



**STRUČNI IZVJEŠTAJ O ISPITIVANJU ZEMLJIŠTA
PODRUČJE DEPONIJ E UBORAK – MOSTAR**

Rezultati terenskih i laboratorijskih istraživanja,
i preporuke za daljnji monitoring

Sarajevo, Septembar 2026.





Sadržaj

1. UVOD	3
2. OSNOV ZA ISTRAŽIVANJE I KARAKTER INCIDENTA	4
3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA	10
4. PLAN ISTRAŽIVANJA NAKON POŽARA.....	11
5. METOD RADA I PRAVNI OKVIR	14
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	18
7. ZAKLJUČCI	28
8. PREPORUKE	28





1. UVOD

Požar na Regionalnoj deponiji komunalnog otpada Uborak kod Mostara, koji je izbio u junu 2026. godine, predstavlja događaj od posebnog značaja sa aspekta zaštite zemljišta, voda, zraka i zdravlja stanovništva, imajući u vidu dugogodišnju upotrebu lokacije, količinu i heterogenost odloženog otpada, prostorni položaj deponije u odnosu na naseljena područja i poljoprivredne površine, kao i mogućnost nastanka i širenja produkata nepotpunog sagorijevanja.

U slučaju požara na komunalnim deponijama, potencijalni okolišni rizik ne proizlazi samo iz neposrednog djelovanja plamena i visoke temperature, već i iz emisije dima, lebdećih čestica, pepela i čađi, kao i iz nastanka i transporta različitih organskih i neorganskih zagađujućih materija. U zavisnosti od sastava otpada, temperature i trajanja sagorijevanja, meteoroloških uslova i karakteristika terena, među potencijalno značajnim kontaminantima mogu se pojaviti teški metali i drugi potencijalno toksični elementi, policiklički aromatski ugljikovodici (PAH), polihlorirani bifenili (PCB), dioksini i furani (PCDD/F), hlapivi organski spojevi (VOC), mineralna ulja i drugi produkti termičke razgradnje. Dio ovih materija može biti transportovan atmosferom i nakon taloženja dospjeti na površinu zemljišta, vegetaciju, poljoprivredne usjeve, otvorene vodene površine i druge receptore.

Poseban značaj u procjeni posljedica požara ima činjenica da se potencijalno zagađenje zemljišta ne mora nužno manifestovati samo neposredno uz granice požarišta. Depozicija čestica zavisi od smjera i brzine vjetrova, stabilnosti atmosfere, konfiguracije terena, visine i temperature dimnog oblaka, trajanja požara i drugih meteoroloških parametara. Zbog toga procjena uticaja požara mora obuhvatiti zonu neposrednog požarišta, ali i šire područje potencijalnog atmosferskog transporta i depozicije.

U sklopu Stručnog programa ispitivanja zemljišta nakon požara na deponiji Uborak urađenog od strane Federalnog zavoda za agropedologiju i proslijeđenog svim zainteresovanim stranama, naglašeno je da se uzorkovanje ne provodi dok je požar aktivan, već nakon potpunog gašenja, uz praćenje smjera i promjena vjetrova i uključivanje relevantnih informacija Civilne zaštite i Federalnog hidrometeorološkog zavoda.

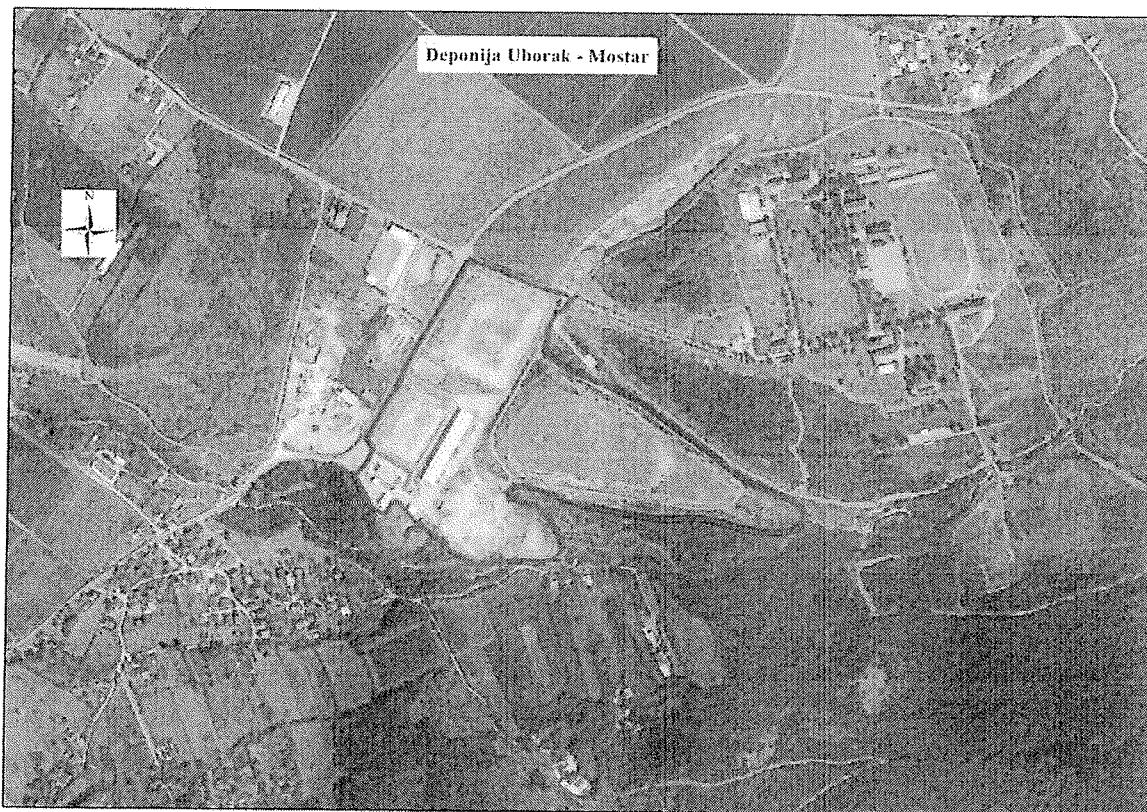
Ovaj izvještaj zato nije koncipiran samo kao prikaz laboratorijskih rezultata već kao cjelina koja povezuje početni plan istraživanja sa rezultatima prve serije analiza i definiše osnovu za nastavak monitoringa. U prvoj fazi predviđen je terenski obilazak, GIS kartiranje zahvaćenog područja, određivanje smjerova širenja dima i identifikacija zona visokog, srednjeg i niskog rizika. Planom je predviđeno uzorkovanje površinskog sloja zemljišta 0–10 cm.

Dostavljeni rezultati obuhvataju 30 uzoraka zemljišta uzetih unutar utvrđene zone eventualnog uticaja požara na zemljišta i kontrolni uzorak uzet na lokalitetu koji se nalazi izvan uticaja požara, uz određivanje osnovnih svojstava zemljišta, teških metala i potencijalno toksičnih elemenata, TPH, PAH, PCB i odabranih organohlorinih pesticida. Rezultati su interpretirani prema Pravilniku o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih tvari u zemljištu i metode njihovog ispitivanja („Službene novine Federacije BiH“, broj 96/22), uz





uvažavanje činjenice da se granične vrijednosti za teške metale vezuju za teksturu zemljišta i dodatne parametre poput pH, humusa i sadržaja karbonata.



Slika 1. Deponija Uborak - Mostar

2. OSNOV ZA ISTRAŽIVANJE I KARAKTER INCIDENTA

Povodom požara na komunalnoj deponiji Uborak kod Mostara, te zaprimljenog zahtjeva od strane Civilne zaštite Grada Mostara, Federalni zavod za agropedologiju u svojoj informaciji predlaže da se provede sistemsko i stručno ispitivanje zemljišta kako bi se utvrdilo da li je došlo do kontaminacije štetnim materijama i u kojem obimu, kao i postoji li rizik za oštećenje poljoprivrednog zemljišta, podzemnih i nadzemnih voda kao i eventualnog uticaja na zdravlje stanovništva.

2.1. Istorijski razvoj lokacije Uborak

Lokacija Uborak ima višedecenijsku historiju odlaganja otpada. Prema dostupnim podacima, gradska deponija na lokalitetu Uborak formirana je oko 1960. godine, u periodu kada je Mostar imao znatno manji broj stanovnika i kada su količine i sastav komunalnog otpada bili bitno drugačiji od današnjih. Prema dostupnim historijskim podacima, početna namjena lokacije bila je odlaganje otpada za potrebe tadašnjeg grada, dok je tokom narednih decenija





rast stanovništva, industrijalizacija i urbanizacija Mostara dovela do kontinuiranog povećanja količine otpada koji se odlagao na lokaciji.

Prema podacima iz prostorno-planske dokumentacije, stari dio deponije imao je specifičan razvojni put. Lokaciju je u početnom periodu koristila vojska, a od 1980. godine omogućeno je odlaganje komunalnog čvrstog otpada iz Mostara. Stari dio deponije je potom proširivan i koristio se bez savremenih sistema hidroizolacije i kontrole karakterističnih za moderne sanitarne deponije. Privremeno zatvaranje starog dijela deponije evidentirano je 1991. godine, nakon čega su pokretane aktivnosti usmjerene ka njegovoj sanaciji.

Tokom razvoja lokacije došlo je do značajnog povećanja količina odloženog otpada, kao i do promjene karaktera otpada. Za razliku od ranijih perioda, kada je u komunalnom otpadu dominirao biorazgradivi i organski materijal, tokom kasnijih decenija povećavao se udio plastike, ambalaže, sintetičkih materijala, tekstila, metala, elektronskog i drugog otpada. Ovakva heterogenost otpada značajna je za procjenu ponašanja deponije tokom požara, jer različite komponente otpada imaju različite temperature paljenja i sagorijevanja i mogu dovesti do nastanka različitih produkata termičke razgradnje.

