



# AŽURIRANI PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM NA RUDNIKU BAKRA I ZLATA „ČUKARU PEKI“ SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR

Rev. 5



Bor, novembar 2024.

OPERATER RUDARSKOG OTPADA:

SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR,

Rudnik bakra i zlata „Čukaru Peki“ u Boru

DIREKTOR:

Su Yongding



KOORDINATOR IZRADE PLANA:

Dušan Višnjić,

Dipl. inž. zšs.

Handwritten signature of Dušan Višnjić in blue ink.

Odgovorno lice za

upravljanje rudarskim otpadom:

Nebojša Buđelan,

Dipl. inž. rud.

Handwritten signature of Nebojša Buđelan in blue ink.

AUTORI:

Nikola Rankić, dipl. inž. rud.

Handwritten signature of Nikola Rankić in blue ink.

Dušan Višnjić, dipl. inž. zšs.

Handwritten signature of Dušan Višnjić in blue ink.

Nebojša Buđelan, dipl. inž. rud.

Handwritten signature of Nebojša Buđelan in blue ink.

KONSULTANTI (Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu):

Prof. dr Dinko KNEŽEVIĆ,

dipl. ing. rud

Prof. dr Dragana NIŠIĆ,

dipl. ing. rud.

## Sadržaj

1.	Podaci o držaocu otpada i predlog perioda važenja Plana .....	1
2.	Zakonski okvir za izradu plana upravljanja rudarskim otpadom .....	8
3.	Opis prostora na kom nastaje otpad i gde se planiraju aktivnosti upravljanja rudarskim otpadom 13	
3.1.	Osnovni podaci .....	13
3.2.	Prostorni plan područja posebne namene .....	15
3.3.	Pedološke karakteristike.....	16
3.4.	Geomorfološke karakteristike .....	16
3.5.	Geološke karakteristike .....	17
3.6.	Hidrogeološke karakteristike područja .....	19
3.7.	Seizmološke karakteristike područja .....	21
3.8.	Hidrološke karakteristike .....	22
3.9.	Opis flore i faune.....	23
3.10.	Opis pejzaža, klime i infrastrukture.....	24
3.11.	Pregled nepokretnih kulturnih dobara.....	25
4.	Opis projekta .....	27
4.1.	Opis projekta eksploatacije, pripreme mineralnih sirovina i odlagališta rudarskog otpada i koncentrata pirita iz ležišta Čukaru peki – Gornja zona .....	27
4.1.1.	Rudne rezerve i kvalitet rude .....	27
4.1.2.	Opis eksploatacije rude .....	29
4.2.	Prikaz projekta geoloških istraživanja Cu, Au i prateće rudne mineralizacije u okviru Donje zone ležišta Čukaru Peki.....	39
4.2.1.	Metodologija istraživanja .....	40
5.	Program praćenja uticaja na životnu sredinu.....	47
5.1.	Praćenje kvaliteta vazduha .....	47
5.1.1.	Aktuelni rezultati monitoringa vazduha.....	48
5.2.	Praćenje kvaliteta voda .....	50
5.2.1.	Aktuelni rezultati monitoringa voda.....	54
5.3.	Merenje nivoa buke .....	56

5.3.1. Aktuelni rezultati monitoringa buke.....	57
5.4. Ispitivanje kvaliteta zemljišta.....	57
5.4.1. Aktuelni rezultati monitoringa zemljišta .....	60
5.5. Program monitoringa životne sredine u slučaju udesnih situacija .....	61
6. Opis proizvodnih postupaka kojima se generiše rudarski otpad i načini upravljanja otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	63
6.1. Flotacijska jalovina.....	65
6.1.1. Nastanak flotacijske jalovine.....	65
6.1.2. Upravljanje flotacijskom jalovinom prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	67
6.1.3. Korišćenje flotacijske jalovine za pripremu zasipa.....	67
6.1.4. Deponovanje jalovine na flotacijskom jalovištu i njen transport.....	70
6.2. „Konzentrat pirita“.....	74
6.2.1. Nastanak „koncentrata pirita“ .....	74
6.2.2. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	76
6.2.3. Odlaganje „koncentrata pirita“ i njegov transport.....	76
6.3. Nemineralizovani jamski otpad.....	81
6.3.1. Nastanak nemineralizovanog jamskog otpada.....	81
6.3.2. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	82
6.3.3. Odlaganje nemineralizovanog jamskog otpada do odlagališta .....	82
6.4. Slabomineralizovani jamski otpad .....	84
6.4.1. Nastanak slabomineralizovanog jamskog otpada .....	84
6.4.2. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	85
6.4.3. Odlaganje slabomineralizovanog jamskog otpada.....	85
6.4.4. Transport nemineralizovanog i slabomineralizovanog otpada na odlagališta.....	86
6.5. Prašina iz sistema otprašivanja mašina i uređaja u postrojenju za PMS .....	87
6.5.1. Nastanak otpada iz otprašivača.....	87
6.5.2. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	87
6.5.3. Odlaganje otpada iz otprašivača .....	87
6.6. Otpad iz mlina.....	87
6.6.1. Nastanak otpada iz mlina .....	87
6.6.2. Upravljanje otpadom iz mlina prema hijerarhiji upravljanja otpadom.....	89
6.6.3. Odlaganje otpada iz mlina .....	89
6.7. Otpad iz hidrociklona (sa sita).....	89
6.7.1. Nastanak otpada iz hidrociklona .....	89
6.7.2. Upravljanje otpadom iz hidrociklona prema hijerarhiji upravljanja otpadom.....	90
6.7.3. Odlaganje otpada iz hidrociklona.....	90
7. Predlog kategorija deponija rudarskog otpada .....	91
7.1. Klasifikacija deponija na osnovu posledica koje nastaju usled udesa na deponiji .....	91
7.1.3. Procena rizika od udesa.....	92
7.1.4. Procena rizika od rušenja brana na deponijama koncentrata pirita i flotacijskom jalovištu ...	93

7.1.5. Procena rizika od udesa na odlagalištima jamskog otpada .....	108
7.2. Klasifikacija deponija na osnovu karaktera otpada koji se odlaže na njima .....	113
7.2.1. Metodologija klasifikacije prema karakteru otpada .....	114
7.2.2. Karakterizacija flotacijske jalovine i ukupne količine koje će se generisati .....	124
7.2.2. Karakterizacija koncentrata pirita i ukupne količine koje će se generisati .....	132
7.2.3. Karakterizacija nemineralizovanog jamskog otpada i ukupne količine koje će se generisati .....	137
7.2.4. Karakterizacija slabominalizovanog jamskog otpada i ukupne količine .....	152
7.2.5. Karakterizacija otpada iz otprašivača i ukupne količine .....	161
7.2.6. Karakterizacija otpada iz mlina .....	165
7.2.7. Karakterizacija otpada iz hidrociklona sa sita .....	170
7.2.8. Predlog kategorije deponija rudarskog otpada na osnovu karaktera otpada koji se na njima deponuje .....	175
7.3. Klasifikacija deponija na osnovu sadržaja opasnih supstanci ili smeša u otpadu .....	177
7.3.1. Flotacijsko jalovište .....	179
7.3.2. Odlagalište koncentrata pirita .....	179
7.4. Rezime kategorija deponija rudarskog otpada .....	180
8. Opis načina na koji odlaganje rudarskog otpada može štetno da utiče na životnu sredinu i zdravlje ljudi i pregled preventivnih mera .....	182
8.1. Opis načina na koji odlaganje rudarskog otpada može štetno uticati na životnu okolinu i zdravlje ljudi .....	182
8.2. Pregled preventivnih mera koje je potrebno preduzeti kako bi se uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi sveo na minimum tokom rada i nakon zatvaranja deponija .....	183
8.2.1. Mere za sprečavanje zagađenja životne sredine .....	183
8.2.2. Mere za bezbednost i zaštitu zdravlja ljudi .....	185
8.2.3. Mere za osiguranje fizičke stabilnosti deponija i sprečavanje erozije .....	185
8.2.4. Mere zatvaranja, sanacije i rekultivacije deponija rudarskog otpada .....	186
9. Predlog procedure kontrole sastava rudarskog otpada i praćenja deponija .....	189
9.1. Predlog procedure kontrole sastava rudarskog otpada .....	189
9.2. Praćenje (oskultacija) deponija rudarskog otpada .....	193
10. Predlog plana zatvaranja i praćenja deponija rudarskog otpada nakon zatvaranja .....	200
10.1. Plan zatvaranja deponija .....	200
10.1.1. Flotacijsko jalovište i odlagalište „koncentrata pirita“ .....	202
10.2. Program postoperativnog monitoringa deponija .....	206
11. Mere za sprečavanje pogoršanja stanja voda, vazduha i zemljišta .....	208
12. Podaci o trenutnom stanju zemljišta koje može biti ugroženo radom deponija .....	210
13. Način izveštavanja nadležnih organa o uočenim udesnim situacijama na deponijama i pogoršanju stanja životne sredine .....	215

14.	Interni plan zaštite od udesa .....	217
14.1.	Procena opasnosti .....	217
14.1.1.	Identifikacija kritičnih tačaka koje predstavljaju moguće izvore opasnosti sa aspekta nastajanja udesa .....	217
14.1.2.	Prikaz mogućeg razvoja događaja – scenario .....	217
14.1.3.	Analiza povredivosti .....	218
14.1.4.	Određivanje mogućeg nivoa udesa .....	218
14.2.	Mere prevencije .....	219
14.2.1.	Mere koje su predviđene i/ili realizovane prostornim planiranjem, projektovanjem i izgradnjom objekata .....	219
14.2.2.	Mere koje su predviđene i realizovane izborom tehnologije izgradnje, tehnološke opreme, opreme za upravljanje procesima i druge tehničke opreme .....	219
14.2.3.	Mere koje su predviđene izborom tehničko-tehnoloških rešenja koje doprinose bezbednom transportu opasnih materija .....	220
14.2.4.	Mere koje obezbeđuju kvalitetno i pravovremeno održavanje tehničko-tehnološkog nivoa objekta – postrojenja .....	221
14.2.5.	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 .....	221
14.2.6.	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 .....	221
14.3.	Snage i sredstva za zaštitu i spasavanje, umanj enje i otklanjanje posledica od udesa .....	223
14.3.1.	Raspoloživi ljudski resursi .....	223
14.3.2.	Raspoloživa materijalna sredstva i oprema za zaštitu i spasavanje .....	223
14.3.3.	Angažovanje interventnih službi u slučaju udesa izvan industrijskog kruga i pomoć od strane lokalne zajednice; .....	224
14.3.4.	Mere otklanjanja posledica udesa .....	225
14.4.	Postupanje u slučaju udesa .....	225
14.4.1.	Način uzbunjivanja i angažovanja lica koja učestvuju u odgovoru na udes .....	225
14.4.2.	Organizacije, na lokalnom nivou, osposobljene za odgovor na udes i ovlašćene za pružanje pomoći .....	228
14.4.3.	Ekipe za odgovor na udes i način angažovanja za spasavanje, obaveštavanje i uzbunjivanje, transport i zbrinjavanje povređenih, dekontaminaciju ljudi, opreme i prostora .....	229
14.4.4.	Grafički deo za postupanje u slučaju udesa – maksimalno procenjena zona opasnosti .....	229
14.5.	Informisanje javnosti .....	230
15.	Finansijska sredstva za podmirenje troškova .....	233

**Spisak slika:**

Slika 1 Izvod iz Rešenja MRE kojim se Rudniku odobrava upravljanje rudarskim otpadom .....	2
Slika 2 Izvod iz Rešenja MRE kojim se Rudniku odobrava upotreba i korišćenje rudarskim objekata....	3
Slika 3 Rešenje o licu odgovornom za upravljanje I nadzor and rudarskim otpadom .....	5
Slika 4 Geografski položaj prostora na kom nastaje i planira se upravljanje rudarskim otpadom .....	13
Slika 5 Eksploataciono polje ležišta Čukaru Peki .....	14
Slika 6 Posebna namena prostora 2025. godine (Prostorni plan područja posebne namene eksploatacije mineralnih sirovina na lokalitetu rudnika Čukaru Peki).....	15
Slika 7 Posebna namena prostora 2035. godine (Prostorni plan područja posebne namene eksploatacije mineralnih sirovina na lokalitetu rudnika Čukaru Peki).....	16
Slika 8 Šematski prikaz položaja gornje i donje zone ležišta Čukaru Peki (levo) i položaj i međusobni odnosi kontura mineralizacije bakra i zlata u ležištu Čukaru Peki (desno) .....	18
Slika 9 Litostratigrafski stub ležišta Čukaru Peki .....	19
Slika 10 Hidrogeološka karta šireg područja ležišta .....	21
Slika 11 Karta seizmičkog hazarda za povratni period od 95 godina (gore) sa kartom zabeleženih epicenatar zemljotresa u poslednjih 500 godina za Borski okrug (dole) .....	22
Slika 12 Tehnološka šema flotacijske prerade rude .....	33
Slika 13 Dispozicija deponija i akumulacije .....	37
Slika 14 Odlagališta jamskog otpada .....	39
Slika 15 Situacioni plan sa prikazom izvedenih i projektovanih geoloških i rudarskih istražnih radova na istražnom prostoru ležišta Čukaru Peki .....	43
Slika 16 Prostorni raspored istražnih prostorija u donjoj zoni .....	44
Slika 17 Prostorni položaj istražnih prostorija donje zone, pogled iz pravca SZ .....	45
Slika 18 Prostorni položaj istražnih prostorija donje zone, pogled iz pravca JZ.....	45
Slika 19 Mesta uzorkovanja vazduha u sektoru deponija (legenda: MEX – ukupne taložne materije, PM – PM <sub>10</sub> ) .....	47
Slika 20 Merna mesta i dinamika praćenja površinskih voda u okolini deponija.....	50
Slika 21 Raspored mernih mesta za uzorkovanje površinskih voda u okviru ležišta Čukaru Peki.....	51
Slika 22 Raspored mernih mesta za uzorkovanje podzemnih voda u okviru ležišta Čukaru Peki .....	52
Slika 23 Mesta uzorkovanja podzemnih voda u okviru ležišta Čukaru Peki .....	53
Slika 24 Merna mesta za merenje buke u sektoru deponija otpada .....	57
Slika 25. Mapa uzorkovanja zemljišta u okolini rudnika .....	58
Slika 26 Lokacije namenjene za prihvatanje i odlaganje svih vrsta rudarskog otpada u Rudniku “Čukaru Peki” .....	63
Slika 27 Tehnološka šema izdvajanja flotacijske jalovine.....	65
Slika 28 Tehnološka šema pripreme zasipa sa flotacijskom jalovinom.....	68

Slika 29 Raspored objekata na postrojenju za pripremu zasipa .....	69
Slika 30 Lokacija za izgradnju odlagališta rudnika Čukaru Peki.....	70
Slika 31 Kriva zapremine flotacijskog jalovišta .....	71
Slika 32 Poprečni presek kroz branu flotacijskog jalovišta.....	71
Slika 33 Situacija flotacijskog jalovišta .....	72
Slika 34 Flotacijsko jalovište .....	73
Slika 35 Situaciona karta odlagališta koncentrata pirita do K+ 317 mnv .....	77
Slika 36 Poprečni presek kroz branu i akumulacioni prostor odlagališta koncentrata pirita.....	77
Slika 37 Kriva zapremine skladišta „koncentrata pirita“ .....	78
Slika 38 Drenažni sistem ispod HDPE geomembrane.....	79
Slika 39 Prelivni organ na desnom kraju krune brane.....	80
Slika 40 Odlagalište „koncentrata pirita“, .....	80
Slika 41 Položaj odlagališta jamskog otpada .....	83
Slika 42 Konačni izgled odlagališta O1, O4, O5, O6 i O7.....	84
Slika 43 Konačni izgled odlagališta O2, O3 i DR.....	86
Slika 44 Šema transportnih relacija .....	86
Slika 45 Džambo vreće sa otpadom iz mlina .....	88
Slika 46 Opšta klasifikacija deponija rudarskog otpada prema Uredbi.....	91
Slika 47 Klasifikacija deponija rudarskog otpada na osnovu posledica potencijalnog udesa .....	92
Slika 48 Položaj profila za proveru stabilnosti: a) brana odlagališta koncentrata pirita, b) brana flotacijskog jalovišta, c) brana akumulacije drenažnih voda.....	94
Slika 49 Funkcionalna zavisnost faktora sigurnosti i godišnje verovatnoće udesa .....	95
Slika 50 Seizmički hazard u regionu Bora za povratni period od 475 godina.....	96
Slika 51 Ruta poplavnog talasa.....	99
Slika 52 Topografija okolnog terena.....	99
Slika 53 Grejemova metoda za procenu broja potencijalnih ljudskih žrtava .....	101
Slika 54 Ugroženi stambeni objekti .....	101
Slika 55 Matrica rizika i ALARP dijagram za flotacijsko jalovište o odlagalište koncentrata pirita.....	107
Slika 56 Klasifikacija flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita na osnovu posledica udesa .....	108
Slika 57 Godišnja verovatnoća udesa usled nestabilnosti kosina odlagališta slabomineralizovanog otpada.....	110
Slika 58 Matrica rizika i ALARP dijagram za odlagališta jamskog otpada.....	111
Slika 59 Klasifikacija odlagališta jamskog otpada prema rizičnosti .....	112
Slika 60 Klasifikacija deponija rudarskog otpada prema karakteru otpada .....	113
Slika 61 Granulometrijski sastav flotacijske jalovine.....	124



Slika 62 Granulometrijski sastav jalovine uzet iz industrijskog postrojenja, decembar 2022. ....	125
Slika 63 Difraktogrami uzoraka flotacijske jalovine.....	127
Slika 64 Difraktogram uzorka „koncentrata pirita“ .....	132
Slika 65 Difraktogram nemineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone, 2020.g. ....	138
Slika 66 Difraktogram nemineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone, 2022.g.....	139
Slika 67 Difraktogram slabom mineralizovani jamski otpad, uzorak iz 2020.g., Gornja zona.....	153
Slika 68 Difraktogram slabom mineralizovani jamski otpad, uzorak iz 2022.g., Gornja zona.....	154
Slika 69 Difraktogrami slabom mineralizovanih jamskih otpada, Donja zona .....	155
Slika 70 Difraktogram otpada iz otprašivača .....	163
Slika 71 Difraktogram otpada iz mlina .....	167
Slika 72 Difraktogram otpada sa sita.....	172
Slika 73. Kategorija deponija rudarskog otpada u Rudniku “Čukaru Peki” prema karakteru otpada.	176
Slika 74 Zone uzorkovanja na deponiji.....	192
Slika 75 Merni profili na flotacijskom jalovištu .....	196
Slika 76 Merni profili na deponiji „koncentrata pirita“ .....	197
Slika 77 Položaj pijezometara na nasipima .....	198
Slika 78. Mapa uzorkovanja zemljišta u okolini rudnika .....	210
Slika 79 Šema hijerarhije obaveštavanja i uzbunjivanja u slučaju udesa .....	227
Slika 80 Šema reagovanja državnih organa u slučaju havarije.....	229
Slika 81 Ruta poplavnog talasa.....	230
Slika 82 Informisanje javnosti.....	230
Slika 83. Rezime finansija .....	235

**Spisak tabela:**

Tabela 1 Osnovni podaci o operateru otpada.....	4
Tabela 2 Koordinate granica eksploatacionog polja .....	14
Tabela 3 Preliminarno utvrđene količine bilansne rezerve masivno-sulfidne rude u ležištu Čukaru Peki (po kategorijama i ukupno).....	27
Tabela 4 Kvalitet preliminarno utvrđenih količina bilansnih rezervi masivno-sulfidne rude u ležištu Čukaru Peki (po kategorijama i ukupno).....	27
Tabela 5 Hemijski sastav dva tipa rude .....	27
Tabela 6 Kvalitativno-kuantitativna mineraloška analiza .....	28
Tabela 7 Teorijska hemijska formula minerala i sadržaj bakra, sumpora i arsena.....	28
Tabela 8 Projektovani dnevni metal bilans koncentracije .....	31
Tabela 9 Ostvareni godišnji metal bilans koncentracije 2021/22.g. ....	31
Tabela 10 Karakteristike procesa .....	32
Tabela 11 Kapacitet i režim rada PMS postrojenju .....	33
Tabela 12 Potrošnja reagenasa u Flotaciji, za puni kapacitet od 3.300.000 t/g.....	35
Tabela 13 Projektovane količina izdvojenih koncentrata i jalovine po godinama i ukupno .....	36
Tabela 14 Dimenzije odlagališta .....	38
Tabela 15 Prikaz predviđenih bušotina po istražnim godinama .....	42
Tabela 16 Položaj Projektovanih geotehničkih bušotina u odnosu na okna.....	43
Tabela 17 Projektovane istražne bušotine iz podzemnih prostorija, III istražna godina .....	44
Tabela 18 Maksimalne koncentracije UTM .....	48
Tabela 19 Maksimalne koncentracije PM <sub>10</sub> (datum uzorkovanja/max konc).....	46
Tabela 20 Koordinate uzetih uzoraka zemljišta .....	59
Tabela 21 Vrste rudarskog otpada koji se generišu na rudniku „Čukaru Peki“ .....	64
Tabela 22 Plan upravljanja flotacijskom jalovinom prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	67
Tabela 23 Plan upravljanja „koncentratom pirita“ prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	76
Tabela 24 Plan upravljanja nemineralizovanim jamskim otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom.....	82
Tabela 25 Kapaciteti odlagališta nemineralizovanog jamskog otpada .....	82
Tabela 26 Plan upravljanja slabominalizovanim otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom..	85
Tabela 27 Kapaciteti odlagališta slabominalizovanog jamskog otpada.....	85
Tabela 28 Plan upravljanja „otpadom“ iz otprašivača prema hijerarhiji upravljanja otpadom.....	87
Tabela 29 Plan upravljanja „otpadom“ iz mlina prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	89
Tabela 30 Plan upravljanja „otpadom“ iz hidrociklona prema hijerarhiji upravljanja otpadom .....	90
Tabela 31 Izračunati faktori sigurnosti.....	95
Tabela 32 Tumačenje godišnje verovatnoće udesa usled nestabilnosti kosina.....	96

Tabela 33 Podaci o zapreminama slobodnog retenzionog prostora i potencijalnim količinama pale voda u slučaju udesa .....	97
Tabela 34 Predložene stope smrtnosti za proračun potencijalnih ljudskih žrtava u slučaju udesa ....	102
Tabela 35 Posledice po privredu .....	103
Tabela 36 Kategorija posledica prema GISTM.....	105
Tabela 37 Osnovne karakteristike odlagališta.....	109
Tabela 38 Rezultati analize stabilnosti procene verovatnoće usled nestabilnosti kosina .....	109
Tabela 39 Klasifikacija odlagališta prema opasnosti .....	111
Tabela 40 Principi klasifikacije rudarskog otpada .....	119
Tabela 41 Hemijski sastav flotacijske jalovine.....	126
Tabela 42 Mineraloški sastav flotacijske jalovine .....	126
Tabela 43 Hemijski sastav opasnih komponenti u flotacijskoj jalovini .....	128
Tabela 44 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008 .....	129
Tabela 45 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA .....	129
Tabela 46 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala flotacijske jalovine.....	130
Tabela 47 Indeksni broj flotacijske jalovine i oznake prema listama otpada.....	131
Tabela 48 Projektovane količine flotacijske jalovine, hiljada tona godišnje i njena raspodela .....	131
Tabela 49 Mineraloški sastav „koncentrata pirita“ .....	133
Tabela 50 Hemijski sastav opasnih komponenti u „koncentratu pirita“.....	133
Tabela 51 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008 .....	134
Tabela 52 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA .....	135
Tabela 53 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala „koncentrata pirita“ .....	135
Tabela 54 Indeksni broj „koncentrata pirita“ i oznake prema listama otpada .....	136
Tabela 55 Količine „koncentrata pirita“, hiljada tona/godišnje .....	136
Tabela 56 Hemijski sastav nemineralizovanog jamskog otpada , oktobar 2022.g.....	137
Tabela 57 Mineraloški sastav nemineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone.....	138
Tabela 58 Mineraloški sastav nemineralizovanog jamskog otpada iz Donje zone .....	141
Tabela 59 Difraktogrami nemineralizovanog jamskog otpada iz Donje zone, 2024.g.....	142
Tabela 60 Hemijski sastav opasnih komponenti u nemineralizovanom jamskom otpadu iz Gornje zone.....	144
Tabela 61 Hemijski sastav opasnih komponenti u nemineralizovanom jamskom otpadu iz Donje zone .....	145
Tabela 62 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008, Gornja zona .....	146
Tabela 63 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA, Gornja zona .....	146
Tabela 64. Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008, Donja zona.....	147
Tabela 65 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA, Donja zona .....	148

Tabela 66 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala nemineralizovanog jamskog otpada, Gornja zona.....	149
Tabela 67 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala nemineralizovanog jamskog otpada, Donja zona.....	150
Tabela 68 Indeksni broj nemineralizovanog jamskog otpada i oznake prema listama otpada .....	151
Tabela 69 Količine nemineralizovanog jamskog otpada .....	151
Tabela 70 Hemijski sastav opasnih komponenti u slabomineralizovanom jamskom otpadu iz Gornje zone.....	152
Tabela 71 Hemijski sastav opasnih komponenti u slabomineralizovanom jamskom otpadu iz Donje zone.....	152
Tabela 72 Mineraloški sastav slabomineralizovani jamski otpad, Gornja zona .....	153
Tabela 73 Mineraloški sastav slabomineralizovani jamski otpad, Donja zona .....	154
Tabela 74 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008, Gornja zona .....	156
Tabela 75 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA, Gornja zona.....	156
Tabela 76 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008, Donja zona .....	157
Tabela 77 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA, Donja zona .....	157
Tabela 78 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala slabomineralizovane jamske jalovine iz Gornje zone.....	158
Tabela 79 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala slabomineralizovane jamske jalovine iz Donje zone.....	159
Tabela 80 Indeksni broj slabomineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone i Donje zone i oznake prema listama otpada .....	160
Tabela 81 Količine slabomineralizovanog jamskog otpada.....	160
Tabela 82 Hemijski sastav opasnih komponenti u otpadu iz otprašivača.....	161
Tabela 83 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008 .....	162
Tabela 84 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA .....	162
Tabela 85 Mineraloški sastav otpada iz otprašivača .....	163
Tabela 86 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala otpada iz otprašivača .....	164
Tabela 87 Indeksni broj otpada iz otprašivača i oznake prema listama otpada .....	164
Tabela 88 Hemijski sastav opasnih komponenti u otpadu iz mlina .....	165
Tabela 89 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008 .....	166
Tabela 90 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA .....	166
Tabela 91 Mineraloški sastav otpada iz mlina.....	167
Tabela 92 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala otpada iz mlina.....	168
Tabela 93 Indeksni broj otpada iz mlina i oznake prema listama otpada .....	169
Tabela 94 Hemijski sastav opasnih komponenti u otpadu sa sita.....	170
Tabela 95 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008 .....	171

Tabela 96 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA .....	171
Tabela 97 Mineraloški sastav otpada iz hidrociklona sa sita.....	172
Tabela 98 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala otpada iz hidrociklona sa sita.....	173
Tabela 99 Indeksni broj otpada sa sita i oznake prema listama otpada .....	174
Tabela 100 Popis reagenasa .....	178
Tabela 101 Rezime predloženih kategorija deponija rudarskog otpada.....	180
Tabela 102 Plan aktivnosti na zatvaranju deponija otpada .....	187
Tabela 103 Preporuke za uzorkovanje otpada.....	193
Tabela 104 Frekvencija monitoringa.....	199
Tabela 105 Alternativi pokrovni sistemi za područja sa umereno vlažnom i vlažnom klimom .....	200
Tabela 106 Plan aktivnosti na zatvaranju deponija otpada .....	202
Tabela 107 Program i dinamika monitoringa po zatvaranju deponija otpada.....	206
Tabela 108 Koordinate uzetih uzoraka zemljišta .....	211

## 1. Podaci o držaocu otpada i predlog perioda važenja Plana

**Zijin Mining Group Co., Ltd.** je preduzeće sa sedištem u mestu Šanghang u Kini, koje se bavi proizvodnjom i preradom zlata, bakra i nemetala. Ova kompanija je jedan od najvećih kineskih proizvođača iz ovog sektora, a osnovana je 2000. godine. Glavni postojeći projekti kompanije Zijin raspoređeni su u 18 kineskih provincija i 11 zemalja širom sveta. U Republici Kini postoji grupa glavnih rudnika kao što su Rudnik zlata i bakra Fujian Zijinshan, Rudnik zlata i bakra Jilin Hunchun, Rudnik bakra Xinjiang Ashele, Rudnik bakra Heilongjiang Duobaoshan i Rudnik cinka Xinjiang Ulugqat. U inostranstvu, Zijin ima nekoliko rudnika kao što su: Rudnik zlata Porgera u Papui Novoj Gvineji, Rudnik bakra Kolwezi u Demokratskoj Republici Kongo i Rudnik cinka Tuva u Rusiji. Ovde spadaju i dva velika rudnika bakra koji su u fazi rekonstrukcije i izgradnje – Rudnik Kamoja u Demokratskoj Republici Kongo i Rudnik Bor u Srbiji.

Kompanija **Serbia Zijin Mining DOO Bor** (ranije Rakita Exploration DOO Bor) posluje u sastavu Zijin Mining Group Co., Ltd. Kompanija Rakita Exploration DOO Bor je osnovana u martu 2007. godine, a njeno sedište nalazi se na adresi Suvaja 185A, 19210 Bor. Kompanija (pod tadašnjim imenom Rakita) je na osnovu istražnog prava za geološka istraživanja zlata i prateće rudne mineralizacije prostora „Brestovac – Metovnica“ 2010. godine, započela geološka istraživanja na osnovu ugovora koji je sklopljen između kompanija Reservoir Minerals i Freeport McMoRan Exploration. Geofizička ispitivanja koja su obavljena na ovom području značajno su doprinela inicijalnom otkriću ležišta Čukaru Peki početkom 2012. g. Nakon sticanja 55% učešća u kapitalu kompanije Rakita, američka korporacija Freeport je jula 2012. g. postigla sporazum sa kompanijom Reservoir Minerals da bude isključivi operator projekta, odnosno da sama finansira troškove projekta do završetka Studije izvodljivosti.

Kompanija Reservoir Minerals je u januaru 2014. g., objavila Prvi tehnički izveštaj o proceni mineralnih resursa u ležištu Čukaru Peki. U martu 2016. g. ista kompanija objavila je Preliminarnu ekonomsku analizu, koju je pripremila kompanija SRK Consulting, nezavisna rudarska i geološka konsultantska kompanija, a u skladu sa Nacionalnim Instrumentom 43-101 koji bliže uređuju kanadske regulatorne agencije. Iste godine Reservoir Minerals i kanadska kompanija Nevsun objavile su da su ušle u konačni sporazum o udruživanju. U junu 2018. g., kompanija Zijin Mining Group Co., Ltd je izvršila kontrolu lokacije ležišta Čukaru Peki, u okviru koje je koristila prikupljenu bazu podataka za ponovnu izradu 3D modela pomoću softverskog paketa Surpac, čime je potvrdila resurse gornje zone ležišta.

Krajem 2018. godine, kompanija Zijin Mining Group je od kompanije Nevsun otkupila više od 90% akcija, čime je zvanično postala većinski vlasnik Gornje zone ležišta Čukaru Peki. Kupovinom 100% akcija od kompanije Nevsun u januaru 2019. g., Zijin Mining Group postaje vlasnik Rakite. U julu 2020. g. kompanija menja ime u Serbia Zijin Mining DOO Bor.

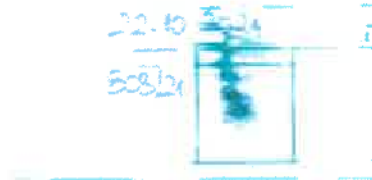
Registrovani kapital kompanije iznosi 51.192.800 američkih dolara, a njen sadašnji pravni zastupnik i generalni direktor je Li Heping. Serbia Zijin Mining DOO Bor poseduje 5 istražnih prava u Srbiji, uključujući i ležište Čukaru Peki (100% vlasničkog udela u Gornjoj i Donjoj zoni ležišta) čije je istražno pravo prešlo u pravo na eksploataciju. Preostala 4 su i dalje na nivou istražnih prava.

**Rudnik bakra i zlata „Čukaru Peki“** u sastavu privrednog društva SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR dobio je privremenu Dozvolu za upravljanje rudarskim otpadom po rešenju

Ministarstva rudarstva i energetike (MRE) broj 310-02-01808/2021-02 od 19.10.2021., slika 1, a na osnovu Plana upravljanja rudarskim otpadom iz juna 2021.g.



Република Србија  
МИНИСТАРСТВО РУДАРСТВА И ЕНЕРГЕТИКЕ  
Број:310-02-01808/2021-02  
Датум:19.10.2021 године



Министарство рударства и енергетике, решавајући по захтеву привредног друштва SERBIA ZIJIN MINING DOO из Бора за издавање дозволе за управљање рударским отпадом, на основу члана 144 Закона о рударству и геолошким истраживањима ("Службени гласник РС", број 100/2015 и 95/2018 - други закон, 40/2021), члана 3, 4 и 6. Уредбе о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду (Сл. Гласник РС бр. 53/17), члана 156 Закона о општем управном поступку ("Сл. гласник РС", број 18/2016 и 95/2018), а на основу овлашћења министарке број: 021-02-31/2021-08 од 23.03.2021.године, доноси:

#### РЕШЕЊЕ

- ИЗДАЈЕ СЕ ДОЗВОЛА ЗА УПРАВЉАЊЕ РУДАРСКИМ ОТПАДОМ у руднику бабра и злата Чукару Пеки код Бора, привредном друштву SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR, матични број 20285494, са седиштем у Бору.
- Дозвола за управљање рударским отпадом се издаје привредном друштву SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR које је Државни и Оператер рударског отпада на експлоатационом пољу Чукару Пеки, које се води на листу бр. 615 књиге експлоатационих поља, а на коме је наведено привредно друштво носилац одобрења за експлоатацију и извођење рударских радова. Одговорно лице у поступку управљања рударским отпадом је Александар Петковић, заменик менаџера у погону за прераду минерала.

Слика 1 Извод из Реšenja MRE којим се Руднику одобрава управљање рударским отпадом

Карактеристика Плана управљања рударским отпадом из јуна 2021.g. је да је он направљен на бази пројектне документације и резултата карактеризације отпада урађене на бази узорака добијених из полуиндустријских испитивања могућности и услова екстракције корисних минерала, односно на бази узорака који су добијени из припремних радова отварања рудника. То је био и главни разлог да MRE донесе Реšenje са скраћеним роком трајања. Наведено реšenje је важеће до 31.12.2022.g.

У међувремену завршени су сви производни објекти и започела је пробна, а потом и индустријска експлоатација рудног тела и прерада добијене руде. Сви објекти за смештај отпада који настаје у постројенју су завршени и постали су индустријски активни. Пре започињања рада обављен је технички преглед изграђених објеката, па је MRE издало Реšenje број 310-02-01460/2021-02 од 11.10.2021, слика 2.



Република Србија  
МИНИСТАРСТВО РУДАРСТВА И ЕНЕРГЕТИКЕ  
Број: 310-02-01460/2021-02  
Датум: 11.10.2021. године

Министарство рударства и енергетике, решавајући по захтеву привредног друштва SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR из Бора, за издавање одобрења за употребу рударских објеката, на основу члана 8. Закона о министарствима ("Сл. гласник РС", бр. 128/2020), члана 107, 109 и 110. Закона о рударству и геолошким истраживањима ("Сл. гласник РС", број 101/2015 и 95/2018- др. закон и 40/2021), члана 136. Закона о општем управном поступку ("Сл. гласник РС", број 18/2016 и 95/2018), а на основу овлашћења министарке број: 021-02-31/2021-08 од 23.03.2021. године, доноси

### РЕШЕЊЕ

ОДОБРАВА СЕ привредном друштву SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR из Бора, употреба и коришћење рударских објеката израђених по Главном рударском пројекту припреме минералних сировина и одлагашта рударског отпада и концентрата пирита из лежишта "Чукару Пеки"- горња зона и по Допунском рударском пројекту изведеног стања постројења за припрему минералних сировина и одлагашта рударског отпада и концентрата пирита из лежишта "Чукару Пеки"- горња зона и то као интегрисане технолошке целине:

Slika 2 Izvod iz Rešenja MRE kojim se Rudniku odobrava upotreba i korišćenje rudarskim objektima

Индустријски рад Рудника и постројења за припрему руде омогућио је савладавање свих утицаја рударског отпада на процес и окружење, а самим тим узимање и узорака из индустријског постројења за карактеризацију рударског отпада. Овим су се стекли сви услови да се приступи **ажурирању** Плана управљања рударским отпадом из јуна 2021.г. како би се добили потпуно веродостојни подаци.

У табели 1 дати су основни подаци о operaterу отпада, одговорном licу operatera отпада, координатору Плана и licу које управља отпадом.



Tabela 1 Osnovni podaci o operateru otpada

Ime kompanije	Serbia Zijin Mining DOO Bor,
Pravni oblik	Društvo sa ograničenom odgovornošću
Matični broj	20285494
Lokacija rudnika (koordinate: centar upravne zgrade)	7 591 446,758 4 874 291,000 340
Podaci za kontakt	Adresa: Suvaja 185A, 19229 Brestovac, Bor Telefon: 030/2155-005 Fax: 030/2495-473 E-mail: <a href="mailto:info@zijinmining.rs">info@zijinmining.rs</a>
Odgovorno lice operatera otpada	
Ime i prezime	Su Yongding
funkcija	direktor
potpis	
Koordinator PURO	
Ime i prezime	Dušan Višnjić, dipl. Inž. zaštite živ. sred.
funkcija	Menadžer odeljenja zaštite životne sredine
potpis	
Lice odgovorno za upravljanje otpadom i deponijama	
Ime i prezime	Nebojša Buđelan, dipl.inž.rud.
Funkcija	Lice za bezbednost i zaštitu na radu
Telefon	060/4235157
E-mail adresa	<a href="mailto:nebojsa.budjelan@zijinmining.rs">nebojsa.budjelan@zijinmining.rs</a>
potpis	
Datum	Novembar 2024.

Na slici 3 dati podaci i rešenje kojim se imenuje lice odgovorno za upravljanje rudarskim otpadom.



SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR, Buvaje 185A, 19210 Bor, Tel: +381 30 215 5005, e-mail: info@zjmin.net, www.zjmin.net  
Bank Account: 170-30004915000-07 UniCredit Bank, TIN: 106044770, Company ID: 20205464

Na osnovu člana 119. Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima („Službeni glasnik RS“ br. 101/15, 95/18 i 40/21), direktor Serbia Zijin Mining d.o.o. Bor godine u Boru donosi sledeće:

### REŠENJE

I Zaposleni Nebojša Budelan, JMBG. 1410977751028, koji obavlja poslove na radnom mestu inženjer u postrojenju za pasta zasip, određuje se za lice odgovorno za upravljanje i nadzor nad rudarskim otpadom, prema Planu upravljanja rudarskim otpadom rudnika bakra i zlata Čukari Peki Serbia Zijin Mining d.o.o. Bor.

II Lice iz stava I ovog rešenja ispunjava sve uslove za obavljanje navedenih poslova u skladu sa odredbom člana 119 Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima, i dužno upravljanje i nadzor nad rudarskim otpadom obavlja savesno u cilju obezbeđenja da se izvođenje predmetnih radova odvija u skladu sa pomenutim zakonom, Zakonom o upravljanju otpadom, svim relevantnim podzakonskim aktima, Planu upravljanja rudarskim otpadom rudnika bakra i zlata Čukari Peki Serbia Zijin Mining d.o.o. Bor i pravilima struke.

III Ovo rešenje stupa na snagu danom donošenja.

Pouka o pravnom leku: Protiv ovog rešenja, zaposleni ima pravo da pokrene spor pred Osnovnim sudom u Boru, kao stvarno i mesno nadležnim sudom u roku od 60 dana od dana njegovog prijema

Serbia Zijin Mining d.o.o. Bor

Direktor

Su Fengding

Slika 3 Rešenje o licu odgovornom za upravljanje i nadzor nad rudarskim otpadom

Ovaj plan upravljanja rudarskim otpadom koji se generiše u rudniku „Čukaru Peki“ se izrađuje po Uredbi za period od 5 godina. Međutim, kako član 10 Uredbe nalaže, Plan treba da se ažurira 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.

Kako je tokom 2025. godine planirano ažuriranje statusa postrojenja za pripremu rude, zajedno sa deponijama u skladu sa odredbama Seveso III Direktive 2012/18/EU i izrada Eksternog plana za zaštitu od velikog udesa, i tokom 2027. godine planirano povećanja kapaciteta Rudnika, ovaj Plan se izrađuje za period važenja od 1 godine (novembar 2025), nakon čega će se stvoriti uslovi za njegovo ažuriranje.

**Podloge korišćene za pisanje ovog Plana su:**

- Rakita Exploration d.o.o., The Mining and Processing of the Upper Zone, Timok Cu-Au Project, Basic Design, Volume I: Main Text, Zijin Mining Construction Co., Ltd., June 2019
- Studija izvodljivosti eksploatacije ležišta masivno sulfidne rude bakra i zlata Čukaru Peki – Gornja zona, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, 2020
- Studija procene uticaja na životnu sredinu projekta: izvođenja rudarskih radova u okviru eksploatacije čvrstih mineralnih sirovina na lokaciji Čukaru Peki, „Dvooper“ DOO, Beograd, decembar 2019
- Tehnički rudarski tehnološki projekat odlaganja koncentrata pirita, flotacijske jalovine i neutralizacionog mulja, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, 2020
- Tehnički rudarski tehnološki projekat pripreme i distribucije pasta zasipa, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, novembar 2020
- Rudarski projekat na istraživanju čvrstih mineralnih sirovina u ležištu Čukaru Peki – donja zona Knjiga XIV Tehnički projekat tehničke i biološke rekultivacije i zaštite životne sredine, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, 2022
- Rudarski projekat na istraživanju čvrstih mineralnih sirovina u ležištu Čukaru Peki – donja zona Knjiga X Tehnički projekat površinskog transporta i odlaganja rude i jalovine, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, 2022
- Mining waste testing, flotation waste, Test Report No. 35354/20 dated 03.02.2020, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, February 2020
- Mining waste testing, flotation waste, Test Report No. 40241/20 dated 12.08.2020, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, August 2020
- Mining waste testing, flotation waste, Test Report No. 40240/20 dated 12.08.2020, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, August 2020
- Izveštaj o ispitivanju flotacijske jalovine broj 3223/22 od 17.10.2022., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, decembar 2022
- Izveštaj Optčke-Laserske granulometrijske analize br. 1, broj 3222/22 od 12.12.2022., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, decembar 2022
- Mining waste testing, pyrite concentrate, Test Report No. 35355/20 dated 03.02.2020, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, February 2020
- Izveštaj o ispitivanju koncentrata pirita broj 3223/22 od 14.10.2022., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, decembar 2022
- Mining waste testing, waste rock sample, Test Report No. 43248/20 dated 31.12.2020, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, January 2020
- Izveštaj o ispitivanju rudarskog otpada – slabomineralizovani jamski otpad, Broj 3220/22 od 14.10.2022., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, oktobar 2022
- Izveštaji o ispitivanju rudarskog otpada – slabomineralizovani jamski otpad, Broj 300-3/24, 300-10/24 i 300-11/24 od 09.02.2024., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, oktobar 2024

- Mining waste testing, waste rock sample, Test Report No. 43249/20 dated 31.12.2020, Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, January 2020
- Izveštaj o ispitivanju nemineralizovanog jamskog otpada broj 3221/22 od 14.10.2022., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, decembar 2022
- Izveštaj o ispitivanju nemineralizovanog jamskog otpada broj 300-1/24, 300-2/24, 300-4/24, 300-5/24, 300-6/24, 300-7/24, 300-8/24, 300-9/24, 300-12/24, 300-13/24, 300-14/24, 300-5/24 od 09.02.2024., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, decembar 2022
- Izveštaj o ispitivanju slabomineralizovanog jamskog otpada broj 300-3/24, 300-10/24, 300-11/24 od 09.02.2024., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, decembar 2022
- Izveštaj o ispitivanju rudarskog otpada, otpad iz otprašivača, PMS, broj 3226/22 od 14.10.2022., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, oktobar 2022
- Izveštaj o ispitivanju rudarskog otpada, otpad iz mlina, PMS, broj 3225/22 od 14.10.2022., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, oktobar 2022
- Izveštaj o ispitivanju rudarskog otpada, otpad iz mlina, PMS, broj 3224/22 od 14.10.2022., Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, oktobar 2022

## 2. Zakonski okvir za izradu plana upravljanja rudarskim otpadom

Upravljanje rudarskim otpadom vezano je za „*Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima*“ ("Službeni glasnik RS", br. 101 od 8. decembra 2015, 95 od 8. decembra 2018 - dr. zakon i 40/2021). U navedenom zakonu stoji:

### 1. Upravljanje rudarskim otpadom

#### Član 144.

*Odlaganje i upravljanje rudarskim otpadom vrši se na osnovu dozvole za upravljanje rudarskim otpadom koju izdaje Ministarstvo odnosno nadležni pokrajinski organ, u skladu sa planom upravljanja otpadom i drugom pratećom dokumentacijom, kojom se definiše vrsta, način upravljanja i izveštavanja, kao i druge obaveze po pitanju upravljanja rudarskim otpadom.*

*Vlada će utvrditi uslove i postupak izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijume, karakterizacije, klasifikacije i izveštavanja o rudarskom otpadu.*

#### Član 145.

*U rudarski otpad ne spada otpad koji je nastao prilikom istraživanja, eksploatacije i pripreme mineralne sirovine, koji nije u direktnoj vezi sa navedenim aktivnostima (otpadna ulja, hrana, dotrajala vozila i istrošene baterije i akumulatori), niti otpad nastao od ekstraktivne industrije koji može biti radioaktivan, kao ni otpad nastao industrijskom preradom mineralnih sirovina.*

**Dakle, „Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima“ u delu „Upravljanja rudarskim otpadom“ definiše šta nije rudarski otpad, a u članu 3, koji navodi *Pojmove* data je definicija rudarskog otpada, jalovine, odlagališta i eksploatacionog polja, kao prostora unutar kojeg se nalazi i prostor za smeštaj jalovišta i drugog rudarskog otpada.**

**44) rudarski otpad je otpad nastao od ekstraktivne industrije, odnosno otpad nastao prilikom geoloških istraživanja, eksploatacije, pripreme i skladištenja mineralnih sirovina, kao i otpad dobijen u procesu pripreme rude koji podrazumeva mehanički, fizički, biološki, toplotni ili hemijski postupak, (izmena dimenzija, separacija i izluživanje, prerada ranije odbačenog otpada), isključujući topljenje, termo procese proizvodnje (osim pečenja krečnjaka) i metalurške procese, kao i naftna isplaka;**

**20) jalovina je rudarski otpad koji je potrebno izmestiti da bi se obavljala eksploatacija korisne mineralne sirovine, a flotacijska jalovina je rudarski otpad dobijen u procesu flotacije mineralne sirovine;**

**21) odlagalište je prostor predviđen za gomilanje ili slaganje rudarskog otpada u čvrstom ili tečnom stanju ili u obliku rastvora i suspenzija;**

**41) eksploataciono polje obuhvata prostor u kome se nalaze rezerve mineralnih sirovina i geotermalnih resursa, kao i prostor predviđen za smeštaj jalovišta i drugog rudarskog otpada, za izgradnju objekata pripreme mineralnih sirovina, za izgradnju objekata**

**održavanja, vodozahvata i dr. objekata, a ograničeno je odgovarajućim poligonim linijama na površini terena i prostire se do projektovane dubine eksploatacije;**

Izrada plana upravljanja rudarskim otpadom vezana je za „Uredbu o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu“. Uredba je objavljena u Službenom glasniku RS broj 53/2017, a stupila je na snagu 01.01.2020., a njeno donošenje je vezano za član 144, stav 2, pomenutog Zakona.

**U članu 2 definišu se pojedini izrazi:**

1) otpad je svaka materija ili predmet koji držalac odbacuje, namerava ili je neophodno da odbaci;

2) opasan otpad je otpad koji po svom poreklu, sastavu ili koncentraciji opasnih materija može prouzrokovati opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi i ima najmanje jednu od opasnih karakteristika utvrđenih ovom uredbom i/ili posebnim propisima kojima se uređuje upravljanje otpadom, uključujući i ambalažu u koju je opasan otpad bio ili jeste upakovan;

3) inertni otpad je otpad koji nije podložan bilo kojim fizičkim, hemijskim ili biološkim promenama, ne rastvara se, ne sagoreva ili na drugi način fizički ili hemijski reaguje, nije biološki razgradiv ili ne utiče nepovoljno na druge materije sa kojima dolazi u kontakt na način koji može da dovede do povećanja zagađenja životne sredine ili ugrozi zdravlje ljudi, a ukupno izlučivanje i sadržaj zagađujućih materija u otpadu i ekotoksičnost izlučenih materija ne smeju biti značajni, a posebno ne smeju da ugrožavaju kvalitet površinskih i/ili podzemnih voda, ako su ispunjeni svi navedeni kriterijumi, u kratkoročnom i dugoročnom periodu:

4) jalovište jeste prirodan ili izgrađen objekat koji služi za odlaganje sitno zrnastog otpada, jalovine, zajedno sa različitim količinama slobodne vode nastale pri pripremi mineralne sirovine i izbistravanjem i recirkulacijom procesne vode;

5) nezagađena otkrivka je površinski sloj zemljine kore, koji je uklonjen tokom aktivnosti otkopavanja mineralnih sirovina i koji se ne smatra zagađenim na osnovu propisa iz oblasti zaštite zemljišta;

6) prostor za odlaganje rudarskog otpada (u daljem tekstu: deponija rudarskog otpada) jeste svaki prostor određen za sakupljanje ili odlaganje rudarskog otpada, u čvrstom ili tečnom stanju, kao rastvor ili suspenziju, u sledećim vremenskim periodima:

- bez vremenskog ograničenja za deponije za upravljanje otpadom kategorije A i deponije za upravljanje opasnim otpadom, koja su navedena u planu upravljanja rudarskim otpadom;

- duže od šest meseci za deponije za neočekivano nastali opasni rudarski otpad;

- duže od tri godine za deponije za nezagađeno zemljište, neopasan rudarski otpad od geoloških istraživanja, otpad nastao iskopavanjem, obradom ili skladištenjem treseta i inertni rudarski otpad;

U deponije za upravljanje rudarskim otpadom uključene su i svi nasipi/brane i drugi objekti koji služe za kontrolisanje, zadržavanje, ograđivanje ili na drugi način osiguravaju stabilnost deponije i takođe uključuju, između ostalog, jalovišta i akumulacije, kao i sve druge objekte koji služe zadržavanju, spremanju ili osiguravaju stabilnost deponije, ali isključuju

*eksploataciona polja izbrisana iz katastra eksploatacionih polja u koje se otpad vraća nakon otkopavanja mineralnih sirovina, u svrhu saniranja ili izgradnje;*

**Za razumevanje rudarskog otpada i Plana upravljanja rudarskim otpadom važne su i ova tri pojma:**

*13) operater jeste privredno društvo odnosno drugo pravno lice i preduzetnik, odgovorno za upravljanje rudarskim otpadom u skladu sa zakonom kojim se uređuje oblast rudarstva i geoloških istraživanja (u daljem tekstu: Zakon), uključujući i privremeno skladištenje rudarskog otpada, kao i tokom perioda rada deponije i nakon njenog zatvaranja;*

*14) držalac rudarskog otpada je proizvođač rudarskog otpada, odnosno privredno društvo ili drugo pravno lice i preduzetnik, koje je u posedu otpada, koje je steklo svojstvo nosioca eksploatacije i/ili nosioca istraživanja u skladu sa odredbama Zakona;*

*15) lokacija jeste celokupno zemljište na određenoj geografskoj lokaciji kojom upravlja operater i koja je pod njegovom upravljačkom kontrolom.*

Dakle, operater ne mora biti držalac (proizvođač) rudarskog otpada pri čemu je dozvoljeno da držalac (proizvođač) bude i operater. Ovo je vrlo važno jer je rudarski otpad po masi uvek značajan i njegov transport i deponovanje apriori traži da bude blizu (neposredno) mesta nastanka pa se rukovanje rudarskim otpadom može smatrati i delom rudarskog tehnološkog procesa.

**Ciljevi izrade Plana rudarskog otpada definisani su u članu 5 Uredbe:**

*1) sprečavanja ili smanjivanja nastajanja rudarskog otpada i njegovog negativnog uticaja na životnu sredinu, posebno uzimajući u obzir:*

- upravljanje rudarskim otpadom u fazi projektovanja, kao i prilikom odabira metode otkopavanja i pripreme mineralnih sirovina;*
- promene do kojih može doći u rudarskom otpadu u vezi s povećanjem dostupne površine i izloženosti uslovima na površini zemlje;*
- vraćanje površinskog sloja zemljišta nakon zatvaranja deponije ili, ako to nije izvodljivo, njegovim iskorišćenjem na nekom drugom mestu;*
- upotrebu manje opasnih supstanci pri pripremi mineralnih sirovina;*

*2) podsticanja iskorišćenja rudarskog otpada recikliranjem, ponovnom upotrebom ili uklanjanjem takvog otpada kada je to prihvatljivo za životnu sredinu, u skladu sa propisima iz oblasti zaštite životne sredine;*

*3) osiguranja kratkotrajnog i dugotrajnog sigurnog zbrinjavanja rudarskog otpada razmatranjem, posebno u fazi projektovanja, upravljanja deponijama tokom rada i nakon zatvaranja, kao i izborom projekta koji:*

- zahteva minimalno, i ako je moguće, u krajnjoj meri ne zahteva praćenje, kontrolu i upravljanje zatvorenim deponijama;*

- sprečava ili barem svodi na najmanju moguću meru sve dugotrajne nepovoljne uticaje na životnu sredinu, kao što su oni koji se mogu pripisati širenju zagađivača putem vazduha ili vode; i
- osigurava trajnu geotehničku stabilnost svih nasipa/brana ili jalovišta koji su iznad prethodno postojećeg nivoa tla.

### Sadržaj Plana upravljanja rudarskim otpadom dat je u članu 6 navedene Uredbe:

Operater u plan upravljanja rudarskim otpadom unosi:

1) **podatke o držaocu rudarskog otpada;**

2) osnovne **podatke o licima koja su učestvovala u izradi plana**, o odgovornom licu, datumu izrade, potpis odgovornog lica i overu potpisa pečatom ovlašćene organizacije koja je izradila plan, kao i podatke o licu koje će upravljati deponijom;

3) **opis prostora** na kojem nastaje i gde se planira odlaganje rudarskog otpada, koji je određen, uzimajući u obzir posebne obaveze Evropske zajednice ili obaveze Republike Srbije u vezi sa zaštićenim područjima, i geološkim, hidrološkim, hidrogeološkim, seizmičkim i geotehničkim faktorima;

4) **opis rudarskog ili geološkog projekta**, prema kojem se izvode radovi za odlaganje rudarskog otpada, a koji ispunjava potrebne uslove za kratkoročno i dugoročno sprečavanje zagađenja zemljišta, vazduha, podzemnih ili površinskih voda, posebno uzimajući u obzir propise iz oblasti zagađenja izazvanog određenim opasnim supstancama koje se ispuštaju u vodenu sredinu i propise iz oblasti voda;

5) **program praćenja uticaja na životnu sredinu;**

6) **predlog kategorije deponije** u skladu s kriterijumima utvrđenim u članu 17. ove uredbe, i to:

- ako se zahteva deponija kategorije A, dokument kojim se dokazuje da će se uspostaviti politika sprečavanja velikih udesa, sistem upravljanja bezbednošću za njenu implementaciju i interni plan za zaštitu od udesa;
- ako operater smatra da se ne zahteva deponija kategorije A, dodatne podatke koji dokazuju opravdanost takvog predloga, uključujući identifikovanje mogućih opasnosti u slučaju nesreće;

7) **karakterizaciju rudarskog otpada** u skladu sa članom 16. ove uredbe, i izjavu o procenjenim ukupnim količinama rudarskog otpada koji će nastati tokom operativne faze;

8) **opis proizvodnih postupaka kojima se generiše takav otpad** i svih daljih postupaka pripreme koji će se primenjivati;

9) **opis načina na koji odlaganje rudarskog otpada** može štetno da utiče na životnu sredinu i zdravlje ljudi i preventivne mere koje je potrebno preduzeti kako bi se uticaj na životnu sredinu tokom rada i nakon zatvaranja deponije sveo na minimum i to posebno predlog mera za:

- smanjenje erozije uzrokovane vodom ili vetrom, u meri u kojoj je to tehnički moguće i ekonomski opravdano;



- osiguranje fizičke stabilnosti deponije, sprečavanje kratkoročnog i dugoročnog zagađenja zemljišta, vazduha, površinskih i/ili podzemnih voda, radi smanjenja moguće štete po predele na najmanju moguću meru;
  - sanaciju i rekultivaciju i zatvaranje deponija;
- 10) predlog **procedura kontrole i praćenja deponije** u skladu sa odredbama ove uredbe;
- 11) **predlog plana zatvaranja, uključujući i sanaciju**, ukoliko je potrebna, procedure nakon zatvaranja i praćenje u skladu sa odredbama ove uredbe;
- 12) **predlog perioda** za koji se izrađuje i preispituje plan upravljanja rudarskim otpadom;
- 13) **mere za sprečavanje pogoršanja stanja voda** u skladu sa propisima iz oblasti voda, kao i mere za sprečavanje ili smanjenje zagađenja vazduha i zemljišta u skladu sa odredbama ove uredbe;
- 14) **podatke o trenutnom stanju zemljišta** koje može biti ugroženo radom deponije;
- 15) **način izveštavanja** Ministarstva, odnosno nadležnog pokrajinskog organa i nadležnog organa za vanredne situacije u slučaju kada operater utvrdi da postoje događaji koji bi mogli da ugroze stabilnost deponije ili na osnovu procedura kontrole i praćenja utvrdi da postoje značajni negativni efekti na životnu sredinu, najkasnije u roku od 48 sati nakon što utvrdi postojanje takvih događaja ili efekata;
- 16) **opis internog plana za zaštitu od udesa** i podatke potrebne za izradu eksternog plana zaštite od udesa;
- 17) **način podmirenja troškova** za preduzete mere, u cilju da se ispune sve obaveze iz dozvole i u pogledu deponije, uključujući i one koje se odnose na period nakon zatvaranja deponije, tako da postoje sredstva koja će biti raspoloživa u svakom trenutku za sanaciju zemljišta i drugih činioca životne sredine na koje je uticala deponija, kao što je opisano u planu upravljanja rudarskim otpadom.

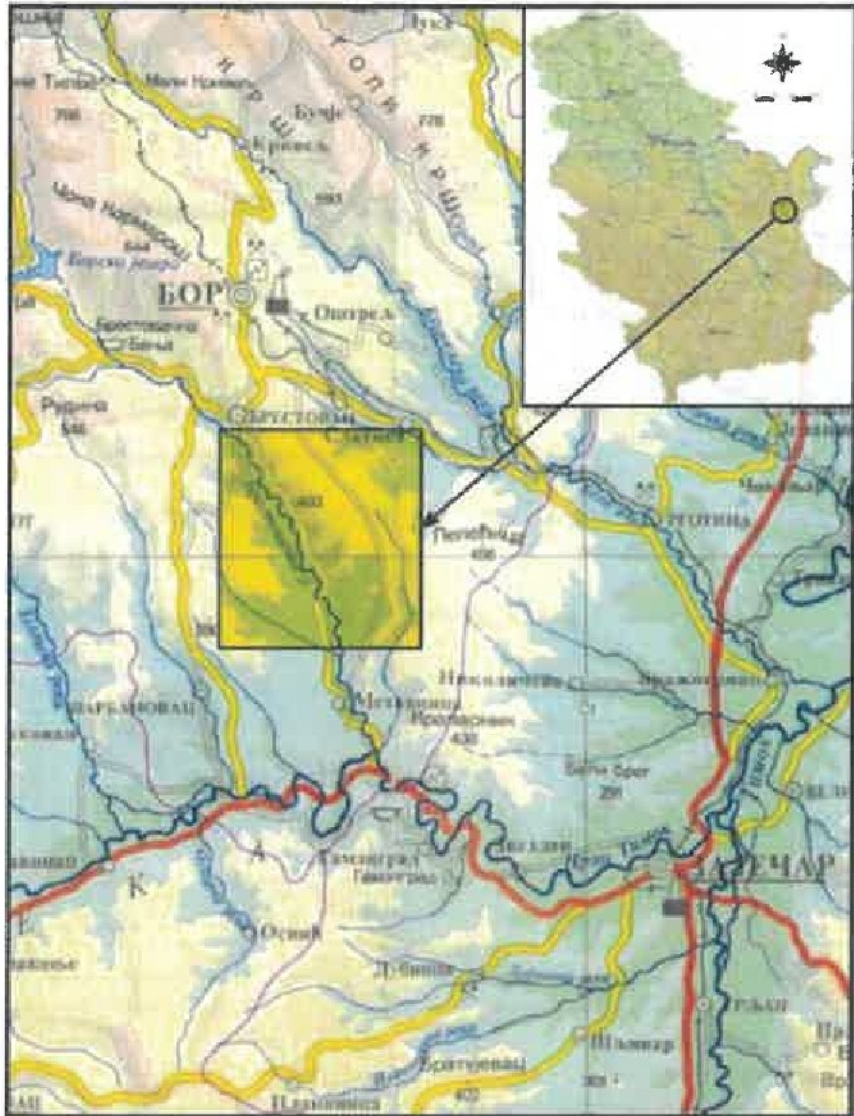
**Navedena Uredba je usaglašena sa evropskom „Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC“** i njenim pratećim dokumentima. U dokumentu pod nazivom „*Study supporting the elaboration of guidance on best practices in the Extractive Waste Management Plans, Final Report*“, koji su za Evropsku komisiju obradili *Eco Efficiency Consulting and Engineering Ltd., in collaboration with WEFalck, Pöyry Finland Oy, Botond Kertész & CRS Ingeniería*, septembra 2019. dat je predlog sadržaja Plana upravljanja rudarskim otpadom.

U razradi ovoga Plana upravljanja rudarskim otpadom korišćena je i dokument Evropske unije „*Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries*“ koji je baziran na Direktivi 2006/21/EC, koji su pripremili Elena Garbarino, Glenn Orveillon, Hans G.M. Saveyn, Pascale Barthe i Peter Eder, 2018.g.

### 3. Opis prostora na kom nastaje otpad i gde se planiraju aktivnosti upravljanja rudarskim otpadom

#### 3.1. Osnovni podaci

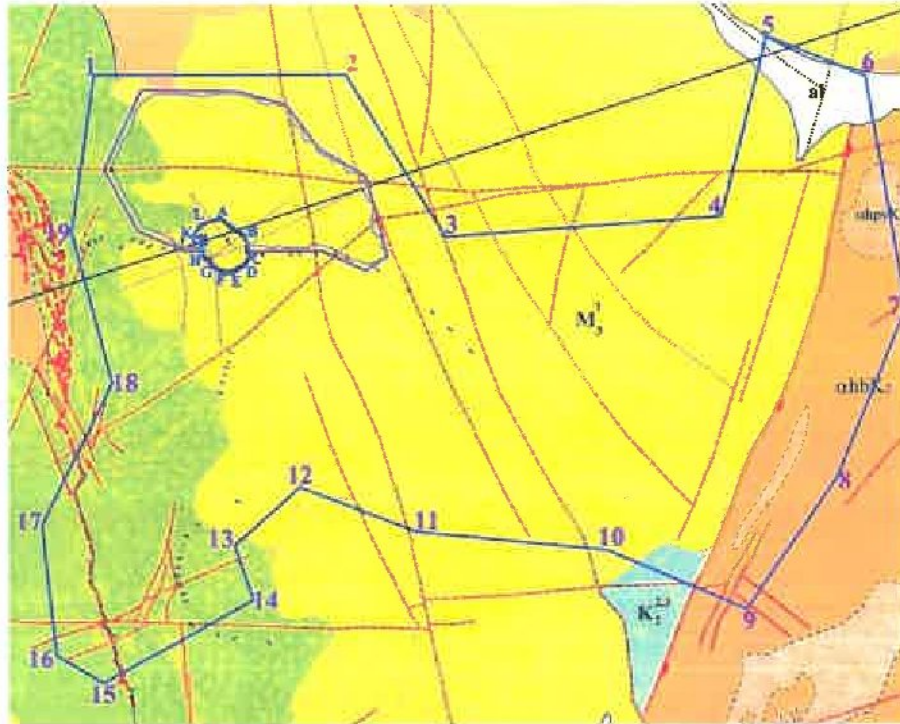
Rudnik bakra i zlata Čukaru Peki, se nalazi u centralnom delu istočne Srbije i Timočke krajine. Nalazi se na oko 5 km južno od grada Bora, regionalnog administrativnog i rudarskog centra, i oko 250 km jugoistočno od Beograda, slika 4. Administrativno prostor pripada Borskom okrugu. Površina teritorije koju zahvata Borski okrug iznosi 3.507 km<sup>2</sup>. Oko 33% teritorije čini zemljište ravničarskog tipa, dok je ostalih 67% brdsko-planinskog karaktera.



Slika 4 Geografski položaj prostora na kom nastaje i planira se upravljanje rudarskim otpadom

Eksploataciono polje, slika 5, obuhvata južni deo lista Bor sa signaturom L34-141 i severni deo lista Zaječar, sa signaturom K 34-09, Osnovne geološke karte Srbije 1:100 000,

odnosno, južni deo lista Bor 3 (sa signaturom 483/3) i severni deo lista Zaječar 1 sa signaturom 533/1, sa vojnotopografske karte, razmere 1:50 000.



Slika 5 Eksploataciono polje ležišta Čukaru Peki

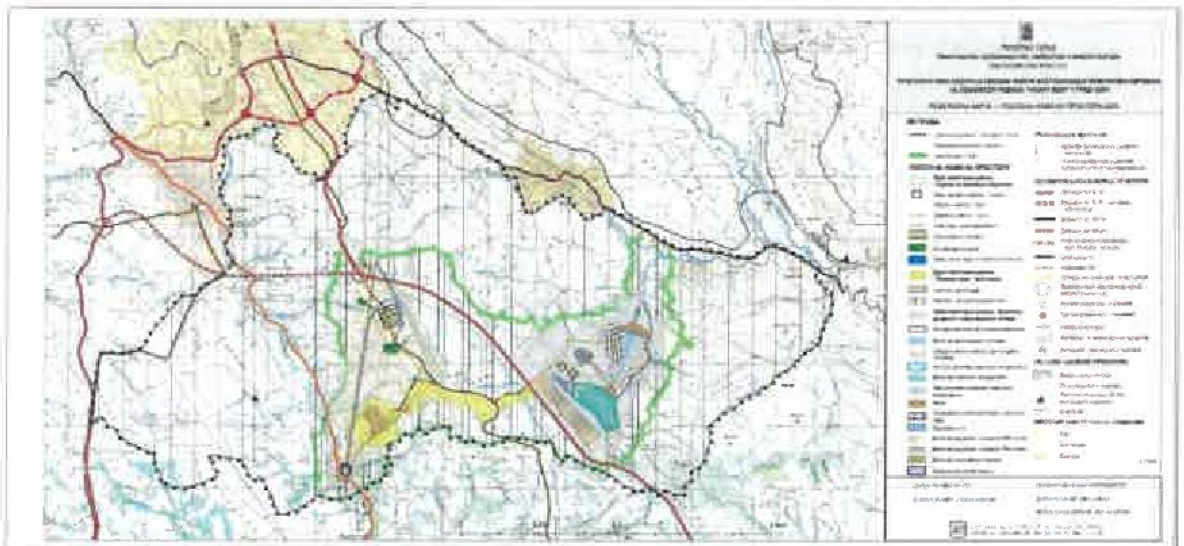
Karakteristične tačke eksploatacionog polja date su u tabeli 2.

Tabela 2 Koordinate granica eksploatacionog polja

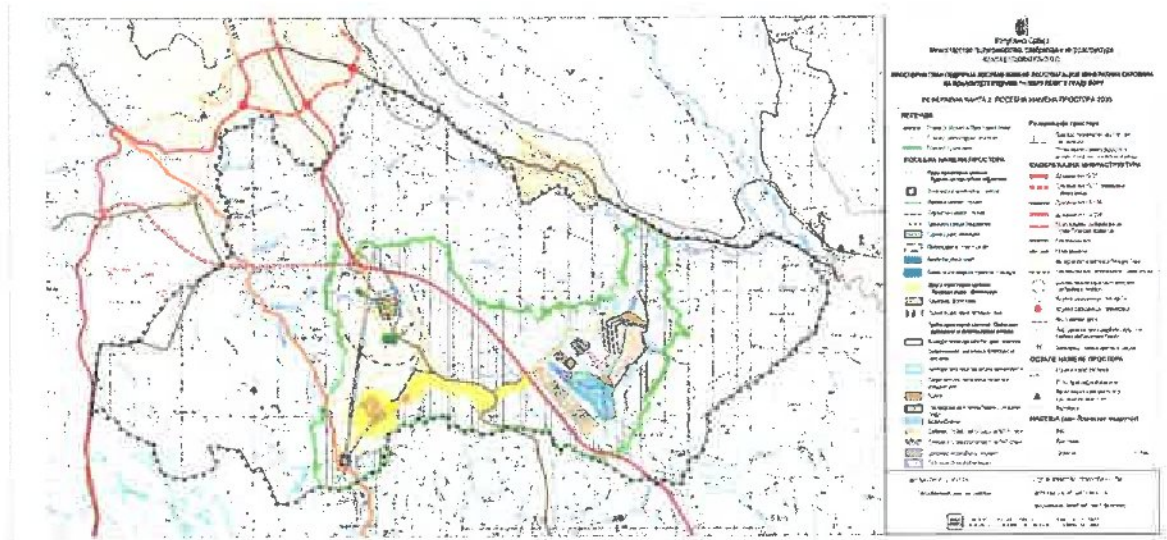
Karakteristične tačke	X	Y
1	7.590.227	4.876.963
2	7.591.986	4.876.963
3	7.592.692	4.875.827
4	7.594.619	4.875.967
5	7.594.941	4.877.229
6	7.595.633	4.876.948
7	7.595.921	4.875.331
8	7.595.431	4.874.141
9	7.594.797	4.873.218
10	7.593.819	4.873.634
11	7.592.489	4.873.763
12	7.591.656	4.874.077
13	7.591.198	4.873.669
14	7.591.328	4.873.288
15	7.590.289	4.872.705
16	7.589.964	4.872.900
17	7.589.860	4.873.809
18	7.590.353	4.874.806
19	7.590.070	4.875.859

### 3.2. Prostorni plan područja posebne namene

Prostor rezervisan za rudarske i prateće rudarske aktivnosti obuhvata površinu od 695,31 ha. Prostor rezervisan za rudarske i prateće rudarske aktivnosti obuhvata opštine Brestovac, Slatina i Metovnica. Na prostoru rezervisanom za širenje rudarskih aktivnosti u okviru druge prostorne zone (površine 695,31 ha), do privođenja nameni „rudarske i prateće rudarske aktivnosti“ u planskom ili postplanskom periodu, primenjuju se opšta pravila uređenja, građenja i zaštite prostora, dok su za deo o poljoprivrednom i šumskom zemljištu pravila uređenja i građenja predviđena za direktnu primenu. Prostorni plan područja posebne namene eksploatacije mineralnih sirovina na lokalitetu rudnika „Čukaru Peki“ u opštini Bor je donesen Uredbom o utvrđivanju Prostornog plana područja posebne namene eksploatacije mineralnih sirovina na lokalitetu rudnika „Čukaru Peki“ u gradu Boru, „Službeni glasnik RS“, br. 1/2020. Na slikama 6 i 7 su prikazane posebne namene prostora 2025. i 2035. godine.



Slika 6 Posebna namena prostora 2025. godine (Prostorni plan područja posebne namene eksploatacije mineralnih sirovina na lokalitetu rudnika Čukaru Peki)



Slika 7 Posebna namena prostora 2035. godine (Prostorni plan područja posebne namene eksploatacije mineralnih sirovina na lokalitetu rudnika Čukaru Peći)

### 3.3. Pedološke karakteristike

Na Planskom području nalazi se 2382,6 ha poljoprivrednog zemljišta, što čini 52,9% njegove ukupne površine. U skladu sa pedološkim odlikama brdskog reljefa, najzastupljenije su smonice. Na strmijim lokacijama se nalaze smeđa kisela zemljišta, a u kotlinskim predelima pseudoglejevi i aluvijalna zemljišta. U okviru svake pedološke sistemske jedinice oštećena zemljišta se razlikuju od normalnih po većoj kiselosti, smanjenoj dubini humusnog horizonta i drugim nepovoljnijim hemijskim, fizičkim i morfološkim osobinama, neretko ispod mogućnosti korišćenja za ratarsku proizvodnju. Njihovo pretvaranje u pašnjake izvodilo se bez ikakvih mera uređenja, pa su to uglavnom vrlo zapuštene njive bez kvalitetne travne vegetacije.

Pojačana erozija predstavlja dodatni destruktivni faktor, posebno na terenima s većim nagibom, jer prodiranjem gasova razara se struktura zemljišta i dolazi do spiranja humusnog sloja. Na osnovu ranijih istraživanja može se generalno zaključiti da sva zemljišta pokazuju kiselu reakciju, da su siromašna u pristupačnom fosforu i dobro obezbeđena pristupačnim kalijumom, dok je sadržaj humusa i azota na srednjem nivou. Sadržaj mikroelemenata i opasnih i štetnih materija je u granicama dozvoljenih količina kada se radi o cinku, niklu, olovu, gvožđu, živi i kadmijumu. Problem predstavljaju bakar i arsen, posebno u ataru Slatine, što je rezultat ranijih aktivnosti na ovom području.

### 3.4. Geomorfološke karakteristike

Prema navodima iz Prostornog plana područja posebne namene, fizionomske i morfološke osobnosti karpatske Srbije predstavljaju blago zatalasani reljef ispresecan

kraćim vodotocima, koji gravitira ka dolinama Crnog i Velikog Timoka, kao i složena geološka struktura Timočkog andezitskog basena. Geomorfološko (morfostrukturno) obeležje čine dva glavna sliva: sliv Brestovačke reke i sliv Borske reke. Kod Grčave, pritoke Borske reke, izraženiji je reljef sa desne strana sliva, ispresecan kratkim tokovima, sa većim nagibima na visinama iznad 300 mnv. Hipsometrijska karta Planskog područja pokazuje da se na nadmorskoj visini nižoj od 250 m nalazi 5,4% ili 2,4 km<sup>2</sup> područja. U pojasu 250-300 m nalazi se 21,1% područja. U pojasu 300-350 m nalazi se 33,0% područja. U pojasu 350-400 m nalazi se 30,4% područja. Ostali deo Planskog područja od oko 10,1% nalazi se u pojasu 400-460 m.

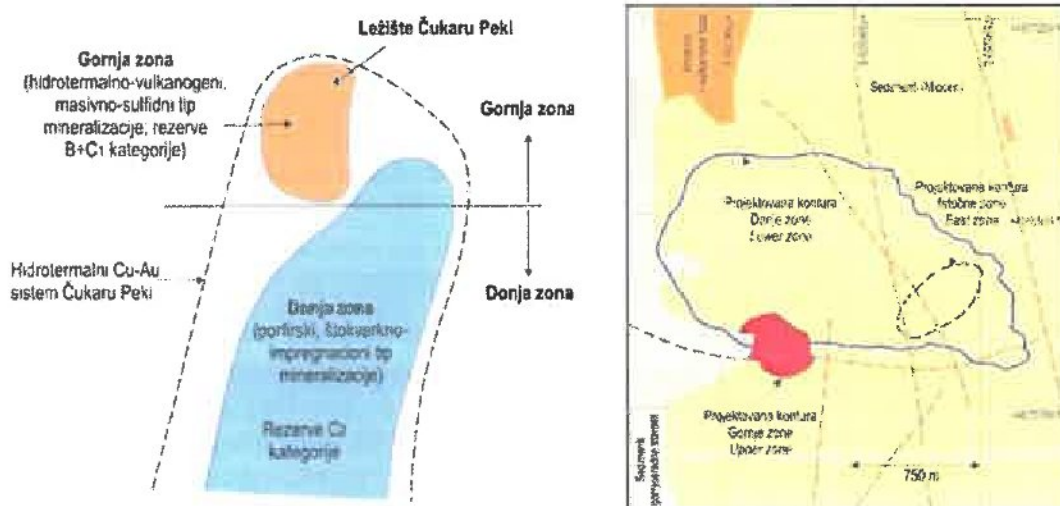
Prema morfološkim karakteristikama istražni prostor je sličan celokupnom Borskom istražnom prostoru. Čine ga srednje do visoko brdski tereni sa nadmorskim visinama od 300 mnv (podnožje sela Metovnica) do preko 400 mnv (Topovske šupe). Najniži deo terena nalazi se u zoni ispod portala tunela u koritu Brestovačke reke (225 mnv). Od korita Brestovačke reke prema severu, teren je blago zatalasan i kota postepeno raste do 400 mnv. Padine su uglavnom blagog nagiba do 10°, lokalno i do 20°.

Najznačajniji prirodni resursi na ovom području predstavljaju metalne mineralne sirovine, pre svega, ruda bakra sa pratećim pojavama (srebro, zlato i dr.) na rudnom ležištu „Čukaru Peki“. Mineralne resurse u gornjoj zoni Timočkog ležišta čine pre svih bakar i zlato. U gornjoj zoni Timočkog ležišta nakon obavljenih rudarsko-geoloških istraživanja prepoznat je veliki broj raseda. Najmarkantniji su reversni rasedi, svi sa osobinama istočno vergentnih struktura, po kojima su izvedena kretanja povlatnih blokova ka istoku. Ti rasedi su od ranije poznati, mada su utvrđeni i novi prilikom izrade tektonske karte u području ležišta.

