

DOI 10.51558/2303-5161.2025.13.13.101

Naučni rad

**PRIJEDLOG MJERA ZA UBLAŽAVANJE OKOLINSKIH UTICAJA NA
PROSTORU NAPUŠTENIH POGONA RUDNIKA VAREŠ**

*Abaz Velić, **Zvezdan Karadžin

*Mr. sci. Abaz VELIĆ, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Tuzla,
abaz_velic@hotmail.com

**Prof. dr. sci. Zvezdan KARADŽIN, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Tuzla,
zvezdan.karadzjin@gmail.com

Rezime

Negativno naslijeđe starih rudarskih radova kako u našoj zemlji tako i u cijelom svijetu predstavlja jedan od najvećih okolinskih problema.

Analizom dosadašnje prakse u Bosni i Hercegovini po pitanju zatvaranja rudnika u proteklom decenijama došlo se do zaključka da ih je vrlo malo zatvoreno u skladu sa propisima. Taj problem je dodatno usložio i rat koji se desio u našoj zemlji od 1992 do 1995. godine što je u određenom broju slučajeva vodilo do iznenadnog prekida rada rudnika, od kojih mnogi nisu nastavili sa radom ni poslije prestanka ratnih dejstava.

Japanska agencija za međunarodnu saradnju JICA je u periodu 2013.- 2014. godine uradila početnu analizu crnih industrijskih tačaka (hot spots) u Federaciji Bosne i Hercegovine i pri tome su određene 4 takve lokacije od kojih je jedna i nekadašnji Rudnik u Varešu. Rudnik se sastojao od nekoliko pogona na više lokacija na kojima su se eksploatisale razne vrste mineralnih sirovina što je dodatno otežavalo odnosno usložnjavalo istraživanje.

Primarni predmet istraživanja provedenih u okviru ovog rada predstavlja definisanje mjera za smanjenje uticaja na okoliš za koje je predhodnim istraživanjima, odnosno procjenom okolinskih rizika na poligonu starih rudarskih radova rudnika Vareš utvrđeno da predstavljaju potencijalnu prijetnju po okoliš po više osnova [3]. To se prevashodno odnosi na lokalitet PK „Smreka“, postrojenje za preradu i pakovanje rude na PK „Veovača i flotacijsko jalovište. Za navedene lokalitete je izvršen terenski uvid u postojeće stanje, provedena analiza i dobiveni rezultati istraživanja kao osnov za predložene mjere za smanjenje uticaja na okoliš kao i okvirnu procjenu troškova remedijacije koje su urađene zasebno za svaki od lokaliteta na kojem je provedeno istraživanje.

Treba naglasiti da približavanje Bosne i Hercegovine Evropskoj Uniji podrazumjeva i znatno striktniju praksu zaštite okoliša i u rudarskoj industriji. Danas je zaštita okoliša i u rudarstvu međunarodni standard i obaveza. Pri tome treba posebno ukazati na potrebu doprinosa svake zemlje u smanjenju negativnog uticaja na okoliš i klimatske promjene.

Ključne riječi: napušteni rudnici, okolinski rizici, mjere za smanjenje uticaja na okoliš, remedijacija

1. PREGLED RUDARSKIH AKTIVNOSTI NA PODRUČJU VAREŠA

1.1. Rudnici željezne rude

Na prostoru općine Vareš u periodu 1945 - 1992. godine vršena je intenzivna eksploatacija željezne rude i njena priprema, odnosno proizvodnja koncentrata hematitne i sideritne rude. Rudnik i željezara Vareš je najstarija RO u RMK Zenica. Industrijska proizvodnja ove radne organizacije datira od puštanja u pogon prve visoke peći za proizvodnju sirovog željeza 1891. godine.

Radna organizacija Rudnik i željezara Vareš je imala 3350 uposlenih radnika, od toga je "Rudarstvo" zapošljavalo 1180 radnika. Površinska eksploatacija je vršena na PK "Smreka" i PK "Brezik", a podzemna eksploatacija je vršena u jami "Droškovac". [6]

1.1.1 Rudnik "Smreka"

Ležište "Smreka", jedno od najvećih vareških ležišta željezne rude, nalazi se u centralnom dijelu metalogene oblasti Vareš. Ovaj površinski rudnik radio je na proizvodnji rovne rude siderit i hematit, od koje se poslije separisanja dobijao koncentrat siderita, odnosno hematita. Osim rovne rude koja se transportovala do teško-tekućinske separacije, direktnim transportom obuhvaćene su bile i sve mase jalovine iznad nivoa K860 južne i sjeverne kosine, te siromašni hematit i separacijska jalovina, koji su se direktno transportovali do odlagališta. Primjenjivan je i kombinovani transport. Likvidacijom površinskog kopa "Smreka" u skladu sa dopunskim rudarskim projektom i aneksom istog, planirano je bilo da se počne sa podzemnom eksploatacijom ležišta.

