



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR



PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM IZ KOMPANIJE „SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR“

KNJIGA A.5 PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM RUDNIKA “MAJDANPEK”

Sveska A.5.1

PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM FLOTACIJE MAJDANPEK

Dodatak 5

BOR, 2025. GODINE



Operater rudarskog otpada

Serbia Zijin Copper DOO Bor- Ogranak RBM

Plan upravljanja rudarskim otpadom flotacije Majdanpek izradio:



Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

Alberta Ajnštajna 1, 19210 Bor

Број: 2784-5/25

29.11.

20 25 год.

БОР, Алберта Ајнштајна бр. 1

SPISAK PROJEKTANATA

Glavni projektant

Ljubisa Obradovic
Ljubisa Obradović, dipl. inž. rud.

Uverenje br. 2949/R

Odgovorni projektant

Daniel Krzanovic
dr Daniel Krzanović, dipl. inž. rud.

Uverenje br. 3590/R

Saradnici

Radmilo Rajkovic
mr Radmilo Rajković, dipl. inž. rud.

Uverenje br. 3736/R

Miomir Mikić
Miomir Mikić, dipl. inž. rud.

Uverenje br. 5446 /R

Goran Pačkovski
Goran Pačkovski, dipl. inž. geol.

Uverenje br. 736 /Ge

Sandra Milutinovic
Sandra Milutinović, dipl. inž. rud.

Ivan Svrkota
Ivan Svrkota, dipl. inž. rud.

Sladana Vitkovic
Sladana Vitković, rud. tehn.

Bor, 2025.god.



DODATAK 5

IZVOD IZ PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKOG OTPADA FLOTACIJE MAJDANPEK

U sklopu Rudnika Majdanpek nalaze se površinski kopovi Severni i Južni revir, kao i flotacija minerala bakra i flotacijsko jalovište.

Tokom tehnološkog procesa pripreme i flotacijske koncentracije korisnih minerala rude sa površinskih kopova Južni i Severni revir, na flotacijskom jalovištu Valja Fundata i na akcidentnom flotacijskom jalovištu Šaški potok, generiše se otpad u vidu flotacijske jalovine. Pregled vrsta rudarskog otpada na jalovištima rudnika Majdanpek prikazan je u sledećoj tabeli:

Tabela 1. Vrste rudarskog otpada koje se generišu u flotaciji Majdanpek

R.br.	Naziv rudarskog otpada i indeksni broj	Mesto generisanja	Osnovne karakteristike
1.	Flotacijska jalovina sa flotacijskog jalovišta Valja Fundata/ Ind.br. 01 03 04*	Otpad nastao u procesu flotacijske koncentracije rude bakra sa površinskih kopova Severni i Južni revir. Izdvaja se u obliku pulpe niske koncentracije, sa manjim, zaostalim udelom korisnih minerala.	Sitnozmi materijal koji je prešao sve stadijume pripreme sirovine - usitnjavanja i koncentracije. Po hemijskom i mineraloškom sastavu je sličan polaznoj sirovini, ali sa bitnom izmenom jer su uklonjeni korisni minerali. Ima potencijal za izdvajanje kiselih rudničkih voda
2.	Flotacijska jalovina sa flotacijskog jalovišta Šaški potok/ Ind.br. 01 03 04*	Otpad nastao u procesu flotacijske koncentracije rude bakra sa površinskih kopova Severni i Južni revir. Izdvajao se u slučaju akcidentnih situacija, u obliku pulpe niske koncentracije, sa manjim, zaostalim udelom korisnih minerala.	Sitnozmi materijal koji je prešao sve stadijume pripreme sirovine - usitnjavanja i koncentracije. Po hemijskom i mineraloškom sastavu je sličan polaznoj sirovini, ali sa bitnom izmenom jer su uklonjeni korisni minerali. Ima potencijal za izdvajanje kiselih rudničkih voda

Na osnovu izvršene analize sa oba jalovišta i izvršenim hemijskim ispitivanjima izuzetih uzoraka sa jalovišta, **flotacijsko jalovište „Valja Fundata“ i flotacijsko jalovište Šaški potok“ su svrstana u „A kategoriju“.**