### 3.5. Geološke karakteristike

Porfirna mineralizacija bakra i zlata ležišta Čukaru Peki je deo istoimenog hidrotermalnog sistema u kome se nalazi i bogata masivno-sulfidna do semi masivno-sulfidna Cu-Au mineralizacija. Zbog prisustva različitih tipova mineralizacije (dva mineraloški i morfostrukturno različita tipa), ceo mineralizovani prostor je uslovno podeljen u dve zone koje određuju ekonomski tip rude. U višim nivoima sistema, u tzv. Gornjoj zoni, preovladavajući tip rude je masivno-sulfidni do semi-masivno-sulfidni do piritno-kovelinski i podređeno, vezano za apikalne delove, piritno-energitski, dok u Donjoj rudnoj zoni dominira porfirski, štokverknno-impregnacioni do impregnacioni piritno-halkopiritni tip rude. Gornja zona ležišta Čukaru Peki ima ovalni oblik sa veoma izraženom unutrašnjom slojevitošću. Gornju trećinu mineralizacije čine masivni sulfidi sočivastog tipa. Sočivo ima promenljiv pad, ali generalno prati pad više ležećih formacija. Od vrha mineralizacije ka dnu, pojavljuje se najpre kovelinsko-piritna masivno sulfidna breča sa visokim sadržajem korisne komponente, koja prelazi u zonu u kojoj se mešaju masivna i polu-masivna sulfidna breča sa izmenjenim andezitima žičnog tipa. Prema dubini, udeo masivnih sulfida generalno opada, a udeo izmenjenih andezita raste i čitava mineralizacija prelazi u štokverknno-žični tip ležišta. Ove promene u mineralizaciji praćene su i značajnim smanjenjem sadržaja bakra i zlata. Širina „Gornje“ zone je u horizontalnom preseku veća od 350 m, dok je širina „Donje“ zone sa porfirskom mineralizacijom bakra i zlata veća od 1.500 m. Najplići nivo ekonomski interesantne masivno-sulfidne mineralizacije bakra i zlata „Gornje“ zone, nalazi se na dubini od kote -20 m.n.v. Vertikalni interval prostiranja masivno-sulfidne do semi-masivno-sulfidne mineralizacije bakra i zlata iznosi oko 500 m. Orudnjeni prostor je u vertikalnom preseku grubo izometričnog, „bubrežastog“ oblika. U

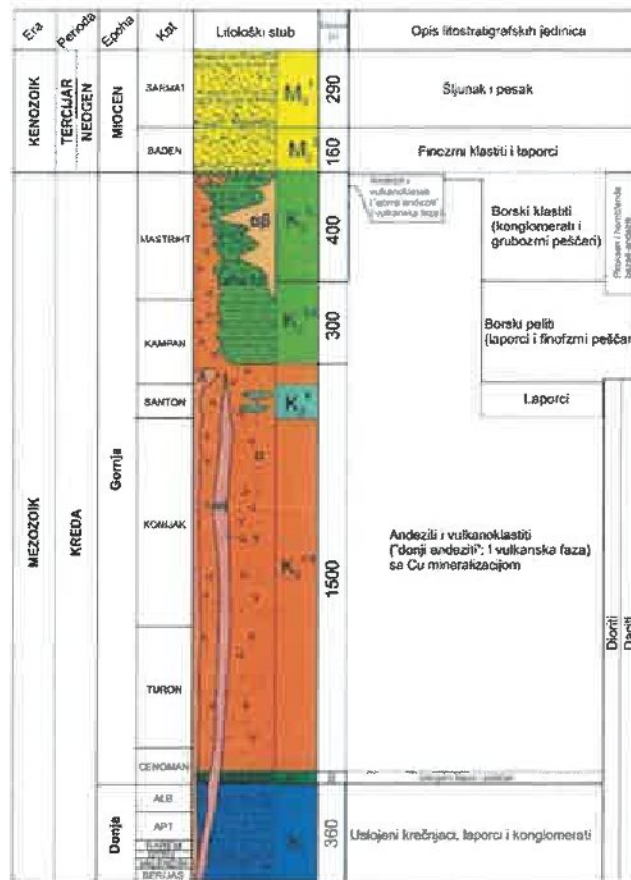
horizontalnom preseku je izduženo ovalnog oblika, a u planu u konturi je dimenzija 400 m x 350 m. Ležište strmo pada prema jugozapadu i ima oštre granice u povlatnim i bočnim stranama sa okolnim stenama, a donjim delom se naslanja na porfirsko orudnjenje. Stepenn koncentrisanosti rudnih minerala, kao i mineralni sastav rude su promenljivi, što ga čini kompleksnim za eksploataciju i preradu. Blok model gornje i donje zone u horizontalnom i vertikalnom preseku prikazan je na slici 8.



Slika 8 Šematski prikaz položaja gornje i donje zone ležišta Čukaru Peki (levo) i položaj i međusobni odnosi kontura mineralizacije bakra i zlata u ležištu Čukaru Peki (desno)

Masivno-sulfidna mineralizacija se sastoji uglavnom od piritita i kovelina i ima najveći sadržaj bakra i zlata. Pirit sa enargitom je takođe prisutan, enargit je najčešće ovičen i ponekad zamenjen kovelinom, pa se pretpostavlja da je nastao u ranijoj fazi mineralizacije. Gornja zona je u vertikalnom preseku grubo izometričnog, „bubrežastog” oblika. U horizontalnom preseku je izduženo ovalnog oblika, a u planu u konturi većoj od 0,3% Cu<sub>ekv</sub> (ekvivalentnog, odnosno uslovnog bakra) je dimenzija 300 m x 350 m. Strmo pada prema jugozapadu; ima oštre granice u povlatnim i bočnim stranama sa okolnim stenama, a donjim delom se naslanja na porfirsko orudnjenje. Složene je strukturne građe sa čestim promenama u stepenu tektonizacije. Stepenn koncentrisanosti rudnih minerala, kao i mineralni sastav rude su promenljivi, što ga čini kompleksnim za eksploataciju i preradu. U vertikalnom preseku, dužina po padu je oko 450 metara. Vrh Gornje zone nalazi se na oko 400 metara ispod površine terena.

U geološkom smislu, teren izgrađuju uglavnom gornjokredne vulkanske, vulkanoklastične i sedimentne stene i manjim delom tercijski i aluvijalni sedimenti. Istočnije od istražnog prostora, u području Velikog Krša i Rgotskog Kamena, otkrivene su starije sedimentne stene jure i donje krede, u čijoj osnovi se nalaze paleozojske tvorevine (magmatske stene i metamorfiti). Na slici 9 prikazan je litostratigrafski stub ležišta Čukaru Peki.



Slika 9 Litostratigrafski stub ležišta Čukaru Peki

### 3.6. Hidrogeološke karakteristike područja

Prema strukturnom tipu poroznosti litoloških jedinica i hidrodinamičkim uslovima, na istražnom području izdvojeni su sledeći tipovi izdani, slika 10:

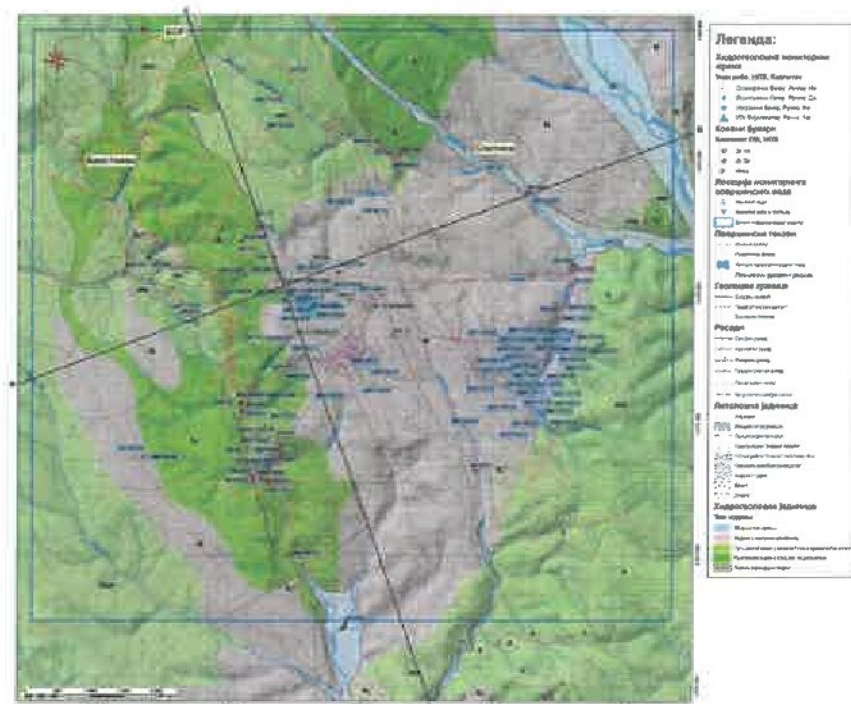
- Zbijena izdan formirana u aluvijalnim sedimentima i u zoni fizičko-hemijskog raspadanja - aluvijalne izdani imaju rasprostranjenje u šljunkovito-peskovitim naslagama Brestovačke i Bele reke, i njihovih pritoka. Po svom granulometrijskom sastavu aluvijalni nanosi su veoma raznorodni. U dubljim delovima prevlađuje šljunkovito-peskovita komponenta sa maksimalnom debljinom od 2-3 m i sa visokim koeficijentima filtracije. Šljunkovi i peskovi su najčešće pokriveni glinovitim slojem debljine 2-4 m i sa veoma niskim koeficijentima filtracije. Širina aluvijona duž Borske reke je u opsegu od 100-200 m, dok aluvijalni sedimenti na ušću Belčinog potoka u Borsku reku formiraju aluvijalnu ravnicu širine 500 m.
- Izdani u neogenom kompleksu - generalno, sedimenti se u plićim delovima verovatno ponašaju kao izdani sa slobodnim nivoom, dok se sa dubinom javljaju izdani pod pritiskom sa relativno niskom vodopropusnošću. Iz hidrogeološke perspektive gornji deo jedinice, sastavljen od slojeva peska/peščara i



šljunka/konglomerata ima potencijal da bude vodonosan. Opšta debljina miocenskih šljunkova i peskova je od 125-250 m, međutim bušenje i testiranja su pokazali da su ti sedimenti uglavnom dobro konsolidovani i daju male količine vode. Miocenski fino-zrni klastiti i lapori su uglavnom sastavljeni od alevrita i gline. Osim dominantnih litoloških članova, pesak i šljunak su prisutni u sadržaju manjem od 20%. Vodopropusnost sitnozrne serije je niska i ovi sedimenti deluju kao hidrogeološka barijera i kao jedinica koja izoluje podinske andezite i kredne klastične sedimente. Dubina do nivoa podzemnih voda je u rasponu od 2 do 37 m ispod površine terena, osim u području duž Borske reke gde postoje arteski uslovi, sa pijezometarskim nivoom 30 m iznad površine zemlje.

- Pukotinske izdani u vulkanskim i vulkanoklastičnim stenama - podzemne vode koje su akumulirane u ovoj zoni, prihranjuju se na račun infiltracije atmosferskih voda. Usled izražene morfologije terena i slabije propusnosti samo manji deo padavina odlazi na hranjenje izdani dok najveći deo odlazi na površinski oticaj. Dreniranje podzemnih voda vrši se isticanjem preko izvora izdašnosti manje od 0,1 l/s. Neki od ovih izvora često presuše tokom sušnih perioda.
- Pukotinske izdani u „borskim klastitima“ - slično vulkanskim i vulkanoklastičnim stenama istražnog područja i u konglomeratičnim stenama moguće je izdvojiti podtipove izdani iznad i ispod lokalnog erozionog bazisa. Delovi izdani iznad lokalnih erozionih bazisa su obično siromašni podzemnim vodama. Dublji delovi konglomerata u zoni tektonskih razloma mogu biti ovodnjeni, ali znatno manje od vulkanskih stena, što je konstatovano brojnim rudarskim radovima u okviru borskog rudnika. Jedinicu Borskih kalstita karakteriše relativno niska hidraulička provodljivost. Povećanje hidrauličke provodljivosti je uglavnom povezano sa izlomljenim i rasednim zonama. Slaba ovodnjenost „borskih klastita“ i pored značajne tektonske ispucalosti može se tumačiti značajnim prisustvom glinovite komponente kojom su sekundarno zapunjeni pukotinski sistemi u njima.
- Pukotinska izdan formirana u magmatskim stenama (dioriti i daciti) - magmatske stene su prisutne na širem području istraživanja i na površini se javljaju u vidu dajkova formiranim uglavnom od diorita i dacita. I njima je verovatno postoji pukotinska izdan sa slobodnim nivoom i slabim filtracionim karakteristikama. Detaljniji podaci o hidrogeološkim karakteristikama ovih stena ne postoje.
- Karstna izdan formirana u mezozojskim sedimentima - na obodima vulkanogenog kompleksa postoje debele naslage karbonatnih stena jurske i kredne starosti. U njima je formirana karstna izdan koja se prirodno drenira preko brojnih karstnih izvora. Najbliži izdanak ovih karbonatnih stena je istočno do ležišta bakra i zlata „Čukaru Peki“ Ove krečnjačke formacije pripadaju karstnom masivu Velikog Krša i stola koji se nalazi između Majdanpeka na severu i Rgotine na jugu. Karstna izdan se najvećim delom prihranjuje infiltracijom padavina dok se dreniranje odvija preko brojnih vrela kao što su „Kriveljska banjica“, „Surdup“, „Oštreljska banjica“, i „Donja Bela reka“. Pojedini izvori su uključeni u vodosnabdevanje Bora. U neposrednoj blizini ležišta bakra i zlata su detektovani izdanci krečnjaka (između potoka Ogašu Srećko i Ogašu Bugarin) tako da se pretpostavlja da mezozojske sedimentne stene se nalaze u podini vulkanskog kompleksa i celog ležišta.
- Tereni siromašni podzemnim vodama - laporci i prašinate sedimentne stene gornje krede svrstane su u terene siromašne podzemnim vodama. Ove stene imaju

rasprostranjenje zapadno od lokalnosti Čukaru Peki. Istražnim bušenjem u okviru ležišta, konstatovano je da one čine direktnu povlatu vulkanskim stenama i samom ležištu bakra. Ukupan broj otvorenih pukotina registrovan u okviru laporaca je značajno manji u odnosu na Borske klastite, što ukazuje da ove stene ograničavaju hidrauličku vezu između izdani. Ranijim istraživanjima u borskim rudnicima potvrđeno je da su ove stene bezvodne i da obično predstavljaju barijeru kretanju podzemnih voda iz drugih izdani, u ovom slučaju čine povlatu izdani u vulkanskim stenama I faze.



Slika 10 Hidrogeološka karta šireg područja ležišta

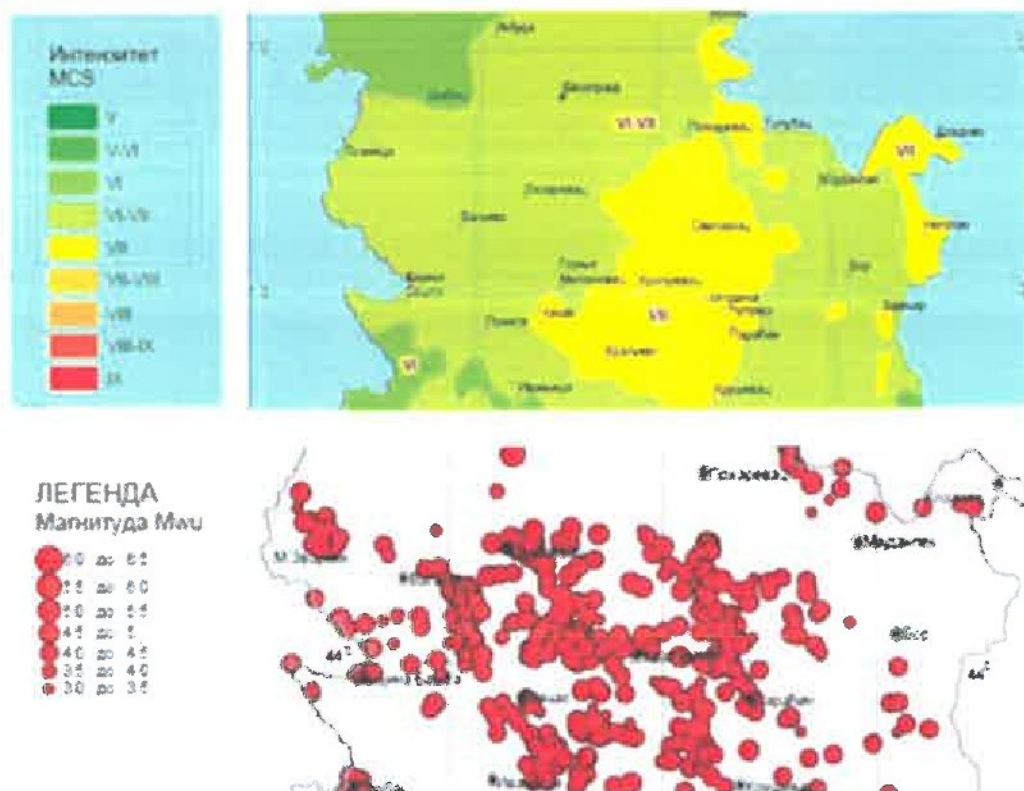
Na oko 11 km severno-zapadno od lokacije projekta nalaze se termomineralni izvori u Nikoličevskoj banji. Sami termomineralni izvori u Nikoličevskoj banji se nalaze na desnoj obali Banjskog potoka, na nadmorskoj visini od 210 odnosno 114 metara. Iznad potoka se nalaze uzvišenja čija se nadmorska visina kreće od 316 m (Kojilovo) do 457 m (Kravarnik). Jedno od karakterističnih uzvišenja značajnih za ove izvore je i greben Čukarica, iznad sela Nikoličeva prema severu, sa nadmorskom visinom od 364 m. Banjski potok se uliva u Nikoličevsku reku a ona u reku Timok, kod mesta Alapin, između naselja Zaječar i Vražogrnac.

### 3.7. Seizmološke karakteristike područja

Srbija nije prostor visoke seizmičke aktivnosti, ali se u njoj dešavaju zemljotresi čija magnituda dostiže 5,8 jedinica Rihterove skale. Po svojoj energiji ovi zemljotresi mogu biti i rušilački. Srbija se nalazi u seizmički aktivnom području, u rubnom delu tzv. Sredozemno transazijske seizmičke zone, preciznije Mediteranski pojas. Zahvaljujući položaju, koji se

nalazi na samoj ivici ploče, zemljotresi u Srbiji po seizmolozima ne mogu biti jači od 6,2 do 6,3 po Rihteru. Trusne oblasti u Srbiji su: Kopaonička, Rudnička, Krupanjska, Maljenska, Lazarevačka, Svilajnačka, Golubačka, Uroševačko - Gnjilanska, Vranjska i Kraljevačka.

Prema Seizmološkom istraživanju Srbije, Čukaru Peki nalazi se u zoni u kojoj je moguće predvideti zemljotres VI-VII stepena EMS-98 (evropska seizmička skala 1998.) u predviđenom periodu od 95 godina, iako je mapa epicentara zemljotresa u poslednjih 500 godina sa magnituda > 3,0 nikada se nije dogodila u blizini Bora, slika 11.



Slika 11 Karta seizmičkog hazarda za povratni period od 95 godina (gore) sa kartom zabeleženih epicentara zemljotresa u poslednjih 500 godina za Borski okrug (dole)

### 3.8. Hidrološke karakteristike

Hidrološku osnovu prostora čini dva glavna sliva: sliv Brestovačke reke i sliv Borske reke, odvojeni relativno niskim razvođem 370-430 mnv. U južnom delu područja glavno razvođe se deli na dva manja razvođa usecanjem korita Suve reke, pritoke Crnog Timoka, koja se samo u svom gornjem toku nalazi u Planskom području u dužini od oko 2 km. Sliv Brestovačke reke u posmatranom delu gradi desetak pritoka, s tim da je razvijenija mreža levih pritoka. Dužina toka Brestovačke reke u Planskom području je oko 5 km, a u preostalom toku od oko 10 km teče do ušća u Crni Timok. Prema hidrogeološkoj rejonizaciji Srbije, za region tzv. Karpatsko - balkanskog luka glavne, vodonosne sredine predstavljene su masama karstifikovanih krečnjaka. Krečnjaci su veoma ispucali i karstifikovani, pa

predstavljaju izrazito propusnu sredinu. U njima su formirane razbijene izdanci, koje se prazne preko brojnih izvora. Izdanci podzemnih voda su vezani za kontakte određene krečnjačke mase sa bliskom barijerom. Evidentirano je više pojava termomineralnih voda u okolini Bora. Pored već istraženih i korišćenih izvorišta u toku Brestovačke reke, gde se nalazi Brestovačka banja, kao i u toku Crnog Timoka sa Gamzigradskom banjom, u blizini je registrovana pojava termomineralnih voda kod sela Šarbanovac, kao i više lokaliteta u drugim opštinama Borskog okruga. Istraživanja o geotermalnim izvorima koja su još u toku, ukazuju na verovatnoću da su termomineralna izvorišta povezana.

Kada su u pitanju vode, u toku ranije sprovedenih ispitivanja, zabeležene su povišene koncentracije amonijaka kao i prisustvo bakterija fekalnog porekla, što ukazuje na negativan uticaj naselja na kvalitet Brestovačke reke. Prosečan sadržaj gvožđa iznosi 289,5 mg/l, bakra 38,3 mg/l i arsena 0,81 mg/l što potvrđuje izuzetnu kontaminiranost vode ove reke. Visoka mineralizacija, nizak pH, dominantni sadržaj sulfatnog jona kao i visok sadržaj metala ukazuju na izuzetno negativan uticaj RTB Bor grupa (sada Zijin Bor Copper d.o.o. Bor) na kvalitet Borske reke. Generalno gledano, sve analizirane podzemne vode imaju neutralnu pH vrednost i uglavnom niske vrednosti medijane za koncentracije sulfata, što ukazuje na odsustvo oksidacije sulfidnih minerala u andezitima u prirodnim uslovima. Ipak, očekuje se formiranje kiselih rudničkih voda u toku rada rudnika i nakon zatvaranja, na osnovu iskustva iz rudnika u sastavu RTB-a (sada Zijin Bor Copper d.o.o. Bor). Voda za piće u Rudniku se obezbeđuje iz Vodovoda Bora.

### 3.9. Opis flore i faune

Prema Planu područja posebne namene u Timočkom regionu, prema podacima o rasprostranjenosti različitih vrsta flore, ima 1.300 biljnih vrsta i 70 biljnih zajednica, a na Planskom području je utvrđeno prisustvo oko 200 vrsta među kojima nema strogo zaštićenih vrsta. Potencijal Planskog područja se ogleda u prirodnoj izolovanosti, rasprostranjenosti šuma i šumskog zemljišta i izvorima vode, što pogoduje nastanjivanju brojnih biljnih i životinjskih zajednica. Osnovna ograničenja koja će u ovoj oblasti delovati u narednom periodu su pre svega narušavanje prirode i prirodnih vrednosti usled razvoja rudarskih aktivnosti.

Oko 40% (1804,7 ha) od ukupnih površina Planskog područja obraslo je šumom i niskim rastinjem, koje gotovo u celini čini prirodna sukcesija žbunaste vegetacije na više godina neobrađivane poljoprivredne površine. Mada Katastar nepokretnosti i dalje evidentira većinu površina pod niskim rastinjem prema pređašnjem stanju kao poljoprivredne kulture, reč je zapravo o zemljištu koje je predisponirano za razvoj šumarstva, podizanjem kvalitetnih šumskih sastojina. Zaštićena područja se nalaze oko 20 km zapadno od predmetnog područja: Lazarev kanjon, Zlotska pećina i Beljnica - Kučaj park priorode. Najvažnije prirodne vrednosti na teritoriji Grada su ostaci bogate geološke istorije u vidu brojnih ekskluzivnih kraških pojava i oblika, termomineralnih voda i kraških biogeografskih pojava. Na Planskom području ima mezijske šume hrasta i graba šume, šume sladuna i cera, panonske šume hrasta kitnjaka i običnog graba i dr). U Timočkom regionu ima oko oko 1.300 biljnih vrsta i 70 biljnih zajednica, od čega je u obuhvatu Plana utvrđeno prisustvo oko 200 vrsta. Od očekivanih prisutnih vrsta flore, nema strogo zaštićenih vrsta. Kao rezultat razvoja planiranih

rudarskih aktivnosti doći će do trajnog gubitka oko 400 ha staništa koja obuhvataju delove šuma hrasta i graba, zapušteno poljoprivredno zemljište, šiblje i živice. Takođe, izgradnja i eksploatacija će uticati na distribuciju određenih vrsta flore i faune, uključujući i zaštićene vrste. Kao rezultat formiranja odlagališta rudarskog otpada doći će do gubitka dela potoka Grčave, dok u donjim delovima može doći do smanjenja protoka vode. Potencijalno, posebno su ugroženi vodeni ekosistemi. Tokom otkopavanja i odlaganja podzemnih slojeva zemljišta i otpadnih stena može doći do oticanja sedimenata u reke i potoke i podzemne vode što može imati uticaj na staništa zaštićenih vrsta kao što su krznokrilci *Helicopsyche bacescui* koji se nalaze u Kržanovom potoku i plemeniti rakovi. U procesu prerade rude (kada nastaje voda koja može sadržati čvrste materije, teške metale i dr.) i tokom odlaganja jalovine može doći do prodora i curenja iz odlagališta jalovine a što može uticati na tok potoka Grčave. Procenjeno je da su ovi uticaji generalno lokalnog karaktera i uz primenu adekvatnih mera ne bi trebalo da dođe do ugrožavanja dugoročne održivosti regionalnog staništa.

Šire područje ležišta Čukaru Peki izloženo je opasnostima od atmosferskih nepogoda, poplava, odronjavanja i klizanja zemljišta, i dr. Od ostalih prirodnih elementarnih nepogoda, najznačajnije su biljne štetočine koje izazivaju sušenje šuma, a zatim i životinjske šumske štetočine. Profesionalnu vatrogasno-spasilačku službu u Republici Srbiji sačinjavaju teritorijalne vatrogasne i spasilačke jedinice, koje su u sastavu Sektora za vanredne situacije Ministarstva unutrašnjih poslova Republike Srbije. Usled starosti i nepouzdanosti vatrogasnih vozila i opreme, stizanje na mesto događaja od trenutka poziva u proseku je ispod evropskih normi, a trajanje intervencije je samim tim duže, posebno kod intervencija u požaru, gde je prosečno vreme iznad 60 minuta, što za posledicu ima i veće materijalne štete, a često i povrede i gubitak života građana. Stanje opreme je značajno ne samo za požare u urbanoj sredini, nego i za šumske i druge požare na otvorenom, s obzirom na pošumljenost celokupnog Planskog područja.

### **3.10. Opis pejzaža, klime i infrastrukture**

Plansko područje obuhvata nisko pobrđe u slivu Timoka, čiji diverzitet predeonih elemenata (pašnjaci, livade, šume, kao i elementi antropogenog porekla) predstavlja predeonu celinu ruralnog karaktera. Geomorfološko obeležje čine delovi dva glavna sliva: sliv Brestovačke reke i sliv Borske reke, odvojeni relativno niskim razvođem 370-430 mnv. U privredno naseobinskom pogledu, ovo je poljoprivredno područje, sa značajnim udelom šumske i žbunaste vegetacije i ima relativno mali stepen izgrađenosti, koji obuhvata određeni broj pojedinačnih kuća, vikendica i pojata. Od ostalih antropogenih predeonih elemenata zastupljene su: deonice državnih puteva IB i IIB reda kao i deonice opštinskih i nekategorisanih puteva; Aerodrom Bor sa pistom i pratećim instalacijama (nalazi se u blizini budućeg rudnika) i dva dalekovoda (400 kV i 110 kV).

Osnovni potencijal je očuvanost prirodnih predeonih elemenata, smenjivanje poljoprivrednih površina, uglavnom livada i pašnjaka, sa površinama žbunaste vegetacije i manjim potezima listopadnih šuma. Prema Prostronom planu područja posebne namene Plansko područje nije u zoni zaštićenog područja za koje je sproveden ili pokrenut postupak zaštite, ekološke mreže ili prostoru evidentiranih prirodnih dobara (prema podacima Zavoda za zaštitu prirode Srbije, 2017. godine).

U širem okruženju, izvan Planskog područja nalaze se područja koja zbog svojih prirodnih vrednosti, pre svega kraške geomorfologije (pećine i drugi morfološki oblici) kao i specifične flore i faune, uživaju zaštitu. Izdvajaju se: spomenik prirode „Lazarev kanjon“, park prirode „Kučaj-Beljanica“ i geološka staza u Brestovačkoj banji. U ekološki značajna područja Srbije (uspostavljena Uredbom o ekološkoj mreži) izdvojena su područja: Kučaj-Beljanica, Stol, Vizak, Veliki krš, Mali krš i Deli Jovan.

Ovo područje karakteriše umereno-kontinentalna klima, karakteristična za brdsko-planinska područja Srbije. Godišnje se, u proseku, na ovoj teritoriji padne oko 600 mm padavina, a snežni pokrivač se zadržava i do 60 dana. Od vetrova koji duvaju ovim područjem najčešći je jugozapadni, a ređe se javljaju jugoistočni i severoistočni vetrovi. Najveća zabeležena srednja brzina vetra iznosi 2 m/s. Saobraćajna putna mreža je dobro razvijena sa magistralnim putem koji prolazi dolinom reke Timok.

Magistralni put povezuje Bor i Beograd, preko Paraćina. Deo trase regionalnog puta Bor - Zaječar prolazi preko istražnog prostora i u neposrednoj blizini ležišta. Osim putne, razvijena je i železnička mreža. Bor je železničkom prugom povezan sa Nišom (krak nije u upotrebi od 2018. godine, ali se može osposobiti u slučaju potrebe) i Beogradom, kao i sa lukom Prahovo na Dunav. U neposrednoj blizini ležišta Čukaru Peki nalazi se regionalni put kojim je ležište povezano sa Borom, Zaječarom, Negotinom i dalje graničnim prelazima prema Bugarskoj i Rumuniji. U blizini ležišta se nalazi sportski aerodrom sa poletno-sletnom pistom, a u neposrednoj okolini pozicionirana su sela Brestovac, Slatina, Metovnica i Gamzigrad.

### 3.11. Pregled nepokretnih kulturnih dobara

Prema podacima nadležnog Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš na Planskom području nema proglašanih kulturnih dobara, dok status prethodne zaštite uživaju sledeća dobra: 1) Bor, arheološki lokalitet Kučajna, praistorijsko naselje; 2) Brestovac, lokalitet Dubrava, praistorijsko naselje; i 3) Slatina, antičko naselje.

Prema dostavljenim koordinatama Zavoda utvrđeno je da se lokalitet „Kučajna“ i lokalitet „Slatina - antičko naselje“ ne nalaze u granicama Planskog područja. Lokalitet Dubrava, višeslojno praistorijsko naselje, nalazi se u KO Brestovac na zapadnom obodu Džanovog polja (u jugozapadnom delu Planskog područja i izvan druge prostorne celine – područja posebne namene). Lokalitet se prostire na velikoj površini od oko 50400 m<sup>2</sup> i pripada tipu otvorenih ravničarskih naselja na rečnoj terasi. Konstatovani su i ostaci arhitekture koju je uništilo dejstvo intenzivne zemljoradnje, što je potvrđeno sistematskim arheološkim istraživanjima tokom 2008. godine. Nalazi keramike potvrđuju kontinuitet u naseljavanju od ranog neolita, srednjeg bronzanog i starijeg gvozdenog doba (Izvor: Baza podataka Muzeja rudarstva Bor).

U blizini ovog lokaliteta identifikovan je lokalitet „Cerova faca“, u krajnjem zapadnom delu Planskog područja (lokalitet nije na spisku dobara sa statusom zaštite kod nadležnog Zavoda, ali je u evidenciji Muzeja rudarstva u Boru). Lokalitet predstavlja naselje na rečnoj terasi iz ranog neolita i srednjeg/poznog bronzanog doba - Starčevo i gamzigradska kultura. Prostire se na površini od oko 18000 m<sup>2</sup>, ali je konstatovan samo manji deo lokaliteta pošto je celo ovo područje zaraslo u šibljje. Rekognisciranje je rađeno 1981-1983 i 2010. godine,

koje je pokazalo da je lokalitet Cerova faca verovatno mnogo veći nego što se moglo konstatovati na osnovu rasprostranjenosti pronađenog materijala.

U drugoj zoni Prostornog plana (područje posebne namene prostora) nisu identifikovana mesta od arheološkog značaja. Međutim, s obzirom na potvrđeno prisustvo praistorijskih naselja na više lokaliteta u širem okruženju, ne treba isključiti mogućnost novih nalaza na celom Planskom području, pri čemu se primenjuju mere zaštite utvrđene Prostornim planom.

## 4. Opis projekta

### 4.1. Opis projekta eksploatacije, pripreme mineralnih sirovina i odlagališta rudarskog otpada i koncentrata pirita iz ležišta Čukaru peki – Gornja zona

#### 4.1.1. Rudne rezerve i kvalitet rude

Ukupne preliminarno utvrđene bilansne rezerve u masivno-sulfidnoj mineralizaciji bakra i zlata (ležište Čukaru Peki, u užem smislu), po kategorijama i ukupno, prikazane su u tabelama 3 i 4.

Tabela 3 Preliminarno utvrđene količine bilansne rezerve masivno-sulfidne rude u ležištu Čukaru Peki (po kategorijama i ukupno)

Kategorija rezervi	Zapremina	Zapreminska masa	Količina vlažne rude	Vlaga	Količina suve rude
	m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t	%	t
B kategorija	13.991.422	3,10	43.373.406	2,98	42.080.879
C1 kategorija	895.828	3,10	2.777.067	2,98	2.694.311
B+C1	14.887.250	3,10	46.150.473	2,98	44.775.189

Tabela 4 Kvalitet preliminarno utvrđenih količina bilansnih rezervi masivno-sulfidne rude u ležištu Čukaru Peki (po kategorijama i ukupno)

Kategorija rezervi	Cu_sr	Au_sr	Ag_sr	S_sr	As_sr	Cu_Ekv_sr	Cu_Ekv (Cu+Au+Ag)
	%	g/t	g/t	%	g/t	%	t
B kategorija	2,75	1,73	3,21	18,16	1.513,6	3,10	1.324.255
C <sub>1</sub> kategorija	0,94	0,41	0,88	6,58	356,57	1,02	41.098
B+C <sub>1</sub>	2,71	1,70	3,16	17,89	1.441,5	3,05	1.365.353

Kvalitet mineralne sirovine određen je mineraloškim sastavom, sadržajem korisnih i štetnih komponenti, fizičko-mehaničkim osobinama, tehnološkim karakteristikama koje uslovljavaju mogućnost pripreme i primene mineralne sirovine. Postrojenje za pripremu rude će prerađivati 3.300.000 t suve rude godišnje, pri čemu je planirano da se prerađuju dva tipa rude čiji je hemijski sastav prikazan u tabeli 5.

Tabela 5 Hemijski sastav dva tipa rude

Tip rude	Sadržaj, g/t		Sadržaj (%)									
	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	As	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	TS	Fe
sa nižim sadržajem bakra	2,16	3,40	2,74	0,033	0,014	0,24	42,22	8,04	<0,01	0,073	21,63	15,87
sa visokim sadržajem bakra	5,74	9,83	8,21	0,043	0,015	0,16	31,66	4,26	<0,01	0,091	29,33	22,02



Kvalitativno kvantitativna analiza mineraloškog sastava dobijena je pomoću posmatranja minerala, MLA testa i hemijske analize. Rezultati kvalitativno kvantitativne mineraloške analize su prikazani u tabeli 6. Teorijska hemijska formula nekih minerala i sadržaj bakra, sumpora i arsena prikazani su u tabeli 7.

Tabela 6 Kvalitativno-kvantitativna mineraloška analiza

Mineral	Sadržaj (%)	
	Ruda sa nižim sadržajem bakra	Ruda sa visokim sadržajem bakra
Kovelin	2,95	11,49
Enargit	1,26	0,89
Halkopirit	0,51	0,42
Malahit	/	Tragovi
Pirit	34,82	39,31
Alunit	13,33	10,33
Jarozit	0,90	0,36
Limonit	0,05	0,04
Hematit	0,02	0,01
Svalerit	0,02	0,02
Galenit	0,04	0,05
Kvarc	40,33	27,74
Feldspat	1,66	5,38
Epidot	0,81	0,72
Minerali gline	1,38	0,52
Diopsid	0,16	0,44
Muskovit	1,16	0,87
Hlorit	0,06	0,63
Biotit	0,09	0,14
Karbonatni minerali	0,01	0,03
Rutil	0,15	0,24
Barit	0,25	0,13
Sfen	0,02	0,14
Cirkon	0,01	0,09
Apatit	0,01	0,01
Ukupno	100,00	100,00

Tabela 7 Teorijska hemijska formula minerala i sadržaj bakra, sumpora i arsena

Mineral	Hemijska formula	Sadržaj (%)		
		Cu	S	As
Kovelin	$\text{CuS}$	66,5	33,5	/
Enargit	$\text{Cu}_3\text{AsS}_4$	48,4	32,4	20,26
Halkopirit	$\text{CuFeS}_2$	34,6	34,8	/
Pirit	$\text{FeS}_2$	-	53,3	/
Alunit	$\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-	15,5	/
Jarozit	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	-	12,8	/

Glavni sulfidni mineral u rudi sa visokim sadržajem bakra je pirit, čija je zastupljenost 39,31%, sledi kovelin sa 11,49%, a zatim enargit sa 0,89%, pa halkopirit sa 0,42%. Ostalih sulfida, kao što su galenit i sfalerit, ima manje. Glavni mineral jalovine je kvarc kojeg ima 27,74%, a zatim slede alunit sa 10,33% i feldspati sa 5,38%.

Glavni sulfidni mineral u rudi sa nižim sadržajem bakra je pirit sa 34,78%, zatim kovelin sa 2,95%, enargit sa 1,26% i halkopirit sa 0,51%. Ostalih sulfida kao što su galenit i sfalerit, ima manje. Glavni mineral jalovine je kvarc kojeg ima 40,33% a zatim slede alunit 13,33%, feldspati 1,66%, minerali gline 1,38 % i muskovit 1,16%. Kod oba tipa rude nisu pronađeni drugi minerali koji sadrže arsen osim enargita što ukazuje da se arsen koncentriše sa mineralima bakra i to direktno utiče na kvalitet koncentrata bakra. Prosečni sadržaj vlage u rudi je 3%, dok je prosečna gustina rude je 3100 kg/m<sup>3</sup>.

Period kapitalne izgradnje rudnika je 2,5 godine, a proizvodni vek rudnika 12,5 godina (uključujući 1,5 godinu uhodavanja, 7 godina proizvodnje i 4 godine smanjenja proizvodnje).

#### 4.1.2. Opis eksploatacije rude

##### *Metoda otkopavanja*

Prema karakteristikama rudnog tela i rudarsko-geološkim uslovima, u prvoj fazi otkopavanje će se vršiti metodom otkopavanja u horizontalnim pojasima sa zapunjavanjem otkopanog prostora. U ranoj fazi eksploatacije (pre zapunjavanja) usvojena je metoda bušenja kratkih bušotina. U tom periodu nije potrebno čekati izgradnju sistema za drobljenje, što dodatno ubrzava proces proizvodnje s obzirom da se sa eksploatacijom može početi godinu dana ranije. Ovakav način eksploatacije bogate rude obezbeđuje manje razblaženje i manju stopu gubitaka, čime se dobija veća količina metala. Dakle, konačna preporuka je da metoda otkopavanja bude metoda sa zapunjavanjem otkopa.

Za drugi i treći eksploatacioni pojas usvojena je kombinovana metoda otkopavanja ili preciznije, komorno-stubna metoda sa podetažnim otkopavanjem komora sa naknadnim zapunjavanjem i već pomenutu, metodu otkopavanja u horizontalnim pojasima sa zapunjavanjem otkopanog prostora. Rudarski radovi na nižim eksploatacionim nivoima podeljeni su Zapadnim rasedom. Zapadno od raseda biće korišćena metoda otkopavanja u horizontalnim pojasima odozdo naviše, a istočno od raseda otkopavanje će biti vršeno pomenutom kombinovanom metodom. Predviđeno je da stubovi koji razdvajaju komore imaju širinu 10 - 15 m na istoku zapadnog raseda, kako bi se sprečilo urušavanje otvorenog otkopa. Pomenuti stubovi biće eksploatisani u drugoj fazi eksploatacije. Ukupno gledano, procenat otkopavanja Gornje zone ležišta Čukaru Peki metodom otkopavanja u horizontalnim pojasima sa zapunjavanjem otkopanog prostora je 36%, dok će kombinovanom metodom biti otkopano 64% Gornje zone ležišta.

##### *Transportni sistem*

Transportni niskop i servisni niskop izrađuju se sa površine od 259 m nadmorske visine. Transportni niskop se koristi za transport rude i jalovine, a servisni niskop za pristup osoblja, materijala i u ventilacione svrhe. Otkopana ruda se sa eksploatacionih nivoa spušta kroz rudna okna na nivo transportnog hodnika, a zatim se kamionima nosivosti 30 t transportuje do glavnog rudnog okna. Posle drobljenja ruda se transportnim niskopom podiže do površine terena, odakle se trakama odvodi do postrojenja za pripremu mineralnih sirovina.

Kako bi početne investicije bile manje i kako bi se skratio period izgradnje kapitalnih prostorija, proizvodnja je podeljena u dva faze i to: prva faza eksploatacije iznad nivoa -260 m i druga faza eksploatacije ispod -260 m. U prvoj fazi drobilično

postrojenje biće locirano na koti -315 m, dok će se utovar rude vršiti na -320 m. U drugoj fazi drobilično postrojenje nalaziće se na -480 m, a utovar rude vršiće se na -485 m.

#### *Otvaranje ležišta i kapitalni objekti*

1) **Transportni niskop:** Ulaz u niskop se nalazi 2,5 km jugozapadno od ležišta na 259 m.n.v. i pruža se do dubine od -485 m.n.v. Sa utovarnog nivoa u jami ruda se transportuje do bunkera na površini terena pomoću sistema transportera sa trakom koji se sastoji od 7 segmenata (I - VI u jami, VII na površini terena). Ukupna dužina trake je 6.443 m. Niskop ima nagib 14% i dužinu 5.742 m. Od ulaza u niskop do dubine od -120 m dimenzije poprečnog preseka prostorije su 5 m × 5 m, dok u produžetku (-120 m ÷ -485 m) dimenzije poprečnog preseka prostorije iznose 5,2 m × 4,1 m (u prvoj fazi izgradnje niskop je izrađen do dubine -320 m, u dužini od 4.236 m). Dužina trake na površini terena je 718 m.

2) **Servisni niskop:** Servisni niskop je paralelan sa transportnim niskopom (paralelan do kote -80 m). Ovaj niskop je od transportnog udaljen 35 m. Ulaz servisnog niskopa je na koti 259 m.n.v, a nagib niskopa je 14%. Dimenzije poprečnog preseka prostorije su 5 m × 5 m. Servisni niskop spaja površinu terena sa utovarnim nivoom u jami (-485 m). Ukupna dužina servisnog niskopa je 5.350 m (u prvoj fazi izgradnje niskop je izrađen do dubine -320 m u dužini od 4.136 m). Servisni niskop služiće za dopremu materijala, opreme i dotok sveže vazdušne struje.

3) **Ulazno ventilaciono okno:** Ulaz u ventilaciono okno je na južnoj strani ležišta. Zadire od kote 393 m.n.v. na površini terena do kote -260 m.n.v. u jami. Okno ima prečnik 6,5 m i dužinu 653 m. Ovo okno koristi se kao glavni dovod svežeg vazduha i opremljeno je lestvama za evakuaciju u slučaju opasnosti.

4) **Izlazno ventilaciono okno:** Izlazno ventilaciono okno nalazi se severno od ležišta. Zadire od kote 402 m.n.v. na površini terena do kote -260 m.n.v. u jami. Okno je prečnika 6,5 m i dužine 662 m. Koristi se za odvođenje istrošene vazdušne struje iz jame.

5) **Drobilično postrojenje u jami:** Drobilično postrojenje nalazi se na koti -315 m.n.v. Dimenzije komore u kome je instalirana neophodna oprema su 16 × 9 × 13,5 m, ukupne zapremine 1.944 m<sup>3</sup>. U ovoj komori vršiće se dobljenje rude iz druge zone otkopavanja.

#### *Ventilacioni sistem*

Sistem provetravanja jamskih prostorija uključuje sledeće prostorije: ulazno ventilaciono okno, servisni niskop, transportni niskop i izlazno ventilaciono okno. Svež vazduh struji kroz ulazno ventilaciono okno i preko kapitalnih prostorija dolazi do otkopa u jami. Nakon što svež vazduh pokupi štetne materije sa radilišta, istrošeni vazduh preko navozišta i izlaznog ventilacionog okna se odvodi do površine terena. Režim rada ventilatora je depresioni, a glavni ventilator je postavljen na ulazu u izlazno ventilaciono okno (istrošene) vazdušne struje. Na ulazu u ulazno okno i na ulazu servisnog niskopa postavljaju se kotlarnice koje zagrevaju vazduh u zimskim uslovima.

#### *Sistem odvodnjavanja*

Podzemna prostorija sa najnižom kotom nalazi se na -440 m.n.v. Njeno rastojanje od površine terena je skoro 800 m, što nije povoljno sa aspekta neposrednog vertikalnog

odvodnjavanja. Iz tog razloga biće instalisan relejni sistem odvodnjavanja. Prema rasporedu podzemnih prostorija, glavne prostorije odvodnjavanja biće izrađene na nivoima -260 m.n.v. i -440 m.n.v. Voda koja se javlja tokom izrade prostorija i eksploatacije, kao i voda iz stenskog masiva, skupljaće se u vodosabirnicima na niveletama -260 m.n.v. i -440 m.n.v. pre nego što se ispumpa na površinu.

#### Opis pripreme rude

Postrojenje za pripremu sirovine se projektuje sa kapacitetom od 3.300.000 t suve rude godišnje, odnosno 10.000 t rude dnevno. Glavni proizvod postrojenja je zlatonosni koncentrat bakra. Pokazatelji proizvodnje procenjeni su na osnovu tehnoloških ispitivanja koja su urađena u kompaniji *Xiamen Zijin Mining and Metallurgical Technology Co., Ltd.* i na osnovu procene kvaliteta rude koja će biti otkopana, a koju daje Investitor. Prosečan projektovani dnevni metal bilans prikazan je u tabeli 8, dok su ostvareni rezultati prikazani u tabeli 9.

Tabela 8 Projektovani dnevni metal bilans koncentracije

Proizvod	Masa		Sadržaj			Iskorišćenje		
	t/d	%	Cu %	Au g/t	S %	Cu %	Au %	S %
Ruda	10.000	100,00	2,95	1,89	15,81	100,00	100,00	100,00
Koncentrat Cu	1.320,4	13,20	20,92	5,72	33,20	93,62	39,92	27,73
Koncentrat FeS <sub>2</sub>	1.573,8	15,74	0,65	5,24	48,45	3,47	43,52	48,23
Jalovina	7.105,8	71,06	0,12	0,44	5,35	2,91	16,56	24,04

Tabela 9 Ostvareni godišnji metal bilans koncentracije 2021/22.g.

	M, t/d	M, %	Cu, %	Au, g/t	M Cu, t	M Au, kg	I Cu, %	I Au, %
ULAZ	5.235	100,0	6,28	4,44	105.897	7.485	100,00	100,00
KONC. Cu	2.875	54,9	11,26	6,31	104.248	5.844	98,44	78,08
KONC. FeS <sub>2</sub>	867	16,6	0,48	2,86	1.353	800	1,28	10,69
JALOVINA	1.493	28,5	0,06	1,75	266	841	0,28	11,23

Evidentno je da je povećano učešće bakra i zlata u prvoj godini eksploatacije uslovalo da se promeni koncept flotiranja kako bi se maksimizirale količine korisnih minerala koje se vade pa je iskorišćenje i bakra i zlata u koncentratu bakra povećano, dok je kvalitet smanjen, a količine koncentrata značajno uvećane. Ovakav rad ima za posledicu da je količina jalovine koja se izdvojila u prvoj godini rada znatno ispod očekivanih i projektovanih prosečnih vrednosti. Kapacitet prerade u prvoj godini je ostvaren sa nešto više od 52%.

Najvažnije karakteristike procesa prikazane su u tabeli 10.

Tabela 10 Karakteristike procesa

Br.	Stavka	Jedinica	Vrednost
1.	<b>Šema prerade</b>	Primarno drobljenje (pod zemljom) + SAG mlin + mlin sa kuglama + flotacija + odvodnjavanje	
2.	<b>Suva ruda</b>	t/god	3.300.000
	Sadržaj Cu	%	2,95
	Sadržaj Au	g/t	1,89
	Sadržaj S	%	15,81
3.	<b>Koncentrat bakra</b>		
	Sadržaj Cu	%	20,92
	Sadržaj Au	g/t	5,72
	Sadržaj S	%	33,20
4.	<b>Koncentrat pirita</b>		
	Sadržaj Cu	%	0,65
	Sadržaj Au	g/t	5,24
	Sadržaj S	%	48,45
5.	<b>Jalovina</b>		
	Sadržaj Cu	%	0,12
	Sadržaj Au	g/t	0,44
	Sadržaj S	%	5,35
6.	<b>Iskorišćenje u koncentratu bakra</b>		
	Cu	%	93,62
	Au	%	39,92
	S	%	27,73
7.	<b>Maseno iskorišćenje koncentrata bakra</b>	%	13,20
8.	<b>Proizvodnja koncentrata bakra</b>	t/god	375.740
9.	<b>Količina metala u koncentratu bakra</b>		
	Količina Cu	t/god	78.590
	Količina Au	kg/god	1.864,81
	Količina S	t/god	123.320
10.	<b>Sistem rada pogona za PMS</b>	330 dana godišnje, 3 smene dnevno, 8 sati po smeni	
11.	<b>Potrošnja el. energije</b>	kWh/t	28,89
12.	<b>Radna snaga U PMS</b>	broj radnika	164

U tabeli 11 prikazan je kapacitet i režim rada postrojenja za PMS. Treba napomenuti da će pogon drobljenja u sklopu PMS postrojenja raditi svega dve godine, dok se ne izgradi drobilčno postrojenje u jami. U prvoj i drugoj godini rada postrojenja drobljenja, radni kapacitet će se povećati od 5.000 t/dan na 7.000 t/dan ili 466,67 t/h (3 smene/dan, 5 h/smeni). Nakon toga, proizvodnja će dostići svoj pun kapacitet od 10.000 t/dan. Pogoni mlevenja, flotacije i odvodnjavanja proizvoda koncentracije rade 330 dana u godini, tri smene dnevno, 8 sati po smeni.

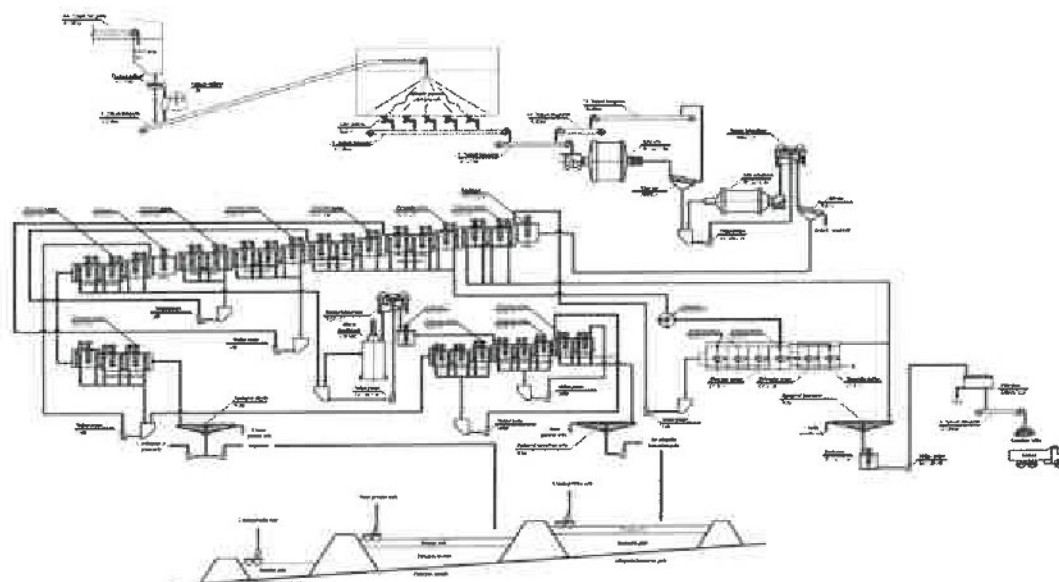
Tabela 11 Kapacitet i režim rada PMS postrojenju

Postrojenje	Broj radnih dana godišnje (dan/god)	Broj smena	Broj sati u smeni, (h)	Kapacitet (t/h)	Vremensko iskorišćenje opreme na godišnjem nivou, (%)	Napomena
Drobljenje	330	3	5	466,67	56,51	1-2 godine
Mlevenje	330	3	8	416,67	90,41	Pun kapacitet
Flotacija	330	3	8	416,67	90,41	
Odvodnjavanje	330	3	8	Koncentrat bakra: 88,64 Jalovina:313,24	90,41	Maksimalna vrednost

Prema dokumentu: „*Study Report on Mineral processing flowsheet optimization of Timok Copper Mine in Serbia*“ koju je uradila kompanija *Xiamen Zijin Mining and Metallurgical Technology Co., Ltd.* u maju 2019. godine, prerada oba tipa rude sastoji se iz:

- Brze flotacije minerala bakra.
- Flotacije pirita iz otoka flotacije bakra.
- Domeljavanja i prečišćavanja osnovnog koncentrata pirita.

Prilikom ispitivanja izdvajanja zlata iz koncentrata koje je izvršeno u *Xiamen Zijin Mining and Metallurgical Technology Co., Ltd.* može da se vidi da je izluženje zlata iz koncentrata pirita veće posle prženja i kiselinskog luženja i da izluženje može da dostigne preko 89% kada je temperatura prženja 550°C. Međutim, proces je kompleksan, investicije su visoke i nema ekonomskog efekta. Iz tog razloga, odlučeno je da se koncentrat pirita deponuje u jednom delu jalovišta posebno izdvojenom u neposrednoj blizini postrojenja flotacije. Zlato se u budućnosti može izdvojiti kada se razvije tržište sumporne kiseline. Na slici 12 prikazana je tehnološka šema celokupnog postrojenja za pripremu i koncentraciju sirovine.



Slika 12 Tehnološka šema flotacijske prerade rude

Postrojenje za pripremu mineralnih sirovina obuhvata sledeće glavne objekte: postrojenje za drobljenje, skladište primarno izdrobljene rude, postrojenje za mlevenje i klasiranje, postrojenje za flotacijsku koncentraciju, skladište reagenasa, prostoriju za pripremu reagenasa, prostoriju sa duvaljkama, postrojenje za odvodnjavanje koncentrata i odvodnjavanje jalovine. Osim toga, u postrojenju se nalaze PMS laboratorija, hemijska laboratorija, stanica tehničke kontrole i upravna zgrada.

U cilju maksimalizacije prirodnog protoka materijala, postrojenja za mlevenje i flotacijsku koncentraciju građevinski su koncipirana na nekoliko nivoa. Objekti u kojima se odvija priprema i koncentracija rude raspoređeni na jednom mestu, kako bi se smanjila zauzetost područja i omogućilo centralizovano upravljanje.

#### *Opis tehnološkog procesa drobljenja rude*

Ruda ( $\leq 350$  mm) se na površinu transportuje pomoću trake kroz kosi niskop, a zatim se transportuje trakastim transporterom do bunkera rovne rude. Iz skladišta rovne rude, ruda dospeva na pokretnu rešetku, odakle se krupni komadi šalju u čeljusnu drobilicu. Prosev rešetke zajedno sa izdrobljenim proizvodom čeljusne drobilice ( $\leq 200$  mm) transportuje se pomoću trakastog transportera do skladišta primarno izdrobljene rude.

Sa završetkom podzemnog postrojenja za drobljenje, izdrobljena ruda ( $\leq 250$  mm) se transportuje trakom kroz kosi niskop na površinu, odakle se dalje trakastim transporterom transportuje do bunkera rovne rude i zatim trakastim transporterom do skladišta primarno izdrobljene rude.

#### *Mlevenje i klasiranje rude*

Ispod skladišta primarno izdrobljene rude, postavljeni su vibracioni dodavači (ukupno 20 od kojih je 5 u radu) kojima se ruda dodaje na trakaste transportere. Preko trakastog transportera ruda se dalje transportuje u poluautogeni mlin (dimenzija  $\varnothing 7,5 \times 3,9$  m). Samleveni proizvod poluautogenog mlina gravitacijski odlazi na vibraciono sito (jedno u radu, jedno u rezervi). Odsev vibracionog sita, preko dva trakasta transportera, dospeva na trakasti transporter, odakle se zajedno sa ulaznom izdrobljenom rudom vraća u poluautogeni mlin na mlevenje. Prosev vibracionog sita odlazi u koš centrifugalne muljne pumpe (jedna radna, jedna u rezervi), koja materijal doprema u hidrociklonsku bateriju na proces klasifikacije.

Hidrociklonska baterija se sastoji iz 10 hidrociklona (8 radnih, 2 u rezervi). Pesak hidrociklona gravitacijski odlazi u mlin sa kuglama (dimenzija  $\varnothing 5,5 \times 8,2$  m). Samleveni proizvod mlina sa kuglama se spaja sa prosevom vibro sita u košu centrifugalne muljne pumpe oznake koja ga transportuje u hidrociklonsku bateriju. Preliv hidrociklona koji predstavlja definitivni proizvod mlevenja (sadržaj klase  $-0,075$  mm iznosi 70%) prolazi kroz vibraciono zaštitno sito, otvora 6 mm, postavljeno na izlazu iz hidrociklona, a zatim se transportuje u proces flotacijske prerade rude.

#### *Flotiranje rude*

Za flotacijsku preradu rude usvojena je jedna tehnološka linija. Proces koncentracije ukratko

izgleda ovako:

- Brza flotacija minerala bakra iz koje se dobija koncentrat bakra 1.

- Otok brze flotacije bakra ide na osnovno flotiranje minerala bakra u dve faze i dopunska flotacija minerala bakra u dve faze.
- Osnovni koncentrat se dva puta prečišćava i dobija koncentrat bakra 2.
- Iz otoka flotacije bakra flotira se osnovni koncentrat pirita.
- Iz otoka se dopunski flotira pirit a osnovni koncentrat pirita se domeljava i tri puta prečišćava.

Preliv baterije hidrociklona koji rade u zatvorenom ciklusu sa mlinom sa kuglama odlazi u kondicioner  $\varnothing 5,5 \times 5,5$  m, a zatim u dve flotacijske mašine na brzu flotaciju minerala bakra. Koncentrat ovih mašina je koncentrat bakra 1. Otok ovih mašina odlazi u tri flotacijske mašine na prvi deo osnovnog flotiranja minerala bakra, a otok ovih mašina odlazi u tri flotacijske mašine na drugi deo osnovnog flotiranja minerala bakra. Koncentrat osnovnog flotiranja (ukupan koncentrat dva dela) odlazi u kondicioner  $\varnothing 3,0 \times 3,0$  m a zatim na I prečišćavanje najpre u jednu pa u tri flotacijske mašine. Otok I prečišćavanja odlazi na brzu flotaciju minerala bakra. Koncentrat I prečišćavanja odlazi na II prečišćavanje u jednu pa u drugu flotacijsku mašinu. Koncentrat ovih mašina je koncentrat bakra 2 i on se spaja sa koncentratom bakra 1 i odlazi na odvodnjavanje. Otok II prečišćavanja se vraća na I prečišćavanje.

Otok drugog dela osnovnog flotiranja minerala bakra odlazi u tri flotacijske mašine na prvi deo dopunskog flotiranja minerala bakra. Koncentrat ovih mašina vraća se na II deo osnovnog flotiranja minerala bakra, a otok odlazi u dve flotacijske mašine na drugi deo dopunskog flotiranja minerala bakra. Koncentrat II dela dopunskog flotiranja minerala bakra vraća se na I deo dopunskog flotiranja, a otok II dela dopunskog flotiranja je ulaz u flotaciju pirita.

Otok II dela dopunskog flotiranja minerala bakra odlazi u kondicioner  $\varnothing 5,5 \times 5,5$  m a zatim u tri flotacijske mašine na osnovno flotiranje pirita. Osnovni koncentrat pirita se muljnom pumpom šalje u bateriju od 12 hidrociklona  $\varnothing 250$  (4 rezervna) na klasiranje. Pesak hidrociklona odlazi u vertikalni mlin, a preliv mlina se vraća u bateriju hidrociklona. Preliv baterije hidrociklona finoće 80 % -0,038 mm odlazi u kondicioner  $\varnothing 4,5 \times 4,5$  m, a odatle u tri flotacijske mašine na I prečišćavanje koncentrata pirita. Koncentrat ovih mašina odlazi u tri flotacijske mašine na II prečišćavanje, a koncentrat ovih mašina u dve flotacijske mašine na III prečišćavanje koncentrata pirita. Otok I prečišćavanja se vraća na osnovno flotiranje pirita, otok II prečišćavanja se vraća na I prečišćavanje koncentrata pirita a otok III prečišćavanja se vraća na II prečišćavanje koncentrata pirita. Otok osnovnog flotiranja koncentrata pirita odlazi u tri flotacijske mašine na dopunsko flotiranje pirita. Potrošnja reagenasa data je u tabeli 12.

Tabela 12 Potrošnja reagenasa u Flotaciji, za puni kapacitet od 3.300.000 t/g

Reagens	Potrošnja reagenasa		
	Nominalno, kg/t	Dnevno, t/d	Godišnje, t/g
Kreč	3	30	9900
Butil ksantat	0,045	0,45	148,5
Vodeno staklo	1,050	10,5	3.465
Z-200	0,084	0,84	277,2
Poliakrilamid	0,030	0,30	99



Otok dopunskog flotiranja je definitivna jalovina procesa i ona ide na zgušnjavanje. Koncentrat dopunskog flotiranja pirita se spaja sa otokom I prečišćavanja koncentrata pirita i odlazi na osnovno flotiranje pirita. Koncentrat III prečišćavanja pirita je definitivni koncentrat pirita i on odlazi na odvodnjavanje. Projektovane količina izdvojenih koncentrata i jalovine po godinama eksploatacije prikazana je u tabeli 13.

Tabela 13 Projektovane količina izdvojenih koncentrata i jalovine po godinama i ukupno

Godina	Količina, t/g			
	ruđa	koncentrat bakra	koncentrat pirita	flotacijska jalovina
1	825.000	257.462	146.025	421.513
2	2.310.000	679.198	408.870	1.221.932
3	3.300.000	700.166	601.975	1.997.859
4	3.300.000	584.949	503.769	2.211.282
5	3.300.000	425.276	503.769	2.370.955
6	3.300.000	242.597	503.769	2.553.634
7	3.300.000	238.213	503.769	2.558.018
8	3.300.000	333.206	503.769	2.463.025
9	3.300.000	331.744	503.769	2.464.487
10	2.970.000	306.462	453.392	2.210.146
11	2.970.000	306.462	453.392	2.210.146
12	2.715.408	285.001	414.527	2.015.880
13	2.101.792	218.737	320.854	1.562.201
Σ	36.992.200	4.909.471	5.821.646	26.261.083

#### *Odvodnjavanje koncentrata i jalovine*

Odvodnjavanje definitivnog koncentrata bakra odvijaće se u dva stadijuma (zgušnjavanje + filtriranje). Konačni sadržaj vlage u koncentratu bakra je manji od 10%. Koncentrat će se skladištiti u skladištu za koncentrat, utovarati u kamione i dalje plasirati na tržište. Koncentrat pirita će se nakon zgušnjavanja do sadržaja čvrstog od 55% deponovati na odlagalište pirita. Flotacijska jalovina će se takođe zgusnuti do sadržaja čvrstog od 55%, a nakon toga deo zgusnute jalovine se transportuje u postrojenje za pripremu pasta zasipa, a drugi deo se odlaže na jalovište.

Nakon procesa flotacijske koncentracije, definitivni koncentrat pirita se gravitacijski (cevovodom) transportuje do zgušnjivača za koncentrat pirita (prečnika Ø38 m). Preliv zgušnjivača se uvodi u bazen za povratnu vodu. Zgusnuti proizvod, koji sadrži 55% čvrste faze transportuje se pumpama (2 u radu, 2 u rezervi) na odlagalište koncentrata pirita. Obzirom da u ovom trenutku ne postoji tržište za koncentrat pirita, izgradnja odlagališta predstavlja alternativno rešenje dok se ne stvore uslovi za njegovu prodaju.

Projektom je predviđeno da se finalna jalovina sistemom cevovoda transportuje u zgušnjivač za jalovinu (prečnika Ø30 m). Zgušnjavanje jalovine vrši se uz dodatak flokulanta, a zgusnuti proizvod, koji sadrži 55% čvrste faze doprema se do razdeljivača koji je smešten u podstanici. Jedan deo zgusnute jalovine se pomoću pumpi (3 radne, 3 u rezervi) dalje transportuje u postrojenje za pripremu pasta zasipa (potrebna količina jalovine za zapunjavanje otkopnog prostora iznosi 4506 t/dan), dok se drugi deo zgusnute jalovine, prema zahtevima koje nalaže tehnološki proces, pomoću muljnih pumpi (3 radne, 3 u rezervi) usmerava ka flotacijskom jalovištu. Granice tehnološkog projekta su koncentrat pirita nakon zgušnjavanja - ulaz u PS za transport koncentrata do odlagališta i preostali deo

flotacijske jalovine nakon pripreme paste za zapunjavanje jame, koju treba trajno odložiti na flotacijsko jalovište.

#### *Projektno rešenje odlaganja rudarskog otpada*

U okviru rudnika „Čukaru Peki“ izgrađene su 3 brane za odlaganje i akumulaciju različitih materijala prema prvobitnom projektnom rešenju: koncentrata pirita, flotacijske jalovine i drenažnih voda. Ovi objekti se međusobno nadovezuju i nalaze se u dolini reke Grčave, nedaleko od ušća Grčave u Borsku reku, slika 13.



Slika 13 Dispozicija deponija i akumulacije

Osnovni podaci i dimenzije deponija i akumulacije na lokaciji ležišta Čukaru Peki dati su u tabeli 14. Brane su zemljane, stepenastog oblika i izgrađene su odjednom do maksimalne kote. Na osnovu podataka iz tabele 14 može se zaključiti da su nadmorske visine svih brana u opadajućem trendu, prateći dispoziciju terena, pri čemu su na najvišoj nadmorskoj visini brana odlagališta koncentrata pirita, dok je na najnižoj brana akumulacije vode.

Tabela 14 Dimenzije odlagališta

Brana	Kota nadgradnje, m.n.m	Visina, m	Kota zapunjavanja akumulacionog prostora (kota uspora), m.n.m	Zapremina, x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Zapremina taložnog jezera, m <sup>3</sup>	Vek eksploatacije
Odlagalište koncentrata pirita	317	45	315	4.431	31400	12,5 god.
Flotacijsko jalovište	294	59	292	9.672	31400	11 god.

Za površinsko odlaganje materijala koji je proizvod istražnih podzemnih rudarskih radova predviđena su sedam odlagališta jalovine: O1 – O7, i deponija rude DR. Utovar materijala iz podzemnih istražnih radova vrši se utovaračem sa deponija na platoima koji se formiraju u neposrednoj blizini ulaza u objekte. Utovar se vrši utovaračima. Transport utovarenog materijala vrši se AT kamionima. Tehnološka operacija odlaganja materijala sastoji se od istovara kamiona i planiranja odlagališnih površina buldozerom. Za održavanje utovarnih lokacija, transportnih puteva, odlagališta i kanala angažovaće se pomoćna oprema.

Odlagališta O1 i O2 se formiraju u jednoj etaži do završne kote k+358. Na odlagalištu O1 se odlaže nereaktivni materijal sa deponija D1 i D2. Na odlagalištu O2 se odlaže reaktivni materijal sa deponija D1 i D2. Pristup odlagalištima O1 i O2 je sa postojećih spoljnih puteva. Nova odlagališta su O3 – O7 i deponija rude DR. Odlagališta O3 – O5 su ravničarskog tipa pa su na ovim odlagalištima konstruisani unutrašnji transportni putevi. Odlagališta O6 i O7 su brdskog tipa pa je pristup odlagalištima sa spoljnih transportnih puteva. Odlagališta O4 – O7 su predviđena za odlaganje nereaktivnog materijala. Odlagalište O3 i deponija rude DR su predviđeni za odlaganje reaktivnog materijala. Pre formiranja odlagališta O3 i deponije rude DR predviđena je priprema terena koja se sastoji od uklanjanja sloja humusa, planiranja i sabijanja podtla, dodatna zaštita dna i unutrašnje strane oblaganjem vodonepropusnom folijom preko sloja bentonitske geomembrane. Zbog proceđivanja vode predviđena je izgradnja drenažnog sistema.

Odlaganje nemineralizovanog jamskog otpada obavljaće se na odlagalištima O1-O7. Odlaganje slabomineralizovane jalovine obavljaće se na odlagalištima broj O2 i O3 i deponiji rude DR. Na slici 14 je dat prikaz lokacije odlagališta jamskog otpada.



Slika 14 Odlagališta jamskog otpada

Svi objekti za odlaganje rudarskog otpada biće detaljnije opisani u Poglavlju 6 ovog Plana.

#### 4.2. Prikaz projekta geoloških istraživanja Cu, Au i prateće rudne mineralizacije u okviru Donje zone ležišta Čukaru Peki

Donja zona ležišta Čukaru Peki je još uvek na nivou geoloških istraživanja. Projektom primenjenih, detaljnih geoloških istraživanja Cu, Au i prateće rudne mineralizacije na prostoru eksploatacionog polja i zaštitnog prostora Čukaru Peki za period 2022. godine do 2025. godine svi planirani istražni radovi - istražne bušotine (jamske i sa površine) i podzemni istražni rudarski radovi (okna, niskop i hodnici), su usaglašeni sa važećim zakonskim propisima i u potpunosti zadovoljavaju gore navedene zahteve. Odnose se na geološka istraživanja prostoru celog hidrotermalnog rudonosnog Cu-Au sistema Čukaru Peki, tj. domen Gornje i Donje rudne zone, i njihovu neposrednu okolinu, sve u domenu eksploatacionog polja i njegovog zaštitnog prostora.

Projektna rešenja primenjenih, detaljnih geoloških istraživanja bakra, zlata i prateće rudne mineralizacije na prostoru eksploatacionog polja i zaštitnog prostora Čukaru Peki u periodu 2022-2025. godine podrazumevaju izradu istražnih radova po vertikalnim i horizontalnim istražnim preseccima. Geološka istraživanja se vrše primenom istražnog bušenja sa površine terena, istražnog bušenja iz jamskih radova i istraživanjima primenom podzemnih rudarskih istražnih radova (okna, hodnici i niskop).

**Istražno bušenje** je dominantno u Donjoj, porfirskoj zoni hidrotermalnog rudonosnog sistema, u prostoru u kome je istražnim radovima iz prethodnog perioda utvrđeno postojanje rudne mineralizacije kategorije C<sub>2</sub>, kategorije C<sub>1</sub> i kategorije B.

**Podzemni istražni rudarski radovi** se vrše sa ciljem da se što pouzdanije definišu geološke karakteristike rudne mineralizacije i radne sredine, i da se kasnije, preko njih, pristupi otvaranju i razradi rudnog ležišta.

Istražnim niskopom ostvaruje se još jedna veza sa površinom terena i omogućuje pristup samohodnoj rudarskoj opremi podzemnim rudarskim radovima. Početak radova na izradi niskopa je planiran za 2022. godinu. Planirano je da izrada niskopa, zajedno sa izradom vertikalnih istražnih prostorija i hodnika na nivou k -850 m, bude završena u predviđenom roku od 3 godine, odnosno juna 2025. godine. Ukupni planirani obim rudarskih istražnih radova iznosi 27.475 m.

Predviđena je izrada:

- šest istražnih okana sa površine terena do dubine k -850 m n.v.;
- istražnog niskopa od površine terena do dubine k -850 m n.v.,
- istražnih hodnika na nivou k -850 m n.v. koji povezuju istražna okna i niskope,
- istražnih hodnika koji prolaze kroz ležište na nivou k -850 m n.v.

Projektna rešenja podrazumevaju da istražni radovi (bušotine i rudarske prostorije) budu postavljeni na način da obezbede pouzdane informacije o geološkom sastavu i građi terena, grupisane po vertikalnim i horizontalnim istražnim presecima, na sledeći način:

- Istražne bušotine biće pozicionirane tako da omoguće dobijanje najvećeg mogućeg obima geoloških informacija o rudnoj mineralizaciji i radnoj sredini.
- Rudarski istražni radovi biće pozicionirani na način da obezbede pristup ključnim delovima ležišta za detaljna geološka istraživanja i kasniju eksploataciju utvrđenih, kategorisanih i klasifikovanih rudnih rezervi.
- Rudarski radovi će biti postavljeni na način da obezbede najviše, zakonom propisane standarde sigurnosti i bezbednost na radu.
- Deo pažnje biće posvećen i rudno-perspektivnom a nedovoljno istraženom delu terena u blizini rudnih tela 1 i 2 Gornje rudne zone sa pojavama mineralizacije bakra i zlata masivno-sufidnog tipa i porfirske mineralizacije bakra sa zlatom u dubljim delovima. Saznanja o geološkim karakteristikama i metalogenetskim obeležjima na predmetnom lokalitetu otvaraju široku perspektivu daljih istraživanja sa realnim očekivanjima u pogledu ležišta bakra i zlata, većih razmera i nesumnjivog ekonomskog značaja.

Istražni radovi iz podzemnih prostorija su planirani sa prostornim rasporedom i u obimu koji treba da obezbedi pouzdano utvrđivanje kvalitativnih i kvantitativnih karakteristika ležišta Čukaru Peki na mikro planu, pouzdano određivanje geoloških granica ležišta i elemenata njegovog zaleganja, kao i pristup ključnim delovima ležišta za uzimanje tehnoloških proba u industrijskom obimu. Njihovo izvođenje je neophodno, jer dosadašnjim istraživanjima sa površine terena, to nije u potpunosti moguće. Njihova svrha je i prikupljanje neophodnih informacija za bolje planiranje proizvodnje, potpunije iskorišćenje mineralne sirovine i maksimiziranje profita.

#### 4.2.1. Metodologija istraživanja

Za realizaciju geoloških istraživanja korišće se sledeće metode:

##### **Kabinetska istraživanja:**

- Sinteza, interpretacija i analiza ranije prikupljenih geoloških podataka.
- Izrada projekta geoloških istraživanja.

- Sinteza, interpretacija i analiza novih podataka geoloških istraživanja
- Izrada geoloških izveštaja.

### Terenska istraživanja

- 1) Istražno bušenje:
  - sa površine terena prećeno kartiranjem i oprobavanjem jezgra bušotina, inženjersko-geološkim i hidrogeološkim ispitivanjima,
  - iz rudarskih prostorija (geotehničko istražno bušenje), praćeno geološkim istraživanjima i laboratorijskim ispitivanjima.
- 2) Izrada rudarskih prostorija (okna i hodnici).
- 3) Laboratorijska i druga ispitivanja (pojedinaćne, kompozitne i tehnološke probe):
  - Utvrđivanje sadržaja i prostorne distribucije osnovnih i pratećih elemenata rudne asocijacije.

Aktivnosti koje su obuhvaćene projektom geoloških istraživanja su:

- Geodetski radovi - pre početka bušenja, na terenu će se odrediti njihova taćna pozicija, a nakon izvršenog bušenja, snimiće se njihove koordinate i kota.
- Geološki radovi, koji obuhvataju:
  - Kabinetski radovi - Početne kabinetske aktivnosti u ovoj fazi realizacije projekta su prikupljanje, sinteza, kompilacija, analiza i interpretacija rezultata do danas sprovedenih istraživanja, sagledavanje kontrolnih faktora prostornog položaja rudne mineralizacije, naroćito strukturnog i litološkog, kao i tipa, intenziteta i ekstenziteta zona hidrotermalno izmenjenih stena, generisanje (radnog) modela pojavljivanja rudne mineralizacije i elemenata indikatora rudne asocijacije. Nakon njih slede detaljna geološka istraživanja.
  - Geološko kartiranje i oprobavanje jezgra istraćnih bušotina - U prvoj istraćnoj godini (I faza istraživanja), ukupno će biti uzeto 5.250 pojedinaćnih proba; kompozitne probe će se formirati po potrebi, sjedinjavanjem pet pojedinaćnih proba. U drugoj istraćnoj godini (II faza istraživanja), ukupno će biti uzeto 15.650 pojedinaćnih proba, dok će se kompozitne probe formirati po potrebi. U trećoj istraćnoj godini (III faza istraživanja), ukupno će biti uzeto 9.700 pojedinaćnih proba, a kompozitne probe kao i ranije, po potrebi. Ukupan broj uzetih proba za laboratorijska ispitivanja biće 30.600.
  - Geološko kartiranje i oprobavanje istraćnih rudarskih radova - Kartiranje hodnika vršiće se merenjem elemenata pada planara i lineara i makroskopskim opisom litoloških ćlanova. Vertikalne prostorije će se kartirati snimanjem svih bokova. Oprobavanje istraćnih hodnika na K-850 vršiće se metodom brazde.
  - Geotehnićka istraživanja - Geotehnićka istraživanja su predvićena radi prikupljanja neophodnih podataka o stenskom masivu radi izrade vertikalnih rudarskih prostorija (istraćnih okana). U osnovi obuhvataju: istraćno bušenje, geotehnićko kartiranje, uzorkovanje jezgra bušotine i prateća laboratorijska geomehanićka ispitivanja.
  - Hidrogeološka (ekološka) ispitivanja - Hidrogeološka ispitivanja i utvrđivanje mogućeg uticaja istraćnih radova na životnu sredinu biće nastavljena na naćin na

koji su vršena i u ranijim periodima geoloških istraživanja istražnog prostora Brestovac – Metovnica.

- Petrološka i rudnomikroskopska istraživanja- Ova ispitivanja će imati za cilj određivanje vrste stena, definisanje rudnih parageneza i redosled stvaranja rudnih minerala, određivanje tipa i intenziteta alteracija i dr.
- Istražno bušenje - Projektom je planirano da se za potrebe daljih istraživanja izbuši ukupno 55 istražnih bušotina sa površine terena i iz rudarskih radova. Obim ovih aktivnosti će detaljnije biti prikazan u narednom poglavlju.
- Laboratorijska ispitivanja - Sva laboratorijska ispitivanja biće izvršena u sertifikovanim laboratorijama u sastavu ZIJin-a i Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor (IRM Bor). Laboratorijska priprema svih proba biće izvršena u laboratoriji za pripremu mineralnih sirovina, prema standardnoj proceduri koja podrazumeva sledeće aktivnosti: sušenje, mlevenje stenskih masa u čeljusnoj drobilici, prosejavanje i razdeljivanje probe do količine neophodne za laboratorijska ispitivanja.
- Rudarski istražni radovi - U cilju efektivnosti procesa geoloških istraživanja planira se izrada kosih (niskopa), vertikalnih (okana) i horizontalnih rudarskih prostorija (istražnih hodnika) kojima se postiže najbrži neposredni ulazak u ležište Čukaru Peki – Donja zona. Obim ovih aktivnosti će detaljnije biti prikazan u narednom poglavlju.
- Ostali radovi:
  - Procena uticaja zatečenog stanja
  - Transport i skladištenje jezgra
  - Naknada štete.