Početkom 2000-ih pokrenute su aktivnosti na modernizaciji sistema upravljanja otpadom u Mostaru. Uborak je uključen u projekte razvoja regionalnog sistema upravljanja komunalnim otpadom, uz značajno finansijsko učešće međunarodnih institucija. Prema dokumentima koji se odnose na razvoj regionalnih deponija u Federaciji BiH, za Regionalnu deponiju Uborak izdvojeno je približno 3,75 miliona eura kroz projekte finansirane kreditnim i drugim sredstvima, a lokacija je razvijana kao regionalna sanitarna deponija.

U dostupnoj dokumentaciji navodi se da je deponija Uborak sredstvima Svjetske banke od 2009. godine preuređivana u sanitarni tip odlagališta, što je predstavljalo značajan korak u unapređenju sistema upravljanja otpadom i zaštite okoliša. Istovremeno, na lokaciji i dalje postoji historijski, odnosno stari dio deponije, što je od posebnog značaja za procjenu dugoročnog okolišnog opterećenja lokacije.

2.2. Rast kapaciteta i dugogodišnje opterećenje deponije

Razvoj deponije Uborak potrebno je posmatrati u kontekstu kontinuiranog povećanja količina otpada i produžavanja perioda korištenja lokacije. Planska dokumentacija iz različitih perioda ukazuje na to da je kapacitet deponije u više navrata dostizao ili približavao se granicama predviđenog kapaciteta, zbog čega su planirane nove plohe, fazno proširenje i produženje vijeka korištenja.

Prostorna osnova Hercegovačko-neretvanskog kantona navodi da je u jednom periodu raspoloživi kapacitet iznosio približno 35.000 m³, uz procjenu da bi postojeći kapacitet mogao omogućiti rad još približno dvije godine, dok bi planirano proširenje omogućilo korištenje lokacije za narednih približno 30 godina. U istoj dokumentaciji navodi se prosječna godišnja količina od oko 24.000 tona dovezenog i deponovanog otpada, kao i planirano fazno širenje deponije.

Kasniji Plan prilagođavanja upravljanja otpadom za Regionalnu deponiju Uborak–Buđevci ukazuje na dodatno povećanje opterećenja. U dokumentu se navodi da je postojeći fizički





kapacitet bio praktično dostigao maksimum, pri čemu je prva ploha već bila popunjena, dok je druga bila u procesu korištenja. Za period 2021–2026. godine procijenjena je potreba za dodatnim kapacitetom od približno 272.189 m³, uz razmatranje novih lokacija za buduće proširenje. U istom dokumentu navodi se i mjesečni prijem otpada od približno 4.000 tona.

Navedeni podaci ukazuju da je Uborak tokom dugog perioda bio izložen kontinuiranom unosu velikih količina materijala različitog sastava. Zbog toga se u okviru procjene posljedica požara mora razlikovati novo zagađenje nastalo tokom požara od potencijalno postojećeg, historijski akumuliranog opterećenja zemljišta i drugih sastavnica okoliša.

Ova razlika je posebno važna za interpretaciju rezultata analiza zemljišta. Povišene koncentracije pojedinih elemenata ili organskih polutanata nakon požara ne mogu se automatski pripisati isključivo požaru iz 2026. godine. Za pouzdanu procjenu doprinosa konkretnog požara potrebno je rezultate posmatrati u odnosu na kontrolne uzorke, prirodne i lokalne referentne vrijednosti, prethodna mjerenja ukoliko postoje, karakteristike zemljišta i prostorni obrazac distribucije kontaminanata.

2.3. Požar na deponiji Uborak u junu 2026. godine

Poseban dio ovog istraživanja odnosi se na veliki požar koji je izbio na deponiji Uborak 22.06.2026. godine. Prema službenoj objavi Grada Mostara, požar je zahvatio lokalitet odlagališta krutog otpada, pri čemu su zbog gorenja materijala u dubljim slojevima deponije nastali gust dim i intenzivni neugodni mirisi, a dim se širio prema širem području Mostara, naročito prema sjevernim naseljima Mostara. U gašenju su učestvovala Profesionalna vatrogasna postrojba Mostar, zračne snage sa avionom tipa air-tractor, kao i Oružane snage BiH sa ljudstvom i cisternama.

Požar je prijavljen 22.06.2026. godine u jutarnjim satima, a već narednog dana objavljeno je da je stavljen pod kontrolu, iako je zbog karakteristika dubinskog gorenja bilo potrebno nastaviti aktivnosti gašenja i nadzora.

Značaj ovog događaja dodatno je povećan činjenicom da je požar zahvatio i infrastrukturne objekte na lokaciji, uključujući postrojenje za sortiranje otpada. Krajem juna 2026. godine Grad Mostar je saopćio da je požar stavljen pod kontrolu, ali da se na pojedinim dijelovima i dalje povremeno pojavljuju manja žarišta, te da je potrebno izvršiti uzorkovanje i izraditi stručni elaborat sanacije i plan daljnjih aktivnosti.

Požar nije predstavljao samo kratkotrajni incident vezan za emisiju dima u atmosferu. S obzirom na činjenicu da je dio materijala gorio u dubljim slojevima deponije, moguće je da je proces termičke razgradnje trajao duže vrijeme i da je tokom različitih faza požara dolazilo do promjene sastava emisija. Istovremeno, pepeo i čestice nastale sagorijevanjem ostaju na površini i mogu predstavljati sekundarni izvor zagađenja zemljišta, posebno nakon padavina, kada može doći do ispiranja rastvorljivih komponenti u dublje slojeve zemljišta ili površinske vode.

Federalno ministarstvo okoliša i turizma je 24.06.2026. godine saopćilo da je Vlada Federacije BiH odobrila interventnih 300.000,00 KM za hitne mjere povezane sa posljedicama požara, uključujući gašenje, osiguranje i saniranje požarišta, prevenciju





ponovnog izbijanja požara, stabilizaciju lokaliteta i druge aktivnosti potrebne za sanaciju posljedica.

Prema informacijama Grada Mostara od 06.07.2026. godine, požar je tada ocijenjen kao praktično ugašen, čime su stvoreni uslovi za početak sanacije i procjenu štete. Kao prioriteta su navedeni raščišćavanje požarišta i uklanjanje posljedica požara na postrojenju za sortiranje otpada.

Nakon požara dodatna pažnja mora biti usmjerena na činjenicu da su požari na deponijama potencijalno izvor višestrukih puteva izloženosti okoliša. Atmosferska depozicija predstavlja jedan put kojim čestice i vezani polutanti dopijevaju na zemljište, dok je drugi važan put ispiranje pepela i ostataka sagorijevanja padavinama. Na taj način kontaminanti mogu dospjeti u površinske i podzemne vode ili se vezati za čestice zemljišta i sedimenta.

Zbog navedenog, procjena posljedica požara na Uborku ne treba biti ograničena samo na analizu zemljišta neposredno uz mjesto izgaranja. Potrebno je razmatrati prostorni gradijent potencijalnog uticaja u odnosu na smjer širenja dima i meteorološke uslove tokom trajanja požara.

2.4. Značaj prethodnog i postojećeg opterećenja lokacije

U interpretaciji rezultata istraživanja potrebno je imati u vidu da je Uborak lokacija dugotrajnog odlaganja komunalnog otpada, uključujući historijski period u kojem nisu primjenjivani savremeni sistemi zaštite zemljišta i voda. Zbog toga se eventualna prisutnost povišenih koncentracija pojedinih elemenata i organskih zagađujućih materija ne može automatski pripisati samo požaru iz juna 2026. godine.

Drugim riječima, istraživanje treba razlikovati najmanje tri moguće kategorije uticaja:

1. historijsko opterećenje povezano sa višedecenijskim odlaganjem otpada i prethodnim aktivnostima na lokaciji;
2. uticaj redovnog rada deponije, uključujući emisije prašine, procjedne vode, transport i manipulaciju otpadom;
3. dodatno opterećenje nastalo tokom požara, uključujući emisiju dima, pepela, čestica i produkata termičke razgradnje i njihovu naknadnu depoziciju na okolno zemljište.

Ovakav pristup je posebno važan za pravilnu interpretaciju rezultata 30 analiziranih uzoraka zemljišta i kontrolnog uzorka. Prostorna raspodjela rezultata, razlike između potencijalno zahvaćenih i kontrolne lokacije, kao i odnos koncentracija prema referentnim i zakonskim vrijednostima predstavljaju osnovu za procjenu da li postoji obrazac koji bi mogao biti povezan sa požarom.

2.5. Međunarodna iskustva – požari na deponijama i zagađenje zemljišta

Problem kontaminacije okoliša nakon požara na deponijama prepoznat je i u međunarodnoj naučnoj literaturi. Posebno su značajna istraživanja provedena nakon velikih požara na odlagalištima komunalnog otpada, jer pokazuju da produkti sagorijevanja mogu sadržavati kombinaciju organskih i neorganskih polutanata.





Jedan od značajnijih primjera je veliki požar na deponiji Tagarades u sjevernoj Grčkoj, u kojem je gorjelo približno 50,000 tona komunalnog otpada. Nakon požara analizirani su uzorci zemljišta i vegetacije na području oko deponije. Istraživanje je obuhvatilo PAH, PCB, organohlorne pesticide, uključujući HCH i DDT, kao i elemente u tragovima. Uočene su povišene koncentracije pojedinih grupa polutanata unutar deponije i, u manjoj mjeri, u okolnom zemljištu i vegetaciji. Autori su istovremeno naglasili problem razlikovanja uticaja konkretnog požara od ranijih i drugih antropogenih izvora zagađenja.

Ovaj primjer je posebno relevantan za Uborak jer pokazuje da se kod starih i dugotrajno korištenih deponija ne može jednostavno pretpostaviti da je svaka povišena koncentracija nakon požara posljedica upravo tog događaja. Potrebno je uzeti u obzir prethodno stanje zemljišta i druge potencijalne izvore zagađenja.

Drugi značajan primjer predstavlja istraživanje posljedica požara na ilegalnoj deponiji u Trzebinji u južnoj Poljskoj. Ispitivanja su obuhvatila izgorjeli otpad i zemljište, pri čemu su analizirani brojni PAH spojevi, kao i anorganski parametri uključujući arsen, kadmij, bakar, olovo i cink. Rezultati su pokazali prisustvo kompleksne mješavine organskih i neorganskih kontaminanata u ostacima nakon požara, pri čemu su pojedini PAH spojevi dostizali značajne koncentracije. Autori zaključuju da materijal nastao nakon požara može predstavljati potencijalni rizik za zemljište i vodu te da je potrebno provoditi naknadna istraživanja i mjere kontrole.