Na površinskom kopu "Smreka" 1992. godine, je nakon prestanka funkcionisanja kopa (sistema odvodnjavanja) u krateru formirano jezero, zapremine oko 3.000.000 m³ vode. Jezero okružuju brda sa visinom od 1100 i 1350 mnv (Kota i Veokovac). Površina jezera je bila 125.000 m², dužina 610 m i dubina 107 m. [6]

1.1.2 Rudnik "Brezik"

Površinski kop "Brezik" se nalazi na oko 10 km udaljen od Vareša. Ležište "Brezik" je smješteno istočno od grada, u blizini sela Pržići. Ovaj površinski rudnik radio je na proizvodnji rovne rude siderit i hematit, od koje se poslije separisanja dobijao koncentrat siderita, odnosno hematita. Plasman koncentrata bio je obezbijeđen u željezaru Zenica i u manjoj količini u željezaru Smederevo.

Transport otkrivke na vanjsko odlagalište vršen je kamionskim transportom. Transport rude od kopa do postrojenja za pripremu-separaciju "Smreka", vršen je kombinovanim transportom, kamioni-sipka-jamska lokomotiva u jamu "Droškovac". Površinski kop "Brezik" je dubinskog tipa, nije zavodnjen zbog postojanja sipke kojom je spojen sa jamom "Droškovac". Priprema rovne rude, odnosno proizvodnja koncentrata je vršena u teško tekućinskoj separaciji lociranoj u okviru PK "Smreka". [6]

1.1.3 Podzemni rudnik "Droškovac"

Ležište "Droškovac" nalazi se u centralnom dijelu metalogene oblasti Vareš. Smješteno je u dolini potoka Ruda, desne pritoke rijeke Stavnje, južno od grada Vareša, oko 0,8 km uz sam

put Vareš – Vareš Majdan. To je ležište u kojem se vršilo podzemna eksploatacija rude. Rudnik "Droškovac" je lociran u blizini urbanog dijela Vareša, te u blizini PK "Smreka". Ovaj rudnik sa podzemnom eksploatacijom radio je na proizvodnji rovne rude siderit i hematit, od koje se poslije separisanja dobijao koncentrat siderita odnosno hematita. Plasman koncentrata bio je obezbijeđen u Željezaru Zenica i u manjoj količini u Željezaru Smederevo. Priprema rovne rude, odnosno proizvodnja koncentrata je vršena u teško tekućinskoj separaciji lociranoj u okviru PK "Smreka". [6]

1.2 Rudnik olova, cinka i barita "Veovača"

Ležište "Veovača" je locirano na obroncima planine Zvijezde u neposrednoj blizini sela Daštansko i Tisovci. Eksploatacija sa ovog prostora i to radovima na otkrивci započeta je 1979. godine od strane "Energoinvest" Sarajevo. Eksploatacija rude vršena je površinskom metodom eksploatacije otkopom u pravcu jug – sjever, tako što je napredovanje otkopa vršeno u pravcu sjevera, a otkrivka i jalovina deponovana je na istom lokalitetu sa južne strane kopa. Na ležištu Veovača eksploatacija kompleksne rude olova, cinka i barita prekinuta je u 1987. i 1988. godini zbog nestabilnosti brane flotacijskog jalovišta. U 1989. godini rudnik je nastavio sa proizvodnjom da bi ponovo stao sa proizvodnjom 1990. godine, zbog nemogućnosti plasmana sulfidnih koncentrata uslijed prisustva žive i uslijed finansijske prezaduženosti. [6]

1.3. Postrojenje za pripremu ruda „Tisovac“

Proces pripreme rude i dobijanje korisnog proizvoda je vršeno na postrojenju lociranom 2 do 3 km jugozapadno od površinskog kopa kod naselja Tisovci.

Tehnološki proces pripreme se sastoji od drobljenja, separisanja, mljevenja, flotiranja i deponovanja koncentrata olova i cinka kao zasebnih koncentrata ili kolektivnog koncentrata, zatim sušenja, deponovanja i pakovanja proizvoda. Eksploatacija rude iz rudnika Veovača započela je u junu 1980. godine, dok je flotacijska jedinica počela s radom sredinom 1982. godine, a do kraja 1985. godine je prerađeno 870.955 tona rude sa prosječnim sadržajem Pb-0,95 %, Zn-1,66 % i BaSO₄-17,40 %. Rad pogona zaustavljen je 1990. godine. [6]