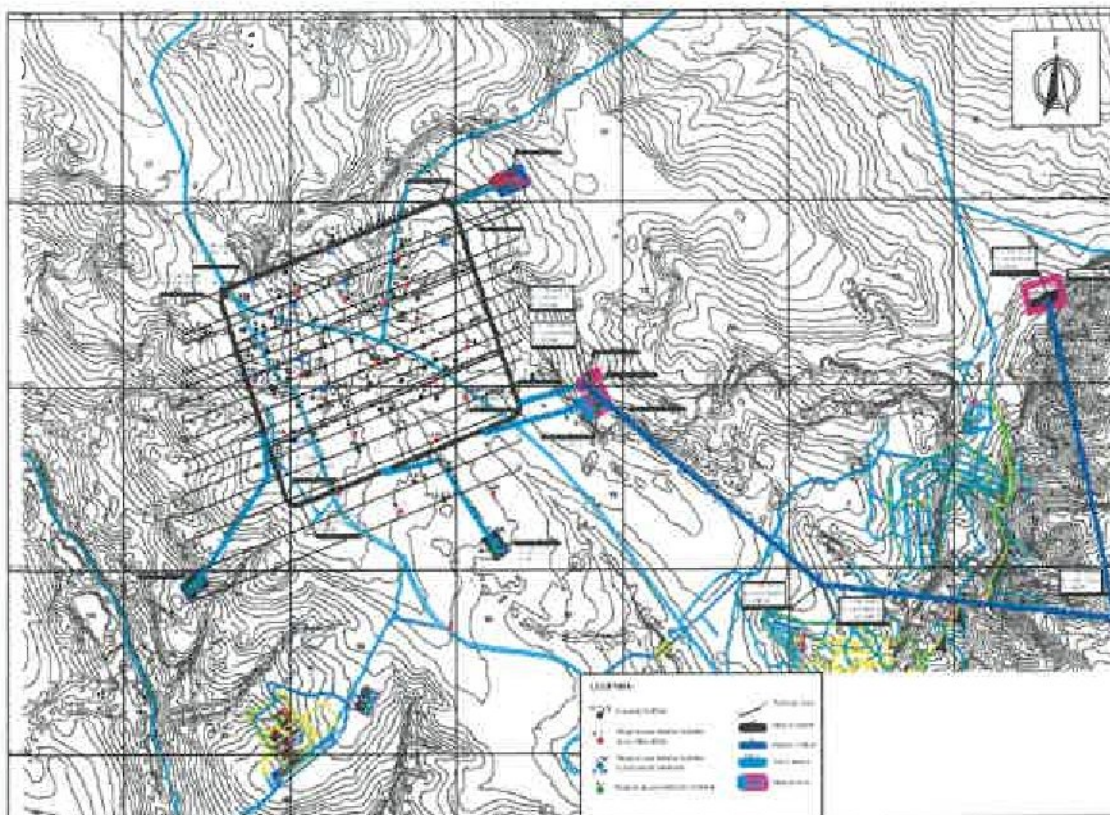
#### *Istražno bušenje*

Istražno bušenje će se raditi jezgrovanjem, kontinuirano, na dužni metar i meriće se njihova devijacija. U tabeli 15 je dat prikaz svih predviđenih bušotina po istražnim godinama, dok je na slici 15 dat prikaz izvedenih i projektovanih geoloških i rudarskih radova.

Tabela 15 Prikaz predviđenih bušotina po istražnim godinama

Istražna godina	Bušotine sa površine				Bušotine iz rudarskih istražnih radovi		Ukupan broj istražnih bušotina	Ukupna dužina bušenja (m)
	Broj istražnih bušotina	Dužina bušenja (m)	Broj geotehničkih bušotina	Dužina bušenja (m)	Broj istražnih bušotina	Dužina bušenja (m)		
I istražna godina	11	13.800,0	6	7.400,0			17	21.200,0
II istražna godina	12	21.170,0					12	21.170,0
III istražna godina					20	13.530,0	20	13.530,0
Ukupno	23	34.970,0	6	7.400,0	20	13.530,0	49	55.900,0
	Ukupno		29	42.370,0				

Situacioni plan sa prikazom izvedenih i projektovanih geoloških i rudarskih istražnih radova na istražnom prostoru Brezovac-Mestovnik  
1:10 000



Slika 15 Situacioni plan sa prikazom izvedenih i projektovanih geoloških i rudarskih istražnih radova na istražnom prostoru ležišta Čukaru Peki

#### *Istražno bušenje sa površine terena*

Projektovane istražne bušotine sa površine terena po istražnim godinama prikazane su u tabeli 16. Njihov primarni cilj je sagledavanje geoloških karakteristika radne sredine, pre svega litoloških, uključujući i prepoznavanje i prostorno izdvajanje facija hidrotermalnih alteracija.

Tabela 16 Položaj Projektovanih geotehničkih bušotina u odnosu na okna

Oznaka okna i položaj bušotine	Oznaka bušotine
L1-1 (iznad 1)	GTL 1-1
L1-2 (iznad 2)	GTL 1-2
L2 (prilaz 1)	GTL 2
L3 (ulaz 1)	GTL 3
L4 (izlaz 1)	GTL 4
L5 (izlaz 2)	GTL 5

#### *Istražno bušenje iz podzemnih prostorija*

Istražno bušenje iz podzemnih prostorija (tabela 17) se izvodi sa ciljem detaljnijeg (preciznijeg) određivanja sadržaja korisnih i štetnih komponenti i granica rudnog tela Čukaru



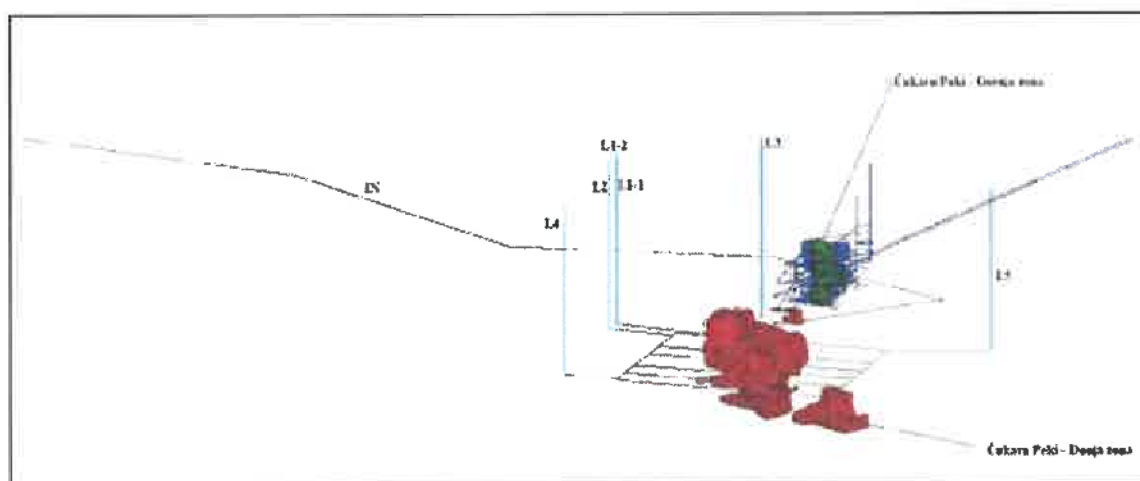
Peki – Donja zona. Bušenje će se vršiti sa nivoa, -850 m n.v., iz komora koje će biti napravljene i u kojima će biti postavljena bušača garnitura i neophodna oprema.

Tabela 17 Projektovane istražne bušotine iz podzemnih prostorija, III istražna godina

Redni broj	Oznaka projektovane istražne bušotine	Koordinate projektovanih bušotina			Azimut (°)	Ugao bušenja (°)	Projektovana dužina (m)
		Y	X	Z			
1	UZK1100-1	7.590.769	4.876.578	-850	70	-90	700,0
2	UZK1100-2	7.591.222	4.876.746	-850	250	-76	700,0
3	UZK1100-3	7.591.222	4.876.746	-850	70	-90	700,0
4	UZK1100-4	7.591.222	4.876.746	-850	70	-70	700,0
5	UZK1100-5	7.591.222	4.876.746	-850	70	-45	680,0
6	UZK900-3	7.591.027	4.876.460	-850	70	-77	700,0
7	UZK900-2	7.591.332	4.876.574	-850	70	-85	700,0
8	UZK900-1	7.591.923	4.876.789	-850	250	-30	300,0
9	UZK800-3	7.590.838	4.876.289	-850	70	-86	700,0
10	UZK600-3	7.590.792	4.876.059	-850	70	-88	700,0
11	UZK600-2	7.591.058	4.876.155	-850	75	-87	700,0
12	UZK400-3	7.591.192	4.875.992	-850	70	-88	700,0
13	UZK300-4	7.590.828	4.875.752	-850	250	-73	700,0
14	UZK300-3	7.590.828	4.875.752	-850	70	-86	700,0
15	UZK200-1	7.591.038	4.875.722	-850	70	-90	700,0
16	UZK100-2	7.590.934	4.875.578	-850	70	-88	700,0
17	UZK100-1	7.590.934	4.875.578	-850	70	-48	650,0
18	UZK100-3	7.590.934	4.875.578	-850	250	-68	700,0
19	UZK100-4	7.590.934	4.875.578	-850	70	-21	700,0
20	UZK100-5	7.590.934	4.875.578	-850	70	-69	700,0
<b>UKUPNO III ISTRAŽNA GODINA</b>							<b>13.530,0</b>

### Rudarski radovi

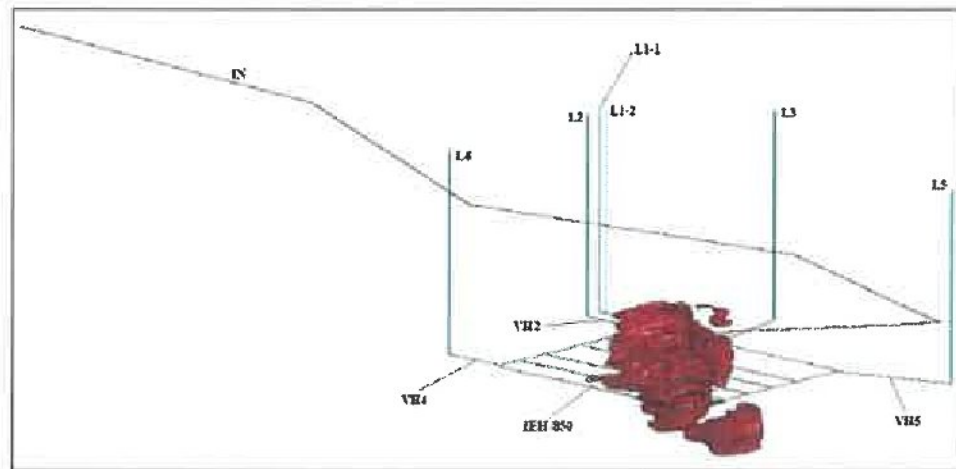
Istražne rudarske radove predstavljaju: istražna okna, istražni niskop i istražni hodnici na nivou k -850 m n.v. Na slici 16 prikazan je prostorni položaj istražnih prostorija u odnosu na Gornju Zonu ležišta Čukaru Peki.



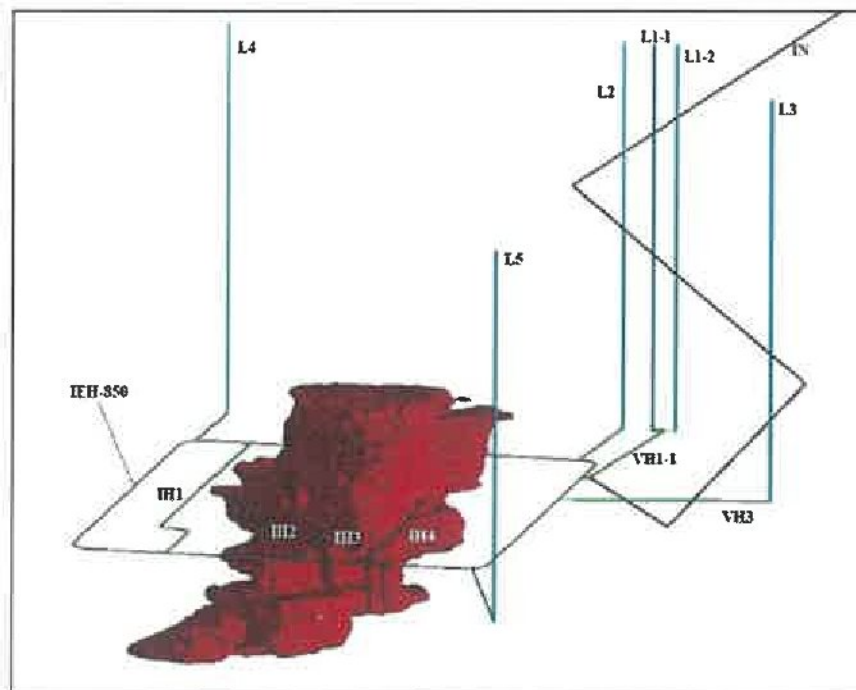
Slika 16 Prostorni raspored istražnih prostorija u donjoj zoni

Istražni niskop predstavlja niskozasvođenu kosu podzemnu prostoriju dužine 5.503 m. Niskop ima četiri prelomne tačke i nagib od 14,5 %. Ulaz u niskop nalazi se na koti k +235 m.n.v. na površini terena, dok je krajnja tačka niskopa na koti k -575 m.n.v., u neposrednoj blizini istražnog okna L2. Izrada niskopa sa površine terena počinje odmah, dok izrada istog iz druge napadne tačke (iz pravca etažnog hodnika na koti k -850 m.n.v.) počinje nakon izrade istražnih okana i veznih pristupnih hodnika oknima na k -850 m.n.v.

Na slikama 17 i 18, prikazane su kapitalne istražne rudarske prostorije neophodne za detaljnije istraživanje Donje zone ležišta Čukaru Peki.



Slika 17 Prostorni položaj istražnih prostorija donje zone, pogled iz pravca SZ



Slika 18 Prostorni položaj istražnih prostorija donje zone, pogled iz pravca JZ

Izrada niskopa sa površine terena počinje odmah, dok izrada istog iz druge napadne tačke (iz pravca etažnog hodnika na koti k -850 m n.v.) počinje nakon izrade istražnih okana i veznih pristupnih hodnika oknima na k -850 m n.v. Izrada istražnih okana počinje odmah i na izradi istih je angažovano šest nezavisnih timova. Na taj način biće ostvarena mogućnost izrade istražnih hodnika na k -850 m n.v. u drugoj godini istraživanja.

Izrada veznih i pristupnih istražnih hodnika počinje u 15. mesecu istraživanja. Izradom istih povezuju se istražna okna i istražni niskop i na taj način se stiču uslovi za izradu istražnih hodnika (IH1÷4). Navedenim istražnim hodnicima se pristupa samom ležištu i na taj način se omogućava pouzdanije definisanje konture ležišta.

## 5. Program praćenja uticaja na životnu sredinu

Monitoring prostora na kom se odlaže rudarski otpad treba nastaviti po ustaljenom programu monitoringa, uspostavljenom prema Studiji procene uticaja iz 2019. godine, koju je izradio "Dvoper" d.o.o. Učestalost merenja i broj parametara koji se prate treba korigovati vremenom, u skladu sa pravilima adaptivnog monitoringa.

### 5.1. Praćenje kvaliteta vazduha

Zaštita vazduha ostvaruje se preduzimanjem mera sistematskog praćenja kvaliteta vazduha, smanjenjem zagađivanja vazduha zagađujućim materijama ispod propisanih graničnih vrednosti, preduzimanjem tehničko - tehnoloških i drugih potrebnih mera za smanjenje emisije i praćenjem uticaja zagađenog vazduha na zdravlje ljudi i životnu sredinu. Ispitivanje kvaliteta vazduha na predmetnoj lokaciji se vrši u skladu sa Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Službeni glasnik. RS br. 11/2010, 75/2010 i 63/2013). U sektoru deponija otpada vrši se praćenje ukupnih taložnih materija (UTM) i metala (As, Cd, Ni, Pb), na ukupno 15 mernih mesta, i suspendovanih čestica PM<sub>10</sub> i metala (As, Cd, Ni, Pb), na 8 merna mesta. Merna mesta su postavljena u zoni neposrednog uticaja deponija otpada (slika 19). Merenja ukupnih taložnih materija treba vršiti sistematski 12 meseci u toku godine, merenje suspendovanih čestica PM<sub>10</sub> treba da se rasporedi na 56 dana godišnje. Pored praćenih parametara treba nastaviti sa merenjem i meteoroloških parametara: temperature vazduha, vazdušnog pritiska, vlažnosti vazduha, pravca i brzine vetra, odsustva vetra, količine padavina i prisustva magle.



Slika 19 Mesta uzorkovanja vazduha u sektoru deponija (legenda: MEX – ukupne taložne materije, PM – PM<sub>10</sub>)

## 5.1.1. Aktuelni rezultati monitoringa vazduha

Rezultati praćenja kvaliteta vazduha u okruženju deponija otpada za aktuelnu godinu, za UTM i PM10, godine dati su tabelama 18 i 19.

Tabela 18 *Maksimalne koncentracije UTM*

Datum	Koncentracija UTM mg/m <sup>2</sup> /dan										
	AQ-MEX1	AQ-MEX2	AQ-MEX3	AQ-MEX4	AQ-MEX5	AQ-MEX6	AQ-MEX7	AQ-MEX8	AQ-MEX9	AQ-MEX10	AQ-MEX11
28.12-29.01.2024	10.6	23.9	26.9	102	16.9	49.3	103.2	16	N/A	20.2	15.4
29.01.-01.03.2024	23.5	21.6	12.1	27.7	20.5	20.2	26.9	24.1	58.1	24.9	32.3
01.03.-02.04.2024	72.2	57.8	60.4	230.7	57.4	57.1	57.4	54.6	245.9	38.4	46.9
02.04-30.04.2024	47.5	56.4	45.3	150.5	45.1	52	73.6	37.7	781.7	88.1	66.6
30.04-29.05.2024	194.3	95.6	211.5	105.2	141.6	149.4	273.8	335.1	N/A	183.3	229.5
29.05-01.07.2024	48.3	42.3	52.8	69.5	168.9	89.8	414.2	105.5	N/A	65.2	118.4
01.07-26.07.2024	41.6	70.6	87.9	58.7	51.2	88.1	49.9	97.5	83.6	34.2	44.5
26.07-26.08.2024	61.8	70.1	48	43.7	43.5	64.9	275.3	56.2	66.7	47.5	63.2
26.08-27.09.2024	57.2	77.9	77.9	203.5	52.7	121.8	70.9	49.3	36.2	138.9	88.1

Napomena: maksimalno dozvoljena koncentracija ukupnih taložnih materija je 450 mg/m<sup>2</sup>/dan

SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR, ČUKARU PEKI, AŽURIRANI PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM, novembar 2024.

Tabela 19 Maksimalne koncentracije PM<sub>10</sub> (datum uzorkovanja/max konc)

AQ_PM1	AQ_PM2	AQ_PM3	AQ_PM4	AQ_PM5	AQ_PM6	AQ_PM7	AQ_PM8	LZ_PM1	LZ_PM2	LZ_PM3
09.03.20 24	09.03.20 24	02.03.20 24	02.03.20 24	02.03.20 24	16.03.20 24	16.03.20 24	09.03.20 24	09.03.20 24	16.03.20 24	16.03.20 24
22.4	2	12	35	19	17	13.6	14	28	33	18
10.03.20 24	10.03.20 24	03.03.20 24	03.03.20 24	03.03.20 24	17.03.20 24	17.03.20 24	10.03.20 24	10.03.20 24	17.03.20 24	17.03.20 24
31.8	2	6	7	2	17	16.1	18	32	48	43
11.03.20 24	11.03.20 24	10.04.20 24	04.03.20 24	04.03.20 24	18.03.20 24	18.03.20 24	11.03.20 24	11.03.20 24	18.03.20 24	18.03.20 24
29.4	4	9	29	38	19	7.6	20	34	81	28
12.03.20 24	12.03.20 24	11.04.20 24	05.03.20 24	05.03.20 24	19.03.20 24	19.03.20 24	12.03.20 24	12.03.20 24	19.03.20 24	19.03.20 24
23.9	3	3	8	2	11	8.7	12	26	37	22
13.03.20 24	14.03.20 24	12.04.20 24	06.03.20 24	06.03.20 24	20.03.20 24	20.03.20 24	13.03.20 24	13.03.20 24	20.03.20 24	20.03.20 24
9.6	11	29	22	52	14	8.9	8.3	14	36	40
14.03.20 24	15.03.20 24	13.04.20 24	20.04.20 24	25.04.20 24	21.03.20 24	21.03.20 24	14.03.20 24	14.03.20 24	21.03.20 24	21.03.20 24
15	6	4	50	19	20	14.9	10	18	61	46
15.03.20 24	06.04.20 24	14.04.20 24	21.04.20 24	26.04.20 24	22.03.20 24	22.03.20 24	10.04.20 24	15.03.20 24	22.03.20 24	22.03.20 24
36.4	4	1	4	9	8.3	6.2	52	36	42	10
27.2	9	28	27	24	24	18.3	44	29	51	34
25.04.20 24	07.04.20 24	15.04.20 24	22.04.20 24	27.04.20 24	11.05.02 24	23.04.20 24	11.04.20 24	01.05.20 24	23.03.20 24	06.04.20 24
26.04.20 24	08.04.20 24	16.04.20 24	23.04.20 24	28.04.20 24	12.05.20 24	24.04.20 24	12.04.20 24	02.05.20 24	06.04.20 24	07.04.20 24
33.6	5	33	25	21	31	18.5	42	34	78	27
27.04.20 24	09.04.20 24	17.04.20 24	01.05.20 24	29.04.20 24	13.05.20 24	25.04.20 24	13.04.20 24	03.05.20 24	07.04.20 24	08.04.20 24
35.8	5	19	37	5	27	18.3	34	32	59	22
28.04.20 24	10.04.20 24	11.05.20 24	02.05.20 24	01.05.20 24	14.05.20 24	26.04.20 24	14.04.20 24	04.05.20 24	08.04.20 24	09.04.20 24
39.2	4	9	31	8	30	23.3	40	30	53	24
11.05.20 24	11.04.20 24	12.05.20 24	03.05.20 24	02.05.20 24	26.06.20 24	27.1	47	40	59	38
31.5	1	19	30	27	20	27.1	15.04.20 24	05.05.20 24	09.04.20 24	10.04.20 24
12.05.20 24	12.04.20 24	13.05.20 24	04.05.20 24	03.05.20 24	27.06.20 24	25.5	59	40	8	32
33.1	56	15	24	8	13	28.04.20 24	16.04.20 24	27.08.20 24	10.04.20 24	11.04.20 24
13.05.20 24	13.04.20 24	14.05.20 24	05.05.20 24	04.05.20 24	28.06.20 24	29.04.20 24	17.04.20 24	28.08.20 24	11.04.20 24	12.04.20 24
22.3	8	5	28	2	9	49.6	18	45	61	43
14.05.20 24	28.05.20 24	15.05.20 24	06.05.20 24	05.05.20 24	29.06.20 24	01.05.20 24	17.07.20 24	29.08.20 24	11.05.20 24	11.05.20 24
36.6	4	9	32	26	12	24.1	33	42	55	21
04.06.20 24	29.05.20 24	16.05.20 24	07.05.20 24	06.05.20 24	30.06.20 24	23.3	1	32	43	19
19.8	7	6	35	24	18	23.3	23	30.08.20 24	12.05.20 24	12.05.20 24
05.06.20 24	30.05.20 24	17.05.20 24	07.05.20 24	06.05.20 24	01.07.20 24	21.5	32	32	43	19
16.1	21	29	24	1	7	21.5	4	31.08.20 24	13.05.20 24	13.05.20 24
06.06.20 24	31.05.20 24	11.06.20 24	26.06.20 24	10.07.20 24	01.07.20 24	03.05.20 24	19.07.20 24	31.08.20 24	13.05.20 24	13.05.20 24
21.8	26	42	23	17	16	20.6	25	01.09.20 24	14.05.20 24	14.05.20 24
07.06.20 24	31.05.20 24	12.05.20 24	27.06.20 24	11.07.20 24	02.07.20 24	04.05.20 24	20.07.20 24	01.09.20 24	14.05.20 24	14.05.20 24
25.6	25	31	24	15	7	21.7	19	02.09.20 24	15.05.20 24	15.05.20 24
08.06.20 24	01.06.20 24	12.05.20 24	28.06.20 24	12.07.20 24	03.07.20 24	05.05.20 24	21.07.20 24	02.09.20 24	15.05.20 24	15.05.20 24
29.7	23	15	16	15	9.7	25.3	18	10.09.20 24	16.05.20 24	16.05.20 24
09.06.20 24	02.06.20 24	10.07.20 24	29.06.20 24	13.07.20 24	04.07.20 24	06.05.20 24	22.07.20 24	10.09.20 24	16.05.20 24	16.05.20 24
34.5	29	23	28	19	7.6	26.9	14	18.09.20 24	17.05.20 24	17.05.20 24
09.06.20 24	03.06.20 24	11.07.20 24	30.06.20 24	14.07.20 24	05.07.20 24	07.05.20 24	23.07.20 24	18.09.20 24	17.05.20 24	17.05.20 24



SERBIA ZIJIN MINING DOO BOR, ČUKARU PEKI, AŽURIRANI PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM, novembar 2024.

			16.09.20 24	13. 4			20.04.202 4	50. 7										01.09.20 24	59. 9
			17.09.20 24	18. 7			21.04.202 4	32. 4										02.09.20 24	59. 6
			18.09.20 24	37			22.04.202 4	27. 7										10.09.20 24	46. 4
			19.09.20 24	40. 3			23.04.202 4	25. 4										18.09.20 24	17. 7
			20.09.20 24	27. 6			01.05.202 4	37. 3										19.09.20 24	31. 9
			21.09.20 24	35. 5			02.05.202 4	31. 7										20.09.20 24	37. 9
			22.09.20 24	40. 8			03.05.202 4	30. 3										21.09.20 24	33. 6
			23.09.20 24	39. 7			04.05.202 4	24. 1										22.09.20 24	36
			24.09.20 24	33. 6			17.04.20 19. 24	28. 8											
			25.09.20 24	35. 6			11.05.20 19. 24	32. 3											
			26.09.20 24	24. 5			12.05.20 19. 24	35. 5											
			27.09.20 24	45. 9			13.05.20 15. 24	24. 8											
							14.05.20 17. 24	23. 2											
							27.06.202 4	23. 2											
							28.06.202 4	24. 6											
							29.06.202 4	16. 5											
							30.06.202 4	28. 8											
							01.07.202 4	41. 7											
							03.07.202 4	5.4 4											
							06.08.202 4	15. 3											
							07.08.202 4	16. 9											
							08.08.202 4	41.											





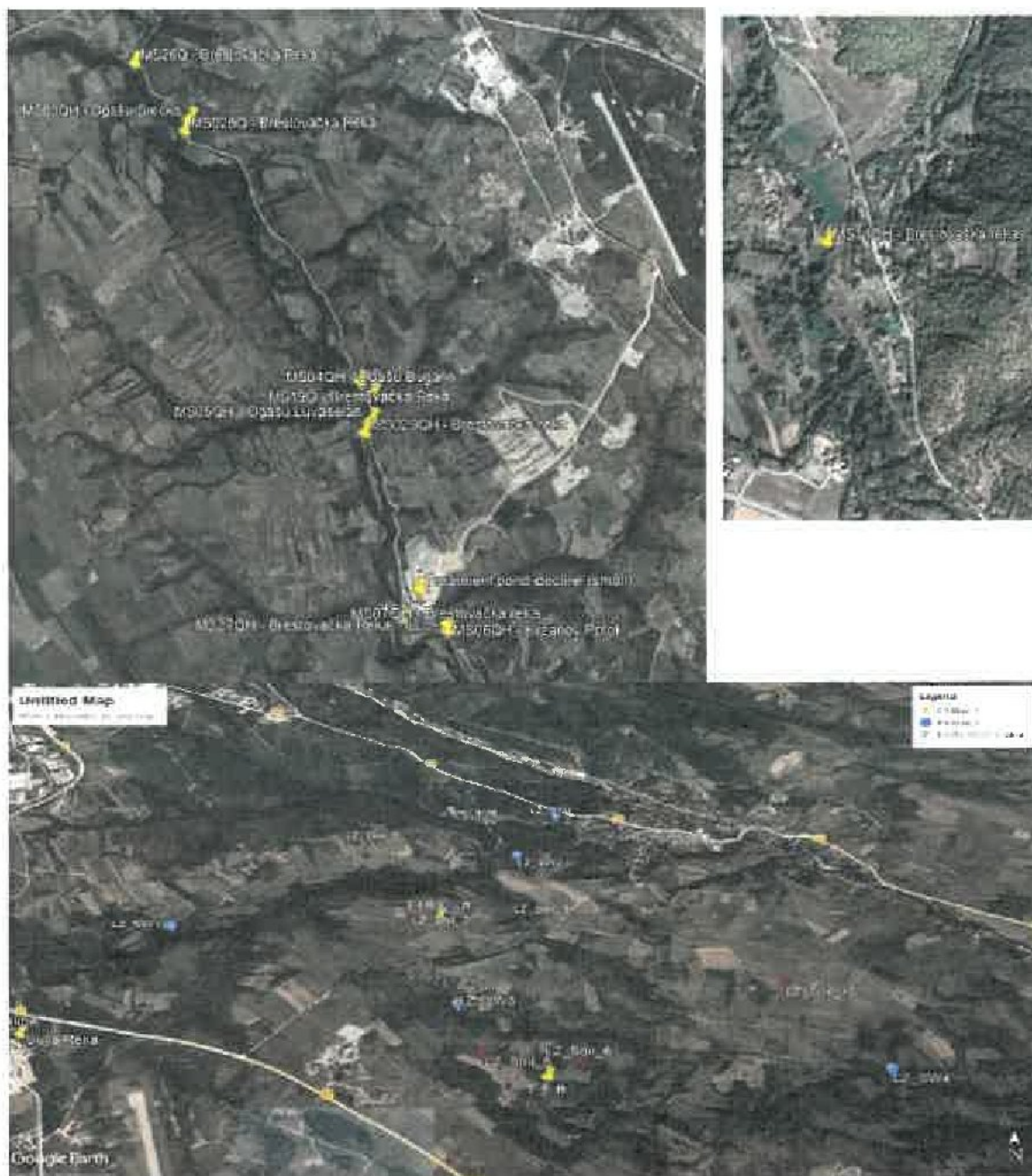
Dobijeni rezultati pokazuju da je uspostavljen sistem praćenja kvaliteta vazduh u okruženju rudnika i deponija otpada. Rezultati merenja u toku 2024. godine pokazuju u najvećoj meri dozvoljene koncentracije UTM i PM10, osim sporadičnih istupanja u vreme grejne sezone, kada zagađenju sudeluju i drugi zagađivači u okolnim naseljenim mestima. Takođe, uticaj na kvalitet vazduha u okolini rudnika i dalje imaju stara nerekvizitizirana odlagališta rudarskog otpada u Boru i okolini, koja su posledica višedecenijske rudarske tradicije u ovom regionu. Aktivnosti treba nastaviti, a Rudnik treba da nastavi sa sprovođenjem mera kojima će sprečiti zagađenje vazduha.

## 5.2. Praćenje kvaliteta voda

Monitoring voda se vrši i dobijeni rezultati se porede sa odredbama važeće Uredbe o граниčnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS, 24/2014), Uredbe o граниčnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS 50/2012), kao i Uredbe o граниčnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. Glasnik RS 67/2011, 48/12, 1/16). Kvalitet površinskih vodotokova se prati pomoću analiza i merenja ključnih parametara koji su grupisani po određenim kategorijama, sa posebnim akcentom na njihove jedinice mere i potrebne nivoe detekcije. Površinske vode se prate na ukupno 30 mernih mesta, a tačne koordinate i dinamika merenja data su na slici 20, dok je na slici 21 data okvirna pozicije mernih mesta. Merenja treba nastaviti po istom planu i dinamici kao i do sada.

Broj	Lokacija	E	N	Dinamika ispitivanja
1.	MS26Q – Brestovačka reka (uzvodno od objekta)	44°01'41.32"	22°06'12.33"	Kvartalno/Mesečno
2.	MS03QH – Ogatah Sracko-površinske vode koja prima otpadni vodu iz ventilacionog objekta	44°01'29.83"	22°06'49.24"	Mesečno
3.	MS28Q – Brestovačka reka (nizvodno od sive MS26QH (Objektu Sracko))	44°01'20.00"	22°06'28.07"	Mesečno
4.	MS18Q – Brestovačka reka (uzvodno od MS04QH i MS05QH)	44°01'20.00"	22°06'28.07"	Mesečno
5.	MS04QH – Ogatah Bugarin	44°01'30.80"	22°07'10.79"	Mesečno
6.	MS05QH – Ogatah Luvazalen	44°09'24.60"	22°07'11.21"	Mesečno
7.	MS029QH – Brestovačka reka (nizvodno od MS03QH)	44°00'23.43"	22°07'08.16"	Mesečno
8.	MS17QH – Brestovačka reka (uzvodno od tipuna iz rudokopa)	43°59'51.64"	22°07'16.09"	Mesečno
9.	MS06QH – Kizakov potok	43°59'51.61"	22°07'27.36"	Mesečno
10.	MS07QH – Brestovačka reka	43°59'49.17"	22°07'22.27"	Mesečno
11.	MS11QH – Brestovačka reka – posle spajanja sa Sivom rekom	43°59'52.66"	22°09'49.11"	Kvartalno
12.	MS09QH – Siva reka	43°59'49.17"	22°07'22.27"	Mesečno
13.	MS14QH – Rajkavica	44°02'29.16"	22°08'59.30"	Mesečno
14.	MS16QH – Borska reka	44°02'10.41"	22°10'25.83"	Kvartalno
15.	MS17Q – Borska reka	44°01'43.19"	22°11'15.06"	Kvartalno
16.	MS13QH – Čukarupe potok sa Kizakovom	44°01'28.04"	22°10'57.83"	Mesečno
17.	MS17QH – Kizak	44°01'31.64"	22°10'55.97"	Kvartalno
18.	MS15QH – Čukarupe	44°01'33.68"	22°10'57.12"	Mesečno
19.	LZ-SW-1	44°01'54.40"	22°08'00.87"	Mesečno
20.	LZ-SW-2	44°02'29.86"	22°08'57.82"	Mesečno
21.	LZ-SW-3	44°01'36.74"	22°08'58.12"	Mesečno
22.	LZ-SW-4	44°02'27.97"	22°09'10.45"	Mesečno
23.	LZ-SW-5	44°01'29.12"	22°09'54.16"	Mesečno
24.	LZ-SW-6	44°02'25.51"	22°20'77.86"	Mesečno
25.	LZ-SW-7	44°03'03.76"	22°20'20.48"	Mesečno
26.	LZ-SW-8	44°03'09.95"	22°20'29.20"	Mesečno
27.	LZ-SW-9	44°04'50.77"	22°19'51.46"	Mesečno
28.	LZ-SW-10	44°05'07.54"	22°19'22.84"	Mesečno
29.	LZ-SW-11	44°04'57.36"	22°18'57.67"	Mesečno
30.	LZ-SW-12	44°08'32.85"	22°16'41.34"	Mesečno

Slika 20 Merna mesta i dinamika praćenja površinskih voda u okolini deponija



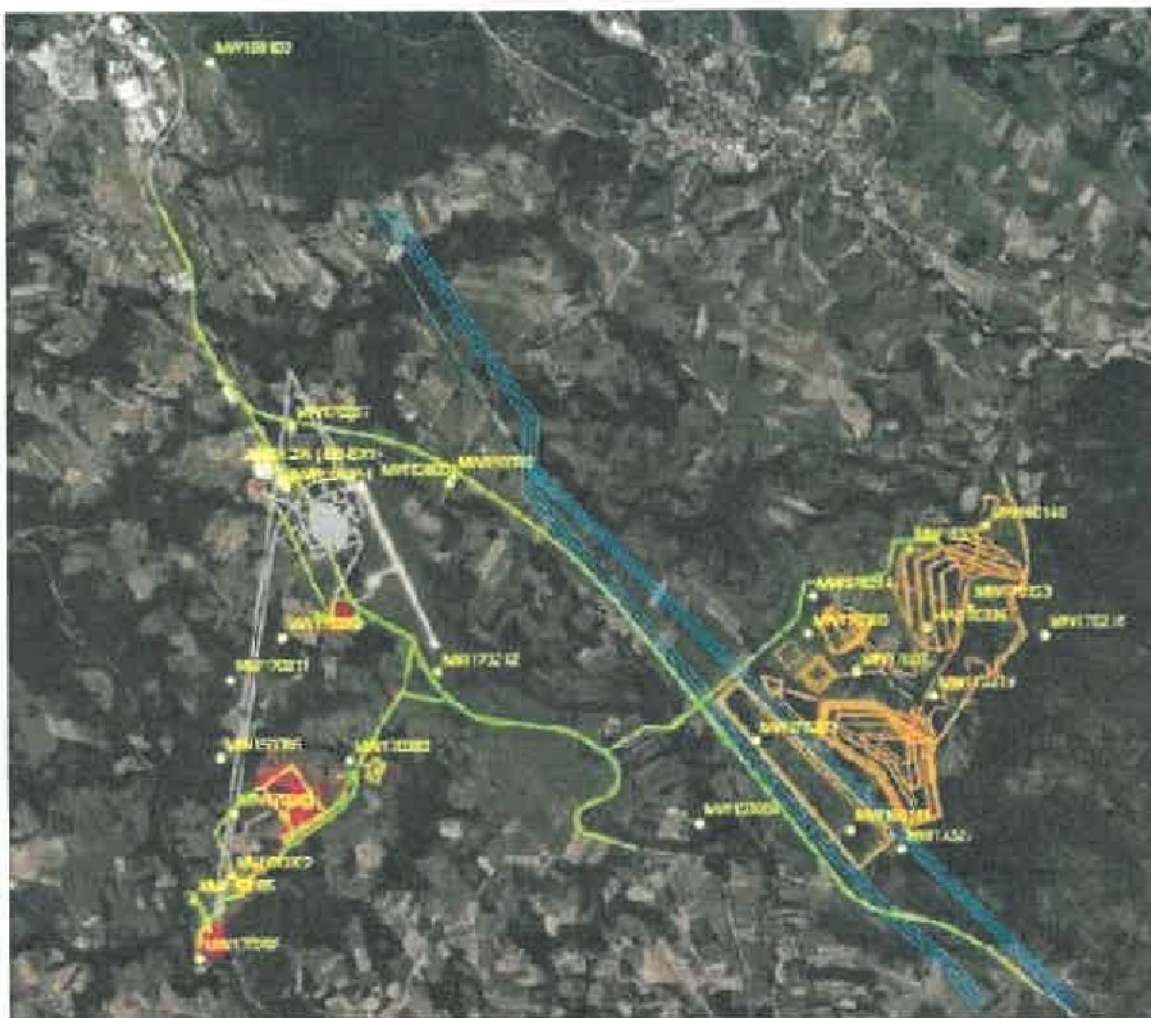
Slika 21 Raspored mernih mesta za uzorkovanje površinskih voda u okviru ležišta Čukaru Peki

Od fizičko-hemijskih parametara, kao i do sada treba pratiti: Ph, T, suspendovane materije, rastvoreni kiseonik, BPK, HPK, TOC, ukupan azot, nitrati, nitriti, amonijum jon, nejonizovani amonijak, ukupan fosfor, ortofosfati, hloridi, ukupni zaostali hlor, sulfati, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost, teški metali (As, B, Cu, Zn, Cr, Fe, Mn, fenoli, naftni ugljovodonici, PAM, AOX. Od mikrobioloških parametara treba pratiti: fekalne enterokoke, ukupne koliformne bakterije, broj aerobnih heterotrofa i fekalne koliformne bakterije.

Uzorkovanje podzemnih voda vrši se na način kako je propisano u standardima SRPS EN ISO 5667. Trenutno se podzemne vode uzorkuju na 22 merna mesta. Tačne koordinate mernih mesta i dinamika merenja data je na slici 22, a okvirne pozicije mernih mesta prikazane su na slici 23.

<b>LOKACIJE UZORKOVANJA PODZEMNIH VODA</b>				
<b>Broj</b>	<b>Lokacija</b>	<b>N</b>	<b>E</b>	<b>Dinamika ispitivanja</b>
1.	MWIEB CP-2			<i>Mesečno</i>
2.	MS01GW(IEB-BX1)	44°01'25.21"	22°07'41.81"	<i>Mesečno</i>
3.	MW 150 081	44°01'22.17"	22°08'43.86"	<i>Kvartalno</i>
4.	MW 150 086	44°00'32.39"	22°07'26.60"	<i>Kvartalno</i>
5.	MW 150 102	44°02'44.35"	22°07'25.16"	<i>Kvartalno</i>
6.	MW 170 201	44°00'21.46"	22°07'30.70"	<i>Mesečno</i>
7.	MW 170 202	44°00'09.97"	22°07'29.79"	<i>Mesečno</i>
8.	MW 150 092	44°01'24.64"	22°08'29.49"	<i>Kvartalno</i>
9.	MW 170 211	44°00'46.19"	22°07'29.74"	<i>Kvartalno</i>
10.	MW 170 213	44°00'54.72"	22°07'43.15"	<i>Kvartalno</i>
11.	MW 170 302	44°00'30.91"	22°08'04.13"	<i>Mesečno</i>
12.	MW 150 085	44°00'03.67"	22°07'19.19"	<i>Mesečno</i>
13.	MW 170 208	43°59'54.99"	22°07'20.60"	<i>Mesečno</i>
14.	MW 170 207	44°01'34.25"	22°07'44.65"	<i>Kvartalno</i>
15.	MW 170 212	44°00'46.72"	22°07'43.83"	<i>Kvartalno</i>
16.	MW 180 370	44°01'21.27"	22°10'42.90"	<i>Kvartalno</i>
17.	MW 150 084	44°00'20.25"	22°09'31.01"	<i>Kvartalno</i>
18.	MW 170 311	44°00'42.14"	22°09'52.55"	<i>Mesečno</i>
19.	MW T-4	44°01'21.64"	22°07'43.83"	<i>Mesečno</i>
20.	MW T-2	44°01'11.0"	22°10'53.6"	<i>Mesečno</i>
21.	MW T-3	44°01'19.5"	22°10'52.4"	<i>Mesečno</i>
22.	MW T-1	44°01'11.9"	22°10'48.7"	<i>Mesečno</i>

Slika 22. Raspored mernih mesta za uzorkovanje podzemnih voda u okviru ležišta Čukaru Peki



Slika 23 Mesta uzorkovanja podzemnih voda u okviru okvira ležišta Čukaru Peki

Najmanji broj parametara koji se ispituje je: pH, sadržaj organskih materija, mineralnih ulja, ugljovodonika i teških metala (Pb, Cd, Zn, Cu, Cr, Ni, As, Hg). Kvalitet podzemnih voda prati se na osnovu Uredbe o programu sistematskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologije za izradu remedijacionih programa ("Sl. glasnik RS", br. 88/2010). Pored nabrojanih parametara treba pratiti i nivo podzemnih voda.

Ukoliko dođe do promena hemijskog sastava podzemnih voda koji ukazuje na zagađenje iz tela deponije ili do prelaska graničnih vrednosti predviđenih zakonom, smatra se da je došlo do akcidentne situacije. Ovo podrazumeva da je došlo do oštećenja slojeva folije. U tom slučaju izrađuju se dodatni hidrogeološki objekti uzimajući u obzir hidrogeološke karakteristike sredine, i pristupa se izradi projekta sanacije. Rezultati se prate u odnosu na Uredbu o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu i u odnosu na Maksimalno dozvoljena koncentracija preuzeta iz Pravilnika o higijenskoj ispravnosti vode za piće.

### 5.2.1. Aktuelni rezultati monitoringa voda

Rezultati izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka površinske vode uzorkovanih 10. 09. 2024., pokazuju da vrednosti analiziranih parametara nisu bile usaglašene sa Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS“ br. 50/2012), za dobar ekološki status odnosno II klasu površinskih voda Tip 3 i to za:

- MS26Q – Brestovačka reka (uzvodno od rudnika) – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TN, NH4+-N, TP, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS28Q – Brestovačka reka (nizvodno od uliva MS26QH i Ogašu Srečko) – HPK, BPK5, TN, NH4+-N, TP, SO42-, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS19Q – Brestovačka reka (uzvodno od MS04QH i MS05QH) – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TN, TP, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS05QH – Ogašu Luvasečan – HPK, BPK5, TOC, SO42-, elektroprovodljivost, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS029QH – Brestovačka reka (uzvodno od vodozahvata) – HPK, BPK5, TP, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS27QH – Brestovačka reka (nizvodno od vodozahvata) – TP, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS06QH – Kržanov potok – HPK, BPK5, TOC, SO42-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS07QH – Brestovačka reka (nizvodno od rudnika) – HPK, BPK5, TP, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS11QH – Brestovačka reka – posle spajanja sa Suvom rekom – TP, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS16QH – Borska reka – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TN, NH4+-N, SO42-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost, Mn, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- MS17Q – Borska reka – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TN, NH4+-N, SO42-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost, Mn, Fekalne enterokoke (MPN),

Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.

- LZ-SW-2 – HPK, BPK5, TOC, TN, Nitrati – NO<sub>3</sub>--N, NH<sub>4</sub>+N, TP, As, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- LZ-SW-4 – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TOC, TN, TP, As, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli..
- LZ-SW-6 – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TOC, TN, NH<sub>4</sub>+N, SO<sub>4</sub>2-, elektroprovodljivost, Mn, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- LZ-SW-8 – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TOC, TN, NH<sub>4</sub>+N, SO<sub>4</sub>2-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost, As, Mn, Fekalne enterokoke (MPN), Ukupne koliformne bakterije (MPN), Broj aerobnih heterotrofa (metoda Kohl), Fekalne koliformne bakterije - E.coli.
- LZ-SW-12 – Suspendovane materije, TOS, NH<sub>4</sub>+N, SO<sub>4</sub>2-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost, Cu, Mn.

Rezultati izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka površinske vode uzorkovanih 10. 09. 2024., pokazuju da vrednosti analiziranih parametara nisu bile usaglašene sa nultim stanjem za sledeće parametre:

- MS26Q – Brestovačka reka (uzvodno od rudnika) – Suspendovane materije, HPK, BPK5, NH<sub>4</sub>+N, TP, Cl-, elektroprovodljivost.
- MS19Q – Brestovačka reka (uzvodno od MS04QH i MS05QH) – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TP, Cl-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost.
- MS05QH – Ogašu Luvaselelan – HPK, BPK5, Cl-, SO<sub>4</sub>2-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost, Mn.
- MS27QH – Brestovačka reka (nizvodno od vodozahvata) – NH<sub>4</sub>+N, TP, Cl-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost.
- MS06QH – Kržanov potok – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TP, Cl-, SO<sub>4</sub>2-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost, Cu, Mn.
- MS07QH – Brestovačka reka (nizvodno od rudnika) – Suspendovane materije, HPK, BPK5, TP, Cl-, SO<sub>4</sub>2-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost, Mn.
- MS11QH – Brestovačka reka – posle spajanja sa Suvom rekom – BPK5, NH<sub>4</sub>+N, TP, Cl-, SO<sub>4</sub>2-, ukupna mineralizacija, elektroprovodljivost.
- MS16QH – Borska reka - BPK5, ukupna mineralizacija.
- MS17Q – Borska reka - Suspendovane materije, BPK5, NH<sub>4</sub>+N, ukupna mineralizacija, Mn

Rezultati izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka podzemnih voda uzorkovanih 17. 10. 2024. godine, pokazuju da:

- U pijezometru MW170 201, koncentracija cinka nije bila usaglašena sa nultim stanjem.
- U pijezometru MW170 202, sadržaj organskih materija / utrošak KMnO<sub>4</sub> i koncentracije bakra i cinka nisu bile usaglašene sa nultim stanjem.

- U pijezometru MW150 085, koncentracije hroma i cinka nisu bile usaglašene sa nultim stanjem.
- U pijezometru MW170 208, koncentracije bakra i cinka nisu bile usaglašene sa nultim stanjem.
- U pijezometru MW170 311, sve izmerene vrednosti bile su usaglašene sa referentnim vrednostima iz Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu: 20/2018-50, 64/2019-3.
- U pijezometru MW T-4, sve izmerene vrednosti bile su usaglašene sa referentnim vrednostima iz Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu: 20/2018-50, 64/2019-3.
- U pijezometru MW T-3, sve izmerene vrednosti bile su usaglašene sa referentnim vrednostima iz Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu: 20/2018-50, 64/2019-3.
- U pijezometru MW T-2, sve izmerene vrednosti bile su usaglašene sa referentnim vrednostima iz Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu: 20/2018-50, 64/2019-3.
- U pijezometru MW T-1, sadržaj organskih materija / utrošak KMnO<sub>4</sub> nije bila usaglašena sa referentnim vrednostima iz Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu: 20/2018-50, 64/2019-3.

Može se konstatovati da je uspostavljen sistem monitoringa površinskih i podzemnih voda. Veliki uticaj na ovakve rezultate monitoringa imaju višedecenijske rudarske aktivnosti u ovom području. Rudnik je u obavezi da sprovede mere smanjenja uticaja svojih aktivnosti na kvalitet voda i da ih dodatno ne zagađuje. Ako se ovi rezultati uporede sa rezultatima nultog monitoringa iz Studije o proceni uticaja, koji je za potrebe rudnika radila laboratorija Anahem iz Beograda iz 2017. godine, može se konstatovati da su u velikoj meri slični i da rudnik svojim aktivnostima nije doprineo dodatnom zagađenju.

### 5.3. Merenje nivoa buke

Merenja buke se obavljaju na 8 mernih mesta u sektoru deponija, jednom godišnje. Merenja treba vršiti saglasno: Uredbi o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini ("Sl. glasnik RS" br.75/2010), Pravilniku o metodama merenja buke, sadržini i obimu izveštaja o merenju buke ("Sl.glasnik RS" br.72/2010) i Pravilniku o metodologiji za određivanje akustičnih zona Sl. glasnik RS 72-2010 SRPS ISO 1996-1:2010 i SRPS ISO 1996-2:2010. Kao i do sada merenja treba nastaviti u 5 vremenskih intervala u toku dana, a od parametara treba meriti LAeq, LAFmax, LAFmin, LAF5, LA95, LRAeqT. Na slici 24 su data merna mesta u sektoru deponija otpada koja su predviđena za merenje nivoa buke.





Slika 24 Merna mesta za merenje buke u sektoru deponija otpada

#### 5.3.1. Aktuelni rezultati monitoringa buke

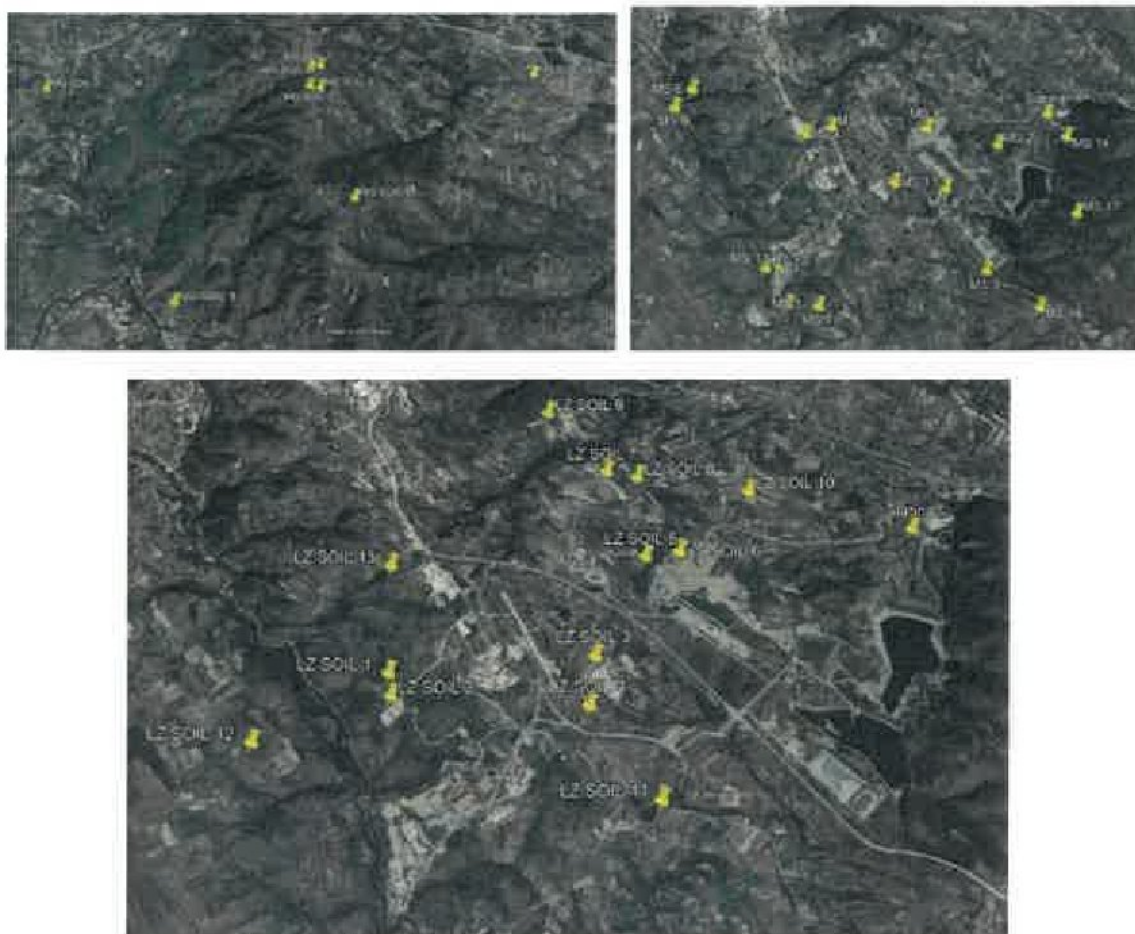
Poslednje merenje buke u okolini rudnika vršeno je 12-13.09.2024. godine. Rezultati ne pokazuju prekoračenje graničnih vrednosti buke prema Uredbi o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini ("Sl. glasnik RS" br.75/2010), niti na jednom mernom mestu.

### 5.4. Ispitivanje kvaliteta zemljišta

Stanje kvaliteta poljoprivrednog i šumskog zemljišta u okolini čitavog ležišta Čukaru Peki se prati na ukupno 45 lokacija, slika 25. Tačne koordinate mesta uzorkovanja su date u tabeli 20. Na uzorcima treba analizirati ukupan sadržaj metala: Al, Cd, Cr, Cu, Ni, Mn, Pb, Mg, Zn, As, Ba, Co, Sb, Be, Se, Tl, V, Ag, Fe, K, Na, Ca, Mo, Te, Th, Sn, Hg, pH vrednost, sadržaj organske materije, organski i ukupni ugljenik, karbonati, granulometrijski sastav, PAH, PCB i OCP, kao i indeks ugljovodonika C10-C40.

Sve analize treba vršiti u skladu sa Uredbom o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa ("Sl. glasnik RS", br. 88/2010). Analize vršiti jednom u 3

godine, a po potrebi korigovati učestalost i broj parametara, u skladu sa adaptivnim monitoringom.



Slika 25. Mapa uzorkovanja zemljišta u okolini rudnika

Tabela 20 Koordinate uzetih uzoraka zemljišta

Oznaka uzorka	Koordinate	
	N	E
MG soil 1	43°57'57.32"	22°11'06.05"
MG soil 2	43°57'58.10"	22°11'13.25"
MG soil 3	43°57'46.32"	22°11'04.83"
MG soil 4	43°57'45.08"	22°11'12.23"
MG soil 5	43°56'43.86"	22°11'30.83"
MG soil 6	43°57'44.30"	22°13'46.63"
MG soil 7	43°57'54.92"	22° 08'00.07"
MG soil 8	43°56'00.99"	22° 09'35.93"
MS1 <sup>1</sup>	44° 01'21.43"	22° 09'17.61"
MS2	44° 01'12.10"	22°10'14.58"
MS3	44° 00'00.00"	22°10'05.96"
MS4	44° 01'18.06"	22° 07'40.65"
MS5	43°59'40.90"	22° 07'27.67"
MS6	44° 01'43.88"	22° 06'10.79"
MS7	43°59'39.78"	22°07'52.42"
MS8	44° 00'47.08"	22° 09'32.83"
MS9	44° 01'33.47"	22° 05'57.54"
MS10	44° 01'22.24"	22° 08'01.69"
MS11	44° 00'50.32"	22° 08'52.62"
MS12	44° 00'20.90"	22° 07'19.54"
MS13	44° 00'01.30"	22° 07'09.17"
MS14 <sup>2</sup>	44° 01'16.42"	22° 11'09.65"
MS1	43°59'39.01"	22°10' 48.48"
MS17	44° 00'32.70"	22° 11'17.69"
LZ soil 1	44°00'55.26"	22° 07'15.52"
LZ soil 2	44° 00'48.19"	22° 07'16.46"
LZ soil 3	44° 00'55.94"	22° 08'38.02"
LZ soil 4	44°00'40.96"	22° 08'34.15"
LZ soil 5	44° 01'26.61"	22° 09'01.70"
LZ soil 6	22° 09'27.49"	22°0 9'15.87"
LZ soil 7	44° 01'56.92"	22° 08'48.78"
LZ soil 8	44° 01'54.26"	22° 09'01.69"
LZ soil 9	44° 02'19.87"	22° 08'25.79"
LZ soil 10	44° 01'46.51"	22°0 9'47.62"
LZ soil 11	44° 00'12.31"	22° 08'58.60"
LZ soil 12	44° 00'37.40"	22° 06'23.07"
LZ soil 13	44° 01'29.53"	22° 07'16.60"
LZ 1	44° 02'49.03"	22°10'53.62"
LZ 2	44° 02'05.97"	22°10'35.83"
LZ 3	44° 03'00.09"	22°08'04.33"
LZ 4	44° 04'18.28"	22° 11'09.60"
LZ 5	44° 05'13.05"	22°10'53.44"
LZ 6	44° 04'22.75"	22° 09'54.25"

<sup>1</sup> Navedena lokacija je nasipana i na njoj se izvode pripremni radovi za izgradnju Nove flotacije, tačnije proširenja iste, te se stoga izuzeti uzorak za hemijska ispitivanja ne može smatrati zemljištem već nasipom.

<sup>2</sup> Tačka MS 15 nije uzorkovana zbog nepristupačnosti terena. Korisnik je saglasan sa navedenom konstatacijom.

#### 5.4.1. Aktuelni rezultati monitoringa zemljišta

Uzorkovanje je vršeno u periodu od 17.09.2024-13.10.2024. godine. Rezultati ispitivanja poremećenih uzoraka zemljišta u okolini Rudnika Čukaru Peki pokazuju:

- da su vrednosti za sadržaj bakra i vanadijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima
- da su vrednosti za sadržaj kobalta iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima, osim u uzorku sa oznakom MS-14;
- da su vrednosti za sadržaj barijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-1, MS-6, MS-13 i MS-17;
- da su vrednosti za sadržaj berilijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-3, MS-6-11 i MS-16;
- da je sadržaj arsena iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-3 i MS-6;
- da je sadržaj kadmijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorku sa oznakom MS-6;
- da je sadržaj indeksa ugljovodonika iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-1-2, MS-6-7, MS-9, MS-12-14 i MS-17;
- da je sadržaj bakra iznad remedijacionih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-2, MS-6 i MS-17 i
- da je sadržaj vanadijuma iznad remedijacionih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorku sa oznakom MS-6.
- da su vrednosti za sadržaj bakra i vanadijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima;
- su vrednosti za sadržaj kobalta iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima, osim u uzorku sa oznakom LZ soil-2;
- da su vrednosti za sadržaj barijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-1, LZ soil-3-4, LZ soil-9, LZ soil-13, LZ-1-2 i LZ-6;
- da su vrednosti za sadržaj berilijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-1, LZ soil-4, LZ soil-11, LZ soil-13, LZ-1-2 i LZ-6;
- da je sadržaj arsena iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-5, LZ soil-9, LZ soil-10, LZ-1-3 i LZ-6;
- da je sadržaj kadmijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-9 i LZ-1-3;
- da je sadržaj selena iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorku sa oznakom LZ soil-10;
- da je sadržaj indeksa ugljovodonika iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-5-6, LZ soil-8-10, LZ soil-12 i LZ-1-2;

- da je sadržaj bakra iznad remedijacionih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-5, LZ soil-9, LZ soil-10, LZ-1-3 i LZ-6 i
- da je sadržaj arsena iznad remedijacionih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-5, LZ soil-9 i LZ-1.
- da su vrednosti za sadržaj kobalta, bakra i vanadijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima;
- da su vrednosti za sadržaj barijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima, osim u uzorku sa oznakom MG soil-5;
- da su vrednosti za sadržaj berilijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MG soil-2 i MG soil-3;
- da je sadržaj arsena iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorku sa oznakom MG soil-4;
- da je sadržaj indeksa ugljovodonika iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MG soil-4-8.

Može se konstatovati da je uspostavljen sistem monitoringa zemljišta. Veliki uticaj na ovakve rezultate monitoringa imaju višedecenijske rudarske aktivnosti u ovom području. Rudnik je u obavezi da sprovede mere smanjenja uticaja svojih aktivnosti na kvalitet zemljišta i da ga dodatno ne zagađuje. Ako se ovi rezultati uporede sa rezultatima nultog monitoringa iz Studije o proceni uticaja, koji je za potrebe rudnika radila laboratorija Anahem iz Beograda iz 2017. godine, može se konstatovati da su u velikoj meri slični i da rudnik svojim aktivnostima nije doprineo dodatnom zagađenju.

### **5.5. Program monitoringa životne sredine u slučaju udesnih situacija**

Od udesnih situacija koje mogu imati značajne posledice po okruženje moguće je sekvencijalno rušenje brana odlagališta koncentrata pirita, flotacijskog jalovišta i akumulacije drenažnih voda, gde bi moglo doći do izlivanja deponovanog materijala u okolinu. Od manjih udesa koji mogu imati negativan uticaj na okolinu, može doći do eventualnog oštećenja hidroizolacione folije kod deponija koje su hidroizolovane, kao i do curenja ulja ili dizel goriva iz kamiona i druge mehanizacije koji saobraćaju u zoni deponije.

Usled neadekvatnog održavanja deponije i narušavanja stabilnosti njenih kosina može doći do nestabilnosti kosina i formiranja klizišta. Ukoliko dođe do oštećenja hidroizolacione folije, može doći do ekološkog udesa i izlučivanja metala u okolinu.

Rudnička mehanizacija i transportna sredstva koriste dizel gorivo i različita ulja za podmazivanje. Ukoliko dođe do nekontrolisanog izlivanja nafte ili ulja usled nestručnog rukovanja ili kvara, može doći do nastanka požara ili eksplozije, te zagađenja površinskih i podzemnih voda, emisije gasova i prašine u vazduh i nužno posledičnog zagađenja zemljišta u okolini.

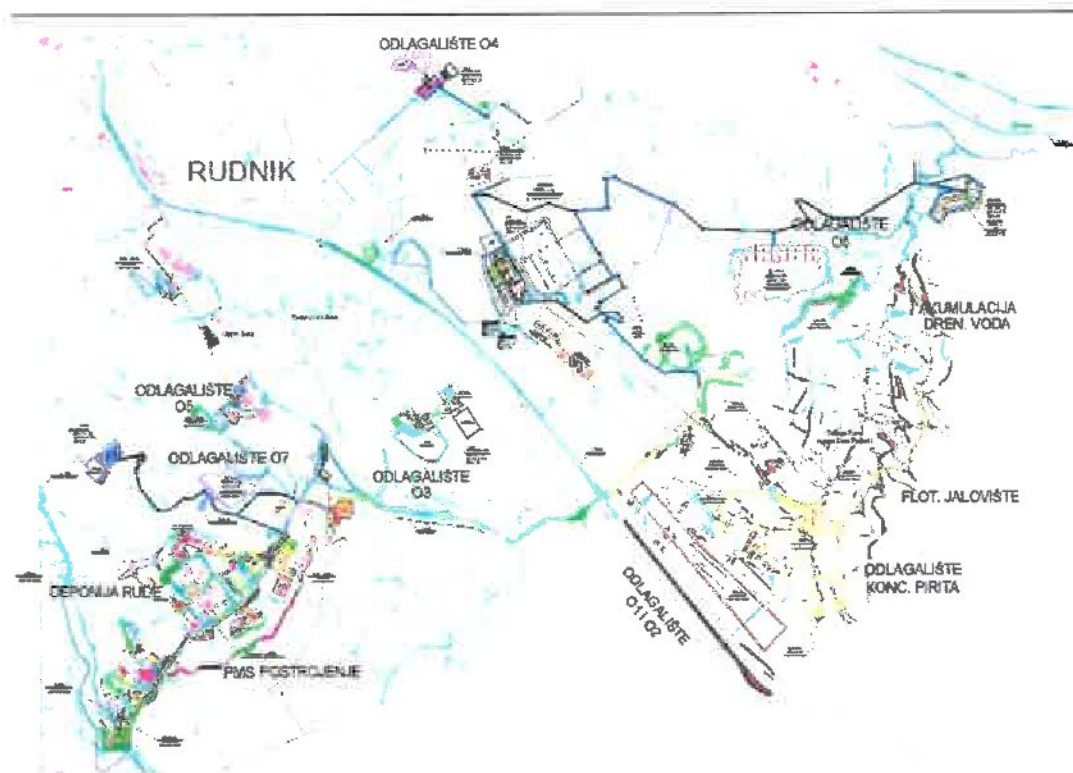
Obaveza investitora je da obezbedi poštovanje propisa za zaštitu zdravlja svojih zaposlenih, u skladu sa svim opasnostima koje se mogu pojaviti. U skladu sa tim njegova je obaveza da ovlasti lice za obavljanje poslova bezbednosti i zdravlja na radu. Pored toga, dužan je da obezbedi lična zaštitna sredstva i ličnu zaštitnu opremu svim zaposlenim licima,

obezbedi zaštitu od požara, hemijskih i drugih udesa i da organizuje akcije spasavanja ukoliko do udesa dođe, kao i da organizuje obuke radnika iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, 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.

Ukoliko do udesa koji ima posledice po životnu sredinu dođe, a u zavisnosti od intenziteta i karaktera udesa, uzorkovanje površinskih i podzemnih voda 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 3 uzorka zemljišta i ispitati zagađenost. Proveru kvaliteta vazduha vršiti po uobičajenom programu monitoringa. Mesta uzorkovanja i parametri koji se prate treba da budu identični onima koji su definisani za potrebe redovnog operativnog monitoringa.

## 6. Opis proizvodnih postupaka kojima se generiše rudarski otpad i načini upravljanja otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Tokom tehnološkog procesa podzemnog otkopavanja rude i flotacijske koncentracije korisnih minerala generiše se više vrsta otpada koji se razlikuje po svojim fizičkim, hemijskim, mineraloškim i toksikološkim karakteristikama. Za prihvata svih vrsta rudarskog otpada predviđeni su i uređeni prostori, slika 26. Situaciona karta sa pregledom svih odlagališta data je u prilogu 8.



Slika 26 Lokacije namenjene za prihvat i odlaganje svih vrsta rudarskog otpada u Rudniku „Čukaru Peki“

Pregled vrsta rudarskog otpada na rudniku „Čukaru Peki“ prikazan je u tabeli 21.

Tabela 21 Vrste rudarskog otpada koji se generišu na rudniku „Čukaru Peki“

R. br.	Naziv rudarskog otpada/ indeksni broj prema Katalogu otpada	Mesto generisanja	Osnovne karakteristike
<b>OTPAD KOJI SE GENERIŠE U PROCESU KONCENTRACIJE RUDE</b>			
	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 pa se pre transporta na jalovište ili korišćenja za zasip dodatno obrađuje flokulantima i zgušnjava.	Veoma sitan materijal koji je prošao sve stadijume fizičke prerade. Po hemijskom i mineraloškom sastavu je sličan ulaznoj rudi, ali sa bitnom izmenom jer su uklonjeni korisni minerali. Ima slab potencijal za izdvajanje kiselih drenažnih voda.
	Otpad iz sistema otprašivanja u procesu drobljenja i transporta 01 04 10	Proces drobljenja je suvi proces pa kroz faze usitnjavanja dovodi do izdvajanja najsitnije prašine koja se obara u suvim vrećastim otprašivačima kako bi se zaštitila, u prvom redu, radna sredina. Zahvaćeni materijal se pakuje u džambo vreće i vraća nazad u proces koncentracije.	Ovaj otpad je u obliku praša koji čini veoma sitni materijal, obično ispod 10 µm, u kojem može biti i slabe mineralizacije. Međutim, zbog izrazito male krupnoće flotiranje tih minerala je veoma problematično tako da se ovaj otpad tretira kao jalovina.
	Otpad iz hidrociklona 01 04 07*	Zbog malog stepena efikasnosti hidrociklona dešava se da se u prelivu hidrociklona pojave i krupnija, nedovoljno otvorena, zrna pa se ovaj proizvod propušta preko sita kako bi se odvojila sva krupnija zrna.	Radi se o sitnom proizvodu u kojem se mogu pojaviti i krupnija zrna manje gustine. U ovom proizvodu može da bude mineralizacije.
	Otpad iz mlina 01 04 07*	U procesu mlevenja pojavljuju se komadići i zrna rude koji su posebno otporni na usitnjavanje i koji pri uobičajenom prolasku kružne šarže kroz mlin ne mogu da se usitne pa se izdvajaju kao poseban otpad. Otpad se izdvaja na magnetskim separatorima kako bi se zahvatile sve nečistoće.	Radi se o mešavini sitnog i krupnog otpada sačinjenog od najtvrdih zrna koji nisu nosioci mineralizacije pa se izdvajaju i uklanjaju iz procesa mlevenja i prerade. U isto vreme izdvajaju se i svi drugi komadi (žica, kugle) koji se povremeno nađu u mlinu.
	„Koncentrat pirita“ 01 03 04*	Ovaj otpad je nastao u procesu depiritizacije (odsumporavanja) flotacijske jalovine. S obzirom da je u tom procesu došlo do koncentrisanja pirita, i njegovih pratećih minerala, on je izdvojen kao „koncentrat pirita“ i predstavlja resurs za ekstrakciju, sumpora (sumporna kiselina), gvožđa, zlata itd. U ovome trenutku Investitor nema ekonomskog interesa da pristupi daljoj valorizaciji ovog proizvoda pa ga namenski odlaže kako bi ga u nekom periodu, kasnije, mogao koristiti.	Veoma sitan materijal koji je prošao sve stadijume fizičke prerade. Po hemijskom i mineraloškom sastavu se bitno razlikuje od ulazne rude jer je došlo do koncentrisanja pirita i njegovih pratećih komponenti. Zbog velike koncentracije sulfidnog sumpora ima izrazito jak kiselinski potencijal za stvaranje kiselih drenažnih voda.
<b>OTPAD KOJI SE GENERIŠE U PROCESU OTKOPAVANJA RUDE U GORDNJOJ I DONJOJ ZONI</b>			
	Jamski nemineralizovani otpad 01 01 02	Ovaj otpad nastaje u procesu pripremnih rudarskih i građevinskih radova na infrastrukturi u jami (okna, rampa, radilišta).	Krupnozrni materijal dobijen miniranjem i kopanjem bez učešća mineralnih komponenti. U ovom otpadu nema mineralizacije i on je veoma sličan nezagađenoj zemlji,

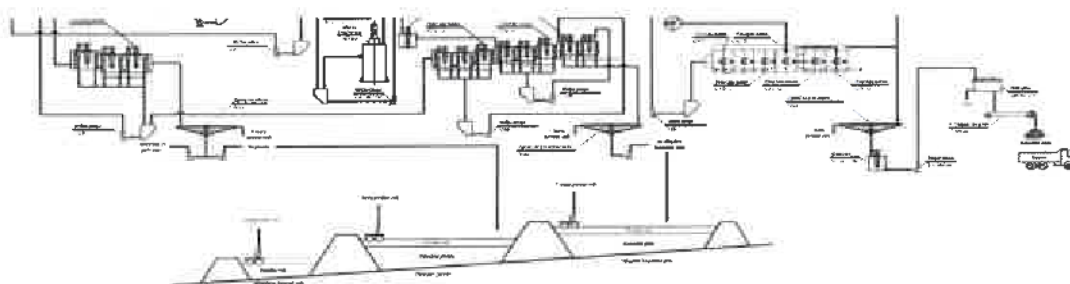


			odnosno kamenju.
	Jamski otpad sa slabom mineralizacijom  01 01 02	Ovaj otpad nastaje u razradi rudarskih prostorija i pri građevinskim radovima u zoni korisne mineralizacije (ležišta). S obzirom da je stepen mineralizovanosti nizak nema ekonomskih razloga da se tretira kao ruda pa se selektivno otkopava, izvozi i deponuje.	Krupnozrni otpad nastao miniranjem i otkopavanjem. U njemu je došlo do slabe mineralizacije pa može imati uticaj na okruženje.

## 6.1. Flotacijska jalovina

### 6.1.1. Nastanak flotacijske jalovine

Flotacijska jalovina predstavlja otpad koji nastaje u procesu flotacijske koncentracije korisnih sulfidnih mineral bakra i pratećih korisnih proizvoda kakvi su pirit, zlato i srebro. Flotiranju prethodi proces usitnjavanja (drobljenje i mlevenje) kako bi se korisni minerali oslobodili od prirodne veze sa nekorisnim. Usitnjena ruda se uvodi u flotacijske reaktore (ćelije velike zapremine) u kojima se uređuje sredina (pulpa) dodavanjem reagenasa (regulatori pH vrednosti, kolektori, penušači) i vazduha. Sulfidni minerali postaju hidrofobni (nekvašljivi) pa oslobođena zrna prijanjaju 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 odvođe se da dalje u proces dodatnog flotiranja, odnosno prečišćavanja. Na rudniku „Čukaru Peki“ proces flotiranja minerala bakra i pratećih korisnih komponenti odvija se u dva stepena: kao tzv. „brzo“ flotiranje i kao uobičajeno flotiranje. Brzo flotiranje minerala bakra daje koncentrat bakra 1. Otok brze flotacije bakra ide na osnovno flotiranje minerala bakra u dve faze i dopunsko flotiranje u dve faze. Osnovni koncentrat se dva puta prečišćava i dobija koncentrat bakra 2.



Slika 27 Tehnološka šema izdvajanja flotacijske jalovine

Proces flotiranja se nastavlja tako što se iz jalovine ciklusa flotiranja bakra, tzv. otoka, flotira pirit. Osnovni koncentrat pirita se domeljava i tri puta prečišćava. Ovim postupkom se dobija dvostruka korist: a) jalovina je depiritizovana (odsumporena) te ima povoljnije karakteristike, i b) dobijen je koncentrat pirita, koji ima industrijsku primenu (proizvodnja sumporne kiseline, metalurško vađenje gvožđa). Tehnološka šema izdvajanja flotacijske jalovine dat je na slici 27.

Flotacijska jalovina je, dakle, proizvod koji ostaje posle flotiranja minerala bakra i pirita. Njezina priprema se nastavlja flokulacijom i zgušnjavanjem u radijalnom zgušnjivaču. Ovde se dobijaju dva proizvoda: kao preliv dobija se relativno bistra voda koja se vraća u proces, a kao pesak zgusnuta jalovina koja se transportuje i istače na jalovište ili se koristi kao masa za pripremu jamskog zasipa.

## 6.1.2. Upravljanje flotacijskom jalovinom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Plan upravljanja flotacijskom jalovinom prema hijerarhiji upravljanja otpadom prikazan je u tabeli 22.

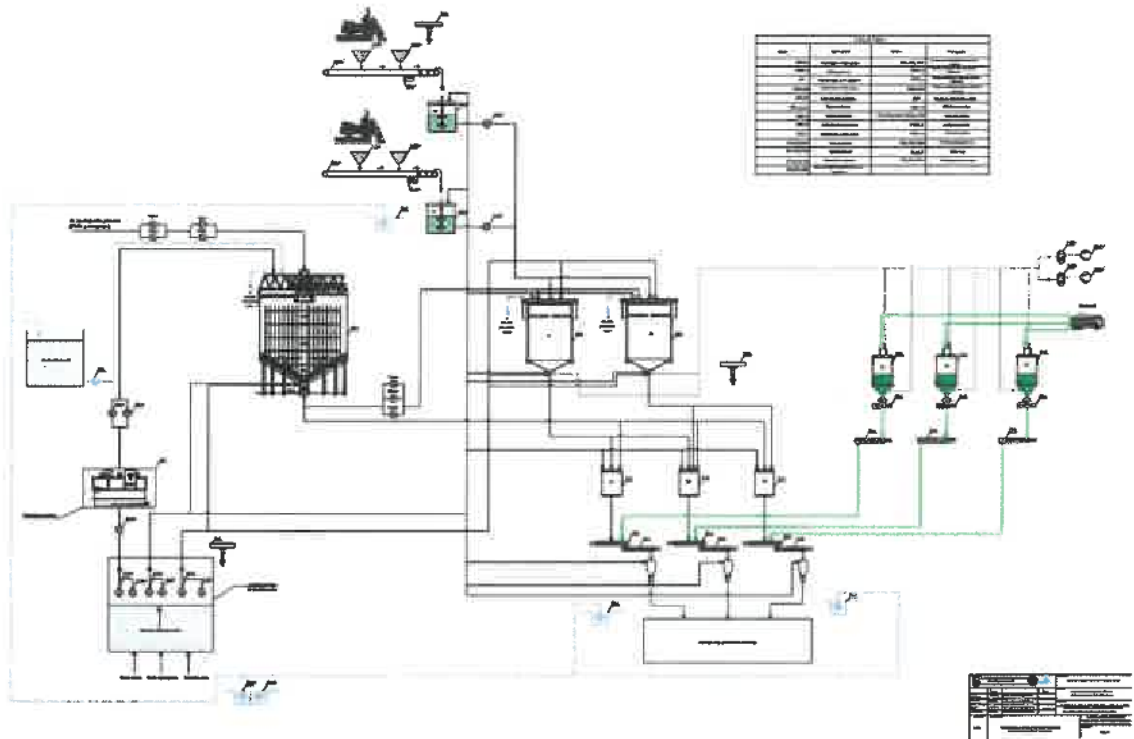
Tabela 22 Plan upravljanja flotacijskom jalovinom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period internog izveštavanja
Sprečiti proizvodnju otpada	Povećanje iskorišćenja je svakodnevna obaveza Rudnika	Ne može se izbeći generisanja flotacijske jalovine jer je učešće korisne supstance veoma podređeno u odnosu na ukupnu rudu. Ne može se proceniti količina otpada koja se godišnje može smanjiti unapređenjem tehnološkog procesa, discipline i tehnološkog znanja.	Upravnik Flotacije  Glavni inženjer za PMS  Smenski inženjeri	Svakodnevno usmeno izveštavanje  Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata
Ponovna upotreba	Nije primenjivo	/	/	
Reciklaža	Delimično se koristi kao komponenta u jamskom zasipu	Planirano je korišćenje oko 63% generisane jalovine, a godišnje mase se menjaju u zavisnosti od kapaciteta Rudnika. Na dnevnom/nedeljnom i mesečnom nivou korišćene količine biće promenljive.	Rukovodilac postrojenja za pripremu zasipa	Godišnji izveštaj
Kompostiranje / sagorevanje	Nije primenljivo	Sve komponente su neorganske, negorive, nekompostabilne	-	
Odlaganje	Delimično se koristi	Privremeno skladištenje flotacijske jalovine se ne primenjuje tako da se sve planirane količine odmah trajno deponuju. Planirano je deponovanje oko 37% proizvedene jalovine, ali jalovište mora biti spremno da prihvati svu proizvedenu jalovinu na dnevnom/nedeljnom i mesečnom nivou.	Lice zaduženo za upravljanje otpadom	

## 6.1.3. Korišćenje flotacijske jalovine za pripremu zasipa

Zasip koji se koristi za zasipanje otkopanih prostora u jami formira se mešanjem flotacijske jalovine i portland cementa sa dodatkom zgure. Konzistencija te mešavine treba da obezbedi pumpabilnost mešavine do mesta zasipanja i brzo očvršćavanje na mestu na kojem se odloži tako da se postigne čvrstoća na pritisak od 3 MPa. Da bi se ovo obezbedilo planirano je formiranje paste sa masenom koncentracijom čvrstog od 72%.

