostori i njihova regeneracija; Definicije i pristupi, *Prostor* : znanstveni časopis za arhitekturu i urbanizam, 27 (2019) 2.
- [2] Europska komisija: Prijedlog Direktive Europskog parlamenta i Vijeća o praćenju i otpornosti tla (Akt o praćenju tla) (Soil Monitoring Law), COM(2023) 416 final 2023/0232(COD); https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2024-0138_HR.html
- [3] Projekt Strategije cjelovitog oporavka obalnih brownfield područja (2023.-2024.); Fond za bilateralne odnose EGP i Norveškoga financijskog mehanizma za razdoblje 2014.-2021.; <https://cbr.grad.hr/hr/>
- [4] TA25532009 Health-based condition classes for contaminated land (Kategorije stanja onečišćenog tla na temelju njihovog utjecaja na zdravlje), na norveškom i hrvatskom <https://cbr.grad.hr/hr/norwegian-regulations>
- [5] Europski parlament i Vijeće Europske unije: Direktiva 2004/35/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 21. travnja 2004. o odgovornosti za okoliš u pogledu sprečavanja i otklanjanja štete u okolišu
- [6] Hrvatski sabor: Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
- [7] Vlada Republike Hrvatske: Uredba o odgovornosti za štete u okolišu (NN 31/17, 50/20)

- [8] Vlada Republike Hrvatske: Uredba o načinu utvrđivanja šteta u okolišu (NN 139/08)
- [9] Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva: Pravilnik o mjerama otklanjanja šteta u okolišu i sanacijskim programima (NN145/08)
- [10] Europski parlament, Vijeće Europske unije: Direktiva (EU) 2018/851 Europskog parlamenta i Vijeća od 30. svibnja 2018. o izmjeni Direktive 2008/98/EZ o otpadu
- [11] Hrvatski sabor: Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23)
- [12] Hrvatski sabor: Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/2005)
- [13] Vlada Republike Hrvatske: Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2023. - 2028. godine, NN 84/2023, https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_07_84_1334.html
- [14] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja: Pregled podataka o odlaganju i odlagalištima otpada za 2022. godinu, <https://isgoportal.mingor.hr/hr/nacionalna-izvjesca>
- [15] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Veerman, C., Pinto Correia, T., Bastioli, C., et al., Caring for soil is caring for life, Ensure 75 % of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate : report of the Mission board for Soil health and food, Publications Office, 2020, <https://data.europa.eu/doi/10.2777/821504>; EU project Achieving Remediation And Governing Restoration of contaminated soils; now <https://aragorn-horizon.eu/>
- [16] Ministarstvo poljoprivrede: Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/19)
- [17] Vlada Republike Hrvatske: Izvješću o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2013. do 2016., 2019, https://mingo.gov.hr/UserDocsImages/GLAVNO%20TAJNI%20C5%A0TVO/Strategija,%20planovi%20i%20ostali%20dokumenti/IZVJ_OKOLIS_2013-2016.pdf
- [18] Europska komisija: Strategija EU-a za bioraznolikost do 2030., COM(2020) 380 final
- [19] https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/delivering-european-green-deal_hr
- [20] Directorate-General for Environment: EU soil strategy for 2030, https://environment.ec.europa.eu/publications/eu-soil-strategy-2030_en
- [21] Europska komisija: Prijedlog Direktive Europskog parlamenta i Vijeća o praćenju i otpornosti tla (Akt o praćenju tla) (Soil Monitoring Law), COM(2023) 416 final 2023/0232(COD)
- [22] Informacijski sustav prostornog uređenja, <https://ispu.mgipu.hr/> (pristupljeno: 11. studenog 2024. godine).
- [23] European Parliament and of the Council European Union: Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, Official Journal L 327 , 22/12/2000 P. 0001 - 0073
- [24] Vlada Republike Hrvatske: Uredba o standardu kakvoće voda NN 96/2019, NN 20/2023
- [25] Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja: Pravilnik o ukidanju statusa otpada (NN 55/2023)
- [26] Hrvatski zavod za norme: HRN ISO 18400-202:2019 Kvaliteta tla - Uzorkovanje - 202. dio: Preliminarna istraživanja
- [27] Hrvatski zavod za norme: HRN ISO 18400-203:2019 Kvaliteta tla - Uzorkovanje - 203. dio: Istraživanje potencijalno onečišćenih lokacija
- [28] Hrvatski zavod za norme: HRN ISO 18400-104:2019 Kvaliteta tla - Uzorkovanje - 104. dio: Strategije
- [29] Hrvatski zavod za norme: HRN EN 14899:2007 Karakterizacija otpada - Uzorkovanje otpadnih materijala - Okvir za pripremu i primjenu plana uzorkovanja
- [30] Hrvatski zavod za norme: HRN CEN/TR 16192:2020 Otpad - Upute za analize eluata
- [31] Hrvatski zavod za norme: HRN EN 14039 Karakterizacija otpada - Određivanje sadržaja ugljikovodika od C10 do C40 plinskom kromatografijom
- [32] Hrvatski zavod za norme: HRN EN 12457 - 4 Karakterizacija otpada - Izluživanje - Provjera izluživanja zrnatoga otpadnog materijala i muljeva - 4. dio
- [33] Berget, O., Væringstad, J.: Polluted areas form the perspective of local administration (Notodden municipality); presentation at the case study Coastal brownfield remediation, 2023, Dugi Rat
- [34] Lov om vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven); <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6>
- [35] Lov om kommunale helse- og omsorgstjenester m.m. (helse- og omsorgstjenesteloven); <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2011-06-24-30>
- [36] Onshuus, K.: Experiences in remediation of the former ironworks in Nottoden (Norway), presentation at the case study Coastal brownfield remediation, 2023, Dugi Rat