2. POLIGON ISTRAŽIVANJA-PREGLED TRENUTNOG STANJA

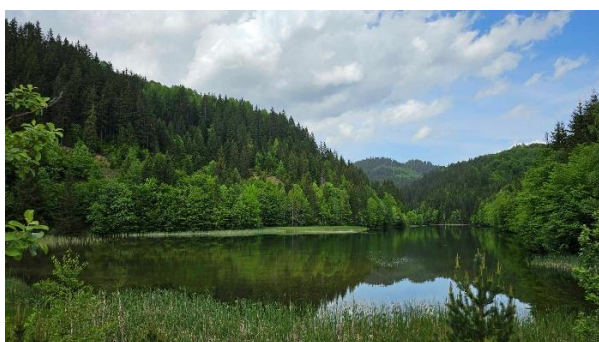
Na osnovu prethodno provedenih istraživanja u Federaciji Bosne i Hercegovine, ustanovljeno je da postoje okolišni hotspotovi (crne tačke u okolišu) koji su kontaminirani opasnim supstancama. Ovi lokaliteti predstavljaju negativno naslijeđe iz vremena SFR Jugoslavije, te nakon toga iz perioda ratnih dešavanja, kada su isti napušteni i ostavljeni bez nadzora. Istraživanje provedeno u okviru predmetnog rada obuhvata jedan od ustanovljenih hotspotova, nekadašnji rudnik Vareš.

Rudnici metala, uglavnom uništeni u ratu, nisu bili predmet interesa domaćih i stranih investitora, zbog čega je većina njih van funkcije. Mnogi nisu adekvatno zatvoreni, pa je neophodan popis inventara napuštenih rudnika metala kako bi se definisala žarišta, opasnosti po okoliš i rizici, kao i set prioriteta za sanaciju. Problem je i nedefinisanost sljednika imovine rudnika, jer kompanije koje su upravljale rudnicima uglavnom više ne postoje u sektoru rudarstva. [7]

Na predmetnom području istraživanja je evidentno nesređeno stanje u sferi prekinute površinske eksploatacije. Naime, 1992. godine prekinuti su radovi na zadnjem površinskom kopu i do danas stanje se samo dodatno pogoršava. Radi se o napuštenim kopovima željezne rude PK "Smreka" i PK "Brezik", kao i polimetaličnom olovno-cinkano-baritnom ležištu na PK "Veovača". Također, u vrijeme rada površinske eksploatacije u Varešu, funkcionisao je i podzemni rudnik željezne rude "Droškovac". Na prostoru PK "Smreka" je nakon prestanka radnog procesa i odvodnjavanja formirano jezero. Osim površinskih kopova na kojima nije urađena nikakva forma rekultivacije, nesređeno je stanje preostalih rudničkih postrojenja i objekata. [3]

Ciljno područje od posebnog značaja predstavljaju:

- PK "Smreka" - jezero na napuštenom kopu željezne rude, slika 1,
- PK "Veovača" i napuštena fabrika za pripremu rude rudnika olova, cinka i barita, slike 3 i 4,
- akumulacija za deponovani otpad iz procesa flotacije (flotacijsko jalovište), slika 2 . [6]



Slika 1. Akumulacija na prostoru PK "Smreka"



Slika 2. Flotacijsko jalovište



Slika 3. PK "Veovača"



Slika 4. Ostaci postrojenja za PMS

3. PROCJENA OKOLINSKIH UTICAJA NA POLIGONU ISTRAŽIVANJA

3.1 Prijedlog kriterija za ocjenu okolinskih uticaja predmetnih rudarskih aktivnosti

Kriteriji za ocjenu uticaja procesa rada rudarskih operacija prikazani su u tabeli 1.

Brojevi u zagradi predstavljaju rangiranje/bodovanje navedenih lokacija po svakom kriterijumu. PK Smreka (1), PK „Veovača“ (2), vodna akumulacija sa jalovinom iz

procesa flotacije (3).

Tabela 1. Kriteriji za procjenu okolinskih uticaja

A – eksploatacija ili prerada mineralne sirovine

	BODOVA
Postojeći	20
Nedavno završeni	15
Završeni prije nekoliko decenija ili odavno (1,2,3)	10

B – Korištenje hemikalija u tehnološkom procesu

	BODOVA
U značajnoj mjeri su (se) korištene (koriste) hemikalije ili toksične materije	20
Hemikalije ili toksične materije su (se) korištene (koriste) u ograničenoj mjeri (2,3)	15
Hemikalije ili toksične materije nisu korištene (1)	0

C – Ulegnuća terena pod uticajem rudarskih radova, urušavanja, stari radovi, slijeganje terena

	BODOVA
Izraženi uticaji (preko 10 ha, na dubini većoj od 40 m) i ustanovljeni na bazi detaljnih istraživanja, uz ugrožavanje ljudi, naselja i imovine u značajnoj mjeri	20
Manje izraženi uticaji (ispod 10 ha, pliće izvođeni radovi, uz ugrožavanje ljudi, naselja i imovine u lokalnim razmjerama ili izoliranim zonama, mogućnost nastanka i razmjera štete se mora detaljnije istražiti (1, 2)	10
Neznatni uticaji, zona djelovanja i uticaji su malih razmjera ili ih uopšte nema (3)	1