Međunarodna iskustva ukazuju na nekoliko važnih karakteristika požara na deponijama:

- sastav emisija zavisi od vrste i starosti otpada;
- nepotpuno sagorijevanje može dovesti do nastanka i emisije PAH, PCB i drugih organskih polutanata;
- spaljivanje materijala koji sadrži hlor može biti povezano sa nastankom PCDD/F;
- pepeo može sadržavati koncentrisane metale i druge potencijalno toksične elemente;
- nakon taloženja pepela i čestica može doći do sekundarnog transporta zagađivača putem padavina;
- efekti požara mogu biti prostorno heterogeni;
- kod starih deponija teško je razdvojiti posljedice novog požara od historijskog zagađenja;
- zbog toga je potrebno provoditi višefazni monitoring, a ne samo jednokratno uzorkovanje.

2.6. Značaj istraživanja zemljišta nakon požara na Uborku

Uzimajući u obzir historiju lokacije, dugogodišnje opterećenje, karakter i količinu odloženog otpada, događaj iz juna 2026. godine i međunarodna iskustva, istraživanje zemljišta nakon požara na deponiji Uborak treba posmatrati kao početnu fazu dugoročnog programa praćenja.





U tom smislu, predmetno istraživanje nije ograničeno samo na utvrđivanje trenutne koncentracije pojedinačnih zagađujućih materija. Njegov cilj je stvaranje početne baze podataka koja će omogućiti prostornu i vremensku procjenu eventualnog uticaja požara, identifikaciju područja povećanog rizika i određivanje prioriteta za dalja istraživanja.

U skladu sa Stručnim programom ispitivanja zemljišta nakon požara na deponiji Uborak, uzorkovanje je planirano nakon potpunog gašenja požara, uz praćenje smjera i promjena vjetra, korištenje relevantnih meteoroloških podataka i informacija Civilne zaštite i Federalnog hidrometeorološkog zavoda. U prvoj fazi predviđen je terenski obilazak, GIS kartiranje zahvaćenog područja, određivanje potencijalnih pravaca širenja dima i identifikacija zona visokog, srednjeg i niskog rizika.

Posebnu pažnju potrebno je posvetiti površinskom sloju zemljišta 0–10 cm, jer se upravo u tom sloju očekuje najveća vjerovatnoća akumulacije čestica i materijala nastalog taloženjem iz atmosfere. Tamo gdje je moguće i metodološki opravdano, istraživanje treba uključiti i uzorkovanje pepela, površinskog sedimenta iz okolnih vodotoka, kao i drugih potencijalnih receptora kontaminacije.

Rezultati prve faze obuhvataju 30 uzoraka zemljišta uzetih unutar utvrđene zone mogućeg uticaja požara i jedan kontrolni uzorak sa lokaliteta izvan očekivanog direktnog uticaja požara. Analize obuhvataju osnovna svojstva zemljišta, teške metale i potencijalno toksične elemente, TPH, PAH, PCB i odabrane organohlorne pesticide.

Rezultate je potrebno interpretirati u skladu sa Pravilnikom o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih tvari u zemljištu i metode njihovog ispitivanja („Službene novine Federacije BiH“, broj 96/22), uzimajući u obzir da se za pojedine elemente, posebno teške metale, dozvoljene vrijednosti i procjena rizika ne mogu posmatrati nezavisno od teksture zemljišta i drugih njegovih svojstava, uključujući pH vrijednost, sadržaj humusa i karbonata.

Konačni cilj istraživanja je da se na osnovu kombinacije laboratorijskih rezultata, terenskih opažanja, GIS analize, meteoroloških podataka i podataka o karakteristikama deponije utvrdi prostorni obrazac mogućeg uticaja požara i definiše osnova za nastavak monitoringa.

Takav pristup omogućava da se eventualne promjene u kvalitetu zemljišta ne posmatraju kao izolovani rezultat jednog uzorkovanja, nego kao dio sistema praćenja koji će omogućiti razlikovanje prirodne varijabilnosti, historijskog opterećenja deponije i mogućeg novog doprinosa zagađenju nastalog požarom u junu 2026. godine.

2.7. Prioritetne grupe potencijalnih zagađivača

U planu istraživanja, na osnovu karakteristika komunalnog otpada, mogućih produkata sagorijevanja i potencijalnih puteva širenja zagađujućih materija, kao prioritetne grupe potencijalnih zagađivača definisani su sljedeći parametri:

- Teški metali i potencijalno toksični elementi: Pb, Cd, Hg, As, Cr, Ni, Cu, Zn, Co i Mn;
- Organski polutanti: policiklički aromatski ugljikovodici (PAH), polihlorirani bifenili (PCB) i ukupni naftni ugljikovodici (TPH);





- Dodatni parametri prema procjeni rizika: PFAS jedinjenja, BTEX, polihlorirani dibenzo-p-dioksini i dibenzofurani (PCDD/PCDF), mikroplastika i nanoplastika, kao i drugi relevantni zagađivači koji se mogu pojaviti u zavisnosti od vrste i sastava otpada zahvaćenog požarom.

Posebno je potrebno naglasiti da Federalni zavod za agropedologiju trenutno ne raspolaže vlastitim laboratorijskim kapacitetima i odgovarajućom analitičkom opremom za određivanje sadržaja PFAS jedinjenja, BTEX jedinjenja, dioksina i furana (PCDD/PCDF), kao ni za pouzdanu kvalitativnu i kvantitativnu analizu mikroplastike i nanoplastike u zemljištu. Navedene analize zahtijevaju specijaliziranu laboratorijsku opremu, specifične metode pripreme uzoraka, visokosenzitivne instrumentalne tehnike i odgovarajuće akreditovane analitičke metode.

Zbog toga navedeni parametri nisu mogli biti uključeni u laboratorijska ispitivanja koja je proveo Federalni zavod za agropedologiju u okviru prve faze istraživanja. Njihovo izostavljanje iz prve serije analiza ne znači da su ovi zagađivači isključeni kao potencijalni rizik, već da za njihovo određivanje treba angažirati specijalizirane, odgovarajuće akreditirane laboratorije koje raspolažu potrebnom opremom i validiranim metodama za analizu konkretnih matriksa (zemljište, pepeo, sediment, voda ili biljni materijal).

Posebno se preporučuje da se PCDD/PCDF, PFAS i BTEX razmatraju u okviru naredne faze istraživanja ukoliko procjena rizika, sastav otpada zahvaćenog požarom, rezultati preliminarne analiza ili meteorološko-prostorna analiza ukažu na opravdanost njihovog ispitivanja. Kod mikroplastike i nanoplastike potrebno je prethodno definisati svrhu istraživanja, matricu, ciljane frakcije i odgovarajuću metodologiju, jer se radi o analitički zahtjevnim parametrima za koje je potrebno osigurati metodološki uporediv pristup.

U tom smislu, prva faza istraživanja predstavlja osnovnu karakterizaciju stanja zemljišta nakon požara, dok se dodatni, specifični parametri mogu uključiti u naredne faze monitoringa kroz saradnju sa referentnim i akreditiranim laboratorijama. Ovakav fazni pristup omogućava racionalno usmjeravanje finansijskih i tehničkih resursa prema parametrima koji su, na osnovu rezultata prve faze i procjene rizika, od najvećeg značaja za zaštitu zemljišta, poljoprivrednih površina, površinskih i podzemnih voda i drugih receptora okoliša.

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Osnovni cilj istraživanja je utvrditi stepen opterećenosti zemljišta u području oko deponije Uborak prioritentnim neorganskim i organskim zagađujućim materijama, identifikovati tačke i parametre sa prekoračenjima i uspostaviti osnovu za prostorno razgraničenje, procjenu rizika i dugoročni monitoring.

- procijeniti sadržaj teških metala i potencijalno toksičnih elemenata;
- utvrditi sadržaj TPH, PAH, PCB i organohlorinih pesticida;
- uporediti rezultate sa graničnim vrijednostima Pravilnika FBiH 96/22;
- posebno analizirati pojedinačna PAH jedinjenja i ukupni PAH;

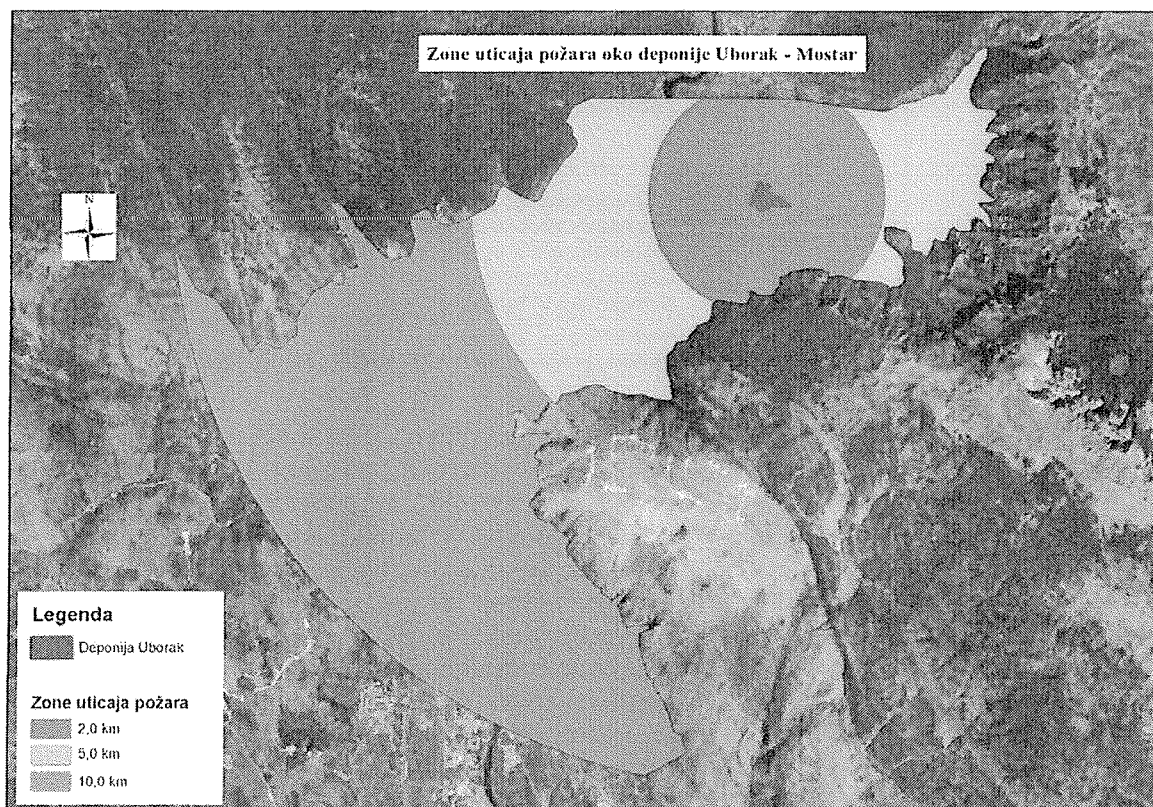




- uporediti rezultate kontrolnog uzorka sa uzorcima sa područja istraživanja;
- georeferencirati sve tačke i povezati rezultate sa prostornim karakteristikama, smjerom vjetra i načinom korištenja zemljišta;
- definisati prioritete za ponovljeno uzorkovanje, procjenu rizika i dugoročni monitoring.