Šema tehnološkog procesa odlaganja jalovine

Jalovina koja se dobija flotacijskom preradom rude bakra u Rudniku bakra Majdanpek po potrebi može da se odlaže u dva flotacijska jalovišta: glavno flotacijsko jalovište "Valja Fundata" koje se koristi u normalnom svakodnevnom radu i akcidentno flotacijsko jalovište "Šaški potok", koje se koristi samo u akcidentnim situacijama: Pod akcidentnim situacijama se podrazumeva duži prekid napajanja pogona flotacije električnom energijom u dužem vremenskom periodu (dešava se tokom zime usled jakih snežnih padavina ili leda), veći neplanirani kvarovi na opremi u pogonu flotacije i dr.

Položaj flotacijskog jalovišta "Valja Fundata" i "Šaški Potok" kao i odnos prema objektima koji ih okružuju, prikazan je na Slici 1.



Slika 1.: Satelitski snimak jalovišta "Valja Fundata" i "Šaški potok"

Jalovište "Valja Fundata" je osnovno jalovište za deponovanje flotacijske jalovine RBM-a i snabdevanje flotacije tehnološkom vodom. Flotacijsko jalovište "Valja Fundata" sa sistemom vodosnabdevanja, predstavlja jedinstvenu a samim tim i neodvojivu tehnološku celinu, čiji je zadatak da obezbedi prostor za deponovanje flotacijske jalovine kao i da obezbedi potrebne količine povratne tehnološke vode za tehnološki proces flotiranja minerala bakra u Majdanpečkoj flotaciji.

Prema aktuelnoj tehnološkoj šemi procesa odlaganja flotacijske jalovine, flotacijska jalovina iz pogona flotacije gravitacijski betonskim kanalom dolazi u pumpnu stanicu PS₂, gde se dalje pomoću 4 centrifugalne pumpe HPHZ 400/450 (18/16) čiji su usisi na koti K+513 mnv, prepumpava u prihvatnu kadu na koti K+533 mnv, odakle se dalje gravitacijski betonskim kanalom, jalovina transportuje do pumpne stanice "Kaludžerica".

U pumpnoj stanici PS₂, instalirano je 5 Denver pumpi, od toga četiri su HPHZ 400/450, snage 400 kW, broj obrtaja 1484 min^{-1} , svaka povezana posebno na cevovod NV500, a peta je HPHZ 300/355 (14/12) aneks pumpa, snage 180 kW, sa brojem obrtaja od 1484 min^{-1} i sa cevovodom NV400, s' tim da pumpa na poz. 4, HPHZ 400/450 usisava iz kanala sa kote K+533 mnv i šalje jalovinu na branu "Prevoj Šaška" kada se vrši njeno nadvišenje.

Otvoreni betonski kanal za gravitacijski transport jalovine između PS₂ i PS "Kaludžerica" je dimenzija $B \times H = 1,2 \times 1,0 \text{ m}$, ukupne dužine 2 600 m, sa prosečnim padom od dna kanala od 0,58 %.

Na betonskom kanalu se nalaze više istakačkih mesta koja služe za direktno ispuštanje neklasirane jalovine u akumulacioni prostor jalovišta u cilju formiranja plaža odgovarajuće širine radi usmeravanja akumulacionog jezera u pravcu sadašnje lokacije ploveće pumpne stanice.

U PS "Kaludžerica", trenutno je instalirano je 5 centrifugalnih pumpi, od toga su 3 pumpe HPHZ 14/12, jedna je HPHZ 18/16 i jedna HPPHZ 10/8. Trenutno je u radu jedna HPHZ 18/16 koja napaja ukupno 12 identičnih hidrociklona na levoj i desnoj grani (Ø350 mm u top izvedbi) koji se koriste za izgradnju brana i nasipa.

