

UDK: 504.06:622.272.(045)=163.41

Primljen: 18.11.2024.

DOI: 10.5937/bakar2402019J

Prerađen: 28.11.2024.

NAUČNI RAD

Prihvaćen: 29.11.2024.

Oblast: Inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu

## KONTROLE SPROVOĐENJA MERA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE PRI PODZEMNOJ EKSPLOATACIJI RUDE

### CONTROLS OF THE IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL PROTECTION MEASURES DURING UNDERGROUND ORE EXPLOITATION

Ivan Jovanović<sup>1</sup>, Novica Staletović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Alberta Anštajna 1, 19210 Bor, Srbija

<sup>2</sup>Univerzitet Union „Nikola Tesla“, Fakultet za ekologiju i zaštitu životne sredine, Cara Dušana 62-64, 11000 Beograd, Srbija

<sup>1</sup> E-mail: ivan.jovanovic@irmbor.co.rs, Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-5174-3734>

<sup>2</sup> E-mail: nstaletovic@unionnikolatesla.edu.rs, Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8450-5564>

#### Izvod

*Usled eksploatacije rudnog ležišta dolazi i do uticaja tehnoloških parametara na životnu sredinu. Stoga je potrebno analizirati i proceniti rizike po životnu sredinu na odobrenom eksploatacionom prostoru i preduzeti mere i uslovi za sprečavanje, smanjenje i otklanjanje štetnih uticaja po životnu sredinu i zdravlje ljudi. Cilj rada je naglasiti da je značajno upravljati životnom sredinom, da se treba da utvrde i preduzmu mere za otklanjanje, sprečavanje i smanjenje uticaja na životnu sredinu kako bi se ispunili uslovi za dalji nesmetani rad u rudniku bez kršenja zakonskih odredbi u pogledu zaštite životne sredine.*

**Ključne reči:** *upravljanje zaštitom životne sredine, mere zaštite životne sredine, podzemna eksploatacija rude*

#### Abstract

*Technological parameters also have an impact on the environment due to the exploitation of the ore deposit. Therefore, it is necessary to analyze and assess environmental risks in the approved exploitation area and take measures and conditions to prevent, reduce and eliminate harmful impacts on the environment and human health. The aim of the paper is to emphasize that it is important to manage the environment, that measures should be determined and taken to eliminate, prevent and reduce environmental impacts in order to meet the conditions for further uninterrupted operation of the mine without violating legal provisions regarding environmental protection.*

**Keywords:** *environmental management, environmental protection measures, underground mining*

#### 1. UVOD

Osnovni metodološki pristup i sadržaj identifikacije aspekata i vrednovanja uticaja na životnu sredinu povezan je zahtevima tačke 4.3.1., standarda SRPS ISO 14001: 2005, kao i zakonskih zahteva pre svega Zakona o zaštiti životne

sredine, Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima, kao i podzakonskih akata koji se tiču ove oblasti. [1,2]

U rudarstvu, kao i u drugim industrijskim granama, potreban je izraditi plan upravljanja zaštitom životne sredine. Ovakav dokument predstavlja upravljački instrument kojim se obezbeđuje preduzimanje preventivnih mera usmerenih na očuvanje životne sredine. [3] On, takođe, predstavlja jedan od osnovnih uslova za uspostavljanje sistema upravljanja zaštitom životne sredine. [4]

U okviru ovakvog dokumenta, prvo se sagledavaju uslovi na odobrenom eksploatacionom prostoru i bližoj okolini na kojoj je rudnik. [5] Zatim se vrši analiza stanja procesa rada, vrši se identifikacija i analiza aspekata životne sredine i utvrđuje značaj njihovog uticaja na životnu sredinu. [6]

Kada se sagledaju i procene rizici mogućih udesa i vanrednih situacija, definišu se mere u cilju sprečavanja, smanjenja ili otklanjanja svih značajnih uticaja na životnu sredinu. [7] Takođe, definiše se i program za praćenje i merenje (monitoring) kvaliteta životne sredine u toku rada, odnosno odvijanja tehnoloških operacija u rudniku. [8]

U ovom radu prikazaće se rezultati sprovođenja mera zaštite životne sredine pri podzemnoj eksploataciji rude.

