SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR

STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU PROJEKTA PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE



Univerzitet u Beogradu,
Rudarsko-geološki fakultet

SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR

STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU PROJEKTA PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE

Studiju izradio:

Rudarsko-geološki fakultet,
Univerzitet u Beogradu
Đušina 7, 11000 Beograd
Republika Srbija

Beograd, Maj 2024

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ
Бр. 1317
16.05.2024 год.
БЕОГРАД, Ђушина бр. 7

SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR
Đorđa Vajferta 29,
19210 Bor, Srbija

STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU PROJEKTA PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE

Rukovodilac izrade studije

Prof. dr Nikola Lilić, dipl. inž. rud.

DEKAN
Rudarsko-geološkog fakulteta

Prof. dr Biljana Abolmasov, dipl. inž.geol.

3 Фи 240/2021

Посл. бр. .....

Привредни суд у Београду судија Драгана Ивановић

као судија појединац у судскорегистарској правној ствари предлагача „УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ - РУДАРСКО ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ“, Београд, ул. Ђушина бр. 7.

ради уписа промене лица овлашћеног за заступање.

дана 04.10.2021. год., донео је

Р Е Ш Е Њ Е

Усваја се захтев предлагача за упис у судски регистар и одређује се упис у судски регистар, у регистарски уложак бр. 5-344-00, података садржаних у прилозима уз пријаву бр. 4

који су саставни део овог решења.

Судија

Драгана Ивановић,с.р.

за тачност отправка оверава

Привредном апелационом

Република Србија Привредни суд у Београду IV Београд

Поука о правном леку: Против овог решења може се изјавити жалба, преко овог суда, суду у Београду у року од 8 дана од дана достављања преписа решења.

4. Препис решења

Издавач: ЈП „Службени гласник“, Београд
Ознака за поруџбину: Обр. бр. 161451

Фирма и седиште субјекта уписа	RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU, BEOGRAD, ul. Đušina br. 7	Прилог уз решење број	1

Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште	5-344-00 TRGOVINSKI SUD U BEOGRADU

Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда
13.04.2007.god.	I Fi 124/07	7	T.S.Beograd

1.	Фирма и седиште субјекта уписа и његов матични број

"UNIVERZITET U BEOGRADU - RUDARSKO GEOLOŠKI FAKULTET"
BEOGRAD, ul. Đušina br. 7
Naziv Fakulteta na engleskom jeziku je:
"UNIVERSITY OF BELGRADE, FACULTY OF MINING AND GEOLOGY
Matični broj: 07045735 PIB: 100206244
Žiro-račun: 840-1812660-65

2.	Овлашћење субјекта уписа у правном промету

Sva ovlašćenja u granicama upisane delatnosti.
Fakultet je pravno lice i ima pravo da u pravnom prometu zaključuje ugovore i preduzima druge pravne poslove i pravne radnje u okviru svoje pravne i poslovne sposobnosti.

3.	Врста и обим одговорности за обавезе субјекта уписа у правном промету и врста и обим одговорности за обавезе других субјеката

U pravnom prometu sa trećim licima Fakultet za svoje obaveze odgovara celokupnom imovinom kojom raspolaže (potpuna odgovornost)

4.	Одговорност оснивача за обавезе субјекта уписа

Судија,
Tatjana Vlaisavljević ,s.r.
za tačnost otpravka overava:

Следи наставак број:	4. Прилог уз препис решења

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: **Прилог уз решење број 1**

Издавач: ЈП Службени лист СРЈ, Београд
Ознака за поруџбину: Обр. бр. 161521

Прилог уз решење број	2

Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште	5-344-00 PRIVREDNI SUD U BEOGRADU

I-Fi-9997/99 28.03.2000.g

Редни број	Фирма, односно назив и седиште, ознака регистра и број регистарског уписа, матични број и број рачуна оснивача односно име и адреса, лични број и број личне карте оснивача и члана	Број и датум акта о оснивању	Датум приступања
1	2	3	4
1	VLADA REPUBLIKE SRBIJE		
2			
3			
4			
5			

Уписани и уплаћени основни капитал; повећање, односно смањење основног капитала.

4. Прилог уз препис решења

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: **Прилог уз решење број 2**

Прилог уз решење број	2

Редни број	Укупан износ улога оснивача и члана	Врста и обим одговорности за обавезе субјекта уписа	Датум иступања
5	6	7	8
1			
2			
3			
4			
5			

Уписани и уплаћени основни капитал; повећање, односно смањење основног капитала.

Привредни суд у Београду Београд XIII

Судија,

LJILJANA MUJAGIC

4. Прилог уз препис решења

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: **Прилог уз решење број 2**

	Прилог уз решење број	3

Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште	5-344-00 ПРИВРЕДНИ СУД У БЕОГРАДУ

Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда
27.09.2018.	1 Фи 600/2018	9	Привредни суд у Београду

1.	Делатности, односно послови и послови спољнотрговинског промета субјекта уписа

85.42 - Високо образовање
85.59 - Остало образовање
85.60 - Помоћне образовне делатности
43.13 - Испитивање терена бушењем и сондирањем
43.99 - Остали непоменути специфични грађевински радови
36.00 - Скупљање, пречишћавање и дистрибуција воде
39.00 - Санација, рекултивација и друге услуге у области управљања отпадом
71.12 - Инжењерске делатности и техничко саветовање
71.20 - Техничко испитивање и анализе
72.19 - Истраживање и развој у осталим природним и техничко-технолошким наукама
74.90 - Остале стручне, научне и техничке делатности
70.22 - Консултантске активности у вези са пословањем и осталим управљањем
08.99 - Експлоатација осталих неметаличних руда и минерала
37.00 - Уклањање отпадних вода
82.11 - Комбиноване канцеларијско-административне услуге
82.19 - Фотокопирање, припремање докумената и друга специјализована канцеларијска подршка
82.30 - Организовање састанака и сајмова
09.10 - Услужне делатности у вези са нафтом и гасом
09.90 - Услужне делатности у вези са осталим рудама
58.11 - Издавање књига
58.14 - Издавање часописа и периодичних издања
58.19 - Остала издавачка делатност
58.29 - Издавање осталих софтвера
47.61 - Трговина на мало књигама у специјализованим продавницама
62.01 - Рачунарско програмирање
62.02 - Консултантске делатности у области информационе технологије
62.03 - Управљање рачунарском опремом
62.09 - Остале услуге информационе технологије
63.11 - Обрада података, хостинг и сл.
63.12 - Веб портали
69.10 - Правни послови

Судија

.....Иванка Козић Кнежевић,с.р.....

За тачност отправка оверава

Следи наставак број:	4. Прилог уз препис решења

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист

ОБРАЗАЦ: **Прилог уз решење број 3**

		Наставак прилога уз пријаву број	3

Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште	5-344-00 ПРИВРЕДНИ СУД У БЕОГРАДУ
Наставак: 1	

69.20 - Рачуноводствени, књиговодствени и ревизорски послови
70.10 - Управљање економским субјектом
71.11 - Архитектонска делатност
77.39 - Изнајмљивање и лизинг осталих машина, опреме и материјалних добара
91.01 - Делатност библиотека и архива
91.02 - Делатност музеја, галерија и збирки
94.12 - Делатност струковних удружења
94.20 - Делатност синдиката
94.99 - Делатност осталих организација на бази учлањења
56.10 - Делатности ресторана и покретних угоститељских објеката
56.30 - Услуге припремања и послуживања пића

Делатност се проширује са:
68.20 - Изнајмљивање властитих или изнајмљених некретнина и управљање њима

Републике Србије ПРИВРЕДНИ СУД У БЕОГРАДУ

Судија,
Иванка Козић Кнежевић,с.р.
за тачност отправка оверава

Следи наставак број: /	**4.Наставак прилога уз препис решења**

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија-прилог уз изворник решења и регистарски лист.
ОБРАЗАЦ : **Наставак прилога уз решење**

	Прилог уз решење број	4

Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште	5-344-00

Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда
04.10.2021.	3 Фи 240/2021	25	Привредни суд у Београду

1. Имена лица овлашћених за заступање субјекта уписа и границе њихових овлашћења

Уписује се:

др Биљана Аболмасов, редовни професор, декан Факултета, има сва овлашћења
лични број: 1011963715175

Брише се:

др Зоран Глигорић, редовни професор, декан Факултета, има сва овлашћења
лични број: 2112965710043

2. Имена лица овлашћених за заступање субјекта уписа у обављању послова спољнотрговинског промета и границе њихових овлашћења

Уписује се:

др Биљана Аболмасов, редовни професор, декан Факултета, има сва овлашћења
лични број: 1011963715175

Брише се:

др Зоран Глигорић, редовни професор, декан Факултета, има сва овлашћења
лични број: 2112965710043

Република Србија Привредни суд у Београду

Судија,
Драгана Ивановић,с.р.
.....
за тачност отправка оверава

Следи наставак број:	4. Прилог уз препис решења

Овлашћено лице потписује само прилог уз пријаву, а судија – прилог уз изворник решења и регистарски лист.

ОБРАЗАЦ: **Прилог уз решење број 4**

SAGLASNOST NOSIOCA PROJEKTA

Saglasni smo sa priloženom tehničkom dokumentacijom.

NOSIOC PROJEKTA: SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR

OBJEKAT: POVRŠINSKI KOP VELIKI KRIVELJ

VRSTA PROJEKTA: STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU PROJEKTA PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE

Datum: Maj 2024.

Direktor

SERBIA ZIJIN COPPER DOO

Na osnovu odredbi Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik R. Srbije br. 135/04 i 36/09) i drugih važećih propisa koji se odnose na izradu Studija o proceni uticaja na životnu sredinu, kao i na osnovu Statuta Rudarsko-geološkog fakulteta, donosim sledeće:

R E Š E NJ E

o imenovanju odgovornog lica za izradu: **STUDIJE O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU PROJEKTA PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE,** i to:

Prof. dr Nikola Lilić, dipl. ing. rud.
(Uverenje br. 3298/R/97)

Imenovani projektant ispunjava zakonom propisane uslove za obavljanje poslova ove vrste.

Projektant je dužan da se pri izradi Studije o proceni uticaja na životnu sredinu u svemu pridržava Obima i sadržaja studije o proceni uticaja i Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu, propisa, normativa i standarda za izradu ove vrste tehničke dokumentacije.

DEKAN
Rudarsko-geološkog fakulteta

Prof. dr Biljana Abolmasov, dipl. inž. geol.

Rešenjem Dekana Rudarsko-geološkog fakulteta Univerziteta u Beogradu određen sam za rukovodioca izrade **STUDIJE O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU PROJEKTA PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE**

Na osnovu prednjeg dajem sledeću:

I Z J A V U

Izjavljujem da sam prilikom izrade **STUDIJE O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU PROJEKTA PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE** istu usaglasio sa Zakonom o proceni uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik R. Srbije br. 135/04 i 36/09), Zakonom o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 - odluka US i 14/2016, 76/2018, 95/2018), Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. glasnik RS br. 35/2023) kao i ostalim važećim tehničkim propisima i standardima.

Rukovodilac izrade Studije:

Prof. dr Nikola Lilić, dipl. inž. rud.

(Uverenje br. 3298/R/1997)

Verodostojnost gornje izjave overava:

DEKAN

Rudarsko-geološkog fakulteta

Prof. dr Biljana Abolmasov, dipl.inž.geol.

Spisak obrađivača

Rukovodilac izrade studije:

Prof. dr Nikola Lilić, dipl. inž. rudarstva	Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

Saradnici:

Prof. dr Aleksandar Cvjetić, dipl. inž. rudarstva	Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
Prof. dr. Marija Ilić, dipl. fiz. hemičar	Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
Doc. dr. Dragana Nišić, dipl. inž. rudarstva	Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
Uroš Pantelić, master inž. zašt. živ. sred.	Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
Petar Lilić, master inž. zašt. živ. sred.	Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu
Milena Lekić, master inž. šumarstva	Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

РЕПУБЛИКА СРБИЈА

МИНИСТАРСТВО РУДАРСТВА И ЕНЕРГЕТИКЕ

Број 3298/Р

Београд, 9.12.1997. *године*

На основу члана 16. Правилника о условима, начину и програму полагања стручног испита за обављање стручних послова при експлоатацији минералних сировина, Министарство рударства и енергетике издаје

УВЕРЕЊЕ

О ПОЛОЖЕНОМ СТРУЧНОМ ИСПИТУ

ЛИЛИЋ Миодраг НИКОЛА
(име, очево име и презиме)

рођен-а 1. децембра 1958. *године*

у Београду, Савски Венац, Србија
(место, општина, република)

положио-ла је 9. децембра 1997. *године стручни испит прописан Законом о рударству („Сл. гласник РС" број 44/95) за*

ДИПЛОМИРАНОГ ИНЖЕЊЕРА РУДАРСТВА

ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА

Секретар Министарства,

Надежда Митровић-Житко

Председник Комисије,

Радоје Зечевић

Sadržaj

Uvod 1

1. Podaci o nosiocu projekta 3

2. Opis lokacije na kojoj se planira izvođenje projekta

2.1. Fizičke karakteristike i geografski položaj 4
2.2. Karakteristike zemljišta 8
2.3. Geomorfološke karakteristike terena 10
2.4. Geološke karakteristike 12
2.4.1. Geološke karakteristike šireg područja 12
2.4.2. Geološka građa ležišta 14
2.4.3. Opis ležišta 17
2.4.4. Geneza ležišta 18
2.4.5. Tektonika ležišta 19
2.4.6. Hidrogeološke karakteristike 21
2.4.7. Inženjersko-geološke karakteristike ležišta 23
2.4.8. Istražni radovi 25
2.4.9. Geološki resursi 30
2.5. Hidrološke karakteristike terena i izvorišta vodosnabdevanja 32
2.6. Seizmološke karakteristike 34
2.7. Klimatske karakteristike 35
2.8. Flora i fauna i zaštićena prirodna dobra 37
2.9. Pejzaž 40

2.10. Nepokretna kulturna dobra 40
2.11. Naseljenost, koncentracija stanovništva i demografske karakteristike 41
2.12. Postojeći privredni i stambeni objekti i objekti infrastrukture i suprastrukture 42

3. Opis projekta

3.1. Opis prethodnih radova na lokaciji objekta 44
3.2. Opis objekta, planiranog proizvodnog procesa i njegove tehnološke karakteristike 46
3.2.1. Tehnički opis i geometrijski elementi površinskog kopa 46
3.2.2. Konstrukcija završne konture površinskog kopa sa eksploatacionim rezervama 48
3.2.3. Tehnički opis faznog razvoja površinskog kopa 51
3.2.4. Analiza stabilnosti završnih kosina kopa i odlagališta P.K. Veliki Krivelj 56
3.2.5. Tehnologija eksploatacije 57
3.2.6. Odvodnjavanje 71
3.3. Snabdevanje pogonskom energijom, industrijskom i pitkom vodom 82
3.3.1 Snabdevanje električnom energijom 82
3.3.2. Snabdevanje tečnim gorivom i mazivom 82
3.3.3 Snabdevanje industrijskom i pitkom vodom 82
3.4. Normativi potrošnje materijala 83
3.4.1. Normativi potrošnje na bušenju i miniranju 83
3.4.2. Normativi potrošnje na utovaru 83
3.4.3. Normativi potrošnje na kamionskom transportu 84
3.4.4. Normativi potrošnje na transportnom sistemu za jalovinu - TSJ 84
3.4.5. Normativi potrošnje pomoćne mehanizacije na odlaganju otkrivke 85
3.4.6. Normativi potrošnje pomoćne mehanizacije na izradi i održavanju objekata odvodnjavanja 87
3.5. Vrste i količine ispuštenih gasova, vode i drugih tečnih i gasovitih otpadnih materija 87
3.6. Prikaz tehnologije tretiranja svih vrsta otpadnih materija 91
3.7. Uticaj izabranog tehnološkog rešenja na životnu sredinu 92

4. Prikaz glavnih alternativa koje je nosilac projekta razmatrao

4.1. Alternativna lokacija ili trasa 95
4.2. Alternativni proizvodni proces ili tehnologija 96
4.3. Alternativni tehnološki postupak – metode rada 96
4.4. Alternativni planovi lokacije 97
4.5. Alternativna rešenja po pitanju vrste i izbora materijala 98
4.6. Alternative vremenskog rasporeda izvođenja projekta, odnosno početka i prestanka rada projekta 98
4.7. Alternative obima proizvodnje 99
4.8. Alternative u vezi kontrole zagađenja 99
4.9. Alternative u vezi odlaganja otpada 100
4.10. Alternative uređenja pristupa i saobraćajnih puteva 101
4.11. Alternative u vezi sa odgovornošću i procedurama za upravljanje životnom sredinom 101
4.12. Alternative privođenja lokacije određenoj nameni 102

5. Prikaz stanja životnesredine na lokaciji i bližoj okolini

5.1. Stanovništvo 103
5.2. Flora i fauna 104
5.3. Zemljište 108
5.4. Voda 112
5.5. Vazduh 117
5.6. Buka 123
5.7. Klimatski faktori 127
5.8. Građevine, nepokretna kulturna dobra, arheološka nalazišta i ambijentalne celine 127
5.9. Pejzaž 127

6. Opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu

6.1. Identifikacija mogućih uticaja projekta na životnu sredinu 129
6.2. Analiza uticaja na kvalitet vazduha 131
6.2.1. Normirane vrednosti 131
6.2.2. Osnovni metodološki postupci analize i procene 133

6.2.3. Procena potencijalnih opasnosti i očekivanih uticaja na kvalitet vazduha 135
6.3. Analiza uticaja buke sa površinskog kopa kao i seizmičkih uticaja usled miniranja 141
6.3.1. Normirane vrednosti 141
6.3.2. Osnovni metodološki postupci analize i procene 142
6.3.3. Procena potencijalne opasnosti i očekivanog uticaja buke i vibracija na životnu sredinu 143
6.4. Analiza uticaja na kvalitet podzemnih i površinskih voda 162
6.4.1. Normirane vrednosti 162
6.4.2. Metodološki postupci analize i procene 164
6.4.3. Procena uticaja površinskog kopa na kvalitet podzemnih i površinskih voda 164
6.5. Analiza uticaja na kvalitet zemljišta 171
6.5.1. Erozija zemljišta 177
6.6. Analiza uticaja na zdravlje stanovništva 179
6.7. Uticaj na klimatske karakteristike 182
6.7.1. Kvantifikacija gasova staklene bašte 186
6.7.2. Uticaj emisija GHG predmetnog projekta 188
6.8. Analiza uticaja na floru, faunu i ekosisteme 188
6.9. Sociološki i ekonomski uticaj 190
6.10. Analiza uticaja na prirodna dobra posebnih vrednosti i nepokretna kulturna dobra 191
6.11. Uticaj na pejzažne karakteristike područja 191
6.12. Analiza uticaja na infrastrukturu i saobraćaj 192

7. Procena uticaja na životnu sredinu u slučaju udesa

7.1. Mogućnost pojave akcidentnih situacija izazvanih eksplozijom 194
7.2. Mogućnost iscurivanja opasnih materija 194
7.3. Mogućnost pojave požara 195
7.4. Mogućnost rasipanja rude i jalovine tokom transporta kao i povećanja koncentracije praškastih materija u vazduhu 196
7.5. Mogućnost zarušavanja dela etaže 197
7.6. Sumarni prikaz procene rizika za navedene udesne situacije 198
7.7. Mere prevencije, mere za za slučaj udesa i mere sanacije 199

8. Opis mera predviđenih u cilju sprečavanja, smanjenja ili otklanjanja uticaja na životnu sredinu

8.1. Mere za sprečavanje, smanjenje i otklanjanje štetnih uticaja na životnu sredinu predviđene zakonom, uslovima i saglasnostima nadležnih institucija 201
8.2. Mere koje će se preduzeti u slučaju udesa 206
8.3. Mere za sprečavanje, smanjenje i otklanjanje štetnih uticaja na životnu sredinu predviđene predmetnim projektom 207
8.3.1. Mere zaštite flore i faune 207
8.3.2. Zaštita vazduha 209
8.3.3. Zaštita voda 211
8.3.4. Zaštita od buke 211
8.3.5. Zaštita od požara 212
8.4. Tehnička rešenja zaštite životne sredine (tretman i dispozicija otpadnih materija, rekultivacija, sanacija i dr.) 212
8.4.1. Tretman i dispozicija otpadnih materija 212
8.4.2. Rekultivacija 214
8.5. Druge mere koje mogu uticati na sprečavanje ili smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu 218

9. Program praćenja uticaja na životnu sredinu

9.1. Konfiguracija sistema za monitoring 220
9.2. Prikaz stanja životne sredine pre početka funkcionisanja projekta 221
9.3. Parametri za utvrđivanje štetnih uticaja na životnu sredinu 223
9.4. Mesta i način merenja utvrđenih parametara 225
9.4.1. Monitoring površinskih voda 225
9.4.2. Monitoring podzemnih voda 228
9.4.3. Monitoring vazduha 229
9.4.4. Monitoring buke 230
9.4.5. Monitoring zemljišta 231
9.4.6. Udesne situacije 231
9.5. Razmatranje, kontrola i usvajanje dobijenih rezultata 232

10. Netehnički rezime 233

11. Podaci o tehničkim nedostacima ili nepostojanju određenih stručnih znanja i veština

11. Podaci o tehničkim nedostacima ili nepostojanju određenih stručnih znanja i veština 269

12. Prilog

12.1. Uslovi i saglasnosti drugih nadležnih organa i organizacija 270
12.2. Grafički prilozi 271
12.3. Pregled literaturnih izvora 271

Spisak slika

2. Opis lokacije na kojoj se planiraizvođenje projekta

Slika 2.1. Putna mreža Republike Srbije sa pozicijom eksploatacionog polja Veliki Krivelj 4
Slika 2.2. Završna kontura površinskog kopa Veliki Krivelj sa granicom eksploatacionog polja 6
Slika 2.3. Prikaz katastarskih parcela koje zauzima proširenje PK Veliki Krivelj 7
Slika 2.4. Corine Land Cover klase (preuzeto sa www.geosrbija.rs) 8
Slika 2.5. Pedološka karta područja 9
Slika 2.6. Karta erozije Republike Srbije 11
Slika 2.7. Jugoistočni deo osnovne geološke karte list Bor L34-141, razmere 1:100.000 13
Slika 2.8. Geološki profil A-B Jugoistočnog dela osnovne geološke karte list Bor L34-141, razmere 1:100.000 13
Slika 2.9. Geološka karta hidrotermalno izmenjene zone Veliki Krivelj, razmere 1:10.000[4] 15
Slika 2.10. Šematski prikaz geološke karte porfirskog ležišta bakra Veliki Krivelj 17
Slika 2.11. Tektonska karta šire okoline ležišta Veliki Krivelj, imanjena karta 1:100.000[6] 20
Slika 2.12. Hidrpgeološka karta hidrotermalno izmenjene zone Veliki Krivelj, razmere 1:10.000[7] 22
Slika 2.13. Pregledni dijagram istražnog bušenja u ležištu bakra Veliki Krivelj 25
Slika 2.14. Pregledna karta istražnog bušenja u ležištu bakra Veliki Krivelj 26
Slika 2.15. Plan istražnih hodnika sa istražnim bušotinama u ležištu bakra Veliki Krivelj 27
Slika 2.16. Makroskopski izgled rude iz ležišta „Veliki Krivelj“ 29
Slika 2.17. Plan rezervi B (roze) i C1 (zeleno) kategorije u ležištu bakra Veliki Krivelj (Elaborat o rezervama, IRM Bor, 2010). 31
Slika 2.18. Hidrografsku mrežu šireg područja površinskog kopa Veliki Krivelj 32
Slika 2.19. Prostorni plan opštine Bor sa prikazom područja izvorišta snabdevanja 33
Slika 2.20. Seizmološka karta Srbije 34
Slika 2.21. Ruža vetrova za period 2017. do 2021. godina, meteorološka stanica Bor 35
Slika 2.22. Prirodna potencijalna vegetacija na ispitivanom području (modifikovano iz Karte prirodne potencijalne vegetacije SFR Jugoslavije) 38
Slika 2.23. Turizam i zaštita prostora prema prostornom planu opštine Bor 39
Slika 2.24. a) indeks zaštićene prirode u %, b) Broj ptica i sisara u Srbiji i na području Bora, c) Broj biljnih vrsta u zlotskom kanjonu i Srbiji , d) Broj makrogljiva u Srbiji i okolini Bora (izvor: Lokalni ekološki akcioni plan Bor, 2013.) 39
Slika 2.25. Zastupljenost starosnih kategorija stanovnika u gradskoj sredini Bora i u naseljima Krivelj, Bučje i Oštrelj (izvor: Republički zavod za statistiku) 41
Slika 2.26. Mreža naselja i infrastrukturni sistemi 42

3. Opis projekta

Slika 3.1. Proizvodnja na površinskom kopu Veliki Krivelj od 1979. – 2022. godine 44
Slika 3.2. Izgled površinskog kopa Veliki Krivelj, 2022 godine 45
Slika 3.3. Stanje radova na površinskom kopu Veliki Krivelj 23.12.2022. 46
Slika 3.4. Sektori površinskog kopa sa definisanim uglovima kosina..... 48
Slika 3.5. Prikaz završne konture površinskog kopa Veliki Krivelj 49
Slika 3.6. 2D prikaz površinskog kopa na kraju Faze 1..... 51
Slika 3.7. Izgled površinskog kopa na kraju Faze 2 52
Slika 3.8. Izgled površinskog kopa na kraju Faze 3 53
Slika 3.9. Izgled površinskog kopa na kraju Faze 4 54
Slika 3.10. Dinamika otkopavanja po godinama 55
Slika 3.11. Položaj površinskog kopa „Veliki Krivelj“ sa karakterističnim profilima..... 56
Slika 3.12. Tehnološke operacije eksploatacije rude i jalovine 57
Slika 3.13. Bušilica DML E i njene karakteristike..... 59
Slika 3.14. Bušilice FlexiROC D55, D60 i D65..... 59
Slika 3.15. Prikaz minske bušotine sa Nonel sistemom za iniciranje..... 60
Slika 3.16. Konstrukcija eksplozivnog punjenja u bušotini..... 61
Slika 3.17. Šema iniciranja sa četiri reda bušotina..... 61
Slika 3.18. Šema iniciranja sa tri reda bušotina 62
Slika 3.19. Geometrijski parametri miniranja u zaštitnoj zoni 63
Slika 3.20. Konstrukcija minskog punjenja konturne bušotine 64
Slika 3.21. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 1. godine – Faza 1 67
Slika 3.22. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 2. godine – Faza 3 67
Slika 3.23. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 3. godine – Faza 2 67
Slika 3.24. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 4. godine – Faza 4 67
Slika 3.25. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 5. godine – Faza 3 68
Slika 3.26. DTO sistem za odlaganje jalovinu u kopu Bor 69
Slika 3.27. Dinamika odlaganja na odlagališta u starom borskom kopu i odlagalištu Saraka..... 69
Slika 3.28. Situaciona karta stanja rudarskih radova sa pozicijama objekata odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj na kraju 4. godine eksploatacije 72
Slika 3.29. Izgled poprečnog preseka kanala 74
Slika 3.30. Izgled vodosabirnika..... 76
Slika 3.31. Skladište opasnog otpada (ulja, maziva i sl.)..... 91

5. Prikaz stanja životne sredine na lokaciji i bližoj okolini

Slika 5.1. Broj stanovnika u periodu 1948-2022. 103
Slika 5.2. Etnički sastav stanovništva Borske opštine (izvor: Republički zavod za statistiku) 104
Slika 5.3. EUNIS tipovi staništa u eksploatacionoj zoni..... 106

Slika 5.4. Corine Land Cover klase (preuzeto sa www.geosrbija.rs) 107
Slika 5.5. Lokacija uzorkovanja zemljišta u okolini Borskog basena..... 109
Slika 5.6. Raspored mesta kontrole kvaliteta voda oko površinskog kopa i flotacije „Veliki Krivelj“ 114
Slika 5.7. Raspored mesta kontrole kvaliteta vazduha oko površinskog kopa i objekata flotacije i flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj“ 117
Slika 5.8. Lokacija mernog mesta 120
Slika 5.9. Mesta uzorkovanje prema izveštaju o ispitivanju 3869-22 121
Slika 5.10. Mesta uzorkovanje prema izveštaju o ispitivanju 4038-22 123

Slika 5.11. Merna mesta merenja nivoa buke u 2022. godini..... 123
Slika 5.12. Merna mesta buke (2021. god.) 125
Slika 5.13. Merna mesta buke (2020. god.) 126

6. Opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu

Slika 6.1. Izgled koordinatnog sistema pri Gausovoj raspodeli u horizontalnom i vertikalnom pravcu 134
Slika 6.2. Ruža vetrova i učestalosti pojavljivanja određenih klasa vetrova za period 2018-2022. 135
Slika 6.3. Rasprostiranje prvih najviših vrednosti koncentracija PM10 (za period usrednjavanja od jednog dana) u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine..... 137
Slika 6.4. Rasprostiranje suspendovanih čestica PM10 (za period usrednjavanja od jednog dana na 90.4 percentilnoj karti) u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine..... 138
Slika 6.5. Rasprostiranje suspendovanih čestica PM10 (za period usrednjavanja od jedne godine) u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine..... 139
Slika 6.6. Rasprostiranje prvih najviših vrednosti koncentracija NO_2 (za period usrednjavanja od jednog dana)..... 140
Slika 6.7 Rasprostiranje prvih najviših vrednosti koncentracija NO_2 (za period usrednjavanja od jedne godine) 141
Slika 6.8. Stanje radova u 4. godini..... 144
Slika 6.9. Kumulativni prikaz procena nivoa buke oko površinskog kopa Veliki Krivelj..... 145
Slika 6.10. Zone nivoa uticaja prema kriterijuma iz tabele 6.10, za dnevni period (za veću količinu eksploziva, Majdanit 10) 149
Slika 6.11. Merna mesta za ispitivanje seizmičkog dejstva za prva tri kvartala 2022. godine 153
Slika 6.12. Merna mesta za ispitivanje seizmičkog dejstva za četvrti kvartal 2022. god. i prva dva kvartala 2023. god..... 153
Slika 6.13. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu januar-mart 2022. godine. 154
Slika 6.14. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu april-jun 2022. godine. 155
Slika 6.15. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu jul-septembar 2022. godine. 156
Slika 6.16. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu oktobar-decembar 2022. godine..... 157

Slika 6.17. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu januar-mart 2023. godine. 158
Slika 6.18. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu april-jun 2023. godine. 159
Slika 6.19. Potencijalne zone seizmičkih uticaja miniranja, za uslove eksploatacije iz predmetne Studije, na bazi zakona miniranja iz prethodnog perioda (2022-2023) 160
Slika 6.20. Zona opasnosti od razletanja komada usled miniranja na površinskom kopu 162
Slika 6.21. Supstituciona kiselost zemljišta (AZŽS, 2006)..... 171
Slika 6.22. Sadržaj humusa u zemljištu (AZŽS, 2006)..... 171
Slika 6.23. Sadržaj lakopristupačnog fosfora (mg/100g) u zemljištu (AZŽS, 2006)..... 172
Slika 6.24. Sadržaj lakopristupačnog kalijuma (mg/100g) u zemljištu (AZŽS, 2006) 172
Slika 6.25. Klase zemljišta prema potencijalnoj kontaminiranosti štetnim i opasnim materijama (AZŽS, 2006) 172
Slika 6.26. Corine Land Cover klase (AZŽS, 2006)..... 174
Slika 6.27. Raspodela koncentracija taložnih čestica (g/m^2 dan) oko PK Veliki Krivelj u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine..... 176
Slika 6.28. Karta erozije sa lokacijom predmetnog područja 179

8. Opis mera predviđenih u cilju sprečavanja, smanjenja ili otklanjanja uticaja na životnu sredinu

Slika 8.1. Model biološke rekultivacije površinskog kopa Velili Krivelj 216

9. Program praćenja uticaja na životnu sredinu

Slika 9.1. Raspored mesta kontrole kvaliteta vazduha u okolini PK Veliki Krivelj 222
Slika 9.2. Mesta uzorkovanja voda u okolini ležišta Veliki Krivelj 227
Slika 9.3. Izgled tipskog pijezometra 229
Slika 9.4. Mesta merenja uzorkovanja vazduha, zemljišta i merenja nivoa buke..... 230

Spisak tabela

2. Opis lokacije na kojoj se planira izvođenje projekta

Tabela 2.1. Koordinate prelomnih tačaka eksploatacionog polja 5
Tabela 2.2. Pregled broja uzetih proba iz ležišta bakra Veliki Krivelj, po fazama i vrsti ispitivanja 28
Tabela 2.3. Rezultati fizičko-mehaničkih ispitivanja uzoraka radnih sredina, iz ležišta bakra Veliki Krivelj 29
Tabela 2.4. Broj hemijskih analiza proba iz ležišta bakra Veliki Krivelj 30
Tabela 2.5. Geološki resursi ležišta bakra Veliki Krivelj, u konturi cut-off 0,15% Cu 31
Tabela 2.6. Prikaz srednjih mesečnih temperatura vazduha za 2003 - 2021 god. 35
Tabela 2.7. Prikaz mesečnih količina padavina u mm za 2003 - 2019 god. 36
Tabela 2.8. Prikaz srednje mesečne relativne vlažnosti vazduha za 2012 - 2019 god. 37
Tabela 2.9. Prikaz srednjih mesečnih vrednosti pritiska vazduha za 2012 - 2019 god 37
Tabela 2.10. Broj stanovnika i struktura stanovništa 41

3. Opis projekta

Tabela 3.1. Eksploatacione količine rude i jalovine u završnoj konturi kopa Veliki Krivelj 49
Tabela 3.2. Dinamika otkopavanja rude i jalovine po godinama 55
Tabela 3.3. Geometrija kosina na karakterističnim profilima sa koeficijentima sigurnosti 57
Tabela 3.4. Minersko–tehničke karakteristike eksplozivnih smeša i patroniranih eksploziva 60
Tabela 3.5. Dinamika miniranja 62
Tabela 3.6. Spisak utovarne opreme sa kojom raspolaže Investitor 65
Tabela 3.7. Spisak transportne opreme sa kojom raspolaže Investitor 65
Tabela 3.8. Projektovana dinamika sa prosečnim relacijama 66
Tabela 3.9. Rekapitulacija potrebnog broja bagera i kamiona po godinama 68
Tabela 3.10. Oprema na DTO sistemu 69
Tabela 3.11. Kapaciteti odlagališta borski kop i Saraka 70
Tabela 3.12. Raspoloživa pomoćna mehanizacija 70
Tabela 3.13. Merodavni priliv vode za proračun kanala 74
Tabela 3.14. Potrebne dimenzije kanala po periodima eksploatacije 74

Tabela 3.15. Potrebne dimenzije vodosabirnika po periodima eksploatacije 76
Tabela 3.16. Maksimalna količina vode koju treba ispumpati 78
Tabela 3.17. Prosečna količina vode koju treba ispumpati 78
Tabela 3.18. Količina vode merodavna za dimenzionisanje pumpnog postrojenja 78
Tabela 3.19. Dimenzije taložnika 79
Tabela 3.20. Napor i potreban kapacitet postojećih pumpnih stanica 79
Tabela 3.21. Napor i potreban kapacitet pumpnih stanica koji se menjaju u 5. godini 80
Tabela 3.22. Napor i potreban kapacitet pumpnih stanica koji se menjaju u 10. godini 80
Tabela 3.23. Napor i potreban kapacitet pumpnih stanica koji se menjaju u 15. godini 80
Tabela 3.24. Napor i potreban kapacitet pumpnih stanica koji se menjaju u 19. godini 80
Tabela 3.25. Specifikacija postojećih pumpi 80
Tabela 3.26. Specifikacija postojećih cevovoda 81
Tabela 3.27. Osnovne karakteristike buldozera 81
Tabela 3.28. Osnovne karakteristike kombinovane mašine 81
Tabela 3.29. Normativni materijal na bušenju po godinama 83
Tabela 3.30. Normativni materijal na miniranju po godinama 83
Tabela 3.31. Normativi materijala i energije na utovaru 83
Tabela 3.32. Potrošnja normativa materijala i energije po godinama 84
Tabela 3.33. Normativi na kamionskom transportu po godinama 84
Tabela 3.34. Potrošnja normativnog materijala na kamionskom transportu po godinama 84
Tabela 3.35. Normativi materijala na transportnom sistemu za jalovinu 84
Tabela 3.36. Potrošnja normativnog materijala i energije na transportnom sistemu za jalovinu, po godinama 85
Tabela 3.37. Utrošak normativnog materijala pri radu buldozera 85
Tabela 3.38. Utrošak normativnog materijala pri radu grejdera 85
Tabela 3.39. Utrošak normativnog materijala pri radu autocisterne 86
Tabela 3.40. Normativ potrošnje guma po godinama na pomoćnim radovima 86
Tabela 3.41. Zbirni pregled utroška normativnog materijala po tehnološkim fazama za period od 1 do 19 godine 86
Tabela 3.42. Normativ električne energije za rad pumpi 87
Tabela 3.43. Zagađujuće materije koje se mogu javiti na lokaciji površinskog kopa Veliki Krivelj i njihova nomenklatura sa procenjenim količinama, na godišnjem nivou 88
Tabela 3.44. Kopovska jalovina 89

5. Prikaz stanja životne sredine na lokaciji i bližoj okolini

Tabela 5.1. EUNIS tipovi staništa evidentirani u analiziranoj zoni 105
Tabela 5.2. EUNIS tipovi staništa evidentirani u analiziranoj zoni sa klasifikacijom zemljišnog pokrivača Corine Land Cover 107
Tabela 5.3. Analize zemljišta pod uticajem rudarskih aktivnosti u okolini grada Bora 110
Tabela 5.4. Analize zemljišta u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj za 2022. godinu 111
Tabela 5.5. Analize zemljišta za organske zagađivače u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj za 2022. godinu 111

Tabela 5.6. *Analize fizičkih parametara zemljišta u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj za 2022. godinu* 112
Tabela 5.7. *Rrezultati izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka voda za period 2020. godine*..... 113
Tabela 5..8 *Rrezultati izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka voda za period 2022. godine*..... 115
Tabela 5.9. *Rezultati ispitivanja podzemnih voda* 116
Tabela 5.10. *Rezultati merenja ukupne taložne materije (UTM) za 2020, 2021 i 2022. godinu, kao i sadržaja olova, kadmijuma, arsena i nikla* 118
Tabela 5.11. *Rezultati sadržaja pH, električne provodnosti, SO_4^{-2}, rastvorene materije u Ukupnim taložnim materijama tečne faze, kao i rezultati nerastvorene materije, sagorive materije i pepela u Ukupnim taložnim materijama čvrste faze za 2020., 2021. i 2022. godinu*..... 119
Tabela 5.12. *Rezultati merenja kvaliteta ambijentalbog vazduha u zoni uticaja PK Veliki Krivelj, prema izveštajima o ispitivanju br. 2855-22, 3198-22, i 3606-22* 129
Tabela 5.13. *Rezultati merenja kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta povećanja kapaciteta flotacijske prerade suve rude na 23.1 Mt godišnje sa površinskog kopa Veliki Krivelj, Zijin Copper doo Bor (Novembar-decembar 2022.)* 121
Tabela 5.14. *Rezultati merenja kvaliteta ambijentalnog vazduha izveštaj o ispitivanju 4038-22*..... 122
Tabela 5.15. *Rezultati merenja nivoa buke u 2022. godini*..... 124
Tabela 5.16. *Rezultati merenja u životnoj sredini u 2021. godini*..... 125
Tabela 5.17. *Prikaza rezultata merenja buke u 2020. godini* 126

6. Opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu

Tabela 6.1. *Matrica interakcije projekta i životne sredine*..... 130
Tabela 6.2. *Granične vrednosti, tolerantne vrednosti i granice tolerancije prema Uredbi, Vlade RS, o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha Sl. glasnik RS br, 11/2010, 75/2010 i 63/2013)*..... 132
Tabela 6.3. *Faktori emisije prašine u zavisnosti od tipa aktivnosti i opreme, prema National Pollutant Inventory (2011) i EPA (US EPA AP-42)* 136
Tabela 6.4. *Faktori emisije prašine kategorije 2.A.5.a rudarstvo – srednji do visok nivo emisija (EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2016)* 137
Tabela 6.5. *Granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru*..... 142
Tabela 6.6. *Izvori buke koji su obuhvaćeni modeliranjem* 144
Tabela 6.7. *Tipični efekti nad-pritiska na ljude i objekte* 146
Tabela 6.8. *Preporučene granične vrednosti nivoa nad-pritiska vazdušnog udara*..... 146
Tabela 6.9. *Kriterijumi za ocenu efekata miniranja sa stanovišta nadpritiska vazdušnog udara* 147
Tabela 6.10. *Kriterijum za ocenu uticaja nadpritiska vazdušnog udara prilikom miniranja* 147
Tabela 6.11. *Nivoi nadpritiska na lokaciji stambenih objekata sa procenjenim nivoom uticaja prema kriterijumima prikazanim u tabeli 6.10.*..... 148
Tabela 6.12. *Granične vrednosti za brzine oscilovanja V_i za procenu dejstva kratkotrajnih vibracija na objekte prema DIN 4150* 151

Tabela 6.13. Faktor redukovanog rastojanja 151
Tabela 6.14. Koordinate mernih mesta za prva tri kvartala 2022. godine 152
Tabela 6.15. Koordinate mernih mesta za četvrti kvartal 2022. god. i prva dva kvartala 2023. god. 152
Tabela 6.16. Širine zona seizmičkog uticaja na bazi zakona oscilovanja tla, utvrđenih u prethodnom periodu 158
Tabela 6.17. Granične vrednosti pokazatelja za pojedine klase voda 163
Tabela 6.18. Rezultati analiza ekološkog i hemijskog statusa voda Kriveljske reke i Saraka potoka - period 2020. godina 167
Tabela 6.19. Rezultati analiza ekološkog i hemijskog statusa voda Kriveljske reke i Saraka potoka - period 2022. godina 167
Tabela 6.20. Otpadne vode iz rudarskog kompleksa Velik Krivelj 168
Tabela 6.21. Rezultati analiza fizičko – hemijskih karakteristika otpadne vode površinskog kopa Veliki Krivelj – period 2020. godina 169
Tabela 6.22. Rezultati analiza fizičko – hemijskih karakteristika otpadne vode površinskog kopa Veliki Krivelj – period 2022. godina 170
Tabela 6.23. Rezultati sadržaja teških metala u poljoprivrednim kulturama u blizini površinskog kopa „Veliki Krivelj“ u mg/kg sveže biljne mase (izvor: Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2007) 173
Tabela 6.24. Vrednosti ispitivanja zemljišta u Boru. 173
Tabela 6.25. Bonitet i ukupna površina pod oštećenim zemljištem na teritoriji KO Krivelj (Miljković, Stojković,1998) 174
Tabela 6.26. Bilans površina u kompleksu rudarstva i metalurgije (u ha) 175
Tabela 6.27. Bilans osnovne namene prosrtora do 2021. godine 175
Tabela 6.28. Podaci o veličini čestica emitovane prašine 176
Tabela 6.29. Kategorizacija erozije prema vrednosti koeficijenta erozije 178
Tabela 6.30. Procena smanjenja ukupnog BDP-a izazvano očekivanim promenama klime (u milijardama USD i %) 183
Tabela 6.31. Potencijalni uticaji promena klime na zdravlje 183
Tabela 6.32. Vrednosti emisionih faktora i izvor podatka 187
Tabela 6.33. Rezultat proračuna emisija GHG 188
Tabela 6.34. Procenjene emisije GHG na nivou Republike Srbije i predmetnog projekta 188
Tabela 6.35. Pregled negativnih uticaja po područjima na kojima se vrši površinska eksploatacija i priprema rude 189
Tabela 6.36. Pregled negativnih uticaja po tipovima registrovanih staništa 190

Procena uticaja na životnu sredinu u slučaju udesa

Tabela 7.1 Kriterijumi za procenu mogućih posledica 198
Tabela 7.2 Kriterijumi za procenu verovatnoće nastanka udesa 198

Tabela 7.3 *Kriterijumi za određivanje rizika na osnovu verovatnoće nastanka udesa i posledica 198*

Tabela 7.4 *Procenjeni rizik na osnovu kriterijuma verovatnoće nastanka udesa i mogućih posledica 199*

8. Opis mera predviđenih u cilju sprečavanja, smanjenja ili otklanjanja uticaja na životnu sredinu

Tabela 8.1 *Spisak mera baziran na Listi konzervacionih mera 207*

Tabela 8.2. *Struktura površina po nameni i uređenju prostora 216*

Tabela 8.3. *Potrebna količina zemljanog materijala za izvođenje rekultivacije po površinama 216*

9. Program praćenja uticaja na životnu sredinu

Tabela 9.1. *Parametri za utvrđivanje uticaja na životnu sredinu 224*

Tabela 9.2. *Učestalost merenja 225*

Spisak Priloga

Prilog 1	Situaciona karta sa konačnom granicom površinskog kopa Veliki Krivelj, odlagalištima jalovine, dispozicijom postojećih objekata na rudniku i granicom eksploatacionog polja, R 1:10.000
Prilog 2	Situaciona karta sa konačnom granicom površinskog kopaVeliki Krivelj, odlagalištima jalovine, dispozicijom postojećih objekata na rudniku i katastarskim parcelama, R 1:10000
Prilog 3	Situaciona karta stanja rudarskih radova sa pozicijama objekata odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj na kraju 4. godine eksploatacije, R 1:10.000
Prilog 4	Registar izvora zagađenja vazduha na Projektu proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje
Prilog 5	Uslovi i saglasnosti drugih nadležnih organa i organizacija

Uvod

Otkopavanje rude bakra u ležištu Veliki Krivelj odvija se prema Glavnom rudarskom projektu otkopavanja (iz 1978.god.) i Dopunskom rudarskom projektu otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu "Veliki Krivelj" za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje (iz 2011.god.).

Kompanija Serbia Zijin Copper planira proširenje finalne konture kopa radi zahvatanja novih eksploatacionih rezervi u okviru overenih rezervi. Zahvatanje novih rezervi u severozapadnom delu površinskog kopa podrazumeva proširenje kopa u odnosu na konturu kopa za koju postoji Odobrenje za izvođenje radova broj 310-02-00411/2012-06 i stoga je neophodna izrada novog Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje.

Osnovni zadatak Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu jeste da se na osnovu postojećih uslova eksploatacije i stanja rudarskih radova na terenu na kraju 2022. godine definiše fazni razvoj površinskog kopa Veliki Krivelj sa kapacitetom od 10,6 miliona tona rude godišnje, kojim će se obezbediti nesmetano i postepeno povećanje kapaciteta otkopavanja rude u budućnosti, nakon proširenja eksploatacionog polja. Navedeni Dopunski rudarski projekat je predmet Studije o proceni uticaja na životnu sredinu projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, za koji je Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije svojim rešenjem br 353-02-2714/2023-03 od 01.09.2023. godine propisalo obim i sadržaj studije.

Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet10,6 x 10^6 tona rude godišnje je izrađena saglasno sledećoj zakonskoj regulativi:

- Zakon o zaštiti životne sredine (Službeni glasnik R. Srbije br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon i 43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 – dr. zakon i 95/2018 – dr. zakon);
- Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik R. Srbije br. 135/04, 88/10);
- Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik R. Srbije br. 135/04 i 36/09);
- Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (Službeni glasnik R. Srbije br. 135/04, 25/2015 i 109/2021);
- Zakon o vodama (Službeni glasnik R. Srbije br. 30/10 93/2013, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 – dr. zakon);
- Zakon o zaštiti vazduha (Sl. glasnik RS br. 36/09, 10/2013 i 26/2021);
- Zakon o zaštiti prirode (Službeni glasnik R. Srbije br. 36/2009 i 88/2010, 91/2010 – ispr., 14/2016, 95/2018 – dr. zakon i 71/2021);
- Zakon o potvrđivanju Konvencije o proceni uticaja na životnu sredinu u prekograničnom kontekstu (Službeni glasnik R Srbije – Međunarodni ugovori, br. 102/07)

- Zakon o potvrđivanju Konvencije o prekograničnim efektima industrijskih udesa (Službeni glasnik R. Srbije – Međunardoni ugovori, br. 42/09);
- Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini (Službeni glasnik R. Srbije br. 96/2021);
- Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Sl. glasniku RS br.101/2015 i 95/2018 – dr. Zakon i 40/21);
- Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Sl. glasnik RS br. 75/10);
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl.glasnik RS, br.50/2012);
- Uredba o graničnim vrednostima emisija zagađujućih materija u vazduh iz stacionarnih izvora zagađivanja, osim postrojenja za sagorevanje (Sl. Glasnik RS br. 111/2015 i 83/21);
- Uredba o utvrđivanju liste projekata za koje je obavezna procena uticaja i Liste projekata za koje se može zahtevati procena uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik R. Srbije br. 114/08);
- Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Službeni glasnik R.Srbije br. 11/10, 75/2010 i 63/2013);
- Uredba o sistematskom praćenju stanja i kvaliteta zemljišta (Sl.glasnik RS, br.88/2020);
- Pravilnik o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik R. Srbije br. 69/2005);
- Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 74/2011);
- Pravilnik o referentnim uslovima za tipove površinskih voda (Sl. glasnik RS, 67/2011);
- Pravilnik o sadržini politike prevencije udesa i sadržini i metodologiji izrade Izveštaja o bezbednosti i Plana zaštite od udesa „Službeni glasnik RS”, br 41/2010.)
- Pravilnik o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina ("Službeni glasnik RS", broj 96, 2010.).

1. Podaci o nosiocu projekta

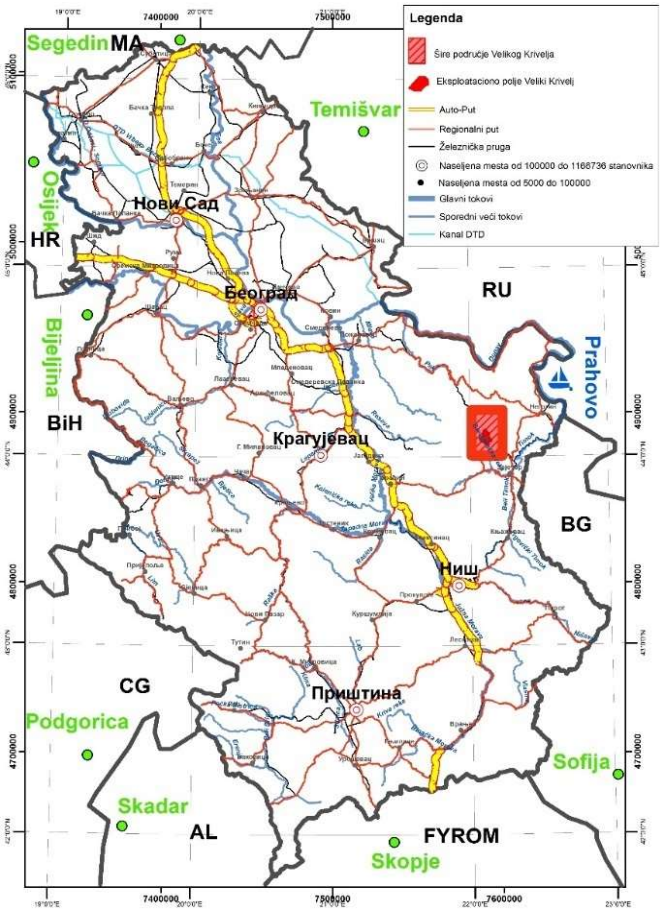
U skladu sa zahtevima Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik RS br. 135/04) i Pravilnika o sadržaju zahteva za određivanje obima i sadržaja studije procene uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik RS br. 69/2005) u okviru ove tačke Studije o proceni uticaja na životnu sredinu projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet10,6 x 10^6 tona rude godišnje dati su sledeći osnovni podaci o nosiocu projekta:

Naziv pravnog lica	Zijin Mining Group Co., Ltd.* 紫金礦業集團股份有限公司 **SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR**
Ime i prezime fizičkog lica, zastupnici	Qiu Guozhu
Adresa	Đorđa Vajferta 29, 19210 Bor
Telefon	(030) 423-874
Fax	
E-pošta	zijin@zijinbor.com
Matični broj	07130562
Poreski identifikacioni broj PIB	100570195
Web site	http://www.zijinmining.com/

2. Opis lokacije na kojoj se planira izvođenje projekta

2.1. Fizičke karakteristike i geografski položaj

Ležište bakra „Veliki Krivelj" nalazi se, vazdušnom linijom, na oko 3 km severoistočno (azimut oko 10) od grada Bora, i na 0,5 km severoistočno (azimut oko 125) od najbližeg sela Krivelj, u slivu Kriveljske reke. U okviru ležišta bakra „Veliki Krivelj", nalazi se površinski kop „Veliki Krivelj", u kome je raskrivanje ležišta počelo 1979. godine, a eksploatacija rude počela 1982. godine. Regionalni put 393 prolazi u neposrednoj blizini ovog površinskog kopa, i povezuje ga sa Borom i selom Krivelj. Grad Bor je sedište okruga i istoimene opštine, koja se nalazi u centralnom delu Istočne Srbije (slika 2.1). Opština Bor ima dobro razvijenu drumsku i železničku saobraćajnu infrastrukturu. Bor je putnom mrežom i železničkom prugom povezan sa svim delovima zemlje, kao i svim okolnim državama (slika 2.1).



Slika 2.1. Putna mreža Republike Srbije sa pozicijom eksploatacionog polja Veliki Krivelj

Blizina Dunava omogućava i korišćenja vodenog transporta preko luke Prahovo, na udaljenosti od oko 78 km. Veza sa glavnim putnim pravcem – autoputem E-75 (Beograd – Niš – Skoplje) – najčešće se uspostavlja preko Boljevca i Paraćina (87 km). U pravcu severoistoka je auto-putem E-75 povezan sa glavnim gradom Beogradom (255 km), Mađarskom (473 km) i Bosni i Hercegovini (387 km), a u pravcu jugoistoka sa FYROM (375 km). Auto-putem E65/80 u pravcu jugozapada je povezan sa Crnom Gorom (498 km) i Albanijom (509 km), a u pravcu jugoistoka sa Rumunijom (269 km) preko magistralnih puteva i auto – puta E-711 i A-4. Sa Rumunijom je povezan preko E-70 u pravcu severoistoka u dužini od 269 km. Železničkom prugom Bor je prema severozapadu, preko Kučeva i Požarevca, povezan sa magistralnim železničkim pravcem Beograd – Skoplje, a prema jugoistoku, preko Zaječara i Negotina, sa Prahovom u kome se nalazi industrijsko pristanište na Dunavu.

Eksploataciono polje Veliki Krivelj[1] se nalazi na listovima topografske karte list Bor 483 razmere 1:25 000 i to: Bor 483-3-1, Bor 483-3-2, Bor 483-3-3 i Bor 483-3-4, i na listu Osnovne geološke karte Bor L34-141, razmere 1:100 000 u jugoistočnom delu.

Rešenjem Ministarstva rudarstva i energetike br. 310-02-00533/2018-02 od 17. 12. 2018. godine upisano je eksploataciono polje Bor – Veliki Krivelj (list 26 Б). U tabeli 2.1, na slici 2.2., kao i na prilogu 1 date su koordinate postojećeg eksploatacionog polja Veliki Krivelj, u okviru kojeg je projektovana finalna kontura kopa.

***Tabela 2.1**. Koordinate prelomnih tačaka eksploatacionog polja*

Granica postojećeg eksploatacionog polja					
Tačka	**X**	**Y**	**Tačka**	**X**	**Y**
1	7592465	4881470	14	7589560	4888706
2	7590730	4880110	15	7589815	4888643
3	7588900	4880600	16	7590125	4888498
4	7588876	4882244	17	7590307	4888387
5	7588000	4882000	18	7590464	4888132
6	7586750	4882400	19	7590462	4887891
7	7586200	4883400	20	7590431	4887852
8	7586330	4884530	21	7590472	4887626
9	7588000	4885500	22	7590795	4887348
10	7588000	4886500	23	7593000	4885000
11	7588000	4888500	24	7594000	4884000
12	7588654	4889466	25	7594000	4882250
13	7589077	4888956	26	7591680	4882235

Osnovni zadatak Projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu jeste da se na osnovu postojećih uslova eksploatacije i stanja rudarskih radova na terenu na kraju 2022. godine definiše fazni razvoj površinskog kopa Veliki Krivelj sa kapacitetom od 10,6 miliona tona rude godišnje, kojim će se obezbediti nesmetano i progresivno povećanje kapaciteta otkopavanja rude u budućnosti, nakon proširenja eksploatacionog polja. Projektom će se za naredni devetnaestogodišnji period projektovati sledeće:

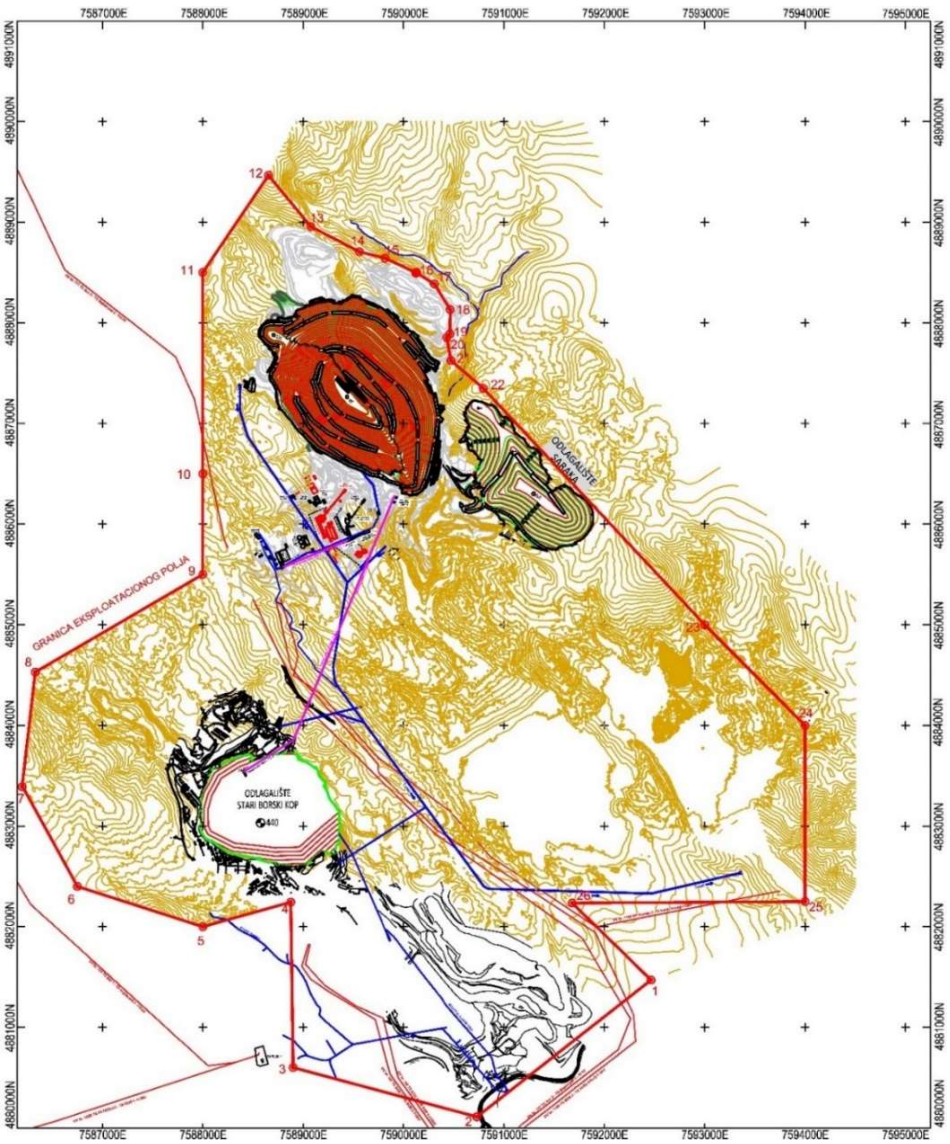
- završna kontura površinskog kopa Veliki Krivelj, približna fazi 4 definisanoj u *Studiji izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina „Veliki Krivelj" za godišnji kapacitet rude 23.1 Mt, (RGF Beograd, 2020.)*, a u granicama overenih bilansnih rezervi,
- razvoj površinskog kopa po fazama (zahvatima) i dinamika otkopavanja u završnoj konturi kopa detaljno za prvih 5 godina a zatim na po 5 godina do kraja veka eksploatacije po ovom projektu,
- potrebni kapaciteti eksploatacije po svim tehnološkim fazama rada na rudi i jalovini radi dugoročnog održanja kontinuiteta projektovanog kapaciteta od 10,6 mil.t rude,
- procena investicionih ulaganja za nastavak eksploatacije prema projektovanoj dinamici.

Kako se, trenutno, odlaganje jalovine vrši na kamionskom odlagalištu Saraka prema Dopunskom rudarskom projektu proširenja odlagališta raskrivke "Saraka" površinskog kopa Veliki Krivelj (IMR Bor, 2021) i u stari površinski kop Bor, predmetnim Projektom definisana je dinamika odlaganja jalovine saglasno projektnom

[1] Elaborat o rezervama ležišta bakra „Veliki Krivelj" sa stanjem 30.06.2010", IRM Bor, 2017

zadatku, bez detaljnog projektovanja odlagališta, s obzirom da su oba odlagališta, Saraka i odlagalište u Borskom kopu, već ranije projektovana i trenutno su aktivna i u eksploataciji (Osnovna koncepcija, poglavlje 9.3.3.). Dakle, granica projekta predstavlja drobljenje na TSJ, izlaz transportnog puta ka odlagalištu Saraka i taložnici na koti 302m na obodu kopa. Na osnovu prethodne konstatacija definisane su granice mirko i makrolokacije (prilog 1):

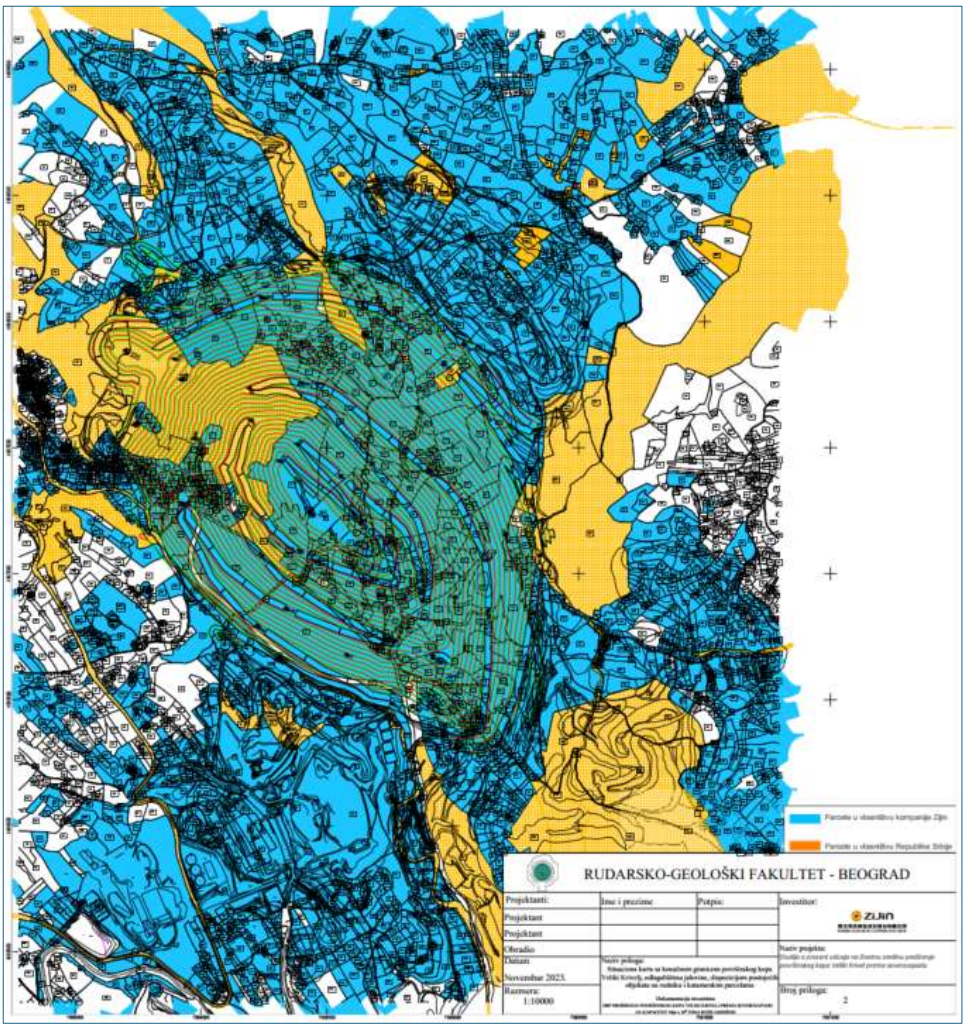
- Za mikrolokaciju projekta može se usvojiti granica površinskog kopa Veliki Krivelj sa objektima za drobljenje na TJS i izlazni transprotni put ka odlagalištima ;
- Granica makrolokacije se tada može prihvatiti u okvirima definisanog eksploatacionog polja sa svim rudarskim objektima u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj.



Slika 2.2. *Završna kontura površinskog kopa Veliki Krivelj sa granicom eksploatacionog polja*

Gradska uprava Bor – Odeljenje za urbanizam, građevinske, komunalne, imovinsko-pravne i stambene poslove je izdala Informaciju o lokaciji broj 350-60/2023-III/05 od 21.03.2023. godine za lokaciju koja se nalazi u severnom delu teritorije grada, u atarima sela Krivelj i Bučje, u zoni uticaja severnog dela površinskog kopa „Veliki Krivelj“. Lista katastarskih parcela koje su u obuhvatu informacije o lokaciji date su u prilogu 4.

Grafički prikaz katastarskih parcela koje zauzima proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj dat je na slici 2.3 i na prilogu 2 i može se videti da sve parcele koje će biti zauzete proširenjem površinskog kopa pripadaju kompaniji Zijin ili Repiblici Srbiji.



Slika 2.3. Prikaz katastarskih parcela koje zauzima proširenje PK Veliki Krivelj

Katastarske parcele koje zauzima proširenje PK Veliki Krivelj su:
Naselje Krivelj:

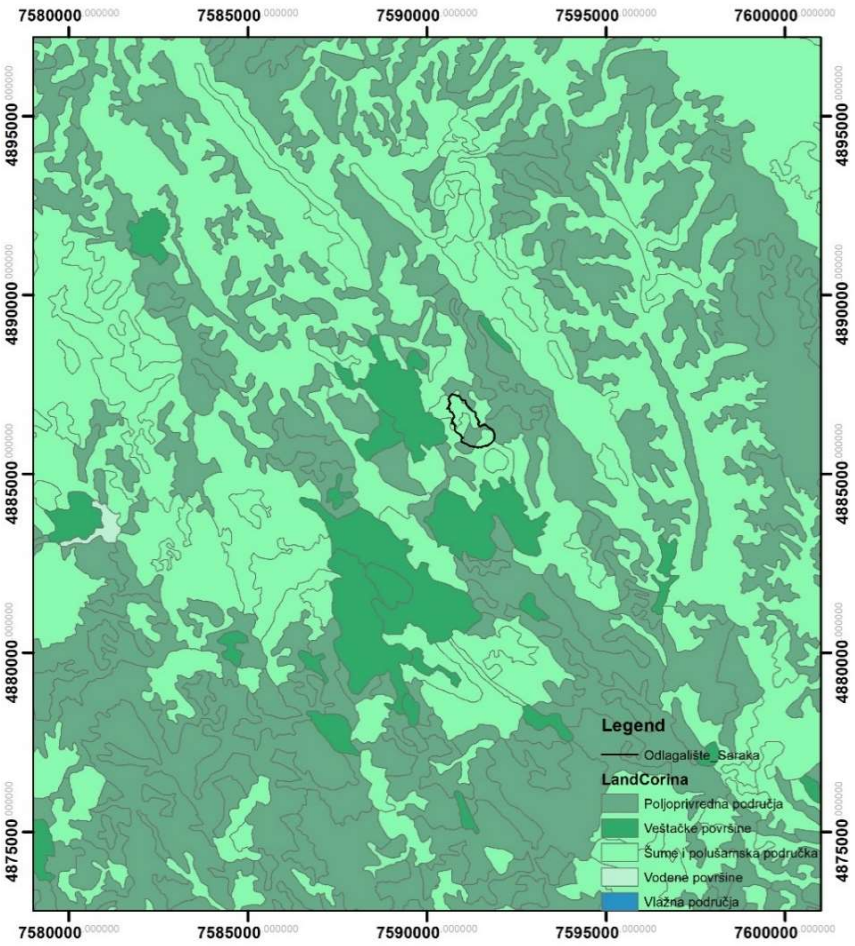
1448, 1569, 1617, 1637, 1657, 1679, 1702, 1727, 1752, 1773, 450, 1570, 1618/1, 1638/1, 1658, 1680/1, 1703/1, 1728, 1759, 17741454, 1578, 1618/2, 1638/2, 1659, 1680/2, 1703/2, 1730, 1760/1, 17751459, 1579, 1618/3, 1638/3, 1660, 1681, 1704, 1731, 1760/2, 17761460, 1580/1, 1619, 1639, 1661, 1682, 1705, 1732, 1761, 17771461, 1580/2, 1620, 1640, 1662, 1683, 1706, 1733, 1762/1, 17781462, 1581, 1621, 1641, 1663, 1684, 1707, 1734, 1762/2, 17791464, 1582, 1622, 1642, 1664, 1686, 1708, 1735, 1762/3, 1781/11468/1, 1583, 1623, 1643, 1665/1, 1687, 1709, 1736, 1763/1, 1781/21557, 1595, 1624, 1644, 1665/2, 1688, 1710, 1737, 1763/2, 17821558, 1601, 1625, 1645, 1666, 1689, 1711, 1738, 1764/1, 17831559, 1607, 1626, 1646, 1667, 1690, 1712, 1739, 1764/2, 1786/11560, 1608, 1627, 1647, 1668, 1691, 1713, 1740, 1765, 1786/21561, 1609, 1628, 1648, 1669, 1693, 1714, 1741, 1766, 17871562, 1610, 1629, 1649, 1670, 1694, 1715, 1742, 1767, 17881563, 1611, 1630, 1650, 1671, 1695, 1716, 1743, 1768/1, 17891564, 1612, 1631, 1651, 1672, 1696, 1717, 1744, 1768/2, 17901565, 1613, 1632, 1652, 1673, 1697, 1718, 1745, 1769, 17911566, 1614/1, 1633, 1653, 1674, 1698, 1720, 1746, 1770, 17921567, 1614/2, 1634, 1654, 1675, 1699, 1721, 1748, 1771/1, 17931568/1, 1615, 1635, 1655, 1676, 1700, 1722, 1749, 1771/2, 17941568/2, 1616, 1636, 1656, 1678, 1701, 1724, 1750/1, 1772, 17951796, 2831, 2857/1, 2879, 3405, 576, 597/2, 624, 645, 6671797, 2832/1, 2857/2, 2880, 3406/2, 577, 598, 625, 646, 6681801, 2832/2, 2858, 2881, 3407, 578, 599, 626/1, 647, 6691820, 2833, 2859, 2882, 3408/2, 579, 600, 626/2, 648, 6701848, 2834, 2860, 2883, 3408/3, 580, 601, 627, 649, 6711850, 2835, 2861, 2884, 371, 580, 602/1, 628, 650, 6721851, 2836, 2862, 2885, 374, 581, 602/2, 629, 651, 6731852, 2837, 2863, 2886, 375, 582, 602/3, 630, 652, 6741923, 2840/1, 2864, 2887, 420, 583, 603, 631, 653, 6751927, 2841, 2865, 2888, 476, 584, 604, 632, 654, 6761928, 2842, 2866, 2889, 478, 585, 605, 633, 655, 6771930, 2846, 2867, 2890, 482, 586, 606, 634, 656, 6781932/1, 2847, 2868, 2891, 483/1, 587, 611, 635, 657, 6791933, 2848, 2869/3, 2892, 483/2, 588, 612, 636, 658, 6801934, 2849, 2869/4, 2893, 569, 589, 613, 637, 659, 6811935, 2850, 2872/1, 2894, 570/1, 590, 614, 638, 660,

6821937/1, 2851, 2873, 2895, 570/2, 591, 617/1, 639, 661, 6831937/2, 2852, 2874, 2896, 571, 592, 617/2, 640, 662, 6862823, 2853, 2875, 2897, 572, 593, 621, 641, 663, 6872824, 2854, 2876, 2906, 573, 595, 622/1, 642, 664, 6882828, 2855, 2877, 3401, 574, 596, 623/1, 643, 665, 6892829, 2856, 2878, 3403, 575, 597/1, 623/2, 644, 666, 695706, 729, 772/2, 792, 808/2, 824/2, 837, 861, 889, 707, 730, 773, 793, 809, 824/3, 838, 862, 891/1, 708, 731 I, 774/1, 794, 810, 824/4, 839, 863, 893, 709, v, 774/2, 795, 811, 824/5, 840, 864, 894/1, 732, 710, 733, 775, 796, 812, 824/6, 841, 865, 894/2, 711, 734, 776, 797, 813, 825, 842, 866, , 712, 735/1, 777, 798, 814/1, 826, 843, 867, , 713, 735/2, 778, 799, 814/2, 827, 844, 868, , 714, 736/1, 779, 800, 815, 828, 845/1, 869, , 715, 736/2, 780, 801, 816, 829, 845/2, 870, , 716, 737, 781, 802/1, 817, 830, 846, 871, , 717, 738, 782, 802/2, 818/1, 831/1, 847, 872, , 719, 739, 783/1, 803/1, 818/2, 831/2, 848, 873, , 720, 740, 783/2, 803/2, 818/3, 831/3, 849, 874, , 721, 741, 784, 804/1, 819, 831/4, 850, 875, , 722, 742, 785, 804/2, 820, 831/5, 851, 876, , 723, 743, 786, 805/1, 821, 832/1, 853, 877, , 724, 744, 787, 805/2, 822, 832/2, 855, 878, , 725, 745, 788, 805/3, 823/1, 833, 856, 880, , 726, 746/1, 789, 806, 823/2, 834, 858, 881, , 727, 770/1, 790, 807, 823/3, 835/1, 859, 882, , 728, 772/1, 791, 808/1, 824/1, 835/2, 860, 883; Naselje Bučje: 10157, 10158, 10159.

Površina koju zauzima eksploataciono polje iznosi 3921 ha. Potrebno je napomenuti da se najbliži stambeni objekti nalaze na rastojanju od oko 100-200 m zapadno i 150m-250m jugo-zapadno od površinskog kopa Veliki Krivelj. Istočno od površinskog kopa Veliki Krivelj nalaze se atari sela Bučje i prvo domaćinstvo se nalazi na oko 500-600m od površinskog kopa.

2.2. Karakteristike zemljišta

Prema CORINE Land Cover (mapa zemljišnog pokrivača načinjena na osnovu interpretacije satelitskih snimaka, slika 2.4) bazi podataka (Evropska agencija za životnu sredinu, n.d.) za područje Istočne Srbije, predmetno područje pripada staništima koda 3. Šume i poluprirodne površine, 2. Poljoprivredne površine i 1. Veštačke površine.

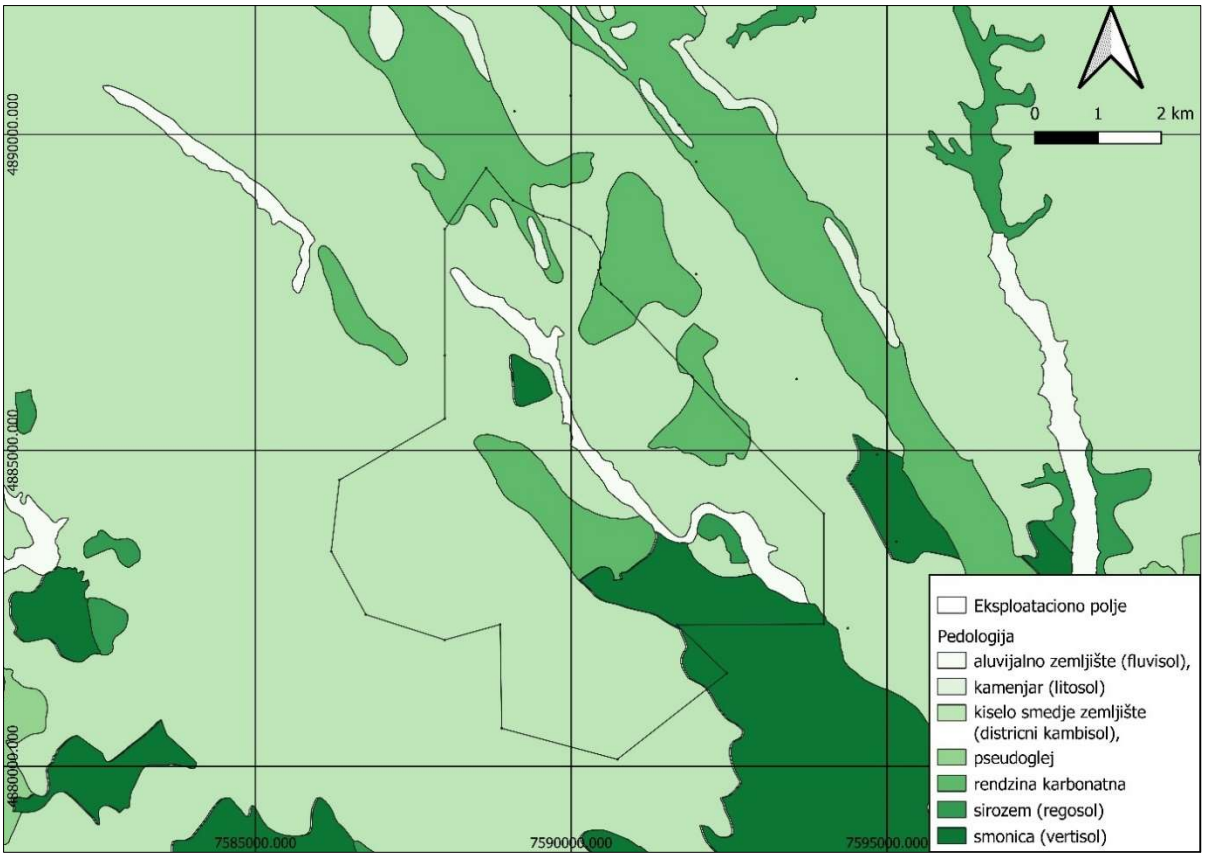


Slika 2.4. Corine Land Cover klase (preuzeto sa www.geosrbija.rs)

Pedološke karakteristike, odnosno tipovi zemljišta koji su formirani na nekom prostoru jedan su od najznačajnijih faktora za nastajanje vegetacije (autohtone ili gajenih kultura). Uzajamnim dejstvom prirodnih faktora u procesu pedogeneze na nekom području dolazi do obrazovanja raznovrsnih tipova i podtipova zemljišta. Na njihov prostorni raspored presudno utiču reljef, geološki sastav podloge i klimatske prilike. Ovako stvoreno zemljište od litosfere razlikuje se plodnošću, odnosno sposobnošću da na njemu uspevaju biljke koristeći vodu i asimilative.

