PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM RUDNIKA „RUDNIK“

DODACI



Rudnik, Gornji Milanovac, april 2025.

Dodatak I

Izveštaj o kategoriji deponije rudarskog otpada

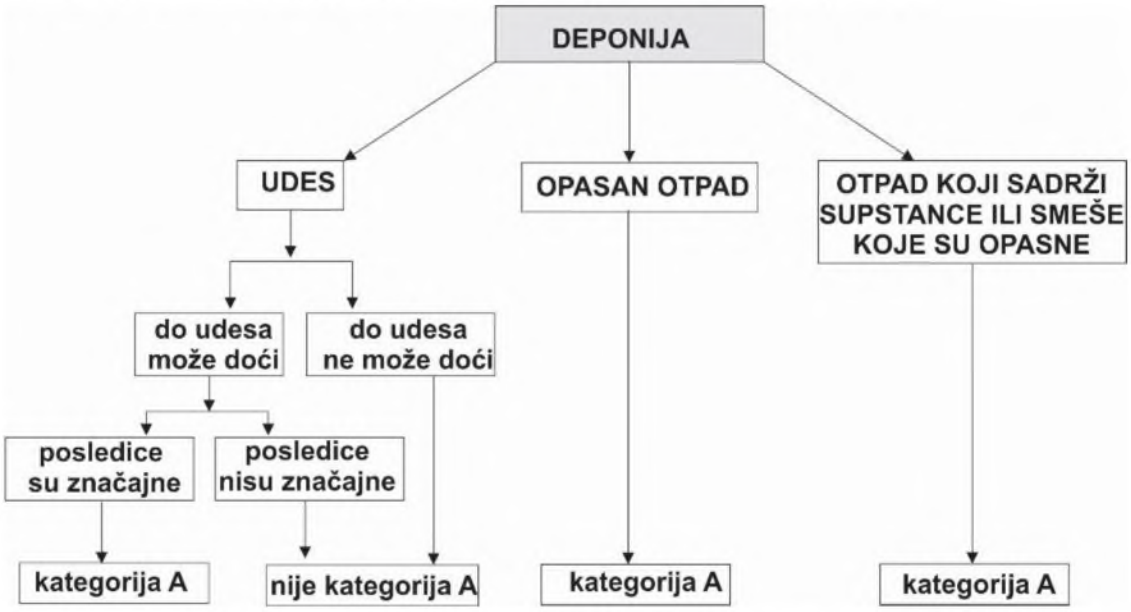
U članu 17 Uredbe o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu ("Sl. Glasnik RS" br. 53/2017) su predloženi kriterijumi na osnovu kojih se vrši klasifikacija deponija. Uzima se u obzir celokupni eksploatacioni vek deponije, kao i period nakon zatvaranja. Uredba predlaže dve opšte kategorije deponija: deponije koje pripadaju kategoriji A („rizična" kategorija) i deponije koje ne pripadaju kategoriji A („nerizična" kategorija). Deponija se klasifikuje kao kategorija A ako:

„... 1. zbog kvara ili neispravnog rada, npr. rušenja jalovišta ili pucanja nasipa/brane, na osnovu procene rizika može doći do tehničko-tehnoloških nesreća-udesa, pri čemu se u obzir uzimaju faktori kao što su sadašnja ili buduća veličina, lokacija i uticaj na životnu sredinu; ili

2. ako je otpad klasifikovan kao opasan otpad u skladu sa propisima za upravljanje otpadom iznad određene granične vrednosti;

3. ili ako otpad sadrži supstance ili smeše koje su klasifikovane kao opasne na osnovu propisa za upravljanje otpadom iznad određene granične vrednosti....".

Kada se vrši klasifikacija deponije, sva tri kriterijuma treba uvažiti, slika 1.



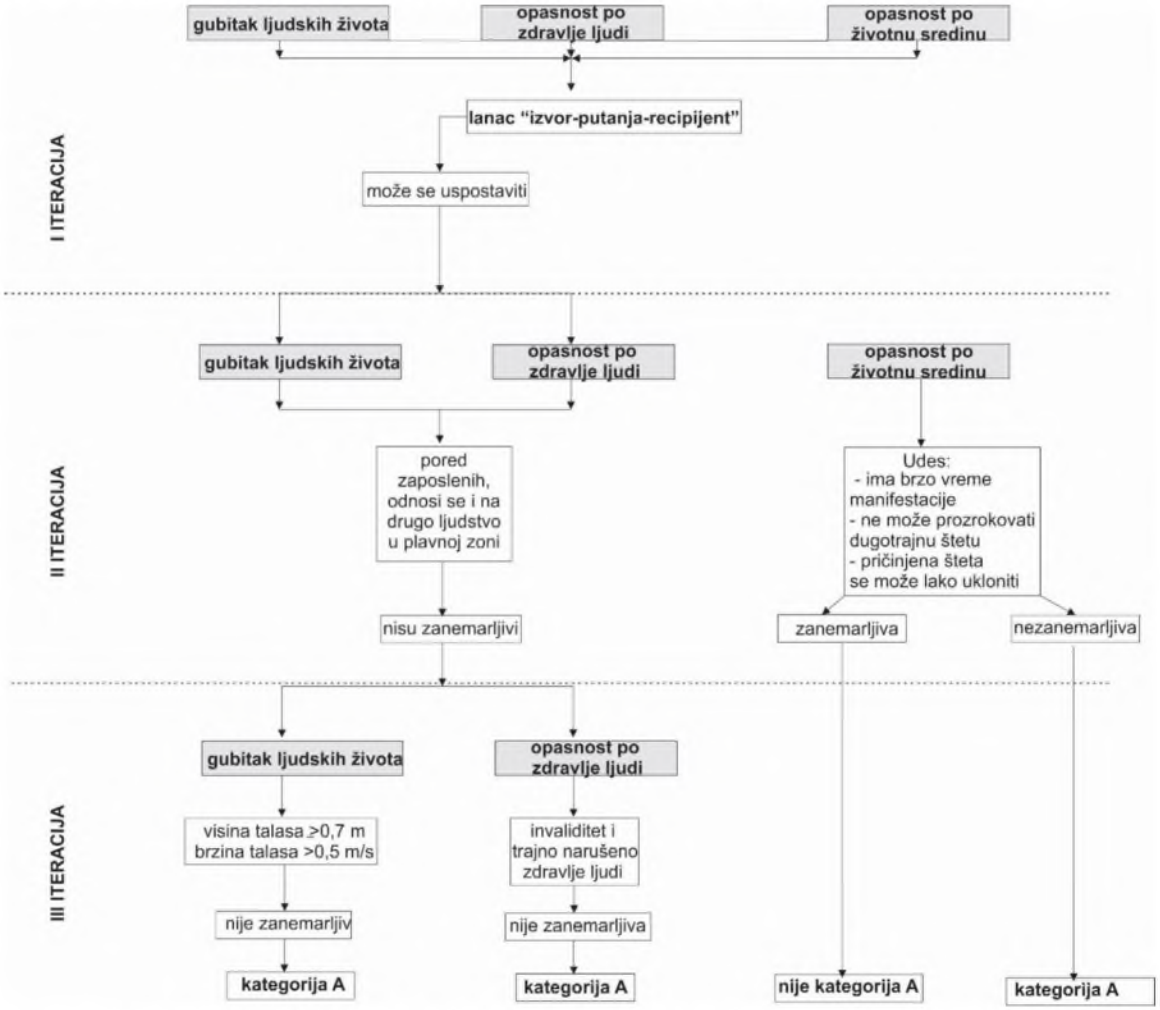
Slika 1 Opšta klasifikacija deponija rudarskog otpada prema Uredbi

NAPOMENA: U Rudniku „Rudnik" se generišu 2 vrste rudarskog otpada: flotacijska jalovina i jamski nemineralizovani otpad. Flotacijska jalovina se odlaže na flotacijskom jalovištu, dok se nemineralizovani jamski otpad odlaže na aktivnom odlagalištu „GIN-200".

1. Predlog kategorije deponije na osnovu posledica koje nastaju usled udesa

U toku čitavog eksploatacionog veka deponije, kao i perioda nakon njenog zatvaranja potrebno je sagledati mogućnost dešavanja udesa. Tokom klasifikacije indirektno se kao obaveza držaocu otpada nameće procena rizika od udesa na deponiji. Kroz procenu rizika se može sagledati verovatnoća nastanka udesa, a da bi se ovaj činilac rizika mogao realno oceniti potrebno je predvideti sve manjkavosti u radu deponije koje bi mogle da izazovu rušenje nasipa i izlivanje deponovanog materijala, odnosno, kako se u Uredbi navodi „gubitka celovitosti deponije". U okviru procene rizika, sagledavaju se i potencijalne posledice, ocenjuje se mogućnost gubitka ljudskih života, opasnost po zdravlje ljudi i po životnu sredinu. Procena materijalne štete nije predmet procene u okviru ove Uredbe, iako je to sastavni deo svake procene rizika. Ukoliko se ustanovi da do udesa može doći, dalje se analiziraju posledice. Klasifikacija deponije na osnovu posledica teče kroz tri iteracije, slika 2:

- Procena mogućnosti uspostavljanja lanca „izvor-putanja-recipijent",
- Procena ljudi izloženih opasnosti i procena opasnosti po životnu sredinu, i
- Procena značajnosti gubitka ljudskih života i opasnosti po zdravlje ljudi



Slika 2 Klasifikacija deponija rudarskog otpada na osnovu posledica potencijalnog udesa

1.1. Procena rizika od udesa na flotacijskom jalovištu

Procena rizika od rušenja brana flotacijskog jalovišta se vrši sa ciljem da se na osnovu izlaznih podataka omogući realno i praktično klasifikovanje deponija prema *Uredbi o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu* ("Sl. Glasnik RS" br. 53/2017).

Procena rizika će se izvršiti primenom FMEA tehnike uz podršku matrice rizika za analizu riziku i ALARP pristupa za vrednovanje rizika. Rizik će se proceniti kao funkcija verovatnoće potencijalnog udesa i posledica koje proističu iz udesa. Potencijalni udesi će se modelirati po najgorem mogućem scenariju po kom će se desiti rušenje brane br. 9 i isticanje izvesne količine deponovane jalovine, dok će se težina posledica analizirati na osnovu potencijalnih ljudskih žrtava, ekoloških i ekonomskih posledica.

1.1.1. Uvodna razmatranja

Flotacijsko jalovište rudnika „Rudnik" počelo je sa radom 1953. god. kada je izgrađena i prva brana, brana br. 1, koja se nalazila u neposrednoj blizini pogona za flotaciju. Kako se jalovište nadvišavalo, izgrađeno je još 8 brana. Izgradnja trenutne brane br. 9 počela je 1970. godine i radi se etapno. Sadašnja visina brane je 60 m i sa tom visinom spada u red visokih brana. Danas svih devet brana čini jednu celinu. Flotacijsko jalovište predstavlja brdski tip jalovišta koje se nadvišava nastupnom metodom. Locirano je u dolini Zlokućanskog potoka. Nožica brane br. 9 nalazi se u neposrednoj blizini Ibarske magistrale (magistralni put M22), slika 3.



Slika 3. Flotacijsko jalovište rudnika „Rudnik"

Trenutna površina jalovišta iznosi 45 ha, a nadgradnjom do krajnje kote od 500 mnm za koju je procenjeno da će se dostići u narednih 9,5 godina, jalovište će se proširiti i njegova površina će iznositi 68 ha, pri čemu će se dobiti dodatnih 1.638.000 m^3 akumulacionog prostora za

odlaganje jalovine. Prilikom nadvišenja je planirana ugradnja vododržive folije-geomembrane u branu kojom će se obezbediti dodatna sigurnost od formiranja viših nivoa procednih voda. U prošlosti nisu zabeležene veće udesne i havarijske situacije.

Okolina jalovišta obiluje poljoprivrednim zemljištem, pretežno livadama, njivama, baštama, voćnjacima i šumskim zemljištem na strmim terenima pored vodotokova. U neposrednom okruženju jalovišta ima oko desetak domaćinstava sa oko 30 stanovnika i radničko naselje južno od pogona flotacije za privremeni boravak radnika. Prvo veće naselje u blizini je Gornji Milanovac sa 44.000 stanovnika, dok samo opština Rudnik broji 1.490 stanovnika. Sva sela u ovom kraju pripadaju starovaroškom tipu razbijenih sela.

Zlokućanski potok je mali vodotok koji se nizvodno od jalovišta uliva u Rudnički potok. Rudnički potok se 2 km nizvodno od jalovišta uliva u reku Despotovicu, kao njena desna pritoka. Od ostalih površinskih vodotokova u širem okruženju, na južnim padinama Rudnika izvire reka Gruža i reka Kamenica koja nastaje na južnim padinama Divčibara. Većina vodenih tokova u ovom području pripadaju slivu Zapadne Morave, a manji deo slivu Save. Što se podzemnih voda tiče, geološki sastav ovog područja ne omogućava veće akumulacije i stvaranje većih izdani podzemnih voda. Izdani podzemnih voda su utvrđene u dolini Rudničkog potoka, na oko 1,5-2 m ispod površine terena. U direktnoj hidrauličkoj vezi su ove vode sa Rudničkim potokom. U okolini jalovišta nema kulturnih dobara, zaštićenih područja, niti područja ili prirodnih oblika visoke ambijentalne vrednosti. Na flotacijskom jalovištu do sada nisu zabeležene manje, niti veće udesne situacije. Jalovište je dobro projektovano i održavano.

1.1.2. Scenario udesa i procena verovatnoće udesa

Za potrebe procene rizika od rušenja brane flotacijskog jalovišta rudnika „Rudnik" analiziraće se:

- udes u slučaju statičke nestabilnosti,
- udes u slučaju dinamičkog opterećenja, i
- udes u slučaju priliva velike količine atmosferskih padavina - prelivanje.

U okviru Elaborata o proveri stabilnosti koji je rađen za potrebe DRP-a nadvišenja jalovišta i brane br. 9 provera stabilnosti je vršena uz pomoć softvera *Geo Slope* i *Slide*. Analize stabilnosti su rađene u statičkim i dinamičkim uslovima, a proračuni stabilnosti brana izvršeni su primenom metoda Bišopa, Janbua i Spencera. Kako se za potrebe procene rizika uzima najgori mogući scenario, a metoda Janbua je u analizi dala najniže faktore sigurnosti, samo će oni biti razmatrani za analizu verovatnoće udesa usled statičke i dinamičke nestabilnosti.

Rezultati proračuna minimalnih vrednosti faktora sigurnosti (Fs) dati su u tabeli 1. Svi izračunati faktori sigurnosti su zadovoljavajući prema preporučenim minimalnim vrednostima F_s prema standardu SRPS.U.C5.020 i pri statičkom i pri dinamičkom opterećenju.

Tabela 1. Izračunati faktori sigurnosti

Brana	Statičko opterećenje Fs	Dinamičko opterećenje Fs'	Dozvoljeni Fs prema standardu SRPS U.C5.	
			za statička opterećenja	za dinamička opterećenja
Bishop	1,879	0,985	≧1,5[1]	≧1
Janbu	1,877	0,983		
Spencer	1,879	0,985		

Za utvrđivanje godišnje verovatnoće udesa usled statičkog i dinamičkog opterećenja, uzeta je u obzir semi-empirijska metoda prema Silva et al., 2008[2] koja korelira faktor sigurnosti u statičkim uslovima i verovatnoće udesa, a u zavisnosti od kategorije objekta kojoj pripada, na osnovu stepena njihovog nadzora, rukovođenja i opsežnosti projektne dokumentacije, slika 4.

Iskustveno, objekti poput jalovišta najčešće pripadaju 1. kategoriji objekata[3]. Međutim, kako sugeriše Herza, 2019[4], za brane izgrađene nastupnom metodom, zbog sklonosti likvefakciji, što statičkoj, što dinamičkoj, apriori se svrstavaju u nižu kategoriju, tačnije, u 2. kategoriju[5]. Na slici 7.4 prikazani su rezultati procene godišnje verovatnoće udesa usled statičkog opterećenja za sve tri razmatrane brane.

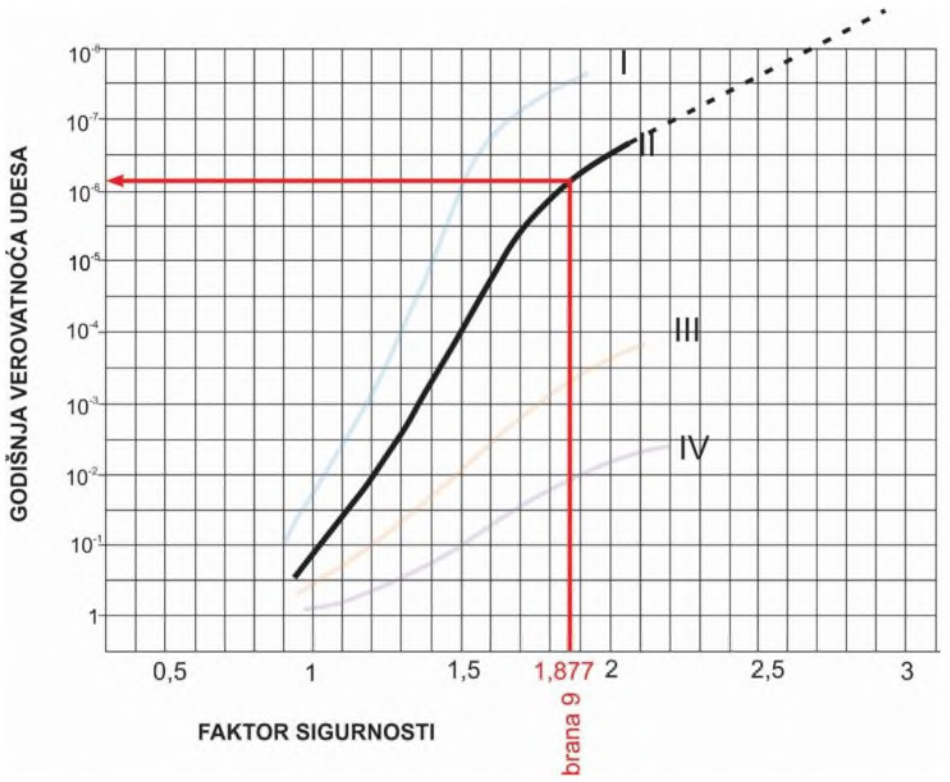
[1] za nasute brane visine preko 15 m

[2] Silva, F., Lambe, T. W., & Marr, W. A. (2008). Probability and risk of slope failure. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, *134*(12), 1691-1699.

[3] Kategorija I – građevine koje su projektovane, izgrađene i kojim se upravlja na najboljem mogućem nivou. Generalno, građevine iz ove kategorije imaju veoma značajne potencijalne posledice.

[4] Singh, R., & Herza, J. (2019, August). Development of a preliminary risk assessment tool for a portfolio of TSFs with limited and uncollated data. In *Published in Conference Proceeding of ICOLD 2019 Annual Symposium, Ottawa, Canada*

[5] Kategorija II – građevine koje su projektovane, izgrađene I kojim se upravlja po standardnim inženjerskim procvedurama. U ovu kategoriju spadaju prosečne građevine.



Slika 4. Funkcionalna zavisnost faktora sigurnosti u statičkim uslovima i godišnje verovatnoće udesa

Tumačenje dobijene godišnje verovatnoće izvršeno je prema tabeli 2. Za branu br. 9 dobijena je verovatnoća 10^{-6} (1 udes u 100.000 godina) koja se tumači kao „veoma mala" sa težinskim faktorom 2.

Tabela 2. Tumačenje godišnje verovatnoće udesa

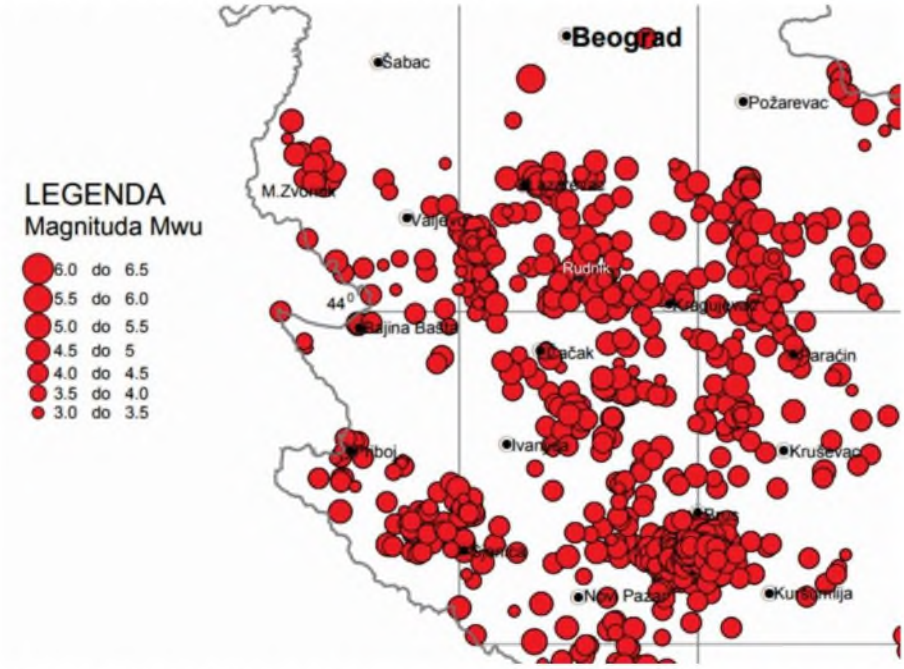
Kvantitativna vrednost	Kvalitativna vrednost	Težinski faktor
$1x10^{-1}$	Izvesno	7
$1x10^{-2}$	Veoma velika	6
$1x10^{-3}$	Velika	5
$1x10^{-4}$	Srednja	4
$1x10^{-5}$	Mala	3
$1x10^{-6}$	Veoma mala	2
$1x10^{-7}$ i manja	Približno jednaka nuli	1

Lokacija flotacijskog jalovišta rudnika „Rudnik" se nalazi u zoni maksimalnog mogućeg potresa IX stepena MSK skale za povratni period od najmanje 200 godina prema seizmološkoj karti SFRJ, na osnovu koje su rađeni proračuni stabilnosti u dinamičkim uslovima, slika 5. Ovaj povratni period se tumači kao takav događaj kod kog se ograničena oštećenja mogu javiti samo kao posledica delovanja zemljotresa, uz verovatnoću da bude prevaziđen od 10% u periodu od 20 godina. Kod zemljotresa stepena VIII i IX MSC skale očekivane posledice se tumače kao *„...znatno do jako oštećenje objekata..."*.



Slika 5. Karta seizmičkog hazarda za povratni period od 200 godina

Međutim, ako se sagleda i karta epicentara zabeleženih zemljotresa u poslednjih 500 godina, može se zaključiti da se u okolini Rudnika nije dogodio zemljotres veće magnitude od 6 stepena, slika 6. U neposrednoj blizini jalovišta (u radijusu od 30 km) je u toku 2018. godine registrovano 149 seizmičkih događaja, među kojima su zabeležene maksimalne magnitude zemljotresa od 2 do 3 stepena Rihterove skale, slika 7.

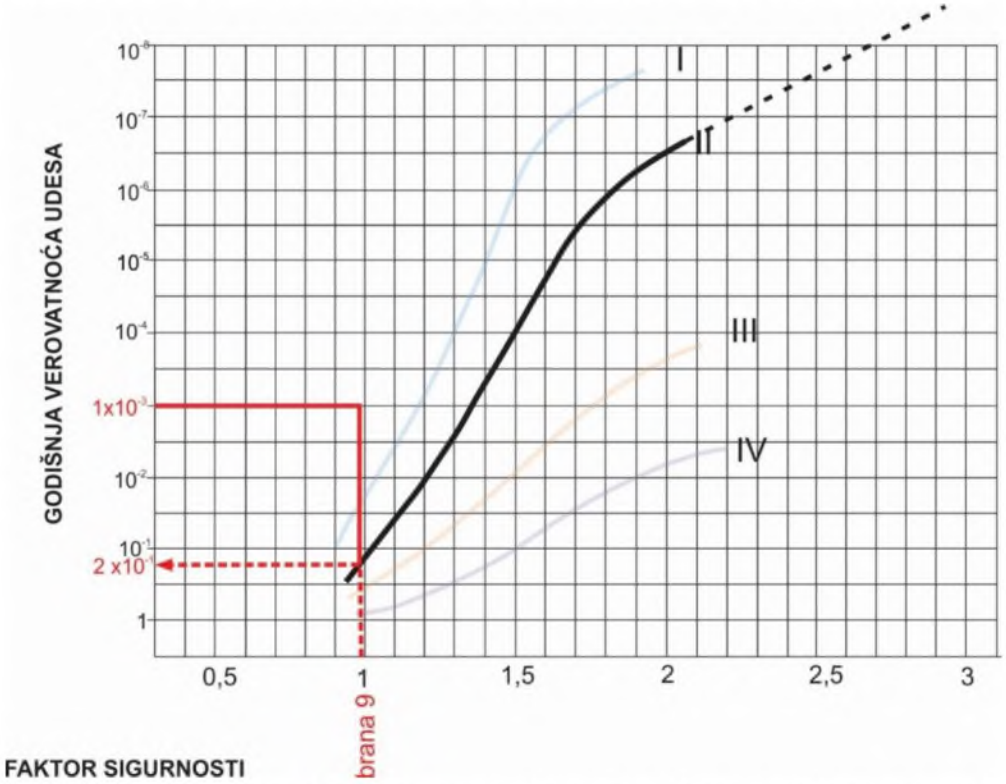


Slika 6. Epicentri najvećih zemljotresa u okolini Čačka u periodu od 1456-2012. God



Slika 7. Registrovani zemljotresi u okolini Rudnika tokom 2018. godine

Za procenu godišnje verovatnoće udesa u slučaju dinamičkog opterećenja, pri upotrebi semi-empirijske metode prema Silva et al., 2008[6], potrebno je procenjenu verovatnoću pomnožiti sa godišnjom verovatnoćom povratnog perioda, kako sugeriše Herza, 2019[7], slika 8.



Slika 8. Funkcionalna zavisnost faktora sigurnosti u dinamičkim uslovima i godišnje verovatnoće udesa

[6] Silva, F., Lambe, T. W., & Marr, W. A. (2008). Probability and risk of slope failure. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, *134*(12), 1691-1699.

[7] Singh, R., & Herza, J. (2019, August). Development of a preliminary risk assessment tool for a portfolio of TSFs with limited and uncollated data. In Published in Conference Proceeding of ICOLD 2019 Annual Symposium, Ottawa, Canada

Ako za povratni period od 200 godina (verovatnoća da bude prevaziđen od 10% u periodu od 20 godina) godišnja verovatnoća iznosi 0,00525[8], a prema slici 5.6, procenjena verovatnoća za Fs brane br. 9 (prema Janbu-u) iznosi $2x10^{-1}$, onda je realna godišnja verovatnoća udesa usled dinamičkog opterećenja 1×10^{-3} (1 udes u 1000 godina) što se tumači kao „velika" verovatnoća prema tabeli 2.

Za potrebe prognoziranja udesa usled priliva velike količine padavina – prelivanje preko krune brane, potrebno je uporediti potencijalne količine vode koje bi se sa slivnog područja slile u jalovište i raspoloživu slobodnu zapreminu jalovišta u trenutku udesa. Površina čitavog jalovišta na maksimalno projektovanoj koti od 500 mnm iznosi 678.365,00 m^2. Sve i da se uzme minimalna zakonska visina sigurnosnog nadvišenja (friborda) od 1 m, slobodna zapremina jalovišta (678.365 m^3) može da prihvati zapreminu poplavnog talasa povratnog perioda 1000 godina koji se sliva u jalovište od 385.000 m^3, i to po najgorem mogućem scenariju, po kom u trenutku obilnih padavina organi za evakuaciju vode na jalovištu ne rade. Dakle, verovatnoća udesa usled priliva velike količine atmosferskih padavina je „veoma mala".

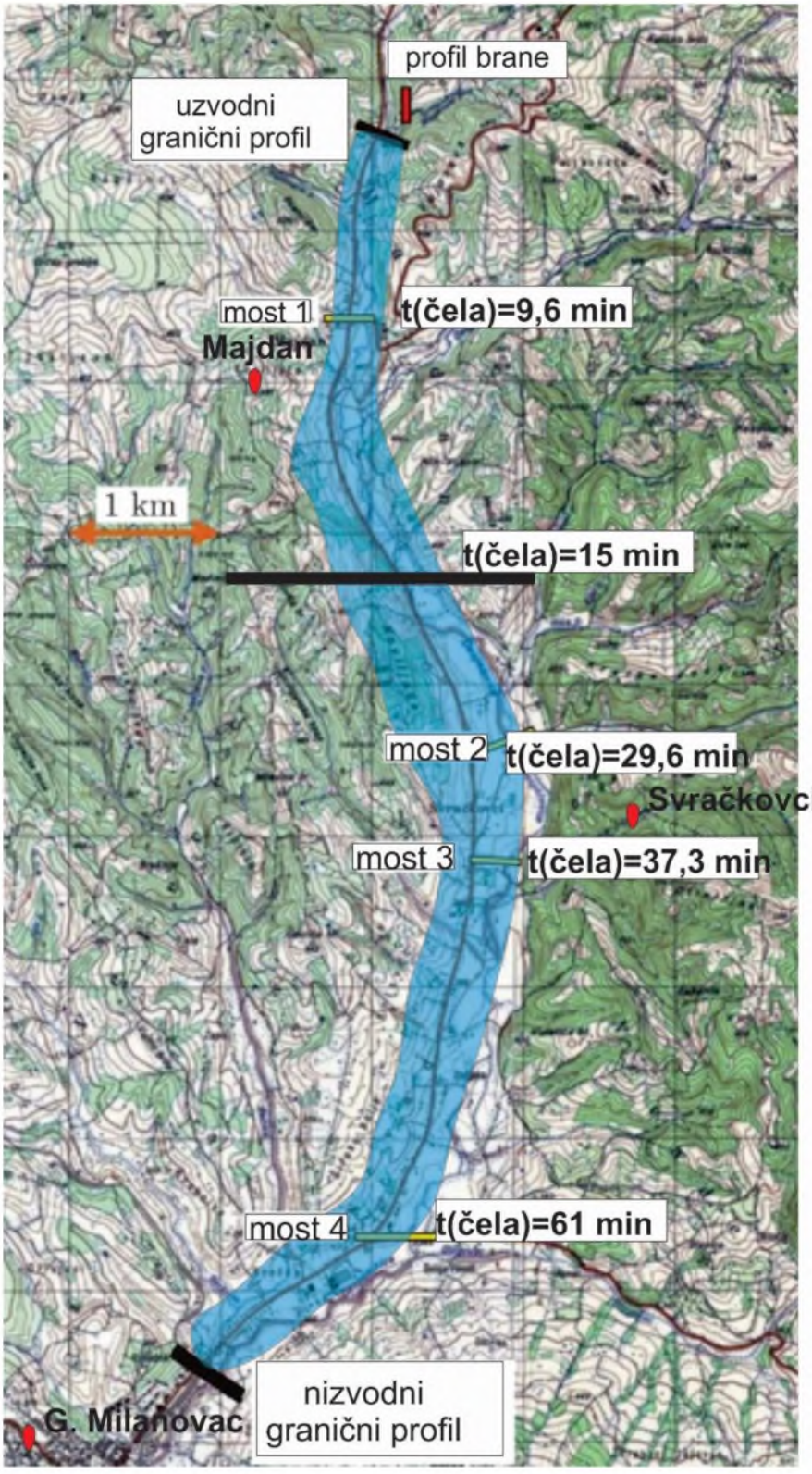
1.1.3. Procena posledica usled rušenja brana

Kako bi se posledice mogle proceniti potrebno je sagledati razmere poplavnog talasa do čijeg bi formiranja došlo usled rušenja brana. Za proračune rasprostiranja poplavnog talasa korišćen je numerički model *HEC-RAS*. Za potrebe analize prognoziran je najnepovoljniji scenario, po kom su objekti za evakuaciju vode sa jalovišta van funkcije, sa delimičnim prolomom brane pri čemu se formira breša u brani širine 40 m u roku od 5 min.

U hidrauličkoj analizi proboja brane br. 9 ustanovljeno je:

- Da bi potencijalno bilo ugroženo usko područje nizvodno od brane, duž reke Despotovice sve do Gornjeg Milanovca. Najugroženiji bi bili stambeni objekti u naseljima Majdan, Svračkovci i Nevade, uz Ibarsku magistralu. Stanovništvo u Gornjem Milanovcu ne bi bilo ugroženo;
- Da bi ukupno pražnjenje akumulacije jalovišta trajalo 3,5 h pri čemu bi isteklo ukupno 685.000 m^3 jalovine, dok bi intenzivno pražnjenje trajalo 15 min.
- Da bi prosečna brzina kretanja čela talasa bila 9 km/h, pri čemu bi do Gornjeg Milanovca talas stigao za 74 min, dok bi se najviša kota talasa kod Gornjeg Milanovca pojavila za 99 min, pri prosečnoj brzini od 7 km/h.
- Da bi se maksimalna dubina plavljenja dogodila nakon dostizanja maksimalnih dimenzija breše, od 5,12 m.
- Da bi se okvirna plavna zona rasprostirala do 10. km nizvodno od jalovišta, slika 9.

[8] Verovatnoća za povratni period od 200 godina se računa kao: r*/20, r*=r(1+0,5r), gde je r=0,1 (10%).



Slika 9. Ruta poplavnog talasa u slučaju proloma brane br. 9

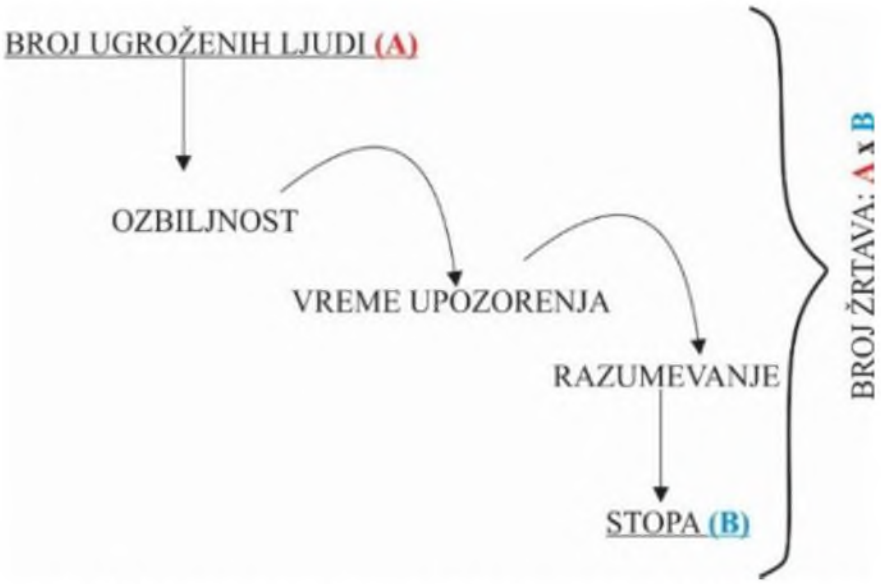
Procena potencijalnih ljudskih žrtava

Za potrebe procene broja ljudskih žrtava može se koristiti tzv. Grejemova metoda[9] koja je zasnovana na fiksnim stopama smrtnosti i pretpostavci da će doći do formiranja poplavnog talasa usled udesa. Tri parametra sudeluju u proceni stope smrtnosti:

- Ozbiljnost poplave:
  - Velika ozbiljnost: kada poplavni talas dovodi do potpunog uništenja objekata i infrastrukture, prouzrokujući smrt većine ljudi koji bivaju pogođeni poplavnim talasom.
  - Srednja ozbiljnost: kada neki objekti pretrpe ozbiljne štete, naročito stambene kuće, mada ostanu objekti u kojima ljudi mogu naći utočište.
  - Mala ozbiljnost: nema potpuno uništenih objekata, a štete su samo površne.
- Vreme upozorenja:
  - Bez upozorenja: kada je vreme upozorenja manje od 15 min. Smatra se da nema adekvatnog upozorenja jer zvanični organi nemaju vremena da upozore ugroženo ljudstvo pre nastupanja poplave. Ljudstvo je upozoreno tek kada i samo postane svesno nastupajućeg poplavnog talasa.
  - Neka vrsta upozorenja: kada je vreme upozorenja između 15 i 60 min. U ovom slučaju je izdato zvanično upozorenje pre samog poplavnog talasa. Upozorenje se izdaje putem zvaničnih sredstava komunikacije, mada to opet ne garantuje da će svi ugroženi ljudi biti upozoreni.
  - Adekvatno upozorenje: kada je vreme upozorenja veće od 60 min. Smatra se da je izdato pravilno i adekvatno upozorenje pre poplavnog talasa. Većina ugroženih ljudi je obaveštено o nastupajućoj poplavi.
- Razumevanje ozbiljnosti poplave:
  - Nepotpuno razumevanje: kada ugroženo ljudstvo nema razvijenu svest o razmerama poplavnog talasa koji nastupa, niti je bilo svedok sličnoj situaciji, i
  - Potpuno razumevanje: kada ugroženo ljudstvo pravilno shvata upozorenje, kao i razmere poplave.

Na slici 10 prikazana je metodologija procene broja žrtava na osnovu parametara koji se uzimaju u obzir prema Grejemovoj metodi.

[9] W. J. Graham, "Risk-Based Dam Safety Prioritization - A Method for Easily Estimating the Loss of Life from Dam Failure, Draft," 2004.



Slika 10. Grejemova metoda za procenu broja potencijalnih ljudskih žrtava

Ako se kao prioritetni parametar uzme „vreme upozorenja“, s obzirom da se na osnovu njega može proceniti da li će biti dovoljno vremena da se izvrši evakuacija zatečenog stanovništva u trenutku plavljenja, u slučaju proloma brane br. 9 svo ljudstvo na ruti talasa do 15. minuta njegove manifestacije nizvodno od same brane smatraće se životno ugroženim. Grubo procenom, na osnovu rute talasa i procenjene dubine talasa, ustanovljeno je da će 10 stambenih objekata biti direktno zahvaćeno talasom.

U neposredno ugroženo ljudstvo prvenstveno treba ubrojiti i zaposlene na samom jalovištu koji rade na njihovoj izgradnji i održavanju. Prema projektnoj dokumentaciji predviđeno je uposlenje ukupno 9 radnika, raspoređenih u 3 smene. Dakle, u trenutku udesa bi se na jalovištu moglo naći prosečno 3 radnika. Uz aproksimaciju od 3 člana porodice po jednom stambenom objektu (po poslednjem popisu stanovništva na opštini Rudnik), broj ukupno ugroženih lica bi ovakvom procenom brojao 33 lica, bez da se uzme u obzir broj ljudi u vozilima koja bi se u trenutku udesa zatekla na Ibarskoj magistrali i ostalim lokalnim putevima, obuhvaćenih plavnom zonom.

Ozbiljnost poplave saglasno procenjenim posledicama u slučaju rušenja brane na flotacijskom jalovištu rudnika „Rudnik“ se prema Grejemovoj metodi može oceniti kao *„srednja - kada neki objekti pretrpe ozbiljne štete, naročito stambene kuće, mada ostanu objekti u kojima ljudi mogu naći utočište“*. Ako se uzme u obzir da do prvih stambenih objekata talas stiže već za 9 min, može se usvojiti da nije moguće izdati adekvatno upozorenje ugroženom ljudstvu. U ovom slučaju se razumevanje ozbiljnosti poplave ne razmatra. Shodno ovako usvojenim ulaznim parametrima, prema tabeli 3 prosečna stopa smrtnosti je 0,15.

Tabela 3. Predložene stope smrtnosti za proračun potencijalnih ljudskih žrtava u slučaju udesa

Ozbiljnost poplave	Vreme upozorenja (min)	Razumevanje ozbiljnosti poplave	Stopa smrtnosti (udeo ugroženih ljudi)	
			Prosečna	Opseg
Velika	Bez upozorenja	Nije primenljivo	0,75	0,3-1,00
	15 do 60	Nepotpuno Potpuno	*Nema odgovarajućih podataka	
	Više od 60	Nepotpuno Potpuno		
Srednja	Bez upozorenja	Nije primenljivo	0,15	0,03-0,35
	15 do 60	Nepotpuno	0,05	0,01-0,08
		Potpuno	0,02	0,005-0,04
	Više od 60	Nepotpuno	0,03	0,005-0,06
		Potpuno	0,01	0,002-0,02
Mala	Bez upozorenja	Nije primenljivo	0,01	0-0,02
	15 do 60	Nepotpuno	0,007	0-0,015
		Potpuno	0,002	0-0,004
	Više od 60	Nepotpuno	0,0003	0-0,0006
		Potpuno	0,0002	0-0,0004

Kada se ovako usvojena stopa smrtnosti primeni na broj ugroženih lica (ukupno 33), dobija se da bi u slučaju kretanja talasa predviđenom rutom u proseku bilo 5 žrtava. Pored ljudskih žrtava sa smrtnim ishodom, usled rušenja brane i plavljenja okoline neminovno bi došlo i do povreda ugroženih ljudi, lakših ili težih. Prema Uredbi povrede koje uzrokuju invalidnost ili dugotrajno narušeno zdravlje smatraju se ozbiljnom opasnošću po zdravlje ljudi. Ovakve procene opasnosti po ljudske živote **flotacijsko jalovište rudnika „Rudnik" apriori klasifikuju u kategoriju A** prema Uredbi, bez da se razmatraju drugi indikatori, poput sastava otpada i koncentracije opasnih materija.

Procena ekonomskih posledica

Ekonomske posledice bi u slučaju proloma brane flotacijskog jalovišta rudnika „Rudnik" bile značajne prvenstveno za Rudnik. U slučaju urušavanja brane rudnik bi ostao bez jalovišta, što znači da bi proizvodnja bila obustavljena sve dok se jalovište ponovo ne osposobi za ponovnu eksploataciju, a to bi moglo trajati i mesecima. Mnogi stambeni objekti, magistralni putevi i mostovi (ukupno 4 mosta su zahvaćena poplavnim talasom) koji se nalaze na procenjenoj ruti bi bili oštećeni. Jedna od najprometnijih magistrala y zemlji, tzv. Ibarska magistrala, koja je državni put I B reda, bi u slučaju plavljenja bila van dalje upotrebe. Elektroenergetski objekti i instalacije koji su izgrađeni za potrebe rudnika bi bili poplavljeni.

Takođe, troškovi sanacije i čišćenja terena prekrivenog izlivenom jalovinom bi bili veliki. Na osnovu svega iznetog, može se zaključiti da bi ekonomske posledice usled rušenja brane bile prvenstveno na teret rudnika, čiji bi rad neko vreme bio obustavljen, a potom i na teret okolnog stanovništva čije bi kuće i saobraćajnice bile zahvaćene poplavnim talasom. Ovako sagledane posledice se mogu oceniti kao „značajne".

Procena ekoloških posledica

Višedecenijsko rudarenje u rudniku „Rudnik" doprinelo je izvesnom remećenju kvaliteta životne sredine u okolini jalovišta. Svi ugroženi entiteti životne sredine (površinske, podzemne vode, zemljište, vazduh, prirodni ekološki sistemi) su u korelaciji – narušavanje kvaliteta jednog entiteta, nužno dovodi do narušavanja kvaliteta drugog. Najnovije analize kvaliteta površinskih vodotokova pokazale su da u rekama u okolini postoji povećana koncentracija nekih teških metala: As, Mn, kao i sulfata i sulfida. Međutim, veći vodotokovi ovog regiona pripadaju II klasi kvaliteta prema Uredbi o klasifikaciji vode (Sl. Glasnik SRS, 5/68), koja se tumači kao *„...vode koje su podesne za kupanje, rekreaciju i sportove na vodi, za gajenje plemenitih vrsta riba, kao i vode koje se uz normalne metode obrade mogu koristiti za snabdevanje naselja vodom za piće i u prehrambenoj industriji..."*. Rudnički potok sa Zlokućanskim potokom (Majdanskom rekom) formira reku Despotovicu, koja se potom uliva u reku Dičinu. Dičina se uliva u Čemernicu, a ona potom u Zapadnu Moravu. Ovi vodotokovi pripadaju crnomorskom slivu. Jasno je da bi usled ovakve povezanosti, efekti eventualnog rušenja brane bili široko rasprostranjeni i da bi kvalitet vodotokova bio ugrožen. Ipak, sa sigurnošću se može reći da bi posledice bile uočljive kod lokalnih vodotokova, čijim koritom bi se kretao poplavni talas (Rudnički, Zlokućanski potok, reka Despotovica) i usled čega bi bila upitna njihova trenutna klasa kvaliteta (II klasa), dok bi dalji recipijenti bili pošteđeni velike štete jer bi nužno došlo do znatnog razblaženja zagađujućih materija. Kako je ustanovljeno da su podzemne vode veoma plitke (do 2 m), usled njihove direktne komunikacije sa površinskim vodama, pretrpele bi jednaku štetu usled rušenja brane.

Ovaj region je izrazito bogat šumskom vegetacijom, a za šumsko zemljište je poznato da ima dobre infiltracione sposobnosti, kao i da sprečava eroziju zemljišta, spiranje i pokretanje opasnih materija, u ovom slučaju nataložene jalovine, te se može zaključiti da bi narušavanje kvaliteta zemljišta bilo samo lokalno, u priobalju reka čijim koritima bi se kretao poplavni talas. Narušavanje pejzaža je ograničeno na rutu kretanja talasa.

Do aerozagađenja usled izlivanja hidromešavine u najvećoj meri je u funkciji dispergovanja sitnih frakcija otpada sa suvih, skorelih površina i distribucije pod uticajem vetra. Trenutnih efekata tek izlivene hidromešavine ne bi bilo, međutim, nakon izvesnog vremena, kada izlivena masa počinje da se suši, sasvim je izvesno da bi u određenim uslovima sitne frakcije mogle biti nošene na veće udaljenosti od mesta izlivanja. Efekti ovoga zagađenja su ograničeni. Dakle, najveći efekat rušenja jalovišta bi se odrazio na kvalitet površinskih i podzemnih voda.

Na osnovu iznetih činjenica, može se zaključiti da su ekološke posledice „značajne". Za potrebe klasifikovanja jalovišta prema uticaju na životnu sredinu, posledice po životnu sredinu se mogu oceniti kroz kriterijume iz Uredbe:

- „...intenzitet snage mogućeg izvora zagađenja značajno smanjuje/povećava u kratkom razdoblju..." - rušenje brana ima relativno kratko vreme manifestovanja sa postepenim umanjenjem intenziteta plavljenja.
- „...kvar ne dovodi/dovodi do bilo kakve trajne ili dugotrajne štete po životnu sredinu..." – šteta po reke u okolini je velika.
- „...zahvaćeno okruženje se može/ne može vratiti u prvobitno stanje kroz manje čišćenje i sanaciju..." – ekološka šteta se može sanirati kroz čišćenje nataloženih naslaga jalovine u dolinama reka ali je potrebno vreme.

Dakle, može se zaključiti da flotacijsko jalovište rudnika „Rudnik“ prema uticaju na životnu spada u kategoriju A.

Kategorija posledica

Za potrebe procene kategorije posledica korišćen je Globalni industrijski standard za upravljanje jalovinom (GISTM)[10], tabela 5.4. On sugeriše da se na osnovu nekoliko grupa posledica koje se analiziraju za konkretne scenarije udesa sublimiraju, kako bi se dobila jednoznačna kategorija posledica. S obzirom da su kategorije definisane za konkretne i vrlo detaljne opise efekata/štete poplave i da u slučaju flotacijskog jalovišta rudnika „Rudnik“, opisi efekata istovremeno mogu obuhvati više kategorija posledica, kao presudni kriterijum kategorizacije je odabran broj potencijalno ugroženih ljudi i broj potencijalnih ljudskih žrtava koji je procenjen u prethodnim razmatranjima. Tako, u slučaju proloma brane rudnika „Rudnik“ posledice u proseku spadaju u „veliku“ kategoriju, tabela 4.

Tabela 4. Kategorija posledica prema GISTM

Kategorija posledica	Broj potencijalno ugroženih ljudi	Broj potencijalnih ljudskih žrtava	Životna sredina	Socijalna, kulturološka i šteta po zdravlje ljudi	Infrastruktura i ekonomska šteta
Male	Nema	Nema	Manja kratkotrajna šteta ili raseljavanje retkih i ugroženih vrsta	Manja šteta po kvalitet života i privrede. Nema uočljive štete po ljudsko zdravlje. Nema štete po spomenike kulture i istorijsko nasleđe	Mala ekonomska šteta (područje ne obiluje infrastrukturnim objektima)
Značajne/umerene	1-10	neodređeno	Nema značajnih efekata po retke i ugrožene vrste. Potencijalno zagađenje životne sredine bez efekata po ljudsko zdravlje. Nizak potencijal	Značajna šteta po kvalitet života. Mala verovatnoća da dođe do štete po kulturno i istorijsko nasleđe i zdravlje ljudi.	Šteta po rekreativne centre, sezonske privredne centre i neprometne magistralne puteve.

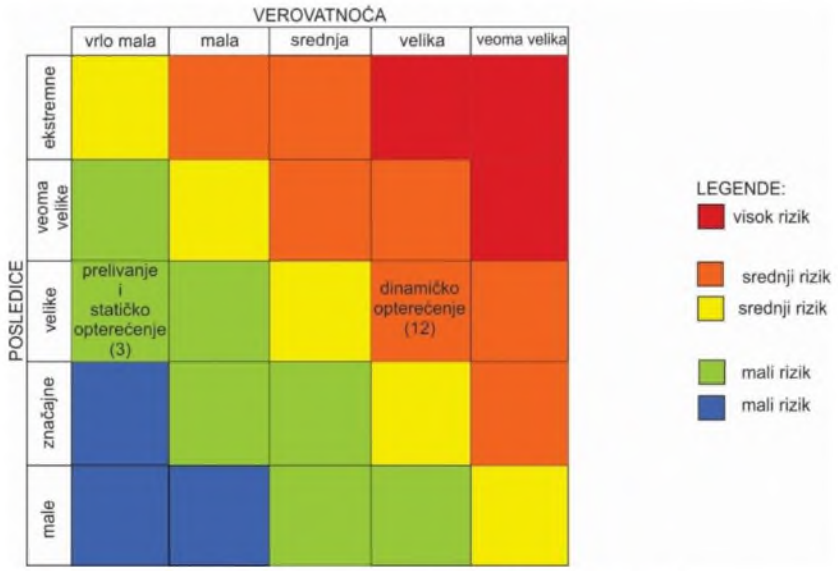
[10] GISTM. (2020). Global Industry Standard on Tailings Management, Consequence Classification Tables (Annex 2), Available online: https://globaltailingsreview.org/wp-content/uploads/2020/08/global-industry-standard_EN.pdf

			izluživanja izlivene jalovine. Vraćanje u prvobitno stanje moguće – potrebno 1-5 god.		
Velike	10-100	1-10	Značajni efekti i raseljavanje retkih i ugroženih vrsta. Potencijalno zagađenje životne sredine bez efekata po ljudsko zdravlje. Nizak potencijal izluživanja izlivene jalovine. Površina ugrožene površine između 10-20 km^2. Vraćanje u prvobitno stanje moguće ali teško – potrebno više od 5 god.	500-1000 ljudi snosi posledice nastale usled zastoja u privredi, javnim servisima ili prinudnog raseljavanja. Značajna šteta po istorijsko i kulturno nasleđe. Postoji izvesna verovatnoća da dođe do kratkotrajnih efekata po ljudsko zdravlje.	Velika šteta po infrastrukturne objekte, magistralne puteve, tržne centre.
Veoma velike	100-1000	10-100	Velika šteta i raseljavanje retkih i ugroženih vrsta. Visok potencijal izluživanja izlivene jalovine. Površina ugrožene površine >20 km^2. Vraćanje u prvobitno stanje moguće ali teško – potrebno 5-20 god.	1000 ljudi snosi posledice nastale usled zastoja u privredi, javnim servisima ili prinudnog raseljavanja. Značajna šteta po istorijsko i kulturno nasleđe. Postoji izvesna verovatnoća da dođe do dugotrajnih efekata po ljudsko zdravlje.	Veoma velika šteta po infrastrukturne objekte, magistralne puteve, tržne centre.

Ekstremne	>1000	>100	Katastrofalna šteta i raseljavanje retkih i ugroženih vrsta. Veoma visok potencijal izluživanja izlivene jalovine. Površina ugrožene površine >20 km^2. Vraćanje u prvobitno stanje skoro nemoguće ili zahteva veoma dug vremenski period (>20 god.)	5000 ljudi snosi posledice nastale usled zastoja u privredi, javnim servisima ili prinudnog raseljavanja. Značajna šteta po istorijsko i kulturno nasleđe. Postoji izvesna verovatnoća da dođe do značajnih i dugotrajnih efekata po ljudsko zdravlje.	Ekstremna šteta po infrastrukturne objekte, magistralne puteve, tržne centre.