Kako pumpa HPHZ 18/16 ima kapacitet od oko $2200 \text{ m}^3/\text{h}$, obzirom da se prosečno na jalovištu prepumpava $3.183 \text{ m}^3/\text{h}$, sav višak jalovine se ispušta iz betonskog kanala preko ispusta na kanalu koji su opremljeni šiber ventilima.

Tehnologija izgradnje i nadvišavanja nasipa na flotacijskom jalovištu "Valja Fundata" je takva da se nasipi i brane nadvišavaju direktnim istakanjem peska u pravcu ose nasipa, dok se prelive sakupljaju u zajednički cevovod i odlažu iza linije napredovanja na rstojanju 30-40 m iza linije HC.

Nakon taloženja finih čestica jalovine voda se akumulira u akumulacionom jezeru i preko nove ploveće pumpne stanice PPS₁ vraća do bazena za vodu. Na PPS₁ je ugrađeno 6 pumpnih agregata, tip pumpi je BP 300/3 sa visokonaponskim EM snage 355 kW/6kV. Pumpa pojedinačno može da savlada napor od 104 - 92 m i pri tom ostvari kapacitet pumpanja od 170 - 320 l/s.. Ovaj ponton je postavljen na projektovanu lokaciju u zalivu van zone uticaja na branu "Prevoj Šaška" uz prirodni teren. Do nove PPS₁ je izgrađen nov potisni cevovod prečnika Ø700 mm dužine 3200 m, koji je

preko brane "Prevoj Šaška" postavljen u odgovarajući betonski kanal, kako bi se brana zaštitila od eventualnog procurivanja, a koji je vezan na postojeći potisni cevovod Ø800 mm koji vraća vodu do bazena zapremine 9000 m³ na koti K+ 563 mnv za vodu iznad pogona flotacije u Majdanpeku.

Prema DRP-u nadvišenja flotacijskog jalovišta "Valja Fundata" do kote K+545 mnv, IRM Bor, 2021. godine, konceptijskim rešenjem je predviđeno da zgusnuta jalovina (sa oko 50% Č) odlazi u novu pumpnu stanicu za prepumpavanje jalovine gde se pomoću novih muljnih pumpi redno vezanih po 2 (u prvoj fazi), tipa 14-12T-AHPP snage 1000 kW, broj obrtaja 1482⁻¹ min i pomoću čeličnog cevovoda prečnika D=610 mm ukupne dužine 6000 m i transportuje do HC na nasipima i branama jalovišta "Valja Fundata". Trenutno se jalovina iz zgušnjivača ne koristi za izgradnju brana, već se koristi za direktno odlaganje materijala za izgradnju plaža, pomoću novopostavljenih istakača jalovine.

Količine otpada

Bilans masa i vek eksploatacije jalovišta prikazan je na bazi predviđene dinamike prerade u flotaciji u Majdanpeku za period od 2021. godine, u skladu sa važećim projektom. Ovom dinamikom predviđena je godišnja prerada od 11.000.000 t suve rude u flotaciji u Majdanpeku, od čega definitivnu suhu jalovinu predstavlja 10.626.000 t/god.

Bilans masa za desetogodišnji period od 2020. - 2029. godine prikazan je u Tabeli 2 obzirom da prosečna nasipna masa suve jalovine na jalovištu u Majdanpeku iznosi 1,3 t/m³.

Tabela 2. Očekivana količina jalovine za odlaganje u jalovištu V. Fundata za period 2020. - 2029.g.

Red.br.	Godina kalendarska g.	Količina jalovine, t		Količina jalovine, m ³	
		godišnje	kumulativno	godišnje	kumulativno
1	2020	5.617.000	5.617.000	4.320.770	4.320.770
2	2021	8.121.500	13.738.500	6.247.310	10.568.080
3	2022	10.626.000	24.364.500	8.173.850	18.741.930
4	2023	10.626.000	34.990.500	8.173.850	26.915.780
5	2024	10.626.000	45.616.500	8.173.850	35.089.630
6	2025	10.626.000	56.242.500	8.173.850	43.263.480
7	2026	10.626.000	66.868.500	8.173.850	51.437.330
8	2027	10.626.000	77.494.500	8.173.850	59.611.118
9	2028	10.626.000	88.120.500	8.173.850	67.785.030
10	2029	10.626.000	98.746.500	8.173.850	75.958.880