Odlagalište Saraka nalazi se na više pedoloških tipova i to: Rendzina karbonatna i Distični kambisol (kiselo smeđe zemljište) . Na slici 2.5 je prikazana pedološka karta područja.

Rendzina karbonatna je takođe zemljište brdsko-planinskih predela. Označava zemljišta A – C stadije na krečnjacima i dolomitima. U najširem smislu reči rendzine obuhvataju skoro sve razvojne faze do zrele A – C stadije, često i vrlo različitog karaktera humusa. Nastalo je na geološkoj podlozi na kojoj dominiraju krečnjaci i fliš. Zastupljeno je na jugozapadu Srbije, u Starom Vlahu, Raškoj i Metohiji. Zemljište je vodopropustljivoi u izvesnoj meri bogato humusom. Rendzina formirana na lesu pogodna je za vinogradarstvo i voćarstvo.



Slika 2.5. *Pedološka karta područja*

Distrični kambisol ili kiselo smeđe tlo je rasprostranjeno na našim planinskim područjima. To su prilično laka tla, lakše ilovače. Ovo tlo dobro propušta vodu, dobro je aerisano, ali je retencija vode slaba. Odlikuju se visokom kiselošću i niskim sadržajem baza, PH iznosi 5,0-5,5. Ovo su tipična šumska tla, a zatim se koriste kao livade i pašnjaci, te kao oranice. Uzgoj voćnih kultura je ograničen. Ova tla zahtevaju sljedeće mere popravke: unošenje organskih materija, đubrenje mineralnih đubrivima, posebno azotom i fosforom i zaštita od erozije.

Smonica (vertisol) je tip zemljišta i to je jedno od najplodnijih zemljišta. Zahvata ravne delove. Pogodna je za gajenje voća i ratarskih kultura. Smonica je crno, glinovito, sjajno i kao smola lepljivo zemljište. Zato se i tako zove. Javlja se u ravnicama i na blago zatalasanom reljefu, na mestu isušenih močvara i jezera. Pokriveno je travom ili listopadnom šumom. Smonica je plodno zemljište na kome dobro

uspevaju pamuk, suncokret, šećerna repa i druge industrijske kulture. Veoma je rasprostranjeno u svetu na svim kontinentima, a u Srbiji je najviše ima u Šumadiji, Pomoravlju, istočnoj Srbiji i Metohiji.

Izraziti uticaj na obrazovanje smonica ima matična stena. Drugi značajan faktor obrazovanja je klima, čije je osnovno obeležje smenjivanje vlažnog i suvog perioda. Reljef je ravničarski ili blago valovit. Prirodnu vegetaciju sačinjavaju razne listopadne šume. Po mehaničkom sastavu smonice pripadaju glinušama i teškim glinušama sa frakscijom ukupne gline od 60-70%.

Aluvijalno zemljšte (Fluvisol) (aluvion, lat. alluvius, fluvisol) rastresito i porozno je tlo fluvijalnog porekla. Proces njegovog nastanka započinje erozijom, nastavlja se preoblikovanjem tečnostima, i završava se taloženjem odnosno stvaranjem aluvijalnih sedimenata. Aluvion se najčešće sastoji od različitih materijala poput sitnih čestica mulja i gline odnosno većih čestica poput pijeska i šljunka. U geomorfološkom smislu aluviji se pojavljuju u različitim oblicima, najčešće kao lepeza ili ravan (npr. Panonska nizija, Mesopotamija, Pandžab). Gotovo svi aluviji na Zemlji oblikovani su tokom kvartara, prvenstveno holocena koji se često naziva aluvijem, aluvijom ili naplavnim razdobljem.

Rečni nanos naziva se još i aluvijalni. Aluvijalna zemljišta zauzimaju znatne površine u Srbiji. U Srbiji se procenjuje da ih ima oko 500.000 ha. Za morfologiju fluvisol karakteristična je veoma izražena slojevitost. Udeo humusa je pretežno mali, od 1-2%, a u peskovitim oblicima i ispod 1%. Po mehaničkom sastavu, mogu biti šljunkoviti, peskoviti, ilovasti i glinoviti. Reakcija sredine je neutralna do slabo alkalna u karbonatnim podtipovima, a u slabo kisela ređe neutralna u beskarbonatnim podtipovima. Po hemijskom sastavu mogu biti karbonatni sa 5-12-30% kalcijum karbonata, odnosno beskarbonatni.

Kamenjar (Litosol) Litosol ili kamenjar spada u grupu nerazvijenih ili slabo razvijenih zemljišta. Građa profila je (A)-C ili R, što znači da imaju inicijalni slabo razvijeni horizont i rastresiti dio matičnog supstrata odnosno čvrstu stenu. To je zemljište u kojem preovladavaju frakcije skeleta, tj. kamena i šljunka. Potiče od reči litos - kamen i solum - zemljište. Obrazuje se na magmatskim stenama, one u procesu mehaničkog raspadanja daju drobinu kamena. Dubina ovih zemljišta nije veća od 20 cm.

Sirozem ili regosol su nerazvijena zemljišta u kojem preovladavaju frakcije sitne zemlje, tj. peska, praha i gline. Obrazuje se na rastresitim supstratima čiji je materijal transportovan i istaložen. Dubina zemljišta zavisi od rastresitosti, tj. od stepena razloživosti podloge. Sem povoljnog ilovasto-glinovitog mehaničkog sastava i vodno-fizičkog svojstva lesa, udeo karbonata do 30% i sadržaj humusa do 1% u njemu, čine da je sirozem na ovoj silikatnoj podlozi optimalno stanište za voćne i lozne zasade. Ovaj podtip sirozema, žuto smeđe boje prilično rasprostranjen na padinama Fruške gore, na valovitom području Beograda do Smedereva i drugim lesnim zaravnima. Sirozemi na laporu (sivo-beličasto-smeđe boje) je takođe rasprostranjen u područjima u Srbiji i na blagovitom terenu koriste se kao dobra staništa ne samo za voćnjake i vinovu lozu već i za njivske kulture. Silikatni sirozemi i peskovito-dolomitni sirozemi su pod šumom, a suvlja staništa pod pašnjacima.

2.3. Geomorfološke karakteristike terena

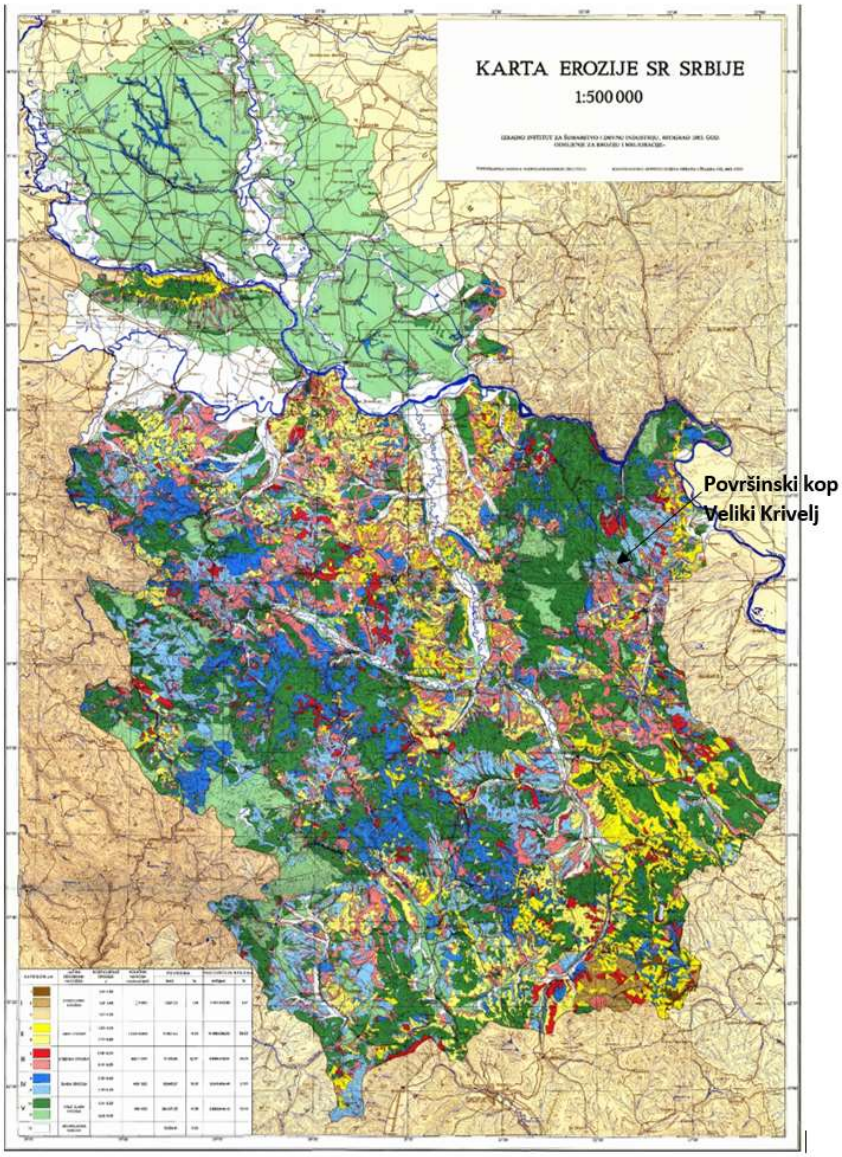
Morfologija terena u domenu šireg područja Velikog Krivelja i njegove okoline bitno utiče na način i uslove eksploatacije, te uslove transporta mineralne sirovine. Slično je i sa hidrološkim uslovima, a pre svega vodenim tokovima. Zbog toga se razmatraju morfološko-hidrološke karakteristike područja Velikog Krivelja i neposredne okoline toga područja.

U domenu posmatranog područja i u njegovoj neposrednoj okolini teren je razuđen, brežuljkast do brdovit, ispresecan dolinama i kanjonima rečica i potoka, sa neretkim jarugama. Morfološki se razlikuju tereni izgrađeni od vulkanskih i hidrotermalno izmenjenih vulkanskih stena sa jedne strane, i tereni izgrađeni od krečnjaka sa druge strane.

Najveći deo šire okoline ležišta Veliki Krivelj izgrađuju krečnjaci, koji se nalaze na istočnom obodu TMK (Timočkog magmatskog kompleksa). Pripadaju krečnjačkom masivu Golog Krša koji se na jugu, pruža sve do Rgotskog kamena. Krečnjački teren je hipso metrijski izdignut sa kotama koje dostižu 887 m. Intenzivno

je karstifikovan, pri čemu proces karstifikacije doseže do vodonepropusne podloge koju čine peščari i konglomerati mezozojske starosti i starije paleozojske i proterozojske tvorevine. Prema granitoidu Gornjana za krečnjački teren karakteristični su strmi odseci i brojne pojave sipara. Severno od područja ležišta „Veliki Krivelj" nalazi se gabroidni masiv Deli Jovana (Veliki Deli Jovan - 973 m, Crni Vrh - 1.137 m, Veliki Goli Vrh - 1.037 m).

Navedene morfološke karakteristike terena, generalno odgovaraju pojavi eolske i bujične erozije. U nastavku teksta prikazana karta erozije Republike Srbije (slika 2.6) preuzeta je iz dokumenta „Lokalna zajednica i problematika bujičnih poplava" finansirana od strane OEBS-a, odnosno Misije u Srbiji (iz 2014. godine), koja prikazuje potencijalnu produkciju erozionih nanosa na godišnjem nivou, po opšteprihvaćenoj metodi (Gavrilović, 1972.).



Slika 2.6. *Karta erozije Republike Srbije*

Na osnovu prikazane karte (slika 2.6), predmetno područje se nalazi u zoni koja pripada III i IV kategoriji erozije, odnosno zoni srednje do slabe erozije. Srednja vrednost koeficijent erozije (Z) za predmetno područje kreće se u rasponu od 0,21 (Slaba erozija) do 0,55 (Srednja erozija). Shodno tome, specifična godišnja produkcija erozionih nanosa (W_{sp}) kreće se od 400 m^3/km^2/god do 1.200 m^3/km^2/god.

2.4. Geološke karakteristike

2.4.1. Geološke karakteristike šireg područja

Geološke karakteristike šireg područja su preuzete sa geološke karte SFRJ, list Bor L31-141 i pratećeg tumača (slike 2.7. i 2.8.), dok su geološke karakteristike ležišta preuzete iz Elaborat o rezervama ležišta bakra „Veliki Krivelj", stanje 30.06.2010. Institut za rudarstvo i metalurgiju, Bor, 2010.

Šire područje ležišta bakra Veliki Krivelj, u geološkom smislu, je deo Timočkog magmatskog kompleksa (TMK), u kome, pored gornjokrednih vulkanogeno-sedimentnih tvorevina, učestvuju i paleozoiske, mezozoiske i kenozoiske tvorevine. Rudno ležište Veliki Krivelj, se nalazi u istočnom obodu TMK-a, što je bitno, jer je u ovom delu TMK-a uglavnom je razvijen vulkanizam prve faze, u kojoj su česte rudne pojave i ležišta. Na geološkoj karti se vidi da je prostor rudnog polja izgrađen od stena (slike 2.7. i 2.8.):

- Paleozoika,
- Mezozoika (donjokrednih sedimenata i gornjokrednih stena vulkanogeno-sedimentne serije),
- Intruzivnih stena,
- Hidrotermalno promenjenih i orudnjenih stena, i
- Aluvijalnih kvartarnih naslaga.

Šire okolina ležišta bakra „Veliki Krivelj" je deo velike timočke rov-sinklinale, odnosno rov-sinklinorijuma, koga sa zapadne strane odvaja zlotska dislokacija od homoljsko-kučajskog autohtona, a na istoku porečko-svrljiška dislokacija od terena Velikog Krša i Stola.

U terenima zapadnog i istočnog krila timočkog rov-sinklinorijuma metamorfni kompleks je izgrađen od rifejskog i donjokambrijskog kristalina i autometamorfnih tvorevina starijeg paleozoika, koje probijaju hercinski granitioidi. Preko ovog metamorfnog kompleksa leže transgresivno jurski sedimenti.

Jurski i donjokredni sedimenti grade veoma markantni karbonatni kompleks stena. Vulkanogeno-sedimentni kompleks stena izgrađen je od sedimenta i vulkanita gornje krede. Počinje transgresivno gornjim albom i sedimentacijom klastita, vulkanoklastita sa ređim submarinskim izlivima andezitskih lava i traje sve do kraja krede. Magmatizam je pretežno vulkanski, submarinski i eksplozivnog karaktera sa pretežnim učešćem vulkanoklastičnih produkata. Skoro 90% od ukupne mase materijala je vulkanoklastičnog porekla. U sukcesiji ovog submarinskog vulkanizma zapažaju se izvesne pravilnosti koje se odražavaju u nekoliko asocijacija magmatskih stena nastalih tokom više faza.

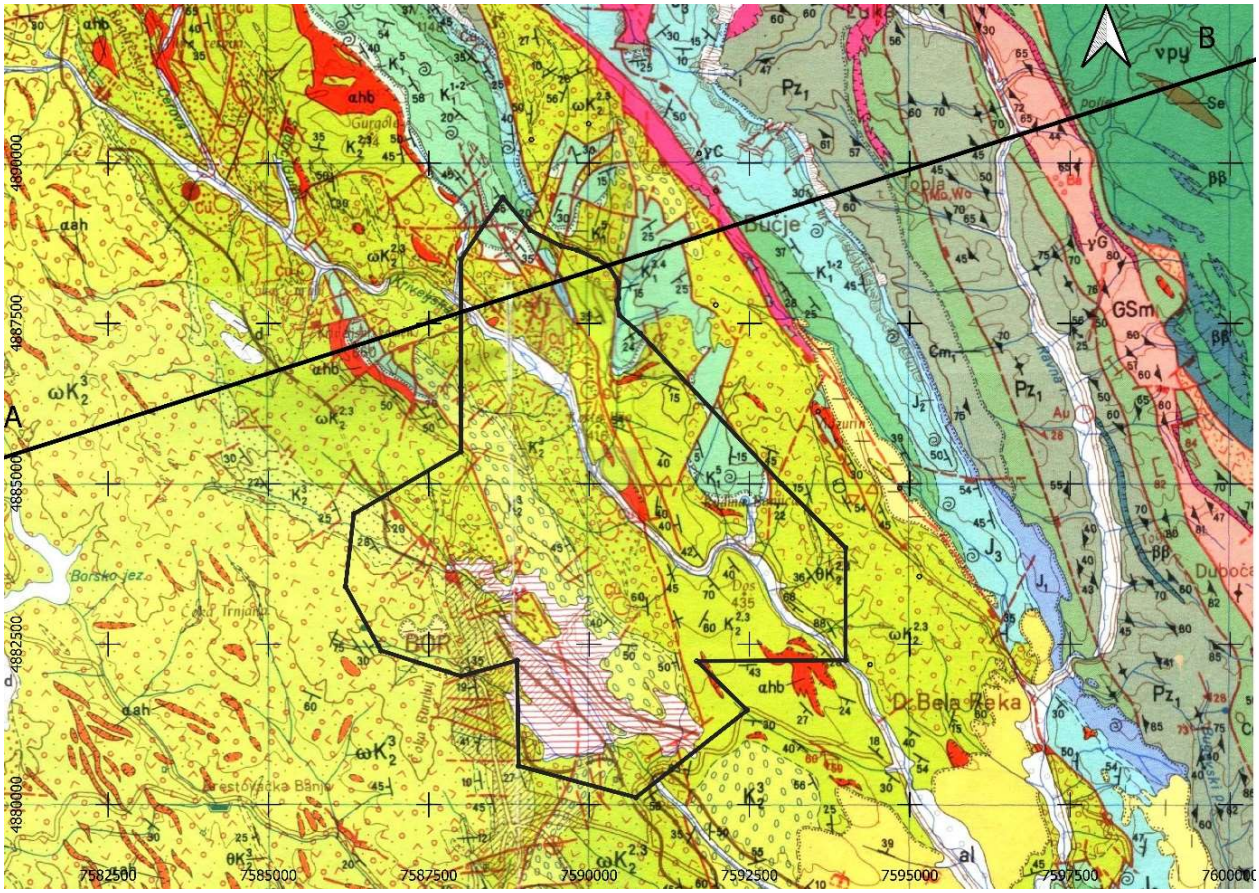
Paleozoik

Najstarije tvorevine, koje su tektonsko-erozionim procesima otkrivene i utvrđene na području šire okoline ležišta „Veliki Krivelj", su paleozojske starosti. One se nalaze u podini mezozojskih tvorevina i čine njihovu bazu.

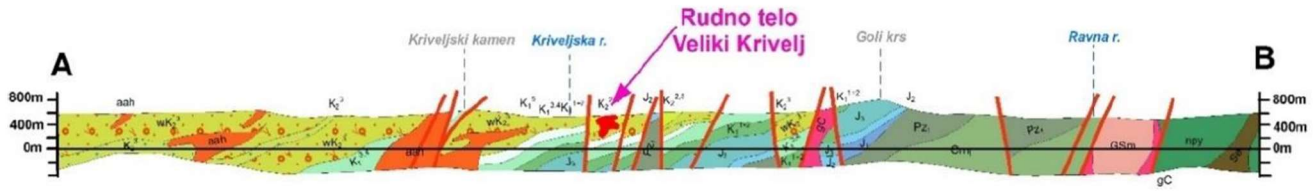
Na terenu, severoistočno od ležišta „Veliki Krivelj" (istočne padine Velikog Krša), duž velikokriveljske dislokacione zone reversnog tipa, nalaze se paleozojske tvorevine u vidu manjih ili većih tektonskih blokova. Predstavljene su argilošistima, filitima i sericitskim škriljcima, sa sočivima mermerisanih krečnjaka i amfibolitima, a duž površi reversnog raseda naležu na mlađe gornjokredne sedimente.

Mezozoik

Stene mezozoika zauzimaju znatno veće prostranstvo u odnosu na paleozojske. Trijas, jura i donja kreda su najvećim delom predstavljeni karbonatnim stenama i grade drugi strukturni paket u oblasti TMK. Za vreme gornje krede znatan deo Istočne Srbije, bio je zaplavljen vodom plitkog mora. Novija istraživanja pokazuju da je gornjokredno more, ove terene plavilo kroz sve katove, odnosno za vreme cenomanskog, turonskog, senonskog i danskog kata (Nikolić, 1993). Sinhrono sa sedimentacijom odvijala se i snažna vulkanska aktivnost.



Slika 2.7. Jugoistočni deo osnovne geološke karte list Bor L34-141, razmere 1:100.000



Slika 2.8. Geološki profil A-B Jugoistočnog dela osnovne geološke karte list Bor L34-141, razmere 1:100.000

Jurski sedimenti (J) otkriveni su severoistočno od Velikog Krivelja, u predelu Velikog Krša. Na ovom području sedimenti srednje jure (doger), transgresivno leže preko gornjanskih granitoida ili sedimenata starijeg paleozoika. Srednja jura (J2) predstavljena je arkoznim peščarima, i peskovitim mestimično oolitičnim krečnjacima. U povlati sedimenata srednje jure nalaze se gornjojuriski (J3), bankoviti i slojeviti sprudni i subsprudni krečnjaci, ređe dolomiti.

Kreda (K) je predstavljena donjokrednim sedimentima i gornjokrednim vulkanogenim tvorevinama.

Donjokredni sedimenti (K1), potpuno su razvijeni na znatnom prostoru šire okoline ležišta „Veliki Krivelj“. Ove tvorevine su zastupljene u delu Ujove reke i Kriveljskog kamena, zapadno od Velikog Krivelja, severno i severoistočno u predelu Velikog i Malog Krša, i istočno u okolini Bučja. Otkriveni i paleontološki dokazani su: valendijski i otrivski kat, predstavljeni slojevitim i bankovitim krečnjacima koji leže između titonskih krečnjaka i baremskih krečnjaka, sa orbitolinama, debljine 100 do 150 m. Zatim, baremski i deo aptskog

kata, predstavljeni slojevitim mestimično masivnim krečnjacima, sa orbitolinama, urgonske facije. Boja krečnjaka je siva, tamnosiva do plavičasta, debljina od 50 do 150 m. Preko ovih krečnjaka transgresivno leže albski sedimenti, predstavljeni konglomeratima sa valucima kvarca i urgonskih krečnjaka, tamnozelenim (obično glinovitim) glaukonitskim peščarima, ređe gvožđevitim peščarima. Debljina ovih sedimenata varira od 30 do 60 m.

Tvorevine gornje krede (K2) su uglavnom predstavljene stenama vulkanogeno-sedimentne serije i imaju najveće rasprostranjenje na predmetnom prostoru. U nižim delovima gornjokredne tvorevine su predstavljene konglomeratičnim peščarima i peskovitim krečnjacima. Konglomerati i peščari su taloženi u priobalnim plitkovodnim uslovima. Konglomerati bočno prelaze u konglomeratične peščare, dok peščari stvarani preko njih, postupno prelaze u laporce. Konglomerati i peščari su izgrađeni od valutaka i sitnijih fragmenata kvarca, kvarcita, škriljaca, magmatskih i sedimentnih stena. Oskudne su faune. Gornja kreda je izgrađena uglavnom od laporaca, glinaca, peščara, konglomerata i raznovrsnih vulkanskih stena, pretežno piroklastita, koji grade vulkanogeno-sedimentni kompleks gornje krede timočkog rov-sinklinorijuma.

U višim delovima gornja kreda je predstavljena stenama vulkanogeno–sedimentne serije. Zastupljeni su vulkaniti i vulkanoklastiti I i II vulkanske faze, kao i sedimentne stene serije „borskih pelita", koje su stvarane u periodima smirivanja vulkanske aktivnosti. Tačna starost ove vulkanogeno–sedimentne serije nije utvrđena, ali se smatra da je senonska.

Sedimenti turon-senona i senona imaju znatno rasprostranjenje, što ukazuje na transgresivni karakter i veliki intenzitet sedimentacije za vreme senonskog kata. Senon na području šire okoline ležišta „Veliki Krivelj", je paleontološki dokazan dok sigurnih podataka ima samo za najviše delove turona. Sedimenti turon-senona počinju bazalnim konglomeratima koji leže na donjokrednim sedimentima. Preko njih su laporci i peščari sa vulkanogenim materijalom andezita i dacita. Senon, je predstavljen vulkanogeno-sedimentnim tvorevinama i andezitima druge vulkanske faze.

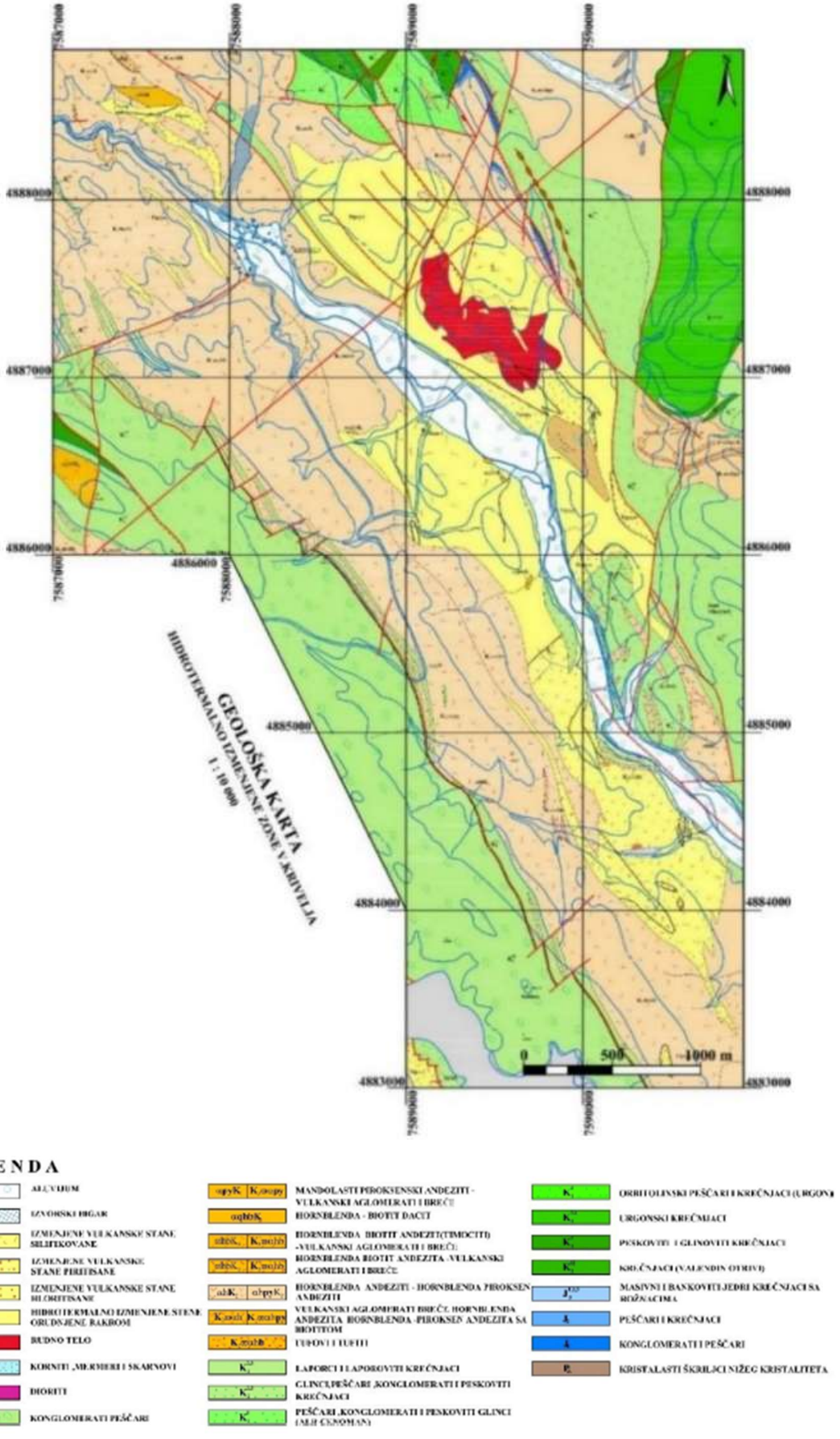
Vulkanske stene gornje krede

U proučavanju vulkanizma i vulkanskih stena gornje krede u TMK učestvovao je veliki broj istraživača, u jednom dužem vremenskom periodu, pa ima i oprečnih mišljenja o starosti i vremenu trajanja ovog vulkanizma. Na osnovu dugogodišnjih proučavanja geoloških odnosa i detaljnih petroloških analiza materijala, pri izradi geološke karte TMK, razmere 1:10.000, konstatovano je da se magmatska aktivnost odvijala u tri vulkanske faze (kraćim ili dužim prekidima razdvojene) i jednoj intruzivnoj fazi. Opšta karakteristika ovog vulkanizma je naizmenično smenjivanje sedimenata i piroklastita, sa manjim sinhroničnim izlivima magme i ekstruzivnim obrazovanjem dajkova, raznovrsnih vulkanita. Prema njihovim petrološkim karakteristikama obrazovani su prvo kalijumom umereno obogaćeni andeziti i andezit-bazalti, a kasnije latiti i monconitsko-granodioritske stene.

Vulkanizam se uglavnom odvijao u submarinskim uslovima i izrazitog je eksplozivnog kar-aktera. Linearnog je tipa i javlja se duž regionalnih dislokacionih linija obrazovanih još za vreme sedimentacije. Za vreme gornje krede, sa mogućnošću prelaska u paleogen, podvodni vulkani su izbacivali velike količine vulkanskog materijala, koji se smenjuje, najvećim delom, sa sedimentnim naslagama.

2.4.2. Geološka građa ležišta

Ležište bakra „Veliki Krivelj" nosi sva obeležja koja su karakteristična za porfirska ležišta, smeštena u vulkanogenim kalko-alkalnim kompleksima, u koje su utisnute male intruzije. Najstarije tvorevine koje su tektonsko-erozionim procesima otkrivene i utvrđene na području Velikog Krivelja su paleozojske starosti. One se nalaze u podini mezozojskih tvorevina i čine njihovu bazu (slika 2.9.).



Slika 2.9. Geološka karta hidrotermalno izmenjene zone Veliki Krivelj, razmere 1:10.000[4]

Najstarije i najzastupljenije vulkanogene stene su aglomerati i breče hornblenda i hornblendabiotitskih andezita (I vulkanska faza, M. Drovenik, 1962). Manje su zastupljeni piroksen- i piroksen-hornblenda andeziti. U uslovima submarinskog vulkanizma, u fazama slabije aktivnosti dolazilo je do taloženja pelitskih tvorevina – laprovitih krečnjaka, laporaca, peskovitih laporaca, tufita i tufova. Samo ležište izgrađeno je od gornjokrednih tvorevina:

- hornblenda andezita, hornblenda-biotitskih andezita i njihovih piroklastita;
- hornblenda-biotitskih dacita;
- piroksenskih andezita
- pelita (laporci, tufovi i tufiti);
- diorita, kvarcdioritporfirita i autometasomatski izmenjenih kvarcdioritporfirita;
- hidrotermalno izmenjenih stena;
- skarnova i mermera (krečnjaka).

Hornblenda-andezit i hornblenda-andeziti sa biotitom i njihovi piroklastiti najzastupljeniji su u okviru ležišta. Piroklastičan materijal (aglomerati i breče, ređe tufovi) preovlađuje nad dajkovima koji se ređe sreću. U okviru samog ležišta oni su najčešće intenzivno hidrotermalno izmenjeni i orudnjeni dok su u obodnim delovima manje izmenjeni (hloritisani) sa prelazom u potpuno sveže hornblenda andezitske vulkanite.

Hornblenda-biotitski daciti u odnosu na prethodne stene retko su zastupljeni. Nalaze se južno i zapadno od konture ležišta u vidu manjih i kompaktnih žica u hidrotermalno izmenjenim i orudnjenim vulkanitima i obodnim svežim piroklastitima hornblenda-biotitskih andezita. Rasedom pružanja SSZ-JJI istočni blok dacita relativno je pomeran u pravcu severa za oko 20 m. Granicu prema okolnim hidrotermalno izmenjenim andezitima čini uska zona postupnog prelaza izražena kroz hloritizaciju i piritizaciju. Stena je delimično mineralizovana. Mineralizacija je vezana za prsline i pukotine koje su ispunjene sulfidima, pretežno piritom. Od sekundarnih minerala najčešće se sreću kalcit i hlorit. Apatit je akcesoran.

Piroksenski andeziti (augitski andeziti) se vrlo retko sreću u samom ležištu. Imaju oblik izduženih sočiva ili tankih žica. Nepostojani su u pravcu pružanja. Pružaju se uglavnom u pravcu S-J, a padaju najčešće ka zapadu. Debljina im je redovno ispod 10 m, a najčešće ispod 0,5 m. Javljaju se u hidrotermalno izmenjenim vulkanitima. Granice prema okolnim stenama su delimično tektonske a postoje i postupni prelazi koji se ogledaju u kaolinizaciji, hloritizaciji, piritizaciji i mineralizaciji (bakrovim mineralima) obodnih partija samih piroksenskih andezita.

Peliti (laporci, tufovi i tufiti) sreću se u manjoj meri i to kao interstratifikovani produkti u seriji piroklastita hornblenda- i hornblenda-biotitskih andezita. Debeli su najčešće od 1 do 10 m. To su finozrne, kompaktne sive stene, čije prisustvo ukazuje da je u ovom delu terena povremeno slabila vulkanska aktivnost, pri čemu je dolazilo do deponovanja pelitskih i pelitsko-tufitskih sedimenata. U okviru samog ležišta ove stene su redovno hidrotermalno izmenjene i orudnjene, odnosno pretvorene u skarnove.

Dioriti, kvarcdioritporfiriti i autometasomatski izmenjeni kvarcdioritporfiriti su stene koje su mlađe od predhodnih vulkanita, vulkanoklastita i pelita. Dioriti se retko sreću u samom ležištu. To su stene sivozelene boje, kompaktne zrnaste teksture. Izgrađene su pretežno od plagioklasa i hornblende. Augit se retko sreće. Kvarcdioritporfirit su stene koje stoje u tesnoj vezi sa postankom ležišta Veliki Krivelj. Tipični kvarcdioritporfiriti sa fenokristalima plagioklasa, hornblende i kvarca, onakvi kakvi su otkriveni u reonu Crvene reke na Crnom Vrhu, vrlo retko se sreću u Velikom Krivelju. Ovde su najvećim delom sami kvarcdioritporfiriti intenzivno autometasomatski izmenjeni i orudnjeni.

Kao **hidrotermalno izmenjene stene** nazvani su, pretežno, hidrotermalno izmenjeni aglomerati, breče i tufovi hornblenda-biotitskih andezita. Oni u ležištu imaju najveće rasprostranjenje. Autometasomatske promene u kvarcdioritporfiritima, kako je rečeno, karakterišu se, pre svega, procesima biotitizacije i silifikacije, a u manjoj meri feldspatizacijom, sericitizacijom, pirofilitizacijom i hloritizacijom. Ove promene prenose se i na okolne andezitske piroklastite s tim što se intenzitet biotitizacije i feldspatizacije smanjuje, a dolazi do preovlađivanja drugih vrsta promena kao što su procesi glinovitih alteracija (kaolinizacija), epidotizacija, hloritizacija i kalcifikacija. Sve procese hidrotermalnih izmena prati slabije ili jače izražena piritizacija.

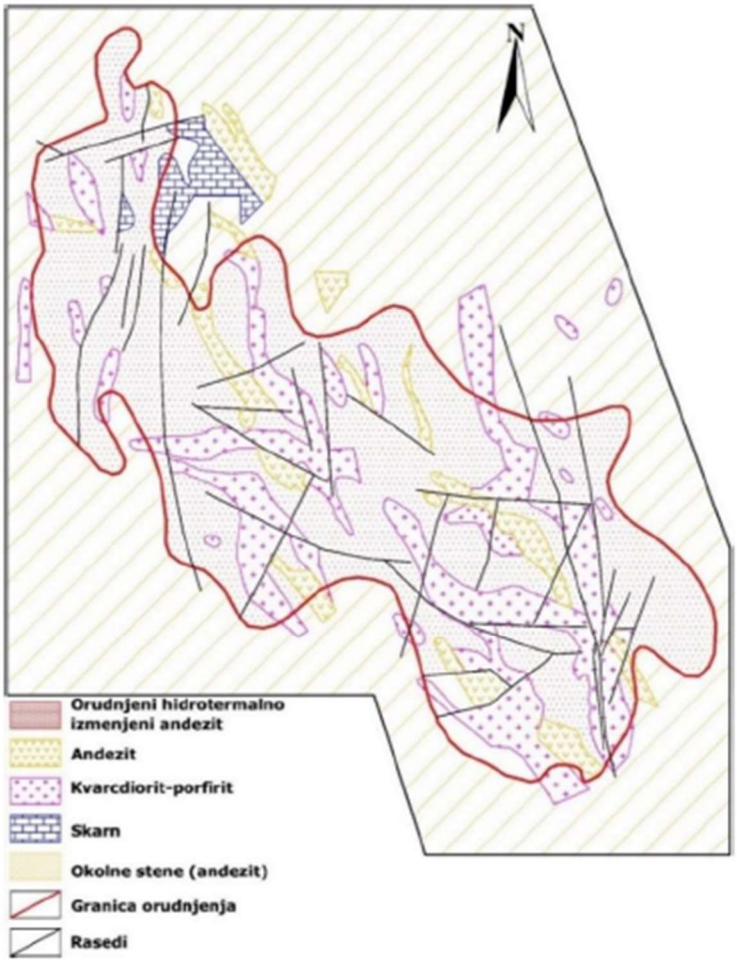
Skarnovi (skarnoidi) – su prostorno manje zastupljeni. Ravni slojevitosti imaju pravac pružanja SSZ-JJI sa padom na JZ (e.p. 150/60°). Debljina skarnova je veoma promenljiva i kreće se od nekoliko do 50 metara. Magmatiti i hidrotermalni rastvori vezani za njih, izvršili su promene kako u pelitima koji su interstratifikovani sa vulkanoklastitima, tako i u krečnjacima istočnog oboda ležišta. Skarniziranje pelita ogleda se u pojavi silifikacije, biotitizacije, feldspatizacije, epidotizacije i piritizacije sa halkopiritom. Na ovaj način, sedimentna stena, u zavisnosti od tipa i intenziteta promena, dobija osobine i izgled skarna, odnosno skranoida.

Mermeri i mermerisani krečnjaci nalaze se u perifernim delovima ležišta. Oni su nabušeni sa par bušotina, a podzemnim istražnim radovima presečena je i manja partija mermerisanih krečnjaka, u krajnjem severoistočnom delu ležišta. Ova partija ne prelazi debljinu od 2 m i postoje kao blok utisnuti između dve rasedne zone.

2.4.3. Opis ležišta

Ležište bakra „Veliki Krivelj" nalazi se na oko 3 km vazdušnom linijom, severno od centra Bora i pripada porfirskim ležištima velikih razmera, koja su formirana u dubini, u i oko magmatskih stena porfirske strukture, a karakteriše se štokverkno-impregnacionim tipom orudnjenja i zonalnim rasporedom hidrotermalnih alteracija. Ono nosi sva obeležja koja su karakteristična za porfirska ležišta smeštena u vulkanogenim kalko-alkalnim kompleksima u koje su se utisnule male intruzije istih magmi (Janković, 1990).

Porfirska mineralizacija bakra je smeštena u zoni izgrađenoj dominantno od hidrotermalno izmenjenih andezitskih stena (slike 2.9 i 2.10), dugoj preko 2 km, maksimalne širine oko 700 m (prosečna širine 400 m), koja zaleže ka jugozapadu. Položaj ove zone kontrolisan je longitudinalnim rasedima pravca pružanja SZ-JI.



Slika 2.10. Šematski prikaz geološke karte porfirskog ležišta bakra Veliki Krivelj

Vertikalni interval mineralizacije je veći od 800 m, pri čemu istražnim radovima, nisu dostignuti najniži nivoi rudne mineralizacije. Ležište u horizontalnom preseku ima ovalan oblik, izdužen u pravcu SSZ-JJI, dok u poprečnom preseku ima oblik, manje više, izometričnog tela. Bitna karakteristika ležišta je da se sa povećanjem dubine ne smanjuje sadržaj bakra u rudnom telu. Prelaz od orudnjenih ka slabomineralizovanim ili sterilnim hidrotermalno promenjenim stenama je postupan, sem istočne granice rudnog tela koja je tektonska, odnosno duž koje je postrudnom tektonikom rudonosni kompleks Velikog Krivelja navučen na seriju peščara i krečnjaka.

Rudno telo je smešteno u hidrotermalno promenjenim gornjekrednim vulkanskim stenama andezitskog sastava (slika 2.10), a delom i u magmatskim stenama porfirske strukture – tzv. malim intruzijama (kvarcdiorit-porfiritima). U istočnom delu ležišta nešto šire rasprostanjenje imaju peliti (tufovi, laporci, tufiti), a lokalno se javljaju i krečnjaci. U domenu ležišta često su prisutni dajkovi andezita i u manjoj meri dacita. Od mlađih intruzivnih stena posebno su značajni dioriti, kao i njihovi žični ekvivalenti kvarcdiorit-porfiriti. Dioritski izdanci se zapažaju u neposrednoj blizini ležišta (Todorov potok), dok su kvarcdiorit-porfiriti intenzivno zastupljeni u samom ležištu u vidu dajkova debljine 20 do 50 m (a karakterišu ih intezivne autometasomatske izmene). Pravac pružanja mlađih intruzivnih stena je SZ-JI.

Prostiranje ležišta po dubini nije tačno utvrđen, rudna mineralizacija nabušena je i na 800 m, dok su detaljna istraživanja vršena bušenjem istražnih bušotina dužine oko 500 m.

U okviru ležišta „Veliki Krivelj“ izdvojene su sledeće zone, po dubini: zona oksidacije; zona cementacije i, primarna zona.

Oksidaciona zona razvijena je u najvišim nivoima mineralizovanog prostora, debljine je oko 30 do 50 m, mada postoje i delovi ležišta u kome se produkti oksidacije zapažaju i u dubljim nivoima. Procesi oksidacije ogledaju se u intenzivnijoj kaolinizaciji, i stvaranju prevlaka limonita, retko malahita, azurita, tenorita i samorodnog bakra.

Zona sekundarnog sulfidnog obogaćenja (zona cementacije) se nalazi ispod zone oksidacije. Debljina ove zone je, pretežno, oko 30 m, mada može dostići i debljinu od oko 70 m. Za ovu zonu karakteristično je delimično, ređe potpuno pretvaranje halkopirita u kovelin i halkozin. Sitnija zrna halkopirita su potpuno pretvorena u kovelin i halkozin. Dubinski intervali ovih zona (oksidacije i cementacije) uslovljeni su lokalno prisutnom tektonikom.

Rudnom mikroskopijom utvrđeno je da mineralna parageneza ležišta „Veliki Krivelj“ nosi sva obeležja porfiske mineralizacije (primarna zona). Mineralnu paragenezu sačinjavaju: pirit, halkopirit, halkozin, kovelin, magnetit, hematit, rutil, limonit, pirotin, bornit, retko enargit, tetraedrit, retko molibdenit, valerit, kubanit, sfalerit i galenit, malahit, azurit, tenorit i samorodni bakar. Magnetit i rutil se najčešće javljaju kao akcesorni minerali. Od nerudnih minerala javljaju se anhidrit, kvarc i kalcit.

2.4.4. Geneza ležišta

Tereni Timočkog magmatskog kompleksa, a samim tim i tereni šire okoline ležišta bakra Veliki Krivelj, su u toku gornje krede zahvaćeni snažnom vulkanskom aktivnošću, koja je dala velike mase vulkanita i vulkanoklastita, hornblenda i hornblenda-biotitskog andezita. Tokom laramijsko-pirinejske tektonske faze otvorili su se putevi, kroz ove vulkanite i vulkanoklastite, u kojima su se utiskivale magme, čijim očvršćavanjem su nastale stene intruzivne faze. Ove stene su predstavljene uglavnom monconitima, dioritima, kvarcdioritporfiritima i dr., a u samom ležištu bakra Veliki Krivelj česte su pojave kvarcdioritporfirita u vidu dajkova i žica. Koristeći iste puteve utiskivanja kvarcdioritporfirita, vršena je intenzivna hidrotermalna aktivnost, kojom su izmenjene i mineralizovane stene na znatnom prostoru.

Porfirska ležišta bakra predstavljaju štokverkno-impregnacioni tip magmatogenog sulfidnog orudnjenja, obrazovanog, u, oko i iznad intruziva porfirske strukture. Okolne stene mogu biti matični intruzivi, koji su plutonski ili subvulkanski očvrsli, i stene u koje su se magmatski kompleksi smestili. Orudnjene matične intruzivne stene su hidrotermalno promenjene i mehanički deformisane, ispucane i brečizirane.

U ležištu bakra „Veliki Krivelj“ kvarcdioritporfiriti su skoro jedini predstavnici „malih intruzija“. Autometasomatski procesi u njima manifestuju se pre svega potpunom biotitizacijom hornble-nde i izdvajanjem velike količine neobiotita i kvarca u porfiroidnoj osnovi. Kalijski feldspat se ređe sreće kroz porfiroidnu osnovu. Hidrotermalni rastvori, koji su oslobođeni iz ovih stena, izvršili su intenzivnu biotitizaciju u okolnim senonskim vulkanitima i

vulkanoklastitima. Autometasomatski proces u kvarcdioritporfitima i hidrotermalne promene u vulkanoklastitima praćeni su intenzivnom piritizacijom, uz izdvajanje halkopirita kao glavnog nosioca bakra. Na ovaj način nastalo je štokver-kno-impregnaciono ležište bakra „Veliki Krivelj". Descedentnim procesima nastala je, do par desetina metara dubine ispod površine terena, zona oksidacije sa prevlakama limonita. Ispod zone oksidacije je osrednje izražena zona cementacije u kojoj je halkopirit delimično ili potpuno pretvoren u halkozin i kovelin.

Magmatski intruzivi porfirskih ležišta bakra, najčešće su predstavljeni intermedijarnim, kalko-alkalnim i alkalnim kompleksima, granodioritkog, monconitsko-dioritskog sastava i njihovim porfirskim ekvivalentima. Za ležišta bakra karpatsko-balkanskog luka, u koje spada i porfirsko ležište bakra „Veliki Krivelj", karakteristično je da se kao matične stene javljaju andeziti. Prema matičnim magmatskim kompleksima, hidrotermalnim asocijacijama i regionalnim geotektonskim sredinama, mogu se izdvojiti dva tipa sredina u kojima se formiraju porfirska ležišta (Janković, 1981).

- Andski tip ili ležišta vezana sa kvarcmonconitsko-granodioritskim kompleksima, koja se karakterišu visokim odnosom SiO2: Na2O + K2O, sa hidrotermalnim fluidima, visokom fugasitom sumpora i niskim koncentracijama dvovalentnog gvožđa.
- Dioritski tip ili ležišta koja mogu biti vezana sa sijenitima ili alkalnim plutonima, magmatskim kompleksima, koji se karakterišu niskim odnosom SiO2: Na2O + K2O.

Većina matičnih intruziva porfirskih ležišta bakra je „pasivno" utiskivana. Oni su obično, očvrsli na malim dubinama. Matični magmatski kompleksi javljaju se uglavnom u obliku štokova. Oni se obično obrazuju u više stadijuma, pri čemu rudna mineralizacija, može da prati svaki stadijum, ili je ona vezana samo sa jednim stadijumom, dok se rasejana mineralizacija prati ili se potpuno povlači u drugim stadijumima. Oblici i razmere rudnih tela zavise od morfologije matičnih intruziva i razlomnih struktura, koje kontrolišu njihov razmeštaj u prostoru. Stepen koncentracije bakra u mineralizovanom prostoru je promenljiv i kreće se od od tragova do 1% Cu. Iz tih razloga je povlačenje kontura rudnih tela uslovljeno tehno-ekonomskim pokazateljima. Kao granični sadržaj za porfirsko ležište „Veliki Krivelj", usvojena je vrednost 0,15% Cu.

2.4.5. Tektonika ležišta

Šire područje ležišta „Veliki Krivelj" pripada geotektonskoj jedinici timočkoj sinformi i njenim strukturnim jedinicama: borskoj dislokaciji (9) i kriveljskom rasedu (10). Osim ovih strukturnih jedinica izdvojene su: timočka rov-sinklinala (1), sinklinala Čoka Boruluj (2), monoklinala Velikog i Malog Krša (3), monoklinala Stola i Golog Krša (4), rov Bučja (5), antiklinala Ruđine Banjica (6), sinklinala Vidzurine (7), sinklinala Dosa (8), bučjansko-belorečki rased (11) (slika 2.11.).

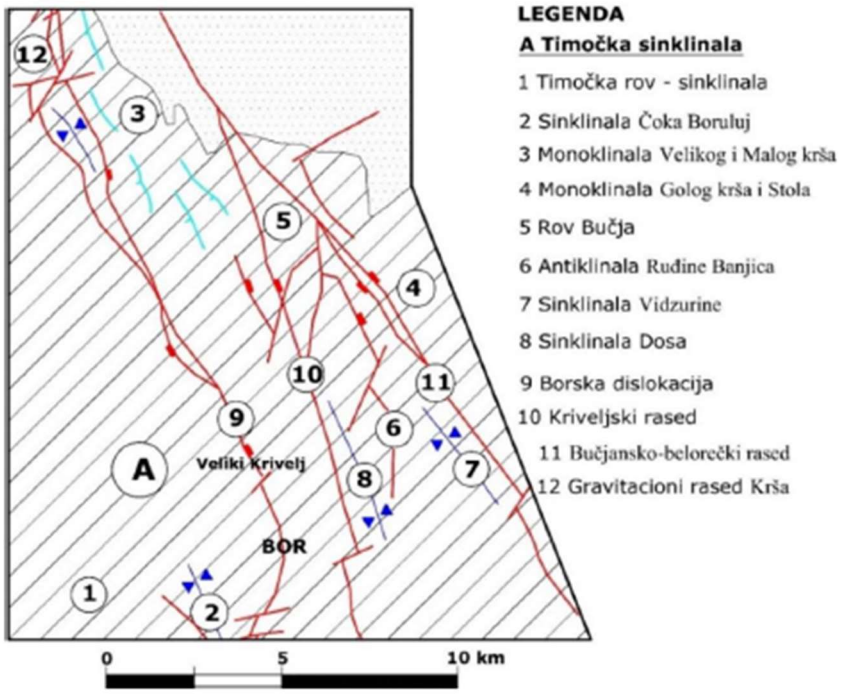
Timočka rov sinklinala (1), omeđena je sa zapada zlotskom, a sa istoka pečko-svrljiškom dislokacijom. Njene obodne zone praćene su plutonitima oko kojih se nalaze hidrotermalno promenjene stene. Sinklinalni raspored gornjokrednih vulkanogeno-sedimentnih tvorevina, donekle je narušen uzdužnim, poprečnim dislokacijama, pri čemu su nastali manji naborni oblici, odnosno složena sinklinala Čoka Boruluj (2). Monoklinala Velikog i Malog krša (3), je izgrađena od mezozojskih sedimenata, generalnog pravca pružanja SSZ i blagim padom ka zapadu. Ova monoklinala, od monoklinale Golog krša i Stola (4), odvojena je kriveljskim rasedom (10), sa kojim se na presedlini Cepe ukršta bučjanski rased (11). Bučjanski rased prolazi zapadnim obodom monoklinale Golog krša i Stola.

Tektonski rov Bučja (5), nalazi se između bučjansko-belorečkog i kriveljskog raseda. Sredinom rova se, kao uzdužna sekundarna struktura, prostire antiklinala Ruđina Banjica (6), a istočno je sinklinala Vidzurine (7), dok se zapadno nalazi sinklinala Dos (8).

Gravitacioni rased Krša (12), je submeridijanskog pravca, subvertikalan, koji je po celoj dužini obeležen nenormalnim kontaktom i strmim krečnjačkim odsekom Kornjeta i Oble. Praćen je hidrotermalno promenjenim vulkanitima i piroklastitima sa zapadne strane, i pojavom skarnova na istočnoj strani. Prema jugu, prižanje raseda markirano je hidrotermalno promenjenim stenam. Na krajnjem jugu, nalaze se urgonski krečnjaci Kriveljskog kamena, omeđeni sa zapadne strane ovim gravitacionim rasedom i hidrotermalno izmenjenim stenama.

Gravitacioni bučjansko-belorečki rased je gravitacioni, subvertikalni, pružanja SSZ-JJI. Između Bučja i Donje Bele Reke maskiran je neogenim sedimentima.

Rudno ležište „Veliki Krivelj“ predstavlja nastavak borskog rudnog polja. Glavni strukturni pravci su, od borskog ležišta prema severu, predstavljeni borskom dislokacijom, kriveljskim rasedom, kao i sistemom manjih subparalelnih raseda duž istočnog oboda borske metalogenetske zone (slika 2.11).



Slika 2.11. Tektonska karta šire okoline ležišta Veliki Krivelj, imanjena karta 1:100.000[6]

Morfostrukturnom analizom područja (Petković, 1984), utvrđeno je da se veliki „Borski rased” može pratiti sve do raseda „Veliki Pek”. Sistem subparalelnih raseda predstavlja složenu zonu razlamanja formiranu u postrudnom periodu. Strmog je pada (75–80°) prema jugozapadu i ima levo transkurentno do levo reversno kretanje. Ovakve strukture ukazuju na izvesna prerudna kretanja i prostorno su konstatovane samo u istočnom obodu TMK.

Tektonska građa rudnog ležišta „Veliki Krivelj“ je rezultat tektonskih pokreta u čitavom istočnom obodu TMK. Ova zona se može smatrati produžetkom borske zone, pri čemu se, kod Tilva Njalte, veliki borski rased grana u tri raseda, od kojih su dva naročito markantna. Prvi, severniji rased, nalazi se u podini otrivsko-baremskih krečnjaka Kriveljskog kamena, a kod ušća Ujove reke prelazi u dolinu Kriveljske reke i skoro se pravolinijski pruža ka severoistočnim padinama Tilva Drenove i Tilva Cerove. Drugi, paralelni rased, pruža se jugozapadnim padinama Kriveljskog kamena, a utvrđen je i na severnim padinama Čoke Čuruli. Slojevi senonskih sedimenata, koji se nalaze između ova dva raseda su u priličnoj meri polomljeni i deformisani.

Pored ova dva raseda u neposrednoj okolini Malog Krivelja postoji i treći rased, u kome je smeštena žična mineralizacija Kraku Bugaresku, mada je nejasno da li on predstavlja nastavak drugog raseda ka severu ili je reč o posebnoj dislokaciji. Pomenute dislokacije imaju pravac pružanja SZ-JI, a reč je o longitudinalnim rasedima dubinskog karaktera. Duž njih je dolazilo do kraljušastog navlačenja starijih preko mlađih formacija.

Na istočnim padinama Velikog Krša, izrazito je markantan longitudinalni reversni rased-Kriveljski rased („Kriveljska dislokacija“), sa istočnom vergencom. Duž raseda su kraljušasto, prekovulkanogeno-sedimentnih stena gornje krede, navučeni paleozojski škriljci sa sedimentnim tvorevinama jure i donje krede u povlati.

Generalno, u odnosu na celu borsku metalogenetsku zonu, rudno ležište „Veliki Krivelj“ predstavlja strukturno homogeni blok, koji karakterišu pukotine čiji polovi grade nepravilno rasute maksimume koncentracije. Ovako orjentisane prerudne pukotine su najverovatnije pratile regionalne zone razlamanja i verovatno su nastale u istim kinematskim fazama.

Na bazi osnovnih i detaljnih ispitivanja rudnog ležišta „Veliki Krivelj“, utvrđeno je da su longitudinalni rasedi, glavni pravci duž kojih se odvijala intenzivna vulkanska aktivnost.

Na kraju vulkanske aktivnosti, intenzivna hidrotermalna aktivnost uslovila je, u zavisnosti od fizičko-hemijskih i geoloških uslova, stvaranje ležišta. Hidrotermalni rastvori, koji su izmenili i mineralizovali okolne stene, koristili su glavne pravce vulkanskih aktivnosti. Generalno gledajući, rudno ležište se nalaze na pravcu SSZ-JJI, sa padom ka JZ, kao i rudna ležišta u okviru borskog rudnog polja. U okviru hidrotermalno izmenjene zone zapaženi su sledeći rasedi: longitudinalni sa pravcem pružanja SZ-JI, transvezalni sa pravcem pružanja SI-JZ, ređe SSI-JJZ, i ređe, dijagonalni sa pravcem pružanja I-Z.

Orudnjenja koja se javljaju uglavnom su vezana za podužne (longitudinalne) rasede, jer se i same zone hidrotermalno izmenjenenih stena pružaju pravcem sever-severozapad – jug-jugoistok. Pored ovih longitudinalnih raseda, postoje brojni mlađi poprečni i dijagonalni rasedi, pravca pružanja severoistok-jugozapad i istok-zapad. Ovi rasedi, i onako relativno složenu tektonsku građu, čine još komplikovanijom i daju tektonici blokovski karakter. Poprečni i dijagonalni rasedi su uglavnom malih razmera i inteziteta, presecaju podužne rasede, ali često i orudnjenje, što ukazuje da su po vremenu nastajanja mlađi od podužnih raseda.

Postojanje brojnih raseda, koji se međusobno seku i dele teren na više blokova, ukazuje i na višefazni vulkanizam. Rasedi i rasedne zone su poslužili kao putevi za hidrotermalne rastvore, koji su mogli da hidrotermalno izmene i mineralizuju stene.

Postrudna tektonska aktivnost je, uglavnom, manjih razmera, i nije u bitnome deformisala rudno ležište. Karakteriše se manjim brojem poprečnih raseda, duž kojih su vršena blaga horizontalna pomeranja.

Osnovne rupturne deformacije područja ležišta „Veliki Krivelj“ prati intenzivno razvijen pukotinski sistem. U strukturnom pogledu to su, uglavnom tenzione pukotine, najčešće zapunjene produktima kristalizacije iz hidrotermalnih i descedentnih rastvora. Prema materjalu koji čini zapunu izdvajaju se pukotine ispunjene sulfidima (piritske, kvarcpiritske, piritsko-halkopiritske), sulfatima (žice gipsa i anhidrita), kvarcom, karbonatima i zeolitima.

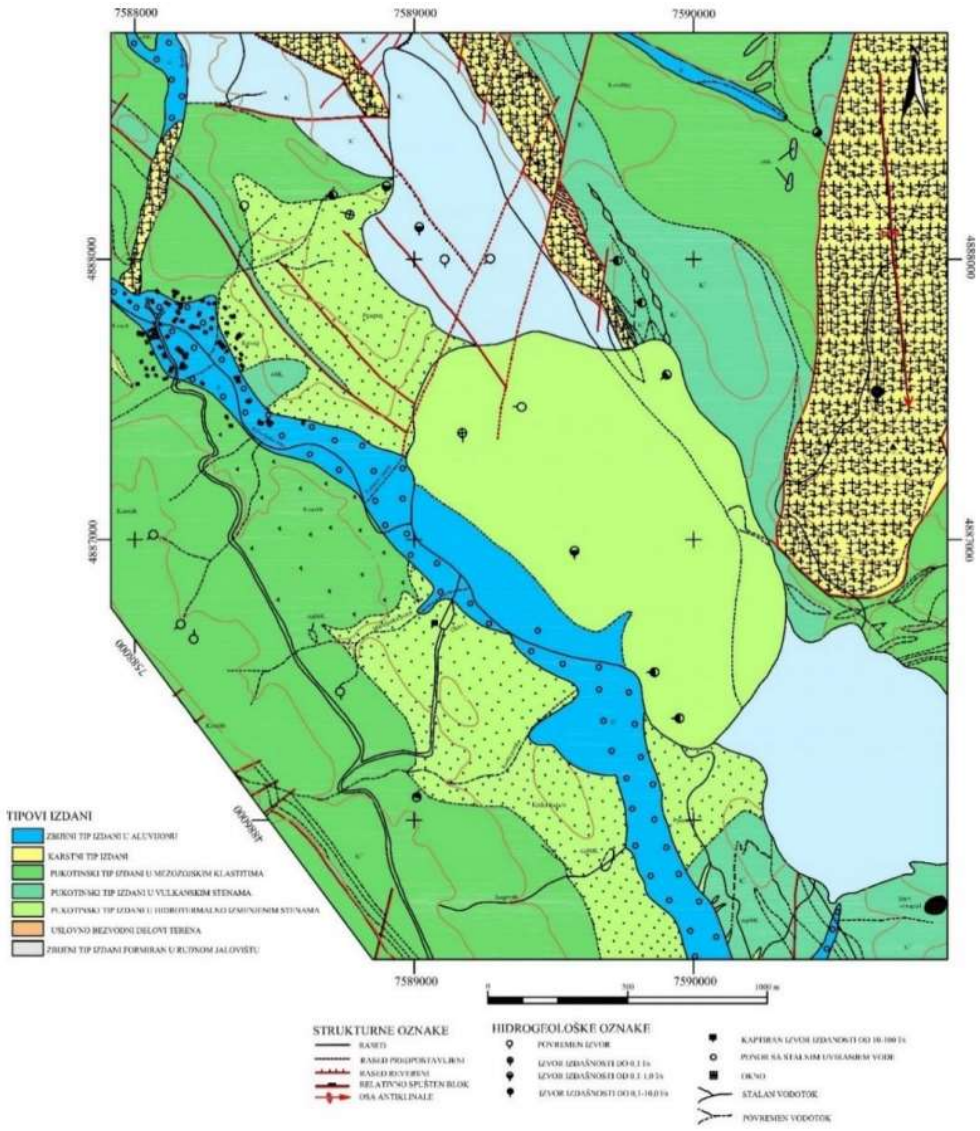
2.4.6. Hidrogeološke karakteristike

Stenske mase kartiranog područja klasifikovane su prema njihovim hidrogeološkim osobinama, bez obzira na starost i genezu. Jedini kriterijum za klasifikaciju, bio je stepen vodopropusnosti pojedinih stenskih masa (slika 2.12.). Na taj način su sve stenske mase podeljene na četiri grupe:

- dobro vodopropusne;
- slabo vodopropusne;
- kompleks vodopropusnih i vodonepropusnih stena i
- vodonepropusne stene.

Kao dobro vodopropusne stene, izdvojeni su krečnjaci Velikog i Golog Krša, koji se nalaze u zaleđu ležišta. U slabovodopropusne stene svrstani su različiti varijeteti andezita, vulkanski aglomerati i breče, konglomerati i peščari. U grupu vodonepropusnih svrstane su hidrotermalno izmenjene vulkanske stene (kaolinisane i hloritisane).

Na području ležišta „Veliki Krivelj“, a na osnovu strukturno-geoloških karakteristika terena, hidrogeoloških osobina stena, mogu se obrazovati pukotinski, karstni i zbijeni tip izdani.



***Slika 2.12.** Hidrpgeološka karta hidrotermalno izmenjene zone Veliki Krivelj, razmere 1:10.000*[7]

Osnovu litološke građa ležišta „Veliki Krivelj“ i šireg područja čine, najvećim delom andeziti i njihovi piroklastiti, različitog stepena fizičke tj. tektonske oštećenosti i različitog stepena hemijske izmenjenosti. Ovo su dva najbitnija faktora koja određuju hidrogeološke funkcije andezitskih masa. Andeziti su uglavnom silifikovani, piritisani i kaolinisani i kao takvi spadaju u slabovodopropusne stene. Međutim, njihove hidrogeološke osobine mogu varirati od mesta do mesta u zavisnosti od stepena tektonske oštećenosti. Andezite karakteriše pukotinska poroznost, pri čemu su hidrogeološkim kartiranjem, uočene pukotine lučenja, tektonske pukotine, i pukotine nastale usled fizičkog i hemijskog raspadanja. Tektonske pukotine (prsline i rasedi), su najzastupljenije u vulkanskim stenama, i predstavljaju, sa hidrogeološkog aspekta, povoljne sredine za akumuliranje i kretanje podzemnih voda.

Osim ovih pukotina, u ležištu se javljaju i pukotine nastale miniranjem. Pored pukotinske poroznosti, prisutna je i intergranularna poroznost, kod tufova, tufita, tufoznih peščara i u zoni raspadanja vulkanskih stena.

Struktura poroznosti vulkanskih stena uslovila je pojavljivanje pukotinske i složene zbijeno-pukotinske izdani. Složena zbijeno-pukotinska izdan javlja se u zoni raspadanja vulkanskih stema. Raspadanju su naročito podložne piroklastične stene, čijim se raspadanjem može formirati deluvijalni pokrov debljine nekoliko metara. Izdan formirana u zoni raspadanja je obično privremenog karaktera i prihranjuje se putem infiltracije atmosferskih voda. Dreniranje izdani vrši se putem izvora, koji su privremenog karaktera i javljaju

se na kontaktu raspadnutog pokrivača sa zdravom stenom. U dubljim nivoima zbijeno-pukotinske izdani prelaze u prave pukotinske izdani.

Pri kartiranju podzemnih istražnih radova (+320, +260 i +160 m), ustanovljeni su brojni rasedi kao i veliki broj prslina i pukotina. Ipak, andezitske mase, svežije, ili hidrotermalno promenjene, koje srećemo u podzemnim istražnim radovima, po sličnim kriterijumima kao i na površini, svrstane su u slabo vodopropusne stene, mada lokalno mogu postojati znatne razlike u vodopropusnosti što zavisi od gustine i intenziteta raseda, pukotina i prslina.

Otvaranjem podzemnih istražnih radova, podzemne vode, koje su pripadale statičkim (vekovnim) rezervama, veštački su drenirane te je na taj način narušen prirodni režim podzemnih voda. Sve vode koje se sada ispumpavaju iz rudarskih radova pripadaju dinamičkim rezervama podzemnih voda, pošto se one obnavljaju infiltracijom padavina. Na taj način je oko rudarskih radova u ležištu Veliki Krivelj stvoren jedan široki konus depresije. Najniža kota konusa depresije sada je kota +80 m. To je ujedno kota dinamičkog nivoa podzemnih voda obzirom da statički nivo u domenu rudarskih radova više ne postoji.

Kao što je već rečeno, ležište „Veliki Krivelj“ je pretrpelo intenzivna tektonska naprezanja te je stenska masa jako oštećena, ispucala i frakturisana. Uočavaju se dva sistema raseda, prslina i pukotina koji su manje više upravni jedan na drugi. Jedan je sa azimutom pružanja 131-134° i on je nešto izraženiji u odnosu na drugi, koji ima pružanje 225-227°. Registrovanjem količine podzemnih voda ustanovljeno je da je najveći priliv bio na horizontu 260 m do 9,84 l/s. Na horizontu 320 m priliv je bio 0,966 l/s. Ova količina podzemnih voda sakupljala se iz hodnika na ovim horizontima. Koeficijent vodoobilnosti po jednom dužnom metru hodnika iznosio je:

- horizont 320 m ..... 0,012 l/min/m’
- horizont 260 m ..... 0,347 l/min/m’.

Velika razlika u vodoobilnost se može smatrati normalnom pojavom jer su gradijenti tečenja podzemnih voda prema hodnicima ka nižem horizontu veći. Otvaranjem nižih horizonta treba očekivati povećanje u količini podzemnih voda, naročito u prvo vreme, dok se ne izdreniraju statičke rezerve podzemnih voda. To se i potvrdilo otvaranjem horizonta 160 m, koji nije razrađen na celom ležištu već je samo jednim hodnikom ležište presečeno upravno na pružanje.

Karstni tip izdani, formiran je u krednim krečnjacima, koji izgrađuju terene SI, SZ i JI, od površinskog kopa. Istražnim bušenjem konstantovani su i ispod vulkanosedimentnih tvorevina, u kojima je formirano ležište (severozapadni deo ležišta). U severozapadnom obodnom delu ležišta, karstni izdani prihranjuju se pretežno infiltracijom atmosferskih voda, dok se dreniranje vrši preko vrela Kriveljske reke. Deo podzemnih voda gravitira prema ležištu „Veliki Krivelj“, duž raseda i pukotina.

Prihranjivanje karstnih izdani, severoistočnog i jugoistočnog oboda, vrši se infiltracijom atmosferskih voda, i iz površinskih voda Korkane i Sarake, u severoistočnom obodnom delu, kao i iz Oštreljske (Ruđine) Banjice, u jugoistočnom obodu. Dreniranje u graničnim izdanima se vrši preko više izvora na kontaktu sa vulkanskim stenama.

Zbijeni tip formiran je u aluvijalnim naslagama Kriveljske reke i njenih pritoka, kao i u okviru jalovišta rudnika bakra „Veliki Krivelj“. Prihranjivanje izdani u aluvijalnim nanosima, vrši se na račun atmosferskih padavina i podzemnih voda iz drugih tipova izdani. Izdani koje se formiraju u okviru, jalovišta su povremenog karaktera i prihranjuju se iz atmosferskih voda, tako da ne pružaju mogućnost za akumuliranje većih količina voda. U sušnim periodima ove naslage su uglavnom bezvodne.

2.4.7. Inženjersko geološke karakteristike ležišta

Ležište bakra „Veliki Krivelj“ izgrađeno je od hidrotermalno izmenjenih vulkanita i vulkanoklastita. Inženjerskogeološke karakteristike ležišta Veliki Krivelj zavise od litološko-petroloških karakteristika stenske mase i tektonskih odnosa unutar ležišta i bliže okoline. Od svih petroloških članova hidrote-rmalno izmenjene stene imaju najveće rasprostranjenje u okviru samog ležišta. Postrudna tektonika i prateći

procesi uticali su na konačno oblikovanje stenske mase u inženjerskogeološkom smislu. Prerudna, intrarudna i postrudna tektonika, uslovile su pojavu različitih sistema pukotina i raseda.

Silifikovani andeziti, po vrednostima parametara fizičko-mehaničkih svojstava, su slični impregnacionim rudnim telima. Monoliti silifikovanih andezita su kompaktni, čvrsti i ispresecani mrežastim pukotinama i prslinama. Pukotine su uglavnom kratke i ispunjene silicijom. Što se tiče stabilnosti kosina ili podzemnih prostorija silifikovani andeziti predstavljaju povoljnu radnu sredinu, sem slučajeva nepovoljnog pružanja pukotinskih sistema koji mogu stvoriti ispadajuće klinove.

Kaolinisani andeziti u svežem stanju imaju relativno očuvanu porfirsku strukturu i srednje vrednosti čvrstoće na pritisak i smicanje. Međutim, mnogo su češće partije kaolinisanog andezita koji sa inženjerskogeološkog gledišta predstavlja nepovoljnu radnu sredinu. Njihova neotpornost na uticaj vlage, mraza, temperaturnih promena i drugih egzogenih faktora uslovljava drastično smanjenje čvrstoće pri čemu dolazi i do prelaska u homogenu, plastičnu masu. Pri formiranju kosina etaža kaolinisani andeziti su jako nepostojani jer duž površi pukotina raseda i dolazi do odronjavanja i klizanja stenske mase. Egzogeni faktori još više utiču na smanjenje kohezije i ugla unutrašnjeg trenja jer se kaolinisani andeziti pretvaraju u kvaziplastičnu masu gde diskontinuitet (pukotine) gube značaj.

Biotitisani andeziti nastaju pri hidrotermalnim procesima obogaćenja kalijskom komponentom koja deluje i na salske i na femske minerale. U slučaju ležišta „Veliki Krivelj“ biotitizacijom su zahvaćeni fenokristali hornblende, a može doći i do potiskivanja osnovne mase biotitom gnezdaste forme. Biotitizacija utiče na smanjenje vrednosti parametara čvrstoće na pritisak, kohezije i ugla unutrašnjeg trenja. Biotitisani andeziti su nepostojani na uticaje egzogenih faktora, tako da vremenom dolazi do kaolinisanja pojedinih partija.

Limonitizacija najčešće nastaje u pripovršinskim delovima ležišta i to u zoni oksidacije gde se rasprostranjeni sulfidni minerali sa sadržajem gvožđa delom zamenjuju oksidima gvožđa. Limonitisani delovi se raspoznaju makroskopski i mikroskopski, a pukotine i prsline najčešće su pokrivene ili ispunjene limonitskom masom. Limonitizacijom stena gubi na čvrstoći i koheziju a u slučaju da dođe u dodir sa vodom prelaze u kvaziplastičnu masu.

Površinsko raspadanje, kao faktor oslabljenja fizičko-mehaničkih svojstava stene, utične na površinske i pripovršinske delove stenske mase do određene dubine. Debljina zone površinskog raspadanja se kreće od nekoliko do 30 m. Na brzinu napredovanja površinskog raspadanja utiče vrsta stene i sami egzogeni faktori, odnosno njihov intenzitet. Sloj ilovače na površini usporava proces degradacije stene. Površinsko raspadanje je naročito bitno kod veštački otkrivenih kosina, gde znatno utiče na pojavu nestabilnosti. U uslovima intenzivne eksploatacije do intenzivnije degradacije dolazi najčešće u kaolinisanim andezitima. Pod uticajem vlage oni se menjaju i zapažaju se pojave bubrenja.

Teren u domenu ležišta „Veliki Krivelj“ je pokriven, tako da nije bilo moguće meriti elemente pada diskontinuiteta. Podatke o diskontinuitetima moguće je dati samo na osnovu kartiranja jezgra bušotina, i podataka geološkog kartiranja podzemnih istražnih radova na sledećim horizontima: +320, +260 i +160 m. Statistička obrada podataka izmerenih planara, je detaljno prikazana u Elaboratu o rezervama (1978).

Na osnovu velikog broja podataka dobijenih merenjem planara, urađen je veliki broj konturnih dijagrama na osnovu kojih su izvedeni zaključci o tektonskom sklopu i inženjersko-geološkim karakteristikama ležišta „Veliki Krivelj“.

U ležištu „Veliki Krivelj“, izdvojene su uglavnom tenzione pukotine, ređe pukotine smicanja. Tenzione pukotine su uglavnom zapunjene sulfidima, sulfatima, kvarcom karbonatima, i zeolitima, mada se povremeno sreću i zjapeće pukotine. Širina pukotina je od nekoliko mm do 30 cm. Sem tektonskih diskontinuiteta, u primarnom delu kod slabije izmenjenih andezita, primetne su ravni lučenja, koje se u izmenjenim andezitima ne primećuju. Pojava relaksacionih pukotina vezana je za efekat oslobađanja napona, a naknadni iskop, izazvaće stvaranje novih. Tanje pukotine (prsline) su uglavnom mrežaste. Kartiranjem jezgra bušotina i podzemnih istražnih radova, uočeno je nekoliko ustaljenih familija pukotina - subvertikalne sa padom 85-90°, strme sa padom od oko 60° i blaže nagnute pod uglom 30°.

Rasedne zone su, takođe, ustanovljene kartiranjem jezgra bušotina, i podzemnih istražnih radova, i uglavnom ih izgrađuje kaolinisana i jako zdrobljena stena. Postojanje rasednih zona je još više intenziviralo

proces degradacije osnovne stene, pa se u nekim slučajevima ne može odrediti osnovna stena. U nekim rasednim zonama prisutne su partije plastične gline koja ima svojstvo bubrenja. U rasednim zonama, sem tektoniziranog zdrobljenog materijala, uočene su i zaglinjene kvaziplastične mase, koje su takođe nosioci mineralizacije - orudnjenja. Svi izmereni planarni elementi ukazuju da je pad raseda uglavnom strm, od 60-900, najčešće oko 800. Rasedni i pukotinski sistemi su bili glavni putevi kojima su se kretali hidrotermalni rastvori i predstavljaju jedan od glavnih činilaca pri stvaranju orudnjenja.

2.4.8. Istražni radovi

Detaljna istraživanja ležišta bakra „Veliki Krivelj“, započeta su 1961. i vršena su do sredine 1998. godine, bušenjem 303 istražnih bušotina (pri čemu je izbušeno ukupno 95.213 m) i izradom rudarskih istražnih radova (tri potkopa sa smernim i poprečnim hodnicima, ukupne dužine 19.387 m, i dva okna, ukupne dužine (dubine) 360 m.

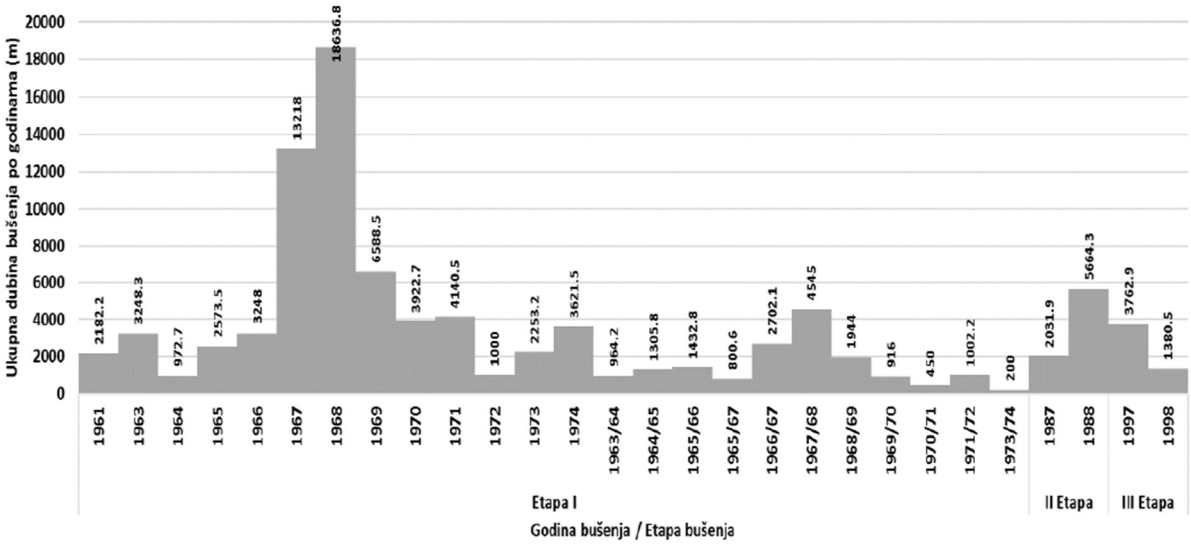
Tokom više od pola veka istraživanja ležišta bakra „Veliki Krivelj“ primenjivana je manje-više ista metodika: ležište je istraženo po vertikalnim presecima. Rudno telo je istraženo prvenstveno istražnim bušenjem sa površine terena (vertikalnim bušotinama), kao i izradom rudarskih istražnih radova. Uobičajeni geološki radovi pratili su (preciznije „obuhvatali“) istražno bušenje i rudarske istražne radove, tako što su im prethodili (projekat), izvođeni istovremeno (geološko praćenje i usmeravanje istražnog bušenja i rudarskih radova, kartiranje i oprobavanje) i nastavljani posle njih (izrada izveštaja i elaborata).