Tehnološka šema pripreme i distribucije pasta zasipa data je na slici 28.



Slika 28 Tehnološka šema pripreme zasipa sa flotacijskom jalovinom

Jalovina koja se izdvaja posle ciklusa flotiranja pirita najpre se zgušnja u radijalnom zgušnjivaču, a potom se sistemom pumpi transportuje do dubokokonusnog zgušnjivača za formiranje paste. Predviđena koncentracija čvrste faze na izlazu iz radijalnog zgušnjivača je 55%, maseno, a na izlazu iz dubokokonusnog 72%, maseno. Kako bi se pospešio proces zgušnjavanja, u pasta zgušnjivač se dodaje flokulant u količini od 15 g/t jalovine.

Zgusnuti proizvod iz pasta zgušnjivača može se gravitacijski cevovodima transportovati direktno u prijemne koševe, koji su instalirani ispred miksera za pastu, a postoji i mogućnost transporta u jedan od dva silosa za jalovinu, slika 33. Transport zgusnute jalovine u silose vrši se sa centrifugalnim muljnim pumpama. Preliv zgušnjivača se gravitacijski transportuje u bazen za povratnu vodu koji se nalazi u okviru pripadajuće pumpne stanice.

Silos za jalovinu obezbeđuju rezervu u radu zgušnjivača od 17 h pri najvećem kapacitetu proizvodnje. Iz silosa za jalovinu materijal se gravitacijski cevovodima transportuje u prijemne koševe. Transport jalovine iz silosa u odgovarajuće prijemne koševe reguliše se ventilima. Pored jalovine, u prijemne koševe dodaje se i voda u cilju regulacije sadržaja čvrste faze u pasta zasipu. Iz prijemnih koševa materijal gravitacijski dospeva u miksera.

U silosima za jalovinu može doći do taloženja materijala pri čemu se na vrhu silosa izdvaja voda u vidu preliva. Ovaj preliv se gravitacijski transportuje u bazen za povratnu vodu, a predviđeno je da se na dnevnom nivou iz svakog silosa drenira po 100 m<sup>3</sup> preliva tokom pola sata, s tim što će se drenaža obavljati u različito vreme.

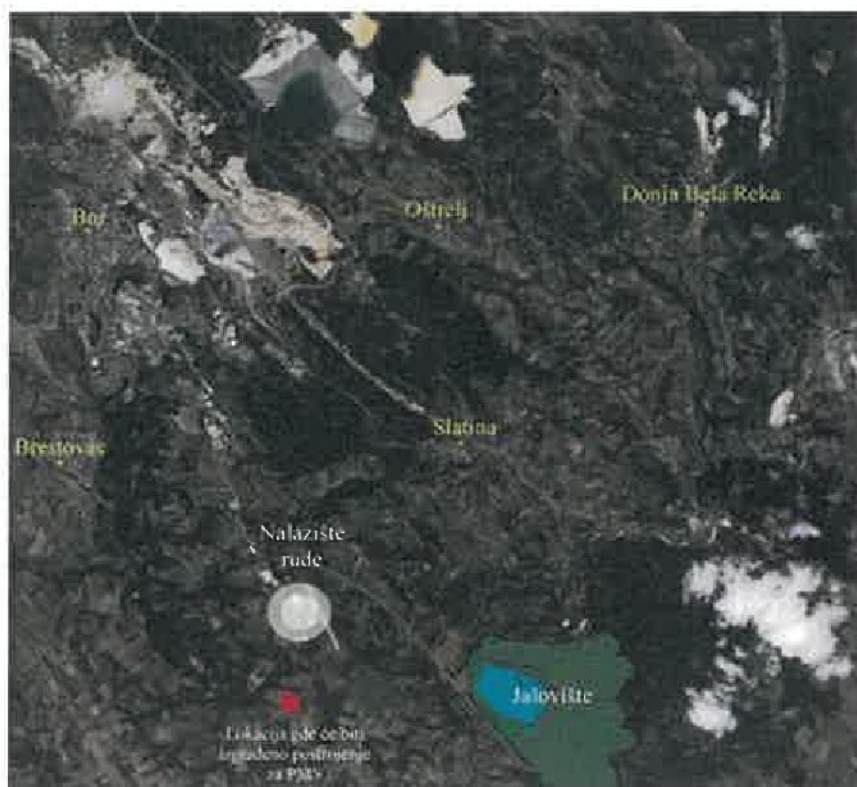


Sistem za mešanje (linija miksera) sastoji se iz dva miksera, od kojih je jedan dvoosovinski horizontalni mikser sa lopaticama, a drugi dvoosovinski horizontalni mikser sa spiralom. Ovakav dvostadijalni kontinualni sistem miksera obezbeđuje ravnomernije mešanje, homogeniju teksturu, a samim tim bolju i kompaktniju konzistenciju pasta zasipa. Nakon pripreme, pasta zasip gravitacijski dospeva u prijemne koševе bušotina odakle se dalje, kroz cevovode bušotina transportuje u jamske prostorije. Za sada je planirano da se transport paste odvija gravitacijski, a ukoliko bude potrebno, instaliraće se klipne pumpe. U zavisnosti od perioda proizvodnje, u radu će biti jedna, dve ili tri linije miksera.

#### 6.1.4. Deponovanje jalovine na flotacijskom jalovištu i njen transport

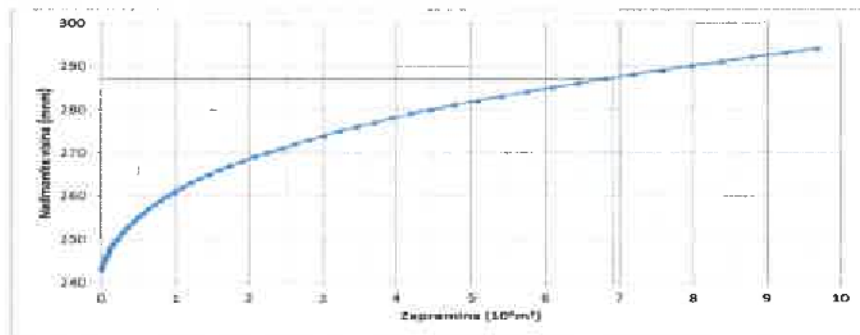
Prostor za deponovanje flotacijske jalovine razvijen je u dolini sa leve strane državnog puta Bor-Zaječar. Jalovište je smešteno istočno od pogona za preradu, u prirodnoj dolini udaljenoj 4,1 km pravolinijski od flotacije (slika 30) i pokriva površinu od 0,93 km<sup>2</sup>. Sliv je kruškastog oblika. Lokacija jalovišta se nalazi u slivu Borske reke, gde su protok i kvalitet vode jako pogođeni okolnim istorijskim rudarskim aktivnostima i jako su zagađeni. Ovde izabrana lokacija jalovišta, omogućava koncentrisanje izvora zagađenja, pri čemu je olakšano upravljanje uz minimalni negativan uticaj na životnu sredinu.

Na prostoru namenjenom za flotacijsko jalovište postavljena je dvoslojna geosintetičke barijere u cilju zaštite tla i podzemnih voda od uticaja jalovišta. Vododrživa barijera ima i ulogu zaštite kosina na koje se oslanja jalovina sa aspekta stabilnosti, jer će ih sačuvati od uticaja procednih voda i sprečiti eroziju i nestabilnost.



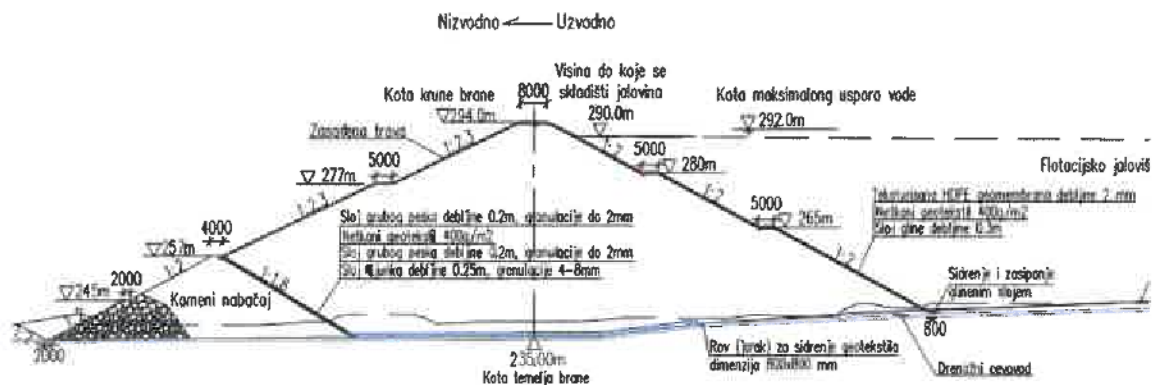
Slika 30 Lokacija za izgradnju odlagališta rudnika Čukaru Peki

Pregradna zemljana brana je stepenastog oblika izgrađena odjednom. Dobijeni akumulacioni prostor može da zadovolji zahteve flotacije za skladištenje flotacijske jalovine za 13-godišnji životni vek pogona flotacije bakra (potreban je  $6,88 \times 10^6 \text{ m}^3$  efektivnog skladišnog kapaciteta), kao i da u svom retenzionom prostoru prihvati maksimalne padavine koje se mogu generisati u roku od 24 sata u okviru površinskog sliva  $P = 0,053 \times 10^6 \text{ m}^3$ ). Takođe je ispunjen i uslov za minimalnu slobodnu visinu krune brane jalovišta sa kotom krune brane koja iznosi K+294 mnm. Ukupna visina brane je 59 m, a ukupna zapremina akumulacionog prostora flotacijskog jalovišta iznosi oko  $9,672 \times 10^6 \text{ m}^3$ , slika 31.



Slika 31 Kriva zapremine flotacijskog jalovišta

Ukupna projektovana zapremina brane je oko  $1,98 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Isplaniran je široki iskop po celoj nalegloj površini brane. Telo brane je izgrađeno od materijala iz pozajmišta. Brana flotacijskog jalovišta je projektovana sa sledećim geometrijskim parametrima: kota krune brane je K+294 mnm, visina brane 59 m, dužina brane u osi krune iznosi oko 505 m, a širina krune brane je 8 m. Nagib unutrašnje kosine projektovane brane je 2H:1V, sa etažama širine 5 m na kotama 280 mnm i 265 mnm. Nagib nizvodne kosine brane do kote K+257 mnm je 2,3H: 1V, sa etažom širine 5 m na koti K+277 mnm. Na nizvodnoj kosini brane, ispod kote K+257 mnm nalazi se nasip od valjanog kamena čija širina u kruni iznosi 4m. Uzvodni nagib kamenog nasipa je 1,8H:1V, a nizvodni 2H:1V. Na nizvodnoj kosini, na koti K+245 mnm nalazi se etaža širine 2 m. Na uzvodnoj kosini kamenog nasipa postavljen je geotekstil od  $400 \text{ g/m}^2$  i filterski sloj od peska i šljunka, slika 32.



Slika 32 Poprečni presek kroz branu flotacijskog jalovišta

Brana se sa uzvodne strane oblaže slojem gline debljine 0,3 m. Na glinu se postavlja netkani geotekstil 400 g/m<sup>2</sup>, a preko geotekstila ide teksturisana HDPE geomembrana debljine 2 mm. Eventualna procurivanje iz jalovišta skupljaju se u akumulaciji za sakupljanje procednih voda koja se nalazi nizvodno od flotacijskog jalovišta.

Formiranje dna jalovišta je projektovano na nivelisanom terenu koji je zaštićen geotehničkim slojem i vodonepropusnom folijom - HDPE geomembranom. Za oblaganje flotacijskog jalovišta koriste se dve vrste HDPE geomembrane. Glatka HDPE geomembrana postavlja se na mestima gde je teren približno ravan i na blagim kosinama (1:4, 1:5 i 1:10). Ostatak površine jalovišta kao i uzvodna kosina brane flotacijskog jalovišta, oblažu se teksturisanim HDPE geomembranom. Nivelacija terena se radi iskopom i planiranjem dna i kosina, slika 33.



Slika 33 Situacija flotacijskog jalovišta

Po dnu flotacijskog jalovišta kao nastavak drenažnog sistema odlagališta koncentrata piritra ispod HDPE geomembrane, postavljen je drenažni sistem flotacijskog jalovišta sa ciljem da prikupi i sprovede tokove podzemnih voda do akumulacije drenažnih voda koja se nalazi nizvodno. Drenažni sistem se sastoji od HDPE drenažne cevi DN200 mm, DN300 mm i DN400 mm. One su postavljene u filterskom sloju i obmotane geotekstilom. Drenažna cev DN400 se nakon prolaska kroz branu izliva u betonski kanal trapeznog poprečnog preseka koji vodu sprovodi do akumulacije drenažnih voda. Drenažne cevi su raspoređene u dva kraka koji se spajaju na lokaciji „P“.

Na desnoj obali brane flotacijskog jalovišta postavljen je sigurnosni kutijasti propust, sa kotom ulaza na K+290 mnv. Koristi se za pražnjenje akumulacionog jezera u slučaju opasnosti u poplavnom periodu. Dužina propusta do spoja sa obodnom kanalom (koji prelivnu vodu odvodi dalje) iznosi oko 71 m. Da bi se kontrolisao dotok sa slivnog područja tokom eksploatacionog perioda flotacijskog jalovišta, planirana je izgradnja obodnih kanala.

Na lokaciji flotacijske brane iskop se zapunjava kamenim nabačajem debljine 1 m. Kameni nabačaj se spaja sa nasipom od valjanog kamena koji se nalazi sa nizvodne strane brane ispod kote K+257 mnv. Njegova uloga je da pored dreniranja vode ojača podtlo. Predviđa



se postavljanje dva HDPE drenažna cevovoda DN200 sa zapadne i jedan HDPE drenažni cevovod DN200 sa istočne strane glavnog drenažnog cevovoda. Na slici 34 dat je prikaz trenutnog stanja flotacijskog jalovišta.



Slika 34 Flotacijsko jalovište

Flotacijska jalovina se do jalovišta transportuje hidrauličnim putem. Nakon zgušnjavanja flotacijske jalovine, deo flotacijske jalovine se šalje u stanicu za pripremu paste za zapunjavanje jamskih prostorija, dok se preostali deo flotacijskog jalovine muljnim pumpama prepumpava na flotacijsko jalovište. Prosečna masa suve jalovine za pripremu paste iznosi 191,28 t/h, sadržaj čvrste faze u pulpi je 55%, protok pulpe je 226,79 m<sup>3</sup>/h. Preostala količina suve flotacijske jalovine iznosi 114,21 t/h, sadržaj čvrste faze u pulpi je 55%, a protok pulpe je 135,41 m<sup>3</sup>/h. Pumpe za prepumpavanje jalovine za pripremu paste za jamu i pumpe za transport jalovine do jalovišta su smeštene u blizini pumpne stanice za preliv zgušnjivača za jalovinu.

Pumpna stanica se nalazi pored zgušnjivača za flotacijsku jalovinu. Veličina pumpne stanice je L x B x H = 60 m x 24m x 10m, a visina poda crpne stanice je 307 m<sub>nv</sub>. U pumpnoj stanici postoji duboka zasebna prostorija sa smeštenim pumpama. Veličine prostorije za pumpe je: L x B x H = 14 m x 10 m x 15 m, a kota poda je 292 m<sub>nv</sub>. Polazna tačka za transport flotacijske jalovine je povratna voda zgušnjivača i pumpna stanica za jalovinu do jalovišta, sa početnom kotom od 292 m<sub>nv</sub>. Jalovina se prepumpava do flotacijskog jalovišta, sa krajnjom tačkom na koti 294 m<sub>nv</sub>, transportna udaljenost je oko 5,0 km. Najviša tačka na transportnom putu se nalazi udaljena oko 2,0 km na koti od 370 m<sub>nv</sub>. Potreban pritisak za prepumpavanje jalovine do jalovišta obezbeđuju po 2 serijski vezane pumpe sa dijafragmom tipa 3D9MF-160/2.5-IA, ukupno se instaliraju 4 pumpe, po 2 su vezane u jednu grupu tako da je jedna grupa radna dok je druga rezervna. Pumpe su sledećih pojedinačnih karakteristika: Q = 160 m<sup>3</sup>/h, P = 2,5 MPa, N = 200 kW, svaka pumpa je opremljena uređajem za frekventnu regulaciju brzine obrtaja.

Pumpe sa dijafragmom se napajaju pomoću dve pumpe tipa (1 radna +1 rezervna) 4/3AH, pojedinačnih parametara:  $Q = 160 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H = 50 \text{ m}$ ,  $N = 55 \text{ kW}$ . Cevovod za hidrotransport jalovine je D203 x 7 x 6 mm od kompozitnog čelika obložen gumom ukupne dužine od oko 5,0 km. Rezervni cevovod je D203 x 7 mm od zavarenih čeličnih cevi. Trasa cevovoda je označen na površini tla, a duž puta je podignut deo cevi. U pumpnoj stanici se takođe nalaze 2 potapajuće pumpe tipa 50PV-SP (1 radna + 1 rezervna) za prepumpavanje vode i pulpe van objekta pumpne stanice, pojedinačnih parametara:  $Q = 37 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H = 39 \text{ m}$ ,  $N = 22 \text{ kW}$ .

U slučaju akcidentnih situacija predviđen je bazen za pražnjenje cevovoda, koji se nalazi blizu pumpne stanice za flotacijsku jalovinu, sledećih dimenzija  $L \times B \times H = 10 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ . Takođe, dva bazena za akcidentna pražnjenja cevovoda postavljena su na najnižim tačkama cevovoda za transport koncentrata pirita i cevovoda za transport jalovine, veličina bazena je  $L \times B \times H = 5 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ , tako da svaki cevovod može biti ispražnjen u slučaju akcidentnih situacija.

Na kruni brane flotacijskog jalovišta na koti K+294 mnv na dovodnu čeličnu cev D203 mm priključuju se ukupno 7 HDPE cevi DN 150 mm. Dužine HDPE cevi nisu iste i kreću se od najkraćih od oko 90 m (cevovodi 3, 4 i 5) do najdužeg cevovoda br. 7 čija je dužina oko 190 m. Hidromešavina vode i jalovine se istače preko cevovoda u akumulacioni prostor flotacijskog jalovišta direktno vodeći računa da HDPE cevovodi budu što bliže do akumulacionog jezera, kako bi se sprečilo istakanje u dužem vremenskom periodu direktno preko HDPE folije kako se ona ne bi usled dužeg kontakta pohabala i oštetila. Kako se puni akumulacioni prostor tako se cevovodi pojedinačno skraćuju na potrebnu dužinu. Preporučuje se zbog ravnomernijeg zapunjavanja istakanje vrši na po dva nesusedna istakača. Regulisanje rada samih istakača i količine materijala za istakanje vrši se preko ventila na mestu priključka istakača na dovodnu čeličnu cev.

## 6.2. „Koncentrat pirita“

### 6.2.1. Nastanak „koncentrata pirita“

U osnovnom flotiranju korisnih minerala bakra i plemenitih metala izdvaja se koncentrat bakra, kao koristan proizvod, i otok koncentracije, kao ulaz u naredni proces prerade ili kao otpad, ako nema potrebe da se dalje vrši prerada rude. Zbog visokog učešća pirita (sumpora) u otoku koncentracije odlučeno je da se proces prerade produži tako da se u narednom ciklusu izdvoji „koncentrat pirita“, kao potencijalno korisni proizvod i otok ovog ciklusa koncentracije, kao definitivna flotacijska jalovina. Na ovaj način proizvedeni „koncentrat pirita“ može se tretirati dvojako:

1. kao korisni proizvod koji će se dalje termički tretirati radi proizvodnje sumporne kiseline i izdvajanja tzv. piritnih izgotetina, kao sirovine za proizvodnju gvožđa i čelika,
2. kao otpadni proizvod koji je dobijen de-piritizacijom (de-sulfidizacijom) flotacijske jalovine, kako bi se njene geohemijske karakteristike učinile prihvatljivim za slobodno deponovanje u okruženju, pri čemu bi piritna jalovina imala pojačan kiselinski potencijal i bila tretirana kao opasni otpad.

Tehnoekonomske analize koje je Investitor sproveo pokazali su da je „koncentrat pirita“ upotrebljiv resurs, ali da u ovome trenutku Investitor nema finansijski potencijal i interes da odmah, uporedo sa otvaranjem rudnika započne i radove na dodatnoj preradi „koncentrata pirita“. Zbog ovoga je Investitor doneo odluku da „koncentrat pirita“ usmereno odloži „kao otpad“ u namenski izgrađenom skladištu, a da prevođenje u resurs i eksploataciju uradi naknadno, kada se steknu ekonomski interesi da se time bavi.

Nakon koncentracije, definitivni „koncentrat pirita“ se gravitacijski (cevovodom) transportuje do zgušnjivača za koncentrat pirita (prečnika Ø38 m). Preliv zgušnjivača se uvodi u bazen za povratnu vodu, a zgusnuti proizvod, koji sadrži 55% čvrste faze, transportuje se pumpama na skladište „koncentrata pirita“.

### 6.2.2. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

U tabeli 23 dato je razmatranje upravljanja koncentratom pirita u skladu sa hijerarhijom upravljanja otpadom.

Tabela 23 Plan upravljanja „koncentratom pirita“ prema hijerarhiji upravljanja otpadom

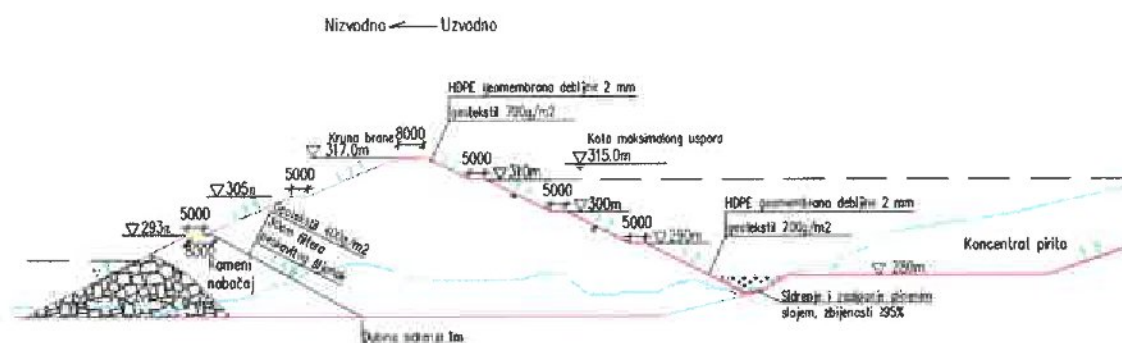
Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period izveštavanja
Ne proizvesti otpad	Povećanje iskorišćenja je svakodnevna obaveza Rudnika		Upravnik Flotacije  Glavni inženjer za PMS  Smenski inženjeri	Svakodnevno usmeno izveštavanje Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata Godišnji izveštaj
Ponovna upotreba	Nije primenljivo	/	/	/
Reciklaža	Koncentrat pirita će se naknadno prerađivati kako bi se proizvela sumporna kiselina i piritna izgoretina iz koje se metalurški dobija gvožđe	Planirano je korišćenje koncentrata pirita radi proizvodnje sumporne kiseline i ekstrakcije gvožđa iz piritnih ogoretina. Prerada će se započeti kada se steknu ekonomski povoljni uslovi.	Lice zaduženo za upravljanje otpadom	Svakodnevno usmeno izveštavanje Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata Godišnji izveštaj
Kompostiranje / sagorevanje	Nije primenljivo	Sve komponente su neorganske, negorive, nekompostabilne		
Odlaganje	Privremeno se skladišti kao otpad	Privremeno skladištenje će se vršiti na taj način da se očuvaju resursi sadržani u koncentratu	Lice zaduženo za upravljanje otpadom	Svakodnevno usmeno izveštavanje Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata Godišnji izveštaj

### 6.2.3. Odlaganje „koncentrata pirita“ i njegov transport

Odlagalište „koncentrata pirita“ je formirano izgradnjom pregrada - zemljanih brana od materijala iz pozajmišta. Teren je na planiranoj lokaciji slabo do gusto obrastao šibljem i drvećem, slika 35. Karakteristike terena na kojem je ovo skladište identične su karakteristikama terena na kojem je formirano flotacijsko jalovište s obzirom da se objekte nalaze jedan pored drugog. Na slici 46 dat je poprečni presek kroz branu i akumulacioni prostor skladišta koncentrata pirita.



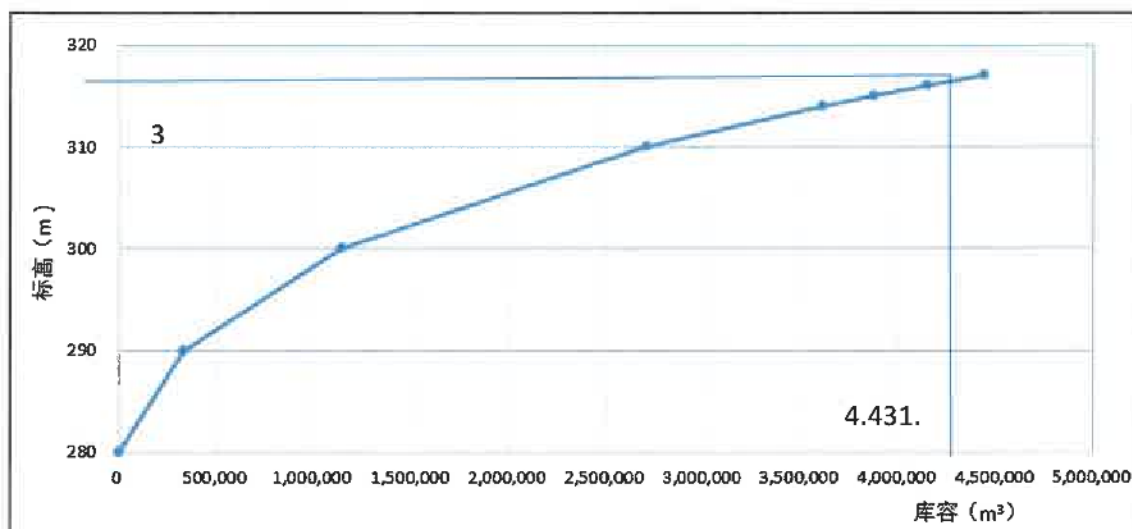
Slika 35 Situaciona karta odlagališta koncentrata pirita do K+ 317 mnv



Slika 36 Poprečni presek kroz branu i akumulacioni prostor odlagališta koncentrata pirita

Zemljana brana se izrađuje odjednom do projektovane kote od K+317 mnv pri čemu će ukupna visina brane biti 47 m, obezbeđivši pri tome zapreminu akumulacionog prostora skladišta koncentrata pirita od  $4,431 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Brana skladišta koncentrata pirita će biti izgrađena od izabranog materijala iz pozajmišta. Zapremina akumulacionog prostora skladišta koncentrata pirita može da zadovolji uslove skladištenja koncentrata pirita do 13 godina radnog veka flotacije pirita (potrebna je efektivna zapremina od  $2,722 \times 10^6 \text{ m}^3$  za skladištenje), kao i da prihvati maksimalne padavine koje se mogu dogoditi u roku od 24 sata u slivnom području (moguće maksimalne padavine  $0,93 \times 10^6 \text{ m}^3$ ).

Ukupna zapremina brane iznosi  $0,89 \times 10^6 \text{ m}^3$ , od toga je  $0,97 \times 10^6 \text{ m}^3$  zapremina kamenog nabačaja iz niskopa, dok zapremina ostalog dela brane iznosi  $0,793 \times 10^6 \text{ m}^3$ , koji se obezbeđuje sa same lokacije nakon uklanjanja sloja humusa i delova koji ne mogu da se ugrade u telo brane, slika 47.



Slika 37 Kriva zapremine skladišta „koncentrata pirita“

Brana je projektovana sa sledećim geometrijskim parametrima:

- kota krune brane je na k+317m<sub>nv</sub>,
- visina brane je 47 m,
- dužina ose brane 460 m,
- širina krune brane 8 m.
- nagib unutrašnje kosine brane je 2h : 1v, sa etažama širine 5m na svakih 10 m visine.
- nagib spoljašnje kosine brane je 2,3h : 1v, sa etažama širine 5 m na svakih 12 m visine.

Ispod kote K+ 293 m<sub>nv</sub> na nizvodnoj strani se nalazi nasip od valjanog kamena, širina krune kamenog nasipa je 8 m, uzvodni nagib je 1,8H : 1V, a nizvodni nagib je 2H : 1V. Geotekstil od 400 g/m<sup>2</sup> na filterskom sloju od peskovitog šljunka u debljini od 30 cm se nalazi na uzvodnoj strani nasipa od kamenog nabačaja.

Brana je sa uzvodne strane oblažena HDPE geomembranom ispod koje se nalazi zaštitni netkatni geotekstil od 700 g/m<sup>2</sup>, debljine 5,5 mm. Deblji geotekstil se postavlja po unutrašnjoj kosini brane kako bi se zaštitila HDPE membrana od mehaničkog oštećenja.

Sistem vodonepropusnosti je obezbeđen i u akumulacionom prostoru ugradnjom HDPE geomembrane od 2,0 mm + 400 g/m<sup>2</sup> netkanog geotekstila. Geotekstil se postavlja po terenu koji je prethodno iskopan i pripremljen. Na delovima gde se ustanovi da podloga može da ošteti HDPE membranu zbog svog sastava, taj deo se oblaže slojem gline od min 1 m.

Po dnu skladišta ispod HDPE geomembrane postavljen je drenažni sistem sa ciljem da prikupi i sprovede tokove podzemnih voda van skladišta. Drenažni sistem se sastoji od HDPE drenažne cevi ID200 mm postavljene u filterskom sloju i obmotane geotekstilom. Drenažne cevi su raspoređene u dva kraka koji se spajaju ispod uzvodne nožice brane, slika 38.

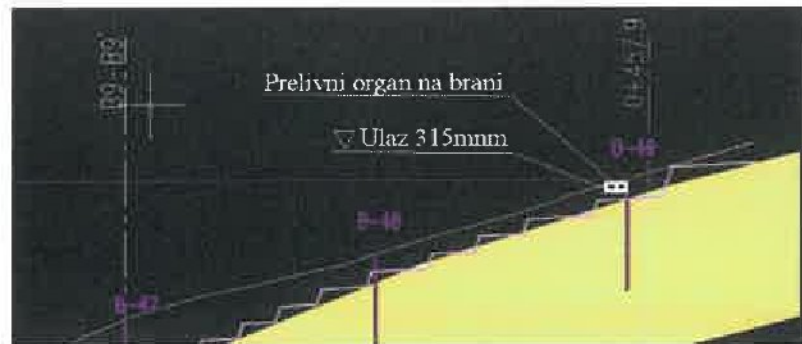


Slika 38 Drenažni sistem ispod HDPE geomembrane

Na mestu spajanja drenažnih cevi se nalazi šaht odakle se voda dalje odvodi preko neperforirane HDPE cevi ID300 nizvodno od nasipa. Pomenuta cev se polaže u rov i sa svih strana se oblaže glinom.

Svrha drenažnog sistema iznad folije jeste da omogućí isušivanje skaldišta koncentrata pirita po završetku rada rudnika. Razmatrani drenažni sistem predstavlja drenažna cev HDPE ID 200 mm položena u filterskom sloju koji je obmotan geotekstilom 400 g/m<sup>2</sup>. Tri kraka drenažne cevi su u padu od ~1% prema sabirnom filterskom zasipu. Iz filterskog zasipa će se vršiti ispumpavanje procednih voda na kraju eksploatacije rudnika. Drenaža se sastoji od tri drena kojima se voda uliva u filterski zasip ispred uzvodne strane brane.

Na desnom kraju krune brane i akumulacije koncentrata pirita postavljen je sigurnosni prelivni organ, sa kotom ulaza od K+315 mnv, slika 39. Predviđen je kao poslednji stepen odbrane od prelivanja brane. Osmišljeno je tako da se kiša, verovatnoće pojave jednom u 100 god (P1%), i voda koja se nalazi na skladištu koncentrata pirita regulišu pontonskim pumpnim stanicama tako da nikad ne pređu kotu 315 mnv, tj. da se voda u pomenutoj situaciji ne preliva. Prelivni organ bi vršio svoju ulogu samo u situaciji kada bi se javile kiše većeg povratnog perioda od projektovanog, i to u poslednjim godinama eksploatacije kada bi nivo koncentrata pirita u skladištu bio približan projektovanom nivou od K+310 mnv. Usvojen je kutijasti propust, neto dimenzija pojedinačnog otvora:  $b \times h = 1,7 \text{ m} \times 1,2 \text{ m}$ . Prelivna voda se sprovodi preko evakuacionog kanala do flotacijskog jalovišta nizvodno od brane skladišta koncentrata pirita.



Slika 39 Prelivni organ na desnom kraju krune brane

Da bi se kontrolisao dotok sa slivnog područja tokom eksploatacionog perioda skladišta koncentrata pirita, izgrađen je obodni odvodni kanali. Na slici 40 dat je prikaz trenutnog stanja odlagališta koncentrata pirita.



Slika 40 Odlagalište „koncentrata pirita“,

Koncentrat pirita se transportuje do odlagališta koncentrata pirita hidrauličnim putem. Polazna tačka transporta je pumpna stanica za hidrotransport, kota početne tačke je K+300 mnv; krajnja tačka je odlagalište koncentrata pirita, sa kotom od K+317 mnv, dok je transportna udaljenost oko 4,5 km. Maksimalna visina na transportnom putu je K+370 mnv, na udaljenosti oko 2 km od početne tačke transporta. Sistem za transport koncentrata pirita je opremljen sa 4 pumpe sa dijafragmom tipa 3D9MF-105/3.0-I (2 radne + 2 rezervne), 2 serijski povezane pumpe čine 1 radnu grupu, ukupno 2 grupe (radna + rezervna grupa), sa sledećim pojedinačnim parametrima pumpe:  $Q = 105 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $P = 3,0 \text{ MPa}$ ,  $N = 110 \text{ kW}$ . Ove pumpe se napajaju pomoću 2 muljne pumpe tipa 3/2AH, pojedinačnih karakteristika:  $Q = 105 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H = 50 \text{ m}$ ,  $N = 55 \text{ kW}$ . Svaka pumpa je opremljena uređajem za frekventnu regulaciju brzine. Cevovod za transport koncentrata pirita koristi D168  $\times$  7  $\times$  6 kompozitnu čeličnu cev sa gumenom oblogom dužine cevovoda od oko 4,5 km, a rezervna cev za transport biće D168  $\times$  7 od zavarenih čeličnih cevi. Na kruni brane na koti K+317 mnv na dovodnu čeličnu cev D168 mm priključuju se ukupno 7 HDPE cevi DN 150 mm. Dužine HDPE cevi nisu iste i kreću se od najkraćih od oko 90 m (cevovodi 3, 4 i 5) do najdužeg cevovoda br. 7 čija je dužina oko 190 m. Hidromešavina vode i koncentrata pirita se istače preko cevovoda u akumulacioni prostor odlagališta vodeći računa da HDPE cevovodi budu što bliže



do akumulacionog jezera, kako bi se sprečilo istakanje u dužem vremenskom periodu direktno preko HDPE folije kako se ona ne bi usled dužeg kontakta pohabala i oštetila. Kako se puni akumulacioni prostor tako se cevovodi pojedinačno skraćuju na potrebnu dužinu. Preporučuje se zbog ravnomernijeg zapunjavanja istakanje vrši na po dva nesusedna istakača. Regulisanje rada samih istakača i količine materijala za istakanje vrši se preko ventila na mestu priključka istakača na dovodnu čeličnu cev.

### 6.3. Nemineralizovani jamski otpad

#### 6.3.1. Nastanak nemineralizovanog jamskog otpada

U procesu podzemne rudarske eksploatacije potrebno je izgraditi rudarske objekte (okna, rampe...) kojima će se obezbediti prilaz rudnom telu i izvoz korisne i jalove mineralne sirovine. U površinskim delovima takvi objekti prolaze kroz zemlju i jalovu čvrstu stenu u kojoj nema mineralizacije. Približavanjem rudnom telu počinje da se javlja mineralizacija, čiji sadržaj se povećava kako se objekti približavaju definisanom rudnom telu. Sa ekološkog aspekta najznačajnije je razdvojiti otpad koji ne sadrži i koji sadrži jedinjenja sumpora, posebno u sulfidnom obliku. Sulfidni sumpor, vazduh (kiseonik) i voda kada se istovremeno pojave uzrokuju pojavu kiselih drenažnih voda, čijim generisanjem se bitno menjaju karakteristike voda i zemljišta iz okruženja. To je i bio razlog da se jamski otpadi dele na otpade sa i bez učešća sumpora, u prvom redu sumpora u sulfidnom obliku.

Dakle, nemineralizovani jamski otpad je nastao tokom građevinskih radova na izradi silazne rampe i okana, a nastajće i u toku razvoja rudarske eksploatacije ležišta. S obzirom da se radi o čvrstim stenama njihova eksploatacija započinje bušenjem i miniranjem, nastavlja se utovarom i transportom sa radilišta do odlagališta. Krupnoća miniranog materijala prilagođava se potrebama transporta. S obzirom da se ovaj otpad prevozi kamionima to je dozvoljena krupnoća do 700 mm. Da bi se lakše stabilizovala masa na deponiji unutar velikih blokova sipa se sitniji materijal, koji se uobičajeno dobija pri miniranju. Kako se tokom rada nailazi i na slojeve gline ili mešavine gline sa čvrstim stenama to se taj materijal eksploatiše na isti način, sa manjim intenzitetom miniranja, a pri deponovanju se posebno razastire kako bi činio tanki slabo vodopropusni sloj. Debljina ovoga sloja, posle razastiranja ne treba da bude iznad 0,2 m, kako se ne bi formirala prioriteta klizna ravan.

### 6.3.2. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Plan upravljanja nemineralizovanim jamskim otpadom iz Gornje i Donje zone prema hijerarhiji upravljanja otpadom prikazan je u tabeli 24.

Tabela 24 Plan upravljanja nemineralizovanim jamskim otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period internog izveštavanja
Ne proizvesti otpad	Selektivna eksploatacija je svakodnevna obaveza Rudnika	Ne može se izbeći generisanja ove jalovine jer je neophodno uspostaviti infrastrukturu potrebnu za eksploataciju rude. Stalno treba vršiti optimizaciju veličine objekata koji se grade kako bi količina ovoga otpada bila što manja.	Upravnik Jame Glavni inženjer Smenski inženjeri	Svakodnevno usmeno izveštavanje  Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata
Ponovna upotreba	Koristi se za nasipanje puteva i izradu platoa.	Nakon prerade otpada, prvenstveno usitnjavanja na zadovoljavajuću krupnoću, otpad se koristi za nasipanje lokalnih puteva u krugu rudnika, ravnjanje terena i pravljenje platoa	Lice zaduženo za upravljanje otpadom	Godišnji izveštaj
Reciklaža	Nije primenljivo		-	
Kompostiranje / sagorevanje	Nije primenljivo	Sve komponente su neorganske, negorive, nekompostabilne	-	
Odlaganje	Koristi se	Deo otpada koji se ne koristi kao sekundarna sirovina će se deponovati.	Lice zaduženo za upravljanje otpadom	

### 6.3.3. Odlaganje nemineralizovanog jamskog otpada do odlagališta

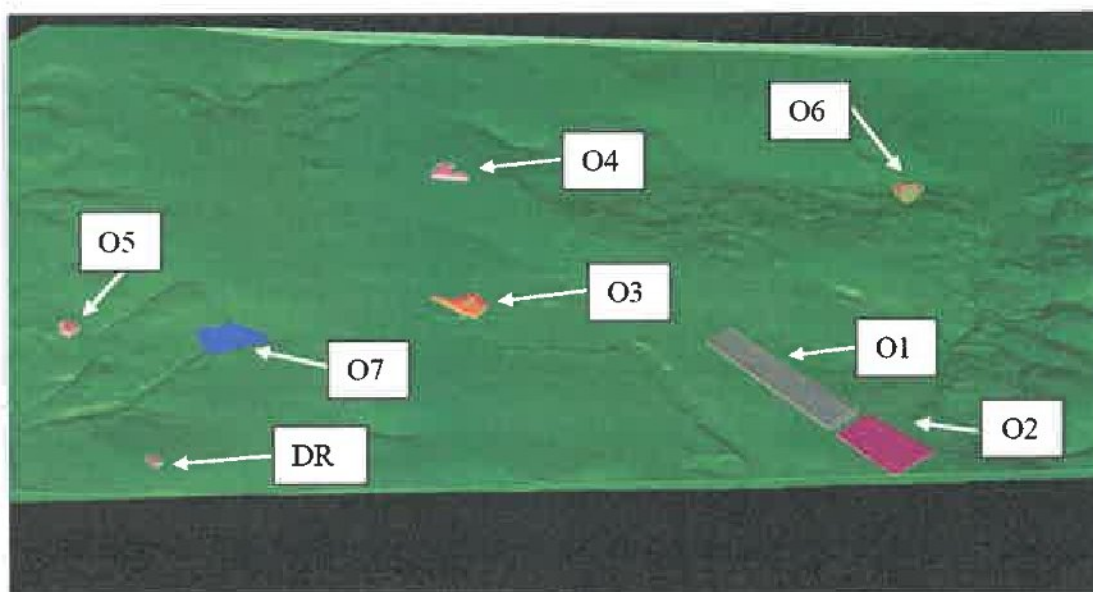
Na lokalitetu rudnika je predviđeno 5 odlagališta nemineralizovanog jamskog otpada iz prostorija otvaranja ležišta iz Gornje i Donje zone, tabela 25.

Tabela 25 Kapaciteti odlagališta nemineralizovanog jamskog otpada

Odlagalište	Zapremina, m <sup>3</sup>	Površina odlagališta, m <sup>2</sup>	Površina terena, m <sup>2</sup>	Tip	Namena, za odlaganje otpada iz
O1	2.067.562	180.238	188.351	Ravničarski	obe zone
O4	149.435	18.377	20.413	Ravničarski	donje zone
O5	49.200	8.516	9.458	Ravničarski	donje zone
O6	239.604	24.924	26.934	Brdski	donje zone
O7	447.110	56.889	57.687	Brdski	donje zone

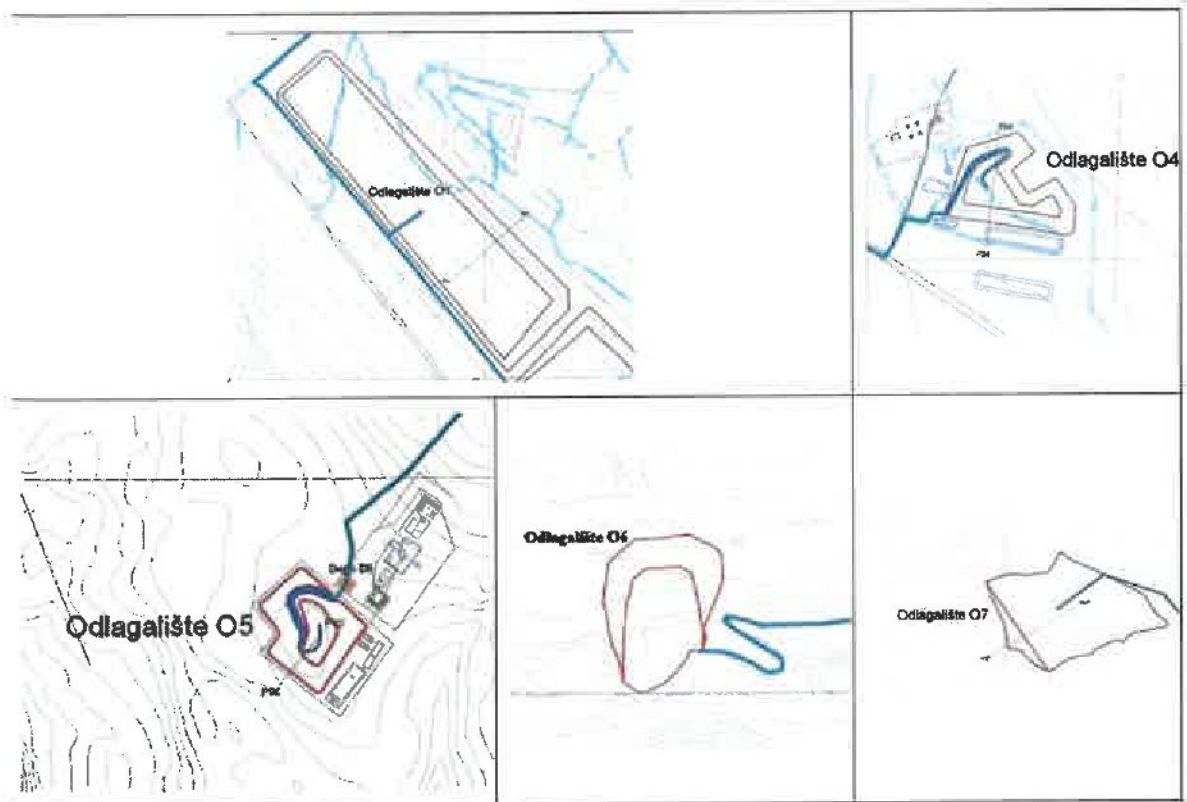
Odlagalište O1 se formira u jednoj etaži do završne kote k+358. Odlagalište O4 se formira u jednoj etaži do završne kote k+384. Maksimalna visina odlagališta iznosi 15 m. Odlagalište O5 se formira u jednoj etaži do završne kote k+336. Maksimalna visina odlagališta iznosi 15 m. Odlagalište O6 se formira u jednoj etaži do završne kote k+260. Pre formiranja odlagališta O6 vrši se priprema terena formiranjem etažnih ravni. Maksimalna visina

odlagališta iznosi 29 m. Odlagalište O7 se formira u jednoj etaži do završne kote k+245. Maksimalna visina odlagališta iznosi 26 m. Na slici 41 prikazan je položaj odlagališta nemineralizovanog jamskog otpada.



Slika 41 Položaj odlagališta jamskog otpada

Konačni izled odlagališta O1, O4, O5, O6 i O7 dat je na slici 42.



Slika 42 Konačni izgled odlagališta O1, O4, O5, O6 i O7

## 6.4. Slabomineralizovani jamski otpad

### 6.4.1. Nastanak slabomineralizovanog jamskog otpada

U procesu podzemne rudarske eksploatacije potrebno je izgraditi rudarske objekte (okna, rampe...) kojima će se obezbediti prilaz rudnom telu i izvoz korisne i jalove mineralne sirovine. Približavanjem rudnom telu počinje da se javlja mineralizacija, čiji sadržaj se povećava kako se objekti približavaju definisanom rudnom telu.

Dakle, slabomineralizovani jamski otpad je nastao tokom građevinskih radova na izradi silazne rampe i okana, a nastajace i u toku razvoja rudarske eksploatacije ležišta. S obzirom da se radi o čvrstim stenama njihova eksploatacija započinje bušenjem i miniranjem, nastavlja se utovarom i transportom sa radilišta do deponije. Krupnoća miniranog materijala prilagođava se potrebama transporta. S obzirom da se ovaj otpad prevozi kamionima to je dozvoljena krupnoća do 700 mm. Da bi se lakše stabilizovala masa na deponiji unutar velikih blokova sipa se sitniji materijal, koji se uobičajeno dobija pri miniranju. Kako se tokom rada nailazi i na slojeve gline ili mešavine gline sa čvrstim stenama to se taj materijal eksploatiše na isti način, sa manjim intenzitetom miniranja, a pri deponovanju se posebno razastire kako bi činio tanki slabo vodopropusni sloj. Debljina ovoga sloja, posle razastiranja ne treba da bude iznad 0,2 m, kako se ne bi formirala prioritetna klizna ravan.

#### 6.4.2. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Plan upravljanja slabomineralizovanim otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom prikazan je u tabeli 26.

Tabela 26 Plan upravljanja slabomineralizovanim otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period internog izveštavanja
Ne proizvesti otpad	Selektivna eksploatacija je svakodnevna obaveza Rudnika.	Ne može se izbeći generisanja ove jalovine jer je neophodno uspostaviti infrastrukturu potrebnu za eksploataciju rude. Stalno treba vršiti optimizaciju veličine objekata koji se grade kako bi količina ovoga otpada bila što manja.	Upravnik Jame Glavni inženjer Smenski inženjeri	Svakodnevno usmeno izveštavanje  Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata
Ponovna upotreba	Nije primenjivo	Nije primenjivo	/	
Reciklaža	Nije primenjivo	Nije primenjivo	/	
Odlaganje	Koristi se	Sva jalovina koja se izdvoji posle otvaranja jame i početka eksploatacije će se deponovati.	Lice zaduženo za upravljanje otpadom	Godišnji izveštaj

#### 6.4.3. Odlaganje slabomineralizovanog jamskog otpada

Odlaganje slabomineralizovane jalovine obavljaće se na odlagalištima broj 2 i 3 (O2 i O3) i deponiji rude DR čiji su kapaciteti i namena dati u tabeli 27.

Tabela 27 Kapaciteti odlagališta slabomineralizovanog jamskog otpada

Odlagalište	Zapremina, m <sup>3</sup>	Površina odlagališta, m <sup>2</sup>	Površina terena, m <sup>2</sup>	Srednja visina, m	Odlaganje otpada iz	Tip
O2	1.118.073	113.822	117.872	9,9	obe zone	Ravničarski
O3	350.711	29.673	33.610	11,7	donje zone	Ravničarski
DR	29.053	4.999	5.704	5.8	Donje zone	Ravničarski

Odlagalište O2 se formira u jednoj etaži do završne kote k+358. Odlagalište O3 se formira u dve etaže do završne kote k+385, sa etažnom ravni na koti k+380. Deponija rude DR se formira u jednoj etaži do završne kote k+332. Maksimalna visina deponije iznosi 12 m. Maksimalna visina odlagališta iznosi 24 m. Pre formiranja odlagališta izvršena je priprema terena koja se sastoji od uklanjanja sloja humusa, planiranja i sabijanja podtla, dodatna zaštita dna i unutrašnje strane oblaganjem vodonepropusnom folijom preko sloja bentonitske geomembrane. Zbog proceđivanja vode u odlagalištu izvršena je izgradnja drenažnog sistema. Na slici 43 dati su konačni izgledi odlagališta O2, O3 i DR.

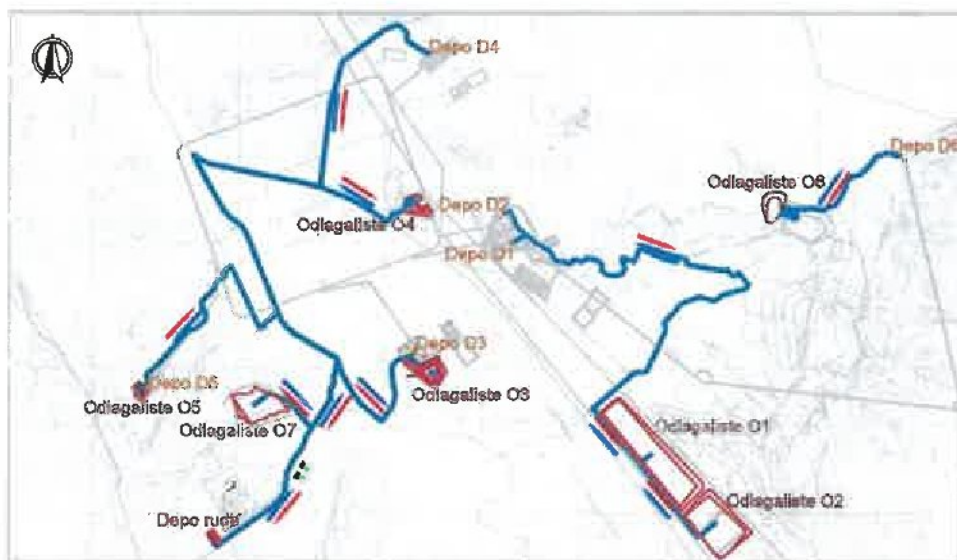


Slika 43 Konačni izgled odlagališta O2, O3 i DR

#### 6.4.4. Transport nemineralizovanog i slabomineralizovanog otpada na odlagališta

Odlaganje se sastoji od istovara kamiona i planiranja odlagališnih površina buldozerom. Za ove radove predviđeni su AT kamioni i buldozeri. Utovar se vrši na šest lokacija koje su međusobno udaljene i do 5 km, tako da se usvajaju tri utovarne jedinice CAT 926M zapremine kašike 2,5 m<sup>3</sup> u prve dve godine i dve utovarne jedinice u trećoj godini

Transport se vrši sa šest lokacija koje su međusobno udaljene i do 5 km, tako da se usvajaju šest kamiona CAT 735, sa zapreminom korpe od 19,7 m<sup>3</sup> u prvoj godini, četiri kamiona u drugoj godini, i dva kamiona u trećoj godini. Na slici 44 prikazana je šema transportnih relacija. . Kvalifikacija i potreban broj radnika su sračunati za organizaciju rada po brigadnom sistemu u 2 smene i 7 radnih dana nedeljno sa fluktuacijom od 10%.



Slika 44 Šema transportnih relacija

## 6.5. Prašina iz sistema otprašivanja mašina i uređaja u postrojenju za PMS

### 6.5.1. Nastanak otpada iz otprašivača

Početni deo procesa u postrojenju za pripremu mineralnih sirovina je karakterističan po tome što se pretovar, drobljenje i prosejavanje rude vrši u suvom stanju. Da bi se radna sredina održavala u prihvatljivom stanju za radnike oprema je kompletirana sa sistemom za otprašivanje. Radi se o suvim sistemima za otprašivanje. Obaranje prašine vrši se provođenjem usisane vazdušne struje, koja nosi najsitnije čestice, kroz filtere tako da se čvrste čestice zadržavaju, a čisti vazduh izlazi u okruženje. Kada se koncentracija čvrstih čestica poveća vreće filtera se otesaju i pomoću spiralnog transportera tovare i džambo vreće. Sakupljene čestice prašine vraćaju se na početak procesa flotiranja kako bi prošle kroz proces flotacijske koncentracije.

### 6.5.2. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Plan upravljanja otpadom iz otprašivača prema hijerarhiji upravljanja otpadom prikazan je u tabeli 28.

Tabela 28 Plan upravljanja „otpadom“ iz otprašivača prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period internog izveštavanja
Ne proizvesti otpada	Bolje zaptivanje mašina	Ne može se potpuno izbeći generisanja ovog otpada ali se njegovim prikupljanjem i vraćanjem nazad u proces koncentracije praktično otpad ne proizvodi!	Upravnik Flotacije Glavni inženjer Smenski inženjeri	Svakodnevno usmeno izveštavanje
Ponovna upotreba	Potpuno se koristi	Sav prikupljeni otpad se vraća nazad u proces koncentracije	/	Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata
Reciklaža	Nije primenljivo	Sve komponente su neorganske, negorive, nekompostabilne	/	
Kompostiranje / sagorevanje	Nije primenljivo			
Odlaganje	Nije primenljivo	Ne odlaže se, vraća se nazad u proces pripreme.	/	Godišnji izveštaj

### 6.5.3. Odlaganje otpada iz otprašivača

Ne vrši se odlaganje ovoga otpada već se on vraća nazad u proces koncentracije korisnih minerala.

## 6.6. Otpad iz mlina

### 6.6.1. Nastanak otpada iz mlina

Ovaj otpad se generiše na izlazu iz mlina kada izmleveni proizvod prolazi preko magnetskog separatora. Ovaj separator treba da zahvati sve magnetične minerale i primese

koje su tu nađu (delovi kugli, žica, elektrode i tsl.) Dakle, namena ovoga separatora je zaštita ostalih uređaja i mašina u tehnološkom nizu od gvožđevitih (magnetičnih) materijala koji se mogu naći u samlevenom proizvodu.

Projektom nije bila predviđena ugradnja ovoga separatora već je njegovu ugradnju uslovilo konkretno stanje u pogonu. Otpad koji separator zahvati upada u džambo vreće, koje se povremeno kranom zahvataju i privremeno odlažu na za to predviđeni prostor na ulazu u pogon Flotacije. Izgled otpada koji se prikuplja prikazan je na slici 45.



Slika 45 Džambo vreće sa otpadom iz mlina



### 6.6.2. Upravljanje otpadom iz mlina prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Plan upravljanja otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom prikazan je u tabeli 29.

Tabela 29 Plan upravljanja „otpadom“ iz mlina prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period internog izveštavanja
Ne proizvesti otpad	Bolje zaptivanje mašina	Ne može se potpuno izbeći generisanja ovog otpada ali se njegovim prikupljanjem i vraćanjem nazad u proces koncentracije praktično otpad ne proizvodi!	Upravnik Flotacije Glavni inženjer Smenski inženjeri	Svakodnevn o usmeno izveštavanje
Ponovna upotreba	Potpuno se koristi	Sav prikupljeni otpad se vraća nazad u proces koncentracije		Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata
Reciklaža	Nije primenljivo		-	
Kompostiranje / sagorevanje	Nije primenljivo	Sve komponente su neorganske, negorive, nekompostabilne	-	
Odlaganje	Nije primenljivo	Ne odlaže se, vraća se nazad u proces pripreme.	/	Godišnji izveštaj

### 6.6.3. Odlaganje otpada iz mlina

Ne vrši se odlaganje ovoga otpada već se on vraća nazad u proces koncentracije.

## 6.7. Otpad iz hidrociklona (sa sita)

### 6.7.1. Nastanak otpada iz hidrociklona

Ovaj otpad se generiše na situ za uklanjanja nečistoća koji se, u tehnološkom lancu, nalazi nakon hidrocikloniranja, a pre upućivanja na flotiranje. Kako se proizvod upućuje na flotiranje to znači da se preko sita propušta preliv hidrociklona. Namena ovoga sita je, dakle, zaštita flotacijske opreme od upadanja različitih nečistoća.

Projektom nije bila predviđena ugradnja ovoga sita već je njegovu ugradnju uslovilo konkretno stanje u pogonu. Otpad koji sito zahvati upada u džambo vreće, koje se povremeno kranom zahvataju i privremeno odlažu na za to predviđeni prostor na ulazu u pogon Flotacije.

### 6.7.2. Upravljanje otpadom iz hidrociklona prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Plan upravljanja otpadom iz hidrociklona prema hijerarhiji upravljanja otpadom prikazan je u tabeli 30.

Tabela 30 Plan upravljanja „otpadom“ iz hidrociklona prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period internog izveštavanja
Ne proizvesti otpada	Bolje zaptivanje mašina	Ne može se potpuno izbeći generisanja ovog otpada, ali se njegovim prikupljanjem i vraćanjem nazad u proces koncentracije praktično otpad ne proizvodi!	Upravnik Flotacije Glavni inženjer Smenski inženjeri	Svakodnevno usmeno izveštavanje
Ponovna upotreba	Potpuno se koristi	Sav prikupljeni otpad se vraća nazad u proces koncentracije	/	Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata
Reciklaža	Nije primenljivo	/	/	
Kompostiranje / sagorevanje	Nije primenljivo	Sve komponente su neorganske, negorive, nekompostabilne	/	
Odlaganje	Nije primenljivo	Ne odlaže se, vraća se nazad u proces pripreme.	/	Godišnji izveštaj

### 6.7.3. Odlaganje otpada iz hidrociklona

Ne vrši se odlaganje ovoga otpada već se on vraća nazad u proces koncentracije korisnih minerala.

## 7. Predlog kategorija deponija rudarskog otpada

U članu 16 Uredbe o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu ("Sl. Glasnik RS" br. 63/2017) 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 46.



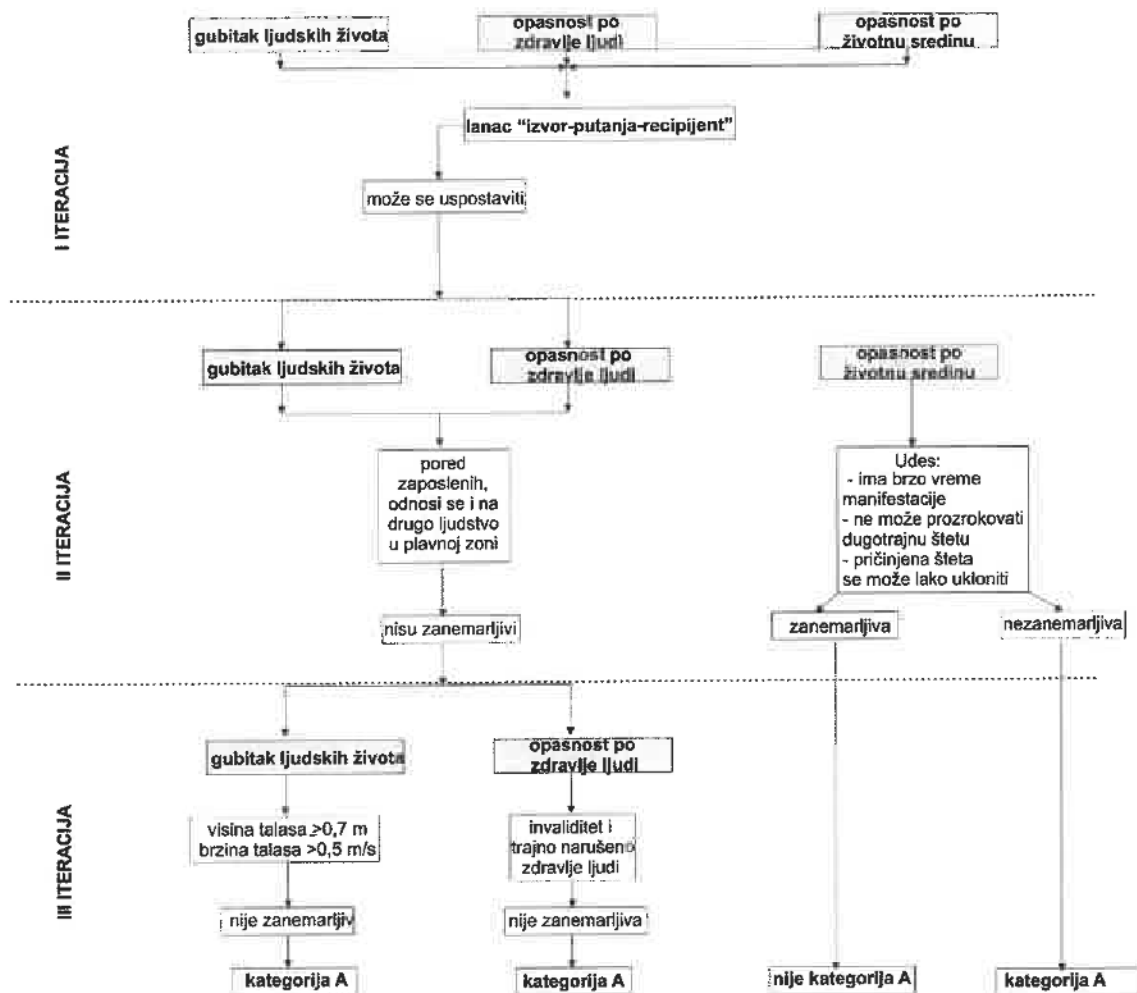
Slika 46 Opšta klasifikacija deponija rudarskog otpada prema Uredbi

### 7.1. Klasifikacija deponija na osnovu posledica koje nastaju usled udesa na deponiji

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 47:

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



Slika 47 Klasifikacija deponija rudarskog otpada na osnovu posledica potencijalnog udesa

### 7.1.3. Procena rizika od udesa

Procena rizika od rušenja brana odlagališta koncentrata piritu i flotacijskog jalovišta, kao i rizika od nestabilnosti kosina odlagališta jamskog otpada, 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. 63/2017).*

Procena rizika će se izvršiti primenom FMEA tehnike uz podršku matrice rizika za analizu rizika 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 scenariju nestabilnosti kosina usled statičkog i dinamičkog opterećenja, kao i usled priliva velike količine padavina, dok će se težina posledica analizirati na osnovu potencijalnih ljudskih žrtava, ekoloških i ekonomskih posledica. Za određivanje kategorije posledica uvažiće se preporuke Globalnog industrijskog standarda za upravljanje jalovinom (GISTM)<sup>3</sup>.

Rušenje brana je modelirano u „Projektu proboja brana“ koji je radio „Institut za rudarstvo i metalurgiju“ u Boru i ocena rizičnosti će se u potpunosti osloniti na dobijene rezultate koji proističu iz najgoreg mogućeg scenarija rušenja po kom je predviđeno kaskadno rušenje brana, poput „domino“ efekta. Akumulacija vode, iako nije objekat za odlaganje otpada, je uzeta u obzir zbog mogućeg „domino“ efekta i posledičnog rušenja njene brane, što utiče na značajnost ukupnih posledica udesa, bitnih za klasifikaciju deponija prema Uredbi.

Za potrebe procene rizika od rušenja brana koristiće se podaci iz Glavnog rudarskog projekta pripreme mineralnih sirovina i odlagališta rudarskog otpada i koncentrata pirita iz ležišta Čukaru Peki - Gornja zona, Bor, 2020, dok će se za potrebe procene udesa na odlagalištima slabomineralizovanog otpada koristiti podaci iz Tehničkog projekta površinskog transporta i odlaganja rude i jalovine u okviru Rudarskog projekta na istraživanju čvrstih mineralnih sirovina u ležištu Čukaru Peki – Donja zona, Bor, 2022.

7.1.4. Procena rizika od rušenja brana na deponijama koncentrata pirita i flotacijskom jalovištu

#### *Uvodna razmatranja i opis područja u okolini brana*

U okviru rudnika „Čukaru Peki“ izgrađene su 3 brane za odlaganje i akumulaciju različitih materijala: koncentrata pirita, flotacijske jalovine i drenažnih voda. Ovi objekti se međusobno nadovezuju i nalaze se u dolini reke Grčave, nedaleko od ušća Grčave u Borsku reku. Osnovni podaci i dimenzije deponija i akumulacije na lokaciji ležišta Čukaru Peki dati su u Poglavlju 6 ovog Plana. Brane su zemljane, stepenastog oblika i izgrađene su odjednom do maksimalne kote.

U neposrednoj blizini deponija i akumulacije ne postoji naseljeno mesto, osim nekoliko privatnih kuća nizvodno od ušća reke Grčave u Borsku reku. Najbliže naselje je Slatina, udaljeno oko 2,5 km severozapadno sa 890 stanovnika, kao i Rgotina udaljena oko 9 km istočno sa oko 1.452 stanovnika. Predmetno područje je bogato potocima i jarugama. Sve tekuće vode (reke, potoci, brzaci) pripadaju slivu reke Veliki Timok. Od većih vodotokova postoje Borska, Kriveljska reka i reka Grčava. U Kriveljsku reku se ulivaju rudničke vode sa

<sup>3</sup> 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](https://globaltailingsreview.org/wp-content/uploads/2020/08/global-industry-standard_EN.pdf)

lokaliteta Cerovo, iz rudnika Veliki Krivelj i delom iz Jame Bor, dok se deo rudničkih voda iz Jame Bor nakon delimičnog prečišćavanja odvodi u Borsku reku.

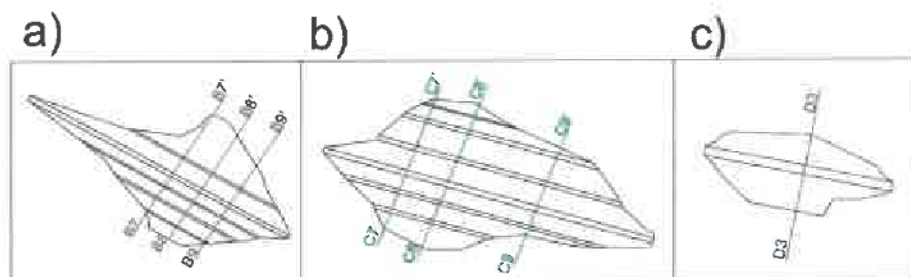
Zemljište u okolini je slabog proizvodnog kapaciteta u osnovi i sačinjeno je u najvećoj meri od staništa širokolistne šume i pašnjaka (šume hrastova, jasena i graba). Obradivo zemljište nije intenzivno obrađivano, a neka polja su i napuštena ako je sudeći po korovima. Na datoj lokaciji nema zaštićenih područja.

#### *Scenario udesa i procena verovatnoće udesa*

U okviru Projekta rušenja brana pretpostavljeno je, po najgorem mogućem scenariju, da će doći do sekvencijalnog rušenja sve 3 brane. Najuzvodnija brana koja obezbeđuje akumulacioni prostor za odlaganje koncentrata pirita, ruši se u trenutku kada je nivo akumuliranog materijala na koti 317 m.n.m. Ukupno vreme trajanja razvoja breše, do punih dimenzija je 30 minuta. U trenutku kada počinje rušenje najuzvodnije brane, kota nivoa akumuliranog materijala u flotacijskom jalovištu je 290 m.n.m., a kota nivoa vode u akumulaciji najnižvodnije brane akumulacije drenažnih voda je 238 m.n.m. Usled dotoka vode sa najuzvodnije brane, dolazi do neminovnog rasta nivoa vode u akumulaciji flotacijskog jalovišta i kada kota nivoa u akumulaciji dostigne kotu krune brane jalovišta od 294 m.n.m., počinje formiranje breše u telu ove brane. Trajanje razvoja breše u telu brane je 30 minuta. Svi proračuni su rađeni pod pretpostavkom da sigurnosni preliivi rade punim kapacitetom.

Za potrebe procene rizika od rušenja brana analiziraće se:

- udes usled nestabilnosti kosina u statičkim uslovima,
- udes usled nestabilnosti kosina u dinamičkim uslovima, i
- udes usled priliva velike količine atmosferskih padavina - preliivanja.



Slika 48 Položaj profila za proveru stabilnosti: a) brana odlagališta koncentrata pirita, b) brana flotacijskog jalovišta, c) brana akumulacije drenažnih voda

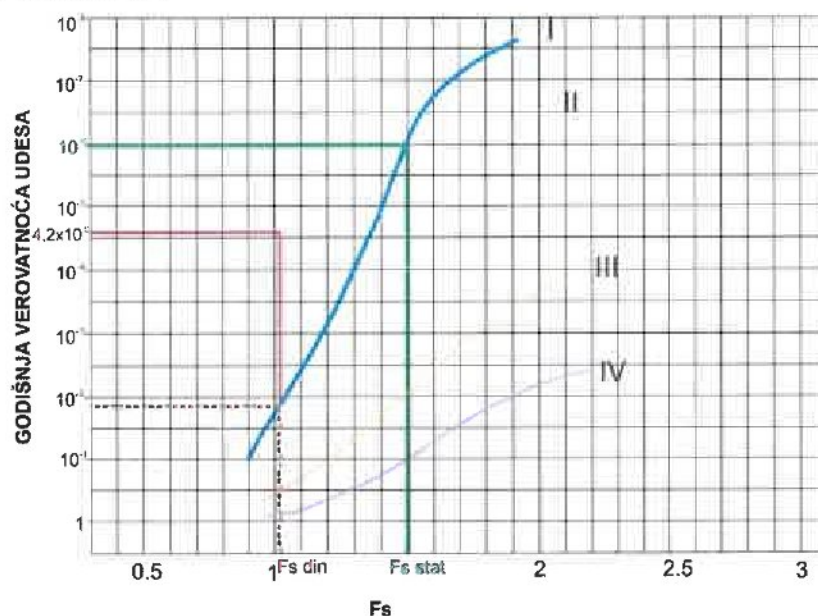
Proračun stabilnosti brana je rađen za potrebe projektne dokumentacije programom SLIDE v6.0 firme ROCSCIENCE u uslovima granične ravnoteže, po metodi Janbu. Pozicije profila svih brana koji su korišćeni za proračune stabilnosti, prikazani su na slici 48.

Dobijene vrednosti faktora sigurnosti u statičkim i dinamičkim uslovima su prikazane u tabeli 31. 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 31 Izračunati faktori sigurnosti

Brana	Profil	Statičko opterećenje $F_s$	Dinamičko opterećenje $F_s'$	Dozvoljeni $F_s$ prema standardu SRPS U.C5.	
				za statička opterećenja	za dinamička opterećenja
Odlagl. konc. pirita	B7-B7'	1,585	1,152	$\geq 1,5^4$	$\geq 1$
	B8-B8'	1,564	1,139		
	B9-B9'	1,568	1,142		
Flot. jalovište	C7-C7'	1,500	1,105		
	C8-C8'	1,507	1,129		
	C9-C9'	1,510	1,120		
Akumul. dren. voda	D3-D3'	1,838	1,362	$\geq 1,3^5$	

Za procenu godišnje verovatnoće udesa usled nestabilnosti kosina usled statičkih i dinamičkih opterećenja izabrana je semi-empirijska metoda koja obuhvata procenu verovatnoće na bazi faktora sigurnosti ( $F_s$ ). Ova metoda predlaže svrstavanje objekta u jednu od 4 kategorije na bazi nivoa nadzora, rukovođenja i projektne dokumentacije. Svaka kategorija je na dijagramu predstavljena odgovarajućom krivom i godišnja verovatnoća se dobija kada se na mestu preseka vrednosti faktora sigurnosti (x-osa) i krive objekta očitava vrednost na y-osi, slika 49<sup>6</sup>.



Slika 49 Funkcionalna zavisnost faktora sigurnosti i godišnje verovatnoće udesa

<sup>4</sup> za nasute brane visine preko 15 m

<sup>5</sup> za nasute brane visine manje od 15 m

<sup>6</sup> 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

Na osnovu predloženih kategorija objekata čija se godišnja verovatnoća udesa razmatra, brane na lokaciji ležišta Čukaru Peki iskustveno pripadaju 1. kategoriji objekata<sup>7</sup>. Ako se u obzir uzme vrednost  $F_s$  za profil koji je pokazao najniži faktor sigurnosti od svih analiziranih (profil C7-C7', brana flotacijskog jalovišta), prema slici 52, najveća godišnja verovatnoća udesa usled nestabilnosti kosina pod statičkim opterećenjem je  $1 \times 10^{-6}$ , što se tumači kao „veoma mala“ verovatnoća, tabela 32.

Tabela 32 Tumačenje godišnje verovatnoće udesa usled nestabilnosti kosina

Kvantitativna vrednost	Kvalitativna vrednost	Težinski faktor
$1 \times 10^{-1}$	Izvesno	7
$1 \times 10^{-2}$	Veoma velika	6
$1 \times 10^{-3}$	Velika	5
$1 \times 10^{-4}$	Srednja	4
$1 \times 10^{-5}$	Mala	3
$1 \times 10^{-6}$	Veoma mala	2
$1 \times 10^{-7}$ i manja	Približno jednaka nuli	1

Lokacija rudnika „Čukaru Peki“ se nalazi u zoni mogućeg potresa VII stepena EMS-98 skale za povratni period od 475 godina, prema kom su analize stabilnosti za dinamičko opterećenje i rađene, slika 50. 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 50 godina.

Kod zemljotresa stepena VII stepena EMS-98 skale očekivane posledice se tumače kao „...Umereno do znatno oštećenje nasipa, deformacije na kruni nasipa i nizvodnim kosinama nasipa...“.



Slika 50 Seizmički hazard u regionu Bora za povratni period od 475 godina

Za procenu godišnje verovatnoće udesa u slučaju dinamičkog opterećenja, pri upotrebi semi-empirijske metode, potrebno je procenjenju verovatnoću pomnožiti sa godišnjom

<sup>7</sup> 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.



verovatnoćom povratnog perioda<sup>8</sup>. Ako za povratni period od 475 godina (verovatnoća da bude prevaziđen od 10% u periodu od 50 godina) godišnja verovatnoća iznosi 0,0021<sup>9</sup>, a prema slici 5.3, procenjena verovatnoća za Fs brane flotacijskog jalovišta, koja ima najnižu vrednost, iznosi  $2 \times 10^{-2}$ , onda je realna godišnja verovatnoća udesa usled dinamičkog opterećenja  $4,2 \times 10^{-5}$  (4,2 udesa u 100.000 godina) što se tumači kao „mala“ do „srednja“ verovatnoća prema tabeli 33.

Za potrebe prognoziranja udesa usled priliva velike količine padavina – preliivanja preko krune brane, potrebno je izračunati zapreminu vode koja bi pala u konturu deponije prema formuli:

$$V = P \cdot F \text{ (m}^3\text{)}$$

gde je:

P – površina sliva, m

F – količina kiše, m.

Površina sliva za odlagalište koncentrata pirita iznosi 35,5 ha (355.000 m<sup>2</sup>), za flotacijsko jalovište 59 ha (590.000 m<sup>2</sup>), dok za akumulaciju vode iznosi 19,79 ha (197.900 m<sup>2</sup>). Sva odlagališta su projektovana da mogu da prihvate maksimalne moguće padavine koje bi pale u toku 24 h. Intenzitet kiše koji je uzet prilikom proračuna je 159 l/s/ha (povratni period 100 godina, trajanje kiše 60 min).

Ako se za prognoziranje najgoreg mogućeg scenarija uzmu maksimalne količine padavina, ikada zabeležene u Srbiji (Negotinu) od 211, 1 mm (l)/m<sup>2</sup>, onda se može izračunati ukupna količina vode koja bi u tom slučaju pala u konturu razmatranih deponija. U tabeli 30 dat je prikaz i poređenje zapremina pale vode i zapremina slobodnog retenzionog prostora svake deponije.