D – Deformacija kosina i drugi geodinamički fenomeni (erozija, abrazija, uticaj atmosferilija, promjene zapremine, poplave, karstični fenomeni, zaplavljivanje, likvifikacija)

	BODOVA
Izražen uticaj (velike površine, destrukcija mnogo objekata raznih namjena), definiran na osnovu detaljnih istraživanja, ugrožavanje ljudi, naselja i imovine u značajnoj mjeri	20
Geodinamički fenomeni koji ugrožavaju okoliš u manjoj mjeri sa malim intenzitetom (lokalni uticaj, pojedinačni stambeni objekti, manja šteta na imovini) (1,2,3)	15
Geodinamički fenomeni koji ugrožavaju okoliš u neznatnoj mjeri (lokalni uticaj, pojedinačni stambeni objekti, manja šteta na imovini)	1

E – Negativne promjene reljefa ili terena (urušavanja/pinge starijeg datuma, stari rudarski radovi, mjesta gdje je vršeno otkopavanje rude, davno inicirana klizišta, jame i sl.)

	BODOVA
Regionalni i izraženi uticaj (preko 10 ha površine)	20
Lokalni uticaj (ograničen u polju djelovanja) (1,2,3)	15
Manje promjene	1

F – Hidrogeološki uslovi i uticaji na vodosnabdjevanje

	BODOVA
Izražen uticaj na izvorišta pitke vode regionalnog karaktera, izražen uticaj na hidrološke uslove	20
Uticaj na lokalna izvorišta pitke vode regionalnog karaktera, izražen uticaj na hidrološke uslove (1,2,3)	15
Manji uticaj na izvorišta pitke vode i vodotoke	1

G – Rudničke vode

	BODOVA
Količina i kvalitet rudničke vode koji produkuje uticaje na okoliš koji su potencijalno regionalnih razmjera (poremećaj hidrogeoloških struktura i načina oticaja, emisija metalnih i toksičnih elemenata u površinske vode kritičnog nivoaa) (1,2,3)	20
Uticaj na površinske vode i hidrološke uslove je srednje vrijednosti, nekoliko prostorija kojima se drenira rudnička voda, lokalna narušavanja hidrogeoloških struktura, lokalni uticaji uslijed emisije rudničkih voda)	15
Manje promjene ili se ne stvaraju opasne rudničke vode	1

H – Hidrogeohemijske anomalije (geogena ili antropogena kontaminacija vode)

	BODOVA
Geogena ili antropogena kontaminacija vode je potencijalno regionalnog karaktera (1,2,3)	20
Lokalne razmjere	15
Minorne razmjere	1

I – Litogeohemijske anomalije (geogena ili antropogena kontaminacija tla i riječnih sedimenata uglavnom sa Cu, Pb, Hg, Sb, Cd, Cr, promjene pH vrijednosti)

	BODOVA
Potencijalno regionalnog karaktera (1,2,3)	20
Potencijalno lokalnog karaktera	15
Minornih razmjera	1

J – Biogeoheмиjske anomalije (geogena ili antropogena oštećenja vegetacije)

	BODOVA
Regionalnog karaktera	10
Lokalnog karaktera (1,2,3)	5
Minornih razmjera	1

K – Depoi jalovinskog materijala (odlagališta jalovine, odložene hrpe materijala, odložena jalovina iz PMS-a, odložene gomile stijenjskog materijala, odlagališta rude, itd)

	BODOVA
Aktivni proces	20
Nedavno završeni ili odavno završeni proces odlaganja (1,2,3)	15
Nisu prisutna odlagališta	0

L – Jalovina iz PMS-a (odlagališta jalovine, hidraulična odlagališta, sedimentacioni bazeni, taložnici)

	BODOVA
Aktivni i uz vršenje monitoringa, remedijacija se mora uključiti u plan upravljanja	20
Van upotrebe ili je trenutno neaktivan, nije izvršena remedijacija, nema monitoring plana (1,2,3)	15
Stara jalovišta, u potpunosti ili djelimično izvršena remedijacija ili nije uopšte izvršena, bez značajnog uticaja na okoliš, ili nema odlagališta jalovine iz PMS-a	0

M – Način korištenja zemljišta (aspekt gustoće populacije, infrastrukture, industrije, poljoprivrede, obradivo zemljište, zone pod šumskim rastinjem)

	BODOVA
Kontakt sa naseljima, urbanizirane zone, industrijske zone, zone u kojima se vrše građevinski radovi, komercijalni centri, komunikacije	20
Poljoprivredno zemljište, obradivo tlo, livade, pašnjaci, neobradivo zemljište, vještački izmjenjene zelene zone	15
Šume, šumski proplanci (1,2,3)	10

N – Monitoring

	BODOVA
Sistematski monitoring okoliša je neizbježan ali nije provoden usprkos činjenici da je bio obavezan da se provede po zakonu, ili monitoring nije proveden na zadovoljavajući način (djelimičan, ne pokriva sve aspekte potencijalnih uticaja) (1,2,3)	20
Monitoring se provodi, razmjera i učestanost je zadovoljavajuća, rizik se odnosi samo na brze izmjene u periodu tranzicije (recimo promjena vlasnika) sa mogućnošću da se prekine monitoring, da se ne provodi na adekvatan način nakon toga i sl.	10
Monitoring nije potreban. Neki okolinski aspekti su na zadovoljavajući način pokriveni sa ustanovljenom državnom/lokalnom mrežom monitoringa stanja okoliša	0

Na osnovu sistema bodovanja po kriterijima uticaji su podijeljeni u tri kategorije što je predstavljeno u tabeli 2.