2.4.8.1 Opis istražnih radova

Istražno bušenje

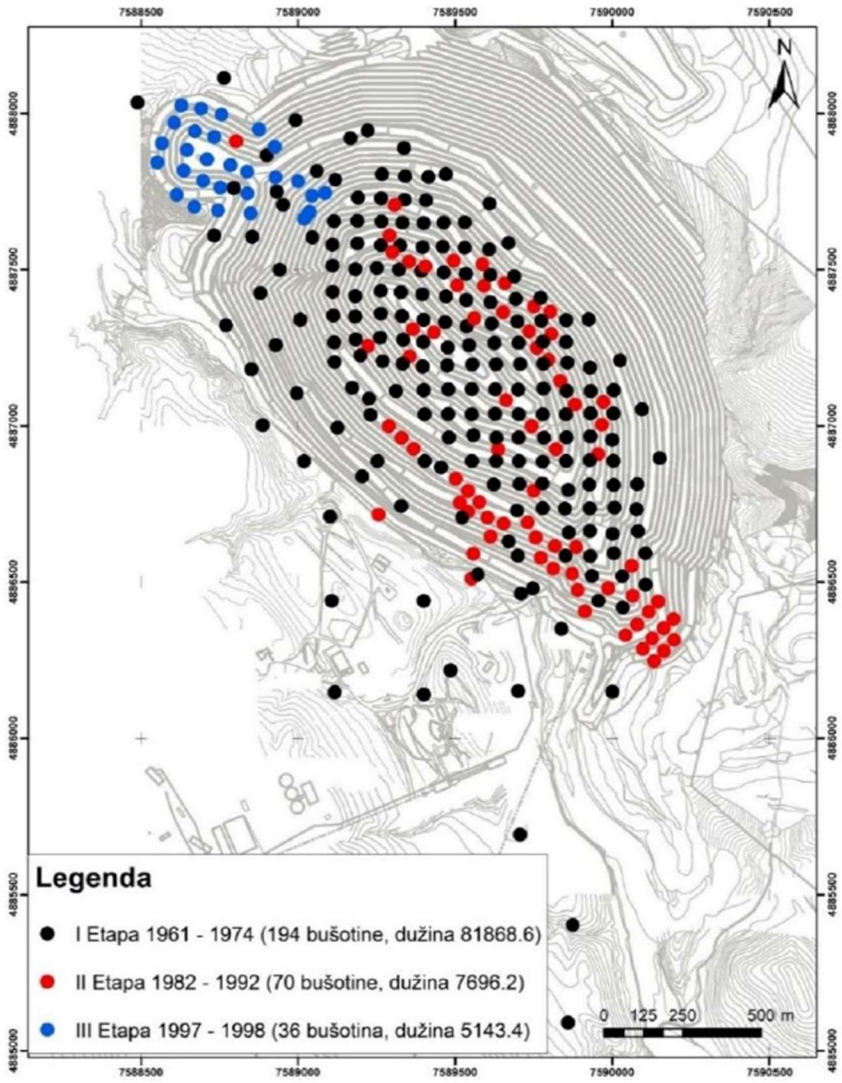
Istraživanje ležište bakra „Veliki Krivelj“ bušenjem rađeno je u periodu od 1961. godine do 1998. godine, u tri vremenski različite faze - etape (slike 2.13. i 2.14.):

- Prva etapa obuhvata bušotine bušene u periodu od 1961. godine do 1974. godine;
- Druga etapa obuhvata bušotine izbušene u periodu od 1982. do kraja 1992. godine;
- Treća etapa obuhvata bušotine bušene sa površine, u 1997-1998. godini.



Slika 2.13. Pregledni dijagram istražnog bušenja u ležištu bakra Veliki Krivelj

U tom periodu, od 1961. do 1998. godine, ležišta bakra „Veliki Krivelj“ je detaljno istraženo vertikalnim istražnim bušotinama sa jezgrovanjem pri čemu su ukupno izbušene 300 bušotina, odnosno 94708.2 m bušenja.



Slika 2.14. *Pregledna karta istražnog bušenja u ležištu bakra Veliki Krivelj*

U prvoj fazi istraživanja (1961-1974.), izbušeno je ukupno 194 bušotina, odnosno 81868,6 m bušenja, po mreži 300x300, 150x150 i 75x75 m. Maksimalna dubina bušotina bila je 814 m, tako da je nabušena mineralizacija bakra. Potvrđena je potencijalnost u pogledu pronalaska ekonomskih koncentracija rude bakra, porfirskog tipa. Ovim istraživanjima utvrđeno je postojanje ležišta bakra „Veliki Krivelj“, u hidrotermalno izmenjenoj zoni rudnog polja Veliki Krivelj.

U drugoj fazi istraživanja (1982-1992.) istražno bušenje je vršeno u okviru ležišta i imalo je za cilj da se pojasne tehnološke karakteristike rude u delu ležišta, koje nisu bile dovoljno pouzdano definisane prethodnim istraživanjima. Maksimalna dubina bušotina bila je 356.7 m. U ovoj etapi izbušene su 70 bušotine, odnosno 7.696,2 m bušenja.

U trećoj fazi (1997-1998.) izbušeno je ukupno 39 bušotina, odnosno 5.400 m bušenja. Maksimalna dubina bušotina iznosila je 333 m. U ovoj etapi izbušene su 36 bušotine, odnosno 5143.4 m bušenja. Bušenjem bušotina treće etape, istraživan je prostor severozapadnog dela ležišta bakra „Veliki Krivelj“, na lokalitetu „Mali Čoka Trailo“.

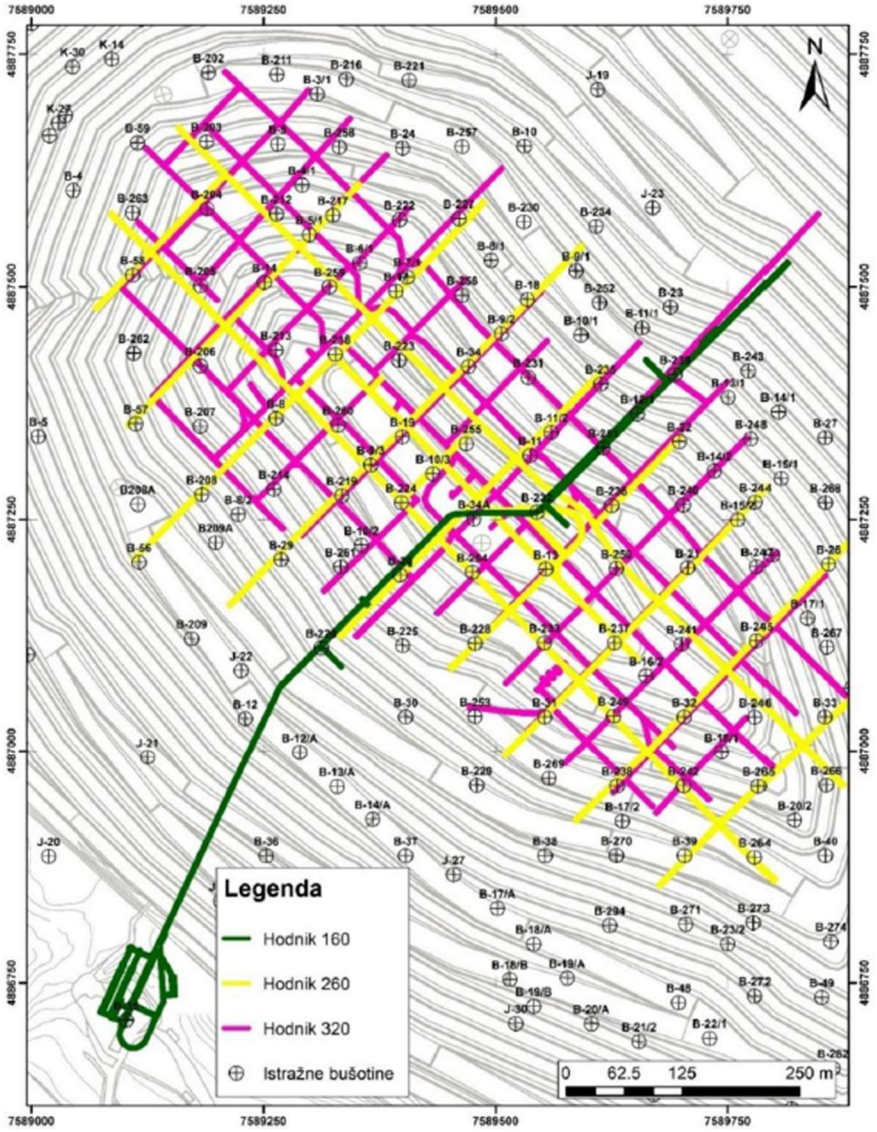
U svim fazama istražnog bušenja nije uvek merena devijacija bušotina. Na bušotinama, gde je merena devijacija prvo merenje je izvršeno na stotom metru, a dalja merenja su vršena na svakih 50 metara.

Geološki istražni radovi

Geološki radovi pri istraživanju ležišta bakra „Veliki Krivelj“, odnose se uglavnom na geološko kartiranje površine terena, praćenje, usmeravanje i geološko kartiranje istražnih bušotina, njihovo oprobavanje i interpretaciju dobijenih rezultata, te izradu geoloških karata i izradu preseka (profila) ležišta, okonturivanje ležišta, proračun rudnih rezervi itd. U geološke radove treba ubrojiti i projektovanje svih istražnih radova, izradu izveštaja i elaborata, te sintezu podataka na osnovu kojih su urađeni geološki profili (preseci) i geološke karte. Iz istražnih bušotina uzete su probe, koje su analizirane u laboratorijama Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor (hemijska ispitivanja, mineraloško-petrološka, tehnološka i geomehanička ispitivanja.

Rudarski istražni radovi

Rudarski istražni radovi su izvedeni 1965. godine. Izrađena su tri potkopa, na nivou +320, +260 i +160 m (slika 2.15), iz kojih su rađeni istražni hodnici, ukupne dužine 19.387 m. Ukupno je na nivou +320 m urađeno 11.292 m istražnih rudarskih radova, po mreži 55x60 m. Istražni hodnici iz potkopa na nivou +260 m urađeni su po mreži 100x100 m, ukupne dužine 6.364 m. Na nivou +160 m ukupno je urađeno 1.701 m istražnih podzemnih radova.



Slika 2.15. Plan istražnih hodnika sa istražnim bušotinama u ležištu bakra Veliki Krivelj

Otvaranje potkopa na nivoima +260 i +160 m izvršeno je preko dva okna i to jednog centralnog (okno br. 2), dubine 120 m, i jednog perifernog (okno br. 1), dubine 180 m. Takođe, urađeno je jedno vetreno okno, dubine 60 m, između ova dva potkopa. Istražna okna bila su tako locirana da bi omogućila nesmetano dalje istraživanje dubljih delova ležišta, i da se istovremeno započne sa eksploatacijom ležišta u višim delovima. Zato je i okno br. 2 bilo u centralnom delu, kako bi se preko njega ujedno i odvodnjavao površinski kop, a okno br. 1 je bilo periferno, tako da je moglo da se produbljuje za istraživanja po dubini i prekategorizaciju rezervi.

Svi rudarski istražni radovi sistematski su geološki praćeni i dokumentovani – geološkim kartiranjem, oprobavanjem, uzimanjem uzoraka za mikroskopska i geotehnička ispitivanja kao i uzoraka za tehnološka laboratorijska i poluindustrijska ispitivanja.

Geohemijska prospekcija

Geohemijska prospekcija u rudnom polju Veliki Krivelj izvođena je u više navrata, od 1959. do 1962. godine. Izvedene su osnovna (1962) i detaljna (1959) geohemijska prospekcija primarnih i sekundarnih oreola rasejavanja. Dobijeni su sekundarni oreoli rasejavanja bakra i drugih indikatorskih elemenata (Pb, Mo, Zn, Ag, Co i Sb) koji ukazuju na mineralizaciju porfirskog tipa.

Geofizička ispitivanja

Prva geofizička ispitivanja u TMK-a izvedena su neposredno pred Drugi svetski rat prime-nom metode SP, pri čemu su za potrebe Francuza ova ispitivanja izvodile strane kompanije. Geo-fizička ispitivanja nastavljena su 1949. godine od strane prof. O. Meisser-a, metodom sopstvenog električnog potencijala (SEP) i geomagnetnom metodom.

U hidrotermalno izmenjenoj zoni rudnog polja Veliki Krivelj, u periodu od 1959. do 1974. godine, vršena su geofizička ispitivanja primenom sledećih metoda: sopstvenog električnog potencijala (SEP), izazvane polarizacije (IP) i gravimetrijsko-geomagnetno merenje. U fazi istraživanja pored navedenih metoda, primenjena je i metoda električnog karotaža bušotina, merenjem sopstvenog potencijala, električnog otpora i izazvane polarizacije, kao i primena gama selektivnog karotaža.

Istraživanje ležišta bakra „Veliki Krivelj“ izvedeno je istražnim bušenjem sa površine terena i istražnim rudarskim radovima, te se primenjene metode oprobavanja svode na oprobavanje istražnih bušotina i istražnih rudarskih radova, kao i kontrolno oprobavanje eksploatacionih bušotina koje se izvode u fazi eksploatacije.

2.4.8.2 Metode oprobavanja

Dužinski intervali oprobavanja jezgra iz bušotina bili su: 2 m, 3 m, 5 m i 10 m. Svaka pojedinačna proba analizirana je na Cu i uglavnom na S. Sjedinjavanjem pojedinačnih proba, sa dužinskih intervala od 10 m, 15 m i 20 m, formirane su kompozitne probe koje su analizirane na Au i Ag, povremeno na Pb, Mo, Fe3O4, As, Zn, Cu-ox i Al2O3, a spektrohemijski na Mo, As, Ag i Pb (tabela 2.2.).

Tabela 2.2. Pregled broja uzetih proba iz ležišta bakra Veliki Krivelj, po fazama i vrsti ispitivanja

Godina istraživanja	Broj proba, po vrstama ispitivanja:			
	Hemijska	Mineraloška - petrološka	Fizičko-mehanička	Tehnološka
A	B	C	D	E
1961-1974.	26.359	690+1.850	72	13
1982-1992.	2.500	-	-	7
1997-1998.	2.549	-	-	-
Ukupno	**31.408**	**690+1.850**	**72**	**20**

Oprobavanje istražnih hodnika uglavnom je obavljeno metodom horizontalne neprekidne brazde profila 5 x10 cm x 2 m, a povremeno i vertikalnom neprekidnom brazdom. Masa početne probe horizontalne neprekidne brazde iznosila je oko 20 kg, a vertikalne oko 10 kg. Početna proba je usit-njavana i skraćivana četvrtanjem do mase oko 5-10 kg i analizirana na Cu, S, Au i Ag (tabela 2.2.).

Oprobavanje nabušenog materijala (kupe), eksploatacionih bušotina, izvodi se kombinovanjem metoda brazde i tačkaste metode, kada se dobije proba mase oko 4 kg i analizira na ukupni Cu, a povremeno i na S, Fe3O4, Mo i Cu-ox (tabela 2.2).

Iz tabele 2.2. se vidi da je tokom detaljnih istraživanja ležišta bakra „Veliki Krivelj“, od 1961. do 1998. godine, uzeto ukupno 31.408 proba iz istražnih bušotina i rudarskih istražnih radova (potkopa), za potrebe ispitivanja hemijskog sastava. Pri geološkom kartiranju jezgra bušotine i hodnika potkopa, uzimane su probe za mineraloško-petrološka ispitivanja, od čega je determinisano 690 rudnih preparata i 1.850 petroloških, kao i 52 probe iz istražnih rudarskih radova, od kojih su formirana 20 uzorka za potrebe ispitivanja tehnoloških karakteristika rude. Iz sva tri istražna rudarska rada, za potrebe ispitivanja fizičko-mehaničkih karakteristika stenskih masa, uzete su 72 probe (tabela 2.2).

Rezultati mineraloško-petroloških ispitivanja

Pri geološkom kartiranju jezgra istražnih bušotina uzimani su reprezentativni uzorci za Na osnovu rudno-mikroskopskih određivanja, determinisani su sledeći rudni minerali: pirit (FeS2), halkopirit (CuFeS2), kovelin (CuS), halkozin (Cu2S, slika 2.16), magnetit (Fe3O4), hematit (Fe2O3), rutil (TiO2), limonit (Fe2O3xH2O), pirotin (Fe1-xS), bornit (Cu5FeS4), enargit (Cu3AsS4), tetraedrit (Cu12Sb4S13), sfalerit (ZnS), galenit (PbS), molibdenit (MoS2), valerit [CuFeS2(Mg,Fe,Al)(OH)2-3], kubanit (CuFe2S3), malahit [CuCO3 (OH)2], azurit [2CuCO3 (OH)2], tenorit (CuO) i samorodni bakar (Cu). Od minerala jalovine konstatovani su: anhidrit (CaSO4), kalcit (CaCO3) i kvarc (SiO2).



Masivna mineralizacija pirita i halkopirita, sa halkozinom i kovelinom

Tipična porfirska mineralizacija sa sitnim uprskanjima pirita i halkopirita

***Slika 2.16.** Makroskopski izgled rude iz ležišta „Veliki Krivelj“*

Rezultati fizičko-mehaničkih ispitivanja

Za određivanje fizičko-mehaničkih, deformacionih, mineraloških i hemijskih osobina rude i stenskih masa, izvršena su ispitivanja na 72 uzoraka, koji su uzeti iz istražnih rudarskih radova (potkopi +320 m, +260 m i +160 m). Ispitivanja su vršena na: hidrotermalno izmenjenim stenama, kvarcdiorit porfiritima, hornblenda biotitskim andezitima i skarnovima. Fizičko-mehaničke karakteristike stena klasifikovanih, na bazi geološkog opisa, po izdvojenim radnim sredinama prikazane su u tabeli 2.3.

***Tabela 2.3**. Rezultati fizičko-mehaničkih ispitivanja uzoraka radnih sredina, iz ležišta bakra Veliki Krivelj*

Radna sredina	Zapreminska težina γ_z (kN/m^3)	Jednoosna otpornost na pritisak σ_p (Mpa)	Otpornost na zatezanje σ_z (Mpa)	Kohezija τ_c (Mpa)	Ugao unutrašnjeg trenja φ (°)
A	B	C	D	E	F
Hidrotermalno izmenjene stene	25,21	52,87	6,37	10,07	50,00
Kvarcdiorit porfirit	24,86	49,46	5,96	10,61	51,00
Hornblenda biotitiski andezit	25,64	80,65	8,50	13,38	52,00
Skarn	25,18	47,97	5,95	9,43	50,00

Rezultati hemijskih ispitivanja proba iz istražnih bušotina

U toku istražnog bušenja, od jezgra iz svake bušotine, i iz hodnika potkopa (levi i desni bokovi) uzimane su probe rude iz ležišta bakra „Veliki Krivelj“. Hemijska ispitivanja obuhvatila su određivanje procentualnog učešća: Cu, S, Au, Ag, i povremeno Pb, Mo, Fe3O4, As, Zn, Cu-ox i Al2O3. Hemijska ispitivanja sadržaja Cu i uglavnom S, izvršena su na svim pojedinačnim probama, koje su uzete iz istražnih bušotina. Kompozitne probe uglavnom su analizirane na Au, Ag, povremeno na Pb, Mo, Fe3O4, As, Zn, Cu-ox i Al2O3, a spektrohemijski na Mo, As, Ag i Pb. Hemijska ispitivanja sadržaja Cu i S izvršena su na svim pojedinačnim probama uzetim iz rudarskih istražnih radova, a u nešto manjem obimu i ispitivanje sadržaja Au i Ag. Ukupan broj izvršenih hemijskih analiza proba iz ležišta, iz svih perioda istraživanja, prikazani su u tabeli 2.4.

Tabela 2.4. Broj hemijskih analiza proba iz ležišta bakra Veliki Krivelj

Period istraživanja	Vrsta analize	Broj pojedinačnih, kompozitnih i spektrohemijskih proba
1961-1998. (ukupno)	Cu (%)	31.408
	S (%)	29.073
	Au (g/t)	5.741
	Ag (g/t)	9.099
	Pb (%)	3.873
	Mo (g/t)	4.078
	Fe_3O_4 (%)	305
	Zn (%)	143
	As (%)	398
	Al_2O_3 (%)	96
	Cu-ox (%)	209

2.4.9. Geološki resursi

Prema Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenje evidencije o njima (Sl. List SFRJ 53/79, skraćeno Pravilnik o rezervama), odnosno na bazi zajedničkih kriterijuma za utvrđivanje i razvrstavanje rezervi čvrstih mineralnih sirovina u kategorije i klase i načina evidentiranja rezervi, kao i posebnih kriterijuma za utvrđivanje i razvrstavanje rezervi bakra u kategorije i klase, rudne rezerve ležišta bakra „Veliki Krivelj je uvršteno u prvu grupu ležišta gde se uvršćuju: „Ležišta, odnosno rudna tela bakra porfirskog tipa, veoma velikih do velikih razmera, izometrijskog oblika kod kojih je raspodela bakra ravnomerna do neravnomerna“.

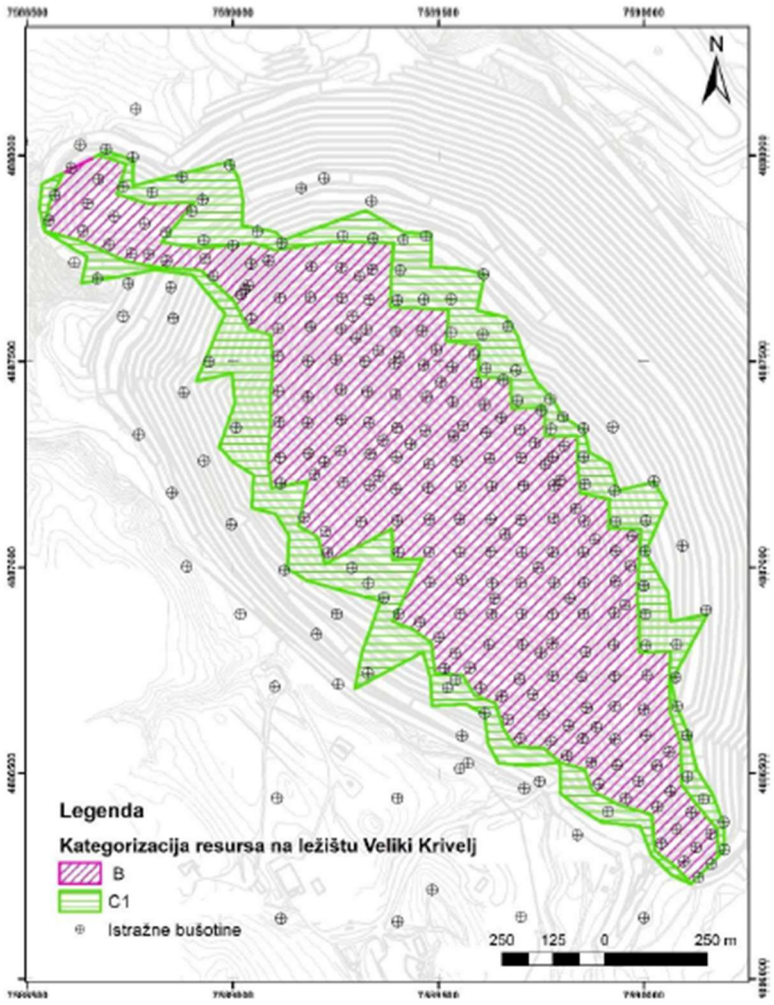
Maksimalna rastojanja istražnih radova za ovu grupu ležišta su: kod A kategorije 100x100 m, kod B kategorije 150x150 m i kod C1 kategorije 200x200 m. Ležište bakra „Veliki Krivelj“ istraženo je istražnim bušenjem sa površine terena, u osnovi kvadratnom mrežom bušotina približno 75x75 m. Merenje devijacije bušotina vršeno je samo za jedan deo izbušenih bušotina (u periodu 1968-1978., oko 30-40% ukupno izbušenih bušotina u ležištu „Veliki Krivelj“). Procenat izvađenog jezgra kretao se od 70-80%.

Zbog prethodno navedenih činjenica, kao i činjenice da je u međuvremenu došlo do promena usled pojave klizišta na istočnom i severoistočnom obodu površinskog kopa (što je uslovilo pomeranje orudnjenih i jalovinskih stenskih masa u prostoru), i da su rezerve u južnom i zapadnom delu kopa na prostoru graničnih istražnih bušotina u većem obimu otkopane, rudne rezerve ležišta bakra „Veliki Krivelj“ trebalo bi uvrstiti u nižu kategoriju u odnosu na predviđena rastojanja istražnih radova za određene kategorije. Imajući u vidu da su rastojanja bušotina, koje su Pravilnikom o rezervama za ležišta prve grupe predviđena za „B“ i „C1“ kategoriju rudnih rezervi, predlaže se:

- U rezerve "B" kategorije uvršćene su sve količine između pozitivnih bušotina, (koje zadovoljavaju uslov predviđenih rastojanja za ovu kategoriju) po dubini do dna bušotina, odnosno maksimalno do kote −100 m, ukoliko im je dužina veća.
- U rezerve "C1" kategorije uvršćuju se preostale utvrđene količine rude, koje zadovoljavaju Pravilnikom o rezervama predviđena rastojanja.

- U rezerve ''C1'' kategorije svrstane su i rezerve koje se javljaju u vidu izdvojenih mugli, uglavnom u pripovršinskim delovima ležišta, i ako rastojanja između istražnih radova odgovaraju rezervama ''B'' kategorije. Ovaj pristup je prihvaćen, pošto je mineralizacija sekundarnog tipa, a iskustveno je poznato da poseduje nepovoljne tehnološke karakteristike, koje u fazi istraživanja nisu ispitane.

Na osnovu utvrđenih parametara, tehno-ekonomskom analizom dokazanih, u bilansnu klasu, su uvrštene sve rezerve u ležištu do kote -100 m, odnosno, do krajnje dubine projektovanog kopa. Kategorizacija resursa je data na slici 2.17., a geološki resursi su računati u konturi graničnog sadržaja za Cu od 0,15%, i dati su u tabeli 2.5. prema odgovarajućoj kategoriji.



Slika 2.17. Plan rezervi B (roze) i C1 (zeleno) kategorije u ležištu bakra Veliki Krivelj (Elaborat o rezervama, IRM Bor, 2010)

Tabela 2.5. Geološki resursi ležišta bakra Veliki Krivelj, u konturi cut-off 0,15% Cu

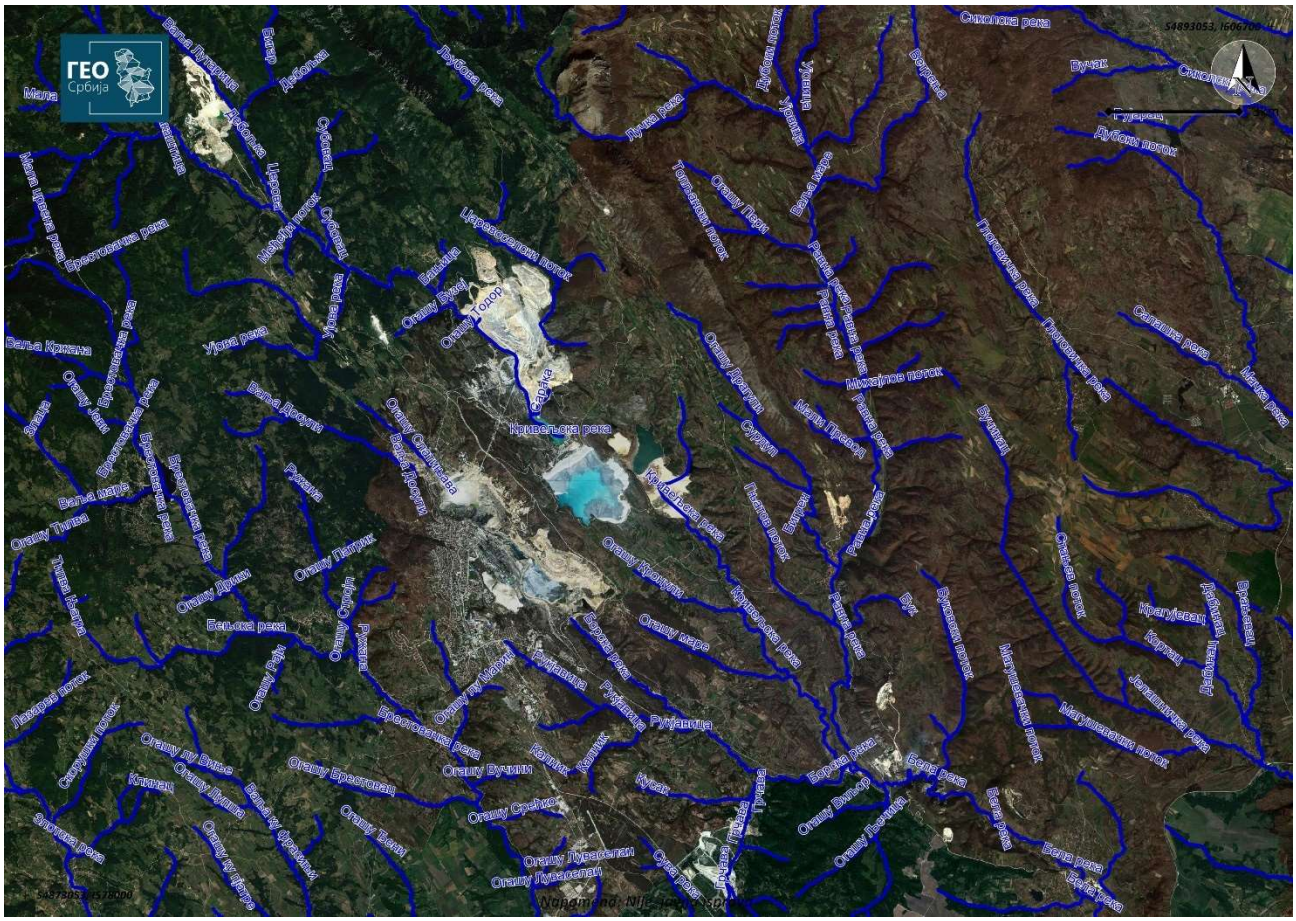
Kate-gorija	Količina rude (t)	Srednji sadržaj Cu (%)	Količina Cu (t)	Srednji sadržaj S (%)	Količina S (t)	Srednji sadržaj Au (g/t)	Količina Au (kg)	Srednji sadržaj Ag (g/t)	Količina Ag (kg)	Srednji sadržaj Mo (g/t)	Količina Mo (kg)
A	B		C		D		E		F		G
B	364.663.299	0,347	1.266.014	4,859	17.718.519	0,061	22.073	0,266	97.090	16,044	5.850.508
C1	109.627.786	0,244	267.807	6,962	7.632.200	0,039	4.270	0,188	20.631	14,625	1.603.293
B+C1	474.291.085	0,323	1.533.821	5,345	25.350.719	0,056	26.343	0,248	117.721	15,716	7.453.802

2.5. Hidrološke karakteristike terena i izvorišta vodosnabdevanja

Šire područje posmatranog područja, u hidrološkom smislu, pripada slivu Bele reke, a generalno slivu Timoka, odnosno Dunava. Belu reku zajedno čine, Ravna reka u koju se, jugozapadno od krečane Zagrađe, ulivaju Kriveljska i Borska reka. U Kriveljsku reku se uliva Saraka potok. U ove reke, od kojih nastaje Bela reka, se uliva veći broj manjih, stalnih i povremenih vodotokova. Svi ovi vodeni tokovi su bogati vodom, a u kišnom periodu su bujičnog karaktera. Na slici 2.18. je prikazane hidrogeološka karta područja.

Kriveljska reka nastaje od Crvene reke i Velike Sakaštice kod Cerova i daljim svojim vodotokom prihvata okolne manje vodotoke. Kriveljska reka svojim vodotokom prolazi kroz naselje Krivelj i duž jugozapadne granice prolazi pored površinskog kopa Veliki Krivelj gde ulazi u kolektor reke i prolazi ispod flotacijskog jalovište gde kod naselja Oštrelj nastavlja svoj vodotok do uliva u Belu reku.

Borska reka nastaje severno od grada Bora u blizini naselja Brezonik. Tok Borske reke je zbog proširenja grada Bora usmeren u devijaciju, tj. tunel kojim se Borska reka uliva u Kriveljsku reku. Starim tokom Borske reke, tj ispod samog grada Bora, teku atmosferske vode i otpadne komunalne vode grada Bora. Nakon spajanja Borske reke sa Kriveljskom nastavljaju svoj tok do krečane Zagrađe gde se ulivaju u Belu reku, i dalje nastavlja svoj tok ka Timoku.



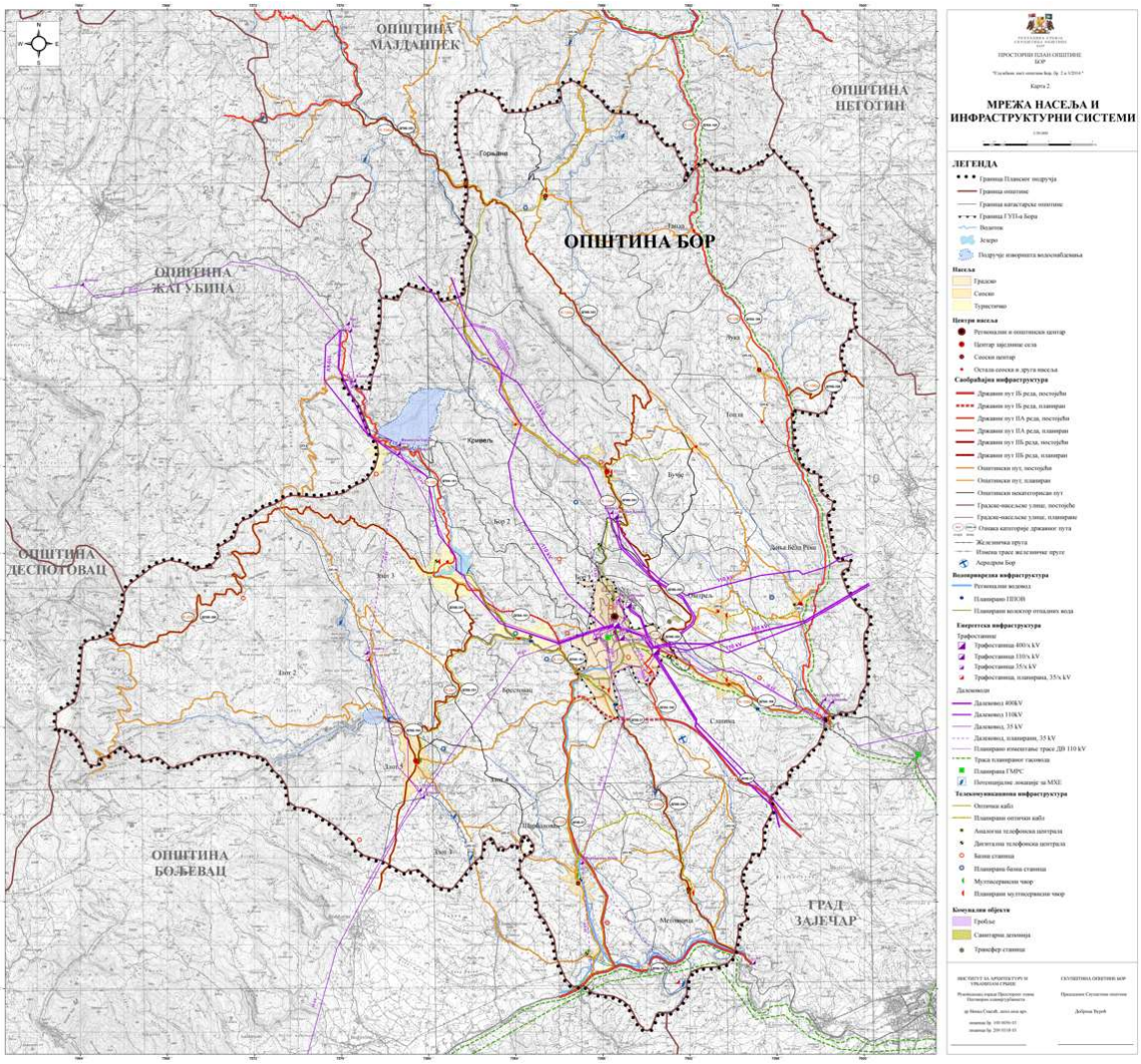
Slika 2.18. Hidrografsku mrežu šireg područja površinskog kopa Veliki Krivelj

Snabdevanje vodom naselja na području Prostornog plana obezbeđuje se preko više lokalnih i gradskih vodovoda (od kojih neki imaju karakter manjih regionalnih sistema – Knjaževac, Zaječar, Bor, Negotin, Majdanpek) koji podmiruju i potrebe pojedinih seoskih naselja. Opština Bor sa okolnim naseljima (Jezero, Banja, Slatina, Brestovac, Zlot, Bela Reka, Oštrelj, Krivelj) se snabdeva sa izvorišta Zlot, Surdup, Krivelj , izvorište Bogovina (slika 2.19).

Vodovodna infrastruktura u opštini Bor prerasla je vremenom u Borski vodovodni subsistem, kao deo Podsistema Crnog Timoka, a u okviru Prostornog plana Republike Srbije planiranog Timočkog regionalnog sistema za snabdevanje naselja vodom.

Borski vodovodni subsistem je već dobio približno konačnu konfiguraciju. Čine ga izvorišta i dovodi iz tri pravca na području Opštine (Zlotski, Kriveljski i Surdupski) i četvrti iz kaptiranog vrela Mrljiš na području buduće akumulacije Bogovina. Time je urađena prelazna faza tog subsistema, sa visokom obezbeđenošću snabdevanja od preko 97%. Završetak tog podsistema je povezan sa realizacijom akumulacije Bogovina, čime će Podsistem Crnog Timoka postati jedan od najpozudanijih sistema za snabdevanje vodom u Srbiji.

(1) Zlotski dovod, koji doprema vodu sa Beljavinskih vrela (Gaura Mare, Gaura Mika, Rnić i Meljanić), čiji je kapacitet u malovođu oko 110 L/s, kao i iz Zlotskog vrela kapaciteta (10÷60) L/s. Preko PS Sekundarna i PS Primarna voda se prebacuje do rezervoara / prekidne komore. Prihvatna (hidraulička stabilnost se na tom kraku dovoda obezbeđuje sa još tri prekidne komore), a odatle do PK Raspodelna. Ta prekidna komora je vrlo bitna za oba sistema – Borski vodovodni podsistem i Timočki rečni sistem – jer se u njoj voda raspodeljuje u dva pravca: (a) prema vodovodu Bora i (b) ka Borskom jezeru, da bi se povećao bilans zahvaćenih voda u toj akumulaciji, kao i za dopunu snabdevanja turističkog naselja, koje vodu dobija iz dosta oskudnog vrela Zlace; krak dovoda koji vodi prema gradu uvodi se u gradski distribucioni rezervoar Topovske šupe, iz koga se uvodi u distribucioni sistem grada;



Slika 2.19. Prostorni plan opštine Bor sa prikazom područja izvorišta snabdevanja

(2) Kriveljski dovod se oslanja na vrelo Kriveljska Banjica pored naselja Veliki Krivelj; odatle se voda cevovodom dovodi do rezervoara Krivelj, odakle se preko PS Krivelj cevovodima Ø 350 i Ø 400mm doprema do distribucionog rezervoara R Tilva Mika i preko njega uvodi u sistem;

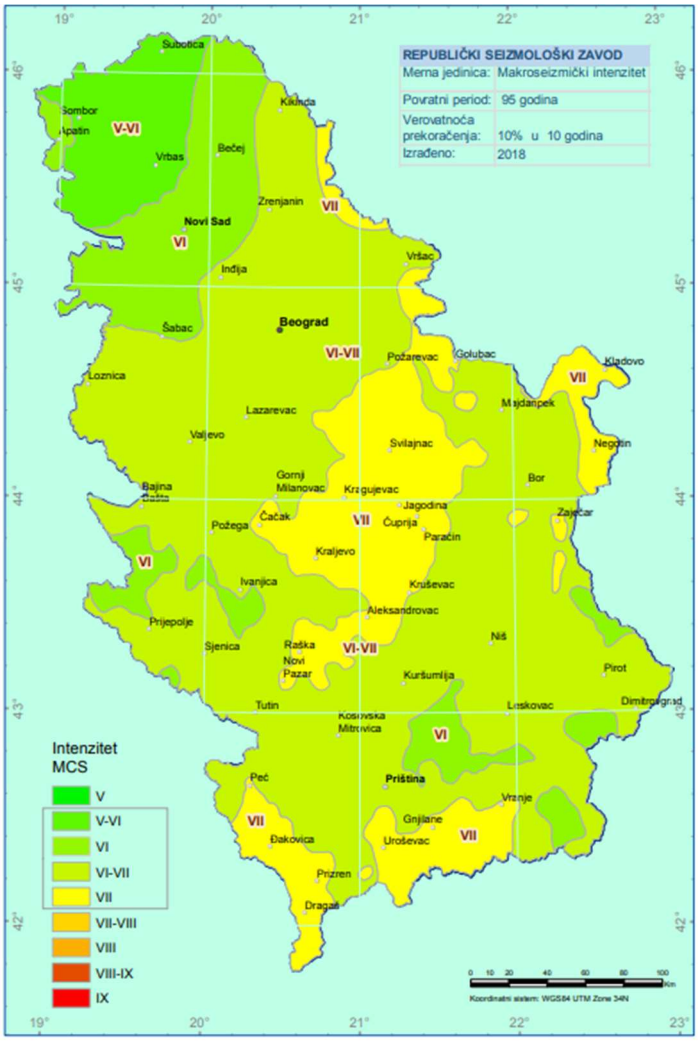
(3) Surdupski dovod se oslanja na vrelo Surdup, oko 8 km istočno od grada; uz vrelo je izgrađen sabirni rezervoar i pumpna stanica, preko koje se potisnim cevovodom Ø 350 mm voda potiskuje ka prekidnoj komori Mare; iz te PK voda se preko gravitacionog cevovoda Ø 350 mm upućuje prema rezervoaru Tilva Mika, i dalje prema distributivnom sistemu; na taj način rezervoar Tilva Mika reguliše dotoke iz pravaca Krivelj i Surdup;

(4) Dovod Bogovina, realizovan u leto 2002. godine kao prelazno rešenje, izuzetno je važan za pouzdano funkcionisanje Borskog vodovodnog podsistema; naslanja se na izvorište Mrljiš sa 4 kaptažna bunara iz kojih se voda potisnim cevovodom (Ø550 mm, L=14,70 km) potiskuje u R "Selište"; iz R "Selište" se voda cevovodom (Ø 500 mm, L=4,10 km) gravitacijom upućuje u R Šarbanovac, odakle se preko PS cevovodima Ø500mm potiskuje najpre do PK Čoka Mošulj, a zatim Izvorište Surdup dalje do rezervoara R "Topovske šupe"; uloga tog rezervoara je da prihvati i reguliše vode koje se dovode iz pravca Zlot i Bogovina i uvede ih u distributivni sistem Borskog vodovoda; sadašnji računski kapacitet dovodnog kraka Bogovina iznosi oko 170 L/s i taj krak je od izuzetne važnosti za pouzdano snabdevanje vodom Bora i za ekološki prihvatljivu eksploataciju ostalih izvorišta, bez nadeksploatacije.

Snabdevanje vodom naselja Bučje obezbeđuje dvojako, deo sela Bučje je priključeno na gradski vodovod 90 priključaka, a ostatak se snabdeva vodom iz individualnih seoskih vodovoda.

2.6. Seizmološke karakteristike

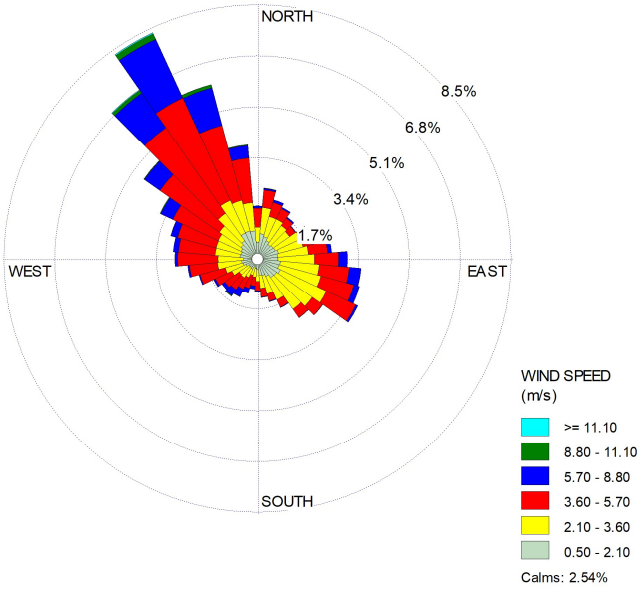
Prema priloženoj seizmološkoj karti Srbije, slika 2.20 za povratni period od 100 godina, na području PK Veliki Krivelj može se očekivati maksimalan zemljotres od VI-VII stepeni Merkalijeve skale.



Slika 2.20. Seizmološka karta Srbije

2.7. Klimatske karakteristike

Mikroklimatske specifičnosti posmatranog prostora su preuzete sa meteorološke stanice Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor. U meteorološkoj stanici merena je čestina (učestanost), brzina i pravac vetrova. U Boru i okolini najčešća su zapadno-severozapadna strujanja, a zatim istočna, jugoistočna i zapadna. Ovi vetrovi su u svim godišnjim dobima pa i po mesecima najčešći. Najveće srednje brzine se javljaju kod zapadno-severozapadnih strujanja. Na slici 2.21. prikazana je ruža vetrova za period 2017. do 2021. godine.



Slika 2.21. Ruža vetrova za period 2017. do 2021. godina, meteorološka stanica Bor

U Boru i okolini srednja godišnja temperatura vazduha iznosi +11 ˚C što odgovara nadmorskoj visini na kojoj se područje nalazi. Prema merenjima koje su vršena u meteorološkoj stanici Bor za posmatrani period srednja mesečna temperatura za posmatrani period je najniža u mesecu januaru i februaru. Najtopliji meseci su juli i avgust sa srednjom temperaturom vazduha 22,3 ˚C i 22,6 ˚C.

Prosečne mesečne i godišnje temperature vazduha u Boru za 2003 - 2021. godinu prikazane su u tabeli 2.6.

Tabela 2.6. Prikaz srednjih mesečnih temperatura vazduha za 2003 - 2021 god.

T srednje (˚C)	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Sred. God.
2003	-1.2	-4.2	4.6	9.4	19.2	22.2	21.7	24.5	15.4	8.7	6.5	0.5	10.6
2004	-2.6	1.7		11.3	14.1	19.6	21.8	21.1	15.7	12.1	5.8	1.2	11.1
2005	1.2	-2.7	3.6	10.4	16	18.4	22.0		16.7	10.2	3.6	0.9	9.1
2006		-0.8	4.3	10.7	15.4	17.3	21.6	19.8	10	12.3	6.1	2.9	10.9
2007	5.4	3.9	7.3	12.8	17	21.4	24.7	21.9	14.7	9.4	3.1	-0.9	11.7
2008	-1.9		7.6	12	17	20.8	21.6	23.2	15	11.9	5.4	0.9	12.1
2009	-1	0.4	5.1	12	17.2	19.3	21.9	21.9	17.4	10.4	7.6	1.1	11.1
2010	-3	-0.1	5	12	15.9	19.5	22.2	22.9	16.3	7.4	9.2	-1.1	10.5
2011	-0.1	-1.1	4.5	12	15.5	19.9	21.8	22.4	20.3	10	2.6	2.8	10.9
2012	-0.5	-5.1	7.7	12.5	15.7	22.3	25.1	23.6	19.3	11.6	7	-1.1	11.5
2013	0.1	1.6	3.2	12.9	17.5	19.9	22.5	23.7	15.7	11.4	6.8	0.1	11.3
2014	-1	2.8	8.6	10.5	14.3	18.9	20.8	21	16.1	10	4.8	1.3	10.7

T srednje (˚C)	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Sred. God.
2015	-1	0.7	4.9	12.7	17.1	19.8	24.6	22.8	18.5	9.8	9.5	4	11.9
2016	-0.1	6.6	6.6	12.2	15.5	21	21.6	21.6	18	8.7	4.5	2	11.5
2017		2.6	9.8	10.5	15.8	22	21.2	23.2	17.2	11.9	5.2	3.2	12.9
2018	1.5	0.2	3.5	15.7	18.1	20	21.5	22.8	17.7	13.1	4.6	1.3	11.7
2019	-0.5	3.5	9.6	11.3	14.5	21.7	22.3	23.7	18.7	14.1	9.3	3.2	12.6
2020	1.0	4.6	6.6	11.2	16.2	20.3	21.9	22.9	18.5	12.3	3.5	3.2	11.8
2021	1.5	3.9	4.1	9.1	16.4	21.5	24.1	22.4	16.4	7.2	5.6	2.2	11.2
Srednja mesečna	-0.1	1.0	5.9	11.6	16.2	20.3	22.3	22.5	16.7	10.7	5.8	1.5	11.3

Količine padavine u meteorološkoj stanici utvrđuju se merenjem visine sloja vode koja se izruči iz oblaka na vodoravnu površinu a da od te vode ništa ne otekne, ne upija tlo ili ne ispari. Visina sloja vode 0,1 cm na površini od 1 m^2 čini jedan litar. Padavine se prikazuju ukupnom količinom-sumom izraženom u mm za određeni vremenski period, mesec, godinu kao što je to prikazano u tabeli 2.7. iz čega su izvedene srednje vrednosti količine padavina.

***Tabela 2.7**. Prikaz mesečnih količina padavina u mm za 2003 - 2019 god.*

Padavine (mm/m²)	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	∑.
2003	68.3	25.8	3.4	58.8	82.5	29.3	45.8	7.8	42.5	86.6	19.3	46.1	516.2
2004	72.1	43.1		47.4	86.2	86	22	23.1	50.2	45.1	83.5	24	582.7
2005	46.8	68.7	14.6	34.7	37.7		36.8		8.8	43	50.8	62.8	404.7
2006		77.5	49.4	60.5	25.3	158.6	82.8	97.8	25.6	13.4	21.4	45.5	657.8
2007	33	36	26.9	11.6	104.3	58.2	4.1	120	39.6	132.9	113.5	32.3	712.4
2008	44.8		41.9	50.6	5.8	63	39.4	55	115.9	28	27.1	151.2	622.7
2009	61.2	47	47.4	18.5	73.4	123	48.2	38.7	51.4	97.4	125.7	131.2	863.1
2010	84.9	131	68.5	62.6	70.6	75.3	77.3	18.6	36.4	103.1	109.7	89.1	927.1
2011	24.4	68.7	49.4	12.4	46.1	25.2	58	19.5	12.5	15.6	1.4	26.6	359.8
2012	72.8	82.5	1.8	61.3	166.3	12.1	62.1	17.5	7.4	62.9	39.5	87.3	673.5
2013	49.9	120.5	86.7	29.1	60.3	11.6	5.1	13.2	54.5	44.9	75.6	1.4	552.8
2014	58.1	18.5	82.2	96.5	143.3	81.9	75.3	91.2	95.8	36.9	35	102.3	917.0
2015	34.2	65.6	61.7	30.4	19	18.3	1.8	95	96.4	124.3	66.6	0	613.3
2016	46.3	47	42.5	16.3	84.2	96.8	42.4		43	94.4	50	7.4	570.3
2017		24.7	21.1	42.7	73.5	32.1	13		17.1	69.5	29.7	10.4	333.8
2018	14.7	73.5	77.9	55.2	69	81.7	30.4	52.4	5.7	5.5	34.2	6.4	506.6
2019	51.1	22.4	15.2	44	104.8	94	37.3	9.2	11.4	16.4			405.8
Srednja mesečna	50.8	59.5	43.2	43.1	73.7	65.4	40.1	47.1	42	60	55.2	51.5	631.6

Srednja godišnja količina padavina u Boru i okolini iznosi 631,6 mm, a najbogatiji mesec sa padavinama je maj mesec sa srednjom količinom 73,7 mm. Septembar je mesec sa najmanjom količinom padavina od 42 mm. Bor i okolina spada u područja gde su pljuskovite padavine sa izlivom velikih količina vode retka pojava, što je posledica zavetrenosti u odnosu na prodore sa severozapada koji donose dosta padavina. Prosečne mesečne i godišnje padavine u Bor za 2003 - 2019. godinu prikazane su u tabeli 2.7.

Vlažnost vazduha određena je količinom vodene pare u vazduhu, što se obično izražava odnosom između stvarne količine vodene pare u vazduhu i maksimalne količine vodene pare koju bi vazduh pri određenoj temperaturi mogao da primi a da ne dođe do kondenzacije. Rezultati merenja dati su u tabeli 2.8., a prosečna godišnja vrednost vlažnosti vazduha za posmatrani period iznosi 73 %.

Pored vlažnosti vazduha vršena su merenja vazdušnog pritiska, a rezultati tih merenja su prikazani u tabeli 2.9. Prosečna godišnja vrednost pritiska vazduha za posmatrani period iznosi 972 mbar.

Tabela 2.8. Prikaz srednje mesečne relativne vlažnosti vazduha za 2012 - 2019 god.

Vlažnost (%)	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Sred. god.
2012	77	78	59	67	74	53	44	50	48	67	88	84	65.8
2013	81	86	76	55	53	57	46	50	54	72	84	81	66.3
2014	85	81	72	78	76	71	71	70	78	83	91	82	78.2
2015	82	84	79	64	73	69	55	67	78	90	72	71	73.7
2016	82	80	79	72	77	79	70	59	70	87	81	71	77.1
2017		80	66	67	76	64	57	54	63	70	85	80	69.3
2018	85	89	86	68	75	79	76	71	69	72	94	86	79.2
2019	85	77	56	71	79	79	68	61	62	74	93	87	74.3
2020	79	76	76	61	58	63	63	62	68	80	88	93	72.2
2021	84	79	72	67	58	55	56	58	65	89	90	88	71.7

Tabela 2.9. Prikaz srednjih mesečnih vrednosti pritiska vazduha za 2012 - 2019 god

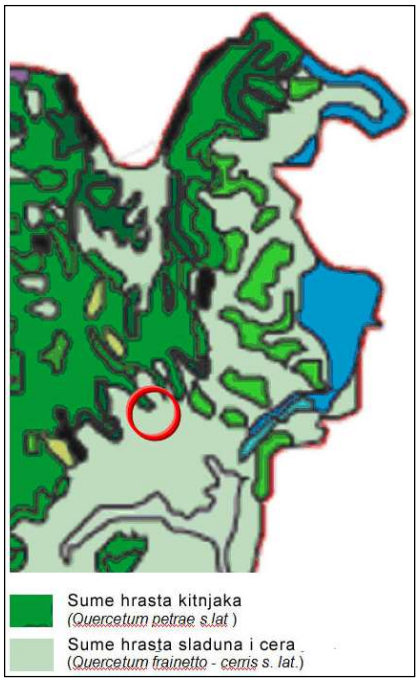
Pritisak (mbar)	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Sred. god..
2012	972.9	975.2	976.8	964.3	969.0	970.9	970.3	971.9	972.2	971.1	974.1	970.6	971.6
2013	967.8	968.3	965.6	971.1	967.5	969.6	972.4	971.8	970.9	975.7	971.4	979.9	971
2014	971.1	973.1	970.9	967.5	968.1	970.5	969.3	970.19	971.8	975.4	975.4	974.6	971.5
2015	970.5	970.1	974.3	971.9	969.7	971.9	971.5	972.4	972.2	975.2	975.2	984.4	973.3
2016	970.9	969.7	967.5	697.9	968.0	969.2	971.1	966	972.9	975.8	975.8	981.2	948.8
2017	975.9	970.8	970.5	970.2	970.2	968.9	982.9	970.4	974.8	971.7	971.7	971.6	972.5
2018	973.5	968.8	963.1	974.2	969.9	967.6	967.0	971.6	974.7	975.6	975.6	973.3	971.2
2019	964.2	975.2	971.3	969.0	966.5	971.2	967.6	971.1	972.3	975.2	961	964	969.1
2020	972	964	964	964	964	960	963	962	965	964	973	963	964.8
2021	961	967	966	964	961	964	962	963	967	970	965	962	964.3

2.8. Flora, fauna i zaštićena prirodna dobra

Područje ispitivanja generalno pripada biomu južnoevropskih listopadnih šuma, dok prirodnu potencijalnu vegetaciju ovde predstavljaju klimatogena šumska zajednica sladuna i cera (Quercetum frainetto - cerris s. lat.) i šume hrasta kitnjaka (Quercetum petrae s.lat), kao što je prikazano na slici 2.22. Klimatogena šuma uglavnom je iskrčena ili devastirana, pa se njeni ostaci najčešće nalaze u vidu šumaraka ili zabrana na blago nagnutim padinama između oranica.

Pored edifikatora ove zajednice (Quercus farnetto – sladun, i Quercus cerris - cer), kao karakteristične vrste nalaze se i: Acer campestre (klen), Pirus piraster (divlja kruška), Ulmus campestris (brest), Crataegus monogyna (glog) i druge. Karakteristične vrste hrastovo-grabovih šuma su: Carpinus orientalis (grabić), Fraxinus ornus (crni jasen), Acer monspesulanum (maklen), Syringa vulgaris (jorgovan), Viburnum lantana (crna udika) i druge. Nešto veće kraške površine u okolini Bora pokrivene su niskom šumom grabića, čistom ili u smeši sa drugim vrstama. Najčešće su to reliktne zajednice se jorgovanom (Ass. Carpineto-Syringetum) ili mečijom leskom (Ass. Carpineto- 50 Coryletum).

U nižem planinskom regionu, na krečnjaku ili silikatima, nalaze se bukove šume, čiste ili pomešane sa vrstama nižeg hrastovog pojasa. Različiti tipovi livada i pašnjaka prisutni su u dolinama reka, tako i u podnožju planina i na samim planinama. Na plitkoj krečnjačkoj podlozi zastupljene su termofilne livade submediteranskog i stepskog karaktera, dok su planinske livade obrazovane na nešto dubljim zemljištima. Planinski pašnjaci zauzimaju velike površine na većini planinskih masiva i njihovih padina u okolini Bora (Nikolić i sar., 1975).



Slika 2.22. *Prirodna potencijalna vegetacija na ispitivanom području*
(modifikovano iz Karte prirodne potencijalne vegetacije SFR Jugoslavije)

Dugotrajni i raznovrsni antropogeni uticaji na teritoriji opštine Bor i u KO Donja Bela Reka prouzrokovali su različite sindinamske uslove za šumsku vegetaciju, okarakterisane u najvećoj meri procesima regresivne sukcesije. Regresija je uslovljena u prvom redu zakišeljavanjem zemljišta i kontaminacijom teškim metalima, a kvalitativna i kvantitativna kompozicija originalnih biocenoza danas je unekoliko izmenjena.

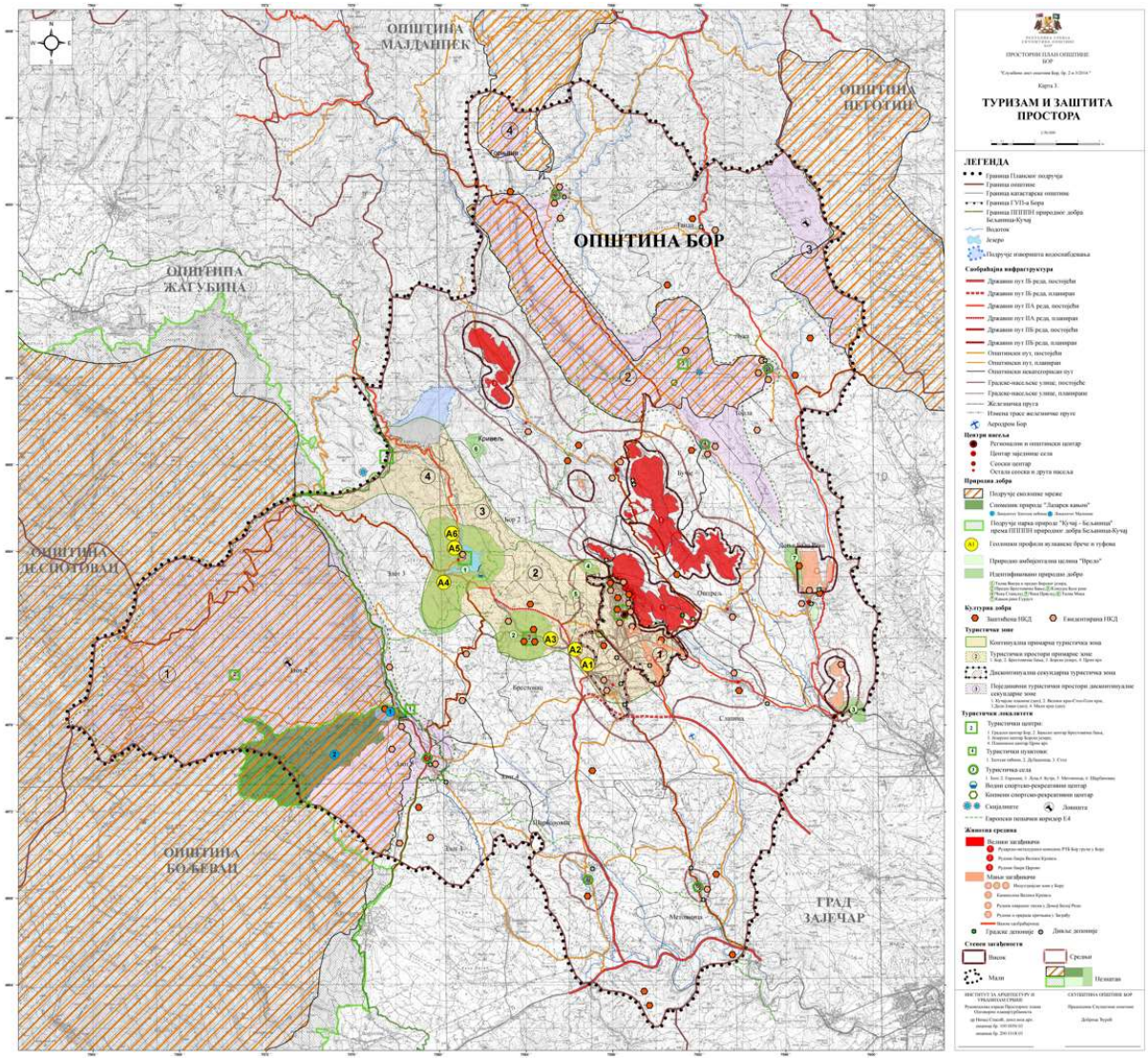
Raznovrsnost flore i faune borskog područja ilustrovana je kroz primere specijskog diverziteta indikatorskih grupa najčešće korišćenih u evropskim programima zaštite životne sredine (vaskularne biljke, dnevni leptiri, ptice i sisari).

Područje Bora poseduje gustinu od 750 – 1000 vaskularnih biljnih taksona po kvadratu 10 x 10 km UTM (Univerzalne Transverzalne Merkatorove) mreže (Stevanović, 2002). Kanjon Lazareve reke, koji se nalazi na udaljenosti od deset kilometara od gradskog naselja Bor i borskih rudnika, jedan je od najvažnijih floristićkih centara u ovoj oblasti sa ukupno 720 utvrđenih biljnih vrsta (što iznosi oko 20% od ukupne flore Srbije), od kojih je 57 endemičnih i 50 reliktnih vrsta. Iz tog razloga ovaj kanjon proglašen je za Spomenik prirode Republike Srbije (I kategorije), kao i područje od međunarodnog značaja za biljke (IPA područje) – lokacija na kojoj postoji značajno floristićko bogatstvo i/ili značajna kombinacija retkih, ugroženih i/ili endemičnih biljaka i/ili vegetacija visoke botaničke vrednosti na evropskom ili globalnom nivou (Stevanović, 2005).

U bližoj okolini naselja Donja Bela Reka identifikovani su geomorfološki objekti i pojave, za koje su stručne analize pokazale da su vredni za pokretanje postupka zaštite, to su:

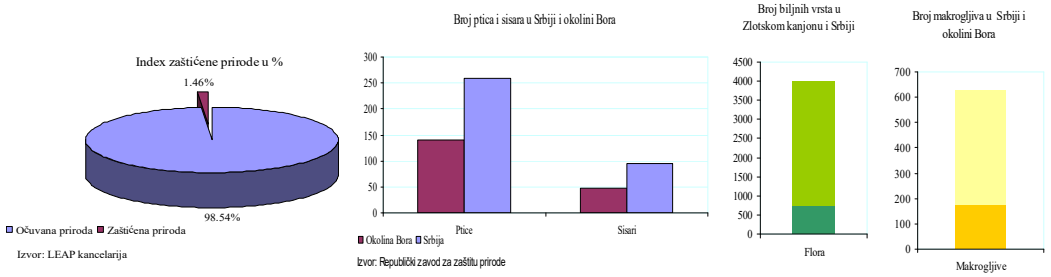
- kanjon reke Surdup sa, bigrenim vodopadima, "loncima" i bigrenim naslagama;
- klisura Bele reke atraktivnih geomorfoloških karakteristika; i
- drugi znameniti speleološki, geološko-paleontološki i mineraloško-petrografski objekti, staništa retkih biljnih i životinjskih vrsta, koja treba prostorno identifikovati.

U posebnom režimu zaštite se izdvaja prirodno ambijentalna celina Vrelo (prirodno dobro od značaja za opštinu Bor, odluka SO Bor, br 9/1997). Prirodno ambijentalna celina se prostire na površini od 22,86 ha i obuhvata: pećinu sa akumulacijom vode, gornje i donje vrelo, suvo korito, "Devojačka rupa", masiv stena, zajedno sa biljem, životinjskim svetom i izdašnošću izvora vode(granice područja označene su na grafičkom prikazu)(slika 2.23).



Slika 2.23. Turizam i zaštita prostora prema prostornom planu opštine Bor

Ukupno 140 vrsta ptica konstatovano je u okolini Bora (53% od ukupnog broja vrsta ptica u Srbiji, kao što je prikazano na slici 2.24). Ukupno 47 vrsta sisara (oko 48% od ukupne faune sisara u Srbiji, kao što je prikazano na slici 2.24) registrovano je na teritoriji borske opštine. Područja Južni Kučaj i Deli Jovan nastanjuju populacije krupnih sisara poput vuka (Canis lupus L.), šakala (Canis sp.), divlje mačke (Felis silvestris Schr.), risa (Lynx lynx L.), mrkog medveda (Ursus arctos L.), i drugih vrsta kao što su jelen (Cervus sp.) i divlja svinja (Sus scrofa L.). Zlotski kanjon naseljava stabilna populacija divokoza (Rupicapra rupicapra L.).



Slika 2.24. a) indeks zaštićene prirode u %, b) Broj ptica i sisara u Srbiji i na području Bora, c) Broj biljnih vrsta u zlotskom kanjonu i Srbiji , d) Broj makrogljiva u Srbiji i okolini Bora (izvor: Lokalni ekološki akcioni plan Bor, 2013.)

Podzemna fauna bogata je vodama koje unose organske materije, tako da su pećine u okolini Bora idealno mesto za razvoj jedinstvenih vrsta beskičmenjaka, kojih je 20. Ove pećine po zastupljenosti živog sveta zauzimaju primarno mesto kako u Srbiji tako i na Balkanu. U Lazarevoj pećini otkriveno je 5 novih vrsta za nauku.

Na prostoru opštine Bor zaštićen je Lazarev kanjon kao prirodno dobro nacionalnog značaja. Po IUCN kategorizaciji, to je spomenik prirode. On je uvršten u listu značajnih ornitoloških područja Evrope. Pošto je površina veća od 1000 ha, predložen je za upis u listu IUCN Nacionalnih parkova i zaštićenih područja.

Zbog toga je odgovarajući ekološki menadžment, kao integralni deo postojećih i budućih operacija u kompaniji Serbia Zijin Copper DOO Bor, od izuzetne važnosti za očuvanje i zaštitu ovih vrednih prirodnih područja i njihovog jedinstvenog biodiverziteta.

Zavod za zaštitu prirode Srbije iz Beograda je izdao Rešenje o uslovima zaštite prirode za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje kompaniji SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR, dana 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-2159/3. Uvidom u Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara i dokumentaciju Zavoda, u navedenom Rešenju o uslovima zaštite prirode navode se dva područja gde nije dozvoljeno proširenje površinskog kopa, odnosno eksploatacija. Na prilogu 1 dat je grafički prikaz navedenih područja gde se može videti da proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj, planirano predmetnim projektom, nije obuhvatilo područja navedena u uslovima Zavoda za zaštitu prirode Srbije.

2.9. Pejzaž

Bor i njegova okolina pripadaju Karpatsko-balkanskom prostoru istočne Srbije, na granici prema Vlaško-pontijskom basenu. Teritorija Opštine je brdsko-planinskog karaktera, okružena planinama Deli Jovan (1 141 m), Stol (1 155), Crni vrh (1027 m) i Veliki Krš (1148 m).

Topografija šireg područja u kome je smešten površinski kopa Veliki Krivelj odlikuje se smenom brdskih i dolinskih oblika reljefa manjih dimenzija na relativno malom rastojanju. Ovaj predeo predstavlja klasičan primer degradacije reljefa usled eksploatacije. Eksploatacijom rude modifikovana je topografija i narušen izgled pejzaža ovog područja.

Prirodni pejzaži ovog područja su i pre eksploatacije ovog ležišta određenoj meri bili modifikovani kultivisanjem plodnog zemljišta i njegovim privođenjem poljoprivrednoj nameni. Danas se ovaj pejzaž odlikuje mozaičnim izgledom u kome se smenjuju ostaci prirodnih šuma, obradive površine i elementi eksploatacije ležišta.

2.10. Nepokretna kulturna dobra

Prema Rešenju o davanju saglasnosti na Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10.6 Mt rude godišnje, koje je izdao Zavod za zaštitu spomenika kulture Niš broj 1754/2-02 od 23.10.2023. godine u trenutku podnošenja zahteva, ne postoje utvrđena nepokretna kulturna dobra, evidentirana dobra koja uživaju prethodnu zaštitu i evidentirane ratne memorijale.

2.11. Naseljenost, koncentracija stanovništva i demografske karakteristike

Kako je već navedeno, površinski kop Veliki Krivelj se nalazi na katastarskim parcelama koje pripadaju opštini Bor, a nalazi se u atarima naselja Bučje i Krivelj.

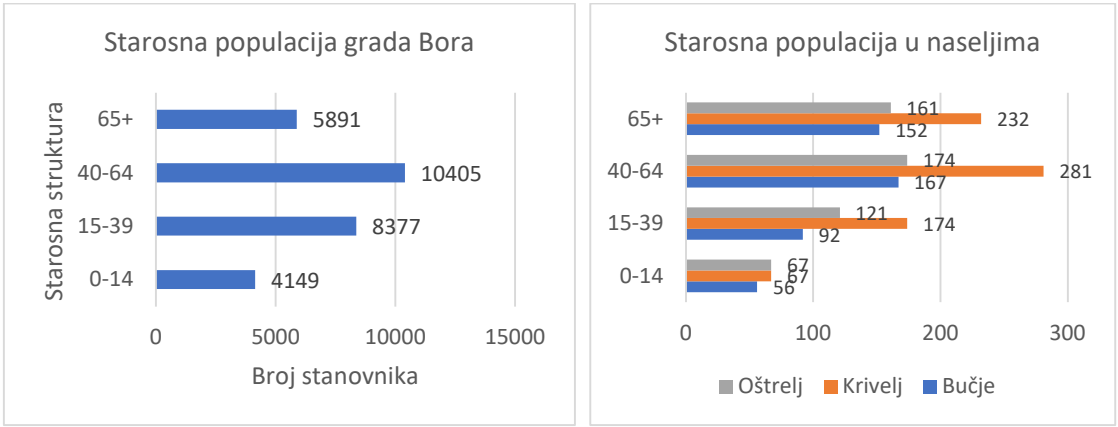
Bor je sedište Borskog okruga koji broji prema popisu iz 2022. godine 101100 stanovnika. U okviru opštine Bor, osim grada Bora, nalazi se još 12 naseljena mesta. Prema podacima iz 2022. godine na teritoriji opštine Bor je živelo 40845 stanovnika. Gustina naseljenosti u opštini Bor iznosi oko 47 stanovnika po km^2. Ukupna površina opštine Bor je 85.348 ha, od čega poljoprivredno zemljište čini 39.294 ha (46 %), šumsko zemljište 38.406 ha (45 %) i neplodno 7.648 ha (9 %). Atar sela Bučje zauzima 30.63 km^2 površine, a naselje Krivelj zauzima 99.20 km^2. Sela pripadaju zbijenom naselju izdužene strukture.

U tabeli 2.10. prikazan je broj stanovnika u pomenutim naseljenim mestima , kao i struktura stanovnika i broj domaćinstava prema popisu iz 2022.

Tabela 2.10 Broj stanovnika i struktura stanovništa

Naseljeno mesto	Broj stanovnika po popisu 2022. godine	Broj punoletnih stanovnika	Prosečna starost stanovništva	Prosečna starost po polovima		Broj domaćinstava	Prosečaj broj stanovnika po domaćinstvu
				M	Ž		
Bor	28822	27963	43.5	41.9	44.9	14185	2.03
Krivelj	754	667	50.1	49.4	50.7	656	1.14
Oštrelj	532	439	47.8	45.9	49.5	253	2.06
Bučje	467	399	49.2	48.1	50.4	242	1.92

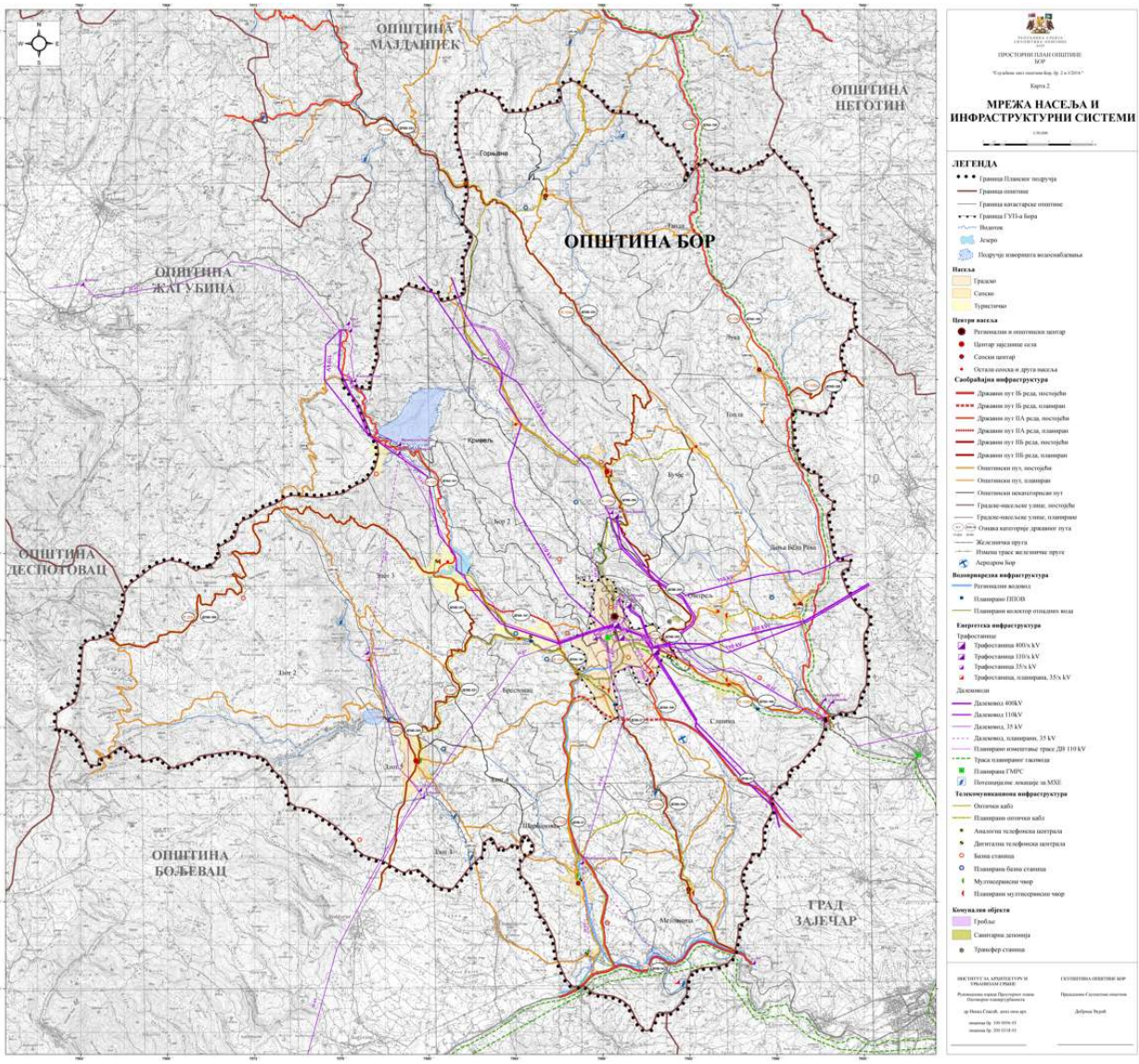
Slika 2.25 prikazuje starosnu strukturu populacije sela Krivelj, Bučje i Oštrelj. Stanovništvo u ovim naseljima veoma je nehomogeno, a u poslednja tri popisa, primećen je pad u broju stanovnika. Prema nacionalnoj pripadnosti u Borskoj opštini prema popisu iz 2022 godine preko 77% su Srbi, preko 4% su Romi i Vlasi, oko 10% se nije izjasnilo ili nepoznato, ostale nacionalne pripadnosti su ispod 1%.



Slika 2.25. Zastupljenost starosnih kategorija stanovnika u gradskoj sredini Bora i u naseljima Krivelj, Bučje i Oštrelj (izvor: Republički zavod za statistiku)

2.12. Postojeći privredni i stambeni objekti i objekti infrastrukture i suprastrukture

U opštini Bor se nalazi 9 osnovnih škola, od kojih 7 osnovnih škola sa izdvojenim odeljenjem, jedna osnovna škola za osnovno obrazovanje i vaspitanje učenika sa smetnjama u razvoju i jedna škola za osnovno muzičko obrazovanje i vaspitanje. Takođe u opštini Bor nalazi se i 4 srednje škole kao i jedna visokoškolska ustanova. Bor je i sedište Regionalnog centra za talente, a u sastavu Tehničke škole deluje i Regionalni centar za kontinuirano obrazovanje odraslih. U naselju Krivelj se nalazi osnovna škola Đura Jakšić. Pored matične škole u Krivelju, nastava se održava i u izdvojenim odeljenjima u Bučju, Gornjanu, Krušaru, Malom Krivelju, Prekokršu. Od infrastrukture u naselju Bučje registrovani su dom kulture, mesna zajednica, ambulanta i pošta, a u naselju Krivelj pored škole registrovana je biblioteka, mesna zajednica, ambulanta, pošta.