4. PLAN ISTRAŽIVANJA NAKON POŽARA

Plan istraživanja preuzet je i proširen na osnovu stručnog programa Federalnog zavoda za agropedologiju. Predviđen je pristup u tri faze kojim se razlikuju početna karakterizacija, procjena stabilizacije i rizika te dugoročno praćenje.



Slika 2. Zone uticaja u pravcu smjera vjetra





Faza	Vremenski okvir	Ključne aktivnosti	Uzorkovanje / analize	Očekivani rezultat
I – početna karakterizacija	Nakon Potpunog gašenja požara	Terenski obilazak; GIS kartiranje; analiza smjera vjetra; izdvajanje zona visokog/srednjeg/niskog rizika; referentne lokacije	Površinski sloj 0-10 cm; po mogućnosti pepeo i sediment; osnovna svojstva zemljišta; Pb, Cd, Hg, As, Cr, Ni, Cu, Zn, Co, Mn; PAH, PCB, TPH i dr.	Početna karta opterećenja i identifikacija prioritetnih zona
II – stabilizacija i procjena rizika	2–3 mjeseca nakon prve kampanje	Ponovno uzorkovanje istih tačaka; procjena promjena zbog kiše, vjetra i insolacije; ciljano dublje uzorkovanje	Ponoviti ključne analize; uzorkovati površinski sloj i, na tačkama sa prekoračenjima, dublji sloj do približno 30 cm	Procjena stabilnosti, migracije i vertikalne raspodjele polutanata
III – dugoročni monitoring	6–12 mjeseci nakon požara	Treći ciklus na istim lokacijama; stručna ocjena sigurnosti zemljišta; potreba za sanacijom i mjerama smanjenja kontaminacije	Panel parametara uskladiti sa nalazima faza I II; fokus na ključne polutante i trendove	Trendovi kroz vrijeme, osnova za monitoring i eventualne sanacijske mjere

Tabela 1. Faze istraživanja i program praćenja zemljišta nakon požara

4.1. Prostorni dizajn uzorkovanja

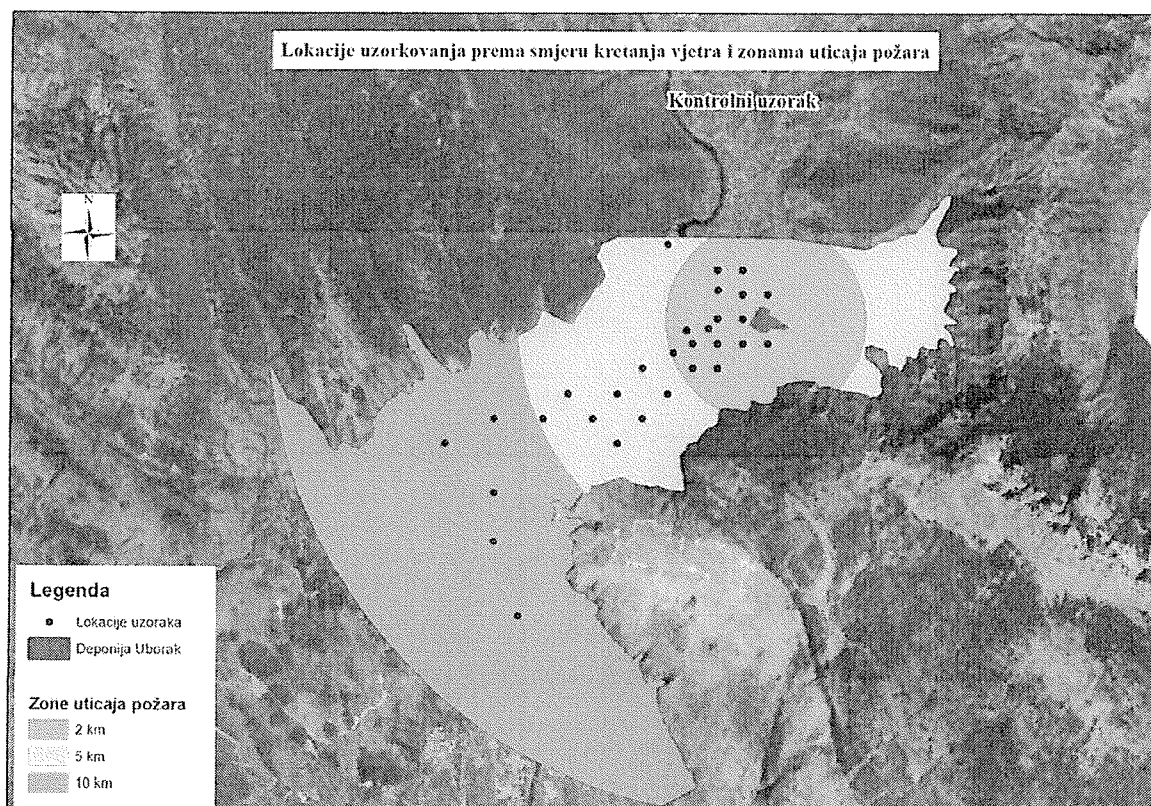
Prostorni dizajn uzorkovanja je kreiran u kombinaciji sa podacima o **brzini i smjeru vjetra**, kao i sa osnovnim karakteristikama terena, zemljišta i načina korištenja zemljišta na ispitivanom području. Posebna pažnja posvećena je područjima koja se nalaze u pravcu mogućeg širenja dima i taloženja čestica, uz uključivanje odgovarajuće referentne tačke smještene izvan potencijalnog uticaja predmetnog izvora.

Uzorkovanje predmetnog područja provedeno je 15.07.2026. godine. Uzorci zemljišta uzimani su sa dubine od **0–10 cm**, odnosno iz površinskog sloja zemljišta koji je najizloženiji atmosferskoj depoziciji i taloženju čestica. Za potrebe reprezentativnosti, svaki pojedinačni uzorak predstavljao je **prosječni (kompozitni) uzorak formiran od najmanje 15 pojedinačnih uboda**, ravnomjerno raspoređenih unutar definisane površine uzorkovanja. Na ovaj način smanjuje se uticaj lokalne heterogenosti zemljišta i omogućava reprezentativnija procjena prosječne koncentracije analiziranih parametara.

Ispitivano područje karakteriše **poljoprivredna namjena zemljišta**, pri čemu je značajan broj uzoraka uzet na površinama pod **vinogradima**. Ova činjenica je značajna za interpretaciju rezultata jer način korištenja zemljišta, obrada zemljišta, nagib terena, vegetacijski pokrov i primjena različitih materijala i sredstava u poljoprivrednoj proizvodnji mogu uticati na prostornu distribuciju pojedinih potencijalno toksičnih elemenata i organskih polutanata.



Posebnu pažnju u daljoj interpretaciji potrebno je posvetiti zonama u kojima su utvrđene **povišene koncentracije Cu, Zn, Cd, Ni i As**. U takvim zonama preporučuje se gušća mreža uzorkovanja radi preciznijeg određivanja prostornog obuhvata potencijalno kontaminiranog područja.



Slika 3. Lokacije uzorkovanja

4.2. Pravci i smjer kretanja vjetra

Na osnovu podataka Federalnog hidrometeorološkog zavoda za Meteorološku stanicu Mostar, analiziran je period od 20.06. do 06.07.2026. godine, ukupno 51 mjerenje pravca i brzine vjetra. Podaci su dostavljeni upravo za potrebe izrade programa uzorkovanja zemljišta nakon požara na deponiji Uborak.

Dominirali su vjetrovi iz sjevernog smjera — N, NNE, NE i NNW, koji zajedno čine 72,5 % svih mjerenja.

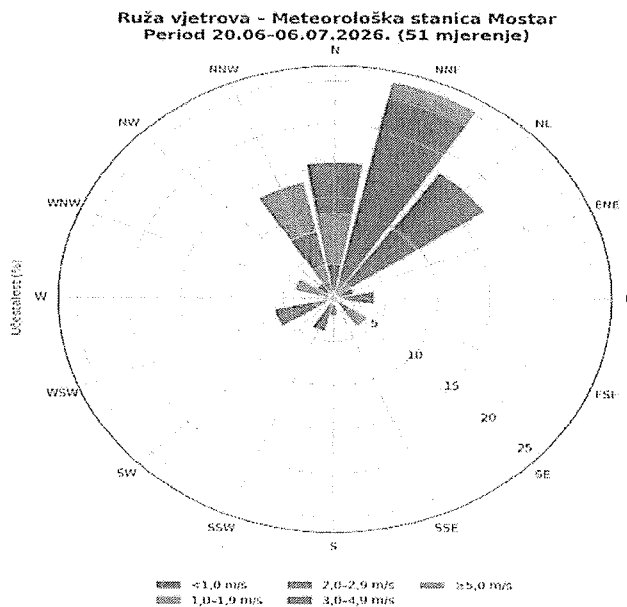
Rezultantni pravac vjetra bio je:

- vjetar je prosječno dolazio iz pravca oko 9°, odnosno gotovo sa sjevera;



- dim i zagađujuće materije kretali su se prema azimutu (ugao 0° ili 360°, sjever N) oko 189°;
- dominantni smjer prenosa bio je prema jugu i jugozapadu od deponije Uborak;
- prosječna brzina vjetra iznosila je približno 2,58 m/s.