Tabela 2 – Sistem rangiranja po kategorijama uticaja

I. Kategorija (više od 150 bodova)

Lokacije ili rudničke zone gdje je remedijacija potrebna kao akutni korak u prevenciji mogućih negativnih uticaja na ljudsko zdravlje, okoliš (vodu, vazduh, biotu) i imovinu. Uticaji su registrirani, dokumentovani i štete su značajne razmjere.

II. Kategorija (100-150 bodova)

Lokacije ili rudničke zone sa tranzicijskim položajem (usred aktivnosti) pri čemu su uticaji djelimično definisani kao i njihova razmjera, ali kao rezultat specifičnih faktora (kao što su vrsta rude i prirodni uslovi, promjene tehnologije, prestanak eksploatacije mineralne sirovine) u sadašnjem trenutku prijetnja nastanka

šteta ili nije tako kritična ili zahtjeva dodatna istraživanja da bi se razjasnila situacija (sa mogućnošću promjene kategorije za tu rudničku lokaciju)

III. Kategorija (ispod 100 bodova)

Lokacije ili rudničke zone sa očigledno malim uticajem na ljudsko zdravlje, okoliš i imovinu zbog različitih faktora kao što su davno završeni rudarski radovi, privremeno prekinute operacije eksploatacije, itd, za identificiranje uticaja su dovoljni sistemi monitoringa ili su tu već postavljeni posebni uslovi za upravljanje akcidentima (novi-stari rudnik)

Na osnovu rezultata analize identificirane su tri lokacije kao prioritete u kojima se trebaju provesti mjere ublažavanja okolinskih rizika.

1. PK "Smreka 190 bodova
2. PK "Veovača 205 bodova
3. Flotacijsko jalovište 181 bod

3.2 Ocjena stanja predmetnih lokacija korištenjem metode preliminarne analize hazarda (PHA)

U okviru prethodno provedenih istraživanja od strane autora rada izvršena je identifikacija hazarda i analiza rizika prema vjerovatnoći i posljedicama. [3]

Tabela 3 Pregled hazarda i analiza rizika

Rb	HAZARD	VJEROVATNOĆA	POSLEDICE	RIZIK
1.	Posljedice po zdravlje zbog konzumiranja ribe iz jezera.	Mala	Srednje	Mali
2.	Zagađenje vodotoka vodom koja ističe iz potkopa spojenim sa PK "Brezik".	Srednja	Male	Mali
3.	Istiskivanje velike količine vode uslijed klizanja materijala u jezero i plavljenje nizvodnog područja.	Mala	Srednje	Mali
4.	Zagađenje površinskih i podzemnih voda toksičnim materijama putem prašine sa napuštenih površinskih kopova.	Srednja	Srednje	Srednji
5.	Zagađenje zemljišta i zraka prašinom sa odlagališta i kopova.	Srednja	Srednje	Srednji
6.	Zagađenje vodotoka ispiranjem ležišta sa etaža PK "Veovača".	Srednja	Srednje	Srednji
7.	Zdravstveni problemi uzrokovani unošenjem teških metala u organizam.	Mala	Velike	Srednji
8.	Nošenje toksične prašine sa brane uz jezero prema naseljima.	Velika	Male	Srednji
9.	Zagađenje zemljišta procjednim vodama na odlagalištima otkrivke i jalovine.	Velika	Srednje	Veliki
10.	Klizanje sjeverne i južne kosine PK "Smreka".	Srednja	Velike	Veliki
11.	Daljnji uticaj na floru i faunu na lokaciji pucanja korita (kanala) za flotacijski otpad na relaciji postrojenje za PMS do jalovišnog jezera.	Velika	Srednje	Veliki
12.	Uništenje akvatičnog života, te nemogućnost korištenja vodotoka za vodoopskrbu i rekreaciju, koje je povezano s promjenom boje vode uslijed unošenja hidroksidnih soli željeza i dr.	Srednja	Velike	Veliki
13.	Zagađenje zemljišta teškim metalima, kao što su: Cu, Pb, Cd, Ni i As na lokalitetu napuštene fabrike za preradu olova, cinka i barita, zbog ispiranja i nošenja niz padinu.	Velika	Velike	Veliki
14.	Opasnost od klizanja i rušenja brane jalovišta.	Srednja	Velike	Veliki
15.	Zagađenje sliva u slučaju oštećenja brane i isticanja vode i sedimenta iz jezera, zbog toksičnosti za bakar, cink, olovo, kadmij, arsen i nikel.	Srednja	Velike	Veliki