1.1.4. Rangiranje rizika

Za potrebe procene rizika upotrebljena je matrica rizika, oblika 5x5, koja se zasniva na rangu rizika kao funkciji verovatnoće udesa i težine posledice. S obzirom da su razmatrana tri scenarija udesa, koja su dala različite verovatnoće manifestovanja – od „vrlo male“ do „velike“, iz „velike“ težine posledica udesa proisteklo je više rangova rizika, u zavisnosti od toga rušenje koje brane se razmatralo i po kom scenariju udesa, slika 11. Prema datoj matrici rizika, rizik od rušenja brane br. 9 se kreće od „malog“-u slučaju udesa usled statičkog opterećenja i prelivanja (rang 3) do „srednjeg“- u slučaju udesa usled dinamičkog opterećenja (rang 12).



Slika 11. Matrica rizika 5x5 za flotacijsko jalovište

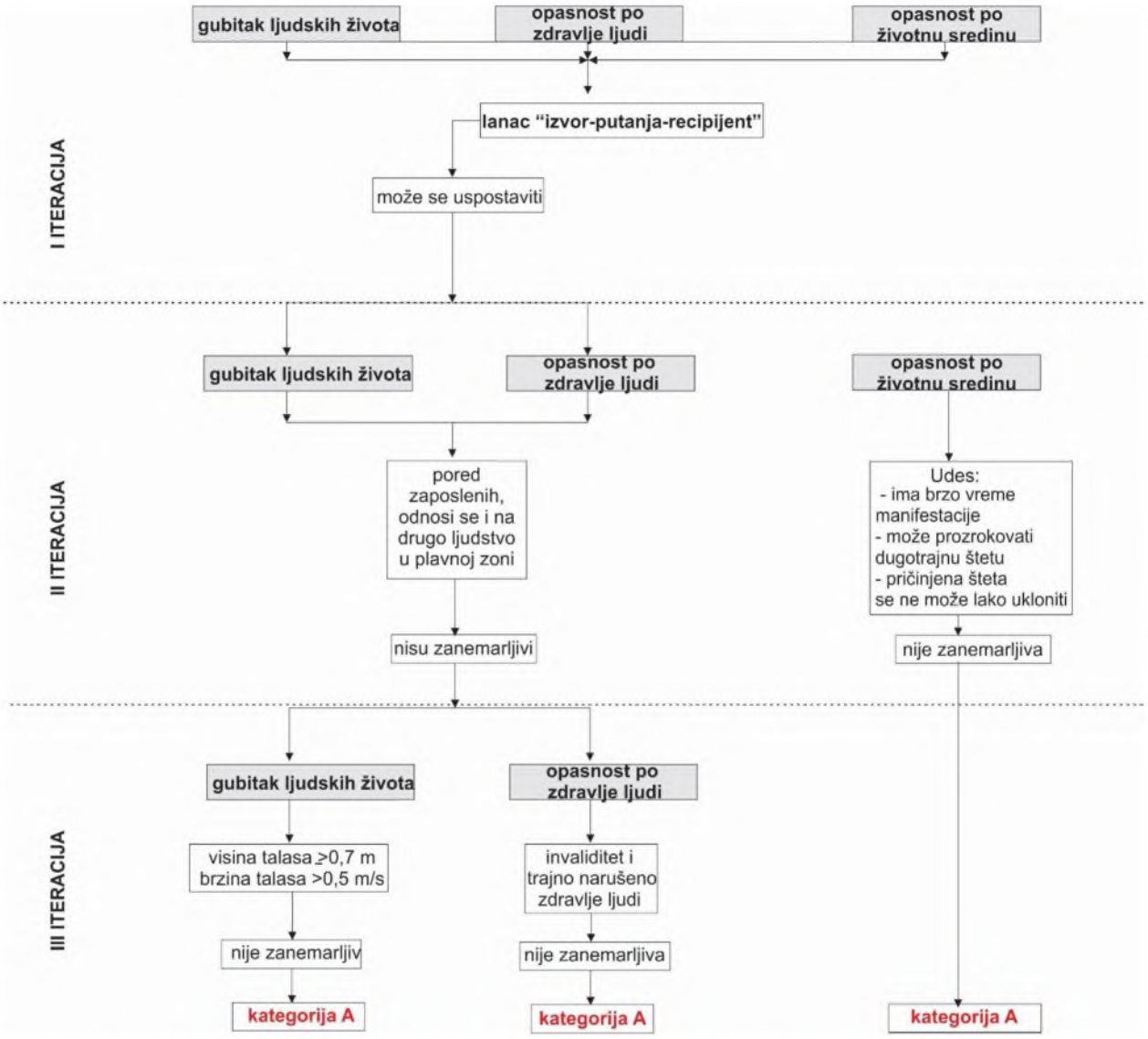
Dakle, ovako ocenjena klasa rizika se toleriše, ali zahteva konstantne mere opreza, da ne bi prešla u regiju neprihvatljivog rizika. Stoga, bez obzira na maksimalno umereni nivo rizika koji bi eksploatacija jalovišta nosila sa sobom, ovaj objekat, po svojim dimenzijama, zahteva odgovorno rukovođenje i redovne analize stabilnosti.

1.1.5. Predlog kategorije flotacijskog jalovišta

Na osnovu rezultata proisteklih iz prethodnih razmatranja, stvoreni su uslovi da se izvrši klasifikacija flotacijskog jalovišta rudnika „Rudnik" prema rizičnosti, a na osnovu Uredbe. Rezultati klasifikacije jalovišta na osnovu pretpostavki da bi moglo doći do proloma brane br. 9 prikazani su na slici 13. Ustanovljeno je:

- Da se lanac "izvor-putanja-recipijent" može uspostaviti, s obzirom da bi izlivena jalovina iz jalovišta došla u kontakt sa okolinom;
- Da bi u slučaju plavljenja okoline bilo ugroženo okolno stanovništvo, pored ljudstva zaposlenog na jalovištu, te se efekti udesa po ovom kriterijumu ocenjuju kao nezanemarljivi, pa se u sledećeoj iteraciji može konstatovati da bi:
    - Moglo doći do potencijalnih ljudskih žrtava,
    - Moglo doći do narušavanja zdravlja ili invaliditeta žrtava,
    - Da je procenjena visina (dubina talasa) >0,7 m, a brzina talasa >0,5 m/s.

  Efekti udesa po ovom kriterijumu se ocenjuju kao nezanemarljivi i jalovište spada u kategoriju A;
- Da šteta po životnu sredinu nije zanemarljiva, te se jalovište po ovom kriterijumu klasifikuje kao kategorija A.



Slika 13. Kategorizacija flotacijskog jalovišta prema rizičnosti u slučaju proloma brane rudnika „Rudnik"

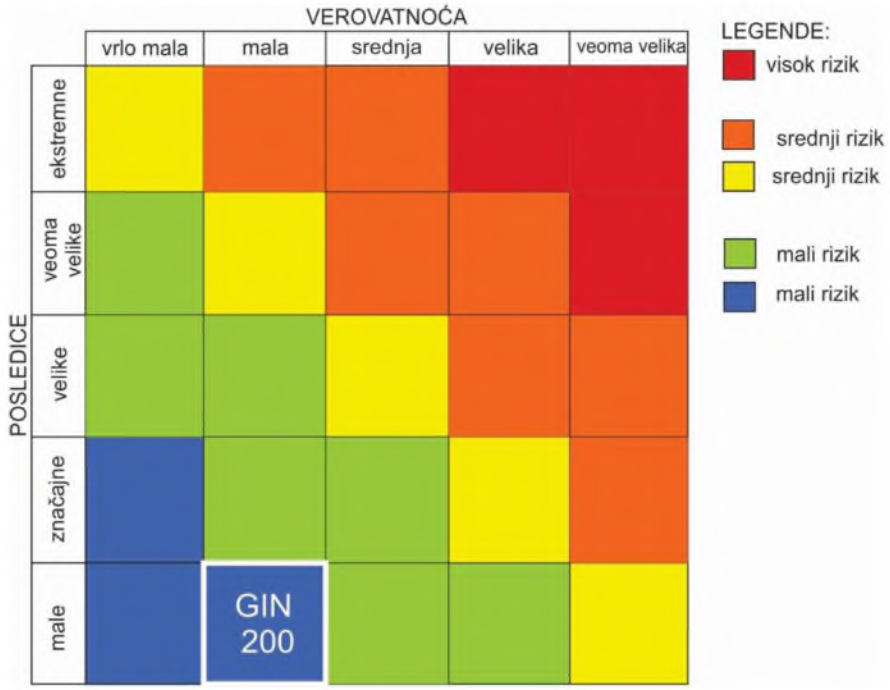
1.2. Procena rizika od udesa na odlagalištu GIN-200

Gledano sa aspekta potencijalnog udesa koji se može desiti na odlagalištu GIN-200, za potrebe procene rizika treba razmotriti udes po scenariju klizanja odloženog materijala i eventualno sudelovanje i iniciranje udesa na flotacijskom jalovištu koje se nalazi jugozapadno od njega, slika 14.



Slika 14. Odlagalište GIN 200 sa okolinom

Odlagalište „GIN-200“ je relativno malo odlagalište na kom se godišnje odloži oko 70.000 t otpada i na kom se trenutno nalazi mesta za još 70.000 t otpada. Nadmorska visina kipe je 556 mnm, dok je nadmorska visina terena nizvodno od odlagališta 551 mnm. Dakle, visina odlagališta nije velika i klizanje odloženog materijala ne bi moglo da ugrozi flotacijsko jalovište, koje je udaljeno kilometar od njega, odnosno čija je brana br. 9 udaljena 2 km od njega. Jedini efekti potencijalnog udesa bi se odrazili na Cvetića potok u čijoj se dolini odlagalište nalazi, i lokalni put kojim se obavlja transport rudničke mehanizacije. Okolina odlagališta nije gusto naseljena i jedino potencijalno ugroženo ljudstvo je ono koje je zaposleno na održavanju samog odlagališta. Usled klizanja materijala i njegovog eventualnog kretanja do potoka, došlo bi do relativno brzog taloženja u priobalju usled njegove velike krupnoće. Ovako sagledane činjenice dovode do zaključka da je verovatnoća udesa „mala“, a posledice udesa lokalne i kao takve mogu biti ocenjene kao „male“, što rizik svrstava u kategoriju „malog rizika“, slika 15.

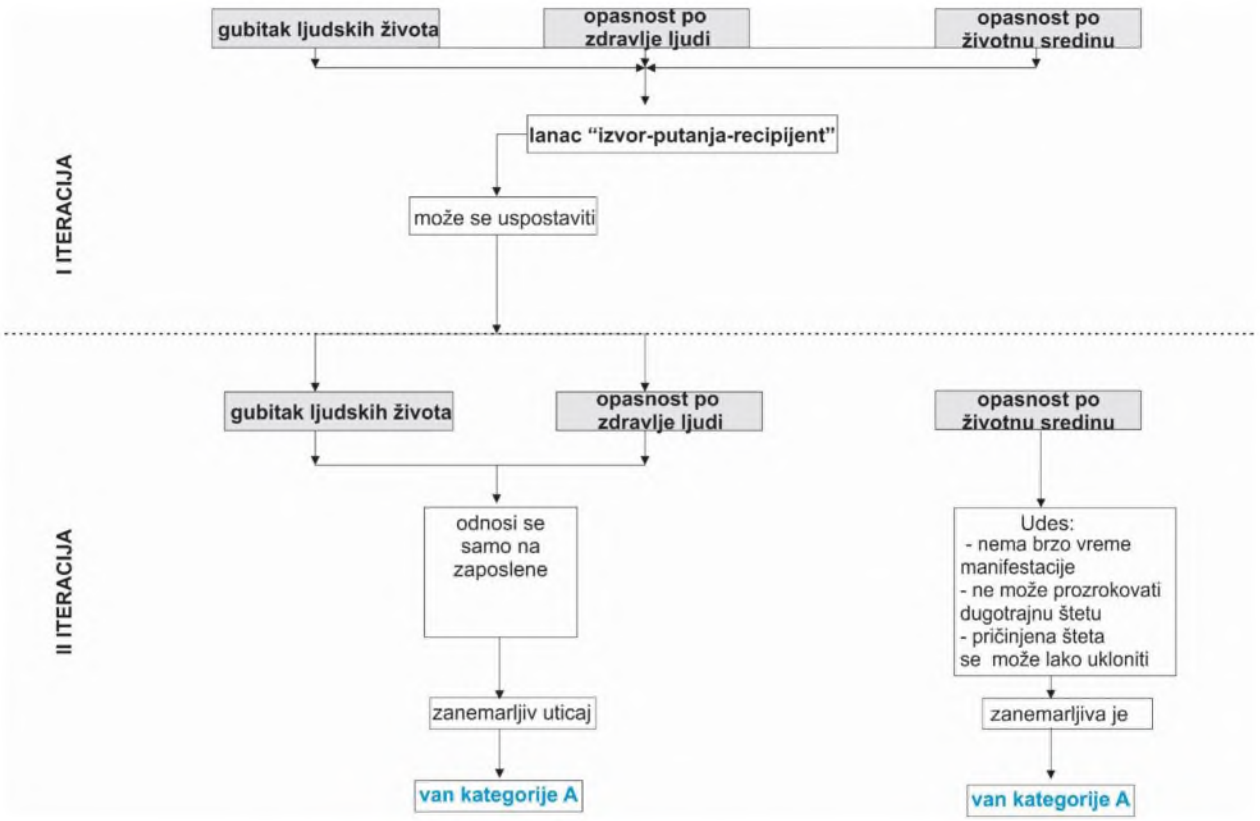


Slika 15. Matrica rizika za odlagalište GIN 200

Predlog kategorije odlagališta GIN 200

Na osnovu rezultata proisteklih iz prethodnih razmatranja, stvoreni su uslovi da se predloži kategorija odlagališta „GIN-200“ prema rizičnosti, a na osnovu Uredbe. Može se konstatovati, slika 16:

- Da se lanac “izvor-putanja-recipijent” može uspostaviti, s obzirom da bi pokrenuti materijal sa odlagališta došao u kontakt sa okolinom;
- Da bi u slučaju udesa bili ugroženi samo zaposleni na održavanju odlagališta, te se prema kriterijumima Uredbe efekti po ljudstvo ocenjuju kao zanemarljivi i odlagališta su van kategorije A;
- Da bi šteta po životnu sredinu bila lokalna, kratkotrajna i lako bi se mogla sanirati, te se odlagališta po ovom kriterijumu klasifikuju van kategorije A.



Slika 16. Predlog kategorije odlagališta jamskog otpada prema rizičnosti

2. Predlog kategorije deponije na osnovu karaktera otpada koji se odlaže na njima

Deponija se klasifikuje u kategoriju A prema Uredbi ako je rudarski otpad „... *klasifikovan kao opasan ili sadrži supstance ili smeše koje su klasifikovane kao opasne u skladu sa propisima za upravljanje otpadom iznad granične vrednosti...*".U skladu sa ovim stavom treba prvo razmotriti indeksni broj otpada prema Katalogu otpada i karakter otpada prema članu 16 Uredbe. Ako se karakter otpada oceni kao „opasan", pristupa se proračunu granične vrednosti koje se porede sa vrednostima predloženim u Uredbi. U suprotnom, proračun granične vrednosti nije potreban. Granična vrednost se određuje kao odnos masa za suvu materiju za sav rudarski otpad koji je već kategorisan kao opasan i za koji postoji verovatnoća da će biti u deponiji na kraju predviđenog perioda, i ukupni rudarski otpad za koji postoji verovatnoća da će biti u deponiji na kraju predviđenog perioda. Preciznije rečeno, porede se mase opasnog i ukupnog otpada, uz analizu trajnog zadržavanja opasnog otpada u deponiji. Dakle, ne razmatra se bilo kakva mogućnost razgradnje ili reakcije opasnog otpada sa ostalim otpadom. Prema Uredbi izvesno je deponija u kategoriji A, ako je taj odnos masa preko 50 %. Uslovno je deponija u kategoriji A, ako je odnos masa od 5-50%. Deponija sa ovim odnosom je apriori svrstana u kategoriju A, međutim, može biti izuzeta ako je tokom procene rizika, tokom koje se posebno pozabavilo efektima opasnog otpada na okolinu, dokazano da

deponija ipak ne pripada kategoriji A. I konačno, deponija ne pripada kategoriji A ako je odnos masa manji od 5%, slika 17.



Slika 17. Klasifikacija deponija rudarskog otpada prema karakteru otpada

Metodologija karakterizacije koja je primenjena u ovom Planu je usaglašena sa preporukama Uredbe i članom 16, i zasniva se na sledećim koracima:

- Određivanje indeksnog broja prema Katalogu otpada,
- Klasifikacija otpada na osnovu rezultata silikatne analize otpada, analize mikroelemenata, učešća toksičnih i opasnih elemenata u građi, mineraloške analize, rastvorljivosti otpada pod dejstvom vode i kiseonika (testovi izluživanja) i prirodnog kiselinskog i neutralizacionong potencijala otpada, i
- Definisanje rudarskog otpada prema listama otpada.

Detaljni opis karakterizacije rudarskog otpada koji se generiše u Rudniku „Rudnik" prikazan je u Dodatku 2 ovog Plana, a u tabelama 5 i 6 dati su rezultati karakterizacije flotacijske jalovine i jamskog nemineralizovanog otpada.

Tabela 5 Indeksni broj flotacijske jalovine i oznake prema listama otpada

Otpad	Indeksni broj prema Katalogu otpada	Liste otpada					Klasifikcija otpada
		Q Kategorija otpada	C Komponente otpada koje ga čine opasnim	Y Otpadi prema prirodi ili aktivnosti kojom se stvaraju	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
Flotacijska jalovina	01 04 99	Q11	-	-	-	D1/-	Neopasni otpad
Grupa	01 - Rudarstvo	Ostaci od ekstrakcije i prerade sirovina (npr. otpad iz rudarstva, naftne isplake i dr.)				Deponovanje otpada u zemljište ili na zemljište (npr. deponije i dr.)	
Podgrupa	04 - Otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu industriju						
Kod	99 - Otpadi koji nisu drugačije specificirani						

Tabela 6 Indeksni broj nemineralizovanog jamskog otpada i oznake prema listama otpada

Otpad	Indeksni broj prema Katalogu otpada	Liste otpada					Klasifikacija otpada
		Q Kategorija otpada	C Komponente otpada koje ga čine opasnim	Y Otpadi koji sadrže:	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
Nemineralizovana jamska jalovina	01 01 02	Q16	-	-	-	D1/-	Neopasni otpad
Grupa	01 - Rudarstvo	Bilo koji drugi materijali, materije ili proizvodi koji nisu obuhvaćeni u gore navedenim kategorijama				Deponovanje otpada u zemljište ili na zemljište (npr. deponije i dr.)	
Podgrupa	01 – otpad od iskopavanja minerala						
Kod	02 - otpad od iskopavanja minerala za obojenu metalurgiju						

Kako su flotacijska jalovina i jamski nemineralizovani otpad okarakterisani kao „neopasni“ otpadi, može se zaključiti da su flotacijsko jalovište i odlagalište „GIN-200“ **van kategorije A**.

3. Predlog kategorije deponije na osnovu sadržaja opasnih supstanci ili smeša u otpadu

Pored prethodno nabrojanih kriterijuma kategorizacije deponija na osnovu karaktera otpada, Uredba se dodatno bavi i karakteristikama vodene faze kod mokrih deponija. Deponija se svrstava u kategoriju A ako se ustanovi da je vodena faza u deponiji opasna na osnovu maksimalne godišnje koncentracije neke opasne supstance. Maksimalna godišnja koncentracija se utvrđuje pošto se prethodno napravi popis reagenasa koji se koriste za pripremu rude, utvrdi da li se radi o opasnim supstancama ili smešama, utvrde njihove godišnje količine, kao i godišnje povećanje vode u taložnom jezeru. U praksi ovo znači da bi ustanovljene koncentracije opasnih materija u vodenoj fazi deponije trebalo uporediti sa graničnim koncentracijama iz relevantnih zakonskih propisa koji se tiču upravljanja hemikalijama. Ukoliko se ustanovi prekoračenje graničnih vrednosti, deponija se svrstava u kategoriju A.

U tom smislu potrebno je za deponiju:

- Dati popis reagenasa koji se koriste za pripremu rude,
- Dati procenu godišnjih količina reagenasa koji se prethodno svrstani u opasne supstance ili smeše prema relevatnim zakonskim propisima iz oblasti upravljanja hemikalijama,
- Izračunati godišnje povećanje akumulirane vode u deponiji prema formuli:

$$\Delta Q_i = \frac{\Delta M_i}{D} \cdot P$$

gde je:

ΔQ_i = godišnje povećanje vode u akumulaciji za skupljanje jalovine (m^3/god) tokom godine 'i' ;

ΔM_i = godišnja masa jalovine koja se deponuje (tona suve mase/godina) tokom godine 'i':

D = prosečna suva zapreminska gustina deponovane jalovine (u t/m^3);

P = prosečna poroznost nataložene jalovine (m^3/m^3) definisana kao odnos zapremine pora prema ukupnoj zapremini deponovane jalovine; s tim da ako tačni podaci nisu dostupni, treba koristiti zadate vrednosti 1,4 t/m^3 za zapreminsku gustinu i 0,5 m^3/m^3 za poroznost.

Nakon toga se maksimalna koncentracija opasne supstance ili smeše u vodenoj fazi računa po formuli:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i}$$

Gde je:

C_i = godišnja masa svake supstance i smeše koji se ispuštaju u deponiju tokom godine 'i'.

U slučaju rudnika „Rudnik" **flotacijsko jalovište** podleže klasifikaciji prema ovom kriterijumu, s obzirom da se na njemu nalazi formirano taložno jezero. U tabeli 7 dat je popis svih reagenasa koji se koriste za pripremu rude, sa navedenim godišnjim količinama koje su planirane da se potroše u 2025. godini i dozvoljenim graničnih koncentracijama u vodenoj fazi za one koji su klasifikovani kao opasne hemikalije prema Pravilniku o klasifikaciji, pakovanju, obeležavanju i oglašavanju hemikalije i određenog proizvoda (Sl. Glasnik RS br. 105/2013, 52/2017, 21/2019 i 40/2023), Pravilniku o klasifikaciji, pakovanju, obeležavanju i oglašavanju hemikalije i određenog proizvoda u skladu sa globalno harmonizovanim sistemom za klasifikaciju i obeležavanje UN ("Sl. Glasnik RS", br. 64/2010, 26/2011 i 105/2013 - dr. pravilnik) i Pravilniku (EC) br. 1272/2008 Evropskog parlamenta i Saveta.

Tabela 7. Popis reagenasa

Reagens	Godišnja potrošnja, t/g	Opasna hemikalija [11]	Granična koncentracija
Kreč	286	ne	/
kalijum-amil-ksantat (KAX)	25,74	da	Između 0,1 mg/L i 1 mg/L[12]
natrijum-cijanid (NaCN),	20,02	da	0,2 mg/l[13] (ukupni cijanidi)
cink-sulfat $ZnSO_4$	42,9	da	2 mg/L (ukupni cink)
Bakar-sulfat $CuSO_4$	57,2	da	0,5 mg/L (ukupni bakar)
Daufrot, DOW 250	16,015	Ne za akvatične sisteme	/
Zelena galica (ferosulfat, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$)	114,4	da	3 mg/L (gvožđe)
Natrijum-dihromat	5,72	da	0,1 mg/L (Cr(VI))
Hlorovodonična kiselina	429	Ne za akvatične sisteme	/

NAPOMENA: Treba imati na umu da ove preporuke Uredbe za proračun maksimalne koncentracije supstance u vodenoj fazi ne uzimaju u obzir da se zapravo flotira ruda, a ne jalovina, kao i da prilikom flotiranja rude dolazi do višestrukog razblaženja opasnih supstanci, te deo reagenasa završi u koncentratu, a ne na odlagalištima.

Ako se uzme prosečna godišnja masa flotacijske jalovine koja se deponuje od 270.000 t, zapreminska masa 1,9 t/m^3 i poroznost 0,5 m^3/m^3 flotacijske jalovine, godišnje povećanje vode u jalovištu je:

[11] Kategorija hazardnosti u vodenim sistemima prema Regulativi (EC) No 1272/2008 - hronična i akutna toksičnost za akva. Sisteme kat.1 - (H400 i H410)

[12] Uzeta je najniža moguća 48-h granična koncentracija (letalna) za vodene beskičmenjake, poput Daphnia magna (vodena buva), LC50 vrednosti su između 0,1 i 1,0 mg/L prema Regulativi (EC) No 1272/2008

[13] Kako u Regulativi (EC) No 1272/2008 nema navedene granične vrednosti za cijanide, cink sulfat, bakar sulfat, fero sulfat, uzeta je referentna vrednost za emisije otpadnih voda od odlaganja otpada na površini i obrade metala prema Uredbi o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016).

$$\Delta Q_i = \frac{\Delta M_i}{D} \cdot P = \frac{270.000}{1{,}9} \cdot 0{,}5 = 71.052{,}6\ m^3/god$$

Koncentracija KAX-a koja godišnje završi na flotacijskom jalovištu je:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{25740}{71.052{,}6} = 0{,}36\frac{kg}{m^3} = 0{,}36\frac{g}{L} > 0{,}1 - 1\frac{mg}{L}$$

Koncentracija natrijum-cijanida koja godišnje završi na flotacijskom jalovištu je:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{20020}{71.052{,}6} = 0{,}28\frac{kg}{m^3} = 0{,}28\frac{g}{L} > 0{,}2\frac{mg}{L}$$

Koncentracija cink-sulfata koja godišnje završi na flotacijskom jalovištu je:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{42900}{71.052{,}6} = 0{,}6\frac{kg}{m^3} = 0{,}6\frac{g}{L} > 2\frac{mg}{L}$$

Koncentracija bakar-sulfata koja godišnje završi na flotacijskom jalovištu je:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{57200}{71.052{,}6} = 0{,}8\frac{kg}{m^3} = 0{,}8\frac{g}{L} > 0{,}5\frac{mg}{L}$$

Koncentracija fero-sulfata koja godišnje završi na flotacijskom jalovištu je:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{114400}{71.052{,}6} = 1{,}61\frac{kg}{m^3} = 1{,}61\frac{g}{L} > 3\frac{mg}{L}$$

Koncentracija natrijum-dihromata koja godišnje završi na flotacijskom jalovištu je:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{5720}{71.052{,}62} = 0{,}08\frac{kg}{m^3} = 0{,}08\frac{g}{L} > 0{,}1\frac{mg}{L}$$

Na osnovu ovakvih rezultata može se konstatovati da flotacijsko jalovište spada u **Kategoriju A prema sadržaju opasnih supstanci ili smeša u otpadu.**

4. Rezime kategorija deponija rudarskog otpada

U tabeli 8 je dat rezime predložene kategorije deponija rudarskog otpada u Rudniku „Rudnik“, na osnovu različitih kriterijuma prema Uredbi.

Tabela 8. Rezime predloženih kategorija flotacijskog jalovišta

Naziv deponije	Kategorija prema posledicama udesa	Kategorija prema karakteru otpada	Kategorija prema sadržaju opasnih supstanci u otpadu
Flotacijsko jalovište	Kategorija A	Van kategorije A	Kategorija A
Odlagalište GIN-200	Van kategorije A	Van kategorije A	Van kategorije A

Na osnovu prikazanih podataka može se konstatovati da flotacijsko jalovište ne obuhvata opasan otpad, te se po tom kriterijumu ne svrstava u kategoriju A, ali bi posledice usled rušenja brane bile značajne i količina opasnih supstanci koje se koriste za pripremu rude je

veća od dozvoljenih vrednosti za akvatične sisteme, te po tim kriterijumima spada u kategoriju A. Odlagalište „GIN-200“ je van kategorije A prema sva 3 kriterijuma kategorizacije iz Uredbe. Shodno ovako predloženim kategorijama flotacijskog jalovišta Interni plan zaštite od udesa je obavezan i nalazi se u prilogu 5 ovog Plana, kao i Plan zaštite i spasavanja za čitav Rudnik „Rudnik“.

Odgovorno lice operatera otpada:

_____

Direktor

Aco Ilić, dipl. inž. geol.

Upravnik Flotacije i odgovorno lice za upravljanje rudarskim otpadom i vršenje nadzora nad flotacijskim jalovištem:

_____

Saša Janić, dipl. inž. rud.

Autori plana:

_____

Ljiljana Obrenović, dipl. hem.

Savetnik za hemiju i ekologiju

_____

Marko Mladenović, dipl. inž. rud.

Upravnik Jame

_____

Saša Janić, dipl. inž. rud.

Upravnik Flotacije i odgovorno lice za upravljanje rudarskim otpadom i vršenje nadzora nad flotacijskim jalovištem

Dodatak II

Izveštaj o karakterizaciji rudarskog otpada prema uslovima iz člana 16 Uredbe

1. Opis projekta eksploatacije, pripreme mineralnih sirovina i odlagališta rudarskog otpada u okviru rudnika „Rudnik“

1.1. Opis eksploatacije rude

Fizičko-mehaničke karakteristike rude i pratećih stena, oblik i položaj rudnih tela u prostoru, veličina rudnih tela i sadržaj metala u rudi, uslovili su primenu više metoda otkopavanja, ali skoro isključivo sa otvorenim otkopima.

Poslednjih 15 godina rudnik "Rudnik" za otkopavanje rudnih tela skoro isključivo primenjuje metodu frontalnog otkopavanja odozgo na dole sa otvorenim otkopima (komorno-stubna metoda). Ovom metodom, od 1953. godine do sada otkopano je oko 75 % od ukupno otkopane količine rude iz ležišta "Rudnik". Učešće otkopnih metoda u eksploataciji rudnog ležišta rudnika "Rudnik" u periodu 1953-2021. godina prikazano je u tabeli 1.

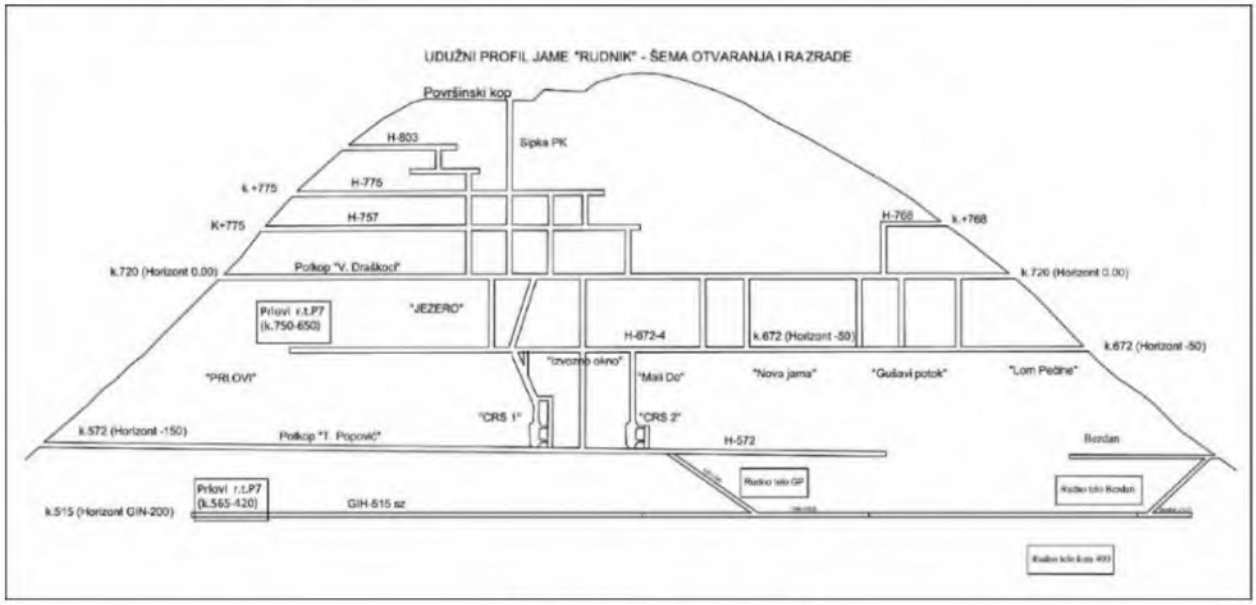
Tabela 1. Učešće pojedinih otkopnih metoda u rudniku «Rudnik»

Godina proizv.	Frontalna otkopna metoda otvorenih otkopa	Podetažna otkopna metoda			Magacin. otkopna metoda i Metoda sa zasipavanjem	Površin. kop	Istrage + priprema * stubovi	**UKUPNA KOLIČINA RUDE**
		Otvorenih otkopa	Sa zarušav. u komorama	Sa prinudnim zarušav.				
1953.-2020.	9.299.289	1.515.175	236.040	34.461	58.210	827.769	346.035	**12.373.609**
		1.789.676			52.630			
%	75,15	12,54	1,95	0,29	0,90	6,7	2,79	**100,00**
		14,46						

Metoda frontalnog otkopavanja odozgo na dole sa otvorenim otkopima ne zahteva visok stepen istraženosti rudnih tela. Bez većih problema, otkopna metoda se prilagođava promenama morfologije rudnih tela. Ove promene retko kada zahtevaju dodatne pripremne radove, a nikad

ne uslovljavaju promenu tehnološkog postupka otkopavanja. Savremena samohodna mehanizacija na dizel pogon kompenzuje čak i značajne promene kontura rudnih tela. Šema rada rudnika data je na slici 1.

Transport rude sa otkopa do rudnih sipki kao i transport jalovine sa otkopa ili pripremnih radilišta do odlagališta za odlaganje jalovog materijala, vrši se utovarivačima na dizel pogon pojedinačno ili u kombinaciji sa jamskim kamionima. Pored toga transport rude ili jalovine u okviru rudnih tela odnosno otkopa do rudnih sipki vrši se i utovarno-transportnim mašinama na komprimovani vazduh i to Cavoima-310 i Cavoom-511.



Slika 1. Šema rudnika Rudnik

U okviru rudnog tela "Prlovi" transport rude i jalovine se vrši od otkopnih i pripremnih radilišta na ovoj lokaciji preko horizontalnih prostorija, servisnih rampi i preko pojedinih potkopa na površinu do deponija rude ispred potkopa. Transport i izvoz rude i jalovine vrši se na horizontima 720 m (±0,00 m), 672 m (-50 m), 572 m (-150 m) i GIH-a i GIN-a na horizontu -200.

Transport rude i jalovine na horizontu 720 m vrši se aku-lokomotivom ruske proizvodnje tip ARP-4,5 t i vagonetima prevrtačima zapremine V=0,8 m^3. Na ovom horizontu povremeno po potrebi se vrši transport i izvoz jalovine iz jame na površinu i to pri izradi pripremnih prostorija i pri čišćenju i permanizaciji ranije izrađenih jamskih prostorija. Na ovom horizontu u jami se nalazi i jamska remiza gde se vrši punjenje akumulatorskih baterija jamskih lokomotiva i koja je smeštena u hodniku u H 720. Inače preko ovog horizonta se vrši snabdevanje jame sa repromaterijalom i preko njega se vrši transport tečnih goriva (nafte i ulja) za jamsku mehanizaciju kao i transport eksplozivnih sredstava odnosno eksploziva i električnih detonatora. Transport tečnih goriva kao i eksplozivnih sredstava se vrši preko ulaznog potkopa Vojin Draškoci i hodnika H 720 do servisnog okna.

Transport rude na horizontu 672 m vrši se aku-lokomotivama engleske proizvodnje Clayton u tandem vuči i vagonima sa pokretnim dnom tipa "OK" zapremine V=3,0 m^3. Ruda se transportuje

od rudnih sipki do centralnih rudnih sipki CRS1 i CRS 2. Transport jalovine na ovom horizontu obavlja se aku-lokomotivama i vagonima zapremine V=0,9 m^3 na deponiju jamske jalovine.

Transport rude na horizontu 572 m vrši se potkopom "T. Popović" od rudnih sipki i centralnih rudnih sipki do bunkerskog postrojenja na površini, ispred potkopa, aku-trolnom lokomotivom Clayton i "OK" vagonima. Transport rude od bunkera na nivou (-150) do bunkera na flotaciji vrši se drumskim kamionima nosivosti 23 t, asfaltnim putem dužine 1.200 m.

Transport rude i jalovine na horizontu 515 m (GIN-200) vrši se jamskim kamionima GHH i TALPA. Izvezena ruda se deponuje na plato - 150, gde se vrši deponovanje rude iz jame, dok se izvoz jalovine odlaže na depo za odlaganje jalovog stenskog materijala.

Jama rudnika "Rudnik" prema svojim lokalitetima podeljena je na određene produktivne zone, odnosno revire i to:

1. Revir "Prlovi" - krajnje SZ deo rudne zone,
2. Reviri "Jezero", "Mali do" i "Nova jama" - centralni deo rudne zone i
3. Reviri "Gušavi potok" i "Lom pećine" - krajnje JI deo rudne zone.

Rudno ležište rudnika „Rudnik" otvoreno je potkopom, a podeljeno je u četiri osnovna horizonta i to:

- horizont 775 m – gornja jama
- horizont 720 m – nivo $\pm$ 0
- horizont 672 m – nivo -50
- horizont 572 m – nivo -150

Horizonti su međusobno povezani prolazno-ventilacionim uskopima, rudnim sipkama, slepim oknima i servisnim rampama. Horizonti 720 m, 672 m i 572 m povezani su slepim servisnim oknom, centralnom rudnom sipkom 1 i centralnom rudnom sipkom 2.

Jama rudnika "Rudnik" odvodnjava se pretežno gravitaciono, izuzev jamskih prostorija koje se izrađuju naniže (GIN-200 i servisnih rampi) i pojedinih otkopa, a odvodnjavaju se korišćenjem odgovarajućih pumpi.

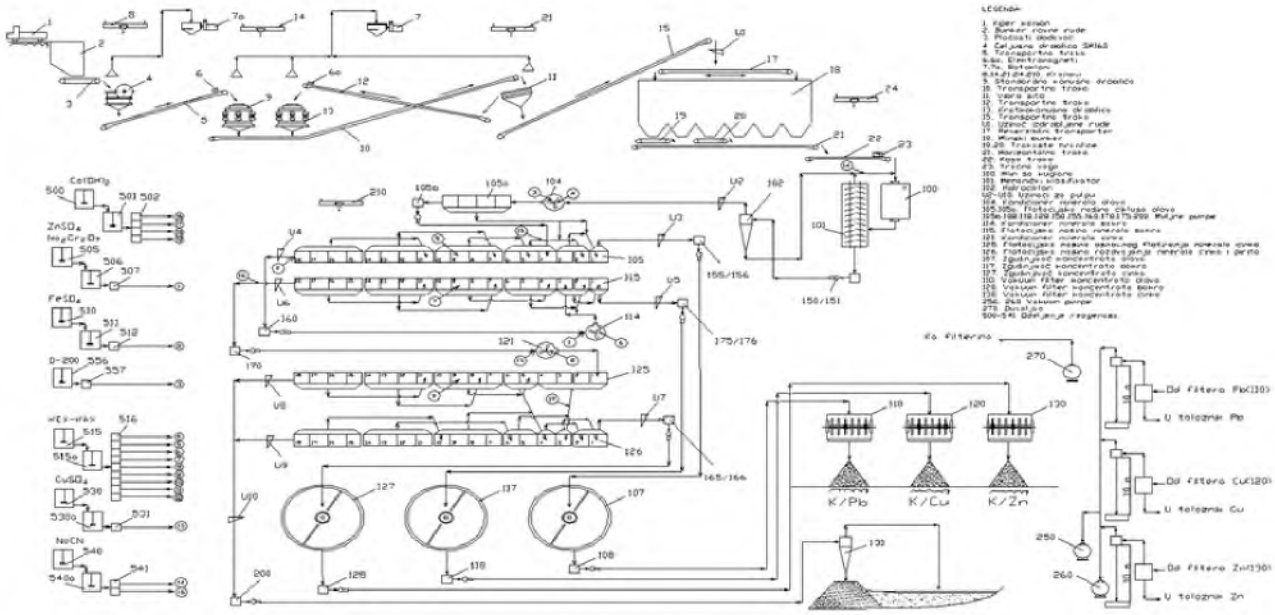
Jama ima četiri osnovna nivoa (horizonta) odvodnjavanja i to: H 720 m ($\pm$0,00 m), H 672 m (-50 m) i H 572 m (-150 m) i GIN-200 kao i jamu Bezdan. Sva četiri horizonta kao i jama Bezdan imaju po potrebi sabirnike u koje se ulivaju vode iz jamskih objekata (hodnici, otkopi rudnih tela, teh. bušotine i dr.) i druge podzemne vode koje su presečene jamskim radovima. Na svim horizontima postoji sistem kanala kojima se prikupljena voda sprovodi na površinu.

1.2. Opis pripreme rude

Proces drobljenja. Rovna ruda *ggk* 450 mm se kamionima nosivosti do 23 t transportuje iz bunkera ili sa platoa -150 m do primarnog bunkera. Primarni bunker je sastavni deo objekta primarnog drobljenja. Kapacitet primarnog bunkera rovne rude u flotaciji rudnika "Rudnik" je Q=150 t. Iz primarnog bunkera, ruda se do drobilice za primarno drobljenje prosleđuje pločastim

dodavačem, koji *transportuje i* ravnomerno dozira rudu u čeljusnu drobilicu. S obzirom na krupnoću rovne rude i kapacitet primarnog drobljenja, pločasti dodavač je kapaciteta Q=186,62 t/h, kreće *se* brzinom v=0,1-0,3 m/s i njegova širina je B=1,2 m. Ruda se njime transportuje u primarnu drobilicu. Tehnološka šema flotacijske koncentracije data je na slici 2.

Primarno drobljenje se obavlja pomoću čeljusne drobilice sa jednom rasponom pločom DCJ 1100x800 P4, proizvođača PSP Enginering iz Češke. Kapacitet ove drobilice je Q=165-215 t/h, a ulazni otvor BxL=800x1100 mm. Snaga elektromotora koji pokreće drobilicu iznosi N=75 kW.



Slika 2. Tehnološka šema flotacijske koncentracije

Nakon primarnog drobljenja, do sekundarne, konusne drobilice, ruda se transportuje transportnom trakom. Dužina trake je L=49,79 m, širina B=650 mm, a ugao nagiba je α=17°03'. Visina dizanja trake je H=14,60 m, pri čemu traku pokreće elektromotor snage P=11 kW. Za sekundarno drobljenje koristi se konusna drobilica KDC 22 HP, kapaciteta Q=80-180 t/h, sa mogućnošću prijema komada rude prečnika do 188 mm. Snaga elektromotora koji pokreće drobilicu je N=95 kW.

Iz odeljenja sekundarnog drobljenja, ruda se transportuje transportnom trakom do vibracionog sita. Transportnu traku nose tri valjka, zbog velikog kapaciteta trake Q=220 t/h, kao i velike brzine kojom se traka kreće v=1,7 m/s. Dužina trake je L=36,60 m, širina B=650 mm, pri čemu traku pokreće elektromotor snage P=15 kW. Nadrešetni proizvod vibro sita se transportnom trakom, kapaciteta Q=90 t/h i širine B=650 mm, vraća na tercijalno drobljenje. Dužina ove trake je L=34,3 m, a snaga elektromotora N=11,0 kW.

Tercijalno drobljenje se obavlja u konusnoj drobilici za treći stepen drobljenja – KDC 33 GP, kapaciteta Q=50-150 t/h, maksimalnog ulaznog prečnika komada rude do 80 mm. Drobilicu

pokreće elektromotor snage N=132 kW. Proizvod tercijalnog drobljenja se istom transportnom trakom kao i proizvod sekundarnog drobljenja, transportuje na vibraciono sito.

Usitnjena ruda se prosejava na vibracionom situ, kapaciteta Q=216,66 t/h sa dve prosevne površine, kod kojih su veličine otvora za prosejavanje 20x40 mm i 12x20 mm. Veličina sita je 1400x4000 m. Sito pokreće elektromotor snage N=11 kW. Podrešetni prozvod sa vibro sita se transportnom trakom, kapaciteta Q=130 t/h i širine B=650 mm, transportuje do reverzibilnog pokretnog transportera. Dužina trake je L=58,3 m. Traku pokreće elektromotor snage N=11 kW, pri čemu se traka kreće brzinom v=1,7 m/s. Reverzibilni pokretni transporter je širine B=800 mm i njegov kapacitet iznosi Q=588,16 t/h. Dužina ovog transportera je L=10,0 m. Snaga elektromotora koji pokreće transporter je N=6,95 kW. Uloga reverzibilnog transportera je da rasporedi rudu po bunkeru definitivno izdrobljene rude, koji ujedno i predstavlja završni deo procesa drobljenja u flotaciji rudnika "Rudnik". Kapacitet ovog bunkera je Q=1100 t, a efektivna zapremina V=679,73 m^3. Bunker se prazni preko šest otvora, sa hidrauličnim zasunima za zatvaranje.

Proces mlevenja i klasiranja. Sam proces mlevenja počinje transportom rude iz bunkera definitivno izdrobljene rude, i to transportnom trakom, kapaciteta Q=39,29 t/h i dužine L=17,0 m. Širina trake je B=650 mm. Traku pokreće elektromotor snage N=5,5 kW. Traka je u horizontalnom položaju. Transportnom trakom, ruda odlazi na traku koja u ovom slučaju služi kao dodavač rude u mlin. Kapacitet ove trake je Q=40-50 t/h, njena širina je B=650 mm, a dužina L=6,50 m i traku pokreće elektromotor snage N=5,5 kW.

Sa trake, ruda se transportuje u mlin sa kuglama. Ruda se dodaje neprekidno kroz jedan od rukavaca, a kroz drugi rukavac vrši se pražnjenje proizvoda mlevenja. Kod mlevenja, u mlin se, zajedno sa rudom, dodaje voda. Time se dobija pulpa, u kojoj maseni sadržaj čvrstog može da se kreće od 50-80 %. Pokretanje mlina se vrši preko velikog obodnog zupčanika koji je spregnut sa malim pogonskim zupčanikom, a koji je navučen na horizontalnu pogonsku osovinu preko koje mlin prima snagu od elektromotora.

Mlin koji se koristi u flotaciji rudnika "Rudnik", ima oznaku MŠR 3,2 x 3,1. Prečnik ovog mlina je D=3200 mm, dužina mlina L=3100 mm, a način pražnjenja je kroz rešetku. Radna zapremina mlina je V=22,4 m^3. Snaga elektromotora koji pokreće mlin je N=600 kW i mlin radi u zatvorenom ciklusu sa dvospiralnim klasifikatorom i hidrociklonom. Gustina preliva klasifikatora kreće se oko 50% čvrstog (Č). Gustina preliva mehaničkog klasifikatora reguliše se dodavanjem sveže vode na izlazu iz mlina, uz pomoć ventila. Gustina preliva hidrociklona je oko 45-48 % Č a finoća mlevenja 60-70 % klase -0,074 mm. Preliv hidrociklona odlazi u proces flotiranja minerala olova. Gustina pulpe u mlinu iznosi oko 78 % Č, a reguliše se preko ventila za dodavanje sveže vode na ulazu u mlin. U mlin se svakodnevno dodaju kugle prečnika 80 mm, čija je potrošnja oko 700 g/t prerađene rude. Kapacitet mlina MŠR 3,2x3,1 iznosi Q=860 t/dan rovne rude. Samlevena ruda klasira se u klasifikatoru sa spiralama.

Klasifikator se sastoji od korita sa nosećom konstrukcijom, spirala, pogonskog i prenosnog mehanizma i sistema za podizanje spirala. Krupnu frakciju, koja se istaložila na dno korita, potiskuje spirala ka gornjem kraju korita. Iz korita peščana frakcija vraća se u mlin. Preliv klasifikatora obično sadrži 40-50% klase krupnoće -0,074 mm. Klasifikator koji se koristi u flotaciji

rudnika Rudnik je klasifikator tipa 2 KSP-1,5, sa dve spirale prečnika D=1,5 m. Kapacitet ovog klasifikatora računat za suvu rudu iznosi Q=1003 t/24h.

Preliv mehaničkog klasifikatora odlazi u hidrociklon, na dodatno klasiranje. Napajanje hidrociklona pulpom vrši se preko odgovarajuće pumpe, koja obezbeđuje potreban pritisak pulpe na ulazu u hidrociklon. Pritisak pulpe na ulazu u hidrociklon bira se u zavisnosti od željene krupnoće proizvoda klasiranja, kreće se od 30-50 KPa (0,3-0,5 bar). U pogonu flotacije rudnika "Rudnik" koristi se hidrociklon čiji je unutrašnji prečnik D=350 mm. Prečnik prelivne cevi ovog hidrociklona je d_{pr}=110 mm, a prečnik otvora za pesak je d_{pes}=50 mm. Gustina preliva hidrociklona iznosi od 45% do 48% Č, a finoća mlevenja merena na prelivu hidrociklona iznosi 60-70% klase - 0,074 mm.

Proces kondicioniranja. Preliv hidrociklona odlazi na kondicioniranje, a kasnije u flotacijsku koncentraciju. U kondicionere se dodaju odgovarajući flotacijski reagensi, u zavisnosti od toga koji metal želimo da izdvajamo. U procesu flotacije rudnika "Rudnik" koriste se tri kondicionera i to za kondicioniranje pulpe za flotiranje minerala Pb, Cu i Zn. Prečnik kondicionera Pb i Cu koji se nalaze u pogonu flotacije rudnika "Rudnik" iznosi D=3,0 m, a njihova visina je H=3,0 m. Prečnik kondicionera Zn u ovom pogonu je D=2,5 m i njegova visina je H=2,5 m.

Ciklus flotiranja minerala olova. Preliv hidrociklona se šalje u kondicioner minerala olova gde se pulpa priprema za flotiranje minerala olova. Ciklus flotacijske koncentracije minerala olova odvija se u nizu od 22 flotacijske ćelije tipa DENVER SUB-A N°24 uz dvostepeno prečišćavanje grubog koncentrata. Otok grubog flotiranja minerala olova ide na trostepeno kontrolno flotiranje. Definitivni koncentrat olova šalje se, preko uzimača uzoraka, muljnom pumpom 3x3" u zgušnjivač koncentrata olova.

Ciklus flotiranja minerala bakra. Otok flotiranja minerala olova, preko automatskog uzimača uzoraka, odvodi se centrifugalnom pumpom na kondicioniranje – pripremu za flotaciju minerala bakra. Flotacijska koncentracija se odvija u 18 flotacijskih ćelija tipa DENVER SUB–A N°24, pri čemu se u prvoj ćeliji odvija prečišćavanje, a u ostalim grubo i kontrolno flotiranje. Pulpa iz kondicionera gravitacijski odlazi u flotacijsku mašinu na grubo i kontrolno flotiranje minerala bakra. Grubi koncentrat bakra se transportuje na prečišćavanje u prvu ćeliju iste flotacijske mašine, koja daje definitivni koncentrat minerala bakra. Otok grubog flotiranja ide na četiri kontrolna flotiranja. Prvi kontrolni koncentrat se spaja sa ulaznom pulpom i ide na čelo grubog flotiranja minerala bakra. Definitivni koncentrat bakra se, preko uzimača uzoraka, muljnom pumpom šalje u zgušnjivač koncentrata bakra.



Slika 3. Pogled na odeljenje flotiranja rude (preuzeto sa sajta https://contango.rs/)

Ciklus flotiranja minerala cinka. Otok flotiranja minerala bakra šalje se, centrifugalnom muljnom pumpom u kondicioner u kome se vrši priprema pulpe za flotiranje minerala cinka. Grubo i kontrolno flotiranje minerala cinka vrši se u nizu od 18 flotacijskih ćelija tipa DENVER SUB–A N°24, od kojih se u prvih šest odvija grubo flotiranje, a u ostalih 12 tri kontrolna flotiranja. Grubi koncentrat se gravitacijski transportuje na višestepeno prečišćavanje koje se odvija u nizu od 18 flotacijskih ćelija tipa DENVER SUB–A N°24. Kontrolni koncentrat se gravitacijski transportuje u ciklus grubog flotiranja. Zbog izraženo loše selektivnosti na relaciji marmatit–pirhotin tehnološki proces razdvajanja marmatita i pirhotina, tj. prečišćavanja grubog koncentrata cinka je otvoren, tako što se otok trećeg kontrolnog flotiranja i otok poslednjeg prečišćavanja spajaju i čine definitivnu jalovinu. Jalovina se preko uzimača uzoraka, šalje na jalovište. Definitivni koncentrat cinka se, preko uzimača uzoraka, centrifugalnom muljnom pumpom transportuje na zgušnjavanje.

Proces zgušnjavanja. U pogonu flotacije rudnika "Rudnik" koristi se zgušnjivač sa centralnim pogonom grabulja. Zgušnjivač ima prečnik D=6,0 m i visinu H=2,5 m. Brzina okretanja grabulja je $v=0,5\ min^{-1}$.