## 2. TEORIJSKE OSNOVE

Kao primer rudnika sa podzemnom eksploatacijom rude, uzeto je ležište „Brdo“ u široj okolini Rudnika kod Gornjeg Milanovca.

Složena geološka građa terena stvarana je tokom duge geološke istorije. Postojanje stena sa različitom strukturnom poroznosti, intenzivna tektonska poremećenost stenskog masiva i dr., usloveli su složenost hidrogeoloških odnosa u terenima šire okoline Rudnika. Na osnovu podataka dobijenih dubinskim istražnim bušenjem ležište rude gvožđa „Brdo“ genetski i prostorno se povezuje sa skarnovskim (kontaktno metasomatskim) kompleksom stena intermedijarne magme. Utvrđene su granice između samog ležišta i okolnih pratećih stena, i to da se u krovinskom delu ležišta nalazi kaolinisani andezit, dok u podinskom dolomit.

Samo ležište je na prelazu između slabo raspucanih do monolitnih stena, sa nepravilnim rasporedom pukotina. Dubinskim istražnim bušotinama sa jezgrovanjem je ustanovljeno da se u okolini u kojoj se pozicioniralo ležište nalazi veliki broj raseda. Ovi rasedi su nastali kao rezultat postrudnih deformacija, koje su imale glavnu ulogu u oblikovanju i definisanju rudnog tela. Zahvatanje ležišta rasedima dovelo je do pojave više sistema pukotina u okviru rudnog masiva, a što se odrazilo na degradaciju osnovne stenske mase. Pukotinski sistemi su pretežno koncentrisani u samom ležištu, dok krovina i podina ležišta spadaju u kategoriju slabo raspucanih stena sa nepravilnim rasporedom pukotina.

Na osnovu podataka koji su dobijeni dubinskim istražnim bušotinama sa jezgrovanjem, o sastavu kako samog ležišta tako i krovinskim i podinskim stena, o osnovnim geometrijskim i tektonskim karakteristikama samog ležišta za otkopavanje se primenjuje metoda podetažnog otkopavanja sa otvorenim otkopima.

Zbog uticaja konfiguracije terena i velike dubine zaleganja, kao kapitalne prostorije otvaranja usvajaju se vertikalna okna. Postoji još nekoliko načina otvaranja koji su uzeti u obzir, ali je ovakav način usvojen na osnovu uslova koji pruža teren i takođe na osnovu ekonomske isplativosti kao jedan od najznačajnijih faktora na početku radnog veka rudnika.

Vertikalna okna su sa centralnim razmeštajem, što podrazumeva pozicioniranje okana u pravcu sredine ležišta. Okna se nalaze u istom jamskom krugu rudnika, a takav položaj je pogodan za organizaciju održavanja i opsluživanja okana.

Jedno okno služi za izvoz iskopina, prevoz ljudi, ulazak sveže vazdušne struje, odvodnjavanje, dopremu neophodnih materijala za funkcionisanje jame, postavljanje električnih, vodovodnih i drugih instalacija, dok je funkcija drugog okna za izlazak istrošene vazdušne struje iz jame. U ventilacionom oknu, radi mera predostrožnosti, postavljen je i jedan koš za prevoz ljudi, ukoliko se desi neka nesreća tako da ne može da se izađe regularnim putem.

Izvozno okno i ventilaciono okno, smešteni su u podinskom boku ležišta van granice zone zarušavanja. Okna su izrađena na međusobnom rastojanju od 50 m. Prostorije otvaranja nalaze se na platformi. Za otvaranje ležišta bira se metoda centralnog otvaranja.