16.	Rast nivoa vode i prelivanje preko brane deponovanog sadržaja u slučaju začepjenja vertikalnih otvora za ulivanje voda koje se slivaju u prostor akumulacije sa flotacijskim otpadom.	Srednja	Velike	Veliki
-----	---	---------	--------	--------

4. PRIJEDLOG MJERA ZA SMANJENJE OKOLINSKIH UTICAJA NA PREDMETNIM LOKALITETIMA

Iz gore provedenih analiza jasno se vidi na kojim lokalitetima se nalaze potencijalno najveće opasnosti po okoliš. Radi se o PK „Smreka“, PK „Veovača“ i akumulaciji sa otpadom iz procesa flotacije (flotacijsko jalovište). Stanje na lokalitetu, ključni rezultati istraživanja, predloženi plan remedijacije i procijenjeni troškovi za pomenute ciljane lokalitete sažeto su prikazani od tabele 4. do tabele 6. [6].

S obzirom da je stanje na poligonu istraživanja složeno i sveobuhvatni pristup zahtijeva spremnost institucija, rad stručnjaka raznih disciplina i finansijsku podršku, predloženi plan remedijacije odnosno ublažavanja okolišnih uticaja je uzeo u obzir i nalaze prethodno provedenih istraživanja uključujući i master plan Japanske agencije za međunarodne saradnje (JICA) vezan za hotspotove u Federaciji Bosne i Hercegovine [7].

4.1 . Jezero na prostoru PK "Smreka"

Tabela 4. Stanje i prijedlozi rješenja PK „Smreka“

Kategorija	Sažetak
<i>Stanje lokaliteta</i>	Jezero duboko 116 m formirano je na napuštenom površinskom kopu, akumulacijom padavinskih voda i podzemnih voda. Površina jezera je oko 132.000 m ² . Nakon što je lokalitet napušten, nije se pristupilo bilo kakvim mjerama rehabilitacije. Napuštene su rudarske mašine na području kopa, koje su nakon formiranja jezera potopljene. Oko jezera se nalazi nekoliko napuštenih objekata i opreme koja je korištena za vrijeme rada preduzeća. Pitanje vlasništva nad lokalitetom nije riješeno. [6]
<i>Glavni rezultati istraživanja</i>	<i>Kvalitet vode:</i> - Koncentracije teških metala su mjestimično visoke, ali ne više od onih nađenih u okolini. <i>Kvalitet sedimenta:</i> - Koncentracije nekih teških metala su više od kanadskih PEL vrijednosti (nivo vjerovatnog uticaja - Probable Effect Level), ali podaci iz okoline su premašili PEL. [11]
<i>Predloženi plan remedijacije</i>	Predložene mjere se sastoje od: (I) razvoja detaljnog projekta, (II) biološke rekultivacije. Moguće je da bude i tehnička rekultivacija prije biološke. Dodatno je predložen redovan monitoring. U narednom periodu - budućnosti potrebno je vršiti vizuelnu kontrolu stanja etaža na kopovima i odlagalištima, kako bi se na vrijeme uočile deformacije (pukotine, lokalna odvajanja masiva, odroni i sl) i potencijalne opasnosti. Okvirna procjena troškova remedijacije je 350.000 KM. [6]

4.2 Rudnik olova, cinka i barita - PK "Veovača"

Prestankom eksploatacije i rada, kako na površinskom kopu tako i na postrojenjima PMS-a, objekti i oprema su ostavljeni u nesređenom stanju. Na površinskom kopu uslijed prekida eksploatacije ostale su otvorene etaže, tako da rude iz ležišta su izložene eroziji, ispiranju, raznošenju prašine i sl.

Objekti i oprema na postrojenju "Tisovci" su napušteni bez provođenja adekvatnih mjera čišćenja, konzervacije i pripreme za ovako dugi zastoj u proizvodnji. U ratnom periodu dio opreme je otuđen, a u poslijeratnom periodu preostala oprema je rashodovana i prodana kao otpadni metali.