Slika 2.26. Mreža naselja i infrastrukturni sistemi

Sam površinski kop Veliki Krivelj nalazi se severno od Bora, na rastojanju od oko 5-6 km, a centar naselja Krivelj se nalazi zapadno od površinskog kopa na nekih 600-700m. Površinski kop je spojen sa gradom Borom asfaltnim putem IIB reda 393 (Jasikovo-Vlaole-Krivelj-veza sa državnim putem 166. Sa glavnim autoputem E-75 (Beograd - Niš - Skoplje) veza se najčešće uspostavlja preko Boljevca i Paraćina (87

km), ali se za to koriste još 2 putna pravca i to: preko, Zaječara, Knjaževca i Niša (150 km) i preko Crnog Vrha, Žagubice, Kučeva i Požarevca (slika 2.26.).

Prema „Strategiji održivog razvoja opštine Bor za period 2011-2021. godine“ snabdevanje vodom naselja Bučje obezbeđuje dvojako, deo sela Bučje je priključeno na gradski vodovod 90 priključaka , a ostatak se snabdeva vodom iz individualnih seoskih vodovoda. Naselje Krivelj je priključeno na gradski vodovod.

Na slici 2.26 su prikazane lokacije infrastrukturnih objekata, naselja i lokacija odlagališta Saraka. Za Naselje Bučje planira je izgradnja i postavljanje optičkog kabla.

Opština Bor (sa banjama, jezerom i planinama) obuhvata planinske sektore Crni vrh i Stol, Borsko jezero, Brestovačku banju, Dubašnicu, speleološke objekte (Lazareva pećina, Vernjikica, Vodena, Mandina i Hajdučica, koje se jednim imenom nazivaju Zlotska pećina), turističko mesto-opštinski centar Bor sa aerodromom i drugim naseljima, objektima i prirodnim i kulturnim vrednostima.

Glavni turistički motivi Borskog reona vezani su za Brestovačku Banju, Borsko jezero. U okolini ležišta nema turističkih lokacija.

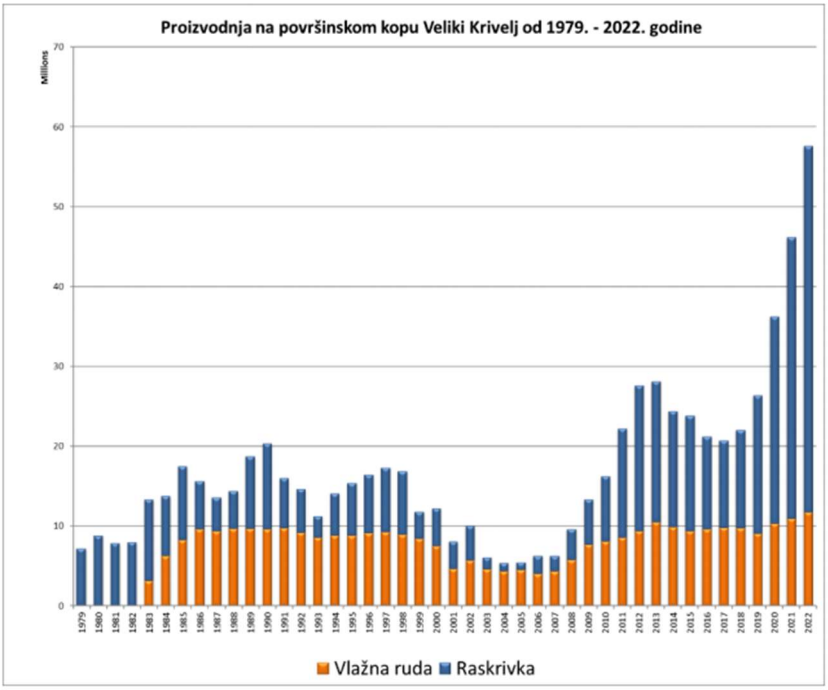
3. Opis projekta

3.1. Opis prethodnih radova na lokaciji objekta

Raskrivanje na površinskom kopu Veliki Krivelj otpočelo je još 1979. godine, dok je flotacijska prerada rude u flotaciji Veliki Krivelj počela 1983. godine, kada je izgrađen i pušten u rad pogon usitnjavanja i flotacijske prerade u blizini površinskog kopa. Otkopavanje rude i jalovine se trenutno obavlja prema Glavnom rudarskom projektu otkopavanja ležišta rude Veliki Krivelj (Institut za bakra Bor, 1978. godine) i Dopunskom rudarskom projektu otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu „Veliki Krivelj" za kapacitet $10,6 \times 10^6$ tona vlažne rude godišnje (Institut za rudarstvo i metalurgiju, 2011. godine).

Do decembra 2018. godine, površinski kop i pogon Flotacija Veliki Krivelj poslovali su u sastavu Rudnika bakra Bor DOO. Sredinom decembra 2018. godine Republika Srbija je sklopila ugovor o strateškom partnerstvu sa kineskom kompanijom Zijin Mining Group Co. Ltd., čime je Zijin Mining postao većinski vlasnik RTB Bor grupe i formirana je kompanija Serbia Zijin Copper DOO Bor. Od tada površinski kop i pogon flotacije posluju kao rudnik Veliki Krivelj u okviru Serbia Zijin Copper DOO Bor.

Ostvarena proizvodnja na površinskom kopu Veliki Krivelj od početka rada do 2022. godine prikazana je na slici 3.1.



Slika 3.1. Proizvodnja na površinskom kopu Veliki Krivelj od 1979. – 2022. godine

Važećim Dopunskim rudarskim projektom predviđeno je fazno otkopavanje ležišta. Projektom su predviđene 4 faze otkopavanja. U periodu od 2011-2017. godina nije u potpunosti poštovana projektovana dinamika otkopavanja pa je tom periodu ostvaren veliki zaostatak u otkopavanju jalovine, u odnosu na projektovanu

dinamiku otkopavanja, od preko 40 miliona tona. Kašnjenje u raskrivanju i poremećaj dinamike u projektovanim Fazama posledica je nepoštovanja dinamike nabavke i zamene rudarske opreme, prvenstveno kamiona i pomoćne opreme na kopu, kao i neadekvatnog održavanja opreme usled lošeg poslovanja cele RTB Bor grupe i nedostatka finansijskih sredstava za pravovremenu nabavku rezervnih delova za rudarsku opremu.

Krajem 2017. godine, Rudarsko geološki fakultet Beograd je uradio Studiju izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina »Veliki Krivelj« - RTB Bor, kojom je bilo definisano 5 faza otkopavanja za dugoročnu dinamiku sa godišnjim kapacitetom od 10,6 Mt rude. Tokom 2018. i 2019. godine rudarski radovi na otkopavanju odvijali su se u prva tri zahvata definisanih u toj Studiji izvodljivosti, s tim da je Faza 3 skraćena tokom 2018. godine odlukom tadašnjeg menadžmenta. Sredinom 2020. godine, urađena je nova Studija izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina »Veliki Krivelj« za godišnji kapacitet od 23,1 Mt (Rudarsko geološki fakultet Beograd), kojom je definisana dugoročna dinamika faznog otkopavanja na površinskom kopu radi povećanja kapaciteta na otkopavanju rude od 23,1 Mt godišnje. Navedenom Studijom projektovan je fazni razvoj kopa u šest faza otkopavanja, do konačne konture kopa sa dnom na etaži E-100 m.

Za navedeno povećanje godišnjeg kapaciteta otkopavanja rude na kopu, neophodno je proširenje postojećeg eksploatacionog polja, nakon usvajanja Prostornog plana područja posebne namene Borsko-majdanpečkog rudarskog basena. Kako je za dobijanje potrebnih odobrenja za proširenje eksploatacionog polja i odobrenja za izvođenje rudarskih radova, sa povećanim kapacitetom, potrebno nekoliko godina, a s obzirom na trenutno otvorene količine rude, potrebno je proširiti konturu kopa u severozapadnom delu kopa. Na ovaj način se proširuju rezerve i obezbeđuje kontinuitet otkopavanja i prerade rude, sa godišnjim kapacitetom otkopavanja rude od 10,6 Mt u narednom periodu, do dobijanja neophodnih odobrenja, odnosno stvaranja uslova za povećanje kapaciteta na 23,1 Mt.

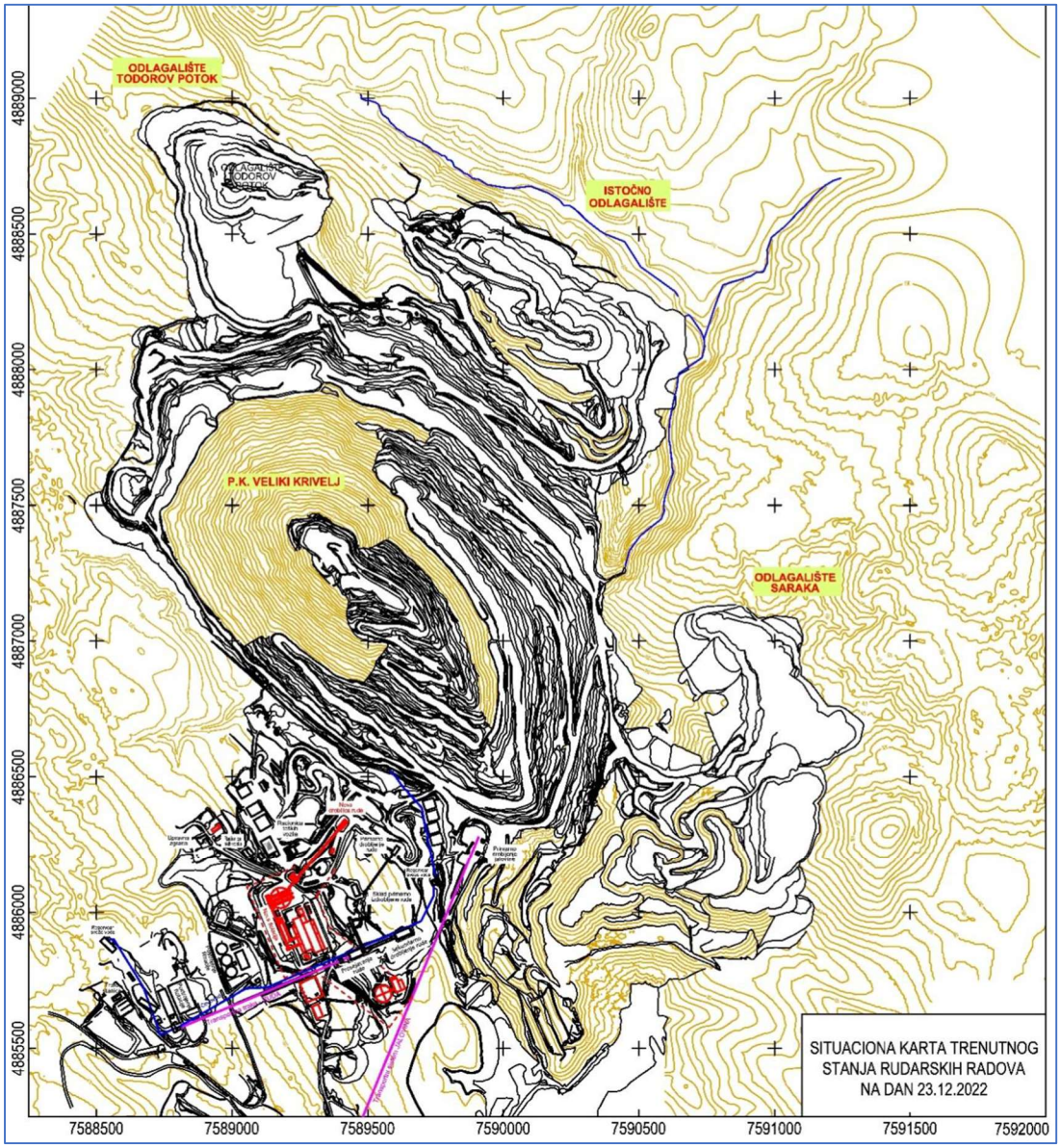
U smislu prethodnih radova možemo posmatrati i izmeštanje Kriveljske reke, kao i formiranje Akumulacije 1, o čemu je više dato u nastavku ovog Poglavlja. Tačnije, za potrebe proširenja kopa u zapadnom delu, u skladu sa Dopunskim rudarskim projektom za koji se radi predmetna Studija, u 3. godini rada, nameće se potreba izmeštanja toka Kriveljske reke, u skladu sa projektom njenog izmeštanja kroz novoizgrađeni tunel. Nakon izmeštanja Kriveljske reke prestaje funkcija kolektora Saraka potoka, zbog čega se planira njegovo trajno zatvaranje. Projektno rešenje predviđa blindiranje ulaza u kolektor i izgradnju brane na k+365 m, čime se stvaraju uslovi za formiranje akumulacije vode – Akumulacija-1. Prethodnim pripremnim građevinskim radovima, predvideće se adekvatna zaštita nožice odlagališta Saraka potok, što će biti obrađeno posebnim projektom. Uloga ove akumulacije jeste da prikuplja vode koje se ispumpavaju iz vodosabirnika jedne od pumpnih stanica, kao i prikupljanje vode sa pripadajuće slivne površine i njihovo, kasnije, kontrolisano korišćenje za proces prerade rude u flotaciji Veliki Krivelj, u cilju smanjenja zahvatanja novih količina vode iz okolnih izvorišta.

Na kraju 2022. godine rudarski radovi se odvijaju u okviru projektovanih granica finalnog kopa prema važećem Dopunskom rudarskom projektu u modifikovanim zahvatima i to u zahvatima Faza 2, 3 i delom u Fazi 4, slika 3.2.



***Slika 3.2**. Izgled površinskog kopa Veliki Krivelj, 2022 godine*

Investitor je kao početno stanje terena i radova na površinskom kopu Veliki Krivelj odredio stanje na dan 23.12.2022. godine (slika 3.3.). Ova situacija stanja rudarskih radova je korišćena za dalje projektovanje faza razvoja i dinamike eksploatacije na površinskom kopu Veliki Krivelj.



Slika 3.3. Stanje radova na površinskom kopu Veliki Krivelj 23.12.2022.

3.2. Opis objekta, planiranog proizvodnog procesa i njegove tehnološke karakteristike

3.2.1. Tehnički opis i geometrijski elementi površinskog kopa

Konstrukcija površinskog kopa Veliki Krivelj izvršena je na bazi overenih bilansnih rezervi, definisanih geometrijskih i tehno-ekonomskih parametara i projektovanog godišnjeg kapaciteta otkopavanja od 10,6 miliona tona rude godišnje.

Dno površinskog kopa je na k−85 m, a najviša tačka je na k+530 m, tako da je maksimalna dubina kopa 615 m. Oblik površinskog kopa je elipsast, čija duža osa iznosi 2.320 m u pravcu severozapad-jugoistok, a kraća 1.520 m u pravcu jugozapad-severoistok. Površina terena koja je zahvaćena konturom kopa iznosi 2,4 km^2.

Parametri konstrukcije kopa definisani su postojećom projektnom dokumentacijom i uslovljeni su: fizičko-mehaničkim karakteristikama stenskog materijala, kvalitetom mineralne sirovine, vrstom rudarske mehanizacije koja se koristi za izvođenje radova, intenzitetom razvoja rudarskih radova u planu i po dubini, kao i prostornim ograničenjima na terenu.

Geometrijski elementi za konstrukciju površinskog kopa usvojeni su na osnovu geomehaničkih i inženjersko-geoloških karakteristika, uzimajući u obzir primenjenu tehnologiju rada i usvojenu mehanizaciju, kao i dosadašnja pozitivna iskustva u radu na kopu, i nije predviđena njihova promena.

Usvojeni konstruktivni elementi površinskog kopa imaju sledeće vrednosti:

Visina radne etaže

Visina radne etaže na površinskom kopu u ležištu Veliki Krivelj, u dosadašnjem radu i prema postojećoj tehničkoj dokumentaciji, iznosi 15m.

Ugao kosine radne etaže

Radni ugao kosine etaže zavisi od fizičko-mehaničkih karakteristika stenskog materijala, visine etaže, nagiba minskih bušotina i tehničkih karakteristika opreme kojom se vrši utovar materijala.

Rudarski Institut Beograd izradio je 1990. godine Studiju stabilnosti radnih i završnih kosina u zavisnosti od geomehaničkih i tehno-ekonomskih faktora površinskog kopa Veliki Krivelj do kote –100 m, kojom su obrađeni uglovi radnih i završnih kosina kopa. Na osnovu laboratorijskih istraživanja dobijeni rezultati usvojeni su kao merodavni za četiri litološka člana i to:

- hidrotermalno izmenjene stene,
- kvarcdiorit porfirit,
- skarn i
- hornblenda biotiski andezit.

Proračun stabilnosti kosina izvršen je za sve litološke članove i različite uslove ovodnjenosti (nivo podzemnih voda u tenzionoj pukotini Zw = 0 i Zw = Z/2), visine i uglove nagiba kosine. Za određivanje faktora sigurnosti korišćena je Hoek-ova metoda.

Za nivo podzemnih voda u tenzionoj pukotini Zw = Z/2 i visinu etaže od 15 m definisani ugao kosine radne etaže iznosi:

$$\alpha = 76° - 83°$$

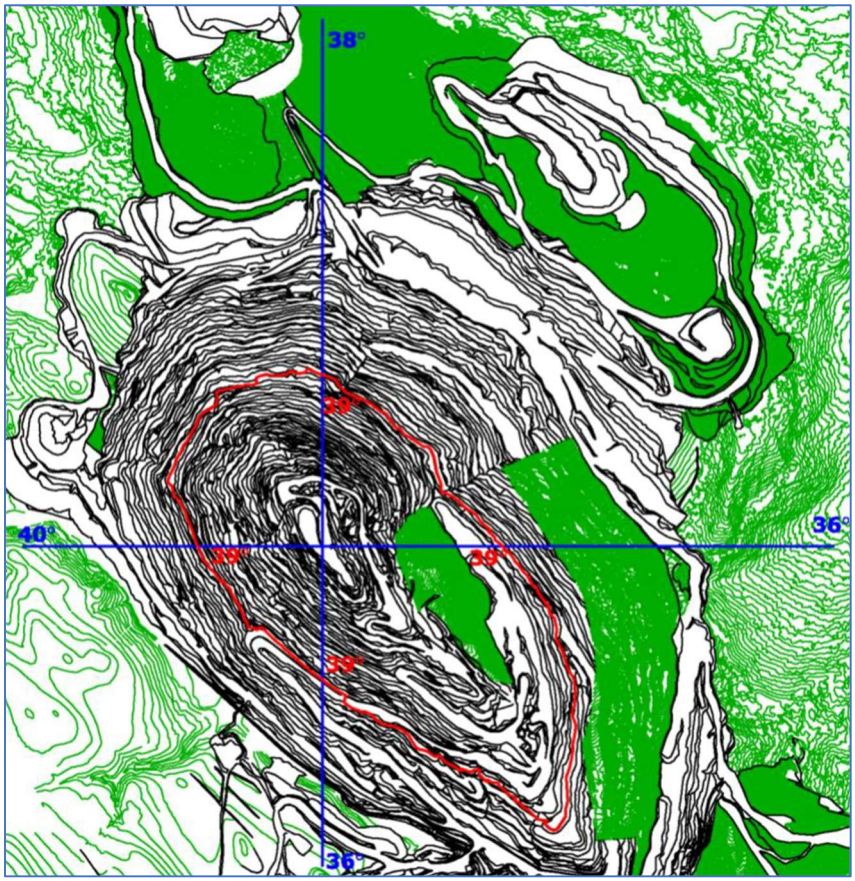
S obzirom da su hidrotermalno izmenjene stene najzastupljenije među litološkim članovima, sa učešćem od preko 90%, to se kao merodavni ugao usvaja ugao dobijen za ovu vrstu stena. Radi veće sigurnosti, a na osnovu dosadašnjeg iskustva u radu, usvojen je ugao kosine radne etaže:

$$\alpha = 68°$$

Ugao završne kosine kopa

Na osnovu urađene Studije stabilnosti radnih i završnih kosina, kao i dosadašnjeg iskustva u ponašanju stenskog materijala i analize stabilnosti kosina, definisani su polazni uglovi nagiba od strane Investitora. Pri tome je kop prostorno, po planu i dubini podeljen na zone u okviru kojih su određeni uglovi.

Na slici 3.4. dati su polazni uglovi završnih kosina odnosno sistema kosina, koji su korišćeni prilikom optimizacije i konstrukcije završne konture kopa i zahvata faza razvoja, iznad i ispod 230 mnV (crvena kontura).



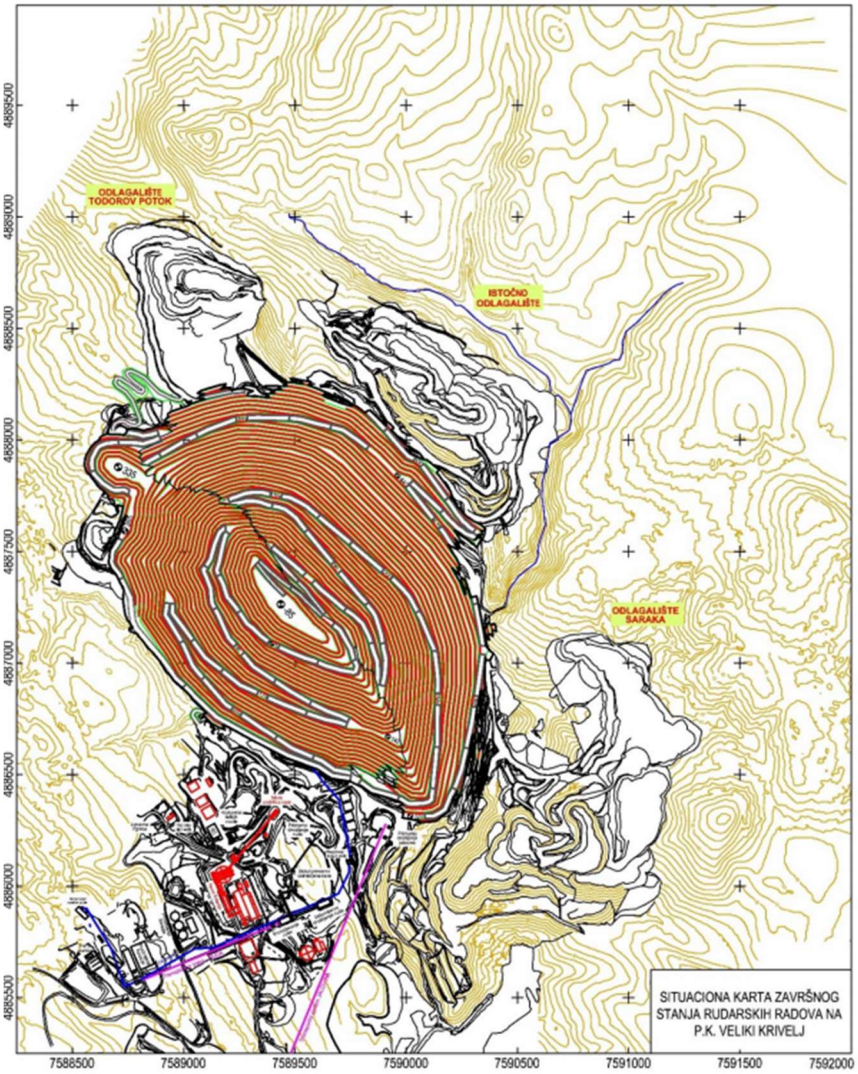
Slika 3.4. Sektori površinskog kopa sa definisanim uglovima kosina

Ostali geometrijski elementi površinskog kopa:

- Širina zaštitne berme: 1,5 m
- Usvojena širina jednosmernog puta: 16 m
- Usvojena širina dvosmernog puta: 25 m
- Minimalna širina etažne ravni radne etaže: 31 m
- Minimalne završne širine etažnih ravni (m), u zavisnosti od ugla nagiba završne kosine (^{0}):
  - 35^0 – 15,4 m
  - 36^0 – 14,6 m
  - 37^0 – 13,8 m
  - 38^0 – 13,1 m
  - 39^0 – 12,5 m
- Minimalna širina useka otvaranja: 25m

3.2.2. Konstrukcija završne konture površinskog kopa sa eksploatacionim rezervama

Na osnovu usvojenih geometrijskih elemenata površinskog kopa, konstruisana je završna kontura površinskog kopa Veliki Krivelj. Na slici 3.5. dat je 2D izgled projektovane završne konture površinskog kopa Veliki Krivelj, sa projektovanim aktivnim i neaktivnim kamionskim odlagalištima jalovine, rudničkim objektima i ostalom rudničkom infrastrukturom.



Slika 3.5. Prikaz završne konture površinskog kopa Veliki Krivelj

Na osnovu ovako projektovane završne konture površinskog kopa „Veliki Krivelj“ sračunate su eksploatacione rezerve rude i pripadajuće jalovine, kao i sadržaji bakra, zlata i srebra u rudi po etažama, (Tabela 3.1.).

Tabela 3.1. Eksploatacione količine rude i jalovine u završnoj konturi kopa Veliki Krivelj

Etaža	Iskopine (t)	Raskrivka (t)	Vlažna ruda (t)	Suva ruda (t)	Cu (%)	C (t)	Au (g/t)	Au (kg)	Ag (g/t)	Ag (kg)
530	3.286	3.286								
515	174.785	174.785								
500	491.659	491.659								
485	727.344	727.344								
470	1.369.230	1.369.230								
455	1.970.488	1.970.488								
440	2.925.183	2.925.183								
425	3.339.378	3.339.378								
410	3.842.017	3.822.068	19.949	19.351	0,18	34,86	0,004	0,08	0,412	7,97
395	4.727.891	4.356.334	371.558	360.411	0,257	927,36	0,007	2,7	0,4	144,13

Etaža	Iskopine (t)	Raskrivka (t)	Vlažna ruda (t)	Suva ruda (t)	Cu (%)	C (t)	Au (g/t)	Au (kg)	Ag (g/t)	Ag (kg)
380	6.857.476	6.029.124	828.352	803.501	0,285	2.290,92	0,009	7,37	0,363	291,56
365	8.445.941	7.492.591	953.349	924.749	0,283	2.613,84	0,009	8,44	0,396	366,57
350	9.123.593	7.698.126	1.425.467	1.382.703	0,248	3.429,59	0,007	9,57	0,403	557,91
335	9.803.180	8.523.114	1.280.066	1.241.664	0,236	2.936,07	0,007	8,84	0,45	558,52
320	9.918.667	9.061.837	856.830	831.125	0,217	1.804,11	0,019	16,07	0,229	190,23
305	11.007.500	10.176.635	830.865	805.939	0,214	1.725,20	0,05	40,16	0,272	219,03
290	11.902.247	11.026.232	876.015	849.734	0,222	1.884,73	0,057	48,07	0,27	229,38
275	13.292.087	11.466.215	1.825.871	1.771.095	0,236	4.178,93	0,05	88,86	0,269	477,31
260	14.082.367	11.761.259	2.321.109	2.251.475	0,24	5.393,03	0,043	96,39	0,225	506,05
245	14.341.441	11.447.390	2.894.052	2.807.230	0,239	6.699,50	0,045	125,76	0,229	642,97
230	15.037.759	11.037.808	3.999.952	3.879.953	0,239	9.263,28	0,049	190,27	0,213	828,3
215	16.403.169	10.312.617	6.090.552	5.907.836	0,24	14.168,10	0,05	295,42	0,178	1.051,89
200	16.868.361	9.377.871	7.490.490	7.265.775	0,254	18.438,84	0,049	356,93	0,186	1.349,58
185	16.616.244	8.164.225	8.452.019	8.198.458	0,265	21.686,80	0,046	376,8	0,192	1.573,94
170	16.212.158	6.418.832	9.793.327	9.499.527	0,271	25.785,75	0,045	429,41	0,197	1.874,57
155	15.754.847	4.529.709	11.225.138	10.888.384	0,278	30.266,02	0,047	510,31	0,198	2.150,91
140	15.296.467	2.748.110	12.548.357	12.171.907	0,288	35.052,72	0,051	620,55	0,203	2.476,89
125	14.399.483	1.613.827	12.785.656	12.402.087	0,303	37.624,10	0,053	660,94	0,206	2.558,48
110	13.945.801	950.327	12.995.474	12.605.609	0,324	40.799,54	0,056	707,29	0,213	2.681,21
95	13.215.919	807.074	12.408.845	12.036.579	0,345	41.528,66	0,059	707,53	0,221	2.658,06
80	12.337.654	675.177	11.662.476	11.312.602	0,366	41.356,08	0,062	702,64	0,235	2.663,56
65	11.494.651	421.812	11.072.839	10.740.654	0,381	40.911,78	0,065	698,85	0,264	2.836,68
50	10.647.466	220.455	10.427.011	10.114.201	0,395	39.911,76	0,066	663,42	0,31	3.136,61
35	9.504.493	226.777	9.277.716	8.999.384	0,408	36.672,65	0,064	576,82	0,331	2.975,60
20	8.460.257	721.450	7.738.807	7.506.643	0,421	31.621,09	0,062	468,47	0,336	2.520,50
5	8.101.522	712.902	7.388.620	7.166.961	0,426	30.551,40	0,062	444,18	0,336	2.409,45
-10	7.314.927	649.967	6.664.960	6.465.011	0,421	27.223,25	0,063	405,29	0,339	2.194,49
-25	5.817.520	473.657	5.343.863	5.183.547	0,41	21.247,26	0,063	328,54	0,341	1.768,51
-40	4.466.989	457.658	4.009.331	3.889.051	0,399	15.525,28	0,065	254,02	0,351	1.365,43
-55	3.208.711	438.618	2.770.093	2.686.990	0,394	10.599,23	0,068	183,33	0,366	982,54
-70	2.280.540	215.850	2.064.690	2.002.750	0,382	7.659,08	0,071	141,8	0,358	716,06
-85	1.302.828	120.803	1.182.025	1.146.564	0,362	4.153,27	0,075	85,78	0,324	371,29
Suma	**367.033.526**	**175.157.802**	**191.875.724**	**186.119.452**	**0,331**	**615.964**	**0,055**	**10.261**	**0,254**	**47.336**

Kao što se iz tabele 3.1. vidi, eksploatacioni parametri površinskog kopa Veliki Krivelj su:

- Ukupno ruda i jalovina: 367.033.526 tona
- Rovna ruda: 191.875.724 tona
- Jalovina: 175.157.802 tona
- Koeficijent otkrivke: 0,91 t/t
- Granični sadržaj Cu: 0,15%
- Prosečan sadržaj Cu: 0,331%

Za projektovani godišnji kapacitet eksploatacije i prerade rude od 10,6 Mt rude, kao i raspoložive eksploatacione rezerve od 191.875.724 tona - životni vek površinskog kopa Veliki Krivelj će biti nešto više od 18 godina.

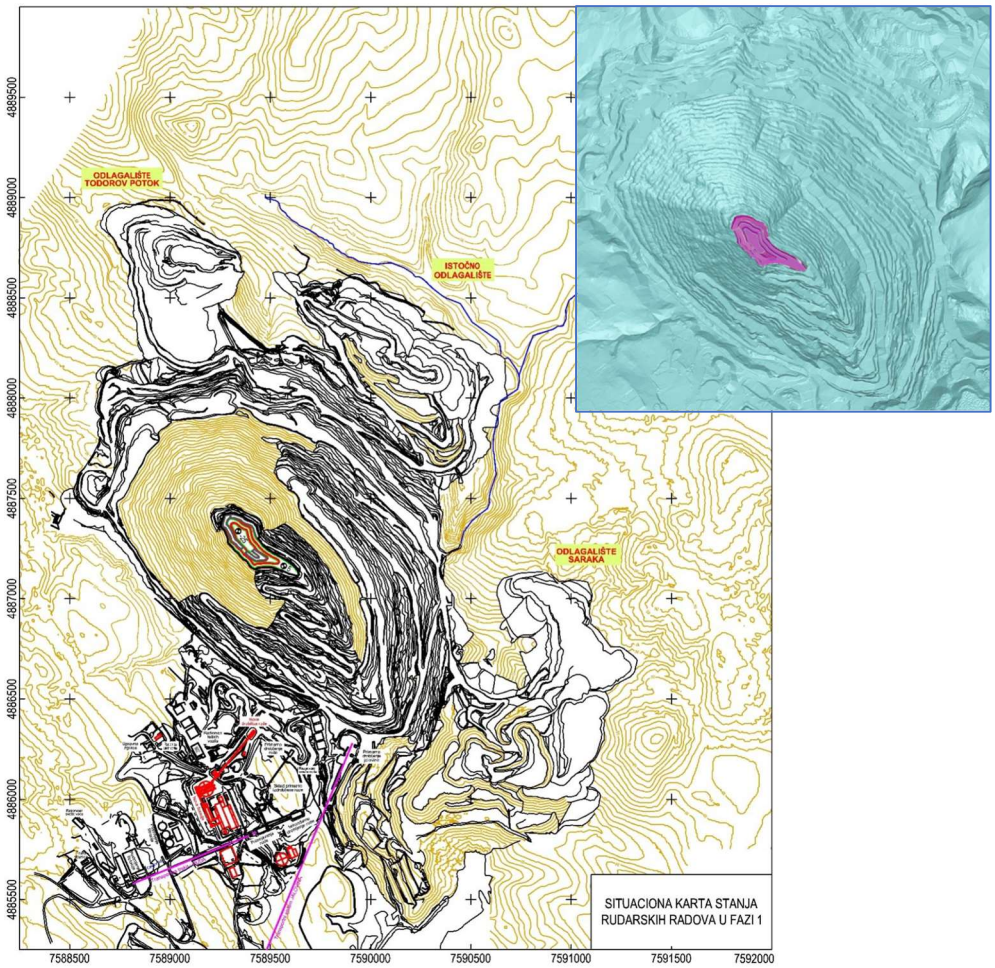
3.2.3. Tehnički opis faznog razvoja površinskog kopa

Na površinskom kopu Veliki Krivelj eksploatacija se trenutno obavlja u 3 zahvata u granicama važećeg Dopunskog rudarskog projekta iz 2011. godine i prema zahvatima definisanim u Studiji izvodljivosti iz 2020. godine. Otkopavanje se vrši u zahvatu u centralnom delu kopa, koji predstavlja Fazu 2 iz Studije, u zahvatu Jugoistok koji predstavlja skraćenu Fazu 3 iz Studije i delom u Fazi 4 prema Studiji izvodljivosti. Kao početno stanje terena, kako je već napomenuto, uzeta je situacija površinskog kopa snimljena 23.12.2022. godine.

Visina projektovanih etaža je 15m. Za konstrukciju zahvata korišćen je ugao etažnih kosina od 68°. Širina završnih etažnih bermi varira u zavisnosti od uglova završnih kosina. Ugao završnih kosina od etaže E-230 naniže je 39° za sve projektovane zahvate, a za više etaže, zavisno od zone površinskog kopa u kojoj se nalazi zahvat, završni uglovi variraju od 38° u zapadnom delu kopa do 35° u jugoistočnom delu kopa zbog blizine zone Kriveljskog raseda.

3.2.3.1 Tehnički opis zahvata Faze 1

Zahvat Faze 1, prve faze razvoja, lociran je u centralnom delu površinskog kopa, i predstavlja nastavak otkopavanja u trenutno aktivnom zahvatu Faza 2. Ovaj zahvat Faze 1 je uklopljen u stanje radova od 23.12.2022. godine. Zahvat Faze 1 počinje od etaže E20, a završava se etažom E-25. Transportni putevi projektovani su u severnom i zapadnom boku zahvata, u nastavku postojećih transportnih puteva iz trenutno aktivnog zahvata. Koeficijent raskrivke u zahvatu Faze 1 iznosi 0,046 t/t. Izgled površinskog kopa na kraju Faze 1 rudarskih radova prikazan je na slici 3.6.

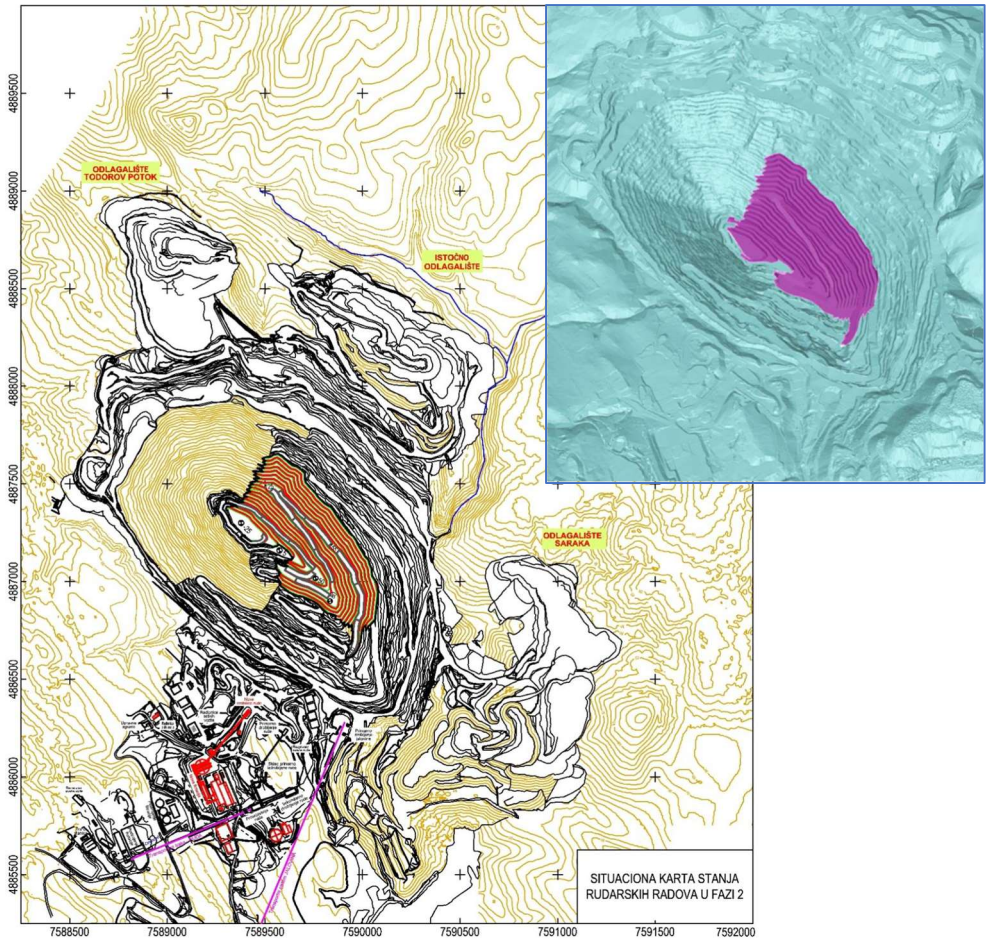


Slika 3.6. 2D prikaz površinskog kopa na kraju Faze 1

3.2.3.2 Tehnički opis zahvata Faze 2

Zahvat Faze 2 predstavlja drugu fazu proširenja kopa i konstruisan je u nastavku aktivnog zahvata Jugoistok, u jugoistočnom delu površinskog kopa od etaže E230 do etaže E-25. Projektovani transportni putevi su serpentinskog tipa i predstavljaju kombinaciju dvosmernih i jednosmernih deonica. Transportni putevi su projektovani u nastavku postojećeg puta u zapadnom boku kopa, priključenjem na etaži E200, s tim da se put prebacuje u istočni bok zahvata. Koeficijent raskrivke u zahvatu Faze 2 iznosi 1,01 t/t.

Izgled površinskog kopa na kraju Faze 2 rudarskih radova prikazan je na slici 3.7.

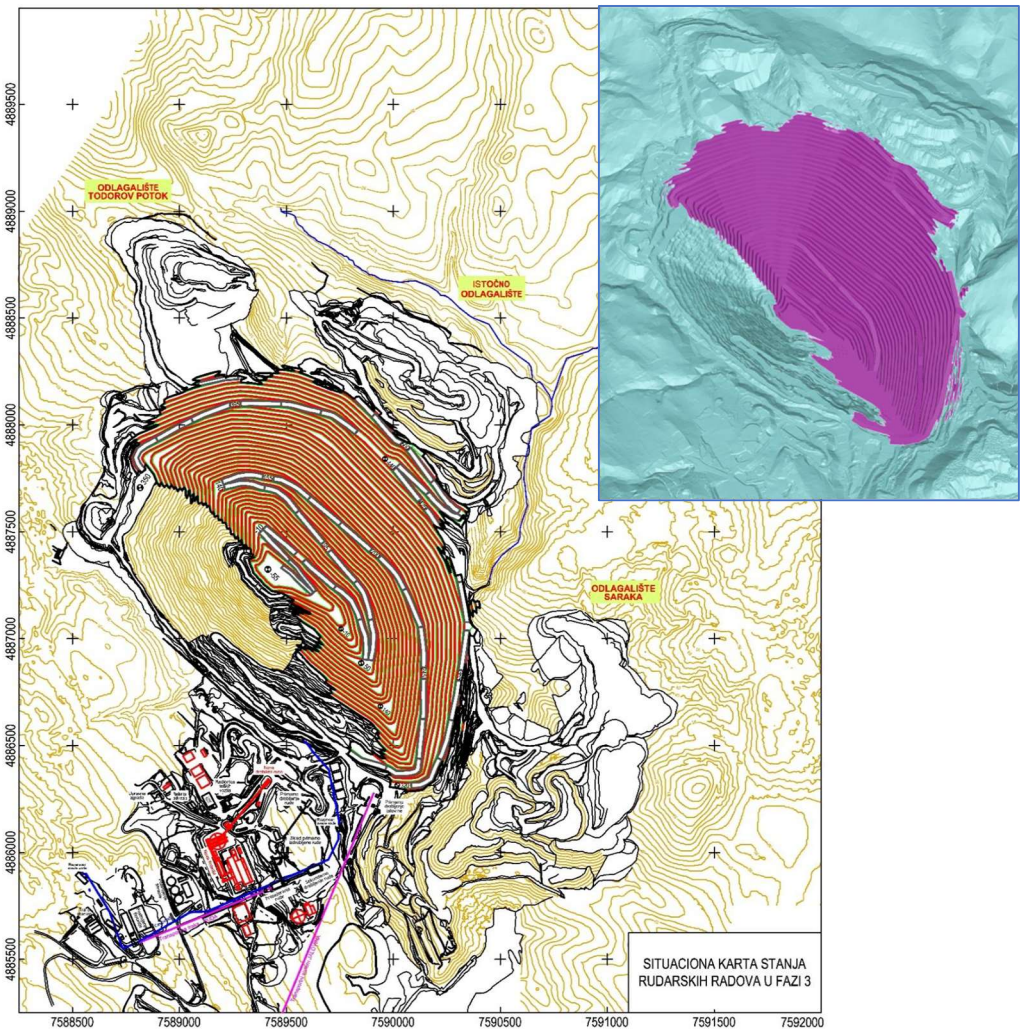


Slika 3.7. Izgled površinskog kopa na kraju Faze 2

3.2.3.3 Tehnički opis zahvata Faze 3

Kao treća faza razvoja kopa, projektovan je zahvat Faze 3 (slika 3.8) u severnom i istočnom delu kopa, i predstavlja proširenje kopa u delu započetih radova u Fazi 4 iz Studije izvodljivosti na severo-istoku odnosno od severa kopa ispod odlagališta Todorov potok, preko širenja u istočnom delu kopa, do južnog dela kopa u zoni drobiličnog postrojenja za jalovinu. Ovaj zahvat predstavlja širenje kopa u istočnom i južnom boku do finalne konture kopa. Zahvat Faze 3 kreće od etaže E530 i završava se na etaži E-55.

Transportni putevi su serpentinskog tipa i projektovani su tako da omogućavaju vezu sa putevima iz prethodne faze i drobiličnim postrojenjem Transportnog sistema za jalovinu, glavnim transportnim putem za rudu, kao i servisnu vezu sa odlagalištem Todorov potok, Istočnim odlagalištem. U jugoistočnom delu zahvata ostvarena je putna veza sa odlagalištem Saraka potok. Transportni putevi u visinskom delu zahvata projektovani su tako da se ostvaruje veza sa postojećim transportnim putevima na kopu u severnom delu kopa i na južnoj strani kopa. Transportni put za dubinski deo zahvata počinje u nastavku postojećeg puta na etaži E305 i projektovan je u zapadnom boku zahvata. Koeficijent raskrivke u zahvatu Faze 3 iznosi 1.207 t/t.



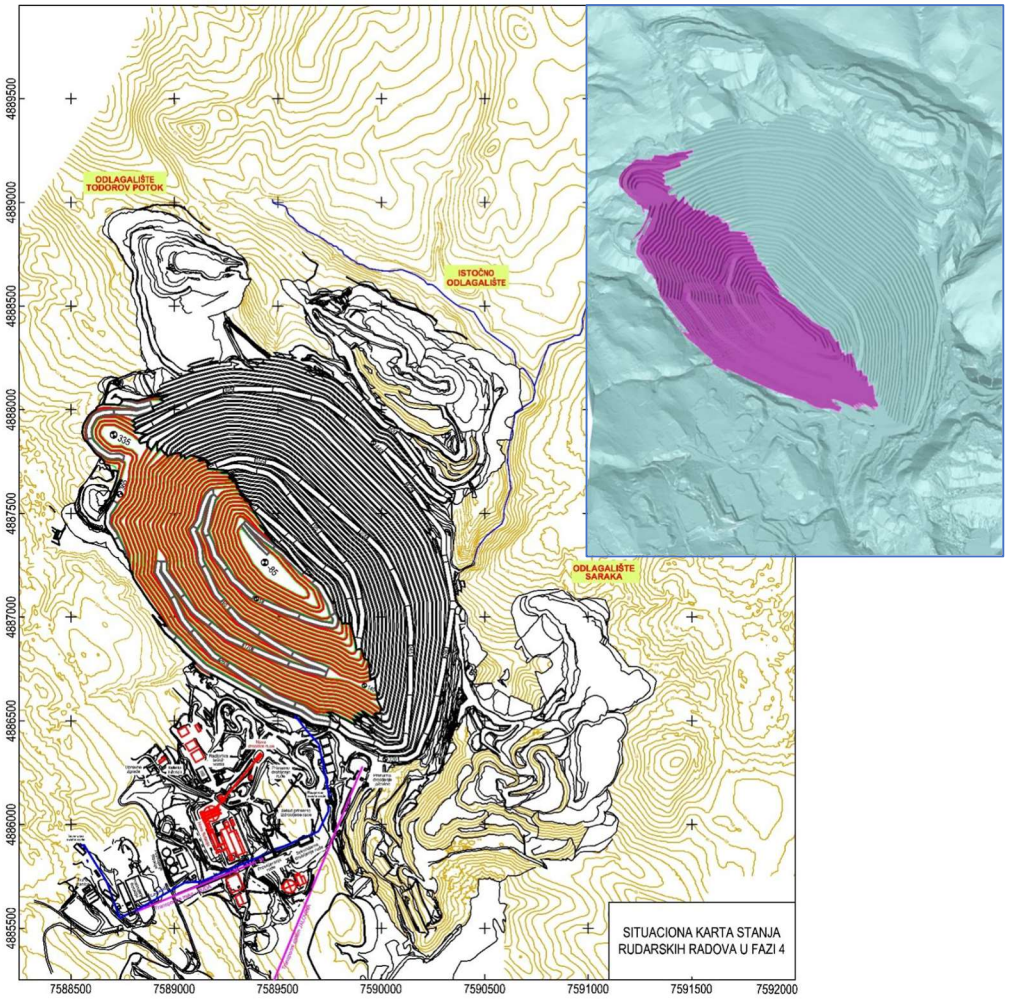
Slika 3.8. Izgled površinskog kopa na kraju Faze 3

3.2.3.4 Tehnički opis zahvata Faze 4

Četvrta faza razvoja kopa, odnosno zahvat Faze 4 predstavlja širenje kopa u severozapadnom i zapadnom boku, od etaže E425 na severozapadnoj strani u zoni Čoka Trailo, sa dnom zahvata na etaži E-85. Ovaj zahvat u zapadnom boku prelazi preko sadašnjeg korita Kriveljske reke. Zahvat Faze 4 predstavlja širenje kopa u severozapadnom i zapadnom delu kopa do konačne granice kopa.

Transportni putevi od etaže E305 u severnom boku predstavljaju translatorno izmeštanje postojeće putne veze. Projektovanim putevima ostvarena je veza sa primarnim drobljenjem rude i drobilničnim postrojenjem Transportnog sistema za jalovinu. Takođe, omogućena je i servisna veza sa odlagalištem Todorov potok. Putevi za dubinski deo zahvata su projektovani u zapadnom boku kopa od etaže E305 i serpentinskog su tipa. Koeficijent raskrivke u zahvatu Faze 4 iznosi 0.825 t/t.

Zahvati treće i četvrte faze, predstavljaju ujedno i završnu projektovanu konturu površinskog kopa Veliki Krivelj za potrebe godišnjeg kapaciteta od 10,6 Mt rude (slika 3.9.). Fazni razvoj površinskog kopa daje mogućnost istovremenog i kontinuiranog otkopavanja rude sa više različitih radilišta u pojedinim fazama proširenja, što je bio jedan od zahteva, čime se omogućava ujednačavanje koeficijenta raskrivke u početnim godinama, kao i ujednačavanje sadržaja bakra u rudi tokom eksploatacionog veka površinskog kopa.



Slika 3.9. Izgled površinskog kopa na kraju Faze 4

Ovako definisan finalni kop zbog faznog razvoja po pravcima i sinhronizovanog napredovanja po dubini, omogućava i dovoljno vremena za organizaciju nesmetane proizvodnje rude u periodu potrebnom za izmeštanje reke Veliki Krivelj izvan završne konture kopa. Prosečni koeficijent raskrivke za finalni kop iznosi Kr = 0,91 t/t.

3.2.3.5 Dugoročna dinamika otkopavanja

Dugoročno planiranje eksploatacije zahteva utvrđivanje dugoročnog operativnog plana za otkopavanje rude i jalovine koja zadovoljava unapred definisane ciljeve Investitora. Projektnim zadatkom je određeno da se dinamika otkopavanja detaljno projektuje u prvih 5 godina za svaku godinu, a nadalje za svakih 5 godina. Osnovni kriterijumi na bazi kojih je urađena dinamika otkopavanja su:

- Ograničenja koja definišu niz u kojem blokovi mogu biti otkopavani u odnosu na svaki drugi blok;
- Ograničenja u odnosu na zahtevani kapacitet rude od 10.6Mt/god i kvalitet rude, kao i ujednačavanje koeficijenta raskrivke;
- Ograničenja vezana za uglove završnih kosina površinskog kopa i
- Ograničenja vezana za redosled otkopavanja faznih zahvata.

Tokom projektovanja i analize optimalne dugoročne dinamike otkopavanja urađeno je više varijanti dinamike, sa ciljem optimizacije i definisanja one varijante koja obezbeđuje projektovani godišnji kapacitet otkopavanja i prerade rude od 10,6 miliona tona u postrojenjima flotacije Veliki Krivelj u kontinuitetu za ceo vek projekta. Analizom više mogućih varijanti dugoročne dinamike po fazama i etažama, izbrana je varijanta dinamike kojom je dobijen maksimalni preliminarni NPV, kao i pozitivni kumulativni NPV tokom

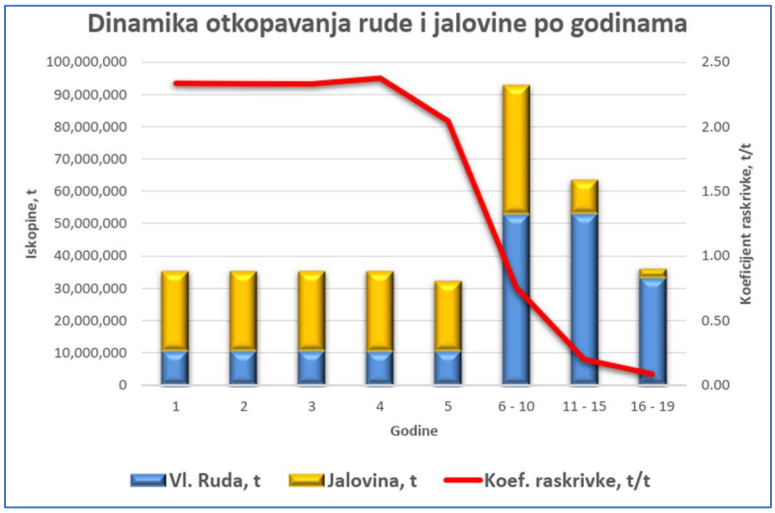
eksploatacije sa polaznim parametrima korišćenim kao i pri optimizaciji finalne konture kopa. Prilikom izbora najpovoljnije varijante dinamike vodilo se računa da koeficijent raskrivke bude ujednačen u početnim godinama i da se minimiziraju oscilacije prosečnog sadržaja Cu po godinama.

Faznim razvojem površinskog kopa omogućeno je projektovanje detaljne dinamike kojom je obezbeđeno nesmetano otkopavanje i transport rude i jalovine tokom godine u više faza istovremeno. Na taj način otkopavanjem u kasnijim fazama na višim etažama obezbeđeno je nesmetano odvijanje otkopavanja i transporta sa nižih etaža u zahvatima koji prednjače. Takođe, ovako projektovana dinamika omogućava minimalni period od 2 godine u kome radovi na otkopavanju u zapadnom boku površinskog kopa neće ugroziti Kriveljsku reku, čime je omogućeno dovoljno vremena za završetak izrade novog tunela za izmeštanje Kriveljske reke, u skladu sa projektnom dokumentacijom, kao i dovoljno vremena za otkup neophodnih parcela i eventualno izmeštanje domaćinstava u zoni retenzije, u slučaju poplavnog talasa.

Projektovana dugoročna dinamika eksploatacije rude i jalovine po godinama prikazana je u tabeli 3.2. i na slici 3.10. Prema projektnom zadatku, dugoročna dinamika je data za svaku godinu u prvih 5 godina, a nadalje za svakih 5 godina, odnosno 4 godine na kraju veka eksploatacije. U poslednjoj godini otkopavanje se vrši u periodu od 2 meseca (januar – februar).

Tabela 3.2. Dinamika otkopavanja rude i jalovine po godinama

Godine	Vl. Ruda, t	S. ruda, t	Cu, %	Cu, t	Au, g/t	Au, kg	Ag, g/t	Ag, kg	Jalovina, t	Iskopine, t	Koef. raskr., t/t
1	10 592 763	10 274 980	0.345	29 611	0.054	541	0.285	1 913	24 740 907	35 333 670	2.34
2	10 599 282	10 281 304	0.282	32 786	0.055	612	0.251	2 260	24 718 293	35 317 575	2.33
3	10 598 566	10 280 609	0.300	36 149	0.049	477	0.251	3 263	24 701 181	35 299 747	2.33
4	10 468 547	10 154 491	0.295	27 260	0.037	500	0.265	3 368	24 870 978	35 339 525	2.38
5	10 599 940	10 281 942	0.334	26 829	0.061	472	0.222	2 178	21 654 966	32 254 906	2.04
6 - 10	52 833 306	51 248 306	0.354	152 539	0.061	2 544	0.296	10 334	40 023 871	92 857 176	0.76
11 - 15	52 996 401	51 406 509	0.302	187 066	0.061	3 090	0.253	15 306	10 544 711	63 541 112	0.20
16 - 19	33 199 781	32 203 788	0.299	123 775	0.054	2 026	0.240	8 719	2 841 217	36 040 998	0.09
Suma	**191 888 586**	**186 131 928**	**0.331**	**616 015**	**0.055**	**10 261**	**0.254**	**47 339**	**174 096 124**	**365 984 710**	**0.91**

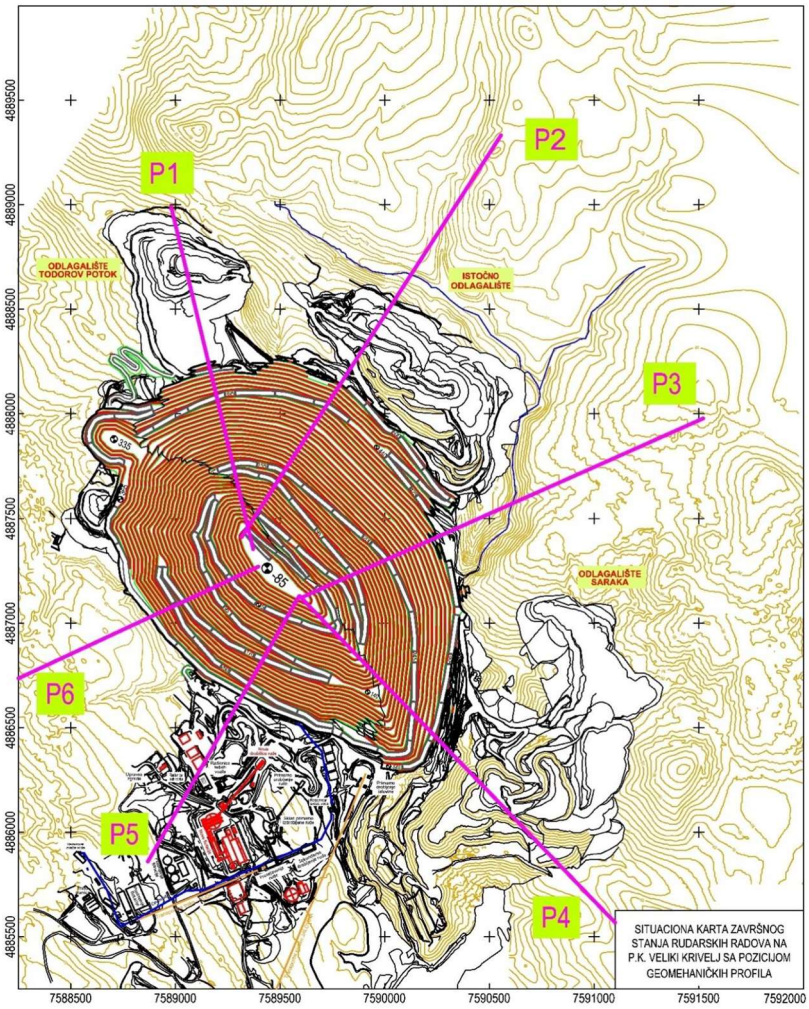


Slika 3.10. Dinamika otkopavanja po godinama

3.2.4. Analiza stabilnosti završnih kosina kopa i odlagališta P.K. Veliki Krivelj

Analiza stabilnosti kosina na površinskom kopu „Veliki Krivelj" izvršena je na 6 karakterističnih profila, čiji položaj je prikazan na slici 3.11. Na ovim profilima završnu kosinu izgrađuju sledeći litološki članovi:

- površinski pokrivač,
- hidrotermalno izmenjene stene,
- skarn,
- kvarcdiorit porfirit,
- horblenda – biotitski andezit,
- tufovi – tufiti,
- vulkanski aglomerati (breče horblenda andezita) i
- krečnjak.



Slika 3.11. Položaj površinskog kopa „Veliki Krivelj" sa karakterističnim profilima

Na pojedinim profilima su prisutni nasuti materijali – odložena jalovina. Geometrija kosina na karakterističnim profilima i rezultati analiza stabilnosti kosina, na karakterističnim profilima, na površinskom kopu „Veliki Krivelj" prikazani su u tabeli 3.3. Analiza stabilnosti kosina površinskog kopa je vršena primenom metode konačnih elemenata.

Tabela 3.3. Geometrija kosina na karakterističnim profilima sa koeficijentima sigurnosti

Profil	Visina kosine H (m)	Ugao nagiba kosine α (°)	Koeficijenti sigurnosti F_s
P-1	579.24	36	1.55
P-2	605.46	35	1.42
P-3	491.01	35	1.45
P-4	470.79	26	1.71
P-5	390.00	37	1.64
P-6	403.77	37	1.65

Na osnovu dobijenih vrednosti koeficijenata sigurnosti Fs završnih kosina na karakterističnim profilima, tabela 3.3, može se zaključiti da projektovane završne kosine površinskog kopa zadovoljavaju propisane uslove stabilnosti (Fs ≥ 1.30).

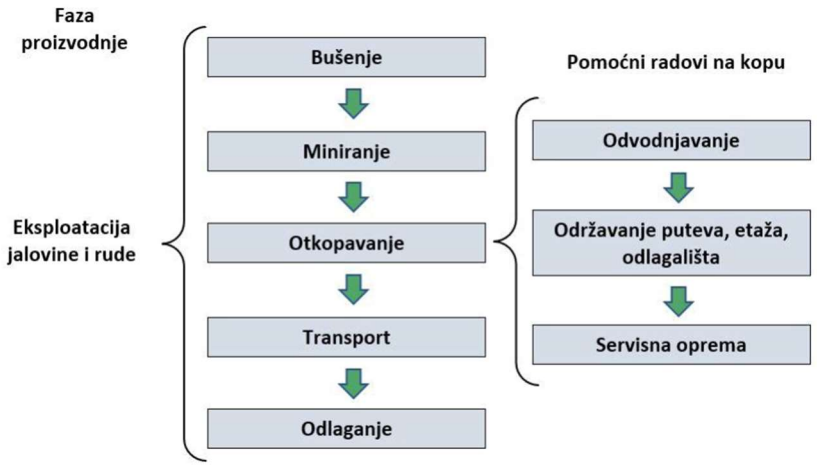
Tokom izvođenja radova u skladu sa projektovanim rešenjem površinskog kopa "Veliki Krivelj" potrebno je formirati jedinstveni sistem za praćenje stanja na površinskom kopu (monitoring sistem). Monitoring sistemom je potrebno da se vrši kontinuirano praćenje:

- geodetskog stanja kosina površinskog kopa i neposredne okoline,
- geološke građe stenskog masiva u kome su formirane kosine površinskog kopa,
- hidrogeoloških uslova koji vladaju u stenskom masivu kosina površinskog kopa i neposredne okoline i
- geomehaničkog stanja stenskog masiva.

Neophodno je detaljno razviti, primeniti i razraditi odgovarajući sistem za vizuelno i geodetsko instrumentalno praćenje pojava deformacija - pomeranja kosina i okolnog terena površinskog kopa zbog izuzetno složene strukturno-geološke građe celokupnog prostora koji je zahvaćen površinskim kopom "Veliki Krivelj". Ovim delom monitoring sistema će se utvrditi stanje pre otpočinjanja radova, pratiti sve eventualne promene na kosinama u toku odvijanja radova na eksploataciji i nakon završetka radova vršiti kontrola stanja završne kosine.

3.2.5. Tehnologija eksploatacije

Eksploatacija rude i jalovine na površinskom kopu Veliki Krivelj se obavlja diskontinualnom tehnologijom. Priprema materijala za otkopavanje se vrši bušenjem i miniranjem, otkopavanje i utovar hidrauličnim bagerima, a transport kamionima. Ruda se transportuje kamionima do primarnog drobiličnog postrojenja, dok se jalovina transportuje kamionima i kombinovanim sistemom kamioni-transporteri sa trakom. Na slici 3.12. šematski su prikazane tehnološke operacije eksploatacije rude i jalovine, kao i prateće rudarske aktivnosti.



Slika 3.12. Tehnološke operacije eksploatacije rude i jalovine

3.2.5.1 Organizacija rada

Princip preuzimanja realnih podataka sa površinskog kopa Veliki Krivelj korišćen je i prilikom definisanja organizacije rada, koja je za potrebe proračuna, praktično preslikana iz realnih uslova na površinskom kopu Veliki Krivelj. Praktično ne postoji tehnološki sistem koji na površinskom kopu radi celokupan godišnji fond smena/dana. Imajući ovo u vidu neophodno je od ukupnog mogućeg fonda smena oduzeti broj izgubljenih smena zbog neplaniranih smenskih zastoja (nepredviđeni kvarovi opreme, izuzetno nepovoljne vremenske prilike, zastoj u nekoj od faza sistema). Osnovni organizacioni parametri i radno vreme na površinskom kopu iznose:

- Broj radnih dana godišnje: 330
- Broj radnih smena dnevno: ..... 3 smene
- Trajanje smene: ..... 8 časova
- Gubici radnog vremena u smeni: ..... 2 časa
- Radno vreme u smeni: ..... 6 časova
- Planirani broj radnih smena godišnje: ..... 1.095 smena
- Neplanirani smenski zastoji: ..... 20 smena
- Smenska raspoloživost (0,79%-0,85%): ..... 849 - 913 smena

Na osnovu analize stanja postojeće i procene stanja i održavanja planirane opreme, procenjeni su planirani smenski gubici. Ovi gubici obuhvataju planirane remonte opreme ali i planirane dodatne zastoje (kvarove) na osnovu kondicionog stanja opreme. Kao što je rečeno planirani broj smenskih gubitaka, varira od sistema do sistema, odnosno u funkciji je fizičke raspoloživosti opreme koja čini konkretan proizvodni sistem. Konkretno u proračunu, fizička raspoloživost opreme definisana je u rasponu od 79% (postojeća oprema) do 85% (nova oprema).

Na dnevnom nivou, organizacija rada se obavlja u tri smene. Dužina trajanja svake smene je po 8 h. U okviru smene predviđeni su operativni gubici (zastoji zbog miniranja, oprema se premešta na planirano radilište, čeka se na planiranje pozicije utovara itd.) u trajanju od 1 h, u okviru svake smene. Takođe, predviđeni su i neoperativni zastoji za obrok, zamena smene itd. u trajanju od 1h, u okviru svake smene. Na ovaj način dolazi se do konačnog broja od 6 efektivnih radnih sati po smeni, odnosno na nivou godine približno 5.500 efektivnih radnih sati.

3.2.5.2 Bušenje i miniranje

Fizičko-mehaničke karakteristike stenske sredine ležišta bakra Veliki Krivelj koje su zahvaćene površinskim kopom su takve da nije moguće vršiti otkopavanje i utovar bez bušenja i miniranja. Na osnovu stručnog istraživanja za izbor prečnika bušenja i miniranja, i dosadašnjeg pozitivnog iskustva u tehnologiji bušenja i miniranja, uzimajući u obzir i raspoloživu opremu na bušenju, koristiće se dosadašnji način rada na ovoj tehnološkoj operaciji do kraja projektovanog veka površinskog kopa Veliki Krivelj.

Bušenje

Bušenje minskih bušotina za primarno miniranje vršiće se bušilicama sa rotacionim bušenjem. Prema dostavljenim podacima od strane Investitora, površinski kop Veliki Krivelj raspolaže sa tri takve bušilice, tipa Atlas Copco DML E, slika 3.13. U međuvremenu je kupljena još jedna bušilica sa istim karakteristikama kao prethodne tri, i ona će se uključiti u rad u martu 2023.godine.

Prečnik bušenja minskih bušotina za primarno miniranje je Ø251mm. To je prečnik koji je prihvaćen i dokazan analizom rezultata iz dosadašnje prakse bušenja i miniranja na površinskom kopu Veliki Krivelj.



Tehničke karakteristike bušilica DML E: B7, B8, B9, B10	
Pogon	Elektromotor 6808
Snaga	700HP- 50-60Hz
Podvoz	CAT 330L,L&S,ASM
Prečnik šipke	197 mm
Prečnik krune	251 mm
Rotaciona glava	0.7 m/s, 9.76 kNm
Težina na bušaću krunu	27.200 kg
Podizanje tornja	Daljinsko hidraulično
Kompresor vazduha	34 m³/min na 7,6 bar,XL1800
Težina bušilice	50 tona

Slika 3.13. Bušilica DML E i njene karakteristike

Bušenje minskih bušotina za potrebe sekundarnog miniranja, konturnog miniranja i miniranja u zaštitnoj (buffer) zoni, vršiće se bušilicama manjeg prečnika (slika 3.14).

Za potrebe sekundarnog miniranja koristiće se sledeće bušilice:

- Epiroc FlexiROC D55, Ø90 mm ÷ 152mm, 1 komad
- Epiroc FlexiROC D60, Ø110 mm ÷ 178mm, 1 komad
- Epiroc FlexiROC D65, Ø110mm ÷ 203mm, 2 komada.

Ove bušilice će se koristiti i pri započinjanju radova na višim etažama dok se ne stvore uslovi za rad bušilica velikog prečnika (Ø 251mm).





Tehničke karakteristike	D55	D60	D65
Pogon	Dizel motor CAT C13	Dizel motor CAT C15	Dizel motor CAT C15
Snaga, KW	328	354	403
Prečnik šipke, mm	Ø102	Ø114	127
Prečnik krune, mm	Ø152	Ø152	152
Rotaciona glava	DHR 6H-56-3, s/n AVO19TO95B	DHR 6H version B	DHR 6H 56
Pritisak udara, bar	32	27	30
Kompresor vazduha	30 bar/355 l/s	25 bar/405 l/s	30bar/ 470l/s
Težina, kg	21700 kg	23100 kg	24100

Slika 3.14. Bušilice FlexiROC D55, D60 i D65

Miniranje

Na površinskom kopu Veliki Krivelj za tehnološku fazu miniranja primeniće se sledeće metode miniranja:

- primarno miniranje,
- sekundarno miniranje,
- kontrolisano miniranje i
- konturno miniranje.

Za primarno miniranje na površinskom kopu Veliki Krivelj, uzimajući u obzir fizičko-mehaničke osobine stenske sredine (zapreminska masa stene, brzina prostiranja uzdužnih talasa kroz stenski masiv, čvrstoću stene na pritisak, čvrstoću stene na istezanje i dr.), koriste se eksplozivne smeše nižih energetskih sposobnosti i manje brizantnosti (Tabela 3.4) i to :

- AN – FO eksplozivne smeše, i
- SLURRY eksplozivne smeše.

Izbor ovih eksplozivnih smeša je rezultat višegodišnjih stručnih istraživanja na rudnicima u okviru RTB-a Bor i praktične potvrde na terenu. Najbolji rezultat miniranja kada je u pitanju: granulometrijski sastav, sigurnost u radu, troškovi samog miniranja i troškovi u narednim fazama eksploatacije (utovar, transport i drobljenje), postiže se primenom navedenih vrsta eksplozivnih smeša.

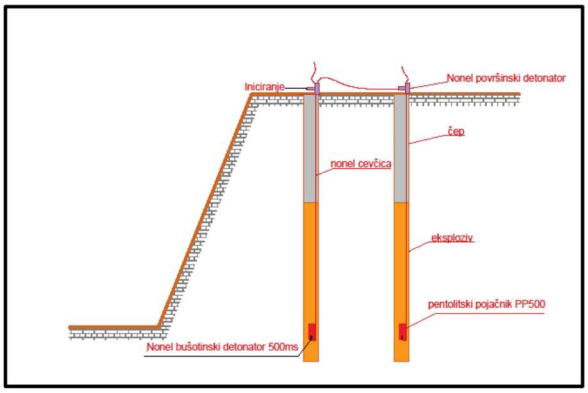
Za sekundarno miniranje i konturno miniranje na površinskom kopu Veliki Krivelj koristiće se odgovarajući patronirani eksplozivi (Tabela 3.4.).

Tabela 3.4. Minersko–tehničke karakteristike eksplozivnih smeša i patroniranih eksploziva

Karakteristike	*AN-FO*	*Slurry - Majdanit 10*	*Amonex-1*	*Amonex-4*
gustina, kg/l	0,9-0,95	1,06-1,25	1,02 – 1,1	0,96 -1,04
brzina detonacije, m/s	*min 2000 - 2500	**min. 3500	***min 4100	***min. 3200
gasna zapremina, l/kg	1045	1085	975	1004
toplota eksplozije, kJ/kg	3872	2770	4103	3892
kritičan prečnik, mm	50÷60	100	ispod 28	ispod 28
minimalni pojačnik	360 g pentolit	360 g pentolit	DK $N^0$8	DK $N^0$8

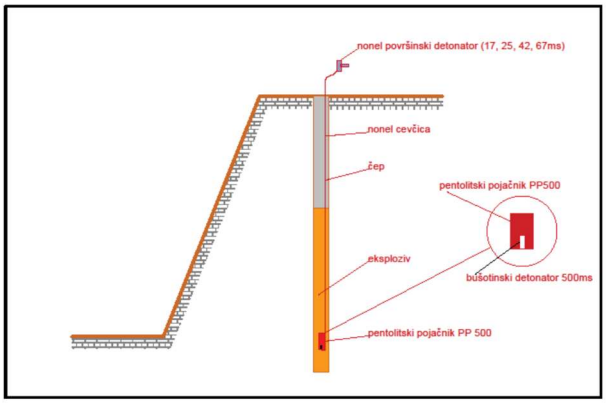
* Brzina detonacije se određuje u neobloženom punjenju, kartonska cev Ó 100mm, iniciranom sa PP – 360
** Brzina detonacije i prenos se određuje u obloženom punjenju Ó 100mm iniciranom sa PP -360
*** Brzina detonacije je određena u neobloženom punjenju Ó 30mm iniciranom sa DK N0 8

Za iniciranje eksplozivnih punjenja u minskim bušotinama primeniće se sistem neelektričnog iniciranja - Nonel sistem, i to Dual-delay sistem, gde se na jednom kraju inicijatora nalazi bušotinski detonator sa usporenjem od 500 ms, a na drugom kraju površinski usporivač sa usporenjima: 17, ili 25, ili 42, ili 67 ms (slika 3.15.).



Slika 3.15. Prikaz minske bušotine sa Nonel sistemom za iniciranje

Na slici 3.16. prikazana je konstrukcija minskog punjenja. Predložena konstrukcija minskog punjenja omogućava da se poveća iskorišćenje energije eksploziva do maksimalno moguće granice, a da se pri tome smanje negativni efekti miniranja, u prvom redu se misli na seizmički efekat miniranja, kao i na smanjenje zvučnog efekta i vazdušnog udarnog talasa. Za iniciranje AN-FO i SLURRY eksplozivne smeše (Majdanit 10), koristiće se pojačnik tipa PP 500 koji je težine 500 grama.

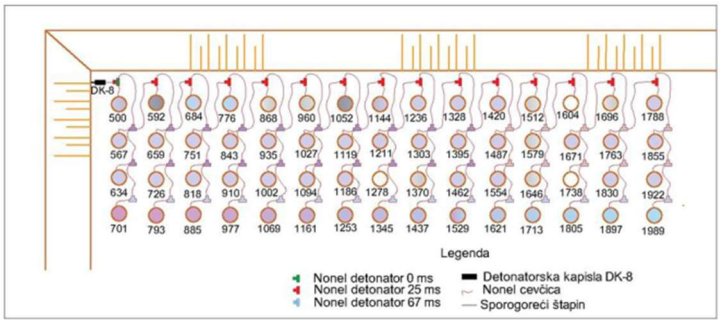


Slika 3.16. Konstrukcija eksplozivnog punjenja u bušotini

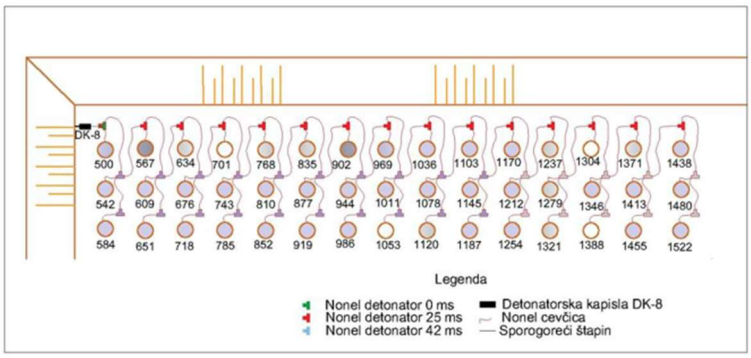
Radi obezbeđenja boljeg usitnjavanja minirane stenske mase i smanjenja seizmičkih potresa, predviđeno je pojedinačno iniciranje eksplozivnih punjenja gde bi svaka bušotina imala svoj interval usporenja koji se ne bi poklopio sa drugim intervalima iniciranja narednih bušotina. Pojava preklapanja je posledica kombinacije tri faktora: disperzija sredstava za usporenje, primenjenih vremena usporenja između bušotina i primenjene šeme povezivanja, odnosno primenjene mreže po kojoj se elementi sistema za iniciranje povezuju u sistem. Učestalost pojave preklapanja u prvom redu uslovljava tolerancija sredstava za usporenje. Međutim, kod iste tolerancije ovih sredstava, učestalost preklapanja se može povećati ili smanjiti primenom odgovarajućih vremena usporenja između bušotina i odgovarajućeg načina povezivanja u mrežu.

Na slici 3.17. dat je prikaz šeme iniciranja sa 4 reda bušotina i 15 bušotina u redu. Iniciranje će se vršiti Nonel sistemom. Usporenje između bušotina u redu iznosi 25 ms, između redova bušotina 67 ms, a bušotinsko usporenje iznosi 500 ms. Prikazanom šemom obezbeđuje se iniciranje po jednog minskog punjenja po jednom vremenskom intervalu.

Na slici 3.18. dat je prikaz šeme iniciranja sa 3 reda bušotina i 15 bušotina u redu. Iniciranje je predviđeno da se vrši Nonel sistemom. Usporenje između bušotina u redu iznosi 25 ms, između redova bušotina 42 ms, a bušotinsko usporenje iznosi 500 ms. Na taj način je i ovde obezbeđeno iniciranje jednog minskog punjenja po jednom vremenskom intervalu.



Slika 3.17. Šema iniciranja sa četiri reda bušotina



Slika 3.18. Šema iniciranja sa tri reda bušotina

Predloženim šemama iniciranja predviđeno je da se miniranje obavlja u serijama od po 60 minskih bušotina. U tabeli 3.5 data je dinamika miniranja po godinama na površinskom kopu.

Tabela 3.5. Dinamika miniranja

Godine rada	Godišnja Količina iskopina Qgi (tona)	Zapreminska težina γ, tona/m3	Broj bušotina u seriji, nb	Prosečna količina iskopina po bušotini Vbi, m3	Broj sedmica godišnje, ns	Broj minskih serija sedmično, n
1.	35333669	2.5	60	630	52	7
2.	35317576	2.5	60	630	52	7
3.	35299747	2.5	60	630	52	7
4.	35339524	2.5	60	630	52	7
5.	32254906	2.5	60	630	52	7
6.	18571436	2.5	60	630	52	4
7.	18571436	2.5	60	630	52	4
8.	18571436	2.5	60	630	52	4
9.	18571436	2.5	60	630	52	4
10.	18571436	2.5	60	630	52	4
11.	12708222	2.5	60	630	52	3
12.	12708222	2.5	60	630	52	3
13.	12708222	2.5	60	630	52	3
14.	12708222	2.5	60	630	52	3
15.	12708222	2.5	60	630	52	3
16.	11547492	2.5	60	630	52	2
17.	11547492	2.5	60	630	52	2
18.	11547492	2.5	60	630	52	2
19.	1398521	2.5	60	630	52	1

Sekundarno miniranje se na kopu izvodi u cilju izvršenja različitih sporednih minerskih zadataka vezanih za proizvodnju ili za izradu određenih objekata na površinskom kopu, kao sto je: usitnjavanje negabaritnih komada stena, poravnanje etaža – uklanjanje pragova, miniranje obodnih venaca kod etaža koje izbijaju na površinu terena, izrada pristupnih puteva izvan granica kopa, izrada većih kanala, i dr.

Za ove poslove se koriste samohodne bušaće garniture sa prečnicima bušenja od Ø90 mm do Ø150 mm, a bušotine se pune eksplozivima odgovarajućih minersko-tehničkih karakteristika. Kada se ukaže potreba za usitnjavanjem većih negabaritnih blokova miniranjem, predviđa se bušenje minskih rupa prečnika 90mm, koje će se puniti patroniranim eksplozivom Amonex-1, prečnika Ø28 i Ø32 mm, i težine patrone 100 i 200 grama.