Prema tome veći broj uzorkovanja treba usmjeriti prema poziciji u pravcu 190–200° od centra deponije, odnosno prema jugu–jugozapadu.



Dominantni vjetar: sjeverni sektor | Rezultantni smjer: iz 9° prema 189° (jug-jugozapad)

5. METOD RADA I PRAVNI OKVIR

5.1. Osnovni pristup istraživanju i obradi rezultata

Obrada i interpretacija rezultata ispitivanja zemljišta provedena je na osnovu rezultata laboratorijskih analiza, a koji se odnose na podatke o osnovnim svojstvima zemljišta, sadržaju organskih i neorganskih polutanata te raspoložive terenske dokumentacije.

Istraživanjem je obuhvaćeno 30 uzoraka zemljišta i jedan kontrolni/referentni uzorak. Cilj laboratorijskih ispitivanja bio je utvrđivanje sadržaja prioriternih potencijalnih zagađujućih materija u zemljištu na području uticaja deponije Uborak nakon požara, sa posebnim fokusom na teške metale i potencijalno toksične elemente, ukupne naftne ugljikovodike (TPH), policikličke aromatske ugljikovodonike (PAH), polihlorirane bifenile (PCB) i organohlorne pesticide. U dostavljenom stručnom izvještaju kao prioritetni parametri navedeni su Pb, Cd, Hg, As, Cr, Ni, Cu, Zn, Co i Mn, kao i PAH, PCB i TPH.





5.2. Pravni i regulatorni okvir

Osnovni pravni okvir za zaštitu poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja u Federaciji Bosne i Hercegovine predstavlja:

- Zakon o poljoprivrednom zemljištu („Službene novine Federacije BiH“, broj 52/09);
- Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metode njihovog ispitivanja („Službene novine Federacije BiH“, broj 96/22);
- Pravilnik o metodologiji praćenja stanja poljoprivrednog zemljišta („Službene novine Federacije BiH“, broj 38/11).

Zakon o poljoprivrednom zemljištu uređuje zaštitu, korištenje, upravljanje, uređenje i nadzor nad poljoprivrednim zemljištem na teritoriji Federacije BiH. Zakonom je poljoprivredno zemljište definisano kao prirodno bogatstvo i dobro od općeg interesa koje uživa posebnu zaštitu.

Posebno važan za predmetno istraživanje je Pravilnik o utvrđivanju dozvoljenih količina štetnih i opasnih materija u zemljištu i metode njihovog ispitivanja („Službene novine Federacije BiH“, broj 96/22). Ovim pravilnikom utvrđuju se onečišćujuće materije, njihove granične vrijednosti u zemljištu, metode njihovog ispitivanja, monitoring, kao i mjere prevencije, zaštite i sanacije onečišćenog zemljišta. Pravilnik posebno propisuje da se kod akcidentalnog onečišćenja poljoprivrednog zemljišta, kakvo predstavlja i događaj požara, uzorkovanje provodi na dijelu zemljišta zahvaćenom akcidentom i na dijelu koji nije zahvaćen akcidentnim događajem, odnosno na referentnim lokacijama.

5.3. Granične vrijednosti za teške metale i potencijalno toksične elemente

Prema članu 5. i članu 8. Pravilnika 96/22, sadržaj teških metala i potencijalno opasnih elemenata izražava se kao pseudoukupni sadržaj u mg/kg zrakosuhog zemljišta. Granične vrijednosti zavise od teksture zemljišta, odnosno od toga da li se radi o pjeskovitom, praškasto-ilovastom ili glinovitom zemljištu.

Uzorci pripadaju praškasto-ilovastoj odnosno ilovastoj teksturnoj grupi interpretiraju se prema vrijednostima za praškasto-ilovasta zemljišta.





Element	Oznaka	Granična vrijednost (mg/kg zrakosuhog zemljišta)
Kadmij	Cd	1,00
Bakar	Cu	65,00
Nikal	Ni	50,00
Olovo	Pb	80,00
Cink	Zn	150,00
Hrom	Cr	80,00
Živa	Hg	1,00
Kobalt	Co	45,00
Molibden	Mo	15,00
Arsen	As	15,00
Barij i njegovi spojevi	Ba	80,00
Vanadij	V	40,00
Talij	Tl	1,0
Bor	B	40,00
Sumpor	S	400,00
Flor	F	250,00

Tabela 2. Granične vrijednosti teških metala i potencijalno toksičnih elemenata za praškasto-ilovasta tla prema Pravilniku FBiH

Vrijednosti su preuzete iz člana 8. Pravilnika. Za kisela zemljišta primjenjuju se osnovne vrijednosti iz tabele, dok se u karbonatnim tlima granične vrijednosti mogu povećati za 25%.

Za pojedine elemente postoje dodatna pravila. Za Cd, Zn i Ni, ukoliko je pH praškasto-ilovastog zemljišta manji od 6,0, primjenjuje se granična vrijednost propisana za pjeskovita zemljišta. Za Pb i Cr, ukoliko je pH praškasto-ilovastog zemljišta manji od 5,0, također se primjenjuje vrijednost za pjeskovita zemljišta. Kod Hg i Cu, ako je sadržaj humusa u praškasto-ilovastom zemljištu manji od 3%, primjenjuje se vrijednost propisana za pjeskovita zemljišta.

Ova pravila imaju direktan značaj za interpretaciju rezultata predmetnog istraživanja i predstavljaju razlog zbog kojeg se regulatorna ocjena ne može izvršiti isključivo poređenjem izmjerene koncentracije sa jednom univerzalnom graničnom vrijednošću.

5,4. Izračun stepena onečišćenosti

Za teške metale i druge anorganske spojeve stepen onečišćenosti zemljišta, So (%), izračunava se prema izrazu: So (%) = (pseudoukupni sadržaj / granična vrijednost) $\times$ 100

Na osnovu dobijene vrijednosti zemljište se razvrstava u četiri klase:

Klasa	Stepen onečišćenosti So (%)	Interpretacija
I	≤ 25	Čisto zemljište
II	$>25-50$	Blago onečišćeno zemljište
III	$>50-100$	Srednje onečišćeno zemljište
IV	>100	Onečišćeno zemljište

Tabela 3. Klase zemljišta prema stepenu onečišćenosti So (%)





Ovakva klasifikacija direktno je propisana članom 8. Pravilnika 96/22. Za IV klasu pravilnik predviđa utvrđivanje porijekla onečišćenja, dodatna istraživanja te, prema rezultatima, mjere sanacije, remedijacije ili rekultivacije.

5.5. Granične vrijednosti organskih polutanata

Za organske polutante granične vrijednosti nisu zavisne od teksturne klase zemljišta na način na koji su to vrijednosti za teške metale. Prema članu 9. Pravilnika, vrijednosti se izražavaju u mg/kg zrakosuhog zemljišta.

Parametar	Granična vrijednost (mg/kg)
Ukupni TPH (C10–C40)	1000,00
Ukupni PAH	2,00
Naftalen	0,10
Acenaftalen	0,10
Fluoren	0,10
Fenantren	0,20
Antracen	0,10
Fluoranten	0,20
Benzo(a)antracen	0,20
Benzo(a)piren	0,20
Benzo(b)fluoranten	0,20
Benzo(k)fluoranten	0,20
Benzo(g,h,i)perilen	0,20
Krizen	0,20
Dibenzo(a,h)antracen	0,10
Indeno(1,2,3-c,d)piren	0,20
Piren	0,20
Ukupni PCB*	0,20
DDT/DDD/DDE	0,10
Drini	0,10
HCH spojevi	0,10
Atrazin	0,01
Simazin	0,01

Tabela 4. Granične vrijednosti organskih polutanata prema Pravilniku FBiH

* Ukupni PCB obuhvata PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153 i 180.

5.6. Laboratorijske metode ispitivanja

Laboratorijska ispitivanja uzoraka zemljišta izvršena su u Hemijskom laboratoriju Federalnog zavoda za agropedologiju. Za određivanje sadržaja pojedinih grupa zagađujućih materija korištene su sljedeće metode:





Pokazatelj	Minimum	Maksimum	Interpretacija
pH H ₂ O	6,94	8,28	neutralno do alkalno
pH KCl	6,04	7,68	pretežno slabo kiselo do alkalno
CaCO ₃	0,32%	56,53%	izražena karbonatnost u dijelu uzoraka
Humus	2,64%	10,22%	varijabilan sadržaj organske materije

Tabela 6. Osnovna svojstva istraživanih zemljišta

6.2. Teški metali – pregled prekoračenja

Parametar	Maksimalna vrijednost	Uzorak	Granična vrijednost	Broj uzoraka iznad granične vrijednosti	Stepen onečišćenosti	Klasa
Cu	1.270,00	uz. 6	65	7	1.953,8%	IV – onečišćeno
Pb	79,57	uz. 21	80	0	99,5%	III – srednje
Co	28,27	uz. 12	45	0	62,8%	III – srednje
Cr	97,07	uz. 27	80	2	121,3%	IV – onečišćeno
Ni	101,43	uz. 20	50	18	202,9%	IV – onečišćeno
Zn	1.104,00	uz. 24	150	13	736,0%	IV – onečišćeno
Cd	4,40	uz. 27	1	22	440,0%	IV – onečišćeno
Hg	0,129	uz. 30	1	0	12,9%	I – čisto
As	23,58	uz. 21	15	11	157,2%	IV – onečišćeno

Tabela 7. Pregled maksimalnih vrijednosti teških metala i stepena onečišćenosti

Najizraženija prekoračenja odnose se na Cu, Zn i Cd, dok Ni, As i Cr takođe prelaze granične vrijednosti u određenim uzorcima. Laboratorijski maksimumi su Cu 1.270,00 mg/kg u uzorku 6, Zn 1.104,00 mg/kg u uzorku 24, Cd 4,40 mg/kg u uzorku 27, Ni 101,43 mg/kg u uzorku 20, As 23,58 mg/kg u uzorku 21 i Cr 97,07 mg/kg u uzorku 27.