Istovremeno je u skladištu i na depou ostala izvjesna količina gotovih proizvoda, (koncentrata olova i cinka i barita u rinfuzi i pakovanog u papirnu ambalažu) i sirovina. U vrijeme istraživanja površinsko tlo na lokalitetu napuštene fabrike za preradu olova, cinka i barita je teško kontaminirano teškim metalima, kao što su: Pb, Cd, Ni i As, iako je u prošlosti veći dio opasnih supstanci otklonjen sa lokaliteta. [6]

Tabela 5. Rezultati istraživanja lokaliteta postrojenja za preradu rude

Kategorija	Sažetak
<i>Stanje lokaliteta</i>	Postrojenja su djelimično ili potpuno demolirana, u nekoliko taložnica - bazena još uvijek stoji voda, i mogu biti korištene ukoliko se za tim ukaže potreba u budućim proizvodnim procesima. Na platou se nalaze ostaci postrojenja (nekorisni otpad) i dio proizvoda, izložen ispiranju i nošenju/spiranju niz padinu.
<i>Glavni rezultati istraživanja</i>	<i>Površinsko tlo:</i> - Cd max. 27,3 mg/kg (referentna vrijednost 10 mg/kg). - Pb max. 3.005 mg/kg (referentna vrijednost 500 mg/kg). - Koncentracije Ni, Zn, Mn i As su također više nego referentne vrijednosti. [3]
<i>Predloženi plan remedijacije</i>	Predložene mjere se sastoje od: (I) izrade plana remedijacije, (II) dekomisije i demoliranja postojećih zgrada, (III) iskopavanja i odlaganja kontaminiranog zemljišta. Okvirna procjena troškova remedijacije je 920.000 KM. [6]

S obzirom na to da je eksploatacija zaustavljena, a prisutna su nastojanja da se preduzeće ponovo osposobi za rad, uz tu pretpostavku neophodno je sagledati:

- mogućnost nastavka eksploatacije,
- izraditi projektnu dokumentaciju za nastavak eksploatacije ili sanacije postojećeg stanja, što podrazumijeva provođenje tehničke i biološke rekultivacije devastiranog prostora površinskog kopa i vanjskog odlagališta. [10]

Ovim lokalitetom je nedavno počela upravljati rudarska kompanija, i kontaminirano zemljište bi moglo biti ponovo prerađeno ukoliko se rehabilituje postrojenje za preradu rude. U proteklom periodu izvršeno je rušenje ostataka objekata za pripremu ruda, čišćenje građevinskog otpada, te su izgrađeni novi objekti i postrojenje za PMS [9]. Potrebno je provesti nužne mjere tehničke i biološke rekultivacije sa posebnim aspektom zaštite voda.

4.3. Akumulacija sa jalovinom iz procesa PMS-a

Jalovišna brana pomenute fabrike za pripremu ruda olova, cinka i barita, bila je korištena da zadrži jalovinu koja se generisala u radu fabrike za preradu. Radi se o jalovišnom jezeru sa značajnom zapreminom akumulisane vode izdvojene nakon taloženja. Nakon prestanka proizvodnje koncentrata, predstavlja potencijalni okolišni rizik za sliv rijeke Bosne. Kruna brane je oštećena erozijom vjetra i vodenom erozijom. Osim površinske erozije evidentni su tragovi brazdate i jaružaste erozije, slika 7. [6]



Slika 7. Erozijske na brani flotacijskog jalovišta

Tabela 6. Rezultati istraživanja lokaliteta jalovišnog jezera i brane

Kategorija	Sažetak
<i>Stanje lokaliteta</i>	Brana je projektovana i izgrađena kao homogena brana, konstruisana je sa 15 metarskim visoko centriranim jezgrom od gline i nasuta kamenom. Kruna brane je oštećena vjetrom i vodenom erozijom. [6]
<i>Glavni rezultati istraživanja</i>	<i>Kvalitet vode:</i> - Koncentracije Cd, Pb, Cu i Zn prekoračile su kriterij kvaliteta za površinske vode u FBiH, ali su ipak blizu prihvatljivih granica, te se pretpostavlja da su ove koncentracije uzrokovane prirodnim fenomenima i taloženjem sastavnih čestica. <i>Zemlja i sediment na brani:</i> - Koncentracije Cd, Pb, Cu, Zn i As prekoračile su višestruko referentne vrijednosti. [3]
<i>Predloženi plan remedijacije</i>	Predložene mjere se sastoje od: (I) geotehničkih ispitivanja, (II) detaljnog projekta, (III) građevinskih i pratećih radova, i drugih mjera za sanaciju brane i izgradnju dva obodna kanala. Okvirna procjena troškova remedijacije je 570.000 KM. [6]

Rekonstrukcija jalovišne brane se smatra najhitnijim pitanjem, jer ukoliko bi se desio kolaps brane, moguće su teške posljedice.

5. ZAKLJUČAK

Predmet istraživanja rada predstavljaju okolišni uticaji rudarskih aktivnosti u području Vareša prekinutih ratnim dešavanjima, uz dodatno poslijeratno nesređeno stanje u cijeloj državi i osjetno tehničko-tehnološko zaostajanje za svjetskim trendovima. Kao poligon istraživanja je određen širi prostor polimetalnih ležišta, sa pogonima podzemne i površinske eksploatacije,

prevashodno zbog interesovanja o stanju okoliša i dostupnosti neophodnih ulaznih podataka. Nakon prethodno izvršene analize stanja preostalih objekata, površinskih kopova, rudnika sa podzemnom eksploatacijom, zatim stepena zagađenosti vode i tla kao i procjene okolinskih rizika [3] u radu je predstavljen prijedlog mjera za smanjenje okolišnih uticaja, pri čemu je posebna pažnja usmjerena na nekoliko ključnih lokacija i pogona kako slijedi: jezero na prostoru PK "Smreka", Postrojenje za preradu i pakovanje rude na PK "Veovača", te brana i akumulacija vode u flotacijskom jalovištu.