### **3. SIGURNOSNE MERE**

Prilikom eksploatacije ležišta veoma je bitno da nadležni organi rudnika izrade uputstva za rad, koja će radnici koristiti prilikom rukovanja mašinom i radu na otkopavanju. Uputstvo treba da sadrži objašnjenje rada mašine, prikazuje i objašnjava postupke kojih radnik treba da se pridržava pri radu na otkopavanju.

Prilikom otkopavanja ležišta potrebno je izraditi sledeća uputstva:

- Uputstvo za rad na bušenju minskih bušotina;
- Uputstvo za rad na miniranju;
- Uputstvo pri radu utovarno-transportne mehanizacije; i
- Uputstvo za rad na izvozu.

Sve tehnološke faze eksploatacije rude i svi objekti moraju da budu u skladu s propisima o zaštitnim merama pri radu. Pored niza dužnosti na sprovođenju sigurnosnih mera i zaštite na radu koje su regulisane zakonskim normativima, rudnik je dužan da odrediti i posebne mere zaštite na radu s

obzirom na specifične prilike i opasnosti u dotičnom rudarskom objektu, a takođe i odgovarajuću zaštitnu opremu.

### **3.1. Mere sigurnosti prilikom rukovanja eksplozivnim sredstvima**

Opasnost i teške posledice koje mogu nastati usled nestručnih i nepravilnih postupaka pri transportu, skladištenju i upotrebi eksplozivnih sredstava, zahtevaju da se svi ljudi koji rukuju ili manipulišu eksplozivnim sredstvima dobro upoznaju sa svojstvima eksplozivnih sredstava i upute kako se s njima pravilno i bez opasnosti rukuje.

U projektovanom rudniku podzemne eksploatacije - jami, na osnovu minersko-tehničkih svojstava, predviđa se upotreba privrednog praškastog eksploziva „Amonex1“.

Za postizanje što sigurnijeg rada prilikom paljenja većeg broja mina u svim prostorijama otvaranja, razrade, otkopavanja i pripreme, predviđa se električno paljenje mina. Na temelju važećeg „Pravilnika o merama zaštite pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranj u rudarstvu“, moraju se na pogonu razraditi detaljnija tehnička uputstva koja će služiti kao dopuna prilagođena za postojeću tehniku miniranja, projektovanja radilišta, rasporeda mina na radilištima, te detaljnije regulisane dužnosti rukovodećeg i tehničkog osoblja, palilaca mina i drugih osoba ovlašćenih za rukovanje eksplozivnim sredstvima.

Posebnu pažnju treba posvetiti ispitivanju ispravnosti eksplozivnih sredstava, kako prilikom prijema novih pošiljki, tako i nakon propisanih rokova za proveru.

Eksplozivna sredstva za projektovanu jamu čuvaće se u magacinu eksploziva, koji će se izgraditi u jami, a dovoziće se iz glavnog skladišta eksplozivnih sredstava, koje je na površini. Magacin eksplozivnih sredstava u jami, mora biti izrađen u izlaznoj vazdušnoj struji zbog mogućih neželjenih havarija. Takođe, eksplozivi i upaljači se moraju skladištiti u posebnim prostorijama.

### **3.2. Mere zaštite na radu u jami**

Sa aspekta sigurnosti, projektovana jama je dosta sigurna, te nema posebnih izvora opasnosti. Karakteristike ležišta rude su takve da nema mogućnosti nastajanja eksplozije, požara, prodora vode, kao ni opasne prašine.