U odnosu na kontrolni uzorak, maksimum Cu je oko 53,7 puta veći, Zn oko 12,3 puta, a Cd oko 4,7 puta. Ovakva razlika podržava zaključak o izraženoj prostornoj heterogenosti i lokalnim zonama obogaćenja.





Uzorak	Cu	Pb	Co	Cr	Ni	Zn	Cd	Mn	Hg	As
uz. 1	41,33	41,77	16,73	56,20	44,87	136,33	1,033	1188,17	0,045	10,78
uz. 2	47,33	27,73	15,13	44,40	55,33	228,50	1,133	926,83	0,022	13,73
uz. 3	51,00	22,43	9,530	48,23	33,50	99,50	0,933	530,83	0,019	10,80
uz. 4	103,00	26,67	9,170	34,03	38,93	111,83	1,333	682,17	0,047	11,79
uz. 5	116,67	23,17	7,930	35,63	26,70	157,67	1,200	529,00	0,023	8,980
uz. 6	1.270,00	29,17	12,40	46,53	44,07	156,42	1,367	823,83	0,027	11,48
uz. 7	51,00	24,47	16,83	50,03	72,47	117,67	0,934	822,17	0,033	15,14
uz. 8	89,67	32,47	12,67	49,60	55,67	208,00	1,533	1140,67	0,049	14,23
uz. 9	32,67	39,37	15,20	47,47	55,73	129,00	0,767	1053,67	0,030	14,48
uz. 10	22,67	37,43	11,53	35,00	57,10	249,83	1,433	902,83	0,054	5,210
uz. 11	74,67	31,37	20,70	53,90	60,87	96,50	0,633	1195,50	0,031	15,32
uz. 12	80,33	41,53	28,27	58,30	71,03	115,17	1,267	1157,83	0,041	15,26
uz. 13	113,00	33,00	12,33	33,70	58,53	110,50	1,233	864,33	0,038	12,30
uz. 14	44,33	54,40	19,40	68,97	81,53	154,67	2,500	1302,50	0,066	17,84
uz. 15	35,33	47,00	20,57	67,83	62,33	112,33	1,433	1161,67	0,026	21,23
uz. 16	25,67	40,83	16,93	42,57	48,00	94,50	0,800	1023,83	0,038	21,13
uz. 17	42,33	55,57	20,93	49,37	57,77	106,17	1,267	1204,33	0,038	14,89
uz. 18	47,33	44,50	22,03	63,73	62,13	139,17	1,733	1344,00	0,036	19,78
uz. 19	39,00	43,60	22,90	68,60	40,67	84,17	1,367	1171,00	0,052	16,60
uz. 20	42,67	30,20	27,10	86,10	101,43	110,83	1,867	1604,67	0,038	10,18
uz. 21	44,67	79,57	23,70	71,43	58,30	126,00	1,533	1477,33	0,126	23,58
uz. 22	45,67	44,23	17,20	43,03	59,93	244,00	2,500	1214,17	0,056	17,16
uz. 23	34,00	46,33	13,17	64,13	56,30	99,17	1,200	1248,00	0,066	19,72
uz. 24	31,00	45,53	15,73	45,77	44,80	1.104,00	1,633	925,50	0,104	7,910
uz. 25	50,67	39,17	22,00	67,33	63,23	272,17	2,067	1331,83	0,026	12,22
uz. 26	22,33	41,53	9,400	31,17	27,60	180,00	0,600	622,67	0,063	9,850
uz. 27	54,00	40,13	22,13	97,07	62,00	145,00	4,400	1374,17	0,035	13,19
uz. 28	36,00	53,67	14,40	36,80	46,70	180,67	0,833	1111,33	0,068	10,57
uz. 29	49,33	32,13	14,30	30,70	28,87	200,50	1,300	1102,83	0,085	8,810
uz. 30	27,33	28,53	12,67	29,47	40,10	157,83	0,800	873,00	0,129	9,210

Tabela 8. Rezultati teških metala u svim uzorcima sa označenim prekrasčenjima

Crveno označene ćelije predstavljaju rezultate iznad osnovne granične vrijednosti za praškasto-iloasto zemljište. Oznaka predstavlja regulatorno prekoračenje prema odabranom kriteriju, ali sama po sebi ne predstavlja konačnu procjenu rizika za čovjeka ili biljke.



6.3. Stručna interpretacija prekoračenih teških metala

Bakar: Maksimalna vrijednost od 1,270 mg/kg u uzorku 6. predstavlja približno 19,5 puta više vrijednosti od propisane granične vrijednosti. U odnosu na rezultat na kontrolnom uzorku koji iznosi 23,67 mg/kg, koncentracija je približno 53,7 puta viša.

Ovakav ekstremni lokalni maksimum najviše upućuje na lokalno obogaćenje, odnosno unos materijala koji sadrži bakar, a manje na jednoličnu geogenu raspodjelu. Mogući izvori uključuju dugotrajniji unos bakra putem pojedinih sredstava za zaštitu bilja. Za dokazivanje izvora potrebno je porediti Cu sa Zn, Pb, Cd i drugim elementima te analizirati prostorni klaster.

Cink: Maksimalni sadržaj cinka od 1,104 mg/kg u uzorku 24. je oko 7,4 puta viši od propisane granične vrijednosti. Cink je prisutan kao šire opterećenje i može imati više izvora: metalurgija i galvanizacija, otpad, industrijski materijali, saobraćajna depozicija i određeni materijali koji se unose u zemljište. Istovremeni povišeni sadržaj bakra, cinka i kadmija može ukazivati na zajednički antropogeni izvor ili zajednički transport vezan za čestice.

Kadmij: Maksimalni sadržaj kadmija od 4,40 mg/kg u uzorku 27. predstavlja 4,4 puta višu vrijednost od propisane, a prekoračenja su evidentirana u velikom broju uzoraka. Kadmij je sa poljoprivrednog stanovišta posebno važan zbog potencijalnog prelaska iz zemljišta u biljke. Mogući izvori su fosfatna đubriva, metalurške aktivnosti, otpad, spaljivanje i određeni muljevi. Preporučuje se analiza biodostupnog Cd i biljnih tkiva na parcelama koje se koriste za proizvodnju hrane.

Nikl: Nikl prelazi granične vrijednosti u 18 od 30 uzoraka, sa maksimumom 101,43 mg/kg u uzorku 20. Ovakav obrazac može imati prirodnu komponentu. Geogeni doprinos treba provjeriti preko matičnog supstrata i lokalne pozadinske vrijednosti, dok mogući antropogeni izvori uključuju metalurgiju, industrijske emisije i sagorijevanje fosilnih goriva.

Arsen: Arsen prelazi granične vrijednosti u 11 uzoraka, sa maksimumom 23,58 mg/kg u uzorku 21. Mogući izvori uključuju geogeni doprinos, rudarsko-metalurške aktivnosti, historijsku upotrebu arsenovih preparata za zaštitu bilja i industrijsku depoziciju. Povišene koncentracije arsena u pojedinim uzorcima mogu, između ostalog, biti povezane sa historijskom primjenom preparata za zaštitu bilja na bazi arsena. U prošlosti su u poljoprivredi korišteni različiti arsenovi spojevi kao insekticidi, herbicidi i defolijanti, uključujući olovni arsenat, kalcijev arsenat, bakarni arsenit/arsenat i natrijeve arsenite. Dugotrajna primjena takvih preparata može dovesti do akumulacije rezidualnog arsena u površinskom sloju zemljišta, gdje se on može zadržavati tokom dugog vremenskog perioda. U poljoprivredi je važno procijeniti njegovu biodostupnost i mogući prijenos u biljke.

Hrom: Hrom prelazi granične vrijednosti u dva uzorka, a maksimum 97,07 mg/kg je u uzorku 27. Mogući izvori su metalurgija, obrada metala, industrijski otpad i pigmenti.





Ako se utvrdi konkretan industrijski izvor, preporučljivo je razmotriti analizu Cr(VI), jer ukupni hrom ne daje informaciju o specifičnoj toksičnosti oksidacionih oblika.

6.4. Organski polutanti – TPH

Ukupni TPH nije prekoračio graničnu vrijednost od 1.000 mg/kg ni u jednom uzorku. Maksimalna vrijednost iznosi 59,51 mg/kg u uzorku 22, što je oko 6% granične vrijednosti. Ovaj nalaz ne ukazuje na značajno opterećenje zemljišta ukupnim naftnim ugljikovodicima prema regulatornom kriteriju. Moguće prisustvo TPH može biti povezano sa saobraćajem, gorivima i mazivima, mehanizacijom, curenjima ili historijskim unosom naftnih derivata.