Analizirajući količine jalovine koju je potrebno za period od 10 godina trajno deponovati može se zaključiti da ukupna zapremina nadvišenog jalovišta omogućava deponovanje flotacijske jalovine narednih 6,8 godina, odnosno najduže do kraja 2026. godine.

$$Vu = 49,82 \text{ Mm}^3$$

$$Tu = 6,8 \text{ godina odnosno } 6 \text{ godina i } 9 \text{ meseci}$$

Prema zvaničnim podacima Investitora, ukupna količina materijala odložena u jalovištu Valja Fundata iznosi 474,435,000 t odnosno 364.950.000 m³.

Kruna brane jalovišta „Šaški potok“ ima kotu oko K+382,50 mnv, dok je plaža uz unutrašnju nožicu brane dostigla visinu od oko K+382 mnv. Prema zvaničnim podacima Investitora, ukupna količina materijala odložena u jalovištu Šaški potok iznosi 27.625.000,0 t odnosno 21.250.000 m³.

Da bi flotacijsko jalovište bio stabilan hidrograđevinski objekat koji ne ugrožava i ne zagađuje okolinu, a da pri tom u potpunosti odgovara svojoj svrsi predviđaju se određene ***mere osmatranja flotacijskog jalovišta i merenja potrebnih parametara.***

Saglasno rečenom, osnovni ciljevi procesa oskultacije su:

- utvrđivanje stanja flotacijskog jalovišta koje omogućuje normalnu eksploataciju,
- sprečavanje eventualne havarije blagovremenim otkrivanjem fenomena i pojava koje su opasne po flotacijsko jalovište, i
- utvrđivanje programa radova za delimičnu sanaciju i popravku flotacijskog jalovišta, tekuće održavanje i generalnu sanaciju.

Oskultacija deponija otpadnih materijala ostvaruje se kroz sledeće načine:

- vizuelno,
- merenjem i
- izradom posebnih studija i projekata.

Na flotacijskom jalovištu je potrebno, sa različitom učestalošću, vršiti posebna specijalistička merenja osnovnih parametara. Cilj ovih merenja je pravovremeno kvantitativno i kvalitativno sagledavanje pouzdanosti i stabilnosti jalovišta.

- Sva merenja su podeljena u šest grupa: geodetska,
 - geomehanička,
 - hidrotehnička,
 - seizmička,

- meteorološka, i
- ekološka

Način informisanja nadležnih lica i javnosti o stanju životne sredine, deponija otpada i eventualnim udesima ili predudesnim situacijama je detaljno opisan u Planu, a obaveza je lica koje je zaduženo za upravljanje rudarskim otpadom u Flotaciji Majdanpek.

Upravljanje rudarskim otpadom je analizirano na bazi pravila hijerarhije upravljanja otpadom, gde se prioritet daje prevenciji otpada, nakon čega sledi ponovna upotreba, reciklaža, energetska korišćenje i konačno odlaganje. Plan upravljanja jalovinom sa jalovišta „Valja Fundata“ i „Šaški potok“ prikazan je u tabelama 3 i 4.

Celokupni **proces zatvaranja** flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj, u skladu sa Zakonom o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Službenom glasniku RS", br. 101/2015 i 95/2018 - drugi zakon. 40/2021), podrazumeva više faza:

1. Faza – izrada Plana zatvaranja, njegovo usvajanje i pribavljanje saglasnosti nadležnih organa i uslova za izradu Projekta zatvaranja
2. Faza – izrada Projekta zatvaranja saglasno smernicama iz Plana,
3. Faza – praktično obavljanje radova na sanaciji i zatvaranju deponije, i
4. Faza – rekultivacija deponije.

Tokom svih faza predviđeni su radovi na monitoringu, a intenzitet i dinamika su prilagođeni stanju na deponiji. Pregled aktivnosti prikazan je u tabeli 5.