Proces filtriranja. Nakon zgušnjavanja pulpa odlazi na filtriranje. U pogonu flotacije rudnika "Rudnik" se koriste vakuum filteri sa diskovima, proizvođača AntGroup iz Turske, sa 5 diskova, prečnika diska 2 m, površine filtriranja 22,5 m^2. Za izduvavanje koncetrata sa disk vakuum filtera

koristi se kompresor Atlas Copco GA15FF. Nakon filtriranja dobijaju se koncentrati sledećih kvaliteta:

- koncentrat olova sa 70–73% Pb, 1300–2000 g/t Ag
- koncentrat bakra sa 18–22% Cu i oko 600 g/t Ag
- koncentrat cinka sa oko 47,5%.

Skladištenje utovar i otprema koncentrata. Za skladištenje koncentrata konstruisani su betonski bunkeri, dužine L=11 m, širine B=6 m i visine H=4 m, koji se nalaze ispod svakog filtera. Usled potrebe dodatnog prostora za skladištenje koncentrata 2016. godine izgrađen je objekat, površine 257,6 m^2 sa četiri odvojena bunkera za dodatno skladištenje koncentrata, Utovar sva tri koncentrata se vrši utovarivačem u kamione kojima se vrši otprema. Kamioni su nosivosti 24 do 25 t.

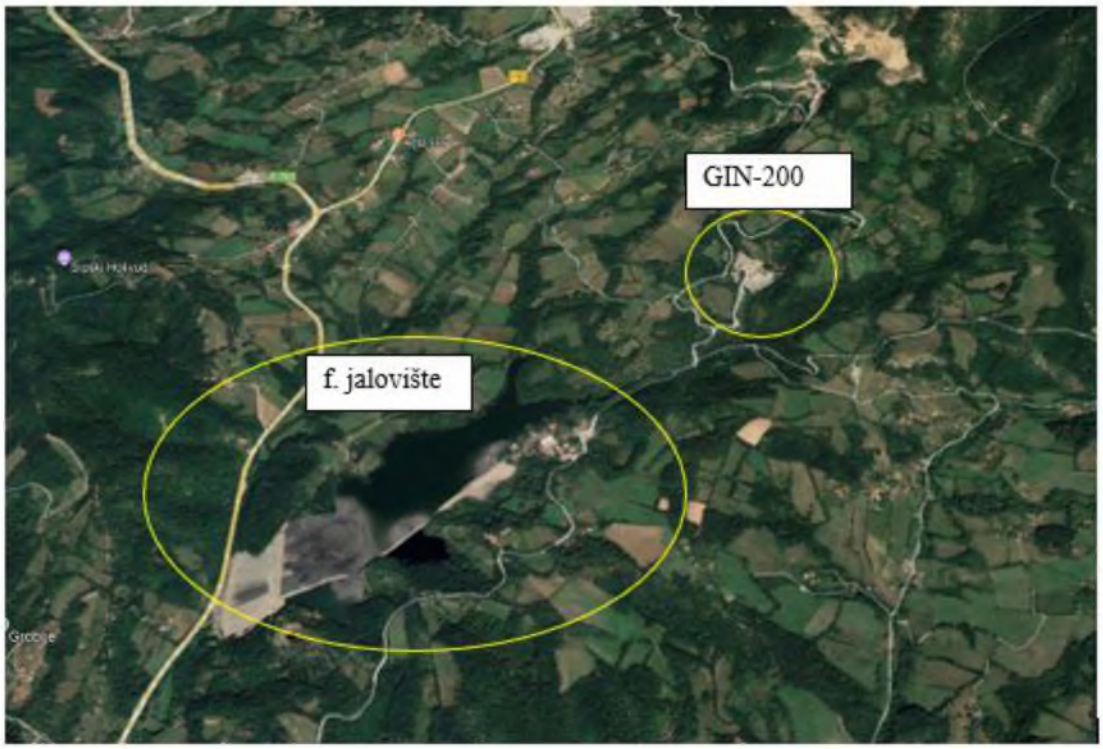
Snabdevanje flotacije industrijskom vodom. Flotacijsko postrojenje snabdeva se industrijskom vodom iz jame i povratnom vodom sa jalovišta. Voda iz jame dovodi se gravitacijski. Povratna voda iz jezera jalovišta transportuje se do bazena industrijske vode polietilenskim cevovodom koji je povezan sa potapajućom pumpom, na pontonu. Za slučaj potrebe dodatne količine vode ili havarije potapajuće pumpe postoji drugi cevovod koji je povezan na stacionarnu pumpu smeštenu u poseban objekat na obodu jalovišnog jezera. Sve ove vode dovode se u bazen industrijske vode zapremine 720 m^3, koji se nalazi iznad pogona flotacije odakle ide u proces slobodnim padom. U tabeli 3 dat je popis reagenasa koji se koriste u procesu flotiranja rude.

Tabela 3. Popis reagenasa i njihova potrošnja

R.br.	Reagens	Potrošnja, g/t
1	Daufroth - 200	56
2	Amil-ksantat	90
3	Natrijum-cijanid	70
4	Zelena galica	400
5	Bihromat	20
6	Cink-sulfat	150
7	Plavi kamen	200
8	Kreč - hidrat	1,000
9	Hlorovodonična kiselina	1,500

1.3. Opis odlaganja rudarskog otpada

Flotacijsko jalovište rudnika i flotacije "Rudnik" nalazi se u blizini naselja Rudnik, u podnožju planine Rudnik, na oko 12 km od Gornjeg Milanovca, slika 4.



Slika 4. Lokacija flotacijskog jalovišta i odlagališta GIN-200

Flotacijsko jalovište je formirano u dolini Zlokućanskog potoka, tj. uzvodno od njegovog ušća u Rudnički potok i proteže se sve do ušća Mezulanskog potoka, odnosno u dužini od oko 1km uzvodno od Rudničkog potoka. Brana br. 9 flotacijskog jalovišta, odnosno nožica brane nalazi se neposredno do magistralnog puta M22 Beograd – Čačak (deo Ibarske magistrale), protežući se gotovo paralelno sa putem. Jalovište je formirano iz više faza uz izgradnju ukupno devet jalovišnig brana. Poslednja u nizu (brana br.9) trenutno predstavlja jalovišnu branu i njenom izgradnjom i nadvišenjima prekrivene su sve prethodne brane i pripadajuća odlagališta jalovine iz prethodnog perioda, te jalovište dobija sadašnji oblik.

Definitivna jalovina iz pogona flotacije odlazi gravitacijski preko cevovoda unutrašnjeg prečnika D=250mm do pumpne stanice jalovine locirane ispod platoa flotacije. U pumpnoj stanici je instalirana muljna centrifugalna pumpa „Lemind" RPM 200/150 sa snagom elektromotora 30kW. Preko ove pumpe i pulpovoda jalovine izrađenog od tvrdog polietilena PE100 PN6 unutrašnjeg prečnika D=140mm flotacijska jalovina se transportuje sve do krajnje tačke na kojoj se vrši ispuštanje, tj. nešto iza desne ivice krune brane br.9. odnosno prema prevoju na desnoj obali jalovišta.

Sam cevovod jalovine položen je na transportnom nasipu izgrađenom na levoj strani jalovišta od peska hidrociklona koji praktično odseca tri manja dela akumulacionog prostora sa leve strane, pri čemu je u trećem (najudaljeniji od pogona flotacije) smešten sigurnosni prelivni organ. Ovaj akumulacioni prostor služi za dodatno bistrenje vode iz jalovišnog jezera. Na delu između tzv. bistrilišta i druge uvale (iza zagata 2) nasip je razdvojen drvenim mostom usled neophodnosti povezivanja taložnog jezera jalovišta i bistrilišta, odnosno dela taložnog jezera u kome se nalazi

prelivni organ jalovišta. Nasip je izrađen radi polaganja pulpovoda i paralelno sa nadvišenjem brane vrši se prema potrebi i nadvišavanje nasipa i drvenog mosta. Samim tim ovaj nasip se može smatrati transportnim nasipom. U periodima kada se vrši nadvišenje brane br.9 i transportnog nasipa vrši se cikloniranje sve jalovine pri čemu se pesak ugrađuje u branu br.9 odnosno nasip dok se preliv upušta u jalovište na način koji omogućava usmeravanje taložnog jezera uzvodno, prema objektima flotacije ne ugrožavajući pri tom neophodnu vezu između taložnog jezera i tzv. bistrilišta u kome je lociran sigurnosni prelivni organ. Istakanje jalovine se, prema tome, vrši sa transportnog nasipa i krune brane br. 9. U periodima kada nema potrebe za peskom hidrociklona vrši se slobodno istakanje jalovine – na „pravac".

Za cikloniranje jalovine koriste se dva identična hidrociklona prečnika D=500mm pri čemu je jedan namenjen radovima na nadvišenju brane dok je drugi rezervisan za nadvišenje transportnog nasipa. U radu je uvek samo jedan hidrociklon. Nadvišenje jalovišne brane br. 9 na flotacijskom jalovištu izvršeno je u svemu u skladu sa važećim Glavnim projektom Energoprojekta iz 1985. god. (uz ugradnju kosog filterskog sloja I glinenog ekrana sa nizvodne strane), a prema kojem se završna kota krune brane nalazi na K+495mnv uz krajnju dužinu po osi krune od 324m. Dodatni akumulacioni prostor jalovišta formiraće se nadvišenjem postojeće brane br. 9 flotacijskog jalovišta od kote K+495,00mnv do završne kote K+500,0mnv, izgradnjom bočnog nasipa na desnom boku jalovišta na prevoju tzv. "sedlu" u dužini od oko 60m, od kote K+498,5mnv do K+500,0mnv, nadvišenjem postojećeg transportnog nasipa do kote K+500,00mnv uz produženje istog u zoni platoa flotacije u kasnijoj fazi eksploatacije i prema opštim uslovima na jalovištu kao i izgradnjom zaštitnog nasipa na obodu bistrilišta do kote K+500,00mnv.

Nadvišenje brane br 9 vrši se nastupnom metodom od peska hidrociklona uz ugradnju kosog filterskog drenažnog sloja, sa tom razlikom što se umesto vodozaptivne zone od gline ovim projektom predviđa ugradnja vododržive folije-geo membrane. Parametri brane su: nagib unutrašnje kosine 1:1,5; nagib spoljašnje kosine: 1:3 i širina krune brane na K+500,0mnv B=17m. Bočni nasip na desnom boku jalovišta (BN) praktično predstavlja zaštitni nasip na prevoju koji se gradi u slučaju nailaska velikih voda i samo u tom slučaju će biti u kontaktu sa vodom iz jalovišta. Bočni nasip se gradi od ciklonskog peska uz sledeću geometriju: nagib unutrašnje kosine: 1:3; nagib spoljašnje kosine: 1:3; širina krune na završnoj koti B=10m.

Na rudniku „Rudnik" postoji jedna aktivna deponija jamskog otpada „GIN-200", slika 4.4. GIN-200 je klasično rudarsko odlagalište formirano u dolini Cvetića potoka preko kojeg se slivne vode sa okolnih terena usmeravaju u flotacijsko jalovište. Jalovina se do platoa na najvišoj koti (556 mnm) dovozi kamionima, tu se kipa, a potom se povremeno buldozerima razgrće na formiranu kosinu. Ukupno raspoloživi prostor na ovoj kipi je 70.000 m^3.

2. Geološka podloga ležišta

Prostor opštine Gornji Milanovac izgrađen je od različitih geoloških tvorevina. Najzastupljeniji su i proporcionalno približno rasprostranjeni eruptivni serpentini, flišne stepe i neogeni sedimenti. Serpentini su presvučeni sedimentima flišne gornje krede koji se prostiru po svim delovima

terena, a najzastupljeniji su u zapadnom i jugozapadnom delu opštine. Eruptivne stene se javljaju na severoistoku i istoku opštine.

Rudnička zona pripada mlađoj tercijarnoj vulkanskoj oblasti. Od eruptivnih stena javljaju se daciti – andaziti sa tufovima, čijim je prostranstvom zahvaćen istočni deo prema Rudniku. Najveći deo vulkanita je kvarclatitskog sastava. Nađena je serija glinovitog peščara, glinaca i laporaca. Takođe u ovom predelu javljaju se laporci i laporoviti krečnjaci. Donjotrijatska serija počinje slojevitim i bankovitim krečnjacima preko liskunovitih ili glinovitih peščara i peskovitih laporaca i prelazi u kvrgavi krečnjak. Preko kvrgavih krečnjaka leži 80 m debela serija dolomita i dolomitičnih krečnjaka. U oblasti nekih sela javljaju se kao proboji porfiritske breče i tufovi sa slivovima porfirita. Kredne tvorevine zastupljene su u istočnom delu opštine. Krečnjaci, peščari, peskovi i gline neogena, često se javljaju u vidu debelih slojeva i masa. Neogene tvorevine ovog područja stvarane su u miocenu.

U Gornjomilanovačkom basenu otkriveni su miocenski sedimenti u tri grupe:

- priobalski krupnozrni konglomerati uglavnom od valutaka serpentina;
- mrko crveni peščari, predstavnici ove serije sedimenata su konglomeratični peščari, kvarcni peščari peskovito laporoviti krečnjaci, peskoviti laporci i glinci;
- sedimentno vulkanogena serija. Najmlađe sedimentne tvorevine su sedimenti aluvijuma duž reka i većih potoka.

Polimetalično ležište "Rudnik" je izgrađeno od velikog broja rudnih tela (preko 90), koja, prema dosadašnjim saznanjima, zauzimaju prostor od 3 km po dužini i preko 1,5 km po širini. Opšti pravac pružanja ležišta je SSZ-JJI.

S obzirom na veliku promenljivost veličine, zapremine i prostornog položaja rudnih tela, srednja veličina rudnih tela i srednji sadržaj rudnih elemenata su relativnog i statističkog karaktera. Veličina bilansnih rudnih tela varira u širokim granicama, jer im se zapremina kreće od 1.000 do 300.000 m^3, a masa od 2.000 do 700.000 t rude, u proseku 50.000 t. Polimetalično ležište „Rudnik" genetski pripada skarnovsko-hidrotermalnom tipu i zauzima površinu od oko 5 km^2 (3,5 x 1,4 km).

U *Elaboratu o rudnim rezervama polimetaličnog ležišta «Rudnik»* (stanje 30.06.2020.god.) utvrđene su geološke rezerve rude polimetaličnog ležišta „Rudnik", B i C_1 kategorije, koje se nalaze se u 42 rudna tela. Navedene rezerve se mogu smatrati bilansnim rezervama što je potvrđeno tehničko-ekonomskom ocenom tabela 4.

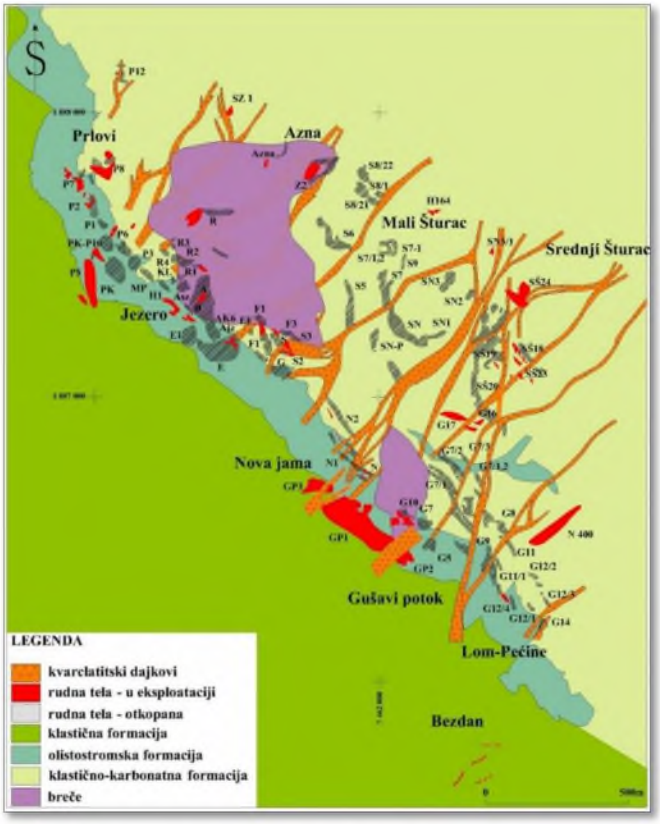
Tabela 4. Ukupne geološke (bilansne) rezerve rude i metala u polimetaličnom ležištu „Rudnik"

Kategorija rezervi	Rezerve rude, t	Srednji sadržaj, %				Rezerve metala, t			
		Pb	Zn	Cu	Ag, g/t	Pb	Zn	Cu	Ag, kg
B	128.934	1,86	1,65	0,45	61	2.398	2.129	577	7.833
C1	1.451.917	2,66	2,39	0,24	48	38.604	34.744	3.520	69.424
B + C1	1.580.851	2,59	2,33	0,26	49	41.002	36.872	4.097	77.257

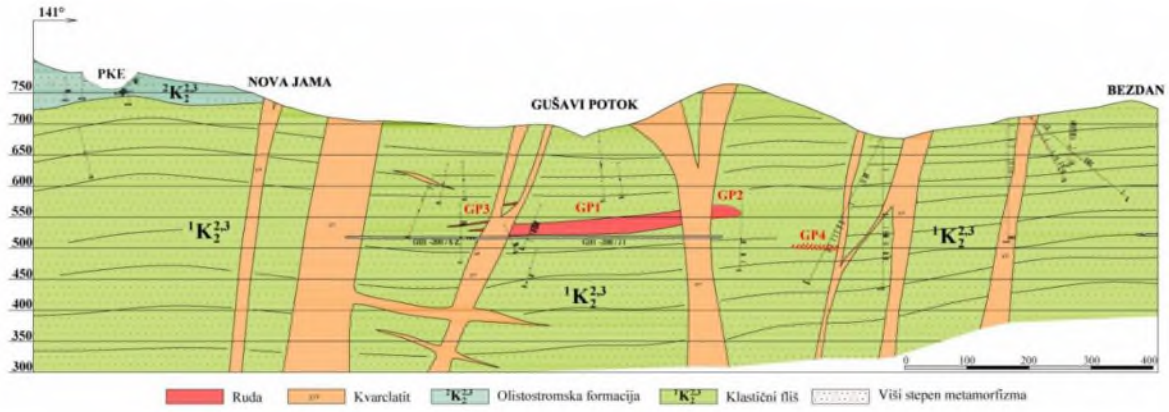
Eksploatacione rezerve su bilansne geološke rezerve, umanjene za eksploatacione gubitke od oko 10%, proračunate su na oko Q_e=1.420.000 t. Ležište „Rudnik“ podeljeno je na nekoliko zona koje nose imena prema karakterističnim nazivima za taj deo površine terena. Od krajnjeg severo-zapada, pa do krajnjeg jugoistoka, izdvojene su sledeće rudonosne zone: "Prlovi-Kačmorka", "Jezero", "Azna", "Mali Do", "Mali Šturac", "Nova Jama", "Srednji Šturac", "Gušavi Potok", "Lom-Pećine" i "Bezdan". Razmeštaj pobrojanih rudonosnih zona je uslovljen dajkovima koji su zapunjavali rasedne strukture trećeg reda, čiji je pravac pružanja SI-JZ, te su poslužili kao prirodna granica između zona (slike 5 i 6).

a) Rudonosna zona “Prlovi-Kačmorka” se nalazi na krajnjem severozapadu ležišta Rudnik . Rudna tela ove zone karakterišu se visokim sadržajem olova i cinka, kao i izraženom postrudnom tektonikom, što otežava uslove eksplotacije. Većina rudnih tela (oko 13) je otkopana, za otkopavanje su ostala samo rudna tela: P8", "P7", "P2", "P6", "P5", i "PKP10".

b) Rudnonosna zona "Jezero" se nalazi jugoistočno od zone “Prlovi-Kačmorka”. Zajednička karakteristika rudnih tela ove zone je visok sadržaj bakra i srebra, odnosno nizak sadržaj olova i cinka kao i složena morfologija. Sva rudna tela ove zone su skoro u potpunosti otkopana ("E", "A1", "MP", "K2", "K4" i dr.). Postoje delovi pojedinih rudnih tela koji su ostali neotkopani i koje treba doistražiti. Geološkim rezervama su obuhvaćene rudne rezerve rudnog tela : „S“, „F1“, "H1", "A jz", „EF“, "R" i "R1".



Slika 5. Razmeštaj rudonosnih zona i rudnih tela ležišta Rudnik, u prostoru Prlovi-Bezdan



Slika 6. Uzdužni presek rudonosne zone Rudnika Rudnik

c) Rudonosna zona „Azna“ se nalazi u severnom delu centralnog područja ležišta, i u njoj su pronađena tri rudna tela: "SZ1" i "Z2" i "Azna". Rudna tela se nalaze u obodnom delu breče Azna i Z2 ili u spoljašnjem delu SZ1 koje je deponovano u klastično–karbonatnoj jedinici (žičnog tipa). Po geološkim karakteristikama razlikuju se od ostalih rudnih tela polimetaličnog ležišta „Rudnik“ po mestu deponovanja i subvertikalnom položaju u prostoru. Hidrotermalno orudnjenje deponovano je u vulkanskoj (hidraličnoj) breči, kako u fragmentima tako i u cementoj masi breče i pripada štokverkno-inpregnacionom tipu. Ruda ima visok sadržaj bakra i srebra a simboličan sadržaj olova i cinka. Dominantan sulfidni mineral je halkopirit i pirotin.

d) Rudonosna zona „Mali Šturac“ dobila je naziv po istoimenom visu na planini Rudnik. Rudonosnu zonu „Mali Šturac“ su karakterisala bogata i po količini rude značajna rudna tela. Većina rudnih tela su otkopana: "S5", "S6", "S7", "S7/1,2 "S8", "S8/1", "S8/21" i "S8/22/2". Rudna tela su deponovana u nizu od kontakta sa brečom ka jugoistoku. Generalan pravac pružanja rudnih tela je severozapad-jugoistok sa padom ka severoistoku oko 30°. Preostala su manja rudna tela: "H-164“ i "SN-3/1".

e) Rudnonosna zona „Nova jama“ se nalazi u centralnom delu ležišta „Rudnik“. Dosadašnjim istraživanjem pronađena su rudna tela „SN“, „SN1“, „SN2“, „SN3“, „SN4“, „SN5“, „SNP“, „SNV“, „N“, „N1“ „N2“. Karakteristična je po pseudoslojevitim do sočivastim rudnim telima koja se odlikuju blagim padom, raslojavanjem i relativno visokim sadržajem korisnih metala. Osim rudnih tela: „N“ i „N2“ , ostala su otkopana.

f) Rudonosna zona „Srednji Šturac“ se nalazi u severoistočnom delu ležišta i čini prostorno najveću zonu. Odlikuje se većim brojem rudnih tela čija je glavna karakteristika skoro horizontalno zaleganje u prostoru, relativno mala debljina, i visok sadržaj osnovnih metala. Elaboratom o rudnim rezervama tretirana su rudna tela: „SŠ18“, „SŠ19“, „SŠ23“, „SŠ24“ i „G16“.

g) Rudonosna zona „Gušavi potok“ se nalazi u jugoistočnom delu ležišta. Rudna tela su generalnog pravca pružanja severozapad-jugoistok sa padom ka severoistoku oko 20°-45° i sa obe strane su ograničena kvarclatitskim dajkovima. Elaborat tretira rudna tela: „G10“ „GP3“, „GP1“, „GP2“ i „G17“. Otkopana rudna tela: „G1“, „G2“, „G3“, “G5“, „G7“, „G8“ i „G9“ su po količini rude i kvalitetu dugi niz godina bili nosioci metala u toku eksploatacije ležišta, iz kojih je

otkopano preko 2.900.000 tona rude što predstavlja oko četvrtine do sada otkopanih rezervi Rudnika.

h) Rudonosna zona „Lom-Pećine“ nalazi se jugoistočno od zone „Gušavi Potok“. Kao i zona „Gušavog Potoka“ pružanja je SZ-JI sa promenljivim padom SI, ali za razliku od nje rudna tela su manjih dimenzija. Rudna tela su pretežno u obliku izduženih sočiva, ređe pseudoslojevita, promenljivog pravca pružanja. Otkopana su rudna tela: „G11“, „G11/1“ i „G12“. Elaboratom su obuhvaćena rudna tela: „G12/4” i „N400“.

i) Rudonosna zona „Bezdan“ nalazi se na krajnjem jugoistoku ležišta Rudnik. Karakteriše se žičnim rudnim telima, i za sada nije posebno interensantna za istraživanje zbog male debljine rudnih žica (2-30 cm). Za deponovanje orudnjenja Bezdana značajan je pre svega strukturni podređeno litološki faktor, iz tog razloga se karakteriše žičnim rudnim telima. Pravac pružanja žica je SI-JZ sa promenljivim padom, najčešće prate kontakt klastita i dajkova. Pored navedenog žice karakteriše nagla promena debljine od nekoliko centimetara do 3 metra. Gornji delovi žica su uglavnom otkopani starim radovima tako da su samo preostali oni delovi koji se nalaze ispod najnižeg otvorenog horizonta (575 m) u jami rudnika „Rudnik“, neretko su otkopavani i niži nivoi. Elaboratom su obuhvaćena rudna tela tj. delovi rudnih žica: „Bezdan 1”, „Bezdan 2”, „Bezdan 3” i „Bezdan 4”.

Na osnovu Pravilnika o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju evidencije o njima («Sl.list SFRJ» br. 53/79), saglasno odredbama člana 47, sva rudna tela polimetaličnog ležišta «Rudnik» svrstana su u treću i četvrtu grupu. U treću grupu svrstana su rudna tela čiji se horizontalni presek kreće između 500 i 1.000 m^2. U sebi često imaju veći broj reliktnih ostataka neizmenjenih stena. U bočnim delovima se često granaju u tanke proslojke ili apofize. Očuvan im je kontinuitet po padu. Postrudna tektonika je veoma slabo izražena ili je uopšte nema. U ovu grupu uvršćena su rudna tela „P5“ i „GP1“.

U četvrtu grupu svrstana su rudna tela koja imaju površinu preseka manju od 500 m^2, a odlikuju se naglim promenama debljine, intenzivnim raslojavanjem, naglim isklinjavanjem. Postrudna tektonika je zastupljena kod rudnog tela „P2“. Rudna tela „Z2“ i „R“ imaju koficijent varijacije veći od 150. U ovu grupu svrstana su rudna tela: „P8“, „P7“, „P2“, „P6“, „PKP10“, „H1“, „A jz“, „EF“, „F1“, „S“, „R“, „R1“, „SZ1“, „Azna“, „Z2“, „H-164“, „SN3“, „SŠ 18“, „SŠ19“, „SŠ 23“, „SŠ 24“, „G16“, „G17“, „N2“, „N“, „G10“, „GP3“, „GP2“, „G12/4“, „N400“ i „Bezdan“.

U severozapadnom delu ležišta je izražena postrudna tektonika koja u kombinaciji sa starim rudarskim radovima dovela do supergenih izmena sulfidne rude tj. pojavljivanja supergene mineralne asocijacije. U zoni oksidne rude rudnog tela „P2“ i „PKP10“, u kojoj se sreću minerali nastali transformacijom galenita, sfalerita i drugih sulfida, stvarani su karbonati, sulfati i hidroksidi, među kojima su ceruzit, smitsonit, anglezit, hidroksidi gvožđa i dr. Jalovinske – okolorudne stene, izmenjene su sekundarnom oksidacijom, limonitizacijom, kaolinizacijom i dr.

3. Karakter otpada, planirano rukovanje otpadom

U ovom poglavlju dat je pregled nastanka otpad, količina otpada, transporta otpada, metoda odlaganja otpada, geotehničkih i geohemijskih karakteristika otpada koji se odlaže na deponijama, potrebnih za određivanje karaktera otpada i kategorije deponije.

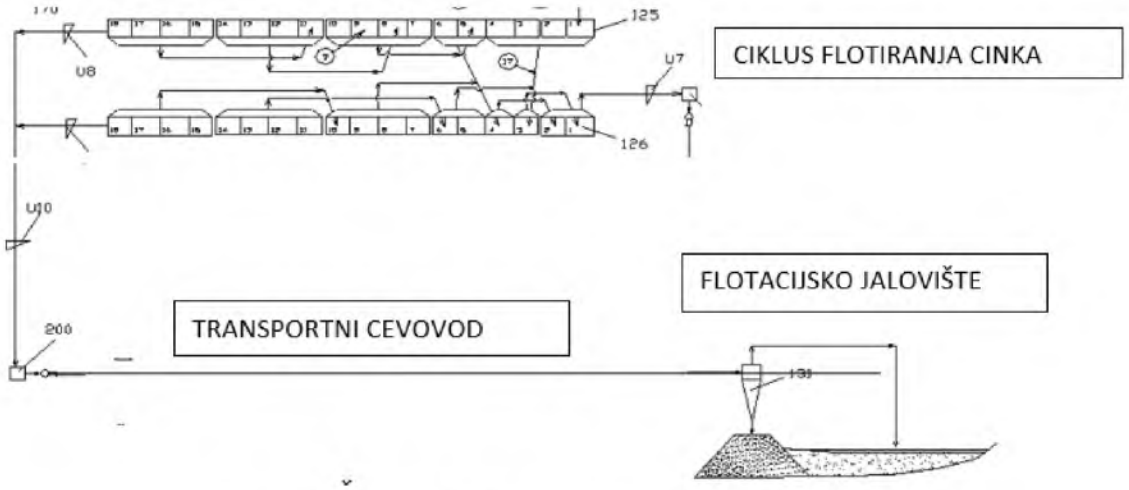
U Rudniku „Rudnik" se generišu sledeće vrste rudarskog otpada:

1. Flotacijska jalovina (neopasan otpad),
2. Jamski nemineralozovani otpad (neopasan otpad).

3.1. Flotacijska jalovina

3.1.1. Nastanak flotacijske jalovine

Flotacijska jalovina predstavlja otpad koji nastaje u procesu flotacijske koncentracije korisnih sulfidnih minerala olova, cinka i bakra. Kao korisni prateći mineral izdvaja se srebro, slika 7.



Slika 7. Šema izdvajanja flotacijske jalovine

Flotiranju prethodi proces usitnjavanja (drobljenje i mlevenje) kako bi se korisni minerali oslobodili od prirodne veze sa nekorisnim. Usitnjena ruda se uvodi u flotacijske ćelije u kojima se uređuje sredina (pulpa) dodavanjem reagenasa (regulatori pH vrednosti, deprimatora, kolektori, penušači) i vazduha. Sulfidni minerali postaju hidrofobni (nekvašljivi) pa oslobođena zrna prianjaju za vazdušne mehuriće i tako čine proizvod čija gustina je manja od gustine sredine što mu omogućava da ispliva na površinu i formira tzv. mineralizovanu penu, koja se kao koristan proizvod kontinuirano izdvaja iz reaktora. Mineralna zrna koja nisu hidrofobizirana već su ostala hidrofilna (okvašena) ne stupaju u kontakt sa vazdušnim mehurićima već kao gušća padaju na dno reaktora i odvode se da dalje u proces dodatnog flotiranja, odnosno prečišćavanja. Na rudniku „Rudnik" proces flotiranja odvija se u tri ciklusa: ciklus flotiranja minerala olova, ciklus bakra i ciklus flotiranja minerala cinka. Osnovni koncentrati se po dva puta prečišćavaju kako bi se dobili selektivni koncentrati olova, bakra i cinka.

3.1.2. Deponovanje jalovine na flotacijskom jalovištu

Jalovište flotacije rudnika „Rudnik“ nalazi se u podnožju istoimene planine, u neposrednoj blizini Ibarske magistrale. Najbliže veće mesto je grad Gornji Milanovac, koji se nalazi na udaljenju od oko 12 km od jalovišta. Jalovište je formirano u dolini Zlokućanskog potoka, uzvodno od njegovog ušća u Rudnički potok. Na potoku je tokom godina formirano 9 jalovišnih brana sa deponijama flotacijske jalovine, tako da je ukupna dužina celine jalovišta oko 1 km. Brana br.9 je poslednja u nizu i nalazi se neposredno pred ušćem Zlokućanskog u Rudnički potok, odnosno najbliže Ibarskoj magistrali. Situacioni prikaz i aktuleno stanje flotacijskog jalovišta dato je na slici 8.



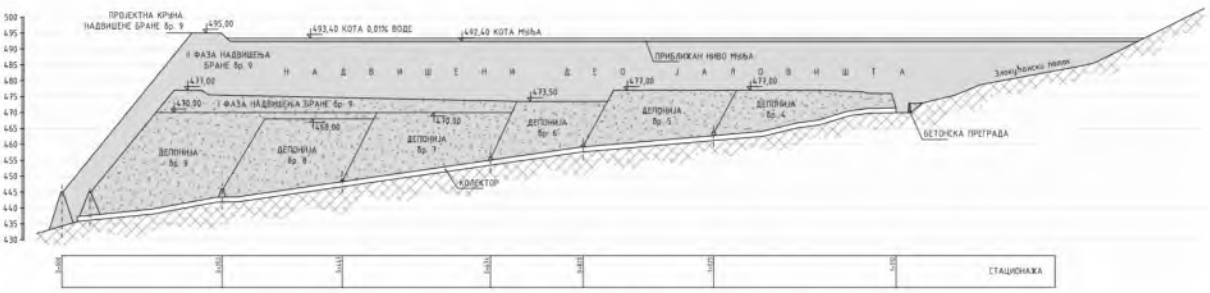
Slika 8. Situacioni prikaz i aktuelno stanje flotacijskog jalovišta

Istorijski razvoj

Prva jalovišna brana je izgrađena 1953.g., kada je flotacija počela sa radom. To je bila brana br.1. Nakon toga su brane rađene etapno, duž Zlokućanskog potoka, a prema narastajućim potrebama za odlaganje jalovine (slike 9 i 10).



Slika 9. Šema flotacijskog jalovišta



Slika 10. Poprečni presek kroz flotacijsko jalovište

Brana br.9 je projektovana 1970. (projektant „Projmetal“, Beograd), sa kotom krune 470,00 m. Tada izgrađena brana br.9 je bila viša od prethodne brane br.8 za oko 2 m. Godine 1979. urađen je projekat prvog nadvišenja brane, za 8,0 m, do kote 478,00 m (projektanti „Projmetal“ i „Energoprojekt“). Brana je tada izgrađena do kote 477,00 m. Godine 1985.završen je Glavni projekat nadvišenja brane br.9 do konačne kote 495,00 m, prema kome su se odvijale (i dalje se odvijaju) naredne aktivnosti na postepenom nadvišavanju brane. Projektovane etape nadvišenja iznose 2,5 m.

Ukratko, faze su građenju brane se mogu prikazati na sledeći način:

- I faza – građenje brane do kote 470,00 m izvršeno je u periodu do 1979 god.
- II faza – nadvišenje brane od kote 470,00 m do kote 477,00 m urađeno je u periodu od 1979. do 1986. godine.
- III faza – nadvišenje brane od kote 477,00 m do kote 495,00 m je u periodu od 1986 do 2020.
- IV faza – nadvišenje brane iznad prethodno projektovane kote od 495 m, u etapama od 2,5 m do postizanje najviše kote, koja danas još nije definisana, ali se razmatra kota 500 m.

Prikaz elemenata flotacijskog jalovišta

Brana. Osnovnu stenu na mestu brane čine donjokredni sedimenti, peskoviti laporci, glinci, i ređe, glinoviti peščari. Lapori mestimično prelaze u laporovite krečnjake. Ispitivanja su pokazala da je vodopropustljivost stene neznatna, sem na desnom boku, gde je nešto veća (mereno oko 6,0 L/s).

Sa kote 477,0 m izbušene su bušotine koje su pokazale da u gornjim zonama telo brane čine sitnozrni prašinasti peskovi. U dubljim slojevima preovlađuju prašinasti materijali, a u najdubljem glinovite prašine. U skladu sa tim, vodopropustljivost je nešto veća u gornjim slojevima brane .

Brana je izgrađena od flotacijske jalovine, refuliranjem sa upotrebom ili bez upotrebe hidrociklona. Osa brane je izlomljena linija, u skladu sa konfiguracijom terena. Nagib nizvodne kosine brane je približno 1:3, odnosno varira od 1:2,8 do 1:3,1. Na početku gradnje ove brane (I faza), u nožici brane je izgrađen početni zemljani nasip do kote 445,00 m, koji je postavljen na sloj šljunkovitog materijala. Uzvodno od njega, na rastojanju od 60 m, izgrađen je drugi, pomoćni nasip do kote 441,00 m. Između ova dva nasipa refuliran je peskoviti materijal, koji

je izdvojen iz jalovine korišćenjem hidrociklona. Kasnije nasipanje u ovoj fazi je vršeno bez primene hidrociklona. Nadvišavanje je vršeno u etapama visine 1-2 m, na uzvodnu stranu.

Kroz nasipe je sproveden betonski kolektor, koji je inače izgrađen duž celog jalovišta. Postavljen je uglavnom po dnu korita Zlokućanskog potoka, čiji pad i prati. Ukupna dužina ovog kolektora iznosi oko 1200 m. Poprečni presek je potkovičastog oblika sa dimenzijama 1,56/2,16 m. U kasnijoj fazi je ovaj kolektor napušten kao evakuacioni organ, jer je izgrađen novi kolektor na levom boku (III faza). Prilikom izgradnje početnog zemljanog nasipa za branu br.9, sa obe strane ovog starog kolektora nasut je šljunak i postavljene cevi za dreniranje tela brane.

Prilikom prvog nadvišenja brane (II faza), od kote 470,00 do kote 477,0 m, izgrađen je kosi dren na koti 465,00 m, koji prikuplja provirne vode iz tela brane i horizontalnom drenažom ih odvodi van tela brane. Na desnom delu nizvodne kosine bio je izgrađen balast od kamenog materijala. U ovoj fazi su ugrađena i 23 pijezometra za osmatranje nivoa provirnih voda. Za nadvišenje brane do kote 495,00 m (III faza), usvojena je varijanta sa izradom dijafragme u telu tada postojeće brane, tj.do kote 477,00 m. Dijafragma je debljine 80 cm, sa projektovanom dubinom od 40 m i predviđenim ukopavanjem u stenu od 50 cm. Nalazi se nizvodno od ose brane.

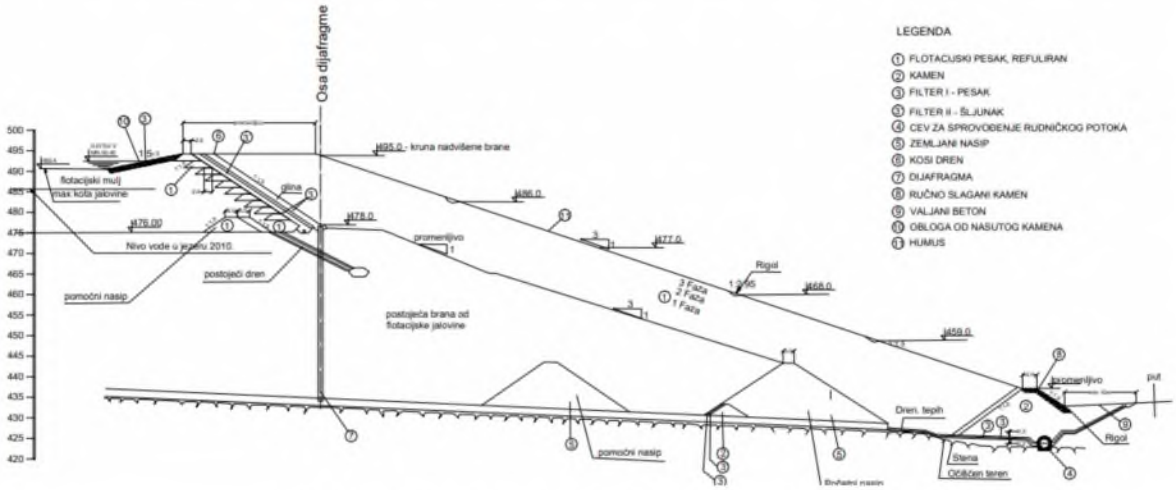
Iznad dijafragme projektovan je kosi dren od šljunka i peska sa glinenim ekranom, u cilju sprečavanja dotoka vode u nizvodni deo brane. Kosi dren, ukupne debljine 1,2 m prikuplja provirne vode iz deponije u odvodi ih u dren koji se nalazi neposredno uzvodno od dijafragme, položen po kruni tadašnje brane i po bokovima. Drenažna voda se prihvata cevima i odvodi do korita Rudničkog potoka. Glineni ekran je debljine 1,30 m. U donjem delu se oslanja na dijafragmu, dok je na bokovima ukopan u teren. Nadgradnja ekrana iznad kote 490 m nastavlja se ugradnjom geomembrane izrađene od polietilena visoke gustine (HDPE), slika 11.



Slika 11. Dijafragma izrađena od HDPE, pre zatrpavanja

Kruna brane je promenjive širine, koja zavisi od položaja kosog drena. Iznosi između 9 i 34 m. Kota krune od 500,00 m je za 0,5 m viša od maksimalno moguće kote vode u jalovištu (PMF).

U krajnjoj fazi, kada se dostigne projektovana kota, planira se da se nizvodna kosina brane obloži humusom i zatravi. U isto vreme, uzvodna kosina se oblaže slojem nasutog kamena.



Slika 12. Tipski presek kroz branu br. 9

Nožica brane. Nožica brane je nasip trapezastog oblika od valjanog kamenog materijala. Na strani ka brani nalazi se sloj odgovarajuće filtarske zaštite, debljine 1,5 m, dok se kosina prema Ibarskoj magistrali oblaže ručno slaganim kamenom. Voda koja se iz tela brane drenira kroz filtarski sloj, odvodi se do betonskog kolektora Rudničkog potoka kroz drenažni tepih postavljen ispod tela nasipa. U skladu sa uslovima izdatim od strane tadašnje Republičke zajednice za puteve, minimalno rastojanje od nožice brane do ivice Ibarske magistrale iznosi 10,0 m, slike 13 i 14. Predviđeno je da se između nožice brane i puta, a u nivou puta, izradi plato od valjanog kamena, debljine oko 30 cm.



Slika 23. Pogled na Ibarsku magistralu sa krune brane



Slika 14. Plato od valjanog kamena u nožici brane prema Ibarskoj magistrali

Evakuacioni organi. Stari kolektor, položen po dnu jalovišta, služio je za evakuaciju vode tokom I i II faze izgradnje brane br.9. Tokom projektovanja nadvišenja brane do kote 495,00 m izvršen je 1984. godine pregled ovog kolektora. Uočene su brojne poprečne i poduže prsline, kao i odstupanja stvarne od projektovane konture otvora. U konačnom je usvojeno rešenje po kome se ovaj kolektor napušta kao objekat za evakuaciju vode i zatvara betonskim čepom, a evakuacija vode se vrši novim kolektorom Stari kolektor je zatvoren betonskim čepom dužine 8,0 m na mestu preseka ovog kolektora i dijafragme.

Novi kolektor je postavljen po levoj strani jalovišta. Služi za evakuaciju svih voda koje se slivaju u jalovište, uključujući i vode Zlokućanskog i Mizulanskog potoka, koje se više ne upuštaju u stari kolektor, već u samo jalovište. Položaj novog kolektora omogućava povoljnije uslove za istaložavanje jalovine i prirodno prečišćavanje vode, jer se kroz njega odvodi gornja, izbistrena voda iz jalovišta. Prvi - uzvodni deo kolektora je prelivni kolektor na kom su postavljeni otvori za prihvatanje vode iz jalovišta. U nastavku je slapište, koje služi za rasipanje energije toka.

Umirene vode se iza slapišta uvode u donji kolektor, koji ih dovodi do Rudničkog potoka nizvodno od brane.



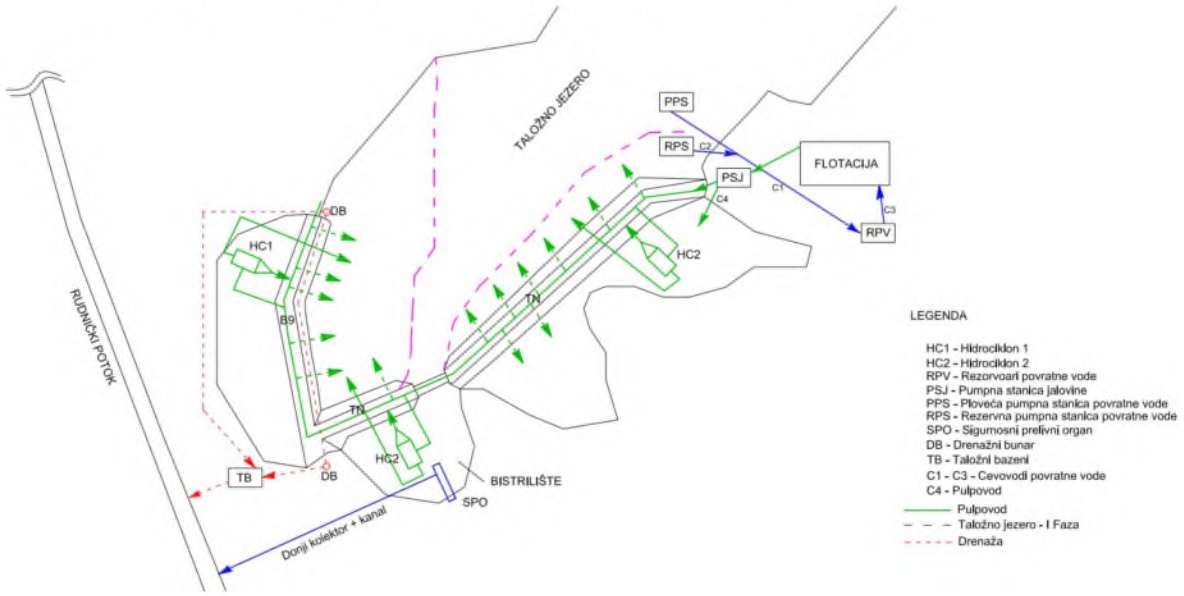
Slika 15. Bistrilište u levom delu jalovišta

Kolektor je dimenzionisan na maksimalno verovatnu veliku vodu na profilu brane. Prelivni deo kolektora je armirano-betonska konstrukcija, ukopana u stenu na obali. Nalazi se na oko 160 m uzvodno od ose brane. Duž prelivnog kolektora su postavljeni otvori na rastojanju od oko 1,0 m, pri čemu je kota najvišeg 491,50 m. Paralelno sa nadvišavanjem brane otvori na prelivnom kolektoru se trajno zatvaraju betonskim čepovima. U završnoj fazi nadvišenja brane i po prestanku eksploatacije, evakuacija vode se vrši kroz šahtni preliv, postavljen na ulazu u kolektor. Slapište je zatvorena armirano-betonska konstrukcija, sa dnom na koti 477,00 m. Neposredno iza njega je komora koja obezbeđuje dodatno uništenje energije toka. Donji deo kolektora je linijska armirano-betonska konstrukcija, ukupne dužine oko 460 m. U prvom delu je zatvorenog potkovičastog preseka, dimenzija 1,0/1,75 m. Drugi deo, do uliva u Rudnički potok, je otvoreni kanal trapeznog poprečnog preseka. Vode Rudničkog potoka se provode ispod nožice brane putem armirano-betonskog kolektora, prečnika 2,50 m i dužine 290,0 m.



Slika 16. Komora i slapište za odvođenje viška slobodne vode

Transport i odlaganje jalovine. Definitivna jalovina iz pogona flotacije odlazi gravitacijski preko cevovoda unutrašnjeg prečnika D=250mm do pumpne stanice jalovine locirane ispod platoa flotacije. U pumpnoj stanici je instalirana muljna centrifugalna pumpa „Lemind" RPM 200/150 sa snagom elektromotora 30 kW. Preko ove pumpe i pulpovoda jalovine izrađenog od tvrdog polietilena PE100 PN6 unutrašnjeg prečnika D = 140 mm flotacijska jalovina se transportuje sve do krajnje tačke na kojoj se vrši ispuštanje, tj. nešto iza desne ivice krune brane br.9. odnosno prema prevoju na desnoj obali jalovišta. Sam cevovod jalovine položen je na transportnom nasipu izgrađenom na levoj strani jalovišta od peska hidrociklona koji praktično odseca tri manja dela akumulacionog prostora sa leve strane, pri čemu je u trećem (najudaljeniji od pogona flotacije) smešten sigurnosni prelivni organ, slika 17.



Slika 7. Tehnološka šema deponovanja flotacijske jalovine

Ovaj akumulacioni prostor služi za dodatno bistrenje vode iz taložnog jezera. Na delu između tzv. bistrilišta i druge uvale (iza zagata 2) nasip je razdvojen drvenim mostom usled neophodnosti povezivanja taložnog jezera jalovišta i bistrilišta, odnosno dela taložnog jezera u kome se nalazi prelivni organ jalovišta.



Slika 18. Pulpovod na nasipu i hidrociklon u radu: levo od mosta je bistrilište, a desno akumulacioni prostor jalovišta

Nasip je izrađen radi polaganja pulpovoda i paralelno sa nadvišenjem brane vrši se prema potrebi i nadvišavanje nasipa i drvenog mosta, slika 6.13. Samim tim ovaj nasip se može smatrati transportnim nasipom. U periodima kada se vrši nadvišenje brane br.9 i transportnog nasipa vrši se cikloniranje sve jalovine pri čemu se pesak ugrađuje u branu br.9 odnosno nasip dok se preliv upušta u jalovište na način koji omogućava usmeravanje taložnog jezera uzvodno, prema objektima flotacije ne ugrožavajući pri tom neophodnu vezu između taložnog jezera i tzv. bistrilišta u kome je lociran sigurnosni prelivni organ. Istakanje jalovine se, prema tome, vrši sa transportnog nasipa i krune brane br. 9. U periodima kada nema potrebe za peskom hidrociklona vrši se slobodno istakanje jalovine – na „pravac". Za cikloniranje jalovine koriste se dva identična hidrociklona prečnika D=500mm pri čemu je jedan namenjen radovima na nadvišenju brane dok je drugi rezervisan za nadvišenje transportnog nasipa. U radu je uvek samo jedan hidrociklon.

3.1.3. Količine flotacijske jalovine

Trenutno je na flotacijskom jalovištu odloženo oko 15.000.000 t (9.375.000 m^3) flotacijske jalovine. Prema proizvodnim kapacitetima Rudnika i flotacije "Rudnik", a pre svega u skladu sa predviđenim kapacitetom pogona flotacije, tj. činjenice da se ne planira povećanje kapaciteta ovog pogona, na flotacijsko jalovište je potrebno odložiti oko 270.000 t jalovine godišnje. Za smeštaj ove količine flotacijske jalovine potrebno je obezbediti oko 169.000 m^3 jalovišnog prostora godišnje. Pregled planiranih količina flotacijske jalovine u narednih 5 godina dat je u tabeli 5.

Tabela 5. Planirane količine jalovine do 2030.g.

GODINA	2025.	2026.	2027.	2028.	2029.	2030.
Ruda polimetalična, t	226,000	226,000	226,000	226,000	226,000	226,000
Ruda bakarna, t	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Ukupno ruda, t	286,000	286,000	286,000	286,000	286,000	286,000
Koncentrat Pb, t	6,022	6,115	5,854	6,022	6,022	6,022
Koncentrat Zn, t	7,009	7,670	6,645	6,500	6,500	6,500
Koncentrat Cu, t	3,111	3,361	2,298	2,200	2,200	2,200
Ukupno koncentrat, t	16,143	17,146	14,797	14,722	14,722	14,722
JALOVINA, t	**269,857**	**268,854**	**271,203**	**271,278**	**271,278**	**271,278**
Jalovina, m^3	**168,661**	**168,034**	**169,502**	**169,549**	**169,549**	**169,549**

Količina otpada je respektabilna i traži preduzimanje svih mera opreza i stabilne eksploatacije jalovišta. Uobičajena je praksa da se velike količine jalovine deponuju neposredno uz mesto nastanka, te da obavezu pripreme prostora, transport i deponovanje jalovine i obezbeđenje stabilne eksploatacije prihvata generator otpada, u ovom slučaju rudnik „Rudnik".