Približavanjem primarnog miniranja kosini kopa, povećava se nivo potresanja kosine odnosno brzina oscilovanja čestica stenske mase u kosini. Povećanje brzine oscilovanja stenske mase u kosini, zavisno od njenog intenziteta može da izazove: slabljenje masiva po postojećim diskontinuitetima, osipanje ili obrušavanje blokova niz etažne kosine, smicanje delova kosina kopa koji zahvataju jednu ili više etaža, i dr.

Zbog svih navedenih negativnih efekata koje primarno miniranje može da ima na kosine kopa, u praksi je razvijena primena posebne tehnologije miniranja kod završavanja etaža koje formiraju konačnu konturu (završnu kosinu) površinskog kopa, koje ima različite nazive: obodno miniranje, kontrolisano miniranje itd.

Obodno miniranje ima zadatak da izvrši drobljenje stenske mase u perifernim delovima etaže, ali da pri tome obezbedi očuvanje stabilnosti bokova kopa i pravilno odsecanje etažne kosine po projektovanoj granici etaže. Da bi se to postiglo najčešće se istovremeno se primenjuju dve različite metode ili tehnike miniranja:

- u pojasu određene širine ispred konture etaže u tzv. zaštitnoj zoni (buffer zoni) primenjuje se „kontrolisano“, odnosno zaštitno miniranje, i
- konturno miniranje po samoj liniji projektovane granice etaže za pravilno odsecanje stenske mase uz minimalno oštećenje i potresanje kosine.

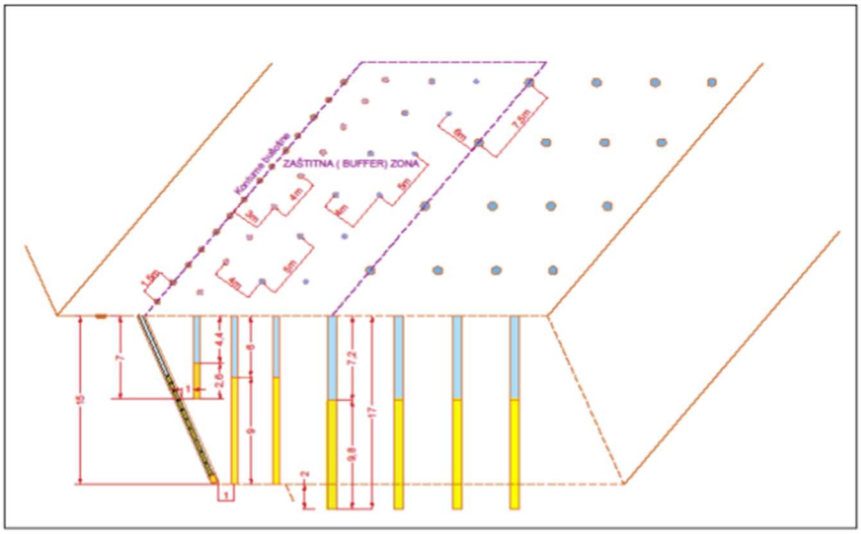
Širina zaštitne (buffer) zone predstavlja rastojanje od završne konture etaže do mesta na kome počinje da se manifestuje nepovoljan uticaj primarnog miniranja na kosinu kopa, odnosno rastojanje na kome će primarno miniranje izazvati brzinu oscilovanja kosine iznad dozvoljene (preporučene) granice. To ujedno znači širinu pojasa ispred završne konture etaže u kome se mora modifikovati primarno miniranje, da bi se potresanje kosine držalo u dozvoljenim granicama.

Smanjenje potresa kosine miniranjem u zaštitnoj zoni može da se postigne na više načina:

- smanjenjem količine eksploziva po bušotini, što podrazumeva promenu geometrije miniranja odnosno smanjenje prečnika bušenja,
- smanjenjem bušotinskog pritiska primenom radijalnih i aksijalnih zazora između eksploziva i zidova bušotina,
- primenom eksploziva smanjene gustine, odnosno smanjene snage eksploziva.

Investitor poseduje 4 bušilice sa manjim prečnikom bušenja koje mogu da se koriste za ovu vrstu miniranja, u zaštitnoj zoni bušiće se bušotine prečnika Ø110 mm i Ø150 mm.

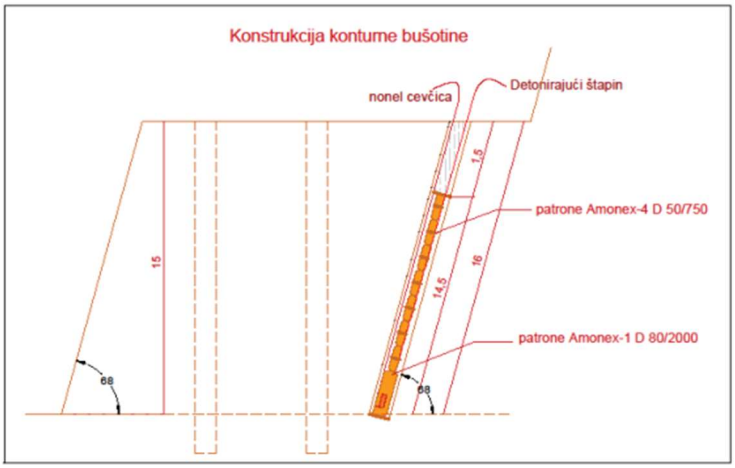
Geometrijski parametri miniranja u zaštitnoj (buffer) zoni prikazani su na slici 3.19.



Slika 3.19. Geometrijski parametri miniranja u zaštitnoj zoni

Konturno miniranje se primenjuje po konturnoj liniji, odnosno po površini odsecanja stenske mase na mestu gde se formira etažna kosina. Prvenstveni zadatak ovog miniranja je da formira pravilnu etažnu kosinu sa što je manje mogućim oštećenjem stenske mase u kosini, odnosno da formira stabilnu etažnu kosinu. U tom cilju duž konture završne kosine izbuši se niz konturnih bušotina na određenom rastojanju sa posebnim minskim punjenjem, pri detonaciji stvara se uska zona povezanih pukotina koje u stvari predstavljaju branu prolasku seizmičkih talasa van konture površinskog kopa. Usled toga stenska masa iza konture površinskog kopa ostane neoštećena, a površine ostanu ravne i u granicama projekta, i što je najvažnije veliki procenat (40 do 70%) seizmičkih potresa se u tom delu amortizuje.

Konturne bušotine se buše po liniji odsecanja etaže pod nagibom projektovane etažne kosine, u ovom slučaju od 68^0, tako da se njihovim spajanjem dobija površina koja predstavlja ravan buduće etažne kosine (slika 3.19.). Tačnost bušenja je izuzetno važna jer pravilna i glatka etažna kosina se može dobiti samo ako bušotine leže u jednoj ravni, tj. u ravni etažne kosine. Iniciranje konturnih bušotina vršiće se zajedno sa iniciranjem eksploatacionih minskih bušotina u toj zoni, gde će iniciranje konturnih bušotina prednjačiti u odnosu na one iz zaštitne zone. Izgled konstrukcije minskog punjenja konturne bušotine dat je na slici 3.20.



Slika 3.20. Konstrukcija minskog punjenja konturne bušotine

3.2.5.3 Utovar i transport

U zavisnosti od vrste materijala koji se otkopava, tehnologija utovara i transporta na P.K. "Veliki Krivelj" se sastoji od dve proizvodne operacije: utovara i transporta jalovine i utovara i transporta rude. Ove dve operacije se međusobno razlikuju samo prema pravcima transporta i prosečnim dužinama transportnih puteva, dok u tehnološkom smislu predstavljaju jedinstvenu celinu.

Otkopana jalovina transportuje se kamionima do spoljašnjih odlagališta (Saraka i Novo odlagalište) ili kombinovanim DTO sistemom (drobilica-transporteri-odlagač) u otkopani prostor starog površinskog kopa Bor. Transport rude se vrši kamionima do drobiličnog postrojenja lociranog na južnoj strani površinskog kopa.

Organizacioni parametri rada sistema bager-kamion su:

- Planirano vreme rada: .....1.095 smena.
- Neplanirani smenski zastoji: ..... 14 smena.
- Smenska raspoloživost (0,85%): ..... 917 smena.

Na dnevnom nivou, organizacija rada se obavlja u tri smene. Dužina trajanja svake smene je po 8 h. U okviru smene predviđeni su operativni gubici (zastoji zbog miniranja, oprema se premešta na planirano radilište, čeka se na planiranje pozicije utovara itd.) u trajanju od 1 h, u okviru svake smene. Takođe, predviđeni su i neoperativni zastoji za obrok, zamena smene itd. u trajanju od 1 h, u okviru svake smene. Na ovaj način dolazi se do konačnog broja od 6 efektivnih radnih sati po smeni, odnosno približno 5.500 efektivnih radnih sati na godišnjem nivou.

Stenski materijal (jalovina i ruda) se nakon miniranja utovara sa hidrauličnim bagerima kašikarima tipa Terex RH 120 E, Komatsu PC 4000E, Komatsu PC 3000E i Liebherr R 9350. Opredeljenje Investitora je da hidraulični bageri zapremine bagerske kašike od 18 do 22 m^3 predstavljaju baznu jedinicu u tehnološkom procesu otkopavanja i utovara jalovine i rude. Investitor (Serbia Zijin Copper Doo) je dostavio spisak utovarne opreme kojom raspolaže i koja će se koristiti za potrebe predmetnog Projekta. U tabeli 3.6. prikazana je osnovna utovarna oprema koja trenutno radi na P.K. Veliki Krivelj.

Tabela 3.6. Spisak utovarne opreme sa kojom raspolaže Investitor

Red. br.	Interna oznaka	Inv. broj	Tip bagera	Zap. kašike, m^3	Godina nabavke	God. otpisa
1	OK-1	19681	TEREX RH-120E 120115	15	30.9.2007.	2023
2	OK-2	19797	TEREX RH-120E 120196	15	31.8.2011.	2023
3	K-1	19753	KOMATSU PC 4000 E 08204	22	30.6.2010.	2024
4	K-2	19821	KOMATSU PC 4000 E 08221	22	31.5.2012.	2024
5	K-3	19847	KOMATSU PC 3000 E 06298	15	31.7.2013.	2024
6	K-4	48801	KOMATSU PC 4000 E 08286	22	6.8.2019.	2029
7	K-5	59373	KOMATSU PC 4000 E 08306	22	17.5.2022.	2029
8	K-6	60812	KOMATSU PC 4000 E 08310	22	27.7.2022.	2033
9	L-1	56857	LIEBHERR R 9350 E, 42222	18	22.12.2021	2031

Trenutno površinski kop Veliki Krivelj raspolaže sa flotom od 39 kamiona, koji se koriste za transport rude i jalovine. Flota je delimično unificirana, odnosno prisutna su tri tipa kamiona (BELAZ 75306, TEREX NTE 240 i XCMG XDE260) relativno uporednih tehničkih karakteristika, koji čine okosnicu transportnog sistema kopa. U tabeli 3.7. dat je spisak transportne opreme sa kojom Investitor raspolaže.

Tabela 3.7. Spisak transportne opreme sa kojom raspolaže Investitor

Broj kamiona	Interna oznaka	Inv. broj	Tip kamiona	Nosivost (t)	Godina nabavke	Godina otpisa
1	B50	19738	BELAZ 75306330	220	2010.	2023.
2.	B51	19737	BELAZ 75306334	220	2010.	2023.
3.	B52	19749	BELAZ 75306337	220	2010.	2023.
4.	B53	19750	BELAZ 75306339	220	2010.	2023.
5	B54	19776	BELAZ 75131 1425	136	2011.	2023.
6	B55	19779	BELAZ 75131 1426	136	2011.	2023.
7	B56	19771	BELAZ 75131 1427	136	2011.	2023.
8	B57	19782	BELAZ 75131 1458	136	2011.	2023.
9.	B58	19788	BELAZ 75306491	220	2011.	2023.
10.	B59	19787	BELAZ 75306492	220	2011.	2023.
11.	B61	42990	BELAZ 75306514	220	2011.	2023.
12.	B62	19793	BELAZ 75306502	220	2011.	2024.
13.	B63	19796	BELAZ 75306503	220	2011.	2024.
14.	B64	42993	BELAZ 75306505	220	2011.	2025.
15.	B65	19794	BELAZ 75306504	220	2011.	2025.
16.	B01	46257	BELAZ 75302 1278	220	2018.	2026.
17.	B02	46258	BELAZ 75302 1276	220	2018.	2026.
18.	B03	46259	BELAZ 75302 1277	220	2018.	2026.
19.	B04	46260	BELAZ 75302 1275	220	2018.	2026.
20.	B05	46261	BELAZ 75302 1263	220	2018.	2026.
21.	B06	46262	BELAZ 75302 1274	220	2018.	2026.
22.	B07	46979	BELAZ 75302 1281	220	2018.	2026.
23.	B08	46978	BELAZ 75302 1282	220	2018.	2027.
24.	B09	48221	BELAZ 75302 1376	220	2019.	2027.
25	TRX 10	52764	TEREX NTE 240, B100090/33221187	236	2020.	2029.
26	TRX 11	52763	TEREX NTE 240, B100091/33220625	236	2020.	2029.

Broj kamiona	Interna oznaka	Inv. broj	Tip kamiona	Nosivost (t)	Godina nabavke	Godina otpisa
27	TRX 12	52761	TEREX NTE 240. B100092/33220624	236	2021.	2029.
28	TRX 13	52762	TEREX NTE 240, B100093/33221175	236	2021.	2029.
29	TRX 14	58038	TEREX NTE 240, NHLEBA4KCNB3100101/3221186	236	2021.	2029.
30	TRX 15	58039	TEREX NTE 240, NHLEBA4KTMB100102/33221201	236	2021.	2029.
31	XCMG-16		XDE260, XG02603CNWB00738	230	2022.	2030.
32	XCMG-17		XDE260, XUG02603JNVB00728	230	2022.	2030.
33	XCMG-18		XDE260, XG02603TMWB00708	230	2022.	2030.
34	XCMG-19		XDE260, XUG02603FONB00758	230	2022.	2030.
35	XCMG-20		XDE260, XG02603JNWB00678	230	2022.	2030.
36	XCMG-21		XDE260, XUG02603ANVB00748	230	2022.	2030.
37	XCMG-22		XDE260, XG02603AN'vVB00698	230	2022.	2030.
38	XCMG-23		XDE260, XUG02603CNVB00688	230	2022.	2030.
39	XCMG-24		XDE260, XG02603LNVB00718	230	2022.	2030.

Na rezultate procene kapaciteta sistema bager-kamion, pored godišnjeg kapaciteta, veliki uticaj imaju i dužine transportnih relacija za rudu i jalovinu. Tokom projektovanog veka kopa eksploatacija će se vršiti u ukupno 4 faze sa različitim prosečnim transportnim relacijama. Takođe, transportne dužine će varirati za jalovinu zavisno od lokacije otkopavanja i odlaganja, a za rudu zavisno od mesta otkopavanja.

Pregled projektovane dinamike otkopavanja, sa prosečnom dužinom transportnih komunikacija po godini dat je u tabeli 3.8.

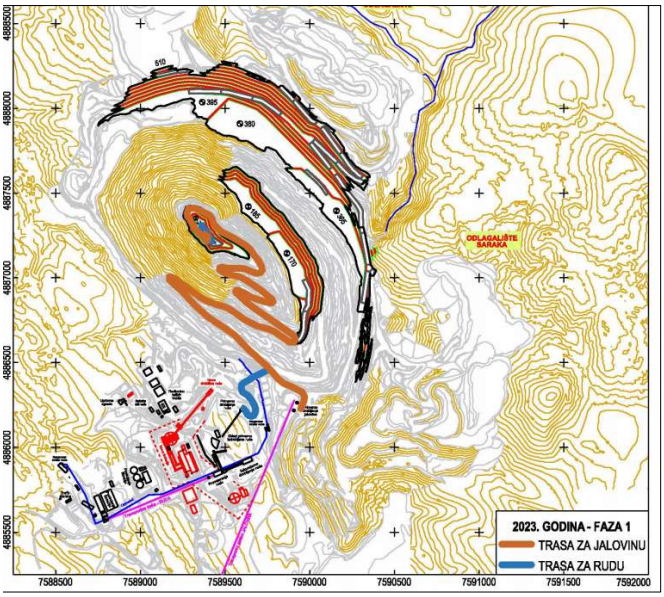
Tabela 3.8. Projektovana dinamika sa prosečnim relacijama

Broj godine	Jalovina (t)	Ruda (t)	Iskopine (t)	Prosečna dužina relacije (km)
1	24 740 907	10 592 763	35 333 670	2,79
2	24 718 293	10 599 282	35 317 575	2,51
3	24 701 181	10 598 566	35 299 747	3,04
4	24 870 978	10 468 547	35 339 525	2,46
5	21 654 966	10 599 940	32 254 906	2,17
6-10	40 023 871	52 833 306	92 857 176	2,87
11-15	10 544 711	52 996 401	63 541 112	4,06
16-19	2 841 217	33 199 781	36 040 998	4,96
Suma	**174 096 124**	**191 888 586**	**365 984 710**	-

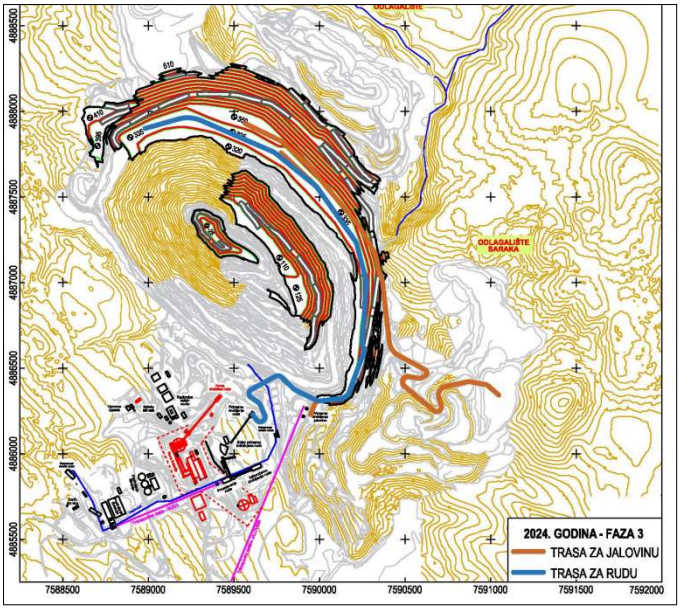
Dimenzionisanje bagera i kamiona, za potrebe predmetnog Projekta, izvršeno je po godinama rada i po fazama razvoja kopa u datoj godini za ponderisane transportne dužine i nagibe puta posebno za jalovinu, a posebno za rudu. Ovde je bitno naglasiti da se prilikom dimenzionisanja sistema pretpostavilo da će investiciono i tekuće održavanje opreme biti kvalitetno organizovano i blagovremeno izvršavano tako da će sama raspoloživost i korišćenje opreme biti na većem nivou od postojećeg. Projektovana raspoloživost u veku kopa - bageri 0,85% i kamioni 80%.

Procena kapaciteta sistema bager-kamion je urađena za svaku godinu eksploatacije a ovde se prikazuju samo karakteristične godine za ovaj Projekat u smislu maksimalno potrebne opreme u veku površinskog kopa.

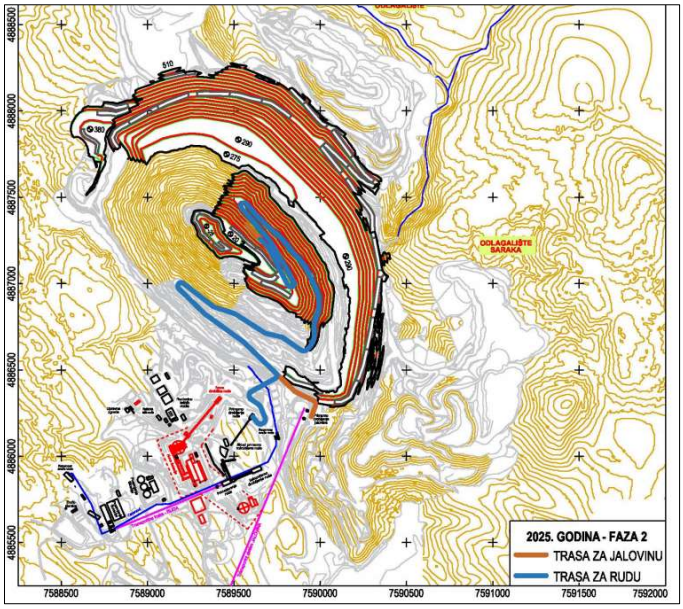
Na slikama 3.21. do 3.25. prikazane su transportne trase kamionskog transporta za rudu i jalovinu u prvih pet godina eksploatacije u određenim fazama razvoja rudarskih radova.



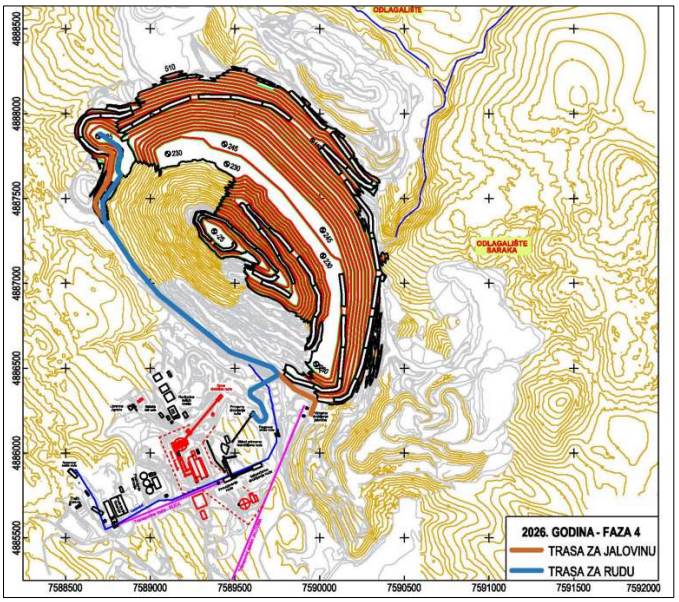
Slika 3.21. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 1. godine – Faza 1



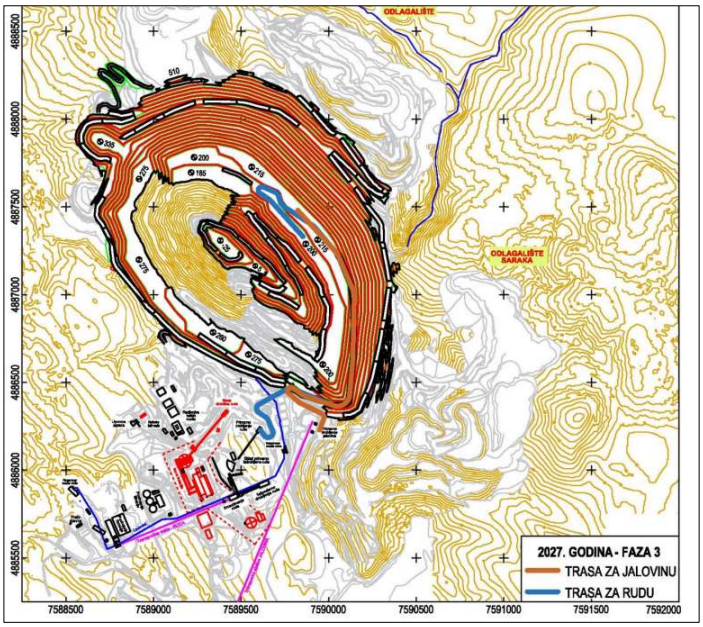
Slika 3.22. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 2. godine – Faza 3



Slika 3.23. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 3. godine – Faza 2



Slika 3.24. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 4. godine – Faza 4



Slika 3.25. Transportne trase za jalovinu i rudu, tokom 5. godine – Faza 3

Kako se sa slika 3.21 – 3-25. može videti transportne trase kamionskog transporta za rudu i jalovinu se nalaze unutar rudnika i ne koriste se lokalni putevi.

Saglasno izvršenim proračunima po godinama eksploatacije od 1 do 19. godine, usvojenom planu amortizacije bagera i kamiona, predviđena je dinamika otpisa opreme i nabavke nedostajuće i zamenske opreme u eksploatacionom veku kopa. Rekapitulacija potrebnog broja bagera i kamiona po godinama, predviđena dinamika nabavke i otpisa opreme prikazana je u tabeli 3.9.

Tabela 3.9. Rekapitulacija potrebnog broja bagera i kamiona po godinama

Naziv opreme	Stanje	Godina/Period eksploatacije								Ukupno
		1.	2.	3.	4.	5.	6 - 10.	11 - 15.	16 - 19.	
Bager (22m3)	stanje	9	6	6	6	6	6	4	4	
	potrebno	5	5	5	5	4	4	4	4	
	novih									
	otpis	2	3				2	3		10
	zamena		2				2	1		5
Kamion (220/240 t)	stanje	39	28	26	24	17	15	13	13	
	potrebno	16	17	19	17	13	11	11	13	
	novih									
	otpis	11	2	2	7	2	10	3		26
	zamena						8	3		11

3.2.5.4 Odlaganje jalovine

Značajne količine jalovine sa površinskog kopa Veliki Krivelj (od 1998. godine), odlažu se preko sistema Drobilica-Transporter-Odlagač (DTO sistema) u otkopani prostor površinskog kopa Bor, na kome je eksploatacija završena 1993. godine. Trenutno se otkopana jalovina transportuje kamionima do drobiličnog postrojenja Transportnog Sistema za Jalovinu (TSJ) sa 2 primarne drobilice, locirane na južnom obodu kopa, gde se jalovina drobi do veličine - 300 mm, odakle se dalje transportuje trakastim transporterom do odlagača na ivici otkopanog prostora starog površinskog kopa „Bor“, odakle se vrši njegovo zapunjavanje (slika 3.26.).

Odlagač odlaže materijal duž gornje ivice radnog platoa, a zatim se buldožerom vrši planiranje odloženog materijala na radnom platou odlagališta prema otkopanom prostoru starog kopa.



Slika 3.26. DTO sistem za odlaganje jalovinu u kopu Bor

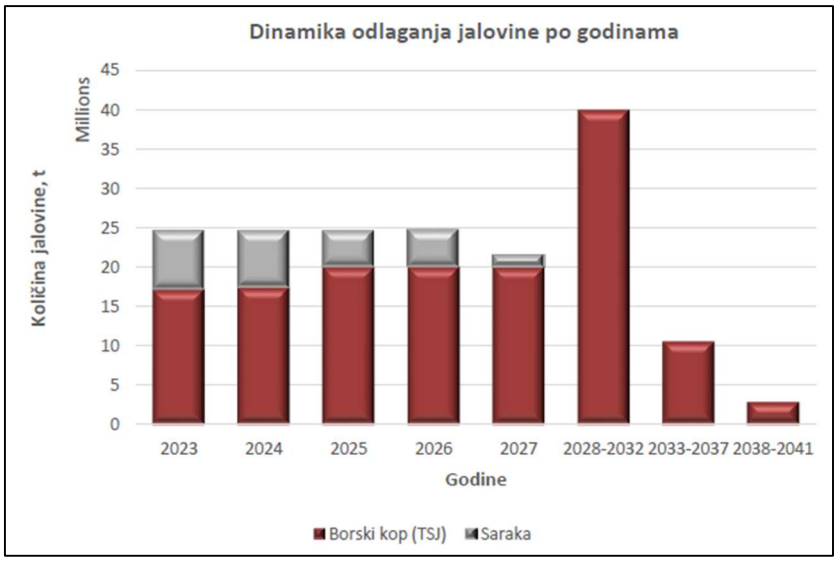
Projektovani kapacitet DTO sistema sa dve drobilice, pojedinačnog kapaciteta 2350 t/h, iznosi oko 25 miliona tona godišnje. Primenjena oprema na DTO sistemu prikazana je u tabeli 3.10.

Tabela 3.10. Oprema na DTO sistemu

Naziv opreme	Proizvođač	Godina nabavke
Primarna drobilica 48″x74″	ALLIS CHALMERIS EMISA	1959
Člankasti dodavača(dva dodavača)	HEGLAUNDS	1997
Stacionarni transporteri (4 transportera)	TTU Tuzla	1997
Odlagač	FOD Bor	1997

Višak jalovine na godišnjem nivou, uglavnom sa viših etaža u fazama razvoja kopa, transportovaće se kamionima i odlagati na postojećem odlagalištu „Saraka“, lociranom južno od kopa i to u proširenju odlagališta prema istoku i jugo-istoku.

Na slici 3.27. prikazana je zbirna dinamika odlaganja jalovine preko Transportnog sistema za jalovinu i na odlagalištu Saraka.



Slika 3.27. Dinamika odlaganja na odlagališta u starom borskom kopu i odlagalištu Saraka

Prema podacima dobijenim od investitora, preostali prostor za odlaganje jalovine na odlagalištu u starom borskom kopu iznosi oko 270.000.000 t. U proširenju odlagališta Saraka preostale količine do projektovane završne konture odlagališta iznose oko 50.000.000 t. Preostali ukupni kapaciteti ova dva odlagališta su dovoljni za odlaganje ukupnih eksploatacionih količina jalovine u predviđenom veku eksploatacije (tabela 3.11.).

Tabela 3.11. Kapaciteti odlagališta borski kop i Saraka

Odlagalište	Borski kop	Saraka	Ukupno
Trenutni preostali kapacitet, t	270 000 000	50 000 000	320 000 000
Projektovana količina jalovine, t	147 955 498	26 140 626	174 096 124
Preostali kapacitet odlagališta, t	**122 044 502**	**23 859 374**	**145 903 876**

3.2.5.5 Pomoćna mehanizacija

Pomoćni radovi na površinskom kopu obuhvataju više nezavisnih radnih operacija koje prate rudarske radove na otkopavanju jalovine i rude. To su:

- održavanje radilišta na površinskom kopu i odlagalištu - planiranje radnih platoa
- održavanje transportnih puteva unutar površinskog kopa i na odlagalištu
- održavanje spoljašnjih transportnih puteva
- obaranje prašine na transportnim putevima
- održavanje kosina površinskog kopa i odlagališta
- čišćenje i održavanje platoa na primarnom drobljenju za rudu i jalovinu
- održavanje objekata za odvodnjavanje
- povremen rad na skladu rude kod primarnog drobljenja i dr.

Za obavljanje navedenih pomoćnih radova na površinskom kopu predviđa se angažovanje sledeće pomoćne opreme:

- buldozera
- grejdera
- utovarivača
- rovokopača
- autocisterne za vodu
- servisnih vozila – kamiona i
- terenskih vozila.

Spisak postojeće raspoložive pomoćne mehanizacije dat je u tabeli 3.12.

Tabela 3.12. Raspoloživa pomoćna mehanizacija

Interna oznaka	Model	Godina nabavke
BULDOZERI		
Bl 01	KOMATSU D375A-8	2019.
Bl 02	KOMATSU D375A-8 80047	2020.
Bl 10	KOMATSU D155AX-6	2010.
Bl 12	KOMATSU D375A-6	2010.
GREJDERI		
Gr 13	CATERPILLAR 16G 93U2394	1990.
Gr 14	KOMATSU GD825A-3 12568	2010.
Gr 16	XUYHOU SIL GR 135	2011.
Gr 01	CATERPILLAR 18 M 3, E9W00300	2019.

Interna oznaka	Model	Godina nabavke
CISTERNE ZA PRSKANJE PUTEVA		
B66	BELAZ 754734202	2012.
C02	BELAZ 764705438	2018.
CT01	TLS551 TLS5530CKS510073	2019.
OSTALA POMOĆNA MEHANIZACIJA		
Rovokopač	CATERPILLAR 330 GC (1,54 m3)	2020.
Utovarač 1	VOLVO L350H - 3065 (5,6 m3)	2020.
Utovarač 2	VOLVO L350H- 3067 (5,6 m3)	2020.
Vibrovaljak	BOMAG WI 77 P- 4	2011.
Hidraulični čekić	CATERPILLAR H130GC CAT/VTH00150	2019.
Komb. mašina	KOMATSU WB93S-5EO, s/n F21955	2022.

Za izvođenje radova na odlagalištima Saraka i Stari Borski kop planirano je angažovanje buldozera, koji će raditi na planiranju niveleta etaža. Buldozer će se takođe koristiti i za izradu transportnih puteva, kao i izradu kanala za odvodnjavanje na etažama i transportnim putevima.

Za održavanje transportnih puteva na odlagalištu koristiće se grejder za nivelisanje habajućeg sloja, dok će se za obaranje prašine na putevima koristiti autocisterna za vodu.

3.2.6. Odvodnjavanje

3.2.6.1 Koncepcija odvodnjavanja

Koncepcijsko rešenje odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj bazira se na razvoju radova na kopu prema definisanoj dinamici otkopavanja za period od 1. godine do kraja veka eksploatacije 19. godine, u smislu izrade kanala, vodosabirnika i taložnika, brana i vodenih akumulacija (slika 3.28 i prilog 3).

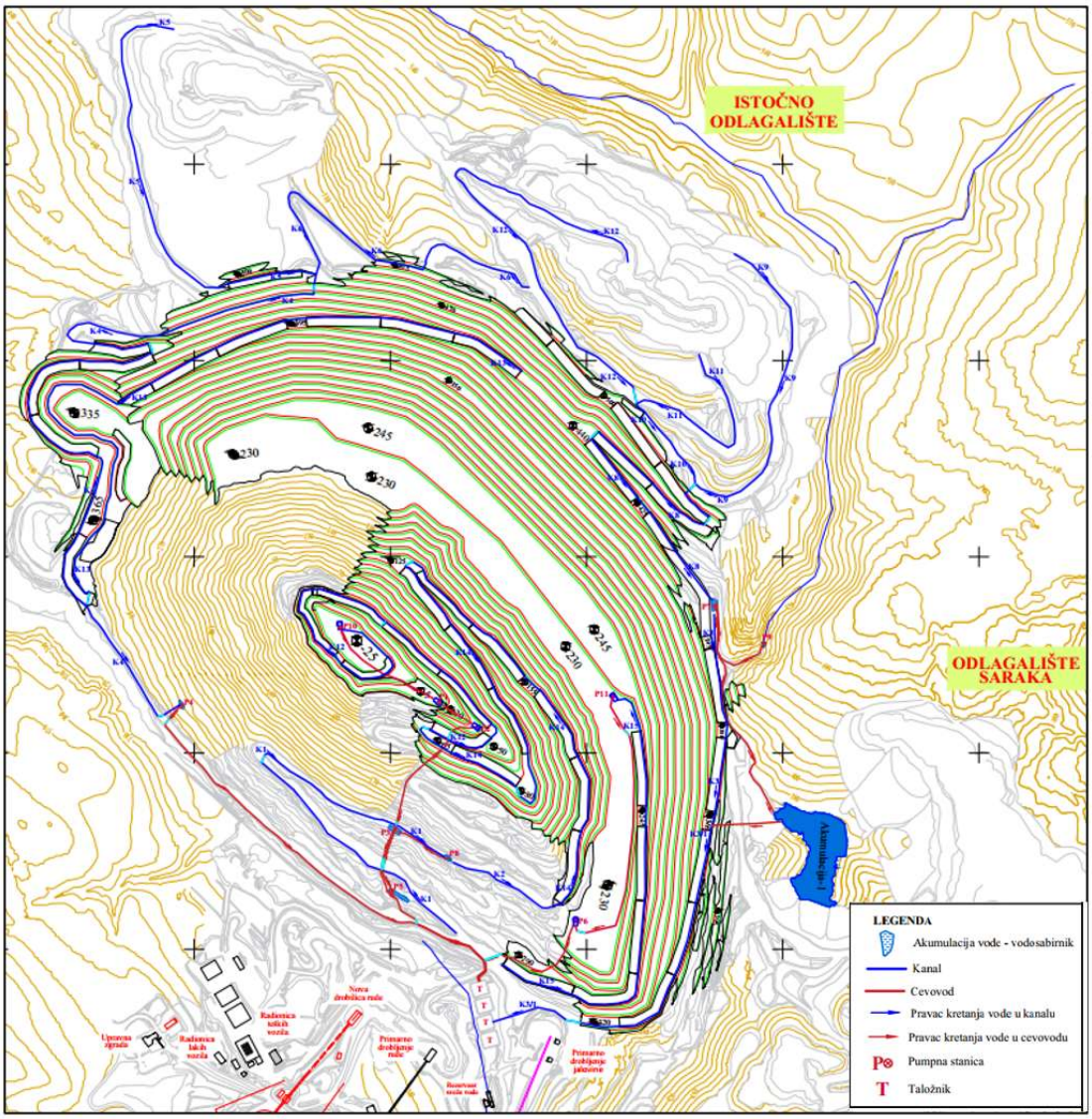
Koncepcija odvodnjavanja je definisana na osnovu analize mogućih rešenja smanjenja količine vode koja bi potencijalno dospevala u radni prostor površinskog kopa.

Položaj i veličina objekata odvodnjavanja na kopu pored polaznih parametara, zavise i od planirane dinamike rudarskih radova koja je definisana u predmetnom Tehničkom projektu otkopavanja. Na osnovu uslova i razvoja eksploatacije, kao i činjenice da je granica ovog projekta taložnik na koti k+302 m, sačinjeno je osnovno koncepcijsko rešenje koje se bazira na maksimalnom korišćenju postojećih objekta zaštite i odvodnjavanja i sastoji u sledećem:

- Da se sva voda sa slivnih područja, sa kojih voda gravitira prema kopu, prihvati zaštitnim obodnim kanalima i gravitacijski odvede van područja kopa.
- Da se vode koje dospeju u konturu kopa sa etaža iznad erozionog bazisa (iznad k+305 m) prihvataju kanalima i gravitacijski odvode do taložnika na koti k+302 m.
- Da se sve vode sa etaža ispod nivoa erozionog bazisa (ispod k+305 m) prihvataju na nivoima prepumpavanja i odatle ispumpavaju u taložnik na koti k+302 m. Na nivoima prepumpavanja, zavisno od trenutne dubine kopa, izradiće se novi ili će se koristiti postojeći vodosabirnici iz kojih će se sistemom kaskadnog prepumpavanja vode evakuisati van kontura kopa.
- Da se sve vode koje gravitiraju ka odlagalištu Saraka, prihvate kanalima i gravitacijski odvedu do postojećeg sistema odvodnjavanje površinskog kopa Veliki Krivelj. Vode koje ne mogu da se gravitacijski odvedu u postojeći sistem odvodnjavanja, prikupljaće se u vodosabirnicima i ispumpati u postojeći sistem odvodnjavanja površinskog kopa Veliki Krivelj. Sve vode koje dospeju u odlagalište Saraka odvode se u postojeći sistem odvodnjavanja površinskog kopa Veliki Krivelj, tako da nema

njihovog direktnog ispuštanja u radnu okolinu. Takođe, na lokalitetu odlagališta Saraka nema prirodnih vodotokova koji se presecaju radovima na formiranju odlagališta.

- U slučaju velikih priliva voda, najniža etaža površinskog kopa se koristi kao privremeni vodosabirnik, s tim što se pre toga mora evakuisati oprema i ljudstvo sa te etaže. Dno kopa (privremeno) u tom slučaju postaje neradna etaža, što se dinamikom i planovima mora predvideti.
- U slučaju maksimalnih priliva – poplavni talas vode sa kopa će se ispuštati u Kriveljsku reku. Zbog kratkog vremena kontakta sa mineralima rude, pretpostavka je da ove vode neće sadržati nedozvoljene količine hemijskih zagađenja.
- Sve vode koje se gravitacijski dovode sa etaža iznad k+305 m, odnosno vode koje se ispumpavaju iz konture kopa (ispod kote k+305 m), kao i vode sa odlagališta Saraka i iz Akumulacije 1, dovode se u taložnik na k+302 m odakle se prepumpavaju u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju, kao povratna voda, do flotacije Veliki Krivelj. Snabdevanje flotacije Veliki Krivelj vodom biće obrađeno posebnim Dopunskim rudarskim projektom. Taložnik na koti k+302 m je granica ovog tehničkog projekta odvodnjavanja.



Slika 3.28. Situaciona karta stanja rudarskih radova sa pozicijama objekata odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj na kraju 4. godine eksploatacije

Unutar konture kopa pojavljuju se podzemne i vode od atmosferskih padavina. Priliv podzemnih voda je promenljiv u zavisnosti od dubine kopa. Priliv voda od atmosferskih padavina je promenljivog

intenziteta, a u zavisnosti je od vremena trajanja, učestalosti i intenziteta padavina. Evakuacija ovih voda iz konture kopa se vrši na dva načina, kanalima i sistemom kaskadnog prepumpavanja. Direktno odvođenje vode kanalima je moguće sa dela kopa koji se nalazi iznad kote k+305 m. Odvođenje vode koje padnu ispod kote k+305 m se vrši sistemom koji se sastoji od kanala koji ove vode usmerava prema vodosabirnicima iz kojih se voda ispumpava sistemom pumpi i cevovoda. Izrada kanala i vodosabirnika prati razvoj radova na eksploataciji.

U cilju zaštite jugoistočnog boka površinskog kopa od voda Saraka potoka, izgrađen je kolektor koji ima funkciju regulacije Saraka potoka. Vode koje protiču kroz ovaj kolektor ulivaju se u kolektor Kriveljske reke. Postojeći kolektor biće u funkciji do završetka izgradnje tunela za izmeštanje Kriveljske reke, nakon čega će ulaz u kolektor biti blindiran baražom. Zaobilazni tunel za izmeštanje Kriveljske reke se projektuje kao linijski građevinski objekat prema Zakonu o planiranju i izgradnji i nije obrađen predmetnim Projektom. Proširenje kopa ka zapadu uslovljeno je prethodnim izmeštanjem korita Kriveljske reke izgradnjom obilaznog tunela u zoni površinskog kopa i flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj.

Izgradnjom novog tunela Kriveljske reke prestaje funkcija kolektora Saraka potoka. Projektno rešenje predviđa blindiranje ulaza u kolektor i izgradnju brane na k+365 m, čime se stvaraju uslovi za formiranje akumulacije vode – Akumulacija 1. Akumulirana voda se prepumpava u postojeći kanal koji se prostire duž transportnog puta i gravitacijski odvodi u taložnik na koti k+302 m.

Kod projektovanja odvodnjavanja cilj je bio da se vodosabirnici i cevovodi zadrže što duže na jednoj poziciji, odnosno da bude što manje njihovog izmeštanja, kako se ne bi remetila dinamika izvođenja rudarskih radova i istovremeno izbegli nepotrebni troškovi. Takođe, iz istog razloga, predviđeno je da se pojedini kanali izrađuju iz više deonica, shodno uslovima na kopu, odnosno odlagalištu jalovine.

Vode iz taložnika na koti k+302 m, koji predstavlja granicu ovog projekta, koriste se za proces u pogonu flotacije, do koje se transportuju posebnim sistemom za snabdevanje vodom. U izuzetnim slučajevima ove vode je moguće ispustiti direktno u vodotokove posle procesa mehaničkog prečišćavanja u slučaju ako se dokaže da materijal koji je odložen ne utiče na zagađenje voda. Prethodno je potrebno, u skladu sa Uredbom o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu (Sl.gl. br 53/2017), izvršiti analizu odloženog materijala kako bi se utvrdilo da li odloženi materijal utiče na zagađenje voda.

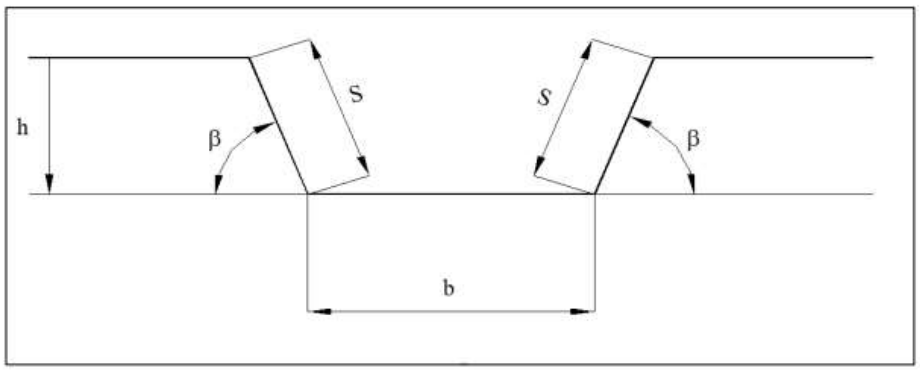
Prema tome, koncepcijsko rešenje predviđa da se sve površinske vode iznad kote k+305 m prikupljaju sistemom kanala i kontrolisano odvode u taložnik za površinske vode, koji se nalazi na koti k+302 m. Vode ispod kote k+305 m sistemom etažnih kanala prikupljaju se u etažnim vodosabirnicima odakle se kaskadno prepumpavaju i na kraju cevovodom odvode u glavni taložnik.

Dimenzionisanje pumpi za potrebe pouzdanog i sigurnog odvodnjavanja izvršeno je za maksimalne padavine sa verovatnoćom pojavljivanja jednom u 50 godina. Izrada objekata odvodnjavanja i zaštite Kriveljske reke od voda sa kopa, spada u pomoćne radove rudarskog održavanja kopa i odlagališta.

3.2.6.2 Tehnički opis objekata odvodnjavanja

Kanali

Pravilnikom o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina (Sl. glasnik RS 96/2010), propisano je da se kanali za odvođenje vode proračunavaju za maksimalni protok voda nastalih usled bujica i provalnih kiša za povratni period od 50 godina. Za proračun kanala usvajaju se vode od maksimalnih pedesetogodišnjih padavina u trajanju od 60 minuta. Svi kanali su trapeznog poprečnog preseka, slika 3.29.



Slika 3.29. Izgled poprečnog preseka kanala

U tabeli 3.13. prikazani su merodavni prilivi vode za proračun kanala. Potrebne dimenzije kanala po periodima eksploatacije prikazane su u tabeli 3.14.

Tabela 3.13. Merodavni priliv vode za proračun kanala

Oznaka kanala	Početak deonice	Kraj deonice	L (m)	F_i (km^2)	1000*F_i	α	$i_{s0,02}$ (mm/min)	Q_i (m^3/min)	Q_i /60 (m^3/s)
K1	305,0	214,0	1.306	0,11180	111,80	0,60	0,840	56,3	0,939
K2	214,0	50,0	1.728	0,14281	142,81	0,60	0,840	72,0	1,200
K3	398,0	302,0	1.491	0,59254	592,54	0,35	0,840	174,2	2,903
K4	470,0	298,0	2.043	0,47434	474,34	0,40	0,840	159,4	2,656
K5	550,0	470,0	941	0,20431	204,31	0,35	0,840	60,1	1,001
K6	540,0	470,0	961	0,10790	107,90	0,35	0,840	31,7	0,529
K7	490,0	398,0	1.005	0,29750	297,50	0,50	0,840	125,0	2,083
K8	550,0	490,0	836	0,05444	54,44	0,35	0,840	16,0	0,267
K9	510,0	490,0	260	0,22247	222,47	0,35	0,840	65,4	1,090
K10	563,0	510,0	548	0,07908	79,08	0,35	0,840	23,2	0,387
K11	600,0	510,0	1.299	0,12685	126,85	0,35	0,840	37,3	0,622

Tabela 3.14. Potrebne dimenzije kanala po periodima eksploatacije

Kanal	Dimenzije (m)	Postojeće stanje	1.	2.	3.	4.	5.	6-10.	11-15.	16-19.
K1	b	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,60	0,35	0,40	0,55
	h	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,35	0,35	0,50	0,50
K2	b	0,65	0,65	0,65	0,30	0,30	0,30			
	h	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30			
K3	b	0,80	0,80	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	h	0,45	0,45	0,50	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
K3/1	b				0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	h				0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
K4	b	0,85	0,45	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	h	0,40	0,45	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
K5	b	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	h	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
K6	b	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
	h	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
K7	b	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	45,00	0,45	0,45	0,45

Kanal	Dimenzije (m)	Postojeće stanje	1.	2.	3.	4.	5.	6-10.	11-15.	16-19.
	h	0,40	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
K8	b	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	30,00	0,30	0,30	0,30
	h	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	20,00	0,20	0,20	0,20
K9	b	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
	h	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
K10	b	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	h	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
K11	b	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
	h	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
K12	b		0,75	0,75	0,80	0,80	0,80	0,80		
	h		0,85	0,85	0,75	0,80	0,80	0,80		
K13	b			0,35	0,35	0,35	35,00	0,35	0,35	0,35
	h			0,55	0,55	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
K14	b			0,70	0,70	0,70	0,70	0,40		
	h			0,70	0,70	0,70	0,70	0,45		
K15	b					0,55	0,55	0,60	0,60	0,60
	h					0,35	0,40	0,65	0,75	0,75
K16	b									0,75
	h									0,90

Vodosabirnici

Lokacija vodosabirnika uslovljena je razvojem rudarskih radova na površinskom kopu i potrebom da obezbeđuju siguran i kontinualan rad celokupnog sistema za evakuaciju prikupljenih voda.

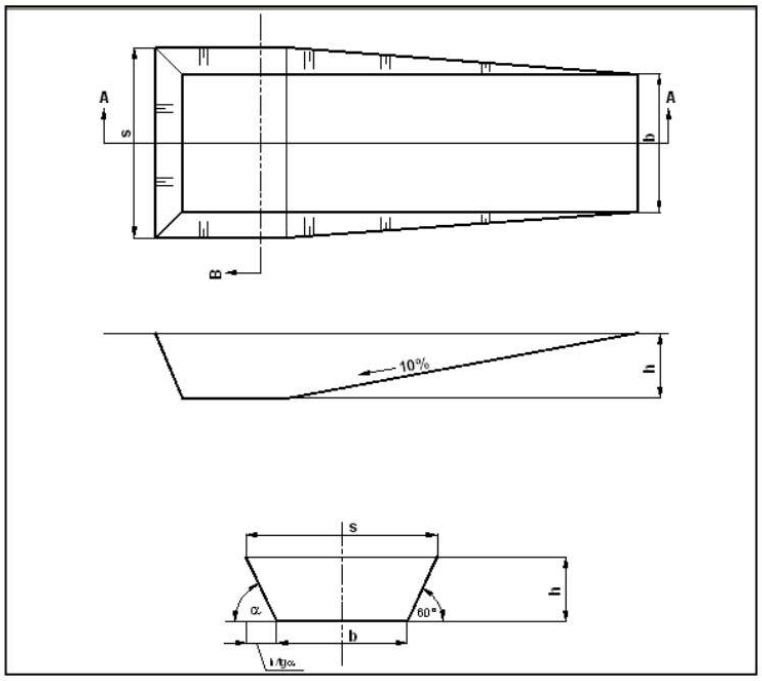
Kod izbora lokacije vodosabirnika vodilo se računa da je vek vodosabirnika na jednoj lokaciji što duži u cilju smanjenja troškova koji nastaju njegovim izmeštanjem. Odvodnjavanje površinskog kopa vrši se kaskadno. Sve ispumpane vode iz površinskog kopa odvode se u taložnik na koti k+302 m južno od dubinskog dela kopa.

Pravilnikom o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina (Sl. glasnik RS 96/2010), propisano je da se vodosabirnici proračunavaju za maksimalni osmočasovni priliv voda za povratni period od 50 godina.

Maksimalni osmočasovni priliv u kop je zbir priliva od atmosferskih padavina u trajanju od 60 minuta, za verovatnoću pojavljivanja jednom u pedeset godina, i podzemnih voda za period od 8 h. Ovaj priliv se pri dimenzionisanju vodosabirnika neće smanjiti za količinu ispumpane vode, zbog velike verovatnoće prekida u snabdevanju električnom energijom kopa u dužem vremenskom periodu pri ovakvim padavinama.

Vodosabirnici će se izrađivati u obliku useka otvaranja. Nagib useka je 10%, a nagib bočnih strana 60°. Vodosabirnici će se izrađivati prema dimenzijama na slici 3.30. Zapremina vodosabirnika računa se formulom:

$$V = \frac{b \times h^2}{2 \times tg\beta} + \frac{h^3}{3 \times tg\alpha \times tg\beta} + l \times \left(b + \frac{h}{tg\alpha}\right), m^3$$



Slika 3.30. Izgled vodosabirnika

Potrebne dimenzije vodosabirnika po periodima eksploatacije prikazane su u tabeli 3.15.

Tabela 3.15. Potrebne dimenzije vodosabirnika po periodima eksploatacije

VS	Dimenzije (m)	Postojeće stanje	1.	2.	3.	4.	5.	6 -10.	11-15.	16-19.
VS1	b	19,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0		
	h	4,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		
	l	30,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0		
VS2	b	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	16,0	16,0
	h	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	l	20,0	20,0	20,0	21,0	21,0	21,0	21,0	22,0	22,0
VS3	b	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0			
	h	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			
	l	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0			
VS4	b	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	13,0			
	h	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,5			
	l	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0			
VS5	b	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0			
	h	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5			
	l	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	10,0			
VS6	b	10,0	10,0	10,0	10,0	8,0	10,0	10,0		
	h	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		
	l	19,0	19,0	19,0	19,0	14,0	20,0	16,0		
VS7	b	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0		
	h	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5		
	l	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0		

VS	Dimenzije (m)	Postojeće stanje	1.	2.	3.	4.	5.	6 -10.	11-15.	16-19.
VS8	b	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0			
	h	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5			
	l	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0			
VS9	b	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0		
	h	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0		
	l	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0		
VS10	b		20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	h		4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	l		33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	32,0	33,0
VS11	b					10,0	14,0			
	h					1,5	1,5			
	l					19,0	20,0			
VS12	b							12,0	12,0	12,0
	h							2,0	2,0	2,0
	l							18,0	18,0	18,0
VS13	b							14,0		
	h							1,5		
	l							19,0		
VS14	b							15,0		
	h							2,5		
	l							27,0		
VS15	b							13,0	16,0	16,0
	h							1,5	1,5	1,5
	l							16,0	20,0	20,0
VS16	b								16,0	
	h								2,5	
	l								20,0	
VS17	b								16,0	
	h								2,5	
	l								20,0	

Akumulacija vode A1

U 3. godini dolazi do izmeštanja toka Kriveljske reke kroz novoizgrađeni tunel, čime prestaje funkcija kolektora Saraka potoka. Iz tog razloga blindira se ulaz u kolektor. Izgradnjom Brane 4 na jugoistočnoj strani formira se akumulacija vode označena kao Akumulacija 1. Uloga ove akumulacije jeste da prikuplja vode koje se ispumpavaju iz vodosabirnika pumpne stanice P7 i sa pripadajuće slivne površine, i kasnije se kontrolisano koriste za proces prerade rude u flotaciji Veliki Krivelj.

Za slučaj zastoja u radu flotacije ili ako nema potrebe za vodom, vode iz ove akumulacije se ispumpavaju u kanal K-2/2 kojim se odvode do taložnika na koti k+302 m. Maksimalni nivo vodenog ogledala ove akumulacije je na koti k+365 m.

Položaj akumulacije A1 prikazan je u grafičkoj dokumentaciji osnovne koncepcije na prilogu 3.

Količina vode iz akumulacije A1, merodavna za dimenzionisanje pumpne stanice data je u tabelama 3.16. i 3.17.

Tabela 3.16. Maksimalna količina vode koju treba ispumpati

Akumulacija	F_i (km^2)	α	is0,02 (mm/min)	m	T (min)	V (m^3)
A1	7,26226	0,30	8,820	0,259	60	55.488

Tabela 3.17. Prosečna količina vode koju treba ispumpati

Akumulacija	F_i (km^2)	α	is0,02 (mm/min)	m	T (min)	V (m^3)
A1	7,26226	0,30	0,840	0,259	480	9.056

Pumpna stanica u akumulaciji A1 prepumpava vodu sa kote +365 mnv cevovodom u kanal K2/2. Proračunski parametri za pumpnu stanicu su:

- Akumulacija A1 kota: k+365 m,
- Kanal kota: k+395 m,
- Dužina cevovoda: 220 m,
- Geodetska visina: 30 m,
- Napor pumpe: 33 m.

Potreban kapacitet ispumpavanja prikazan je u tabeli 3.18. Kako nije neophodno da se voda iz akumulacije A1 ispumpa za 24 h jer ne ugrožava ni jedan objekat, previđeno vreme ispumpavanja vode je 72 h.

Tabela 3.18. Količina vode merodavna za dimenzionisanje pumpnog postrojenja

Lokacija	Qi (m^3)	qi (m^3/h)	qi (l/s)	Hg (m)	Hg (m)	L_{cev} (m)
Akumulacija A1	55.488	771	214,1	30	33	220

U slučaju maksimalnih pedesetogodišnjih priliva ispumpavanje vode iz akumulacije A1 neće početi u prvih 8 h (vodosabirnik u kopu je projektovan da primi osmočasovni priliv uz istovremeno ispumpavanje vode prema Pravilniku o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina ("Sl. glasnik RS", br. 96/2010)) već će se sa ispumpavanjem vode iz akumulacije A1 krenuti nakon završetka ispumpavanja voda iz vodosabirnika u površinskom kopu. Na ovaj način će se operativno obezbediti dodatna sigurnost u upravljanju sistemom odvodnjavanja.

Taložnik na k+302

Tehničkim rešenjem odvodnjavanja predviđeno je da se izradi taložnik, koji će imati funkciju mehaničkog prečišćavanja voda. Taložnik se izrađuje koti k+302 m južno od dubinskog dela kopa.

Taložnik prihvata vode koje se gravitacijski dovode sa etaža iznad k+305 m, odnosno vode koje se prepumpavaju iz konture kopa (ispod kote k+305 m), kao i vode iz akumulacije A1. Takođe, taložnik prihvata i vode sa odlagališta Saraka potok koje se sistemom kanala i cevovoda sprovode do njega. Voda se iz taložnika prepumpavaju u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju, kao povratna voda, do flotacije Veliki Krivelj. Snabdevanje flotacije Veliki Krivelj vodom biće obrađeno posebnim Dopunskim rudarskim projektom. Taložnik na koti k+302 m je granica ovog tehničkog projekta odvodnjavanja.

Taložnik je podeljen na dve kasete. Svaka kaseta mora da ima silaznu rampu za ulaz utovarača prilikom čišćenja. Talog iz kasete se utovaračem iznosi i utovara se u kamione. Kamionima se talog transportuje u flotaciju radi iskorišćenja bakra iz taloga.

Lokacija taložnika prikazana je u grafičkoj dokumentaciji na prilogu 3.

Dimenzionisanje taložnika za fizički tretman rudničkih voda izvršeno je za ispumpane vode prema osmočasovnim prilivima za prosečne godišnje padavine. U Studiji zaštite eksploatacionih polja Veliki Krivelj i Cerovo i naselja Veliki Krivelj od površinskih voda i obezbeđivanje potrebnih količina tehničke vode za rudnik bakra Cerovo (Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Zavod za brane, hidroenergetiku, rudnike i saobraćajnice, 2015.) navedeno je da prosečna suma godišnjih padavina za period 1946.÷2014. godine iznosi 785,7 mm/god, odnosno na dnevnom nivou iznosi 2,15 mm/dan.

Dimenzije taložnika su izabrane po uslovu što racionalnijeg korišćenja raspoloživog prostora na lokaciji predviđenoj za njihovu izradu i date su tabelom 3.19. Za normalan rad pumpi u pumpnoj stanici sveže vode, potrebno je da se istalože čestice prečnika većeg od 0,1 mm. Da bi se obezbedilo taloženje čestica prečnika većeg od 0,1 mm, brzina vode u taložniku ne sme biti veća od 0,1 m/s, a što je regulisano širinom taložnika. Aktivna dužina taložnika se određuje iz uslova da se čestica sa najveće visine istaloži i stigne do dna do kraja taložnika.

Tabela 3.19. Dimenzije taložnika

Taložnik	Dužina L m	Širina b m	Dubina H m	Zapremina V m^3
T	48	33	4	3,168

Na slici 3.28 i prilogu 3 dat je šematski raspored 4 kasete postojećeg taložnika, tako da se tekstualni prikaz karakteristika taložnika iz predmetnog projekta praktično može smatrati proverom potrebnih karakteristika za 1 taložnik sa dve kasete, odnosno dela postojećih objekata.

Pumpne stanice i cevovodi

Dimenzionisanje potrebnog kapaciteta pumpi vrši se prema uslovu da maksimalni osmočasovni priliv voda (priliv od atmosferskih padavina u trajanju od 60 minuta, za verovatnoću pojavljivanja jednom u pedeset godina) mora da se ispumpa za 24 h.

Potrebni kapaciteti ispumpavanja i potrebni napori pumpi, za ceo vek eksploatacije, detaljno su prikazani u DRP Proširenja P.K. Veliki Krivelj – Tehničkom projektu odvodnjavanja. U nastavku je dat tabelarni prikaz u vezi sa potrebnim naporima i kapacitetima postojećih pumpnih stanica, kao i pumpi i pumpnih stanica koji se menjaju u 5., 10., 15. i 19. godini eksploatacije (tabele 3.20 – 3.24).

Postojeće pumpe na površinskom kopu koristiće se za ispumpavanje sve dok je to moguće usled potrebe za zamenom pumpi kao i promenama potrebnih tehničkih karakteristika uslovljenih razvojem rudarskih radova na otkopavanju. Gde dozvoljavaju radni uslovi, zamena postojećih pumpi vršiće se pumpama istog tipa.

Tabela 3.20. Napor i potreban kapacitet postojećih pumpnih stanica

Pumpna stanica	Q_i (m^3/h)	Q_i (l/s)	Hg (m)	H (m)	L_{cev} (m)
P1	174,3	48,4	40	43	223
P2	174,3	48,4	170	175	341
P3	189,3	52,6	82	89	576
P4	19,2	5,3	4	16	1.218
P5	250,0	69,4	4	4	10
P6	17,6	4,9	68	73	418
P7	48,0	13,3	2	9	613
P8	15,0	4,2	6	9	155
P9	26,3	7,3	4	8	296

Tabela 3.21. Napor i potreban kapacitet pumpnih stanica koji se menjaju u 5. godini

Pumpna stanica	Q_i (m^3/h)	Q_i (l/s)	Hg (m)	H (m)	L_{cev} (m)
P4	46,5	12,9	27	39	1.024
P5	250,0	69,4	4	4	10
P6	41,6	11,6	102	107	405
P11	24,0	6,7	0	10	926

Tabela 3.22. Napor i potreban kapacitet pumpnih stanica koji se menjaju u 10. godini

Pumpna stanica	Q_i (m^3/h)	Q_i (l/s)	Hg (m)	H (m)	L_{cev} (m)
P6	81,9	22,8	102	107	391
P12	53,8	14,9	0	12	961
P13	24,3	6,7	20	24	275
P14	66,1	18,4	120	129	764
P15	206,8	57,4	117	123	557

Tabela 3.23. Napor i potreban kapacitet pumpnih stanica koji se menjaju u 15. godini

Pumpna stanica	Q_i (m^3/h)	Q_i (l/s)	Hg (m)	H (m)	L_{cev} (m)
P2	185,4	51,5	150	156	452
P10	185,4	51,5	45	52	548
P15	185,4	51,5	162	170	626
P16	56,3	15,7	135	139	228
P17	56,3	15,7	90	93	486

Tabela 3.24. Napor i potreban kapacitet pumpnih stanica koji se menjaju u 19. godini

Pumpna stanica	Q_i (m^3/h)	Q_i (l/s)	Hg (m)	H (m)	L_{cev} (m)
P2	193,6	53,8	150	156	413
P10	193,6	53,8	75	80	412
P15	193,6	53,8	163	170	626

Za proračun normativa i izbor cevovoda pri ispumpavanju vode usvojene su potapajuće pumpe proizvođača Flygt. Prilikom odabira pumpi, osim potrebnih kapaciteta i napora, kriterijum je bio i njihova unifikacija koliko je to moguće, zbog zamene pumpi po lokacijama i rezerve. Kapaciteti postojećih pumpnih postrojenja dobijeni su od investitora na osnovu podataka o dosadašnjem radu. Specifikacija postojećih pumpi data je u tabeli 3.25.

Tabela 3.25. Specifikacija postojećih pumpi

Pumpna stanica	$Q_{potrebno}$ (l/s)	H (m)	Tip pumpe	$Q_{raspoloživo}$ (l/s)
P1	48,4	43	2 x Flygt 22.01	63,9
P2	48,4	175	1 x KCP150-340/7; 1 x VPRN200/6	61,1
P3	52,6	89	1 x KCP150-340/5; 1 x Flygt 24.00	59,2
P4	5,3	16	1 x Flygt 28.60	6,7
P5	69,4	4	1 x Flygt 22.50	266,8
P6	4,9	73	1 x Flygt 22.01	26,1
P7	13,3	9	1 x Flygt 28.60	23,3
P8	4,2	9	1 x Flygt 28.60	23,3
P9	7,3	8	1 x Flygt 28.60	23,3

Proračunati pritisci u cevovodima na kopu imaju vrednosti ispod 1 bar pa do 17 bar što upućuje na primenu cevi za odgovarajuće pritiske uključujući i moguće hidrauličke udare. Izbor novih cevovoda izvršen je na osnovu karakteristika pumpi. Za potrebe proračuna usvojene su HPDE PE100 cevi. U tabeli 3.26. data je specifikacija postojećih cevovoda.

Tabela 3.26. Specifikacija postojećih cevovoda

Pumpna stanica	H (m)	Tip pumpe	Tip cevovoda	L (m) + 10%
P1	43	2 x Flygt 22.01	PN10 SDR17 DN180	2 x 245
P2	175	1 x KCP150-340/7; 1 x VPRN200/6	PN20 SDR9 DN180	2 x 375
P3	89	1 x KCP150-340/5; 1 x Flygt 24.00	PN10 SDR17 DN180	2 x 634
P4	16	1 x Flygt 28.60	PN4 SDR41 DN150	1.340
P5	4	1 x Flygt 22.50	PN4 SDR41 DN150	12
P6	73	1 x Flygt 22.01	PN10 SDR17 DN180	460
P7	9	1 x Flygt 28.60	PN4 SDR41 DN150	675
P8	9	1 x Flygt 28.60	PN4 SDR41 DN150	171
P9	8	1 x Flygt 28.60	PN4 SDR41 DN150	326

3.2.6.3 Način izrade i održavanja objekata odvodnjavanja

Za izradu i održavanje objekata za odvodnjavanje koristiće se buldozer i kombinovana mašina. Taložnici i vodosabirnici se izrađuju riperovanjem i planiranjem materijala buldozerom a kanali kombinovanom mašinom. Održavanje objekata za odvodnjavanje na kopu i odlagalištima podrazumeva čišćenje kanala, taložnika i vodosabirnika.

Osnovne karakteristike buldozera i kombinovane mašine, date su u tabelama 3.27. i 3.28.

Tabela 3.27. Osnovne karakteristike buldozera

Karakteristika	Vrednost
Snaga motora	325 kW
Masa	47.900 kg
Širina pluga	4.310 mm
Visina pluga	1.934 mm
Zapremina vučne prizme pluga	13,5 m^3
Maksimalna dubina kopanja pluga	606 mm
Broj ripera	3
Maksimalna dubina kopanja ripera	498 mm
Širina pojasa riperovanja	2.640 mm

Tabela 3.28. Osnovne karakteristike kombinovane mašine

Karakteristika	Vrednost
Snaga motora	109 kW
Masa	13.300 kg
Zapremina utovarne kašike	1,34 m^3
Širina utovarne kašike	2.434 mm
Zapremina kašike rovokopača	0,2 m^3
Maksimalna dubina kopanja kašike rovokopača	5.185 mm
Maksimalni pritisak bušaćeg čekića	26.200 kPa

3.3. Snabdevanje pogonskom energijom, industrijskom i pitkom vodom

3.3.1. Snabdevanje električnom energijom

Rešenje snabdevanja električnom energijom površinskog kopa Veliki Krivelj ostaje isto kao i do sada, što znači da će se samo objekti prilagođavati dinamički razvoju rudarskih radova u veku kopa. Sistem snabdevanja električnom energijom čine:

- Trafo stanica 35/6 kV površinski kop Veliki Krivelj – napaja se iz distributivne trafostanice TS 110/35/6 kV „Veliki Krivelj“.
- Energetski transformatori - Za potrebe rada rudarske mehanizacije (bagera, bušilica) ugrađeni su energetski transformatori 2x4 MVA, prenosnog odnosa 35/6kV. Transformatori su opremljeni osnovnom zaštitom u vidu kontaktnog termometra, Buholc relea i zaštite od pojave potencijala na kućištu transformatora (kazanska zaštita). Veza 35kV VN strane energetskog transformatora i RP35kV izvedena je odgovarajućim bakarnim sabirnicama. Veza 6kV NN strane energetskog transformatora i RP6kV izvedena je odgovarajućim bakarnim višežilnim kablovima odgovarajućih preseka (PP41 3x240mm2 6/10kV). Svaki energetski transformator opremljen je ručnom regulacijom opterećenja, +/-2x2,5%.
- Razvodno postrojenje 35 kV - Postojeće ćelije 35kV postrojenja su slobodno stojeće metalne konstrukcije, vazduhom izolovane, metalom pregrađene i podeljene, sa jednim sistema sabirnica (Cu 30x5mm) opremljene prekidačima i rastavljačima.
- Razvodno postrojenje 6 kV - Postojeće ćelije 6kV postrojenja su slobodno stojeće metalne konstrukcije, vazduhom izolovane, metalom pregrađene i podeljene, sa dva sistema sabirnica postavljene horizontalno (Cu 60x10mm) opremljene prekidačima i rastavljačima.
- Trafo stanica “Saraka” 250 kVA, 6/0.4 kV - predviđena je za napajanje pumpnih postrojenja koja se koriste u sistemu odvodnjavanja odlagališta Saraka. Trafo stanica je izvedena kao mobilno elektroenergetsko postrojenje za snabdevanje električnom energijom, naponskog nivoa 3x400/230 V, 50Hz, potrošača za vreme izvođenja radova na formiranju odlagališta “Saraka” i za napajanje pumpi vodosabirnika.

3.3.2. Snabdevanje tečnim gorivom i mazivom

Projektnim rešenjem predviđeno je da osnovna i pomoćna oprema za rad, sem pumpi za odvodnjavanje, kao pogonsku energiju koristi isključivo dizel gorivo (naftu).

Za rad buldozera i bagera potrebno je na samom radilištu dopremiti dizel gorivo. Distribucija dizel goriva za ostalu rudarsku opremu vrši se na samom površinskom kopu. Dizel gorivo se do pogona Veliki Krivelj dovozi cisternama za gorivo i to po potrebi.

Snabdevanje uljima i mazivima vršiće se iz centralnog magacina.

3.3.3. Snabdevanje industrijskom i pitkom vodom

Prema Dopunskom rudarskom projektu otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu „Veliki Krivelj“ za kapacitet 10,6 x 10^6 tona vlažne rude godišnje (IRM Bor, 2011. god.) i Studiji izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina „Veliki Krivelj“ za godišnji kapacitet rude 23.1 Mt (RGF Beograd, 2020. god.), predviđeno je da se najveći deo potreba za industrijskom vodom podmiruje:

- vraćanjem upotrebljene vode (iz postrojenja za preradu rude i obogaćivanje rude) nazad u proces;
- postojećim sistemom za ispumpavanje površinskih i podzemnih voda, koje se redovno javljaju pri eksploataciji.

Tokom proizvodnog procesa ne ispuštaju se štetne otpadne vode u okolne vodotokove.

Pijaća voda i sanitarna voda se obezbeđuje iz gradskog vodovoda. Potrebno je naglasiti da se eksploatacija rude bakra na površinskom kopu Veliki Krivelj vrši već 40 godina i da u rudničkom krugu postoji sistem razvoda pijaće vode i kanalizacije.

3.4. Normativi potrošnje materijala

Utrošak normativnog materijala dat je po tehnološkim fazama procesa površinskog kopa Veliki Krivelj.

3.4.1. Normativi potrošnje na bušenju i miniranju

Normativi su procenjeni na osnovu podataka ostvarenih normativa u proteklom periodu eksploatacije. Potrošnja normativnog materijala na bušenju po godinama su dati u tabeli 3.29.

Tabela 3.29. Normativni materijal na bušenju po godinama

Godina	Iskopine (t)	Kruna 251mm, kom	Šipka 197 mm, kom	Stabilizatora 251 mm, kom	Kruna 150mm kom.	Šipka 102 mm kom	Kruna 110mm kom	Šipka mm kom	Dizel gorivo, l
1.	35.333.670	60	11	4	53	35	12	4	1.060
2.	35.317.575	60	11	4	53	35	12	4	1.060
3.	35.299.747	60	11	4	53	35	12	4	1.059
4.	35.339.525	60	11	4	53	35	12	4	1.060
5.	32.254.906	55	10	4	48	32	11	4	968
6-10.	92.857.176	158	28	11	139	93	31	11	2.786
11-15.	63.541.112	108	19	8	95	64	21	8	1.906
16-19.	36.040.998	61	11	4	54	36	12	4	1.081

Potrošnja normativnog materijala na miniraju po godinama prikazana je u tabeli 3.30.

Tabela 3.30. Normativni materijal na miniranju po godinama

Godina	Iskopine (t)	AN-FO, kg	Slurry, kg	Amonex, kg	Nonel, m	Štapin, m	Kapisle br.8 kom	PP500, kom	C-12, m
1.	35.333.670	2.791.360	6.466.062	70.667	565.339	707	707	24.734	12.013
2.	35.317.575	2.790.088	6.463.116	70.635	565.081	706	706	24.722	10.008
3.	35.299.747	2.788.680	6.459.854	70.599	564.796	706	706	24.710	12.002
4.	35.339.525	2.791.822	6.467.133	70.679	565.432	707	707	24.738	12.015
5.	32.254.906	2.548.138	5.902.648	64.510	516.078	645	645	22.578	10.967
6-10.	92.857.176	7.335.717	16.992.863	185.714	1.485.715	1857	1.857	65.000	31.571
11-15.	63.541.112	5.019.748	11.628.023	127.082	1.016.658	1.271	1.271	44.479	21.604
16-19.	36.040.998	2.847.239	6.595.503	72.082	5.766.656	721	721	25.229	12.254

3.4.2. Normativi potrošnje na utovaru

U tabeli 3.31 prikazani su normativi potrošnje materijala na utovaru. Normativi električne energije su usvojeni na osnovu ostvarenih normativa u proizvodnji na površinskom kopu Veliki Krivelj, dok je normativ potrošnje ulja i maziva i hidrauličnog ulja usvojen iz Studije izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina "Veliki Krivelj" za godišnji kapacitet rude od 23,1 Mt.

Tabela 3.31. Normativi materijala i energije na utovaru

Normativ električne energije, kWh/t	Normativ ulja i maziva, kg/t	Normativ hidrauličnog ulja, l/t
0,656	0,00252	0,00054

Shodno navedenom normativu, u tabeli 3.32 prikazana je potrošnja materijala i energije po godinama.

Tabela 3.32. Potrošnja normativa materijala i energije po godinama

Godina	Iskopine (t)	Potrošnja el. Energije,kW/god	Potrošnja ulja i maziva,kg/god	Potrošnja hidraulickog ulja,l/god
1.	35.333.670	23.178.888	89.041	19.080
2.	35.317.575	23.168.329	89.000	19.071
3.	35.299.747	23.156.634	88.955	19.062
4.	35.339.525	23.182.728	89.056	19.083
5.	32.254.906	21.159.218	81.282	17.418
6-10.	92.857.176	60.914.307	23.4000	50.143
11-15.	63.541.112	41.682.969	160.124	34.312
16-19.	3.6040.998	23.642.895	90.823	19.462

3.4.3. Normativi potrošnje na kamionskom transportu

U tabeli 3.33. prikazani su normativi potrošnje na kamionskom transportu po godinama.

Tabela 3.33. Normativi na kamionskom transportu po godinama

Godina	Normativ goriva, l/t	Normativ ulja i maziva, l/t	Normativ guma, kom/t
1.	0,390	0,020	0,000004
2.	0,396	0,02	0,000004
3.	0,433	0,022	0,0000046
4.	0,403	0,02	0,0000039
5.	0,433	0,022	0,0000036
6-10.	0,561	0,028	0,0000049
11-15.	0,704	0,035	0,0000066
16-19.	0,819	0,041	0,0000089

Potrošnja normativnog materijala na kamionskom transportu po godinama je prikazana u tabeli 3.34.

Tabela 3.34. Potrošnja normativnog materijala na kamionskom transportu po godinama

Godina	Potrošnja goriva, l/god	Potrošnja ulja i maziva, l/god	Potrošnja guma, kom/god
1.	13.780.131	706.673	140
2.	13.985.760	706.352	143
3.	15.284.790	776.594	162
4.	14.241.829	706.791	140
5.	13.966.374	709.608	117
6-10.	52.092.876	2.600.001	454
11-15.	44.732.943	2.223.939	437
16-19.	29.517.577	1.477.681	320

3.4.4. Normativi potrošnje na transportnom sistemu za jalovinu - TSJ

U tabeli 3.35 prikazan je normativni materijal na transportnom sistemu za jalovinu

Tabela 3.35. Normativi materijala na transportnom sistemu za jalovinu

Normativni materijal	Jedinica	Vrednosti
Električna energija	kWh/T	1,25000
Ulja i maziva	Kg/t	0,0027

U tabeli 3.36. data je potrošnja normativnog materijala i energije na transportnom sistemu za jalovinu, po godinama.

Tabela 3.36. Potrošnja normativnog materijala i energije na transportnom sistemu za jalovinu, po godinama

Godina	Iskopine (t)	Električna energija kWh/t	Ulja i maziva, jg/t
1.	17.141.622	21.427.027	46.282
2.	17.429.669	21.787.089	47.060
3.	20.000.000	25.000.000	54.000
4.	20.000.000	25.000.000	54.000
5.	19.974.408	24.968.010	5.3931
6-10.	40.023.871	50.029.838	108.064
11-15.	10.544.711	13.180.889	28.471
16-19.	2.841.217	3.551.521	7.671

3.4.5. Normativi potrošnje pomoćne mehanizacije na odlaganju otkrivke

U tabeli 3.37 prikazani su proračunati normativi potrošnje goriva, ulja i maziva za rad buldozera na kopu i odlagalištu, po godinama.

Tabela 3.37. Utrošak normativnog materijala pri radu buldozera

Godina	Normativ nafte, l/t	Potrošnja nafte, l/god	Normativ ulja i maziva, kg/t	Potrošnja ulja i maziva, kg/god
1.	0,0564	1.992.819	0,00282	99.641
2.	0,0564	1.991.911	0,00282	99.596
3.	0,0564	1.990.906	0,00282	99.545
4.	0,0564	1.993.149	0,00282	99.647
5.	0,0564	1.819.177	0,00282	90.959
6-10.	0,0564	4.772.859	0,00282	246.072
11-15.	0,0564	2.948.308	0,00282	148.051
16-19.	0,0564	1.275.851	0,00282	99.641

U tabeli 3.38 prikazani su proračunati normativi potrošnje goriva i ulja i maziva za rad grejdera na kopu i odlagalištu, po godinama.