### **3.3. Posebne mere zaštite pri otkopavanju**

U toku izvođenja radova na otkopavanju potrebno je pored redovnih preduzimanja mera zaštite, obratiti pažnju i na sledeće:

1. Održavati čist i slobodan prostor u pristupnom hodniku otkopnog radilišta u svim fazama rada na otkopu.

2. Kod rada sa bušačim čekićem, utovarno-transportnom mašinom i drugim mašinama i uređajima na otkopu, strogo se treba pridržavati uputstava pri radu.
3. Sva bušenja u jami moraju se obavljati s vodenim ispiranjem u cilju suzbijanja nastajanja prašine.
4. Rukovanje elektro-hidrauličnim bušačim mašinama, utovarno-transportnim mašinama i ostalom mehanizacijom dozvoljeno je samo kvalifikovanim rudarskim radnicima, koji su obučeni i poseduju rešenja za rad sa dotičnim mašinama.
5. Na čelu otkopnog radilišta mora se osigurati stalno jako svetlo.
6. U otkopane prazne prostore koje se zasipavaju strogo je zabranjen svaki ulaz.

### **3.4. Posebne mere zaštite pri radu sa dizel utovarno-transportnim mašinama**

Pri radu s utovarno-transportnom mašinom na dizel pogon potrebno je naročito se pridržavati sledećih mera zaštite:

1. Pridržavati se svih uputstava od strane proizvođača mašine.
2. Za vreme rada na utovaru rude i/ili jalovine na čelu radilišta se ne sme niko nalaziti.
3. Ostali materijal se može prevoziti samo uz odobrenje i uputstvo tehničkog rukovodioca pogona.
4. Pre početka rada sa utovarno-transportnom mašinom, rukovalac mašine je dužan pregledati opštu ispravnost mašine.

U toku rada utovarno-transportne mašine, rukovalac je dužan da:

1. stalno promatra stanje stropa otkopa na području utovara i transporta,
2. brine se da čitav transportni put bude čist,
3. sa neispravnom mašinom ne sme raditi, nego je o neispravnosti mašine dužan da obavesti smenskog nadzornika koji će organizovati popravku, i
4. na kraju rada rukovalac je dužan da dobro očistiti mašinu.

### **3.5. Lična zaštitna sredstva**

Radnici zaposleni u jami moraju imati sledeća zaštitna sredstva:

1. Šlem
2. Čizme
3. Radno odelo
4. Lampu
5. Zaštitni opasač
6. Rukavice

---

Takođe, u svim službenim prostorijama u jami se mora nalaziti sandučić prve pomoći i aparat za gašenje požara na vidnom i pristupačnom mestu.

### **3.6. Zaštita od opasnih gasova**

U ležištu rude sa podzemnom eksploatacijom, od opasnih gasova, moguća je pojava nitroznih gasova kao posledica miniranja i eventualno u manjim količinama CO<sub>2</sub>, kao posledica truljenja jamske građe. Predviđeno je redovno kontrolisanje i ispitivanje prisutnosti gasova pomoću instrumenata namenjenih za te svrhe.

### **3.7. Zaštita od mineralne prašine**

Tehnološke faze u kojima dolazi do stvaranja velikih količina prašine su bušenje i miniranje. Postupkom mokrog bušenja će se u većoj meri „oboriti“ prašina. Takođe, i odgovarajućim provetravanjem radilišta, koncentracija prašine neće preći maksimalno dozvoljene koncentracije.

### **3.8. Zaštita od požara**

Izgradnja rudarskih prostorija izvodi se u stabilnoj stenskoj sredini uz samo delimično podgrađivanje sidrenjem i torketiranjem, tako da ne postoji opasnost od zapaljivih podgradnih elemenata. Drvena građa se primenjuje, po potrebi, u otkopnom bloku za osiguranje krovine i u transportnim hodnicima u vidu drvenih impregniranih pragova. U jami ne postoji drugi izvor opasnosti od nastajanja požara.

### **3.9. Zaštitne mere na površini**

Zaštitne mere na površini se odnose na:

1. Zaštitu objekata
2. Zaštitu zone zarušavanja

### **3.10. Zaštita objekata**

U smislu važećih Pravilnika o zaštiti na radu, svi površinski objekti i postrojenja moraju biti snabdeveni protivpožarnim, higijenskim i sanitarnim uređajima. Izvozni toranj će biti povezan sa upravnom zgradom i ostalim pogonima u čijem okviru će se izgraditi priručna ambulanta za pružanje prve pomoći, a planiraju se i dežurna sanitetska kola u slučaju hitne intervencije. Na području jame su planirane i prostorije za četvu za spasavanje, vatrogasnu stanicu, kupatila, menze i ostale magacinske prostore. Jama će biti povezana sa objektima na površini telefonskom vezom.