Tabela 33 Podaci o zapreminama slobodnog retenzionog prostora i potencijalnim količinama pale voda u slučaju udesa

Deponija/akumul.	Površina, m <sup>2</sup>	Visina freeboard-a, m	Zapremina retenz. prostora, x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Zapremina pale vode, m <sup>3</sup>
Odlag. koncentrata pirita	295.000	2	590.000	74.940
Flotacijsko jalovište	490.000	2	980.000	124.549
Akumulacija drenažnih voda	11.000	1	11.000	41.776

Na osnovu rezultata iz tabele 30, može se zaključiti da odlagalište koncentrata pirita i flotacijsko jalovište mogu prihvatiti količine pale vode i veće od prognoziranih, sve i da organi za evakuaciju nisu u tom trenutku u funkciji, dok se u slučaju akumulacije drenažnih

<sup>8</sup> 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

<sup>9</sup> Verovatnoća za povratni period od 475 godina se računa kao:  $r(1+0,5r)/50$ , gde je  $r=0,1$  (10%).

voda to ne može očekivati, usled velikog slivnog područja i malog slobodnog retenzionog prostora. Dakle, u slučaju priliva velike količine padavine može se očekivati da bi moglo doći do rušenja brane akumulacije drenažnih voda, ili do prelivanja preko krune brane, ali u momentu kada nivo drenažnih voda bude svega 1 m ispod krune brane. Prema Projektu proboja brana, zaključeno je da bi u slučaju rušenja ove brane posledice bile zanemarljive i da to ne bi imalo nikakvih efekata na stabilnost uzvodnih brana. Ovako prognozirani scenario udesa usled priliva velike količine padavina ima „malu“ verovatnoću.

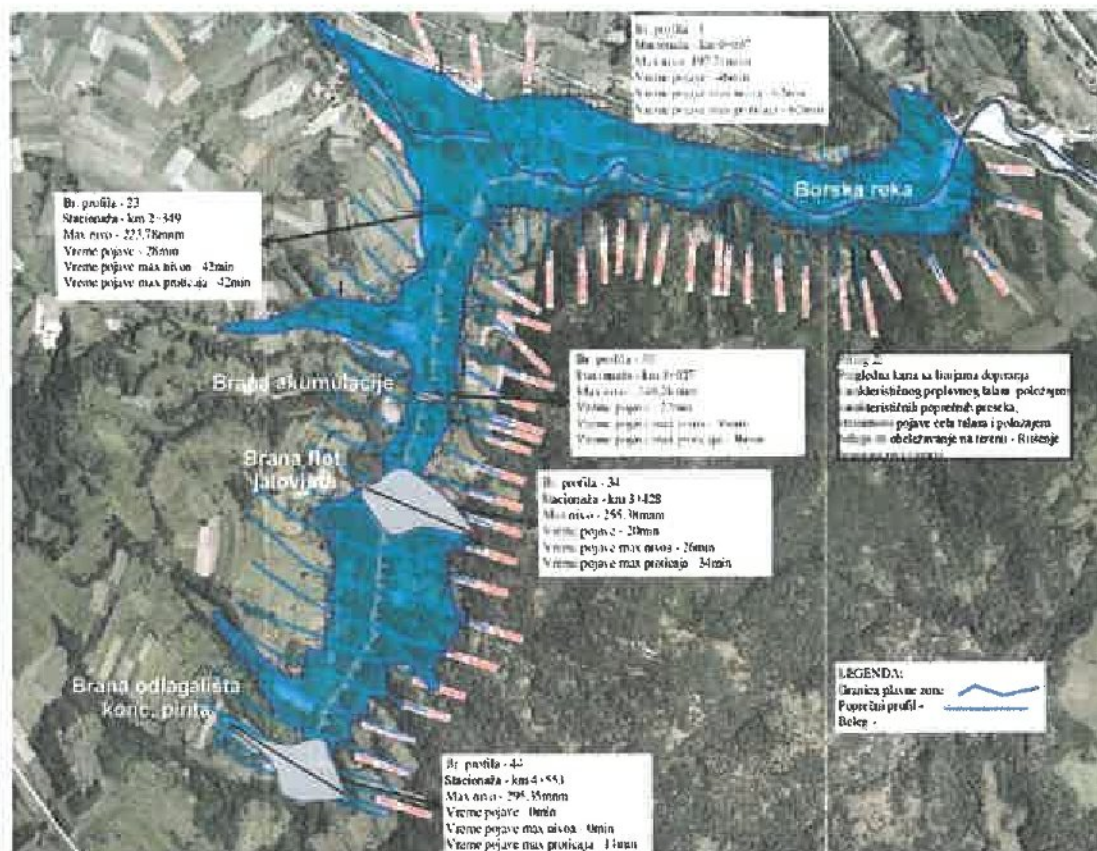
#### *Procena posledica usled rušenja brana*

Kako bi se težina posledica mogla proceniti potrebno je predvideti karakteristike poplavnog talasa.

U Projektu proboja brana je ustanovljeno:

- Da bi najviše akumuliranog materijala isteklo iz flotacijskog jalovišta – 5,9 Mm<sup>3</sup>;
- Da bi u slučaju proboja brane skladišta koncentrata pirita isteklo 3,78 Mm<sup>3</sup>, dok bi u slučaju proboja brane akumulacije drenažnih voda isteklo 15.000 m<sup>3</sup>;
- Da se maksimalni proticaj talasa dešava odmah po formiranju breše u branama, nakon čega su proticaji talasa dosta blaži;
- Da je rušenje brana postepeno;
- Da bi najveća brzina talasa bila nakon rušenja brane akumulacije drenažnih voda (9,8 m/s) odmah nakon razvoja breše na stacionaži 30, a najveća visina (dubina) talasa bila nakon rušenja brane flotacijskog jalovišta (50 m), na stacionaži 35;
- Da je ukupna računski deonica poplavnog talasa sve do naselja Vražogrnac, krajnje granice sistema za obaveštavanje i uzbunjivanje u slučaju rušenja brana, a da je kritična plavna zona do spoja Borske i Kriveljske reke.

Predviđena ruta poplavnog talasa sa nakritičnijim hidrauličkim posledicama prikazana je na slici 51. Ovakva ruta je krajnje očekivana s obzirom na to da bi talas samo u neposrednoj blizini brane imao turbulentan tok, nakon čega bi se moglo očekivati da korito reke Grčava prihvati talas, pri čemu poprima sve karakteristike njenog toka po modelu jednodimenzionalnog tečenja, i ima laminarni tok. Talas bi nakon ušća reke Grčave u Borsku reku, nastavio nizvodno njenim tokom i intenzivno plavio okolinu sve do spoja sa Kriveljskom rekom. Predviđeno je da bi talas dalje tekao mirnijim tokom, bez pružanja otpora, sve do Vražogrnaca.



Slika 51 Ruta poplavnog talasa

Na desnoj obali reke Grčave topografija terena je takva da je reljef blago brdovit sa nadmorskim visinama od 300 m.n.m. i više ka istoku, a blagim padinama ka zapadu (slika 52). To znači da talas sve i da ima potencijala da izađe iz korita reke Grčave, teren okoline je takav da usmerava tok nizvodno ka Borskoj reci.



Slika 52 Topografija okolnog terena

### *Procena potencijalnih ljudskih žrtava*

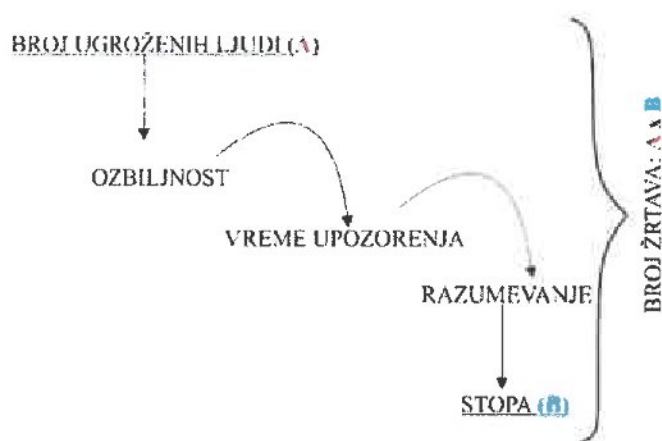
Za potrebe procene broja ljudskih žrtava može se koristiti tzv. Grejemova metoda<sup>10</sup> koja je zasnovana na fiksnim stopama smrtnosti i pretpostavci da će doći do formiranja poplavnog talasa usled udesa. Tri parametra sudeluju u proceni stope smrtnosti:

- **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 obavešteno 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 53 prikazana je metodologija procene broja žrtava na osnovu parametara koji se uzimaju u obzir prema Grejemovoj metodi.

---

<sup>10</sup> W. J. Graham, "Risk-Based Dam Safety Prioritization - A Method for Easily Estimating the Loss of Life from Dam Failure, Draft," 2004.



Slika 53 Grejčeva metoda za procenu broja potencijalnih ljudskih žrtava

Na ruti poplavnog talasa, ima svega par stambenih kuća nedaleko od ušća reke Grčave u Borsku reku. Analizom ortofoto snimka sa geodetskih mreža Republike Srbije (<http://www.geomreze.rgz.gov.rs/>) može se identifikovati 10 kuća sa pomoćnim objektima. 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 momentu proloma najnižvodnije brane 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 6 stambenih objekata biti direktno zahvaćeno talasom (koji su nastanjeni i za koje ne postoji rešenje za rušenje u Katastru), slika 54.



Slika 54 Ugroženi stambeni objekti

Ako se uzme u obzir da svako domaćinstvo u ovom kraju prosečno broji 3,53 člana prema poslednjem popisu, ukupno 22 ljudi može potencijalno biti na udaru poplavnog talasa. Naselje Slatina je dovoljno udaljeno i uzvodno pozicionirano u odnosu na rutu da se ne može smatrati ugroženim niti u jednom slučaju. U neposredno ugroženo ljudstvo prvenstveno treba ubrojiti i zaposlene na samim deponijama i akumulaciji koji rade na njihovoj izgradnji i održavanju. Na održavanju deponija rade ukupno 16 radnika raspoređenih u 4 smene. Dakle, po smeni ima 4 radnika. Ukupno životno ugroženo ljudstvo broji 26 lica.

Prema Uredbi o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu (Sl. Glasnik br. 53/2017) ovako procenjena populacija izložena riziku potvrđuje stav iz Uredbe da postoji „nezanemarljiva mogućnost gubitka ljudskih života“. Takođe, prema pomenutoj Uredbi smatra se da su ljudski životi u opasnosti kada nivo vode ili mulja dostigne visinu od najmanje 0,7 m iznad tla ili kada brzina vode ili mulja pređe 0,5 m/s. Prema Projektu proboga brana i visina (dubina) i brzina talasa su znatno veće od granične, te je opasnost po živote ljudi na ruti talasa neminovna.

Ozbiljnost poplave saglasno procenjenim posledicama u slučaju rušenja brana se može oceniti kao „srednja - kada neki objekti pretrpe ozbiljne štete, naročito stambene kuće, mada ostanu objekti u kojima ljudi mogu naći utočište“. U neposredno ugroženo ljudstvo ubrojeno je ono koje bi se zateklo u prvih 15 min tečenja poplavnog talasa, tako da se za procenu stope smrtnosti smatra da se ovim licima ne može izdati upozorenje. Razumevanje se prema tabeli 34 ne razmatra kod usvojenog vremena upozorenja – „bez upozorenja“. Shodno ovako usvojenim ulaznim parametrima, prema tabeli 34 prosečna stopa smrtnosti je 0,15, odnosno, maksimalna 0,35.

Tabela 34 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 26), dobija se da bi u slučaju kretanja talasa predviđenom rutom maksimalno moglo doći do 9 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 deponije apriori klasifikuju deponije u kategoriju A prema Uredbi, bez da se razmatraju drugi indikatori, poput sastava otpada i koncentracije opasnih materija.

### *Procena ekonomskih posledica*

Shodno prognoziranoj ruti poplavnog talasa, na udaru su infrastrukturni objekti poput magistralnog puta Bor - Zaječar (deonica Rgotina - Slatina), kao i pojedinačni stambeni objekti u okolini ušća Grčave u Borsku reku. Ovi objekti bi u slučaju rušenja brana pretrpeli značajnu štetu. Drugih većih infrastrukturnih objekata u okolini nema, kao ni objekata kritične infrastrukture poput bolnica, organa državne uprave, nacionalnih spomenika, obrazovnih ustanova i sl. Troškovi sanacije deponija i akumulacije, lokalnog puta koji služi za transport mehanizacije i tunela usled eventualnog oštećenja, kao i čišćenja okolnog terena, su neminovni i za obnovu bi trebalo nekoliko meseci. Rudnik bi obustavio rad na izvestan period dok se ne stvore uslovi za ponovno bezbedno odlaganje, što bi dovelo do dodatnih troškova.

Ovakvi troškovi bi se prema „Uputstvu o metodologiji za izradu procene ugroženosti od elementarnih nepogoda i drugih nesreća i planova zaštite i spasavanja u vanrednim situacijama“ mogli okarakterisati kao troškovi po privredu „...troškovi obnove zgrada, javnog prevoza i infrastrukture, materijalnih dobara, kulturne baštine, troškove ekološke obnove, troškove prekida privrednih delatnosti i sl.“ U tabeli 35 su date kategorije ovih posledica prema Uputstvu.

Tabela 35 Posledice po privredu

Kategorija	Veličina	Kriterijum
1	Minimalne	1-3% budžeta
2	Male	3-5% budžeta
3	Umerene	5-10% budžeta
4	Ozbiljne	10-15% budžeta
5	Katastrofalne	> 15% budžeta

Iako je teško utvrditi tačan novčani iznos ovih troškova, moglo bi se grubom procenom odrediti da bi šteta bila u opsegu od 3 - 5% budžeta Srbije<sup>11</sup>, što posledice po privredu svrstava u „male“, definisanih prema Uputstvu.

### *Procena ekoloških posledica*

Višedecenijsko rudarenje u borskom okrugu doprinelo je 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. Od većih vodotokova, u slučaju proboja brana, u najvećoj meri su ugrožena reka Grčava, Borska i Kriveljska reka.

U Kriveljsku reku se ulivaju rudničke vode iz rudnika Cerovo, Veliki Krivelj i delom iz Jame Bor, dok se deo rudničkih voda iz Jame Bor nakon delimičnog prečišćavanja odvodi u Borsku reku. Borska reka je tokom vremena postala jedna od najzagađenijih reka u Srbiji, a zemljište u njenom priobalju pripada kategoriji opasnog otpada. Shodno ovim činjenicama

<sup>11</sup> U 2020. godini izdaće se garancije Republike Srbije do iznosa od 105.120.922.800 dinara - Zakon o izmenama i dopunama Zakona o budžetu Republike Srbije za 2020. godinu ("Sl. glasnik RS", br. 135/2020).

ove reke se mogu smatrati „mrtvim“ rekama i već pričinjena šteta bi u slučaju proboja brana bila samo nešto uvećana. Reka Grčava je dobrog kvaliteta i u slučaju proboja brana njen kvalitet bio ugrožen. Kvalitet podzemnih voda je u direktnoj vezi sa kvalitetom površinskih voda. U zoni mogućeg uticaja na podzemne vode nisu evidentirana značajnija izvorišta podzemne vode koja se koriste za vodosnabdevanje.

Kvalitet zemljišta na ovom području je narušen od ranije, kao posledica rudarskih aktivnosti. Pored borskih rudnika kao glavnih zagađivača, i blizina prometnih saobraćajnica učinila je da zemljište bude degradirano. Potencijalno zagađenje vazduha usled izlivanja materijala u okolinu je očekivano nekoliko dana nakon udesa pod uticajem vetra i nije dugoročnog karaktera. Efekti ovoga zagađenja su ograničeni.

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 umanjnjem 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.

#### *Kategorija posledica*

Za potrebe procene kategorije posledica korišćen je Globalni industrijski standard za upravljanje jalovinom (GISTM), tabela 36. 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 deponija rudnika „Čukaru Peki“, opisi efekata istovremeno mogu obuhvati više kategorija posledica, kao presudni i najrigorozniji kriterijum kategorizacije je odabran broj potencijalno ugroženih ljudi i broj potencijalnih ljudskih žrtava koji je procenjen u prethodnim razmatranjima. Tako, u slučaju proloma brana posledice u proseku spadaju u „veliku“ kategoriju, tabela 36.



Tabela 36 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 <sup>12</sup>	1-10	neodređeno	Nema značajnih efekata po retke i ugrožene vrste. Potencijalno zagađenje životne sredine bez efekata po ljudsko zdravlje. Nizak potencijal izluživanja izlivene jalovine. Vraćanje u prvobitno stanje moguće – potrebno 1-5 god.	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.
Velike <sup>13</sup>	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	500-1000 ljudi snosi posledice nastale usled zastoja u privredi, javnim servisima ili prinudnog raseljavanja. Značajna šteta po istorijsko i kulturno nasleđe. Postoji izvesna	Velika šteta po infrastrukturne objekte, magistralne puteve, tržne centre.

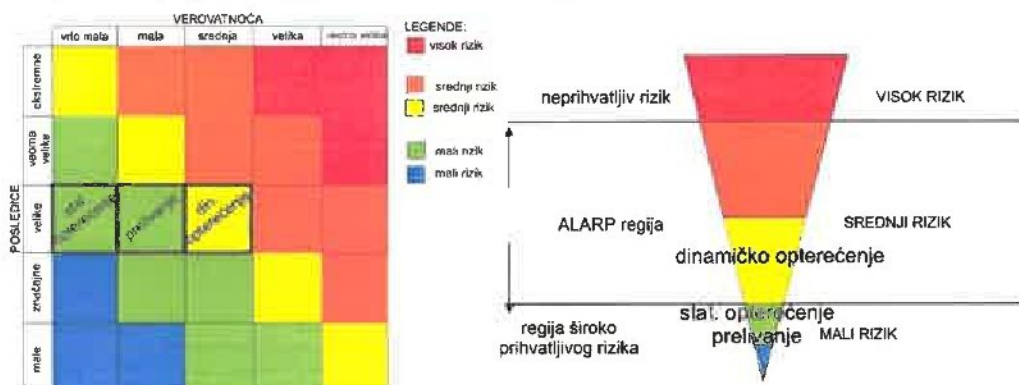
<sup>12</sup> Procenjena kategorija posledica u slučaju udesa na odlagalištima jamskog otpada.

<sup>13</sup> Procenjena kategorija posledica u slučaju rušenja brana na deponijama.

			jalovine. Površina ugrožene površine između 10-20 km <sup>2</sup> . Vraćanje u prvobitno stanje moguće ali teško – potrebno više od 5 god.	verovatnoća da dođe do kratkotrajnih efekata po ljudsko zdravlje.	
Veoma velike	100-1000	10-100	Velika šteta i raseljavanje retkih i ugroženih vrsta. Visok potencijal izluživanja izlivena jalovine. Površina ugrožene površine >20 km <sup>2</sup> . 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 izlivena jalovine. Površina ugrožene površine >20 km <sup>2</sup> . 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.

### Rangiranje rizika

Za potrebe ove 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“ za udes usled statičkog opterećenja, preko „male“ za udes usled priliva velike količine padavina, do „male do srednje“ za udes usled dinamičkog opterećenja, iz „velike“ težine posledica udesa proisteklo je više rangova rizika, u zavisnosti od scenarija udesa, slika 55. Prema datoj matrici rizika, rizik se kreće od „malog“ (rang 3, 6) do „srednjeg“ (rang 9). Ovako procenjen rizik pripada regiji uslovno tolerantnog rizika prema ALARP dijagramu.



Slika 55 Matrica rizika i ALARP dijagram za flotacijsko jalovište i odlagalište koncentrata pirita

### Predlog kategorije deponija rudarskog otpada (flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita) prema Uredbi

Na osnovu rezultata proisteklih iz prethodnih razmatranja, stvoreni su uslovi da se izvrši klasifikacija flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita prema posledicama udesa, a na osnovu Uredbe. Rezultati klasifikacije prikazani su na slici 56. Ustanovljeno je:

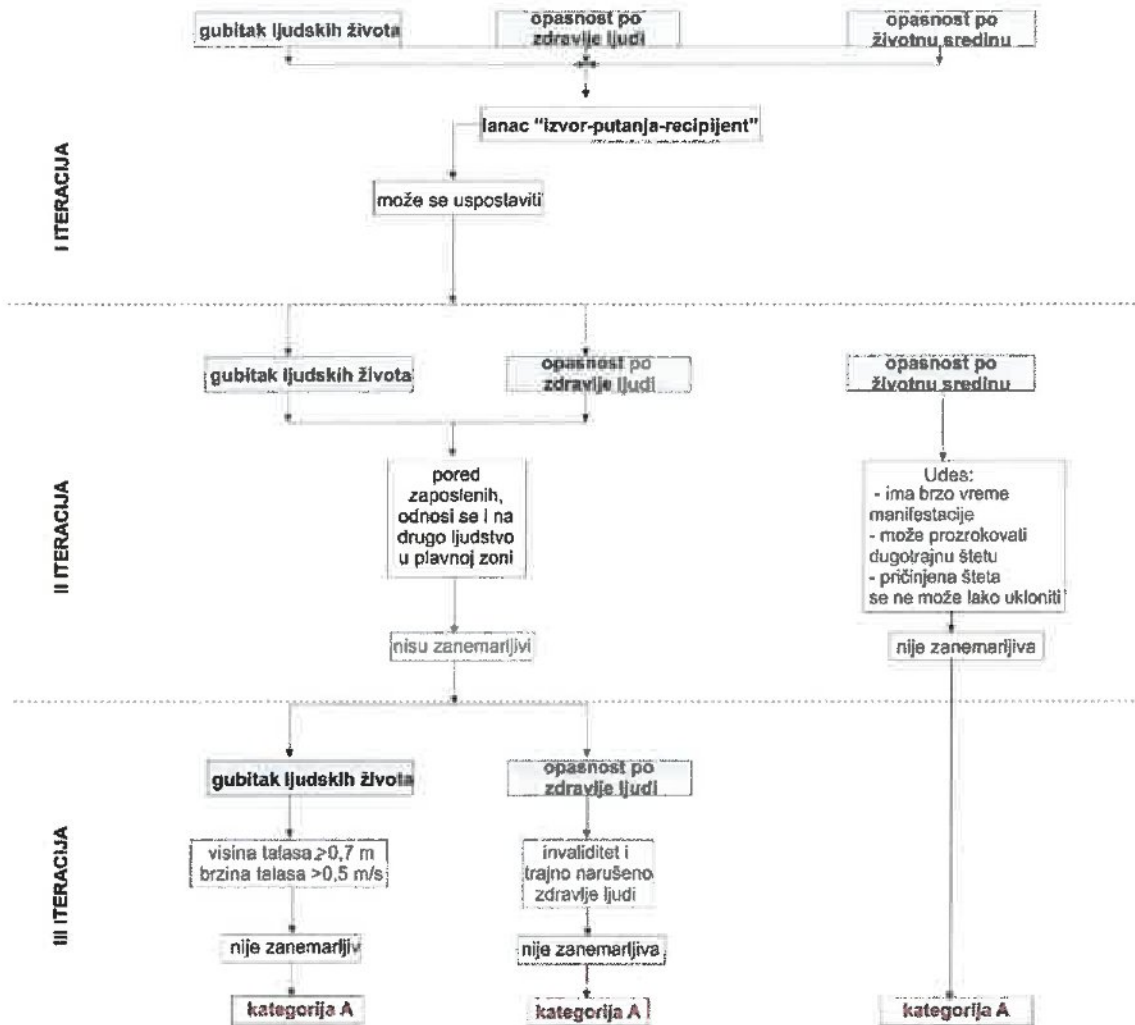
- Da se lanac "izvor-putanja-recipient" može uspostaviti, s obzirom da bi izliveni materijal iz deponija došao u kontakt sa okolinom;
- Da bi u slučaju plavljenja okoline bilo ugroženo okolno stanovništvo, pored ljudstva zaposlenog na jalovištu, te se efekti udesa po ovom kriterijumu ocenjuju kao nezanemarljivi, pa se u sledećoj 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 deponije spadaju u kategoriju A;

- Da šteta po životnu sredinu nije zanemarljiva, te se jalovište po ovom kriterijumu klasifikuje kao kategorija A.

Dakle, može se zaključiti da su flotacijsko jalovište i odlagalište koncentrata pirita u kategoriji A. Shodno ovako predloženim kategorijama flotacijskog jalovišta i odlagališta

koncentrata piritu, Interni plan zaštite od udesa je obavezan i nalazi se u Dodatku 3 ovog Plana. Eksterni plan zaštite od udesa će se izraditi tokom 2025. godine, u okviru izrade neophodne dokumentacije za SEVESO postrojenje nakon čega je planirano ažuriranje Plana upravljanja rudarskim otpadom.



Slika 56 Klasifikacija flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata piritu na osnovu posledica udesa

### 7.1.5. Procena rizika od udesa na odlagalištima jamskog otpada

#### Uvodna razmatranja i opis područja u okolini odlagališta

U okviru rudnika „Čukaru Peki“ postoji ukupno 7 odlagališta materijala koji su proizvod istražnih podzemnih rudarskih radova i jedna deponija rude, od koji su dva brdska odlagališta, a pet ravničarska odlagališta. U tabeli 37 date su osnovne karakteristike odlagališta. Odlagališta na kojima će se odlagati reaktivni materijal, biće hidroizolovana. Nagib kosina svih odlagališta je 32°.

Tabela 37 Osnovne karakteristike odlagališta

Odlagalište	Raspoloživa zapremina, m <sup>3</sup>	Maksimalna visina, m	Karakter otpada	Tip deponije	Prečnik zone uticaja, m
O 1	2.967.562	26	Nereaktivni	ravničarski	52
O 2	1.118.073	20	reaktivni	ravničarski	40
O 3	350.711	24	reaktivni	ravničarski	48
O 4	149.435	15	Nereaktivni	ravničarski	30
O 5	49.200	15	Nereaktivni	Brdski	30
O 6	239.604	29	Nereaktivni	brdski	58
O 7	447.110	26	Nereaktivni	ravničarski	52
DR	29.053	12	reaktivni	ravničarski	24

Okolina svih odlagališta jamskog otpada su u okviru eksploatacionog polja je nenaseljena, gde je zemljište već žrtvovano tokom višedecenijskog rudarenja u ovom regionu i obuhvata kisela zemljišta, siromašna pristupačnim fosforom, ispod mogućnosti korišćenja za ratarsku proizvodnju. U neposrednoj okolini odlagališta nalazi se nekoliko potoka i reka od kojih su najznačajnije Brestovačka reka, Grčava i Suva reka, kao i potoci Kržanov potok, Ogašu Luvasekan i Ogašu Bugarin – pritoke Brestovačke reke.

#### Scenario udesa i procena verovatnoće

Gledano sa aspekta potencijalnog udesa koji se može desiti na ovim odlagalištima za potrebe procene rizika treba razmotriti udes po scenariju klizanja odloženog materijala – nestabilnosti kosina. U tom smislu treba sagledati rezultate analize stabilnosti odlagališta koje su rađene pomoću računarskog programa Slide po metodama Bishopa i Janbua, tabela 38.

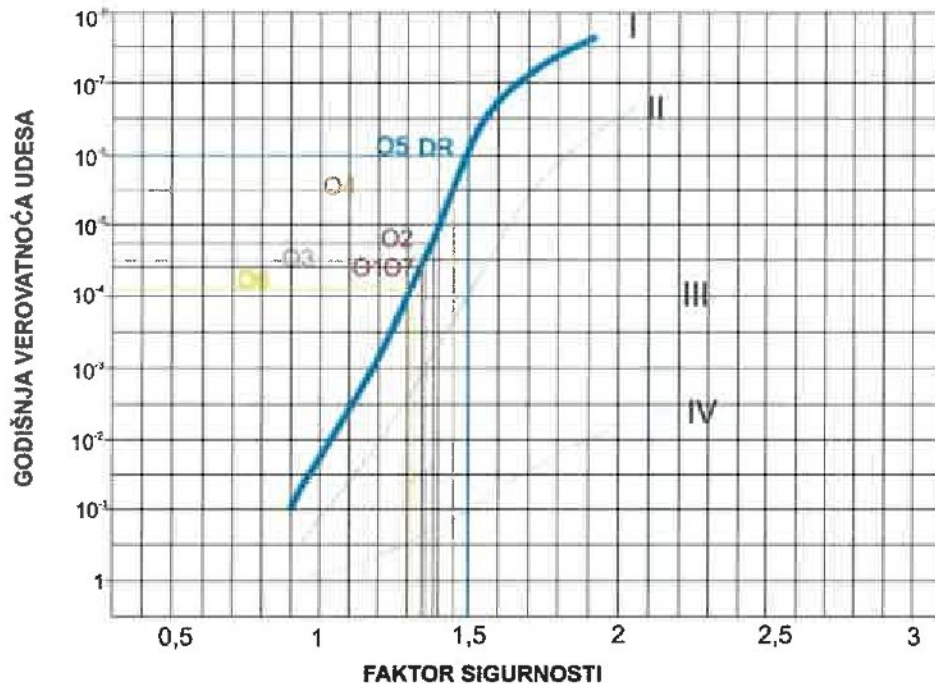
Tabela 38 Rezultati analize stabilnosti procene verovatnoće usled nestabilnosti kosina

Odlagalište	Faktor stabilnosti prema Bishop metodi	Faktor stabilnosti prema Janbu metodi	Procenjena godišnja verovatnoća	Tumačenje verovatnoće
O 1	1,323	1,330	6x10 <sup>-5</sup>	mala do srednja
O 2	1,383	1,389	2x10 <sup>-5</sup>	mala
O 3	1,350	1,353	5x10 <sup>-5</sup>	mala do srednja
O 4	1,426	1,428	5x10 <sup>-6</sup>	mala do srednja
O 5	1,502	1,516	1x10 <sup>-6</sup>	veoma mala
O 6	1,309	1,318	9x10 <sup>-5</sup>	mala do srednja
O 7	1,324	1,332	6x10 <sup>-5</sup>	mala do srednja
DR	1,500	1,496	1x10 <sup>-6</sup>	veoma mala

Prema važećem *Pravilniku o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina* („Sl. Glasnik RS“, br. 36/09), minimalni faktor sigurnosti za završne kosine odlagališta iznosi 1,30. Pregledom rezultata analize stabilnosti kosina, može da se zaključi da su sva odlagališta stabilna.

Ako se uzme da su odlagališta „građevine koje su projektovane, izgrađene i kojim se upravlja na najboljem mogućem nivou“ mogu se svrstati u kategoriju I za potrebe procene

godišnje verovatnoće udesa usled nestabilnosti kosina, slika 57. Tumačenje ovako procenjenih verovatnoća, na osnovu dobijenih faktora stabilnosti prema metodi Bishopa, dato je u tabeli 38 i one se kreću od „veoma male“ za odlagališta O5 i deponiju rude, preko „male“ za odlagalište O2, do „male do srednje“ za odlagališta O3, O4, O6 i O7.



Slika 57 Godišnja verovatnoća udesa usled nestabilnosti kosina odlagališta slabomineralizovanog otpada

#### Procena kategorije posledica

Što se posledica tiče, one se mogu razmatrati od slučaja do slučaja u zavisnosti od tzv. „zone uticaja“ koja se kod odlagališta krupnozrnog rudarskog otpada računa kao „dupla maksimalna visina odlagališta“<sup>14</sup>. Shodno malim projektovanim visinama prečnici zona ne bi bili veliki (maksimalni bi bio kod odlagališta O7 – 58 m), tako da se može zaključiti da zone potencijalnog uticaja svih odlagališta ne obuhvata druge objekte do onih koji su u vlasništvu Rudnika. Zone uticaja ne obuhvataju naselja i jedino ugroženo ljudstvo su zaposleni na održavanju odlagališta, kojih po jednom odlagalištu ima manje od 10. Dubina izvođenja podzemnih radova u odnosu na odlagališta na površini terena se nalaze na dubinama većim od 200 m. Na osnovu ovako procenjenih efekata udesa, a prema kriterijumima predloženim prema tzv. SANS kodu prakse<sup>15</sup>, odlagališta se mogu kategorisati u grupu „male opasnosti“, tabela 39.

<sup>14</sup> WASTE ROCK DUMP DESIGN FOR WEST WITS MINING, 2020, SLR Consulting Ltd, [https://cdn.slrconsulting.com/uploads/2021-05/C1%20720.13087.00003\\_WestWits%20WRD\\_Final\\_15102020\\_rev1-min.pdf](https://cdn.slrconsulting.com/uploads/2021-05/C1%20720.13087.00003_WestWits%20WRD_Final_15102020_rev1-min.pdf)

<sup>15</sup> SANS 10286:1988 Code of Practice on mine residue deposits, [http://www.shangoni.co.za/wp-content/uploads/Annexure-H1\\_COP-MRD-Waterval-East.pdf](http://www.shangoni.co.za/wp-content/uploads/Annexure-H1_COP-MRD-Waterval-East.pdf)

Tabela 39 Klasifikacija odlagališta prema opasnosti

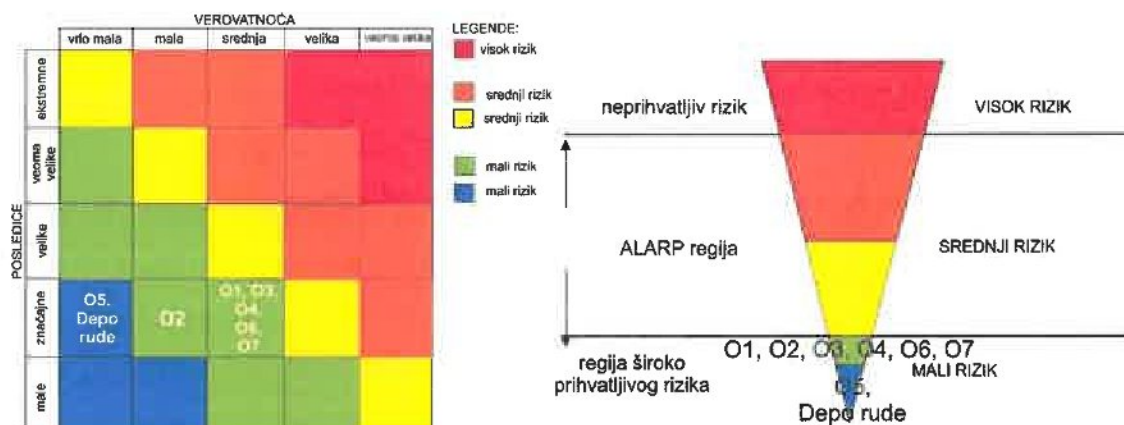
Broj ugroženih žitelja	Broj zaposlenih	Šteta po imovinu, €	Dubina podzemnih radova, m	Kategorija opasnosti
0	<10	0-2 miliona	>200 m	Mala
1-10	11-100	2-20 miliona	50-200 m	Srednja
>10	>100	>20 miliona	<50 m	velika

Što se ekoloških posledica tiče, jedinu štetu bi u izvesnoj meri pretrpele površinske vode, gde bi potencijalno moglo doći do taloženja odronjene mase otpada u potocima Ogašu Bugarin u slučaju udesa na odlagalištu O5, Ogašu Luvaselan u slučaju udesa na odlagalištu O7, Kržanov potok u slučaju udesa na DR, Suvoj reci u slučaju udesa na odlagalištima O3 i O1 i reci Grčava u slučaju udesa na odlagalištu O2. Ekološke posledice bi bile lokalne, kratkoročne i mogle bi se lako sanirati. Ekonomsku štetu bi isključivo pretrpeo sam Rudnik, gde bi u slučaju udesa na nekom od odlagališta došlo do privremenog zastoja u radu i pri čemu bi se izdvojila izvesna sredstva za sanaciju odlagališta i čišćenje terena.

Nešto značajnije posledice bi se mogle očekivati prilikom udesa na odlagalištima O1 i O2, s obzirom na veće projektovane zapremine i njihov specifični položaj, po kom su one pozicionirane odmah do deponije koncentrata pirita. Kao takve, klizanje materijala može prouzrokovati i potencijalno oštećenje ovih deponija, međutim, bez bojazni da bi to iniciralo pokretanje poplavnog talasa sa deponije koncentrata pirita. Kao takva, materijalna šteta, iako većih razmera nego u slučaju udesa na drugim odlagalištima, se i dalje svrstava u lokalnu, koju trpi samo Rudnik. Krajnja kategorija posledica za potrebe procene rizika se prema GISTM-u u slučaju udesa na svim odlagalištima slabomineralizovanog otpada se može oceniti kao „značajna-umerena“, tabela 36.

#### Rangiranje rizika

Na osnovu procenjenih verovatnoća udesa i značajnih posledica, krajnji nivo rizika se može oceniti kao „mali“ u slučaju svih odlagališta, koji pripada regiji široko prihvatljivog rizika prema ALARP dijagramu, slika 58.



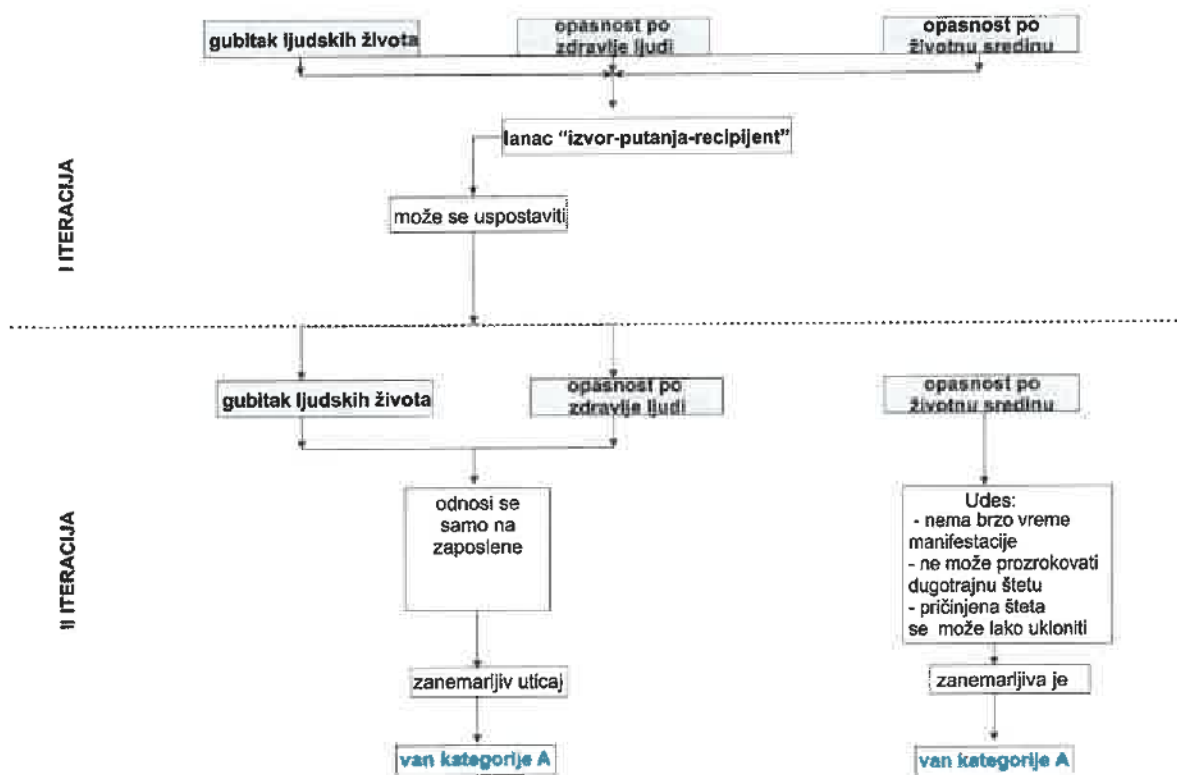
Slika 58 Matrica rizika i ALARP dijagram za odlagališta jamskog otpada

*Predlog kategorije odlagališta jamskog otpada prema Uredbi*

Na osnovu rezultata proisteklih iz prethodnih razmatranja, stvoreni su uslovi da se izvrši klasifikacija odlagališta jamskom otpada prema posledicama udesa, a na osnovu Uredbe. Može se konstatovati, slika 59:

- Da se lanac “izvor-putanja-recipient” 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.

Dakle, može se zaključiti da su odlagališta jamskog otpada **van kategorije A**. U Internom planu zaštite od udesa, koji se nalazi se u Dodatku 3 ovog Plana, identifikovane su sve opasnosti u slučaju nesreće na ovim odlagalištima.



Slika 59 Klasifikacija odlagališta jamskog otpada prema rizičnosti



## 7.2. Klasifikacija deponija 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 suhu 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 60.



Slika 60 Klasifikacija deponija rudarskog otpada prema karakteru otpada

U okviru ovog Plana izvršena je karakterizacija svih rudarskih otpada koji se generišu u Rudniku „Čukaru Peki“, i to:

1. Flotacijske jalovine,
2. Otpada iz sistema otprašivanja u procesu drobljenja i transporta,
3. Otpada iz hidrociklona,

4. Otpada iz mlina,
5. Koncentrata pirita,
6. Jamskog nemineralizovanog otpada, i
7. Jamskog slabomineralizovanog 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 neutralizacionog potencijala otpada, i
- Definisane rudarskog otpada prema listama otpada.

#### 7.2.1. Metodologija klasifikacije prema karakteru otpada

##### 7.2.1.1. *Određivanje indeksnog broja prema Katalogu otpada*

Katalog otpada je zbirna lista neopasnog i opasnog otpada prema kojoj se vrši razvrstavanje otpada u dvadeset grupa u zavisnosti od mesta nastanka i porekla. Svaki otpad koji se pojavi katalogiziran je i moguće ga je predstaviti sa šifrom sačinjenom od 6 cifara, po dve cifre za grupu, podgrupu i indeks (kod). Prve dve cifre označavaju aktivnost iz koje nastaje otpad, treća i četvrta cifra označavaju proces u kojem otpad nastaje, a peta i šesta cifra označavaju deo procesa iz kojeg otpad nastaje.

Kako bi se odmah u katalogu videlo koji otpad je potencijalno opasan upotrebljena je i zvezdica („asteriks“ - \*). Prema "Uputstvu za određivanje indeksnog broja" postoje tri grupe indeksnih brojeva:

- "Indeksni broj opasnog otpada" označen je zvezdicom i **crvenom bojom**, odnosi se na otpade koji se smatraju opasnim bez obzira na njihov sastav ili koncentraciju bilo koje opasne materije; ovo odgovara otpadu iz engleskog kataloga označenom sa "A",
- "Uslovni indeksni broj otpada" označen je zvezdicom i **plavom bojom**, može upućivati na opasne materije u celini ili konkretno na neku određenu opasnu materiju, kod ovih otpada pre odlučivanja da li se radi o opasnom ili neopasnom potrebno je utvrditi koncentraciju opasne materije; ovo odgovara otpadu iz engleskog kataloga označenom sa "M",
- "Indeksni broj neopasnog otpada" nema u oznaci zvezdicu, a naziv otpada je odštampan **crnom bojom**.

Pri određivanju indeksnog broja u ovom Planu upravljanja rudarskim otpadom korišćena je grupa **01 otpadi koji nastaju u istraživanjima, iskopavanjima iz rudnika ili kamenoloma, i fizičkom i hemijskom tretmanu minerala**, **podgrupe 01 01 otpadi od iskopavanja minerala i 01 04 otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu metalurgiju**.

Indeksni broj	Opis otpada	Usvojeni indeksni broj
	PREMA PRAVILNIKU	OVDE PRIMENJENO
<b>01</b>	<b>Otpadi koji nastaju u istraživanjima, iskopavanjima iz rudnika ili kamenoloma, i fizičkom i hemijskom tretmanu minerala</b>	<b>Da, za sve otpade</b>
<b>01 01</b>	<b>otpadi od iskopavanja minerala</b>	<b>Da, za sve jamske otpade</b>
<b>01 01 02</b>	<b>otpadi od iskopavanja minerala za obojenu metalurgiju</b>	<b>Da, za sve jamske otpade</b>
<b>01 04</b>	<b>otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu metalurgiju</b>	<b>Da, za sve otpade iz procesa koncentracije</b>
01 04 07*	otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu metalurgiju koji sadrže opasne supstance	Da, za otpad iz otprašivača, hidrociklona i otpad iz mlina
01 04 08	otpadni šljunak i drobljeni kamen drugačiji od onih navedenih u 01 04 07	Nije primereno
01 04 09	otpadni pesak i gline	Nije primereno
<b>01 04 10</b>	<b>prašnjavi praškasti otpadi drugačiji od onih navedenih u 01 04 07</b>	Ne
01 04 11	otpadi od prerade potaše i kamene soli drugačiji od onih navedenih u 01 04 07	Nije primereno
01 04 12	ostaci i drugi otpadi od pranja i čišćenja minerala drugačiji od onih navedenih u 01 04 07 i 01 04 11	Nije primereno
01 04 13	otpadi od sečenja i obrade kamena drugačiji od onih navedenih u 01 04 07	Nije primereno
<b>01 04 99</b>	<b>otpadi koji nisu drugačije specificirani</b>	<b>Da, za flotacijsku jalovinu</b>

Kod određivanja indeksnog broja za „koncentrat pirita“ korišćena je podgrupa **01 03 otpadi od fizičke i hemijske obrade minerala za crnu metalurgiju**.

Indeksni broj	Opis otpada	Usvojeni indeksni broj
	PREMA PRAVILNIKU	OVDE PRIMENJENO
<b>01 03</b>	<b>otpadi od fizičke i hemijske obrade minerala za crnu metalurgiju</b>	<b>Da, za „koncentrat pirita“</b>
<b>01 03 04*</b>	<b>jalovine iz prerade sulfidne rude koje stvaraju kiselinu</b>	<b>Da, za „koncentrat pirita“</b>
01 03 05*	druge jalovine koje sadrže opasne supstance	Nije primereno
01 03 06	jalovine drugačije od onih navedenih u 01 03 04 i 01 03 05	Nije primereno
01 03 07*	ostali otpadi iz fizičkog i hemijskog tretmana minerala za crnu metalurgiju koji sadrže opasne supstance	Nije primereno
01 03 08	prašnjavi i praškasti otpadi drugačiji od onih navedenih u 01 03 07	Nije primereno
01 03 09	crveni mulj iz proizvodnje aluminijuma drugačiji od onog navedenog u 01 03 07	Nije primereno
01 03 99	otpadi koji nisu drugačije specificirani	Nije primereno

### 7.2.1.2. Klasifikacija otpada

Da bi se otpad klasifikovao na opasni, neopasni ili inertni potrebno je izvršiti njegovu karakterizaciju definisanjem više fizičkih i hemijskih parametara. U rudarstvu se otpad uobičajeno naziva jalovinom, mada ima i drugih izraza koji pobliže definišu mesto izdvajanja otpada (otkrivka, prašina, mulj i tsl.).

Fizički parametri treba, u prvom redu, da ukažu na krupnoću otpada jer krupnoća uslovljava većinu fizičko-mehaničkih svojstava otpada. Pored krupnoće utvrđuju se i gustina, elementi unutrašnjeg otpora, zapreminska gustina i drugi parametri.

Opšte je mišljenje da je za karakterizaciju otpada najvažnije poznavati hemijska svojstva otpada. Pored klasične silikatne analize hemijsko poznavanje jalovine podrazumeva i učešće mikroelemenata, učešće toksičnih i opasnih elemenata u građi, rastvorljivost otpada pod dejstvom vode i kiseonika (testovi izluživanja) te prirodni kiselinski i neutralizacioni potencijal jalovine.

**Silikatna analiza** ukazuje na građu jalovine i iz nje sa najlakše sagledavaju uslovi deponovanja i mogući problemi u fazi deponovanja. Ova analiza nije neophodna za klasifikaciju otpada.

**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. Učešće ovih elemenata je uglavnom grupisano i limitirano sa ukupnim sadržajem grupe elemenata. Ukoliko je učešće bilo koje grupe elemenata iznad limitiranih vrednosti otpad se svrstava u opasne, a ukoliko je niže u grupu neopasnih. Definisane otpada kao inertnog ima drugačije i specifične zakonske uslove. Rudarski otpadi se, po pravilu, klasiraju kao opasni ili neopasni.

Prema odredbama Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (*"Sl. glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019 i 39/2021*) opasan je otpad koji sadrži:

- jedna ili više supstanci klasifikovanih kao veoma toksične pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 0,1\%$ ;
- jedna ili više supstanci klasifikovanih kao toksične pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 3\%$ ;
- jedna ili više supstanci klasifikovanih kao štetne pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 25\%$ ;

Druga grupa hemijskih ispitivanja vezana je za utvrđivanje rastvorljivosti (**izluživosti**) sadržanih minerala. Tokom vremena na deponovani materijal deluju različiti medijumi koji uslovljavaju rastvaranje pojedinih minerala prisutnih u jalovini. Proces rastvaranja u srpskoj rudarskoj nomenklaturi naziva se „luženje“ ili „izluživanje“. Proizvod spontanog (prirodnog) luženja, 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 izluživanja koji, praktično, 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 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. Zbog složenih procesa zakiseljavanja i neutralizacije testovi se smatraju indikativnim.

Testovi izluživanja koriste se da bi se odredila koncentracija kontaminanata koji su prisutni u otpadu i njihova verovatna mobilnost. U zavisnosti od toga da li je postignuta ravnoteža ili stacionarno stanje, testovi se dele u dve kategorije: testovi ekstrakcije (testovi ravnoteže) i dinamički testovi.

Testovima ekstrakcije (ili testovima uspostavljanja ravnoteže) se simuliraju stacionarni uslovi. Ovi testovi zahtevaju usitnjavanje materijala koji se proučava, da bi se smanjilo vreme potrebno za postizanje stacionarnog stanja i minimizirao kinetički transport. Mućkanjem se dodatno ubrzava vreme i brzina reakcije i potpomaže kontakt čvrste i tečne faze. U zavisnosti od broja uzoraka i broja sredstava koji se koristi za ekstrakciju (jedan uzorak jedno sredstvo za ekstrakciju, jedan uzorak više rastvora za ekstrakciju...), ima više testova.

Dinamički testovi uključuju kontinuirani protok ili povremenu zamenu rastvora za izluživanje da bi se sačuvala visoka razlika u koncentraciji između tečne i čvrste faze. Iako su ovi testovi kompleksniji, skuplji i zahtevaju više vremena od testova ekstrakcije, oni obezbeđuju podatke vezane za kinetiku mobilizacije kontaminanata i kompleksne mehanizme vezane za izluživanje.

U Srbiji se ispitivanja izluživanja rade saglasno srpskom standardu SRPS.EN 12457-2:2008, koji je razvijen na bazi evropskih normi, i na bazi procedure za TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*) američke agencije EPA (odobren u Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Sl. glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019 i 39/2021).

U Evropi je razrađeno više testova za ispitivanje izluživanja i to za više slučajeva:

- EN 12457-1: tečno/čvrsto = 2 (voda, 1 mešanje 24 h), krupnoća zrna <4 mm
- EN 12457-2: tečno/čvrsto = 10 (voda, 1 mešanje 24 h), krupnoća zrna <4 mm
- EN 12457-3: tečno/čvrsto = 2 i 8 (voda, 2 mešanja 6 i 18 h), krupnoća <4 mm
- EN 12457-4: tečno/čvrsto = 10 (voda, 1 mešanje 24 h), krupnoća <10 mm

Ovi testovi su prihvaćeni i u Srbiji [Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada]. Definisane su vrednosti koje se koriste za karakterizaciju otpada.

Test TCLP, SW-846 Method 1311, razradila je američka EPA, a naša država prihvatila [<https://www.epa.gov/hw-sw846>, Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada]. Ovaj test spada u grupu testova ekstrakcije kod kojih se za ekstrakciju koristi jedan uzorak i jedno ekstrakciono sredstvo. Za izluživanje se koristi jedan od dva rastvora u zavisnosti od pH vrednosti materijala. Kada je pH vrednost materijala ispod 5 koristi se „rastvor 1“ koji ima pH vrednost  $4,93 \pm 0,05$ , a kada je iznad 5 koristi se „rastvor 2“ koji ima pH vrednost 2,88. Kao rastvor se koristi glacialna sirćetna kiselina određene koncentracije. Po proceduri

odnos između rastvora i materijala čija izluživost se meri je 20:1, a uzorci se kontinuirano mešaju u magnetskoj mešalici 18 časova. Rastvor se odvaja filtriranjem pomoću vakuuma kroz filter od staklenih vlakana sa veličinom pora od 0,5  $\mu\text{m}$ . Dobijeni rezultati se porede sa propisanim graničnim vrednostima. Kod testova izluživanja birana je metodologija koja daje nepovoljnije rezultate (npr. kod otpada iz mlina koncentracija bakra je van limita prema TCLP proceduri, a u granicama po SRPS proceduri!).

Treća vrsta hemijskih ispitivanja ponašanja jalovine u okruženju vezana je za 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). 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 se stvore 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.

Pored hemijskih svojstava karakterizacija najčešće uključuje i 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).

Dakle, sva obavljena ispitivanja treba da zaokruže sliku sastava jalovine i ponašanje prisutnih materija u različitim (realnim) uslovima i sredinama. Ni jedna od analiza nema poseban (zakonima definisani) prioritet, niti je eliminatorna, pa se pri klasifikaciji, otpada u obzir uzimaju sve analize. Najverodostojnija je hemijska analiza učešća veoma toksičnih, toksičnih i opasnih materija, dok su analize izluživosti i potencijala indikativni zbog veoma složenih geohemijskih procesa koji se dešavaju unutar jalovine u prirodnim uslovima. Za klasifikaciju je jednostavna situacija kada je učešće toksičnih i opasnih materija visoko, izluživost prisutna, a potencijal neutralizacije nizak jer to sve navodi da se radi o opasnom otpadu. Slična situacija je kada je stanje suprotno jer se lako uočavaju svojstva neopasnog otpada. Međutim, u prirodi je situacija gotovo uvek mešovita što u klasifikaciju unosi i značajnu dozu subjektivnosti stručnjaka koji to radi.

Za tumačenje rezultata svih navedenih analiza, potrebnih za utvrđivanje karaktera otpada, neophodno je sagledati sve dobijene rezultate, pa tek onda doneti odluku o karakteru otpada. Akreditovana laboratorija vrši analize, a tumačenja rezultata vrši ovlašćena ustanova na osnovu relevantne zakonske regulative.

U ovom Planu upravljanja rudarskim otpadom principi korišćeni pri klasifikaciji otpada na opasni ili neopasni otpad su prikazani u tabeli 40.

Tabela 40 Principi klasifikacije rudarskog otpada

Karakter otpada	Učešće toksičnih i opasnih materija	Testovi izluživanja	Testovi kiselinskog i neutralizacionog potencijal
Opasan	Pozitivno	Pozitivno	Pozitivno
	Pozitivno	Pozitivno	Negativno
	Pozitivno	Negativno	Negativno
	Negativno	Pozitivno	Pozitivno
Neopasan	Negativno	Negativno	Pozitivno
	Negativno	Pozitivno	Negativno
	Negativno	Negativno	Negativno

### 7.2.1.3. Definisane rudarskog otpada prema listama otpada

Prema odredbama Pravilnika o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Sl. glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019 i 39/2021) opasan otpad se određuje prema karakteristikama otpada koje ga čine opasnim (H lista) i komponentama otpada zbog kojih se otpad smatra opasnim (C lista).

Otpad karakterisan kao opasan pokazuje jednu ili više karakteristika sa Liste opasnih karakteristika otpada (H lista) i u odnosu na H3-H8, H10 i H11 jednu ili više od sledećih karakteristika, i to:

- 1) tačka paljenja  $\leq$  (manje ili jednako) 55°C;
- 2) jedna ili više supstanci klasifikovanih kao veoma toksične pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 0,1\%$ ;
- 3) jedna ili više supstanci klasifikovanih kao toksične pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 3\%$ ;
- 4) jedna ili više supstanci klasifikovanih kao štetne pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 25\%$ ;
- 5) jedna ili više korozivnih supstanci klasifikovanih kao R35 (izaziva ozbiljne opekotine) pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 1\%$ ;
- 6) jedna ili više korozivnih supstanci klasifikovanih kao R34 (izaziva opekotine) pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 5\%$ ;
- 7) jedna ili više iritantnih supstanci klasifikovanih kao R41 (rizik od ozbiljnog oštećenja očiju) pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 10\%$ ;
- 8) jedna ili više iritantnih supstanci klasifikovanih kao R36, R37, R38 (nadražuje oči, respiratorni sistem i kožu) pri ukupnoj koncentraciji  $\geq 20\%$ ;
- 9) jedna supstanca za koju se zna da je karcinogena kategorija 1 ili 2 pri koncentraciji  $\geq 0,1\%$ ;
- 10) jedna supstanca za koju se zna da je karcinogena kategorija 3 pri koncentraciji  $\geq 1\%$ ;
- 11) jedna supstanca toksična za reprodukciju kategorije 1 ili 2 klasifikovane kao R60, R61 (može smanjiti plodnost, može prouzrokovati oštećenje fetusa) pri koncentraciji  $\geq 5\%$ ;
- 12) jedna supstanca toksična za reprodukciju kategorije 3 klasifikovane kao R62, R63 (rizik od smanjenja plodnosti, mogući rizik od oštećenja fetusa) pri koncentraciji  $\geq 5\%$ ;
- 13) jedna mutagena supstanca kategorije 1 ili 2 klasifikovane kao R46 (može prouzrokovati nasledno genetsko oštećenje) pri koncentraciji  $\geq 0,1\%$ ;

14) jedna mutagena supstanca kategorije 3 klasifikovane kao R40 (ograničeno prisustvo karcinogenog efekta) pri koncentraciji  $\geq 1\%$ .

Klasifikacija supstanci (oznaka R) koja se spominje u članovima 5 do 14 odnosi se na odredbe Pravilnika o klasifikaciji, pakovanju, obeležavanju i oglašavanju hemikalije i određenog proizvoda (Sl. Glasnik RS br. 59/2010, 25/2011 i 5/2012).

Vodeći se ovim zahtevom kod karakterizacije ovih otpada urađeno je sledeće u odnosu na H3-H8, H10 i H11:

	Flotacijska jalovina	Otpad iz sistema otpraživanja	Otpad iz hidrociklona	Otpad iz mlina	„Kone n-trat pirit“	Jamski neminerilizovani otpad,		Jamski otpad sa slabom mineralizacijom	
						gornja zona	donja zona	gornja zona	donja zona
1) tačka paljenja $\leq 55^{\circ}\text{C}$ ;		Nije ispitivana, ali iskustveno se zna da se radi o anorganskim otpadima koji su negorivi							
2) jedna ili više supstanci klasifikovanih kao veoma toksične	<0,0000 1	<0,0000 1	<0,0000 1	<0,0000 1	<0,0000 1	<0,0000 1	<0,0000 1	<0,0000 1	<0,0000 9
3) jedna ili više supstanci klasifikovanih kao toksične	0,00767	0,44020	0,29870	0,28907	0,01443	0,00579	<0.0009 0	0,00633	<0.0135 9
4) jedna ili više supstanci klasifikovanih kao štetne	0,14211	5,10806	11,3214 5	6,05372	0,51049	0,14077	<0.0372 0	0,16287	0.35627
5) jedna ili više korozivnih supstanci klasifikovanih kao R35 (izaziva ozbiljne opekotine)		Nije posebno ispitivano. pH vrednost svih otpada je na granici neutralnosti ili bazna. Testovi izluživanja svih otpada pokazuju da nema izdvajanja kisele drenažne vode.							
	9,02	8,18	8,13	6,56	9,02	7,79	9,45	6,37	6,38
6) jedna ili više korozivnih supstanci klasifikovanih kao R34 (opekotine)		Nije posebno ispitivano. Nije primereño.							



<p>7) jedna ili više iritantnih supstanci klasifikovanih kao R41 (rizik od ozbiljnog oštećenja očiju)</p>		<p>Nije posebno ispitivano. Nije primereno.</p>	
<p>8) jedna ili više iritantnih supstanci klasifikovanih kao R36, R37, R38 (nadražuje oči, respiratorni sistem i kožu)</p>		<p>Nije posebno ispitivano. Nije primereno.</p>	
<p>9) jedna supstanca za koju se zna da je karcinogena kategorija 1 ili 2</p>		<p>Nije posebno ispitivano. Nije primereno.</p>	
<p>10) jedna supstanca za koju se zna da je karcinogena kategorija 3</p>		<p>Nije posebno ispitivano. Nije primereno.</p>	
<p>11) jedna supstanca toksična za reprodukciju kategorije 1 ili 2 klasifikovane kao R60, R61 (može smanjiti plodnost, može prouzrokovati oštećenje fetusa)</p>		<p>Nije posebno ispitivano. Nije primereno.</p>	
<p>12) jedna supstanca toksična za</p>		<p>Nije posebno ispitivano. Nije primereno.</p>	

reprodukciju kategorije 3 klasifikovane kao R62, R63 (rizik od smanjenja plodnosti, mogući rizik od oštećenja fetusa)			
13) jedna mutagena supstanca kategorije 1 ili 2 klasifikovane kao R46 (nasledno genetsko oštećenje)		Nije posebno ispitivano. Nije primereno.	
14) jedna mutagena supstanca kategorije 3 klasifikovane kao R40 (ograničeno prisustvo karcinogenog efekta)		Nije posebno ispitivano. Nije primereno.	

Dakle, nijedan od analiziranih otpada nema karakteristike opasnih otpada po gore analiziranim H-parametrima. Karakteristike opasnog otpada navedene u H1 (eksplozivnost), H2 (oksidacija), H9 (infektivnost), H12 (toksični gasovi), H13 (preosetljivost) i H14 (ekotoksičnost) nisu primenjivi na ovim otpadima. Osobine navedene pod H15 odnose se na ponašanje otpada kada se odlože na deponiju. Tu su zadani parametri koji se prate i njihove koncentracije:

Red Broj	Parametar	Koncentracija u proc. tečnosti mg/kg dm	Flotacijska jaločina	Otpad otpašivanja	Otpad iz hidrociklona	Otpad iz mlina	„Konzentracija pirita“	Jamski nemineralizovani otpad,		Jamski otpad sa slabom mineralizacijom		Ukupna sadržaj mg/l
								gornja zona	donja zona	gornja zona	donja zona	
1	pH vrednost	6-13	9,02	8,18	8,13	6,56	9,02	7,79	9,30 - 9,45	6,37	6,88 - 9,08	2-11,5
2	Ostatak isparavanja na 105°C	100.000										30.000
3	Sb	50	0,12	0,07	0,11	<0,0	<0,06	<0,06	<0,0	<0,0	<0,0	5

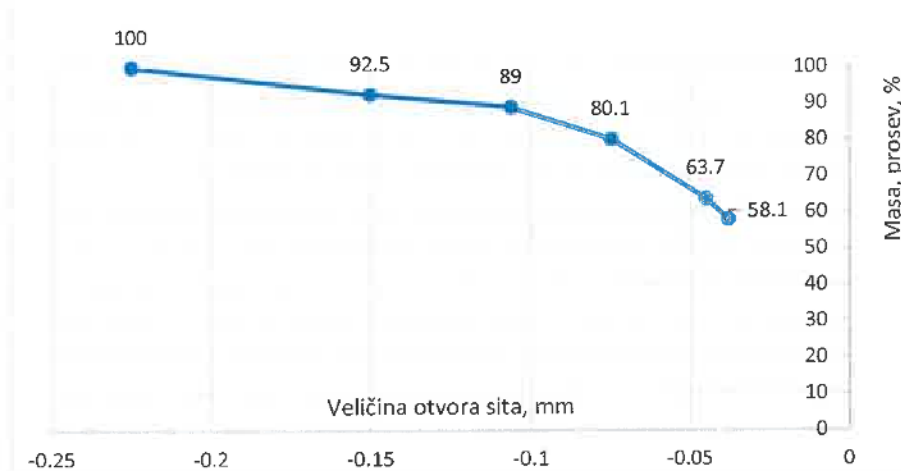
						6			6	6	6	
4	As	50	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,29	0,22 - 0,25	5
5	Cu	100	3,1	288	0,16	0,39	<0,05	<0,05	0,16 - 0,75	<0,05	0,10 - 0,66	10
6	Ba	500	0,59	0,52	0,33	0,11	0,28	<0,09	<0,09	0,34	0,15	50
7	Be	5										0,5
8	B	1.000										100
9	V	200										20
10	Hg	0,5										0,05
11	Cd	5	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,05 - 0,15	<0,04	0,04 - 0,05	0,5
12	Sn	1000										100
13	Co	100										10
14	Ni	500	<0,07	0,22	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	50
15	Pb	100	<0,20	0,33	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	10
16	Se i Te, ukup.	50	Se - <0,04	Se - 0,05	Se - <0,04	Se - <0,04	Se - 0,06	Se - 0,15	Se - 0,04 - 0,09	Se - <0,04	Se - <0,04	5
17	Ag	50										5
18	Th	20										2
19	Cr ukupni	300	<0,05	0,16	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	30
20	Hrom (VI) Cr	20										2
21	Zn	1.000	<0,04	13	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,06	100
22	(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	10.000										1.000
23	(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	1.000										100
24	S <sup>2-</sup>	200										20
25	(F <sup>-</sup> )	500	1,0	4,1	1,4	7,5	1,3	3,0	6,9	4,0	0,8-3,3	50
26	Cijanidi ukupni	200										20
27	Cijanidi lako otpuštajući	20										2
28	AOX koa Cl	100										10
29	Indeks fenola	1.000										100
30	PAH	0,5										0,5
31	Ukupni ugljovodoni	1000										100

Dakle, samo otpad iz otpašivača, ima karakteristike opasnog otpada dok su kod svih drugih otpada analizirani parametri ispod Pravilnikom zadanih graničnih vrednosti. Ostale liste (Q, Y, D, R) bliže određuju otpad, ali nisu presudne za klasifikaciju na opasni ili neopasni otpad.

## 7.2.2. Karakterizacija flotacijske jalovine i ukupne količine koje će se generisati

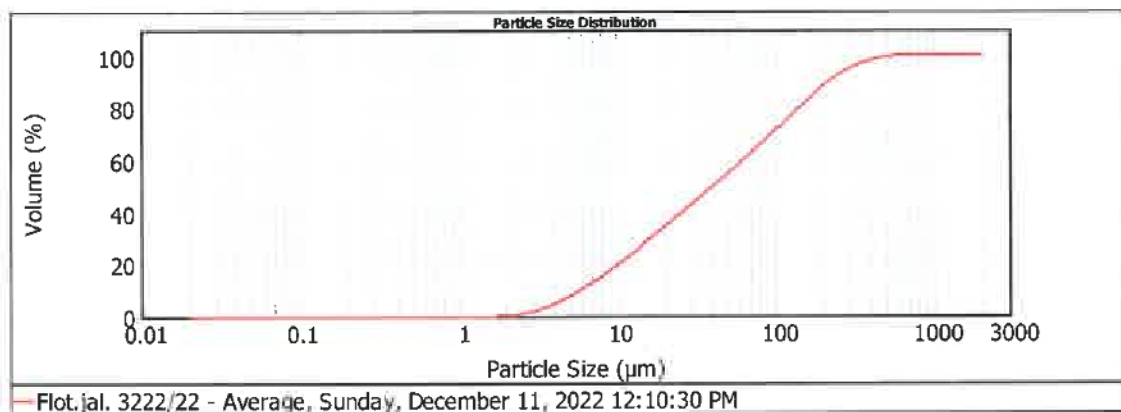
### Fizičko-mehaničke karakteristike

Granulometrijski sastav flotacijske jalovine prikazan je na slici 61.



Slika 61 Granulometrijski sastav flotacijske jalovine

Po krupnoći flotacijska jalovina je sitna sa visokim učešćem referentne klase krupnoće,  $-0,074+0$  mm. Prema krivoj datoj na slici 61. učešće referentne klase je oko 80%, što ukazuje na veoma fino otvaranje rude i intimnu vezu između korisnih i nekorisnih minerala. Za rudnike bakra ovo je baš fino otvaranje što ukazuje da nije realno očekivati da se od ovoga materijala može izdvojiti klasa krupnoće podesna za izgradnju obodnih nasipa. Istovremeno, ovakva krupnoće pokazuje opravdanim odluku Investitora da pre deponovanja zgusne ovu jalovinu u radijalnom zgušnjivaču korišćenjem flokulanata. Granulometrijski sastav flotacijske jalovine određen na uzorku koji je uzet decembra 2022. sa industrijskog postrojenja prikazan je na slici 62.



Slika 62 Granulometrijski sastav jalovine uzet iz industrijskog postrojenja, decembar 2022.

Iz rezultata granulometrijskog sastava, određenog laserski u laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru, vidi se da je krupnoća zrna:

90% ispod 224,357 µm

50% ispod 40,436 µm

10% ispod 5,790 µm

Dobijeni rezultati, prikazani na slikama 61 i 62, pokazuju da nema bitne razlike između krupnoće jalovine dobijene tokom perioda istraživanja i jalovine dobijene iz industrijskog postrojenja.

Gustina flotacijske jalovine	2620 do 2720 kg/m <sup>3</sup> .
Zapreminska gustina	1373 kg/m <sup>3</sup> .
Kohezija	0 kN/m <sup>2</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja	24°
Specifična površina	0,123 m <sup>2</sup> /g

*Hemijski i mineraloški sastav flotacijske jalovine*

Tabela 41 Hemijski sastav flotacijske jalovine

	Uzorci iz 2020.g.			Uzorak iz 2022.g.
	Jalovina rude sa visokim sadržajem bakra	Jalovina rude sa niskim sadržajem bakra	Prosečna jalovina	
SiO <sub>2</sub> , %	63,77	59,30	62,22	48,23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	9,84	13,76	10,65	15,07
Na <sub>2</sub> O, %	0,57	1,28	0,92	0,77
K <sub>2</sub> O, %	2,83	2,57	1,53	1,89
CaO, %	0,23	0,22	0,115	2,20
MgO, %	0,013	0,012		<0,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %			4,89	8,52
SO <sub>3</sub>			15,72	21,97
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				0,20
TiO <sub>2</sub>				0,60
MnO				<0,01
Au, g/t	1,77	0,23		
Ag, g/t	3,91	0,62		
Cu, %	0,34	0,050	0,19	
Pb, %	0,031	0,013		
Zn, %	0,005	0,004		
Fe, %	5,51	1,69		
S, %	8,82	6,73		
As, %	0,020	0,013		

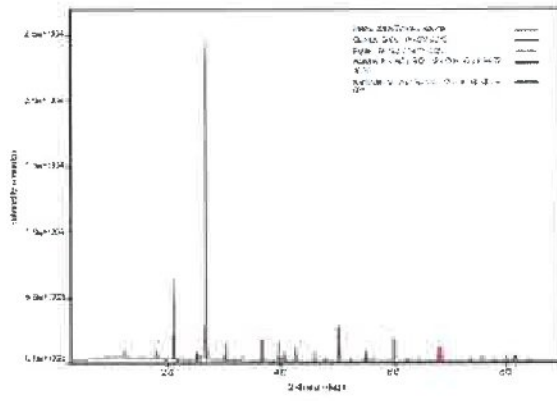
Rezultati XRD analize, prema standardu SRPS EN 15875, prikazani su u tabeli 42, a difraktogrami su dati na slici 63.

Tabela 42 Mineraloški sastav flotacijske jalovine

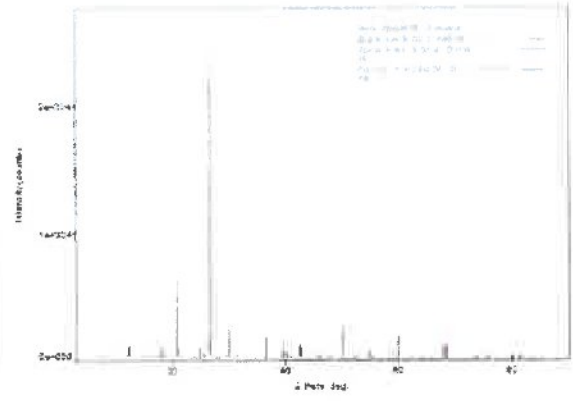
Komponenta	Hemijska formula	Broj uzorka, Učešće, %			Uzorak iz 2022.
		01.20.48	08.20.23	08.20.24	
Kvarc	SiO <sub>2</sub>	65	79	45	+
Pirit	FeS <sub>2</sub>	5		21	+
Alunit	KAl <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>	20	10	23	+
Kaolinit	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	10	11	11	+

Rezultati kontrolne analize mineraloškog sastava flotacijske jalovine pokazuju su u jalovini prisutni svi minerali koji su zabeleženi na uzorcima iz perioda ispitivanja.

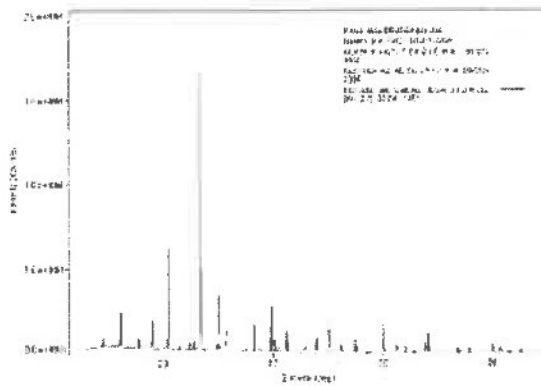
Po hemijskom i mineraloškom sastavu jalovina predstavlja tipičnu silikatnu jalovinu sa prevladavajućim učešćem silicijuma, i značajnim učešćem aluminijuma i gvožđa. Kvarc, kao nosilac silicijuma je veoma postojan i poželjan element u flotacijskoj jalovini, dok je aluminijum uglavnom vezan za minerale gline (kaolinit, alunit), a gvožđe je prioritarno vezano za zaostali pirit.



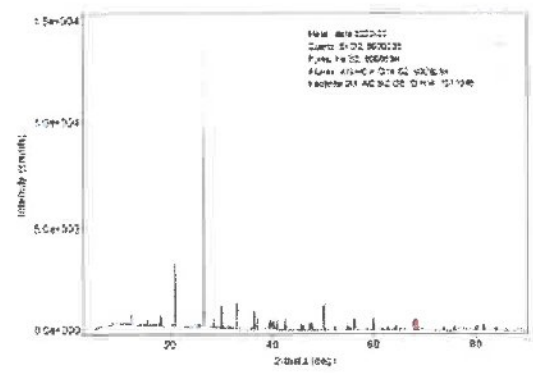
**Uzorak 01.20.48., 2020.g.**



**Uzorak 08.20.23, 2020.g.**



**Uzorak 08.20.24**



**Uzorak iz 2022.g.**

Slika 63 Difraktogrami uzoraka flotacijske jalovine

*Učešće opasnih komponenti*

Tabela 43 Hemijski sastav opasnih komponenti u flotacijskoj jalovini

Element	Flotacijska jalovina, %				Granične vrednosti
	Uzorci jalovine iz 2020.			Uzorak iz 2022.	
	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3		
Živa, Hg				<0,00001	<b>1%</b>
<b>Ukupno veoma toksičnih:</b>				<b>&lt;0,00001</b>	
Arsen, As	0,0086	0,00314	0,0026	0,00677	<b>3%</b>
Niکل, Ni	0,0028	<0,0005	<0,0005	0,00089	
Kadmijum, Cd	0,00003	0,00023	0,00020	0,00001	
<b>Ukupno toksičnih:</b>	<b>0,0114</b>	<b>&lt;0,00387</b>	<b>&lt;0,00337</b>	<b>0,00767</b>	
Bakar, Cu	0,1461	0,06206	0,02230	0,11194	<b>25%</b>
Vanadijum, V	0,0033	0,00446	0,00765	0,00165	
Molibden, Mo	0,0008	<0,0005	<0,0005	0,00029	
Olovo, Pb	0,0150	0,00746	0,001003	0,00679	
Hrom, Cr	0,0020	0,0005	0,00039	0,01715	
Cink, Zn	0,0002	0,00445	0,00274	0,00388	
Kobalt, Co	0,0060	<0,0001	<0,0001	0,00040	
<b>Ukupno opasnih:</b>	<b>0,1735</b>	<b>&lt;0,07953</b>	<b>&lt;0,034683</b>	<b>0,14211</b>	

Sva tri uzorka su analizirana u laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru. Dobijeni rezultati pokazuju da je učešće veoma toksičnih, toksičnih i opasnih elemenata daleko ispod graničnih vrednosti.

*Testovi izluživanja*

Testovi izluživanja su rađeni u laboratorijama Instituta za rudarstvo i metalurgiju, po dve metodologije. 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 američke agencije EPA. U tabeli 44 prikazani su rezultati rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 45 prema proceduri EPA.



Tabela 44 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008

	Uzorci iz 2021 uzeti iz poluindustrijskih ispitivanja				Uzorak iz 2022. uzet iz industrijskog postrojenja	Ref. vred. za neopasni otpad
	Jed. mere	Uzorak 1	Uzorak 2	Uzorak 3		
El. provod.	μS/cm	636	5.280	5.280	975	
pH		6,66	11,72	11,09	9,02	6-13
Antimon, Sb	mg/kg dm	<0,11	<0,11	<0,11	0,12	0,7
Arsen, As	mg/kg dm	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	2
Barijum, Ba	mg/kg dm	0,28	9,80	2,40	0,59	100
Bakar, Cu	mg/kg dm	0,19	1,50	<0,05	3,1	50
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	<0,08	<0,08	<0,08	<0,04	1
Molibden, Mo	mg/kg dm	0,13	0,28	0,26	0,17	10
Nikal, Ni	mg/kg dm	<0,07	<0,07	<0,07	<0,07	10
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0,20	3,60	0,85	<0,20	10
Selen, Se	mg/kg dm	<0,33	<0,33	<0,33	<0,04	0,5
Hrom, Cr	mg/kg dm	<0,05	0,14	<0,05	<0,05	10
Cink. Zn	mg/kg dm	<0,05	1,40	<0,05	<0,04	50
Živa, Hg	mg/kg dm	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,2
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg dm	110,5	15,5	164	1207,7	15.000
Fluoridi, F <sup>-</sup>	mg/kg dm	9,8	7,5	2,5	1,0	150
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg dm	2175	<20	340	4.750,0	20.000

Tabela 45 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA

Element	Jedinica	Uzorci iz 2021 uzeti iz poluindustrijskih ispitivanja		Uzorak iz 2022. uzet iz industrijskog postrojenja	Referentna vrednost
		Uzorak 2	Uzorak 3		
Antimon, Sb	mg/l	<0,011	<0,011	0,016	15
Arsen, As	mg/l	0,31	<0,020	<0,020	
Barijum, Ba	mg/l	0,092	0,11	0,068	100
Bakar, Cu	mg/l	23,4	2,7	0,037	25
Kadmijum, Cd	mg/l	0,022	0,011	<0,004	1
Molibden, Mo	mg/l	0,017	<0,007	0,011	350
Nikal, Ni	mg/l	<0,007	<0,007	0,035	20
Olovo, Pb	mg/l	0,36	0,051	<0,020	5
Selen, Se	mg/l	<0,033	<0,033	<0,004	1
Hrom, Cr	mg/l	0,053	<0,005	<0,005	5
Cink. Zn	mg/l	1,9	0,54	0,072	250
Živa, Hg	mg/l	<0,0005	<0,0005	<0,001	0,2
Vanadijum, V	mg/l	0,041	<0,008	<0,007	24
Srebro, Ag	Mg/l			<0,005	5

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*

Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala flotacijske jalovine rudnika „Čukaru Peki“, statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, prikazani su u tabeli 46.