Što se tiče istraživanja na PK „Smreka rezultati pokazuju da je koncentracija teških metala u jezeru formiranom u krateru kopa kao i sedimentu mjestimično visoka, pri čemu po okvirnoj procjeni treba 350.000 KM za remedijaciju tog prostora. Rezultati istraživanja lokaliteta fabrike/postrojenja za preradu i pakovanje rude na PK „Veovača ukazuju na sadržaj teških metala u tlu koji višestruko premašuje dozvoljene granice pogotovo kada je u pitanju kadmijum i olovo. Za predložene mjere remedijacije potrebno bi bilo izdvojiti 920.000 KM. Analiza vode u flotacijskom jalovištu je pokazala da koncentracije pojedinih teških metala premašuje maksimalno dozvoljene granice dočim je njihova vrijednost u sedimentu sa brane jalovišta višestruko premašena. Okvirni troškovi remedijacije su procijenjeni na 570.000 KM.

Rezultati ispitivanja sa značajno prekoračenim graničnim vrijednostima određenih parametara pokazali su da opasna područja zahtijevaju urgentnu remedijaciju. Sanacija brane flotacijskog jalovišta se smatra najhitnijom mjerom, jer ako dođe do destrukcije ili urušavanja brane, posljedice bi mogle biti katastrofalne sa potencijanom mogućnošću ugrožavanja vodozahvatnog područja za grad Brezu.

Evropsko zakonodavstvo postavlja ambiciozne ciljeve za zaštitu okoliša, a zahtjeva provedbu harmonizacije domaćeg zakonodavstva sa zakonodavstvom EU. Zakoni i direktive postavljaju obavezujuće ciljeve zaštite okoliša. Samo zakonodavstvo je fleksibilno po pitanju načina za postizanje zadatih ciljeva, kao i po pitanju organizacije i vlasništva nad imovinom i finansiranja neophodnih aktivnosti, i na taj način je otvoreno društvo za inovacije i tehnološki napredak. Pozitivne strane zakonodavstva EU se ogledaju i u pružanju čvrste osnove za dugoročno planiranje na tehničkom, finansijskom i političkom nivou. Također, pozitivna strana je povećani stepen uključivanja civilnog društva, čime se obezbjeđuje "živi" primjer dobrog evropskog upravljanja. Okolinskom upravljanju mora se posvetiti znatno veća pažnja, budući da ono predstavlja ključ za prijelaz na održivi razvoj.

6. LITERATURA

- [1] Begić S, Kurtanović R, Omerhodžić N.: *Napušteni kopovi i ekološka problematika Općine Vareš*, VII Naučni/stručni simpozij sa međunarodnim učešćem "Metalni i nemetalni materijali", Zenica, 2008.
- [2] Karadžin Z., Šišić, R.: *Uvod u geokolinski inženjering*, Tuzla, 2020.
- [3] Karadžin Z., Velić, A.: *Assesment of environmental risks at an old mining site*, International Engineering Conference, Novi sad, 2024.
- [4] Operta M.: *Olovo, cink i barit u metalogenetskoj zoni Borovica-Vareš*, VI Naučni/stručni simpozij sa međunarodnim učešćem "Metalni i nemetalni anorganski materijali", Zenica, 2006.
- [5] Salihović S, Selimbašić V, Simičić H.: *Hemijska karakterizacija degradiranog tla na*

području Bosne i Hercegovine, VI Naučni/stručni simpozij sa međunarodnim učešćem "Metalni i nemetalni anorganski materijali", Zenica, 2006.

[6] Velić, A., *Mogućnosti ublažavanja okolišnih uticaja napuštenih rudarskih radova na području općine Vareš*, doktorska disertacija, 2025

[7] Japan International Cooperation Agency (JICA): *Master Plan for Remediation of Hotspots in Bosnia and Herzegovina*, Sarajevo, 2014.

[8] UNEP, UNDP, NATO, OSCE - EnvSec initiative, *Mining for Closure - Policies and guidelines for sustainable mining practice and closure of mines*, , Beč, 2005.

[9] *Plan upravljanja zemljištem, zagađenim zemljištem i kontrolom erozije*, ESIA, Eastern Mining, 2021.

[10] *Procjena uticaja na okoliš, Poglavlje 5*, ESIA, Eastern Mining, 2022.

[11] *Threshold Effect Level (TEL), the Probable Effect Level (PEL)*, Canadian Council of the Ministers of the Environment, McDonald, Canada, 2002.