3.1.4. Karakterizacija flotacijske jalovine

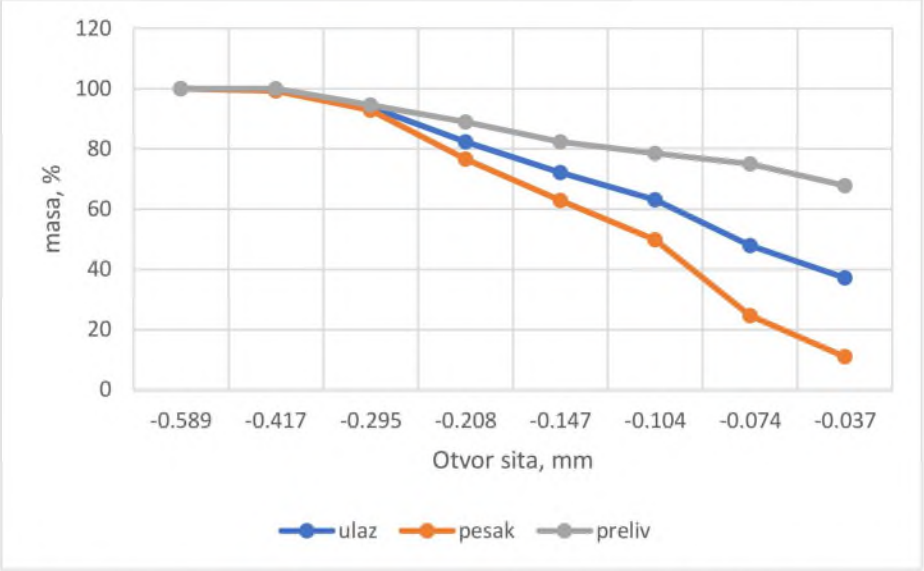
Fizičko-mehaničke karakteristike

Granulometrijski sastav flotacijske jalovine na ulazu i hidrociklon i proizvodi hidrocikloniranja prikazani su u tabeli 5 i na slici 19.

Tabela 5. Granulometrijski sastav flotacijske jalovine

Klasa krupnoće, mm	ULAZ			PESAK HIDROCIKLONA			PRELIV HIDROCIKLONA		
	M, %	ΣM, ods., %	ΣM, pros., %	M, %	ΣM, ods., %	ΣM, pros., %	M, %	ΣM, ods., %	ΣM, pros., %
-0,589+0,417	0,4	0,4	100,0	0,8	0,8	100,0			
-0,417+0,295	5,7	6,1	99,6	6,3	7,1	99,2	5,4	5,4	100,0
-0,295+0,208	11,5	17,6	93,9	16,3	23,4	92,9	5,7	11,1	94,6
-0,208+0,147	10,3	27,9	82,4	13,7	37,1	76,6	6,5	17,6	88,9
-0,147+0,104	9,0	36,9	72,1	13,1	50,2	62,9	3,9	21,5	82,4
-0,104+0,074	15,2	52,1	63,1	25,1	75,3	49,8	3,5	25,0	78,5
-0,074+0,037	10,7	62,8	47,9	13,7	89,0	24,7	7,2	32,2	75,0
-0,037+0	37,2	100,0	37,2	11,0	100,00	11,0	67,8	100,00	67,8

NAPOMENA: m – masa. ods. – odsev, pros. – prosev, Σ – kumulativno.



Slika 19. Granulometrijski sastav flotacijske jalovine, kumulativni prosev

Po krupnoći flotacijska jalovina je sitna sa visokim učešćem referentne klase krupnoće u ulazu, -0,074+0 mm. Prema prikazanim podacima učešće referentne klase u ulazu je oko 63%, što ukazuje na fino otvaranje rude i intimnu vezu između korisnih i nekorisnih minerala. Za rudnike olova i cinka ovo je uobičajena krupnoća otvaranja.

Zapreminska gustina	pesak - 2.000 kg/m^3, preliv 1.800 kg/m^3
Kohezija	pesak - 0 kN/m^2, preliv 1 kN/m^2
Ugao unutrašnjeg trenja	pesak - 32°, preliv 25°
Koeficijent vodopropustljivosti	pesak - $1 \cdot 10^{-5}$ m/s, preliv $1 \cdot 10^{-7}$ m/s

Hemijski i mineraloški sastav flotacijske jalovine

Silikatna analiza jalovine prikazana je u tabeli 6.

Tabela 6. Silikatna analiza flotacijske jalovine

Komponenta	Učešće, %	Komponenta	Učešće, %
SiO_2	41,06	TiO_2	0,4912
Al_2O_3	9,92	Na_2O	0.4064
Fe_2O_3	16,02	K_2O	0,94
CaO	14,00	MnO	0,3945%
MgO	3,53		

Hemijski sastav deponovane jalovine, prikazan kroz učešće makro i mikroelemenata, prikazan je u tabeli 7.

Tabela 7. Hemijski sastav flotacijske jalovine

Parametar	J.M.	Sadržaj	Parametar	J.M.	Sadržaj	Parametar	J.M.	Sadržaj
Makroelementi			Mikro elementi					
Al	%	5,42	Ag	g/t	6,8	Ni	ppm	182
Ca	%	9,86	As	ppm	1060	P	ppm	440
Cu	%	0,0841	Ba	ppm	820	Rb	ppm	124,50
Fe	%	8,74	Be	ppm	2,0	Re	ppm	0,00
K	%	3,11	Bi	g/t	56	Sb	ppm	14
Mg	%	2,24	Cd	ppm	30,1	Sc	ppm	10
Na	%	0,22	Ce	ppm	51,4	Se	ppm	4
Pb	%	0,06	Co	ppm	33	Sn	ppm	31,6
S	%	2,79	Cr	ppm	200	Sr	ppm	418
Ti	%	0,24	Cs	ppm	16,65	Ta	ppm	0,63
Zn	%	0,402	Ga	ppm	10	Te	ppm	0,65
			Ge	ppm	0,1	Th	ppm	<20
			Hf	ppm	0,8	Tl	ppm	<10
			In	ppm	0,377	U	ppm	<10
			La	ppm	20	V	ppm	71
			Li	ppm	42,2	W	ppm	90
			Mn	ppm	2750	Y	ppm	19,8
			Mo	ppm	<1	Zr	ppm	24,5
			Nb	ppm	8,2			

Rezultati prikazani u tabeli 4.3 pokazuju da se radi o jalovini u kojoj prevladava SiO_2, a značajno je učešće i oksida gvožđa, kalcijuma i aluminijuma. Od makroelemenata najzastupljeniji su gvožđe, kalcijum i aluminijum. Od mikroelemenata, očekivano, najviše ima cinka i olova, koji se gube u flotacijskoj koncentraciji. Ovo je tipičan hemijski sastava jalovine iz polimetalične rude.

Rezultati XRD analize, prema standardu SRPS EN 15875, prikazani su u tabeli 8.

Tabela 8. Mineraloški sastav flotacijske jalovine

Komponenta	Hemijska formula	Učešće, %		
		Sveža jalovina	kruna nasipa	kosina nasipa
Ortoklas	$KAlSi_3O_8$	49,0	45,9	48,2
Kvarc	SiO_2	23,5	24,3	22,5
Kalcit	$CaCO_3$	16,8	17,3	17,1
Klinohlor	$Mg_5Al_2Si_3O_{18}H_8$	6,9	7,5	6,9
Muskovit	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	2,1	2,7	2,5
Tremolit	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	1,7	2,3	2,8

Po hemijskom i mineraloškom sastavu jalovina predstavlja tipičnu silikatnu jalovinu sa prevladavajućim učešćem aluminijuma, silicijuma i kalcijuma. Kvarc, kao nosilac silicijuma je veoma postojan i poželjan element u flotacijskoj jalovini, dok je aluminijum uglavnom vezan za ortoklas, klinohlor i muskovit, a kalcijum je prioritetno vezano za kalcit i tremolit. Prisustvo kalcita je važno za sprečavanje pojave kiselih drenažnih voda jer je kalcit najčešći i najreaktivniji mineral. Kvarc je potpuno inertan, dok je reakcija ortoklasa, a posebno muskovita veoma spora i slabo utiče na neutralizaciju kiselih generatora.

Učešće opasnih komponenti

Učešće veoma toksičnih i opasnih komponenti u flotacijskoj jalovini prikazano je u tabeli 9.

Tabela 9. Hemijski sastav opasnih komponenti u flotacijskoj jalovini

Element	Flotacijska jalovina			Granične vrednosti
	Sveža	Kruna nasipa	kosina nasipa	
Arsen, As	0,48334	0,3989	0,25861	**3%**
Nikl, Ni	0,01527	0,01895	0,02159	
Kadmijum, Cd	0,00364	0,00256	0,00168	
Ukupno veoma toksičnih:	**0,50225**	**0,42041**	**0,28188**	
Bakar, Cu	0,10761	0,15584	0,02623	**25%**
Vanadijum, V	0,00394	0,00291	0,00313	
Molibden, Mo	0,00023	0,00015	0,00020	
Olovo, Pb	0,09397	0,06875	0,14085	
Hrom, Cr	0,03203	0,02783	0,03944	
Cink, Zn	0,39718	0,2756	0,17851	
Kobalt, Co	0,00454	0,0038	0,00312	
Ukupno opasnih:	**0,54553**	**0,46613**	**0,39148**	

Napomene: 1. U Izveštajima o ispitivanju sveža jalovina se naziva „otpad iz ciklona", sa krune nasipa „otpad sa bedema", a sa kosine nasipa „otpad – kosina", 2. Izvršena je ispravka računskih grešaka u rubrikama „Ukupno veoma toksično" i „Ukupno opasnih" kod sveže jalovine, u odnosu na vrednosti datu u „Izveštaju"

Dobijeni rezultati pokazuju da je učešće veoma toksičnih i opasnih elemenata daleko ispod graničnih vrednosti.

Testovi izluživanja

Tokom vremena na deponovani materijal deluju različiti medijumi koji usloviti rastvaranje pojedinih minerala prisutnih u jalovini. Proces rastvaranja u srpskoj rudarskoj nomenklaturi naziva se „luženje" ili „izluživanje". Proizvod spontanog (prirodnog) luženje, posebno kada je kiselinski potencijal materijala iznad neutralizacionog, su tzv. „kisele drenažne vode". Da bi do toga došlo potrebno je istovremeno prisustvo vode i kiseonika, uz sulfidni sumpor, kako bi stvaranje kiselih drenažnih voda započelo. Preventivne mere podrazumevaju sprečavanje prisustva kiseonika ili vode jer je odstranjivanje sulfidnog sumpora ekonomski neisplativo, a često i tehnološki neostvarivo. Zbog toga se u savremenoj rudarskoj praksi teži formiranju maksimalno velikog (površinski) taložnog jezera kako bi se sprečio slobodni kontakt sulfida sa kiseonikom iz vazduha, odnosno teži se zatvaranju iskorišćenih jalovinskih prostora kako bi se sprečila penetracija kiseonika ka jalovini. Ovi tehnološki procesi nisu sadržani u testovima tako da testovi samo ukazuju da li je teoretski potencijal zakiseljavanja visok ili ga nema, čime se ukazuje na problem radi dodatnog ubrzavanja predviđenih tehnoloških postupaka zaštite.

Testovi izluživanja su rađeni u laboratorijama Instituta za rudarstvo i metalurgiju. U Institutu za rudarstvo i metalurgiju testovi su rađeni na dva načina. Prvi rezultati su dobijeni ispitivanjima saglasno srpskom standardu SRPS.EN 12457-2:2008, koji je razvijen na bazi evropskih normi, a drugi na bazi procedure za TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) američke agencije EPA. Ispitivanja su vršena na istim uzorcima, koje je obezbedio investitor. U tabeli 10 prikazani su rezultati rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 7.10 prema proceduri EPA.

Tabela 10. Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008

	Jed. mere	Flotacijska jalovina			Referentne vrednosti za ... otpad		
		Sveža jalovina	Jalovina sa krune nasipa	Jalovina sa kosine nasipa	Neopasni	Opasni	Inertni
pH	-	7,66	7,21	7,34	6-13	-	-
Antimon, Sb	mg/kg dm	<0,11	<0,11	<0,11	0,7	5	0,06
Arsen, As	mg/kg dm	0,97	<0,20	<0,20	2	25	0,5
Barijum, Ba	mg/kg dm	<0,09	<0,09	<0,09	100	300	20
Bakar, Cu	mg/kg dm	<0,05	<0,05	<0,05	50	100	2
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	<0,08	<0,08	<0,08	1	5	0,04
Molibden, Mo	mg/kg dm	<0,07	<0,07	<0,07	10	30	0,5
Nikal, Ni	mg/kg dm	<0,07	1,2	0,33	10	50	0,4
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0,20	<0,20	<0,20	10	40	0,5
Selen, Se	mg/kg dm	<0,33	<0,33	<0,33	0,5	7	0,1
Hrom, Cr	mg/kg dm	<0,05	<0,05	<0,05	10	70	0,5
Cink, Zn	mg/kg dm	<0,05	0,65	0,58	50	200	4
Živa, Hg	mg/kg dm	<0,005	<0,005	<0,005	0,2	2	0,01
Hloridi, Cl^-	mg/kg dm	56	17	147	15.000	25.000	800
Fluoridi, F^-	mg/kg dm	2,9	7,2	6,2	150	500	10
Sulfati, SO_4^{2-}	mg/kg dm	650	7.400	4.725	20.000	50.000	1.000

Srpski, odnosno evropski standard propisuje različite vrednosti za različite vrste otpada. U tabeli 11 izvršeno je poređenje dobijenih rezultata za sva tri uzorka sa vrednostima koje treba da ispunjava neopasni otpad. Dobijeni rezultati pokazuju da flotacijska jalovina u svim elementima zadovoljava te zahteve što je svrstava u neopasne otpade.

Tabela 11. Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA

Element	Jedinica	Flotacijska jalovina			Referentne vrednosti
		Sveža jalovina	Jalovina sa krune nasipa	Jalovina sa kosine nasipa	
Antimon, Sb	mg/l	<0,011	<0,011	<0,011	15
Arsen, As	mg/l	0,40	<0,020	<0,020	5
Barijum, Ba	mg/l	0,073	0,026	0,12	100
Bakar, Cu	mg/l	0,064	<0,005	0,015	25
Kadmijum, Cd	mg/l	0,015	0,015	0,084	1
Molibden, Mo	mg/l	<0,007	<0,007	<0,007	350
Nikal, Ni	mg/l	0,30	0,20	0,21	20
Olovo, Pb	mg/l	2,37	<0,020	1,06	5
Selen, Se	mg/l	<0,033	<0,033	<0,033	1
Hrom, Cr	mg/l	0,010	<0,005	<0,005	5
Cink, Zn	mg/l	1,66	0,44	3,95	250
Živa, Hg	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,2
Vanadijum, V	mg/l	<0,008	<0,008	<0,008	24

Analizirana su 3 uzorka flotacijske jalovine koje se suštinski razlikuju samo po krupnoći. Postoji i izvesna razlika u „starosti" sveže jalovine (uzorkovana odmah po izlasku iz Flotacije, pre deponovanja) i jalovine sa nasipa (uzorkovana sa prostora na kojem je deponovana pre nekoliko nedelja). Dakle, ova tri uzorka mogla bi se tretirati kao uzorci istog otpada uzeti sa različitog dela jalovišta. Ovo potvrđuju i dobijeni rezultati, koji su uglavnom istog reda veličine. Može se konstatovati da svi urađeni opiti pokazuju da je nivo izluživanja iz flotacijske jalovine ispod referentnih vrednosti standarda po kojima su testovi izvođeni. Sve ovo ukazuje da se jalovina može svrstati u **neopasni otpad**.

Neutralizacioni i kiselinski potencijal flotacijske jalovine

Flotacijska jalovina je konglomerat dobro usitnjenih (otvorenih) mineralnih sirovina, od kojih neke teže rastvaranju i odlikuju se proizvodnjom kiselina (izražen kiselinski potencijal), a druge potrošnjom tih kiselina (izražen neutralizacioni potencijal). Saglasno tome, razvijeno je više vrsta testova (procedura) za određivanje kiselinskog, odnosno neutralizacionog potencijala otpadnih materija (npr. CEN/TS 14997, CEN/TS 14429, EN 15875). Svi testovi su teoretski i indikativni, pa se obično laboratorije ograđuju od krajnjeg rezultata jer je usklađenost, ne samo potencijala, već i brzine rastvaranja prisutnih stena različita i teško predvidiva.

Svi testovi koji su razvijeni treba da pokažu postoji li prirodna ravnoteža između sastava i brzine reakcije kiselih i bazičnih stena ili prevladava delovanje jedne vrste. Ako prevladava delovanje kiselih stena znači da postoji potencijal da će se stvoriti tzv. „kisele drenažne vode" koje prirodno neće biti neutralisane, a to znači da treba preduzimati druge mere da se te kisele vode ne pojave u okruženju. Ako, pak, prevladava delovanje bazičnih stena doći će do potpune neutralizacije kiselih rastvora i do uspostavljanja prirodne ravnoteže.

Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala flotacijske jalovine rudnika „Rudnik", statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, proračun baziran na

sadržaju ukupnog sumpora i neutralizacioni potencijal određenog potrošnjom HCl i potrošnjom $CaCO_3$, prikazani su u tabeli 12.

Tabela 12. Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala flotacijske jalovine

Parametar	Jedinica	Flotacijska jalovina			Referentne vrednosti
		Sveža jalovina	Jalovina sa krune nasipa	Jalovina sa kosine nasipa	
Kiselinski potencijal (AP)	H^+ mol/kg	3,43	3,83	3,79	
Neutralizacioni potencijal (NP)	H^+ mol/kg	1,215	0,9975	2,2600	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)	H^+ mol/kg	0,35	0,26	0,60	<1, postoje uslovi za ARD, osim ako su sulfidi nereaktivni što zahteva dodatna istraživanja
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	H^+ mol/kg	-2,22	-2,83	-1,53	-20-+20, treba dodatno ispitati
Kiselinski potencijal (AP)	($CaCO_3$) kg/t	171,56	191,25	189,38	
Neutralizacioni potencijal (NP)	($CaCO_3$) kg/t	1,215	0,9975	2,26	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	($CaCO_3$) kg/t	-110,81	-141,38	-76,38	<-20, postoje uslovi za ARD

Napomena: ARD – acid rock drainage (kisele drenažne vode)

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala flotacijske jalovine ne pokazuju nedvosmisleno da li postoje uslovi da se formiraju kisele drenažne vode (ARD). Ovo se vidi iz odnosa neutralizacionog i kiselinskog potencijala i neto neutralizacionog potencijala, iskazanog preko proizvodnje jona vodonika, ali to treba dodatno pratiti i ispitivati jer je neto neutralizacioni potencijal negativan što ukazuje da postoje teorijski uslovi da dođe do formiranja kiselih drenažnih voda, ali da to nije izvesno s obzirom na različitu brzinu rastvaranja pratećih stena i mogućnost praktičnog delovanja na sprečavanju zakiseljavanja. Preporuka operateru je da ubuduće vrši tzv. Humidity test koji bi dao najrealnije rezultate.

Posmatrano preko potrošnje krečnjaka NNP je negativan (manji od 20) što ukazuje da postoje uslovi za pojavu kiselih drenažnih voda. Dakle, dobijeni rezultati pokazuju da postoji teorijska mogućnost pojave kiselih drenažnih voda, te da treba preduzimati sve mere da do toga ne dođe.

7.2.3.6. Klasifikacija otpada (indeksni broj i liste otpada)

Otpad se u potpunosti definiše svojim indeksnim brojem i brojem iz pet (šest) lista, koje ga definišu od načina nastanka, preko sastava, delovanja, ponašanja u fazi deponovanja do načina odlaganja i/ili recikliranja. Ova obeležja za flotacijsku jalovinu prikazana su u tabeli 13.

Tabela 13. Indeksni broj flotacijske jalovine i oznake prema listama otpada

Otpad	Indeksni broj prema Katalogu otpada	Liste otpada					Klasifikcija otpada
		Q Kategorija otpada	C Komponente otpada koje ga čine opasnim	Y Otpadi prema prirodi ili aktivnosti kojom se stvaraju	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
Flotacijska jalovina	01 04 99	Q11	-	-	-	D1/-	Neopasni otpad
Grupa	01 - Rudarstvo	Ostaci od ekstrakcije i prerade sirovina (npr. otpad iz rudarstva, naftne isplake i dr.)				Deponovanje otpada u zemljište ili na zemljište (npr. deponije i dr.)	
Podgrupa	04 - Otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu industriju						
Kod	99 - Otpadi koji nisu drugačije specificirani						

Svrstavanjem otpada u odgovarajuću grupu i definisanjem brojeva sa lista određuje se i karakter otpada (opasan/ neopasan/ inertan). Ovaj otpad je na bazi ispitivanja prikazanih na prethodnim stranama svrstan u grupu **neopasnih**.

3.2. Jamski nemineralizovani otpad

3.2.1. Nastanak nemineralizovanog jamskog otpada

Jamski nemineralizovani otpad nastaje uporedo sa eksploatacijom rude. To je materijal u kojem je došlo do mineralizacije, ali je koncentracija toliko niska da nema ekonomske opravdanosti da se posle otkopavanja šanje na dalju pripremu i preradu. Njegovo izdvajanje je uslovljeno debljinom i prostiranjem mineralizovane žice. Nastanak nemineralizovanog otpada je iniciran izradom rudarskih prostorija (bušenjem i miniranjem istražnih hodnika, transportnih hodnika, otkopnih hodnika i uskopa) po jalovini, odnosno, po stenskoj masi u kojoj nema sadržaja metala.

Glavni izvozni niskop (GIN-200), kao i Glavni izvozni hodnik (GIH-a), po pružanju ležišta, prema jugoistoku i severozapadu nalaze se približno na koti 515. Realizacija je proistekla na osnovu pozitivnih rezultata dobijenih izvođenjem primenjenih istraživanja u zonama Prlovi-Nova jama–Gušavi potok tokom 2017.-2018., sa površine terena i iz jame, kao i na osnovu geofizičkih istraživanja (2011. 2017. godina) u zoni Prline i provere dobijenih anomalija, istražnim bušenjem. Na osnovu tih istraživanja utvrđene su sledeće perspektivne zone:

- Prlovi između nivoa 575 i 400 n.m.v.

- Nova jama između nivoa 560 i 500 n.m.v.
- Gušavi potok između nivoa 575 i 480 n.m.v. i nivoa oko kote 400.
- Prline između nivoa 530 i 300 n.m.v.

Novi nivo istraživanja je utvrđen na osnovu najbolje lokacije za jamsko istraživanje iznad i ispod GIN-a -200, odnosno kote 515, kao i na osnovu rudarskih potreba za dalje funkcionisanje rudnika. Detaljnim istraživanjem iz jame u delu Nova jama utvrđeno je, za naše prilike, veliko rudno telo GP u dužini oko 500 metara i kojim su elaborirane rezerve rude na oko 800 hiljada tona. Ovo rudno telo se nalazi ispod horizonta -150 (između k.556 i k.508). Praktično rudno telo GP se nalazi između horizonta -150 i GIN-a -200.

Novi nivo istraživanja je određen na koti 515 , tako da je visinska razlika između GIN-a- 200 i horizonta H-150 oko 60 metara. Da bi se mogao otvoriti nivo na koti 515, najbolja lokacija je određena sa postojećeg površinskog platoa za deponovanje rude na horizontu -150 i to približno na koti 555. Inače izrada GIN-a započeta je avgusta 2019. godine. Ukupna dužina GIN-a koji je urađen iznosi oko 1100 m, a pored njega za sada je urađen Glavni izvozni hodnika prema jugoistoku oko 400m i severozapadu oko 200 metara.

U narednom periodu nastaviće se sa izradom GIH-a prema severozapadu i jugoistoku,. Prema jugoistoku planirano je da se GIH -200 spoji sa Bezdanom. Isto tako u planu je da se iz njega otvori i tzv. nivo na" koti 400" ukoliko se elaboriraju značajnije rezerve rude i ekonomski isplative. Na ovoj lokaciji elaborirane su rezerve od oko 85 hiljada tona. Prema severozapadu planirana je izrada GIHa , do lokacije Prlova u ukupnoj dužini od oko 1650 m. Na lokaciji Prlovi istražnim bušenjem sa površine, utvrđene su rezerve rude od oko 300 hiljada tona, koje se moraju detaljno istražiti jamskim bušotinama.

Inače rudarske prostorije GIN-200 i GIH-ji i GIH-su pored toga što će služiti za dalja jamska istraživanja, služiće i za pristup rudnom telu GP, s obzirom da je ovo rudno telo povezano, preko pristupne rampe, sa horizontom GIN-200. Preko ove pristupne rampe vršiće se i transport rude sa rudnog tela GP preko GIH-a jugoistok i GIN-a na površinu, do platoa za rudu. Sa GIH-a severozapad trenutno se vrši detaljno istraživanje rudnog tela GP 3. Isto tako ako se u fazi istraživanja i doistraživanja utvrde i elaboriraju rezerve rude ispod GIN-a-200, ovaj nivo će služiti za pripremu, otkopavanje i transport rude i jalovine.

Iz glavnog izvoznog niskopa (GIN-a) prema severozapadu i jugoistoku se izrađuju Smerni istražni hodnici (SIH-1 i SIH-2), koji će služiti kao osnova za detaljno istraživanje rude, koja je detektovana na osnovu istražnih bušotina sa površine. Po potrebi iz GIN-a i GIH-a radiće se i ostale rudničke prostorije čija svrha će služiti za dodatna detaljna do istraživanja a po potrebi i ostali rudnički objekti.

U okviru GIN-a urađena su i dva vodosabirnika koji služe za prikupljanje jamske vode i koju pumpama izbacujemo na površinu. Pored vodosabirnika izrađena je i komora gde je postavljena nova trafo stanica. U zavisnosti od pozitivnih rezultata istražnog bušenja na lokacijama, ispod GINa-200, otvaraće se novi horizonti H-250 ili H-300, uz odgovarajuću tehničku dokumentaciju.

Na površini terena u produžetku platoa za rudu, lociran je depo za odlaganje jalovine dobijene pri izradi GIN-a i GIH-a jugoistok i severozapad, kao i pri izradi ostalih rudarskih prostorija potrebnih za detaljna jamska istraživanja.

3.2.2. Odlaganje nemineralizovanog jamskog otpada

Kod ležišta, iz kojih je povađena ruda, u prazne prostore može se ubaciti zasip, a kao zasipni materijal može se koristiti i jalova mineralna sirovina, koja nema nikakav negativni uticaj na životnu sredinu. Na Rudniku je predviđeno da se sa ivice nivoa ventilacionog hodnika zasipni materijal odlaže u prazan otkopani prostor, gde će se gravitacijski spustiti na dno otkopanog prostora i tako sukcesivno zapunjava otkopani prostor. Višak jalovog materijala se izvozi i odlaže na spoljašnju deponiju. Deo ovog otpada se može koristiti i za putogradnju.

Na rudniku „Rudnik" postoji jedna aktivna deponija „GIN-200". GIN-200 je klasično rudarsko odlagalište formirano u dolini Cvetića potoka preko kojeg se slivne vode sa okolnih terena usmeravaju u flotacijsko jalovište. Jalovina se do platoa na najvišoj koti (556 mnm) dovozi kamionima, tu se kipa, a potom se povremeno buldozerima razgrće na formiranu kosinu. Ukupno raspoloživi prostor na ovoj kipi je 70.000 m^3.



Slika 20. Odlagalište jamske jalovine GIN-200: Situacija (levo), Google Earth prikaz (desno)

Na slici 21 dat je prikaz odlagališta GIN-200 sa najvišeg platoa.



Slika 21. Detalj sa najvišeg platoa odlagališta GIN-200 (stanje oktobar 2022.)

3.2.3. Količine nemineralizovanog jamskog otpada

Količine jalovine koje se izdvajaju zavise od faze radova u jami, a godišnje količine koje se deponuju na odlagalištu „GIN-200“ su oko 30.000 tona. Trenutno je na odlagalištu odloženo oko 42.000 tone jalovine.

3.2.4. Karakterizacija nemineralizovanog jamskog otpada

Učešće opasnih komponenti

Učešće opasnih komponenti jamskog otpada dato je u tabeli 6. Uzorak je analiziran u laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru. Dobijeni rezultati pokazuju da je učešće veoma toksičnih i opasnih elemenata daleko ispod graničnih vrednosti.

Tabela 6. Hemijski sastav opasnih komponenti u nemineralizovanoj jamskoj jalovini

Element	Jamski otpad bez mineralizacije	Granične vrednosti
	GIN 200	
Arsen, As	0.03166	**3%**
Nikl, Ni	0.087	
Kadmijum, Cd	<0.00002	
Ukupno veoma toksičnih:	**0.11866**	
Bakar, Cu	0.00669	**25%**
Vanadijum, V	0.00609	
Molibden, Mo	<0.00001	
Olovo, Pb	0.00086	
Hrom, Cr	0.11567	
Cink, Zn	0.00039	
Kobalt, Co	0.000432	
Ukupno opasnih:	**0.130132**	

Testovi izluživanja

U Institutu za rudarstvo i metalurgiju testovi izluživanja su rađeni na dva načina. Prvi rezultati su dobijeni ispitivanjima saglasno srpskom standardu SRPS.EN 12457-2:2008, koji je razvijen na bazi evropskih normi, a drugi na bazi procedure za TCLP (Toxicity Characteristic Leaching Procedure) američke agencije EPA. Ispitivanja su vršena na uzorku, koje je obezbedio Investitor. U tabeli 7 prikazani su rezultati rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 8 prema proceduri EPA.

Tabela 7. Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008

	Jed. mere	Uzorak nemineralizovanog otpada, %	Referentne vrednosti za	
			neopasni otpad	opasni otpad
pH		9.07	6-13	-
Antimon, Sb	mg/kg dm	<0.11	0,7	5
Arsen, As	mg/kg dm	**10.9**	2	25
Barijum, Ba	mg/kg dm	<0.09	100	300
Bakar, Cu	mg/kg dm	0.51	50	100
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	<0.08	1	5
Molibden, Mo	mg/kg dm	<0.07	10	30
Nikal, Ni	mg/kg dm	<0.07	10	50
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0.20	10	40

Selen, Se	mg/kg dm	<0.33	0,5	7
Hrom, Cr	mg/kg dm	0.05	10	70
Cink, Zn	mg/kg dm	<0.05	50	200
Živa, Hg	mg/kg dm	<0.005	0,2	2
Hloridi, Cl^-	mg/kg dm	223	15.000	25.000
Fluoridi, F^-	mg/kg dm	2.9	150	500
Sulfati, SO_4^{2-}	mg/kg dm	160	20.000	50.000

Tabela 8. Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA

Element	Jedinica	Uzorak nemineralizovanog otpada, %	Referentna vrednost
Antimon, Sb	mg/l	<0,011	15
Arsen, As	mg/l	0,12	5
Barijum, Ba	mg/l	0,15	100
Bakar, Cu	mg/l	0,016	25
Kadmijum, Cd	mg/l	<0,008	1
Molibden, Mo	mg/l	<0,007	350
Nikal, Ni	mg/l	0,45	20
Olovo, Pb	mg/l	<0,020	5
Selen, Se	mg/l	<0,033	1
Hrom, Cr	mg/l	0,030	5
Cink, Zn	mg/l	0,041	250
Živa, Hg	mg/l	<0,0005	0,2
Vanadijum, V	mg/l	<0,008	24

Rezultati izluživanja nemineralizovanog jamskog otpada, pokazano po obe primenjene metodologije, pokazuju da je stepen izluživanja izuzetno nizak jer su vrednosti svih parametara daleko ispod referentnih vrednosti za opasni otpad. Izuzetak je koncentracija arsena prema evropskoj metodologiji koja višestruko, premašuje vrednosti za neopasni otpad.

Poreklo arsena je nepoznato. Interesantno je da se u mineraloškoj analizi ne nalazi ni jedan mineral koji u svom sastavu ima arsen. U literaturi [Stojanović i dr, 2018] Može se naći da rudna tela Bezdan, Azna i Prlovi sadrže arsenopirit, kao stabilan izotop sumpora. Za arsenopirit je poznato da je velike tvrdine (5,5-6) metaličnog sjaja, neprozračan, čeličnosive do srebrnobele boje, relativno velike težine. Rastvara se u azotnoj kiselini pri čemu se oslobađa sumpor.

Mineraloške karakteristike nemineralizovanog jamskog otpada

Rezultati XRD analize, prema standardu SRPS EN 15875, prikazani su u tabeli 9.

Tabela 9. Mineraloški sastav nemineralizovane jamske jalovine

Mineral	Hemijska formula minerala	Mineralni sadržaj u uzorku, %
Kvarc	SiO_2	9,8
Albit	$NaAlSi_3O_8$	19,5
Tremolit	$Ca_2H_2Mg_5O_{24}Si_8$	22
Klinohlor	$Mg_5Al_2Si_3O_{18}H_8$	17,7
Muskovit	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	20,6
Pirofilit	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$	10,4

Albit je značajno zastupljen u jamskoj jalovini. Albit je tvrd mineral iz grupe feldspata, koji se raspada pod delovanjem hidrotermalnih fluida ili spoljašnjih sila, kada postaje porcelanska glina (kaolinit). I klinohlor je rastvorljiv (u kiselinama), dok su muskovit i tremolit nerastvorljivi. Dakle, ni ovaj mineraloški izveštaj ne ukazuju da u otpadu ima rastvorljivih minerala arsena, koji uslovljavaju veliku izluživost i visoko učešće u lužnatom rastvoru.

7.2.4.4. Neutralizacioni i kiselinski potencijal nemineralizovane jalovine

Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala nemineralizovane jamske jalovine rudnika „Rudnik", statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, prikazani su u tabeli 10.

Tabela 10. Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala nemineralizovane jamske jalovine

Parametar	Jedinica	Proračun baziran na ukupnom sumporu	Referentne vrednosti
Kiselinski potencijal (AP)	H^+ mol/kg	0,26	
Neutralizacioni potencijal (NP)	H^+ mol/kg	0,1600	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)	H^+ mol/kg	0,61	<1, postoje uslovi za ARD, osim ako su sulfidi nereaktivni što zahteva dodatna istraživanja
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	H^+ mol/kg	-0,10	
Kiselinski potencijal (AP)	($CaCO_3$) kg/t	13,13	
Neutralizacioni potencijal (NP)	($CaCO_3$) kg/t	0,16	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	($CaCO_3$) kg/t	-5,13	-20-+20, treba dodatno ispitati

Napomena: ARD – acid rock drainage (kisele drenažne vode)

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala nemineralizovane jamske jalovine pokazuju da postoje uslovi da se formiraju kisele drenažne vode (ARD) ali da za to nema čvrstih dokaza pa za konačni sud ovo treba dodatno ispitati. Dodatna ispitivanja nisu rađena u laboratoriji. ARD potencijal bi svakako trebalo redovno pratiti, s obzirom da analize kažu da potencijal postoji, ali da to nije izvesno s obzirom na različitu brzinu rastvaranja pratećih stena i mogućnost praktičnog delovanja na sprečavanju zakiseljavanja.

Potencijal stvaranja kiselih drenažnih voda nije jedini i eliminatoran uslov za klasifikaciju otpada prema Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada. Preporuka operateru je da ubuduće vrši tzv. Humidity test koji bi dao najrealnije rezultate.

7.2.4.5. Klasifikacija otpada (indeksni broj i liste otpada)

Otpad se u potpunosti definiše svojim indeksnim brojem i brojem iz pet (šest) lista, koje ga definišu od načina nastanka, preko sastava, delovanja, ponašanja u fazi deponovanja do načina odlaganja i/ili recikliranja. Ova obeležja za nemineralizovanu jamsku jalovinu prikazana su u tabeli 11.

Tabela 11. Indeksni broj nemineralizovane jamske jalovine i oznake prema listama otpada

<table>
<tr><th rowspan="2">Otpad</th><th rowspan="2">Indeksni broj prema Katalogu otpada</th><th colspan="5">Liste otpada</th><th rowspan="2">Klasifikacija otpada</th></tr>
<tr><th>Q
Kategorija otpada</th><th>C
Komponente otpada koje ga čine opasnim</th><th>Y
Otpadi koji sadrže:</th><th>H
Karakteristike otpada koje ga čine opasnim</th><th>D/R
Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja</th></tr>
<tr><td>Nemineralizovana jamska jalovina</td><td>01 01 02</td><td>Q16</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>D1/-</td><td rowspan="5">Neopasni otpad</td></tr>
<tr><td>Grupa</td><td>01 - Rudarstvo</td><td rowspan="3">Bilo koji drugi materijali, materije ili proizvodi koji nisu obuhvaćeni u gore navedenim kategorijama</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">Deponovanje otpada u zemljište ili na zemljište (npr. deponije i dr.)</td></tr>
<tr><td>Podgrupa</td><td>01 – otpad od iskopavanja minerala</td></tr>
<tr><td>Kod</td><td>02 - otpad od iskopavanja minerala za obojenu metalurgiju</td></tr>
</table>

Svrstavanjem otpada u odgovarajuću grupu i definisanjem brojeva sa lista određuje se i karakter otpada (opasan/ neopasan/ inertan). Ovaj otpad je na bazi ispitivanja prikazanih na prethodnim stranama svrstan u grupu **neopasnih**.

3. Kategorija deponije rudarskog otpada

Kategorija deponije rudarskog otpada predložena je i detaljno opisana u Dodatku 1 ovog Plana. Na osnovu prethodno iznetih podataka karakterizacije u okviru Rudnika „Rudnik" generišu se 2 vrste neopasnog rudarskog otpada, i to:

- Flotacijska jalovina,
- Jamski nemineralizovani otpad, i

S obzirom na neopasan karakter flotacijske jalovine i jamskog nemineralizovanog otpada, može se zaključiti da su flotacijsko jalovište i odlagalište GIN 200 prema karakteru otpada koji se na njima odlaže van kategorije A..

Odgovorno lice operatera otpada:

_____

Direktor

Aco Ilić, dipl. inž. geol.

Upravnik Flotacije i odgovorno lice za upravljanje rudarskim otpadom i vršenje nadzora nad flotacijskim jalovištem:

_____

Saša Janić, dipl. inž. rud.

Autori plana:

_____

Ljiljana Obrenović, dipl. hem.

Savetnik za hemiju i ekologiju

_____

Marko Mladenović, dipl. inž. rud.

Upravnik Jame

_____

Saša Janić, dipl. inž. rud.

Upravnik Flotacije i odgovorno lice za upravljanje rudarskim otpadom i vršenje nadzora nad flotacijskim jalovištem

DODATAK III

INTERNI PLAN ZAŠTITE OD UDESA

Plan zaštite od udesa izrađen je na osnovu Pravilnika o načinu i sadržaju Plana zaštite od udesa („Sl. Glasnik RS“, broj 51 od 11. juna 2019. god.). Za izradu Plana zaštite od udesa korišćeni su podaci i podloge na kojima se zasniva Plan upravljanja rudarskim otpadom.

Potreba za izradom plana je proistekla iz činjenice da je flotacijsko jalovište rudnika „Rudnik“ kategorije A. Takođe, flotacijsko jalovište nije SEVESO postrojenje, te je ovaj plan izrađen kao interni plan zaštite od udesa sa svim elementima politike sprečavanja velikih udesa i sistema upravljanja bezbednošću. Do sada nisu zabeležene udesne situacije na jalovištu.

1. Uvod

1.1. Opšti podaci

Privredno društvo Rudnik i flotacija Rudnik doo nalazi se u mestu Rudnik, u opštini Gornji Milanovac, u Moravičkom okrugu. Ležište „Rudnik“ podeljeno je na nekoliko zona koje nose imena prema karakterističnim nazivima za taj deo površine terena. Od krajnjeg severo-zapada, pa do krajnjeg jugoistoka, izdvojene su sledeće rudonosne zone: "Prlovi-Kačmorka", "Jezero", "Azna", "Mali Do", "Mali Šturac", "Nova Jama", "Srednji Šturac", "Gušavi Potok", "Lom-Pećine" i "Bezdan". Polimetalično ležište rudnika “Rudnik”, nalaze se u centralnom delu Srbije, odnosno u jugozapadnom delu centralne Šumadije. Fizičko-mehaničke karakteristike rude i pratećih stena, oblik i položaj rudnih tela u prostoru, veličina rudnih tela i sadržaj metala u rudi, uslovili su primenu više metoda otkopavanja, ali skoro isključivo sa otvorenim otkopima. Poslednjih 15 godina rudnik "Rudnik" za otkopavanje rudnih tela skoro isključivo primenjuje metodu frontalnog otkopavanja odozgo na dole sa otvorenim otkopima (komorno-stubna metoda). Nakon pripreme rude i flotiranja, jalovina se trajno odlaže na flotacijskom jalovištu. Flotacijsko jalovište rudnika i flotacije “Rudnik“ nalazi se u blizini naselja Rudnik, u podnožju planine Rudnik, na oko 12 km od Gornjeg Milanovca.

U tabeli 1 dati su opšti podaci o rudniku.

Tabela 1. Opšti podaci o operateru otpada

Ime kompanije	Rudnik i flotacija Rudnik doo, Rudnik
Pravni oblik	Društvo sa ograničenom odgovornošću
Šifra delatnosti	0729 – eksploatacija ruda ostalih crnih, obojenih, plemenitih i drugih metala
Matični broj	07192762
PIB	100886978

Lokacija rudnika (koordinate: centar upravne zgrade)	y=7 460 304 x=4 885 353
Lokacija flotacijskog jalovišta za koji se radi Plan	Prelomne tačke: 1. X=7459270.8703 Y=4884842.9042 2. X=7459479.1751 Y=4885213.3491 3. X=7460005.2330 Y=4885848.3976 4. X=7460425.3732 Y=4885548.5136 5. X=7460100.0000 Y=4884800.0000 6. X=7459900.0000 Y=4884650.0000 7. X=7459616.8681 Y=4884303.1131 8. X=7459263.8091 Y=4884564.1885 9. X=7459270.8703 Y=4884842.9042
Broj zaposlenih na flotacijskom jalovištu	9 ukupno, 3 u smeni
Adresa sedišta privrednog društva i kompleksa:	Rudnik doo, Miše Mihailovića 2, Rudnik Tel: +381 32 5741 122 Fax: +381 32 5741 287 E-mail: info@contangorudnik.rs
Odgovorno lice operatera otpada	
Ime i prezime	Aco Ilić, dipl. ing. geol. tel: 064/641-400 e-mail: ailic@contangorudnik.rs
funkcija	Direktor
Lice odgovorno za upravljanje otpadom i deponijama	
Ime i prezime	Saša Janić, dipl. inž. rud. Tel:064/8990125 e-mail:sjanic@contangorudnik.rs
Funkcija	Upravnik flotacije i lice odgovorno za upravljanje rudarskim otpadom i vršenje nadzora nad flotaciskim jalovištem
Web sajt	www.contangorudnik.co.rs

1.2. Opis kompleksa

Tokom tehnološkog procesa podzemnog otkopavanja rude i flotacijske koncentracije korisnih minerala generišu se 2 vrste otpada koji se razlikuje po svojim fizičkim, hemijskim, mineraloškim i toksikološkim karakteristikama. Opis rudarskih otpada dat je u tabeli 2.

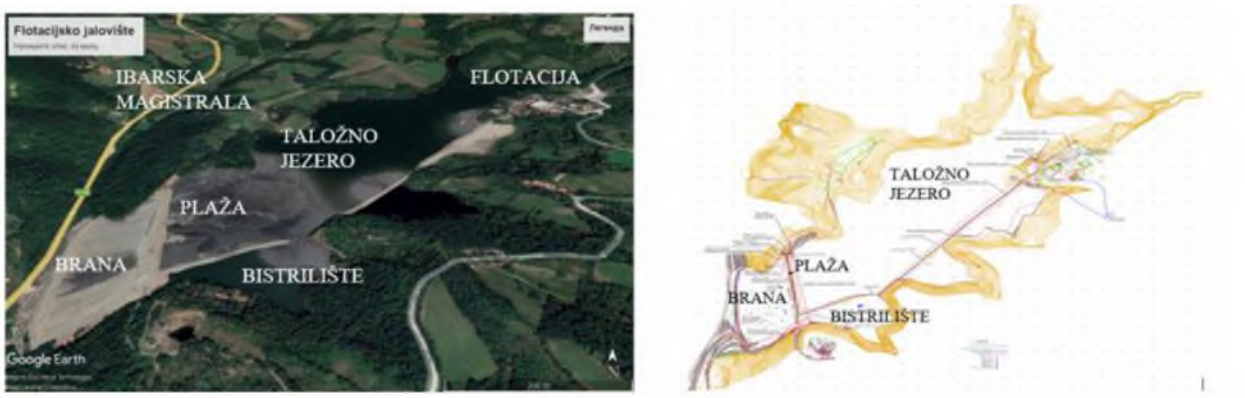
Tabela 2. Vrste i karakteristike rudarskog otpada u rudniku „Rudnik"

R. br.	Naziv rudarskog otpada/ indeksni broj	Mesto generisanja	Osnovne karakteristike
	Flotacijska jalovina 01 04 99	U procesu flotacijske koncentracije ovaj otpad se generiše kao jalovi sa slabom, zaostalom, koncentracijom korisnih minerala. Izdvaja se u obliku pulpe niske koncentracije podesne za transport.	Veoma sitan materijal koji je prošao sve stadijume fizičke prerade. Po hemijskom i mineraloškom sastavu je sličan ulaznoj rude, ali sa bitnom izmenom jer su uklonjeni korisni minerali.
	Jamski otpad bez mineralizacije 01 01 02	Ovaj otpad nastaje u procesu pripremnih rudarskih i građevinskih radova na infrastrukturi u jami (radilišta).	Krupnozrni materijal dobijen miniranjem i kopanjem bez učešća mineralnih komponenti. U ovom otpadu nema mineralizacije.

Kako je prema uslovima u Uredbi o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu ("Sl. glasnik RS", br. 53/2017) flotacijsko jalovište rudnika „Rudnik" svrstano u **„kategoriju A",** jer bi njegovo rušenje dovelo do ljudskih žrtava i prouzrokovalo posledice po zdravlje ljudi u okolini i ocenjeno je da bi koncentracija opasnih materija i smeša koje se mogu naći u njemu premašila maksimalno dozvoljene granične vrednosti, koje su propisane kao toksične za akvatične sisteme. Odlagalište jamskog nemineralizovanog otpada „GIN-200" nije svrstano u **„kategoriju A",** stoga će se u ovom Planu zaštite od udesa razmotriti samo potencijalni udesa na flotacijskom jalovištu.

1.2.1. Opis kompleksa- flotacijskog jalovišta

Flotacijsko jalovište je formirano u dolini Zlokućanskog potoka, tj. uzvodno od njegovog ušća u Rudnički potok i proteže se sve do ušća Mezulanskog potoka, odnosno u dužini od oko 1km uzvodno od Rudničkog potoka. Brana br. 9 flotacijskog jalovišta, odnosno nožica brane nalazi se neposredno do magistralnog puta M22 Beograd – Čačak (deo Ibarske magistrale), protežući se gotovo paralelno sa putem. Na potoku je tokom godina formirano 9 jalovišnih brana sa deponijama flotacijske jalovine, tako da je ukupna dužina celine jalovišta oko 1 km. Brana br.9 je poslednja u nizu i nalazi se neposredno pred ušćem Zlokućanskog u Rudnički potok, odnosno najbliže Ibarskoj magistrali. Situacioni prikaz i aktuleno stanje flotacijskog jalovišta dato je na slici 1.



Slika 1. Situacioni prikaz i aktuelno stanje flotacijskog jalovišta

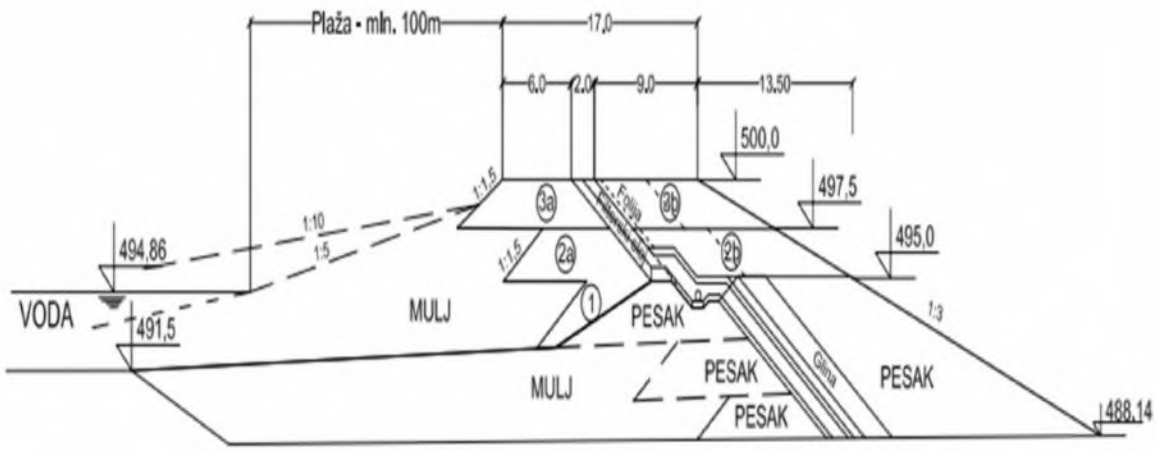
Definitivna jalovina iz pogona flotacije odlazi gravitacijski preko cevovoda unutrašnjeg prečnika D=250mm do pumpne stanice jalovine locirane ispod platoa flotacije. U pumpnoj stanici je instalirana muljna centrifugalna pumpa „Lemind" RPM 200/150 sa snagom elektromotora 30kW. Preko ove pumpe i pulpovoda jalovine izrađenog od tvrdog polietilena PE100 PN6 unutrašnjeg prečnika D=140mm flotacijska jalovina se transportuje sve do krajnje tačke na kojoj se vrši ispuštanje, tj. nešto iza desne ivice krune brane br.9. odnosno prema prevoju na desnoj obali jalovišta.

Sam cevovod jalovine položen je na transportnom nasipu izgrađenom na levoj strani jalovišta od peska hidrociklona koji praktično odseca tri manja dela akumulacionog prostora sa leve strane, pri čemu je u trećem (najudaljeniji od pogona flotacije) smešten sigurnosni prelivni organ. Ovaj akumulacioni prostor služi za dodatno bistrenje vode iz jalovišnog jezera. Na delu između tzv. bistrilišta i druge uvale (iza zagata 2) nasip je razdvojen drvenim mostom usled neophodnosti povezivanja taložnog jezera jalovišta i bistrilišta, odnosno dela taložnog jezera u kome se nalazi prelivni organ jalovišta. Nasip je izrađen radi polaganja pulpovoda i paralelno sa nadvišenjem brane vrši se prema potrebi i nadvišavanje nasipa i drvenog mosta. Samim tim ovaj nasip se može smatrati transportnim nasipom. U periodima kada se vrši nadvišenje brane br.9 i transportnog nasipa vrši se cikloniranje sve jalovine pri čemu se pesak ugrađuje u branu br.9 odnosno nasip dok se preliv upušta u jalovište na način koji omogućava usmeravanje taložnog jezera uzvodno, prema objektima flotacije ne ugrožavajući pri tom neophodnu vezu između taložnog jezera i tzv. bistrilišta u kome je lociran sigurnosni prelivni organ. Istakanje jalovine se, prema tome, vrši sa transportnog nasipa i krune brane br. 9. U periodima kada nema potrebe za peskom hidrociklona vrši se slobodno istakanje jalovine – na „pravac".

Za cikloniranje jalovine koriste se dva identična hidrociklona prečnika D=500mm pri čemu je jedan namenjen radovima na nadvišenju brane dok je drugi rezervisan za nadvišenje transportnog nasipa. U radu je uvek samo jedan hidrociklon. Nadvišenje jalovišne brane br. 9 na flotacijskom jalovištu izvršeno je u svemu u skladu sa važećim Glavnim projektom Energoprojekta iz 1985. god. (uz ugradnju kosog filterskog sloja I glinenog ekrana sa nizvodne strane), a prema kojem se završna kota krune brane nalazi na K+495mnv uz krajnju dužinu po osi krune od 324m. Dodatni akumulacioni prostor jalovišta formiraće se nadvišenjem postojeće brane br. 9 flotacijskog jalovišta od kote K+495,00mnv do završne kote K+500,0mnv, izgradnjom bočnog nasipa na desnom boku jalovišta na prevoju tzv. "sedlu" u dužini od oko 60m, od kote

K+498,5mnv do K+500,0mnv, nadvišenjem postojećeg transportnog nasipa do kote K+500,00mnv uz produženje istog u zoni platoa flotacije u kasnijoj fazi eksploatacije i prema opštim uslovima na jalovištu kao i izgradnjom zaštitnog nasipa na obodu bistrilišta do kote K+500,00mnv.

Nadvišenje brane br 9 vrši se nastupnom metodom od peska hidrociklona uz ugradnju kosog filterskog drenažnog sloja, sa tom razlikom što se umesto vodozaptivne zone od gline ovim projektom predviđa ugradnja vododržive folije-geo membrane. Parametri brane su: nagib unutrašnje kosine 1:1,5; nagib spoljašnje kosine: 1:3 i širina krune brane na K+500,0mnv B=17m.