Tabela 3. Plan upravljanja „flotacijskom jalovinom sa flotacijskog jalovišta „Valja Fundata“ prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period izveštavanja
Prevenција za smanjenje proizvodnje otpada	Postizanje zadatog iskorišćenja i optimizacija proizvodnje je svakodnevna obaveza Rudnika	Ne može se izbeći generisanje ove jalovine jer je mali udeo korisnih minerala u mineralnoj sirovini. Stalno treba vršiti optimizaciju procesa kako bi količina ovoga otpada bila što manja	- Rukovodilac fabrike Flotacije - Glavni inženjer - Smenski inženjeri	- Svakodnevno usmeno izveštavanje - Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata - Godišnji izveštaj
Ponovna upotreba	Delimično se koristi za izgradnju brane i nasipa	Brane i nasip od ciklonskog peska su glavni objekti jalovišta i gradiće se sukcesivno za sve vreme eksploatacije	Rukovodilac jalovišta	Godišnji izveštaj
	Istraživanje o mogućnosti ponovne upotrebe sirovine	Na osnovu analogije na sličnim mineralnim sirovinama, ponovna upotreba sirovine je moguća kao dodatak u cementnoj, opekarskoj, industriji abraziva, staklarskoj itd.	- Rukovodilac fabrike Flotacije - Rukovodilac jalovišta - Glavni inženjer - Tehnička priprema	Godišnji izveštaj
	Istraživanje o mogućnosti pripreme pasta zasipa	Na osnovu analogije na sličnim mineralnim sirovinama, ponovna upotreba sirovine je moguća u svrhu pravljenja pasta zasipa za zapunjavanje otkopanog prostora u rudnicima.	- Rukovodilac fabrike Flotacije - Rukovodilac jalovišta - Glavni inženjer - Tehnička priprema	Godišnji izveštaj
Reciklaža	Istraživanje o mogućnosti revalorizacije korisnih komponenti	Na osnovu analogije na sličnim mineralnim sirovinama, moguća je revalorizacija korisnih komponenti hidrometalurškim postupcima.	- Rukovodilac fabrike Flotacije - Rukovodilac jalovišta - Glavni inženjer - Tehnička priprema	Godišnji izveštaj
Energetsko korišćenje	Nije primenljivo	/	/	/
Odlaganje / Deponovanje	Deponuje se na flotacijskom jalovištu	Deponuje se celokupna količina jalovine nastale u procesu flotacijske koncentracije	Rukovodilac jalovišta	- Svakodnevno usmeno izveštavanje - Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata - Godišnji izveštaj

Tabela 4. Plan upravljanja „flotacijskom jalovinom flotacijskog jalovišta „Šaški potok“ prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period izveštavanja
Prevenција za smanjenje proizvodnje otpada	Postizanje zadatog iskorišćenja i optimizacija proizvodnje je svakodnevna obaveza Rudnika	Ne može se izbeći generisanje jalovine jer je mali udeo korisnih minerala u mineralnoj sirovini. Stalno treba vršiti optimizaciju procesa kako bi količina ovoga otpada bila što manja.	- Rukovodilac fabrike Flotacije - Glavni inženjer - Smenski inženjeri	- Svakodnevno usmeno izveštavanje - Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata - Godišnji izveštaj
Ponovna upotreba	Istraživanje o mogućnosti ponovne upotrebe sirovine	Na osnovu analogije na sličnim mineralnim sirovinama, ponovna upotreba sirovine je moguća kao dodatak u cementnoj, opekarskoj, industriji abraziva, staklarskoj itd.	- Rukovodilac fabrike Flotacije - Rukovodilac jalovišta - Glavni inženjer - Tehnička priprema	Godišnji izveštaj
Reciklaža	Istraživanje o mogućnosti revalorizacije korisnih komponenti	Na osnovu analogije na sličnim mineralnim sirovinama, moguća je revalorizacija korisnih komponenti hidrometalurškim postupcima.	- Rukovodilac fabrike Flotacije - Rukovodilac jalovišta - Glavni inženjer - Tehnička priprema	Godišnji izveštaj
Energetsko korišćenje	Nije primenljivo	-	-	-
Odlaganje / Deponovanje	Deponovanje na flotacijskom jalovištu	Deponuje se celokupna količina jalovine nastala u slučaju akcidenta u procesu flotacijske koncentracije	Rukovodilac jalovišta	- Svakodnevno usmeno izveštavanje - Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata - Godišnji izveštaj