### 3.11. Zaštita zone zarušavanja

Sama primena ove metode dovodi do izvesnog sleganja tla na površini, tako da je neophodno da se površina terena adekvatno zaštiti. Lokacija ležišta je veoma povoljna, s obzirom da se na površini ne nalaze objekti od većeg značaja. Kada dođe do sleganja terena, takvi prostori će se sanirati nasipavanjem jalovine koja će se ionako nalaziti u okruženju, s tim da će se nasipavanje izvoditi tek po okončanju eksploatacije na dotičnom ležištu.

### 3.12. Potrebna dokumentacija

U rudniku sa podzemnom eksploatacijom, gde se izvode radovi, izvođač radova obavezan je da poseduje sledeću dokumentaciju, i to:

- Rešenje o registraciji preduzeća, PIB i šifru delatnosti;
- Radni nalog ili ugovor po kome se izvode radovi;
- Rešenje za rukovodioca radova;
- Plan upravljanja zaštitom životne sredine;
- Izjave zaposlenih da su upoznati sa Planom upravljanja zaštitom životne sredine;
- Spisak zaposlenih koji su upoznati sa Planom upravljanja zaštitom životne sredine;
- Potvrdu, u pisanom obliku, o upoznavanju zaposlenih sa značajnim aspektima životne sredine i zahtevima u vezi zaštite životne sredine, u smislu identifikacije, transporta, manipulacije, skladištenja opasnih materijala i odlaganja opasnog otpada, i zahtevima industrijske higijene i redu na radu u jami;
- Evidenciju povećanih rizika po životnu sredinu i zdravlje ljudi za sve značajne aspekte životne sredine i opremi i sredstvima koja su u funkciji zaštite životne sredine;
- Odluku o određivanju lica za zaštitu životne sredine;
- Procedure i uputstva iz okvira sistema za upravljanje zaštitom životne sredine.

Odgovorna lica za zaštitu životne sredine dužna su da poseduju i:

- dokumentaciju u vezi sa zaštitom životne sredine da rudnik ispunjava propisane uslove za ove poslove i da je kao takav spreman za izvršenje pomenutog posla eksploatacije ležišta rude,
- ovlašćenja,
- licence,
- razna uputstva,

- 
- osiguravajuću polisu osiguranja od nastanka štete prema životnoj sredini, ateste, sertifikate, stručne nalaze, MSDS liste itd.,
  - potvrdu da su zaposleni prošli obuku i praktičnu proveru znanja iz oblasti zaštite od požara i poznavanju i upravljanju značajnim aspektima životne sredine,
  - obaveste da uredno vode dokumentaciju u pregledu količina neopasnog/opasnog otpada i da poseduju Proceduru upravljanja otpadom,
  - obaveste o poštovanju radne, tehnološke discipline,
  - obaveste ukoliko se zaposleni ne pridržavaju procedura i uputstava za zaštitu životne sredine,
  - obaveste o najavljenoj poseti inspekcijskih organa kada za to ima saznanja,
  - obaveste o ispunjavanju obaveze prema nadležnoj inspekciji za zaštitu životne sredine,
  - obaveste o bezbednosnim procenama u pogledu potencijalnih ekoloških udesa i vanrednih situacija i da na osnovu toga preduzimaju dopunske mere zaštite životne sredine.