Tabela 46 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala flotacijske jalovine

Parametar	Jedinica	Uzorci iz 2020 uzeti iz poluindustrijskih ispitivanja			Uzorak iz 2022. uzet iz industrijskog pogona	Referent. vrednosti
		Uzorak 01.20.48	Uzorak 08.20.23	Uzorak 08.20.24		
Kiselinski potencijal (AP)	H <sup>+</sup> mol/kg	2,96	1,73	2,55	8,33	
Neutralizacioni potencijal (NP)	H <sup>+</sup> mol/kg	0,94	1,32	0,67	0,16	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)	H <sup>+</sup> mol/kg	0,3178	0,7634	0,2630	0,02	<1, postoje uslovi za ARD
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	H <sup>+</sup> mol/kg	-2,02	-0,41	-1,88	-8,17	
Kiselinski potencijal (AP)	(CaCO <sub>3</sub> ) kg/t	142,19	83,13	122,50	416,25	
Neutralizacioni potencijal (NP)	(CaCO <sub>3</sub> ) kg/t	47,00	66,00	33,50	1,67	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	(CaCO <sub>3</sub> ) kg/t	-100,875	-20,45	-93,90	7,75	-20+20, treba dodatno ispitati

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

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala flotacijske jalovine pokazuju da postoje prirodni uslovi da se formiraju kisele drenažne vode (ARD), što se vidi iz odnosa neutralizacionog i kiselinskog potencijala (kiselinski je tri puta veći), ali to treba dodatno pratiti i ispitivati jer je neto neutralizacioni potencijal blizu nule 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.

*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 47.

Tabela 47 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 prema prirodni ili aktivnost i kojom se stvaraju	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
<b>Flotacijska jalovina</b>	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**.

#### *Količine flotacijske jalovine*

Projektovane količine jalovine koje se izdvajaju u zavisnosti od stepena razvijenosti jame i godišnje prerade rovne rude prikazani su u tabeli 49.

Tabela 48 Projektovane količine flotacijske jalovine, hiljada tona godišnje i njena raspodela

Godina	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	ukupno
Ruda	825	2.310	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	2.970	2.970	2.715	2.102	36.992
<b>Jalovina</b>	<b>422</b>	<b>1.222</b>	<b>1.998</b>	<b>2.211</b>	<b>2.371</b>	<b>2.553</b>	<b>2.558</b>	<b>2.463</b>	<b>2.464</b>	<b>2.211</b>	<b>2.211</b>	<b>2.015</b>	<b>1.562</b>	<b>26.260</b>
Za zasip	264	765	1.251	1.384	1.484	1.598	1.601	1.542	1.542	1.384	1.384	1261	978	16.439
Za deponovanje	158	457	747	827	887	955	957	921	922	827	827	754	584	9.821

Pošto je ruda (u rudarskom smislu) bogata sadržajem bakra i plemenitih metala maseno učešće koncentrata od 13% u odnosu na rovnu rudu je izuzetno visoko, a posle izdvajanja i

koncentrata pirita relativna količina jalovine je prihvatljiva (51-75%, prosečno 71%). Bez obzira na povoljne relativne odnose između rude i jalovine maseno se izdvajaju značajne količine jalovine, za 13 godina više od 26 miliona tona. Međutim, za pripremu jamskog zasipa planira se korišćenje oko 63% izdvojene jalovine, pa za deponovanje ostaje samo 9.821.000 tona flotacijske jalovine, svega 26,5% od otkopane rovne rude.

Bez obzira što su relativni odnosi količine rude i količine otpada koji se deponuje rudarski veoma povoljni 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 „Čukaru Peki“.

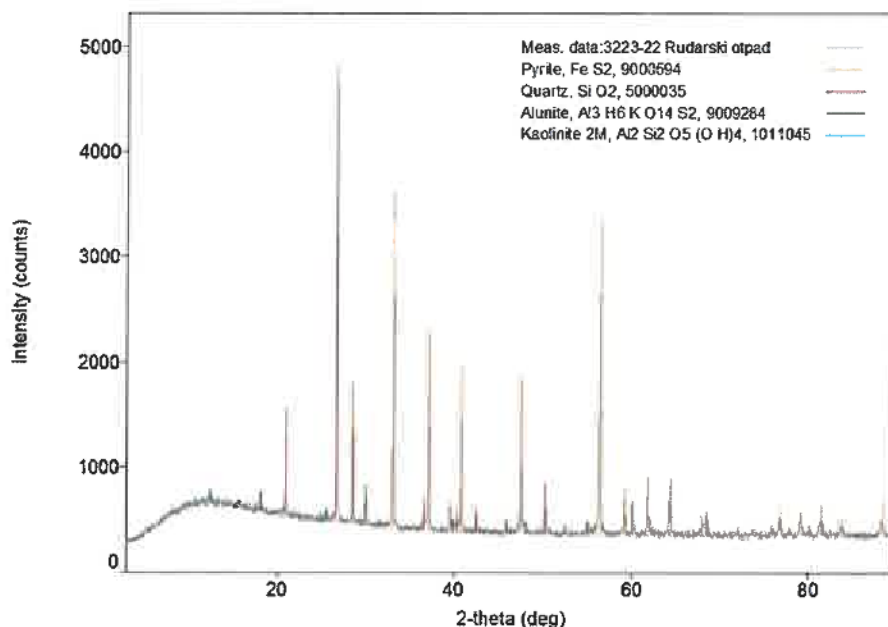
### 7.2.2. Karakterizacija koncentrata pirita i ukupne količine koje će se generisati

#### *Fizičke karakteristike*

Gustina	3.500 do 3.700 kg/m <sup>3</sup> .
Zapreminska gustina	2.256 kg/m <sup>3</sup> .
Kohezija	0 kN/m <sup>2</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja	27°

#### *Mineraloški sastav „koncentrata pirita“*

Difraktogram mineraloškog sastava i mineraloški sastav su prikazani na slici 64 i u tabeli 49.



Slika 64 Difraktogram uzorka „koncentrata pirita“

Tabela 49 Mineraloški sastav „koncentrata pirita“

Komponenta	Hemijska formula	Procena sadržaja, %
Pirit	FeS <sub>2</sub>	60
Kvarc	SiO <sub>2</sub>	28
Alunit	KAl <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>	9
Kaolinit	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	3

Kao što je i očekivano prevladava učešće pirita, a prate ga kvarc i, podređeno, minerali gline alunit i kaolinit.

#### *Učešće opasnih komponenti*

Hemijski sastav opasnih komponenti u „koncentratu pirita“ je prikazan u tabeli 50.

Tabela 50 Hemijski sastav opasnih komponenti u „koncentratu pirita“

	Uzorak koncentrata pirita, %		Granične vrednosti
	2020.g.	2022.g.	
Živa, Hg		<0,00001	<b>0,1%</b>
<b>Ukupno veoma toksičnih:</b>		<b>&lt;0,00001</b>	
Arsen, As	0,025	0,01364	<b>3%</b>
Nikl, Ni	0,0012	0,00075	
Kadmijum, Cd	0,0001	0,00004	
<b>Ukupno toksičnih:</b>	<b>0,0263</b>	<b>0,01443</b>	
Bakar, Cu	0,8709	0,46355	<b>25%</b>
Vanadijum, V	0,0016	0,00175	
Molibden, Mo	0,0009	0,00056	
Olovo, Pb	0,0512	0,02917	
Hrom, Cr	0,0006	0,00604	
Cink, Zn	0,0015	0,00786	
Kobalt, Co	0,0125	0,00156	
<b>Ukupno opasnih:</b>	<b>0,9393</b>	<b>0,51049</b>	

Uzorak je analiziran u laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru. Dobijeni rezultati pokazuju da je učešće veoma toksičnih, toksičnih i opasnih elemenata daleko ispod graničnih vrednosti.

#### *Testovi izluživanja*

Testovi izluživanja su rađeni u laboratorijama Instituta za rudarstvo i metalurgiju po srpskom standardu SRPS.EN 12457-2:2008, koji je razvijen na bazi evropskih normi i po US EPA proceduri TCLP. U tabeli 51 i 52 prikazani su dobijeni rezultati.

Tabela 51 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008

Element	Jed. mere	Izmerena vrednost		Ref. vred. za ... otpad	
		2020.g.	2022.g.	neopasni	opasni
El. provod.	μS/cm		975		
pH		5,34	9,02	6-13	-
Antimon, Sb	mg/kg dm	<0,11	<0,06	0,7	5
Arsen, As	mg/kg dm	<0,20	<0,20	2	25
Barijum, Ba	mg/kg dm	0,41	0,28	100	300
Bakar, Cu	mg/kg dm	97,4	<0,05	50	100
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	<0,08	<0,04	1	5
Molibden, Mo	mg/kg dm	<0,07	0,17	10	30
Nikal, Ni	mg/kg dm	1,0	<0,07	10	40
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0,20	<0,20	10	50
Selen, Se	mg/kg dm	<0,33	0,06	0,5	7
Hrom, Cr	mg/kg dm	<0,05	<0,05	10	70
Cink, Zn	mg/kg dm	5,8	<0,05	50	200
Živa, Hg	mg/kg dm	<0,05	<0,005	0,2	2
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg dm	3,3	466,9	15.000	25.000
Fluoridi, F <sup>-</sup>	mg/kg dm	5,9	1,3	150	500
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg dm	2.800	3.487,4	20.000	50.000

Tabela 52 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA

Element	Jedinica	Uzorak iz 2022. uzet iz industrijskog postrojenja	Referentna vrednost
Antimon, Sb	mg/l	<0,006	15
Arsen, As	mg/l	<0,020	
Barijum, Ba	mg/l	0,071	100
Bakar, Cu	mg/l	4,6	25
Kadmijum, Cd	mg/l	<0,004	1
Molibden, Mo	mg/l	<0,007	350
Nikal, Ni	mg/l	0,027	20
Olovo, Pb	mg/l	<0,020	5
Selen, Se	mg/l	<0,004	1
Hrom, Cr	mg/l	0,14	5
Cink, Zn	mg/l	0,44	250
Živa, Hg	mg/l	<0,001	0,2
Vanadijum, V	mg/l	<0,007	24
Srebro, Ag	Mg/l	<0,005	5

Prikazani rezultati pokazuju da industrijski dobijeni „koncentrat pirita“ (uzorci iz 2022.g.) ne premašuje referentne vrednosti za neopasni otpad ni po jednoj od prikazanih metodologija.

#### Neutralizacioni i kiselinski potencijal „koncentrata pirita“

Tabela 53 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala „koncentrata pirita“

Parametar	Jedinica	Izmerena vrednost		Referentne vrednosti
		2020.g.	2022.g.	
Kiselinski potencijal (AP)	H <sup>+</sup> mol/kg	30,99	20,93	
Neutralizacioni potencijal (NP)	H <sup>+</sup> mol/kg	-0,0675	0,01	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)	H <sup>+</sup> mol/kg	<b>-0,0022</b>	0,0005	<1, postoje uslovi za ARD
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	H <sup>+</sup> mol/kg	<b>-31,05</b>	-20,92	
Kiselinski potencijal (AP)	(CaCO <sub>3</sub> ) kg/t	<b>1489,69</b>	<b>1046,25</b>	
Neutralizacioni potencijal (NP)	(CaCO <sub>3</sub> ) kg/t	<b>-3,375</b>	<b>1,67</b>	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	(CaCO <sub>3</sub> ) kg/t	<b>-1552,65</b>	<b>0,50</b>	-20+20, treba dodatno ispitati

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

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala „koncentrata pirita“ pokazuju da je kiselinski potencijal značajno veći od neutralizacionog što upućuje da postoje uslovi za pojavu kiselih drenažnih voda, odnosno da ne postoje prirodni uslovi da dođe do spontane neutralizacije.

**Klasifikacija otpada (indeksni broj i liste otpada)**

Tabela 54 Indeksni broj „koncentrata pirita“ i oznake prema listama otpada

Otpad	Indeksni broj prema Katalogu otpada	Liste otpada					Klasifikacija otpada
		Q Kategorija otpada	C Komponente koje ga čine opasnim	Y Otpadi prema prirodni ili aktivnosti kojom se stvaraju	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
„Koncentrat pirita“	01 03 04*	Q11	C19	Y22	H15	D1/R4	<b>Opasan otpad</b>
Grupa	01 - Rudarstvo	Ostaci od ekstrakcije i prerade sirovina (npr. otpad iz rudarstva, naftne isplake i dr.)	Neorganski sulfidi		Otpad koji ima svojstvo da na bilo koji način, nakon odlaganja, proizvodi druge supstance, npr. izluževine, koje poseduju bilo koju navedenu karakteristiku (H1-H14)	Deponovanje otpada u zemljište ili na zemljište (npr. deponije i dr.), osim u šumi, na šumskom zemljištu i na udaljenosti manjoj od 200 m od ruba šume / Recikliranje/prerada metala i jedinjenja metala	
Podgrupa	03 - Otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za crnu metalurgiju						
Kod	04* – jalovine iz prerade sulfidne rude koje stvaraju kiselinu						

**Količine „koncentrata pirita“**

Projektovane količine „koncentrata pirita“ koje se izdvajaju u zavisnosti od stepena razvijenosti jame i godišnje prerade rovne rude prikazani su u tabeli 55. U zavisnosti od godišnjeg kapaciteta Rudnika i Flotacije izdvaja se od 146.000 do 602.000 tona pirita, ukupno oko 5.822.000 tona.

Tabela 55 Količine „koncentrata pirita“, hiljada tona/godišnje

Godina	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	Ukupno
Ruda	825	2.310	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	3.300	2.970	2.970	2.715	2.102	36.992
K/FeS <sub>2</sub>	146	409	602	504	504	504	504	504	504	453	453	415	321	5.822



### 7.2.3. Karakterizacija nemineralizovanog jamskog otpada i ukupne količine koje će se generisati

#### *Fizičko-mehaničke karakteristike*

Zapreminska masa	1.882 kg/m <sup>3</sup>
Kohezija	3-5 kN/m <sup>2</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja	33-34°

#### *Hemijske i mineraloške karakteristike nemineralizovanog jamskog otpada*

Silikatna analiza nemineralizovanog jamskog otpada prikazana je u tabeli 56.

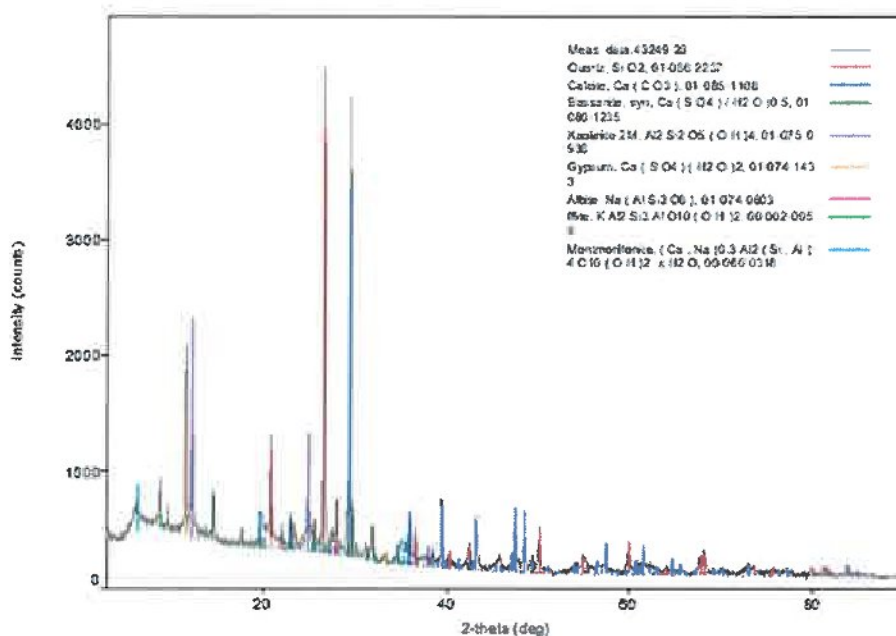
Tabela 56 Hemijski sastav nemineralizovanog jamskog otpada , oktobar 2022.g.

Parametar	Jedinica mere	Učešće
SiO <sub>2</sub>	%	48,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	9,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	17,19
CaO	%	14,02
MgO	%	2,84
K <sub>2</sub> O	%	2,22
Na <sub>2</sub> O	%	1,34
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	1,55
TiO <sub>2</sub>	%	0,86
MnO	%	0,11
SO <sub>3</sub>	%	<0,01

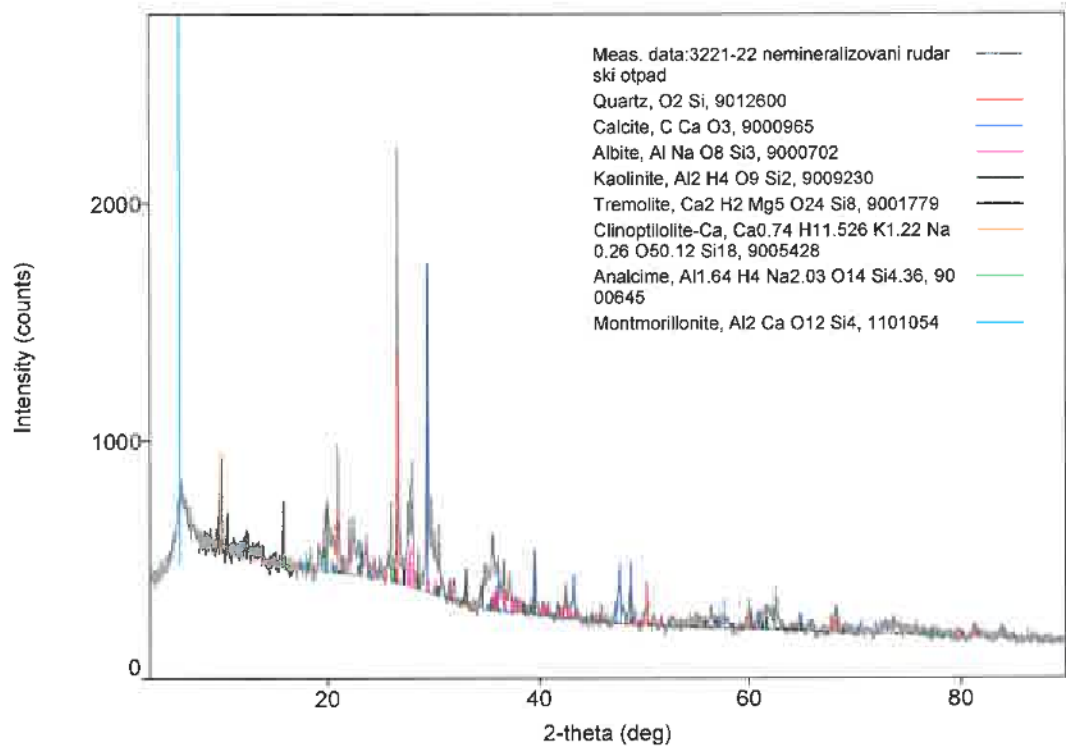
Rezultati silikatne analize pokazuju da se radi o tipičnom anorganskom silikatnom otpadu u kojem prevladava učešće oksida silicijuma, aluminijuma, kalcijuma i gvožđa, dok je učešće ostalih podređeno. Mineraloški sastav nemineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone prikazan je u tabeli 56 i na slikama 65 (2020.g.) i 66 (decembar 2022.g.)

Tabela 57 Mineraloški sastav nemineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone

Mineral	Hemijska formula minerala	Mineralni sadržaj u uzorku, %	
		2020.g.	2022.g.
Kvarc	SiO <sub>2</sub>	23,6	+
Kalcit	CaCO <sub>3</sub>	21,8	+
Basanit	CaSO <sub>4</sub> ·0,5H <sub>2</sub> O	6,2	
Kaolinit	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	16,1	+
Gips	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	14,9	
Plagioklas	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> – CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	8,2	
Ilit	KAl <sub>2</sub> Si <sub>5</sub> AlO <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>	5,0	
Montmorijonit	(Na,Ca) <sub>0.33</sub> (Al,Mg) <sub>2</sub> (Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub> ·nH <sub>2</sub> O	4,2	+
Albit	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>		+
Tremolit	Ca <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>		+
Klinoptilolit	(Na,K,Ca) <sub>2</sub> -3Al <sub>3</sub> (Al,Si) <sub>2</sub> Si <sub>13</sub> O <sub>36</sub> ·12H <sub>2</sub> O		+
Analcim	NaAlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ·H <sub>2</sub> O		+



Slika 65 Difraktogram nemineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone, 2020.g.



Slika 66 Difraktogram nemineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone, 2022.g

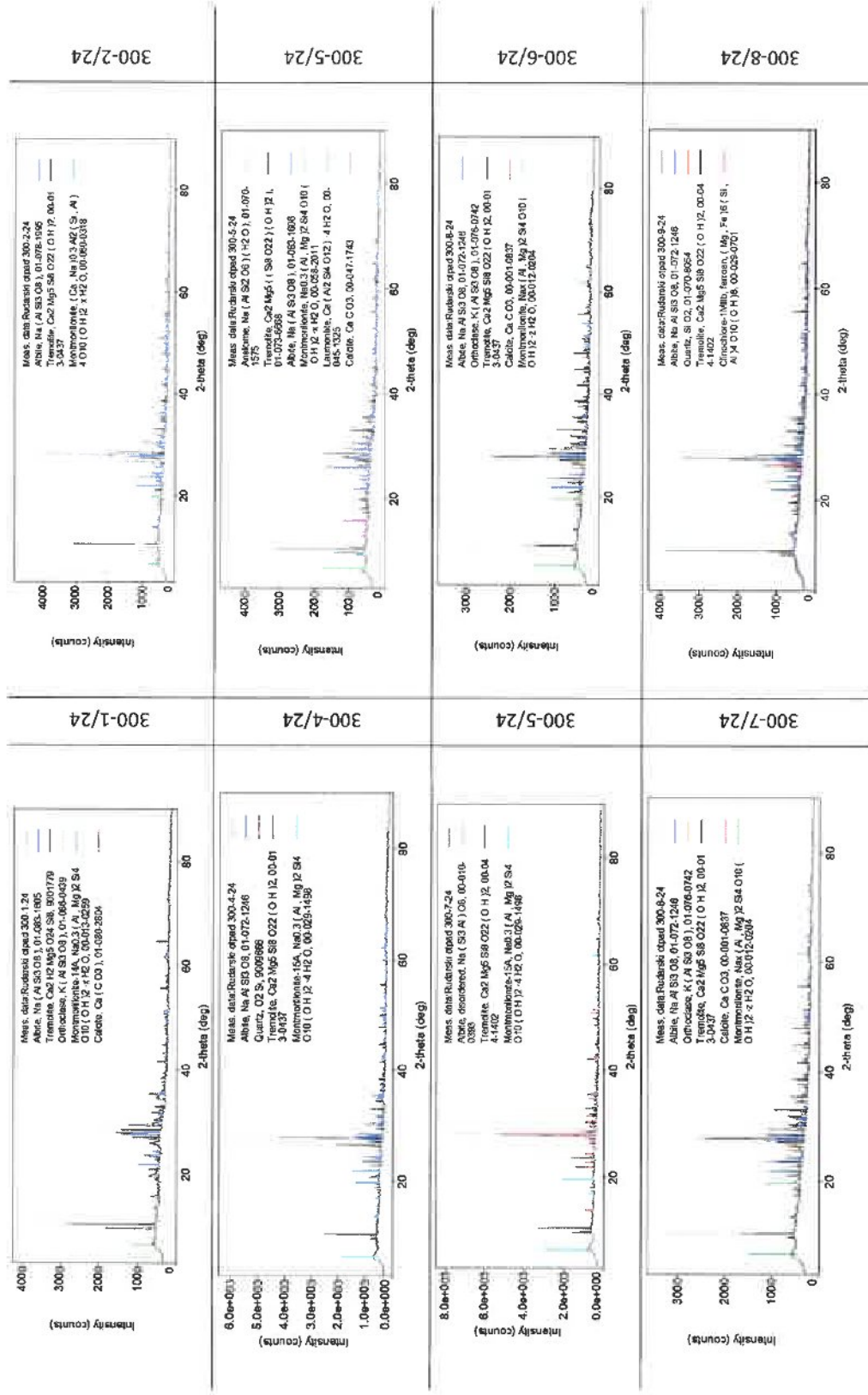
Iz mineraloškog sastava uzorka iz Gornje zone iz 2020.g. vidi se da se radi o mešavini čvrstih i stabilnih stena izgrađenih od kvarca i kalcita, gipsa sa različitom količinom vezane vode (gips, basanit), glina (kaolinit, ilit, montmorijonit) i materijala koji se ponaša slično glinama (plagioklasi). Na uzorku iz 2022.g. zastupljeni su kvarc, kalcit, kaolinit i montmorijonit, ali i novi minerali albit, tremolit, klinoptilolit i analicim. Ovakav mineraloški sastav pokazuje da postoje uslovi da se na deponiji formira „kostur“ od stabilnih i krupnozrnih stena (blokova).

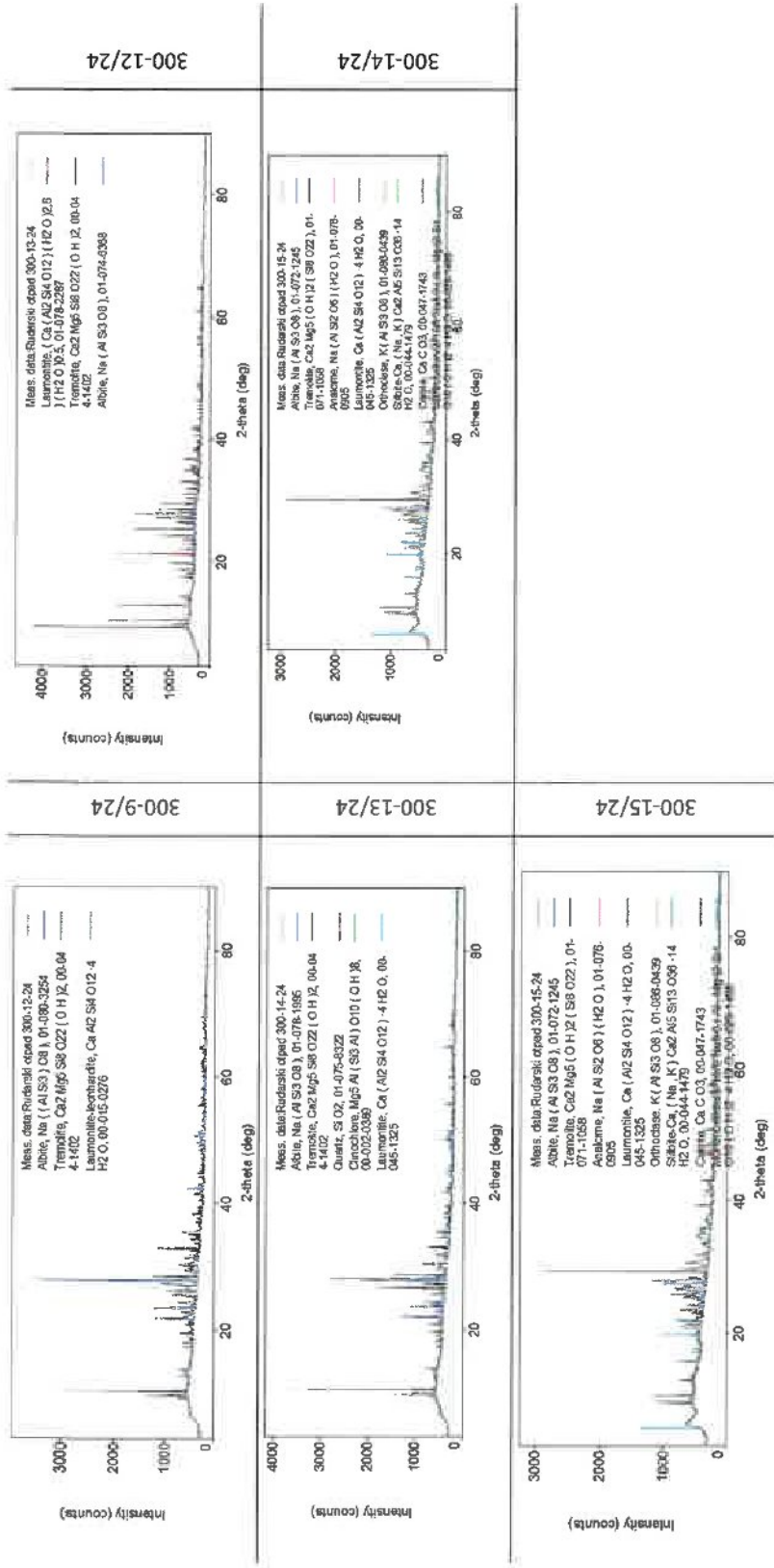
Mineraloški sastav nemineralizovanog jamskog otpada iz Donje zone prikazan je u tabeli 58 i 59 (2024.g.).

Tabela 58 Mineraloški sastav nemineralizovanog jamskog otpada iz Donje zone

Mineral	Hemijska formula minerala	Mineralni sadržaj u uzorku, %														
		300-1/24	300-2/24	300-4/24	300-5/24	300-6/24	300-7/24	300-8/24	300-9/24	300-12/24	300/13-24	300-14/24	300-15/24			
Plagioklas	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	28	46	47	20	21	51	37	49	53	26	47	18			
Alkalni feldspat	$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$	9						11					13			
Amfibol	$\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	41	38	17	32	33	23	26	38	38	29	29	12			
Montmorijonit	$(\text{Na,Ca})_{0.33}(\text{Al,Mg})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	17	16	20	18		26	18					15			
Kalcit	$\text{CaCO}_3$	5						8					17			
Kvarc	$\text{SiO}_2$			16					10			15				
Laumonit	$\text{Ca}(\text{AlSi}_2\text{O}_6)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$				9	46				9	45	5	9			
Analcim	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$				21								7			
Hlorit	$(\text{Mg,Fe}^{2+})_3\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$								3			4				
Stilbit	$\text{NaCa}_4(\text{Si}_{27}\text{Al}_9)\text{O}_{72} \cdot 28(\text{H}_2\text{O})$												9			

Tabela 59 Difraktogrami nemineralizovanog jamskog otpada iz Donje zone, 2024.g





Iz mineraloškog sastava uzoraka nemineralizovanog otpada iz Donje zone vidi se da se radi o mešavini čvrstih i stabilnih stena izgrađenih od različitih minerala, od kojih su najzastupljeniji plagioklas, montmorijonit, amfibol, kao i kvarc, kalcit, laumont, analcim, feldspati. Ovakav mineraloški sastav pokazuje da postoje uslovi da se na deponiji formira „kostur“ od stabilnih i krupnozrnih stena (blokova).

#### *Učešće opasnih komponenti*

Tabela 60 Hemijski sastav opasnih komponenti u nemineralizovanom jamskom otpadu iz Gornje zone

Element	Jamski otpad bez mineralizacije		Granične vrednosti
	2020.g.	2022.g.	
Živa, Hg		<0,00001	0,1%
<b>Ukupno veoma toksičnih:</b>		<b>&lt;0,00001</b>	
Arsen, As	<0,0010	0,00445	3%
Nikl, Ni	0,0015	0,00130	
Kadmijum, Cd	<0,0001	0,00005	
<b>Ukupno toksičnih:</b>	<b>0,0026</b>	<b>0,00579</b>	25%
Bakar, Cu	0,0357	0,10716	
Vanadijum, V	0,0122	0,00444	
Molibden, Mo	<0,0005	0,00027	
Olovo, Pb	0,0020	0,00575	
Hrom, Cr	0,0036	0,00317	
Cink, Zn	0,0089	0,01869	
Kobalt, Co	0,0010	0,00130	
<b>Ukupno opasnih:</b>	<b>&lt;0,0639</b>	<b>0,14077</b>	

Uzorak je analizirana u laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru. Dobijeni rezultati pokazuju da je učešće veoma toksičnih, toksičnih i opasnih elemenata daleko ispod graničnih vrednosti. U tabeli 61 dat je hemijski sastav opasnih komponenti u uzorcima nemineralizovanog otpada iz Donje zone. Uzorci su analizirani u laboratoriji Instituta za rudarstvo i metalurgiju u Boru. Dobijeni rezultati pokazuju da je učešće veoma toksičnih, toksičnih i opasnih elemenata daleko ispod graničnih vrednosti.

Tabela 61 Hemijski sastav opasnih komponenti u nemineralizovanom jamskom otpadu iz Donje zone

Element	Jamski otpad bez mineralizacije												Gran ične vred nosti
	300- 1/24	300- 2/24	300- 4/24	300- 5/24	300- 6/24	300- 7/24	300- 8/24	300- 9/24	300- 12/2 4	300- 13/2 4	300- 14/2 4	300- 15/2 4	
Živa, Hg	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<0,0 0001	<b>0,1%</b>
<b>Ukup no veom a toksič nih:</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	<b>&lt;0,0 0001</b>	
Arsen, As	<0,0 016	0,00 034	0,00 307	<0,0 0016	0,00 041	0,00 019	<0,0 0016	0,00 028	0,00 038	0,00 044	0,00 048	0,00 055	<b>3%</b>
Nikl, Ni	0,00 072	0,00 066	0,00 100	0,00 086	0,00 056	0,00 118	0,00 088	0,00 047	0,00 040	0,00 068	0,00 046	0,00 319	
Kadmi jum, Cd	<0,0 009	<0,0 0002	<0,0 0002	<0,0 0002	<0,0 0002	<0,0 0002	<0,0 0002	<0,0 0002	<0,0 0002	<0,0 0002	<0,0 0002	0,00 005	
<b>Ukup no toksič nih:</b>	<b>0,00 26</b>	<b>&lt;0,0 0102</b>	<b>&lt;0,0 0409</b>	<b>&lt;0,0 0104</b>	<b>&lt;0,0 0099</b>	<b>&lt;0,0 0139</b>	<b>&lt;0,0 0106</b>	<b>&lt;0,0 0077</b>	<b>&lt;0,0 0080</b>	<b>&lt;0,0 0114</b>	<b>&lt;0,0 0096</b>	<b>0,00 380</b>	
Bakar, Cu	0,00 558	0,01 425	0,06 463	0,00 559	0,00 689	0,01 083	0,00 891	0,00 838	0,01 579	0,00 746	0,00 844	0,01 824	<b>25%</b>
Vanad ijum, V	0,02 343	0,02 358	0,02 645	0,02 549	0,02 451	0,02 348	0,02 511	0,03 034	0,02 207	0,02 624	0,02 752	0,01 827	
Molib den, Mo	<0,0 0005	<0,0 0005	0,00 017	<0,0 0005	<0,0 0005	<0,0 0005	<0,0 0005	<0,0 0005	<0,0 0005	<0,0 0005	<0,0 0005	0,00 007	
Olovo, Pb	0,00 060	0,00 133	0,00 145	0,00 061	0,00 092	0,00 128	0,00 074	0,00 068	0,00 105	0,00 085	0,00 077	0,00 214	
Hrom, Cr	0,00 183	0,00 478	0,00 186	0,00 171	0,00 425	0,00 348	0,00 312	0,00 313	0,00 346	0,00 242	0,00 240	0,00 794	
Cink, Zn	0,00 441	0,00 487	0,00 593	0,00 429	0,00 298	0,00 435	0,00 481	0,00 419	0,00 464	0,00 377	0,00 402	0,00 740	
Kobalt , Co	0,00 130	0,00 135	0,00 172	0,00 145	0,00 118	0,00 127	0,00 140	0,00 159	0,00 118	0,00 131	0,00 139	0,00 140	
<b>Ukup no opasn ih:</b>	<b>&lt;0,0 639</b>	<b>&lt;0,0 5021</b>	<b>0,10 221</b>	<b>&lt;0,0 3919</b>	<b>&lt;0,0 4078</b>	<b>&lt;0,0 4474</b>	<b>&lt;0,0 4414</b>	<b>&lt;0,0 4836</b>	<b>0,04 824</b>	<b>&lt;0,0 4210</b>	<b>&lt;0,0 4459</b>	<b>0,05 546</b>	

### 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. Uzorci su izdvojeni tokom radova na izradi silazne rampe. U tabeli 62



prikazani su rezultati za otpad iz Gornje zone rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 63 za otpad iz Gornje zone prema proceduri EPA.

Tabela 62 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008, Gornja zona

	Jed. mere	Uzorak nemineralizovanog otpada, %		Referentne vrednosti za neopasni otpad
		2020.g.	2022.g.	
El. provod.	μS/cm		646	
pH		7,69	7,79	6-13
Antimon, Sb	mg/kg dm	<0,11	<0,06	0,7
Arsen, As	mg/kg dm	<0,20	<0,20	2
Barijum, Ba	mg/kg dm	0,18	<0,09	100
Bakar, Cu	mg/kg dm	<0,05	<0,05	50
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	<0,08	<0,04	1
Molibden, Mo	mg/kg dm	0,26	<0,07	10
Nikal, Ni	mg/kg dm	<0,07	<0,07	10
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0,20	<0,20	10
Selen, Se	mg/kg dm	<0,33	0,15	0,5
Hrom, Cr	mg/kg dm	<0,05	<0,05	10
Cink. Zn	mg/kg dm	<0,05	<0,05	50
Živa, Hg	mg/kg dm	<0,005	<0,05	0,2
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg dm	15	573,5	15.000
Fluoridi, F <sup>-</sup>	mg/kg dm	13,4	3,0	150
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg dm	13.800	940	20.000

Tabela 63 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA, Gornja zona

Element	Jedinica	Uzorak nemineralizovanog otpada, %		Referentna vrednost
		2020.g.	2022.g.	
Antimon, Sb	mg/l	<0,011	<0,006	15
Arsen, As	mg/l	<0,020	<0,020	5
Barijum, Ba	mg/l	0,064	0,12	100
Bakar, Cu	mg/l	0,017	<0,005	25
Kadmijum, Cd	mg/l	<0,008	<0,004	1
Molibden, Mo	mg/l	<0,007	<0,007	350
Nikal, Ni	mg/l	0,008	<0,007	20
Olovo, Pb	mg/l	0,023	<0,020	5
Selen, Se	mg/l	<0,033	0,010	1
Hrom, Cr	mg/l	<0,005	<0,005	5
Cink. Zn	mg/l	0,13	<0,005	250
Živa, Hg	mg/l	<0,0005	<0,001	0,2
Vanadijum, V	mg/l	<0,008	<0,007	24
Srebro, Ag	Mg/l	<0,005	<0,005	5

U tabeli 64 prikazani su rezultati za otpad iz Donje zone rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 65 za otpad iz Donje zone prema proceduri EPA. Rezultati izluživanja nemineralizovanog jamskog otpada iz Gornje i Donje zone, pokazano po obe primenjene metodologije, pokazuju da je stepen izluživanja izuzetno nizak jer su vrednosti svih parametara daleko ispod referentnih vrednosti za neopasni otpad.

Tabela 64. Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008, Donja zona

	Jed. mer e	Uzorci nemineralizovanog jamskog otpada, Donja zona												Referen tne vrednos ti za neopas ni otpad
		300-1/24	300-2/24	300-4/24	300-5/24	300-6/24	300-7/24	300-8/24	300-9/24	300-12/24	300-13/24	300-14/24	300-15/24	
El. provod.	μS/cm	211	125	482	215	122	212	237	204	194	231	1331	208	
pH		9.45	9.30	8.74	9.40	9.13	9.35	9.27	9.40	9.48	9.50	7.72	8.31	6-13
Antimon, Sb	mg/kg dm	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	<0.06	0,7
Arsen, As	mg/kg dm	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0.23	2
Barijum, Ba	mg/kg dm	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	0.12	<0.09	100
Bakar, Cu	mg/kg dm	0.75	0.16	0.09	0.28	0.13	0.27	0.29	0.23	0.14	0.17	<0.05	0.05	50
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	0.15	0.05	0.04	0.07	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	1
Molibden, Mo	mg/kg dm	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	10
Nikal, Ni	mg/kg dm	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	<0.07	10
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0.35	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	10
Selen, Se	mg/kg dm	0.09	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	0,5
Hrom, Cr	mg/kg dm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	10
Cink, Zn	mg/kg dm	0.29	0.09	<0.05	0.14	0.05	0.08	0.12	<0.05	<0.05	<0.05	0.13	<0.05	50
Živa, Hg	mg/kg dm	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0,2
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg dm	690.0	520.0	57.0	881.0	728.2	764.3	845.0	620.0	514.3	227.7	48.3	23.0	15.000
Fluoridi, F <sup>-</sup>	mg/kg dm	6.9	1.3	4.2	7.5	1.1	2.9	11.0	1.2	1.3	1.6	1.4	40.0	150
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg dm	10190	4950	1950	8630	7870	7680	7270	4820	4230	1920	7240	490	20.000

Tabela 65 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA, Donja zona

Element	Jedinica	Uzorci nemineralizovanog otpada iz Donje zone, %												Referentna vrednost
		300-1/24	300-2/24	300-4/24	300-5/24	300-6/24	300-7/24	300-8/24	300-9/24	300-12/24	300-13/24	300-14/24	300-15/24	
Antimon, Sb	mg/l	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	15
Arsen, As	mg/l	<0.020	<0.020	0.007	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	5
Barijum, Ba	mg/l	0.009	0.002	0.008	0.003	0.005	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.004	0.020	100
Bakar, Cu	mg/l	0.002	0.002	0.018	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	25
Kadmijum, Cd	mg/l	0.002	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.001	0.000	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	1
Molibden, Mo	mg/l	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	350
Nikal, Ni	mg/l	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.013	20
Olovo, Pb	mg/l	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020	5
Selen, Se	mg/l	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	1
Hrom, Cr	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	5
Cink, Zn	mg/l	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.005	0.003	0.001	0.003	0.002	250
Živa, Hg	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,2
Vanadijum, V	mg/l	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	0.000	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	<0.007	24
Srebro, Ag	Mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	5

#### Neutralizacioni i kiselinski potencijal nemineralizovanog jamskog otpada

Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala nemineralizovane jamske jalovine iz Gornje zone rudnika „Čukaru Peki“, statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, prikazani su u tabeli 66.

Tabela 66 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala nemineralizovanog jamskog otpada, Gornja zona

Parametar	Jedinica	Uzorak iz		Referentne vrednosti
		2020.g.	2022.g.	
Kiselinski potencijal (AP)	H <sup>+</sup> mol/kg	1,39	0,58	
Neutralizacioni potencijal (NP)	H <sup>+</sup> mol/kg	3,48	2,67	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)	H <sup>+</sup> mol/kg	2,50	4,63	>3, nema ARD
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	H <sup>+</sup> mol/kg	2,09	2,09	
Kiselinski potencijal (AP)	CaCO <sub>3</sub> , kg/t	69,69	28,75	
Neutralizacioni potencijal (NP)	CaCO <sub>3</sub> , kg/t	174,25	198,33	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	CaCO <sub>3</sub> , kg/t	104,56	133,25	>20, nema ARD

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

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala nemineralizovane jamske jalovine iz Gornje zone pokazuju da ne postoje uslovi da se formiraju kisele drenažne vode (ARD). Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala nemineralizovane jamske jalovine iz Donje zone rudnika „Čukaru Peki“, statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, prikazani su u tabeli 67.

Tabela 67 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala nemineralizovanog jamskog otpada, Donja zona

Parametar	Jedinica	300-1/24	300-2/24	300-4/24	300-5/24	300-6/24	300-7/24	300-8/24	300-9/24	300-12/24	300-13/24	300-14/24	300-15/24	Referentne vrednosti
Kiselinski potencijal (AP)	H <sup>+</sup> mol/kg	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,11	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Neutralizacioni potencijal (NP)	H <sup>+</sup> mol/kg	1,07	0,03	0,03	0,93	0,03	0,03	1,62	0,03	0,03	0,22	0,03	3,42	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)	H <sup>+</sup> mol/kg	124,8	24,8	16	114,8	1044,44	2,91	118,95	2,40	16,00	59,79	21,00	133,33	>3, nema ARD
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	H <sup>+</sup> mol/kg	1,55	0,15	0,28	1,42	11,74	0,22	1,40	0,09	0,19	0,70	0,20	2,48	
Kiselinski potencijal (AP)	CaCO <sub>3</sub> , kg/t	0,63	0,31	0,94	0,63	0,56	5,63	0,59	3,13	0,63	0,59	0,50	0,94	
Neutralizacioni potencijal (NP)	CaCO <sub>3</sub> , kg/t	53,33	1,67	1,67	46,67	1,67	1,67	80,83	1,67	1,67	10,83	1,67	170,83	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	CaCO <sub>3</sub> , kg/t	1,55	7,44	14,06	71,13	586,94	10,75	70,03	4,38	9,38	34,91	10,00	124,06	>20, nema ARD

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

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala nemineralizovane jamske jalovine iz Donje zone pokazuju da ne postoje uslovi da se formiraju kisele drenažne vode (ARD), osim u slučaju uzoraka 300-7/24 i 300-9/24.

Za uzorke 300-7/24 i 300-9/24 su se vršila dodatna ispitivanja ARD potencijala primenom NAG testa i dobijeni su sledeći rezultati:

- 300-7/24 – NAGpH je 5,25
- 300-9/24 - NAGpH je 5,02.

Ako je NAGpH>4,5 smatra se da rudarski otpad nema potencijal da generiše kisele drenažne vode.

*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 nemineralizovani jamski otpad iz Gornje i Donje zone prikazana su u tabeli 68.

Tabela 68 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 prema prirodni ili aktivnost i kojom se stvaraju	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
<b>Nemineralizovani jamski otpad</b>	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						

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**.

*Količine otpada*

Količine jalovine koje se izdvajaju u zavisnosti od faze radova u jami u Gornjoj i Donjoj zoni prikazani su u tabeli 69.

Tabela 69 Količine nemineralizovanog jamskog otpada

	Period izgradnje rudarskih objekata, t	U toku rada jame, t	Ukupno, t
Jamski nemineralizovani otpad	1.525.200	2.386.400	3.911.600

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 „Čukaru Peki“.

## 7.2.4. Karakterizacija slabomineralizovanog jamskog otpada i ukupne količine

*Fizičko-mehaničke karakteristike*

Zapreminska masa	1.882 kg/m <sup>3</sup>
Kohezija	3 kN/m <sup>2</sup>
Ugao unutrašnjeg trenja	33,7°

*Hemijske karakteristike - Učešće opasnih komponenti*

Učešće opasnih komponenti u slabomineralizovanom otpadu iz Gornje zone prikazano je u tabeli 70.

Tabela 70 Hemijski sastav opasnih komponenti u slabomineralizovanom jamskom otpadu iz Gornje zone

Element	Jamski otpad sa slabom mineralizacijom		Granične vrednosti
	Uzorak iz 2020. <sup>1</sup>	Uzorak iz 2022. <sup>2</sup>	
Živa, Hg	-	<0,00001	<b>0,1</b>
<b>Ukupno veoma toksičnih:</b>	-	<b>&lt;0,00001</b>	
Arsen, As	0,0022	0,00407	<b>3%</b>
Nikl, Ni	0,0007	0,00220	
Kadmijum, Cd	0,0001	0,00005	
<b>Ukupno toksičnih:</b>	<b>0,0030</b>	<b>0,00633</b>	
Bakar, Cu	0,0961	0,13038	<b>25%</b>
Vanadijum, V	0,0114	0,00558	
Molibden, Mo	<0,0005	0,00055	
Olovo, Pb	0,0042	0,00412	
Hrom, Cr	0,0079	0,00263	
Cink, Zn	0,0047	0,01829	
Kobalt, Co	<0,0009	0,00133	
<b>Ukupno opasnih:</b>	<b>&lt;0,1143</b>	<b>0,16287</b>	

Dobijeni rezultati pokazuju da je učešće veoma toksičnih i opasnih elemenata daleko ispod graničnih vrednosti. Rezultati dobijeni analizom uzorka uzetog iz industrijskog postrojenja 2022.g. potvrdili su rezultate iz 2020.g. Učešće opasnih komponenti u slabomineralizovanom otpadu iz Donje zone prikazano je u tabeli 71.

Tabela 71 Hemijski sastav opasnih komponenti u slabomineralizovanom jamskom otpadu iz Donje zone

Element	Jamski otpad sa slabom mineralizacijom			Granične vrednosti
	300-3/24	300-10/24	300-11/24	
Živa, Hg	<0.00001	0.00009	<0.00001	<b>0,1</b>
<b>Ukupno veoma toksičnih:</b>	<b>&lt;0.00001</b>	<b>0.00009</b>	<b>&lt;0.00001</b>	
Arsen, As	0.01309	0.00915	0.00262	<b>3%</b>
Nikl, Ni	0.00048	0.00043	0.00033	
Kadmijum, Cd	<0.00002	<0.00002	<0.00002	
<b>Ukupno toksičnih:</b>	<b>&lt;0.01359</b>	<b>&lt;0.00960</b>	<b>&lt;0.00297</b>	
Bakar, Cu	0.31558	0.15852	0.28668	<b>25%</b>
Vanadijum, V	0.02354	0.01528	0.01612	
Molibden, Mo	0.00008	0.00030	0.00141	

Olovo, Pb	0.00598	0.00198	0.00127
Hrom, Cr	0.00617	0.00242	0.00244
Cink, Zn	0.00312	0.00087	0.01869
Kobalt, Co	0.00180	0.00099	0.00130
<b>Ukupno opasnih:</b>	<b>0.35627</b>	<b>0.18036</b>	<b>0.32791</b>

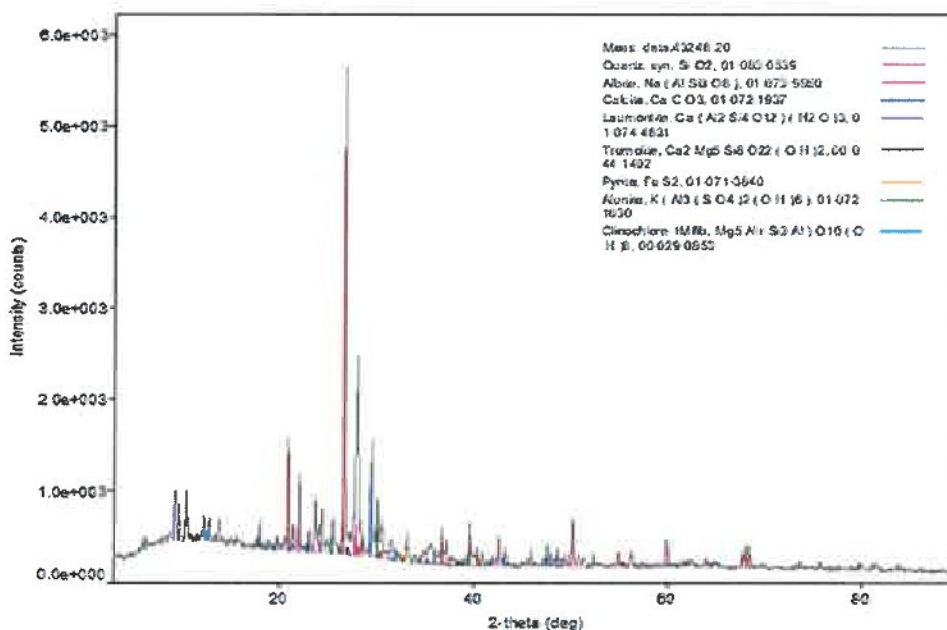
Dobijeni rezultati pokazuju da je učešće veoma toksičnih i opasnih elemenata daleko ispod graničnih vrednosti. Rezultati dobijeni analizom uzorka uzetog iz industrijskog postrojenja 2022.g. potvrdili su rezultate iz 2020.g.

#### Mineraloške karakteristike

Mineraloški sastav slabomineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone prikazan je u tabeli 72 i na slikama 67 (2020.g.) i 68 (decembar 2022.g.)

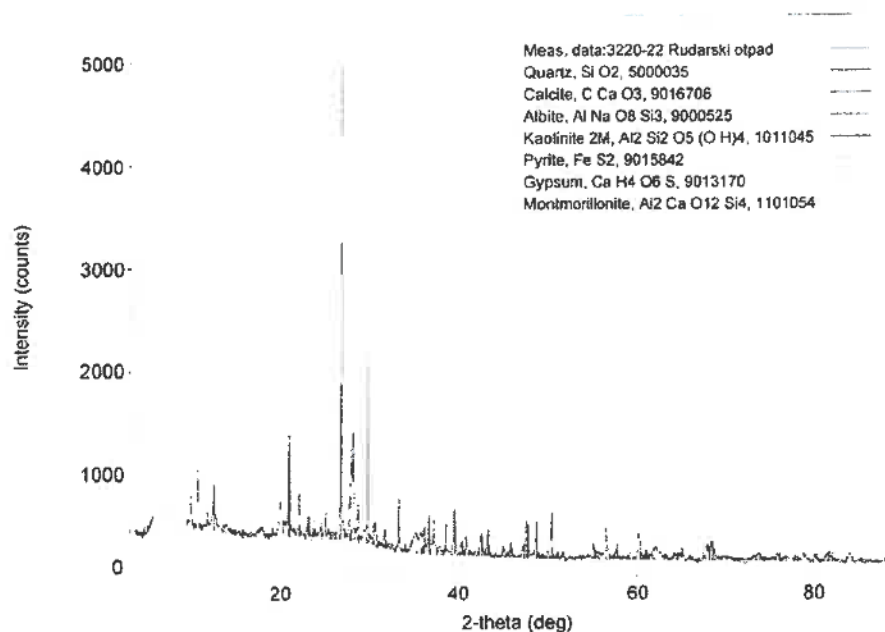
Tabela 72 Mineraloški sastav slabomineralizovani jamski otpad, Gornja zona

Mineral	Hemijska formula minerala	Mineralni sadržaj u uzorku, %	
		Uzorak iz 2020.	Uzorak iz 2022.
Kvarc	$\text{SiO}_2$	26,1	36
Plagioklas	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 - \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	23,0	21
Kalcit	$\text{CaCO}_3$	15,3	14
Montmorilonit	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$	-	11
Kaolinit	$\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$	-	9
Laumontit (zeolit)	$\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	11,6	-
Amfibol	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	9,7	-
Pirit	$\text{FeS}_2$	5,1	5
Alunit	$\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	5,0	-
Hlorit	$\text{Mg}_5\text{Al}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	4,2	-
Gips	$\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$	-	4



Slika 67 Difraktogram slabomineralizovani jamski otpad, uzorak iz 2020.g., Gornja zona





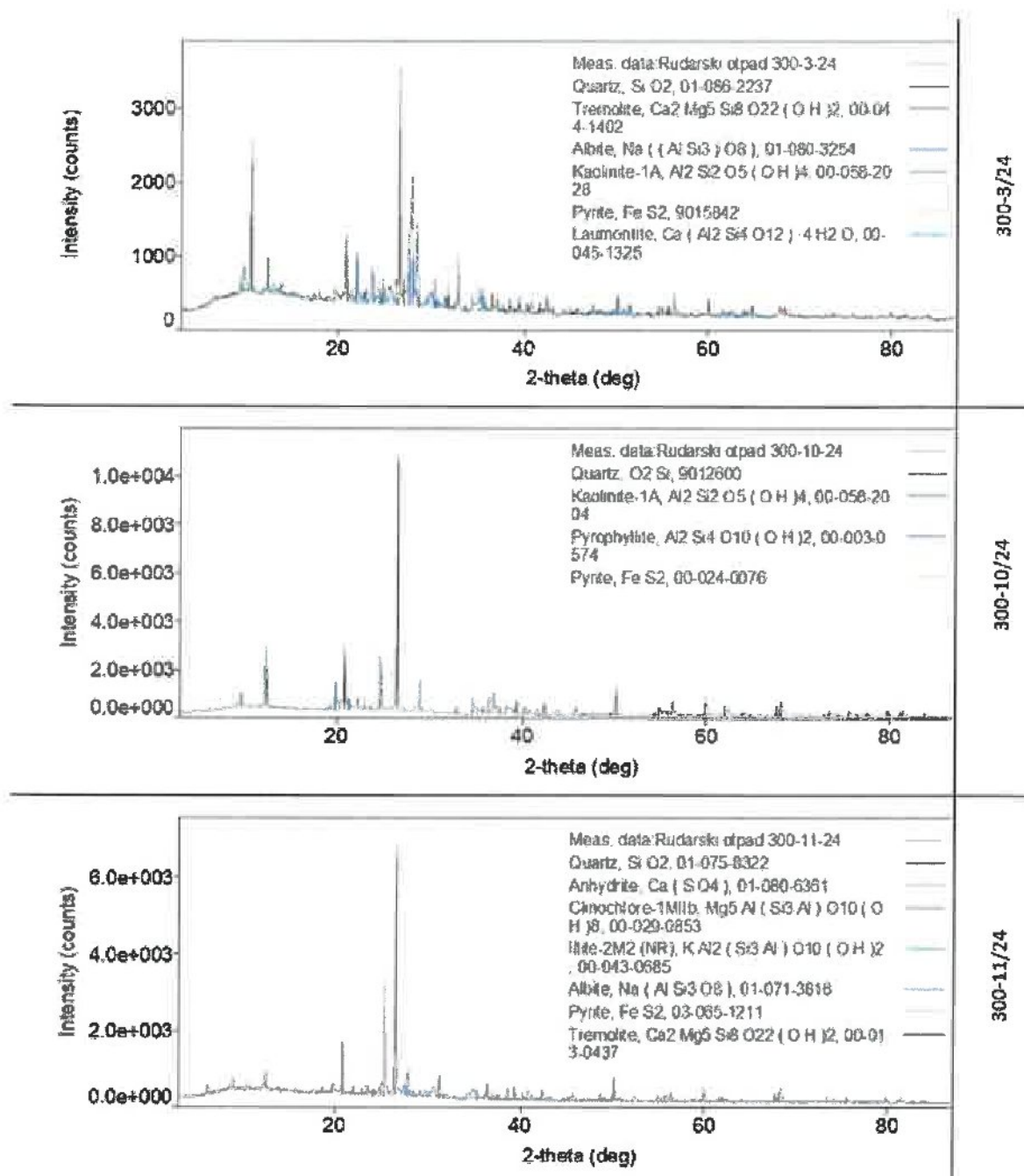
Slika 68 Difraktogram slabomineralizovani jamski otpad, uzorak iz 2022.g., Gornja zona

Iz mineraloškog sastava se vidi da se radi o mešavini čvrstih i stabilnih stena izgrađenih od kvarca i kalcita i materijala koji se ponašaju slično glinama (alunit, plagioklasi). Poređenjem dobijenih rezultata sa rezultatima iz 2020. vidi se da su osnovni minerali (kvarc, kalcit, plagioklas) identični, dok su zabeležene promene kod pratećih minerala. Mineral glina alunit je zamenjeni kaolinitom i montmorilonitom. Učešće piritita je stabilno, oko 5%.

Mineraloški sastav slabomineralizovanog jamskog otpada iz Donje zone prikazan je u tabeli 73 i na slici 69.

Tabela 73 Mineraloški sastav slabomineralizovani jamski otpad, Donja zona

Mineral	Hemijska formula minerala	Mineralni sadržaj u uzorku, %		
		300-3/24	300-10/24	300-11/24
Kvarc	SiO <sub>2</sub>	22	43	38
Plagioklas	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> – CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	29		13
Amfibol	Ca <sub>2</sub> (Mg,Fe) <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	26		3
KAolinit	Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (OH) <sub>4</sub>	10	36	
Laumontit	Ca(AlSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	6		
Pirit	FeS <sub>2</sub>	7	8	2
Pirofilit	Al <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>		13	
Ilit	KAl <sub>2</sub> (Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH) <sub>2</sub>			13
Hlorit	(Mg,Fe <sup>2+</sup> ) <sub>5</sub> Al(Si <sub>3</sub> Al)O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>			13
Anhidrit	CaSO <sub>4</sub>			18



Slika 69 Difraktogrami slabomineralizovanih jamskih otpada, Donja zona

Iz mineraloškog sastava se vidi da se radi o mešavini čvrstih i stabilnih stena izgrađenih od kvarca, pirita i kalcita i minerala koji se ponašaju slično glinama -plagioklas, kaolinit, amfibol, anhidrit.

### 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. Uzorci su izdvojeni tokom radova na izradi silazne rampe. U tabeli 74 prikazani su rezultati za uzorke slabomineralizovanog otpada iz Gornje zone rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 75 prema proceduri EPA. Uporedo su prikazani rezultati dobijeni na uzorcima iz 2020. i 2022.g.

Tabela 74 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008, Gornja zona

	Jed. mere	Uzorak neminearizovanog otpada, %		Referentne vrednosti za neopasni otpad
		Uzorak iz 2020.	Uzorak iz 2022.	
El. provod.	μS/cm		860	
pH		8,14	6,37	6-13
Antimon, Sb	mg/kg dm	<0,11	<0,06	0,7
Arsen, As	mg/kg dm	<0,20	0,29	2
Barijum, Ba	mg/kg dm	<0,09	0,34	100
Bakar, Cu	mg/kg dm	<0,05	<0,05	50
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	<0,08	<0,04	1
Molibden, Mo	mg/kg dm	0,07	<0,07	10
Nikal, Ni	mg/kg dm	<0,07	<0,07	10
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0,20	<0,20	10
Selen, Se	mg/kg dm	<0,33	<0,04	0,5
Hrom, Cr	mg/kg dm	<0,05	<0,05	10
Cink. Zn	mg/kg dm	<0,05	<0,05	50
Živa, Hg	mg/kg dm	<0,005	<0,005	0,2
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg dm	120	203,9	15.000
Fluoridi, F <sup>-</sup>	mg/kg dm	4,4	4,0	150
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg dm	800	3.775,9	20.000

Tabela 75 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA, Gornja zona

Element	Jedinica	Uzorak neminearizovanog otpada, %		Referentna vrednost
		Uzorak iz 2020.	Uzorak iz 2022.	
Antimon, Sb	mg/l	<0,011	<0,006	15
Arsen, As	mg/l	0,023	<0,020	5
Barijum, Ba	mg/l	0,020	0,22	100
Bakar, Cu	mg/l	0,008	0,33	25
Kadmijum, Cd	mg/l	<0,033	<0,004	1
Molibden, Mo	mg/l	<0,017	<0,007	350
Nikal, Ni	mg/l	<0,008	<0,007	20
Olovo, Pb	mg/l	0,005	<0,020	5
Selen, Se	mg/l	<0,008	0,005	1
Hrom, Cr	mg/l	0,064	<0,005	5
Cink. Zn	mg/l	<0,007	0,12	250
Živa, Hg	mg/l	<0,0005	<0,001	0,2
Vanadijum, V	mg/l	0,13	<0,007	24
Srebro, Ag	Mg/l	-	<0,005	5

Rezultati izluživanja slabomineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone, pokazano po obe primenjene metodologije, pokazuju da je stepen izluživanja izuzetno nizak jer su vrednosti svih parametara daleko ispod referentnih vrednosti za neopasni otpad. U tabeli 76 prikazani su rezultati za uzorke slabomineralizovanog otpada iz Donje zone rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 77 prema proceduri EPA.

Tabela 76 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008, Donja zona

	Jed. mere	Uzorak neminearizovanog otpada, %			Referentne vrednosti za neopasni otpad
		300-3/24	300-10/24	300-11/24	
El. provod.	μS/cm	187	130	1083	
pH		9.08	8.11	6.88	6-13
Antimon, Sb	mg/kg dm	<0.06	<0.06	<0.06	0,7
Arsen, As	mg/kg dm	0.25	<0.20	<0.20	2
Barijum, Ba	mg/kg dm	0.15	0.37	0.11	100
Bakar, Cu	mg/kg dm	0.66	0.08	0.10	50
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	0.05	<0.04	<0.04	1
Molibden, Mo	mg/kg dm	<0.07	<0.07	<0.07	10
Nikal, Ni	mg/kg dm	<0.07	0.18	<0.07	10
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0.20	<0.20	<0.20	10
Selen, Se	mg/kg dm	<0.04	<0.04	<0.04	0,5
Hrom, Cr	mg/kg dm	<0.05	<0.05	<0.05	10
Cink. Zn	mg/kg dm	<0.05	0.18	0.06	50
Živa, Hg	mg/kg dm	<0.005	<0.005	<0.005	0,2
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg dm	783.0	52.4	23.0	15.000
Fluoridi, F <sup>-</sup>	mg/kg dm	3.3	1.2	0.8	150
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg dm	5010	515	8130	20.000

Tabela 77 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA, Donja zona

Element	Jedinica	Uzorak neminearizovanog otpada, %			Referentna vrednost
		300-3/24	300-10/24	300-11/24	
Antimon, Sb	mg/l	<0.006	<0.006	<0.006	15
Arsen, As	mg/l	<0.020	<0.020	<0.020	5
Barijum, Ba	mg/l	0.150	0.395	0.048	100
Bakar, Cu	mg/l	0.130	0.209	0.040	25
Kadmijum, Cd	mg/l	<0.004	<0.004	<0.004	1
Molibden, Mo	mg/l	<0.007	<0.007	<0.007	350
Nikal, Ni	mg/l	<0.007	0.032	<0.007	20
Olovo, Pb	mg/l	<0.020	<0.020	<0.020	5
Selen, Se	mg/l	<0.004	<0.004	<0.004	1
Hrom, Cr	mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	5
Cink. Zn	mg/l	0.016	0.032	0.034	250
Živa, Hg	mg/l	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,2
Vanadijum, V	mg/l	<0.007	<0.007	<0.007	24
Srebro, Ag	Mg/l	<0.005	<0.005	<0.005	5

Rezultati izluživanja slabomineralizovanog jamskog otpada iz Donje zone, pokazano po obe primenjene metodologije, pokazuju da je stepen izluživanja izuzetno nizak jer su vrednosti svih parametara daleko ispod referentnih vrednosti za neopasni otpad.

*Neutralizacioni i kiselinski potencijal slabomineralizovani jamski otpad*

Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala za slabomineralizovani jamski otpad iz Gornje zone rudnika „Čukaru Peki“, statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, prikazani su u tabeli 78.

Tabela 78 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala slabomineralizovane jamske jalovine iz Gornje zone

Parametar	Jedini- nica	Proračun baziran na ukupnom sumporu		Referentne vrednosti
		2020.	2022.	
Kiselinski potencijal (AP)	H <sup>+</sup> mol/kg	1,19	1,95	
Neutralizacioni potencijal (NP)		1,60	1,66	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)		1,35	0,85	<1, postoje uslovi za ARD
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)		20,62	-0,29	
Kiselinski potencijal (AP)	CaCO <sub>3</sub> kg/t		97,50	
Neutralizacioni potencijal (NP)			101,67	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)			83,0	>20, nema ARD

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

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala slabomineralizovani jamski otpad pokazuju da je odnos neutralizacionog i kiselinskog potencijala nešto ispod 1 što ukazuje da je generisanje kiselih drenažnih voda veliko osim ako su sulfidi nereaktivni, što zahteva dodatna ispitivanja. Neto neutralizacioni potencijal iskazan preko potrošnje kreča je daleko iznad 20 što ukazuje da ne postoje uslovi da ovaj otpad generiše kisele drenažne vode. Zbog ovako protivrečnih rezultata prirodnih potencijala treba redovno pratiti u postupcima monitoringa odlagališta jamske jalovine.

Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala za slabomineralizovani jamski otpad iz Donje zone rudnika „Čukaru Peki“, statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, prikazani su u tabeli 79.

Tabela 79 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala slabomineralizovane jamske jalovine iz Donje zone

Parametar	Jed-nica	Proračun baziran na ukupnom sumporu			Referentne vrednosti
		300-3/24	300-10/24	300-11/24	
Kiselinski potencijal (AP)	H <sup>+</sup> mol/kg	2,38	2,63	3,14	
Neutralizacioni potencijal (NP)		0,03	0,03	0,85	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)		0,07	0,01	0,19	<1, ima potencijala za generisanje kiselih drenažnih voda, ako su sulfidi nereaktivni, što zahteva dodatna ispitivanja
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)		-2,21	-2,60	-2,54	
Kiselinski potencijal (AP)		119,06	131,25	157,19	
Neutralizacioni potencijal (NP)	CaCO <sub>3</sub> kg/t	1,67	1,67	42,50	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)		-110,31	-129,75	-127,19	<-20 ima potencijala za generisanje kiselih drenažnih voda, ako su sulfidi nereaktivni, što zahteva dodatna ispitivanja

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

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala slabomineralizovani jamski otpad pokazuju da je odnos neutralizacionog i kiselinskog potencijala nešto ispod 1 što ukazuje da je generisanje kiselih drenažnih voda veliko osim ako su sulfidi nereaktivni, što zahteva dodatna ispitivanja. Neto neutralizacioni potencijal iskazan preko potrošnje kreča je manji od -20, što takođe ukazuje da je generisanje kiselih drenažnih voda veliko osim ako su sulfidi nereaktivni, što zahteva dodatna ispitivanja. 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.

U poglavlju 7.2.1. je detaljno objašnjeno na koji način se klasifikacija i kategorizacija rudarskog otpada u ovom Planu vrši. 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.

*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 slabomineralizovani jamski otpad iz Gornje i Donje zone prikazana su u tabeli 80.

Tabela 80 Indeksni broj slabomineralizovanog jamskog otpada iz Gornje zone i Donje zone 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 prema prirodi ili aktivnosti kojom se stvaraju	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
<b>Slabomineralizovani jamski otpad</b>	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						

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

*Količine otpada*

Količine jalovine koje se izdvajaju u zavisnosti od faze radova u jami iz Gornje i Donje zone prikazani su u tabeli 81.

Tabela 81 Količine slabomineralizovanog jamskog otpada

	Period izgradnje rudarskih objekata, t	U toku rada jame, t	Ukupno,
Slabomineralizovana jalovina	159.300	945.000	1.104.300 t
			1.328.667 m <sup>3</sup>

## 7.2.5. Karakterizacija otpada iz otprašivača i ukupne količine

*Hemijske karakteristike otpada - Učešće opasnih komponenti*

Tabela 82 Hemijski sastav opasnih komponenti u otpadu iz otprašivača

Element	Jamski otpad sa slabom mineralizacijom	Granične vrednosti
Živa, Hg	<0,00001	0,1
<b>Ukupno veoma toksičnih:</b>	<b>&lt;0,00001</b>	
Arsen, As	0,43927	3%
Nikl, Ni	0,00082	
Kadmijum, Cd	0,00011	
<b>Ukupno toksičnih:</b>	<b>0,44020</b>	
Bakar, Cu	5,04107	25%
Vanadijum, V	0,00637	
Molibden, Mo	0,00140	
Olovo, Pb	0,02814	
Hrom, Cr	0,00286	
Cink, Zn	0,02714	
Kobalt, Co	0,00109	
<b>Ukupno opasnih:</b>	<b>5,10806</b>	

Dobijeni rezultati pokazuju da je učešće veoma toksičnih, toksičnih i opasnih elemenata daleko ispod graničnih vrednosti. U planu upravljanja otpadom iz 2020.g. nije bilo uzorka prašine iz otprašivača tako da se rezultati ne mogu porediti.

*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 američke agencije EPA. Ispitivanja su vršena na uzorku, koje je obezbedio Investitor. Uzorci su izdvojeni tokom redovnog rada postrojenja. U tabeli 83 prikazani su rezultati rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 84 prema proceduri EPA.



Tabela 83 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008

	Jed. mere	Uzorak otpada iz otprašivača, %	Referentne vrednosti za neopasni otpad
pH		8,18	6-13
Antimon, Sb	mg/kg dm	0,07	0.7
Arsen, As	mg/kg dm	<0,20	2
Barijum, Ba	mg/kg dm	0,52	100
Bakar, Cu	mg/kg dm	288	50 (za opasan 100)
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	<0,04	1
Molibden, Mo	mg/kg dm	<0,07	10
Nikal, Ni	mg/kg dm	0,22	10
Olovo, Pb	mg/kg dm	0,33	10
Selen, Se	mg/kg dm	0,05	0.5
Hrom, Cr	mg/kg dm	0,16	10
Cink. Zn	mg/kg dm	13	50
Živa, Hg	mg/kg dm	<0,005	0.2
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg dm	183,4	15 000
Fluoridi, F <sup>-</sup>	mg/kg dm	4,1	150
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg dm	16 448,3	20 000

Tabela 84 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA

Element	Jedinica	Uzorak neminearizovanog otpada, %	Referentna vrednost
Antimon, Sb	mg/l	<0,006	15
Arsen, As	mg/l	<0,020	5
Barijum, Ba	mg/l	0,020	100
Bakar, Cu	mg/l	0,088	25
Kadmijum, Cd	mg/l	0,006	1
Molibden, Mo	mg/l	0,027	350
Nikal, Ni	mg/l	<0,007	20
Olovo, Pb	mg/l	<0,020	5
Selen, Se	mg/l	0,004	1
Hrom, Cr	mg/l	<0,005	5
Cink. Zn	mg/l	0,016	250
Živa, Hg	mg/l	<0,001	0.2
Vanadijum, V	mg/l	<0,007	24
Srebro, Ag	mg/l	<0,005	5

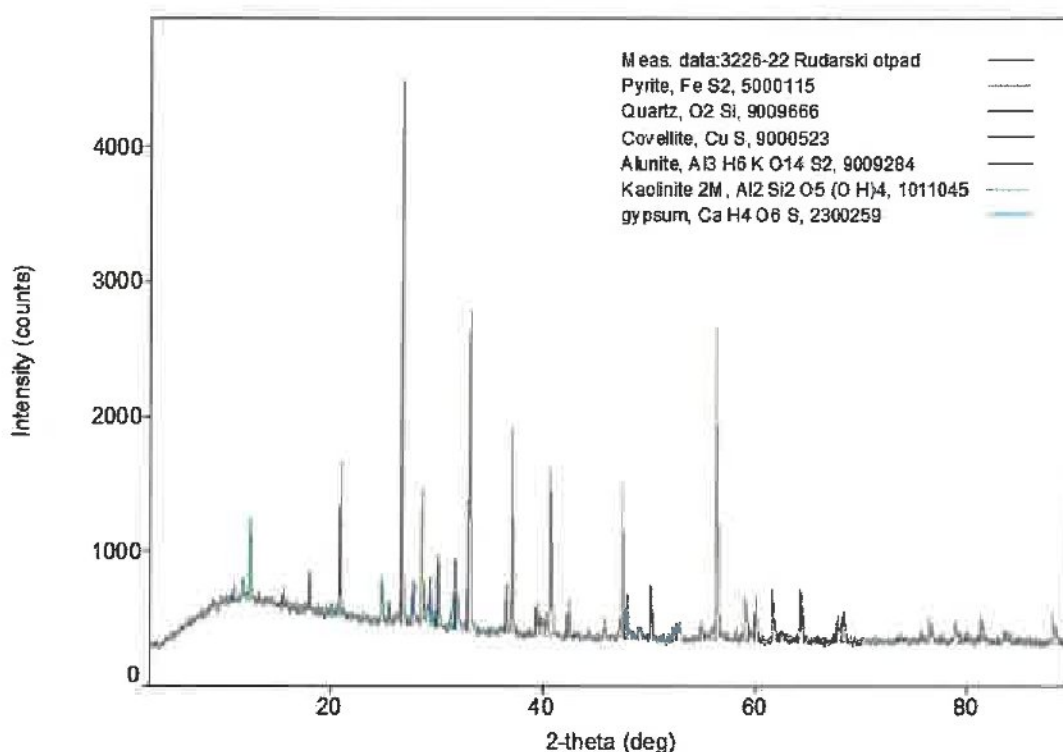
Rezultati izluživanja otpada iz otprašivača, po evropskoj (SRPS) metodologiji da je učešće jona bakra visoko, gotovo triput više od dozvoljene koncentracije za opasni otpad, dok je sadržaj ostalih parametara daleko ispod referentnih vrednosti za neopasni otpad. Prema TCLP metodologiji svi parametri se nalaze u dozvoljenim granicama. Ovako visoko učešće bakra pokazuje da je i tehnološki i ekološki ispravna odluka rukovodilaca Rudnika da izdvojenu prašinu ne deponuju već da je vrata u proces koncentracije.

#### *Mineraloške karakteristike otpada iz otprašivača*

Mineraloške karakteristike otpada iz otprašivača prikazane su u tabeli 85 i slici 70.

Tabela 85 Mineraloški sastav otpada iz otprašivača

Mineral	Hemijska formula minerala	Mineralni sadržaj u uzorku, %
Pirit	FeS <sub>2</sub>	39
Kvarc	SiO <sub>2</sub>	30
Kaolinit	Al <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11
Alunit	KAl <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>	9
Kovelin	CuS	8
Gips	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	3



Slika 70 Difraktogram otpada iz otprašivača

Iz mineraloškog sastava se vidi da je pored kvarca i pirita visoko učešće kovelina (mekan mineral, tvrdoća po Mosu – 1,5-2), industrijski interesantnog minerala bakra, pa ovaj „otpad“ treba i dalje vraćati u proces koncentracije.

#### *Neutralizacioni i kiselinski potencijal otpada iz otprašivača*

Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala otpada iz otprašivača rudnika „Čukaru Peki“, statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, prikazani su u tabeli 86.

Tabela 86 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala otpada iz otprašivača

Parametar	Jedinica	Proračunata vrednost	Referentne vrednosti
Kiselinski potencijal (AP)	H <sup>+</sup> mol/kg	16,63	
Neutralizacioni potencijal (NP)	H <sup>+</sup> mol/kg	0,28	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)	H <sup>+</sup> mol/kg	0,02	<1, postoje uslovi za ARD, osim ako su sulfidi nereaktivni što treba dokazati
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	H <sup>+</sup> mol/kg	-16,35	
Kiselinski potencijal (AP)	CaCO <sub>3</sub> , kg/t	831,25	
Neutralizacioni potencijal (NP)	CaCO <sub>3</sub> , kg/t	26,67	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	CaCO <sub>3</sub> , kg/t	14,0	-20+20, treba dodatno ispitati

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

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala otpada iz otprašivača pokazuju da, teoretski postoje uslovi da se formiraju kisele drenažne vode (ARD), jer prirodna neutralizacija formirane kisele drenažne vode neće biti potpuna, odnosno da se na bazi ove analize ne može sa sigurnošću tvrditi da može doći do spontane neutralizacije.

*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 otpad iz otprašivača prikazana su u tabeli 87.

Tabela 87 Indeksni broj otpada iz otprašivača 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 prema prirodni ili aktivnost i kojom se stvaraju	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
Otpad iz otprašivača	01 04 07*	Q11	C6	Y22	H15	D9/R4	Opasan otpad
Grupa	01 - Rudarstvo	Ostaci od ekstrakcije i prerade sirovina	jedinjenja bakra	Jedinjenja bakra	Otpad koji ima svojstvo da na bilo koji način, nakon	Fizičko-hemijski tretman koji nije naznačen na drugom mestu u ovoj listi, a čiji su	
Podgrupa	04- otpadi iz						

	fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu industriju	(npr. otpad iz rudarstva, naftne isplake i dr.)			odlaganja, proizvodi druge supstance, npr. izluževine, koje poseduju bilo koju navedenu karakteristiku (H1-H14)	konačni proizvodi jedinjenja ili smeše koje se zbrinjavaju bilo kojim postupkom od D1 do D12 (npr. isparavanje, sušenje, kalcinacija.) Recikliranje/prerađivanje metala i jedinjenja metala	
Kod	07* - ... koji sadrže opasne supstance						

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 **opasnih**. Ovo još jednom potvrđuje ispravnost odluke da se ovaj „otpad“ vrati u proces koncentracije.