Slika 2. Tipski presek brane sa fazama ugradnje peska hidrociklona

Bočni nasip na desnom boku jalovišta (BN) praktično predstavlja zaštitni nasip na prevoju koji se gradi u slučaju nailaska velikih voda i samo u tom slučaju će biti u kontaktu sa vodom iz jalovišta. Bočni nasip se gradi od ciklonskog peska uz sledeću geometriju: nagib unutrašnje kosine: 1:3; nagib spoljašnje kosine: 1:3; širina krune na završnoj koti B=10m, slika 2. Tehnološka šema deponovanja flotacijske jalovine prikazana je na slici 3.



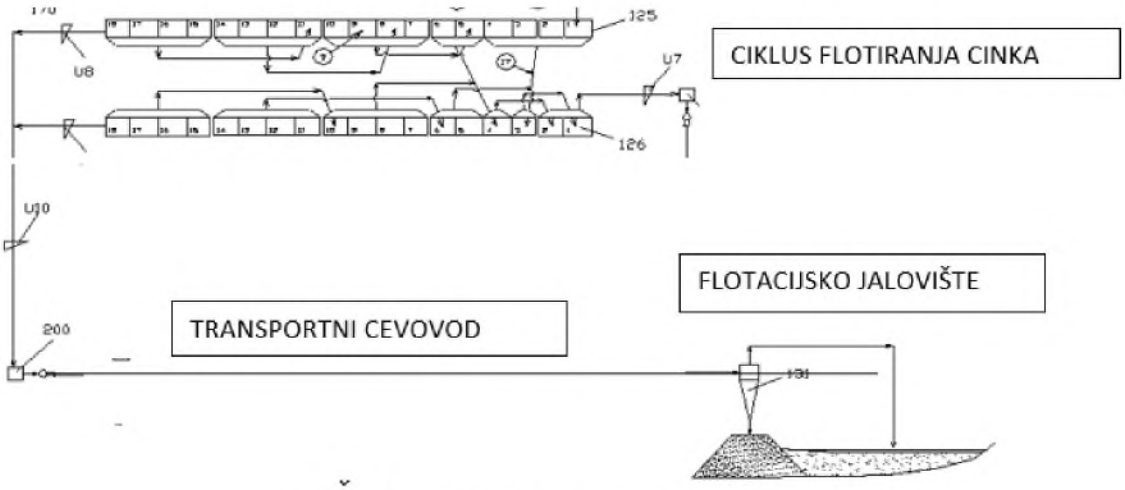
Slika 3. Tehnološka šema deponovanja flotacijske jalovine

Rad na jalovištu se organizuje sa dvanestočasovnim radnim vremenom u tkz. „četvorobrigadnom radnom vremenu“, što zahteva minimalni broj od 9 zaposlenih radnika, uz jednog bageristu i jednog nadzornika. Kako flotacijska jalovina nastaje tokom flotiranja rude, u flotacijskom jalovištu nužno mogu da se nađu opasne i potencijalno opasne materije, koje se koriste kao reagensi prilikom flotiranja. Tokom flotiranja rude, 276.000 t rude dolazi do višestrukog razblaženja upotrebljenih količina reagenasa, te zajedno sa flotacijskom jalovinom u jalovištu završi znatno umanjena količina. U tabeli 3 dat je popis ovih reagensa.

Tabela 3 Popis reagenasa

Reagens	Godišnja potrošnja, t/g
Kreč	286
kalijum-amil-ksantat (KAX)	25,74
natrijum-cijanid (NaCN),	20,02
cink-sulfat $ZnSO_4$	42,9
Bakar-sulfat $CuSO_4$	57,2
Daufrot, DOW 250	16,015
Zelena galica (ferosulfat, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$)	114,4
Natrijum-dihromat	5,72
Hlorovodonična kiselina	429

Flotacijska jalovina predstavlja otpad koji nastaje u procesu flotacijske koncentracije korisnih sulfidnih minerala olova, cinka i bakra. Kao korisni prateći mineral izdvaja se srebro, slika 4.



Slika 4. Šema izdvajanja flotacijske jalovine

Flotiranju prethodi proces usitnjavanja (drobljenje i mlevenje) kako bi se korisni minerali oslobodili od prirodne veze sa nekorisnim. Usitnjena ruda se uvodi u flotacijske ćelije u kojima se uređuje sredina (pulpa) dodavanjem reagenasa (regulatori pH vrednosti, deprimatora, kolektori, penušači) i vazduha. Sulfidni minerali postaju hidrofobni (nekvašljivi) pa oslobođena zrna prianjaju za vazdušne mehuriće i tako čine proizvod čija gustina je manja od gustine sredine što

mu omogućava da ispliva na površinu i formira tzv. mineralizovanu penu, koja se kao koristan proizvod kontinuirano izdvaja iz reaktora. Mineralna zrna koja nisu hidrofobizirana već su ostala hidrofilna (okvašena) ne stupaju u kontakt sa vazdušnim mehurićima već kao gušća padaju na dno reaktora i odvode se da dalje u proces dodatnog flotiranja, odnosno prečišćavanja. Na rudniku „Rudnik" proces flotiranja odvija se u tri ciklusa: ciklus flotiranja minerala olova, ciklus bakra i ciklus flotiranja minerala cinka. Osnovni koncentrati se po dva puta prečišćavaju kako bi se dobili selektivni koncentrati olova, bakra i cinka.

1.3. Karakteristike lokacije i okruženja

U okolini rudnika i jalovišta zastupljene su različite vrste zemljišta, među kojima dominiraju: smeđe zemljište na krečnjaku, crnica, smonica, smeđe rudo zemljište, ranker, parapodzol. Aluvijalna i skeletna zemljišta su manje rasprostranjena. Kvalitet zemljišta varira od plodnog do siromašnog, zavisno od tipa, nagiba i sastava stena. Zastupljene su listopadne šume, livade, pašnjaci. Oko 900 biljnih vrsta, 15 endemičnih, 100 lekovitih biljaka, 85 vrsta gljiva. Bogata fauna – divlje svinje, srne, lisice, zečevi, ptice, gmizavci. Najbliže zaštićeno prirodno dobro je rezervat „Veliki Šturac", 5 km severoistočno.

Teren je izgrađen od donjokrednih sedimenata (laporci, glinci) i kvartarnih naslaga (deluvijalne, aluvijalne i proluvijalne). Deluvijalne naslage dosežu debljinu i preko 8 m, dok su aluvijalne rasprostranjene u dolinama i terasama potoka.

Opštinu karakteriše složen geološki sastav – serpentiniti, fliš, neogeni sedimenti, vulkaniti, tufovi. Polimetalično ležište „Rudnik" sadrži više od 90 rudnih tela, dužine 3 km i širine preko 1,5 km. Rezervisane količine rude iznose preko 1,5 miliona tona (B+C1 kategorije). Ruda sadrži olovo, cink, bakar i srebro. Ležište je podeljeno na više rudonosnih zona, kao što su „Prlovi-Kačmorka", „Jezero", „Azna", „Mali Šturac", „Gušavi Potok" itd.

Podzemne vode se javljaju u aluvijalnim naslagama uz potoke, na dubinama 1,5–2 m. Ima filtracija u kontaktnoj zoni deluvijum – stena. Nisu zabeležene veće akumulacije zbog geološkog sastava. Rečna mreža je razuđena ali ne i vodom bogata. Najvažnije reke su Kamenica, Čemernica, Dičina, Despotovica, Gruža i Jasenica. Glavni vodotok blizu rudnika je Zlokućanski potok, koji se uliva u Rudnički potok, a zatim u Despotovicu.

Klima je umereno-kontinentalna. Srednja godišnja temperatura je 9,8°C u Gornjem Milanovcu, a na vrhovima Rudnika 7,7°C. Najhladniji je januar, najtopliji jul. Padavine su značajne, a vetrovitost je izraženija u planinskim delovima.

Postoji minimalna infrastrukturna opremljenost – lokalni putevi, vodovod za flotaciju, septičke jame umesto kanalizacije, elektroenergetska mreža, optička TK mreža. Mesto je pokriveno signalom mobilne telefonije. Veza sa magistralnim putem i okolnim mestima je dobra.

Na lokaciji nema evidentiranih kulturnih dobara, ali je planina Rudnik značajna za istoriju rudarstva i arheološki bogata. U krugu od 1.000 m od pogona flotacije nalaze se isključivo seoska domaćinstva, oko desetak. Svi ostali objekti su dalje od 1.000 m. Okolinu čini poljoprivredno i šumsko zemljište.

Naseljenost u okruženju flotacijskog jalovišta je veoma mala – oko 30 stanovnika. Najbliže seosko domaćinstvo nalazi se na 40 m od severne ivice jalovišta, a ostala domaćinstva su raspoređena

na 400–800 m od pogona flotacije. Svi objekti van tog pojasa, dakle iznad 1.000 m, nisu u zoni uticaja postrojenja.

2. Procena opasnosti

2.1. Identifikacija kritičnih tačaka koje predstavljaju moguće izvore opasnosti sa aspekta nastajanja udesa

Na području rudnika „Rudnik" nakritičniji objekat, kao potencijalni izvor opasnosti predstavlja flotacijsko jalovište. Flotacijsko jalovište mogu zadesiti udesne situacije, od kojih je najdrastičnija prolom brane, pri čemu bi došlo do nastanka i propagacije poplavnog talasa. Do proloma brane, prelivanja akumuliranog materijala preko krune brane i plavljenja okoline može doći usled eksternih činioca u vidu zemljotresa, porasta pornog pritiska unutar brane ili priliva velike količine padavina u akumulacioni prostor jalovišta.

S obzirom da se jalovište nadvišava nastupnom metodom, i da njegova brana br. 9 spada u red visokih brana, pritom je locirana pored izrazito prometne saobraćajnice, postoji obaveza da se u skladu sa zakonskim propisima, pravilnicima i uredbama preduzmu sve potrebne mere u cilju osmatranja, obaveštavanja, a po potrebi, delimičnog ili opšteg javnog uzbunjivanja na ugroženom području.

2.2. Prikaz mogućeg razvoja događaja – scenario

Od udesnih situacija koje mogu imati veće posledice po okruženje mogući su udesi na flotacijskom jalovištu, gde bi po najgorem mogućem scenariju moglo doći do proloma brane br. 9 i isticanja deponovanog materijala iz jalovišta, pri čemu bi došlo do plavljenja terena nizvodno od jalovišta.

Prema Hidrauličkoj analizi posledica usled proloma brane br. 9, po najgorem mogućem scenariju prolom brane se odvija tako što se u telu brane formira breša kroz koju materijal ističe iz akumulacije. Breša je pravougaonog oblika, širine 40 m, a njena visina se linearno menja od kote 505,0 mnm do 495,0 mnm, koja odgovara prosečnoj koti dna deponije. Proces razrade breše traje 5-10 min, posle čega voda iz jalovišta nastavlja da otiče kroz otvor u telu brane dimenzija 40×10 m. Maksimalni protok kroz brešu iznosi 1282 m^3/s i javlja se u trenutku dostizanja maksimalnih dimenzija breše, 5 min=0,083 h od početka proloma. U tom trenutku se u breši javlja i maksimalna brzina isticanja, 7,07 m/s, kao i maksimalna dubina, 5,12 m. Trajanje pražnjenja akumulacije jalovišta ,,Rudnik" iznosi oko 3,5 h, pri čemu nivo naglo opada, od kote 505,0 mnm u trenutku početka proloma t = 0, do kote 495,9 mnm, 15 min (0,25 h) kasnije, ili 10 min posle završetka razrade breše. Preostalih 3,25 sata, nivo u akumulacji sporo opada, pri čemu je praktično sva akumulisana voda već otekla iz jalovišta, a kroz brešu se još samo evakuiše površinski dotok sa sliva. Prema rezultatima procene rizika u slučaju rušenja brane br. 9 i plavljenja okoline, moglo bi doći do 5 žrtava u proseku, a izvesnu štetu bi pretrpela i životna sredina nizvodno od jalovišta.

2.3. Analiza povredivosti

U neposredno ugroženo ljudstvo prvenstveno treba ubrojiti i zaposlene na samom jalovištu koji rade na njihovoj izgradnji i održavanju. Prema projektnoj dokumentaciji predviđeno je uposlenje

ukupno 9 radnika, raspoređenih u 3 smene. Dakle, u trenutku udesa bi se na jalovištu moglo naći prosečno 3 radnika.

Na ruti poplavnog talasa nalazi se oko 10 stambenih kuća koje bi u skladu sa procenjenom dubinom talasa bile poplavljene, pretežno u dolini Rudničkog potoka i reke Despotovice. Ako se uzme u obzir da svako domaćinstvo na opštini Rudnik prema poslednjem popisu u proseku broji 3 člana, zajedno sa 3 radnika prisutna u jednoj smeni na jalovištu, populacija izložena riziku broji ukupno 33 lica.

Brzo prostiranje poplavnog talasa dalo bi šansu samo za uzbunjivanje stanovništva, ali ne i za blagovremenu zaštitu materijalnih dobara. U slučaju urušavanja brane rudnik bi ostao bez jalovišta, što znači da bi proizvodnja bila obustavljena sve dok se jalovište ponovo ne osposobi za ponovnu eksploataciju, a to bi moglo trajati i mesecima. Mnogi stambeni objekti, magistralni putevi i mostovi (ukupno 4 mosta su zahvaćena poplavnim talasom) koji se nalaze na procenjenoj ruti bi bili oštećeni. Jedna od najprometnijih magistrala y zemlji, tzv. Ibarska magistrala, koja je državni put I B reda, bi u slučaju plavljenja bila van dalje upotrebe. Elektroenergetski objekti i instalacije koji su izgrađeni za potrebe rudnika bi bili poplavljeni. Što se ekoloških posledica tiče, došlo bi do trenutnog ugrožavanja kvaliteta voda, posebno Rudničkog potoka i reke Despotovice, zemljišta u dolinama ugroženih reka, a posledično i do aerozagađenja usled razvejavanja čestica sa skorelih površina izlivene jalovine.

2.4. Određivanje mogućeg nivoa udesa

Na osnovu sagledanog scenarija udesa i analize povredivosti okoline ustanovljeno je da bi udes po najgorem mogućem scenariju mogao biti udes III nivoa– nivo jedinice lokalne samouprave ... "negativne posledice udesa se mogu preneti izvan granica opasnog objekta...".

3. Mere prevencije

3.1. Mere koje su predviđene i/ili realizovane prostornim planiranjem, projektovanjem i izgradnjom objekata

Flotacijsko jalovište rudnika „Rudnik" je formirano 1953. godine i nije poznato pod kojim kriterijumima je izvršen izbor lokacije jalovišta. Što se tiče potrebe za nadvišenjem jalovišta, jalovište će biti nadvišene do kote +500 mnm u skladu sa zahtevima prema *Pravilniku za projektovanje brana i hidrotehničkih nasipa br.31-7303/1 od 1980-04-17; Službeni list SFRJ, br. 25/80, Standarda JUS U.C5.020/1980*. Odlaganje flotacijske jalovine vrši se u skladu sa predloženim merama i dimenzijama u Dopunskom rudarskom projektu nadvišenja jalovišta:

- Nadvišenje postojeće brane br. 9 vrši se nastupnom metodom uz ugradnju kosog filterskog sloja u sredini nadvišenog profila brane. Brana se gradi od peska hidrociklona u koracima od po 2,5 m do završne kote (500 mnm). Nagib unutrašnje kosine je 1:1,5; nagib spoljašnje kosine: 1:3 i širina krune brane na koti +500 mnm će biti 17m. Održavanje projektovanih dimenzija brane može prevenirati potencijalne udese.

- Doprema flotacijske jalovine do jalovišta vrši se preko nove pumpne stanice jalovine locirane u podrumu flotacije. Iz nove pumpne stanice jalovine na jalovištu je predviđen sigurnosni/havarijski ispust do samog jalovišta kako bi se u slučaju nepredviđenih okolnosti (nestanak struje ili sl.) moglo izvršiti istakanje jalovine.
- Evakuacija velikih voda sa jalovišta vrši se preko sistema za evakuaciju voda koji čini:
    - Kosi prelivni organ sa šahtnim prelivom na vrhu - Prelivni organ je konstruisan tako da omogućava evakuaciju voda kako u toku eksploatacije jalovišta tako i po napuštanju jalovišta. Evakuacija velikih voda sa jalovišta vršiće se kako bi se zaštitila brana odnosno jalovište od havarije preko postojećeg sigurnosnog kosog prelivnog organa lociranom u bistrilištu
    - Objekat za rasipanje energije – slapište. Iz slapišta se prelivna voda uliva u komoru. Komora obezbeđuje dodatno uništenje energije toka. Iz mkomore se voda upušta u donji kolektor.
    - Donji kolektor
    - Otvoreni kanal
- Sistem za evakuaciju dimenzionisan je na osnovu maksimalnog poplavnog talasa.
- Analize stabilnosti brane su pokazale zadovoljavajuće faktore stabilnosti u slučaju statičkog i dinamičkog udara. Oskultacija jalovišta se vrši sistematski i redovno.
- Mere zaštite životne sredine u fazi izvođenja radova, ogledaju se kroz odgovarajuću organizaciju gradilišta, da bi se maksimalno smanjila buka i vibracije i da bi se saobraćaj minimizirao na nivo neophodnog za optimalno odvijanje radova izvođenja objekata. Obaveza je izvođača radova da izvrši pravilan izbor građevinskih mašina u fazi izvođenja radova i da održava mehanizaciju u ispravnom stanju, u cilju maksimalnog smanjenja emisije gasova, nivoa buke i vibracija. Na radilištu nije dozvoljeno održavanje vozila i mehanizacije, već se to obavlja u specijalizovanim servisnim radionicama.

3.2. Mere koje su predviđene i realizovane izborom tehnologije izgradnje, tehnološke opreme, opreme za upravljanje procesima i druge tehničke opreme, a koje obezbeđuju veći stepen zaštite životne sredine i manji rizik od udesa

Sva prethodno nabrojana projektna rešenja su u praksi i izvedena, te bi se iste mere mogle probrojati. Sa aspektna obezbeđenja većeg stepena zaštite životne sredine, posebno treba istaći sledeće primenjene mere:

- Sva oprema koja će se koristiti u procesu eksploatacije, kako u njenoj primarnoj fazi tako i kasnije, pa sve do formiranja konačne konture rudnika, mora biti usaglašena sa projektovanim rešenjima, odnosno sa tehničko-tehnološkog stanovišta mora u svakom momentu da odgovori postavljenim, odnosno projektovani zahtevima.
- U branu br. 9 je predviđena ugradnja vododržive folije kojom se obezbeđuje sigurnost od formiranja visokih nivoa procednih voda.

- Održavanje taložnog jezera u jalovištu po projektnim preporukama sprečavaće veliko razvejavanje najsitnijih čestica jalovine sa jalovišta.
- Održavanje projektovanog nivoa sigurnosnog nadvišenja (tzv. friborda) od 2 m obezbediće zaštitu od prelivanja vode preko krune brane.
- Za evakuaciju velikih voda sa flotacijskog jalovišta, a u cilju njegove zaštite od havarije, predviđen je sistem za evakuaciju voda koji se sastoji od:
    - Prelivnog organa (kosi prelivni organ sa šahtnim prelivom),
    - Umirujuće komore,
    - Sabirnog-donjeg kolektora,
    - Otvorenog kanala,
    - Izlazne građevine.
- Svi evakuacioni organi će biti blindirani da ne bi došlo do loma kosog kolektora i tunela, kao i izlivanja jalovine.
- Za havarijsko ispuštanje jalovine u slučaju nepredviđenih okolnosti (nestanak struje itd.) predviđen je postojeći ukopani cevovod unutrašnjeg prečnika Du=250mm.
- Pulpovod jalovine je postavljen tako da omogućuje neometan prolaz radnika i manipulaciju sa njim (skraćivanje, izmeštanje, proveru, zamenu delova cevovoda itd.).
- Za sprečavanje emitovanja prašine sa aktivnih radnih površina, prvenstveno brane 9 flotacijskog jalovišta, primenjivaće se tehničko rešenje orošavanja i polivanja vodom.
- Fazna rekultivacija spoljašnjih kosina nasipa deponija, a nakon završetka eksploatacionog veka previđena adekvatna tehnička i biološka rekultivacija kompletnih deponija.
- Uspostavljanje zelenog pojasa oko deponija.
- Izgradnja laminaranog taložnika i njegovo redovno čišćenje.

3.3. Mere koje su predviđene izborom tehničko-tehnoloških rešenja koje doprinose bezbednom transportu opasnih materija

Transport i odlaganje flotacijske jalovine, kao i snabdevanje pogona flotacije povratnom vodom vršiće se preko:

1. Pumpne stanice jalovine,
2. Relejne pumpne stanice,
3. Pumpe preliva hidrociklona u bistrilištu,
4. Pumpne stanice povratne vode.

Definitivna jalovina iz pogona flotacije odlazi gravitacijski preko zatvorenog cevovoda do pumpne stanice jalovine locirane ispod platoa flotacije. Pulpovod je izrađen od tvrdog polietilena. Iz pumpne stanice jalovine obezbeđen je sigurnosni/havarijski ispust do samog jalovišta kako bi se u slučaju nepredviđenih okolnosti (nestanak struje ili sl.) moglo izvršiti istakanje jalovine.

Sa aspekta bezbednog transporta flotacijske jalovine treba istaći sledeće primenjene mere:

- Flotacijska jalovina će se zatvorenim cevovodima odvoditi do jalovišta3.4. Mere koje obezbeđuju kvalitetno i pravovremeno održavanje tehničko-tehnološkog nivoa objekta – postrojenja.

- Za havarijsko ispuštanje jalovine u slučaju nepredviđenih okolnosti (nestanak struje itd.) predviđen je postojeći ukopani cevovod unutrašnjeg prečnika Du=250mm.
- Pulpovod jalovine je postavljen tako da omogućuje neometan prolaz radnika i manipulaciju sa njim (skraćivanje, izmeštanje, proveru, zamenu delova cevovoda itd.).

3.5. Mere koje su predviđene za postizanje potrebnog nivoa znanja i nivoa radne i tehnološke discipline i osposobljavanje i opremanje ljudskih kapaciteta za reagovanje u slučaju udesa

Radi zaštite života i zdravlja zaposlenih, Rudnik je dužan da:

- osigura bezbednost i zdravlje zaposlenih na radu, u skladu sa specifičnostima i opasnostima koje se mogu pojaviti;
- organizuje obavljanje poslova bezbednosti i zdravlja na radu, u skladu sa ovim zakonom i propisima o bezbednosti i zdravlju na radu;
- obezbedi lična zaštitna sredstva i ličnu zaštitnu opremu zaposlenima;
- obezbedi zaštitu od požara, havarija i hemijskih i drugih udesa i da organizuje poslove spasavanja;
- organizuje obuku radnika iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu i akcije spasavanja, u slučajevima iznenadnih opasnosti po život i zdravlje ljudi i bezbednost objekata po utvrđenom planu i programu, u toku cele godine i da proveru znanja vrši jednom godišnje.

Rudnik je dužan da uputi zaposlene u *Pravilnik o bezbednosti i zdravlju na radu*, koji ima za cilj da bliže odredi mere zaštite usmerene na stvaranje sigurnih uslova rada , sprečavanje povreda i oštećenje zdravlja radnika i da propiše prava, dužnosti i obaveze radnika, odgovornih lica i organa upravljanja radne jedinice.

Nužno je da se radnici pre raspoređivanja na posao ili premeštaja na drugo mesto upoznaju sa:

- propisima i merama zaštite na radu u vezi sa radim mestom i poslom koji treba da vrši,
- uslovima rada, organizovanjem i sprovođenjem zaštite na radu u radnoj jedinici,
- neposrednim potencijalnim opasnostima na poslu i uslovima rada na radnom mestu,
- potencijalnim udesima koji mogu nastati na radnom mestu i preventivnim zaštitnim merama,
- postupanjem u slučaju nepredviđenih udesnih situacija.

Rudnik treba da podstiče radnike da stalno proširuju svoje znanje iz oblasti zaštite na radu, da se obrazuju, obučavaju i upoznaju sa uslovima na radnom mestu, kao i da se podvrgavaju proveri znanja iz oblasti zaštite na radu. Radnici koji pri proveri znanja ne pokažu zadovoljavajuće poznavanje propisa iz oblasti zaštite na radu i sprovođenja preventivnih i zaštitnih mera, podvrgnuće se ponovnom proveravanju u roku od 3 meseca i ako i posle ponovne provere ne pokažu pozitivne rezultate onda će se rasporediti na drugo, niže, radno mesto.

3.6. Mere koje su predviđene u sistemu bezbednosti: nadzor, upravljanje tehničkim sistemima bezbednosti i zaštite, detekcija i identifikacija opasnosti i održavanje komunikacionih puteva i prolaza u objektima, postrojenjima i pogonima

Vrste i način osmatranja propisan je Pravilnikom o projektovanju nasutih brana i hidrotehničkih nasipa (SRPS U.C5.020). U skladu sa pravilnikom propisana su :

- svakodnevna vizuelna osmatranja pojava i događanja na jalovištu i u bliskom okruženju,
- specijalistička merenja parametara bitnih za procenu stanja, i
- periodična izrada studija, izveštaja, ekspertiza i elaborata kojima se proučava stanje i na stručna način razrešava problem uočen vizuelnim osmatranjima i specijalističkim merenjima.

Oskultaciju brane br. 9, zaštitnog nasipa i stanja na jalovištu vršiće neposredno dežurno stručno osoblje (rukovodilac jalovišta i njegov saradnik), a kontrolu će obavljati uređaji sistema za oskultaciju i indikatori nivoa vode u akumulacijama. Merenja će se vršiti uređajima i opremom ugrađenom u samo jalovište i okolni teren. Razlikuju se uređaji koji se obavezno ugrađuju i one koji se ugrađuju po potrebi. Oskultacioni uređaji koji se obavezno ugrađuju su geodetski reperi , pijezometri i hidrometrijske letve. Oskultacioni uređaji koji se ugrađuju prema potrebi su inklinometri.

Vizuelnim osmatranjima pratiće se pojave poput deformacije osnovnog terena ili spoljnih i unutrašnjih kosina na pojedinim etažama kao i same deponije, izvora, bara ili vlažnih zona, fenomena sufozije, erozije, kao i ravnomernost zapunjavanja i dostignuta visina akumulacije. Geodetskim merenjima će se pratiti apsolutna I relativna pomeranja ugrađenih repera na branama u horizontalnoj i vertikalnoj ravni, kao I relativne promene rastojanja repera. Da bi se pratio kvalitet materijala od kojeg se formiraju nasipi i koji se odlaže, potrebno je periodično ispitivati geomehaničke osobine deponovane jalovine. Hidrotehničkim merenjima će se pratiti količina vode u taložnom jezeru, nivo vode u taložnom jezeru, kao i veličinu i položaj jezera. Praćenje provirnih voda obavljaće se preko karakterističnih pijezometara ugrađenih u telo brane. Sva predviđena ispitivanja treba da obavi specijalizovana i kompetentna ustanova. Nakon svakog ispitivanja mora se sačiniti izveštaj koji čini sastavni deo godišnjeg izveštaja o oskultaciji jalovišta.

<u>Oprema protivpožarne zaštite i sistemi za dojavu i gašenje požara</u>

Verovatnoća da dođe do požara na jalovištu je zanemarljiva. U okviru opšte zaštite sredstava i ljudi važno mesto svakako zauzima protivpožarna zaštita. U cilju bolje i efikasnije protivpožarne zaštite ona je organizovana i regulisana raznim aktima koja predviđaju Pravila zaštite od požara i Plan zaštite od požara (ZOP), potrebna sredstva za obezbeđenje kvalitetne zaštite, način ophođenja i ponašanja u preventivnom smislu i u slučaju izbijanja požara. Da bi se obezbedila sigurna i pouzdana zaštita i sprečili gubici sredstava i ljudskih života treba posebno da se vodi računa, o sledećem:

- U svim objektima rudnika mora da se obezbedi sve što je potrebno da u objektu ne može da izbije požar (električne instalacije i dr).

- Vatrogasne sprave i oprema (ručni aparati i hidranti za gašenje požara) moraju stalno da budu na svom mestu i u dobrom i upotrebljivom stanju.
- Strogo je zabranjeno da se vatrogasne sprave zatrpaju bilo kakvim materijalom, uklone sa njihovih mesta ili koriste u druge svrhe
- Otvaranje ili bespotrebno aktiviranje aparata za gašenje požara smatra se težim prekršajem radne discipline.
- Svako ko primeti požar dužan je da odmah upotrebi sredstva za gašenje požara, da pozove u pomoć sve radnike sa susednih radnih mesta, da bez odlaganja telefonom pozove vatrogasnu jedinicu.
- Svi radnici postrojenja za odvodnjavanje moraju da budu upoznati sa dužnostima u slučaju nastupa požara (gde se nalazi najbliža sprava za gašenje požara i kako se sa njom rukuje)
- Radnik mora da zna da rukuje ručnim vatrogasnim spravama, da zna kako se izveštava o požaru (dojava požara) i dr.

Oprema individualne tehničke zaštite i sredstva prve pomoći

Svaki radnik u okviru kompletnog industrijskog kompleksa je dužan da koristi lična zaštitna sredstva, propisana shodno radnom mestu na kome radi. U lična zaštitna sredstva spadaju sva sredstva koja imaju cilj da zaštite pojedine organe (zaštitna odeća, obuća, šlem, naočari, rukavice, antifoni i dr.). Lična zaštitna sredstva nisu lična svojina i mogu se koristiti samo na radu u radnoj jedinici. Ne pridržavanje mera za bezbedan i zdrav rad, propisanih pomenutim pravnim aktima, smatra se disciplinskim prestupom i kao takvo se kažnjava.

Zarad očuvanja sigurnosti i zdravlja radnika usvajaju su odgovarajuće zdravstvene tehnologije i mere upravljanja. U svim objektima obezbediće se odgovarajući kompleti za pružanje prve pomoći. Usled izloženosti prašini, radi lične zaštite svim radnicima će se izdati i maske za prašinu.

U svakoj radionici biće zadužen određeni broj službenika za sigurnost rada na pola radnog vremena koji će pomagati u nadzoru i obezbeđenju sigurnosti. Oni će biti odgovorni za higijenu rada i garantovaće bezbednost zaposlenih.

Zaštitni sistemi za sprečavanje razlivanja potencijalno opasnih materija

Mere sprečavanja prelivanja akumuliranog materijala iz jalovišta koje najčešće biva prouzrokovano prilivom velike količine padavina u akumulacioni prostor se zasnivaju na:

- Dovoljno velikom retenzionom prostoru akumulacionog prostora koji je projektovan u skladu sa maksimalnim padavinama koje mogu nastati u roku od 24 sata unutar slivnog područja (geodetska visina površine jezera mora u svakom trenutku eksploatacije jalovišta da bude 2 m ispod nivoa krune brane).
- Dovoljno velikom rastojanju taložnog jezera od završne kosine brane (>100 m).
- Projektovanju adekvatnog sistema za evakuaciju vode.
- Na desnoj obali jalovišta nalazi se tzv. Bočni nasip koji je zamišljen kao sigirnosni nasip koji samo u ekstremnim poplavnim vodama dolazi pod delovanje vode u jalovištu.

Blagovremeno obaveštavanje stanovništva na ugroženom području, koje obuhvata prostor između jalovišta rudnika „Rudnik" i doline reke Despotovice, kao i osoblja operativnog centra za obaveštavanje i uzbunjivanje u Čačku, u slučaju pojave poplavnog talasa vršiće se pomoću *Sistema osmatranja i obaveštavanja* (OiO).

Sistem za osmatranje, obaveštavanje i uzbunjivanje (OiO) na branibr. 9 treba da obezbedi:

- Osmatranje stanja na brani i jalovištu rudnika "Rudnik",
- Obaveštavanje operativnog centra u Čačku, i
- Obaveštavanje i uzbunjivanje stanovništva na ugroženom području u slučaju pojave poplavnog talasa.

Oprema protivpožarne zaštite i sistemi za dojavu i gašenje požara

Verovatnoća da dođe do požara na jalovištu je zanemarljiva. U okviru opšte zaštite sredstava i ljudi važno mesto svakako zauzima protivpožarna zaštita. U cilju bolje i efikasnije protivpožarne zaštite ona je organizovana i regulisana raznim aktima koja predviđaju Pravila zaštite od požara i Plan zaštite od požara (ZOP), potrebna sredstva za obezbeđenje kvalitetne zaštite, način ophođenja i ponašanja u preventivnom smislu i u slučaju izbijanja požara. Da bi se obezbedila sigurna i pouzdana zaštita i sprečili gubici sredstava i ljudskih života treba posebno da se vodi računa, o sledećem:

- U svim objektima rudnika mora da se obezbedi sve što je potrebno da u objektu ne može da izbije požar (električne instalacije i dr).
- Vatrogasne sprave i oprema (ručni aparati i hidranti za gašenje požara) moraju stalno da budu na svom mestu i u dobrom i upotrebljivom stanju.
- Strogo je zabranjeno da se vatrogasne sprave zatrpaju bilo kakvim materijalom, uklone sa njihovih mesta ili koriste u druge svrhe
- Otvaranje ili bespotrebno aktiviranje aparata za gašenje požara smatra se težim prekršajem radne discipline.
- Svako ko primeti požar dužan je da odmah upotrebi sredstva za gašenje požara, da pozove u pomoć sve radnike sa susednih radnih mesta, da bez odlaganja telefonom pozove vatrogasnu jedinicu.
- Svi radnici postrojenja za odvodnjavanje moraju da budu upoznati sa dužnostima u slučaju nastupa požara (gde se nalazi najbliža sprava za gašenje požara i kako se sa njom rukuje)
- Radnik mora da zna da rukuje ručnim vatrogasnim spravama, da zna kako se izveštava o požaru (dojava požara) i dr.

Oprema individualne tehničke zaštite i sredstva prve pomoći

Svaki radnik u okviru kompletnog industrijskog kompleksa je dužan da koristi lična zaštitna sredstva, propisana shodno radnom mestu na kome radi. U lična zaštitna sredstva spadaju sva

sredstva koja imaju cilj da zaštite pojedine organe (zaštitna odeća, obuća, šlem, naočari, rukavice, antifoni i dr.). Lična zaštitna sredstva nisu lična svojina i mogu se koristiti samo na radu u radnoj jedinici. Ne pridržavanje mera za bezbedan i zdrav rad, propisanih pomenutim pravnim aktima, smatra se disciplinskim prestupom i kao takvo se kažnjava

Zarad očuvanja sigurnosti i zdravlja radnika usvajaju su odgovarajuće zdravstvene tehnologije i mere upravljanja. U svim objektima obezbediće se odgovarajući kompleti za pružanje prve pomoći. Usled izloženosti prašini, radi lične zaštite svim radnicima će se izdati i maske za prašinu.

U svakoj radionici biće zadužen određeni broj službenika za sigurnost rada na pola radnog vremena koji će pomagati u nadzoru i obezbeđenju sigurnosti. Oni će biti odgovorni za higijenu rada i garantovaće bezbednost zaposlenih.

Zaštitni sistemi za sprečavanje razlivanja potencijalno opasnih materija

Mere sprečavanja prelivanja akumuliranog materijala iz jalovišta koje najčešće biva prouzrokovano prilivom velike količine padavina u akumulacioni prostor se zasnivaju na:

- dovoljno velikom retenzionom prostoru akumulacionog prostora („freeboard“) koji je projektovan u skladu sa maksimalnim padavinama koje mogu nastati u roku od 24 sata unutar slivnog područja (geodetska visina površine jezera mora u svakom trenutku eksploatacije jalovišta da bude 2 m ispod nivoa krune brane)
- dovoljno velikom rastojanju taložnog jezera od završne kosine glavne i završne brane (116m od glavne i 243m od zaštitne)
- projektovanju adekvatnog sistema za evakuaciju vode. Predviđena je instalacija novog cevnog evakuatora na severnom delu jalovišta.
- Projektovanju adekvatnog drenažnog sistema koji ima za cilj da evakuiše procedne i drenažne vode iz jalovišta i vraća ih nazad u proces.

4. Snage i sredstva za zaštitu i spasavanje, umanjenje i otklanjanje posledica od udesa

4.1. Raspoloživi ljudski resursi

U slučaju udesa, za sprovođenje mera zaštita, spasavanja, otklanjanja posledica i organizaciju nastavka rada nakon udesa, pored zaposlenih na jalovištu, biće uključen i potreban broj radnika iz drugih sektora Rudnika. U slučaju udesnih situacija u akcije spasavanja biće uključeno posebno oformljeno odeljenje zaduženo za održavanje bezbednosti rudnika i upravljanje životnom sredinom čiji će zaposleni biti obučeni za postupanje u udesnim situacijama.

Između ostalog, nadležnosti ovog odeljenja će biti i:

- angažovanje stručnog osoblja koje će omogućiti unapređenje svesti o sigurnosti zaposlenih,

- formulisanje planova za hitne slučajeve za upravljanje nesrećama uz opremljenost ambulantnim vozilima sa određenim brojem instrumenata i opreme,
- redovno distribuiranje proizvoda za bezbedan rad zaposlenima,
- sprovođenje zdravstvenih pregleda,
- upošljavanje stručnog nadzora koji će pratiti i upravljati merama sigurnosti radnika, higijene rada, itd.

4.2. Raspoloživa materijalna sredstva i oprema za zaštitu i spasavanje

Minimum sredstava i opreme za sprovođenje zaštite od elementarnih nepogoda, tehničko-tehnoloških nesreća - udesa i katastrofa, posledica terorizma, ratnih dejstava i drugih većih nesreća propisana je *Uredbom o obaveznim sredstvima i opremi za ličnu, uzajamnu i kolektivnu zaštitu od elementarnih nepogoda i drugih nesreća* („Sl. Glasnik RS", br. 3/2011 i37/2015).

Prema ovoj Uredbi fizička lica koja su registrovana za obavljanje delatnosti radi sticanja dobiti (preduzetnici) dužni su da, u zavisnosti od broja zaposlenih, nabave i drže u ispravnom stanju komplet za pružanje prve pomoći, i to:

- individualni prvi zavoj sa jednim jastučetom 12 cm x 10 cm (1 kom.);
- kaliko zavoj - utkani rub 8 cm x 5 m (2 kom.);
- kaliko zavoj - utkani rub 2,5 cm x 5 m (1 kom.);
- gazu sterilnu 1 m (1 kom.); gazu sterilnu 1/2 m (2 kom.);
- gazu sterilnu 1/4 m pojedinačno pakovanje 80 cm x 25 cm (4 kom.);
- vazelinsku gazu 10 cm x 10 cm (2 kom.); lepljivi flaster (2 kom.);
- adhezivni zavojni materijal 10 cm x 8 cm (2 kom.); trouglu maramu dim. 100x100x140 cm gustoće 20x19 (5 kom.);
- sanitetsku vatu (100 gr); rukavice za jednokratnu upotrebu (5 pari);
- makaze sa zakrivljenim vrhom (1 kom.); sigurnosnu iglu (zihernadlu 5 kom.);
- masku za davanje veštačkog disanja za jednokratnu upotrebu (2 kom.); termo-izolacionu alufoliju (1 kom.);

ili najmanje jednu priručnu apoteku (zidni ormarić ili prenosna torba) ako imaju od 20 do 100 zaposlenih i dalje na svakih 200 zaposlenih, još po jednu priručnu apoteku koja sadrži:

- kaliko zavoj - utkani rub 10 cm x 5 m (5 kom.);
- kaliko zavoj - utkani rub 6 cm x 5 m (5 kom.);
- kaliko zavoj - utkani rub 5 cm x 5 m (5 kom.);
- kaliko zavoj - utkani rub 2,5 cm x 5 m (5 kom.); individualni prvi zavoj tipa II (2 kom.);
- sterilna gaza 1 m (2 kom.);
- sterilna gaza 1/2 m (2 kom.);

- sterilnu gazu 1/4 m (3 kom.);
- vazelinsku gazu 10 cm x 10 cm (2 kom.);
- trouglu maramu 100x100x140 cm gustoće 20x19 (5 kom.);
- sanitetsku vatu (100 gr);
- lepljivi flaster 2,5 cm x 5 m (3 kom.);
- adhezivni zavojni materijal 10 cm x 4 cm (5 kom.);
- rukavice za jednokratnu upotrebu (10 pari); sigurnosnu iglu (zihernadlu 10 kom.);
- makaze sa zakrivljenim vrhom (1 kom.);
- termo-izolacionu alufoliju (3 kom.);
- masku za davanje veštačkog disanja za jednokratnu upotrebu (5 kom.);

kao i sredstva i opremu:

- po jedna nosila na svakih 50 zaposlenih;
- najmanje jedan komplet sredstava za dezinfekciju poslovnog prostora, radne površine, uređaja i vozila koja se koriste u okviru delatnosti, koji sadrži 10 grama deterdženta na 1 m^2 poslovnog prostora;
- po jedan komplet alata, koji obuhvata: lopatu, kramp, sekiru, čekić (macola), ćuskiju, testeru za gvožđe, klešta i ispitivač napona.
- Privredna društva, operatori Seveso postrojenja i druga pravna lica, koji su u skladu sa zakonima, obveznici izrade Politike prevencije udesa, Izveštaja o bezbednosti i Plana zaštite od udesa, dužni su da nabave i drže u ispravnom stanju zaštitna sredstva - opremu za zaštitu zaposlenih u slučaju hemijskog udesa.

Pored nabrojanog predlaže se nabavka i opreme predviđene za zaštitu i spasavanja Sektora za vanredne situacije MUP-a Srbije, poput sprava i opreme za spasavanje (spusnice, vazdušnih jastuci, samospasioci, užad i konopci), opreme za osvetljenje, opreme za vezu, elektro opreme, opreme za rad sa agresivnim i opasnim materijama.

4.3. Angažovanje interventnih službi u slučaju udesa izvan industrijskog kruga i pomoć od strane lokalne zajednice

U slučaju udesa po najgorem mogućem scenariju potrebno je uključiti i eksterne interventne službe, poput:

- Nadležne vatrogasno spasilačke jedinice,
- Vojske,
- Policije,
- Pružalaca hitne medicinske pomoći,
- Odeljenje za vanredne situacije;

Sve informacije o udesnim situacijama do drugih spasilačkih jedinica će dolaziti najpre pomoću osmatračke mreže Sistema osmatranja i obaveštavanja (OiO), u okviru kog će biti angažovan opštinski centar koji je kontrolno i upravljačko mesto čitavog Sistema i ima govorne veze sa osobljem na ugroženom području. On preuzima sve informacije od glavnog podcentra, od službi za osmatranje raznih drugih opasnosti (vazdušne, požarne, RBH, poplave, zemljotresi i dr.) i drugih službi čiji je zadatak da prate i obaveštavaju centar o nastalim opasnostima ili kriznim situacijama. Detaljan prikaz delovanja interventnih službi i državnih organa dat je u okviru poglavlja 5.3.).

4.4. Mere otklanjanja posledica udesa

Ove mere imaju za cilj saniranje prostora zahvaćenog udesom, stvaranje uslova za normalizaciju rada i života, obnavljanje životne sredine, praćenje postudesne situacije i preduzimanje preventivnih mera ukljanjanja opasnosti od ponovnog nastanka udesa. Cilj sanacije je definisan vrstom i obimom udesa i prioritet je da se životna sredina vrati u stanje pre udesa i izvrši rekultivacija zagađenih supstrata životne sredine.

U slučaju da dođe da havarijskog zagađenja, Rudnik je dužan da zaustavi predmetne aktivnosti na lokaciji i preduzme hitne mere kojima će, o svom trošku, sanirati sve eventualno nastale štete. Za sanaciju objekata i životne sredine, u zavisnosti od obima udesa, pored zaposlenih u Rudniku treba uključiti i specijalizovane službe za otklanjanje posledica udesa. Na osnovu procenjenog obima posledica potrebno je ustanoviti rokove za sprovođenje sanacije.

U zavisnosti od intenziteta i karaktera udesa, uzorkovanje površinskih i podzemnih voda i određivanje potrebnih parametara koji su definisani u okviru redovnog monitoringa životne sredine u Studiji procene uticaja na životnu sredinu, potrebno je obaviti više puta tokom prvog dana i, najmanje jedanput tokom nekoliko narednih dana. Vanredno uzorkovanje treba prekinuti kada se kvalitet vode svede na uobičajeni. Na okolnom terenu uzeti nekoliko uzoraka zemljišta i ispitati zagađenost. Proveru kvaliteta vazduha vršiti po uobičajenom programu monitoringa. Nakon izvršene sanacije prostora zahvaćenog udesom, može se pristupiti reizgradnji oštećenih delova brana i jalovišta, a potom i nastaviti sa radom čitavog Rudnika.

5. Postupanje u slučaju udesa

Potrebno je preduzeti sve mere da udes ne nastupi, ali ako i pored primene preventivnih mera ipak dođe do udesne situacije, neophodno je odgovoriti na udes i to onog trenutka kada se dobije prva informacija o udesu.

5.1. Način uzbunjivanja i angažovanja lica koja učestvuju u odgovoru na udes

Blagovremeno obaveštavanje stanovništva na ugroženom području, koje obuhvata prostor između jalovišta rudnika „Rudnik“ i doline reke Despotovice, kao i osoblja operativnog centra za obaveštavanje i uzbunjivanje u Čačku, u slučaju pojave poplavnog talasa vršiće se pomoću *Sistema osmatranja i obaveštavanja* (OiO).

Sistem za osmatranje, obaveštavanje i uzbunjivanje (OiO) na branibr. 9 treba da obezbedi:

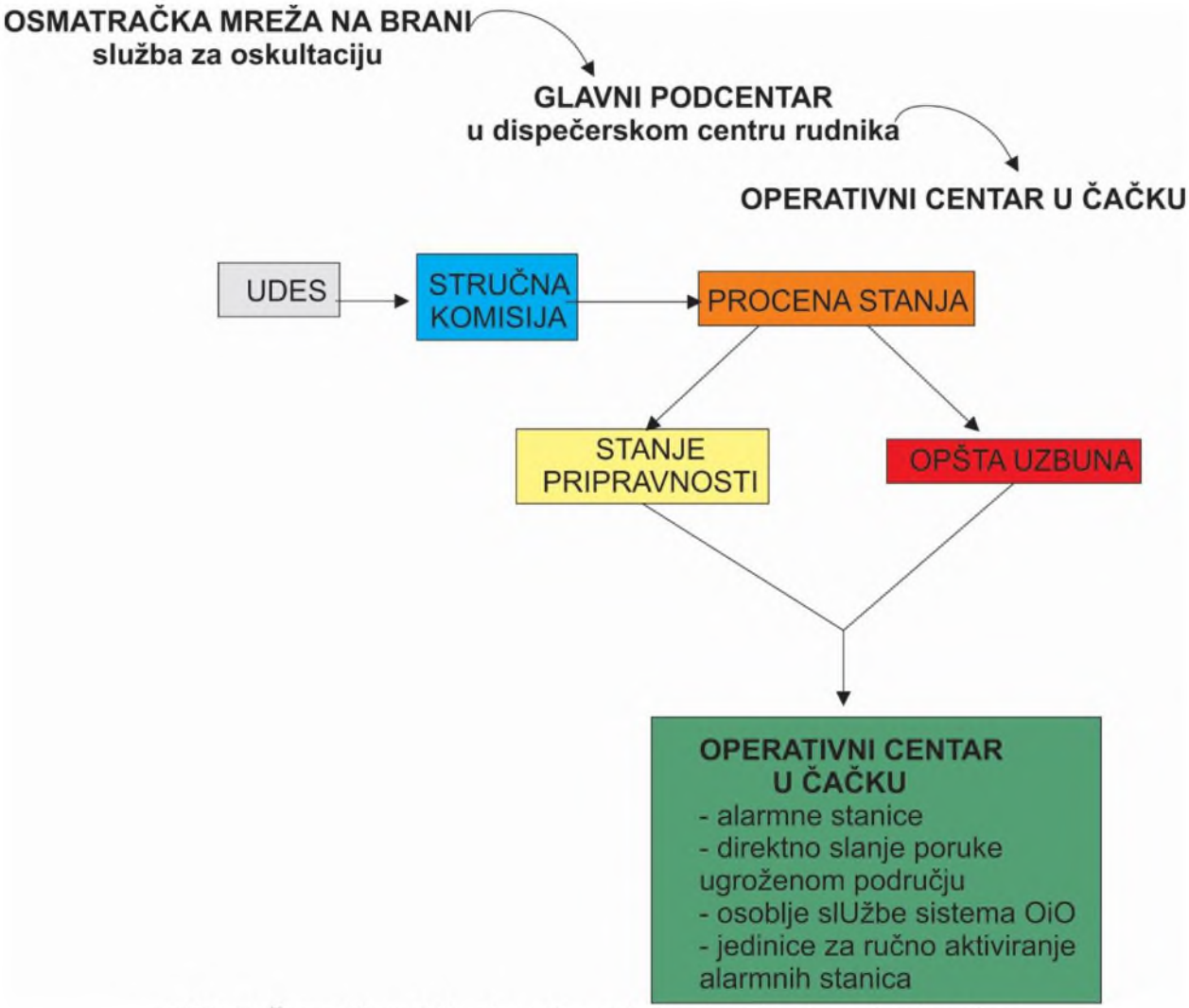
- Osmatranje stanja na brani i jalovištu rudnika "Rudnik",
- Obaveštavanje operativnog centra u Čačku, i
- Obaveštavanje i uzbunjivanje stanovništva na ugroženom području u slučaju pojave poplavnog talasa.

Da bi obezbedio ovu funkciju sistem OiO treba da se sastoji od:

- Osmatračke mreže,
- Podcentra na brani br. 9,
- Operativnog centra za obaveštavanje i uzbunjivanje u Čačku,
- Komunikacionog čvorišta u zgradi SO G. Milanovac,
- Alarmnih stanica na ugroženom području,
- Telekomunikacionih veza koje će povezivati alarmne stanice na ugroženom području sa uređajem u G. Milanovcu i vezu komunikacionog čvorišta u G. Milanovcu sa uređajem centra u Čačku.

Sistem za osmatranje, obaveštavanje i uzbunjivanje (OiO) na brani br. 9 treba da je sastavni deo jedinstvenog sistema za osmatranje, obaveštavanje i uzbunjivanje (OiO) na teritoriji opštine kojoj pripada ugroženo područje, što se ostvaruje uklapanjem u postojeći regionalni sistem u Čačku. Informacije o stanju brane i jalovišta rudnika „Rudnik" se sakupljaju u podcentru na brani br. 9 gde dežurni donosi odluke o proglašenju stanja pripravnosti i opšte uzbune na osnovu ukupnih rezultata i izvršenih uviđaja. Od mernih veličina koje se prate u sklopu sistema za merenje i oskultaciju, merodavna veličina za automatsko alarmiranje sistema OiO je nivo vode u akumulaciji.

Uređaj podcentra prihvata signale od indikatora nivoa vode PIN-a i na osnovu definisanih vrednosti transformiše ih u signale za uzbunjivanje. Uređaj podcentra biće opremljen automatskim telefonskim prozivnikom preko SMS poruka mobilne telefonije, koji će pozvati zadužena lica iz Rudnika i operativnog centra u Čačku u slučaju pojave predalarmnih stanja, odnosno u slučaju pojave alarmnih stanja. Uređaj operativnog centra za uzbunjivanje u Čačku aktiviraće alarmne sirene na ugroženom području. Veza uređaja centara sa alarmnim stanicama Na slici 5 dat je šematski prikaz načina obaveštavanja i uzbunjivanja u slučaju udesa.



Slika 5. *Šema hijerarhije obaveštavanja i uzbunjivanja u slučaju udesa*

Kako bi se eventualni udes sprečio i reagovalo i pre nego što dođe do pokretanja sistema OiO, na nivou rudnika prvi u lancu obaveštavanja o nekoj potencijalnoj abnormalnoj pojavi su:

- Zaposlen zadužen za rutinske obilaske brana,
- Rukovodilac jalovišta i odlagališta,
- Koordinator plana zaštite od udesa,
- Stručne službe koje obavljaju poslove održavanja i saniranja brana.

U sledećoj instanci na nivou Rudnika obaveštavaju se čelnici, u prvom redu iz službe bezbednosti na radu i direktor Rudnika. Na slici 6 dat je izveštaj o poslednjem testiranju sistema OiO i sirena od strane Odeljenja za vanredne situacije u Čačku.

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО УНУТРАШЊИХ ПОСЛОВА
Сектор за ванредне ситуације
ОДЕЉЕЊЕ ЗА ВАНРЕДНЕ СИТУАЦИЈЕ У ЧАЧКУ
07.32.2 број 39/25
07.04.2025. године
Ч А Ч А К
/ЛС /

РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА РУДНИК ДОО РУДНИК

Рудник и флотација „Рудник" ДОО Рудник је у складу са чланом 97. Закона о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама („Сл. гласник РС " бр. 87/18) у обавези да обезбеди благовремено обавештавање и узбуњивање становништва о опасностима. Израдили су Идејни пројекат система ООиУ за брану „Рудник" 2010. године и добили су сагласност Сектора за ванредне ситуације.