Tabela 5. Plan aktivnosti na zatvaranju deponija otpada

Faza	Aktivnost	Period
Pripremna faza	Priprema ulaznih podataka za analizu stabilnosti flotacijskog jalovišta	3 godine
	Provera nosivosti prethodno deponovanog materijala	
	Kontrola stanja i osposobljavanje svih mernih uređaja na brani (geodetski reperi i pijeometri)	
	Redovni monitoring jalovišta	
	Nivelacija na kruni brane i obodnom nasipu jalovišta	
	Sanacija pristupnog puta i spoljašnjih objekata	
	Inoviranje hidrološke studije za jalovište	
	Detaljna procena rizičnosti flotacijskog jalovišta 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 flotacijskog jalovišta	2 godine
	Obezbeđivanje svih saglasnosti i dozvola	
	Saniranje svih uočenih nepravilnosti na brani i obodnom nasipu jalovišta	
	Redovni monitoring jalovišta	
Faza zatvaranja deponije	Sanacija flotacijskog jalovišta	3 godine
	Priprema površina flotacijskog jalovišta za biološku rekultivaciju	
	Redovni monitoring flotacijskog jalovišta.	
Faza biološke rekultivacije (ozelenjavanja površina)	Formiranje biopokrivača na jalovištu	2 godine
	Održavanje i negovanje biopokrivača	
	Redovni monitoring jalovišta.	

Završetkom treće i dela četvrte faze zatvaranja završavaju se aktivnosti koje su vezane za držaoca otpada. Po pravilu, deponije ne omogućavaju „vraćanje zauzetog terena prvobitnoj nameni“ već u izmenjenoj konfiguraciji teren treba prilagoditi zahtevima i potrebama stanovništva iz okruženja. Međutim, sve vreme treba imati na umu da je ispod sanacionih i slojeva koji su nanesti zbog zatvaranja, otpad koji može ugroziti okruženje. Zbog toga monitoring tog terena treba nastaviti i posle zatvaranja i napuštanja. Period dodatnog monitoringa se ne može unapred definisati jer zavisi od konkretnog stanja i događanja na terenu. No, planirano vreme monitoringa posle zatvaranja je najmanje 30 godina. Program monitoringa obuhvata praćenje kvaliteta medijuma: vazduha, voda, zemljišta.

Završetkom aktivnosti koje su vezane za držaoca otpada, u predviđenom periodu operater je dužan da izveštava nadležni organ i postupa u skladu sa odredbama člana 18. tač. 1) i 3) do 5) 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)

Operater rudarskog otpada

Serbia Zijin Copper DOO Bor- Ogranak RBM

Plan upravljanja rudarskim otpadom flotacije Majdanpek izradio:

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
Alberta Ajnštajna 1, 19210 Bor

SPISAK PROJEKTANATA

Glavni projektant

Ljubiša Obradović, dipl. inž. rud.
Uverenje br. 2949 /R

Odgovorni projektant

dr Daniel Kržanović, dipl. inž. rud.
Uverenje br. 3590/R

Saradnici

mr Radmilo Rajković, dipl. inž. rud.
Uverenje br. 3736/R

Miomir Mikić, dipl. inž. rud.
Uverenje br. 5446 /R

Goran Pačkovski, dipl. inž. geol.
Uverenje br. 736 /Ge

Sandra Milutinović, dipl. inž. rud.

Ivan Svrkota, dipl. inž. rud.

Slađana Vitković, rud. tehn.

Bor, 2025.god.