Tabela 3.38. Utrošak normativnog materijala pri radu grejdera

Godina	Normativ nafte, l/t	Potrošnja nafte, l/god	Normativ ulja i maziva, kg/t	Potrošnja ulja i maziva, kg/god
1.	0,00271	95.754	0,000135	4.770
2.	0,00271	95.711	0,000135	4.760
3.	0,00271	95.662	0,000135	4.765
4.	0,00271	95.770	0,000135	4.771
5.	0,00271	87.411	0,000135	4.354
6-10.	0,00271	233.072	0,000135	10.679
11-15.	0,00271	148.051	0,000135	6.672
16-19.	0,00271	76.047	0,000135	3.965

U tabeli 3.39 prikazani su proračunati normativi potrošnje goriva i ulja i maziva za rad autocisterne na kopu i odlagalištu po godinama.

Tabela 3.39. Utrošak normativnog materijala pri radu autocisterne

Godina	Normativ nafte, l/t	Potrošnja nafte, l/god	Normativ ulja i maziva, kg/t	Potrošnja ulja i maziva, kg/god
1.	0,00135	47.700	0,0000675	2.385
2.	0,00135	47.679	0,0000675	2.384
3.	0,00135	47.655	0,0000675	2.383
4.	0,00135	47.708	0,0000675	2.385
5.	0,00135	43.544	0,0000675	2.177
6-10.	0,00135	125.357	0,0000675	6.282
11-15.	0,00135	85.781	0,0000675	4.289
16-19.	0,00135	48.655	0,0000675	2.433

U tabeli 3.40 prikazani su proračunati normativi potrošnje guma i godišnja potrošnja guma (grejder i cisterne) na pomoćnim radovima po godinama.

Tabela 3.40. Normativ potrošnje guma po godinama na pomoćnim radovima

Godina	Normativ guma grejder, kom/t	Potreban broj guma grejder, kom/god	Normativ guma autocisterna, kom/t	Potreban broj guma autocisterna, kom/god
1.	0,00000025	9	0,0000001	4
2.	0,00000025	9	0,0000001	4
3.	0,00000025	9	0,0000001	4
4.	0,00000025	9	0,0000001	4
5.	0,00000025	8	0,0000001	3
6-10.	0,00000025	23	0,0000001	9
11-15.	0,00000025	16	0,0000001	6
16-19.	0,00000025	9	0,0000001	4

U tabeli 3.41 prikazan je zbirni pregled utroška normativnog materijala po tehnološkim fazama, za period od 1. do 19. godine.

Tabela 3.41. Zbirni pregled utroška normativnog materijala po tehnološkim fazama za period od 1 do 19 godine.

Tehnološke operacije	Vrsta materijala	Jed Mere	Utrošak materijala po godinama								
			1	2	3	4	5	6-10.	11-15.	16-19.	Srednja vrednost po godinama
Bušenje	Dizel gorivo		1060.00	1060.00	1059.00	1060.00	968.00	2786.00	1906.00	1081.00	577.9
Utovar	Električna energija	kWh/god	23178888	23168329	23156634	23182728	21159218	60914307	41682969	23642895	12636103.6
	Ulja i maziva	kg/god	89041	89000	88955	89056	81282	234000	160124	90823	48541.1
	Hidrauličko ulje	l/god	19080	19071	19062	19083	17418	50143	34312	19462	10401.6
Transport	Dizel gorivo	l/god	13780131	13985760	15284790	14241829	13966374	52092876	44732943	29517577	10400120.0
	Ulja i maziva	l/god	706673	706352	776594	706791	709608	2600001	2223939	1477681	521454.7
	Gume	kom/god	140	143	162	140	117	454	437	320	100.7
Transportni sistem jalovina	Električna energija	kWh/god	21427027	21787089	25000000	25000000	24968010	50029838	13180889	3551521	9733914.4
	Ulja i maziva	l/god	46282	4706	54	54	53931	108064	28471	7671	13117.5
Pomoćne operacije	Dizel gorivo	l/god	2089050	2135301	2134223	2050434	1950132	5131288	3182140	1400553	1056480.1
	Ulja i maziva	kg/god	106796	106740	106693	106803	97490	263033	159012	106039	55400.3
	Gume	kom/god	13	13	13	13	11	32	22	13	6.8

3.4.6. Normativi potrošnje pomoćne mehanizacije na izradi i održavanju objekata odvodnjavanja

Potrošnja normativnog materijala pri radu pomoćne mehanizacije na izradi i održavanju objekata odvodnjavanja uračunata je u ukupne normative rada pomoćne mehanizacije na održavanju planuma i kosina radnih etaža kopa i odlagališta, održavanju transportnih puteva i održavanju objekata za odvodnjavanja.

Na osnovu dosadašnjeg iskustva na površinskom kopu Veliki Krivelj, usvaja se da pumpne stanice rade u proseku 2 h u smeni na godišnjem nivou. Normativ električne energije na ispumpavanju su prikazan u tabeli 3.42.

Tabela 3.42. Normativ električne energije za rad pumpi

Godina	Snaga motora pumpi (kW)	Vreme rada (h)	Potrošnja električne energije (kWh)
1.	659	2.190	1.443.210
2.	659	2.190	1.443.210
3.	839	2.190	1.837.410
4.	843	2.190	1.846.170
5.	896	2.190	1.962.240
6-10.	1.096	10.950	12.001.200
11-15.	1.052	10.950	11.519.400
16-19.	854	8.760	7.481.040
Ukupno			39.533.880

3.5. Vrste i količine ispuštenih gasova, vode i drugih tečnih i gasovitih otpadnih materija

Proces otkopavanja rude i jalovine na površinskom kopu Veliki Krivelj odvija se uz učešće rudarske mehanizacije: bageri, kamioni i pomoćna mehanizacija (buldozer, grejder, kamion za obaranje prašine - auto-cisterna i rovokopač).

Glavni polutanti u vazduhu koji se mogu očekivati u procesu otkopavanja rude i jalovine kao i formiranja i odlaganja raskrivke na odlagalištima Stari Borski kop i Saraka su suspendovane čestice (prašina). Čestice prašine primarno nastaju pri utovaru, transportu, istovaru i planiranju raskrivke na odlagalištu.

Navedena mehanizacija, u zavisnosti od tipa, za svoj pogon koristi električnu energiju i dizel gorivo. Sagorevanjem dizel goriva nastaju određeni gasoviti produkti (NOx, CO, SO2, VOC5), koji se emituju u okolnu atmosferu, pre svega radne, a manjim delom životne sredine.

U tehnološkom procesu eksploatacije ležišta voda se ne koristi ni u jednoj fazi procesa u smislu ulazne sirovine, izuzev za potrebe sprečavanja stvaranja i obaranja lebdećih čestica prašine. Drugim rečima proces eksploatacije ne generiše otpadne vode u pravom smislu reči. Činjenica je da se za potrebe održavanja stabilnosti i funkcionalnosti površinskog kopa sprovodi proces prikupljanja atmosferskih padavina, kako onih koje gravitiraju ka kopu tako i onih koje padnu u zonu kopa. Međutim ove vode se ne mogu nazvati otpadne u užem smislu reči, budući da potiču od atmosferskih padavina, iako će u izvesnoj meri biti opterećene česticama prašine usled spiranja istih sa površina oko površinskog kopa i odlagališta kao i sa samog površinskog kopa. Zbog toga se ove vode sprovode u već postojeći sistem za tretman sabirnih voda sa P.K. Veliki Krivelj u cilju njihovog taloženja i izdvajanja suspendovanih čestica prašine.

Kompanija Zijin je izradila Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj „Serbia Zijin copper doo Bor“ i dostavila Zahtev za izdavanje dozvole za upravljanje rudarskim otpadom Ministarstvu rudarstva i

energetike na odobrenja 01.12.2022. godine pod zavodnim brojem kompanije Zijin 13301 od 15.09.2022. godine.

Vrste otpada određuju se na osnovu porekla, karaktera i kategoriji otpada koje definiše Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Sl. glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019 i 39/2021). Procena količina data je na bazi dostupne dokumentacije, a kategorizacija otpada izvršena je u skladu sa navedenim pravilnikom.

Prema DRP-u – Tehničkom projektu odvodnjavanja, kako je to već prikazano u poglavlju 3.2.6.2. ove studije, maksimalna količina vode koju treba ispumpati iz akumulacije A1 iznosi 771 m^3/h,. Pumpna stanica u akumulaciji A1, sa kapacitetom ispumpavanja definisanim prema maksimalnom prilivu voda, prepumpava vodu sa kote +365 mnv cevovodom u kanal K3 koji vodi ka sistemu taložnika. Ukupni potreban kapacitet ispumpavanja vode iz površinskog kopa Veliki Krivelj iznosi od 287 m^3/h do 343 m^3/h, tokom perioda eksploatacije, koji vodi ka sistemu taložnika na koti k+302 m. Vode iz taložnika na koti k+302 m, koji predstavlja granicu ovog projekta, a koriste se za proces u pogonu flotacije, se prepumpavaju iz taložnika u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju, kao povratna voda, do flotacije Veliki Krivelj prosečno 0.110 m^3/s.

Zagađujuće materije koje se mogu javiti prilikom realizacije predmetnog Projekta i njihova kategorizacija sa procenjenim količinama, gde je to moguće, prikazana je u tabeli 3.43.

***Tabela 3.43**. Zagađujuće materije koje se mogu javiti na lokaciji površinskog kopa Veliki Krivelj i njihova nomenklatura sa procenjenim količinama, na godišnjem nivou*

Vrsta zagađujuće materije	Medijum	Mesto javljanja	Nomenklatura prema Katalogu otpada	Nomenklatura prema Listi otpada	Količina	
Čestice prašine	Vazduh	Eksploatacija rude bakra i odlaganje jalovine	01 01 Otpad od iskopavanja minerala	-	TSP* (t/god)	PM10 *(t/god)
					1365.9	620.9
Gasovi od saobraćaja (CO_2, NO_2)**	Vazduh	Transportna sredstva i mehanizacija	-	-	CO_2 (t/god)	NO_2 (kg/god)
					46616,11	378,00
Kopovska jalovina	Čvrst otpad	Odlagalište kopovske jalovine	01 03 04*		25 x 10^6 t/god	
Gume	Čvrst otpad	Transportna sredstva i mašine i gumene trake	16 01 03 Potrošene gume	GK 020 Istrošene pneumatske gume	110 kom/god.	
Upotrebljena (rabljena) ulja (maziva)	Tečni otpad	Radionice za održavanje	13 05 08 motorna ulja, ulja za menjače i podmazivanje	AD 060 Otpad mešavine i emulzije ulje/voda i ugljovodonici/voda	280 t/god	
Antifriz	Tečni otpad	Transportna sredstva i mehanizacija	16 01 15 Antifriz drugačiji od 16 01 14	AC 080 Antifriz	Relativno male količine	
Delovi opreme i mašine	Čvrst otpad	Transportna sredstva i mehanizacija	16 01 06/16 01 17 Otpadna vozila koja ne sadrže ni tečnost ni druge opasne komponente / ferozni metal	-	650 t/god***	
Akumulatori	Čvrst otpad	Transportna sredstva i mehanizacija	16 06 01 Olovne baterije i akumulatori	AA 170 Olovni akumulatori	2 t/god.	

Vrsta zagađujuće materije	Medijum	Mesto javljanja	Nomenklatura prema Katalogu otpada	Nomenklatura prema Listi otpada	Količina
Filteri od ulja	Čvrst otpad	Transportna sredstva i mehanizacija	15 02 02 / 16 01 07		15 t/god.
Metalna ambalaža	Čvrst otpad	Radionice za održavanje	15 01 10		50 t/god.
Komunalni otpad	Čvrst otpad	Na celokupnom prostoru rudnika	20 03 01 Mešani opštinski otpad	AD 160 Opštinski/kućni otpad	Male količine

* Emitovane količine prašine u uslovima primene mera za sprečavanje stvaranja i obaranja prašine (Emisije prašine u zavisnosti od tipa aktivnosti i opreme, prema National Pollutant Inventory (2012) i EPA (US EPA AP-42).

** Računato samo za gasove staklene bašte (GHG) (World Resource Institute, 2017)

*** generisane količine koje su predate ovlašćenom operateru u 2022. god.

Generalno posmatrano, sav otpad koji će se generisati u fazi proširenja površinskog kopa, možemo svrstati u dve kategorije: komunalni i industrijski otpad (tabela 3.43.)

Za razliku od komunalnog otpada, koji se očekuje u malim količinama, znatno veće količine se očekuju kada je u pitanju industrijski otpad, pri čemu svakako dominira kopovska jalovina (Tabela 3.44). Zbog toga su u nastavku teksta date karakteristike kopovske jalovine, u vezi sa predmetnim projektom, a na osnovu dokumenta „Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj „Serbia Zijin copper doo Bor“. Kopovska jalovina, u fazi proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj, odlagaće se na dva odlagališta Saraka potok i Stari borski kop.

Tabela 3.44. Kopovska jalovina

R.br. Naziv rudarskog otpada i indeksni broj	Mesto generisanja	Osnovne karakteristike
Odlagalište kopovske jalovine Saraka Potok/ **Ind.br. 01 03 04***	Ovaj otpad je nastao u procesu eksloatacije rude bakra. Otpad predstavljaju jalovinske stene sa sadržajem Cu manjim od 0,15 %. Jalovinske stene čine peliti (laporci, tufovi i tufiti), mermeri i mermerisani krečnjaci, hornblenda-biotitski daciti, hornblenda-andezit i hornblenda-andeziti sa biotitom. S obzirom da ne postoji ekonomski razlog dalje prerade ovog materijala, isti se deponuje na odlagalištu.	Krupni materijal dobijen primenom bušačko-minerskih radova na kopu sa sadržajem Cu ispod donjeg graničnog sadržaja od 0,15 %. U njemu postoji slaba mineralizacija pa može imati uticaj na okruženje.
Odlagalište kopovske jalovine Stari borski kop/ **Ind.br. 01 03 04***	Ovaj otpad je nastao u procesu eksloatacije rude bakra. Otpad predstavljaju jalovinske stene sa sadržajem Cu manjim od 0,15 %. Jalovinske stene čine peliti (laporci, tufovi i tufiti), mermeri i mermerisani krečnjaci,	Krupni materijal dobijen primenom bušačko-minerskih radova na kopu sa sadržajem Cu ispod donjeg graničnog sadržaja od 0,15 %. U njemu postoji slaba mineralizacija pa može imati uticaj na okruženje.

Jalovina koja se odlaže na odlagalištu Saraka potok nastaje kako u procesu otkopavanja rude, tako i u procesu raskrivanja rudnih rezervi. Jalovinu predstavlja materijal čiji je granični sadržaj Cu ispod 0,15 %.

Na osnovu izvršenih hemijskih analiza ispitivanja rudarskog otpada, sa odlagališta Saraka potok (Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj „Serbia Zijin copper doo Bor“) prema metodama EPA 7473, EPA 6020A, EPA 3051A, sadržaji supstanci u rudarskom otpadu, koje su potencijalno štetne, su ispod limitiranih vrednosti prema Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. glasnik RS 56/2010, 93/2019, 39/2021), član 4.

Na osnovu rezultata ispitivanja lužljivosti, prema standardnoj metodi SRPS EN 12457-2 i rezultata ispitivanja toksičnosti, prema standardnoj metodi ERA1311, saglasno Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.), uzorci rudarski otpad:

- A2-3/2 i AZ-3/8 sadrže jone bakra u koncentraciji koja je iznad granice za odlaganje otpada na deponiju za opasan otpad i uzorci A2-3/6 i A2-3/19 sadrže jone bakra u koncentraciji koja je u granicama za odlaganje otpada na deponiju za opasan otpad.
- Takođe, uzorci A2-Z/2, A2-Z/Z, A2-Z/4, A2-Z/8, A2-Z/1Z i A2-Z/19 pokazuju karakteristike opasnog otpada, jer imaju pH vrednost ispod 6, saglasno Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.), Prilog 7, N15, otpad koji ima svojstvo da na svaki način nakon odlaganja proizvede druge supstance, npr. izluženje koje ima neku od navedenih karakteristika (H1- H14).

Na osnovu rezultata statičkog ispitivanja, prema standardnoj metodi SRPS EN 15875, saglasno Uredbi o uslovima i postupku za izdavanje dozvole za upravljanje otpadom i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i prijavljivanju rudarskor otpada (Sl. glasnik RS br. 53/2017), ispitivani uzorci rudarski otpad A2-3/2, A2-3/3, A2- 3/4, A2-3/6, A2-3/7, A2-3/8, A2-3/12, A2-3/13, A2-3/14, A2-3/16, A2-3/17, A2-3/18, A2-3/19 i A2-3/20 mogu se klasifikovati u smislu ARD potencijala kao rudarski otpad koji gene riše kisele drenažne vode. Saglasno Uredbi o uslovima i postupku za izdavanje dozvole za upravljanje otpadom i kriterijumi, karakterizacija, klasifikacija i prijavljivanje rudarskog otpada (Sl. glasnik RS br. 53/2017), član 17, stav 19, deponi ja se klasifiku je u kategori ju A, ako sadrži opasnog otpada više od 5%, što je ovde slučaj (od ukupnog broja ispitivanog rudarskog otpada, koji predstavlja celokupnu količinu rudarskog otpada na deponiji, 65,0% je opasan, jer generiše kisele drenažne vode).

Jalovina koja se odlaže na odlagalištu Stari borski kop nastaje kako u procesu otkopavanja rude, tako i u procesu raskrivanja rudnih rezervi. Jalovinu predstavlja materijal čiji je granični sadržaj Cu ispod 0,15 %.

Na osnovu izvršenih hemijskih analiza ispitivanja rudarskog otpada sa odlagališta Stari borski kop (Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj „Serbia Zijin copper doo Bor“) prema metodama EPA 7473, EPA 6020A, EPA 3051A, sadržaji supstanci u rudarskom otpadu, koje su potencijalno štetne, su ispod limitiranih vrednosti prema Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. glasnik RS 56/2010, 93/2019, 39/2021), član 4.

Na osnovu rezultata ispitivanja lužljivosti, prema standardnoj metodi SRPS EN 12457-2 i rezultata ispitivanja toksičnosti, prema standardnoj metodi ERA1311, saglasno Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.), uzorak rudarski otpad: A2-4/7, sadrži jone bakra u koncentraciji koja je u granicama za odlaganje otpada na deponiju za opasan otpad. Isti pokazuje karakteristike opasnog otpada, jer ima pH vrednost ispod 6, saglasno Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.), Prilog 7, N15, otpad koji ima svojstvo da na svaki način nakon odlaganja proizvede druge supstance, npr. izluženje koje ima neku od navedenih karakteristika (H1-H14).

Na osnovu rezultata statičkog ispitivanja, prema standardnoj metodi SRPS EN 15875, saglasno Uredbi o uslovima i postupku za izdavanje dozvole za upravljanje otpadom i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i prijavljivanju rudarskor otpada (Sl. glasnik RS br. 53/2017), ispitivani uzorci rudarski otpad A2-4/2, A2-Z/5, A2- 3/6 i A2-Z/7 mogu se klasifikovati u smislu ARD potencijala kao rudarski otpad koji gene riše kisele drenažne vode. Saglasno Uredbi o uslovima i postupku za izdavanje dozvole za upravljanje otpadom i kriterijumi, karakterizacija, klasifikacija i prijavljivanje rudarskog otpada (Sl. glasnik RS br. 53/2017), član 17, stav 19, deponi ja se klasifiku je u kategori ju A, ako sadrži opasnog otpada više od 5%, što je ovde slučaj (od ukupnog broja ispitivanog rudarskog otpada, koji predstavlja celokupnu količinu rudarskog otpada na deponiji, 65.0% je opasan, jer generiše kisele drenažne vode).

3.6. Prikaz tehnologije tretiranja svih vrsta otpadnih materija

Sve vrste otpadnih materija u vezi sa predmetnim projektom prikazane su u tabeli 3.57. U nastavku teksta dat je prikaz tretiranja otpadnih materija.

Po pitanju komunalnog otpada, sav komunalni otpad koji se bude generisao, privremeno će se odlagati u za to namenjene kontejnere, a periodično odvoženje sa lokacije obavlja će nadležna komunalna služba. U obavezi je svih zaposlenih da održavaju higijenu i skupljaju otpad na radnom mestu i da ga odlažu na za to određenu lokaciju. U tom smislu predmetni Projekat ne predviđa nikakav poseban tretman ove vrste otpada, izuzev njegovog primarnog klasiranja, u skladu sa zahtevima javnog komunalnog preduzeća, ukoliko je to neophodno.

Što se tiče industrijskog otpada, izuzev kopovske jalovine, isti se na lokaciji pojavljuje u vidu upotrebljenih ulja (maziva), filtera za ulje, antifriza, zamenjenih delova opreme i mašina, akumulatora, metalne ambalaže i sl.

Od tečnih otpadnih materija javljaju se upotrebljena (rabljena) ulja (maziva), koja nastaju pri održavanju mehanizacije u postojećoj radionici za održavanje opreme u krugu rudnika. Zamena ulja i filtera ulja, kao i maziva, transportnih sredstava i mehanizacije obavlja se isključivo na lokaciji koja je predviđena za servis mašina (kanalu). Bilo kakvo ispuštanje ulja van ovog mesta nije dozvoljeno. Lokacija za servis mašina mora da sadrži separator ulja. Iskorišćena ulja se skupljaju i odlažu u metalnu burad koja će biti propisno zatvorena, obeležena i uskladištena (slika……). Takođe se mora vršiti evidencija o ovom otpadu u skladu sa Pravilnikom o načinu postupanja sa otpacima koji imaju svojstvo opasnih materija (Sl. Glasnik RS, br. 12/95).

Sav opasan otpad se privremeno skladišti u skladištu opasnog otpada (slika 3.31.). Skladište je uređeno u skladu sa Pravilnikom o načinu skladištenja, pakovanja i obeležavanja opasnog otpada *("Sl. glasnik RS", br. 92/2010 i 77/2021).* Kako je već navedeno dalji tretman preuzimaju ovlašćene službe i organizacije.

Za uklanjanje ove vrste otpada sa lokacije Projekta, kao za da dalji tretman biće zaduženo ovlašćeno preduzeće.



***Slika 3.31**. Skladište opasnog otpada (ulja, maziva i sl.)*

Za potrebe eksploatacije ležišta na površinskom kopu Veliki Krivelj nastaće i otpad koji čine različiti istrošeni ili zamenjeni delovi opreme. Između ostalog, kao otpad javljaće se i istrošene gume, kao i oštećene gume. Sav navedeni otpad, koji nije u kategoriji rudničke jalovine, odlagaće se van predmetnog ležišta.

Ovaj otpad se mora organizovano odlagati u krugu rudnika, u odgovarajućim kontejnerima (gde je to moguće), na postojećim ograđenim lokacijama, koje moraju biti pod kontrolom, odnosno stalnim nadzorom, zbog moguće pojave požara. U rudničkom krugu postoji radionica za održavanje rudarske mehanizacije i prostor za privremeno odlaganje otpada - delova i guma, sve do momenta konačnog zbrinjavanja preko ovlašćenog operatera.

Po pitanju kopovske jalovine, u smislu njenog tretmana, ista se odlaže na za to predviđene lokacije, odlagališta Saraka potok i odlagalište Stari borski kop. Nije predviđen njen dalji tretman, osim njenog trajnog odlaganja na pomenutim lokacijma

3.7. Uticaj izabranog tehnološkog rešenja na životnu sredinu

Eksploataciju mineralnih sirovina i odlaganje raskrivke neizostavno prate negativne posledice po životnu sredinu u okruženju, pre svega zbog činjenice da se ona direktno realizuje u prirodnoj sredini, pri čemu dolazi do degradacije zemljišta uz trajan gubitak mineralne sirovine, koja je neobnovljiv resurs.

Neizbežni negativni uticaji samog postojanja projekta su, u ovom slučaju, degradacija prirodnog ambijenta, zapravo promena fizičkog izgleda terena, degradacija zemljišta i narušavanje biodiverziteta na prostoru zauzetom odlagalištem.

Negativan uticaj odlaganja jalovine značajno je umanjen time što se, predmetna lokacija nalazi izvan naseljenih zona i zaštićenih prirodnih i kulturnih dobara. Pored pogodnosti vezanih za lokaciju i izbor tehnologije značajno smanjuje uticaj na životnu sredinu, pod uslovom da se kako u fazi projektovanja tako i u fazi eksploatacije predvide i sprovedu odgovarajuće mere zaštite.

Na osnovu domaćeg i inostranog iskustva, kao osnovne činioce uticaja izabranog tehnološkog rešenja na životnu sredinu, možemo apostrofirati sledeće:

- degradacija, pre svih morfološka, vizuelna i pedološka, terena zahvaćenog odlaganjem jalovine, i
- emisija zagađujućih materija, pre svih suspendovanih čestica mineralne prašine, kao i emisija buke,
- remećenje podzemnih i površinskih voda.

Na osnovu zahteva zakonske regulative korisnik Serbia Zijin Copper DOO Bor je obavezan da po prestanku otkopavanja i odlaganja jalovine, degradirane površine privede određenoj nameni. U okviru Dopunskog rudarskog projekta otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu "Veliki Krivelj" za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje definisano je koncepcijsko rešenje rekultivacije degradiranih površina. Prikaz tehničkog opisa rekultivacije dat je u poglavlju 8.4.3. ove Studije.

U vezi sa predmetnim projektom površinskog kopa Veliki Krivelj treba imati u vidu da se na predmetnoj lokaciji već duži niz godina odvijala i odvija eksploatacija rude bakra u okviru površinskog kopa „Veliki Krivelj". Drugim rečima, u odnosu na „nulto" odnosno neporemećeno stanje, već je došlo do izvesnog narušavanja prirodnog okruženja, pre svega u sferi morfološke, vizuelne i pedološke degradacije. Obim rudarskih radova kao i prostor na kojem su se radovi na eksploataciji rude bakra odvijali su doprineli evidentnom stepenu degradacije prirodnog okruženja.

Osim degradacije zemljišta i poremećaja njegove geološke i pedološke strukture, rudarskim radovima u procesu eksploatacije došlo je i do narušavanja prirodne ravnoteže flore i faune na degradiranom prostoru. To znači da se kao posledica postojeće eksploatacije već pojavio izvestan poremećaj autohtonog ekosistema, čija veličina je u funkciji veličine eksploatacionog polja. U odnosu na prostor zauzet površinskim kopom, sa stanovišta proširenja radi se o relativno malom zaposednutom prostoru, koji je sastavni deo površinskog kopa. Poremećajem zemljišta dolazi do degradacije i biljnih i životinjskih zajednica čije je prirodno stanište na ovom prostoru.

Pored degradacije terena, kao primarne karakteristike proširenja odlagališta, u izvesnoj meri može doći i do promene kvaliteta vazduha, pre svega u radnoj sredini, ali nije isključeno ni u okolnoj životnoj sredini. Za razliku od degradacije terena koja je neminovna, za promenu kvaliteta vazduha se svakako ne može i ne sme govoriti o neminovnosti.

Činjenica je da tehnološki proces eksploatacije rude i odlaganja jalovine, gotovo u svim svojim fazama (utovar, transport, istovar, planiranje i pomoćne operacije), podrazumeva nastajanje sitno-disperznih

čvrstih čestica, koje se prema svojim karakteristikama, a pod određenim uslovima mogu duže ili kraće vreme zadržati u vazduhu u lebdećem stanju, predstavljajući na taj način prašinu. Međutim da li će se ista izneti u radnu odnosno u životnu sredinu u manjem ili većem obimu, rezultat je primene odgovarajućih tehničkih mera kao i poštovanje propisane tehnološke discipline.

Isti problem je i po pitanju buke. Velika proizvodnja, odnosno odlaganje velikih količina jalovine zahteva i robusnu mehanizaciju. Robusna mehanizacija po pravilu pravi znatnu buku, koja pre svega predstavlja problem u radnoj sredini. Međutim kada se stambeni objekti nalaze na samo nekoliko stotina metara od kopa tada problem radne sredine postaje i problem životne sredine. Ovo još više dolazi do izražaja, ukoliko se radi sa mehanizacijom koja je u značajnoj meri amortizovana, što otežava, kako konstruktivno tako i finansijski, primenu odgovarajućih rešenja usmerenih na snižavanje emisije buke na samom izvoru. Međutim i u takvim situacijama treba nastojati iznaći određeno rešenje bilo konstruktivno, organizaciono ili njima slično, kako bi se uticaj izabranog tehnološkog rešenja na životnu sredinu sveo na najmanju moguću meru odnosno u zakonom dopuštene granice.

Dodatni problem kada su u pitanju površinski kopovi i njihova odlagališta u Republici Srbiji, što je posebno karakteristično za kopove uglja, je veliki stepen urbanizacije okoline samog kopa. Neretko su kuće od kopova udaljene samo nekoliko stotina metara. U takvim uslovima čak i primena odgovarajućih mera i poštovanje tehnološke discipline nisu garant odsustva interakcije površinskog kopa i okolnog urbanog ambijenta. Zbog toga su, a u cilju procene intenziteta potencijalnog uticaja emisija, pre svih prašine i buke, sa površinskog kopa, izvršena određena modeliranja i predikcija rasprostiranja navedenih štetnosti, za karakteristične uslove površinskog kopa Veliki Krivelj, što je detaljno prikazano u poglavlju 6.

Kad je u pitanju konkretan uticaj na stanovništvo, detaljnije o tome se razmatra u poglavlju 6.6. u kome je data analiza uticaja na zdravlje stanovništva. U nastavku teksta dat je opšti osvrt na moguće uticaje predmetnog projekta na okolno stanovništvo.

Rudarske aktivnosti mogu značajno uticati na ljudsku populaciju koja živi u blizini. Uticaji na životnu sredinu, kao što su zagađenje vode i vazduha iz rudnika, često dovode do zdravstvenih problema među lokalnim zajednicama, uključujući respiratorne probleme i bolesti povezane sa kontaminacijom. Buka i vibracije tla od miniranja i teške mašinerije stvaraju smetnje, utičući na svakodnevni život i potencijalno oštećujući strukture. Ekonomski posmatrano, iako rudarstvo može doneti nova radna mesta i poboljšati infrastrukturu, ono takođe može dovesti do povećanja troškova života i raseljavanja lokalnog stanovništva. Sa stanovišta društvenih odnosa, priliv radnika može dovesti do kulturnih sukoba i pritiska na lokalne resurse. Uprkos potencijalnim ekonomskim koristima, ukupan kvalitet života i zdravlje lokalnih zajednica može biti negativno pogođen, što iziskuje snažne regulatorne mere za ublažavanje negativnih uticaja.

Degradacija životne sredine: Rudarstvo često dovodi do značajnih promena životne sredine, uključujući krčenje šuma, eroziju tla i gubitak staništa. Ove promene mogu drastično izmenti pejzaž i lokalne ekosisteme, na koje se mnoge autohtone i ruralne zajednice oslanjaju za život, kao što su lov, ribolov i poljoprivreda.

Vodni resursi: Rudarske operacije često kontaminiraju izvore vode hemikalijama koje se koriste u preradi rude, kao i usled oticanja i ispiranja otpadnih materijala. Ova kontaminacija može učiniti vodu nebezbednom za piće i poljoprivrednu upotrebu, što dovodi do nestašice vode i eventualnih pritisaka na zajednice da zavise od alternativnih, često skupih izvora vode.

Uticaj na zdravlje: Izloženost toksičnim hemikalijama i teškim metalima, kao što su živa i olovo, predstavlja značajan zdravstveni rizik za one koji žive u blizini rudnika. Hronična izloženost može dovesti do ozbiljnih dugoročnih zdravstvenih problema, uključujući bubrege, jetru i neurološka oštećenja. Deca su posebno osetljiva na ove toksine, koji mogu uticati na razvoj i kognitivne funkcije.

Ekonomsko raseljavanje: Iako rudarstvo može stvoriti prilike za zapošljavanje, ove koristi se često anuliraju negativnim uticajima na druge lokalne ekonomske aktivnosti. Na primer, poljoprivredna produktivnost može da opadne usled degradacije životne sredine i zagađenja vode, podriva sigurnost snabdevanja hranom i tradicionalni način života.

Društvena napetost: Društveni, odnosno odnosi u lokalnoj zajednici se mogu poremetiti kroz raseljavanje stanovništva i priliv radnika iz spoljnih oblasti (drugih zajednica), što dovodi do prenatrpanih uslova života i povećane konkurencije sa stanovišta resursa. Ovo može pogoršati odnose i podići tenzije i u krajnjoj instanci dovesti do sukoba unutar i između zajednica.

Kulturni uticaj: Za autohtono stanovništvo rudarstvo može ugroziti kulturno nasleđe, pošto se zemljište i reke sa kulturnim, duhovnim ili predačkim značajem menjaju ili uništavaju. Gubitak ovih kulturnih mesta može imati duboke efekte na identitet i tradiciju autohtonih zajednica.

Pravni i politički izazovi: Zajednice pogođene rudarstvom se često suočavaju sa značajnim pravnim i političkim preprekama kada žele da ostvare svoja prava, sve to utiču na procese donošenja odluka ili dobijanje pravične nadoknade za eksploataciju lokalnih resursa. Ovim izazovima doprinosi neravnoteža moći i ponekad koruptivna praksa u rudarskom sektoru.

Rešavanje ovih uticaja zahteva sveobuhvatne propise, striktno praćenje životne sredine, značajno angažovanje zajednice u odlukama u vezi sa rudarstvom i efektivnu primenu zakona osmišljenih da zaštite ljudsko zdravlje i životnu sredinu.

4. Prikaz glavnih alternativa koje je nosilac projekta razmotrio

Opis razmatranih alternativa, shodno zakonskoj regulativi, sadrži pregled i opis alternativa sa obrazloženjem glavnih razloga za izbor određenog rešenja i uticajima na životnu sredinu u pogledu izbora. Sa tog stanovišta, a u vezi sa proširenjem površinskog kopa Veliki Krivelj, treba imati u vidu dva bitna momenta:

1. Tip i prirodu objekta, zbog čega su mnoga rešenja prirodno nametnuta i kao takva nemaju alternativu i
2. Činjenicu da se radi o rudarskom objektu – površinskom kopu na kome se aktivno vrši eksploatacija već više od 40 godina. Predmetna Studija o proceni uticaja na životnu sredinu se radi za nastavak radova, odnosno za proširenje postojećeg površinskog kopa, čime se samo po sebi nameće usvajanje određenih rešenja, koja su dobila svoju potvrdu u prethodnom eksploatacionom periodu, kako u tehnološkom smislu tako i sa stanovišta uticaja na životnu sredinu.

4.1. Alternativna lokacija ili trasa

Pri planiranju i projektovanju površinske eksploatacije ležišta mineralnih sirovina ne može se govoriti o postojanju alternativnog rešenja sa stanovišta izbora lokacije. Objekat površinskog kopa, odnosno njegova lokacija je u funkciji eksploatacije ležišta mineralne sirovine, koje je prostorno određeno i definsano u granicama potvrđenim Potvrdom o resursima i rezervama ležišta Veliki Krivelj od strane Ministarstva rudarstva i nergetike, čija je eksploatacija površinskim kopom i predmet konkretne studije. Eventualne alternative se mogu odnositi na:

- Određivanje granične konture površinskog kopa, kao i
- Primenjenu tehnologiju – faze tehnološkog procesa eksploatacije.

U slučaju površinskog kopa Veliki Krivelj treba naglasiti da se radi se o lokaciji na kojoj se već duži niz godina odvijao i odvija proces površinske eksploatacije, a ne o novom rudarskom objektu. Raskrivanje na površinskom kopu Veliki Krivelj otpočelo je još 1979. godine, dok je flotacijska prerada rude u flotaciji Veliki Krivelj počela 1982. godine, kada je izgrađen i pušten u rad pogon usitnjavanja i flotacijske prerade u blizini površinskog kopa. Novembra 2008. godine Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor je izradio Studiju o proceni uticaja na životnu sredinu projekta otkopavanja i prerade rude u ležištu "Veliki Krivelj" –RTB Bor –Grupa d.o.o. za kapacitet 8,5 x 10^6 t vlažne rude godišnje za tada važeći Dopunski rudarski projekat otkopavanja i prerade rude u ležištu "Veliki Krivelj" (Institut za bakar Bor, 2006. godina). Otkopavanje rude i jalovine se trenutno obavlja prema Glavnom rudarskom projektu otkopavanja ležišta rude Veliki Krivelj (Institut za bakra Bor, 1978. godine) i Dopunskom rudarskom projektu otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu „Veliki Krivelj" za kapacitet 10,6×10^6 tona vlažne rude godišnje (Institut za rudarstvo i metalurgiju, 2011. godine) za koji je Ministarstvo zaštite životne sredine izdalo Rešenje o davanju saglasnosti na Studiju o proceni uticaja na životnu sredinu br. 353-02-323/2008-02 od 23.04.2010. godin.

Prema veličini, tipu mineralizacije, strukturnim i mineraloškim obeležjima i raspodeli bakra, ležište „Veliki Krivelj“ svrstano je u prvu grupu ležišta bakra. Osnovne karakteristike ove grupe ležišta su: rudna tela su velikih razmera, oblik prost, raspodela bakra vrlo ravnomerna do neravnomerna, mineraloški sastav jednostavan, postrudna tektonika slabo izražena. U ležištu „Veliki Krivelj“ bakar je glavna korisna komponenta. Mineralnu asocijaciju sačinjavaju pirit i halkopirit dok su ostali minerali podređenog značaja. Kao pratioci bakra javljaju se zlato, srebro, selen i molibden. Zona sekundarnog obogaćenja – cementacije je slabo izražena.

Konstrukcija površinskog kopa Veliki Krivelj izvršena je na bazi overenih bilansnih rezervi, definisanih geometrijskih i tehno-ekonomskih parametara i projektovanog godišnjeg kapaciteta otkopavanja od 10,6 miliona tona rude godišnje. Konstrukcija površinskog kopa po definisanim fazama razvoja izvršena je u softveru Geovia GemcomTM, modul Pit Design. Kao polazna osnova za konstrukciju poslužila je kontura kopa broj 13 koja je izabrana kao preliminarna finalna kontura u procesu optimizacije ležišta u softveru Geovia Whittle™.

Dno površinskog kopa je na k–85 m, a najviša tačka je na k+530 m, tako da maksimalna dubina kopa 615 m. Oblik površinskog kopa je elipsast, čija duža osa iznosi 2.320 m u pravcu severozapad-jugoistok, a kraća 1.520 m u pravcu jugozapad-severoistok. Površina terena koja je zahvaćena konturom kopa iznosi 2,4 km^2.

Na osnovu navedenog, a shodno prirodi samog objekta – površinskog kopa, koji je u funkciji eksploatacije mineralne sirovine, jasno je da lokacija kopa nema alternativu, te one nisu ni razmatrane.

4.2. Alternativni proizvodni proces ili tehnologija

Eksploatacija rude i jalovine na površinskom kopu Veliki Krivelj se obavlja diskontinualnom tehnologijom, uobičajenom i opšte prihvaćenom tehnologijom eksploatacije metaličnih ležišta u svetskim okvirima. Priprema materijala za otkopavanje se vrši bušenjem i miniranjem, otkopavanje i utovar hidrauličnim bagerima, a transport kamionima. Ruda se transportuje kamionima do primarnog drobiličnog postrojenja, dok se jalovina transportuje kamionima i kombinovanim sistemom kamioni-transporteri sa trakom. Ovakav način rada je sastavni deo tehnologije površinske eksploatacije rude bakra na kopu Veliki Krivelj, koja se uspešno koristila i koristi već duži niz godina, sa rezultatima koji u potpunosti opravdavaju primenjenu tehnologiju, koja treba da ispuni određene uslove:

- Postizanju projektovanog kapaciteta na odlaganju za period 1. ÷ 19. godine;
- Obezbeđenju propisanih stabilnosti radnih i završnih kosina odlagališta;
- Obezbeđenju uslova za nesmetan rad kamiona i pomoćne opreme;
- Obezbeđenju potrebne sigurnosti, kako pri izvođenju rudarskih radova, tako i nakon završetka.

U tom smislu alternativni proizvodni proces, odnosno tehnologija nisu ni razmatrani.

4.3. Alternativni tehnološki postupak – metode rada

Za razliku od isključivosti alternativne lokacije jednog objekta tipa površinskog kopa, nešto je drugačija situacija kada je u pitanju izbor odgovarajućeg tehnološkog postupka. Naime u tom domenu je moguće razmatranje, uslovno, određenog broja alternativa. Kada se kaže uslovno, pre svega se misli na tip mineralne sirovine koja se eksploatiše i za koju se bira adekvatna tehnologija. Često je i taj izbor veoma sužen – kreće se, u konkretnom slučaju, u izboru specifične mehanizacije, organizacije rada, primene specifičnih eksploziva i šema miniranja, tačnije svega onoga što je direktno vezano za sam tehnološki postupak eksploatacije mineralne sirovine.

Pošto je površinski kop “Veliki Krivelj“ kop brdskog tipa, čije je ležište ograničeno tako da se maksimalno zahvate rezerve, nije ostavljeno mnogo mogućnosti za razmatranje eventualnih alternativnih rešenja, bar

ne u sferama koje bi bile od značaja za zaštitu životne sredine. Domaća i svetska iskustva sa kopovima ovog tipa i veličine su u potpunosti nametnula izabrano tehnološko rešenje.

Prilikom ograničenja kopa uzeto je u obzir prostorno ograničenje ležišta i okolnih parcela. Parametri konstrukcije kopa uslovljeni su većim brojem faktora kao što su: fizičko-mehaničke karakteristike stenskog materijala, kvalitet mineralne sirovine, vrsta mehanizacije koja se koristi za izvođenje rudarskih radova, intenzitet razvoja rudarskih radova u planu i po dubini, ekonomičnost eksploatacije, kao i ostali parametri primenjene tehnologije otkopavanja.

Pored navedenog, treba napomenuti da će se predmetna Studija procene uticaja raditi za Projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu, odnosno za ležište na kojem se eksploatacija odvija u kontinuitetu već dugi niz godina. Stečeno iskustvo je omogućilo da se i u domenu tehnologije i njenih faza usvoje najbolja rešenja, koja treba da doprinesu ostvarivanju balansa između tehnologije, ekonomije i uticaja na životnu sredinu.

Drugim rečima, dosadašnja iskustva, odnosno tehnoekonomski pokazatelji primene postojećeg tehnološkog postupka, dokazali su efektivnost i efikasnost izabranog rešenja, te u tom smislu, u datom momentu i za dati projekat nisu razmatrana alternativna rešenja.

4.4. Alternativni planovi lokacije

Uporedo sa razvojem rudarskih radova na površinskom kopu, širila se i infrastruktura rudnika, tako da danas, pored trenutno aktivnog kopa – Veliki Krivelj, infrastrukturu čini i:

- pogon za pripremu mineralnih sirovina (primarno drobljenje, primarno prosejavanje, sekundarno drobljenje, sekundarno prosejavanje) kao i Pogon za flotaciju;
- dva postojeća aktivna odlagališta gde se odlaže raskrivka (kopovska jalovina) sa PK Veliki Krivelj:
  - odlagalište Saraka i
  - stari Borski kop;
- postojeće Flotacijsko jalovište
- transportne trase
  - za transport rude do postrojenja za pripremu,
  - za transport kopovske jalovine do odlagališta, i
  - za transport flotacijske jalovine do flotacijskog jalovišta

Sva navedena infrastruktura, odnosno planovi pojedinih lokacija navedene infrastrukture, su posledica dugogodišnjeg razvoja kopa, odnosno rezultat su uklapanja istih u postojeći tehnološki proces, obezbeđujući njegov kontinuitet, uz istovremeno poštovanje granica postojećeg eksploatacionog polja.

Međutim, Kompanija Serbia Zijin Cooper doo u svojim dugoročnim planovima ima u planu proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj u cilju povećanja kapaciteta prerade rude. Tokom 2020. godine urađena je *Studija izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina „Veliki Krivelj" za godišnji kapacitet rude 23.1 Mt, RGF Beograd, 2020. godina,* kojom je definisana koncepcija faznog razvoja kopa, koja je obuhvatila i definisanje planova po pojedinim fazama razvoja površinskog kopa, neophodna za dostizanje planiranog povećanja godišnjeg kapaciteta otkopavanja rude. Međutim, za realizaciju projekta povećanja kapaciteta kopa na 23.1 Mt rude godišnje neophodno je proširenje postojećeg eksploatacionog polja, za šta je potrebno usvajanje Prostornog plana područja posebne namene borsko-majdanpečkog rudarsko topioničarskog basena, čija je izrada u toku. U periodu do završetka procedure proširenja postojećeg eksploatacionog polja i odobrenja za projektnu dokumentaciju potrebno je pripremiti i proširiti površinski kop Veliki Krivelj, kako bi se omogućio nesmetan nastavak otkopavanja i uklapanje u dugoročne planove razvoja kompanije prema

koncepciji faznog razvoja definisanog Studijom izvodljivosti, a samim tim i definisati zahvatanje novih rezervi rude i odgovarajuće neophodne raskrivke u periodu od najmanje 5 narednih godina.

Eksploatacija rude bakra na površinskom kopu Veliki Krivelj trenutno se odvija prema sledećim rudarskim projektima:

1. Glavnom rudarskom projektu otkopavanja ležišta rude Veliki Krivelj, IRM Bor, 1978.
2. Dopunskom rudarskom projektu otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu „Veliki Krivelj“ za kapacitet 10,6 x 10^6 tona vlažne rude godišnje, IRM Bor, 2011.
3. Dopunskom rudarskom projektu proširenja odlagališta raskrivke “Saraka” površinskog kopa Veliki Krivelj, IRM Bor, 2021.

Sva navedena dokumentacija je, između ostalog, svaka u svom domenu i u odgovarajućem obimu, razrađivala planove pojedinih lokacija infrastrukturnih elemenata, sa ciljem da se isti, pre svega tehnološki uklope u postojeće uslove eksploatacije na P.K. Veliki Krivelj, uz zadovoljavajuće ekonomske pokazatelje.

Osnovni zadatak Projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu jeste da se na osnovu postojećih uslova eksploatacije i stanja rudarskih radova na terenu na kraju 2022. godine definiše fazni razvoj površinskog kopa Veliki Krivelj sa kapacitetom od 10,6 miliona tona rude godišnje, kojim će se obezbediti nesmetano povećanje kapaciteta otkopavanja rude u budućnosti, nakon proširenja eksploatacionog polja. Projektom će se za naredni devetnaestogodišnji period projektovati sledeće:

Završna kontura površinskog kopa Veliki Krivelj, približna fazi 4 definisanoj u *Studiji izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina „Veliki Krivelj“ za godišnji kapacitet rude 23.1 Mt, (RGF Beograd, 2020.)*, a u granicama overenih bilansnih rezervi;

Razvoj površinskog kopa po fazama (zahvatima) i dinamika otkopavanja u završnoj konturi kopa detaljno za prvih 5 godina a zatim na po 5 godina do kraja veka eksploatacije po ovom projektu;

Potrebni kapaciteti eksploatacije po svim tehnološkim fazama rada na rudi i jalovini radi dugoročnog održanja kontinuiteta projektovanog kapaciteta od 10,6 mil.t rude.

Ovako precizno definisani ciljevi, uz neophodnost njihovog uklapanja u postojeće uslove, ne ostavljaju velike mogućnosti po pitanju alternativnih planova lokacija.

4.5. Alternativna rešenja po pitanju vrste i izbora materijala

Rudarstvo je ekstraktivna grana industrije sa zadatkom da predmetnu mineralnu sirovinu iskopa, na ekonomski najisplativiji način, a da pri tom ne ugrozi kvalitet okolne životne sredine ni sa jednog stanovišta.

U vezi sa tim, ne postoji alternativno rešenje po pitanju vrste i izbora materijala, pre svega sa stanovišta ulazne sirovine.

Alternative u vezi sa vrstama i izborom materijala po pitanju ostalih elementima infrastrukture površinskog kopa Veliki Krivelj, takođe su ograničene.

Oprema se takođe proizvodi shodno proizvođačkim specifikacijama, pri čemu su materijali za izradu pojedinih delova opreme takođe standardizovani, shodno tipu i nameni iste.

4.6. Alternative vremenskog rasporeda izvođenja projekta, odnosno početka i prestanka rada projekta

Kada je u pitanju rudnik, vremenski raspored izvođenja i prestanak funkcionisanja projekta su u zavisnosti od velikog broja faktora. Neke od njih je moguće definisati još u fazi projektovanja, ali veliki broj njih se menja u toku samog funkcionisanja projekta.

Za projektovani godišnji kapacitet eksploatacije i prerade rude od 10,6 Mt rude godišnje, kao i raspoložive eksploatacione rezerve od 191.875.724 tona - životni vek površinskog kopa Veliki Krivelj će biti 18 godina i 2 meseca, odnosno do početka 19. godine.

Kalendarski plan urađen je detaljno za petogodišnji period eksploatacije ležišta (period od 1. do 5. godine), zbirno za petogodišnji period (6. ÷ 10. godine, 11-15. godine) i period do kraja veka eksploatacije koji je predviđen ovim Projektom (16. ÷ 19. godine).

Ovakve procene se zasnivaju na trenutno najpouzdanijim podacima, pre svega ekonomske prirode. Sa tog stanovišta, kada se rad jednog projekta zasniva na velikom broju parametara, koje je nemoguće definisati u određenom momentu, nameće se zaključak da postoji veliki broj alternativa. Međutim, u konkretnom slučaju alternative su pre vezane za prestanak funkcionisanja projekata, ali zbog velikog broja mogućih alternativa, nije ih svrsishodno decidirano navoditi, ako je to uopšte i moguće. Dinamika i vek eksploatacije su određeni primenom priznatih softverskih alata za optimizaciju otkopavanja na površinskom kopu.

Za ovaj projekat, primarni ciljevi definisanja faza razvoja rudarskih radova, a time i njihovog vremenskog rasporeda, su bili:

- Da se svake godine obezbedi projektovani kapacitet na otkopavanju i
- Da se optimizira sistem eksploatacije (kraće transportne dužine i sl.).

Alternativa u vezu sa datumom početka izvođenja, sa stanovišta ovog projekta, ne postoji, budući da je eksploatacija, na postojećem lokalitetu počela pre mnogo godina i eksploatacija se odvija u kontinuitetu.

Eventualna razmatranja alternativa su moguća sa stanovišta završetka izvođenja projekta, međutim i tu su mogućnosti za izbor određene alternative ograničene postojećim kapacitetima prerade rude ili u najmanju ruku nisu ekonomski opravdane za dati momenat.

4.7. Alternative obima proizvodnje

Planirani godišnji kapaciteti otkopavanja rude u ovom projektu se ne menja i ostaje 10.6Mt rude godišnje.

Planirani godišnji kapacitet jalovine, prema zahtevu i projektnom zadatku Investitora, uslovljen je godišnjim kapacitetima postojećeg transportnog sistema za jalovinu i napredovanjem proširenja odlagališta Saraka, koje je uslovljeno otkupom zemljišta, i definisan je na maksimalno 25Mt jalovine godišnje.

Pored toga, i jedno i drugo su postojeći aktivni rudarski objekti, tehno-ekonomski, optimizovani i međusobno usklađeni, na bazi trenutno raspoloživih ekonomskih i tehnoloških pokazatelja.

4.8. Alternative u vezi kontrole zagađenja

Značajno potencijalno zagađenje vazduha životne sredine čine suspendovane čestice (mineralna prašina), koje se u vazdušnu sredinu kopa izdvajaju u svim fazama rada pri površinskoj eksploataciji. Radi se o fino usitnjenoj mineralnoj sirovini, usled prirode tehnološkog procesa dobijanja mineralne sirovine u određenom momentu i pod određenim uslovima može preći u lebdeće stanje i na taj način ugroziti u prvom redu radnu sredinu, a tek potom životnu. Ovaj oblik otpadnih materija podleže posebnom tretmanu u smislu sprečavanja stvaranja mineralne prašine i kontakta sa zaposlenim radnicima primenom sredstava kolektivne i lične zaštite. Redovna i pravovremena primena postupaka i mera zaštite sa sezonskim i vremenskim planiranjem prskanja, uz korišćenje raspoloživih tehničkih mogućnosti, obezbeđuje zadovoljavajuće efekte za sprečavanje emitovanja prašine i zaštite vazduha u radnoj i životnoj sredini. Projektom predviđene mere za sprečavanje stvaranja, odnosno izdvajanja lebdeće prašine, trenutno nemaju alternativu. U njihovom projektovanju vodilo se svetskim iskustvima na bazi trenutno najboljih raspoloživih tehnika kontrole zagađenja ove vrste zagađivača.

Pri radu motora sa unutrašnjim sagorevanjem u životnu sredinu se sa izduvnim gasovima emituju gasoviti polutanti kao što su ugljenmonoksid CO, ugljendioksid CO_2 azotnioksidi NOx, sumpordioksid SO_2, VOCs, aldehidi i dr. Sadržaj štetnih komponenti u izduvnim gasovima zavisi od režima rada, opterećenja i snage motora. Imajući u vidu broj angažovane opreme, njeno iskorišćenje i jednovremenost njenog rada, može se zaključiti da se radi o malim emisijama zagađenja i ograničenim (na radnu okolinu) zonama uticaja. Drugim rečima, uticaj je lokalnog karaktera, odnosi se na mali prostor neposredno oko izvora štetnosti i najčešće se prostire unutar otkopanog prostora - u radnoj okolini. U vezi sa tim, primena adekvatne opreme, koja prema proizvođačkoj specifikaciji emituje najmanje emisije izduvnih gasova za date uslove eksploatacije, predstavlja najbolju alternativu po pitanju kontrole zagađenja izduvnih gasova.

Zaštitom kopa od površinski voda vrši se istovremeno i njihova zaštita, jer se sprečava kontakt atmosferskih padavina sa eventualnim izvorima zagađivanja unutar radne okoline. Zaštita kopa od površinskih voda, koje gravitiraju ka konturi kopa vršiće se pomoću obodnih kanala. Etažni kanali štite kop od atmosferskih padavina izlučenih direktno u kop ili od podzemnih provirnih voda. Kanalima se prihvaćena voda, najkraćim putevima, eliminiše iz kopa, postupcima odvodnjavanja. Budući da se ovde radi o prirodnim vodama (padavine i podzemne vode), teško da se može govoriti o „otpadnim“ vodama u pravom smislu te reči. U izvesnim situacijama i pod određenim okolnostima može doći do njihove kontaminacije, u kom slučaju one dobijaju predznak „otpadne“, sa svim neophodnim postupcima tretmana pre ispuštanja u recipijente, pri čemu se alternative pre svega odnose na tehnološke procese prečišćavanja istih. Postojeći sistem odvodnjavanja kopa će biti prostorno modifikovan i prilagođen novim zahvatima razvoja kopa u okviru projektovane granice proširenja površinskog kopa.

U cilju zaštite okolnih vodotokova, sa stanovišta njihovog zahvatanja za potrebe tehnološkog procesa, planirano je prikupljanje i korišćenje rudničkih voda za snabdevanje tehničkom i procesnom vodom u postrojenju prerade rude u flotaciji, nakon mehaničkog prečišćavanja u predtaložniku i taložniku. Rezultati primenjenog monitoringa će opravdati ovakav pristup ili nametnuti potrebu izrade složenijeg postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda pre - korišćenja u tehnološkom procesu prerade rude. Ovim projektom su postojeći taložnici definisani kao granica projekta.

U vezi sa predmetnim projektom, kontrola navedenih zagađenja će biti uspostavljena na bazi određenog monitoringa. Elementi, odnosno zahtevi monitoringa su eksplicitno definisani na nivou zakona i podzakonskih akata, posebno kada su u pitanju pojedinačni parametri, u smislu postojanja određenih Pravilnika i njima definisanih vrednosti maksimalno dozvoljenih koncentracija pojedinačnih parametara.

O kojim parametrima je reč, u prvom redu zavisi od tipa eventualnih štetnosti koje se u određenom momentu i po određenim uslovima mogu emitovati iz zone predmetnog objekta – površinskog kopa. Međutim, izbor pojedinih parametara za kontrolu zagađenja se ne može posmatrati kao alternativa, već kao preduslov efektivnog i efikasnog merenja.

U konkretnom slučaju, kontrola zagađenja je obaveza kako samog rudnika tako i lokalne zajednice, odnosno određenih državnih službi koje su u funkciji građana. U tom smislu alternative postoje sa stanovišta izbora određene opreme za merenje pojedinih parametara zagađenja, ali ne i u smislu metode merenja i parametra, koji su definisani kako zakonskom regulativom tako i odgovarajućim standardima.

4.9. Alternative u vezi odlaganja otpada

Sve potencijalne otpadne materije koje zagađuju životnu sredinu u rudarskom kompleksu analizirane su kroz kategorije definisane integralnim katastrom zagađivača.

Najveće količine „otpada“ su u stvari u obliku rudničke (raskrivka) i flotacijske jalovine. Trenutno odlaganje rudničke jalovine vrši se na kamionskom odlagalištu Saraka prema *Dopunskom rudarskom projektu proširenja odlagališta raskrivke “Saraka” površinskog kopa Veliki Krivelj (IMR Bor, 2021*) i u stari površinski kop Bor. Predmetnim projektom definisaće se dinamika odlaganja jalovine saglasno projektnom zadatku, bez detaljnog projektovanja odlagališta, s obzirom da su oba odlagališta, Saraka i

odlagalište u Borkom kopu, već ranije projektovana i trenutno su aktivna i u eksploataciji. Preostali kapaciteti ova dva odlagališta su dovoljni za odlaganje ukupnih eksploatacionih količina jalovine tokom veka eksploatacije po predmetnom Projektu površinskog kopa Veliki Krivelj.

Prema projektnom zadatku, odlaganje jalovine će se vršiti najvećim delom kombinovanim transportom kamionima i preko transportnog sistema za jalovinu u prostoru otkopanog površinskog kopa Bor, sa maksimalnim kapacitetom od 20 Mt/god, dok će se višak potrebne jalovine prema projektovanoj dinamici otkopavanja odlagati kamionima na odlagalištu Saraka. Flotacijska jalovina, dobijena posle prerade i pripreme rude, odlaže se na već postojećem flotacijskom jalovištu. Shodno navedenom, bilo koja alternativna lokacija podrazumevala bi zauzimanje dodatnog prostora, što u ovom momentu nije neophodno, odnosno tehnološki, ekonomski i ekološki je neopravdano, a i nije predmet projektovanja u ovom Dopunskom rudarskom projektu.

Sav drugi, pre svega industrijski otpad, koji se javlja u obliku upotrebljenog mašinskog ulja i maziva, upotrebljenih guma i sl., biće tretiran u svemu prema važećoj zakonskoj regulativi i primenom najboljih raspoloživih tehnika njihovog daljeg tretmana, što isključuje potencijalne alternative po pitanju odlaganja otpada.

4.10. Alternative uređenja pristupa i saobraćajnih puteva

Prilikom projektovanja putne infrastrukture, kako pristupnih puteva tako i internih saobraćajnica, u rudarstvu se uvek rukovodi činjenicom da oni budu najkraći mogući i u što većoj meri da budu u zoni radova odnosno unutar konture eksploatacionog polja. Više je razloga za ovakav pristup, ali se dva izdvajaju:

- ekonomski i
- zaštita životne sredine.

U slučaju predmetnog rudarskog objekta oba razloga su ispoštovana, što za date uslove eksploatacije (lokacijske, prirodne, ekonomske i sl.) i u datom momentu, predstavlja optimalno rešenja, koje ostavlja malo prostora za alternative.

Pristupni putevi su isti, oni koji su korišćeni i u dosadašnjoj eksploataciji, a interne saobraćajnice su, sa stanovišta više kriterijuma, prilagođene pojedinim fazama rada projekta, u svakom momentu poštujući principe ekonomije i zaštite životne sredine.

4.11. Alternative u vezi sa odgovornošću i procedurama za upravljanje životnom sredinom

Zakonom o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - dr. zakon i 95/2018 - dr. zakon), upravljanje, odnosno zaštitu životne sredine u okviru svojih prava i obaveza između ostalih obezbeđuju i pravna lica. Pri tome, ona su dužni da, u okviru svojih prava i obaveza, obezbede kontrolu i sprečavanje svih oblika zagađenja i degradacije životne sredine, odnosno njihovo svođenje na najmanju moguću meru, kao i sanaciju i rehabilitaciju delova ili segmenata životne sredine čiji je kvalitet narušen usled zagađenja i drugih vidova degradacije, obezbeđujući na taj način održivo korišćenje prirodnih resursa kao osnovnog uslova za održivi razvoj.

Drugim rečima, pravna i fizička lica dužna su da u obavljanju svojih delatnosti obezbede racionalno korišćenje prirodnih resursa, uračunavanje troškova zaštite životne sredine u okviru investicionih i proizvodnih troškova, primenu propisa, odnosno preduzimanje mera zaštite životne sredine u skladu sa Zakonom o zaštiti životne sredine i drugim propisima.

Ovako definisane obaveze u procesu upravljanja životnom sredinom ne ostavljaju mnogo prostora alternativama kada je u pitanju odgovornost. Izvesne alternative se mogu pojaviti kada su u pitanju procedure upravljanja životnom sredinom, ali i one imaju strogo definisan zakonski okvir, pre svega u smislu krajnjih ciljeva i ishoda. U interesu svakog pravnog lica je da donese program zaštite životne sredine ili njemu sličan dokument, čiji sastavni deo, po prirodi stvari, jesu i procedure za upravljanje životnom sredinom.

4.12. Alternative privođenja lokacije određenoj nameni

Rekultivacija površinskog kopa Veliki Krivelj podrazumeva radove usmerene na kultivisanju degradiranih površina sa ciljem, pre svega, zaštite životne sredine, odnosno njene regeneracije, kao primarnog cilja. Pri tom ne treba zanemariti ni estetski, a ni ekonomski značaj takve regeneracije odnosno rekultivacije.

U tom smislu, proces rekultivacije (tehničke i biološke), generalno, nema alternativu, ni sa jednog stanovišta izuzev sa stanovišta primene određenih tehnika i postupaka rekultivacije, odnosno izabranih biljnih vrsta koje narušenom terenu treba da povrate biološku funkciju. Međutim, i u tom domenu se, prilikom rekultivacije, vodi računa da se novodobijene površine i forme pre svega funkcionalno, ali i estetski uklapaju u autohtoni ambijent.

Tehnička rekultivacija obuhvata radove kojima se otkopanim prostorima i odlagalištima jalovine daje takav oblik kojim će se obezbediti ekološki povoljno uklapanje ovih površina u postojeću sredinu i stvoriti uslovi za biološku rekultivaciju.

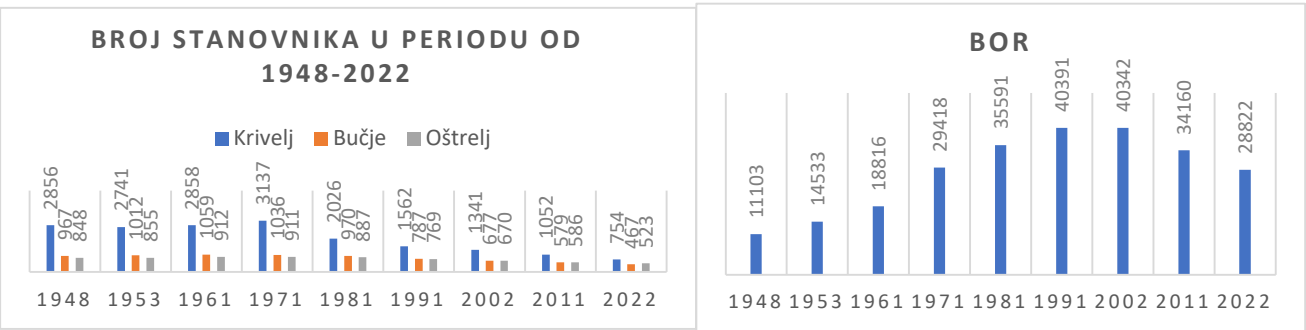
Nasuprot tehničkoj rekultivaciji, koja narušenom terenu treba da da prihvatljiv (vizuelni, estetski, funkcionalni) oblik, usklađen sa okolnom orografijom i mikroreljefom, zadatak biološke rekultivacije je da narušenom prirodnom prostoru povrati, u najvećoj mogućoj meri, autohtoni biološki (flora i fauna) kapacitet, poštujući postojeće biološke odnose u okruženju predmetnog objekta.

5. Prikaz stanja životne sredine na lokaciji i bližoj okolini

5.1. Stanovništvo

Rudnik Veliki Krivelj kome pripadaju: Površinski kop „Veliki Krivelj“ i objekti Flotacije i flotacijsko jalovište nalaze se u Borskom okrugu i administrativno pripadaju gradu Boru. Pomenuti objekti nalaze se u blizini grada Bora i okružuju ih seoske mesne zajednice Krivelj, Oštrelj i Bučje. Grad Bor je administrativni centar Borskog okruga. Naselja pripadaju seoskim naseljima zbijenog tipa.

Sa dijagrama prikazanog na slici 2.25. u poglavlju 2, može se videti da je najveće učešće stanovnika starosti između 40-64 godine. Sa stanovišta priraštaja broja stanovnika može se reći da je u periodu od 1948-2011. prisutan stalno opadajući trend, što se slikovito može videti sa prikazanog dijagrama (slika 5.1.).

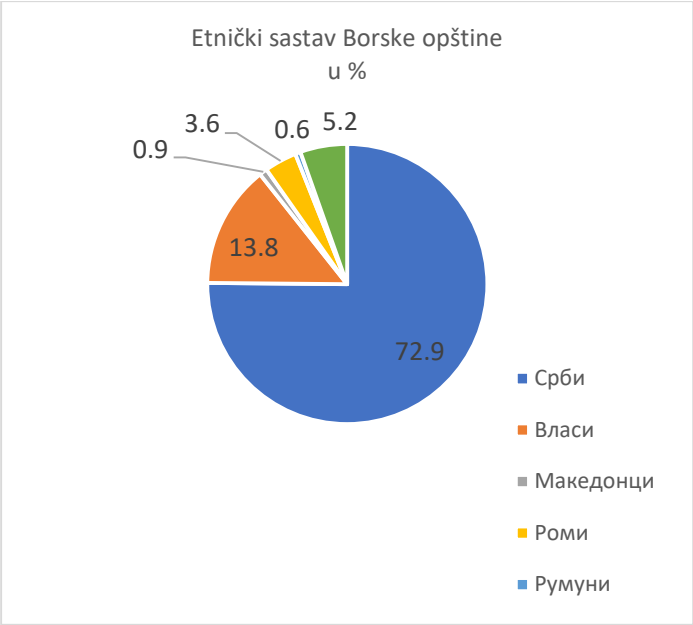


Slika 5.1. Broj stanovnika u periodu 1948-2022.

Od ukupnog broja zaposlenih stanovnika u naseljima Krivelj i Oštrelj, stanovništvo je prevashodno angažovano na obavljanju delatnosti u oblasti poljoprivrede i rudarstva, pri čemu se poljoprivredom bavi uglavnom stariji deo populacije. U rudarskoj delatnosti u naselju Krivelj zaposleno je 36.6 % ukupno zaposlenih dok je u u naselju Oštrelj zaposleno je 26.4 %.

Selo Oštrelj je u potpunosti priključeno na vodovod grada Bora, jer se usled posledica aktivnosti rudnika prestalo sa korišćenjem lokalnih izvora i bunara. Procentualna zastupljenost stambenih jedinica sa električnom energijom iznosi 96.19%, a stambenih jedinica sa kanalizacijom 41.69%.

Za seoske mesne zajednice Krivelj i Oštrelj je karakteristično da su otvaranjem rudnika izgubili deo obradivog zemljišta, livade i pašnjake, i da je prilaz i korišćenje Kriveljske reke u sektoru kopa i jalovišta postao nemoguć te da se poljoprivredni proizvodi koji dolaze sa ovoga područja tretiraju kao zagađeni i time gube na ceni. Međutim, mlađe, školovano i radno sposobno stanovništvo je našlo zaposlenje na kopu, flotaciji ili drugim objektima Serbia Zijin Copper DOO Bor čime je došlo do promene u kojoj je seosoko (poljoprivredi orijentisano) stanovništvo postalo industrijski orijentisano pa je na taj način ublažen problem gubitka poljoprivrednog potencijala.



Slika 5.2. Etnički sastav stanovništva Borske opštine (izvor: Republički zavod za statistiku)

Deo stanovnika navedenih mesnih zajednica je zapošljavanjem u industrijskim objektima migrirao u grad Bor i u potpunosti prestao da se bavi poljoprivredom. Stanovništvo koje je ostalo da živi na selu, uz pomoć i podršku meštana koji su odselili, odmah po otvaranju rudnika je započelo «borbu» sa Rudnikom za dosledno poštovanje mera zaštite životne sredine. Ta ekološka svest je rasla sa vremenom i širenjem kopa i jalovišta. Dobra organizovanost i razvijena ekološka svest seosokog stanovništva je dovela do izrade urbanističke uređajne osnove Oštrelja i definisanja sanitarne zone oko objekata Rudnika.

Na osnovu prethodno navedenog može se zaključiti da eksploatacija rude bakra na površinskom kopu "Veliki Krivelj" uzrokuje određene društvene uticaje kako na lokalno stanovništvo tako i na stanovništvo na širem području. Izvođenje rudarskih aktivnosti na predmetnom području karakteriše sadašnji i budući industrijski profil zaposlenosti lokalne zajednice.

5.2. Flora i fauna

Zavod za zaštitu prirode Srbije iz Beograda je izdao Rešenje uslova zaštite prirode kompaniji SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR, dana 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-2159/3. Uvidom u Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara i dokumentaciju Zavoda, a u skladu sa propisima koji regulišu oblast zaštite prirode, utvrđeni su uslovi zaštite prirode. Područje koje obuhvata proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj za Dopunski rudarski projekat, se ne nalazi unutar područja za koje je sproveden ili pokrenut postupak zaštite, niti se nalazi u prostornom obuhvatu ekološki značajnog područja ekološke mreže Republike Srbije. Potrebno je istaći da je Zavod za zaštitu prirode Srbije 08.05.2024. izdao Mišljenje 03 br. 021-1259/5 kojim je utvrđeno da su izdati uslovi zaštite prirode uvaženi i inkorporirani u predmetni projekat.

Područje delom ulazi u potencijalno Natura 2000 područje „Stol i Veliki Krš" u kome su registrovana staništa značajnog broja strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka i životinja. Potencijalno Natura 2000 područje „Stol i Veliki Krš" je identifikovano u skladu sa Direktivom o staništima - Directive 92/43/EEC (značajno područje za očuvanje jedne vrste iz grupe pravokrilaca Pholidoptera transsylvanica) i Direktivom o pticama - Directive u 2009/147/EC (značajno za očuvanje sledećih vrsta ptica: kamenjarka Alectoris graeca, modrovrana Coracias garrulus, prepelica Coturnix coturnix, prdavac Crex crex, suri opao Aquila chrysaetos, vinogradska strnadica Emberiza hortulana, rusi svračak Lanius collurio, osičar Pernis apivorus, siva žuna Picus canus, crna žuna Dryocopus martius, šumska ševa Lullula arborea i grlica Streptopelia turtur).

U severnom delu predmetnog eksploatacionog polja, ne u granicama proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj, nalazi se i populacija šumske kornjače Testudo hermanni. Ova vrsta je po kriterijumima IUCN skoro ugrožena (NT -Near Threatened), dok je u skladu sa nacionalnim kriterijumima vrsta svrstana u kategoriju „ranjiva" (VU - Vulnerable) saglasno Crvenoj knjizi faune Srbije II-Gmizavci.

Navedene vrste su strogo zaštićene i zaštićene, u skladu sa Pravilnikom o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta billaka, životinja i gljiva („Službeni glasnik PC", br. 5/2010, 47/201 1, 32/2016 i 98/2016).

Na prilogu 1 dat je grafički prikaz navedenih područja gde se može videti da proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj, planirano predmetnim projektom, nije obuhvatilo područja navedena u uslovima Zavoda za zaštitu prirode Srbije.

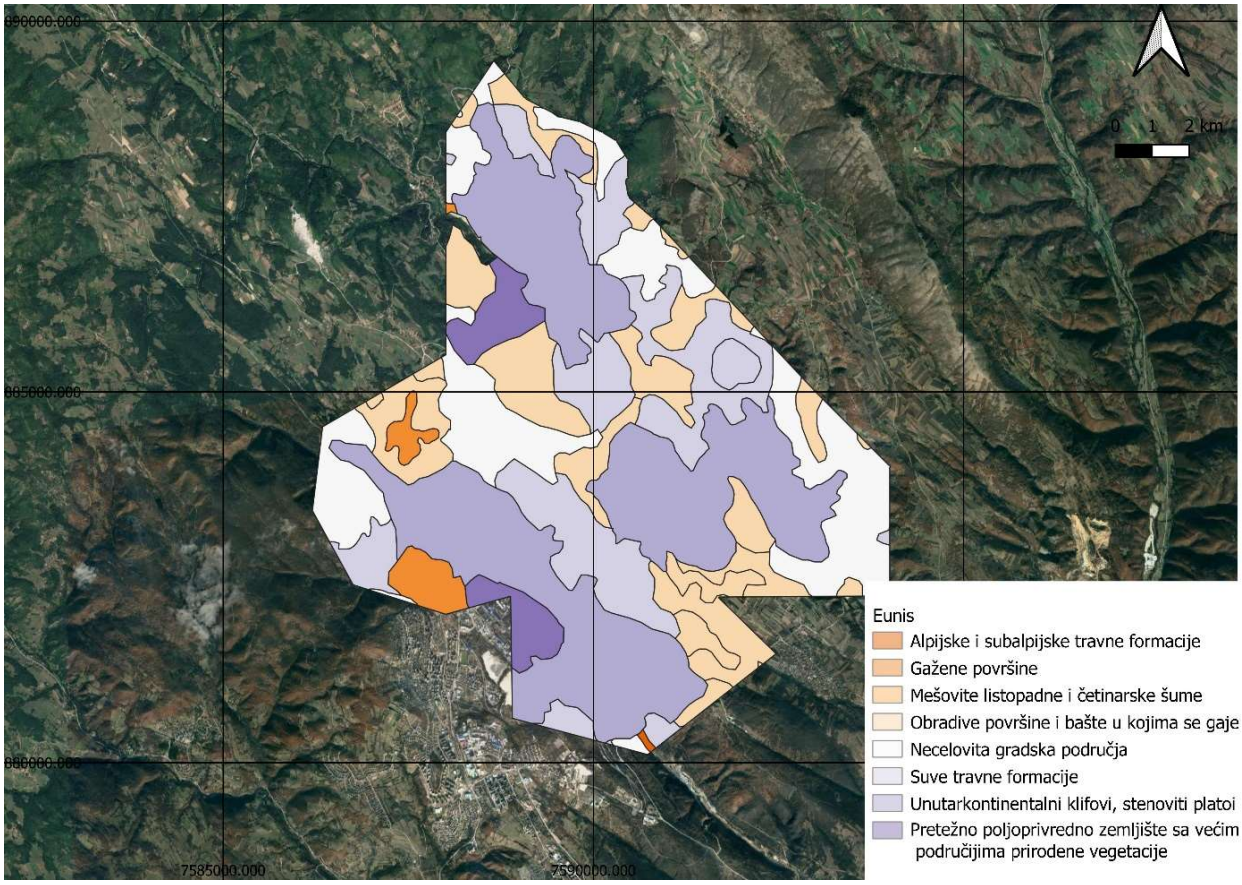
Za pripremu predmetne studijske analize urađeno je preliminarno mapiranje staništa kako bi se obezbedilo bolje razumevanje osnovne vrednosti biodiverziteta i potencijalnih uticaja koji se mogu pojaviti, sa fokusom na direktan gubitak i predlog za ublažavanje. Tipovi staništa su identifikovani korišćenjem podataka EUNIS i Corine Land Cover (CLC) da bi se dobilo najbolje moguće razumevanje osnovnih uslova.

EUNIS mapiranje je izvršeno na osnovu podataka o staništima datih u Studijskim i vegetacionim kartama Srbije za 2018. Cilj je bio da se utvrde staništa na eksploatacionom polju. Analiza je ukazala na prisustvo pet tipova staništa navedenih u tabeli 5.1 i prikazanih na slici 5.3. Klasifikacioni sistem EUNIS je dalje upoređen sa tipovima staništa navedenim u Direktivi o staništima da bi se ispitali tipovi staništa od značaja za očuvanje. Poređenje je obavljeno korišćenjem revidiranog Aneksa I Rezolucije 4. (1996) Bernske konvencije o ugroženim tipovima prirodnih staništa (godina revizije: 2014).