У пројектној документацији система за осматрање, обавештавање и узбуњивање за брану Рудник, дефинисано је функционисање система које садржи: организацију система, осматрачку мрежу на брани и акумулацији, зону плављења са прорачуном брзине кретања поплавног таласа до појединих карактеристичних профила, линију допирања максималног поплавног таласа за случај тоталног рушења бране, начин обележавања зоне плављења трајним и видљивим ознакама са координатама, акустичку анализу са распоредом и зоном покривања алармних сирена, систем даљинског активирања сирена из центра 112 и подцентра на брани, телекомуникационе везе, оперативни план за обавештавање и узбуњивање и спецификацију опреме и радова.

Изграђен је систем за узбуњивање који има пет електронске сирена (Мајдан, Сврачковци, Неваде, Таковска 2 и Радована Грковића) које су увезане са центром за узбуњивање МУП-а РС и још две сирене у оквиру Рудник и флотација „Рудник" ДОО Рудник.

Увидом у рад система за обавештавање и узбуњивање констатујемо да је обезбеђено благовремено обавештавање и узбуњивање становништва о наступајућим опасностима и да су елементи система за узбуњивање у функционалном стању.

НАЧЕЛНИК ОДЕЉЕЊА
Милан Ерић

Slika 6. *Šema hijerarhije obaveštavanja i uzbunjivanja u slučaju udesa*

Ukoliko dođe do povrede lica usled posledica udesa, kako Uputstvo Sektora za vanredne situacije MUP-a Srbije nalaže, „karike u lancu spavanja“ su:

- Preduzimanje hitnih mera za spasavanje života (ukoliko je potrebno),
- Pozivanje pomoći,
- Pružanje prve pomoć,
- Intervencija hitne medicinske službe,
- Bolničko zbrinjavanje.

5.2. Organizacije osposobljene za odgovor na udes i ovlašćene za pružanje pomoći (na lokalnom nivou):

- **Policija,** MUP Republike Srbije -Policijska uprava Gornji Milanovac, Kneza Aleksandra 27, 32300 Gornji Milanovac, 032/713-225

  Policija:192

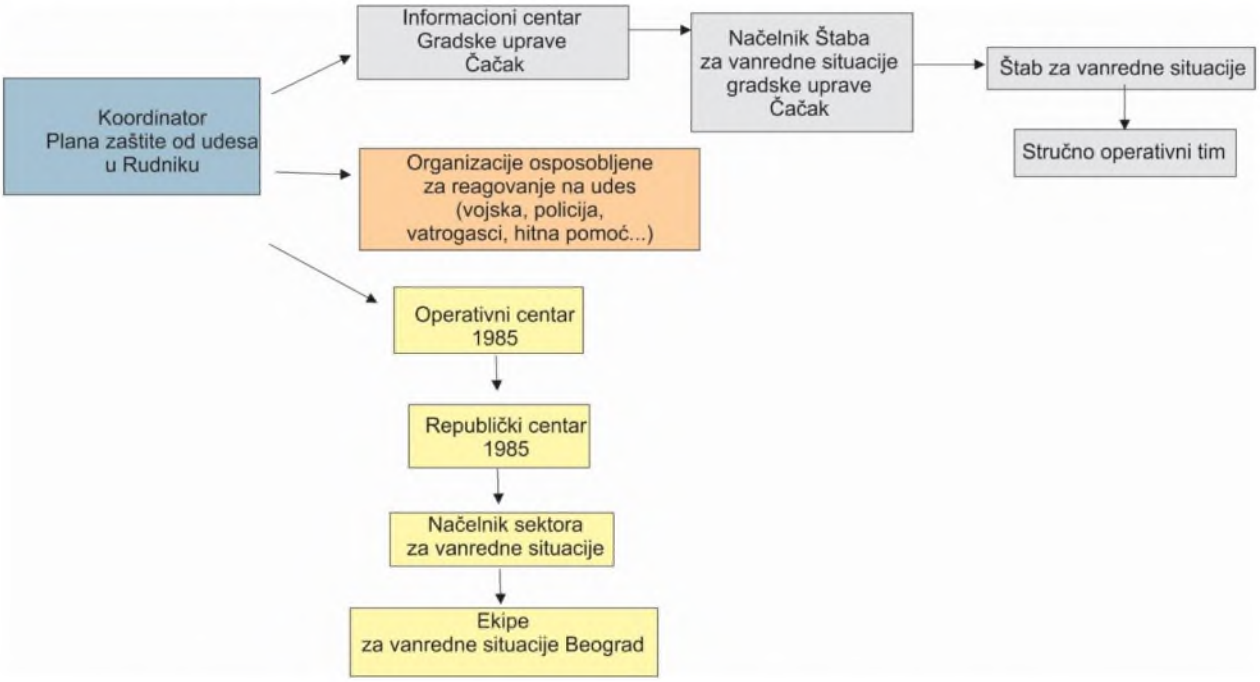
- **Vatrogasci,** Dobrovoljno vatrogasno društvo Gornji Milanovac, Miloša Velikog 1, 32300 Gornji Milanovac, 032/714-944
  - Vatrogasna služba: 193
- **Hitna medicinska pomoć,** Dom zdravlja Gornji Milanovac-Hitna služba, Tihomira Matijevića 5, 32300 Gornji Milanovac, 032/713 631; Opšta bolnica Gornji Milanovac, Vojvode Milana 37, 32300 Gornji Milanovac, 032/ 711 670
  - Hitna pomoć: 194
- **Odeljenje za vanredne situacije u Čačku,** Miloša Velikog 2, 32300 Gornji Milanovac, 032/711503, 031/716055
- **Komunalna struktura,** JKP Gornji Milanovac, Vojvode Mišića 23, 32300 Gornji Milanovac, 032/ 716 910
- **Specijalizovane laboratorija za kontrolu vazduha, vode i zemljišta,** Laboratorija Zavoda za javno zdravlje Kraljevo, Slobodana Penezića 16 ž, 36000 Kraljevo, 036/392336; **Laboratorija Anahem,** Mocartova 10, Beograd, 011/3422-800;
- **Specijalizovana ekipa za sanaciju i remedijaciju,**
  1. Arhifarm, Buda Tomovića 15, Beograd, 011/ 631-88-74
  2. Brem Group, Njegoševa 12, Beograd, 011 / 3561-185

Po potrebi se mogu uključiti osposobljena pravna lica za spasavanje ljudi, poput:

- Gorske službe spašavanja Srbije GSS, Savski nasip BB, 11000 Beograd,
- Crveni Krst Gornji Milanovac, Karađorđeva 21, 32300 Gornji Milanovac ,
- Planinarsko smučarsko društvo Rudnik, Karađorđeva 21, 32300 Gornji Milanovac.

Predlog strukture reagovanja državnih organizacija u slučaju udesa havarijskog tipa prikazana je na slici 7. Nosilac projekta je dužan da bez odlaganja organizuje i sprovodi planirane mere i postupke reagovanja na udes i angažuje ljude i sredstva uključujući i obavezu pravovremenog obaveštavanja nadležnih ministarstava i drugih nadležnih državnih organa. Obaveštenje treba da sadrži: okolnosti udesa, mesto, vreme, eventualno prisutne opasne materije, neposrednu

opasnost po zdravlje ljudi i životnu sredinu i kratak opis preduzetih mera, kao i neposredne mere pripravnosti neophodne da bi se sprečilo ponavljanje udesa.



Slika 7. *Šema reagovanja državnih organa prilikom havarijskog udesa*

Po potrebi se može uključiti i Zavod za javno zdravlje i inspekcijski organi.

5.3. Ekipe za odgovor na udes i način angažovanja

U članu 129 Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima koji se tiče zaštite života i zdravlja zaposlenih stoji da je privredni subjekat dužan da radi zaštite života i zdravlja zaposlenih, između ostalog „obezbedi zaštitu od požara, havarija, akcidenata i hemijskih i drugih udesa i da organizuje poslove spasavanja". Dakle, rudnik ima dužnost da odgovarajući broj zaposlenih obuči za pružanje prve pomoći, spasavanje i evakuaciju u slučaju udesa. U slučaju izbijanja havarija sa posledicama velikih razmera potrebno je angažovati specijalizovane ekipe, kao i državne organizacije pobrojane u odeljku 5.2, koje mogu pomoći svojim raspoloživim kapacitetima u akcijama spasavanja, evakuacije ljudi, sanacije i čišćenja pogođenog prostora i okoline.

Sve aktivnosti na saniranju akcidentnih situacija, koje zahtevaju intervenciju vatrogasne jedinice, po pravilu se definišu u Planu intervencije u slučaju požara odnosno Planu protivpožarne zaštite. Plan protivpožarne zaštite između ostalog treba da sadrži i sve bitne podatke o načinu informisanja vatrogasne jedinice u slučaju požara. Pri intervenciji u slučaju pojave požara prioritet izvršavanja zadataka je sledeći:

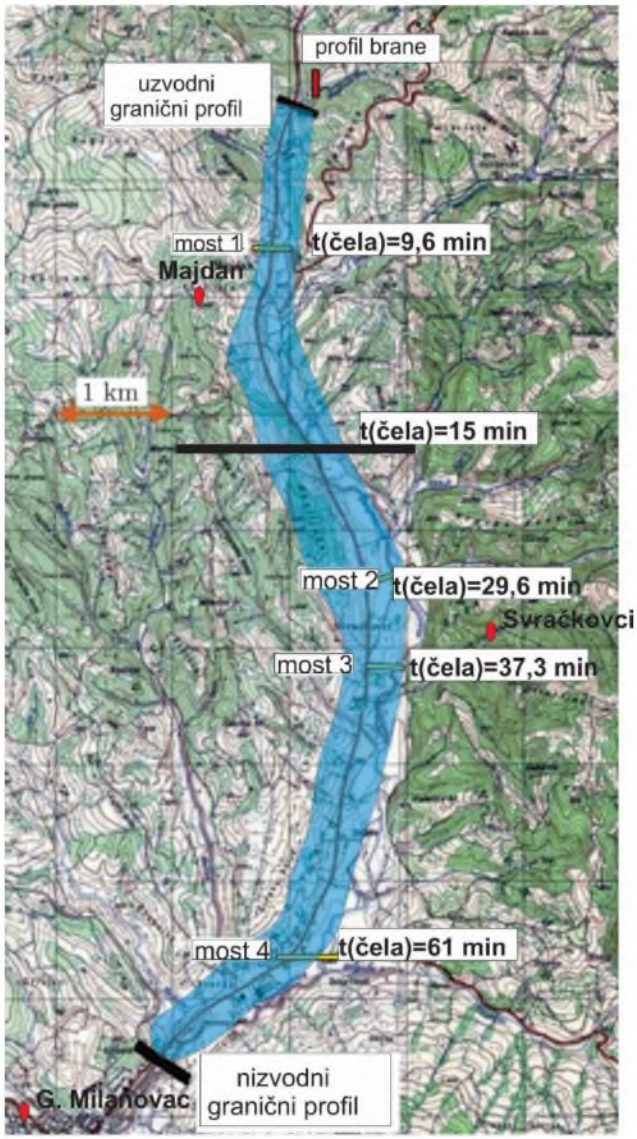
- spasavanje ugroženih ljudi i sprečavanje nastanka eventualnih eksplozija,
- lokalizacija širenja požara,
- gašenje požara – prekid procesa gorenja,

- odbrana susednih objekata i evakuacija materijala i opreme.

Nakon gašenja požara, u određenom vremenskom periodu, po pravilu se obezbeđuje osmatranje i kontrola lokaliteta pojave požara u cilju sprečavanja ponovnog izbijanja požara.

5.4. Grafički deo za postupanje u slučaju udesa – maksimalno procenjena zona opasnosti

Na slici 8 prikazana je plavna zona (ruta poplavnog talasa) u slučaju rušenja brane br. 9 u okviru koje treba izvršiti evakuaciju ljudi. Plavna zona bi obuhvatala usko područje nizvodno od brane, duž reke Despotovice sve do Gornjeg Milanovca. Okvirna plavna zona rasprostirala bi se 10 km nizvodno od jalovišta. Najugroženiji bi bili stambeni objekti u naseljima Majdan, Svračkovci i Nevade, uz Ibarsku magistralu. Stanovništvo u Gornjem Milanovcu ne bi bilo ugroženo.



Slika 8. *Ruta poplavnog talasa u slučaju proloma brane br. 9*

5.5. Informisanje javnosti

Informisanje javnosti o udesu potrebno je sprovesti u 3 različite etape:

1. Informisanje pre udesa

   Tokom ove faze javnost biva upoznata sa se svim informacijama o potencijalnim udesima koji se mogu dogoditi kao i merama i postupcima u slučaju udesa. Sam načina informisanja može biti putem zvanične internet stranice Rudnika, društvenih mreža, web portala...
2. Informisanje u toku samog udesa

   U ovoj fazi sprovodi se procedura koja je detaljno opisana u 6.4 poglavlju - „Postupanje u slučaju udesa" (Sistem OiO).
3. Informisanje nakon udesa

   Ova faza podrazumeva informisanje javnosti o postupanju i radnjama posle udesa i u toku sanacije posledica.

Informisanje i komunikacija sa javnošću se odvija prema šemi na slici 9.



Slika 9. *Informisanje javnosti*

Udes se prijavljuje Odeljenju za inspekcijske poslove grada Čačak - Inspekcija za zaštitu životne sredine. Tom prilikom se podnosi verifikovan izveštaj od strane odgovornog lica, najkasnije 60 dana nakon udesa koji treba da sadrži:

- podatke o okolnostima udesa i o mestu i vremenu udesa: adresa postrojenja, objekat u okviru postrojenja, dan i tačno vreme nastanka udesa;
- uzroke udesa;
- podatke o tipu udesa (eksplozija, požar, ispuštanje opasne materije i dr.);
- podatke o vrsti i količini opasnih materija koje su eventualno učestvovale u udesu;
- obim posledica po život i zdravlje ljudi u postrojenju odnosno kompleksu (smrtni ishod, teže povrede, lakše povrede, teža i lakša trovanja i hospitalizacija iz sastava pravnog lica; obim posledica po život i zdravlje ljudi iz sastava svih interventnih snaga);
- obim posledica lica izvan postrojenja odnosno izvan kompleksa (eventualni smrtni ishod, teže povrede, lakše povrede, teža i lakša trovanja, hospitalizacija i dr.);
- oštećenja objekata i infrastrukture (vodovod, električna mreža, gasovod, saobraćaj, telefonske veze i sl.) u postrojenju/kompleksu i izvan njega;
- obim posledica po životinjski i biljni svet;
- uticaj na različite aspekte životne sredine (zagađenje zemljišta, vazduha, površinskih i podzemnih voda);
- procenjenu visinu materijalne štete;
- opis preduzetih mera odgovora na udes, i
- mere pripravnosti neophodne da bi se sprečilo ponavljanje udesa.

<u>Dodatne napomene</u>

Ažuriranje plana:

- Nakon dostavljanja podataka o udesu i vraćanja postrojenja u funkcionalno stanje, a najkasnije u roku od 180 dana od dana udesa, potrebno je izvršiti ažuriranje Plana zaštite od udesa, u skladu sa novim okolnostima.
- Privredno društvo i drugo pravno lice dužno je da vrši testiranje Plana zaštite od udesa najmanje jedanput u periodu od tri godine.
- Testiranje i provera upotrebe Plana vrši se za svako Planom predviđeno uputstvo za postupanje u pogledu provere odstupanja rezultata testiranja u odnosu na propisano.
- Testiranje se sprovodi kao kontrolno (provera ažurnosti) i kao vežba (praktična primenljivost).
- Testiranje se sprovodi komisijski, uz obavezno vođenje zapisnika o rezultatima testiranja, a privredno društvo, odnosno drugo pravno lice na osnovu rezultata testiranja, po potrebi ažurira Plan zaštite od udesa.
- Odgovornost za usvajanje, ažuriranje i testiranje Plana snose pravno lice i odgovorno lice u pravnom licu.
- Lica koja vode i/ili su odgovorna za proizvodni proces i delove proizvodnog procesa (skladištenje, rukovanje, promet, bezbednost i zdravlje na radu i bezbednost objekata, zaštitu

životne sredine, zaštitu od požara, zaštitu na radu), odgovorna su za testiranje plana u delu svoje nadležnosti.

- Plan overava privredno društvo, odnosno drugo pravno lice na koje se Plan odnosi. Ukoliko privredno društvo, odnosno drugo pravno lice na koje se Plan odnosi nema ovlašćenje za izradu Plana zaštite od udesa,
- Plan overava i privredno društvo, odnosno drugo pravno lice koje je Plan izradilo.
- Plan potpisuju i odgovorno lice u pravnom licu i lice koje vodi i/ili je odgovorno za proizvodni proces i delove proizvodnog procesa.

Overen i potpisan Plan dostavlja se nadležnom organu u elektronskoj formi.

Odgovorno lice operatera otpada:

_____

Direktor
Aco Ilić, dipl. inž. geol.

Odgovorno lice za upravljanje rudarskim otpadom i vršenje nadzora nad flotacijskim jalovištem:

_____

Saša Janić, dipl. ing. rud.

Autori plana:

_____

Ljiljana Obrenović, dipl. hem.
Savetnik za hemiju i ekologiju

_____

Saša Janić, dipl. ing. rud.
Upravnik Flotacije i odgovorno lice za upravljanje rudarskim otpadom i vršenje nadzora nad flotacijskim jalovištem

_____

Marko Mladenović, dipl. ing. rud.
Upravnik Jame

DODATAK IV

DOKUMENTACIONI MATERIJAL

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

ИСПИТИВАЊЕ РУДАРСКОГ ОТПАДА

Бор, Септембар 2021

У Институту за рударство и металургију Бор спроведена су испитивања рударског отпада из циклона.

Поступак класификације, карактеризације и испитивања рударског отпада извршена је сагласно Уредби о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду (Сл.гл. бр 53/2017), члан 16, став 2, тачка 2, где се наводи да класификацију рударског отпада треба извршити у складу са посебним прописима за управљање отпадом о категоријама, испитивању и класификацији, посебно у вези са његовим опасним карактеристикама.

У Прилогу 1 (Извештај о испитивању рударског отпада број 47243/21 од 30.09.2021.) класификација рударског отпада дата је у тачки Б, а извршена је сагласно Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог од 2 до 5, а на основу добијених резултата испитивања рударског отпада, како следи:

-**Испитивање садражаја супстанци у отпаду које су потенцијално штетне** за животну средину или здравље људи, а посебно As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V и Zn (Прилог 1, Табела 1) сагласно Уредби 53/2017, члан 2, став 1, тачка 3, а тумачење резултата сагласно Правилнику 56/2010, 93/2019, 39/2021, члан 4. У циљу тумачења резултата рударски отпад је осим што је испитан на укупни садржај наведених елемената, такође испитан и применом XRD анализе. На основу добијених резултата одређује се карактер отпада и уколико је опасан, одређују му се компоненте које га чине опасним (листа С) и особине које га чине опасним (листа Н).

-**Испитивање лужљивости рударског отпада** сагласно стандардној методи SRPS EN12457-2 извршено је у складу са Правилником о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог 10., Листа паремтара за испитивање отпада за одлагање. Резултати испитивања приказани су у Прилогу 1, Табела 2. На основу добијених резултата одређује се да ли се отпад може одложити на депонију опасног, неопасног или инертног отпада и да ли показује Н15 опасну карактеристику.

-**Испитивање токсичности рударског отпада** сагласно стандардној методи EPA 1311 извршено је у складу са Правилником о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог 10., Листа паремтара за испитивање отпада за одлагање. Резултати испитивања приказани су у Прилогу 1, Табела 3. На основу добијених резултата одређује се да ли отпад показује токсичне карактеристике.

-Статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875, а према Уредби 53/2017, члан 2, став 1, тачка 3, одређивање потенцијала неутрализације и киселинског потенцијала рударског отпада, на основу кога се процењује да ли рударски отпад има потенцијала за генерисање киселих рудничких вода (Прилог 1, Табела 4).

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

ПРИЛОГ 1

Извештај о испитивању број 47243/21 од 30.09.2021. године

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

Овлашћење за испитивање
отпада бр. 19-00-00189/2019-06 од 17.06.2019.
издато од Министра за заштиту животне средине

	ИЗВЕШТАЈ О ИСПИТИВАЊУ	
РУДАРСКОГ ОТПАДА У ЦИЉУ ОДЛАГАЊА НА ЈАЛОВИШТЕ		Број: **47243/21** Датум: **30.09.2021.**

Подаци о подносиоцу захтева:			
Назив подносиоца захтева: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**			
Адреса: **Мише Михајловића бр.2, 32313 Рудник**			
Лице за контакт: **Љиљана Обреновић**	Тел:	Факс:	e-mail: ljobrenovic@contangorudnik.rs

А. Општи подаци:	
1.	Назив рударског отпада: **Рударски отпад из циклона**
2.	Произвођач рударског отпада: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**
3.	Власник рударског отпада: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**
4.	Опис поступка настанка рударског отпада**: У процесу**
5.	Идентификациони број узорка рударскоготпада: **47243/21**
6.	Количина рударског отпада од које је извршено узорковање**: сс 10 kg**
7.	Физичко својство отпада: **1. прах** 2. чврста материја 3. вискозна материја 4. паста 5. муљ 6. течна материја 7. гасовита материја 8. остало (прецизирати):

Б. Класификација отпада	
1.	Категорија отпада према Листи категорија отпада (Q листа): **Q16**
2.	Индексни број отпада према Каталогу отпада**: 01 04 99***
3.	Карактер отпада: **Рударски отпад има потенцијал за стварање киселе дренажне воде, у складу са Уредбом о условима и поступку за издавање дозволе за управљање отпадом. као и критеријуми, карактеризација, класификација и пријављивање рударског отпада (Сл. гласник РС бр. 53/2017).**
4.	Y ознака према Листи категорија или сродних типова опасног отпада према њиховој природи или активности којом се стварају (Y листа): -
5.	C ознака према Листи компоненти отпада које га чине опасним (C листа): -
6.	H ознака према Листи карактеристика отпада које га чине опсним (H листа): -
	Напомена: Узорак представља рударски отпад и испитиван је сагласно Уредби о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду (Сл.гл. бр 53/2017).

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

Извештај бр. 47243/21

Подаци о узорку	
Назив отпада: **Рударски отпад из циклона**	
Локација са које је узет узорак: **Узорак је достављен од стране корисника** GPS координате **није примењиво**	
Идентификациони број узорка: **47243/21**	
Узорковање извршио: **није примењиво**	Датум и време: **није примењиво**
Начин и метода узорковања: **није примењиво**	
Датум и време пријема узорка на испитивање: **30.08.2021. у Лабораторију за ХТК Института за рударство и металургију у Бору (ознака корисника Циклон)**	
Остали подаци о узорку (ако је релевантно):	
Напомене:	

Резултати физичко-хемијских испитивања отпада

Ознака узорка		**47243/21**
Опис отпада*	Боја	сива
	Мирис	нема
	Конзистенција	чврсто
	Физичка форма	прах

* Узорци нису испитивани по акредитованим методама

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47243/21

Табела 1. Резултати хемијског испитивања отпада - Испитивање садражаја супстанци у отпаду које су потенцијално штетне

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47243/21**	Гранична вредност[1)]	Ознака методе
Арсен, As	%	0.48334	3	EPA6020A:2007
Никл, Ni		0.01527		
Кадмијум, Cd		0.00364		
Укупно веома токсичних:		**0.40225**		
Бакар, Cu	%	0.10761	25	
Ванадијум, V		0.00394		
Молибден, Mo		0.00023		
Олово, Pb		0.09397		
Хром, Cr		0.03203		
Цинк, Zn		0.39718		
Кобалт, Co		0.00454		
Укупно опасних:		**<0.54553**		

[1)] Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 4.

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47243/21

Табела 2. Резултати физичко-хемијских испитивања лужљивости рударског отпада сагласно SRPS EN 12457-2:2008

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47243/21-10 L/kg**	Референтна вредност за неопасан отпад[3)]	Референтна вредност за инертан отпад[4)]	Ознака методе
Садржај у ЕП екстракту (неутрални тест, L/S=10/1)					
Електрична проводљивост	µS/cm	283	-	-	EPA 120.1*
pH[2)]	-	7.66	6-13	-	SRPS EN 12506*
Антимон, Sb	mg/kg dm	<0.11	0.7	0.06	VMK C.g.2
Арсен, As	mg/kg dm	0.97	2	0.5	SRPS EN ISO 11885
Баријум, Ba	mg/kg dm	<0.09	100	20	SRPS EN ISO 11885
Бакар, Cu	mg/kg dm	<0.05	50	2	SRPS EN ISO 11885
Кадмијум, Cd	mg/kg dm	<0.08	1	0.04	SRPS EN ISO 11885
Молибден, Mo	mg/kg dm	<0.07	10	0.5	SRPS EN ISO 11885
Никл, Ni	mg/kg dm	<0.07	10	0.4	SRPS EN ISO 11885
Олово, Pb	mg/kg dm	<0.20	10	0.5	SRPS EN ISO 11885

[2)] Прилог 7 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), H15 карактеристика отпада

[3), 4)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 2, Параметри за испитивање отпада и процедних вода из депоније неопасног отпада[3)] и инертног отпада[4)]

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47243/21

Табела 2. Резултати физичко-хемијских испитивања лужљивости рударског отпада сагласно SRPS EN 12457-2:2008-наставак

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47243/21-10 L/kg**	Референтна вредност за неопасан отпад[3)]	Референтна вредност за инертан отпад[4)]	Ознака методе
Садржај у ЕП екстракту (неутрални тест, L/S=10/1)					
Селен, Se	mg/kg dm	<0.33	0.5	0.1	SRPS EN ISO 11885
Хром, Cr	mg/kg dm	<0.05	10	0.5	SRPS EN ISO 11885
Цинк, Zn	mg/kg dm	<0.05	50	4	SRPS EN ISO 11885
Жива, Hg	mg/kg dm	<0.005	0.2	0.01	VMK C.h.1
Хлориди, Cl^-	mg/kg dm	56	15 000	800	VMK C.đ.1
Флуориди, F^-	mg/kg dm	2.9	150	10	VMK C.đ.1
Сулфати, SO_4^{2-}	mg/kg dm	650	20 000	1 000	VMK C.đ.1

[2)] Прилог 7 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), H15 карактеристика отпада

[3), 4)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 2, Параметри за испитивање отпада и процедних вода из депоније неопасног отпада[3)] и инертног отпада[4)]

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Табела 3. Резултати физичко-хемијских испитивања токсичности рударског отпада сагласно -TCLP тесту (EPA 1311)

Параметар	Јединица	Измерена вредност / Ознака узорка / **47243/21-TCLP**	Референтна вредност за инертан отпад[5)]	Метода
Садржај у ЕП екстракту (TCLP тест)				
Антимон, Sb	mg/L	<0.011	15	SRPS EN ISO 11885
Арсен, As	mg/L	0.40	5	
Баријум, Ba	mg/L	0.073	100	
Бакар, Cu	mg/L	0.064	25	
Кадмијум, Cd	mg/L	0.015	1	
Молибден, Mo	mg/L	<0.007	350	
Никл, Ni	mg/L	0.30	20	
Олово, Pb	mg/L	2.37	5	
Селен, Se	mg/L	<0.033	1	
Хром, Cr	mg/L	0.010	5	
Цинк, Zn	mg/L	1.66	250	
Жива, Hg	mg/L	<0.0005	0.2	
Ванадијум, V	mg/L	<0.008	24	

[5)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Листа параметара за испитивање отпада за одлагање, Табела 1 Параметри за испитивање токсичних карактеристика отпада намењеног одлагању

Табела 4. Резултати статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875-XRD анализа

Назив минерала	Хемијска формула минерала	Садржај минерала у узорку (%) / **Рударски отпад - циклон** / **47243/21**
Кварц	SiO_2	23.5
Ортоклас	$KAlSi_3O_8$	49,0
Тремолит	$Ca_2H_2Mg_5O_{24}Si_8$	1.7
Клинохлор	$Mg_5Al_2Si_3O_{18}H_8$	6.9
Мусковит	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	2.1
Калцит	$CaCO_3$	16.8

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47243/21

Табела 5. Резултати статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875

Параметар	Јединица	Рударски отпад - циклон
		Ознака узорка 47243/21
Суви остатак лабораторијског узорка (w_{dr})	%	2.00
Запремина додате деминерализоване воде	ml	90
Концентрација коришћене HCl, c(HCl)	mol/l	1.0
pH у t = 0 пре додавања киселине		9.8
Запремина додате HCl у t=0 ($V_{A, t=0}$)	ml	3.5
pH после t=22 h пред додавања киселине		4.52
Запремина додате HCl у t=22 h ($V_{A, t=22h}$)	ml	1.1
pH после t=22 h после додавања киселине		2.05
Укупна запремина додате HCl (V_A)	ml	4.6
pH у t = 24 h после додавања воде		2.22
Концентрација коришћене NaOH, c(NaOH)	mol/l	0.1
Запремина NaOH коришћена за титрацију (V_B)	ml	21.7
Садржај сумпора (укупни сумпор) - w_S	(%)	5.49
Карбонатни рејтинг као садржај угљеника (укупни угљеник) CO_3-C	(%)	1.17
Прорачун базиран на садржају укупног сумпора и NP одређеног потрошњом HCl-а		
Киселински потенцијал (AP)	H^+ mol/kg	**3.43**
Киселински потенцијал (AP)	($CaCO_3$) kg/t	171.56
Потенцијал неутрализације (NP)	H^+ mol/kg	1.2150
Потенцијал неутрализације (NP)	($CaCO_3$) kg/t	1.215
Коефицијент потенцијала неутрализације (NPR)	H^+ mol/kg	**0.35**
Нето неутрализациони потенцијал (NNP)	H^+ mol/kg	-2.22
Нето неутрализациони потенцијал (NNP)	($CaCO_3$) kg/t	**-110.81**

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

НАПОМЕНА 1: Ако је NPR <1, то значи да нема довољно капацитета да се неутралише сва потенцијално ослобођена киселост. Значајан вишак NP значи да постоји довољан капацитет неутрализације да се неутралише сва потенцијално ослобођена киселина. Теоретски, за NPR > 1 требао би бити довољно да се избегне кисела дренажа. Међутим, брзине реакције могу се разликовати између AP минерала и NP минерала. Различита минералогија и кристална структура такође могу довести до различитих расположивости. Стога постоји низ вредности NPR које ће се тумачити као несигурне.
НАПОМЕНА 2: Иако је NPR приоритетна вредност у прегледу и класификацији минералних отпада, NNP се може користити у интерпретацији резултата испитивања, нпр. даје индикацију колико је резултат осетљив на варијације у NP и AP.

Табела 6. Класификација рударског отпада у односу на потенцијал стварања киселих дренажних вода (ARD потенцијал)[5)]

ARD потенцијал	NNP as kg $CaCO_3$ /ton	NPR као H^+ mol/kg	Класификација
Рударски отпад има потенцијала да генерише киселе дренажне воде	**<-20**	**<1**	**Потенцијал за генерисање киселих дренажних вода је велики, осим ако су сулфиди нереактивни, што захтева додатна испитивања**
Несигурност одређивања да ли рударски отпад има потенцијала да генерише киселе дренажне воде је велики	-20-+20	1-3	Да би се извршила класификација у смислу ARD потенцијала неопходна су додатна истраживања
Рударски отпад не генерише киселе дренажне воде	>20	>3	Не

[5)]EPA 530-R-94-036, Technical Document Acid Mine Drainage Prediction, 1994, MEND Project 1.16.3, 1996

НАПОМЕНА 3: На основу добијених резултата сагласно SRPS EN 15875 базираном на садржају укупног сумпора закључује се следеће:

- **NPR <1 и NNP <-20, Потенцијал за генерисање киселих дренажних вода је велики.**

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

НАПОМЕНА 4: На основу резултата статичког испитивања, према стандардној методи SRPS EN 15875, испитивани рударски отпад из циклона, може се класификовати као рударски отпад, који има потенцијал за стварање АРД.

НАПОМЕНА 5: Испитивање отпада спроводи се сходно Овлашћењу за вршење испитивања отпада, а према Закону о заштити животне средине ("Службени гласник гласник РС", бр. 135/2004-29, 36/2009-144, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018 и 95/2018), Закону о потврђивању базелске конвенције о контроли прекограничног кретања опасних отпада и њиховом одлагању („Сл. лист СРЈ - Међународни уговори", бр. 2/99) и Закону о управљању отпадом (Сл. гласник РС бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018) и Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада ("Службени гласник РС", бр. 56/2010, 93/2019, 39/2021.).

Место и датум завршетка испитивања: Институт за рударство и металургију у Бору 30.09.2021.

Извршио мерења:

Аналитичар:

Др Стефан Ђорђиевски. дипл.хем.

Мр Мирјана Штехарник. дипл.хем.

Ивона Безег Ромић. дипл.инж.технол.

Извештај припремили:

Главни инжењер
Одељења за управљање отпадом

Војка Гардић, дипл.инж.технол.

Координатор ХТК лабораторије

Јелена Петровић, дипл.хем.

Место и датум израде Извештаја:
Институт за рударство и металургију у Бору – Одељење за управљање отпадом 30.09.2021.

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

ИСПИТИВАЊЕ РУДАРСКОГ ОТПАДА

Бор, Септембар 2021

У Институту за рударство и металургију Бор спроведена су испитивања рударског отпада из циклона.

Поступак класификације, карактеризације и испитивања рударског отпада извршена је сагласно Уредби о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду (Сл.гл. бр 53/2017), члан 16, став 2, тачка 2, где се наводи да класификацију рударског отпада треба извршити у складу са посебним прописима за управљање отпадом о категоријама, испитивању и класификацији, посебно у вези са његовим опасним карактеристикама.

У Прилогу 1 (Извештај о испитивању рударског отпада број 47244/21 од 30.09.2021.) класификација рударског отпада дата је у тачки Б, а извршена је сагласно Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог од 2 до 5, а на основу добијених резултата испитивања рударског отпада, како следи:

-**Испитивање садражаја супстанци у отпаду које су потенцијално штетне** за животну средину или здравље људи, а посебно As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V и Zn (Прилог 1, Табела 1) сагласно Уредби 53/2017, члан 2, став 1, тачка 3, а тумачење резултата сагласно Правилнику 56/2010, 93/2019, 39/2021, члан 4. У циљу тумачења резултата рударски отпад је осим што је испитан на укупни садржај наведених елемената, такође испитан и применом XRD анализе. На основу добијених резултата одређује се карактер отпада и уколико је опасан, одређују му се компоненте које га чине опасним (листа С) и особине које га чине опасним (листа Н).

-**Испитивање лужљивости рударског отпада** сагласно стандардној методи SRPS EN12457-2 извршено је у складу са Правилником о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог 10., Листа паремтара за испитивање отпада за одлагање. Резултати испитивања приказани су у Прилогу 1, Табела 2. На основу добијених резултата одређује се да ли се отпад може одложити на депонију опасног, неопасног или инертног отпада и да ли показује Н15 опасну карактеристику.

-**Испитивање токсичности рударског отпада** сагласно стандардној методи EPA 1311 извршено је у складу са Правилником о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог 10., Листа паремтара за испитивање отпада за одлагање. Резултати испитивања приказани су у Прилогу 1, Табела 3. На основу добијених резултата одређује се да ли отпад показује токсичне карактеристике.

-Статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875, а према Уредби 53/2017, члан 2, став 1, тачка 3, одређивање потенцијала неутрализације и киселинског потенцијала рударског отпада, на основу кога се процењује да ли рударски отпад има потенцијала за генерисање киселих рудничких вода (Прилог 1, Табела 4).

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

ПРИЛОГ 1

Извештај о испитивању број 47244/21 од 30.09.2021. године

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

Овлашћење за испитивање
отпада бр. 19-00-00189/2019-06 од 17.06.2019.
издато од Министра за заштиту животне средине

	ИЗВЕШТАЈ О ИСПИТИВАЊУ	
РУДАРСКОГ ОТПАДА У ЦИЉУ ОДЛАГАЊА НА ЈАЛОВИШТЕ		Број: **47244/21** Датум: **30.09.2021.**

Подаци о подносиоцу захтева:			
Назив подносиоца захтева: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**			
Адреса: **Мише Михајловића бр.2, 32313 Рудник**			
Лице за контакт: **Љиљана Обреновић**	Тел:	Факс:	e-mail: ljobrenovic@contangorudnik.rs

А. Општи подаци:	
1.	Назив рударског отпада: **Рударски отпад са бедема**
2.	Произвођач рударског отпада: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**
3.	Власник рударског отпада: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**
4.	Опис поступка настанка рударског отпада**: У процесу**
5.	Идентификациони број узорка рударскоготпада: **47244/21**
6.	Количина рударског отпада од које је извршено узорковање**: сс 10 kg**
7.	Физичко својство отпада: **1. прах** 2. чврста материја 3. вискозна материја 4. паста 5. муљ 6. течна материја 7. гасовита материја 8. остало (прецизирати):

Б. Класификација отпада	
1.	Категорија отпада према Листи категорија отпада (Q листа): **Q16**
2.	Индексни број отпада према Каталогу отпада**: 01 04 99***
3.	Карактер отпада: **Рударски отпад има потенцијал за стварање киселе дренажне воде, у складу са Уредбом о условима и поступку за издавање дозволе за управљање отпадом. као и критеријуми, карактеризација, класификација и пријављивање рударског отпада (Сл. гласник РС бр. 53/2017).**
4.	Y ознака према Листи категорија или сродних типова опасног отпада према њиховој природи или активности којом се стварају (Y листа): -
5.	C ознака према Листи компоненти отпада које га чине опасним (C листа): -
6.	H ознака према Листи карактеристика отпада које га чине опсним (H листа): -
	Напомена: Узорак представља рударски отпад и испитиван је сагласно Уредби о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду (Сл.гл. бр 53/2017).

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

Извештај бр. 47244/21

Подаци о узорку	
Назив отпада: **Рударски отпад са бедема**	
Локација са које је узет узорак: **Узорак је достављен од стране корисника** GPS координате **није примењиво**	
Идентификациони број узорка: **47244/21**	
Узорковање извршио: **није примењиво**	Датум и време: **није примењиво**
Начин и метода узорковања: **није примењиво**	
Датум и време пријема узорка на испитивање: **30.08.2021. у Лабораторију за ХТК Института за рударство и металургију у Бору (ознака корисника Бедем)**	
Остали подаци о узорку (ако је релевантно):	
Напомене:	

Резултати физичко-хемијских испитивања отпада

Ознака узорка		**47244/21**
Опис отпада*	Боја	сива
	Мирис	нема
	Конзистенција	чврсто
	Физичка форма	прах

* Узорци нису испитивани по акредитованим методама

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47244/21

Табела 1. Резултати хемијског испитивања отпада - Испитивање садражаја супстанци у отпаду које су потенцијално штетне

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47244/21**	Гранична вредност[1)]	Ознака методе
Арсен, As	%	0.3989	3	EPA6020A:2007
Никл, Ni		0.01895		
Кадмијум, Cd		0.00256		
Укупно веома токсичних:		**0.42041**		
Бакар, Cu	%	0.15584	25	
Ванадијум, V		0.00291		
Молибден, Mo		0.00015		
Олово, Pb		0.06875		
Хром, Cr		0.02783		
Цинк, Zn		0.2756		
Кобалт, Co		0.0038		
Укупно опасних:		**0.46613**		

[1)] Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 4.

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47244/21

Табела 2. Резултати физичко-хемијских испитивања лужљивости рударског отпада сагласно SRPS EN 12457-2:2008

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47244/21-10 L/kg**	Референтна вредност за неопасан отпад[3)]	Референтна вредност за инертан отпад[4)]	Ознака методе
Садржај у ЕП екстракту (неутрални тест, L/S=10/1)					
Електрична проводљивост	µS/cm	1526	-	-	EPA 120.1*
pH[2)]	-	7.21	6-13	-	SRPS EN 12506*
Антимон, Sb	mg/kg dm	<0.11	0.7	0.06	VMK C.g.2
Арсен, As	mg/kg dm	<0.20	2	0.5	SRPS EN ISO 11885
Баријум, Ba	mg/kg dm	<0.09	100	20	SRPS EN ISO 11885
Бакар, Cu	mg/kg dm	<0.05	50	2	SRPS EN ISO 11885
Кадмијум, Cd	mg/kg dm	<0.08	1	0.04	SRPS EN ISO 11885
Молибден, Mo	mg/kg dm	<0.07	10	0.5	SRPS EN ISO 11885
Никл, Ni	mg/kg dm	1.2	10	0.4	SRPS EN ISO 11885
Олово, Pb	mg/kg dm	<0.20	10	0.5	SRPS EN ISO 11885

[2)] Прилог 7 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), H15 карактеристика отпада

[3), 4)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 2, Параметри за испитивање отпада и процедних вода из депоније неопасног отпада[3)] и инертног отпада[4)]

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47244/21

Табела 2. Резултати физичко-хемијских испитивања лужљивости рударског отпада сагласно SRPS EN 12457-2:2008-наставак

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47244/21-10 L/kg**	Референтна вредност за неопасан отпад[3)]	Референтна вредност за инертан отпад[4)]	Ознака методе
Садржај у ЕП екстракту (неутрални тест, L/S=10/1)					
Селен, Se	mg/kg dm	<0.33	0.5	0.1	SRPS EN ISO 11885
Хром, Cr	mg/kg dm	<0.05	10	0.5	SRPS EN ISO 11885
Цинк, Zn	mg/kg dm	0.65	50	4	SRPS EN ISO 11885
Жива, Hg	mg/kg dm	<0.005	0.2	0.01	VMK C.h.1
Хлориди, Cl^-	mg/kg dm	17	15 000	800	VMK C.đ.1
Флуориди, F^-	mg/kg dm	7.2	150	10	VMK C.đ.1
Сулфати, SO_4^{2-}	mg/kg dm	7 400	20 000	1 000	VMK C.đ.1

[2)] Прилог 7 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), H15 карактеристика отпада

[3), 4)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 2, Параметри за испитивање отпада и процедних вода из депоније неопасног отпада[3)] и инертног отпада[4)]

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47244/21

Табела 3. Резултати физичко-хемијских испитивања токсичности рударског отпада сагласно -TCLP тесту (EPA 1311)

Параметар	Јединица	Измерена вредност / Ознака узорка / **47244/21-TCLP**	Референтна вредност за инертан отпад[5)]	Метода
Садржај у ЕП екстракту (TCLP тест)				
Антимон, Sb	mg/L	<0.011	15	SRPS EN ISO 11885
Арсен, As	mg/L	<0.020	5	
Баријум, Ba	mg/L	0.026	100	
Бакар, Cu	mg/L	<0.005	25	
Кадмијум, Cd	mg/L	0.015	1	
Молибден, Mo	mg/L	<0.007	350	
Никл, Ni	mg/L	0.20	20	
Олово, Pb	mg/L	<0.020	5	
Селен, Se	mg/L	<0.033	1	
Хром, Cr	mg/L	<0.005	5	
Цинк, Zn	mg/L	0.44	250	
Жива, Hg	mg/L	<0.0005	0.2	
Ванадијум, V	mg/L	<0.008	24	

[5)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Листа параметара за испитивање отпада за одлагање, Табела 1 Параметри за испитивање токсичних карактеристика отпада намењеног одлагању

Табела 4. Резултати статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875-XRD анализа

Назив минерала	Хемијска формула минерала	Садржај минерала у узорку (%) **Рударски отпад - бедем 47244/21**
Кварц	SiO_2	24.3
Ортоклас	$KAlSi_3O_8$	45.9
Тремолит	$Ca_2H_2Mg_5O_{24}Si_8$	2.3
Клинохлор	$Mg_5Al_2Si_3O_{18}H_8$	7.5
Мусковит	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	2.7
Калцит	$CaCO_3$	17.3

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47244/21

Табела 5. Резултати статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875

Параметар	Јединица	Рударски отпад - бедем
		Ознака узорка 47244/21
Суви остатак лабораторијског узорка (w_{dr})	%	2.00
Запремина додате деминерализоване воде	ml	90
Концентрација коришћене HCl, c(HCl)	mol/l	1.0
pH у t = 0 пре додавања киселине		8.27
Запремина додате HCl у t=0 ($V_{A, t=0}$)	ml	5
pH после t=22 h пред додавања киселине		2.1
Запремина додате HCl у t=22 h ($V_{A, t=22h}$)	ml	0.2
pH после t=22 h после додавања киселине		2.05
Укупна запремина додате HCl (V_A)	ml	5.2
pH у t = 24 h после додавања воде		2.24
Концентрација коришћене NaOH, c(NaOH)	mol/l	0.1
Запремина NaOH коришћена за титрацију (V_B)	ml	32.05
Садржај сумпора (укупни сумпор) - w_S	(%)	6.12
Карбонатни рејтинг као садржај угљеника (укупни угљеник) CO_3-C	(%)	0.95
Прорачун базиран на садржају укупног сумпора и NP одређеног потрошњом HCl-а		
Киселински потенцијал (AP)	H^+ mol/kg	**3.83**
Киселински потенцијал (AP)	($CaCO_3$) kg/t	191.25
Потенцијал неутрализације (NP)	H^+ mol/kg	0.9975
Потенцијал неутрализације (NP)	($CaCO_3$) kg/t	0.9975
Коефицијент потенцијала неутрализације (NPR)	H^+ mol/kg	**0.26**
Нето неутрализациони потенцијал (NNP)	H^+ mol/kg	-2.83
Нето неутрализациони потенцијал (NNP)	($CaCO_3$) kg/t	**-141.38**

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47244/21

НАПОМЕНА 1: Ако је NPR <1, то значи да нема довољно капацитета да се неутралише сва потенцијално ослобођена киселост. Значајан вишак NP значи да постоји довољан капацитет неутрализације да се неутралише сва потенцијално ослобођена киселина. Теоретски, за NPR > 1 требао би бити довољно да се избегне кисела дренажа. Међутим, брзине реакције могу се разликовати између AP минерала и NP минерала. Различита минералогија и кристална структура такође могу довести до различитих расположивости. Стога постоји низ вредности NPR које ће се тумачити као несигурне.
НАПОМЕНА 2: Иако је NPR приоритетна вредност у прегледу и класификацији минералних отпада, NNP се може користити у интерпретацији резултата испитивања, нпр. даје индикацију колико је резултат осетљив на варијације у NP и AP.

Табела 6. Класификација рударског отпада у односу на потенцијал стварања киселих дренажних вода (ARD потенцијал)[5)]

ARD потенцијал	NNP as kg $CaCO_3$ /ton	NPR као H^+ mol/kg	Класификација
Рударски отпад има потенцијала да генерише киселе дренажне воде	**<-20**	**<1**	**Потенцијал за генерисање киселих дренажних вода је велики, осим ако су сулфиди нереактивни, што захтева додатна испитивања**
Несигурност одређивања да ли рударски отпад има потенцијала да генерише киселе дренажне воде је велики	-20-+20	1-3	Да би се извршила класификација у смислу ARD потенцијала неопходна су додатна истраживања
Рударски отпад не генерише киселе дренажне воде	>20	>3	Не

[5)]EPA 530-R-94-036, Technical Document Acid Mine Drainage Prediction, 1994, MEND Project 1.16.3, 1996

НАПОМЕНА 3: На основу добијених резултата сагласно SRPS EN 15875 базираном на садржају укупног сумпора закључује се следеће:

- **NPR <1 и NNP <-20, Потенцијал за генерисање киселих дренажних вода је велики.**

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

НАПОМЕНА 4: На основу резултата статичког испитивања, према стандардној методи SRPS EN 15875, испитивани рударски отпад из циклона, може се класификовати као рударски отпад, који има потенцијал за стварање АРД.

НАПОМЕНА 5: Испитивање отпада спроводи се сходно Овлашћењу за вршење испитивања отпада, а према Закону о заштити животне средине ("Службени гласник гласник РС", бр. 135/2004-29, 36/2009-144, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018 и 95/2018), Закону о потврђивању базелске конвенције о контроли прекограничног кретања опасних отпада и њиховом одлагању („Сл. лист СРЈ - Међународни уговори", бр. 2/99) и Закону о управљању отпадом (Сл. гласник РС бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018) и Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада ("Службени гласник РС", бр. 56/2010, 93/2019, 39/2021.).

Место и датум завршетка испитивања: Институт за рударство и металургију у Бору 30.09.2021.

Извршио мерења:

Аналитичар:

Др Стефан Ђорђиевски. дипл.хем.

Мр Мирјана Штехарник. дипл.хем.

Ивона Безег Ромић. дипл.инж.технол.

Извештај припремили:

Главни инжењер
Одељења за управљање отпадом

Војка Гардић, дипл.инж.технол.

Координатор ХТК лабораторије

Јелена Петровић, дипл.хем.

Место и датум израде Извештаја:
Институт за рударство и металургију у Бору – Одељење за управљање отпадом 30.09.2021.

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

ИСПИТИВАЊЕ РУДАРСКОГ ОТПАДА

Бор, Септембар 2021

У Институту за рударство и металургију Бор спроведена су испитивања рударског отпада из циклона.

Поступак класификације, карактеризације и испитивања рударског отпада извршена је сагласно Уредби о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду (Сл.гл. бр 53/2017), члан 16, став 2, тачка 2, где се наводи да класификацију рударског отпада треба извршити у складу са посебним прописима за управљање отпадом о категоријама, испитивању и класификацији, посебно у вези са његовим опасним карактеристикама.

У Прилогу 1 (Извештај о испитивању рударског отпада број 47245/21 од 30.09.2021.) класификација рударског отпада дата је у тачки Б, а извршена је сагласно Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог од 2 до 5, а на основу добијених резултата испитивања рударског отпада, како следи:

-**Испитивање садражаја супстанци у отпаду које су потенцијално штетне** за животну средину или здравље људи, а посебно As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V и Zn (Прилог 1, Табела 1) сагласно Уредби 53/2017, члан 2, став 1, тачка 3, а тумачење резултата сагласно Правилнику 56/2010, 93/2019, 39/2021, члан 4. У циљу тумачења резултата рударски отпад је осим што је испитан на укупни садржај наведених елемената, такође испитан и применом XRD анализе. На основу добијених резултата одређује се карактер отпада и уколико је опасан, одређују му се компоненте које га чине опасним (листа С) и особине које га чине опасним (листа Н).

-**Испитивање лужљивости рударског отпада** сагласно стандардној методи SRPS EN12457-2 извршено је у складу са Правилником о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог 10., Листа паремтара за испитивање отпада за одлагање. Резултати испитивања приказани су у Прилогу 1, Табела 2. На основу добијених резултата одређује се да ли се отпад може одложити на депонију опасног, неопасног или инертног отпада и да ли показује Н15 опасну карактеристику.

-**Испитивање токсичности рударског отпада** сагласно стандардној методи EPA 1311 извршено је у складу са Правилником о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог 10., Листа паремтара за испитивање отпада за одлагање. Резултати испитивања приказани су у Прилогу 1, Табела 3. На основу добијених резултата одређује се да ли отпад показује токсичне карактеристике.

-Статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875, а према Уредби 53/2017, члан 2, став 1, тачка 3, одређивање потенцијала неутрализације и киселинског потенцијала рударског отпада, на основу кога се процењује да ли рударски отпад има потенцијала за генерисање киселих рудничких вода (Прилог 1, Табела 4).

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

ПРИЛОГ 1

Извештај о испитивању број 47245/21 од 30.09.2021. године

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

Овлашћење за испитивање
отпада бр. 19-00-00189/2019-06 од 17.06.2019.
издато од Министра за заштиту животне средине

	ИЗВЕШТАЈ О ИСПИТИВАЊУ	
РУДАРСКОГ ОТПАДА У ЦИЉУ ОДЛАГАЊА НА ЈАЛОВИШТЕ		Број: **47245/21** Датум: **30.09.2021.**

Подаци о подносиоцу захтева:			
Назив подносиоца захтева: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**			
Адреса: **Мише Михајловића бр.2, 32313 Рудник**			
Лице за контакт: **Љиљана Обреновић**	Тел:	Факс:	e-mail: ljobrenovic@contangorudnik.rs

А. Општи подаци:	
1.	Назив рударског отпада: **Рударски отпад -косина**
2.	Произвођач рударског отпада: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**
3.	Власник рударског отпада: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**
4.	Опис поступка настанка рударског отпада**: У процесу**
5.	Идентификациони број узорка рударскоготпада: **47245/21**
6.	Количина рударског отпада од које је извршено узорковање**: сс 10 kg**
7.	Физичко својство отпада: **1. прах** 2. чврста материја 3. вискозна материја 4. паста 5. муљ 6. течна материја 7. гасовита материја 8. остало (прецизирати):

Б. Класификација отпада	
1.	Категорија отпада према Листи категорија отпада (Q листа): **Q16**
2.	Индексни број отпада према Каталогу отпада**: 01 04 99***
3.	Карактер отпада: **Рударски отпад има потенцијал за стварање киселе дренажне воде, у складу са Уредбом о условима и поступку за издавање дозволе за управљање отпадом. као и критеријуми, карактеризација, класификација и пријављивање рударског отпада (Сл. гласник РС бр. 53/2017).**
4.	Y ознака према Листи категорија или сродних типова опасног отпада према њиховој природи или активности којом се стварају (Y листа): -
5.	C ознака према Листи компоненти отпада које га чине опасним (C листа): -
6.	H ознака према Листи карактеристика отпада које га чине опсним (H листа): -
	Напомена: Узорак представља рударски отпад и испитиван је сагласно Уредби о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду (Сл.гл. бр 53/2017).