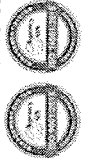
Uzorak	Laka frakcija	Teška frakcija	Ukupni TPH	Status
uzorak 1	4,40	15,78	20,18	ISPOD GV
uzorak 2	5,46	15,01	20,47	ISPOD GV
uzorak 3	6,77	28,84	35,61	ISPOD GV
uzorak 4	5,94	22,36	28,30	ISPOD GV
uzorak 5	4,05	18,03	22,08	ISPOD GV
uzorak 6	3,12	11,15	14,27	ISPOD GV
uzorak 7	3,25	16,18	19,43	ISPOD GV
uzorak 8	10,06	32,96	43,02	ISPOD GV
uzorak 9	11,12	18,16	29,28	ISPOD GV
uzorak 10	7,58	12,36	19,94	ISPOD GV
uzorak 11	10,52	15,17	25,69	ISPOD GV
uzorak 12	4,23	12,96	17,19	ISPOD GV
uzorak 13	5,03	14,36	19,39	ISPOD GV
uzorak 14	8,18	17,63	25,81	ISPOD GV
uzorak 15	9,11	17,45	26,56	ISPOD GV
uzorak 16	10,01	15,04	25,05	ISPOD GV
uzorak 17	8,31	17,25	25,56	ISPOD GV
uzorak 18	9,25	21,54	30,79	ISPOD GV
uzorak 19	11,45	16,36	27,81	ISPOD GV
uzorak 20	13,15	28,65	41,80	ISPOD GV
uzorak 21	12,56	24,69	37,25	ISPOD GV
uzorak 22	17,96	41,55	59,51	ISPOD GV
uzorak 23	14,47	16,39	30,86	ISPOD GV
uzorak 24	10,96	29,31	40,27	ISPOD GV
uzorak 25	15,22	19,48	34,70	ISPOD GV
uzorak 26	17,26	23,65	40,91	ISPOD GV
uzorak 27	9,63	11,54	21,17	ISPOD GV
uzorak 28	10,37	12,78	23,15	ISPOD GV
uzorak 29	5,15	10,49	15,64	ISPOD GV
uzorak 30	4,29	8,26	12,55	ISPOD GV
Kontrolni uzorak	7,63	8,06	15,69	ISPOD GV

Tabela 9. Rezultati ukupnih naftnih ugljikovodika (TPH)





Uzorak	Naftale n	Acenafit ilen	Acenafit en	Fluoren	Fenafit en	Antrac n	Fluoran len	Piren	Benzol a) antrac n	Krisen	Benzol b) fluorant en	Benzol k) fluorant en	Benzol a) piren	Indeno (1,2,3)pi ren	Dibenz ola(h) antrac n	Benzol gh(i) piren	Ukupno PAH- ova
uz. 1	0.624	0.005	0.004	0.007	0.014	0.435	0.233	0.053	0.01	0.013	0.017	n.d.	0.018	0.026	n.d.	0.018	1.484
uz. 2	0.575	0.003	0.004	0.009	0.012	0.397	0.16	0.017	0.011	0.021	n.d.	n.d.	0.39	n.d.	n.d.	n.d.	1.662
uz. 3	0.912	0.003	0.005	0.012	0.023	0.999	0.318	0.053	0.011	0.03	0.02	n.d.	0.351	n.d.	n.d.	n.d.	1.534
uz. 4	0.735	0.005	0.005	0.005	0.017	0.454	0.173	0.015	n.d.	0.03	0.017	n.d.	0.145	0.026	0.039	0.039	1.553
uz. 5	0.671	0.005	0.004	0.016	0.019	0.557	0.242	0.039	n.d.	n.d.	0.016	n.d.	0.301	0.018	n.d.	n.d.	1.590
uz. 6	0.555	0.003	0.004	0.008	0.012	0.39	0.145	0.01	n.d.	n.d.	0.023	n.d.	0.164	0.017	n.d.	n.d.	1.434
uz. 7	0.400	0.005	0.004	0.017	0.016	0.485	0.24	0.029	0.008	0.014	0.117	n.d.	0.227	0.017	n.d.	n.d.	1.77
uz. 8	0.355	0.004	0.008	0.005	0.023	0.774	0.068	0.087	n.d.	0.019	0.007	n.d.	n.d.	0.017	n.d.	n.d.	1.868
uz. 9	0.431	0.003	0.005	0.015	0.018	0.441	0.185	0.048	n.d.	n.d.	0.023	n.d.	n.d.	0.073	n.d.	n.d.	1.42
uz. 10	0.446	0.002	0.004	0.016	0.016	0.441	0.185	0.011	n.d.	n.d.	0.022	n.d.	0.013	0.015	n.d.	n.d.	1.402
uz. 11	0.446	0.005	0.004	0.022	0.019	0.599	0.253	0.073	n.d.	0.025	n.d.	n.d.	n.d.	0.015	n.d.	n.d.	1.755
uz. 12	0.490	n.d.	0.002	0.014	0.011	0.393	0.159	0.028	n.d.	n.d.	0.014	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.13
uz. 13	0.597	0.003	0.003	0.015	0.013	0.43	0.184	0.013	n.d.	n.d.	0.025	0.107	0.057	0.184	n.d.	0.023	1.645
uz. 14	0.246	0.002	0.005	0.021	0.02	0.583	0.225	0.053	n.d.	0.017	n.d.	n.d.	0.078	0.094	n.d.	0.026	1.358
uz. 15	0.094	0.002	0.004	0.018	0.021	0.606	0.283	0.055	0.061	0.02	0.051	n.d.	0.028	n.d.	n.d.	0.048	1.506
uz. 16	0.692	0.007	0.004	0.022	0.021	0.606	0.283	0.055	0.061	0.02	0.051	n.d.	0.028	n.d.	n.d.	0.048	1.506
uz. 17	0.094	n.d.	0.004	0.021	0.021	0.813	0.291	0.05	0.037	0.013	0.03	0.007	0.052	0.131	n.d.	n.d.	1.814
uz. 18	0.114	n.d.	0.005	0.023	0.025	0.527	0.393	0.062	0.069	n.d.	0.04	n.d.	0.031	0.086	n.d.	n.d.	1.4
uz. 19	0.125	0.005	0.007	0.029	0.027	0.757	0.074	0.017	0.011	0.028	0.085	0.093	0.043	0.155	n.d.	0.039	1.495
uz. 20	0.018	0.005	0.007	0.03	0.029	0.819	0.377	0.09	0.083	0.035	0.044	n.d.	0.043	0.155	n.d.	0.039	1.495
uz. 21	0.176	0.005	0.007	0.019	0.032	0.715	0.338	0.09	0.083	0.035	0.044	n.d.	0.043	0.155	n.d.	0.039	1.495
uz. 22	0.181	0.021	0.007	0.032	0.03	0.898	0.194	0.095	0.084	0.043	0.113	0.035	0.036	0.108	n.d.	0.019	1.591
uz. 23	0.332	0.007	0.005	0.021	0.025	0.712	0.328	0.12	0.056	n.d.	0.016	n.d.	0.032	0.032	0.026	0.039	1.79
uz. 24	0.383	n.d.	0.001	0.016	0.012	0.647	0.156	0.031	n.d.	n.d.	0.016	n.d.	n.d.	0.055	n.d.	n.d.	1.61
uz. 25	0.059	0.007	0.003	0.019	0.017	0.426	0.216	n.d.	0.344	0.018	0.041	0.018	0.9	0.055	n.d.	0.051	1.687
uz. 26	0.097	0.003	0.008	0.024	0.029	0.818	0.23	0.02	n.d.	0.018	0.041	0.018	0.9	0.055	n.d.	0.051	1.687
uz. 27	0.009	0.008	0.003	0.019	0.018	0.51	0.219	0.029	0.083	0.021	0.167	0.087	0.979	0.031	n.d.	n.d.	1.785
uz. 28	0.511	0.01	0.001	0.017	0.019	0.304	0.235	0.009	0.093	0.021	0.096	0.12	0.117	0.112	n.d.	0.026	1.595
uz. 29	0.453	0.004	0.002	0.014	0.013	0.405	0.162	n.d.	n.d.	0.015	n.d.	0.021	0.051	n.d.	n.d.	0.03	1.522
uz. 30	0.428	0.005	0.003	0.014	0.011	0.351	0.057	n.d.	n.d.	0.017	n.d.	0.113	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.213
Kontrola	0.102	0.007	0.005	0.025	0.024	0.845	0.284	0.013	0.057	0.021	0.237	0.011	0.038	n.d.	n.d.	n.d.	1.439





6.6. Mogući nastanak PAH vrijednosti

Povišene vrijednosti pojedinačnih PAH jedinjenja, mogu biti povezane sa različitim antropogenim i prirodnim procesima. U ovoj fazi istraživanja **nije moguće pouzdano utvrditi porijeklo detektovanih PAH jedinjenja**, zbog čega se navedeni izvori mogu razmatrati isključivo kao **stručne hipoteze i pretpostavke, a ne kao dokazani izvori zagađenja**.

Posebnu pažnju potrebno je posvetiti **mogućem uticaju požara na deponiji**, s obzirom na to da tokom požara i termičke razgradnje različitih vrsta otpada može doći do nastanka i emisije PAH jedinjenja, naročito usljed nepotpunog sagorijevanja organskih materijala. PAH jedinjenja nastala tokom požara mogu se putem dima i čestica prenijeti na okolno područje i naknadno deponovati na površinu zemljišta, pri čemu njihov prostorni raspored može zavisiti od intenziteta i trajanja požara, vrste spaljenog materijala, meteoroloških uslova i dominantnih pravaca transporta čestica.

Pored mogućeg uticaja požara na deponiji, kao **druge moguće, ali u ovoj fazi nedokazane izvore** povišenih vrijednosti PAH jedinjenja treba razmotriti:

- **saobraćajne emisije**, posebno emisije iz motora sa unutrašnjim sagorijevanjem i habanja pojedinih komponenti vozila;
- **nepotpuno sagorijevanje fosilnih goriva, biomase i drugih organskih materijala** u individualnim i energetske ložištima;
- **industrijske i energetske procese**, uključujući procese sagorijevanja i termičke obrade materijala;
- **nekontrolisano ili neadekvatno spaljivanje otpada**, nezavisno od predmetnog požara na deponiji;
- **atmosfersku depoziciju PAH jedinjenja**, odnosno taloženje zagađujućih čestica iz atmosfere na površinu zemljišta;
- **historijsko zagađenje i sekundarnu redistribuciju** ranije deponovanih PAH jedinjenja putem erozije, površinskog oticanja, prašine i drugih procesa transporta zemljišnog materijala;
- druge lokalne ili regionalne izvore sagorijevanja i termičke obrade koji se nalaze u širem području istraživanja.

6.7. PCB i organohlorni pesticidi

Ukupni PCB, DDT/DDD/DDE, drini i HCH ostaju ispod graničnih vrijednosti u svim analiziranim uzorcima. Maksimumi su 0,019 mg/kg za PCB, 0,004 mg/kg za DDT/DDD/DDE, 0,011 mg/kg za drine i 0,005 mg/kg za HCH.