#### Količine otpada

Količine prašine iz sistema otprašivanja koje se izdvajaju u zavisnosti od kapaciteta i efikasnosti rada mašina, ali se obično svodi na malo maseno učešće – oko 1 t nedeljno.

#### 7.2.6. Karakterizacija otpada iz mlina

##### Hemijske karakteristike otpada iz mlina - . Učešće opasnih komponenti

Tabela 88 Hemijski sastav opasnih komponenti u otpadu iz mlina

Element	Otpad iz mlina	Grafične vrednosti
Živa, Hg	<0.00001	<b>0,1</b>
<b>Ukupno veoma toksičnih:</b>	<b>&lt;0.00001</b>	
Arsen, As	0.28757	<b>3%</b>
Nikl, Ni	0.00143	
Kadmijum, Cd	0.00008	
<b>Ukupno toksičnih:</b>	<b>0.28907</b>	
Bakar, Cu	5.97123	
Vanadijum, V	0.00573	<b>25%</b>
Molibden, Mo	0.00361	
Olovo, Pb	0.02351	
Hrom, Cr	0.02866	
Cink, Zn	0.01976	
Kobalt, Co	0.00122	
<b>Ukupno opasnih:</b>	<b>6.05372</b>	

Uzorak 1. Izveštaj Instituta za rudarstvo i metalurgiju, uzorak internog broja 3224/22

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

*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 američke agencije EPA. Ispitivanja su vršena na uzorku, koje je obezbedio investitor. Uzorci su izdvojeni tokom redovnog rada postrojenja. U tabeli 89 prikazani su rezultati rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 90 prema proceduri EPA.

Tabela 89 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008

	Jed. mere	Uzorak otpada iz mlina, %	Referentne vrednosti za neopasni otpad
El. provod.	μS/cm	2127	
pH		6,56	6-13
Antimon, Sb	mg/kg dm	<0,06	0.7
Arsen, As	mg/kg dm	<0,20	2
Barijum, Ba	mg/kg dm	0,11	100
Bakar, Cu	mg/kg dm	0,39	50 (za opasan 100)
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	<0,04	1
Molibden, Mo	mg/kg dm	3,0	10
Nikal, Ni	mg/kg dm	<0,07	10
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0,20	10
Selen, Se	mg/kg dm	<0,04	0.5
Hrom, Cr	mg/kg dm	<0,05	10
Cink. Zn	mg/kg dm	<0,05	50
Živa, Hg	mg/kg dm	<0,005	0.2
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg dm	323,7	15 000
Fluoridi, F	mg/kg dm	7,5	150
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg dm	12.402,3	20 000

Tabela 90 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA

Element	Jedinica	Uzorak otpada iz mlina, %	Referentna vrednost
Antimon, Sb	mg/l	<0,006	15
Arsen, As	mg/l	<0,020	5
Barijum, Ba	mg/l	0,068	100
Bakar, Cu	mg/l	<0,005	25
Kadmijum, Cd	mg/l	<0,004	1
Molibden, Mo	mg/l	<0,007	350
Nikal, Ni	mg/l	1,7	20
Olovo, Pb	mg/l	<0,020	5
Selen, Se	mg/l	<0,004	1
Hrom, Cr	mg/l	0,059	5
Cink. Zn	mg/l	0,21	250
Živa, Hg	mg/l	<0,001	0.2
Vanadjum, V	mg/l	<0,007	24
Srebro, Ag	mg/l	<0,005	5

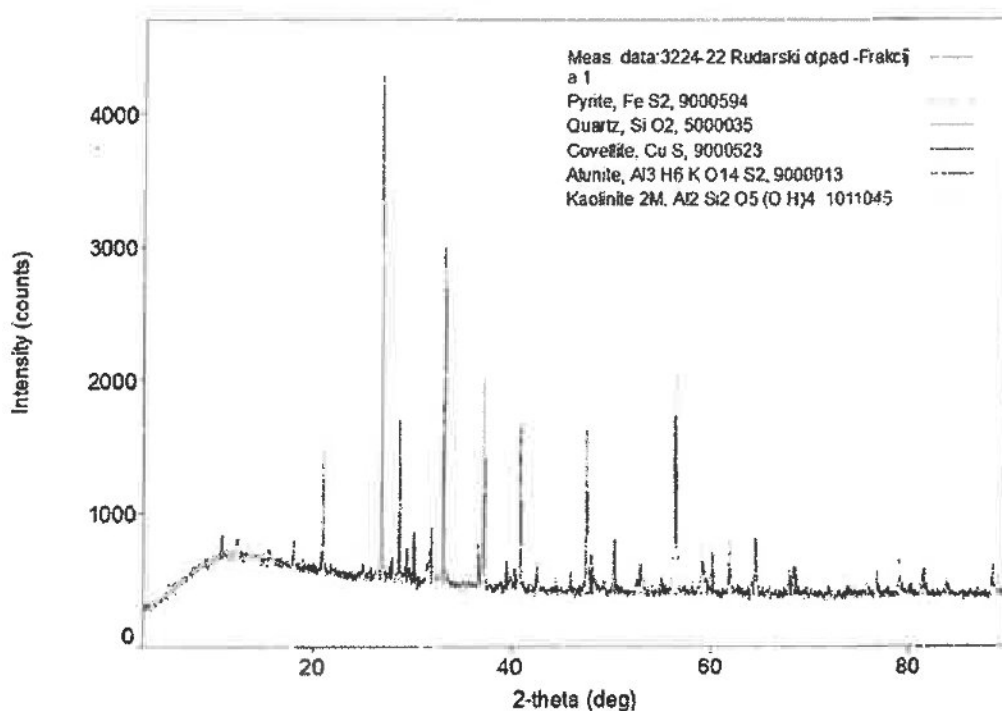
Rezultati izluživanja otpada iz mlina, po evropskoj (SRPS) i TCLP metodologiji pokazuju da se svi parametri nalaze u dozvoljenim granicama, te da ne treba očekivati probleme sa izluživanjem.

#### Mineraloške karakteristike otpada iz mlina

Tabela 91 Mineraloški sastav otpada iz mlina

Mineral	Hemijska formula minerala	Mineralni sadržaj u uzorku, %
Pirit	$\text{FeS}_2$	51
Kvarc	$\text{SiO}_2$	31
Kovelin	$\text{CuS}$	9
Alunit	$\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	5
Kaolinit	$\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Si}_2\text{O}_5$	4

Iz mineraloškog sastava očekivano se nalazi pirit, ali je začuđujuće visoko učešće kvarca (potpuno nemagnetičan). Učešće kovelina je visoka i upućuje na potrebu vraćanja mehanički prečišćenog otpada nazad u proces flotacijske koncentracije.



Slika 71 Difraktogram otpada iz mlina

#### Neutralizacioni i kiselinski potencijal otpada iz mlina

Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala otpada iz mlina rudnika „Čukaru Peki“, statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, prikazani su u tabeli 92.

Tabela 92 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala otpada iz mlina

Parametar	Jedinica	Proračunata vrednost	Referentne vrednosti
Kiselinski potencijal (AP)	H <sup>+</sup> mol/kg	19,59	
Neutralizacioni potencijal (NP)		-0,10	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)		-0,01	<1, postoje uslovi za ARD, osim ako su sulfidi nereaktivni što treba dokazati
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)		-19,69	
Kiselinski potencijal (AP)	CaCO <sub>3</sub> kg/t	979,38	
Neutralizacioni potencijal (NP)		1,67	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)		-5,0	-20-+20, treba dodatno ispitati

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

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala otpada iz mlina pokazuju da, teoretski postoje uslovi da se formiraju kisele drenažne vode (ARD), jer prirodna neutralizacija formirane kisele drenažne vode neće biti potpuna, odnosno da se na bazi ove analize ne može sa sigurnošću tvrditi da može doći do spontane neutralizacije, pa ispitivanja treba nastaviti.

#### *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 otpad iz mlina prikazana su u tabeli 93.

Tabela 93 Indeksni broj otpada iz mlina 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 prema prirodi ili aktivnost i kojom se stvaraju	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
<b>Otpad iz mlina</b>	01 04 07*	Q11	C19	-	H15	D9/R4	<b>Opasan otpad</b>
Grupa	01 - Rudarstvo	Ostaci od ekstrakcije i prerade sirovina (npr. otpad iz rudarstva, naftne isplake i dr.)	Neorganski sulfidi (pirit!)	Nije primenjivo	Otpad koji ima svojstvo da na bilo koji način, nakon odlaganja, proizvodi druge supstance, npr. izluževine, koje poseduju bilo koju navedenu karakteristiku (H1-H14)	Fizičko-hemijski tretman koji nije naznačen na drugom mestu u ovoj listi, a čiji su konačni proizvodi jedinjenja ili smeše koje se zbrinjavaju bilo kojim postupkom od D1 do D12 (npr. isparavanje, sušenje, kalcinacija.) Recikliranje/prerađivanje metala i jedinjenja metala	
Podgrupa	04 – otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu industriju						
Kod	07* - ... koji sadrže opasne supstance						

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 potencijalno **opasnih**.

#### *Količine*

Količine otpada iz mlina koje se izdvajaju u zavisnosti od kapaciteta i efikasnosti rada mašina, ali se obično svodi na malo maseno učešće – oko 1 t nedeljno.



## 7.2.7. Karakterizacija otpada iz hidrociklona sa sita

*Hemijske karakteristike otpada sa sita - Učešće opasnih komponenti*

Tabela 94 Hemijski sastav opasnih komponenti u otpadu sa sita

Element	Otpad sa sita	Granične vrednosti
Živa, Hg	<0,00001	<b>0,1</b>
<b>Ukupno veoma toksičnih:</b>	<b>&lt;0,00001</b>	
Arsen, As	0,29742	<b>3%</b>
Nikl, Ni	0,00121	
Kadmijum, Cd	0,00007	
<b>Ukupno toksičnih:</b>	<b>0,29870</b>	
Bakar, Cu	11,2667	<b>25%</b>
Vanadijum, V	0,00438	
Molibden, Mo	0,00102	
Olovo, Pb	0,01336	
Hrom, Cr	0,01122	
Cink, Zn	0,02426	
Kobalt, Co	0,00054	
<b>Ukupno opasnih:</b>	<b>11,32145</b>	

Uzorak 1. Izveštaj Instituta za rudarstvo i metalurgiju, uzorak internog broja 3225/22

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

*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. Uzorci su izdvojeni tokom redovnog rada postrojenja. U tabeli 95 prikazani su rezultati rađeni prema srpskom standardu, a u tabeli 96 prema proceduri EPA.

Tabela 95 Rezultati testova izluživanja prema standardu SRPS.EN 12457-2:2008

	Jed. mere	Uzorak otpada iz otprašivača, %	Referentne vrednosti za neopasni otpad
El. provod.	μS/cm	924	
pH		8,13	6-13
Antimon, Sb	mg/kg dm	0,11	0.7
Arsen, As	mg/kg dm	<0,20	2
Barijum, Ba	mg/kg dm	0,33	100
Bakar, Cu	mg/kg dm	0,16	50 (za opasan 100)
Kadmijum, Cd	mg/kg dm	<0,04	1
Molibden, Mo	mg/kg dm	0,16	10
Nikal, Ni	mg/kg dm	<0,07	10
Olovo, Pb	mg/kg dm	<0,20	10
Selen, Se	mg/kg dm	<0,04	0.5
Hrom, Cr	mg/kg dm	<0,05	10
Cink. Zn	mg/kg dm	<0,05	50
Živa, Hg	mg/kg dm	<0,005	0.2
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg dm	259,7	15 000
Fluoridi, F <sup>-</sup>	mg/kg dm	1,4	150
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg dm	3.851,8	20 000

Tabela 96 Rezultati testova izluživanja prema proceduri TCLP, US EPA

Element	Jedinica	Uzorak neminearlizovanog otpada, %	Referentna vrednost
Antimon, Sb	mg/l	<0,006	15
Arsen, As	mg/l	<0,020	5
Barijum, Ba	mg/l	0,066	100
Bakar, Cu	mg/l	32,7	25
Kadmijum, Cd	mg/l	<0,004	1
Molibden, Mo	mg/l	<0,007	350
Nikal, Ni	mg/l	0,009	20
Olovo, Pb	mg/l	0,18	5
Selen, Se	mg/l	<0,004	1
Hrom, Cr	mg/l	0,038	5
Cink. Zn	mg/l	0,52	250
Živa, Hg	mg/l	<0,001	0.2
Vanadijum, V	mg/l	<0,007	24
Srebro, Ag	mg/l	<0,005	5

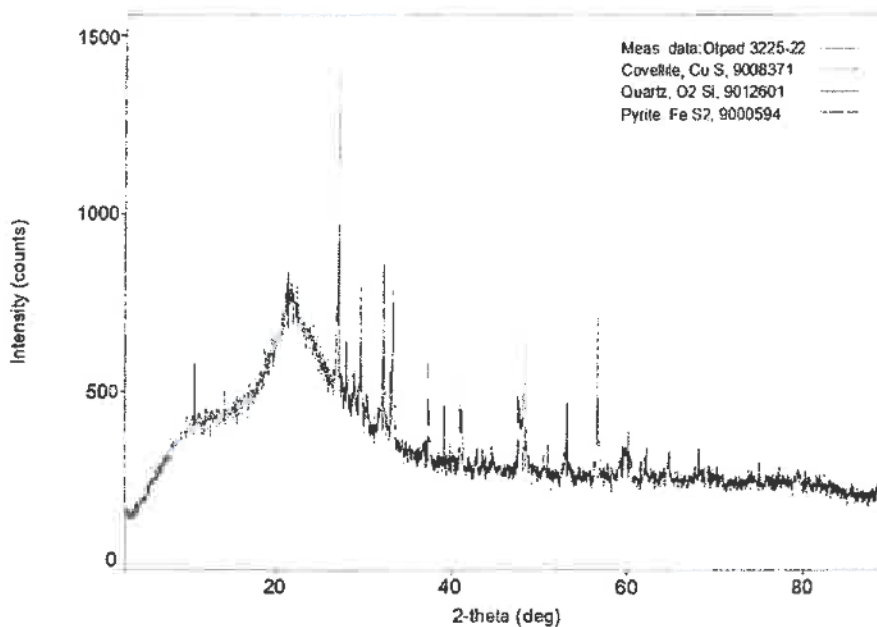
Rezultati izluživanja otpada iz hidrociklona sa sita, po evropskoj (SRPS) metodologiji pokazuju da se svi parametri nalaze u dozvoljenim granicama, dok je kod analize po TCLP učešće jona bakra u eluatu iznad referentne vrednosti. Ovaj rezultat se poklapa sa podatkom iz tabele 89 prema kojoj je učešće bakra, kao opasnog elementa izuzetno visoko (11,26667%)

*Mineraloške karakteristike otpada iz hidrociklona sa sita*

Mineraloške karakteristike otpada iz hidrociklona sa sita su prikazane u tabeli 92 i na slici 72.

Tabela 97 Mineraloški sastav otpada iz hidrociklona sa sita

Mineral	Hemijska formula minerala	Mineralni sadržaj u uzorku, %
Pirit	FeS <sub>2</sub>	+
Kvarc	SiO <sub>2</sub>	+
Kovelin	CuS	+



Slika 72 Difraktogram otpada sa sita

U mineraloškom građi učestvuju pirit, kvarc i kovelin. Procena masene zastupljenosti nije urađena, no verovatno je visoko učešće kovelina s obzirom na visoko učešće jona bakra u tabeli gde su prikazane opasne komponente, odnosno u tabeli sadržaja eluata po TCLP proceduri.

*Neutralizacioni i kiselinski potencijal otpada iz hidrociklona sa sita*

Rezultati određivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala otpada sa sita, statičkim testom EN 15875, koji je prilagođen za sulfide, prikazani su u tabeli 98.

Tabela 98 Rezultati ispitivanja kiselinskog potencijala otpada iz hidrociklona sa sita

Parametar	Jedinica	Proračunata vrednost	Referentne vrednosti
Kiselinski potencijal (AP)	H <sup>+</sup> mol/kg	9,79	
Neutralizacioni potencijal (NP)	H <sup>+</sup> mol/kg	2,59	
Odnos (koeficijent) neutralizacionog potencijala (NPR)	H <sup>+</sup> mol/kg	0,26	<1, postoje uslovi za ARD, osim ako su sulfidi nereaktivni što treba dokazati
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	H <sup>+</sup> mol/kg	-7,20	
Kiselinski potencijal (AP)	(CaCO <sub>3</sub> ) kg/t	489,38	
Neutralizacioni potencijal (NP)	(CaCO <sub>3</sub> ) kg/t	2.686,67	
Neto neutralizacioni potencijal (NNP)	(CaCO <sub>3</sub> ) kg/t	129,25	>20, ne postoje uslovi za pojavu ARD

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

Rezultati ispitivanja kiselinskog i neutralizacionog potencijala otpada sa sita pokazuju da, teoretski postoje uslovi da se formiraju kisele drenažne vode (ARD), posmatrano preko učešća jona vodonika, dok posmatrano preko potrošnje krečnjaka takva mogućnost ne postoji.

*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, prirode nastanka, ponašanja u fazi deponovanja do načina odlaganja i/ili recikliranja. Ova obeležja za otpad iz hidrociklona (sa sita) prikazana su u tabeli 99.

Tabela 99 Indeksni broj otpada sa sita 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 prema prirodi ili aktivnosti kojom se stvaraju	H Karakteristike otpada koje ga čine opasnim	D/R Operacija odlaganja / operacija ponovnog korišćenja	
<b>Otpad iz hidrociklona</b>	01 04 07*	Q11	C6	-	H15	D9/R4	<b>Opasan otpad</b>
Grupa	01 - Rudarstvo	Ostaci od ekstrakcije i prerade sirovina (npr. otpad iz rudarstva, naftne isplake i dr.)	Joni bakra	Nije primenljivo	Otpad koji ima svojstvo da na bilo koji način, nakon odlaganja, proizvodi druge supstance, npr. izluževine, koje poseduju bilo koju navedenu karakteristiku (H1-H14)	Fizičko-hemijski tretman koji nije naznačen na drugom mestu u ovoj listi, a čiji su konačni proizvodi jedinjenja ili smeše koje se zbrinjavaju bilo kojim postupkom od D1 do D12 (npr. isparavanje, sušenje, kalcinacija.) Recikliranje/prerađivanje metala i jedinjenja metala	
Podgrupa	04- otpadi iz fizičke i hemijske obrade minerala za obojenu industriju						
Kod	07* - ... koji sadrže opasne supstance						

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

*Količine otpada*

Količine otpada iz hidrociklona koje se izdvajaju u zavisnosti od kapaciteta i efikasnosti rada mašina, ali se obično svodi na malo maseno učešće – oko 1 t nedeljno.

#### 7.2.8. Predlog kategorije deponija rudarskog otpada na osnovu karaktera otpada koji se na njima deponuje

Na osnovu prethodno iznetih podataka karakterizacije i na osnovu predložene metodologije za karakterizaciju otpada (poglavlje 7.2.1) U okviru Rudnika „Čukaru Peki“ generišu se 3 vrste neopasnog rudarskog otpada, i to:

- Flotacijska jalovina,
- Jamski nemineralizovani otpad, i
- Jamski slabominalizovani otpad.

Takođe, generišu se 4 vrste opasnog rudarskog otpada, i to:

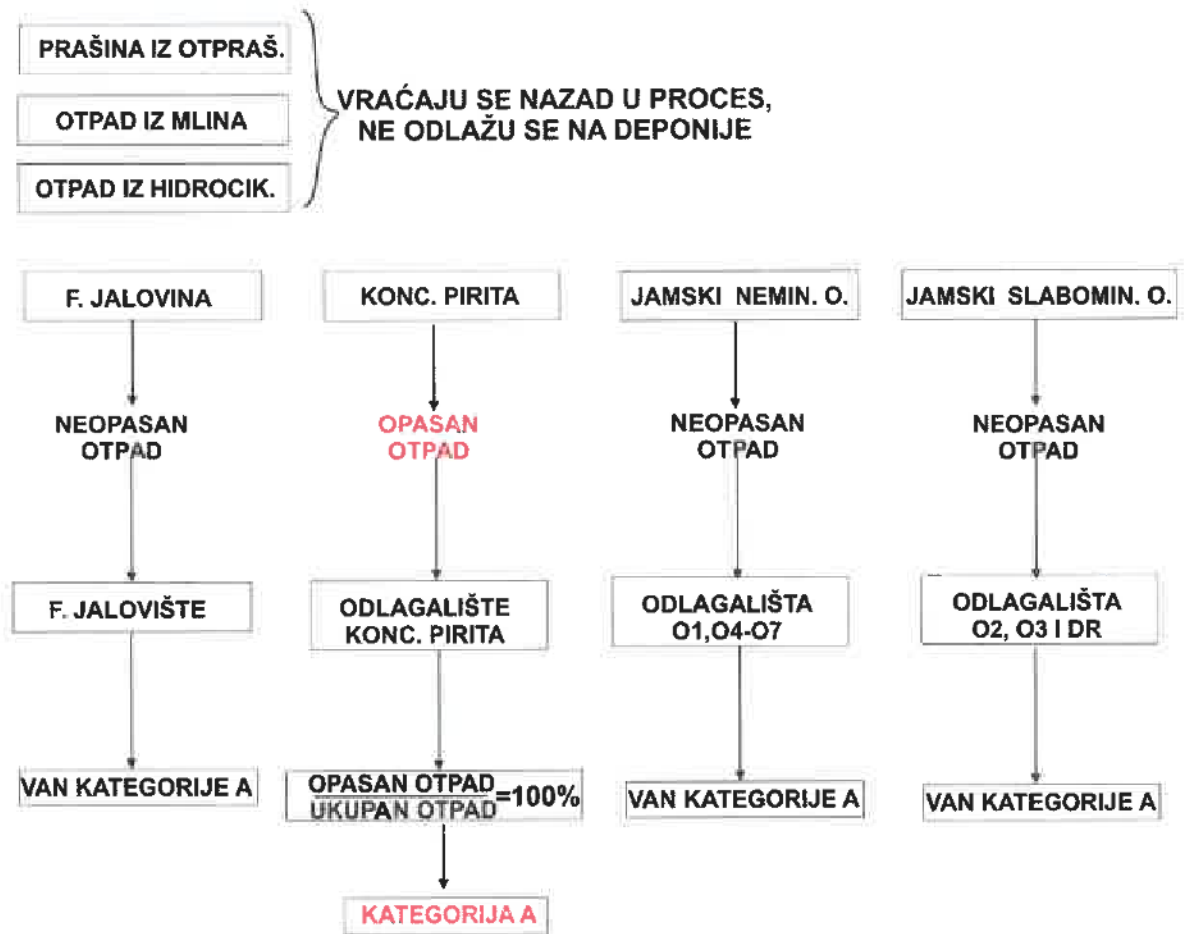
- Koncentrat pirita,
- Prašina iz otprašivača,
- Otpad iz mlina,
- Otpad iz hidrociklona ( sa sita).

Prašina iz otprašivača, otpad iz mlina i otpad iz hidrociklona (sa sita) su rudarski otpadi koji se ne odlažu, već se vraćaju nazad u proces, kako je to objašnjeno u Poglavlju 6 ovog Plana. Stoga, klasifikaciju deponija na osnovu karaktera otpada koji se na njima deponuju prema Uredbi je moguće izvršiti u slučaju flotacijskog jalovišta, odlagališta „koncentrata pirita“ i odlagališta O1-O7 i DR, na kojima se odlaže nemineralizovani i slabominalizovani jamski otpad.

Kako su flotacijska jalovina, nemineralizovani i slabominalizovani otpad okarakterisani kao „neopasni“ otpad, može se zaključiti da su flotacijsko jalovište i odlagališta O1-O7 i DR van kategorije A. S obzirom da je „koncentrat pirita“ okarakterisan kao „opasni“ otpad, za kategorizaciju odlagališta „koncentrata pirita“ treba pristupiti proračunu odnosu masa suve materije opasnog i ukupnog otpada koji će se odlagati na ovom odlagalištu tokom operativne faze. Kako će na odlagalištu koncentrata pirita tokom čitave operativne faze biti odloženo 100% isključivo „koncentrata pirita“, proračun je jednostavan:

$$\frac{\text{OPASNI OTPAD}}{\text{UKUPNI OTPAD}} \cdot 100\% = 1 \cdot 100\% = 100\%$$

Shodno ovakvom rezultatu, odlagalište „koncentrata pirita“ se može svrstati u Kategoriju A na osnovu karaktera otpada koji se odlaže na njemu. Na slici 73 dat je prikaz kategorije deponija u rudniku Čukaru Peki, na osnovu karaktera otpada.



Slika 73. Kategorija deponija rudarskog otpada u Rudniku "Čukaru Peki" prema karakteru otpada

### 7.3. Klasifikacija deponija na osnovu sadržaja opasnih supstanci ili smeša u otpadu

Pored prethodno nabrojanih kriterijuma klasifikacije deponija na osnovu karaktera otpada, Uredba se dodatno bavi i karakteristikama vodene faze kod mokrih deponija. Deponija se klasifikuje 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 svaku 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 relevantnim 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:

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

$\Delta M_i$  = 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:

$$C'_{maks} = \frac{C_i}{\Delta Q_i}$$

Gde je:

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



Deponije koje podležu klasifikaciji prema ovom kriterijumu su **flotacijsko jalovište I odlagalište koncentrata pirita**, s obzirom da se na njima nalazi formirano taložno jezero. Odlagališta jamskog otpada ne podrazumevaju otpad na kom je vršena bilo koja metoda koncentracije i upotrebe reagenasa, niti se taj otpad odlaže zajedno sa tečnom fazom.

U tabeli 100 dat je popis svih reagenasa koji se koriste za pripremu rude, sa navedenim godišnjim količinama koje se troše po toni rude i dozvoljenim graničnim 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. 59/2010, 25/2011 i 5/2012) i Pravilniku (EC) br. 1272/2008 Evropskog parlamenta i Saveta.

Tabela 100 Popis reagenasa

Reagens	Godišnja potrošnja, t/g	Opasna hemikalija	Granična koncentracija
Kreč	9900	ne	/
Butil ksantat	148,5	Da <sup>16</sup>	1 g/l <sup>17</sup>
Vodeno staklo	3.465	Ne za akvatične sisteme <sup>18</sup>	/
Z-200	277,2	da	0,1-1 mg/L (akutna toksičnost 4*) i 1-10 mg/l (hronična toks. 2) <sup>19</sup>
Poliakrilamid	99	ne	/

**NAPOMENA:** Za flotiranje minerala bakra koristi se reagens Z-200, dok se za flotiranje pirita koristi butil ksantat. Otok II dela dopunskog flotiranja minerala bakra ide na flotiranje pirita, dok je definitivna jalovina koja ide na flotacijsko jalovište zapravo otok dopunskog flotiranja pirita. Dakle, sprovodi se zatvoreni ciklus flotiranja i butil ksantat iz ciklusa flotiranja bakra će nužno završiti u koncentratu pirita, a potom i na odlagalištu koncentrata pirita. Po istoj analogiji, Z-200 iz ciklusa flotiranja pirita će završiti u definitivnoj flotacijskoj jalovini, a potom i na flotacijskom jalovištu. Stoga bi oba reagensa trebalo uzeti u obzir pri proračunu opasnih supstanci u vodenoj fazi.

Svakako 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.

<sup>16,16,17</sup> Regulation (EC) No 1272/2008

<sup>17</sup> [https://cgs.gov.cz/system/files/2023-](https://cgs.gov.cz/system/files/2023-06/2007_CLASSIFICATION_OF_MINING_WASTE_FACILITIES.pdf)

[06/2007\\_CLASSIFICATION\\_OF\\_MINING\\_WASTE\\_FACILITIES.pdf](https://cgs.gov.cz/system/files/2023-06/2007_CLASSIFICATION_OF_MINING_WASTE_FACILITIES.pdf)

### 7.3.1. Flotacijsko jalovište

Ako se uzme prosečna godišnja masa flotacijske jalovine koja se deponuje od 755461 t, zapreminska masa  $1,373 \text{ t/m}^3$  i poroznost  $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^3$  flotacijske jalovine, godišnje povećanje vode u jalovištu je:

$$\Delta Q_i = \frac{\Delta M_i}{D} \cdot P = \frac{755461}{1,373} \cdot 0,5 = 275113,3 \text{ m}^3/\text{god}$$

Dalje je koncentracija butil ksantata koja godišnje završi u flotacijskom jalovištu:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{148500}{275113,3} = 0,54 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 0,54 \frac{\text{g}}{\text{l}} < 1 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

Koncentracija Z-200 koja godišnje završi na flotacijskom jalovištu je:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{277200}{275113,3} = 1 \frac{\text{g}}{\text{l}} > 0,1 - 10 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

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

### 7.3.2. Odlagalište koncentrata piritita

Ako se uzme prosečna godišnja masa koncentrata piritita koja se deponuje od 447846,15 t, zapreminska masa  $2,256 \text{ t/m}^3$  i poroznost  $0,05 \text{ m}^3/\text{m}^3$  koncentrata piritita, godišnje povećanje vode u odlagalištu je:

$$\Delta Q_i = \frac{\Delta M_i}{D} \cdot P = \frac{447846,15}{2,256} \cdot 0,05 = 9.925,7 \text{ m}^3/\text{god}$$

Dalje je koncentracija butil ksantata koja godišnje završi u odlagalištu koncentrata piritita:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{148500}{99256,7} = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1,5 \frac{\text{g}}{\text{l}} > 1 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

Koncentracija Z-200 koja godišnje završi na odlagalištu koncentrata piritita je:

$$C_{max} = \frac{C_i}{\Delta Q_i} = \frac{277200}{9925,7} = 27,9 \frac{\text{g}}{\text{l}} > 0,1 - 10 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

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

#### 7.4. Rezime kategorija deponija rudarskog otpada

U tabeli 101 je dat rezime predložene kategorije deponija rudarskog otpada u Rudniku „Čukaru Peki“, na osnovu različitih kriterijuma prema Uredbi.

Tabela 101 Rezime predloženih kategorija 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 koncentrata pirita	Kategorija A	Kategorija A	Kategorija A
Odlagališta jamskog otpada	Van kategorije A	Van kategorije A	Van kategorije A

Na osnovu prikazanih podataka može se konstatovati da su odlagališta jamskog otpada apsolutno van kategorije A, dok je odlagalište koncentrata pirita apsolutno u kategoriji A. 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.

Shodno ovako predloženim kategorijama flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita, Interni plan zaštite od udesa je obavezan i nalazi se u Dodatku 3 ovog Plana. Eksterni plan zaštite od udesa će se izraditi tokom 2025. godine, u okviru izrade neophodne dokumentacije za SEVESO postrojenje nakon čega je planirano ažuriranje Plana upravljanja rudarskim otpadom.

##### Rezime Internog plana zaštite od udesa

U Rudniku Čukaru Peki, potencijalno izvori opasnosti sa aspekta odlaganja rudarskog otpada su:

1. Flotacijsko jalovište
2. Odlagalište koncentrata pirita
3. Odlagališta nemineralizovanog i slabomineralizovanog otpada
4. Objekti za transport otpada

Procene pokazuju da bi maksimalno 9 ljudi moglo nastradati, uz potencijalne štete na infrastrukturi i životnu sredinu. Uzroci rušenja brana odlagališta mogu biti statičko ili dinamičko opterećenje i obilne padavine, dok klizanje odloženog materijala može nastati zbog nestabilnosti kosina. U slučaju rušenja, talas bi se kretao brzinom od 9,8 m/s, pri čemu bi iz flotacijskog jalovišta isteklo najviše odloženog materijala (5,9 miliona m<sup>3</sup>)

Mere prevencije uključuju:

- Korišćenje vodonepropusnih geomembrana radi sprečavanja zagađenja vode.
- Zatravlivanje površina radi smanjenja prašine.

- Sistem za pravovremeno otkrivanje anomalija, uz automatsko praćenje sigurnosti brana.
- Ugradnju objekata za evakuaciju slobodne vode i zaštitu od preliivanja, itd.

Planovi predviđaju obuku radnika, postavljanje opreme za bezbednost, redovne oskultacije (vizuelne i merenje) i osiguranje adekvatne opreme za ličnu zaštitu radnika.

Prevenција i reakcija na udes:

- Prioritet je preduzimanje svih mera da se spreči udes. Ako do njega ipak dođe, neophodno je odmah reagovati čim stigne prva informacija o udesu.

Sistem osmatranja i obaveštavanja (OiO):

- Sastoji se od osmatračke mreže, centara na branama, glavnog centra u Boru, alarmnih stanica, telekomunikacionog sistema, i oznaka u ugroženom području.
- Sistem detektuje stanje na branama i akumulacijama te šalje signale pripravnosti ili opšte uzbune.
- U slučaju uzbune, sirene emituju signal od 60 sekundi (kombinacija tonova) kako bi upozorile stanovništvo da napusti ugroženo područje i povuče se u bezbednu zonu.

Uzbunjivanje i informisanje:

- Stanovništvo i nadležni centri se obaveštavaju putem sirena, radio veze, i govornim porukama.
- Ako sirene ne rade automatski, osoblje ih aktivira ručno.
- Lokalni centri za vanredne situacije obaveštavaju štabove, uključujući Ministarstvo unutrašnjih poslova, policiju, vatrogasce i hitnu pomoć.

Zadaci u slučaju povreda i hitnih situacija:

- Preduzimanje hitnih mera spašavanja, pozivanje pomoći, prva pomoć, i transport u bolnice.
- Specijalizovane ekipe se uključuju za spasavanje, dekontaminaciju i zbrinjavanje povređenih.

Informisanje javnosti:

- Deluje u tri faze: pre, tokom i nakon udesa putem zvaničnih kanala, uključujući internet i društvene mreže.
- Rudnik „Čukaru Peki“ ima obavezu informisanja o incidentima koji mogu ugroziti životnu sredinu.

Izveštavanje nakon udesa:

- Detaljan izveštaj mora biti pripremljen najkasnije 48 sati nakon incidenta, uključujući podatke o uzrocima, tipu udesa, opasnim materijama, posledicama i sprovedenim merama.

Cilj ovih mera je da se obezbedi brzo reagovanje, minimiziranje štete i zaštita ljudskih života u slučaju udesa.

## 8. Opis načina na koji odlaganje rudarskog otpada može štetno da utiče na životnu sredinu I zdravlje ljudi I pregled preventivnih mera

### 8.1. Opis načina na koji odlaganje rudarskog otpada može štetno uticati na životnu okolinu I zdravlje ljudi

Potencijalni štetni uticaji deponija rudarskog otpada se mogu sagledati kroz:

- Potencijalno zagađenje vode,
- Potencijalno zagađenje vazduha,
- Potencijalno zagađenje zemljišta, i
- Emisiju buke tokom aktivnosti odlaganja otpada.

Takođe, deponije rudarskog otpada su apriori nestabilni objekti, te usled eventualnih manjih ili većih udesnih situacija na deponijama može doći do

Potencijalno zagađenje vode, vazduha i zemljišta može nastati iz više razloga koji uključuju različite procese i događaje, kako prirodne, tako i izazvane ljudskim aktivnostima. Ovo zagađenje se javlja kada čestice rudarskog otpada dospeju u okolne površinske i podzemne vode, vazduh o okolno zemljište, prouzrokujući kontaminaciju koja može biti veoma štetna za ekosisteme i zdravlje ljudi. Detaljan opis potencijalnih uzroka uključuje sledeće:

- **Razvejavanje čestica otpada pod dejstvom vetra:** Sitne čestice otpada, koje sadrže štetne hemikalije i teške metale, mogu se podići vetrom i završiti u obližnjim vodotokovima, vazduhu i zemljištu. Ove čestice se iz vazduha talože u vodi i zemljištu, gde zagađuju ekosistem i ugrožavaju biljni i životinjski svet, kao što i ugrožavaju zdravlje ljudi. Udisanje ovih čestica predstavlja ozbiljnu pretnju za ljudsko zdravlje, izazivajući respiratorne bolesti, iritacije pluća i druge hronične zdravstvene probleme.
- **Oštećenje hidroizolacione folije:** Hidroizolacione folije koje oblažu deponije služe kao barijera za sprečavanje prodiranja toksičnih materija u podzemne vode. Kada dođe do oštećenja ovih folija usled habanja, erozije ili mehaničkih faktora, toksične supstance iz otpada mogu nesmetano prodirati u zemlju i dalje u podzemne vode.
- **Udesne situacije koje podrazumevaju nestabilnost kosina deponija, oštećenja objekata za evakuaciju vode na deponijama i izlivanje deponovanog materijala:** Strukturalna nestabilnost kosina na deponijama može izazvati odrone ili klizišta, oštećenja objekata za evakuaciju vode na deponijama može izazvati povećanje nivoa slobodne vode u deponijama, povećanja pornog pritiska, smanjenje čvrstoće na smicanje i oštećenja brana, pri čemu dolazi do izlivanja velikih količina otpada u okolinu. U ovakvim situacijama nužno je zagađenje životne sredine i ugrožavanje bezbednosti i zdravlja ljudi.

- **Prelivanje preko krune brane usled priliva velike količine padavina:** Obilne padavine, posebno tokom oluja ili jakih kiša, mogu uzrokovati naglo povećanje nivoa deponovanog materijala u hidrauličnim deponijama. U ovakvim situacijama nužno je zagađenje životne sredine i ugrožavanje bezbednosti i zdravlja ljudi.
- **Atmosferske promene i pojačano isparavanje:** Tokom perioda visokih temperatura ili naglih promena vremenskih uslova, povećano isparavanje iz deponija može potencijalno osloboditi štetne gasove, koji dodatno doprinose zagađenju vazduha i mogu izazvati neugodne mirise ili zagađenje koje ugrožava disajne puteve.
- **Kvar mehanizacije za transport otpada na deponije:** Mehanizacija koja se koristi za prevoz rudarskog otpada na odlagališta jamskog se može pokvariti, što može dovesti do izlivanja nafte, ulja ili čak otpada u okolinu. Pored toga, bezbednost i zdravlje ljudi može biti ugroženo.
- **Emisija izduvnih gasova prilikom rada mehanizacije za transport otpada:** Sagorevanje fosilnih goriva prilikom transportovanja otpada mehanizacijom emituje azotne okside i sumpor dioksid. S obzirom na udaljenost objekata stanovanja i na relativno malu količinu štetnih gasova, radijus uticaja na životnu sredinu je ograničen na prostor koji se nalazi neposredno uz samo lokaciju izvođenja predmetnih aktivnosti.
- **Pucanje cevovoda za transport otpada:** U slučaju pucanja ili oštećenja ovih cevovoda, toksične supstance iz otpada mogu dospeti u okolinu.

Povećani nivoi buke se mogu emitovati tokom obavljanja aktivnosti na transportu jamskog otpada na odlagališta. Ispitivanja koja su vršena tokom izrade Studije procene uticaja su pokazala ipak da su ovi uticaji zanemarljivi.

## **8.2. Pregled preventivnih mera koje je potrebno preduzeti kako bi se uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi sveo na minimum tokom rada i nakon zatvaranja deponija**

Osnovni preduslov minimiziranja potencijalnog negativnog uticaja deponija na okolinu je da se deponije:

- Redovno održavaju,
- Redovno kontrolišu kroz obaveznu oskultaciju deponija, i

Uz to, potrebno je redovno vršiti monitoring svih entiteta životne sredine i primeniti mere prevencije zagađenja okoline. Plan monitoringa životne sredine je detaljno opisan u poglavlju 4 ovog Plana.

### **8.2.1. Mere za sprečavanje zagađenja životne sredine**

Određen broj preventivnih mera za smanjenje negativnog uticaja deponija i zagađenje voda, vazduha i zemljišta je već preduzet tokom njihovog projektovanja i izgradnje. One podrazumevaju:

- Podloga akumulacionog prostora i unutrašnja kosina brane flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata piritu obložene su vodonepropusnom HDPE geomembranom kako bi se sprečilo zagađenje usled potencijalnog curenja zagađenih voda.

- Izgrađen je odvodni kanal koji odvodi slivne vode nizvodno od flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita i sprečava mešanje čistih površinskih voda sa zagađenim vodama.
- Površina odlagališta koncentrata pirita održava se pod slojem vode dubine 1-2 m kako bi se smanjio kontakt sa vazduhom i izbegla dodatna oksidacija, što smanjuje generisanje kiselih drenažnih voda.
- Koncentrat pirita i flotacijska jalovina istaču se ravnomerno sa brana kako bi se plaže održavale vlažnim i sprečila emisija prašine. Ako je potrebno, plaže se dodatno orošavaju vodom.
- Oko pontonskih pumpnih stanica formirana su akumulaciona jezera za taloženje koncentrata pirita i flotacijske jalovine.
- Na flotacijskoj brani predviđene su antifiltracione mere koje uključuju kameni nabačaj za ojačavanje podloge,
- Drenažni sistem postoji na flotacijskom jalovištu, odlagalištu koncentrata pirita i odlagalištima jamskog otpada za prihvatanje i drenažnih voda.
- Na odlagalištima jamskog otpada O2, O3 i DR predviđena je vodonepropusna folija postavljena preko sloja bentonitske geomembrane kako bi se zaštitilo dno i unutrašnje strane.
- Na delovima gde deponija gde je procenjeno da može doći do oštećenja vodonepropusne folije, nanet je dodatni sloj gline u debljini od 1 m.
- Kao dodatna sigurnost kako bi se brane zaštitile od preliivanja na brani odlagališta koncentrata pirita i brani flotacijskog jalovišta projektovani su prelivni objekti za zaštitu objekata u slučaju katastrofalnih padavina.
- Redovno zatravljivanje spoljašnjim kosina nasipa i odlagališta – spoljašnja kosina brane flotacijskog jalovišta je zatravljena, dok su kosine odlagališta jamskog otpada delimično zatravljena.

Trenutno je u toku izrada tehničke dokumentacije za izgradnju novog sistema za prečišćavanje otpadnih voda sa flotacijskog jalovišta kojim bi se obezbedila stopa povrata vode u proces bude veća od 60%. Sistem će uključivati pet različitih faza: taložnik visoke gustine, multimedijalni filter, ultrafiltracija, nanofiltracija i reverzna osmoza.

Na platou postrojenja za pripremu mineralnih sirovina izveden je betonski bazen od 400 m<sup>3</sup> za prihvatanje jalovine u slučaju udesa na cevovodima za transport do deponija flotacijske jalovine i piritnog koncentrata. Isti takvi bazeni su izgrađeni na krajnjoj tački oba cevovoda koji flotacijsku jalovinu i piritni koncentrat vode u odgovarajuće deponije. Koriste se da se jalovina iz cevovoda sakupi u njih u slučaju intervencije na cevovodima.

Sve deponije će biti redovno održavane i pravovremeno sanirane u skladu sa uočenim neregularnostima u toku redovnih oskultacija. Radi bezbednosti uspostavljeno se automatsko praćenje sigurnosti jezera, analiza strukturalnog stanja tela brana kako bi se na vreme identifikovale abnormalne pojave, izdala upozorenja, procenila pouzdanost strukture i osigurala baza podataka za upravljanje i održavanje deponija. Oskultaciju brana i stanja na deponijama vršiće neposredno stručne službe i dežurno osoblje, a kontrolu će obavljati oprema i uređaji sistema za oskultaciju i indikatori nivoa gornje vode u akumulacijama. Plan oskultacije deponija će biti detaljno opisan u poglavlju 9 ovog plana.

### 8.2.2. Mere za bezbednost i zaštitu zdravlja ljudi

Mere bezbednosti i zaštite zaposlenih pri obavljanju aktivnosti odlaganja otpada podrazumevaju:

- Na odlagalištima jamskog otpada mora biti prisutan radnik koji prati stanje podloge na mestu istresanja materijala i odlučuje da li će se dalje odlaganje dozvoliti ili zaustaviti.
- Signalista na odlagalištu ne sme napustiti svoje radno mesto bez zamene koju obezbeđuje neposredni rukovodilac.
- Signalista je dužan da prijavi svaku promenu na odlagalištu smenskom rukovodiocu.
- Signalista mora biti sa leve strane kamiona (na strani vozača) kada kamion ide unazad radi istovara jalovine.
- Signalista mora biti na bezbednoj udaljenosti od kamiona kako bi izbegao povrede od materijala koji ispada prilikom istovara.
- Pri smanjenoj vidljivosti, istovarno mesto mora biti osvetljeno.
- Istovarno mesto mora biti čisto i ravno radi bezbednosti kamiona; za to se brine radnik na odlagalištu, uz pomoć odgovarajuće mehanizacije.

Radi zaštite života i zdravlja zaposlenih, Rudnik je dužan da osigura bezbednost na radu prilagođenu specifičnim opasnostima, organizuje aktivnosti u skladu sa zakonskim propisima o bezbednosti, obezbedi lična zaštitna sredstva i opremu, sprovede zaštitu od požara, havarija i hemijskih incidenata, te organizuje spasilačke operacije. Takođe, Rudnik mora tokom cele godine organizovati obuku zaposlenih iz oblasti bezbednosti i zdravlja na radu, uključujući akcije spasavanja, i proveravati znanje radnika jednom godišnje. U procesu odlaganja materijala tehnička zaštita na radu predviđa uputstvo za rukovanje kamionima pri prilazu ivici etaže i bezbedno sipanje jalovine. Nadzor nad sprovođenjem mera zaštite i primene tehničkih normativa, pored radnika rudarskog preduzeća koje izvodi radove, vrše i radnici službe zaštite na radu, kao i drugi radnici odgovarajućih službi preduzeća. U slučaju eventualnog požara usled kvara na mehanizaciji za transport otpada, predviđeno je da u čitavoj industrijskoj zoni postoji set automatskih požarnih alarma.

### 8.2.3. Mere za osiguranje fizičke stabilnosti deponija i sprečavanje erozije

Osiguranje fizičke stabilnosti deponija je ključno za sprečavanje udesnih situacija. Evo nekoliko glavnih mera koje se koriste za obezbeđivanje stabilnosti deponija u okviru rudnika „Čukaru Peki“:

1. Izgradnja stabilnih brana – sve deponije rudarskog otpada su projektovane u skladu sa zahtevima standarda i zakonske regulative koji su na strani zahtevane stabilnosti.
2. Upravljanje vodom – na deponijama rudarskog otpada, pogotovo onim koje podrazumevaju deponovanje otpada u obliku hidromešavine važi da ko upravlja vodom, upravlja i deponijom. Upravljanje vodom na deponijama u okviru Rudnika „Čukaru Peki“ podrazumeva da će se kontrolisati nivo vode u taložnom jezeru, dužina plaže, vršiti evakuacija izbistrene vode koja će se koristiti kao povratna voda i kontrola filtracije. To se omogućava neometanim radom drenažnog sistema, kao i redovnim monitoring deponija.
3. Monitoring (oskultacija) deponija - Oskultacija obuhvata instrumentalno i vizuelno osmatranje, koje se vrši periodično u zavisnosti od stanja materijala i spoljašnjih uticaja.



Ciljevi su praćenje sigurnosti nasipa, kontrola kvaliteta ugrađenog materijala, validacija projektnih pretpostavki (reevaluacija projektovanih faktora stabilnosti brana), analiza različitih faktora i prikupljanje podataka za evaluaciju. Uređaji uključuju geodetske repere za praćenje pomeranja i pijezometre za merenje nivoa i kvaliteta vode. Vizuelna osmatranja beleže deformacije, vlažne zone, eroziju i druge pojave, dok se specijalna merenja koriste za detaljne analize.

4. Zaštita od erozije – Podrazumeva primenu mera zaštite od spoljašnje i unutrašnje erozije. Da bi se erozija sprečila na deponijama u okviru rudnika „Čukaru Peki“, predviđene su sledeće mere:

- Mere za kontrolu filtracije – ugradnja drenažnog sistema u deponijama,
- Izrađeni su kanali na nizvodnoj kosini flotacijske brane za prikupljanje i sprovođenje atmosferskih padavina nizvodno od brane kako bi se izbegla pluvijalna erozija.
- Vododrživa barijera ugrađena radi hidroizolacije deponija ima i ulogu zaštite kosina na koje se oslanja jalovina sa aspekta stabilnosti, jer će ih sačuvati od uticaja procednih voda i sprečiti eroziju i nestabilnost.
- Redovno zatravljivanje spoljašnjim kosina nasipa i odlagališta – spoljašnja kosina brane flotacijskog jalovišta je zatravljena, dok su kosine odlagališta jamskog otpada delimično zatravljena.
- Nakon završetka eksploatacije i zapunjavanja akumulacionog prostora flotacijskog jalovišta i odlagališta pristupiće se kompletnoj rekultivaciji svih objekata i formiranju biopokrivača koji ima za cilj da spreči eroziju. Zatravljivanje ravnih površina odlagališta jamskog otpada ima za cilj stabilizaciju nasutog zemljišnog materijala na degradiranim površinama i sprečavanje erozije, kako usled vetra, tako i od bujica nastalih pri naglom topljenju snega i kiša pri provali oblaka. Da bi se sprečila erozija, povećala stabilnost jalovišta izvršiće se rekultivacija zatravljivanjem i pošumljavanjem površina. Prvo se vrši formiranje zemljanog sloja visine 0,5 m. Nakon toga se vrši zatravljivanje i na kraju pošumljavanje površina i to: na platou se vrši pošumljavanje po kvadratnoj šemi sa 1100 sadnica po hektaru; po kosini se vrši pošumljavanje po trouganoj šemi i to sa 2000 sadnica po hektaru. Zatravljivanje površine flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata piritá će se vršiti pomoću leguminozne smeše i posadiće se nekoliko trava (350 kg po hektaru), dok će se vlažni delovi rekultivisati pomoću uljane repice.

5. Obuka zaposlenih za bezbedno upravljanje deponijama rudarskog otpada – podrazumeva da se sporadično u radniku obavljaju obuke i radionice koje uključuju smernice za odgovorno i bezbedno vršenje aktivnosti na deponijama rudarskog otpada i reagovanje u udesnim situacijama.

#### 8.2.4. Mere zatvaranja, sanacije i rekultivacije deponija rudarskog otpada

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.

Ovde je predviđeno je suvo zatvaranje deponija, tako što će prostora biti zatvoren nanošenjem više slojeva, različite namene, na prethodno odloženi otpad. Na ovaj način se sprečava negativni uticaj deponovanog otpada na vode i okruženje. 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, koji je sastavni deo Projekta zatvaranja.

Suštinski, zatvaranje deponije je definisano na period od 7 godina. 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.

Sav period zatvaranja je podeljen u 4 faze: priprema, projektovanje i saniranje, realizacija i ozelenjavanje:

- 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. Ova faza traje 2 godine.
- Projektovanje i saniranje podrazumeva dovođenje brane u početno projektovanje stanje i izrada Projekta zatvaranja saglasno ovome Planu i uslovima dobijenim od nadležnih institucija. Trajanje ove faze je 1 godina.
- 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. Trajanje ove faze je 2 godine.
- Poslednje je ozelenjavanje i sadnja drveća kako bi se sanirani prostor doveo u sklad sa okruženjem. Ova faza nema vremensko ograničenje, ali je učešće Rudnika limitirano na 2 godine. U ovom periodu je predviđena i predaja deponije na upravljanje lokalnoj zajednici.

Tokom svih faza predviđeni su radovi na monitoringu, a intenzitet i dinamika su prilagođeni stanju na deponiji. Pregled aktivnosti prikazan je u tabeli 102.

Tabela 102 Plan aktivnosti na zatvaranju deponija otpada

Faza	Aktivnost	Period
Pripremna faza	Priprema ulaznih podataka za analizu stabilnosti deponije	2 godine
	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	Projekat zatvaranja deponije	1 godine
	Obezbeđivanje svih saglasnosti i dozvola	

dokumentacije i saniranja	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.	2 godine
Faza ozelenjavanja	Formiranje biopokrivača na deponiji	
	Održavanje i negovanje biopokrivača	
	Redovni monitoring deponije	2 godine.

S obzirom na specifične klimatske uslove i karakteristike deponija rudarskog otpada u Rudniku "Čukaru Peki", koriste se metode kombinovanja travnatih i šumskih biljaka. Rekultivacija uključuje niz radova: nivelisanje tla, upotrebu neorganskog đubriva za poboljšanje kvaliteta zemljišta, sadnju i redovnu negu zasada. Kako bi se smanjio negativni uticaj rudarskog otpada na vodu, vazduh i zemljište, usvajaju se mere koje uključuju zatravljivanje, formiranje biopokrivača i pošumljavanje, čime se stabilizuju degradirane površine i sprečava erozija.

Plan zatvaranja deponija detaljno je opisan u poglavlju 10.

## 9. Predlog procedure kontrole sastava rudarskog otpada i praćenja deponija

### 9.1. Predlog procedure kontrole sastava rudarskog otpada

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

#### 1. Identifikacija otpada

- Vršiti 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 različitim 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:Smernicezapostupkauptuzimanja poduzorka na terenu.
  - SRPS CEN/TR 15310-4:2009 - Karakterizacija otpada-Uzimanje uzoraka otpada-Deo4:Smernicezapostupkapakovanja, 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 uzimача 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.

Detaljno objašnjenje plana monitoringa deponija rudarskog otpada dato je u narednom poglavlju 9.2.

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, uzorkovanje se najčešće vrši u opsegu od 0,75 do 1,5 metara dubine. Broj i raspored bušotina se ekspertski utvrđuje na licu mesta, kako ispitivanja napreduju. U zavisnosti od kompletnosti dobijenih podataka, broj uzoraka može rasti.

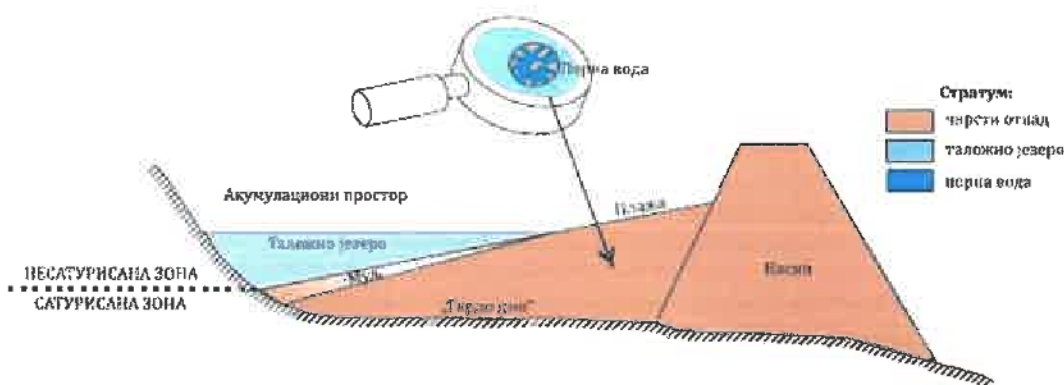
Takođe, treba obratiti pažnju i na čuvanje uzetih uzoraka do laboratorijskih ispitivanja. Način prezervacije takođe zavisi od vrste planiranih ispitivanja. Cilindri uzorkivača ne bi trebalo da budu od korozivnih materijala. Poremećeni uzorci se čuvaju u plastičnim kesama ili staklenim teglama gde mogu 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, deponija se može podeliti na sledeće stratume:

- 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.

- Taložno jezero – izbistrena voda iz odloženog otpada koji se hidraulički odlaže. Za uzorkovanje površinskog sloja deponije industrijskog otpada na kojoj se obično nalazi voda, oprema za uzorkovanje bi trebalo da ima preciznost +/-25 mm. Oprema za uzorkovanje ne zahteva fiksno pozicioniranje s obzirom da nema visinskih razlika na površini jezera. Jedini zahtev je da lokacija opreme bude zaštićena od eventualnih talasa, kao i da varijabilnost uzoraka usled delovanja talasa treba da se uzme u obzir. Ako se uzorkovanje vrši sa čamca, treba uzeti u obzir uzburkavanje vode usled kretanja čamca.
- Porna voda – voda zarobljena unutar zrna čvrstog otpada. Cilj uzorkovanja porne vode na deponijama industrijskog otpada je da se utvrdi hemijski sastav porne vode koja se nalazi u intersticijalnom prostoru između zrna otpada kako bi se mogao prognozirati njen uticaj na kvalitet površinskih i podzemnih voda. Razlikuje se uzorkovanje porne vode u saturisanoj zoni, iznad nivoa vodenog ogledala, i uzorkovanje porne vode u nesaturisanoj zoni, ispod nivoa vodenog ogledala. Lokacije uzorkovanja se biraju na osnovu hidrogeoloških uslova unutar deponije, fizičkih i hemijskih karakteristika odloženog otpada i dubine taložnog jezera.



Slika 74 Zone uzorkovanja na deponiji

Ako se radi o nehomogenom čvrstom otpadu na odlagalištima, pojedinačni uzorak nehomogenog čvrstog otpada se priprema iz 6 inkremenata, i to po jedan Uzorkovanje otpada sa dna, trećine visine i dve trećine visine, i po jedan inkrement sa spoljnog, 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 103 dat je predlog minimalne količine, broja uzoraka i frekvencije uzorkovanja.

Tabela 103 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

Procedura za obezbeđenje i kontrolu kvaliteta (QA/QC) kojom se vodi Institut za rudarstvo i metalurgiju u Boru koji je vršio sva potrebna ispitivanja za potrebe ovog Plana, nalazi se u prilogu 9.

## 9.2. Praćenje (oskultacija) deponija rudarskog otpada

S obzirom da nasipi deponija jalovine i koncentrata pirita ležišta rudnika Čukaru Peki po svojim tehničkim karakteristikama spadaju u kategoriju visokih nasutih brana, a po tehnološkim karakteristikama u deponije opasnog (deponija pirita) i neopasnog otpada (deponija flot. Jalovine), za njih je u skladu sa važećim pravilnikom (SRPS U.C5.020), propisano kontinuirano tehničko osmatranje (oskultacija), kako za vreme izgradnje, tako i za vreme eksploatacije. Pod oskultacijom, odnosno osmatranjem, podrazumeva se niz aktivnosti koje se preduzimaju da bi se kontrolisala sigurnost deponija, kako u toku izgradnje tako i u toku korišćenja, i za bezbedan prihvatanje poplavnih voda iz slivnog područja koje konvergiraju ka prostoru deponije.

Sigurnost deponija 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 tj. oskultacije brana, vrši verifikacija stanja deponija i njihovog ponašanja pod stvarnim spoljnim delovanjima. Značaj oskultacije deponija je u uočavanju i praćenju ponašanja ili tendencija koje bi mogle da ugroze projektovano stanje i ponašanje deponije. Tehničko osmatranje tj. oskultacija deponija jalovine i koncentrata pirita treba da se ostvaruje kroz kako "instrumentalno" tako i vizuelno osmatranje koja se međusobno dopunjuju, a vrše se u određenim vremenskim periodima koji su usklađeni sa stanjem deponovanog materijala i poplavnim vodama u slivnom području deponije, koji su osnovna spoljna delovanja na ove 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,

Skupljanje podataka tokom formiranja nasipa radi određivanja aktuelnih karakteristika materijala na licu mesta i evaluacija efekata različitih faktora. Vrste i način osmatranja propisan je Pravilnikom o projektovanju nasutih brana i hidrotehničkih nasipa (SRPS U.C5.020).

Osmatranje industrijskih deponija i 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.

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,
- seizmička.

Merenja se vrše uređajima i opremom ugrađenom na samom nasipu i okolni teren. Razlikujemo uređaje koji se obavezno ugrađuju i one koji se ugrađuju po potrebi. Oskultacioni uređaji koji se obavezno ugrađuju: geodetski reperi i pijeometri.

Na deponijama jalovine i koncentrata pirita predviđena je ugradnja sledećih vrsta oskultacionih uređaja:

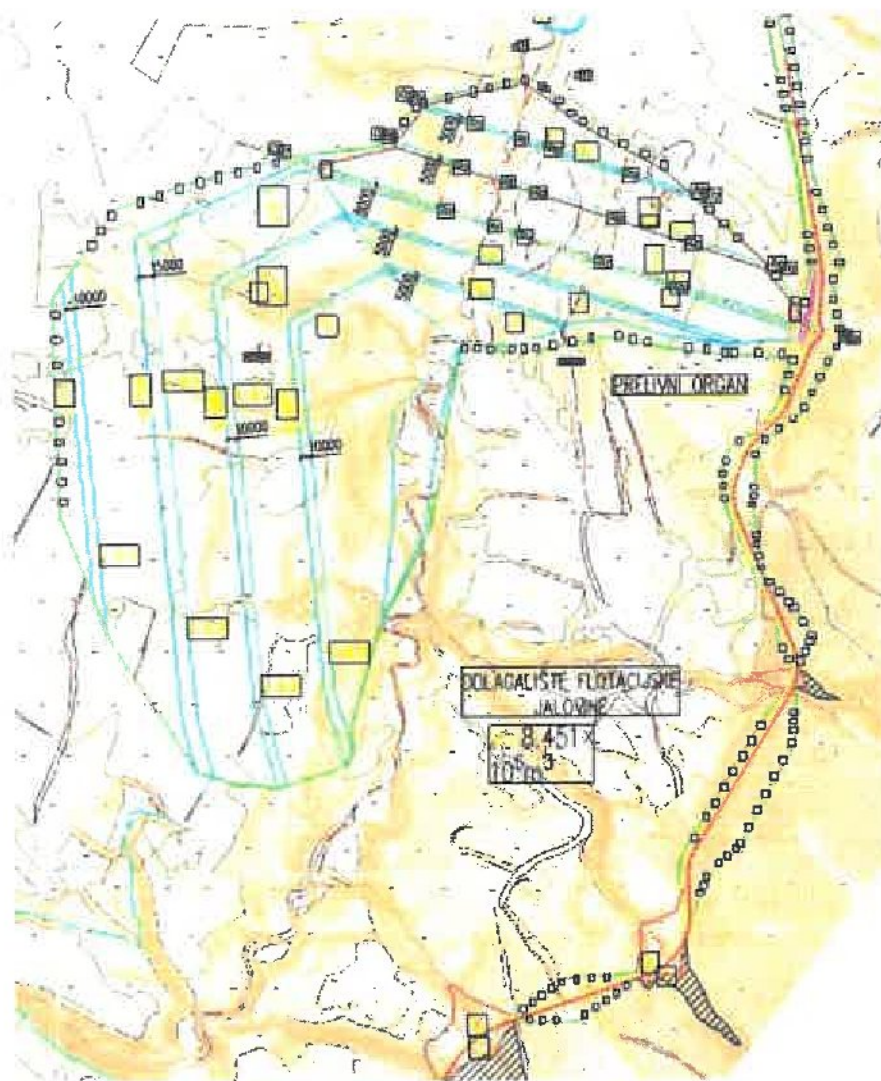
- geodetski reperi za merenje pomeranja tačaka na nasipu,
- pijeometri za merenje nivoa provirnih voda,
- pijeometri za praćenje kvaliteta podzemnih voda.

Osnovu za merenje pomeranja tačaka na deponiji jalovine i pirita čini mikro trigonometrijska mreža postavljena na terenu, pogonskim zgradama i na samoj deponiji. Izravnane mikrotrigonometrijske mreže, kao i određivanje ukupnih pomeranja osmatranih tačaka na branama vrši će se u lokalnom koordinatnom sistemu. 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.

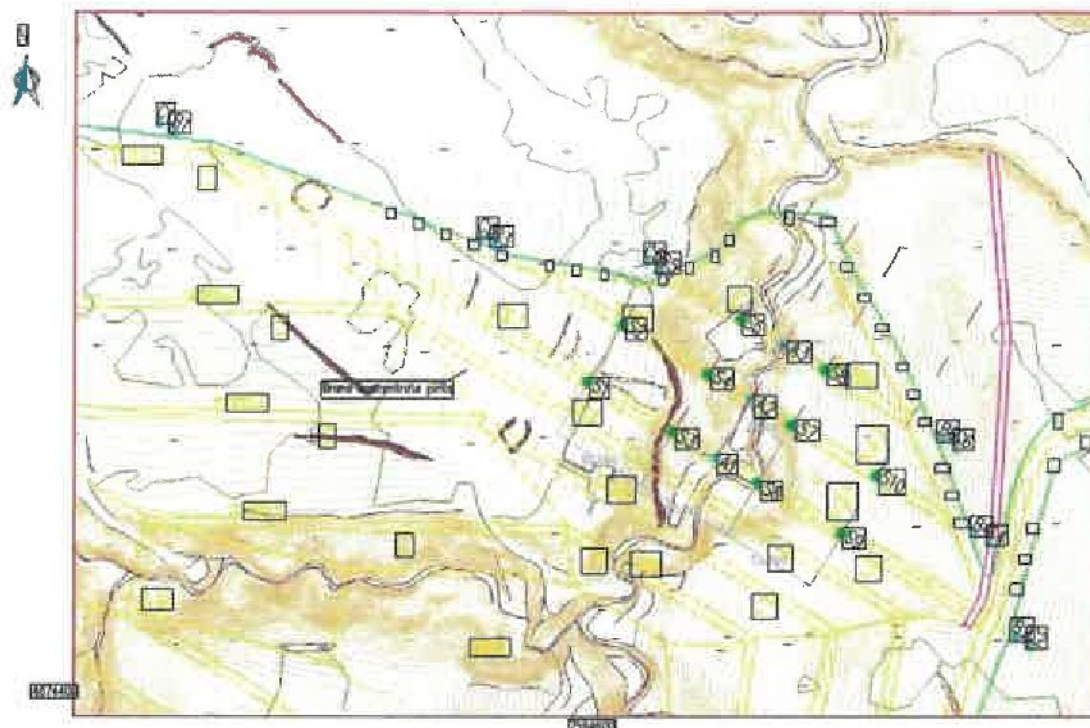
Za potrebe geodetskog osmatranja nasipa deponija jalovine i koncentrata pirita formirana je osmatračka mrežu repera koja se sastoji od repernih tačaka postavljenih na nasipu i terenu. Za deponiju jalovine i koncentrata pirita je od značaja pratiti stanje pomeranja i stanje podzemnih voda na mestima izlaza drenažnih sistema. Od same geometrije nasipa, zavisi i 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.

Na deponiji flotacijske jalovine predviđa se uspostavljena su 4 merna profila u 3 reda, slika 75. Merne tačke - reperi postavljeni su na etažama nasipa u okviru projektovanih profila na međusobnom rastojanju od 80 m. Ukupan broj mernih tačaka je 11.



Slika 75 Merni profili na flotacijskom jalovištu

Na deponiji „koncentrata pirita“ uspostavljena su 4 merna profila u 3 reda, slika 76. Merne tačke – reperi, postavljene su na etažama nasipa u okviru projektovanih profila na međusobnom rastojanju od 50 m. Ukupan broj mernih tačaka je 10.



Slika 76 Merni profili na deponiji „koncentrata pirita“

Ukoliko su na dva uzastopna pomeranja između bilo kog repera i stajne tačke ispod 10 mm (u horizontalnom ili vertikalnom pogledu), može se smatrati da su izazvana konsolidacijom deponovanog materijala i sleganjem osnovnog terena. Ako je pomeranje iznad 10 mm potrebno je izvršiti dodatna fizičko-mehanička ispitivanja kako bi se utvrdio uzrok pomeranja i program mera sanacije.

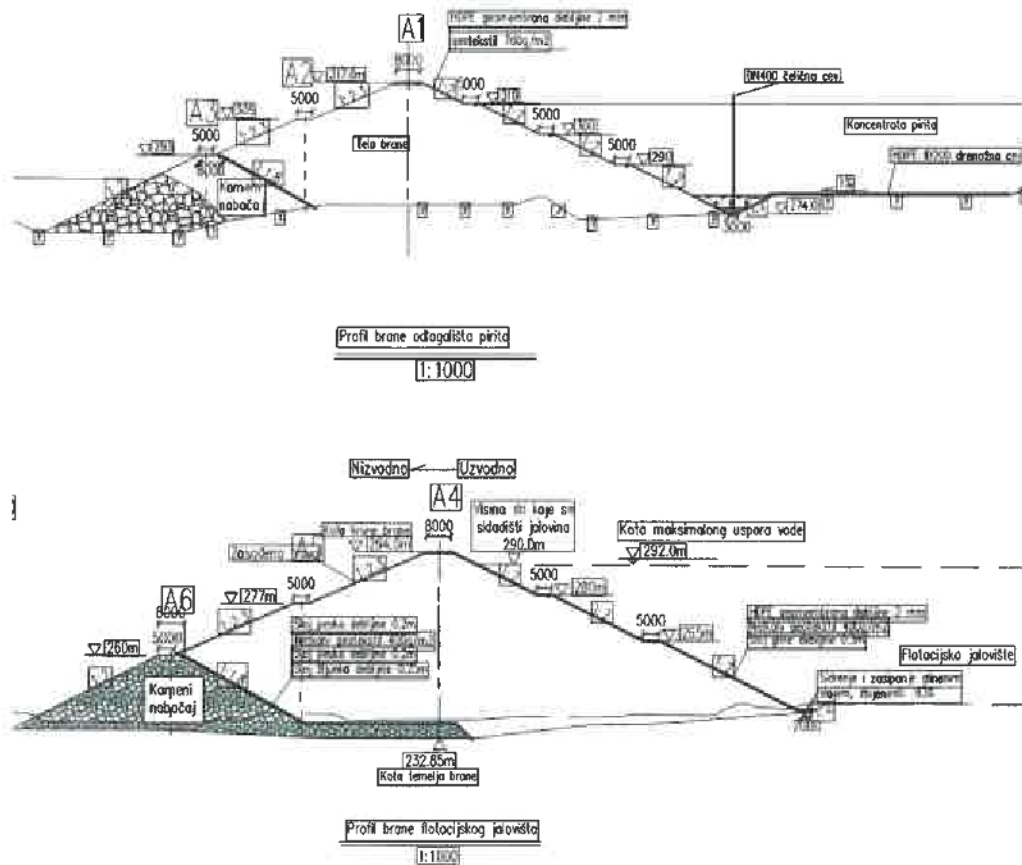
Pored relativnog pomeranja odgovarajućih repera u sklopu geodetskog osmatranja deponije vrši se i:

- geodetsko merenje slobodnog akumulacijskog prostora
- geodetsko merenje kote prelivnog organa
- snimanje poprečnih profila na odgovarajućim pijezometarskim profilima, kako bi se pratila usklađenost projektovane i izvedene geometrije kosina i proverila stabilnost kosina.

Svako snimanje se evidentira u posebnu knjigu osmatranja. Kada rezultati osmatranja ukazuju na mogućnost oštećenja, rušenja objekta ili ugrožavanja stabilnosti i sigurnosti susjednih objekata, Investitor, odnosno korisnik objekta dužan je da odmah obezbedi stručnu ocenu rezultata osmatranja i, po potrebi, obezbedi izradu tehničke dokumentacije za radove na sanaciji objekta, tla, ili i objekta i tla, i da o nastaloj situaciji obavesti nadležnu građevinsku inspekciju.

Za potrebe monitoringa procednih voda na odlagalištu jalovine i koncentrata pirita, izedene su istražne pijezometarske bušotine do nivoa podzemnih voda. Za praćenje provirnih voda kroz nasip deponije odabrani su karakteristični kontrolni profili na branama, na kojima su pijezometri postavljeni. Broj pijezometara u karakterističnom profilu za svaku

branu je 3. Ukupan broj pijezometara koji je ugrađen na profilima nasipa deponije jalovine i koncentrata pirita je 6, slika 77.



Slika 77 Položaj pijezometara na nasipima

Dubina pijezometara ide do temeljnog dna brane, min 2 m u vodonosnom tlu. Sa ovako raspoređenim pijezometrima dolazi se do tačnog položaja provirne linije i sa prethodno izvršenim laboratorijskim ispitivanjima i sa rezultatima ostalih osmatranja i merenjima predstavljaju jednu zaokruženu celinu merenih vrednosti na osnovu kojih će se proračunavati stabilnost nasipa, odnosno evaluacija stanja životne sredine u neposrednoj blizini deponije.

Merenja na pijezometrima se vrše najmanje jednom mesečno, a u slučaju poplavnih voda u deponiju u kraćim intervalima shodno trajanju navedenih situacija. U cilju praćenja kvaliteta podzemnih voda potrebno je uspostaviti osmatračke bunare na terenu uz sam objekat deponije, odnosno od pravca strujanja podzemnih voda. Utvrđivanje kvaliteta podzemnih voda treba vršiti kako za vreme aktivne faze deponije, tako i po prestanku rada deponije. Za ovu svrhu izvedena su 4 osmatračka bunara. Dva su u nožici nasipa flotacijskog jalovišta, a po jedan je iznad deponije pirita i ispod nožice nasipa male brane procednih voda. Pravac kretanja podzemnih voda obzirom na hipsometriju terena (odlagališta) prateći logiku da voda teče sa više na nižu tačku, određuje lokaciju i broj potrebnih pijezometara.

Dubina pijezometara je do ispod nivoa podzemnih voda u intervalu od 2,0 - 15,0 m. Projektovani osmatrački bunari su postavljeni na udaljenosti min 10 m od nožice nasipa.

Pri osmatranju neophodno je voditi dnevnik osmatranja. Dnevnik osmatranja je najvažniji dokument koji se mora ažurno i uredno voditi i nakon popunjavanja čuvati u arhivi pogona. Dnevnik osmatranja vodi glavni inženjer za jalovište i njegov saradnik. Zapažanja o deponiji u dnevnik treba da unesu pri obilasku projektanti i inspekcijski organi. U dnevniku obavezno treba voditi sledeće rubrike:

- datum,
- meteorološke prilike,
- vreme osmatranja,
- tehnološke aktivnosti na jalovištu,
- vizuelna zapažanja vezana za jalovište i sve objekte na jalovištu.

Dnevnik osmatranja čini podlogu za izradu periodičnih izveštaja. Osnovni periodični izveštaj je mesečni izveštaj o oskultaciji deponije. Po pravilu ga obrađuje vodeći inženjer za deponiju ili odgovarajuće stručno preduzeće. Ovaj izveštaj sadrži rezultate svih merenja na deponiji i sve vizuelno uočene nedostatke. Kroz ovaj izveštaj mora se dati komentar svih rezultata i, eventualno, predlog mera za sanaciju uočenih nedostataka. Ukoliko problem prevazilazi mogućnosti obrađivača kroz izveštaj se mora naznačiti problem i zahtevati njegovo studijsko rešavanje. Kroz mesečni izveštaj mora se konstatovati svako odstupanje eksploatacije deponije od projektovanog stanja.

Godišnji izveštaji se prave na bazi mesečnih izveštaja. Služba za oskultaciju vrši snimanja i pravi izveštaje. Ovaj izveštaj sadrži sistematizovane podatke iz prethodnih izveštaja, komentare, proveru stabilnosti, predlog eventualnih mera i aktivnosti na sanaciji deponije. Takođe, ovaj izveštaj sadrži predlog dodatnih ispitivanja kao i zahtev za inoviranje tehničke dokumentacije ako za to postoji potreba.

Frekvencija monitoringa deponija rudarskog otpada data je u tabeli 104.

Tabela 104 Frekvencija monitoringa

Oblik monitoringa	Frekvencija
F. jalovište I odlagalište koncentrata pirita	
vizuelno	svakodnevno
Godišnji pregled	godišnje
Nezavisni auditing	Svake 2 godine
Evaluacija bezbednosti nasipa	Na 15-20 godina
Odlagališta jamskog otpada	
Vizuelno	svakodnevno
Geotehnički	godišnje
Nezavisni geotehnički auditing	Svake 2 godine

## 10. Predlog plana zatvaranja i praćenja deponija rudarskog otpada nakon zatvaranja

### 10.1. Plan zatvaranja deponija

Kod zatvaranja deponija industrijskog otpada osnovni problem leži u odabiru najboljeg pokrovnog sistema. Pri izboru je važno pridržavati se sledećih, opštih, zahteva:

- Fizička stabilnost:
  - sprečavanje pojave prašine i kontrolisanje erozije,
  - sprečavanje direktnog kontakta jalovine sa florom i faunom iz okruženja,
- Hemijska stabilnost:
  - kontrolisanje penetracije kiseonika i vode u deponovani otpad,
  - kontrolisanje zagađenja preko kontrolisane infiltracije,
- Korišćenje zemljišta i ostalih javnih dobara:
  - obezbeđenje uslova za rast vegetacije,
  - vraćanje zemljišta u javnu upotrebu.

Kod izbora pokrovnih sistema ima mnogo varijanti. Neke od njih, interesantne za predele sa umereno vlažnom i vlažnom klimom prikazani su u tabeli 105.

Tabela 105 Alternativi pokrovni sistemi za područja sa umereno vlažnom i vlažnom klimom

Kategorija	Primena	Ključne karakteristike	Komentari
Sistem za zaštitu od erozije	Nereaktivni otpadi sa malim sadržajem metala i soli	Površinski sloj debljine ~0.3 m u kojem je posejana trava, ili sloj šljunka ili gabiona debljina ~ 0,3 m ako je vegetacija nepoželjna	Može se zahtevati procena stanja zemljišta za odvod vode
	Kontrola penetracije kiseonika i vodenije potrebna		
Pokrovni sistem barijera	Niska stopa perkolacije, 5-10% prosečnih godišnjih padavina	Sloj male propustljivosti za formiranje vegetaciju debljine ~1 m	Dugotrajnost sloja treba rešavati u fazi projektovanja
	Kontrola ulaska i izlaska gasova je poželjna	Naneseni sloj može biti glina, mešavina peska i bentonita ili trajno smrznuti sloj	Projektom treba sprečiti pojavu erozije
Višeslojni sistem	Veoma niska perkolacija, <5% prosečnih godišnjih padavina	Sloj debljine ~1 m iznad folije	Skupo Treba razmotriti dugovečnost folije Projektom treba sprečiti pojavu erozije
	Kontrola ulaska i izlaska gasova je poželjna	Osnovni i drenažni sloj su uglavnom potrebni	

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.

Završetkom treće i dela četvrte faze zatvaranja završavaju se aktivnosti koje su vezane za držaoca otpada. Sanirana i zatvorena deponija se predaje lokalnoj samoupravi i stanovništvu iz okruženja na dalje upravljanje i korišćenje. Po pravilu, deponije ne omogućavaju „vraćanje

zauzetog terena prvobitnoj nameni“ već u izmenjenoj konfiguraciji teren treba prilagoditi zahtevima i potrebama stanovništva iz okruženja. Međutim, celo vreme treba imati na umu da je ispod sanacionih i slojeva, koji su naneseni zbog zatvaranja, otpad koji može ugroziti okruženje. Zbog toga monitoring tog terena treba nastaviti i posle zatvaranja i napuštanja.

Ovde je predviđeno je suvo zatvaranje deponija, tako što će prostora biti zatvoren nanošenjem više slojeva, različite namene, na prethodno odloženi otpad. Na ovaj način se sprečava negativni uticaj deponovanog otpada na vode i okruženje. 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 aerogađenja je predviđeno izolacijom deponovanog materijala mineralnim slojevima ukupne debljine (min.) 1,6 m.