***Tabela 5.1** EUNIS tipovi staništa evidentirani u analiziranoj zoni*

EUNIS šifra	EUNIS tip staništa	Kratak opis	Direktiva o staništima	Površina koju zauzima stanište (u ha)
H5.6	Gažene površine	Golo tlo koje je rezultat gaženja od strane ljudi ili drugih kičmenjaka uključujući ptice	Ne	92.0
J1.4	Urbane i suburbane industrijske i komercijalne lokacije koje se još uvek aktivno koriste	Zgrade koje pripadaju industrijskim ili komercijalnim skupovima sa trenutnom aktivnošću. Uključuje poslovne zgrade, fabrike, velike industrijske jedinice (više od 1 ha), komplekse staklenika, velike stočne farme i druge velike poljoprivredne jedinice. Ekosistem obuhvata industriju i pripadajuće građevine, ležišta i druge privredne objekte, instalacije, posebne objekte i druge objekte. Karakteristike područja su vezane za površinu, izvore degradacije životne sredine, udaljenost od drugih tipova ekosistema.	Ne	158.6
H3	Unutarkontinentalni klifovi, stenoviti platoi i ravne površine i veliki obluci	Staništa bez ili sa raštrkanom vegetacijom razvijenom u pukotinama horizontalnih ili vertikalnih stena.	Ne	1425.1
I1	Obradive površine i bašte u kojima se gaje usevi za tržište	Zemljište koje se koristi u svrhu komercijalne poljoprivrede ili hortikulture, obično velike površine (često veće od 25 ha, retko površine površine oko 1 ha) sa malo ili bez gradjevina.	Ne	770.1
G1	Širokolisne listopadne šume	Prirodna ili veštačka staništa sa površinom većom od 0,5 ha, pokrovnošću kruna većom od 10 % i visinom drveća većom od 5 m, u kojima se više od 75 % pokrovnosti kruna sastoji od širokolisnih listopadnih vrsta (bazirano na Fao definiciji).	Ne	729.9
G4	Mešovite listopadne i četinarske šume	Prirodna ili veštačka staništa sa površinom većom od 0,5 ha, pokrovnošću kruna većom od 10 % i visinom drveća većom od 5 m, u kojima ni četinari ni širokolisne listopadne vrste nemaju više od 75% pokrovnosti kruna.	Ne	15.7

EUNIS šifra	EUNIS tip staništa	Kratak opis	Direktiva o staništima	Površina koju zauzima stanište (u ha)
E1	Suve travne formacije	Staništa sa više od 30 % biljnog pokrivača, gde dominira vegetacija od niskih do srednje visokih zeljastih biljaka, pre svega trava (Poaceae) i travoidnih vrsta (Cyperacea i Juncaceae), ali takodje i od briofita i lišajeva. Staništa se nalaze na izrazito suvim terenima ispod gornje šumske granice, u okviru planinske, brdske i nizijske zone.	Ne	722.4
E4	Alpijske i subalpijske travne formacije	Staništa sa više od 30 % biljnog pokrivača, gde dominira vegetacija od niskih do srednje visokih zeljastih biljaka, pre svega trava (Poaceae) i travoidnih vrsta (Cyperacea i Juncaceae), ali takodje i od briofita i lišajeva. Alpijska travna staništa se uobičajeno nalaze uz ili iznad gornje šumske granice, ali ispod zone stalnog snega, na višim nadmorskim visinama u planinama. Ponekad zalaze i na niže nadmorske visine.	Ne	2.7

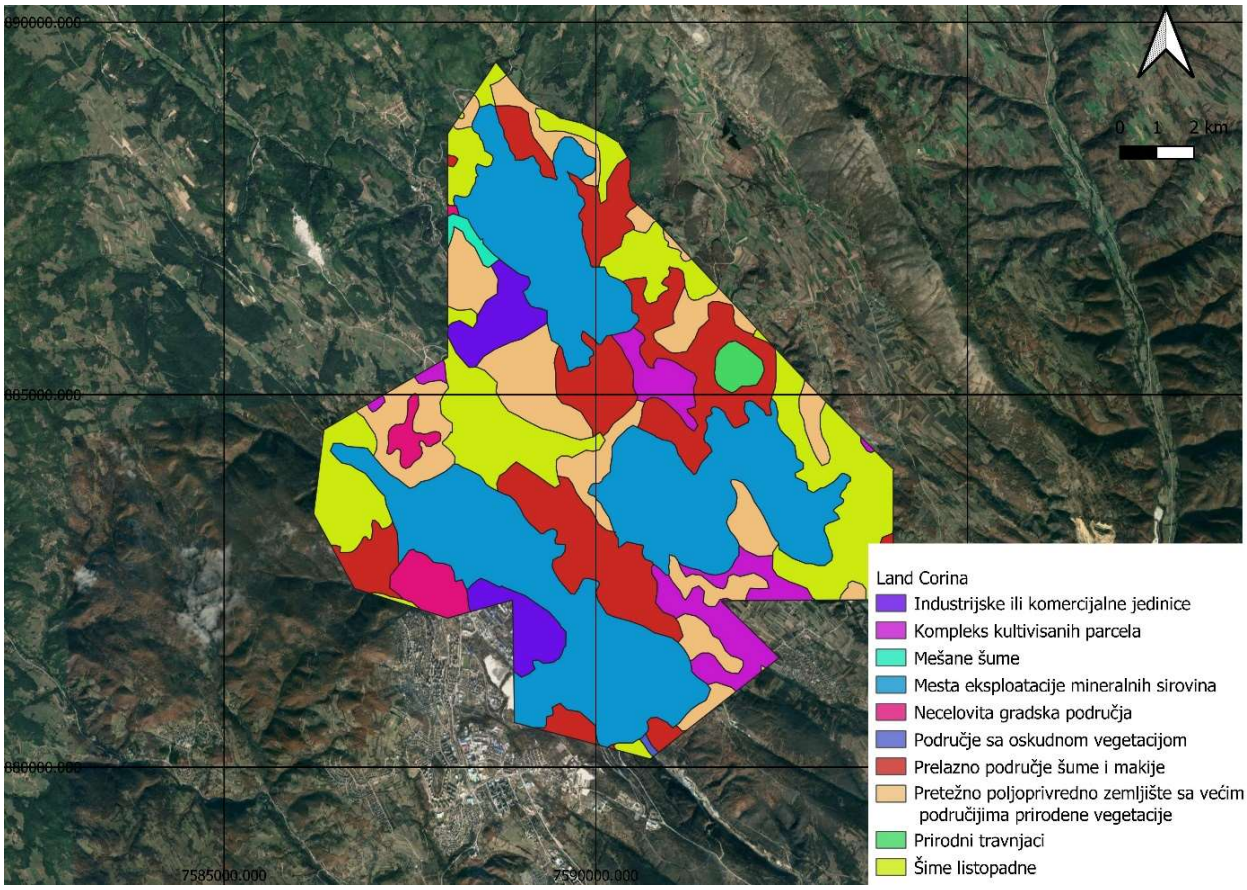


Slika 5.3 EUNIS tipovi staništa u eksploatacionoj zoni

Klasifikacija CORINE Land Cover (2018) korišćena je za dodatno opisivanje staništa prisutnih u oblasti proučavanja. Prema CORINE Land Cover (mapa zemljišnog pokrivača načinjena na osnovu interpretacije satelitskih snimaka, slika 5.4.) bazi podataka (Evropska agencija za životnu sredinu, n.d.) za područje istočne Srbije, predmetno područje pripada staništima koda 3. Šume i poluprirodne površine, 2. Poljoprivredne površine i 1. Veštačke površine.

Područjem istraživanja dominira Land corina cover stanište Mesta eksploatacije mineralnih sirovina (CLC 131), zatim slede listopadne šume (CLC šifra 311), prelazno područje šume i makije (CLC šifra 324)

kao i Pretežno poljoprivredna zemljišta s većim područjem prirodne vegetacije i Kompleks kultivisanih parcela (CLC 243 i 242), manjim delom zauzete su sa mešanim šumama (CLC 313), prirodnim pašnjacima (CLC321)prelaznim područjem šume i makije (CLC šifra 324), mešanim šumama (CLC šifra 313) i poljoprivrednim zemljištem s većim područjima prirodne vegetacije (tabela 5.2).



Slika 5.4 . Corine Land Cover klase (preuzeto sa www.geosrbija.rs)

Tabela 5.2 EUNIS tipovi staništa evidentirani u analiziranoj zoni sa klasifikacijom zemljišnog pokrivača Corine Land Cover

EUNIS šifra	EUNIS tip staništa	Corine Land Cover šifra	Corine Land Cover tip staništa	Površina koju zauzima stanište (u ha)
H5.6	Gažene površine	CLC 112	Necelovita gradska područja	92.0
J1.4	Urbane i suburbane industrijske i komercijalne lokacije koje se još uvek aktivno koriste	CLC 121	Industrijske ili komercijalne jedinice	158.6
H3	Unutarkontinentalni klifovi, stenoviti platoi i ravne površine i veliki obluci	CLC 131	Mesta eksploatacije mineralnih sirovina	1425.1
I1	Obradive površine i bašte u kojima se gaje usevi za tržište	CLC 242	Kompleks kultivisanih parcela	207.1
I1	Obradive površine i bašte u kojima se gaje usevi za tržište	CLC 243	Pretežno poljoprivredna zemljišta s većim područjem prirodne vegetacije	562.9
G1	Širokolisne listopadne šume	CLC 311	Šume listopadne	729.9

EUNIS šifra	EUNIS tip staništa	Corine Land Cover šifra	Corine Land Cover tip staništa	Površina koju zauzima stanište (u ha)
G4	Mešovite listopadne i četinarske šume	CLC 313	Mešane šume	15.8
E1	Suve travne formacije	CLC 321	Prirodni travnjaci	33.1
E1	Suve travne formacije	CLC 324	Prelazno područje šume i makije	689.3
E4	Alpijske i subalpijske travne formacije	CLC 333	Područja sa oskudnom vegetacijom	2.8

5.3. Zemljište

Eksploataciono polje i ležište Veliki Krivelj nalazi se na više pedoloških tipova i to: Rendzina karbonatna i Distični kambisol (kiselo smeđe zemljište), Smonica (vertisol), Aluvijalno zemljište (Fluvisol), Kamenjar (Litosol) i Sirozem ili regosol.

Rendzina karbonatna je takođe zemljište brdsko-planinskih predela. Označava zemljišta A – C stadije na krečnjacima i dolomitima. U najširem smislu reči rendzine obuhvataju skoro sve razvojne faze do zrele A – C stadije, često i vrlo različitog karaktera humusa. Nastalo je na geološkoj podlozi na kojoj dominiraju krečnjaci i fliš. Zastupljeno je na jugozapadu Srbije, u Starom Vlahu, Raškoj i Metohiji. Zemljište je vodopropustljivo i u izvesnoj meri bogato humusom. Rendzina formirana na lesu pogodna je za vinogradarstvo i voćarstvo.

Distični kambisol ili kiselo smeđe tlo je rasprostranjeno na našim planinskim područjima. To su prilično laka tla, lakše ilovače. Ovo tlo dobro propušta vodu, dobro je aerisano, ali je retencija vode slaba. Odlikuju se visokom kiselošću i niskim sadržajem baza, PH iznosi 5,0-5,5. Ovo su tipična šumska tla, a zatim se koriste kao livade i pašnjaci, te kao oranice. Uzgoj voćnih kultura je ograničen. Ova tla zahtevaju sljedeće mere popravke: unošenje organskih materija, đubrenje mineralnih đubrivima, posebno azotom i fosforom i zaštita od erozije. .U 2021. godini u avgustu rađena su ispitivanja kvaliteta zemljišta u okolini Borskog basena i svih pratećih kopova koji pripadaju kompaniji Serbia Zijin Copper doo, ispitivanje je izvršila akreditovana laboratrija Zaštite na radu i zaštite životne sredine „Beograd“ doo iz Beograda, izveštaj broj 24-1-717/7 od 20.05.2021 godine. U okolini borskog basena vršeno je uzorkovanje na 16 merna mesta, rezultati ispitivanja i koordinate su date u tabeli 5.1 (slika 5.2). Uzorci su sa dubine od 0 do 30 cm.

Smonica (vertisol) je tip zemljišta i to je jedno od najplodnijih zemljišta. Zahvata ravne delove. Pogodna je za gajenje voća i ratarskih kultura. Smonica je crno, glinovito, sjajno i kao smola lepljivo zemljište. Zato se i tako zove. Javlja se u ravnicama i na blago zatalasanom reljefu, na mestu isušenih močvara i jezera. Pokriveno je travom ili listopadnom šumom. Smonica je plodno zemljište na kome dobro uspevaju pamuk, suncokret, šećerna repa i druge industrijske kulture.

Aluvijalno zemljšte (Fluvisol) (aluvion, lat. alluvius, fluvisol) rastresito i porozno je tlo fluvijalnog porekla. Proces njegovog nastanka započinje erozijom, nastavlja se preoblikovanjem tečnostima, i završava se taloženjem odnosno stvaranjem aluvijalnih sedimenata. Aluvion se najčešće sastoji od različitih materijala poput sitnih čestica mulja i gline odnosno većih čestica poput pijeska i šljunka. U geomorfološkom smislu aluviji se pojavljuju u različitim oblicima, najčešće kao lepeza ili ravan.

Kamenjar (Litosol) Litosol ili kamenjar spada u grupu nerazvijenih ili slabo razvijenih zemljišta. Građa profila je (A)-C ili R, što znači da imaju inicijalni slabo razvijeni horizont i rastresiti dio matičnog supstrata odnosno čvrstu stenu. To je zemljište u kojem preovladavaju frakcije skeleta, tj. kamena i šljunka. Potiče od riječi litos - kamen i solum - zemljište. Obrazuje se na magmatskim stenama, one u procesu mehaničkog raspadanja daju drobinu kamena. Dubina ovih zemljišta nije veća od 20 cm.

Sirozem ili regosol su nerazvijena zemljišta u kojem preovladavaju frakcije sitne zemlje, tj. peska, praha i gline. Obrazuje se na rastresitim supstratima čiji je materijal transportovan i istaložen. Dubina zemljišta zavisi od rastresitosti, tj. od stepena razloživosti podloge. Sem povoljnog ilovasto-glinovitog mehaničkog sastava i vodno-fizičkog svojstva lesa, udeo karbonata do 30% i sadržaj humusa do 1% u njemu, čine da je sirozem na ovoj silikatnoj podlozi optimalno stanište za voćne i lozne zasade.

U 2021. godini u avgustu rađena su ispitivanja kvaliteta zemljišta u okolini Borskog basena i svih pratećih kopova koji pripadaju kompaniji Serbia Zijin Copper doo, ispitivanje je izvršila akreditovana laboratrija Zaštite na radu i zaštite životne sredine „Beograd“ doo iz Beograda, izveštaj broj 24-1-717/7 od 20.05.2021 godine. U okolini borskog basena vršeno je uzorkovanje na 16 mernih mesta, rezultati ispitivanja i koordinate su date u tabeli 5.3 (slika 5.5). Uzorci su sa dubine od 0 do 30 cm. Uzorkovanje je vršeno kompozitnim uzorkovanjem, prostim izborom slučajnih uzoraka.



Slika 5.5. Lokacija uzorkovanja zemljišta u okolini Borskog basena

Prema prikazanim rezultatima ispitivanja na osnovu zahteva Uredbe o sistemskom praćenju stanja i kvaliteta zemljišta (Sl. Glasnik RS br. 88/2020), Pravilnika o listi aktivnosti koje mogu da budu uzrok zagađenja i degradacije zemljišta, postupku i sadržini podataka, rokovima i drugim zahtevima za monitoring zemljišta (Sl. Glasnik RS, br. 102/2020) i Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Sl. Glasnik RS, br. 30/2018, 64/2019), na mernim mestima koja se nalaze na području neposrednog uticaja površinskog kopa Veliki Krivelj prekoračeni su sledeći parametri:

- Koncentracija bakra je prekoračila graničnu vrednost na svim mernim mestima, a na mernom mestu PKVK Z6 je prekoračila i remedijacionu vrednost;
- Granična vrednost koncetracije arsena u zemlji je prekoračena na dva merna mesta (PKVK Z7 i FVK Z10);
- Granična vrednost policikličnih aromatičnih ugljovodonika je prekoračena na FVK Z14.
- Koncetracija mineralnih ulja (frakcija C6-C40) je prekoračila graničnu vrednost na 4 merna mesta (FVK Z14, PKVK Z8, FVK Z11 i FVK Z12).

***Tabela 5.3** Analize zemljišta pod uticajem rudarskih aktivnosti u okolini grada Bora*

Ispitivani parametar	Merna jedinica	PKVK Z6	FK Z13	FVK Z14	FVK Z9	PKVK Z7	PKVK Z8	FVK Z10	FVK Z11	FVK Z12
Sadržaj humusa	%	1.8	2.7	3.5	2.9	3.3	3.1	4.4	2.9	3.4
pH u H2O	-	7	7.4	7.2	7.8	5.9	6.3	7.9	8.2	8
pH u KCL	-	5.4	6.4	6.4	7.3	4.3	4.9	7.2	7.5	7.3
Sadržaj kalcijum karbonata	%	<0.66	<0.66	<0.66	3.24	<0.66	<0.66	1.09	8.43	<0.66
Sadržaj ukupnog azota	%	0.09	0.13	0.16	0.14	0.15	0.14	0.2	0.14	0.16
Elektroprovodljivost	µS/cm	134	150	139	144	89	76	176	212	205
Fluoridi (F-)	mg/kg	2	1.848	1.99	3.53	1.52	1.92	3.42	4.31	4.23
Hloridi (Cl-)	mg/kg	14.9	29.4	31.3	0.8	13.2	9.4	1.9	1.1	1.6
Nitriti (NO2-)	mg/kg	<0.4	<0.4	10.7	3.9	<0.4	<0.4	<0.4	5.2	11.2
Bromidi (Br-)	mg/kg	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Nitrati	mg/kg	17.4	73.4	58.6	11.4	8.9	7.6	1.9	4.8	28.2
Ortofosfati	mg/kg	<0.8	<0.8	<0.8	<0.4	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8	<0.8
Sulfati	mg/kg	69.2	37.3	43.7	6.4	25.1	7.6	9.1	42.3	31
Kalcijum	mg/kg	14.2	39.9	66.9	87.8	8.2	11.9	107.3	86.3	82.8
Magnezijum	mg/kg	17.4	13.8	11.8	12.9	16.4	9.6	10.9	3.1	9.5
Lakopristupačni fosfor	mg P2O5/100g	4.5	25.4	<2.3	4	5.2	4.8	4.2	3.7	4.2
Lakopristupačni kalijum	mg K2O/100g	7.9	37.9	21.6	29.4	20.9	17.5	20.1	31.4	18.8
Gvožđe	%	3.7	3.9	4.2	3.1	3.1	2.9	3.2	3.5	3.8
Bakar	mg/kg	216.5	141.5	184.7	96.3	101.9	44.7	114.6	159.2	214.4
Cink	mg/kg	47.1	86.8	83.9	64.3	75.9	78.8	70.8	57.6	74
Nikl	mg/kg	<1	20.5	22.2	20.2	29	11.4	23.5	18.1	28.2
Kadmijum	mg/kg	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
Arsen	mg/kg	22.9	<1	<1	21.3	35.3	8.9	25.9	20.9	24.6
Živa	mg/kg	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	<0.1	<0.1
Sadržaj pristupačne forme gvožđa	%	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sadržaj pristupačne forme bakra	mg/kg	0.67	0.17	<0.05	0.26	0.39	0.1	0.11	0.15	0.22
Sadržaj pristupačne forme mangan	mg/kg	0.52	0.09	<0.02	<0.02	1.1	0.2	<0.02	<0.02	<0.02
Sadržaj pristupačne forme cinka	mg/kg	0.12	0.1	<0.03	0.05	0.24	0.13	0.04	0.3	0.04
Policiklični aromatični ugljovodonici (ukupni)	mg/kg	<0.02	<0.67	1.27	<0.03	0.02	0.03	<0.02	<0.02	0.03
Polihlorovani bifenili (ukupni)	mg/kg	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Mineralna ulja (frakcija C6 - C40)	mg/kg	<10	11.1	21.6	13.5	12.9	24.4	<10	15.4	21.8
Uzorak koji prekoračuje graničnu vrednost										
Uzorak koji prekoračuje graničnu i remedijacionu vrednost										

Tokom 2022. godine urađena su ispitivanja kvaliteta zemljišta u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj na 5 mernih mesta, mesta uzorkovanja su kao i tokom 2021. godine i prikazana su na slici 4.8. Uzorkovanje i analizu uradio je Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, izveštaj broj 1858/22 od 14.10.2022. godine. Uzorci su uzimani sa dubine od 0-30cm za poremećeno zemljište i 0-10cm za neporemećeno zemljište. U tabeli 5.4 su prikazani rezultati analiza zemljišta, u tabeli 5.5 su prikazani rezultati analiza za organske zagađivače i u tabeli 5.6 su prikazana ispitivanja fizičkih parametara zemljišta.

Tabela 5.4 Analize zemljišta u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj za 2022. godinu

Ispitivani parametar	Merna jedinica	PKVKZ5	PKVKZ6	PKVKZ7	PKVKZ8	PKVKZ9
pH u H2O	-	8.16	7.78	5.96	6.51	7
pH u KCl	-	7.25	6.64	5.5	5.47	5.51
Sadržaj gline	%	17.72	6.22	10.81	3.4	9.38
Sadržaj humusa	%	5.5	3.51	4.86	4.53	3.43
Sadržaj organske materije	%	7.19	6.44	10.22	13.39	9.39
Sadržaj karbonata, CaCO3	%	2.56	0.07	0.2	0	0.04
Na, exch	cmol+/kg	0.26	1.13	0.11	0.17	0.73
K, exch		1.99	0.75	1.03	1.54	1
Mg, exch		2.45	1.68	3.08	4.72	2.48
Ca, exch		32.72	16.46	22.42	38.51	15.59
Stepen zasićenosti bazama		26.14	29.95	28.61	43.52	9.94
As	mg/kg	20.6	24	22.4	21.2	23.4
Sb		<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5
Cd		<0.71	<0.71	<0.71	<0.71	<0.71
Cu		400.8	241.6	100	92.5	132.8
Ni		15.8	33.6	45.4	27.6	4.5
Pb		46.8	20.2	24.1	20	33
Zn		165.2	87.2	108.5	112.8	91.2
Ng		<1.0	<1.0	<1	<1	<1
CN-		<0.5	<0.50	<0.5	<0.5	<0.5
Uzorak koji prekoračuje graničnu vrednost						
Uzorak koji prekoračuje graničnu i remedijacionu vrednost						

Tabela 5.5 Analize zemljišta za organske zagađivače u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj za 2022. godinu

Ispitivani parametar	Merna jedinica	PKVKZ5	PKVKZ6	PKVKZ7	PKVKZ8	PKVKZ9
Naftalen	mg/kg	0.022	<0.005	<0.005	<0.033	<0.005
Acenaftilen		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Acenafte		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fluoren		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fenantren		0.019	<0.005	<0.005	0.018	<0.005
Antracen		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fluoranten		0.009	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Piren		0.006	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo (a) antracen		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Krizen		0.009	<0.005	<0.005	0.005	<0.005
Benzo (b/k) fluoranten		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(a)piren		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Indeno(1,2,3,c,d)piren		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Dibenz(a,h)antracen		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Benzo(g,h,i)perilen		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Ukupni PAH		0.074	<0.75	<0.75	0.056	<0.075
PCB 28		<0.0050	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 52		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 101		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 118		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 138		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 153		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
PCB 80		<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Ukupni PCB		<0.035	<0.035	<0.035	<0.035	<0.035
Indeks ugljovodonika C10-C40	mg/kg	<50	<50	<50	<50	<0.005
Uzorak koji prekoračuje graničnu vrednost						
Uzorak koji prekoračuje graničnu						

Tabela 5.6 Analize fizičkih parametara zemljišta u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj za 2022. godinu

Fizička ispitivanja zemljišta						
Gustina čvrte faze zemljišta, ps	gr/cm3	2.3114	2.2857	2.3433	2.2446	2.282
Gustina subog zemljišta, p	gr/cm3	1.2814	1.2849	1.3876	1.3508	1.3733
Lakopristupačna voda Wpvb	vol, %	12.0432	23.4995	6.7355	7.0435	5.5925
k-koeficijent vodopropustljivosti	cm/sec	$2.24x10^{-3}$	$4.62x10^{-5}$	$5.92x10^{-5}$	$8.91x10^{-3}$	$9.60x10^{-3}$
Zadrzavanje vode na 33kPa	vol, %	41.6309	40.1003	32.2613	29.1487	33.5865
Zadrzavanje vode na 625kPa	vol, %	34.036	22.3971	27.5384	26.9951	31.1491
Zadrzavanje vode na 1500kPa	vol, %	29.8578	16.6008	25.5258	22.1052	27.994
Stabilnost makroagregata, Ks (koeficijent strukturnosti)		1.56	1.7	1.3	0.74	1.11
Tvrdoća zemljišta	Mpa	7.2	2.79	2.81	2.8	2.55
Ukupna poroznost	vol, %	44.5618	43.7846	40.7834	39.8172	39.8199

Prema prikazanim rezultatima ispitivanja na osnovu zahteva Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Sl. Glasnik RS, br. 30/2018, 64/2019), na mernim mestima koja se nalaze na području neposrednog uticaja površinskog kopa Veliki Krivelj prekoračeni su sledeći parametri:

- Koncentracija bakra je prekoračila graničnu vrednost na svim mernim mestima, a na mernim mestima PKVK Z5, PKVK Z6 i PKVK Z9 je prekoračila i remedijacionu vrednost;
- Granična vrednost koncetracije arsena u zemlji je prekoračena na dva merna mesta (PKVK Z6 i PKVK Z9);

Koncetracija nikla je prekoračena na dva merna mesta (PKVK Z6 i PKVK Z7); a koncentracija cinka je prekoračila graničnu vrednost na svim mernim mestima.

5.4. Voda

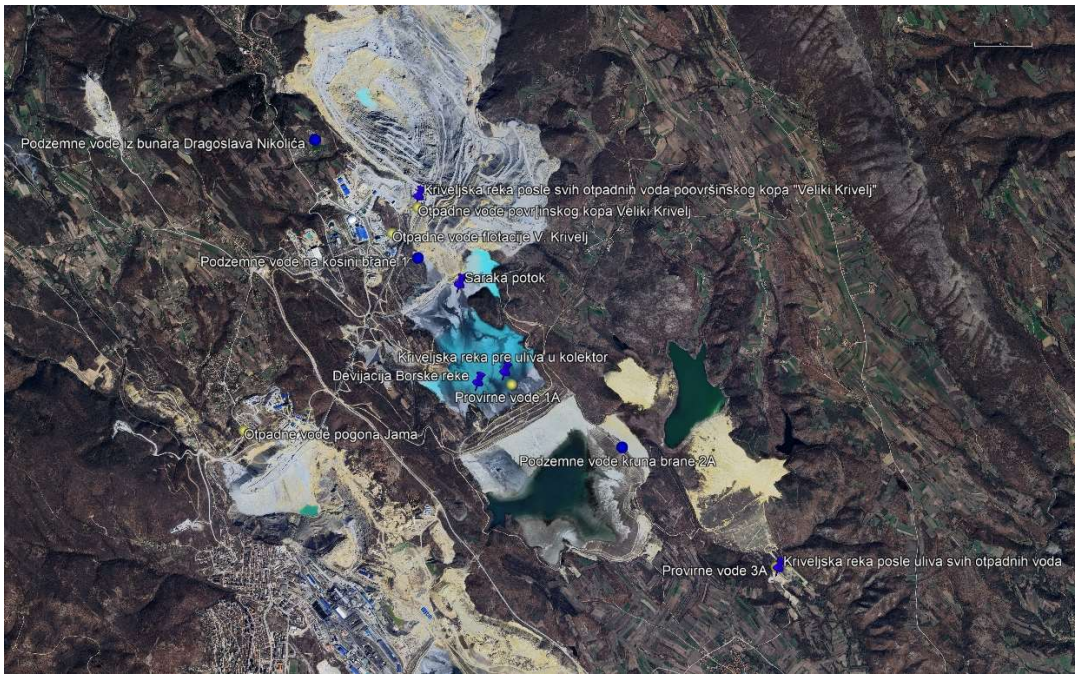
U cilju dobijanja što potpunije slike o stanju kvaliteta površinskih voda na predmetnoj lokaciji kao i adekvatnije procene uticaja površinskog kopa i objekata flotacije i flotacijskog jalovišta na kvalitet voda biće prikazani rezultati konkretnih merenja kvaliteta voda na području površinskog kopa i Flotacije „Veliki Krivelj“ i Kriveljske reke. Ispitivanje kvaliteta voda Saraka potoka i Kriveljske reke, provirnih voda flotacijskog jalovišta i otpadnih voda površinskog kopa „Veliki Krivelj“ je radio Ogranak Instituta za preventivu, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj “27. Januar” iz Niša.

U tabeli 5.7. su prikazani rezultati izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka voda za period 2020. godine na mernim mestima koja se odnose na Kriveljsku reku, Saraka potok, provirne vode flotacijskog jalovišta i reke Valja Mare kako je to prikazano na slici 5.6. Pregled rezultata izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka voda je izabran jer je obuhvatio celu kalendarsku godinu.

Rezultati izvršenih fizičko-hemijskih i hemijskih analiza uzoraka površinskih voda (vodotoka), odnosno merodavne vrednosti parametara, poređene su sa graničnim vrednostima klasa kvaliteta propisanih Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS br. 50/2012, prilog – tabela 1 i 3). Vrednosti prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci poređene su sa vrednostima standarda kvaliteta životne sredine (SKŽS), odnosno prosečnom godišnjom koncentracijom (PGK) i maksimalno dozvoljenom koncentracijom (MDK), propisanim Uredbom o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS br. 24/2014). Za utvrđivanje klase kvaliteta, korišćeni su kriterijumi propisani Uredbom (Službeni glasnik RS br. 50/2012).

***Tabela 5.7**. Rrezultati izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka voda za period 2020. godine*

Red. Br.	Parametri		Kriveljska reka posle spajanja reke Valja Mare i Cerove reke				Kriveljska reka posle otpadnih voda površinskog kopa Veliki Krivelj				Šaraka potok				Kriveljska reka pre ulaska u kolektor				Kriveljska reka posle ulva svih otpadnih voda			
			44° 8'46.91"N 22° 2'58.24"E				44° 6'53.24"N 22° 6'57.68"E				44° 6'28.90"N 22° 7'27.73"E				44° 6'0.54"N 22° 7'45.35"E				44° 4'52.87"N 22° 9'52.48"E			
		GV	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.
1	pH vrednost	6.5-8.5	6.53	7.23	6.76	6.35	6.81	6.87	8.09	7.01	5.2	6.36	4.7		6.2	7.2	7.21	6.53	7.02	7.57	7.9	7.21
2	Temperatura vode	-	9.7	12.4	16.5	1.9	9.9	13.4	24.2	2.3	12.4	16	21.2		9.3	15.3	19.1	2.2	12.5	16.9	17.9	10.7
3	Temperatura vazduha	-	14	20	26.9	-1	14	20	26.9	-1	4	20	26.9		14	20	26.9	0	14	20	26.9	0
4	barometarski pritisak	-	1002.8	1003.1	998.9	1017.8	1002.8	1003.3	998.9	1017.8	100.9	1003.3	998.9		1002.8	1003.3	1003.3	1019.1	1002.8	1003.3	1003.3	1019.1
5	prisustvo i vrsta mirisa	-	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez		bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
6	vidljive materije	-	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez		bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
7	boja	-	bezbojna	bezbojna	bezbojan	bezbojna	bezbojna	smeđa	smeđa	smeđa	bezbojna	bledo plava	bledo plavo		bezbojna	bledo siva	bledo sivo	bezbojna	bezbojna	siva	siva	bezbojna
8	suspendovane materije na 105 C	25	26	48	48	58	29	300	34	216	177	120	290		249	30	30	38	229	208	200	42
9	ostatak posle isparavanja na 105 C	1000	651	546	870	480	612	5416	1196	2498	2033	1676	5090		1958	976	1352	968	2073	3286	2954	2834
10	žareni ostatak	-	618	508	838	447	580	4829	1133	2451	1908	1569	4902		1779	791	1177	919	1901	3110	2685	2788
11	gubitak žarenjem	-	30	31	32	33	29	65	49	40	119	101	95		170	182	167	63	166	173	190	50
12	taložne materije po Imhoff-u	-	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	36	<0.5	8.5	0.6	15	10		0.8	<0.5	<0.5	0.5	0.9	7.5	0.6	0.7
13	elektroprovodljivost	100	679	663	689	704	1608	1527	1202	894	1675	1690	1459		1621	1500	1211	1094	1743	1801	1309	1227
14	rastvoreni kiseonik	7	7.41	7.32	7.19	7.18	7.97	7.15	7.05	7.1	7.8	6.91	6.9		7.3	7.59	7.22	7.17	7.24	7.36	7.3	7.01
15	biohemijska potrošnja kiseonika	5	3.91	4.57	4.59	2.8	1.9	2.24	1.87	5.04	3.38	3.73	3.38		3.85	3.8	5	2.91	5.6	4.5	5.34	3.41
16	hemijska potrošnja kiseonika	15	44.5	49.53	48.19	28.22	20.7	25.68	38.15	48.38	32.7	34.85	34.14		40.3	44.03	51.58	28.22	51.9	55.03	55.55	32.26
17	Fosfati (kao PO4 3-)	0.1	0.02	0.05	0.01	0.04	0.03	0.05	<0.01	0.09	0.02	0.01	0.26		0.02	0.02	<0.01	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01
18	Ukupni fosfor	0.2	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01	0.1		0.03	0.02	0.01	0.01	0.05	0.02	0.02	<0.01
19	Hloridi	100	<5	6.38	7.26	20.21	7.5	16.31	13.14	10.99	10.3	8.86	9.68		11.5	10.64	13.14	10.64	12.6	12.76	23.51	28.72
20	Sulfati	100	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40.0	>40		>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40
21	Sulfati **	100	316.7	187.16	548.97	187.22	378.5	1913.2	813.55	312.38	799.2	665.81	2682.5		623.9	603.44	946.48	426.72	886.8	1112.8	1663.7	1887
22	Amonijak	0.1	0.9	0.37	0.46	0.1	2.36	3	0.26	0.87	3.55	1.56	1.63		1.33	1.08	1.75	1.32	1.77	2.42	1.54	1.96
23	Nitrati (NO3-N)	3	0.18	0.25	0.24	0.29	>2	>2.0	>2	>2	1.22	1	1.03		1.22	1.53	1.55	1.59	>2	>2	>2	>2
24	Nitrati (NO3-N)**	3		-	-	-	3.06	3.84	3.56	4.06	-	-	-		-	-	-	-	2.89	3.49	3.64	4.06
25	Nitriti (NO2-N)	0.03	0.01	0.01	0.02	<0.01	0.03	1.22	0.2	0.04	0.02	0.01	0.02		0.02	0.1	0.11	0.02	0.01	0.13	0.01	0.01
26	Ukupni azot po Kjeldalh-u	2	0.67	0.55	0.64	0.4	3.4	4.15	3.97	4.78	4.16	1.89	2.33		2.03		3.08	2.67	2.86	3.05	4.87	>5
27	Ukupni azot po Kjeldalh-u **	2		-	-	-		-	-		-	-	-		-	2.21	-	-	-	-	-	5.6
28	Ukupni neorganski azot	-	0.49	0.36	0.62	0.37	2.66	3.87	3.96	4.77	3.19	1.52	2.32		1.39	1.19	3.02	2.63	2.13	2.78	4.85	5.59
29	Površinski aktivne materije	200	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100		<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
30	Cink	1	0.31	0.22	0.59	0.093	0.055	0.17	0.015	0.15	0.48	0.48	1.63		0.1	0.077	0.072	0.1	0.15	0.24	0.04	0.04
31	Cink **	1		-	-		-	-	-		-	-	-		-	-			-	-	-	-
32	Gvožđe (ukupno)	0.5	0.12	0.82	0.24	0.2	0.23	>5.0	0.06	2.65	25.09	>5.0	>5		1.01	0.29	0.31	0.57	2.06	3.18	2.29	1.15
33	Mangan (ukupni)	0.1	0.55	0.42	1.38	0.16	0.23	2.59	0.04	1.29	2.9	>3	>3		1.11	0.93	1.9	0.99	2.03	2.21	3.35	2.38
34	Mangan (ukupni)**	0.1		-	-		-	-	-		-	3.6	15.86		-	-	-		-	-	-	
35	Bakar	0.112	1.44	1.64	0.61	0.36	0.13	2.54	0.06	0.56	>5	>5	>5		0.16	0.23	0.34	0.47	4.63	2.19	0.27	0.08
36	Bakar **	0.112		-	-		-	-			21.59	32.43	101.18		-	-	-			-		
37	Hrom (ukupni)	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
38	Nikl	34 b	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	92	60	270		<40	<40	<40	<40	50	<40	<40	<40
39	Nikl ***	34 b	0	0	0	0	-	0	0	0	-	-	-		0	0	0	0	0	0	0	0
40	Kadmijum	1.5 b	<5	9	<5	7	<5	10	<5	<5	9	6	16		<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	6
41	Kadmijum ***	1.5 b	0	-	0	-	0	-	0	0	-	-			0	0	0	<0	0	0	0	0
42	Olovo	14 b	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100		<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
43	Olovo***	14 b	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	-	0	0	0	-	0	0
44	Arsen	10	<5	5.47	<5	<5	<5	10.97	<5	5.9	8.1	9.84	5.92		<5	10	<5	8.06	6.8	9.14	<5	<5
45	Arsen***	10																				



***Slika 5.6**. Raspored mesta kontrole kvaliteta voda oko površinskog kopa i flotacije „Veliki Krivelj“*

Slična merenja rađena su i u 2022. godini, uzorkovanje i analize radio je Institutu za preventivu, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj D.O.O. Novi Sad, Ogranak „27. januar“ Niš. Uzorkovanje je rađeno na istim mernim mestima kao i u 2020. godini , stim što nije rađeno na Saraka potoku i Devijaciji Borske reke.

U tabeli 5.8 su prikazani rezultati izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka voda za period 2022. godine na mernim mestima koja se odnose na Kriveljsku reku i reke Valja Mare kako je to prikazano na slici 5.6. Pregled rezultata izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka voda je izabran jer je obuhvatio celu kalendarsku godinu.

Sagledavanjem rezultata sprovedene analize voda za 2020. godinu za Saraka potoka, devijacije Borske reke i Kriveljske reke prikazane u tabeli 5.7 može se uočiti da:

- rezultati ispitivanja kvaliteta vode Saraka potoka pokazuju nisku ph vrednost vode i povišene vrednosti (u odnosu na granične vrednosti) za sledeće parametre: suspendovane materije, HPK, sulfati, elektroprovodljivost, amonijum jon, nitriti, ukupni azot, gvožđe, mangan, cink, bakar, i nikl;
- visoka koncentracija bakra je izmerena u vodama Saraka potoka (do 101.18 mg/l) tako da, i pored malog protoka ovih voda, vode Saraka potoka imaju značajan uticaj na kvalitet Kriveljske reke;
- ispitivanja kvaliteta vode Kriveljske reke pokazuju da je nezadovoljavajući hemijski i ekološki status ovog vodotoka i pre uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka, što je posledica uticaja površinskog kopa Cerovo koji se nalazi uzvodno od kopa Veliki Krivelj;
- kvalitet vode Kriveljske reke, posle uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka uslovljen je povišenim vrednostima (u odnosu na granične vrednosti) za sledeće parametre: suspendovane materije, HPK, amonijum jon, elektroprovodljivost, sulfate, nitrate, nitriti, ukupni azot, cink, mangan, gvožđe, bakar i kadmijum i u II kvartalu na Kriveljskoj reci posle otpadnih voda povišen je i arsen;
- Kriveljska reka nakon spajanja sa Saraka potokom i drenažnim rudničkim vodama postaje kiselija;
- sadržaj bakra duž Kriveljske reke pokazuje varijacije u opsegu od 0.36 mg/l (Kriveljska reka posle spajanja Valja Mare i Cerove reke) do 2.54 mg/l (Kriveljska reka posle uliva Saraka potoka).
- Kvalitet Kriveljske reke posle uliva svih otpadnih voda i flotacijskog jalovišta karakterišu povišene vrednosti sledećih parametara: suspedovane materije, elektroprovodljivist, HPK, sulfati, amonijum jon, nitriti, nitrati, ukupni azot, mangan, gvožđe, bakar.
- Sadržaj bakra u Kriveljskoj reci posle uliva svih otpadnih voda varira od 0.16 do 4.63 mg/l.

***Tabela 5.8**. Rezultati izvršenih fizičko-hemijskih analiza uzoraka voda za period 2022. g*

Red. Br.	Parametri		Kriveljska reka posle spajanja reke Valja Mare i Cerove reke				Kriveljska reka posle otpadnih voda površinskog kopa Veliki Krivelj				Kriveljska reka pre ulaska u kolektor				Kriveljska reka posle uliva svih otpadnih voda			
			44° 8'46.91"N 22° 2'58.24"E				44° 6'53.24"N 22° 6'57.68"E				44° 6'0.54"N 22° 7'45.35"E				44° 4'52.87"N 22° 9'52.48"E			
		GV	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.
1	pH vrednost	6.5-8.5	7.58	7.66	7.29	7.89	7.5	8.13	8.35	6	6.82	6.85	7.32	6.82	7.66	7.91	7.86	7.8
2	Temperatura vode	-	10.9	16.7	15.5	3.5	10.8	18.6	17.8	4.1	10.8	23.1	15.8	4.3	12.1	17.8	7.4	8
3	Temperatura vazduha	-	17	24	22	0	17	24	22	0	17	25	22	0	17	25	25	0
4	barometarski pritisak	-	1006	1002.4	1001	1020	1006	1002.4	1001	1020	1006	1003.9	1001	1020	1006	1003.9	998	1020
5	prisustvo i vrsta mirisa	-	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
6	vidljive materije	-	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
7	boja	-	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	siva	svetlo siva	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna
8	suspendovane materije na 105 C	25	28	16	20	18	62	12	400	44	26	36	334	48	48	42	142	320
9	ostatak posle isparavanja na 105 C	1000	318	492	814	614	684	558	2534	1436	934	2036	3680	1400	1046	2084	2398	3362
10	žareni ostatak	-	287	474	814	594	614	540	2125	1386	904	1995	3330	1350	996	2039	2248	3021
11	gubitak žarenjem	-	31	18	22	20	70	18	409	50	30	41	350	50	50	45	150	341
12	taložne materije po Imhoff-u	-	<0.5	<0.5	<0.5	<5	<0.5	<0.5	6	<0.5	<0.5	<0.5	22	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	12
13	Elektroprovodljivost	1000	410	684	362	637	872	767	489	1303	967	1996	794	1328	1154	2033	837	1868
14	rastvoreni kiseonik	7	7.3	7.09	7.1	7.1	7.1	7.32	6.69	6.7	6.8	7.1	6.7	6.09	7.17	7.06	7.04	7.19
15	biohemijska potrošnja kiseonika	5	3.41	3.27	3.04	4.03	5.54	5.91	5.76	2.13	1.76	2.16	2.14	1.81	5.46	6.62	5.91	5.11
16	hemijska potrošnja kiseonika	15	33.25	35.29	35.2	38.38	55.72	58.2	60.04	20.2	19.56	21.57	22.77	18.18	56.72	58.82	60.04	54.54
17	Fosfati (kao PO4 3-)	0.1	0.01	0.07	0.04	0.08	0.06	0.09	0.01	0.06	0.02	0.04	0.02	0.05	0.03	0.02	0.03	0.05
18	Ukupni fosfor	0.2	<0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	<0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
19	Hloridi	100	6.03	50.05	5.05	7.26	6.03	8.08	14.77	13.24	7.8	10.44	19.98	14.53	8.51	11.11	24.32	17.94
20	Sulfati	100	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40
21	Sulfati **	100	151.82	164.35	542.73	452.45	26.23	133.16	779.74	769.35	679.95	1627	1736.2	644.76	496.5	486.1	1653.1	1221.7
22	Amonijak	0.1	0.6	0.61	1.16	1.84	0.63	0.56	2.01	2.51	0.84	2.47	4.31	2.49	1.09	2.04	2.46	2.5
23	Nitrati (NO3-N)	3	0.8	0.6	1.87	0.77	1.41	1.01	>2	>2	0.94	1.67	>2	>2	0.66	>2	>2	>2
24	Nitriti (NO2-N)	0.03	0.02	0.1	0.07	0.04	<0.01	0.05	0.21	0.04	0.01	0.03	0.29	0.05	0.03	0.12	0.15	0.1
25	Ukupni azot po Kjeldalh-u	2	1.5	1.13	2.87	2.25	2.14	1.55	>5	>5	1.79	3.67	>5	>5	1.86	4.67	>5	>5
26	Ukupni neorganski azot	-	1.29	1.08	2.84	2.24	1.9	1.5	5.25	6.5	1.61	3.62	8.14	6.51	1.54	4.54	5.01	5.96
27	Površinski aktivne materije	200	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
28	Cink	1	0.069	0.14	0.17	0.089	0.17	0.036	0.11	0.56	0.18	0.31	0.19	0.51	0.11	0.15	0.12	0.11
29	Gvožđe (ukupno)	0.5	0.08	0.14	0.47	0.32	0.65	0.12	2.01	2.83	0.55	0.97	3.82	2.61	0.04	2.72	2.44	1.03
30	Mangan (ukupni)	0.1	0.15	0.46	0.46	0.31	0.89	0.23	1.25	2.34	1.41	>3	>3	2.61	2.03	>3	>3	>3
31	Bakar	0.112	0.26	0.36	0.58	0.48	2.02	0.17	0.66	>5	2.11	1.27	1.35	>5	1.35	1.7	1.78	0.38
32	Hrom (ukupni)	0.05/50	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
33	Nikl	34 b	<40	<40	<40	<40	<40	<40	50	40	<40	<40	90	40	<40	<40	70	<40
34	Kadmijum	1.5 b	<5	<5	11	<0.5	<5	<5	17	<0.5	<5	<5	22	<0.5	<5	<5	19	<0.5
35	Olovo	14 b	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
36	Arsen	10	<5	<5	<5	<5	5.32	<5	<5	15.27	<5	<5	<5	8.32	<5	<5	<5	5.18
37	Živa	0.07	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	2.02	<0.3	<0.3	<0.3	0.98	0.41	0.43	0.45	8.99
38	Živa**	0.07	0.06				0.06				0.06							
39	Bor	1	<0.1	<0.1	<0.1	0.15	<0.1	<0.01	<0.1	0.24	<0.1	0.35	0.37	0.19	0.29	0.3	0.33	0.27

Što se tiče rezultata sprovedene analize voda za 2022. godinu Kriveljske reke prikazane u tabeli 5.8 može se uočiti da:

- rezultati ispitivanja kvaliteta vode Kriveljske reke pokazuju povišene vrednosti (u odnosu na granične vrednosti) za sledeće parametre: suspendovane materije, HPK, sulfati, elektroprovodljivost, amonijum jon, nitriti, ukupni azot, gvožđe, mangan, cink, bakar, nikla i žive;
- rezultati ispitivanja kvaliteta vode vode Kriveljske reke, posle uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka pokazuju povišene vrednosti (u odnosu na granične vrednosti) za sledeće parametre: suspendovane materije, HPK, amonijum jon, elektroprovodljivost, sulfate, nitrati, nitriti, ukupni azot, cink, manga, gvožđe, bakar i kadmijum i u II kvartalu na Kriveljskoj reci posle otpadnih voda povišen je i arsen.;
- sadržaj bakra duž Kriveljske reke pokazuje varijacije u opsegu od 0.26 mg/l (Kriveljska reka posle spajanja Valja Mare i Cerove reke) do > 5 mg/l (Kriveljska reka posle otpadnih voda PK Veliki Krivelja.
- Kvalitet Kriveljske reke posle uliva svih otpadnih voda i flotacijskog jalovišta ima povišene vrednosti sledećih parametara: suspedovane materije, elektroprovodljivist, HPK, sulfati, amonijum jon, nitriti, nitrati, ukupni azot, mangan, gvožđe, bakar, žive i nikla.
- Sadržaj bakra u Kriveljskoj reci posle uliva svih otpadnih voda varira od 0.38 do 1.78 mg/l.

Evidentni su uticaji na povećanje koncentracije bakra u vodi Kriveljske reke nakon uliva otpadnih voda sa površinskog kopa Veliki Krivelj.

Upoređivanjem rezultata Kriveljske reke pre ulaska u kolektor i Kriveljske reke posle flotacijskog jalovište može se videti da se hemijski i ekološki status vodotoka i ne menja.

Podzemne vode

U 2020., 2021. i 2022. godini rađena su i ispitivanja podzemnih voda. Ispitivanje je rađeno od strane Instituta za preventivu, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27.januar“ Niš. Analize su rađene na 5 mernih mesta i uzorci su uzimani iz pijezometara i bunara. Na slici 5.6 i u tabeli 5.9 su prikazani rezultati za 2020. i 2022. godinu, za dva kvartala i za 2021. u jednom kvartalu na 3 merna mesta koja se nalaze na području neposrednog uticaja površinskog kopa Veliki Krivelj i odlagališta raskrivke Saraka.

***Tabela 5.9** Rezultati ispitivanja podzemnih voda*

Ispitivani parametar	jedinica	Podzemna voda iz pijezometra na kruni brane 2A					Podzemna voda iz pijezometra na kosoni brane 1					Podzemna voda iz bunara u domaćinstvu Dragoslava Nikolića					RV/PGK
		2020		2021	2022		2020		2021	2022		2020		2021	2022		
		II Kv.	III Kv.	II Kv.	II kv.	III kv	II Kv.	III Kv.	II Kv.	II kv.	III kv.	II Kv.	III Kv.	II Kv.	II kv.	III kv.	
		PV1		399	0480.PZV	789	PV2		400	0479.PZV	790	PV3		401	0481.PZV	791	
pH	/	7.19	7.21	7.2	7.73	7.87	6.92	7.19	6.74	6.91	7.34	7.53	7.52	7.28	7.66	7.91	/
Temperatura vode	C	16.8	16.4	20.5	21	19.1	15.5	20.5	18.1	17.3	17	14.1	15.3	16.3	14.5	13.8	/
temperatura vazduha	C	23	27	29	25	25	23	27	29	25	25	23	27	29	25	25	/
Barometarski pritisak	mbar	1000.6	999.1	1003.1	1005	998	1000.6	999.1	1003.1	1005	998	1000.6	999.1	1003.1	1005	998	/
Prisustvo i vrsta mirisa	/	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	/
Boja	/	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	/
Vidljive materije		bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	narandžasta	narandžasta	narandžasta	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	/
Elektroprovodljivost	/	562	721	750	2043	682	989	642	633	2294	435	492	421	702	738	417	/
Suspendovane materije na 105 C	uS/cm	22	25	84	20	58	108	113	494	42	64	22	24	38	32	20	/
Ukupna Mineralizacija	mg/l	1786	1823	2034	2060	2270	2906	2886	2982	2692	2712	404	410	544	574	650	/
Mineralna ulja C10 - C40	mg/l	<0.05	<0.05	<0.5	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.6
Nitriti	mg/l	0.07	<0.1	0.75	0.19	0.94	0.05	<0.1	0.49	0.21	0.1	7.09	>2	10.16	7.8	10.38	50
Cink	ug/l	16	32	23	14	59	94	26	37	9	47	15	17	37	28	17	800
Kadmijum	ug/l	<5	<5	<5	<5	18	7	<5	<5	<5	18	<5	<5	<5	<5	8	6
Bakar	ug/l	40			<20	<20	110	60	20	<20	<20	40	<20	<20	50	<20	75
Hrom	ug/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	50	30
Nikl	ug/l	<40	<40	<40	<40	50	<40	<40	<40	<40	60	<40	<40	<40	<40	<40	75
Gvožđe (ukupno)	mg/l	0.25	5.67	3.34	<0.27	6.77	13.95	1.29	10.35	0.71	11.2	0.05	0.06	0.1	0.1	0.23	-
Olovo	ug/l		<100	<100	<100	310	310	<100	<100	<100	120	<100	<100	<100	<100	<100	75
Kobalt	ug/l	<50	<50	<50	<50	<50	<10	<50	<50	<50	<50	<5	<50	<50	<50	<50	100
Mangan	mg/l	<0.01	1.38	-	-	-	1.66	0.1	-	-	-	<0.01	<0.01	-	-	-	-
Arsen	ug/l	8.71	12.3	11.07	<5	<5	14.34	12.34	15.36	<5	<5	<5	<5	11.12	<5	<5	60
Živa	ug/l	<0.1	<0.1	<0.1	<0.3	<0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.3	<0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.3	<0.3	0.3
Molibden*	ug/l	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	300
Antimon*	ug/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	20

Rezultati ispitivanja podzemnih voda za 2020., 2021. i 2022. godinu pokazuju da su vrednosti ispitivanih parametara ispod prosečne godišnje koncetracije, koja je propisana Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentima i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. Glasnik br. 50/2012, prilog 2, Tabela 1) i ispod remedijacionih vrednosti podzemnih voda propisanih Uredom o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Sl. Glasnik RS br 30/2018, 64/2019 Prilog 2) osim sadržaja kadmijuma, bakra i olova.

5.5. Vazduh

Radi sticanja što potpunije slike o postojećem stanju zagađenja na predmetnoj lokaciji kao i adekvatnije procene uticaja objekata eksploatacije, pripreme i prerade rude bakra biće prikazani rezultati monitoringa kvaliteta vazduha u okolini pogona RBB-a, Serbia Zijin Copper doo Bor za 2020., 2021., 2022. godinu, a koji su u vezi sa površinskim kopom i objektima flotacije „Veliki Krivelj"(Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u okolini pogona ogranka RBB-a, Serbia Zijin Copper DOO Bor, izveštaji o ispitivanja br. 43592-21, 49348-21 i 184-23, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Laboratorija za hemijska ispitivanja).

Ispitivanja su organizovana na 17 mernih mesta u okolini svih pogona RBB-a, Serbia Zijin Copper DOO Bor, shodno važećoj zakonskoj regulativi iz oblasti zaštite životne sredine a obuhvatila su taložne materije i to analizu tečne faze, analizu čvrste faze i ukupne taložne materije.

U okviru ove tačke analize biće dat pregled rezultata kontrole kvaliteta vazduha na mernim mestima koja su vezana za površinski kop i objekte flotacije i flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj" kako je to prikazano na slici 5.7. Kao osnovni parametri za izbor mernih mesta poslužili su podaci o pravcima i brzinama vetra, kao i raspoloživi topografski podaci. Na izbor mernih mesta uticala je i blizina individualnih domaćinstava. U tabeli 5.10 su dati rezultati merenja ukupnih taložnih materija (UTM) za 2020., 2021., i 2022. godine, kao i sadržaja olova, kadmijuma, arsena i nikla u čvrstoj fazi na navedenim mernim mestima, a u tabeli 4.10 dati su rezultati sadržaja pH, električne provodnosti, SO_4^{-2}, rastvorene materije u Ukupnim taložnim materijama tečne faze, kao i rezultati nerastvorene materije, sagorive materije i pepela u Ukupnim taložnim materijama čvrste faze za 2020., 2021., i 2022. godine.



Slika 5.7. Raspored mesta kontrole kvaliteta vazduha oko površinskog kopa i objekata flotacije i flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj"

***Tabela 5.10**. Rezultati merenja ukupne taložne materije (UTM) za 2020, 2021 i 2022. godinu, kao i sadržaja olova, kadmijuma, arsena i nikla*

	Merno mesto	Ukupne taložne materije					Taložne materije – čvrsta faza – Olovo			Taložne materije – čvrsta faza – Kadmijum			Taložne materije – čvrsta faza – Arsen			Taložne materije – čvrsta faza – Nikl		
		Min	Sred. God. Vred.	Max	Jedan mesec	Kalendarska godina	Min	Sred. Vred.	Max	Min	Sred. Vred.	Max	Min	Sred. Vred.	Max	Min	Sred. Vred.	Max
		(mg/m²/d)					(µg /m²/d)			(µg /m²/d)			(µg /m²/d)			(µg /m²/d)		
2020. godina																		
6R	Bačalović Dragoslav	25.8	55.1	107.3	450	200	0.37	3.2	15.2	<0.01	0.07	0.21	0.16	0.70	1.52	<0.7	1.3	5.2
7R	Žurkić Čedomir	22.8	68.2	107.1	450	200	0.79	2.9	8.3	<0.01	0.06	0.15	<0.06	1.21	4.44	<0.7	1.2	4.6
8R	Grujić B. Dragutin	32.9	133.8	353.4	450	200	0.73	4.5	8.6	0.03	0.09	0.21	0.49	1.60	2.99	<0.7	2.0	5.4
9R	Bećarević Dušan	22.5	86.1	191.1	450	200	<0.1	1.5	7.4	<0.01	0.05	0.22	<0.06	0.69	2.32	<0.7	0.9	3.6
10R	Bogdanović Krsta	32.5	127.7	258.4	450	200	0.91	12.7	38.2	0.01	0.11	0.26	0.40	2.16	4.73	<0.7	1.1	2.5
11R	Stojimirović Dragomir	35.6	108.8	208.1	450	200	0.44	4.1	10.6	<0.01	0.09	0.35	0.25	1.43	3.18	<0.7	1.1	2.2
12R	Milovanović Blagoje	49.4	106.6	207.7	450	200	<0.1	2.3	6.2	<0.01	0.06	0.17	<0.06	0.91	2.82	<0.7	1.0	2.8
13R	Kostadinović Čedomir	21.9	96.3	207.9	450	200	0.41	2.7	8.2	<0.01	0.08	0.27	0.22	1.09	2.65	<0.7	1.0	2.5
14R	Budić Dušan	32.3	105.0	269.0	450	200	0.35	4.5	10.4	0.01	0.11	0.22	0.18	1.88	4.92	<0.7	1.4	3.4
15R	Dodić Miroslav	37.9	119.2	243.9	450	200	0.13	3.0	8.5	<0.01	0.07	0.16	0.12	1.29	3.33	<0.7	1.1	2.8
16R	Damjanović Dragutin	26.9	158.5	341.9	450	200	0.36	3.1	17.9	<0.01	0.06	0.17	0.14	1.38	6.89	<0.7	1.2	3.5
17R	Ilić Dragoslav	53.3	140.2	294.4	450	200	0.19	1.6	3.0	<0.01	0.05	0.10	0.08	0.87	3.54	<0.7	1.2	3.6
2021. godina																		
6R	Bačalović Dragoslav	15.9	41.9	89.4	450	200	0.4	8.4	73.4	0.01	0.25	2.39	0.41	5.66	54.43	<0.7	3.8	26.2
7R	Žurkić Čedomir	36.8	58.6	102.2	450	200	0.8	6.5	42.7	0.01	0.11	0.71	0.58	2.36	14.97	<0.7	2.0	11.2
8R	Grujić B. Dragutin	29.6	138.2	224.6	450	200	0.1	9.9	22.6	0.01	0.17	0.36	<0.06	3.21	6.86	<0.7	3.2	9.9
9R	Bećarević Dušan	32.0	81.4	156.5	450	200	0.5	2.1	4.3	0.02	0.04	0.07	0.31	1.10	3.88	<0.7	1.1	2.3
S10R	Bogdanović Krsta	66.3	121.4	191.2	450	200	1.3	14.1	43.0	0.02	0.14	0.31	0.85	3.17	6.03	<0.7	2.1	3.8
11R	Stojimirović Dragomir	19.1	117.0	198.7	450	200	0.7	3.9	10.3	0.03	0.07	0.12	0.36	1.78	5.48	<0.7	1.7	5.2
12R	Milovanović Blagoje	20.4	106.6	363.6	450	200	0.3	2.0	5.0	0.01	0.06	0.21	0.21	0.94	3.33	<0.7	1.5	6.8
13R	Kostadinović Čedomir	33.8	134.0	472.4	450	200	0.9	3.2	10.9	0.01	0.06	0.28	0.19	1.47	6.80	<0.7	1.3	4.8
14R	Budić Dušan	19.8	86.4	223.1	450	200	0.7	7.6	33.6	0.01	0.14	0.57	0.15	5.13	21.82	<0.7	2.6	10.6
15R	Dodić Miroslav	20.5	133.7	397.2	450	200	0.3	7.4	33.1	0.01	0.16	0.57	0.12	2.68	7.75	<0.7	2.3	5.7
16R	Damjanović Dragutin	36.7	130.1	354.3	450	200	0.1	4.4	23.1	0.01	0.08	0.2	<0.06	1.79	6.15	<0.7	2.0	6.2
17R	Ilić Dragoslav	26.0	125.9	422.7	450	200	0.3	3.7	9.3	0.01	0.08	0.20	0.14	1.58	4.57	<0.7	2.6	5.3
2022. godina																		
6R	Bačalović Dragoslav	11.2	37.1	62.3	450	200	0.2	1.4	4.8	<0.01	0.03	0.08	<0.06	0.80	1.98	<0.7	1.2	2.6
7R	Žurkić Čedomir	19.3	50.4	165.4	450	200	0.7	3.0	9.8	0.017	0.06	0.25	0.29	2.00	9.94	<0.7	1.6	5.0
8R	Grujić B. Dragutin	13.7	160.6	600.7	450	200	0.2	7.4	30.8	<0.01	0.15	0.65	0.68	3.61	13.99	<0.7	2.6	5.8
9R	Bećarević Dušan	19.6	79.8	205.0	450	200	0.5	1.9	4.8	<0.01	0.05	0.12	0.11	1.02	1.8	<0.7	1.2	2.3
10R	Bogdanović Krsta	11.2	109.2	380.6	450	200	0.9	9.8	21.1	0.031	0.13	0.45	0.79	4.23	16.35	0.9	3.1	12.8
11R	Stojimirović Dragomir	9.8	85.5	227.7	450	200	0.4	2.9	6.3	<0.01	0.07	0.17	0.23	1.53	4.06	<0.7	2.3	7.1
12R	Milovanović Blagoje	14.2	142.7	395.8	450	200	0.3	2.1	6.2	<0.01	0.06	0.15	0.06	1.46	4.81	<0.7	2.0	8.3
13R	Kostadinović Čedomir	17.4	11.0	106.1	450	200	0.2	1.2	3.3	<0.01	0.03	0.08	0.06	0.61	2.21	<0.7	1.5	4.1
14R	Budić Dušan	14.2	74.3	208.5	450	200	0.2	3.4	13.9	<0.01	0.07	0.34	0.08	2.18	9.72	<0.7	2.3	8.6
15R	Dodić Miroslav	22.3	130.1	319.0	450	200	0.3	8.0	26.8	0.013	0.16	0.47	0.18	4.58	14.01	0.7	3.4	7.9
16R	Damjanović Dragutin	12.3	146.8	443.7	450	200	0.5	3.7	7.8	0.015	0.09	0.17	0.11	2.40	5.54	0.8	2.4	4.4
17R	Ilić Dragoslav	20.0	68.0	126.8	450	200	0.6	4.8	27.2	0.016	0.09	0.39	0.34	3.40	22.74	<0.7	3.6	23.3

Analizom rezultata koji su dati u tabeli 5.10 može se videti da su se srednje godišnje vrednosti ukupnih taložnih materija kretale u opsegu od 11 mg/m^2/d (na mernom mestu 13R u 2022. godini) do 160.6 mg/m^2/d (na mernom mestu 8R u 2022. godini). Povećane srednje godišnje vrednosti (iznad maksimalno dozvoljene koncentracije 200 mg/m^2/d) nisu zabeležene u posmatranim godinama. Povećane srednje mesečne vrednosti (iznad dozvoljene koncentracije 450 mg/m^2/d) takođe nisu registrovane u posmatranom periodu. Srednje godišnje vrednosti olova kretale su se u opsegu od 1.2 µg/m^2/d (na mernom mestu 13R u 2022. godini) do 14.1 µg/m^2/d (na mernom mestu 10R u 2021. godini), srednje godišnje vrednosti kadmijuma od 0.03 µg/m^2/d je zabeleženo na više mernih mesta (6R,13R u 2022. godini) do 0.25µg/m^2/d (na mernim mestima 6R u 2021. godini), srednje godišnje vrednosti arsena od 0.61 µg/m^2/d (na mernom mestu 11R u 2022. godini) do 5.66 µg/m^2/d (na mernom mestu 6R u 2021. godini) i srednje godišnje vrednosti nikla od 0.9 µg/m^2/d (na 9R u 2020. godini) do 3.8 µg/m^2/d (na mernom mestu 6R u 2021. godini).

U tabeli 5.11 rezultati pokazuju da su se srednje godišnje vrednosti pH u UTM kretale u opsegu od 7.1 (na više mernim mestima) do 7.6, srednja godišnja vrednost električne provodnosti se kretala od 40.8 µS/cm (na mernom mestu 6R u 2020. godini) do 366.9.µS/cm (na mernom mestu 14R u 2022. godini),srednje godišnje vrednosti SO_4^{-2} su se kretale od 3.8 mg/m^2/dan (merno mesto 6R u 2020. godioni) do 19.2 mg/m^2/dan (merno

mesto 12R u 2022. godini). Što se tiče čvrste faze u UTM , rezultati nerastvorenih materija su se kretali od 17.5 mg/m^2/dan (merno mesto 6R u 2022. godini) do 110.8 mg/m^2/dan (merno mesto 8R u 2021. godini), srednje godišnje vrednosti sagorivih materija su se kretale od 15.9 mg/m^2/dan (merno mesto 6R u 2021. godini) do 91.1 mg/m^2/dan (merno mesto 16R u 2020. godini) i srednje godišnje vrednosti pepela su se kretale od 18.2 mg/m^2/dan (merno mesto 6R u 2020. godini) do 98.4 mg/m^2/dan (merno mesto 8R u 2021. godini).

***Tabela 5.11**. Rezultati sadržaja pH, električne provodnosti, SO_4^{-2}, rastvorene materije u Ukupnim taložnim materijama tečne faze, kao i rezultati nerastvorene materije, sagorive materije i pepela u Ukupnim taložnim materijama čvrste faze za 2020., 2021. i 2022. godinu*

	Merno mesto	Tečna faza				Čvrsta faza		
		pH	Električna provodnost	SO_4^{-2}	Rastvorne materije	Nerastvorene materije	Sagorive materije	Pepeo
				(mg/m^2/d)		(mg/m^2/d)		
		Srednja godišnja vrednost						
2020. godina								
6R	Bačalović Dragoslav	7.4	40.8	3.8	27.8	27.3	30.1	18.2
7R	Žurkić Čedomir	7.3	45.9	4.0	47.9	35.6	41.9	31.0
8R	Grujić B. Dragutin	7.3	114.2	6.5	69.0	64.8	80.6	44.5
9R	Bećarević Dušan	7.3	127.8	7.7	64.3	36.7	56.9	31.4
10R	Bogdanović Krsta	7.4	109.9	5.9	53.9	73.8	47.6	67.5
11R	Stojimirović Dragomir	7.3	102.3	5.6	39.3	67.7	34.0	68.8
12R	Milovanović Blagoje	7.4	153.7	5.2	60.0	45.7	46.9	44.5
13R	Kostadinović Čedomir	7.5	183.5	5.0	60.1	50.5	52.7	49.8
14R	Budić Dušan	7.3	162.0	7.2	35.8	69.3	31.4	61.9
15R	Dodić Miroslav	7.3	93.0	7.3	50.1	69.2	54.9	55.3
16R	Damjanović Dragutin	7.3	203.0	14.2	88.6	69.8	91.1	62.0
17R	Ilić Dragoslav	7.4	130.8	7.0	60.7	79.5	62.3	59.5
2021. godina								
6R	Bačalović Dragoslav	7.6	94.0	8.7	20.4	22.0	15.9	26.0
7R	Žurkić Čedomir	7.6	74.6	5.9	30.5	27.7	25.4	33.1
8R	Grujić B. Dragutin	7.5	94.8	7.0	26.4	110.8	39.7	98.4
9R	Bećarević Dušan	7.4	126.3	9.7	46.9	35.5	38.1	43.3
10R	Bogdanović Krsta	7.4	125.2	9.2	37.4	82.3	51.6	66.9
11R	Stojimirović Dragomir	7.5	110.0	6.1	36.3	84.0	48.5	71.8
12R	Milovanović Blagoje	7.4	173.4	11.5	89.2	40.9	60.6	69.4
13R	Kostadinović Čedomir	7.5	203.1	5.0	42.6+	49.8	37.8	61.9
14R	Budić Dušan	7.6	161.5	8.0	32.4	50.5	35.2	51.2
15R	Dodić Miroslav	7.5	181.4	10.7	60.6	80.4	53.8	79.9
16R	Damjanović Dragutin	7.6	158.5	10.4	60.3	68.9	59.8	70.3
17R	Ilić Dragoslav	7.6	292.6	17.8	69.0	56.2	61.6	63.6
2022. godina								
6R	Bačalović Dragoslav	7.2	154.4	4.8	19.8	17.5	16.8	20.5
7R	Žurkić Čedomir	7.3	133.2	4.1	21.7	28.0	23.2	27.2
8R	Grujić B. Dragutin	7.4	255.3	14.1	48.0	110.1	65.0	95.7
9R	Bećarević Dušan	7.4	310.0	5.4	45.3	37.8	41.5	38.2
10R	Bogdanović Krsta	7.4	158.4	5.1	24.1	83.1	51.2	58.0
11R	Stojimirović Dragomir	7.3	256.6	6.0	35.1	50.4	33.8	51.8
12R	Milovanović Blagoje	7.4	355.9	19.8	49.2	106.7	65.9	90.0
13R	Kostadinović Čedomir	7.2	143.7	5.6	16.6	31.2	24.0	21.0
14R	Budić Dušan	7.2	366.9	15.5	39.7	35.4	31.7	46.1
15R	Dodić Miroslav	7.1	215.6	8.3	36.7	94.3	42.9	87.2
16R	Damjanović Dragutin	7.4	275.4	9.9	44.3	101.5	59.3	87.5
17R	Ilić Dragoslav	7.2	181.9	4.9	27.6	40.4	23.5	44.5

U toku 2022. godine rađeno je više merenja i ispitivanja kvaliteta ambijentalnog vazduha i to:

- Izveštaji o ispitivanju br. 2855-22, 3198-22, i 3606-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u zoni uticaja PK Veliki Krivelj, Ogranak RBB, Serbia ZIJIN Copper Doo

- Izveštaj o ispitivanju 3869-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta povećanja kapaciteta flotacijske prerade suve rude na 23.1 Mt godišnje sa površinskog kopa Veliki Krivelj, Zijin Copper doo Bor (Novembar-decembar 2022.)
- Izveštaj o ispitivanju 4038-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu na životnu sredinu proširenja odlagališta raskrivke „Saraka“ površinskog kopa Veliki KRivelj, Zijin Copper doo Bor (oktobar-decembar 2022.).

Analiza rezultat sa ocenom u odnosu na graničnu vrednost izvršena je u skladu sa Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (SL. Glasnik RS, br. 11/10, 75/10 i 63/13)

U okviru Izveštaja o ispitivanju br. 2855-22, 3198-22, i 3606-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u zoni uticaja PK Veliki Krivelj, Ogranak RBB, Serbia ZIJIN Copper Doo, uzorkovanje je vršeno na 1 mernom mestu i to u domaćinstvu Dragice Jonović. Na slici 5.8. je prikazan položaj mernog mesta, a u tabeli 5.12 su dati rezultati za pomenute izveštaje.



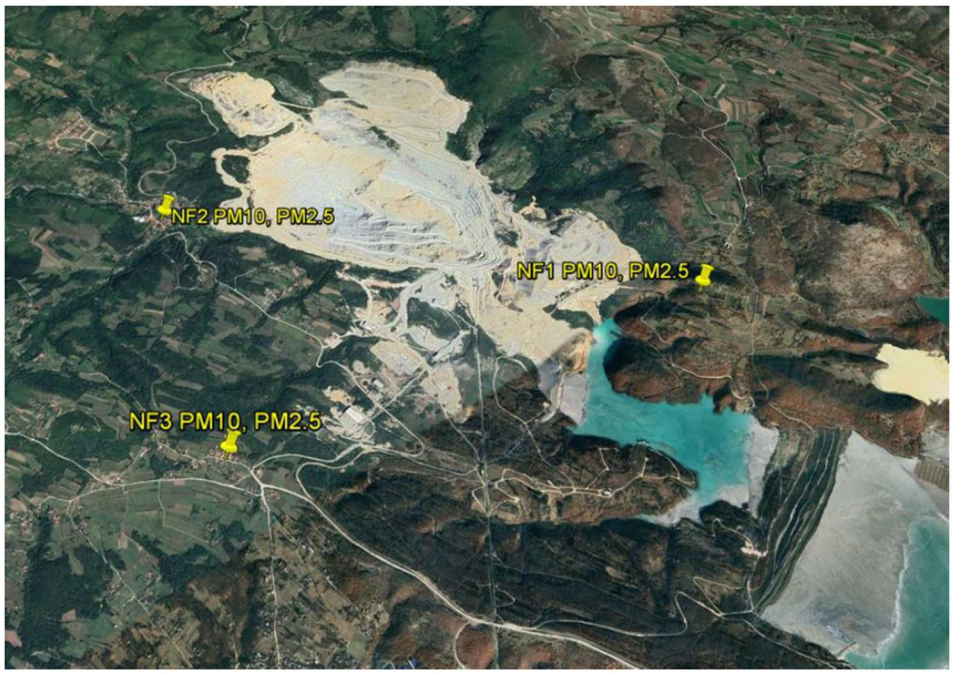
***Slika 5.8**. Lokacija mernog mesta*

***Tabela 5.12**. Rezultati merenja kvaliteta ambijentalbog vazduha u zoni uticaja PK Veliki Krivelj, prema izveštajima o ispitivanju br. 2855-22, 3198-22, i 3606-22*

Merno mesto	**Domaćinstvo Dragice Jonović**		
	N 44 06 57.7 , E 22 06 13.353		
Izveštaj broj	2855-22	3198-22	3606-22
Datum uzorkovanja	16-23.08.2022	23.-30.09.2022.	28.10.-04.11.2022.
Srednja vrednost PM10	44.6	27.2	48
Maksimalna vrednost PM10	68.9	35.7	81.2
Minimalna vrednost PM10	25.9	19	22.7
90.4 percentil PM10	64	35.5	73
Broj uzorkovanje	7	7	7
Broj dana > GV	3	-	3
Ocena rezultat	Nije usaglašen	Usaglašen	Nije usaglašen

Na osnovu prikazanih rezultata u tabeli 5.12. možemo konstatovati da se koncentracije suspendovanih čestica PM10 kretala u opsegu od 19 $\mu g/m^3$ do 81.2 $\mu g/m^3$. U odnosu na propisanu graničnu vrednost (50 $\mu g/m^3$ – koja ne sme biti prekoračena više od 35 puta u jednoj kalendarskoj godni), od ukupno 21 dan uzorkovanja u tri ciklusa, u toku 6 dana zabeleženo je prekoračenje granične vrednosti.

U okviru Izveštaja o ispitivanju br. 3869-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta povećanja kapaciteta flotacijske prerade suve rude na 23.1 Mt godišnje sa površinskog kopa Veliki Krivelj, Zijin Copper doo Bor (Novembar-decembar 2022.). Na slici 5.9. je prikazan položaj mernih mesta, a u tabeli 5.13 su dati rezultati za pomenute izveštaje.



Slika 5.9. Mesta uzorkovanje prema izveštaju o ispitivanju 3869-22

Tabela 5.13. Rezultati merenja kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta povećanja kapaciteta flotacijske prerade suve rude na 23.1 Mt godišnje sa površinskog kopa Veliki Krivelj, Zijin Copper doo Bor (Novembar-decembar 2022.)

Merna mesta	Parametri	Sred. Vred. (µg/m³)	Percentil 90.4 (µg/m³)	GV (µg/m³)	Ocena rezultat
Izveštaj broj		3869-22			
Datum uzorkovanja		29.11-13.12.			
Domaćinstvo Lidije Đorđević	PM10	9.6	14.6	50	Usaglašen
	PM2.5	8.4	-	25	Usaglašen
Domaćinstvo Dragice Jonović	PM10	5.8	8.6	50	Usaglašen
	PM2.5	5.6	-	25	Usaglašen
Domaćinstvo Petra Stuparović	PM10	13.2	16.9	50	Usaglašen
	PM2.5	11.8	-	25	Usaglašen

Prema prikazanim rezultatima u tabeli 5.13 možemo konstatovati da :

- Na mernom mestu Lidije Đorđević – koncetracija suspendovanih čestica PM10 se kretala od 6.3 do 16.3 19 µg/m^3, a koncetracije PM2.5 su se kretale u opsegu od 5.8 do 15.3 µg/m^3 – **nije prekoračena granična vrednost,**
- Na mernom mestu Dragice Jonović – Koncentracija suspendovanih čestica PM10 se kretala od 2.9 do 9.0 µg/m^3, a koncetracije suspendovanih čestica PM2.5 su se kretale od 2.9 do 7.9 µg/m^3 - **nije prekoračena granična vrednost,**

- Na mernom mestu Petra Stuparovića – koncentracije suspendovanih čestica PM 10 su kreću od 8.5-19.7 µg/m^3, a koncetracije supendovanih čestica PM2.5 su se kretale u opsegu od 8.0-16.3 µg/m^3 - **nije prekoračena granična vrednost,**
- Takođe u okviru ovog isppitivanja kvaliteta ambijentalnog vazduha rađene su i analize teških metala (olova, arsena, kadmijuma i nikla u PM10)u suspendovanim česticama PM10 i ni na jednom uzorku izmerene vrednosti **nisu prekoračile ciljane vrednosti**.

U okviru Izveštaj o ispitivanju 4038-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu na životnu sredinu proširenja odlagališta raskrivke „Saraka“ površinskog kopa Veliki Krivelj, Zijin Copper doo Bor (oktobar-decembar 2022.).

Na slici 5.10. je prikazan položaj mernih mesta, a u tabeli 5.14 su dati rezultati za pomenute izveštaje.

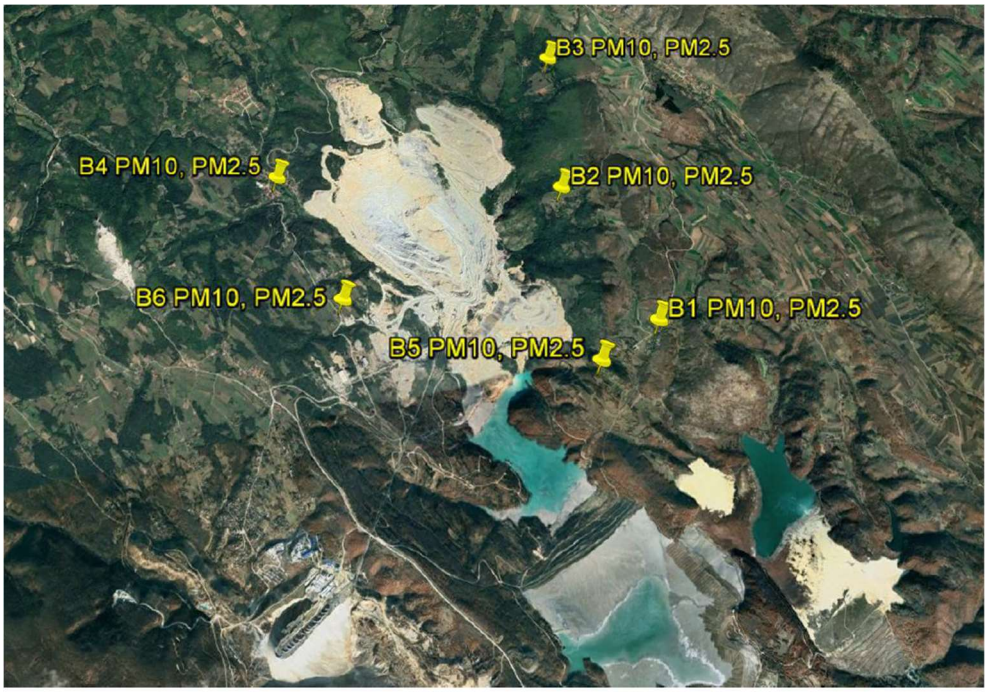
***Tabela 5.14**. Rezultati merenja kvaliteta ambijentalnog vazduha izveštaju o ispitivanju 4038-22*

Naziv merna mesta	**Oznaka mernog mesta**	**Koordinate**	**Parametri**	**Sred. Vred. (µg/m^3)**	**Percentil 90.4 (µg/m^3)**	**GV (µg/m^3)**	**Ocena rezultata**
Izveštaj broj				4038-22			
Datum uzorkovanja				08.11-15.11/13.12.-20.12.			
Domaćinstvo Neviše Vojinović	B1	N44 06 42.699 E22 08 29.480	PM10	21.5	30.1	50	Usaglašen
			PM2.5	18.7	25.3	25	Usaglašen
Domaćinstvo Deski Stojanovića	B2	N 44 07 30.606 E 20 07 54.136	PM10	23.5	32.7	50	Usaglašen
			PM2.5	16	23	25	Usaglašen
Domaćinstvo Dušanke Jonović	B3	N 44 08 19.714 E 22 07 54.725	PM10	15	20.3	50	Usaglašen
			PM2.5	12.7	17.9	25	Usaglašen
Domaćinstvo Dušice Simonović	B4	N 44 07 41.889 E 22 05 44.908	PM10	25.7	30.7	50	Usaglašen
			PM2.5	24.6	30.1	25	Usaglašen
Domaćinstvo Lidije Đorđević	B5	N 44 06 31.390 E22 08 02.750	PM10	11.4	16.2	50	Usaglašen
			PM2.5	9.4	15	25	Usaglašen
Domaćinstvo Dragice Jonović	B6	N 44 06 57.659 E 22 06 13.368	PM10	28.5	66.7	50	Nije usaglašen
			PM2.5	5.1	7.9	25	Usaglašen

Na osnovu prikazanih rezultata i upoređivanjem rezultata sa Uredbom o uslovima za monitoring i zahtev kvaliteta vazduha (SL. Glasnik RS br. 75/10, 11/10 i 63/13), možemo zaključiti sledeće:

- Da rezultati suspendovanih čestica PM10 i PM2.5 nisu prekoračene na svim mernim mestima, osim na mernom mestu B6 u domaćinstvu Dragice Jovanović.