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

Извештај бр. 47245/21

Подаци о узорку	
Назив отпада: **Рударски отпад -косина**	
Локација са које је узет узорак: **Узорак је достављен од стране корисника** GPS координате **није примењиво**	
Идентификациони број узорка: **47245/21**	
Узорковање извршио: **није примењиво**	Датум и време: **није примењиво**
Начин и метода узорковања: **није примењиво**	
Датум и време пријема узорка на испитивање: **30.08.2021. у Лабораторију за ХТК Института за рударство и металургију у Бору (ознака корисника Косина)**	
Остали подаци о узорку (ако је релевантно):	
Напомене:	

Резултати физичко-хемијских испитивања отпада

Ознака узорка		**47245/21**
Опис отпада*	Боја	сива
	Мирис	нема
	Конзистенција	чврсто
	Физичка форма	прах

* Узорци нису испитивани по акредитованим методама

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47245/21

Табела 1. Резултати хемијског испитивања отпада - Испитивање садражаја супстанци у отпаду које су потенцијално штетне

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47245/21**	Гранична вредност[1)]	Ознака методе
Арсен, As	%	0.25861	3	EPA6020A:2007
Никл, Ni		0.02159		
Кадмијум, Cd		0.00168		
Укупно веома токсичних:		**0.28188**		
Бакар, Cu	%	0.02623	25	
Ванадијум, V		0.00313		
Молибден, Mo		0.00020		
Олово, Pb		0.14085		
Хром, Cr		0.03944		
Цинк, Zn		0.17851		
Кобалт, Co		0.00312		
Укупно опасних:		**0.39148**		

[1)] Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 4.

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47245/21

Табела 2. Резултати физичко-хемијских испитивања лужљивости рударског отпада сагласно SRPS EN 12457-2:2008

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47245/21-10 L/kg**	Референтна вредност за неопасан отпад[3)]	Референтна вредност за инертан отпад[4)]	Ознака методе
Садржај у ЕП екстракту (неутрални тест, L/S=10/1)					
Електрична проводљивост	µS/cm	1178	-	-	EPA 120.1*
pH[2)]	-	7.34	6-13	-	SRPS EN 12506*
Антимон, Sb	mg/kg dm	<0.11	0.7	0.06	VMK C.g.2
Арсен, As	mg/kg dm	<0.20	2	0.5	SRPS EN ISO 11885
Баријум, Ba	mg/kg dm	<0.09	100	20	SRPS EN ISO 11885
Бакар, Cu	mg/kg dm	<0.05	50	2	SRPS EN ISO 11885
Кадмијум, Cd	mg/kg dm	<0.08	1	0.04	SRPS EN ISO 11885
Молибден, Mo	mg/kg dm	<0.07	10	0.5	SRPS EN ISO 11885
Никл, Ni	mg/kg dm	0.33	10	0.4	SRPS EN ISO 11885
Олово, Pb	mg/kg dm	<0.20	10	0.5	SRPS EN ISO 11885

[2)] Прилог 7 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), H15 карактеристика отпада

[3), 4)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 2, Параметри за испитивање отпада и процедних вода из депоније неопасног отпада[3)] и инертног отпада[4)]

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47245/21

Табела 2. Резултати физичко-хемијских испитивања лужљивости рударског отпада сагласно SRPS EN 12457-2:2008-наставак

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47245/21-10 L/kg**	Референтна вредност за неопасан отпад[3)]	Референтна вредност за инертан отпад[4)]	Ознака методе
Садржај у ЕП екстракту (неутрални тест, L/S=10/1)					
Селен, Se	mg/kg dm	<0.33	0.5	0.1	SRPS EN ISO 11885
Хром, Cr	mg/kg dm	<0.05	10	0.5	SRPS EN ISO 11885
Цинк, Zn	mg/kg dm	0.58	50	4	SRPS EN ISO 11885
Жива, Hg	mg/kg dm	<0.005	0.2	0.01	VMK C.h.1
Хлориди, Cl^-	mg/kg dm	147	15 000	800	VMK C.đ.1
Флуориди, F^-	mg/kg dm	6.2	150	10	VMK C.đ.1
Сулфати, SO_4^{2-}	mg/kg dm	4 725	20 000	1 000	VMK C.đ.1

[2)] Прилог 7 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), H15 карактеристика отпада

[3), 4)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 2, Параметри за испитивање отпада и процедних вода из депоније неопасног отпада[3)] и инертног отпада[4)]

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47245/21

Табела 3. Резултати физичко-хемијских испитивања токсичности рударског отпада сагласно -TCLP тесту (EPA 1311)

Параметар	Јединица	Измерена вредност / Ознака узорка / **47245/21-TCLP**	Референтна вредност за инертан отпад[5)]	Метода
Садржај у ЕП екстракту (TCLP тест)				
Антимон, Sb	mg/L	<0.011	15	SRPS EN ISO 11885
Арсен, As	mg/L	<0.020	5	
Баријум, Ba	mg/L	0.12	100	
Бакар, Cu	mg/L	0.015	25	
Кадмијум, Cd	mg/L	0.084	1	
Молибден, Mo	mg/L	<0.007	350	
Никл, Ni	mg/L	0.21	20	
Олово, Pb	mg/L	1.06	5	
Селен, Se	mg/L	<0.033	1	
Хром, Cr	mg/L	<0.005	5	
Цинк, Zn	mg/L	3.95	250	
Жива, Hg	mg/L	<0.0005	0.2	
Ванадијум, V	mg/L	<0.008	24	

[5)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Листа параметара за испитивање отпада за одлагање, Табела 1 Параметри за испитивање токсичних карактеристика отпада намењеног одлагању

Табела 4. Резултати статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875-XRD анализа

Назив минерала	Хемијска формула минерала	Садржај минерала у узорку (%) **Рударски отпад - косина 47245/21**
Кварц	SiO_2	22.5
Ортоклас	$KAlSi_3O_8$	48.2
Тремолит	$Ca_2H_2Mg_5O_{24}Si_8$	2.8
Клинохлор	$Mg_5Al_2Si_3O_{18}H_8$	6.9
Мусковит	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	2.5
Калцит	$CaCO_3$	17.1

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47245/21

Табела 5. Резултати статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875

Параметар	Јединица	Рударски отпад - косина
		Ознака узорка 47245/21
Суви остатак лабораторијског узорка (w_{dr})	%	2.00
Запремина додате деминерализоване воде	ml	90
Концентрација коришћене HCl, c(HCl)	mol/l	1.0
pH у t = 0 пре додавања киселине		8.45
Запремина додате HCl у t=0 ($V_{A, t=0}$)	ml	5
pH после t=22 h пред додавања киселине		4.81
Запремина додате HCl у t=22 h ($V_{A, t=22h}$)	ml	1.2
pH после t=22 h после додавања киселине		2.06
Укупна запремина додате HCl (V_A)	ml	6.2
pH у t = 24 h после додавања воде		2.45
Концентрација коришћене NaOH, c(NaOH)	mol/l	0.1
Запремина NaOH коришћена за титрацију (V_B)	ml	16.8
Садржај сумпора (укупни сумпор) - w_S	(%)	6.06
Карбонатни рејтинг као садржај угљеника (укупни угљеник) CO_3-C	(%)	1.77
Прорачун базиран на садржају укупног сумпора и NP одређеног потрошњом HCl-а		
Киселински потенцијал (AP)	H^+ mol/kg	**3.79**
Киселински потенцијал (AP)	($CaCO_3$) kg/t	189.38
Потенцијал неутрализације (NP)	H^+ mol/kg	2.2600
Потенцијал неутрализације (NP)	($CaCO_3$) kg/t	2.26
Коефицијент потенцијала неутрализације (NPR)	H^+ mol/kg	**0.60**
Нето неутрализациони потенцијал (NNP)	H^+ mol/kg	-1.53
Нето неутрализациони потенцијал (NNP)	($CaCO_3$) kg/t	**-76.38**

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47245/21

НАПОМЕНА 1: Ако је NPR <1, то значи да нема довољно капацитета да се неутралише сва потенцијално ослобођена киселост. Значајан вишак NP значи да постоји довољан капацитет неутрализације да се неутралише сва потенцијално ослобођена киселина. Теоретски, за NPR > 1 требао би бити довољно да се избегне кисела дренажа. Међутим, брзине реакције могу се разликовати између AP минерала и NP минерала. Различита минералогија и кристална структура такође могу довести до различитих расположивости. Стога постоји низ вредности NPR које ће се тумачити као несигурне.
НАПОМЕНА 2: Иако је NPR приоритетна вредност у прегледу и класификацији минералних отпада, NNP се може користити у интерпретацији резултата испитивања, нпр. даје индикацију колико је резултат осетљив на варијације у NP и AP.

Табела 6. Класификација рударског отпада у односу на потенцијал стварања киселих дренажних вода (ARD потенцијал)[5)]

ARD потенцијал	NNP as kg $CaCO_3$ /ton	NPR као H^+ mol/kg	Класификација
Рударски отпад има потенцијала да генерише киселе дренажне воде	**<-20**	**<1**	**Потенцијал за генерисање киселих дренажних вода је велики, осим ако су сулфиди нереактивни, што захтева додатна испитивања**
Несигурност одређивања да ли рударски отпад има потенцијала да генерише киселе дренажне воде је велики	-20-+20	1-3	Да би се извршила класификација у смислу ARD потенцијала неопходна су додатна истраживања
Рударски отпад не генерише киселе дренажне воде	>20	>3	Не

[5)]EPA 530-R-94-036, Technical Document Acid Mine Drainage Prediction, 1994, MEND Project 1.16.3, 1996

НАПОМЕНА 3: На основу добијених резултата сагласно SRPS EN 15875 базираном на садржају укупног сумпора закључује се следеће:

- **NPR <1 и NNP <-20, Потенцијал за генерисање киселих дренажних вода је велики.**

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

НАПОМЕНА 4: На основу резултата статичког испитивања, према стандардној методи SRPS EN 15875, испитивани рударски отпад из циклона, може се класификовати као рударски отпад, који има потенцијал за стварање АРД.

НАПОМЕНА 5: Испитивање отпада спроводи се сходно Овлашћењу за вршење испитивања отпада, а према Закону о заштити животне средине ("Службени гласник гласник РС", бр. 135/2004-29, 36/2009-144, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018 и 95/2018), Закону о потврђивању базелске конвенције о контроли прекограничног кретања опасних отпада и њиховом одлагању („Сл. лист СРЈ - Међународни уговори", бр. 2/99) и Закону о управљању отпадом (Сл. гласник РС бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018) и Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада ("Службени гласник РС", бр. 56/2010, 93/2019, 39/2021.).

Место и датум завршетка испитивања: Институт за рударство и металургију у Бору 30.09.2021.

Извршио мерења:

Аналитичар:

Др Стефан Ђорђиевски. дипл.хем.

Мр Мирјана Штехарник. дипл.хем.

Ивона Безег Ромић. дипл.инж.технол.

Извештај припремили:

Главни инжењер
Одељења за управљање отпадом

Војка Гардић, дипл.инж.технол.

Координатор ХТК лабораторије

Јелена Петровић, дипл.хем.

Место и датум израде Извештаја:
Институт за рударство и металургију у Бору – Одељење за управљање отпадом 30.09.2021.

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

ИСПИТИВАЊЕ РУДАРСКОГ ОТПАДА

Бор, Септембар 2021

У Институту за рударство и металургију Бор спроведена су испитивања рударског отпада из циклона.

Поступак класификације, карактеризације и испитивања рударског отпада извршена је сагласно Уредби о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду (Сл.гл. бр 53/2017), члан 16, став 2, тачка 2, где се наводи да класификацију рударског отпада треба извршити у складу са посебним прописима за управљање отпадом о категоријама, испитивању и класификацији, посебно у вези са његовим опасним карактеристикама.

У Прилогу 1 (Извештај о испитивању рударског отпада број 47246/21 од 30.09.2021.) класификација рударског отпада дата је у тачки Б, а извршена је сагласно Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог од 2 до 5, а на основу добијених резултата испитивања рударског отпада, како следи:

-**Испитивање садражаја супстанци у отпаду које су потенцијално штетне** за животну средину или здравље људи, а посебно As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V и Zn (Прилог 1, Табела 1) сагласно Уредби 53/2017, члан 2, став 1, тачка 3, а тумачење резултата сагласно Правилнику 56/2010, 93/2019, 39/2021, члан 4. У циљу тумачења резултата рударски отпад је осим што је испитан на укупни садржај наведених елемената, такође испитан и применом XRD анализе. На основу добијених резултата одређује се карактер отпада и уколико је опасан, одређују му се компоненте које га чине опасним (листа С) и особине које га чине опасним (листа Н).

-**Испитивање лужљивости рударског отпада** сагласно стандардној методи SRPS EN12457-2 извршено је у складу са Правилником о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог 10., Листа паремтара за испитивање отпада за одлагање. Резултати испитивања приказани су у Прилогу 1, Табела 2. На основу добијених резултата одређује се да ли се отпад може одложити на депонију опасног, неопасног или инертног отпада и да ли показује Н15 опасну карактеристику.

-**Испитивање токсичности рударског отпада** сагласно стандардној методи EPA 1311 извршено је у складу са Правилником о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Прилог 10., Листа паремтара за испитивање отпада за одлагање. Резултати испитивања приказани су у Прилогу 1, Табела 3. На основу добијених резултата одређује се да ли отпад показује токсичне карактеристике.

-Статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875, а према Уредби 53/2017, члан 2, став 1, тачка 3, одређивање потенцијала неутрализације и киселинског потенцијала рударског отпада, на основу кога се процењује да ли рударски отпад има потенцијала за генерисање киселих рудничких вода (Прилог 1, Табела 4).

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

ПРИЛОГ 1

Извештај о испитивању број 47246/21 од 30.09.2021. године

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

Овлашћење за испитивање
отпада бр. 19-00-00189/2019-06 од 17.06.2019.
издато од Министра за заштиту животне средине

	ИЗВЕШТАЈ О ИСПИТИВАЊУ	
РУДАРСКОГ ОТПАДА У ЦИЉУ ОДЛАГАЊА НА ЈАЛОВИШТЕ		Број: **47246/21** Датум: **30.09.2021.**

Подаци о подносиоцу захтева:			
Назив подносиоца захтева: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**			
Адреса: **Мише Михајловића бр.2, 32313 Рудник**			
Лице за контакт: **Љиљана Обреновић**	Тел:	Факс:	e-mail: ljobrenovic@contangorudnik.rs

А. Општи подаци:	
1.	Назив рударског отпада: **Рударски отпад -GIN 200**
2.	Произвођач рударског отпада: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**
3.	Власник рударског отпада: **РУДНИК И ФЛОТАЦИЈА ДОО РУДНИК**
4.	Опис поступка настанка рударског отпада**: У процесу**
5.	Идентификациони број узорка рударскоготпада: **47246/21**
6.	Количина рударског отпада од које је извршено узорковање**: сс 10 kg**
7.	Физичко својство отпада: **1. прах** 2. чврста материја 3. вискозна материја 4. паста 5. муљ 6. течна материја 7. гасовита материја 8. остало (прецизирати):

Б. Класификација отпада	
1.	Категорија отпада према Листи категорија отпада (Q листа): **Q16**
2.	Индексни број отпада према Каталогу отпада**: 01 04 99**
3.	Карактер отпада: **Рударски отпад има потенцијал за стварање киселе дренажне воде, у складу са Уредбом о условима и поступку за издавање дозволе за управљање отпадом. као и критеријуми, карактеризација, класификација и пријављивање рударског отпада (Сл. гласник РС бр. 53/2017). Резултати испитивања рударског отпада према стандардној методи SRPS EN 15875 (Табела 6, Напомена 3 и 4), као иSRPS EN 12457-2 и EPA 1311 и упоређују се са граничном вредношћу датом у Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021) класификовао рударски отпад као опасан отпад без карактеристика токсичности.**
4.	Y ознака према Листи категорија или сродних типова опасног отпада према њиховој природи или активности којом се стварају (Y листа): -
5.	C ознака према Листи компоненти отпада које га чине опасним (C листа): -
6.	H ознака према Листи карактеристика отпада које га чине опсним (H листа): -
	Напомена: Узорак представља рударски отпад и испитиван је сагласно Уредби о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду (Сл.гл. бр 53/2017).

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

Извештај бр. 47246/21

Подаци о узорку	
Назив отпада: **Рударски отпад -GIN 200**	
Локација са које је узет узорак: **Узорак је достављен од стране корисника** GPS координате **није примењиво**	
Идентификациони број узорка: **47246/21**	
Узорковање извршио: **није примењиво**	Датум и време: **није примењиво**
Начин и метода узорковања: **није примењиво**	
Датум и време пријема узорка на испитивање: **30.08.2021. у Лабораторију за ХТК Института за рударство и металургију у Бору (ознака корисника Косина)**	
Остали подаци о узорку (ако је релевантно):	
Напомене:	

Резултати физичко-хемијских испитивања отпада

Ознака узорка		**47246/21**
Опис отпада*	Боја	сива
	Мирис	нема
	Конзистенција	чврсто
	Физичка форма	комади

* Узорци нису испитивани по акредитованим методама

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
Зелени булевар 35, п.ф.152
19210 Бор, Србија

MINING AND METALLURGY INSTITUTE BOR
35 Zeleni bulevar, POB 152
19210 Bor, Serbia

Тел: +381 (0) 30-436-826 *Фах: +381 (0) 30-435-175 * E-mail:institut@irmbor.co.rs

ПИБ : 100627146 * МБ : 07130279 *Жиро рачун: 160 – 42434 - 38

Извештај бр. 47246/21

Табела 1. Резултати хемијског испитивања отпада - Испитивање садражаја супстанци у отпаду које су потенцијално штетне

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47246/21**	Гранична вредност[1)]	Ознака методе
Арсен, As	%	0.03166	3	EPA6020A:2007
Никл, Ni		0.087		
Кадмијум, Cd		<0.00002		
Укупно веома токсичних:		**0.11866**		
Бакар, Cu	%	0.00669	25	
Ванадијум, V		0.00609		
Молибден, Mo		<0.00001		
Олово, Pb		0.00086		
Хром, Cr		0.11567		
Цинк, Zn		0.00039		
Кобалт, Co		0.000432		
Укупно опасних:		**0.130132**		

[1)] Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 4.

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47246/21

Табела 2. Резултати физичко-хемијских испитивања лужљивости рударског отпада сагласно SRPS EN 12457-2:2008

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47246/21-10 L/kg**	Референтна вредност за неопасан отпад[3)]	Референтна вредност за опасан отпад[4)]	Ознака методе
Садржај у ЕП екстракту (неутрални тест, L/S=10/1)					
Електрична проводљивост	µS/cm	233	-	-	EPA 120.1*
pH[2)]	-	9.07	6-13	-	SRPS EN 12506*
Антимон, Sb	mg/kg dm	<0.11	0.7	5	VMK C.g.2
Арсен, As	mg/kg dm	**10.9**	2	25	SRPS EN ISO 11885
Баријум, Ba	mg/kg dm	<0.09	100	300	SRPS EN ISO 11885
Бакар, Cu	mg/kg dm	0.51	50	100	SRPS EN ISO 11885
Кадмијум, Cd	mg/kg dm	<0.08	1	5	SRPS EN ISO 11885
Молибден, Mo	mg/kg dm	<0.07	10	30	SRPS EN ISO 11885
Никл, Ni	mg/kg dm	<0.07	10	40	SRPS EN ISO 11885
Олово, Pb	mg/kg dm	<0.20	10	50	SRPS EN ISO 11885

[2)] Прилог 7 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), H15 карактеристика отпада

[3), 4)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл гл РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 2, Параметри за испитивање отпада и процедних вода из депоније неопасног отпада[3)] и опасног отпада[4)]

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47246/21

Табела 2. Резултати физичко-хемијских испитивања лужљивости рударског отпада сагласно SRPS EN 12457-2:2008-наставак

Параметар	Јединица	Нађена вредност Ознака узорка **47246/21-10 L/kg**	Референтна вредност за неопасан отпад[3)]	Референтна вредност за опасан отпад[4)]	Ознака методе
Садржај у ЕП екстракту (неутрални тест, L/S=10/1)					
Селен, Se	mg/kg dm	<0.33	0.5	7	SRPS EN ISO 11885
Хром, Cr	mg/kg dm	0.05	10	70	SRPS EN ISO 11885
Цинк, Zn	mg/kg dm	<0.05	50	200	SRPS EN ISO 11885
Жива, Hg	mg/kg dm	<0.005	0.2	2	VMK C.h.1
Хлориди, Cl^-	mg/kg dm	223	15 000	25 000	VMK C.đ.1
Флуориди, F^-	mg/kg dm	2.9	150	500	VMK C.đ.1
Сулфати, SO_4^{2-}	mg/kg dm	160	20 000	50 000	VMK C.đ.1

[2)] Прилог 7 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), H15 карактеристика отпада

[3), 4)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), члан 2, Параметри за испитивање отпада и процедних вода из депоније неопасног отпада[3)] и опасног отпада[4)]

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47246/21

Табела 3. Резултати физичко-хемијских испитивања токсичности рударског отпада сагласно -TCLP тесту (EPA 1311)

Параметар	Јединица	Измерена вредност Ознака узорка **47246/21-TCLP**	Референтна вредност за инертан отпад[5)]	Метода
Садржај у ЕП екстракту (TCLP тест)				
Антимон, Sb	mg/L	<0.011	15	SRPS EN ISO 11885
Арсен, As	mg/L	0.12	5	
Баријум, Ba	mg/L	0.15	100	
Бакар, Cu	mg/L	0.016	25	
Кадмијум, Cd	mg/L	<0.008	1	
Молибден, Mo	mg/L	<0.007	350	
Никл, Ni	mg/L	0.45	20	
Олово, Pb	mg/L	<0.020	5	
Селен, Se	mg/L	<0.033	1	
Хром, Cr	mg/L	0.030	5	
Цинк, Zn	mg/L	0.041	250	
Жива, Hg	mg/L	<0.0005	0.2	
Ванадијум, V	mg/L	<0.008	24	

[5)] Прилог 10 Правилника о категоријама, испитивању и класификацији отпада (Сл. гл. РС 56/2010, 93/2019, 39/2021), Листа параметара за испитивање отпада за одлагање, Табела 1 Параметри за испитивање токсичних карактеристика отпада намењеног одлагању

Табела 4. Резултати статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875-XRD анализа

Назив минерала	Хемијска формула минерала	Садржај минерала у узорку (%) **Рударски отпад – GIN 200** **47246/21**
Кварц	SiO_2	9.8
Албит	$NaAlSi_3O_8$	19.5
Тремолит	$Ca_2H_2Mg_5O_{24}Si_8$	22
Клинохлор	$Mg_5Al_2Si_3O_{18}H_8$	17.7
Мусковит	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	20.6
Пирофилит	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$	10.4

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47246/21

Табела 5. Резултати статичко испитивање рударског отпада сагласно стандардној методи SRPS EN15875

Параметар	Јединица	Рударски отпад – GIN 200
		Ознака узорка 47246/21
Суви остатак лабораторијског узорка (w_{dr})	%	2.00
Запремина додате деминерализоване воде	ml	90
Концентрација коришћене HCl, c(HCl)	mol/l	1.0
pH у t = 0 пре додавања киселине		9.52
Запремина додате HCl у t=0 ($V_{A, t=0}$)	ml	1.5
pH после t=22 h пред додавања киселине		2.39
Запремина додате HCl у t=22 h ($V_{A, t=22h}$)	ml	0.7
pH после t=22 h после додавања киселине		2.09
Укупна запремина додате HCl (V_A)	ml	2.2
pH у t = 24 h после додавања воде		2.23
Концентрација коришћене NaOH, c(NaOH)	mol/l	0.1
Запремина NaOH коришћена за титрацију (V_B)	ml	18.9
Садржај сумпора (укупни сумпор) - w_S	(%)	0.58
Карбонатни рејтинг као садржај угљеника (укупни угљеник) CO_3-C	(%)	0.06
Прорачун базиран на садржају укупног сумпора и NP одређеног потрошњом HCl-а		
Киселински потенцијал (AP)	H^+ mol/kg	**0.36**
Киселински потенцијал (AP)	($CaCO_3$) kg/t	18.13
Потенцијал неутрализације (NP)	H^+ mol/kg	0.1550
Потенцијал неутрализације (NP)	($CaCO_3$) kg/t	0.155
Коефицијент потенцијала неутрализације (NPR)	H^+ mol/kg	**0.43**
Нето неутрализациони потенцијал (NNP)	H^+ mol/kg	-0.21
Нето неутрализациони потенцијал (NNP)	($CaCO_3$) kg/t	**-10.38**

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Извештај бр. 47246/21

НАПОМЕНА 1: Ако је NPR <1, то значи да нема довољно капацитета да се неутралише сва потенцијално ослобођена киселост. Значајан вишак NP значи да постоји довољан капацитет неутрализације да се неутралише сва потенцијално ослобођена киселина. Теоретски, за NPR > 1 требао би бити довољно да се избегне кисела дренажа. Међутим, брзине реакције могу се разликовати између AP минерала и NP минерала. Различита минералогија и кристална структура такође могу довести до различитих расположивости. Стога постоји низ вредности NPR које ће се тумачити као несигурне.
НАПОМЕНА 2: Иако је NPR приоритетна вредност у прегледу и класификацији минералних отпада, NNP се може користити у интерпретацији резултата испитивања, нпр. даје индикацију колико је резултат осетљив на варијације у NP и AP.

Табела 6. Класификација рударског отпада у односу на потенцијал стварања киселих дренажних вода (ARD потенцијал)[5)]

ARD потенцијал	NNP as kg $CaCO_3$ /ton	NPR као H^+ mol/kg	Класификација
Рударски отпад има потенцијала да генерише киселе дренажне воде	<-20	**<1**	**Потенцијал за генерисање киселих дренажних вода је велики, осим ако су сулфиди нереактивни, што захтева додатна испитивања**
Несигурност одређивања да ли рударски отпад има потенцијала да генерише киселе дренажне воде је велики	**-20÷+20**	1-3	**Да би се извршила класификација у смислу ARD потенцијала неопходна су додатна истраживања**
Рударски отпад не генерише киселе дренажне воде	>20	>3	Не

[5)]EPA 530-R-94-036, Technical Document Acid Mine Drainage Prediction, 1994, MEND Project 1.16.3, 1996

НАПОМЕНА 3: На основу добијених резултата сагласно SRPS EN 15875 базираном на садржају укупног сумпора закључује се следеће:

- **NPR <1 и NNP -20÷+20, Да би се извршила класификација у смислу ARD потенцијала неопходна су додатна истраживања.**

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

НАПОМЕНА 4: На основу резултата статичког испитивања, према стандардној методи SRPS EN 15875, испитивани рударски отпад из циклона, може се класификовати као рударски отпад, који има потенцијал за стварање АРД.

НАПОМЕНА 5: Испитивање отпада спроводи се сходно Овлашћењу за вршење испитивања отпада, а према Закону о заштити животне средине ("Службени гласник гласник РС", бр. 135/2004-29, 36/2009-144, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018 и 95/2018), Закону о потврђивању базелске конвенције о контроли прекограничног кретања опасних отпада и њиховом одлагању („Сл. лист СРЈ - Међународни уговори", бр. 2/99) и Закону о управљању отпадом (Сл. гласник РС бр. 36/2009, 88/2010, 14/2016 и 95/2018) и Правилнику о категоријама, испитивању и класификацији отпада ("Службени гласник РС", бр. 56/2010, 93/2019, 39/2021.).

Место и датум завршетка испитивања: Институт за рударство и металургију у Бору 30.09.2021.

Извршио мерења:

Аналитичар:

Др Стефан Ђорђиевски. дипл.хем.

Мр Мирјана Штехарник. дипл.хем.

Ивона Безег Ромић. дипл.инж.технол.

Извештај припремили:

Главни инжењер
Одељења за управљање отпадом

Војка Гардић, дипл.инж.технол.

Координатор ХТК лабораторије

Јелена Петровић, дипл.хем.

Место и датум израде Извештаја:
Институт за рударство и металургију у Бору – Одељење за управљање отпадом 30.09.2021.

Документ се може репродуковати и умножавати искључиво у целости

Dodatak V

IZVOD IZ PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM

1.1. Vrste, karakter, količine otpada o kategorije deponija

U Rudniku „Rudnik“ se generišu dve vrste rudarskog otpada:

1. **Flotacijska jalovina (neopasan otpad),**
2. **Jamski nemineralizovani otpad (neopasan otpad),**

U tabelama 1 i 2 dati su rezultati karakterizacije rudarskog otpada koji se generiše u rudniku „Rudnik“.

Tabela 1 Indeksni broj flotacijske jalovine i oznake prema listama otpada

Otpad	Indeksni broj prema Katalogu otpada	Liste otpada					Klasifikacija otpada
		Q Kategorija otpada	C Komponente otpada koje ga čine opasnim	Y Otpadi koji sadrže:	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
Flotacijska jalovina	01 04 99	Q11	-	-	-	D1/-	Neopasni otpad
Grupa	01 - Rudarstvo	Ostaci od ekstrakcije i prerade sirovina (npr. otpad iz rudarstva, naftne isplake i dr.)				Deponovanje otpada u zemljište ili na zemljište (npr. deponije i dr.)	
Podgrupa	04 - Otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu industriju						
Kod	99 - Otpadi koji nisu drugačije specificirani						

Tabela 2 Indeksni broj nemineralizovanog jamskog otpada i oznake prema listama otpada

<table>
<tr><th rowspan="2">Otpad</th><th rowspan="2">Indeksni broj prema Katalogu otpada</th><th colspan="5">Liste otpada</th><th rowspan="2">Klasifikacija otpada</th></tr>
<tr><th>Q
Kategorija otpada</th><th>C
Komponente otpada koje ga čine opasnim</th><th>Y
Otpadi koji sadrže:</th><th>H
Karakteristike otpada koje ga čine opasnim</th><th>D/R
Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja</th></tr>
<tr><td>Nemineralizovana jamska jalovina</td><td>01 01 02</td><td>Q16</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>D1/-</td><td rowspan="4">Neopasni otpad</td></tr>
<tr><td>Grupa</td><td>01 - Rudarstvo</td><td rowspan="3">Bilo koji drugi materijali, materije ili proizvodi koji nisu obuhvaćeni u gore navedenim kategorijama</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">Deponovanje otpada u zemljište ili na zemljište (npr. deponije i dr.)</td></tr>
<tr><td>Podgrupa</td><td>01 – otpad od iskopavanja minerala</td></tr>
<tr><td>Kod</td><td>02 - otpad od iskopavanja minerala za obojenu metalurgiju</td></tr>
</table>

U tabeli 3 su date predložene kategorije flotacijskog jalovišta i odlagališta jamske jalovine u okviru Plana upravljanja rudarskim otpadom.

Tabela 3. Predložene kategorije deponija rudarskog otpada

Naziv deponije	Kategorija prema posledicama udesa	Kategorija prema karakteru otpada	Kategorija prema sadržaju opasnih supstanci u otpadu
Flotacijsko jalovište	**Kategorija A**	**Van kategorije A**	**Kategorija A**
Odlagalište GIN-200	**Van kategorije A**	**Van kategorije A**	**Van kategorije A**

U tabeli 4 date su projektovane količine flotacijske jalovine koja se generiše u Rudniku „Rudnik“.

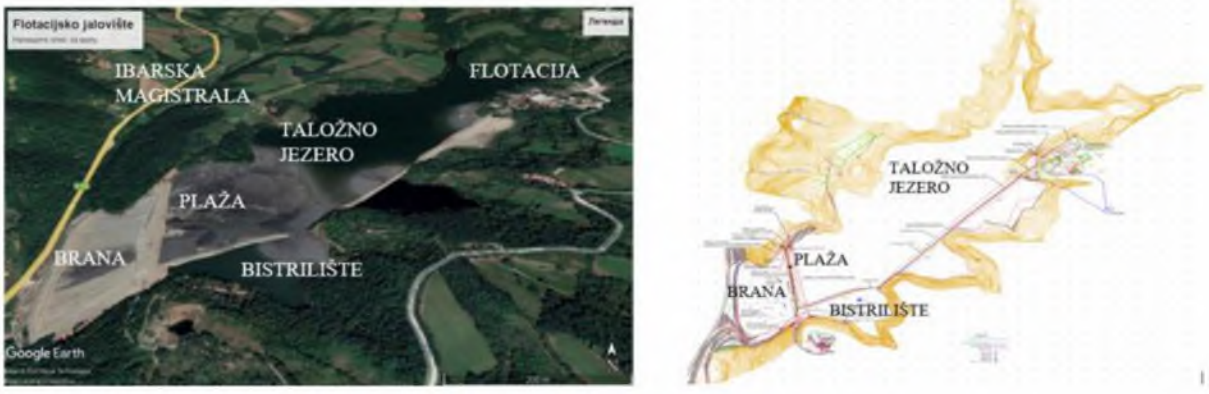
Tabela 4. Projektovane količine flotacijske jalovine

GODINA	2025.	2026.	2027.	2028.	2029.	2030.
Ruda polimetalična, t	226,000	226,000	226,000	226,000	226,000	226,000
Ruda bakarna, t	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000	60,000
Ukupno ruda, t	286,000	286,000	286,000	286,000	286,000	286,000
Koncentrat Pb, t	6,022	6,115	5,854	6,022	6,022	6,022
Koncentrat Zn, t	7,009	7,670	6,645	6,500	6,500	6,500
Koncentrat Cu, t	3,111	3,361	2,298	2,200	2,200	2,200
Ukupno koncentrat, t	16,143	17,146	14,797	14,722	14,722	14,722
JALOVINA, t	**269,857**	**268,854**	**271,203**	**271,278**	**271,278**	**271,278**
Jalovina, m^3	**168,661**	**168,034**	**169,502**	**169,549**	**169,549**	**169,549**

Količine jalovine koje se izdvajaju zavise od faze radova u jami, a godišnje količine koje se deponuju na odlagalištu „GIN-200“ su oko 30.000 tona. Trenutno je na odlagalištu odloženo oko 42.000 tone jalovine.

1.2. Odlaganje rudarskog otpada

Flotacijska jalovina se odlaže na flotacijskom jalovištu rudnika „Rudnik“. Flotacijsko jalovište je formirano u dolini Zlokućanskog potoka, tj. uzvodno od njegovog ušća u Rudnički potok i proteže se sve do ušća Mezulanskog potoka, odnosno u dužini od oko 1km uzvodno od Rudničkog potoka. Brana br. 9 flotacijskog jalovišta, odnosno nožica brane nalazi se neposredno do magistralnog puta M22 Beograd – Čačak (deo Ibarske magistrale), protežući se gotovo paralelno sa putem. Jalovište je formirano iz više faza uz izgradnju ukupno devet jalovišnig brana. Poslednja u nizu (brana br.9) trenutno predstavlja jalovišnu branu i njenom izgradnjom i nadvišenjima prekrivene su sve prethodne brane i pripadajuća odlagališta jalovine iz prethodnog perioda, te jalovište dobija sadašnji oblik. Situacioni prikaz i aktuleno stanje flotacijskog jalovišta dato je na slici 1.



Slika 1. Situacioni prikaz i aktuelno stanje flotacijskog jalovišta

Definitivna jalovina iz pogona flotacije odlazi gravitacijski preko cevovoda unutrašnjeg prečnika D=250mm do pumpne stanice jalovine locirane ispod platoa flotacije. U pumpnoj stanici je instalirana muljna centrifugalna pumpa „Lemind" RPM 200/150 sa snagom elektromotora 30kW. Preko ove pumpe i pulpovoda jalovine izrađenog od tvrdog polietilena PE100 PN6 unutrašnjeg prečnika D=140mm flotacijska jalovina se transportuje sve do krajnje tačke na kojoj se vrši ispuštanje, tj. nešto iza desne ivice krune brane br.9. odnosno prema prevoju na desnoj obali jalovišta.

Sam cevovod jalovine položen je na transportnom nasipu izgrađenom na levoj strani jalovišta od peska hidrociklona koji praktično odseca tri manja dela akumulacionog prostora sa leve strane, pri čemu je u trećem (najudaljeniji od pogona flotacije) smešten sigurnosni prelivni organ. Ovaj akumulacioni prostor služi za dodatno bistrenje vode iz jalovišnog jezera. Na delu između tzv. bistrilišta i druge uvale (iza zagata 2) nasip je razdvojen drvenim mostom usled neophodnosti povezivanja taložnog jezera jalovišta i bistrilišta, odnosno dela taložnog jezera u kome se nalazi prelivni organ jalovišta. Nasip je izrađen radi polaganja pulpovoda i paralelno sa nadvišenjem brane vrši se prema potrebi i nadvišavanje nasipa i drvenog mosta. Samim tim ovaj nasip se može smatrati transportnim nasipom. U periodima kada se vrši nadvišenje brane br.9 i transportnog nasipa vrši se cikloniranje sve jalovine pri čemu se pesak ugrađuje u branu br.9 odnosno nasip dok se preliv upušta u jalovište na način koji omogućava usmeravanje taložnog jezera uzvodno, prema objektima flotacije ne ugrožavajući pri tom neophodnu vezu između taložnog jezera i tzv. bistrilišta u kome je lociran sigurnosni prelivni organ. Istakanje jalovine se, prema tome, vrši sa transportnog nasipa i krune brane br. 9. U periodima kada nema potrebe za peskom hidrociklona vrši se slobodno istakanje jalovine – na „pravac".

Za cikloniranje jalovine koriste se dva identična hidrociklona prečnika D=500mm pri čemu je jedan namenjen radovima na nadvišenju brane dok je drugi rezervisan za nadvišenje transportnog nasipa. U radu je uvek samo jedan hidrociklon. Nadvišenje jalovišne brane br. 9 na flotacijskom jalovištu izvršeno je u svemu u skladu sa važećim Glavnim projektom Energoprojekta iz 1985. god. (uz ugradnju kosog filterskog sloja I glinenog ekrana sa nizvodne strane), a prema kojem se završna kota krune brane nalazi na K+495mnv uz krajnju dužinu po osi krune od 324m. Dodatni akumulacioni prostor jalovišta formiraće se nadvišenjem postojeće brane br. 9 flotacijskog jalovišta od kote K+495,00mnv do završne kote K+500,0mnv, izgradnjom bočnog nasipa na desnom boku jalovišta na prevoju tzv. "sedlu" u dužini od oko 60m, od kote K+498,5mnv do K+500,0mnv, nadvišenjem postojećeg transportnog nasipa do kote K+500,00mnv uz produženje istog u zoni platoa flotacije u kasnijoj fazi eksploatacije i prema opštim uslovima na jalovištu kao i izgradnjom zaštitnog nasipa na obodu bistrilišta do kote K+500,00mnv.

Nadvišenje brane br 9 vrši se nastupnom metodom od peska hidrociklona uz ugradnju kosog filterskog drenažnog sloja, sa tom razlikom što se umesto vodozaptivne zone od gline ovim projektom predviđa ugradnja vododržive folije-geo membrane. Parametri brane su: nagib unutrašnje kosine 1:1,5; nagib spoljašnje kosine: 1:3 i širina krune brane na K+500,0mnv B=17m. Bočni nasip na desnom boku jalovišta (BN) praktično predstavlja zaštitni nasip na prevoju koji se gradi u slučaju nailaska velikih voda i samo u tom slučaju će biti u kontaktu sa vodom iz jalovišta. Bočni nasip se gradi od ciklonskog peska uz sledeću geometriju: nagib unutrašnje kosine: 1:3; nagib spoljašnje kosine: 1:3; širina krune na završnoj koti B=10m.

Na rudniku „Rudnik" postoji jedna aktivna deponija **jamskog otpada** „GIN-200", slika 2. GIN-200 je klasično rudarsko odlagalište formirano u dolini Cvetića potoka preko kojeg se slivne vode sa okolnih terena usmeravaju u flotacijsko jalovište. Jalovina se do platoa na najvišoj koti (556 mnm) dovozi kamionima, tu se kipa, a potom se povremeno buldozerima razgrće na formiranu kosinu. Ukupno raspoloživi prostor na ovoj kipi je 70.000 m^3.



Slika 2. Odlagalište jamske jalovine GIN-200: Situacija (levo), Google Earth prikaz (desno)

1.3. Metodologija kontrole sastava rudarskog otpada

Procedura kontrole sastava rudarskog otpada prema srpskoj zakonskoj regulativi obično podrazumeva sledeće korake:

1. Identifikacija otpada

- Vrši se identifikacija vrste rudarskog otpada na osnovu dela procesa aktivnosti u toku eksploatacije I pripreme mineralnih sirovina.

2. Uzimanje uzoraka

- Uzorkovanje rudarskog otpada mora se izvesti u skladu sa standardnim metodama, uz propisane sigurnosne mere. Uzorci se uzimaju s različitih tačaka deponije kako bi se dobila reprezentativna slika celokupnog materijala. Tehnike uzorkovanja mogu biti probabilističke I neprobabilističke. Za odabir adekvatne tehnike, uzimaju se obzir sledeći standardi:
    - SRPS CEN/TR 15310-1:2009 - Karakterizacija otpada-Uzimanje uzoraka otpada-Deo 1: Smernice za izbor i primenu kriterijuma za uzimanje uzoraka pod razliitim uslovima.
    - SRPS CEN/TR 15310-2:2009Karakterizacija otpada-Uzimanje uzoraka otpada-Deo 2: Smernice za tehnike uzimanja uzoraka.
    - SRPS CEN/TR 15310-3:2009 - Karakterizacija otpada-Uzimanje uzoraka otpada-Deo3: Smernice za postupka uzimanja poduzorka na terenu.
    - SRPS CEN/TR 15310-4:2009 - Karakterizacija otpada-Uzimanje uzoraka otpada-Deo4: Smernice za postupke pakovanja, skladištenja, zaštite, transporta i isporuke uzoraka

- SRPS CEN/TR 15310-5:2009 - Karakterizacija otpada-Uzimanje uzoraka otpada-Deo 5: Smernice za izradu plana uzimanja uzoraka

3. Analiza rudarskog otpada

- Analize rudarskog otpada za potrebe određivanja karaktera otpada obuhvataju:
  - **Fizičko-mehaničke analize** – granulometrijski sastav, plastičnost, gustina, sadržaj vode, stepen zbijenosti, napon smicanja, ugao unutrašnjeg trenja, propustljivost, koeficijent poroznosti, stišljivost i konsolidacija.
  - **Silikatna analiza** ukazuje na građu jalovine.
  - **Učešće mikroelemenata** u građi jalovine ukazuje na moguće probleme ukoliko se ti elementi nalaze u obliku koji je rastvorljiv.
  - **Analiza učešća toksičnih i opasnih elemenata** je direktno usmerena na građu jalovine i treba da ukaže da li u građi ima elemenata koji mogu da uslove neko od štetnih svojstava otpada.
  - **Testovi izluživanja** su laboratorijski testovi koji simulacijom ekstremnih uslova treba da u kratkom vremenu izvođenja testa pokažu šta će se događati tokom dugotrajnog (ili trajnog) odležavanja jalovine na deponiji.
  - Utvrđivanje **kiselinskog i neutralizacionog potencijala**. Polazi se od činjenice da su rudarske jalovine konglomerati dobro usitnjenih (otvorenih) mineralnih sirovina, od kojih neke teže rastvaranju i odlikuju se proizvodnjom kiselina (izražen kiselinski potencijal), a druge potrošnjom tih kiselina (izražen neutralizacioni potencijal).
  - Određivanje **mineraloškog sastava jalovina**. Mineralni sastav jalovine treba da potvrdi hemijske analize s obzirom da se teoretski zna ponašanje većine minerala u različitim sredinama (kiselim, baznim, neutralnim).
  - **Testovi izluživanja** su obavezni za procenu potencijalnog zagađenja podzemnih voda.
- Frekvencija analiza:
  - Uzorkovanje flotacijske jalovina se vrši svakodnevno pomoću automatskog uzimača uzoraka koji vrši determinaciju elemenata u uzorcima. Cilj ovog uzorkovanja je prvenstveno radi praćenja iskorišćenja I kvaliteta koncentrata, I radi izrade bilansa, ali nužno daje I ulazne podatke za potrebe karakterizacije otpada.
  - Uzorkovanje svih vrsta rudarskog otpada radi karakterizacije otpada se vrši prilikom svake promene režima aktivnosti prilikom eksploatacije rude, pripreme mineralnih sirovina, tehnologije odlaganja, povećanja kapaciteta eksploatacije I prerade.

4. Klasifikacija otpada

- Na osnovu rezultata analiza, otpad se klasifikuje opasni, neopasni I inertni. Rudarski otpad se po pravilu klasifikuje isključivo na opasni/neopasni.

5. Izveštavanje i dokumentacija

- Sastavljaju se izveštaji o rezultatima analiza koji se dostavljaju nadležnim institucijama. Kako je zakonska obaveza Operatera da redovno izrađuje I ažurira Plan upravljanja

rudarskim otpadom, ovi izveštaji, kao podrazumevana dokumentacija u okviru Plana, se redovno dostavljaju Ministarstvu rudarstva I energetike.

6. Praćenje i monitoring

- Redovan monitoring deponija otpada kako bi se osiguralo da nema negativnog uticaja na okolinu. Monitoring uključuje redovne kontrole i eventualne dodatne analize ako se sumnja na promene u sastavu otpada. Monitoring obuhvata:
    - svakodnevna vizuelna osmatranja pojava i događanja na jalovištu i u bliskom okruženju,
    - specijalistička merenjima parametara bitnih za procenu stanja, i
    - periodičnu izradu studija, izveštaja, ekspertiza i elaborata kojima se proučava stanje i na stručna način razrešava problem uočen vizuelnim osmatranjima i specijalističkim merenjima.

Podloge za uzorkovanje deponija:

- Fizičke, hemijske i mineraloške karakteristike:
    - Topografija terena (deponije i okoline)
    - Lokalni i regionalni geološki uslovi terena
    - Hemijski i mineraloški sastav rude
- Hidrološki:
    - Lokalni i regionalni hidrološki podaci (precipitacija, evapotranspiracija, nivo jezera, proticaj vodotokova, kvalitet vode...
    - Lokalni i regionalni hidrogeološki podaci o nivoima i kvalitetu podzemnih voda.
    - Meteorološki
    - Klimatski podaci o temperaturi, brzini i učestalosti vetrova
    - Kvalitet vazduha
- Operativni:
    - Podaci o pripremi rude, posebno: reagensni režim, kvalitet rude, proizvodne stope, tretiranje efluenata...
    - Istorijski podaci o odlaganju otpada, posebno: mesta istakanja, revegetacija...
    - Hemijske i fizičke karakteristike dekantiranog dela hidromešavine.

Prilikom određivanja lokacija uzorkovanja treba uzeti u obzir da uzorci moraju biti reprezentativni. Uzorke treba uzeti vertikalno i horizontalno duž čitave deponije kako bi se dobila što realnija slika o varijabilitetu u karakteristikama zrna. Ukoliko se primenjuje hidrauličko deponovanje, treba uzeti u obzir proces segregacije koji se odigrava u okviru deponije. Takođe, treba uzeti u obzir promenu mesta istakanja pulpe, eventualne promene u odnosu Č:T i promene u uslovima odlaganja usled smene godišnjeg doba i vremenskih uslova. Iako je otpad unutar deponija izrazito heterogen, odabir reprezentativnog uzorka ne bi trebalo da bude problematičan ukoliko se barata svim relevantnim podacima o režimu deponovanja u proteklom periodu. Međutim, ako ovi podaci nisu poznati, tada se preporučuje fazno uzorkovanje. U prvoj fazi uzimaju se jednostavni poremećeni uzorci koji su široko rasprostranjeni duž deponije. Na osnovu rezultata koji se dobiju iz ovih uzoraka, mogu se dodatno nabušiti još neki uzorci, radi detaljnijih informacija. Ovi dodatni uzorci mogu biti poremećeni ili neporemećeni i mogu biti uzorkovani kontinualno ili u određenim intervalima.

Generalno, uzokovanje se najčešće vrši u opsegu od 0,75 do 1,5 metara dubine, mada može ići i do dubina preko 30 m ako se radi ispitivanje geomehaničkih osobina jalovine u nasipu radi analize stabilnosti. Broj i raspored bušotina se eskpertski utvrđuje na licu mesta, kako ispitivanja napreduju. U zavisnosti od kompletnosti dobijenih podataka, broj uzoraka može rasti.

Takođe, treba obratiti pažnju i na čuvanje uzetih uzoraka do laboratorijskih ispitivanja. Način prezervacije takođe zavisi od vrste planiranih ispitivanja. Cilindri uzorkivača ne bi trebalo da budu od korozivnih materijala. Poremećeni uzorci se čuvaju u plastičnim kesama ili staklenim teglama gde mogu ostati i do nekoliko nedelja, do se neporemećeni uzorci čuvaju unutar zapečaćenih cilindara pomoću kojih su uzorkovani i do nekoliko nedelja. U smislu zona uzorkovanja rudarskog otpada, treba obuhvatiti čvrsti otpad unutar deponije - u koji spada, kako onaj od kojih u sačinjeni nasipi, tako i onaj koji je odložen unutar akumulacionog prostora. Onaj koji je odložen unutar akumulacionog prostora se može podeliti na nivo mulja, sloj u deponiji koji se nalazi između vode u jezeru i sloja istaloženih zrna jalovine, i „tvrdo dno", sloj koji se nalazi na samom dnu deponije i smatra se da je u tom sloju otpad konsolidovan.

Ako se radi o nehomogenom čvrstom otpadu na odlagalištima, pojedinačni uzorak nehomogenog čvrstog otpada se priprema iz 6 inkeremenata, i to po jedan Uzorkovanje otpada sa dna, trećine visine i dve trećine visine, i po jedan inkrement sa spoljnjeg, srednjeg i gornjeg dela gomile na odlagalištu. Ako je odlagalište tako formirano da nasuti otpad nema oblik pravilne gomile, onda se prva tri zahvata uzimaju po istim visinama iz sredine odlagališta, a druga tri takođe po istim visinama uz jednu stranu odlagališta. Iz ovih šest zahvata priprema se pojedinačni uzorak od najmanje 1 kilogram, a daljim mešanjem i četvrtanjem, reprezentativni uzorak kao i za homogeni otpad. U tabeli 5 dat je predlog minimalne količine, broja uzoraka i frekvencije uzorkovanja.

Tabela 5. Preporuke za uzorkovanje otpada

Nivo ispitivanja	**Kapacitet izborne populacije**	**Broj uzoraka iz homogene populacije**	**Broj uzoraka iz heterogene populacije**
Nivo 1: osnovna karakterizacija otpada	<100 t	2	5
	<500 t	3	8
	<1000 t	5	14
	10.000 t + na svakih dodatnih 10.000 t	11 +5	22 +10
Nivo 2: Ponovna karakterizacija kako bi se utvrdilo da li su prethodni rezultati validni		Jedan uzorak u 2-4 godine po stratumu	Tri uzorka u 2-4 godine po stratumu
Nivo 3: Rutinska provera na licu mesta		Vizuelno	Vizuelno
		Jedan godišnje	Tri godišnje

1.4. Praćenje (oskultacija) flotacijskog jalovišta

S obzirom da brana br. 9 flotacijskog jalovišta rudnika „Rudnik" po svojim tehničkim karakteristikama spada u kategoriju visokih nasutih brana, za njih je u skladu sa važećim pravilnikom (SRPS U.C5.020), propisano kontinuirano tehničko osmatranje (oskultacija). Pored ove brane, redovno se vrši i oskultacija zaštitnog nasipa koji jalovište odvaja od bistrilišta u kojem se vrši dekantacija i izdvajanje izbistrene vode.

Pod tehničkim osmatranjem, podrazumeva se niz aktivnosti koje se preduzimaju da bi se kontrolisala sigurnost deponija i bezbedan prihvat poplavnih voda iz slivnog područja koje konvergiraju ka prostoru deponije. Sigurnost jalovišta se po pravilu obezbeđuje dimenzionisanjem elemenata nasipa na spoljna dejstva koja su definisana propisima ili/i postojećom praksom na dosada izvedenim sličnim objektima, pa se kroz postupke tehničkog osmatranja brana, vrši verifikacija stanja jalovišta i njihovog ponašanja pod stvarnim spoljnim delovanjima. Značaj osmatranja brana je u uočavanju i praćenju ponašanja ili tendencija koje bi mogle da ugroze projektovano stanje i ponašanje deponije.