Suštinski, zatvaranje deponije je definisano na period od 7 godina. 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.

Sav period zatvaranja je podeljen u 4 faze: priprema, projektovanje i saniranje, realizacija i ozelenjavanje:

- 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. Ova faza traje 2 godine.
- Projektovanje i saniranje podrazumeva dovođenje brane u početno projektovanje stanje i izrada Projekta zatvaranja saglasno ovome Planu i uslovima dobijenim od nadležnih institucija. Trajanje ove faze je 1 godina.
- 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. Trajanje ove faze je 2 godine.
- Poslednje je ozelenjavanje i sadnja drveća kako bi se sanirani prostor doveo u sklad sa okruženjem. Ova faza nema vremensko ograničenje, ali je učešće Rudnika limitirano na 2 godine. U ovom periodu je predviđena i predaja deponije na upravljanje lokalnoj zajednici.

Tokom svih faza predviđeni su radovi na monitoringu, a intenzitet i dinamika su prilagođeni stanju na deponiji. Pregled aktivnosti prikazan je u tabeli 106.



Tabela 106 Plan aktivnosti na zatvaranju deponija otpada

Faza	Aktivnost	Period
Pripremna faza	Priprema ulaznih podataka za analizu stabilnosti deponije	2 godine
	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	1 godine
	Obezbeđivanje svih saglasnosti i dozvola	
	Saniranje svih uočenih nepravilnosti na brani	
	Redovni monitoring deponije	
Faza zatvaranja deponije	Sanacija deponije i objekata	2 godine
	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	2 godine.
	Održavanje i negovanje biopokrivača	
	Redovni monitoring deponije	

#### 10.1.1. Flotacijsko jalovište i odlagalište „koncentrata pirita“

Osnovni cilj rekultivacije fizički, hemijski i biološki oštećenih delova zemljišta je uspostavljanje funkcije upravljanja zemljišnim prostorom, kao resursom koji je narušen antropogenim aktivnostima. Radovi na rekultivaciji će se odvijati po sledećim fazama rekultivacije:

1. Tehnička faza rekultivacije
2. Biološka faza rekultivacije

Uticaj deponija rudarskog otpada na životnu sredinu se ogleda kroz uticaje na osnovne životne činioce: vodu, vazduh i zemljište. U ovom slučaju predmetno flotacijsko jalovište i odlagalište koncentrata pirita, usled svoje velike površine i dugogodišnje eksploatacije, može se posmatrati kao veliki zagađivač životne sredine. Iz tog razloga je neophodno preduzeti sve mere koje će omogućiti da se potencijalno negativni uticaj svede u razumne okvire (po mogućstvu na minimum). Smanjivanje negativnih uticaja flotacijskog jalovišta obezbediće se primenom adekvatnih mera rekultivacije.

Za aktiviranje rada zemljišne mikroflore i pokretanje pedoloških procesa u pravcu stvaranja organske materije a kasnije i humusa, kao i pristupačnih elemenata za ishranu biljaka služi dodat humusni sloj zemljišta flotacijskoj jalovini. Substratu se dodaje humusno-

akumulativni sloj zemljišta kao osnova za uspešno izvođenje biološke rekultivacije. Zbog stanja površina posle završetka odlaganja flotacijske jalovine i specifičnih pedoloških, mikroklimatskih i klimatskih uslova, za rekultivaciju flotacijskog jalovišta i jalovišta pirita, predviđa se optimalna rekultivacija sa zatravljivanjem. Rekultivacija će se odvijati u dve faze.

Priprema površina podrazumeva nivelisanje krune brana, rasplaniranje humusnog sloja zemljišta po kruni brane i unutrašnjoj i spoljašnjoj kosini brane. Humus predviđen za nanošenje na površinama na kojima su predviđene mere rekultivacije je prethodno otkopan i selektivno odložen. Otkopavanje ovog tla namenjenog za rekultivaciju flotacijskog jalovišta vrši se u toku njegovog formiranja, a istovremeno se formiraju i privremena odlagališta humusa. Humusom se prekrivaju kosine brana i plaže flotacijskog jalovišta. Pored toga, u toku rekultivacije se koristi zemljište koje nije zagađeno za zapunjavanje rupa u toku procesa pošumljavanja. U ovoj fazi vrši se i nivelisanje krune brana, rasplaniranje humusa po kruni brane i unutrašnjoj i spoljašnjoj kosini brane. Rekultivacija flotacijskog jalovišta nanošenjem površinskog sloja humusa sa pozajmišta poboljšava strukturne karakteristike tog dela jalovišta u poređenju sa potpuno nestrukturnim nerekulvisanim delom. Neophodno je i đubrenje organskim otpadom, koje ima ulogu da podigne pH od ekstremno kisele reakcije do neutralno - bazne, što je posledica visoke koncentracije neorganskog ugljenika u dodatom organskom otpadu. Za ove radove će se angažovati sledeća mehanizacija: utovarivač, kamion, buldozer, traktor.

Faza tehničke rekultivacije sastoji se od otkopavanja, utovara, transporta, istovara i raznošenja humusno-akumulativnog sloja zemljišta po narušenim površinama u visini od 10 cm. Zemljište namenjeno za nanošenje na površinama na kojima su predviđene mere rekultivacije predstavlja prethodno otkopane i selektivno odložene kvartarne sedimente na privremenom odlagalištu. Namena humusno-akumulacionog sloja zemljišta je prekrivanje kruna i kosina brana flotacijskog jalovišta i odlagališta pirita. Pored toga, u toku rekultivacije zemljište će se koristiti, sa ovih odlagališta, za zapunjavanje rupa namenjenih pošumljavanju. Nakon toga će se izvršiti đubrenje ovog sloja. Za ove radove će se angažovati sledeća mehanizacija: utovarivač, kamion, buldozer, traktor.

Biološka faza obuhvata kompleks biotehničkih i fitomeliorativnih mera na pripremljenim površinama u cilju obnavljanja fito-ekosistema. Biološka faza će obuhvatati zatravljivanje i pošumljavanje degradiranih površina. Za ove radove će se angažovati sledeća mehanizacija: utovarivač, kamion, buldozer, traktor.

Uzimajući u obzir faktore koji utiču na biološku rekultivaciju, a pre svega kvalitet podloge (supstrata), odnosno fizičko-hemijske osobine, uslovi staništa i ekspaniranost odlagališta jugu, zatim kontinentalna klima i visoka čestina vetrova iz WNW i NW, izabrana je kombinovana metoda pošumljavanja i zatravljivanja. Izbor biljnih vrsta je takođe, bio ograničen. Za sprečavanje razvejanja prašine sa flotacijskog jalovišta i odlagališta pirita, stabilizaciji krune i kosina brane, će se vršiti setva naizmeničnih pojaseva trave, žbunastog rastinja i drvenastih biljaka. Na kosinama će se saditi bagrenac.

Zatravljivanje će se vršiti pomoću leguminozne smeše, koja će pokriti prostor između drvenastih biljaka i žbunova. Na taj način će vezati podlogu i sprečiti razvejanje prašine što će omogućiti veću aktivnost biocenoze i mikroorganizama.

Za zatravljivanje degradiranih površina izvršen je izbor travno leguminozne smeše koja se sastoji od:

- bele deteline
- žutog zvezdana
- mačijeg repa
- prave livadarke.

Na vlažnim delovima (delovima koji su pod vodom) flotacijskog jalovišta vrši će se rekultivacija pomoću uljane repice. Namena korišćenja degradiranih površina po strukturi flotacijskog jalovišta, određena je na osnovu specifičnosti podloge na kosinama brane i kruni brane flotacijskog jalovišta, fizičko - hemijskih osobina zemljišta i jalovine, nadmorske visine terena i prirodne vegetacije u neposrednom okruženju. Najpovoljniji period sadnje je jesen. Prednosti jesenje sadnje nad prolećnom ogledaju se u tome što u jesen ima više vlage u zemljištu. Jesenja sadnja omogućava sleganje zemlje oko sadnice do proleća i tada je bolje zakorenjavanje. Posle topljenja snega, zasađene sadnice nastavljaju da se normalno razvijaju. Od niskih temperatura i mraza, sadnice su za vreme zimskog perioda zaštićene debelim snežnim pokrivačem.

Prolećna sadnja zbog visokog snežnog pokrivača koji u proleće ostaje duže na površinama, je skraćena. Posle topljenja snega ubrzo nastaje topli i sušni period i biljke zasađene u proleće nemaju dovoljno vlage za razvijanje. Dakle nedostatak vlage u supstratu za prijem i razvoj sadnica je prvi ograničavajući u nizu faktora koji limitiraju uspeh prolećne sadnje. Ukupno potrebno vreme za izvođenje radova je četiri meseca.

Zbog nepovoljne osnovne podloge flotacijske jalovine i koncentrata pirita, mogućnosti prijema, usvojeno je 2000 sadnica po hektaru. Za sadnju se bira klasičan sadni materijal. Bagrem i bagrenac su pionirske vrste i veoma su prilagodljive na suvim staništima. Dobro se primaju pri sadnji, uspešno podnose aerozagađenja iz topionice bakra u Boru, sušu, mraz, vetar i ujedno popravljaju zemljište, stabilizuju kosine i štite od erozionih procesa. Mogu da uspevaju na podlogama sa ekstremnim uslovima kao što je predmetno jalovište. Na flotacijskom jalovištu i odlagalištu koncentrata pirita, na kruni brane i suvim površinama (plažama) flotacijskog jalovišta sadiće se bagrem 2.000 kom/ha, što odgovara postavljanja kvadratne mreže jama sa rastojanjem od 2,24 m. Može da uspeva na ekstremnim nagibima terena i na nadmorskoj visini do 1000 m. Starost sadnica treba da bude 2+0. Rupe za sadnju će biti dimenzija 40x40x40 cm.

Podizanje naizmeničnih pojaseva žbunastog rastinja – bagremca na spoljašnjoj kosini vrši se posle setve travnih smeša sejanjem semena bagremca u redovima. Red se sastoji od dve brazdiće međusobno udaljene 20-30 cm. Seme bagremca seje se na pripremljenu podlogu u brazdicama u trougaonom rasporedu. Dubina sejanja je 1-2 cm. Rastojanje između redova bagrenca na kosinama iznosi 5,0 m. Najpovoljniji period za sejanje bagrenca na spoljnoj kosini brane, zbog klimatskih uslova koji vladaju u Borskom regionu, je jesen.

Na kosim površinama iskopavanje jama za sadnice se vrši korišćenjem priručnih alatki: ašova i lopata. Jame za sadnice trebaju da budu okruglog poprečnog preseka, prečnika 40 cm i dubine 40 cm. Kopanje jama na spoljašnjoj kosini se vrši direktno u supstratu po trougaonoj šemi. Jedan deo iskopanog supstrata - krupniji materijal se sklanja i slaže u vidu suvozida na donjoj ivici jame i ima ulogu da spreči odnošenje zemlje iz jame za vreme jakih kiša. Jame se kopaju po trougaonoj šemi po kosini. Na taj način se smanjuje energija erozije i povećava zadržavanje vode u jamama. Ugao kontrapada iznosi 10%.

Sađenje bagrema na kosinama, vršiće se po istom principu kao na ravnim površinama, sa tom razlikom da će se umesto pravougaone šeme koristiti trougaona šema. Ukupna

površina predviđena za rekultivaciju na odlagalištu pirita iznosi 549.405 m<sup>2</sup>, na a na flotacijskom jalovištu 368.292 m<sup>2</sup>.

Potrebna količina travno-leguminoznih smeša za setvu predviđene površine, gde se koristi 350 kg semena po hektaru, iznosi 46.835 kg. Seme travne smeše treba da ima dobru klijavost.

Na sukcesivno isušanim delovima jezera flotacijskog jalovišta će se sejati semena uljarica kako bi se pospešila autorekultivacija. Potrebna količina semena za ovakve radove iznosi oko 110 kg/ha. Ukupna količina semena iznosi 585 kg. Za uspeh pošumljavanja pored savesne pripreme degradiranih površina i sadnje potrebna je i nega mladih kultura, koja se sastoji u okopavanju, prašenju i zalivanju (prema potrebi). Okopavanje se vrši u cilju uništavanja korova oko sadnica, a prašenje radi razbijanja pokorice. Razbijanje pokorice postiže se da se zemlja na površini oko zasađene sadnice usitni pri čemu se smanjuje isparavanje zemljišne vlage. Posle prve jače kiše potrebno je ponovno prašenje. Prvo prašenje se obavlja odmah nakon sadnje, a ostala prašenja i okopavanja prema potrebi.

Posle sadnje u toku leta se konstatuje broj primljenih i broj osušenih sadnica. Popunjavanje, odnosno zamena osušenih sa novim sadnicama se vrši u jesen samo ako je sušenje grupimično, preko 20%. Za prehranjivanje zasada se koristi 0,2 kg KAN mineralno đubriva po sadnici.

U naredne tri godine, sve primljene sadnice moraju se osloboditi korova i izbojaka. Od trenutka izvođenja biološke rekultivacije, na zasađenim površinama zabraniti ispašu u narednih 15+20 godina u zavisnosti od rasta biljaka. Izbojak biljke mora biti van domašaja životinja. U slučaju pojave fitopatoloških, odnosno entomoloških šteta, kultura mora biti brzo i efikasno tretirana kako na bi došlo do stradanja biljaka.

Kako Investitor nema jasan plan kada će se izvršiti eksploatacija koncentrata pirita sa odlagališta, za 5,10, 20, ili više godina, ovo odlagalište ne može da ostane nerekontrovisano. Ako se Investitor ipak odluči da eksploatiše ovo tehnogeno ležište, na lokaciji je nastalo degradirano zemljište formiranjem ovog odlagališta, stoga će se nakon završetka njegove eksploatacije izvršiti rekultivacija. Na osnovu ovoga, zaključak je da se degradirane površine na predmetnoj lokaciji, tj. odlagališta pirita, moraju rekultivisati samo je pitanje vremena, tj. kada.

#### Odlagališta jamskog otpada

Otpad iz jame je krupnozrn i odlaže se u suvom stanju. Ukoliko je na pojedinim mestima došlo do klizanja ili narušavanja stabilnosti spoljašnje kosine pre pristupanju bilo kakvim radovima potrebno je sanirati sve uočene probleme. Pre pristupanju radovima na zatvaranju potrebno je izvršiti oblikovanje deponija. Oblikovanjem treba ojačati i formirati etaže i izvršiti stabilizaciju nagiba spoljašnjih kosina tako da u svakom delu nagib bude usaglašen sa nasipnim uglom. Širina svake etaže treba da omogući jednosmerni transport terenskih vozila (min. 5 m). Etaže treba povezati saobraćajnicama koje omogućuju transport terenskim vozilima. Da bi se smanjio negativni uticaj padavina (kiša) i erozivno dejstvo vode uporedo sa oblikovanjem etaža treba urediti i kanale sa unutrašnje strane etaže za prihvatanje i odvođenje viška vode. Po završetku saniranja i oblikovanja, da bi se sprečilo aerozagađenje okoline, na površinskom sloju treba formirati biopokrivač sastavljen od različitih trava, krupnijih grmova i stabala. Zatravljanje ravnih površina odlagališta jamskog otpada ima za cilj stabilizaciju

nasutog zemljišnog materijala na degradiranim površinama i sprečavanje erozije, kako usled vetra, tako i od bujica nastalih pri naglom topljenju snega i kiša pri provali oblaka. Da bi se sprečila eolcka erozija, povećala stabilnost jalovišta izvrši će se rekultivacija zatravljivanjem i pošumljavanjem površina. Prvo se vrši formiranje zemljanog sloja visine 0,5 m. Nakon toga se vrši zatravljivanje i na kraju pošumljavanje površina i to: na platou se vrši pošumljavanje po kvadratnoj šemi sa 1100 sadnica po hektaru; po kosini se vrši pošumljavanje po trouganoj šemi i to sa 2000 sadnica po hektaru. Dalje uređenje odlagališta treba usaglasiti sa zahtevim i planovima lokalne uprave i stanovništva iz okruženja (park, šetalište, sportski tereni, biciklistička staza, vidikovac...).

## 10.2. Program postoperativnog monitoringa deponija

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 prema Zakonu o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016, 95/2018 - dr. zakon i 35/2023). Program i dinamika monitoringa dati su u tabeli 107.

Tabela 107 Program i dinamika monitoringa po zatvaranju deponija otpada

	Aktivnost	Dinamika
Teren, zemljište	Vizuelna kontrola stanja zatvorene deponije	Jedanput godišnje
	Geodetska kontrola dimenzija deponija (kontrola podrazumeva stalno poređenje sa početnim stanjem)	Jedanput u 10 godina
	Kontrola kvaliteta površinskog sloja zmljišta	Jedanput u 10 godina
	Kontrola stanja vegetacije na prostoru bivše deponije	Jedanput u 3 godine
Voda	Kontrola fizičkog stanja pijezometara koji se koriste za monitoring	Jedanput godišnje tokom vizuelnog monitoringa
	Kontrola nivoa vode u pijezometrima	Jedanput u 3 godine
	Kontrola kvaliteta vode u pijezometrima	Jedanput u 10 godina
	Kontrola kvaliteta vode u stalnim i povremenim vodotocima u okruženju	Jedanput u 10 godina
	Kontrola kvaliteta vode koja ističe iz deponija	Jedanput u 3 godine
Vazduh	Kontrola kvaliteta vazduha u okruženju terena na kojem su formirane deponije	Jedanput u 10 godine

Vizuelni monitoring i program analiza vode i vazduha identičan je programu koji je predviđen za aktivnu fazu korišćenja deponije otpada. Monitoring treba da radi ovlašćena firma na trošak lokalne samouprave. 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.

## 11. Mere za sprečavanje pogoršanja stanja voda, vazduha i zemljišta

Sve primenjene i planirane mere za sprečavanje pogoršanja stanja voda automatski podrazumevaju sprečavanje zagađenja vazduha i zemljišta. Mere se u najvećoj meri odnose na prihvatanje voda sa slivnog područja, prihvatanje procednih voda iz deponija, sprečavanje izlivanja deponovanog otpada u okolinu i rekultivaciju nasipa i deponija po završetku eksploatacionog veka.

### Mere za sprečavanje pogoršanja stanja voda

- Podloga akumulacionog prostora i unutrašnja kosina brane flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita obložene su vodonepropusnom HDPE geomembranom kako bi se sprečilo podzemnih voda.
- Vododrživa barijera ima i ulogu zaštite kosina na koje se oslanja jalovina sa aspekta stabilnosti, jer će ih sačuvati od uticaja procednih voda i sprečiti eroziju i nestabilnost.
- Na delovima deponije gde je procenjeno da može doći do oštećenja vodonepropusne folije, nanet je dodatni sloj gline u debljini od 1 m.
- Na odlagalištima janskog otpada O2, O3 i DR predviđena je vodonepropusna folija postavljena preko sloja bentonitske geomembrane kako bi se zaštitilo dno i unutrašnje strane.
- Izgrađen je odvodni kanal koji odvodi slivne vode nizvodno od flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita i sprečava mešanje čistih površinskih voda sa zagađenim vodama.
- Na desnom kraju krune brane odlagališta koncentrata pirita i flotacijskog jalovišta postavljen je sigurnosni prelivni organ, kao poslednji stepen odbrane od preliivanja brane, čime bi se sprečilo preliivanje vode i otpada preko krune brane i zagađenje okolnih vodotokova. Prelivna voda iz odlagališta koncentrata pirita se sprovodi preko evakuacionog kanala do flotacijskog jalovišta nizvodno od brane skladišta koncentrata pirita. Prelivna voda iz flotacijskog jalovišta se u slučaju velikih padavina izliva u obodnim kanalom. Svi ovi objekti na deponijama su projektovani u skladu sa velikim kišama, verovatnoće pojave jednom u 100 god (P1%). Prelivni organ bi vršio svoju ulogu samo u situaciji kada bi se javile kiše većeg povratnog perioda od projektovanog.
- Na flotacijskoj brani predviđene su antifiltracione mere, uključujući kameni nabačaj za ojačavanje podloge.
- Površina odlagališta koncentrata pirita održava se pod slojem vode dubine 1-2 m kako bi se smanjio kontakt sa vazduhom i izbegla dodatna oksidacija, što smanjuje generisanje kiselih drenažnih voda.
- Drenažni sistem postoji na flotacijskom jalovištu, odlagalištu koncentrata pirita i odlagalištima janskog otpada za prihvatanje procednih i drenažnih voda koji imaju ulogu da evakušu procednu vodu i vrata je nazad u tehnološki proces, bez da se ta voda izliva u okolinu i zagađuje vode.
- Na platou postrojenja za pripremu mineralnih sirovina izveden je betonski bazen od 400 m<sup>3</sup> za prihvatanje jalovine u slučaju udesa na cevovodima za transport do

deponija flotacijske jalovine i piritskog koncentrata. Isti takvi bazeni su izgrađeni na krajnjoj tački oba cevovoda koji flotacijsku jalovinu i piritški koncentrat vode u odgovarajuće deponije.

- Automatsko praćenje nivoa taložnog jezera u deponijama imaju za cilj da preveniraju povećanje nivoa vode iznad nedozvoljenih propisa i time spreče prelivanje vode sa otpadom preko krune brane i zagađenja okolnih vodotokova.
- Održavanje dovoljno velikog retenzionog prostora u flotacijskom jalovištu i odlagalištu koncentrata pirita koji osigurava da ne dođe do prelivanja vode i deponovanog otpada preko krune brane u okolinu i time spreči zagađenje okoline.
- Trenutno je u toku izrada tehničke dokumentacije za izgradnju novog sistema za prečišćavanje otpadnih voda sa flotacijskog jalovišta kojim bi se obezbedila stopa povrata vode u proces bude veća od 60%. Sistem će uključivati pet različitih faza: taložnik visoke gustine, multimedijalni filter, ultrafiltracija, nanofiltracija i reverzna osmoza.

#### Mere za sprečavanje i smanjenje zagađenja vazduha

Sve mere koje su navedene za sprečavanje zagađenja voda i izlivanja deponovanog materijala izvan deponija, automatski podrazumevaju i mere za sprečavanja zagađenja vazduha, razvejavanjem sitnih čestica otpada sa skorelih površina pod dejstvom vetra. Mere koje se odnose ciljano na zaštitu vazduha su:

- Površina odlagališta koncentrata pirita održava se pod slojem vode kako bi se smanjio kontakt sa vazduhom i izbegla oksidacija.
- Koncentrat pirita i flotacijska jalovina istaču se ravnomerno sa brana kako bi se plaže održavale vlažnim i sprečila emisija prašine. Po potrebi, plaže se dodatno orošavaju vodom.
- Redovno zatravljivanje spoljašnjim kosina nasipa i odlagališta – spoljašnja kosina brane flotacijskog jalovišta je zatravljena, dok su kosine odlagališta jamskog otpada delimično zatravljena.

#### Mere za sprečavanje zagađenja zemljišta

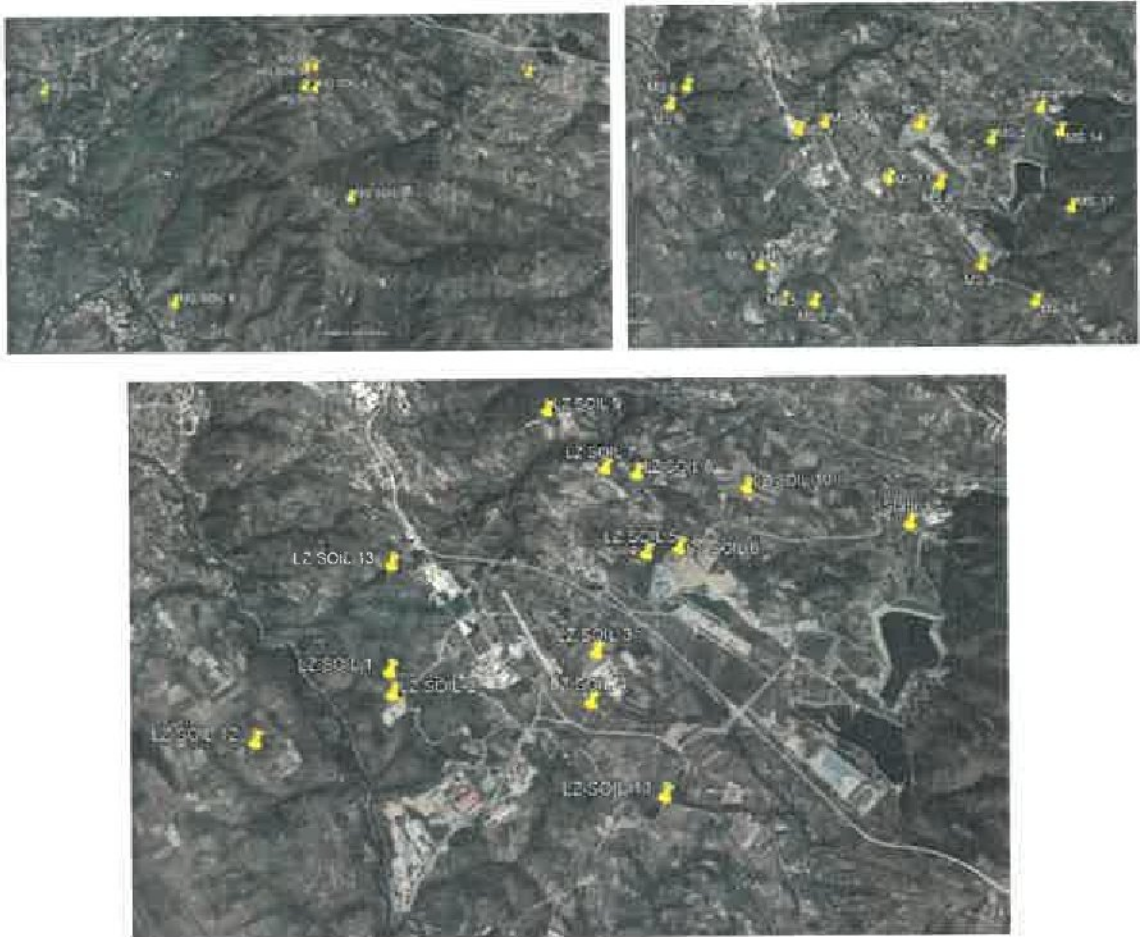
Sve mere koje su navedene za sprečavanje zagađenja voda, vazduha i izlivanja deponovanog materijala izvan deponija, automatski podrazumevaju i mere za sprečavanja zagađenja zemljišta, taloženjem čestica otpada iz vazduha ili vode na okolnom zemljištu.

Primena svih predloženih i preduzetih mera se kontroliše putem redovnog monitoringa stanja životne sredine i redovnom oskultacijom deponija rudarskog otpada. Plan monitoringa životne sredine je detaljno prikazan u poglavlju 5, a plan oskultacije u poglavlju 9 ovog plana.



## 12. Podaci o trenutnom stanju zemljišta koje može biti ugroženo radom deponija

Zemljište u okolini Rudnika „Čukaru Peki“ se prati po ustaljenom planu monitoringa zemljišta, detaljno objašnjenom u Poglavlju 4. Mapa uzorkovanja zemljišta sprovedena tokom 2024. godine prikazana je na slici 78. Tačne koordinate mesta uzorkovanja date su u tabeli 108.



Slika 78. Mapa uzorkovanja zemljišta u okolini rudnika

Tabela 108 Koordinate uzetih uzoraka zemljišta

Oznaka uzorka	Koordinate	
	N	E
MG soil 1	43°57'57.32"	22°11'06.05"
MG soil 2	43°57'58.10"	22°11'13.25"
MG soil 3	43°57'46.32"	22°11'04.83"
MG soil 4	43°57'45.08"	22°11'12.23"
MG soil 5	43°56'43.86"	22°11'30.83"
MG soil 6	43°57'44.30"	22°13'46.63"
MG soil 7	43°57'54.92"	22° 08'00.07"
MG soil 8	43°56'00.99"	22° 09'35.93"
MS1 <sup>20</sup>	44° 01'21.43"	22° 09'17.61"
MS2	44° 01'12.10"	22°10'14.58"
MS3	44° 00'00.00"	22°10'05.96"
MS4	44° 01'18.06"	22° 07'40.65"
MS5	43°59'40.90"	22° 07'27.67"
MS6	44° 01'43.88"	22° 06'10.79"
MS7	43°59'39.78"	22°07'52.42"
MS8	44° 00'47.08"	22° 09'32.83"
MS9	44° 01'33.47"	22° 05'57.54"
MS10	44° 01'22.24"	22° 08'01.69"
MS11	44° 00'50.32"	22° 08'52.62"
MS12	44° 00'20.90"	22° 07'19.54"
MS13	44° 00'01.30"	22° 07'09.17"
MS14 <sup>21</sup>	44° 01'16.42"	22° 11'09.65"
MS1	43°59'39.01"	22°10' 48.48"
MS17	44° 00'32.70"	22° 11'17.69"
LZ soil 1	44°00'55.26"	22° 07'15.52"
LZ soil 2	44° 00'48.19"	22° 07'16.46"
LZ soil 3	44° 00'55.94"	22° 08'38.02"
LZ soil 4	44°00'40.96"	22° 08'34.15"
LZ soil 5	44° 01'26.61"	22° 09'01.70"
LZ soil 6	22° 09'27.49"	22°0 9'15.87"
LZ soil 7	44° 01'56.92"	22° 08'48.78"
LZ soil 8	44° 01'54.26"	22° 09'01.69"
LZ soil 9	44° 02'19.87"	22° 08'25.79"
LZ soil 10	44° 01'46.51"	22°0 9'47.62"
LZ soil 11	44° 00'12.31"	22° 08'58.60"
LZ soil 12	44° 00'37.40"	22° 06'23.07"
LZ soil 13	44° 01'29.53	22° 07'16.60"
LZ 1	44° 02'49.03"	22°10'53.62"
LZ 2	44° 02'05.97"	22°10'35.83"
LZ 3	44° 03'00.09"	22°08'04.33"
LZ 4	44° 04'18.28"	22° 11'09.60"
LZ 5	44° 05'13.05"	22°10'53.44"
LZ 6	44° 04'22.75"	22° 09'54.25"

Uzorkovanje je vršeno u periodu od 17.09.2024-13.10.2024. godine. Parametri koji su analizirani u uzorcima su:

<sup>20</sup> Navedena lokacija je nasipana i na njoj se izvode pripremni radovi za izgradnju Nove flotacije, tačnije proširenja iste, te se stoga izuzeti uzorak za hemijska ispitivanja ne može smatrati zemljištem već nasipom.

<sup>21</sup> Tačka MS 15 nije uzorkovana zbog nepristupačnosti terena. Korisnik je saglasan sa navedenom konstatacijom.

- Sadržaj ukupnih elemenata: Al, Ag, Ba, Be, As, Ca, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, Zn, V
- Sadržaj Cd, Mo, Sn, Te, Th
- Prevođenje čvrstog uzorka zemljišta u rastvorni oblik
- Sadržaj žive: Hg
- Sadržaj gline
- Sadržaj organske materije
- pH
- Sadržaj humusa
- Sadržaj azota: N
- Sadržaj sumpora: S
- Ukupni organski ugljenik, TOC
- Lakopristupačni: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O
- Sadržaj kalcijum karbonata: CaCO<sub>3</sub>
- Sadržaj policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH)
- Aromatična organska jedinjenja (benzen, etilbenzen, toluen, ksileni, stiren)
- Sadržaj polihlorovanih bifenila (PCB)
- Sadržaj organohlornih pesticida (OCP)
- Sadržaj ukupnih naftnih ugljovodonika

Prema Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Sl.RS, broj 30/2018 i Sl.RS, broj 64/2019-3, Prilog 1) maksimalno dozvoljene (MDK) i remedijacione vrednosti za teške metale su preračunate za svaki uzorak u odnosu na dobijene vrednosti za sadržaj gline i organske materije. Iz analiziranih vrednosti, odnosno dobijenih sadržaja analiziranih elemenata u uzorcima zemljišta, može se izvesti sledeći zaključak:

Rezultati ispitivanja poremećenih uzoraka zemljišta u okolini Rudnika Čukaru Peki pokazuju:

- da su vrednosti za sadržaj bakra i vanadijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima
- da su vrednosti za sadržaj kobalta iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima, osim u uzorku sa oznakom MS-14;
- da su vrednosti za sadržaj barijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-1, MS-6, MS-13 i MS-17;
- da su vrednosti za sadržaj berilijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-3, MS-6-11 i MS-16;
- da je sadržaj arsena iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-3 i MS-6;
- da je sadržaj kadmijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorku sa oznakom MS-6;

- da je sadržaj indeksa ugljovodonika iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-1-2, MS-6-7, MS-9, MS-12-14 i MS-17;
- da je sadržaj bakra iznad remedijacionih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MS-2, MS-6 i MS-17 i
- da je sadržaj vanadijuma iznad remedijacionih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorku sa oznakom MS-6.
- da su vrednosti za sadržaj bakra i vanadijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima;
- su vrednosti za sadržaj kobalta iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima, osim u uzorku sa oznakom LZ soil-2;
- da su vrednosti za sadržaj barijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-1, LZ soil-3-4, LZ soil-9, LZ soil-13, LZ-1-2 i LZ-6;
- da su vrednosti za sadržaj berilijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-1, LZ soil-4, LZ soil-11, LZ soil-13, LZ-1-2 i LZ-6;
- da je sadržaj arsena iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-5, LZ soil-9, LZ soil-10, LZ-1-3 i LZ-6;
- da je sadržaj kadmijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-9 i LZ-1-3;
- da je sadržaj selena iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorku sa oznakom LZ soil-10;
- da je sadržaj indeksa ugljovodonika iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-5-6, LZ soil-8-10, LZ soil-12 i LZ-1-2;
- da je sadržaj bakra iznad remedijacionih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-5, LZ soil-9, LZ soil-10, LZ-1-3 i LZ-6 i
- da je sadržaj arsena iznad remedijacionih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama LZ soil-5, LZ soil-9 i LZ-1.
- da su vrednosti za sadržaj kobalta, bakra i vanadijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima;
- da su vrednosti za sadržaj barijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u svim analiziranim uzorcima, osim u uzorku sa oznakom MG soil-5;
- da su vrednosti za sadržaj berilijuma iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MG soil-2 i MG soil-3;
- da je sadržaj arsena iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorku sa oznakom MG soil-4;
- da je sadržaj indeksa ugljovodonika iznad maksimalno dozvoljenih vrednosti prema trenutno važećoj regulativi u uzorcima sa oznakama MG soil-4-8.

Veliki uticaj na ovakvo stanje zemljišta imaju višedecenijske rudarske aktivnosti u ovom području. Rudnik je u obavezi da sprovede mere smanjenja uticaja svojih aktivnosti na kvalitet zemljišta i da ga dodatno ne zagađuje. Ako se ovi rezultati uporede sa rezultatima nultog monitoringa iz Studije o proceni uticaja, koji je za potrebe rudnika radila laboratorija Anahem iz Beograda iz 2017. godine, može se konstatovati da su u velikoj meri slični i da rudnik svojim aktivnostima nije doprineo dodatnom zagađenju.

### **13. Način izveštavanja nadležnih organa o uočenim udesnim situacijama na deponijama i pogoršanju stanja životne sredine**

Informisanje nadležnih lica i javnosti o eventualnom udesu na deponijama rudarskog otpada i posledičnog pogoršanja stanja životne sredine, zakonska obaveza je prvenstveno Rudnika „Čukaru Peki“, 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 zvanični sajt rudnika, zvanični profili rudnika na društvenim mrežama, dostupni pisani i elektronski mediji, kao i lokalne radio i televizijske stanice.

U slučaju udesnih situacija na deponijama rudarskog otpada koje mogu da ugroze stanovništvo, izazovu ekološku i materijalnu štetu, pravovremeno će biti obavešten Opštinski štab za vanredne situacije u Boru, ulica: Moše Pijade br. 3, 19210 Bor tel: +381 030/423-255. Odgovorna osoba za ostvarivanje kontakta između Štaba i Rudnika je lice ovlašćeno za upravljanje otpadom na nivou Rudnika i inženjer za bezbednost i zaštitu na radu, inž. Nebojša Buđelan (e-mail: [nebojsa.budjelan@zijinmining.rs](mailto:nebojsa.budjelan@zijinmining.rs)), koji je ujedno i koordinator Plana zaštite od udesa. Opštinski štab za vanredne situacije dužan je da izvesti Republički štab za vanredne situacije i Nadležnu službu o stanju, sprovođenju mera i izvršavanju zadataka zaštite i spasavanja.

Alarmiranje i koordinacija sa Štabom za vanredne situacije organizovaće se putem Operativnog centra MUP-a Republike Srbije, Uprava u Boru, ulica: Moše Pijade br. 3, 19210 Bor. Šef Operativnog centra je gđ-a Jasmina Milošević, telefon +381 60 02 07 907, a telefonski broj Operativnog centra je 1985.

Informisanje Ministarstva za rudarstvo i energetiku (Beograd, Nemanjina 22-26) vršiće se mejlom preko e-mail adresa [kabinet@mre.gov.rs](mailto:kabinet@mre.gov.rs) (tel. 011/3619-833) i [press@mre.gov.rs](mailto: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 Borski i Zaječarski okrug će se obavestiti putem telefona 030/424-381. Pomoćnik ministra zadužen za sektor rudarstva i geologije biće obavešten preko telefona 011/3122-852. Sva obaveštavanja obaviće lice zaduženo za upravljanje rudarskim otpadom, inž. Nebojša Buđelan.

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 inspeksijske poslove Opštine Bor - Inspekcija zaštite životne sredine (Odeljenje za inspekciju, Opština Bor, Adresa: Moše Pijade 3, 19210 Bor, tel: +381 (0) 30 458-064, +381 (0) 30 423-255). Tom prilikom se podnosi verifikovan izveštaj od strane odgovornog lica, 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 učestvovala 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.

## 14. Interni plan zaštite od udesa

Interni 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. Eksterni plan zaštite od udesa će se izraditi tokom 2025. godine, u okviru izrade neophodne dokumentacije za SEVESO postrojenje nakon čega je planirano ažuriranje Plana upravljanja rudarskim otpadom.

### 14.1. Procena opasnosti

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

Na području Rudnika Čukaru Peki nakritičniji objekti, kao potencijalni izvori opasnosti sa aspekta odlaganja rudarskog otpada izdvajaju se:

- Flotacijsko jalovište
- Odlagalište koncentrata pirita,
- Odlagališta nemineralizovanog i slabominalizovanog otpada,
- Objekti za transport otpada.

Njihova dispozicija je takva da se u gornjoj zoni ležišta deponije nadovezuju jedne na druge, međusobno razdvojene pregradnim branama u nizu, usled čijeg proboja može doći do sekvencijalnog rušenja brana u najgorem slučaju i formiranja poplavnog talasa. Na odlagalištima nemineralizovanog i slabominalizovanog otpada i deponiji rude može doći do klizanja materijala usled nestabilnosti kosina.

#### 14.1.2. Prikaz mogućeg razvoja događaja – scenario

Prema Projektu proboja brana razmatrano je po najgorem mogućem scenariju rušenje najuzvodnije brane na reci Grčavi, brane koja obezbeđuje akumulacioni prostor za odlaganje koncentrata pirita, zatim rušenje brane flotacijskog jalovišta, i na kraju rušenje najnižvodnije brane koja obezbeđuje akumulacioni prostor za procedne vode, kao slučaj rušenja 3 brane u nizu poput „domino“ efekta (sekvencijalno rušenje 3 brane). Ovo je ujedno i najgori mogući scenario po kom bi posledice bile najznačanije i prema kom treba uspostaviti sistem za obaveštavanje i uzbunjivanje. Po svim scenarijima pretpostavljeno je da se brane ruše parcijalno i postepeno. Ukupno trajanje razvoja breša u branama bi trajalo po 30 min. Najviše akumuliranog materijala bi isteklo iz flotacijskog jalovišta (5,9 Mm<sup>3</sup>), potom iz odlagališta koncentrata pirita (3,78 Mm<sup>3</sup>) i na kraju iz akumulacije drenažnih voda (15000 m<sup>3</sup>). Brzina talasa nakon rušenja najnižvodnije brane (akumulacije drenažnih voda) bi iznosila 9,8 m/s.

Do rušenja brana, može doći usled nekoliko inicijalnih događaja, poput:



- Nestabilnosti kosina usled statičkog opterećenja,
- Nestabilnosti kosina usled dinamičkog opterećenja,
- Priliva velike količine padavina.

Usled rušenja brana može doći do izlivanja akumuliranog materijala i plavljenja okoline. Na procenjenoj ruti poplavnog talasa, koji bi pretežno pratio tok reke Grčave sve do uliva u Borsku reku i potom nastavio njenim koritom, nema većih naselja i prema proceni rizika moglo bi doći maksimalno do 9 ljudskih žrtava. Izvesnu štetu bi pretrpela infrastruktura u okolini, u smislu magistralnog puta Bor-Zaječar koji bi bio zahvaćen talasom, kao i životna sredina.

Do klizanja odloženog materijala sa odlagališta slabomineralizovanog otpada i deponije rude može doći usled nestabilnosti kosina, pri čemu bi zona uticaja svakog odlagališta bila malog prečnika, do maksimalnih 59 m u odnosu na nožicu odlagališta. Detajniji opis predviđenih posledica dat je u poglavlju Procena rizika, u okviru Plana upravljanja otpadom.

Do udesa prilikom obavljanja operacije transporta rudarskog otpada do deponija, može doći do oštećenja cevovoda za transport flotacijske jalovine i koncentrata pirita, kao i do kvara mehanizacije za transport jamskog otpada, prilikom čega može doći do udesnog izlivanja/prosipanja rudarskog otpada.

#### 14.1.3. Analiza povredivosti

U neposredno ugroženo ljudstvo prvenstveno treba ubrojiti zaposlene na samim deponijama koji će raditi na njihovoj izgradnji i održavanju. Prema projektnoj dokumentaciji predviđeno je zapošljavanje ukupno 16 radnika raspoređenih u 4 smene na odlagalištima u gornjoj zoni, odnosno, do 10 radnika po odlagalištu slabomineralizovanog otpada.

Na ruti poplavnog talasa usled rušenja brana, ima svega deset stambenih kuća sa pomoćnim objektima, nedaleko od ušća reke Grčave u Borsku reku, od kojih bi 6 bilo poplavljeno u prvih 15 minuta i čiji bi stanovnici bili životno ugroženi. Ako se uzme da svako domaćinstvo prosečno broji 3,53 člana, ukupno 22 ljudi može potencijalno biti na udaru poplavnog talasa. Uz prosečno 4 radnika po smeni na odlagalištima u gornjoj zoni, ukupno 26 ljudi je izloženo riziku. Magistralni put Bor-Zaječar (deonica Rgotina-Slatina) bi bio zahvaćen poplavnim talasom. Objekata kritične infrastrukture na ruti poplavnog talasa nema (bolnica, škola, ustanova kulture, spomenika itd.).

U slučaju udesa na odlagalištima jamskog otpada i obavljanja operacije transporta rudarskog otpada osim zaposlenih na održavanju odlagališta, drugo ljudstvo ne bi bilo životno ugroženo. Neminovno bi došlo do zagađenja životne sredine u slučaju udesa na svim odlagalištima.

#### 14.1.4. Određivanje mogućeg nivoa udesa

Na osnovu sagledanih scenarija udesa i analize povredivosti okoline ustanovljeno je da bi udes na flotacijskom jalovištu i odlagalištu koncentrata pirita po najgorem mogućem scenariju (u slučaju sekvencijalnog rušenja 3 brane) mogao biti udes III nivoa – nivo jedinice lokalne samouprave ... "negativne posledice udesa se mogu preneti izvan granica opasnog objekta...".

Udes na odlagalištima jamskog otpada bi mogao biti udes II nivoa – objekta, postrojenja i kompleksa – „negativne posledice udesa mogu zahvatiti deo objekta – postrojenja ili ceo

kompleks privrednog društva i drugog pravnog lica i ne očekuju se negativne posledice u okolini izvan kompleksa...“.

Udes na objektima za transport otpada bi mogao biti udes I nivoa - negativne posledice udesa su ograničene na deo objekta - postrojenja ili ceo objekat - postrojenje na kompleksu privrednog društva i drugog pravnog lica i ne očekuju se negativne posledice u okolini.

## 14.2. Mere prevencije

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

Sve brane flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita su izgrađene 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*. Brane su izgrađene odjednom do maksimalne kote i projektovane su sa zadovoljavajućim faktorima sigurnosti u seizmičkim i statičkim uslovima. Izbor lokacije odlagališta je odabran tako da ima najmanji mogući uticaj po okolinu. Nalaze se u slivu Borske reke, gde su protok i kvalitet vode pogođeni okolnim istorijskim rudarskim aktivnostima i već su zagađeni. Ovako izabrana lokacija omogućava koncentrisanje izvora zagađenja, pri čemu je olakšano upravljanje uz minimalni negativan uticaj na životnu sredinu. U bliskoj okolini nema većih naselja. Sva odlagališta slabomineralizovanog otpada su projektovana sa prihvatljivim visinama i nagibom kosina sa aspekta stabilnosti. Odlagališta reaktivnog otpada će biti hidroizolovana, uz izgradnju drenažnog sistema radi sprečavanja proceđivanja vode.

14.2.2. Mere koje su predviđene i realizovane izborom tehnologije izgradnje, tehnološke opreme, opreme za upravljanje procesima i druge tehničke opreme

- Podloga akumulacionog prostora i unutrašnja kosina brane flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita obložene su vodonepropusnom HDPE geomembranom kako bi se sprečilo zagađenje usled potencijalnog curenja zagađenih voda.
- Vododrživa barijera ima i ulogu zaštite kosina na koje se oslanja jalovina sa aspekta stabilnosti, jer će ih sačuvati od uticaja procednih voda i sprečiti eroziju i nestabilnost.
- Izgrađen je odvodni kanal koji odvodi slivne vode nizvodno od flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata pirita i sprečava mešanje čistih površinskih voda sa zagađenim vodama.
- Površina odlagališta koncentrata pirita održava se pod slojem vode dubine 1-2 m kako bi se smanjio kontakt sa vazduhom i izbegla dodatna oksidacija, što smanjuje generisanje kiselih drenažnih voda.
- Koncentrat pirita i flotacijska jalovina istaču se ravnomerno sa brana kako bi se plaže održavale vlažnim i sprečila emisija prašine. Ako je potrebno, plaže se dodatno orošavaju vodom.
- Oko pontonskih pumpnih stanica formirana su akumulaciona jezera za taloženje koncentrata pirita i flotacijske jalovine.
- Na flotacijskoj brani predviđene su antifiltracione mere koje uključuju kameni nabačaj za ojačavanje podloge,

- Drenažni sistem postoji na flotacijskom jalovištu, odlagalištu koncentrata pirita i odlagalištima jamskog otpada za prihvatanje procednih i drenažnih voda.
- Na odlagalištima jamskog otpada O2, O3 i DR predviđena je vodonepropusna folija postavljena preko sloja bentonitske geomembrane kako bi se zaštitilo dno i unutrašnje strane.
- Na delovima gde deponija gde je procenjeno da može doći do oštećenja vodonepropusne folije, nanet je dodatni sloj gline u debijini od 1 m.
- Kao dodatna sigurnost kako bi se brane zaštitile od preliivanja na brani odlagališta koncentrata pirita i brani flotacijskog jalovišta projektovani su prelivni objekti za zaštitu objekata u slučaju katastrofalnih padavina.
- Redovno zatrpavanje spoljašnjim kosina nasipa i odlagališta – spoljašnja kosina brane flotacijskog jalovišta je zatrpavanja, dok su kosine odlagališta jamskog otpada delimično zatrpavanja.

Trenutno je u toku izrada tehničke dokumentacije za izgradnju novog sistema za prečišćavanje otpadnih voda sa flotacijskog jalovišta kojim bi se obezbedila stopa povrata vode u proces bude veća od 60%. Sistem će uključivati pet različitih faza: taložnik visoke gustine, multimedijalni filter, ultrafiltracija, nanofiltracija i reverzna osmoza.

Na platou postrojenja za pripremu mineralnih sirovina izveden je betonski bazen od 400 m<sup>3</sup> za prihvatanje jalovine u slučaju udesa na cevovodima za transport do deponija flotacijske jalovine i piritnog koncentrata. Isti takvi bazeni su izgrađeni na krajnjoj tački oba cevovoda koji flotacijsku jalovinu i piritni koncentrat vode u odgovarajuće deponije. Koriste se da se jalovina iz cevovoda sakupi u njih u slučaju intervencije na cevovodima.

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

Koncentrat pirita i zgušnjena flotacijska jalovina se zatvorenim cevovodima odvođe do odlagališta. Odlaganje materijala na odlagalištima jamskog otpada se sastoji od istovara kamiona i planiranja odlagališnih površina buldozerom. Proces se obavlja u potpunosti bezbedno, uz redovne revizije objekata i tehničke preglede mehanizacije.

U cilju bezbednog rada treba poštovati sledeća uputstva:

- Na odlagalištu je obavezno prisustvo radnika koji će pratiti stanje odlagališta na delu gde kamioni vrše istresanje materijala i zavisno od stepena ispućalosti podloge dozvole ili zaustave dalje odlaganje, odnosno prilaz kamiona ivici odlagališta;
- Radnik koji obavlja dužnost signaliste na odlagalištu ne sme napustiti svoje radno mesto bez prethodne zamene koju traži od neposrednog rukovodioca,
- Svaku promenu na odlagalištu signalista je dužan da prijavi neposredno smenskom rukovodiocu,
- Kod kretanja kamiona unazad u položaj za istovar jalovine, signalista se mora nalaziti sa leve strane kamiona, tj. na onoj strani na kojoj se nalazi vozač kamiona,
- Signalista se mora nalaziti na dovoljnoj udaljenosti od kamiona kako ga ne bi povredili komadi koji ispadaju na strani korpe prilikom istovara.
- Pri smanjenoj vidljivosti istovarno mesto mora biti osvetljeno;

- Istovarno mesto mora biti uvek čisto i poravnato zbog bezbednosti kamiona pri dolasku i odlasku; o tome se stara radnik zadužen za odlagalište koji na raspolaganju mora imati odgovarajuću pomoćnu mehanizaciju.

14.2.4. Mere koje obezbeđuju kvalitetno i pravovremeno održavanje tehničko-tehnološkog nivoa objekta – postrojenja

Sve deponije će biti redovno održavane i pravovremeno sanirane u skladu sa uočenim neregularnostima u toku redovnih oskultacija. Radi bezbednosti uspostavljeno se automatsko praćenje sigurnosti jezera, analiza strukturalnog stanja tela brana kako bi se na vreme identifikovale abnormalne pojave, izdala upozorenja, procenila pouzdanost strukture i osigurala baza podataka za upravljanje i održavanje deponija. Oskultaciju brana i stanja na deponijama vršiće neposredno stručne službe i dežurno osoblje, a kontrolu će obavljati oprema i uređaji sistema za oskultaciju i indikatori nivoa gornje vode u akumulacijama.

14.2.5. 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:

- uredi 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.

14.2.6. 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

Radi bezbednosti uspostavljeno se automatsko praćenje sigurnosti jezera, analiza strukturalnog stanja tela brana kako bi se na vreme identifikovale abnormalne pojave, izdala upozorenja, procenila pouzdanost strukture i osigurala baza podataka za upravljanje i održavanje odlagališta na gornjoj zoni. Za nadzor i oskultaciju brana zaduženo je svo osoblje zaposleno na odlagalištima, koje vizuelno osmatranje vrši svakodnevno, bez obzira na doba dana ili smenu. Sve uočene pojave se unose u Dnevnik eksploatacije jalovišta i usmeno prenose licu zaduženom za osmatranje, koje će dalje informacije prenositi nadležnim licima i preduzeti mere za sanaciju i uređenje. Specijalistička merenja u okviru redovne oskultacije vrši služba Rudnika, nadležna za obavljanje ovih poslova.

Svaki radnik dužan je neodložno i najkraćim putem izvestiti radnika sa posebnim ovlašćenjima i odgovornostima o svakoj pojavi opasnosti pri izvođenju rudarskih radova, a naročito o:

- Klizanju materijala u kosini odlagališta.
- Neregularnostima brana flotacijskog jalovišta i odlagališta koncentrata otpada,
- Pojavi vatre ili drugim pojavama koje mogu ugroziti bezbednost radnika, materijalnih dobara i imovine,
- Curenja ili rasipanja otpada u toku transporta otpada.

U procesu odlaganja jamskog otpada tehnička zaštita na radu predviđa uputstvo za rukovanje kamionima pri prilazu ivici etaže i bezbedno sipanje jalovine. Nadzor nad sprovođenjem mera zaštite i primene tehničkih normativa, pored radnika rudarskog preduzeća koje izvodi radove, vrše i radnici službe zaštite na radu, kao i drugi radnici odgovarajućih službi preduzeća.

#### Oprema protivpožarne zaštite i sistemi za dojavu i gašenje požara

Verovatnoća da dođe do požara na odlagalištima je zanemarljiva, osim u slučaju kvara na mehanizaciji za transport otpada. U čitavoj industrijskoj zoni će postojati set automatskih požarnih alarma, a u centralnoj kontrolnoj sobi će biti regionalni požarni alarm. Signali za dojavu požara svakog područja će se prikupljati u centralnoj kontrolnoj sobi, a kontrolor će biti povezan sa drugim područjima. Dim požara će se pratiti u realnom vremenu i alarmni signal se može poslati u ranoj fazi požara.

#### Oprema individualne tehničke zaštite i sredstva prve pomoći

Svaki radnik u okviru kompletnog industrijskog kompleksa je dužan da koristi lična zaštitna sredstva, i to: zaštitnu odeću i obuću, šlem, rukavice, zaštitne naočare, antifone i dr. Zarad očuvanja sigurnosti i zdravlja radnika usvojene su odgovarajuće zdravstvene tehnologije i mere upravljanja. U svim objektima obezbediće se odgovarajući kompleti za pružanje prve pomoći, s obzirom na izdvojenost i međusobnu udaljenost pojedinih objekata, jer tokom pomeranja istakača i pri njihovom skraćivanju može doći do povreda, a pogon flotacije je udaljen 5 km od odlagališta. 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 opasnih materija

Mere sprečavanja preliivanja akumuliranog materijala iz odlagališta 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, i
- Instalaciji sigurnosnog prelivnog organa na branama, u cilju odbrane o preliivanja.
- Instalaciji hidroizolacione folije koja sprečava prodiranje reaktivnog otpada u tlo i podzemne vode.

Mere za sprečavanje curenja otpada iz cevovoda se zasnivaju na redovnoj kontroli stanja cevovoda.

### 14.3. Snage i sredstva za zaštitu i spasavanje, umanj enje i otklanjanje posledica od udesa

#### 14.3.1. Raspoloživi ljudski resursi

U slučaju udesa, za sprovođenje mera zaštite, spasavanja, otklanjanja posledica i organizaciju nastavka rada nakon udesa, pored zaposlenih na odlagalištima, uključen je 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 su zaposleni obučeni za postupanje u udesnim situacijama.

Između ostalog, nadležnosti ovog odeljenja su 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.

#### 14.3.2. Raspoloživa materijalna sredstva i oprema za zaštitu i spasavanje

Minimum sredstava i opreme za sprovođenje zaštite od elementarnih nepogoda, tehničko-tehnoških 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 i 37/2015). 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.); termoizolacionu 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<sup>2</sup> poslovnog prostora;
- po jedan komplet alata, koji obuhvata: lopatu, kramp, sekiru, čekić (macola), ćuskiju, testeru za gvožđe, klešta i ispitivač napona.

Privredna društva, 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.

14.3.3. 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;

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 3. poglavlju ovog Plana (postupanje u slučaju udesa).

#### 14.3.4. 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 i pristupiti izradi projektne dokumentacije za sanaciju i remedijaciju.

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 odlagališta, a potom i nastaviti sa radom čitavog Rudnika.

### 14.4. 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.

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

Blagovremeno obaveštavanje stanovništva na ugroženom području i osoblja opštinskog centra u Boru o udesu, odnosno, o pojavi poplavnog talasa vršiće se pomoću Sistema osmatranja i obaveštavanja (OiO).

Sistem OiO se sastoji od:

- osmatračke mreže,
- podcentara na branama,
- glavnog podcentra u dispečerskom centru u Boru,
- opštinskog centra u Boru,
- alarmnih stanica na ugroženom području,
- telekomunikacionog sistema i
- oznaka za obeležavanje na ugroženom području.

Podcentri na branama jalovišta, odnosno glavni podcentar u dispečerskom centru u Boru, obrađuje podatke i signale koje dobije od osmatračke mreže i na osnovu njih formiraju signale pripravnosti i signale opšte uzbune. Osmatračka mreža treba da omogući stalno



praćenje stanja na brani i akumulaciji. Ovu funkciju ostvaruju služba za oskultaciju i merenja na branama i akumulaciji, stručne službe zadužene za ocenu stanja brana i akumulacija i dežurno osoblje službe obezbeđenja. U zavisnosti od stanja na branama stručna komisija koja se saziva tom prilikom donosi odluke da li će proglasiti stanje pripravnosti ili stanje opšte uzbune.

Signale predalarmnog stanja (stanje pripravnosti) i alarmnog stanja (stanje opšte uzbune) glavni podcentar prosleđuje do opštinskog centra. U slučaju pojave alarmnog stanja na branama dežurno osoblje glavnog podcentra obaveštava o nastalom stanju opštinski centar, rukovodstva, stručne službe i sve osobe iz ugroženog područja zadužene za prihvatanje ovih informacija i preduzima mere predviđene Pravilnikom o radu podcentra OiO. Po dobijanju informacije ili signala o nastalom alarmnom stanju, u centru se vrši predviđena provera i preko uređaja za daljinsko aktiviranje sirena (uređaj DAS-a<sup>22</sup>) automatski se prosleđuju alarmni signali do alarmnih stanica. Takođe, centar može da obaveštava direktno i osobe u ugroženim mestima koje su zadužene za ručno aktiviranje sirena (iz jedinice civilne zaštite).

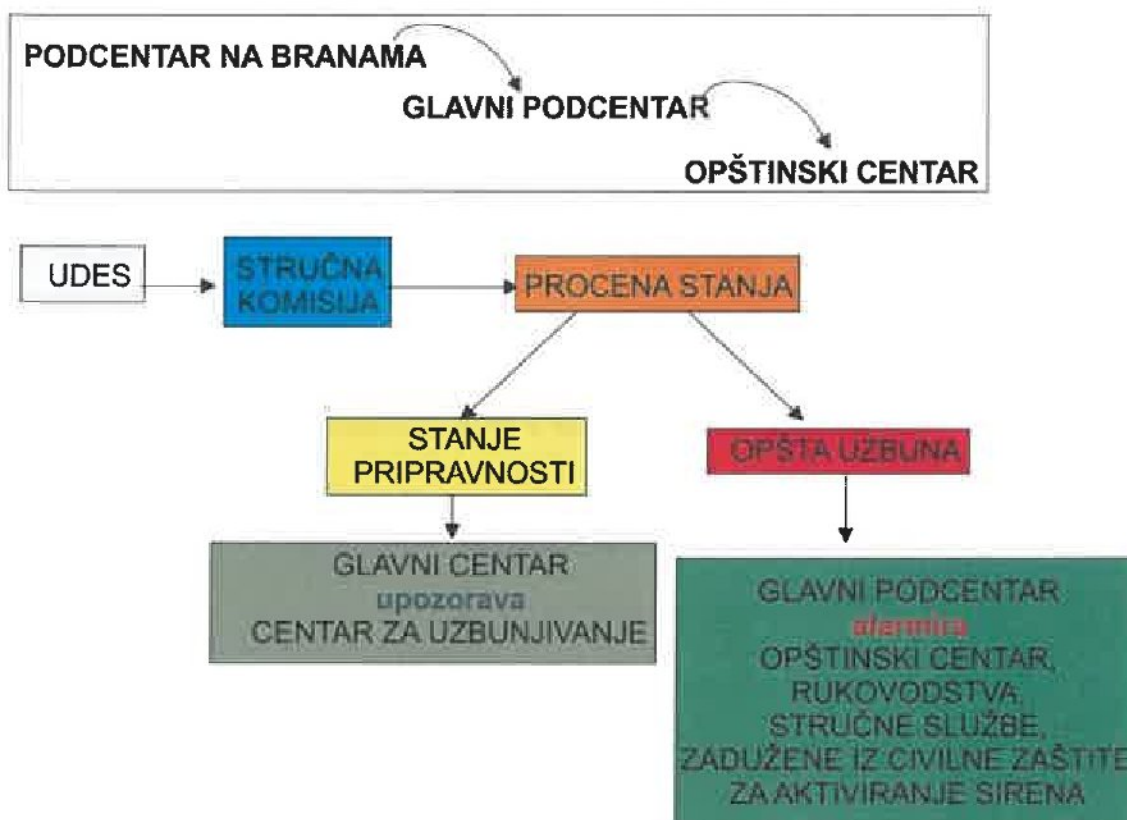
Opštinski centar ima govorne veze sa osobljem službe održavanja sistema osmatranja i obaveštavanja i sa pripadnicima jedinice za ručno aktiviranje alarmnih stanica na ugroženom terenu. Govorne veze se ostvaruju pomoću radio veze kroz službeni/servisni govorni kanal. Dakle, na svakoj lokaciji u sistemu predviđen je radio uređaj, koji će obezbeđivati upravljanje i signalizaciju, prenos govornih poruka i obezbeđenje službenog kanala za govorno povezivanje. Uz svaku radio stanicu je isporučena MT kombinacija za ostvarivanje govornih veza. Alarmne stanice se postavljaju u ugroženom području i služe da obaveste stanovništvo o opasnostima koje im prete od pojave udesa tj. poplavnog talasa. Pored toga, alarmne stanice služe za uzbunjivanje stanovništva i u svim ostalim opasnostima koje im prete iz vazduha, kopna ili od elementarnih nepogoda. Opštinski centar šalje i govorne poruke ugroženom području. Govorne poruke je moguće emitovati direktno sa najavne konzole ili emitovanjem već unapred pripremljenih poruka snimljenih na SO-u ili na drugom elektronskom zapisu.

U slučaju proglašenja stanja opšte uzbune na brani i u ugroženom području, dežurni u glavnom podcentru je dužan da aktivira sistem za uzbunjivanje, ako nije došlo do automatskog aktiviranja sistema za uzbunjivanje na ugroženom području. Uređaj podcentra prosleđuje alarmni signal do centralnog uređaja u opštinskom centru. Dežurni u glavnom podcentru je dužan da obavesti opštinski centar o nastalom stanju. Dežurni u glavnom podcentru i dežurni u opštinskom centru, dužni su da preduzmu sve mere i aktivnosti predviđene pravilnikom o obaveštavanju i uzbunjivanju na ugroženom području za slučaj nastanka opšte uzbune. Kada izvrši slanje alarmnog signala, uređaj podcentra ili centralni uređaj u opštinskom centru, dobiju potvrdu izvršenja alarma. Ukoliko se neka od alarmnih stanica ne aktivira, dežurni je u obavezi da pokuša da ponovo aktivira tu stanicu. Ako posle nekoliko pokušaja izostane aktiviranje alarmne stanice, dežurni mora da obavesti zaduženu ekipu ili pojedinca iz službe za uzbunjivanje i da im da nalog za aktiviranje te stanice. Signal opšte uzbune, koji emituju sirene na ugroženom području, traje 60 sekundi i kombinovan je

<sup>22</sup> Sistem za daljinsko aktiviranje sirena (DAS) vrši prikupljanje signala od osmatračke mreže, formira alarmne signale, prosleđuje ih alarmnim stanicama, automatski i ručno i vrši nadzor nad elementima sistema OiO. Sistem DAS-a prikuplja signale o stanju alarmnih stanica, telekomunikacionih sistema prenosa, o uređajima DAS-a i stanju napojnih uređaja.

od 20 sekundi jednoličnog tona, 20 sekundi zavijajućeg tona i 20 sekundi jednoličnog tona. To je signal uzbune za slučaj nastanka elementarne nepogode. Kada čuje alarmni signal, stanovništvo na ugroženom području treba odmah da napusti ugroženo područje, povlačenjem na bezbednosnu zonu, koja je obeležena belegama. Stanovništvo ostaje u bezbednoj zoni do prestanka opasnosti. Potrebno je da ostanu smireni, da prate obaveštenja i instrukcije zvaničnih institucija i da obaveste hitne službe o lokaciji i stanju eventualnih povređenih lica. Signal prestanka opasnosti predstavlja jednoličan ton u trajanju od 60 sekundi.

Na slici 79 dat je šematski prikaz načina obaveštavanja i uzbunjivanja u slučaju udesa.



Slika 79 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,
- Služba za oskultaciju,
- Rukovodilac 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. U zavisnosti od razmera udesa i posledica, u lanac

obaveštavanja se može uključiti i odeljenje za vanredne situacije u Boru koje bi u slučaju havarijskih razmera udesa proglasilo vanredno stanje.

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.

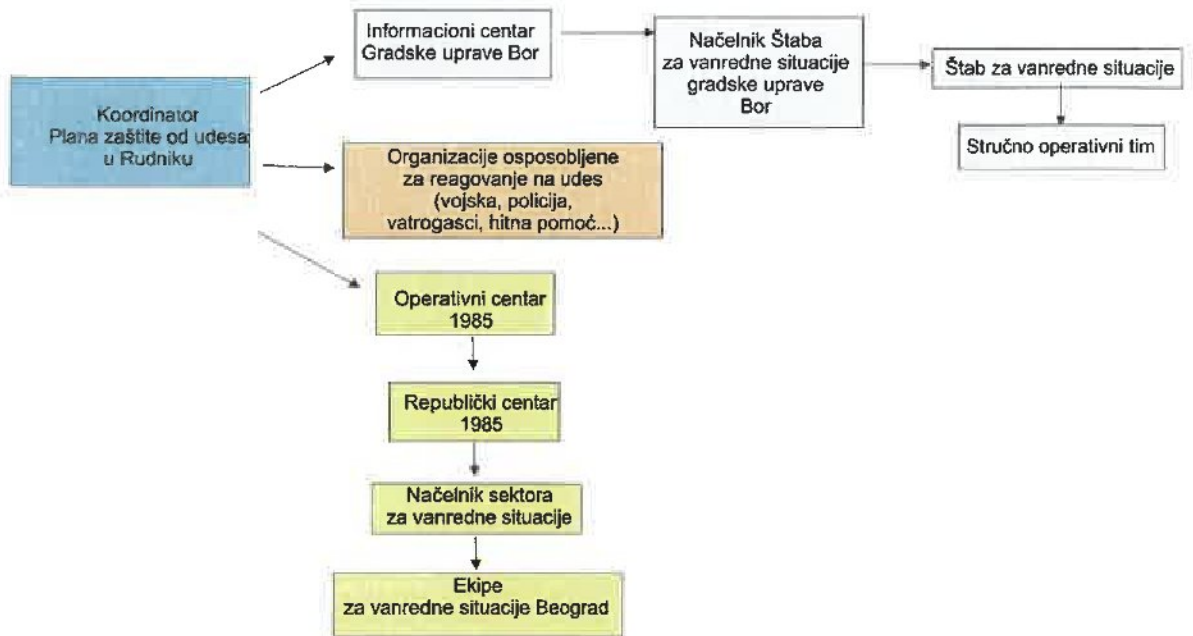
14.4.2. Organizacije, na lokalnom nivou, osposobljene za odgovor na udes i ovlašćene za pružanje pomoći

- **Policija**, MUP Republike Srbije -Polijska uprava Bor, Moše Pijade 5, Bor 19210  
030/422-444, Policija:192
- **Vatrogasci**, Vatrogasna jedinica Bor, Trg oslobođenja b.b.,19210 Bor, 030/427-233  
Vatrogasna služba: 193
- **Hitna medicinska pomoć**, Dom zdravlja Bor, Nikole Kopernika 2-4, 19210 Bor, 030/432-777, Opšta bolnica Bor, Dr Dragiše Mišovića 1,19210 Bor, 030/422-777, Hitna pomoć: 194
- **Odeljenje za vanredne situacije u Boru**, Trg Oslobođenja b.b., 19210 Bor, 030/423 390
- **Komunalna struktura**, JKP „3.oktobar“ Bor, 7 Juli 60, 19210 Bor, 030/432-224
- **Specijalizovane laboratorija za kontrolu vazduha, vode i zemljišta**; Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, 030/ 454-131
- **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:**

- Planinarskog sportskog ekstremnog kluba „Rock and Ice“ Nikole Pašića 35, 19210 Bor,
- Planinarsko-smučarskog društva „Crni vrh“, Nikole Pašića 44 19210 Bor
- Vodoprivredno hidrograđevinskog preduzeća DD Negotin, Badnjevski put bb, 19300 Negotin.

Predložena struktura reagovanja državnih organizacija u slučaju udesa havarijskog tipa prikazana je na slici 80. Po potrebi se može uključiti i Zavod za javno zdravlje i inspeksijski organi.



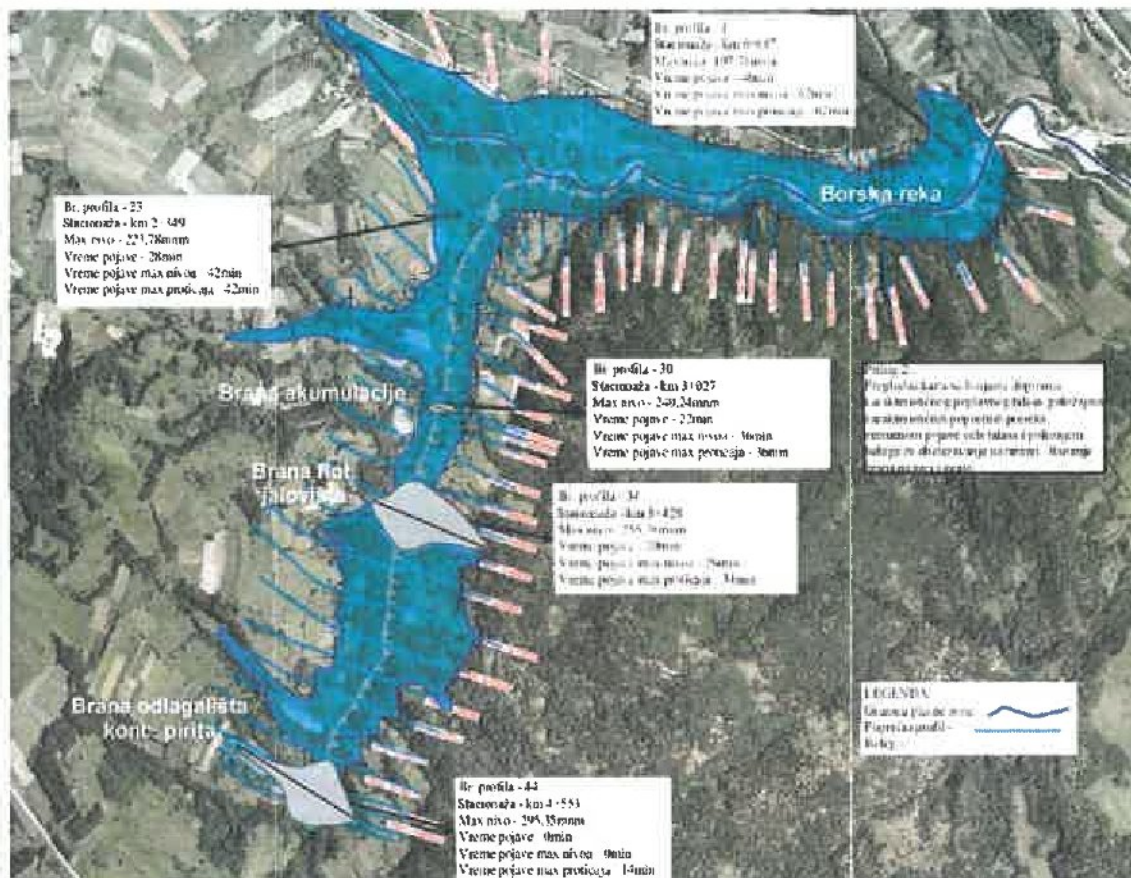
Slika 80 Šema reagovanja državnih organa u slučaju havarije

14.4.3. Ekipe za odgovor na udes i način angažovanja za spasavanje, obaveštavanje i uzbunjivanje, transport i zbrinjavanje povređenih, dekontaminaciju ljudi, opreme i prostora

Rudnik je dužan da osposobi odgovarajući broj zaposlenih za pružanje prve pomoći, spasavanje i evakuaciju u slučaju udesa. Za udese havarijskog tipa, posledica velikih razmera potrebno je angažovati specijalizovane ekipe, kao i državne organizacije pobrojane u ranijem tekstu koje mogu pomoći svojim raspoloživim kapacitetima u akcijama spasavanja, evakuacije ljudi, sanacije i čišćenja pogođenog prostora i okoline.

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

Na slici 81 prikazana je plavna zona (ruta poplavnog talasa) u slučaju sekvencijalnog rušenja brane deponija u gornjoj zoni (po najgorem mogućem scenariju) u okviru koje treba izvršiti evakuaciju ljudi. U slučaju udesa na odlagalištima slabomineralozovanog otpada i udesa tokom transporta otpada, procenjeno je da bi efekti udesa bili lokalni i da okolno stanovništvo ne bi bilo ugroženo.



Slika 81 Ruta poplavnog talasa

### 14.5. Informisanje javnosti

Informisanje javnosti podeljeno je u 3 faze:

1. Faza – informisanje pre udesa: U ovoj fazi se javnost upoznaje sa svim informacijama o potencijalnim udesima i merama i postupcima u slučaju udesa; Predlog načina informisanja je putem zvanične internet stranice Rudnika, zvaničnih profila na društvenim mrežama, web portalima;
2. Faza – informisanje u toku udesa putem sistema OiO;
3. Faza - informisanje o postupcima i radnjama posle udesa i u toku sanacije;

Informisanje i komunikacija sa javnošću se odvija prema šemi na slici 82.



Slika 82 Informisanje javnosti

Rudnik „Čukaru Peki“ ima zakonsku obavezu da informiše nadležne organe i javnost o svim incidentima na deponijama rudarskog otpada koji bi mogli ugroziti životnu sredinu. Kako bi se osigurala transparentnost i redovno informisanje, koristiće se zvanični kanali komunikacije, uključujući internet sajt, društvene mreže, pisane i elektronske medije, kao i lokalne radio i TV stanice.

U slučaju nesreće koja može ugroziti ljude i izazvati ekološku ili materijalnu štetu, obaveštava se Opštinski štab za vanredne situacije u Boru, dok će kontakt sa ovim štabom ostvariti inženjer Nebojša Buđelan, ovlašćeno lice za upravljanje otpadom i koordinator Plana zaštite od udesa. Štab za vanredne situacije je dalje obavezan da izvesti Republički štab i nadležne službe o stanju i merama zaštite i spasavanja. Koordinacija sa Štabom za vanredne situacije obavljaće se preko Operativnog centra MUP-a u Boru. Informacije će takođe biti dostavljene Ministarstvu za rudarstvo i energetiku i Rudarskoj inspekciji, kao i inspekciji za zaštitu životne sredine.

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 inspeksijske poslove Opštine Bor - Inspekcija zaštite životne sredine (Odeljenje za inspekciju, Opština Bor, Adresa: Moše Pijade 3, 19210 Bor, tel: +381 (0) 30 458-064, +381 (0) 30 423-255). Tom prilikom se podnosi verifikovan izveštaj od strane odgovornog lica, 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 učestvovala 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.

### Dodatne napomene

Ažuriranje plana zaštite od udesa:

- 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.

## 15. Finansijska sredstva za podmirenje troškova

Za rudarsku proizvodnju je važno da bez obezbeđenja upravljanja otpadom nema rudarske eksploatacije. Zbog sve siromašnijih ležišta, posebno metala, količina rudarskog otpada značajno premašuje količinu korisne supstance. Odnos korisnog i nekorisnog u rudarskoj proizvodnji može se izraziti i preko množioca koji pokazuju koliko puta više se proizvodi otpada nego korisne komponente:

- Kameni ugalj x 4,87
- Mrki ugalj i lignit: x 9,9
- Rude gvožđa: x 5,2
- **Rude bakra : x 450**
- Boksit: x 3
- Rude zlata: x 950 000

Iz ovoga odnosa korisnog i nekorisnog može se sagledati da najveći deo troškova otpada na preradu otpada, a isplativost eksploataciji ležišta daje korisna supstanca, koja je maseno veoma podređena. Za rudarski otpad je karakteristično da on ostaje značajan trošak i onda kada se odvoji (koncentriše, separira) korisna supstanca. Troškovi koji prate taj proizvedeni otpad su:

- Priprema otpada za transport (privremeno skladištenje, zgušnjavanje, filtriranje),
- Transport otpada od postrojenja za pripremu do mesta deponovanja (trasiranje: puta, cevovoda, transportne trake, nabavka opreme, montaža, troškovi transporta: energija, ljudstvo, održavanje),
- Priprema terena za trajno odlaganje rudarskog otpada (kupovina zemljišta, čišćenje terena, okonturenje, uređenje voda i vodotokova, hidroizolacija prostora, izrada pregradnih i obodnih nasipa, ugradnja opreme za oskulataciju i ekološki monitoring),
- Deponovanje otpada (distributivni cevovodi, putevi i okretišta za kamione, ljudstvo, sprečavanje aerozagađenja, kontrola tehničkog stanja kroz oskultaciju, kontrola ekološkog stanja kroz monitoring, upravljanje vodama)
- Sanacija uočenih poremećaja na samoj deponiji (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),
- Zatvaranje deponije (izravnavanje deponovanog otpada i formiranje figure deponije, upravljanje vodama, formiranje slojeva zatvaranja: hidroizolacija prostora, dreniranje prostora, formiranje sloja za biološku rekultivaciju, nastavak radova na oskultaciji i monitoringu), i
- Predaja saniranog i zatvorenog prostora korišćenog za deponovanje otpada nadležnoj administrativnoj upravi.



Za sve prethodno pobrojane faze upravljanja otpadom karakteristično je da uvek generiše trošak i nikada prihod! Dakle, Investitor mora iz prihoda dobijenog prodajom korisne supstance da izdvoji deo sredstava za ulaganje i ispravno upravljanje otpadom.

Troškovi upravljanja otpadom obično se kreću u dijapazonu od 3 do 7% ukupnog prihoda Rudnika (prosečno oko 5%). Deo tih troškova ima karakter investicionih troškova (kupovina zemljišta na kojem će se deponovati otpad, nabavka opreme, uređenje prostora za deponovanje), a deo pripada operativnim troškovima (energija, plate, održavanje, sanacioni radovi, zatvaranje, monitoring).

Prema ekonomskoj analizi datoj u dokumentu *Rakita Exploration d.o.o., The Mining and Processing of the Upper Zone, Timok Cu-Au Project*, [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Svi operativni troškovi će se pokrivati iz dobiti preduzeća. Rezime finansija, [REDACTED]

[REDACTED] pokrivanje troškova upravljanja otpadom.