Grupa	Maksimalna vrijednost	GV	Status
PCB	0,019	0,2	ISPOD GV
DDT/DDD/DDE	0,004	0,1	ISPOD GV
Drini	0,011	0,1	ISPOD GV
HCH	0,005	0,1	ISPOD GV

Tabela 11. PCB i organohlorini pesticidi

6.8. Kontrolni/referentni uzorak

Kontrolni uzorak pokazuje znatno niže koncentracije većine analiziranih teških metala u odnosu na vrijednosti utvrđene u pojedinim uzorcima sa istraživanog područja. U kontrolnom uzorku koncentracije Cu (23,67 mg/kg), Pb (20,27 mg/kg), Co (14,53 mg/kg), Cr (47,37 mg/kg), Ni (31,13 mg/kg), Zn (89,67 mg/kg), Cd (0,933 mg/kg), Hg (0,025 mg/kg) i As (10,87 mg/kg) ne prelaze granične vrijednosti propisane za praškasto-ilovasta zemljišta prema Pravilniku.

Posebno je značajno da su koncentracije Cu, Zn, Cd i Ni, za koje su u istraživanim uzorcima registrovana najizraženija prekoračenja, u kontrolnom uzorku višestruko niže od njihovih maksimalnih vrijednosti. Rezultati kontrolnog uzorka stoga ukazuju na znatno niži nivo opterećenja u odnosu na najopterećenije tačke istraživanog područja. Međutim, kontrolni uzorak treba posmatrati kao referentnu tačku za poređenje, a ne kao apsolutnu geogenu pozadinu, jer samo na osnovu jednog kontrolnog uzorka nije moguće potpuno definisati prirodni sadržaj elemenata u širem području.

U kontrolnom uzorku, za većinu analiziranih grupa organskih polutanata, nisu registrovana prekoračenja graničnih vrijednosti propisanih Pravilnikom. Sadržaj ukupnih naftnih ugljikovodika (TPH), ukupnih PAH i PCB-a, kao i analiziranih organohlorinih pesticida, nalazi se ispod propisanih graničnih vrijednosti. Međutim, u okviru pojedinačnih PAH jedinjenja utvrđeno je prekoračenje graničnih vrijednosti za **antracen i fluoranten**. Navedena prekoračenja ukazuju na prisustvo pojedinačnih policikličnih aromatskih ugljikovodika u koncentracijama iznad vrijednosti propisanih Pravilnikom, iako ukupni sadržaj PAH jedinjenja nije prekoračio propisanu graničnu vrijednost. Ovakav rezultat ukazuje na relativno nizak nivo opterećenja kontrolne lokacije organskim polutantima. Posebno je značajno poređenje sa uzorcima sa istraživanog područja kod kojih su, i pored toga što ukupni PAH ostaje ispod propisane granične vrijednosti, utvrđena prekoračenja pojedinačnih PAH jedinjenja.

Kontrolni uzorak stoga predstavlja korisnu referentnu osnovu za procjenu prostorne distribucije organskih polutanata i razlikovanje lokalno opterećenih zona od područja sa nižim nivoom kontaminacije.





Rezultati kontrolnog uzorka potvrđuju da istraživano područje nije jednolično opterećeno svim analiziranim polutantima. Kontrolna tačka pokazuje niže koncentracije većine teških metala i odsustvo prekoračenja analiziranih organskih polutanata, dok se u pojedinim istraživanim uzorcima pojavljuju značajno povećane koncentracije pojedinih metala i PAH jedinjenja. Ovakav odnos rezultata može ukazivati na postojanje lokalnih izvora antropogenog opterećenja, ali se na osnovu laboratorijskih rezultata samostalno ne može definitivno utvrditi njihovo porijeklo. Za takvu procjenu potrebno je rezultate povezati sa načinom korištenja zemljišta, historijom lokacije, geološko-pedološkim karakteristikama, položajem potencijalnih izvora onečišćenja i prostornom distribucijom izmjerenih koncentracija.

6.9. Integrisana okolišna i poljoprivredna interpretacija

Rezultati ukazuju na heterogeno stanje zemljišta, sa izraženim lokalnim opterećenjem i relativno povoljnijom slikom kod TPH, PCB i organohlorinih pesticida. Najveći okolišni značaj imaju lokalni ekstremi Cu i Zn, široko prisutno prekoračenje Cd i Ni, te lokalna prekoračenja As i Cr.

Sa aspekta poljoprivredne proizvodnje, Cd, As i Ni zahtijevaju posebnu pažnju zbog potencijalnog transfera u biljke. Međutim, koncentracija u zemljištu nije jednaka koncentraciji u biljnom materijalu. Karakteristike zemljišta kao što su pH, karbonatnost, humus i mineralni sastav mogu znatno uticati na biodostupnost. Zbog toga se na parcelama sa prekoračenjima preporučuje analiza biodostupne frakcije i, prema procjeni rizika, analiza biljaka. Posebno je važno da se prekoračenja više elemenata posmatraju zajedno. Kombinacija Cu-Zn-Cd ili Ni-As-Cr u prostorno povezanom području može dati jači indikator zajedničkog izvora nego pojedinačni element posmatran izolovano.

6.10. Mogući izvori prekoračenja – sintetički pregled

Parametar	Mogući mehanizmi nastanka	Dodatna provjera
Cu	sredstva za zaštitu bilja; industrija/metali; otpad; pepeo; muljevi	prostorni klaster, historija korištenja, biodostupnost
Zn	otpad; metalurgija/galvanizacija; saobraćaj; industrijski materijali	korelacija sa Cu, Cd i Pb
Cd	fosfatna đubriva; metalurgija; otpad; spaljivanje; muljevi	biljni materijal i biodostupni Cd
Ni	geogeni doprinos + industrijska depozicija	geogena pozadina i matični supstrat
As	geogeno; rudarsko-metalurško; historijski pesticidi	pozadinske vrijednosti i specijacija
Cr	metalurgija; obrada metala; industrijski otpad	Cr(VI) ako postoji indikacija
PAH	sagorijevanje; saobraćaj; požari; industrija	PAH profil i GIS analiza izvora

Tabela 12. Mogući izvori povišenih koncentracija i preporučene dodatne provjere





7. ZAKLJUČCI

Na osnovu provedenih terenskih i laboratorijskih istraživanja može se zaključiti da zemljište u zoni potencijalnog uticaja požara na deponiji Uborak pokazuje izraženu prostornu heterogenost u sadržaju pojedinih teških metala i organskih polutanata. Rezultati istraživanih uzoraka i kontrolnog uzorka predstavljaju početnu bazu podataka za procjenu stanja zemljišta nakon požara i za nastavak sistematskog monitoringa.

Kod teških metala najizraženija odstupanja utvrđena su za bakar (Cu), cink (Zn) i kadmij (Cd), dok su prekoračenja graničnih vrijednosti utvrđena i za nikel (Ni), arsen (As) i hrom (Cr). Maksimalne vrijednosti Cu, Zn, Cd, Ni, As i Cr pripadaju IV klasi prema stepenu onečišćenosti So (%), što prema Pravilniku zahtijeva utvrđivanje porijekla onečišćenja i provođenje dodatnih istraživanja. Olovo (Pb) se u najvišoj vrijednosti približava graničnoj vrijednosti, dok živa (Hg) ne pokazuje regulatorno značajno prekoračenje.

Kontrolni uzorak pokazuje niže koncentracije većine analiziranih metala i odsustvo prekoračenja za analizirane grupe organskih polutanata. Razlika između kontrolne lokacije i pojedinih istraživanih tačaka ukazuje na prostorno neujednačeno opterećenje i moguće lokalne zone obogaćenja. Međutim, jedan kontrolni uzorak nije dovoljan za potpuno određivanje prirodne geogene pozadine.

Kod organskih polutanata ukupni TPH i ukupni PAH ostaju ispod propisanih graničnih vrijednosti, ali su kod više pojedinačnih PAH jedinjenja utvrđena prekoračenja. Ovaj nalaz pokazuje da se procjena stanja ne treba zasnivati samo na ukupnoj koncentraciji PAH-a, već i na profilu pojedinačnih jedinjenja.

Kod PCB-a i analiziranih organohlornih pesticida nisu utvrđena prekoračenja graničnih vrijednosti. To ukazuje na povoljnije stanje za ove grupe polutanata u odnosu na pojedine teške metale i PAH jedinjenja.

Na osnovu raspoloživih podataka nije moguće jednoznačno razdvojiti doprinos požara iz juna 2026. godine od historijskog opterećenja lokacije, redovnog rada deponije i drugih mogućih antropogenih ili prirodnih izvora. Rezultate zbog toga treba posmatrati kao početno stanje nakon akcidentalnog događaja i osnovu za nastavak monitoringa.

8. PREPORUKE

Provesti drugu kampanju uzorkovanja na istim tačkama 2–3 mjeseca nakon prve kampanje, uz gušće ciljano uzorkovanje oko tačaka sa najvećim vrijednostima Cu, Zn, Cd, Ni i As.





U zonama sa potvrđenim prekoračenjima uvesti dodatno dubinsko uzorkovanje do približno 30 cm radi procjene vertikalne raspodjele i moguće migracije polutanata. Za uzorke koji pripadaju IV klasi prema So (%) provesti ciljano istraživanje porijekla onečišćenja i rezultate povezati sa geološko-pedološkim karakteristikama, historijom korištenja prostora, karakteristikama otpada, saobraćajem i drugim potencijalnim izvorima.

Na poljoprivrednim površinama sa prekoračenjima preporučuje se određivanje biodostupnih frakcija prioritetnih metala, posebno Cd, As, Ni, Cu i Zn, kao i analiza biljnog materijala gdje postoji proizvodnja hrane.

Nastaviti praćenje pojedinačnih PAH jedinjenja, posebno onih sa potvrđenim prekoračenjima, te prema potrebi provesti detaljniju analizu PAH profila radi procjene mogućih izvora.

Uspostaviti trofazni monitoring: početna karakterizacija (faza upravo završena), kontrola stabilizacije i migracije nakon 2–3 mjeseca, te dugoročno praćenje 6–12 mjeseci nakon požara.

Sve naredne kampanje uzorkovanja provoditi uz istu metodologiju, iste referentne tačke i, gdje je moguće, iste laboratorijske metode kako bi rezultati bili međusobno uporedivi kroz vrijeme.

Sarajevo, 01.09.2026. godine

Broj: 01/03-20-2-508-7/26

DIREKTOR

Dženan Vukotić