### **3.13. Kontrola sprovođenja mera**

Kontrola sprovođenja mera zaštite životne sredine pri podzemnoj eksploataciji rude podrazumeva i:

- informisanje zaposlenih o dužnostima i obavezama iz oblasti zaštite životne sredine,
- redovno održavanje sastanaka koji se odnose na pridržavanje propisa iz oblasti zaštite životne sredine u toku izvođenja rada,
- imenovanje lica za sprovođenje mera zaštite životne sredine koji će biti na mestu izvođenja radova,
- poštovanje naložene mere ili uputstva za zaštitu životne sredine koju izdaje odgovorno lice za zaštitu životne sredine,
- pridržavanje svih zakonskih, tehničkih i internih propisa iz zaštite životne sredine, kao i svih normi i standarda koji definišu oblast zaštite životne sredine,
- adekvatno uređena radna mesta, sa primenjenim svim merama zaštite, postavci oznaka zabrane, upozorenja, obaveza i oznaka u vezi zaštite radne i životne sredine,
- redovno vršenje, praćenje, merenje i preduzimanje preventivnih mera u vezi zaštite životne sredine,
- pridržavanje svih zakonskih, tehničkih i internih propisa iz oblasti zaštite životne sredine, u smislu identifikacije, transporta, manipulacije, skladištenja opasnih materija i odlaganja opasnog otpada.



#### **4. ZAKLJUČAK**

Cilj upravljanja životnom sredinom je poboljšanje kvaliteta ljudskog života, zadovoljavanje i unapređenje ljudskih potreba na održivoj osnovi uz pravljenje minimalne štete prirodnim staništima i ekosistemima.

Sprovođenje i kontrola mera zaštite životne sredine pri podzemnoj eksploataciji rude se odnosi na upravljanje ekološkim programima od strane rudnika na planski, sveobuhvatan, sistematičan i dokumentovan način. On mora uključiti organizacionu strukturu, planiranje i resurse za razvoj, sprovođenje i održavanje politike zaštite životne sredine.

Sprovođenje i kontrola mera zaštite životne sredine služi kao sredstvo za poboljšanje ekoloških performansi i obezbeđuje sistematičnost u načinu kojim rudnik upravlja poslovima životne sredine, i dovodi do ekonomske koristi kao što su niži troškovi i naknade u vezi sa životnom sredinom i direktne uštede kroz smanjenje izvora koji ugrožavaju životnu sredinu.

#### **ZAHVALNOST**

*Autori se zahvaljuju Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije za finansijsku podršku naznačenu ugovorom br. 451-03-66/2024-03/200052.*

#### **LITERATURA**

- [1] Zakon o zaštiti životne sredine, „Službeni glasnik RS“, br. 135 od 21. decembra 2004, 36 od 15. maja 2009, 36 od 15. maja 2009 - dr. zakon, 72 od 3. septembra 2009 - dr. zakon, 43 od 14. juna 2011 - US, 14 od 22. februara 2016, 76 od 12. oktobra 2018, 95 od 8. decembra 2018 - dr. zakon, 94 od 28. novembra 2024 - dr. Zakon
- [2] „Službeni glasnik RS“, br. 101 od 8. decembra 2015, 95 od 8. decembra 2018 - dr. zakon, 40 od 22. aprila 2021.
- [3] A. Dajankac, International Program and Sustainability Manager, DQS Group, 24.02.2024.
- [4] S. Živković, S. Milutinović, Upravljanje zaštitom životne sredine, Univerzitet u Nišu, Fakultet zaštite na radu u Nišu, Niš, 2021.
- [5] S. Živković, M. Veljković, Economic of Sustainable Development, Vol. 4, 2 (2020) 37-47.

- [6] Đ. Milosavljević, B. Milovanov, Istraživanja i projektovanja za privredu, 1 (2003) 41-48.
- [7] P. Marković, N. Đereg, Rudarstvo – opasnosti i izazovi u zaštiti životne sredine, Centar za ekologiju i održivi razvoj, Subotica, 2022.
- [8] Uredba o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri podzemnoj i površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina, „Službeni glasnik RS“, br. 65 od 14. septembra 2010, 159 od 30. decembra 2020.