Zadaci procesa osmatranja su, prema ICOLD-ovim preporukama (Bilten 104):

- Kontinuirana kontrola bezbednosti nasipa,
- Kontrola karakteristika materijala koji se ugrađuje u nasip,
- Testiranje validnosti projektnih pretpostavki,
- Procena metoda proračuna,
- Studiranje uticaja različitih parametara na ponašanje nasipa,

Vrste i način osmatranja propisan je Pravilnikom o projektovanju nasutih brana i hidrotehničkih nasipa (SRPS U.C5.020). Osmatranje jalovišta, kao objekata specifičnih namena obavlja se na sledeće načine:

- svakodnevnim vizuelnim osmatranjima pojava i događanja na jalovištu i u bliskom okruženju,
- specijalističkim merenjima parametara bitnih za procenu stanja, i
- periodičnom izradom studija, izveštaja, ekspertiza i elaborata kojima se proučava stanje i na stručna način razrešava problem uočen vizuelnim osmatranjima i specijalističkim merenjima.

Vizuelno osmatranje ima za cilj direktno osmatranje fenomena vezanih za uslove eksploatacije, režim infiltracije i stabilnosti deponija. Neophodno je obratiti pažnju na pojave kao što su :

- Deformacije osnovnog terena ili spoljnih i unutrašnjih kosina na pojedinim etažama kao i same deponije,
- Pojavu izvora, bara ili vlažnih zona,
- Pojavu fenomena sufozije,
- Pojavu erozije,
- Ravnomernost zapunjavanja i dostignuta visina akumulacije.

Vanredna vizuelna osmatranja se vrše nakon: ekstremnih prirodnih pojava (intenzivne kiše, jači zemljotresi), tehnoloških poremećaja na odlaganju jalovine i bilo kojih delovanja koja ugrožavaju bezbednu funkciju jalovišta.

Merenja. Cilj merenja je pravovremeno kvantitativno i kvalitativno sagledavanje pouzdanosti i stabilnosti nasipa deponija u celini. Sva merenja i ispitivanja su podeljena u grupe:

- geodetska,
- hidrometrijska,
- geomehanička.

Merenja se vrše uređajima i opremom ugrađenom na samoj brani i okolnom terenu. Razlikujemo uređaje koji se obavezno ugrađuju i one koji se ugrađuju po potrebi. Oskultacioni uređaji koji se obavezno ugrađuju su:

- geodetski reperi,
- pijezometri, i
- Hidrometrijske letve

Na brani br. 9 predviđena je ugradnja sledećih vrsta oskultacionih uređaja:

- geodetski reperi za merenje pomeranja tačaka na nasipu,
- pijezometri za merenje nivoa provirnih voda,
- pijezometri za praćenje kvaliteta podzemnih voda i
- inklinometri za praćenje horizontalnih deformacija nasipa.

Geodetska merenja. Osnovu za merenje pomeranja tačaka na flotacijskom jalovištu čini mikrotrigonometrijska mreža postavljena na terenu, pogonskim zgradama i na samoj deponiji. Izravnanje mikrotrigonometrijske mreže, kao i određivanje ukupnih pomeranja osmatranih tačaka na branama vrši će se u lokalnom koordinatnom sistemu. Osnovni stubovi i profilne tačke su uključene u nivelmanske vlakove.

Geodetska merenja horizontalnih i vertikalnih pomeranja obuhvataju merenja na:

- mikrotrigronometrijskoj mreži,
- profilnim tačkama,
- repernim tačkama.

Cilj geodetskih osmatranja je utvrđivanje apsolutnog ili relativnog pomeranja odgovarajućih repera u horizontalnoj i vertikalnoj ravni, odnosno relativna promena rastojanja repera. U zavisnosti od međusobnog rastojanja tačaka mikrotrigonometrijske mreže za analizu merenih veličina može se primeniti GPS metoda ili metoda sa totalnim stanicama. Sistematske greške u merenjima su izborom metode rada, rektifikacijom instrumenata i pribora za rad svedene na minimalnu vrednost. Tačnost merenja za horizontalna pomeranja iznosi 2 mm, a za vertikalna pomeranja 1 mm. Za potrebe geodetskog osmatranja brane 9 i zaštitnog nasipa neophodno je formirati osmatračku mrežu repera koja se sastoji od repernih tačaka postavljenih na nasipu.

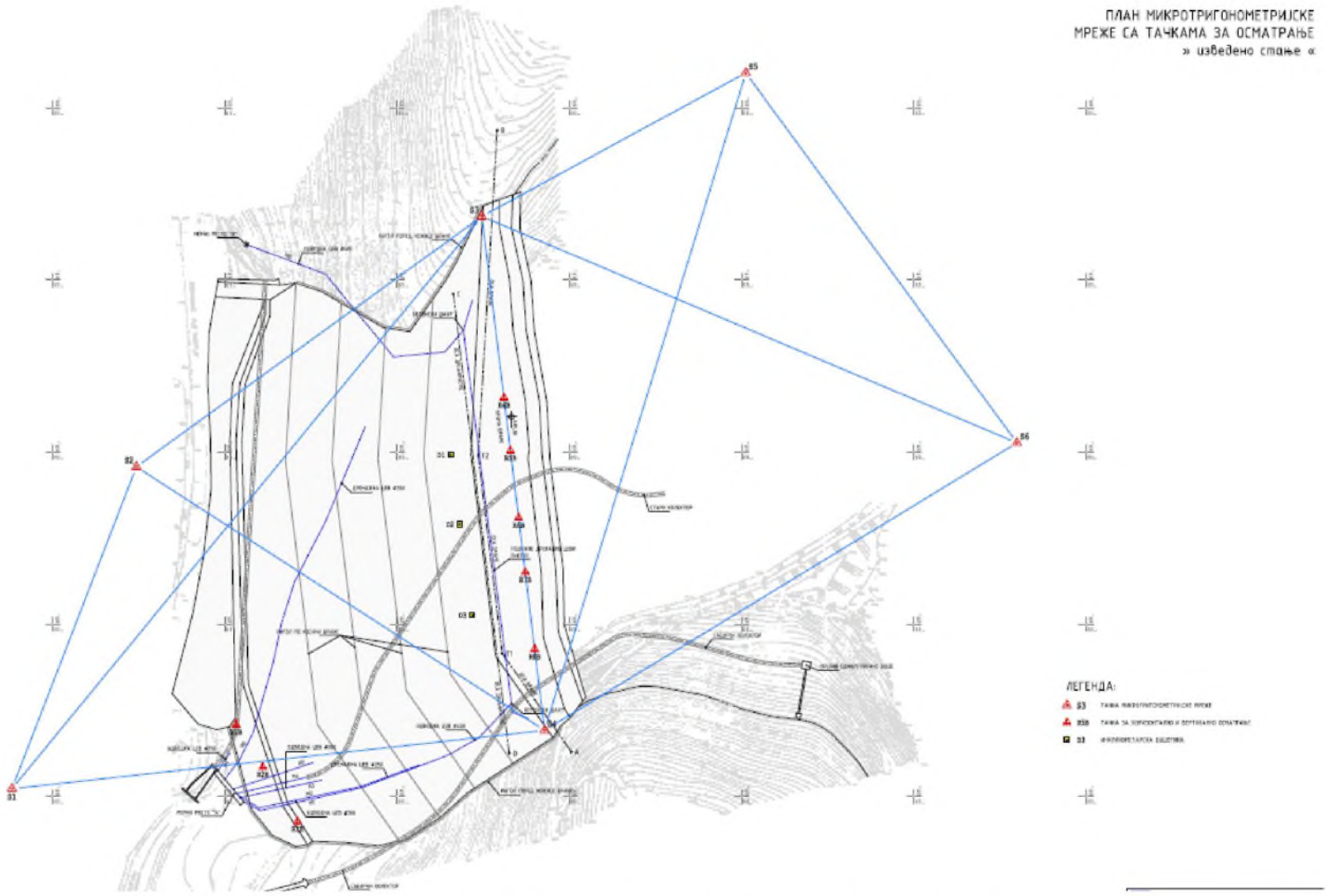
Od same geometrije brane zavisi projektovani broj i tip geodetskih repera. Neophodno je da se svaki reper opaža sa dve stalne tačke, tako da je položaj mernih uređaja uslovljen položajem stalnih tačaka. Radne referentne tačke i tačke za proveru raspoređene su na obe

strane krune brana i nizvodnom nagibu brana. Dogradnja svakog od repera vrši se u toku eksploatacije brana.

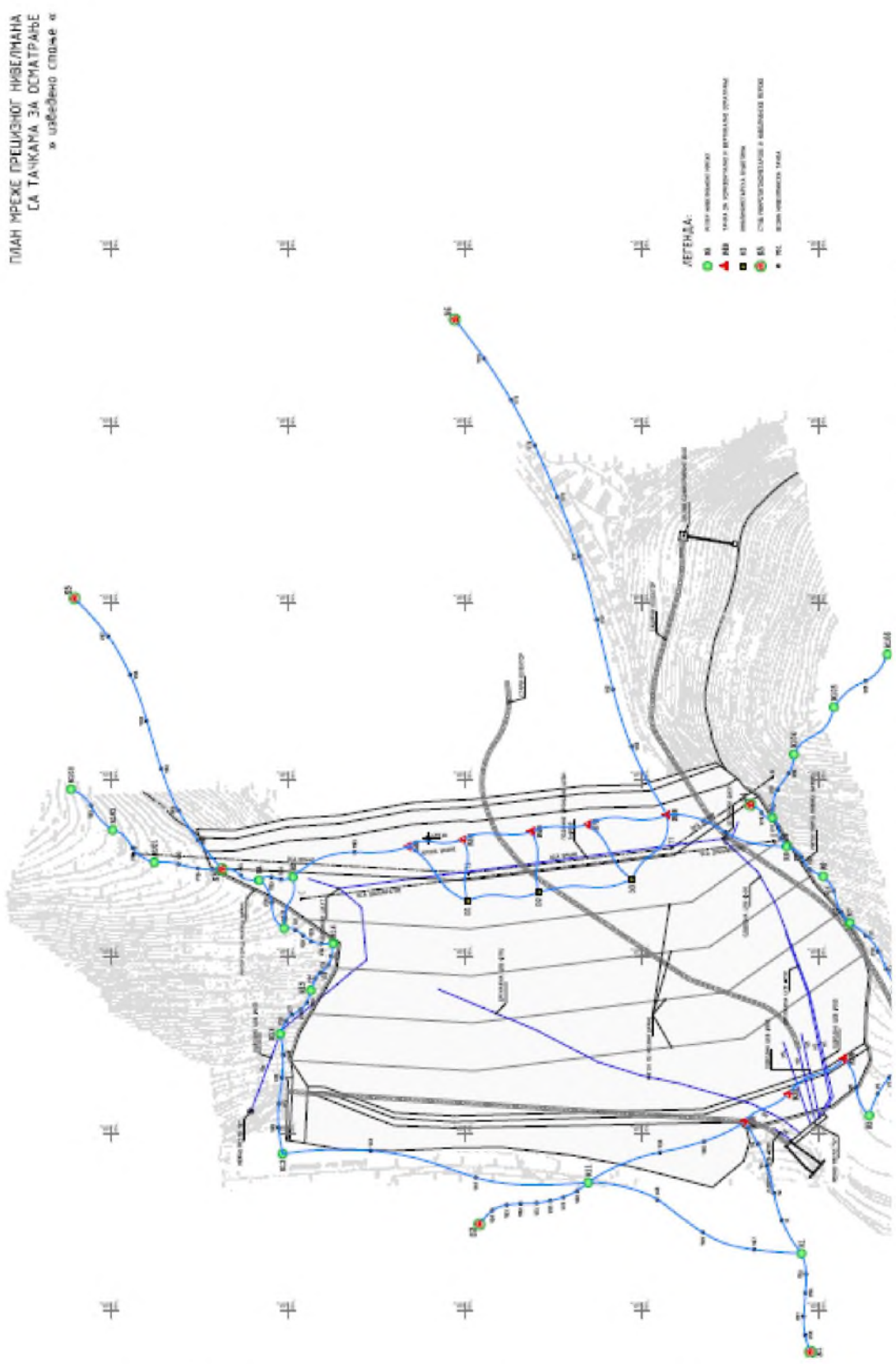
Pored relativnog pomeranja odgovarajućih repera u sklopu geodetskog osmatranja vrši se i:

- Geodetsko merenje slobodnog akumulacijskog prostora,
- Veličina i položaj jezera i
- Snimanje poprečnih profila na odgovarajućim pijezometarskim profilima, kako bi se pratila usklađenost projektovane i izvedene geometrije kosina i proverila stabilnost kosina.

Plan mikrotrigonometrijske mreže i plan mreže preciznog nivelmana sa tačkama za osmatranje na brani br. 9 prikazan je na slikama 3 i 4.



Slika 3. Plan mikrotrigonometrijske mreže sa tačkama za osmatranje na brani br. 9



Slika 4. Plan mreže preciznog nivelmana sa tačkama za osmatranje na brani br. 9

Geomehanička ispitivanja deponovane jalovine. Da bi se pratio kvalitet materijala od kojeg se fazno formiraju peščani nasipi i koji se odlaže, potrebno je periodično ispitivati geomehaničke osobine deponovanog materijala. Ova ispitivanja treba obavljati najmanje jedanput godišnje. Uzorke za geomehanička ispitivanja treba uzeti po profilima. Na svakom

profilu treba uzeti minimum tri uzorka jalovine jedan iz nasipa brane i dva iz plaže. Na ovako uzetim i propisno obeleženim uzorcima treba uraditi sledeća ispitivanja:

- Zapreminsku težinu,
- Stišljivost,
- Vlažnost,
- Ugao unutrašnjeg trenja,
- Koheziju i
- Koeficijent filtracije (u vertikalnom i horizontalnom pravcu).

Sva predviđena ispitivanja treba da obavi specijalizovana i akreditovana ustanova. Nakon svakog ispitivanja mora se sačiniti izveštaj koji čini sastavni deo godišnjeg izveštaja o oskultaciji jalovišta.

Hidrotehnička merenja. Taložno jezero. Stabilnost jalovišta može biti ugrožena samo nepredviđenim delovanjem vode. Zbog toga taložno jezero treba da ima veličinu koju zahteva proces taloženja čvrstih čestica i izbistravanja vode. Na taložnom jezero potrebno je meriti:

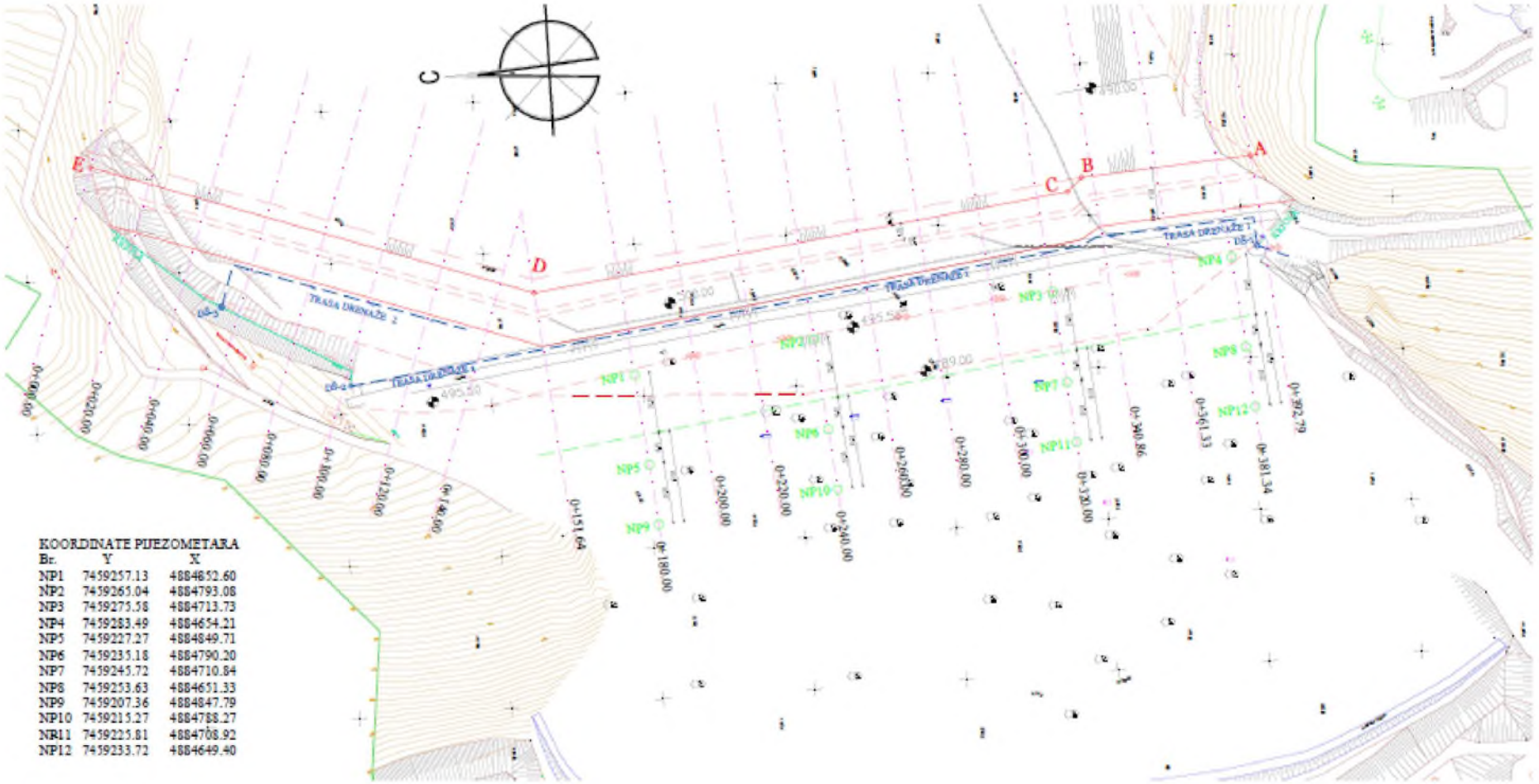
- Nivo vode u jezeru - preko hidrometrijskih letvi. Letve treba postaviti na svakom prelivnom organu. Nivo vode treba očitavati jednom nedeljno. Očitana vrednost se unosi u dnevnik.
- Veličinu i položaj vodenog ogledala - geodetskim metodama.
- Količinu vode u jezeru - numeričkom metodom.

Drenažna voda. Praćenje provirnih voda kroz branu radi se na karakterističnim profilima na kojima su pijezometri postavljeni. Sa ovako raspoređenim pijezometrima dolazi se do tačnog položaja provirne linije. Praćenje nivoa procednih voda u telu brane br. 9 prati se na 4 profila:

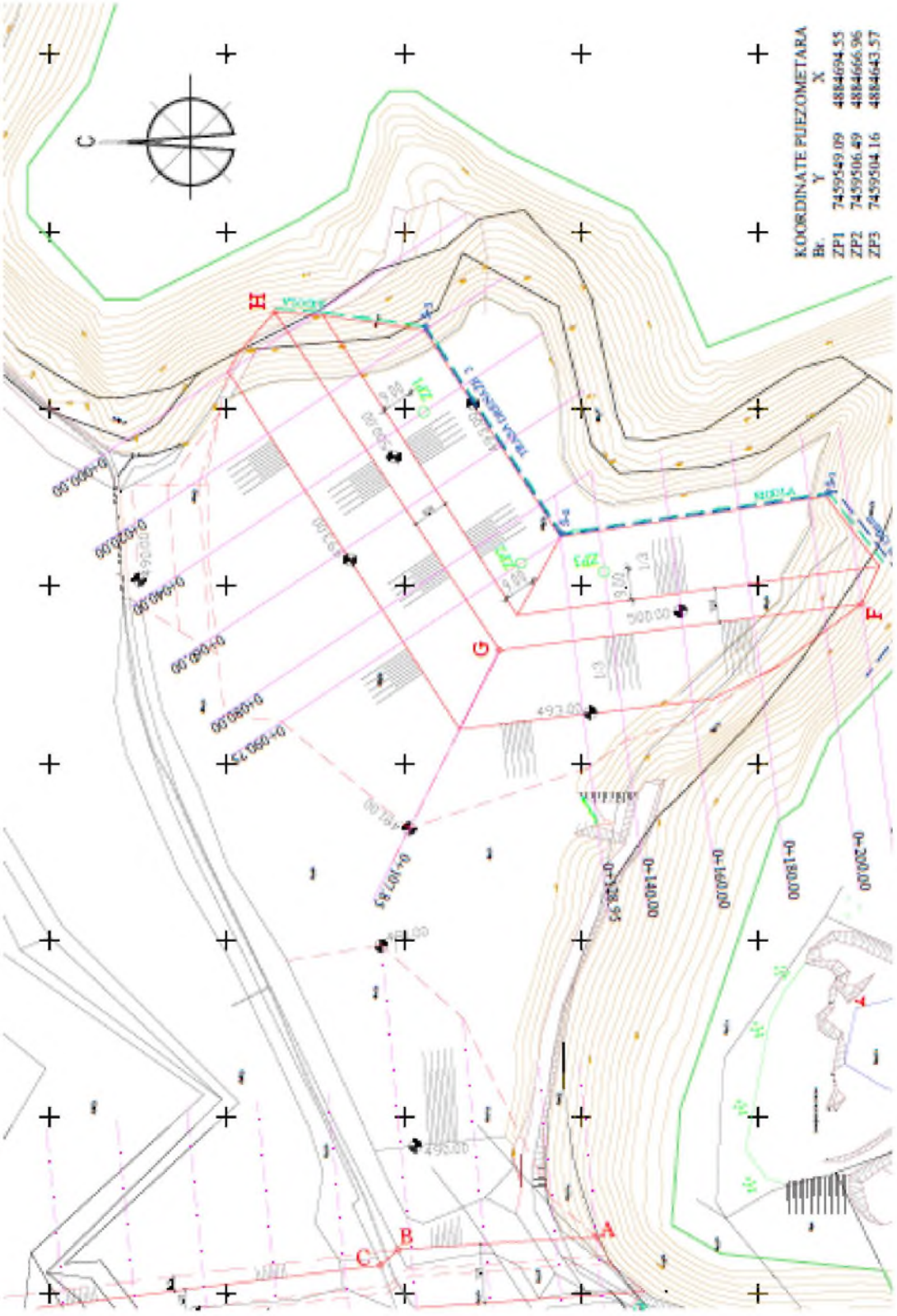
- St.0+180: NP1; NP5; NP9;
- St.0+240: NP2; NP6; NP10;
- St.0+320: NP3; NP7; NP11;
- St.0+381: NP4; NP8; NP12.

U svakom profilu se nalaze po tri pijezometra dubine 23 m mereno sa površine brane. Po jedan pijezometar se nalazi sa uzvodne strane dijafragme na oko 20 m udaljenosti, drugi na nizvodnoj strani na udaljenosti od oko 10 m od dijafragme i treći na udaljenosti od oko 40 m nizvodno od dijafragme. Na taj način se vrši praćenje nivoa procednih voda na dva profila uz bočne strane brane i dva profila u centralnom delu.

Osmatranje zaštitnog nasipa takođe se ostvaruje u uslovima stalne promene konture nasipa, pa je od interesa da se proverava efikasnost dreniranja preko merenja uzgona u nizvodnom delu nasipa. Za odabrana tri profila (St.0+040: ZP1; St.0+80 ZP2; St.0+140: ZP3) su izvedeni pijezometri dubine 8,00 m sa završne površine nasipa na nizvodnoj strani sa kote 497,00 mnv. Raspored pijezometara na brani br. 9 i zaštitnom nasipu prikazan je na slikama 5 i 6.



Slika 5. Raspored pijezometara na brani br. 9



Slika 6. Raspored pijezometara na zaštitnom nasipu

Konstrukcija pijezometara je poboljšana dvostrukim obavijanjem perforiranog dela sa geotekstilom – filterom, i sa dodavanjem taložnika na dnu konstrukcije i sa trajnom zaštitnom kolonom na delu konstrukcije koji se ispunjava malterom, na taj način bi se obezbedilo njihovo trajnije i pouzdanije korišćenje. Svi pijezometri su izvedeni sa definitivne spoljne površine

brane br.9 i zaštitnog nasipa u bistrilištu tako da nisu uslovljeni tehnološkim procesom izgradnje brane. Ukoliko se neki od postavljenih i označenih pijezometara ošteti mehanički ili usled oštećenja filterskog dela zapuši, neophodno ga je zameniti sa novim postavljenim u blizini postojećeg.

U slučaju da se u toku eksploatacije na branama uoče pojave koje bi mogle ugroziti stabilnost kosina, potrebna je ugradnja dopunskih instrumenata – inklinometara za merenje horizontalnih pomeranja u telu deponije. Vertikalno ugrađene inklinacijske cevi pružaju mogućnost merenja otklona cevi od vertikale pomoću tzv. vertikalne inklinometarske sonde. Na temelju merenja otklona cevi omogućeno je praćenje horizontalnih deformacija.

Dinamika merenja. Dinamika merenja na oskultacionim uređajima:

- Geodetsko osmatranje repera 2 x godišnje
- Geodetsko snimanje veličine i položaja jezera 2 x godišnje
- Geodetsko snimanje poprečnih profila 2 x godišnje
- Geomehanička ispitivanja deponovane jalovine 2 x godišnje
- Pijezometri za merenje nivoa provirnih voda 2 x mesečno
- Hidrometrijske letve za merenje nivoa vode u jalovištu 1 x mesečno
- Meteorološka merenja svakodnevno
- Vizuelna osmatranja svakodnevno
- Merenje horizontalnih pomeranja u inklinometrima 1 x mesečno
- Podzemne vode 2 x godišnje

Prilikom oskultacije jalovišta vodi se dnevnik. Dnevnik vodi glavni inženjer koji rukovodi jalovištem i njegov saradnik. Dnevnik čini osnovu za izradu periodičnih izveštaja. Osnovni periodični izveštaj je mesečni izveštaj koji sastavlja služba kojoj je povereno Tehničko osmatranje brane br.9, zaštitnog nasipa u bistrilištu i jalovišta u celini. U ovom izveštaju se daje komentar svih registrovanih merenja i podataka i predlog za otklanjanje uočenih nedostataka i odstupanja eksploatacije jalovišta u odnosu na projektovano stanje. Polugodišnji izveštaj se formira na osnovu mesečnih izveštaja, i treba da sadrži ocenu o ispravnosti uređaja za osmatranje i međusobnu usklađenost izvršenih merenja i u odnosu na prethodni period. Godišnji izveštaj po pravilu formira specijalizovana firma van službe za rukovanje i upravljanje jalovištem a na osnovu mesečnih i polugodišnjeg izveštaja za proteklu godinu i pregleda jalovišta i pripadajućih objekata koji su predmet Tehničkog osmatranja. Pored ocene o kvalitetu izvršenih merenja i opažanja , ovaj izveštaj treba da sadrži ocenu stanja svih objekata na jalovištu i predlog eventualnih mera za poboljšanje stanja sigurnosti, i za inoviranje obima ili vrsta Tehničkog osmatranja u narednom periodu. Frekvencija monitoringa deponija rudarskog otpada data je u tabeli 6.

Tabela 6. Frekvencija monitoringa

Oblik monitoringa	**Frekvencija**
F. jalovište	
vizuelno	svakodnevno
Godišnji pregled	godišnje
Nezavisni auditing	Svake 2 godine
Evaluacija bezbednosti nasipa	Na 15-20 godina
Odlagalište GIN-200	
Viuzuelno	svakodnevno
Geotehnički	godišnje
Nezavisni geotehnički auditing	Svake 2 godine

1.5. Izveštavanje nadležnog organa

Redovno izveštavanje Ministarstva rudarstva I energetike obavljaće se putem ažuriranog Plana upravljanja rudarskim otpadom svakih 5 godina, koliki je period važenja dozvole za upravljanje rudarskim otpadom, a po potrebi će se ažurirati I ranije na osnovu:

- Značajnih promena u radu deponija ili karakteristikama rudarskog otpada, na osnovu izveštaja koji operater dostavlja Ministarstvu, odnosno nadležnom pokrajinskom organu;
- Rezultata monitoringa o kojima je izvestio operatera ili izveštaja geoloških i rudarskih inspekcija;
- Informacija o značajnim promenama u najboljim dostupnim tehnikama koje je objavila Evropska komisija.

Informisanje nadležnih lica i javnosti o eventualnom udesu na deponijama rudarskog otpada i posledičnog pogoršanja stanja životne sredine, zakonska obaveza je prvenstveno Rudnika „Rudnik", kao operatera i držaoca rudarskog otpada. Kako bi se osigurala kontinuirana transparentnost i redovno informisanje javnosti o stanju deponija rudarskog otpada i poslovanju, koristiće se terenske radionice i simulacije (organizacija treninga i edukativnih skupova u lokalnoj zajednici, gde bi stanovništvo moglo praktično da nauči postupke zaštite u slučaju udesa), distribucija štampanih materijala (plakati i flajeri sa jasnim uputstvima postavljeni u opštinskim centrima, školama, ambulantama i trgovinama), zvanični sajt rudnika https://www.contangorudnik.co.rs/, zvanični profili rudnika na društvenim mrežama, dostupni pisani i elektronski mediji, kao i lokalne radio i televizijske stanice (Gogy radio i Radio stari Milanovac iz Gornjeg Milanovca i na televiziji GRM iz Gornjeg Milanovca).

U slučaju udesnih situacija na deponijama rudarskog otpada koje mogu da ugroze stanovništvo, izazovu ekološku i materijalnu štetu, pravovremeno će biti obavešten Regionalni štab za vanredne situacije iz Kraljeva. Štab je u pripravnosti 24 sata, a kontakt podaci su Partizanska 24, Vranje, tel:017/42093 i 017/427050. Za vezu između Štaba i Rudnika zadužena je gđa. Ljiljana Obrenović, savetnica za hemiju tehnologiju, tel: 064/6411-409, e-mail: ljobrenovic@contangorudnik.rs

U slučaju vanrednih situacija, alarmiranje i koordinacija sa Štabom za vanredne situacije biće organizovana preko Operativnog centra MUP-a (Operativni centar pri MUP-u Gornji Milanovac). Šef Operativnog centra je Milorad Dimitrijević, tel: 064 100 95 94; e-mail: milorad.dimitrijevic@gornjimilanovac.rs.

Informisanje Ministarstva za rudarstvo i energetiku (Beograd, Nemanjina 22-26) vršiće se mejlom preko e-mail adresa kabinet@mre.gov.rs (tel. 011/3619-833) i press@mre.gov.rs (011/3619-833). Rudarska inspekcija će se obavestiti preko telefona 011/2287-692 i 011/2856-159. Inspekcija zaštite životne sredine za okrug grada Gornji Milanovac će se obavestiti putem telefona 032/515-0546 ili e-mailom: ekoloska@gornjimilanovac.ls.gov.rs, pri čemu je trenutno za te poslove nadležan inspektor Đorđe Đoković. Pomoćnik ministra zadužen za sektor rudarstva i geologije biće obavešten preko telefona 011/3122-852. Sva obaveštavanja obaviće lice zaduženo za upravljanje rudarskim otpadom i nadzor nad deponijama rudarskog otpada, Saša Janić, dipl. inž. rud. Najkasnije 48 sati nakon incidenta, mora se sačiniti izveštaj sa detaljima o mestu i vremenu nesreće, uzrocima, tipu incidenta, količini i vrsti opasnih materija, posledicama po ljude i prirodu, šteti na infrastrukturi, ekološkim posledicama, i sprovedenim merama odgovora. Udes se prijavljuje prvenstveno

Odeljenju za inspekcijske poslove Opštine Vranje - Inspekcija zaštite životne sredine Tom prilikom se podnosi verifikovan izveštaj od strane odgovornog lica, najkasnije 60 dana nakon udesa, koji treba da sadrži:

1) podatke o mestu i vremenu udesa: adresa postrojenja, objekat u okviru postrojenja, dan i vreme nastanka udesa;

2) uzroke udesa;

3) podatke o tipu udesa (eksplozija, požar, ispuštanje opasne materije i dr.);

4) podatke o vrsti i količini opasnih materija koje su učestvovale u udesu;

5) obim posledica po život i zdravlje ljudi u postrojenju odnosno kompleksu (smrtni ishod, teže povrede, lakše povrede, teža i lakša trovanja i hospitalizacija iz sastava pravnog lica; obim posledica po život i zdravlje ljudi iz sastava svih interventnih snaga);

6) obim posledica lica izvan postrojenja odnosno izvan kompleksa (eventualni smrtni ishod, teže povrede, lakše povrede, teža i lakša trovanja, hospitalizacija i dr.);

7) oštećenja objekata i infrastrukture (vodovod, električna mreža, gasovod, saobraćaj, telefonske veze i sl.) u postrojenju/kompleksu i izvan njega;

8) obim posledica po životinjski i biljni svet;

9) zagađenje zemljišta, vodotokova i podzemnih voda;

10) procenjenu visinu materijalne štete;

11) realizovane mere odgovora na udes.

1.6. Uslovi koje operater mora ispuniti da bi pristupio zatvaranju deponija rudarskog otpada, mere sprečavanja štetnog uticaja deponije na životnu sredinu nakon zatvaranja i rok dostave neophodne dokumentacije nadležnom organu

Operater je dužan da pre samog zatvaranja izradi Projekat zatvaranja deponija rudarskog otpada minimum godinu dana pre kraja eksploatacionog veka deponije, pa tek onda može pristupiti izvođenju aktivnosti prilikom zatvaranja. Celokupni proces zatvaranja podrazumeva 4 faze:

- Faza – izrada Plana zatvaranja, njegovo usvajanje i pribavljanje saglasnosti nadležnih organa i uslova za izradu Projekta zatvaranja
- Faza – izrada Projekta zatvaranja saglasno smernicama iz Plana,
- Faza – praktično obavljanje radova na sanaciji i zatvaranju deponije, i
- Faza – ozelenjavanje prostora.

Plan zatvaranja je razrađen tako da obezbedi fizičku, hidrauličku, erozionu, hemijsku i ekološku stabilnost deponije. Pre zatvaranja treba proveriti fizičke stabilnosti i izvesti sve radove predviđene za detaljnu analizu stabilnosti, koja će biti sastavni deo Projekta zatvaranja. Sprečavanje (eventualnog) izluživanja i aerozagađenja je predviđeno izolacijom deponovanog materijala mineralnim slojevima ukupne debljine (min.) 1,6 m.

Kod dinamičke razrade zatvaranja vodilo se računa da se sve aktivnosti, koje zahtevaju značajna finansijska sredstva ili obezbeđenje većih količina materijala mineralnog porekla za

prekrivanje deponije, obavi u vreme dok je Rudnik aktivan. Period u kom će se zatvorena deponija predati na upravljanje lokalnoj samoupravi će se definisati projektom zatvaranja i saniranja deponije.

Priprema podrazumeva prikupljanje potrebnih podataka i uslova za izradu Projekta zatvaranja. Tokom ove faze treba završiti potrebna ispitivanja mogućnosti i uslova ponovne prerade jalovine i potpunog iskorišćenja mineralnog resursa. Ukoliko se pokaže da je ponovna prerada isplativa proces zatvaranja će se prolongirati za period koji je potreban za potpunu preradu. U tom slučaju će se, kasnije, raditi i novi Plan zatvaranja. Ukoliko se pokaže da je ponovna prerada neisplativa, što su sadašnje indicije, onda će se zatvaranje raditi prema ovome Planu.

Projektovanje i saniranje podrazumeva dovođenje brane u početno projektovanje stanje i izrada Projekta zatvaranja saglasno ovome Planu i uslovima dobijenim od nadležnih institucija. Zatvaranje deponije podrazumeva nanošenje slojeva materijala mineralnog porekla različitih karakteristika kako bi se deponovani materijal izolovao od okruženja i kako bi se stvorila osnova za formiranje biološkog pokrivača.

Poslednje je ozelenjavanje i sadnja drveća kako bi se sanirani prostor doveo u sklad sa okruženjem. Tokom svih faza predviđeni su radovi na monitoringu, a intenzitet i dinamika su prilagođeni stanju na deponiji. Pregled aktivnosti prikazan je u tabeli 7.

Tabela 7. Plan aktivnosti na zatvaranju deponija otpada

Faza	Aktivnost
Pripremna faza	Priprema ulaznih podataka za analizu stabilnosti deponije
	Provera nosivosti prethodno deponovanog materijala
	Kontrola stanja i osposobljavanje svih mernih uređaja na brani
	Redovni monitoring deponije
	Nivelacija na kruni brane
	Sanacija pristupnog puta i spoljašnjih objekata
	Inoviranje hidrološke studiju za deponiju
	Detaljna procena rizičnosti deponije nakon zatvaranja
	Sagledavanje isplativost ponovne prerade otpada
	Prezentacija Plana zatvaranja lokalnoj samoupravi
	Pribavljanje potrebnih uslova i saglasnosti za izradu Projekta zatvaranja
Faza izrade projektne dokumentacije i saniranja	Projekat zatvaranja deponije
	Obezbeđivanje svih saglasnosti i dozvola
	Saniranje svih uočenih nepravilnosti na brani
	Redovni monitoring deponije
Faza zatvaranja deponije	Sanacija deponije i objekata
	Izrada sloja od krupnozrnog materijala debljine min. 50 cm.

	Izrada sloja debljine 20 cm od fino usitnjenog materijala.
	Izrada drenažnog sloja debljine 20 cm.
	Izrada sloja od sitnozrne jalovine debljine 20 cm.
	Izrada gornjeg sloja debljine 50 cm.
	Redovni monitoring deponije.
Faza ozelenjavanja	Formiranje biopokrivača na deponiji
	Održavanje i negovanje biopokrivača
	Redovni monitoring deponije

1.6.1. Plan zatvaranja flotacijskog jalovišta

Rekultivacija degradiranih površina jalovišta i brane „Rudnik -9", sagledavana je, obrađena i sistematizovana u DRP nadvišenja jalovišta i brane br. 9 rudnika i flotacije „Rudnik" d.o.o: Knjiga 10: Tehnički projekat rekultivacije flotacijskog jalovišta.

Na flotacijskom jalovištu rudnika „Rudnik" potrebno je izvršiti dve faze rekultivacije:

- Tehničku fazu rekultivacije,
- Biološku fazu rekultivacije.

Zbog nepovoljnih pedoloških osobina podloge, rekultivacija ovog područja se sastoji od obe navedene faze koje su podjednako važne za ponovno uspešno uspostavljanje ekosistema.

U konkretnom slučaju izvođenje ove dve faze obuhvata sledeće radove:

Faza tehničke rekultivacije sastoji se od narezivanja terasa na spoljašnjoj kosini brane br. 9 i nasipavanja zemljišnog materijala na kruni brane, razastiranje zemljišnog materijala po spoljašnjoj kosini, nasipavanje zemljišnog materijala na kruni i spoljašnjoj kosini bočnog i zaštitnog nasipa kao i dovoženje zemljišnog materijala za jame.

Terasiranje kosine ima za cilj stvaranje uslova za realizaciju biološke rekultivacije. Terasiranje se ne radi tamo gde su nagibi terena manji od 8° i preko 70°. Izbor širine terasa usko je povezan sa nagibom terena. U slučaju brane br. 9 nagib kosine je blag i iznosi oko 20°, što znači da se na brani mogu narezivati i uske i široke terase. Poprečni nagib terasne ravni koji se zaseca prema nožici terase iznosi 2° i ima za cilj da prihvati atmosferske vode koje poniru u tlo i kao takve ne erodiraju vrh terase prema spoljašnjoj kosini.

Hidrociklonirani pesak na brani i nasipima ima nepovoljne pedološke osobine, jer nedostaju glinene čestice i organske materije, koje bi aktivirale rad zemljišne mikroflore i pokrenula pedološke procese. Iz tih razloga je neophodno navoženje zemlje po površini u sloju od najmanje 10 cm. Unošenjem organskih i mineralnih materija u flotacijsku jalovinu omogućava se kontinuirani priliv biljnih asimilatativa za razvoj travnog pokrivača i drveća.

Faza biološke rekultivacije obuhvata izbor biljaka za pošumljavanje, izbor smeše trava za zatravljivanje, kopanje jama za sadnice i samo izvođenje sadnje i setve na pripremljenim površinama jalovišta. Na ovaj način dobija se kontinuirani zeleni pokrivač, čija je osnovna uloga vezivanje supstrata i sprečavanje emisije prašine, zaštita od erozije područja a samim tim i trajna zaštita životne sredine područja. Ova faza obuhvata i negu sadnica, koja se sprovodi nekoliko godina nakon sadnje.

Izbor vrsta za ozelenjavanje zavisi od klime, pogodnosti supstrata, sposobnosti biljaka da se prime nakon sadnje i prilagode novim uslovima sredine, da brzo rastu naročito u prvim godinama života i tako brzo pokriju golu površinu supstrata, da na kraju poprave njegove osobine, a kasnije obezbede uslove za neku drugu, ekonomski isplativiju vrstu.

Rekultivacija krune brane br. 9 i terasa na spoljašnjoj kosini obavlja se sadnjom bagrema i breze i setvom trava, a kosina između terasa samo setvom trava. Rekultivacija krune brane bočnog nasipa vrši se sadnjom bagrema i setvom trava, a spoljašnje kosine samo setvom trava.

Kruna brane br. 9 je široka 17 m i dugačka 396 m. Po sredini prolazi put širine 10 m kojim se stiže do bočnog nasipa. Sa obe strane puta sade se po dva reda bagrema sa jedne i breze sa druge strane puta, na rastojanju od 2x2 m, tako da su poslednji redovi udaljeni 1,5 m od ivice krune brane. Na spoljašnjoj kosini brane br. 9 nalazi se 5 terasa širine 4 m na kojima se sade breza i bagrem naizmenično, po jedna vrsta u dva reda, na rastojanju 2x2 m, tako da su sadnice udaljene od ivica terase 1 m. Trave se seju na terasama, kosinama između terasa i na kruni brane.

Kruna brane bočnog nasipa široka je 10 m i dugačka 58 m. Po sredini prolazi put čija je širina 5 m. Sa obe strane puta sadi se bagrem u dva reda, sa razmakom između sadnica 2 m, a između redova 1,5 m. Na spoljašnjoj kosini bočnog nasipa i na kruni brane seje se trava. Kruna zaštitnog nasipa je široka 10 m i dugačka 210 m, a po sredini prolazi put širine 5 m. Sa obe strane puta sadi se bagrem, kao na kruni bočnog nasipa. Na spoljašnjoj kosini zaštitnog nasipa se takođe seje trava. Za tehničku i biološku rekultivaciju treba obezbediti 4.907.000 RSD, odnosno 41.585 €.

1.6.2. Plan zatvaranja odlagališta „GIN-200“

Posle završetka eksploatacije, odnosno odlaganja jalovine iz pripremno-investicionih radova i treba izvršiti biološku rekultivaciju. Pre izvođenja biološke rekultivacije potrebno je uraditi tehničku rekultivaciju (vertikalno planiranje-ravnanje terena).

Kako se sa platoa „-150“ izrađuje niskop i dalje sistem hodnika za potrebe geoloških istraživanja, otkopaće se određena količina jalovine. Sva izvežena jalovina odlagaće se na platou „-150“, na prethodno određenom lokalitetu i na istom je moguće odložiti do 70 000 m^3 jalovine. Rudnik inače značajne količine jalovine daje lokalnoj zajednici za održavanje puteva, tako da će ukupna količina izvežene jalovine, po završetku radova na istraživanju, na postojećoj kipi -150 biti značajno manja od planirane. Preostali deo jalovine iskoristiće se za održavanje spoljnih i jamskih puteva rudnika „Rudnik“ kao i za zapunjavanje prethodno otkopanih prostorija u jami. Na ovaj način vratiće se prvobitno stanje terena kako je izgledalo pre početka radova na istraživanju. Priprema terena na ostalim lokalitetima podrazumeva ravnanje terena buldozerom klase CAT D6N, Caterpilar, USA i njegovo planiranje na prostoru predviđenom za rekultivaciju.

U oba slučaja, teren treba prekriti slojem zemljišta sa najbližeg pozajmišta koje će se nalaziti u neposrednoj blizini postojećeg odlagališta koje je istih ili sličnih osobina i kvaliteta kao zemljište na samom lokalitetu. Prekrivanje zemljištem treba izvršiti na taj način što će se prvo nasuti sloj B horizonta a zatim humusno-akumulativni sloj. Iz plana eksploatacije se vidi da je završni izgled kopa veoma strm (kaskade), tako da je količina materijala i zemljišta potrebnih za ravnanje – planiranje terena veći u odnosu na skinuti sloj zemljišta pre eksploatacije. Pošto

se radi o zemljištu koje spada u grupu glinovitih ilovača i glinuša, stabilizacija kosina kopa moći da se uradi dosta kvalitetno. Na kaskadama treba isplanirati pad terena.

Procenjena količina zemljišta zajedno sa humusno-aktivnim slojem i dodatkom stajskog i mineralnog đubriva koja se planira naneti na ogoljeno zemljište iznosi oko 55 805 m^3. Kako se radi o površini od oko 7 ha za rekultivaciju (zahvat odlagališta), predviđeno je nanošenje oko 69 t stajskog đubriva, odnosno oko 10 t/ha.

Lokacije odlagališta i prostora zahvaćenog u postupku pripreme terena za površinsku eksploataciju odlagališta i izradu saobraćajnica namenjenih eksploataciji i postupku rekultivacije predstavljaju integralnu celinu, tako da će se u postupku rekultivacije tretirati integralno postupcima i kulturama koje se predviđaju za rekultivaciju odlagališta.

Pored biološke rekultivacije u glavnom projektu treba predvideti i stabilizaciju kosina i to izgradnjom objekata za konzervaciju. Nasipanjem zemljišta formiraće se kosina koja će imati dosta veliki pad (45-55 %) s obzirom na visinsku razliku gornje i donje kote i malu dužinu nagiba padine. Na padinama koje će se formirati nasipanjem kaskada, treba planirati podizanje objekata za konzervaciju vode – gradona (sl. 4). Oni se podižu na nagibima 35-80%, po izohipsi i na rastojanju od 6m. Izvođenje gradona počinje od vododelnice, niz padinu. Pomoću odgovarajućih instrumenata (nivelira) ili priručnog pribora (ravnjača, libela) obeleži se kočićima prva (nulta) linija prvog gradona.

1.6.3. Program postooperativnog monitoringa deponija

Period dodatnog monitoringa se ne može unapred definisati jer zavisi od konkretnog stanja i događanja na terenu. Prema Zakonu o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 - dr. zakon i 35/2023), članu 30, stavu 6, operater je dužan da „...obezbedi rekultivaciju deponije posle njenog zatvaranja i vršenje stručnog nadzora nad deponijom, odnosno lokacijom u periodu od najmanje 30 godina, sa ciljem smanjenja rizika po zdravlje ljudi i životnu sredinu...“ Prema Standardu za odgovorno rudarstvo v.1.09 (IRMA) taj period iznosi 25 godina.

Sa druge strane, prema Zakonu o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 - dr. zakon i 35/2023), članu 85, stavu 9, inspektor je dužan da kontroliše „...zatvaranje i rekultivaciju postojećih deponija otpada i nadzor nad deponijom posle njenog zatvaranja u periodu od najmanje 30 godina.“

Prema EU Direktivi „Landfill waste directive 99/31/EC“, uz primenu odredbi EU dokumenta „Reference Document on Best Available Techniques for Management of Tailings and Waste-Rock in Mining Activities, January 2009”, članu 13, obaveza post-operativnog monitoringa je još preciznije definisana: „...nakon što se odlagalište konačno zatvori za daljnju upotrebu, operater snosi odgovornost za njegovo održavanje, nadzor i kontrolu u razdoblju naknadnog održavanje, tako dugo dok to traži nadležno telo, vodeći računa o roku u kojem odlagalište može predstavljati opasnost. Operater obaveštava nadležno telo o svim značajnijim štetnim uticajima za okolinu koje otkriju kontrolni postupci i sledi odluku nadležnog tela u vezi sa vrstom i rokovima sanacije; tako dugo dok nadležno telo smatra da postoji verovatnoća da odlagalište predstavlja opasnost za okolinu, i ne dovodeći u pitanje bilo koje zakonodavstvo na državnom ili nivou Zajednice u pogledu odgovornosti posednika otpada, operater odlagališta je odgovoran za praćenje stanja i provođenje analiza deponijskog gasa i procednih voda, te sistema podzemnih voda u blizini odlagališta...“.

Dakle, operater je dužan da sprovodi postoperativni monitoring dok nadležno telo ne proceni da je deponija stabilizovana, sanirana i propisno zatvorena, kada se može izvršiti njena primopredaja sa lokalnom zajednicom. Period od 30 godina je predložen kao opciono vreme, u skladu sa preporukama srpskih zakonskih akata. Vizuelni monitoring i lista parametara za kontrolu kvaliteta vode, vazduha i zemljišta identična je programu koji je predviđen za aktivnu fazu korišćenja deponije otpada.

Program, dinamika i okvirni troškovi monitoringa dati su u tabeli 7.

Tabela 1 Program i dinamika monitoringa po zatvaranju deponija otpada

Oblast	Aktivnost	Dinamika	Okvirni trošak (RSD)
Teren, zemljište	Vizuelna kontrola stanja zatvorene deponije	Jedanput godišnje	23400 RSD/godina
	Geodetska kontrola dimenzija deponija	Jedanput u 10 godina	351000 RSD/10 godina
	Kontrola kvaliteta površinskog sloja zemljišta	Jedanput u 3 godine	70200 RSD/3 godine
	Kontrola stanja vegetacije na prostoru bivše deponije	Jedanput u 3 godine	35100 RSD/3 godine
Voda	Kontrola fizičkog stanja piezometara koji se koriste za monitoring	Jedanput godišnje tokom vizuelnog monitoringa	17550 RSD/godina
	Kontrola nivoa vode u piezometrima	Jedanput u 3 godine	58500 RSD/3 godine
	Kontrola kvaliteta vode u piezometrima	Jedanput u 10 godina	117000 RSD/10 godina
	Kontrola kvaliteta vode u stalnim i povremenim vodotocima u okruženju	Jedanput u 3 godine	81900 RSD/3 godine
	Kontrola kvaliteta vode koja otiče iz deponija	Jedanput u 3 godine	93600 RSD/3 godine
Vazduh	Kontrola kvaliteta vazduha u okruženju terena na kojem su formirane deponije	Jedanput u 10 godina	140400 RSD/10 godina

Vizuelni monitoring i program analiza vode i vazduha identičan je programu koji je predviđen za aktivnu fazu korišćenja deponije otpada. Ukoliko se uoči bilo kakav poremećaj dinamiku monitoringa treba pogustiti, a po potrebi treba uraditi i projekte saniranja i, potom, izvršiti saniranje prostora. Ukoliko se prostor privede nekoj korisnoj upotrebi, po zahtevu i u organizaciji lokalne samouprave održavanje tih objekata i kontrolu korišćenja vrši organizacija koja je zato zadužena.

Na prostoru bivših deponija nije dozvoljena izgradnja stabilnih građevinskih objekata koji imaju temelje. Ukoliko se pokaže potreba za postavljanje građevinskih objekata (svlačionice uz sportske terene, ugostiteljski objekti) onda to mogu biti samo prizemni montažni objekti koji se postavljaju na nivelisanu betonsku ploču. Pripremu terena za postavljanje betonske ploče treba usaglasiti sa karakteristikama materijala kojim je deponija zatvorena. Ako je potrebno dozvoljeno je i nanošenje dodatnih slojeva krupnozrnog materijala radi sprečavanja neravnomernog sleganja, pucanja betonske ploče i naginjanje građevinskog objekta. Betonska ploča treba da bude armirana. Iz objekata koji se budu gradili na prostoru bivše

deponije treba kontrolisano odvoditi otpadnu vodu i tečni otpad prema septičkoj jami koja će se formirati van kontura bivše deponije. Radi održavanja i negovanja formiranog sloja vegetacije dozvoljeno je njegovo zalivanje vodom.

Odgovorno lice operatera otpada:

_____

Direktor

Aco Ilić, dipl. inž. geol.

Upravnik Flotacije i odgovorno lice za upravljanje rudarskim otpadom i vršenje nadzora nad flotacijskim jalovištem:

_____

Saša Janić, dipl. inž. rud.

Autori plana:

_____

Ljiljana Obrenović, dipl. hem.

Savetnik za hemiju i ekologiju

_____

Marko Mladenović, dipl. inž. rud.

Upravnik Jame

_____

Saša Janić, dipl. inž. rud.

Upravnik Flotacije i odgovorno lice za upravljanje rudarskim otpadom i vršenje nadzora nad flotacijskim jalovištem