Na mernom mestu B6 koncentracija suspendovanih čestica PM10 kretala se u opsegu od 3.4 do 81.2 µg/m^3, a koncetracija PM2.5 se kretala od 2.9 do 7.9 µg/m^3. Od 13 dana uzorkovanja u toku 3 dana su zabeležena prokoračenja graničnih vrednosti.



Slika 5.10. Mesta uzorkovanje prema izveštaju o ispitivanju 4038-22

5.6. Buka

Tokom 2022. godine rađena su ispitivanja nivoa buke u životnoj sredini koja nastaju prilikom rada i aktivnosti SERBIA ZIJIN COPPER, Ogranak RBB. Merenje je izvršeno na 3 merna mesta i merna mesta su prikazana na slici 5.11. Merenje je radila akreditovana laboratorija Zaštite na radu i zaštite životne sredine „Beograd“, Laboratorija za zaštitu radne i životne sredine odeljenje za akustička ispitivanja i opremu pod pritiskom, izveštaj broj 24-2-964/7 od 27.06.2022. godine. U tabeli 5.15 su prikazani rezultati merenja za 2022. godinu u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj.



Slika 5.11. Merna mesta merenja nivoa buke u 2022. godini

Tabela 5.15. *Rezultati merenja nivoa buke u 2022. godini*

Merno mesto		**Merodavni nivo L_{RaeqT} dB(A)**			**Granične vrednosti dB(A)**	
	Opis	dan-	veče	noć	dan-veče	noć
MMB4	Istočno od površinskog kopa, ispred parcele Verice Đorđević	48	44	43	55	45
MMB5	Pored upravne zgrade površinskog kopa u blizini domaćinstva Žukić	47	44	43	55	45
MMB7	Ispred parcele domaćinstva Daliborke Karabašević, istočno od površinskog kopa	45	40	40	55	45

Za predmetno područje merenje buke izvršeno je u zoni uticaja na četiri merna mesta na otvorenom i jedno merno mesto u zatvorenom prostoru (slika 5.9.). Merna mesta su :

- MMB 4 – Domaćinstvo Đorđević Verice – jugoistočno od površinskog kopa Veliki Krivelj, severno od flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj ,
- MMB 5 – Pored upravne zgrade površinskog kopa Veliki Krivelj, zapadno od objekta drobljenja flotacije VK u blizini domaćinstva Žurkić,
- MMB 7 – Domaćinstvo Karabašević Daliborke – severozapadno od površinskog kopa Veliki Krivelj.

Područje na kome se nalazi površinski kop Veliki Krivelj i flotacija Veliki Krivelj nije akustički zonirano, a s obzirom na karakter objekata na datoj lokaciji, posmatrano područje se može definisati u skladu sa Pravilnikom o metodologiji za određivanje akustičkih zona kao zona 3 – čisto stambena područja. Na osnovu Uredbe o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanje i štetnosti efekata buke u životnoj sredini (Sl. Glasnik RS br. 75/10), granične vrednosti indikatora buke za pomenutu zonu iznose L_{RAeqT}=55 dB(A) za dan i veče i L_{RaeqT}=45 dB(A) za noć.

Upoređivanje izmerenih nivoa buke sa graničnim vrednostima iz Uredbe (Sl. Glasnik RS br. 75/10) za zonu 3 – čisto stambena područja, može se konstatovati da merodavni nivoi buke pri opisanim uslovima merenja na prikazanim mernim tačkama ne prelazi granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru u dnevnom, večernjem i noćnom režimu rada.

Tokom 2021. godine, merenje buke u okruženju od interesa izvršeno je od strane akreditovane laboratorije Zaštite na radu i zaštite životne sredine „Beograd“, Laboratorija za zaštitu radne i životne sredine odeljenje za akustička ispitivanja i opremu pod pritiskom, broj izveštaja 24-2-411/8 od 02.04.2021. godine. Merenje buke u životnoj sredini izvršeno je 24.03.2021. godine i mereno je u toku dnevno-večernjeg i noćnog referentnog vremenskog intervala.

Za predmetno područje merenje buke izvršeno je u zoni uticaja na tri merna mesta (slika 5.12). Merna mesta su :

- MMB 4 – Domaćinstvo Đorđević Verice – jugoistočno od površinskog kopa Veliki Krivelj, severno od flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj ,
- MMB 5 – Pored upravne zgrade površinskog kopa Veliki Krivelj, zapadno od objekta drobljenja flotacije VK u blizini domaćinstva Žurkić,
- MMB 7 – Domaćinstvo Karabašević Daliborke – severozapadno od površinskog kopa Veliki Krivelj.



Slika 5.12. Merna mesta buke (2021. god.)

Tokom merenja na PK Veliki Krivelj angažovana je bila sledeća oprema: bušilice Flexi Roc D55, D60, D65 (3 komada, na dizel pogon), bušilice Atlas Copco DMLE (3 komada, na elektro pogon), bageri tipa Terex RH-120 E (2 komada, na elektro pogon), bageri tipa Komatsu 3000E i 4000E (4 komada, na elektro pogon), bageri tipa Volvo ES950E (2 komada, na dizel pogon), bageri tipa Caterpilar CAT 326GFLN (2 komada, na dizel pogon), kamioni tipa Belaz 220t (20 komada, na dizel pogon), kamioni tipa Belaz 136t (4 komada, na dizel pogon), kamioni tipa Terex 220t (4 komada, na dizel pogon), kamioni tipa Tonly 65t (5 komada, na dizel pogon) i pomoćna mehanizacija, buldožeri tipa Komatsu (5 komada, na dizel pogon), gre]deri tipa Komatsu i Caterpillar (3 komada, na dizel pogon), utovarači Caterpillar (2 komada, na dizel pogon). Takođe u radu je i flotacija „Veliki Krivelj" sa svojim sledećim fazama: drobljenje sa prosejavanjem, mlevenje i klasiranje, flotacijska koncetracija minerala bakra, odvodnjavanje koncentrata minerala bakra i transport i odlaganje flotacijske jalovine.

U tabeli 5.16 prikazani su rezultati merenja buke u životnoj sredini.

Tabela 5.16 Rezultati merenja u životnoj sredini u 2021. godini

Merno mesto		Merodavni nivo L_{RaeqT} dB(A)			Granične vrednosti dB(A)	
	Opis	dan-	veče	noć	dan-veče	noć
MMB4	Istočno od površinskog kopa, ispred parcele Verice Đorđević	40	42	43	55	45
MMB5	Pored upravne zgrade površinskog kopa u blizini domaćinstva Žukić	46	43	41	55	45
MMB7	Ispred parcele domaćinstva Daliborke Karabašević, istočno od površinskog kopa	37	40	41	55	45

Upoređivanje izmerenih nivoa buke sa graničnim vrednostima iz Uredbe (Sl. Glasnik RS br. 75/10) za zonu 3 – čisto stambena područja, može se konstatovati da merodavni nivoi buke pri opisanim uslovima merenja na prikazanim mernim tačkama ne prelazi granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru u dnevnom, večernjem i noćnom režimu rada.

U 2020. godini izvršena su merenja nivoa buke u životnoj sredini od strane akreditovane Laboratorije za ispitivanje emisije, buke, otpadnih i površinskih voda u životnoj sredini „MD Projekt Institut“ doo. Merenja su izvršena na 4 merna mesta (slika 5.13.) a rezultati merenja su prikazani u tabeli 5.17.



Slika 5.13 Merna mesta buke (2020. god.)

Tabela 5.17 Prikaza rezultata merenja buke u 2020. godini

Merno mesto		Merodavni nivo L_{RAeqT} dB(A)		Granične vrednosti dB(A)	
	Opis	dan-veče	noć	dan-veče	Noć
MT1	Istočno od površinskog kopa, ispred parcele Verice Đorđević	52	44	55	45
MT2	Pored upravne zgrade površinskog kopa u blizini domaćinstva Žukić	46	40	55	45
MT3	Bare-Brezonik, zapadno od flotacije	43	41	55	45
MT4	Ispred parcele domaćinstva Daliborke Karabašević, istočno od površinskog kopa	47	38	55	45

Analizom rezultata i poređenjem rezultata merenja sa Uredbom o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Sl. Glasnik RS br. 75/10) pri uobičajenom radu opreme na površinskom kopu rudnika Veliki Krivelj može se konstatovati da nivo buke ne prelazi granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru u dnevnom, večernjem i noćnom režimu rada.

5.7. Klimatski faktori

Kada su u pitanju klimatski faktori, odnosno mikroklima određene lokacije i njena podložnost promenama pod uticajem određenog projekta jasno je da to u slučaju površinskog kopa Veljiki Krivelj nije moguće. Karakteristika predmetnog projekta je takva da ni na jedan način neće uticati na promenu klimatskih faktora predmetne lokacije, kako na makro tako i na mikro planu.

U temperaturnom pogledu godišnja doba su jasno izdiferencirana. Prema registrovanim temperaturama najtopliji meseci su jul i avgust, a najhladniji januar i februar. Sneg je redovna pojava na teritoriji istočne Srbije. U višim delovima snežni pokrivač se u proseku obrazuje oko 15. novembra a u nižim oko 1. decembra.

Po pitanju padavina - kiše su karakteristične za proleće, kada je i njihov maksimu. Sekundarni maksimum padavine dostižu u kasnu jesen, a minimum tokom leta. Međutim i ako su registrovana dva maksimuma padavina, godišnja količina padavina se kreće od 400 do 900 mm.

Imajući u vidu karakter i obim radova u predmetnom projektu, ne očekuje se njihov uticaj na klimatske činioce kako u bližem tako i u daljem okruženju rudnika.

5.8. Građevine, nepokretna kulturna dobra, arheološka nalazišta i ambijentalne celine

Osnovni cilj zaštite (konzervacije, restauracije i revitalizacije) spomenika baštine je u njenom očuvanju kao istorijskog svedočanstva identiteta mesta i civilizacijskog dometa kultura naroda, koji su na ovom području vekovima slojevito ostavljali tragove načina življenja i rada. Bez zaštićene spomeničke baštine nema slojevitog civilizacijskog doprinosa, nema potrebnog istorijskog pamćenja koje usmerava modele življenja i urbaniteta područja.

Zaštita spomeničkog nasleđa na područjima rudarskih i industrijskih kompleksa, a posebno kada su u pitanju poremećaji morfološkog sklopa terena, kao što je to slučaj sa rudnicima, predstavlja delikatan zadatak. Rudarski radovi mogu i nepovoljno da utiču na arheološka nalazišta kada se isti nađu na putu izvođenja radova.

Rudarski sistemi angažuju mehanizaciju velikih mogućnosti, koja omogućava brzo napredovanje otkopavanja i odlaganja materijala što pruža izuzetnu priliku za istraživanja, koja se teško mogu finansijski opravdati. Uz sinhronizovani i interdisciplinovani pristup svake od granskih disciplina mogu se pomiriti određeni konflikti i ograničenja vezani za eksploataciju ležišta mineralnih sirovina i uticaj na kulturno nasleđe.

Kulturno istorijski spomenici sa posebnom zaštitom Republičkog zavoda za zaštitu spomenika kulture na širem prostoru ispitivanog ležišta nisu registrovani, kako je već navedeno u drugom poglavlju, a prema Rešenju o davanju saglasnosti na Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10.6 Mt rude godišnje, koje je izdao Zavod za zaštitu spomenika kulture Niš broj 1754/2-02 od 23.10.2023. godine u trenutku podnošenja zahteva, ne postoje utvrđena nepokretna kulturna dobra, evidentirana dobra koja uživaju prethodnu zaštitu i evidentirane ratne memorijale. Rešenje zavoda je dato u prilogu 4.

5.9. Pejzaž

Površine na lokaciji PK Veliki Krivelj i okolini su delom degradirane prethodnim radovima, a delom će se degradirati proširenjem površinskog kopa prema Projektu.

Bor i njegova okolina pripadaju Karpatsko-balkanskom prostoru istočne Srbije, na granici prema Vlaško-pontijskom basenu. Teritorija Opštine je brdsko-planinskog karaktera, okružena planinama Deli Jovan (1 141 m), Stol (1 155), Crni vrh (1027 m) i Veliki Krš (1148 m).

Topografija šireg područja u kome je smešten površinski kopa Veliki Krivelj odlikuje se smenom brdsko-planinskih i dolinskih oblika reljefa manjih dimenzija na relativno malom rastojanju. Ovaj predeo predstavlja klasičan primer degradacije reljefa usled eksploatacije. Eksploatacijom ležišta Veliki Krivelj modifikovana je topografija i narušen izgled pejzaža ovog područja.

Prirodni pejzaži ovog područja su i pre eksploatacije ovog ležišta određenoj meri bili modifikovani kultivisanjem plodnog zemljišta i njegovim privođenjem poljoprivrednoj nameni. Danas se ovaj pejzaž odlikuje mozaičnim izgledom u kome se smenjuju ostaci prirodnih šuma, obradive površine i elementi eksploatacije ležišta.

U cilju pravovremenog otkrivanja nepovoljnih uticaja na životnu sredinu eksploatacije ležišta Veliki Krivelj je unaprediti postojeći monitoring sistem za područje koje okružuje ležište. Ovaj sistem treba da omogući pouzdanu procenu veličine i intenziteta zagađenja, moguće štete i pravovremeno preduzimanje mera radi sprečavanja širih zagađenja, odnosno, radi uspešnog saniranja uočenog i zabeleženog zagađenja. Sistemom za monitoring životne sredine biće praćeni svi značajni izvori zagađenja i emiteri zagađivanja nastali kao rezultat postojećih rudarskih aktivnosti u sklopu ležišta Veliki Krivelj.

6. Opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu

Posledice prilagođavanja prirodnog okruženja potrebama društvene zajednice najčešće su nepredvidive zbog postojanja vrlo osetljive ravnoteže svih ekoloških elemenata. Tehnogeni uticaj u ekosistemu može svojim povratnim delovanjem na prvobitne inicijatore da dovede do novih stanja i efekata na životnu sredinu i stanovništvo. Tehnologija površinske eksploatacije ležišta rude bakra, sa svim svojim karakteristikama, može predstavljati izvor ugrožavanja kvaliteta životne sredine. U tom smislu se i aktivnosti kao što su istraživanje, planiranje, projektovanje i eksploatacija na površinskim kopovima javljaju kao aktivnosti sa značajnim uticajima u oblasti očuvanja i zaštite životne sredine.

Uspešnost svakog rešenja u domenu zaštite i unapređenja životne sredine podrazumeva svestrano sagledavanje i definisanje svih mogućih uticaja. Saglasno tome uvek se kao prioritet postavlja obaveza definisanja mogućih uticaja u odnosu na osnovne ekološke kategorije kao što su: vazduh, voda, tlo, klima, flora, fauna, pejzaž i dr.

6.1. Identifikacija mogućih uticaja projekta na životnu sredinu

Identifikacija mogućih uticaja na životnu sredinu je sprovedena na bazi potencijalnih efekata koje ti uticaji mogu imati na vrednosti pojedinih komponenti - elemenata ekosistema. Komponente ekosistema su oni aspekti ili elementi postojećeg okruženja koji se smatraju važnim i značajnim u smislu zaštite od potencijalnih efekata predmetnog Projekta. U tabeli 6.1 je prikazan rezultat određivanja polja delovanja predmetnog Projekta kako na fizičko i prirodno okruženje tako i na socijalne i ekonomske aspekte okruženja. Matrica (tabela 6.1) prikazuje do kog obima različite faze Projekta mogu uticati na široku lepezu komponenta životne sredine u fazi realizacije projekta.

Analiza uticaja na životnu sredinu sprovedena za potrebe ovog Projekta razmatra značaj potencijalnih efekata na životnu sredinu koji se očekuju na bazi primene najboljih raspoloživih tehnika u fazi projektovanja i razvoja predmetnog projekta i najbolje prakse upravljanja koja se primenjuje tokom površinske eksploatacije ležišta rude bakra.

U predmetnoj analizi su razmatrani efekti uticaja određenih faza Projekta na sledeće komponente životne sredine:

- Fizičko okruženje – zemljište (fiziografija, geologija i tlo), voda (površinski i podzemni resursi) i vazduh (klima, kvalitet vazduha i buka);
- Prirodno (biološko) okruženje – staništa;
- Socio-ekonomsko okruženje – postojeća i planirana upotreba zemljišta i resursa i ekonomske aktivnosti u vezi sa tim.
- Kulturno okruženje – arheološke, kulturne i nasledne karakteristike koje uključuju bilo koju lokaciju ili svojstvo istorijskog značaja koje bi se moglo naći pod uticajem fizičkog aspekta projekta. Ovaj potencijalni tip uticaja se ne očekuje na bazi raspoloživih informacija i neće se dalje razmatrati.

Tabela 6.1. Matrica interakcije projekta i životne sredine

| KOMPONENET OKRUŽENJA | | |

Neophodno je istaći da pri analizi kvaliteta životne sredine na predmetnom području treba imati u vidu i da je površinski kop Veliki Krivelj aktivan od 1979. godine tako da se u ovom slučaju ne mogu i ne smeju zanemariti i istorijski uticaji zbog višegodišnjih aktivnosti na eksploataciji i pripremi rude bakra u ležištu Veliki Krivelj.

6.2. Analiza uticaja na kvalitet vazduha

Potencijalnu opasnost za vazduh u životnoj sredini predstavljaju suspendovane čestice (mineralna prašina) čije vrednosti koncentracija, u određenim prirodnim uslovima, mogu biti iznad graničnih vrednosti propisanih za nastanjena područja. Nastajanje disperzne faze (lebdeće prašine) u vazduhu vezuje se pre svega za radnu okolinu, odnosno vezano je, u većoj ili manjoj meri, za sve projektovane faze tehnološkog procesa površinske eksploatacije i pripreme rude bakra i odlaganja flotacijske jalovine. Pojava disperzne faze (suspendovanih čestica) u okolnoj, životnoj sredini posledica je iznošenja iste iz radne okoline pod uticajem strujanja vazduha – vetra.

Primarne izvore čine rudarske mašine i tehnološka oprema u radu, a sekundarne izvore čine sve aktivne površine, koje pod uticajem vetra emituju u vazdušnu sredinu lebdeću frakciju iz nataložene prašine. Ukupan intenzitet zagađivanja vazduha suspendovanim česticama je u velikoj zavisnosti od meteoroloških uslova, što znači da povremeno u sušnim periodima tokom godine može usloviti potencijalno pogoršavanje kvaliteta vazduha, kako u radnoj okolini, tako i u životnoj sredini.

Pored suspendovanih čestica, do pogoršanja kvaliteta vazduha može doći usled emisije izduvnih gasova iz motora utovarnih, transportnih i pomoćnih mašina, koje se koriste u tehnologiji površinske eksploatacije ležišta rude bakra i vezano je, pre svega za emisije sledećih gasova: ugljenmonoksida CO, ugljendioksida CO_2, azotnih oksida NO_x, sumpordioksida SO_2, akroleina i dr. Polutanti kao što su izduvni gasovi, na površinskim kopovima sa diskontinualnom tehnologijom eksploatacije, prostorno su vezani za trase transportnih puteva i u slučaju blizine nastanjenih područja mogu imati uticaja na kvalitet vazduha neposrednog okruženja.

6.2.1. Normirane vrednosti

Kao rezultat potrebe za procenom, analizom i umanjenjem uticaja pojedinih polutanata u vazduhu na čoveka, biljke, životinje i materijale donete su zakonske norme koje regulišu ovu problematiku, pre svih Zakon o zaštiti vazduha (Sl. glasnik RS br. 36/09, 10/2013 i 26/2021) i na osnovu njega doneta Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Sl. glasnik RS br, 11/2010, 75/2010 i 63/2013).

Zakonom o zaštiti vazduha uređuje se upravljanje kvalitetom vazduha i određuju mere, način organizovanja i kontrola sprovođenja zaštite i poboljšanja kvaliteta vazduha kao prirodne vrednosti od opšteg interesa koja uživaju posebnu zaštitu. Na osnovu njega nastalom Uredbom utvrđuju se uslovi za monitoring i zahtevi u pogledu kvaliteta vazduha.

Zahtevi kvaliteta vazduha su: granične vrednosti nivoa zagađujućih materija u vazduhu, gornje i donje granice ocenjivanja nivoa zagađujućih materija u vazduhu, granice tolerancije i tolerantne vrednosti; koncentracije opasne po zdravlje ljudi i koncentracije o kojima se izveštava javnost, kritični nivoi zagađujućih materija u vazduhu, ciljne vrednosti i (nacionalni) dugoročni ciljevi zagađujućih materija u vazduhu, rokovi za postizanje graničnih i/ili ciljnih vrednosti, u slučajevima kada su one prekoračene u skladu sa Zakonom.

U skladu sa navedenom Uredbom, u tabeli 6.2 dat je sistematizovan prikaz: perioda usrednjavanja, graničnih vrednosti, granica tolerancija, tolerantnih vrednosti i rokova za dostizanje graničnih vrednosti, pojedinih polutanata vazduha.

Tabela 6.2. *Granične vrednosti, tolerantne vrednosti i granice tolerancije prema Uredbi, Vlade RS, o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Sl. glasnik RS br, 11/2010, 75/2010 i 63/2013)*

	Period usrednjavanja	Granična vrednost	Granica tolerancije	Tolerantna vrednost	Rok za dostizanje granične vred.
Sumpor dioksid	Jedan sat	350 μg/m³ Ne sme se prekra. više od 24 puta god.	160 μg/m³, 43% od granične vrednosti	500 μg/m³	01.01.2016.
	Jedan dan	125 μg/m³ Ne sme se prekora. više od 3 puta god.		125 μg/m³	01.01.2016.
	Kalendarska godina	50 μg/m³		50 μg/m³	01.01.2016.
Azot dioksid	Jedan sat	150 μg/m³ Ne sme se prekora. više od 18 puta god.	50% od granične vrednosti od 01.01.2012 se umanjuje na svakih 12 meseci za 5 % da bi se 01.01.2021. dostiglo 0%	225 μg/m³	01.01.2021.
	Jedan dan	85 μg/m³	47 % od granične vrednosti od 01.01.2012 se umanjuje na svakih 12 meseci za 5 % da bi se 01.01.2021. dostiglo 0%	125 μg/m³	01.01.2012.
	Kalendarska godina	40 μg/m³	50% od granične vrednosti od 01.01.2012 se umanjuje na svakih 12 meseci za 5 % da bi se 01.01.2021. dostiglo 0%	60 μg/m³	01.01.2021.
Suspendovane čestice PM_{10}	Jedan dan	50 μg/m³ Ne sme se prekora. više od 35 puta god.	50 % od granične vrednosti od 01.01.2012 se umanjuje na svakih 12 meseci za 10 % da bi se 01.01.2016. dostiglo 0%	75 μg/m³	01.01.2016.
	Kalendarska godina	40 μg/m³	20 % od granične vrednosti od 01.01. 2012. se umanjuje na svakih 12 meseci za 4% da bi se do 01.01.2016. dostiglo 0 %	48 μg/m³	01.01.2016.
Suspendovane čestice $PM_{2,5}$	Kalendarska godina	25 μg/m³	20 % od granične vrednosti 31.12. 2011., umanjuje se narednog 01.01.2013. , a zatim na svakih 12 meseci za 3% do dostizanja 0% do 01.01.2019.	30 μg/m³	STADIJUM 1. 01.01.2019.
		20 μg/m³		20 μg/m³	STADIJUM 2. 01.01.2024.
Ukupne suspendovane čestice	Jedan dan	120 μg/m³			
	Kalendarska godina	70 μg/m³			
Olovo	Jedan dan	1 μg/m³		1 μg/m³	01.01.2016.
	Kalendarska godina	0,5 μg/m³	100 % od granične vrednosti od 01.01.2012. se umanjuje na svakih 12 meseci za 20 % da bi se do 01.01.2016. dostiglo 0 %	1 μg/m³	01.01.2016.
Benzen	Kalendarska godina	5 μg/m³	3 μg/m³ (60 % od granične vred.) 01.01. 2010. se umanjuje svakih 12 meseci za 0,5 μg/m³ da bi se do 01.01.2016. dostiglo 0 %	8 μg/m³	01.01.2016.

	Period usrednjavanja	Granična vrednost	Granica tolerancije	Tolerantna vrednost	Rok za dostizanje granične vred.
Ugljen monoksid	Maks. dnevna osmočasovna srednja vrednost	10 mg/m^3	60 % od granične vrednosti 1. januara 2010. godine, umanjuje se 1. januara 2012. godine, a potom na svakih 12 meseci za 12 % godišnje da bi se do 1. januara 2016. godine dostiglo 0 %	16 mg/m^3	01.01.2016.
	Jedan dan	5 mg/m^3	100 % od granične vrednosti 1. januara 2010. godine, umanjuje se 1. januara 2012. godine, a potom na svakih 12 meseci za 20 % godišnje da bi se do 1. januara 2016. godine dostiglo 0 %	10 mg/m^3	01.01.2016.
	Kalendarska godina	3 mg/m^3		3 mg/m^3	01.01.2016.
Čađ	Jedan dan	50 μg/m^3	25 μg/m^3 (50 % od granične vrednosti)	75 μg/m^3	01.01.2012.
	Kalendarska godina	50 μg/m^3	25 μg/m^3 (50 % od granične vrednosti)	75 μg/m^3	01.01.2012.

6.2.2. Osnovni metodološki postupci analize i procene

Prostiranje štetnih materija zavisi od vrste izvora zagađenja, odnosno da li je izvor tačkasti (prizemni ili visinski), površinski izvor ili linijski. U metodološkim istraživanjima i praktičnim analizama i procenama najčešće se za određivanje prostiranja štetnih materija koriste Gausovi modeli. Osnovni razlozi najčešće praktične primene Gausovih modela je, pre svega, jednostavnost primene kao i relativno dobro slaganje sa fizičkim eksperimentima. Gausovi modeli polaze od pretpostavke da raspodela koncentracija pasivne supstance u perjanici ima određeni matematički oblik, odnosno sadrže Gausovu jednačinu difuzije koja, u stvari, predstavlja rešenje Fickove difuzione jednačine sa konstantnim koeficijentima. U osnovi Gausovog modela dimne perjanice leži sledeća jednačina:

$$C(x,y,z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)\left\{exp\left(-\frac{(z-H^2)}{2\sigma_z^2}\right) + exp\left(-\frac{(z+H^2)}{2\sigma_z^2}\right)\right\}$$

gde su:

C(x,y,z) koncentracija polutanata u tački (x, y, z), (g/m3),

Q maseni protok zagađujuće materije na emiteru (g/s),

u brzina vetra (m/s),

σy, σz standardne devijacije poprečnog preseka dimne perjanice (m),

H efektivna visina dimnjaka (m),

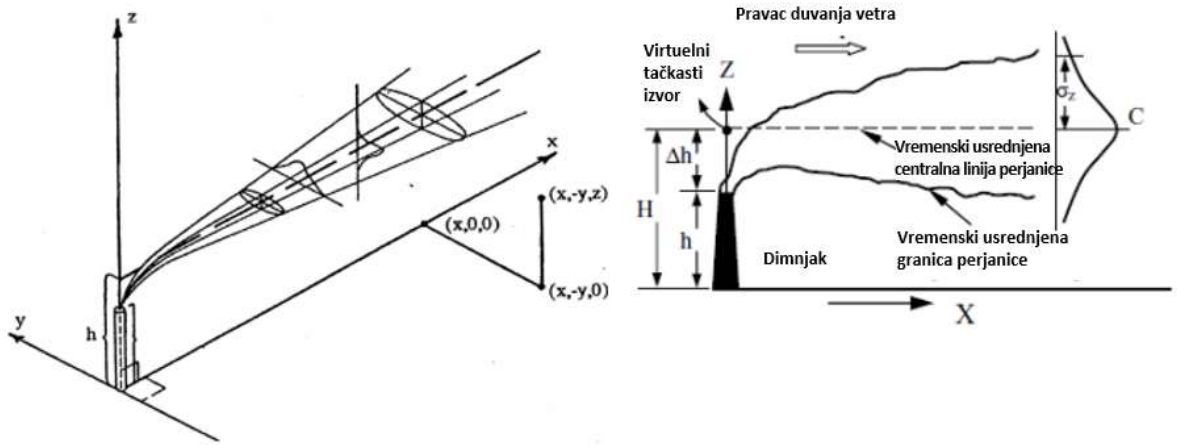
x udaljenost od izvora, u pravcu duvanja vetra (m),

y horizontalna udaljenost od centralne linije dimne perjanice (m),

z udaljenost od podloge (m).

Radi lakšeg shvatanja principa na kojima funkcionišu Gausovi modeli, odnosno koordinatni sistem koji se koristi u njima, na slici 6.1 dat je šematski prikaz. U ovim modelima kao koordinatni početak podrazumeva se sam ispust tj. emiter, dok se računanje koncentracije i širenje dimne perjanice posmatra u x, y i z pravcu.

H je efektivna visina dimnjaka (uzimajući u obzir dobitnu visinu Δh, do koje se uzdiže dimna perjanica iznad fizičke visine dimnjaka h, tj. H = h + Δh), dok su σy and σz parametri normalne raspodele u y i z pravcima, koji se još nazivaju i disperzionim koeficijentima u y i z pravcima.



Slika 6.1. *Izgled koordinatnog sistema pri Gausovoj raspodeli u horizontalnom i vertikalnom pravcu*

Gausova jednačina podrazumeva da se dimna perjanica širi po principu Gausove raspodele u horizontalnoj i vertikalnoj ravni. Standardna devijacija raspodele koncentracija polutanata u dimnoj perjanici u horizontalnoj (poprečnoj) ravni je označen sa sigma y (σy) a odgovarajuća raspodela koncentracije u vertikalnoj ravni je označen sa sigma z (σz). Vrednosti difuzionih koeficijenata variraju u zavisnosti od visine iznad površine tla, hrapavosti tla, brzine vetra i rastojanja od emitera. Vrednosti difuzionih koeficijenata se obično određuju na osnovu klasa stabilnosti atmosfere.

U cilju analize uticaja Projekta na kvalitet vazduha, korišćen je softverski paket AERMOD, inače model zasnovan na Gausovoj raspodeli i preporučen od strane EPA (U.S. Environmental Protection Agency). AERMOD uključuje širok opseg mogućnosti za modelovanje uticaja zagađujućih materija na zagađenje vazduha. Navedeni model daje mogućnost modelovanja većeg broja izvora zagađenja uključujući tačkaste, linijske, površinske i zapreminske. Model sadrži algoritme za analizu aerodinamičkog strujanja u blizini i oko zgrada (building downwash). Vrednosti emisija zagađujućih materija iz izvora mogu biti tretirane kao konstante u toku perioda analize, ili mogu varirati u toku meseca, posmatranog perioda, časa ili nekog opcionog vremena.

Rezultati prikazani u ovoj Studiji dobijeni su korišćenjem modela koji je uključio emisije suspendovanih čestica (PM10) iz različitih aktivnosti Projekta. Prilikom modeliranja, drugi izvori emisija nisu razmatrani, niti je bilo uključeno pozadinsko zagađenje. Neophodno je naglasiti da cilj ovog modeliranja i Studije nije da prikaže kvalitet vazduha na posmatranom području, već da da reprezentativnu procenu uticaja Projekta na kvalitet vazduha na posmatranom domenu modela.

AERMOD je stacionarni model perjanice, koji polazi od pretpostavke da se u stabilnom graničnom sloju, koncentracija zagađujuće materije i u vertikalnom i horizontalnom pravcu može opisati Gausovom raspodelom. U konvektivnom graničnom sloju, u horizontalnom pravcu se pretpostavlja da koncentracija polutanta uzima Gausovu raspodelu, dok se vertikalna distribucija opisuje sa bi-Gausovom funkcijom gustine verovatnoće. Dodatno, u konvektivnom graničnom sloju, AERMOD razmatra "plum-lofting", gde se deo mase dimne perjanice, oslobođen iz izvora, uzdiže i ostaje blizu vrha graničnog sloja pre mešanja u konvektivnom graničnom sloju. AERMOD takođe prati bilo koju masu dimne perjanice koja prodire u izdignuti stabilni sloj, a zatim joj omogućava da ponovo prodre u granični sloj kada i ako je to moguće.

Model AERMOD uključuje širok opseg mogućnosti za modeliranje uticaja polutanata na zagađenje vazduha. Navedeni model uključuje modeliranje većeg broja izvora zagađenja uključujući sledeće tipove: tačkasti, linijski, površinski i zapreminski. Model sadrži algoritme za analizu aerodinamičkog strujanja u blizini i oko zgrada. Veličine emisija polutanata iz izvora mogu biti tretirane kao konstantne u toku perioda za koji se vrši analiza, ili mogu varirati u toku meseca, posmatranog perioda, časa ili nekog opcionog vremena promena.

AERMOD uključuje značajnu fleksibilnost u specifikaciji lokacije receptora. Korisnik ima mogućnost specifikacije složene mreže receptora u analizi pri čemu je moguća i kombinacija Cartesian-ske i polarne

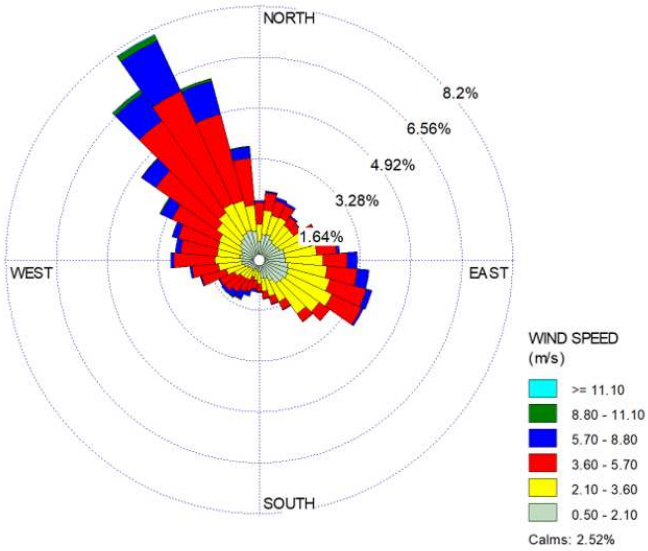
mreže receptora. Prilikom modeliranja AERMOD uzima u obzir reljef terena kao i visine receptora u odnosu na postojeći teren. Podaci o elevaciji terena su ključni za karakterizaciju promenljivosti visine terena, izvora, zgrada i receptora u domenu modela. Elevacije terena utiču na koncentracije emisija tako što pomeraju simetralu perjanice bliže ili dalje od receptora. Kompjuterski modeli prihvataju digitalnu datoteku podataka iz kojih podaci o elevaciji mogu biti interpolirani. Prilikom izrade modela u AERMOD su uneti Digital Elevation Model (DEM) podaci, koji su dodelili elevacije receptorima, izvorima i zgradama.

Meteorološki podaci za ovaj model unose se kroz podatke o parametrima površinskog graničnog sloja i podatke o profilu promenljivih meteoroloških parametara u koje se uključuju brzina vetra, pravac vetra i parametri turbulencije. Navedena dva tipa meteoroloških parametara za AERMOD model generišu se meteorološkim pretprocesorom koji se naziva AERMET.

AERMET, meteorološki pretprocesor, priprema satne vrednosti površinskih i podataka o gornjim slojevima atmosfere za upotrebu u AERMOD-u. Ulazni podaci u AERMET su podaci o površinskim osmatranjima satnih vrednosti parametara površinskog nivoa, su, između ostalog, brzina vetra, temperatura i oblačnost, dok datoteka sa podacima o višim slojevima atmosfere pruža informacije o vertikalnoj strukturi atmosfere. To uključuje visini slojeva, pritisak, temperaturu i relativnu vlažnost.

Meteorološki podaci koji su korišćeni pri razvoju modela disperzije zagađenja u vazduhu za potrebe ove studije obuhvataju satne vrednosti: brzine vetre, pravca duvanja vetra, temperature vazduha, relativne vlažnosti vazduha, atmosferskog pritiska, oblačnosti.

Za potrebe modeliranja upotrebljeni su navedeni satni meteorološki podaci, specifični za posmatranu lokaciju (Bor), za punih pet kalendarskih godina (2018-2022), pribavljeni od strane kompanije Lakes Environmental Consultants iz Kanade. Na slici 6.2 prikazana je ruža vetrova i učestalost pojavljivanja određenih klasa vetrova, na osnovu meteoroloških podataka, za period 2017.-2022. godina.



Slika 6.2. Ruža vetrova i učestalosti pojavljivanja određenih klasa vetrova za period 2018-2022.

6.2.3. Procena potencijalnih opasnosti i očekivanih uticaja na kvalitet vazduha

Potencijalna opasnost od zagađivanja vazduha u životnoj sredini u najvećoj meri je u funkciji dispergovanja sitnih frakcija prašine sa suvih površina i distribucije, pod uticajem vetra, izvan rudarskog kompleksa. Aktivne etaže na površinskim kopovima i putevi kamionskog transporta u određenim prirodnim uslovima (deficit vlage, visoka temperatura, povećana brzina vetra) postaju značajni emitori prašine. Dodatnom emitovanju doprinose, u manjoj meri, rudarske mašine i tehnološka oprema neposredno u radu na otkopavanju, transportu i odlaganju.

Karakteristični izvori zagađivanja vazduha suspendovanim česticama u procesu pripreme rude bakra su: oprema za usitnjavanje i klasiranje, presipna mesta, putevi unutar industrijskog kruga, transporteri sa trakom kao i aktivne suve površine na jalovištu. Primarne izvore čine rudarske mašine i tehnološka oprema u radu, a sekundarne izvore čine sve aktivne površine, koje pod uticajem vetra emituju u vazdušnu sredinu lebdeću frakciju iz nataložene prašine.

Uticaji površinskog kopa, odlagališta raskrivke i objekata flotacije i flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj" se superponiraju u slučaju vetrova dominantnog pravca severozapad – jugoistok. Ovo ukazuje na uticaj površinskog kopa „Veliki Krivelj" i drugih objekata rudarskog kompleksa na kvalitet vazduha okoline, pre svega na naselja Krivelj i Oštrelj koja se nalaze na dominantnom pravcu duvanja vetrova, tako da je neophodno sprovoditi mere za sprečavanje stvaranja i obaranje prašine iz vazduha. Pravac pružanja doline Kriveljske reke se poklapa sa dominantnim pravcem duvanja vetrova što omogućava raznošenje čestica uzvodno i nizvodno od jalovišta. Sitne čestice prašine se podižu sa kosih i ravnih površina brana i plaže jezera flotacijskog jalovišta i uz pomoć vetra se raznose daleko od jalovišta zagađujući okolinu. U ovim okolnostima neophodna je primena tehničkih rešenja za sprečavanje podizanja sitnih frakcija, odnosno smanjenje ukupne emisije prašine.

Kvantifikovanje emisije ukupnih suspendovanih čestica i čestica PM10, odnosno faktora emisije prašine za različite aktivnosti u procesu eksploatacije pripreme i prerade rude bakra, izvršeno je prema dokumentima EPA (US EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors) i National Pollutant Inventory (Emission Estimation Technique Manual for Mining and Processing of Metallic Minerals). U tabeli 6.3 prikazani su faktori emisije suspendovanih čestica u zavisnosti od tipa aktivnosti i opreme a koji odgovaraju prirodnim i tehnološkim uslovima rudnika „Veliki Krivelj", dok je u prilogu 4 dat registar izvora zagađenja vazduha na projektu. Za proveru i kalibraciju ukupnih emisija suspendovanih čestica pri izvođenju rudarskih radova može se koristiti Priručnik pregleda emisija Evropske agencije za zaštitu životne sredine, poglavlje koje se odnosi na rudarstvo (EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2.A.5.a Quarrying and mining of minerals other than coal). U tabeli 6.4 prikazani su faktori emisije prašine kategorije 2.A.5.a rudarstvo – srednji do visok nivo emisija.

Tabela 6.3. *Faktori emisije prašine u zavisnosti od tipa aktivnosti i opreme, prema National Pollutant Inventory (2012) i EPA (US EPA AP-42)*

Aktivnost/oprema	Jedinica	Faktor emisije prašine	
		TSP	PM_{10}
Bušenje	kg/buš.	0.59	0.31
Miniranje	kg/minira.	$E_{TSP} = 0.00022 \times A^{1.5}$ A – površina minir. m^2	$E_{TSP} = 0.000114 \times A^{1.5}$ A – površina minir. m^2
Bager	kg/t	0.025	0.012
Utovar sa gomile	kg/t	0.004	0.0017
Kretanje vozila (neasfaltirani putevi na industrijskoj lokaciji)	kg/km	4.23	1.25
Istovar iz kamiona	kg/t	0.012	0.0043
Buldozer	kg/h/vozilu	17.0	4.1
Grejder	kg/km	0.19	0.085
Primarno drobljenje – visok sadržaj vlage u rudi	kg/t	0.01	0.004
Primarno drobljenje – nizak sadržaj vlage u rudi	kg/t	0.2	0.02
Sekundarno drobljenje – visok sadržaj vlage u rudi	kg/t	0.03	0.012
Sekundarno drobljenje – nizak sadržaj vlage u rudi	kg/t	0.6	0.02
Erozija vetrom (etaže na površinskom kopu i odlagalištima jalovine)	kg/ha/h	0.4	0.2

Model AERMOD (US Environmental Protection Agency) je korišćen za procenu kvaliteta vazduha u funkciji raspodele koncentracije čestica PM10 pri čemu su usvojeni faktori emisije prašine prikazani u tabeli 6.3.

Dobijeni rezultati predstavljaju dnevne vrednosti koncentracija čestica PM10 ($\mu g/m^3$) za definisane izvore izdvajanja, određeni period i receptore. U skladu sa projektom planiranoj dinamici eksploatacije, prostornoj dispoziciji radova kao i angažovanoj opremi, kao reprezentativni scenario analize uzeta je 4. godina

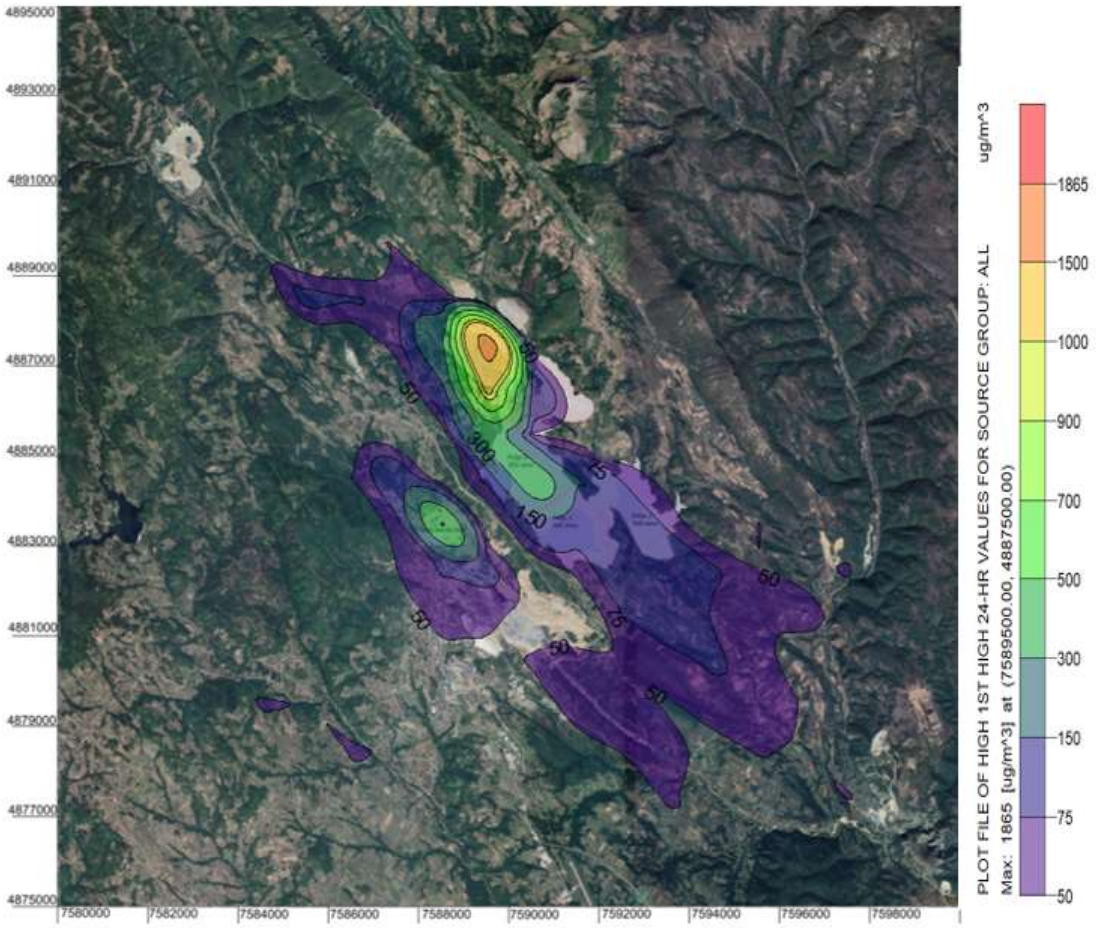
eksploatacije. Za meteorološke uslove korišćeni su podaci za period 2018 – 2022. godine (NOAA National Climatic Data Centre).

Tabela 6.4. *Faktori emisije prašine kategorije 2.A.5.a rudarstvo – srednji do visok nivo emisija (EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, 2016)*

Polutant	Vrednost	Jedinica	95 % interval poverenja		Referenca
			Donji	Gornji	
TSP	102	g/Mg mineral	50	200	Visschedijk et al. (2004)
PM_{10}	50	g/Mg mineral	25	100	Visschedijk et al. (2004)

Prema podacima US EPA (AP-42) i National Pollutant Inventory emisije čestica prašine iz različitih izvora na površinskim kopovima se mogu smanjiti za 50% - 70% primenom tehnika kvašenja mineralne sirovine ili obaranja prašine prskanjem vodom. Imajući u vidu procenjene koncentracije prašine u zoni izvođenja radova na površinskom kopu, odlagalištima jalovine i flotacijskom jalovištu, u funkciji zaštite radnika od prašine u radnoj okolini kao i mera zaštite životne sredine, ovim projektom su predviđene mere za sprečavanje stvaranja i obaranje lebdeće prašine iz vazduha. Na ovaj način će biti smanjena emisija suspendovnih čestica u atmosferu šireg područja rudnika što će uticati na poboljšanje kvaliteta vazduha ovog područja.

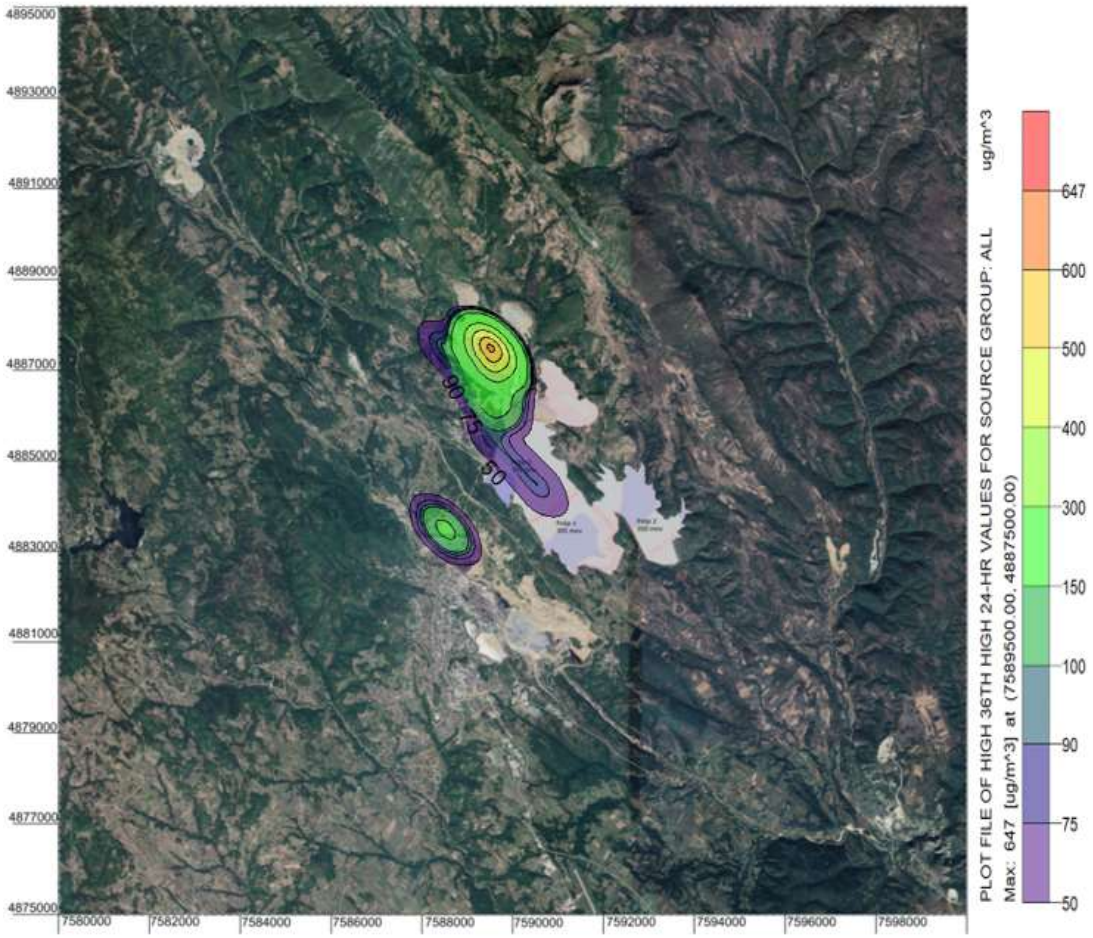
Raspodela koncentracija prvih najviših vrednosti koncentracija čestica PM10 (μg/m^3) oko površinskog kopa "Veliki Krivelj" sa kapacitetom 10,6 miliona tona rude godišnje u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine, predloženih u ovom projektu, prikazana je na slici 6.3.



Slika 6.3. *Rasprostiranje prvih najviših vrednosti koncentracija PM10 (za period usrednjavanja od jednog dana) u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine*

Raspodela koncentracija čestica PM10 ukazuje da se može očekivati znatniji uticaj prašine na užem području izvođenja radova na površinskom kopu, odlagalištima jalovine i flotacijskom jalovištu, zbog ukupnih rudarskih aktivnosti. Na širem području rudnika prve najviše vrednosti koncentracija PM10 čestica opadaju od 1865 μg/m^3 u neposrednoj blizini izvora prašine (površinski kop) do 50-75 μg/m^3 u zoni grada Bora i u zoni naselja Oštrelj i 75-150 μg/m^3 u zoni Krivelja što je nivo koncentracije preko granične vrednosti (GV) od 50 μg/m^3. Potrebno je naglasiti da se ovde radi o mogućim maksimalnim koncentracijama čestica PM10 na analiziranom prostoru u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine.

Prema Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha („Službeni glasnik RS“, broj 11/2010, 75/2010 i 63/2013) granična vrednost koncentracija čestica PM10 iznosi 50 μg/m^3 i ona se prema zahtevima ove Uredbe ne sme prekoračiti više od 35 puta godišnje. Da bi se izvršila što autentičnija procena rasprostiranja koncentracija suspendovanih čestica na analiziranom području i omogućilo poređenje rezultata sa zahtevima navedene Uredbe, na slici 6.4 su prikazani rezultati rasprostiranja čestica PM10 emitovanih iz izvora na planiranom površinskom kopu za period usrednjavanja od jednog dana na 90.4 percentilnoj karti u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine.

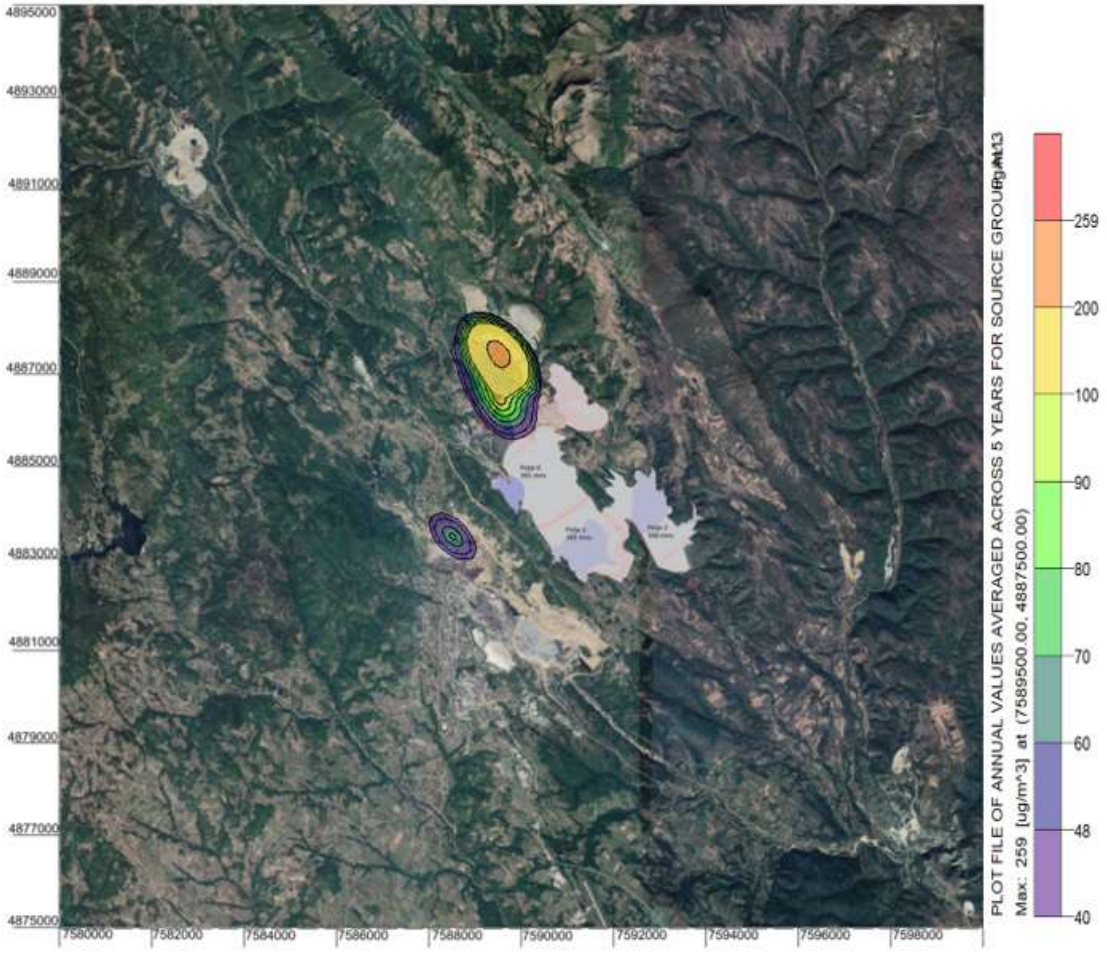


Slika 6.4. *Rasprostiranje suspendovanih čestica PM10 (za period usrednjavanja od jednog dana na 90.4 percentilnoj karti) u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine*

Raspodela koncentracija čestica PM10, prikazana na slici 6.4, ukazuje da se na području naselja Krivelj mogu očekivati koncentracije čestica PM10 od 50 do 75 μg/m^3, odnosno, procena je da se na području navedenog naselja koncentracije više od granične vrednosti do tolerantne vrednosti mogu očekivati 35 puta godišnje i u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine.

Treba napomenuti da prikazane izoplete, koje odražavaju dnevne periode usrednjavanja, sadrže samo najviše prizemne koncentracije za taj period usrednjavanja, tokom čitavog perioda za koji je vršeno modeliranje (pet godina). Ovi rezultati predstavljaju najveći doprinos koje bi rudarske aktivnosti predloženog Projekta imale na kvalitet ambijentalnog vazduha sa stanovišta suspendovanih čestica PM10.

Dobijene vrednosti prizemnih koncentracija suspendovanih čestica PM10 za period usrednjavanja od jedne godine prikazane su na slici 6.5 i budući da se zasnivaju na prosečnoj koncentraciji za pet godina, daju realniju situaciju. Trend formiranja izopleta je sličan kao i za period usrednjavanja od jednog dana, ali prekoračenja propisanih graničnih vrednosti za period usrednjavanja na godišnjem nivou od 40 µg/m³ se ne javlja ni na jednom delu domena gde su naselja ili individualni stambeni objekti.



Slika 6.5. *Rasprostiranje suspendovanih čestica PM10 (za period usrednjavanja od jedne godine) u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine*

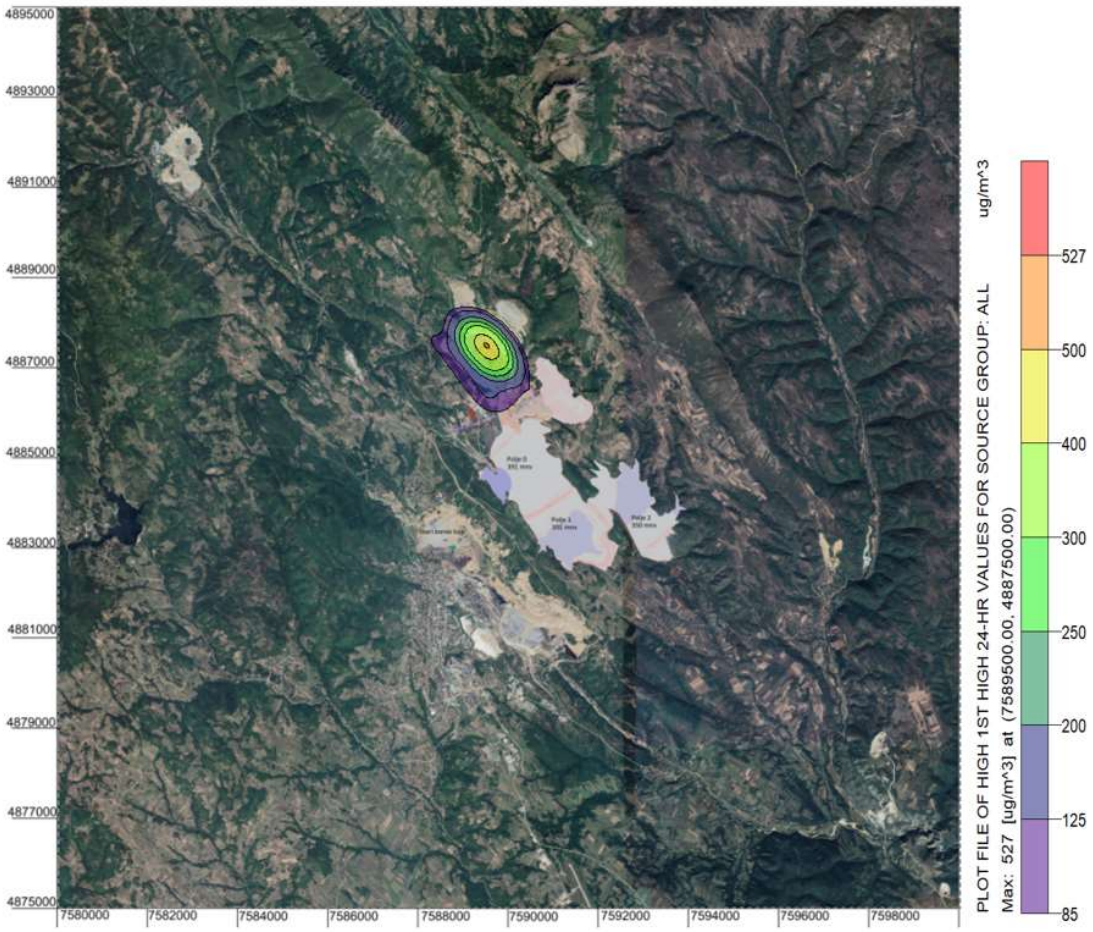
U smislu navedene procene disperzije koncentracija suspendovanih čestica PM10 u vazduhu predlaže se da se u sušnim periodima u zoni rudarskih aktivnosti posebna pažnja posveti monitoringu suspendovanih čestica PM10 pri čemu bi se operativnim akcionim planom definisale dodatne tehničke i organizacione mere za snižavanje koncentracija ukupnih suspendovanih čestica kao i uslovi njihove primene (organizacija radilišta, jednovremenost izvođenja operacija, intenzivnije prskanje puteva i odlagališta i sl.). Ovo je inače uobičajena praksa proaktivnog upravljanja zaštitom na radu i zaštitom životne sredine pri izvođenju rudarskih radova.

Pri radu motora utovarnih, transportnih i pomoćnih mašina na površinskim kopovima sa diskontinualnom tehnologijom eksploatacije, u životnu sredinu se sa izduvnim gasovima emituju

sledeći polutanti: ugljenmonoksid CO, ugljendioksid CO_2, azotnioksidi NO_x, sumpordioksid SO_2, VOC_s, aldehidi, čađ i dr.

Model AERMOD je korišćen za procenu kvaliteta vazduha u funkciji emisije izduvnih gasova utovarne, transportne i pomoćne mehanizacije na površinskom kopu Veliki Krivelj. Kvantifikovanje emisije izduvnih gasova motora navedene mehanizacije izvršeno je prema dokumentima European emission standards for engines used in *non-road mobile machinery,* Stage V emission limits Regulation 2016/1628.

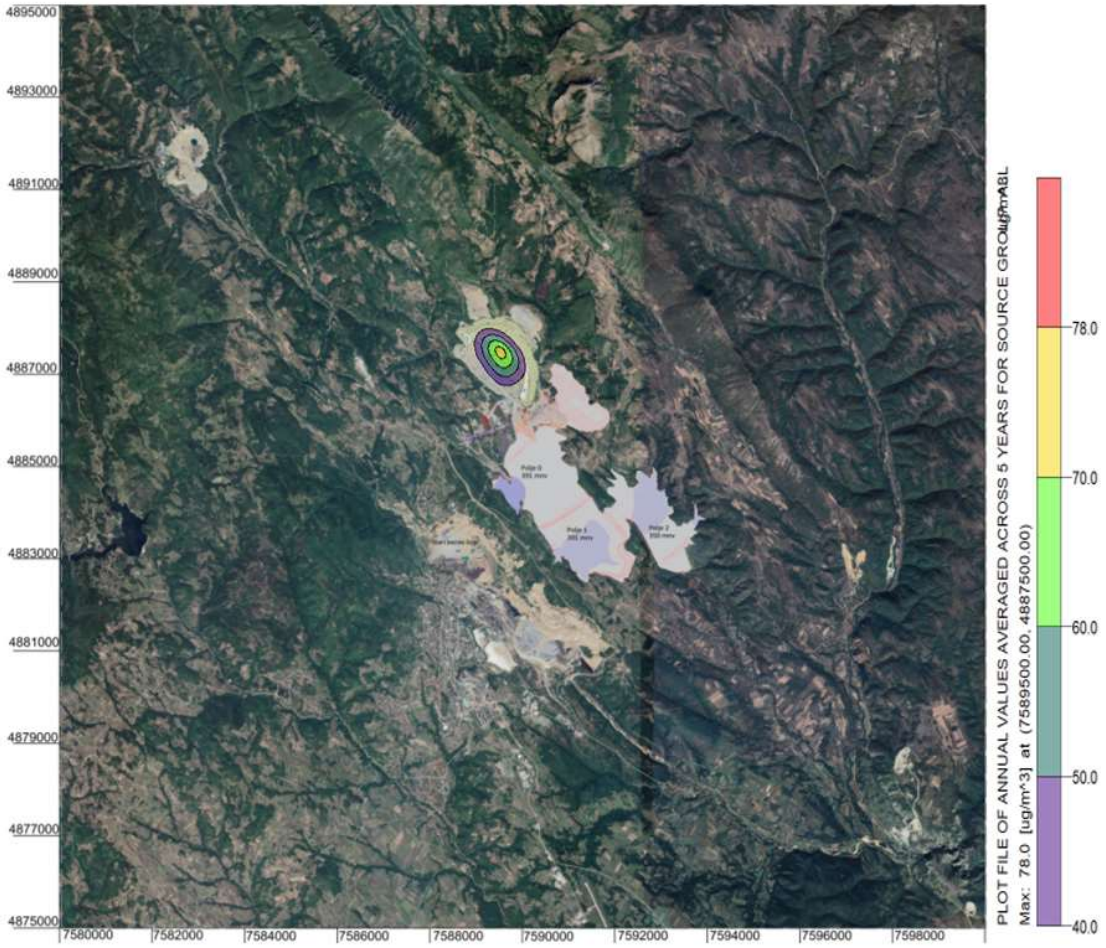
Na slici 6.6 predstavljeni su rezultati modeliranja rasprostiranja azotnih oksida (prikazanih kao NO_2) iz emitera pri eksploatacije rude bakra na površinskom kopu Veliki Krivelj sa kapacitetom 10,6 miliona tona rude godišnje, koji se odnose se na prvi maksimum mogućih vrednosti NO_2 za period usrednjavanja od jednog dana.



Slika 6.6. *Rasprostiranje prvih najviših vrednosti koncentracija NO_2 (za period usrednjavanja od jednog dana)*

Raspodela koncentracija azotnih oksida (prikazanih kao NO_2) ukazuje da se može očekivati znatniji uticaj na užem području izvođenja radova na površinskom kopu, zbog ukupnih rudarskih aktivnosti. Na širem području rudnika koncentracije NO_2 opadaju od 527 $\mu g/m^3$ u neposrednoj blizini izvora NO_2 (površinski kop) do 85 $\mu g/m^3$ u zoni dela naselja Krivelj najbližeg površinskom kopu, što je nivo koncentracije na nivou granične vrednosti (GV). Potrebno je naglasiti da se ovde radi o mogućim maksimalnim koncentracijama azotnih oksida (prikazanih kao NO_2) na analiziranom prostoru.

Trend raspodele najviših koncentracija azotnih oksida (prikazanih kao NO_2) za godišnji prosečni period usrednjavanja prikazan je na slici 6.7. U ovom slučaju koncentracije NO_2 u zoni naselja Krivelj i Oštrelj su ispod propisane granične vrednosti (40 $\mu g/m^3$).



Slika 6.7. Rasprostiranje prvih najviših vrednosti koncentracija NO_2 (za period usrednjavanja od jedne godine)

6.3. Analiza uticaja buke sa površinskog kopa kao i seizmičkih uticaja usled miniranja

Mogućnost pojave nepovoljnog uticaja prekomerne buke u radnim okolinama postoji u svim fazama eksploatacije na površinskom kopu i odlagalištima jalovine. Generalno posmatrano, za objekte tipa površinskog kopa i odlagališta jalovine izvori buke su rudarske mašine za otkopavanje, transport i pomoćne radove: bušilice sa kompresorima, bageri, buldozeri, grejderi, kamioni, auto-cisterne, kao i mobilna i stacionarna postrojenje za pripremu mineralne sirovine u smislu drobljenjenja i prosejavanja.

6.3.1. Normirane vrednosti

Propisima o zaštiti stanovništva od buke i vibracija, obuhvaćen je sistem mera (tehničkih, organizacionih) za zaštitu od buke i vibracija kod planiranja izgradnje objekata, odnosno upotrebe mašina i opreme kao izvora buke.

Propisani uslovi i mere, sa stanovišta buke, imaju za cilj da u sredini u kojoj čovek boravi buka ne pređe dozvoljeni nivo u skladu sa važećom zakonskom regulativom koja tretira ovu oblast, "Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini" (Sl. glasnik RS, br. 75/2010), u daljem tekstu Uredba) i srpski standardi za ocenu izmerenih parametara buke u životnoj sredini (SRPS ISO 1996-1:2019 i 1996-2:2019, u daljem tekstu Standardi).

Navedenom Uredbom se propisuju indikatori buke u životnoj sredini, granične vrednosti, metode za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke na zdravlje ljudi. Granične vrednosti, definisane u pomenutoj Uredbi, prikazane su u tabeli 6.5.

Tabela 6.5. Granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru

Zona	Namena prostora	Nivo buke u dB (A)	
		za dan i veče	za noć
1	Područja za odmor i rekreaciju, bolničke zone i oporavilišta, kulturno – istorijski lokaliteti, Veliki parkovi	50	40
2	Turistička područja, mala i seoska naselja, kampovi i školske zone	50	45
3	Čisto stambena naselja	55	45
4	Poslovno – stambena područja, trgovinsko – stambena područja, dečija igrališta	60	50
5	Gradski centar, zanatska, trgovačka, administrativno – upravna zona sa stanovima, zone duž autoputeva i magistralnih saobraćajnica	65	55
6	Industrijska, skladišna i servisna područja i transportni terminali bez stanovanja	Na granici zone buka ne sme prelaziti nivoe u zoni sa kojom se graniči	

U zatvorenim prostorijama, u zavisnosti od namene prostorija (Uredba, tabela 2), granične vrednosti merodavnog nivoa buke „za boravišne prostorije (spavaća i dnevna soba) u stambenoj zgradi pri zatvorenim prozorima“ iznose, za dan i veče 35 dB(A), a za noć 30 dB(A).

U zavisnosti od zone u kojoj se potencijalno ugroženi objekat nalazi (Uredba, tabela 1), granične vrednosti merodavnog nivoa buke na otvorenom prostoru, „za čisto stambena područja“, iznose za dan i veče, 55 dB(A), a za noć 45 dB(A).

6.3.2. Osnovni metodološki postupci analize i procene

Za predikciju buke je u svetu razvijen određen broj modela. Osnovna odlika vodećih modela je mogućnost da se prilikom predikcije buke koriste nacionalni ili međunarodno priznati standardi. Za modeliranje rasprostiranja buke na i oko PK Veliki Krivelj i odlagalištima jalovine Saraka i stari Borski kop korišćen je model SoundPLAN 8.1 i u okviru njega standard ISO 9613-2 (identičan sa srpskim standardom SRPS ISO 9613-2).

SoundPlan je jedan od vodećih softvera u ovoj oblasti već više od 30 godina. Svoju primenu, između ostalog, našao je i u zaštiti životne sredine. Svoju široku zastupljenost SoundPLAN duguje velikoj raznolikosti problema u kojima on može da ponudi rešenje, kao što su na primer:

- procena buke sa radilišta objekta u izgradnji ili u fazi rušenja,
- procena buke sa površinskih kopova mineralnih sirovina,
- procena buke koja potiče od mehaničkih postrojenja na otvorenom,
- dobijanje nivoa buke za različito doba dana ili različite dane u nedelji,
- dobijanje nivoa buke u različitim fazama projekta,
- procena efekata različitih tipova postrojenja ili njihovog različitog razmeštaja,
- dizajniranje barijera za snižavanje nivoa buke koja potiče sa radilišta,
- procena buke u fazi planiranja namene određene lokacije,
- slabljenja zvuka usled prisustva barijera, i sl.

Sistem za mapiranje buke SoundPlan obezbeđuje precizan metod implementacije procedure za proračun rasprostiranja buke oko objekata tipa otvorenih radilišta, navedene u britanskom standardu BS5228, zajedno sa jednim brojem alternativnih metoda za procenu: korekcije usled prostiranja zvuka preko mekih

terena, slabljenja zvuka usled prisustva barijera, korekcije u zavisnosti od ugla posmatranja, kao i korekciju u zavisnosti od rastojanja između izvora buke i prijemnika (receptora).

Primenjeni model za proračun rasprostiranja buke oko PK Veliki Krivelj i odlagališta jalovine računa intenzitet buke generisan aktivnostima, odnosno pripadajućim izvorima buke, koje se odvijaju na određenom radilištu odnosno lokaciji. Buka se širi od izvora ka receptoru – prijemniku. Kako se buka širi, širi se i zona na koju ona utiče, ali se redukuje njen intenzitet. Ovaj efekat je poznat kao geometrijsko širenje ili slabljenje buke usled rastojanja (distance attenuation).

Ako prilikom širenja buka prelazi preko "mekanih" terena (tla), tada će doći do dodatnog slabljenja emitovane buke, u zavisnosti koliko blizu terena prolazi linije širenja buke. Ovaj efekat je poznat kao slabljenje usled karakteristika terena (ground attenuation).

Prilikom širenja, zvuk takođe mora da prođe i određene prepreke da bi došao do prijemnika, koje u izvesnoj meri mogu da izazovu određeno filtriranje (slabljenje) buke. Ovo je poznato kao slabljenje usled postojanja barijera (barrier attenuation).

Nivo zvuka na mestu merenja je takođe i pod uticajem pravca vetra. Uobičajeno je da se kod modela za predikciju rasprostiranja buke pretpostavlja da je prijemnik buke lociran u smeru niz vetar, što odgovara najnepovoljnijim uslovima merenja (najviši nivo merene buke). Ovo je prilično stabilan uslov koji daje pouzdan podatak.

Da bi se mogao upotrebiti SoundPlan, neophodno je definisati model radilišta (lokacije) na osnovu određenih karti ili planova. Otvorena radilišta su često kompleksna pre svega zbog njihove promenljive prirode i velikog broja aktivnosti koje su prisutne na takvom jednom radilištu, kao i zbog karakteristika terena, koji ta radilišta zauzimaju (posebno je to izraženo kod površinskih kopova).

Nakon što korisnik unese plan lokacije, SounPlan modelom se automatski određuju efekti rastojanja, filtriranja (usled barijera), refleksije itd, i potom se računa nivo buke koja potiče od definisanih aktivnosti.

Pri kreiranju modela radilišta, potrebna je karta lokacije, dovoljno velike razmere, kako bi bili uočeni adekvatni detalji, uključujući i informacije o lokalnim kotama terena. Pored toga, u cilju postizanja što veće tačnosti, treba izvršiti opservaciju lokacije kako bi se zabeležile informacije o visinama zgrada, ograda i drugih bitnih prepreka prostiranju zvuka, kao i podaci o postrojenju, opremi, uređajima, odnosno protoku vozila i njihovim brzinama na određenoj lokaciji. Nakon što se model kreira, moguć je pregled detalja u različitim bojama, prema karakteru detalja, što obezbeđuje brzu vizuelnu kontrolu preciznosti unetih detalja.

6.3.3. Procena potencijalne opasnosti i očekivanog uticaja buke i vibracija na životnu sredinu

6.3.3.1 Buka izazvana opštim aktivnostima na površinskom kopu

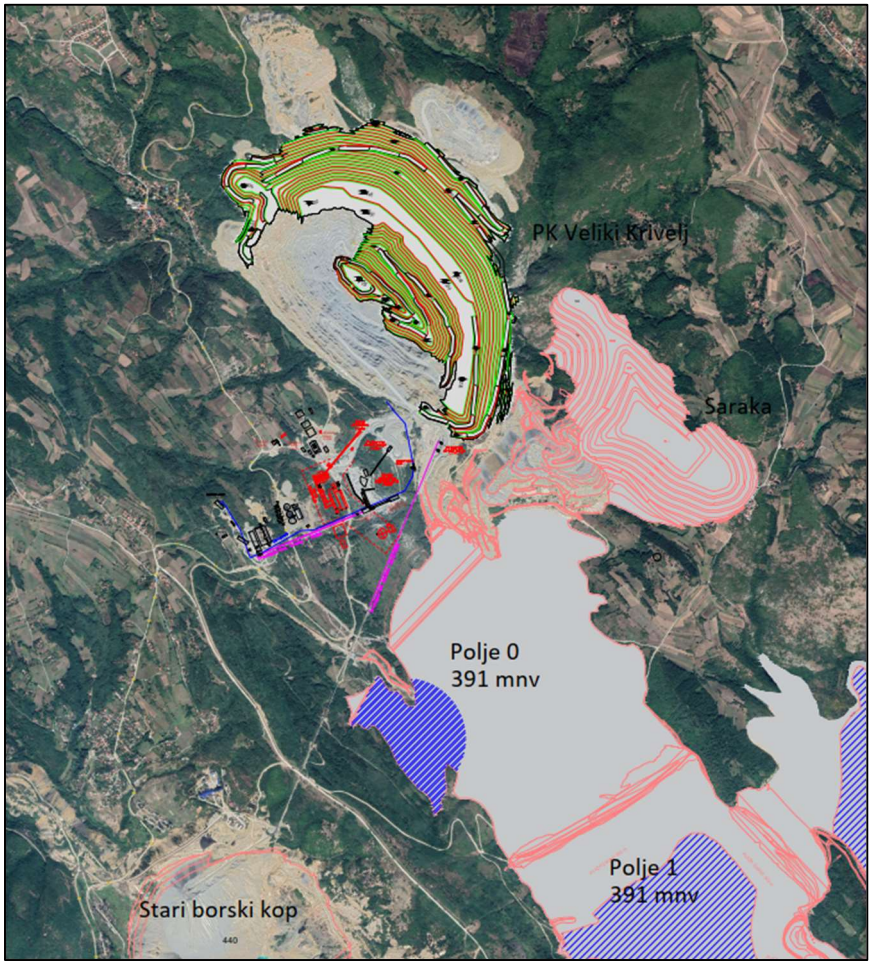
Životni ciklus jednog rudnika diktiran je nizom faktora, zbog čega se njegov razvoj odvija u fazama, prema određenoj dinamici. Svaka faza karakteriše se odgovarajućom stepenom angažovanja opreme, lokacijom i brojem radilišta. Oprema je uglavnom ista po svim fazama, ali njen broj i mesto (lokacija) angažovanja može znatno da se menja u zavisnosti od faze razvoja kopa, ali i u zavisnosti od dinamike radova u okviru iste faze. Procena nivoa buke koja potiče od opštih aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj i odlaganju jalovine na odlagalištima Saraka i stari Borski kop, sprovedena je primenom modela SoundPLAN 8.1 i u okviru njega standarda ISO 9613-2 (identičan sa srpskim standardom SRPS ISO 9613-2). U tabeli 6.6 su prikazani izvori buke koji su obuhvaćeni modelom. Za izbor opreme koja je obuhvaćena modelima na PK Veliki Krivelj i odlagalištima jalovine korišćena je tehnologija opisana u Dopunskom rudarskom projektu proširenja površinskog kopa „Veliki Krivelj" prema severozapadu za kapacitet od $10{,}6\times10^6$ tona rude godišnje.

Shodno angažovanom obimu opreme modeliranje je izvršeno za najnepovoljniju situaciju. To podrazumeva istovremeni rad što većeg broja angažovane opreme (tabela 6.6), shodno konkretnoj situaciji, kao i

transport otkopane rude i jalovine kamionima duž odgovarajućih trasa na površinskom kopu. U konkretnom slučaju modeliranje je urađeno za stanje radova, koje odgovara 4. godini rada (slika 6.8)

Tabela 6.6. Izvori buke koji su obuhvaćeni modeliranjem

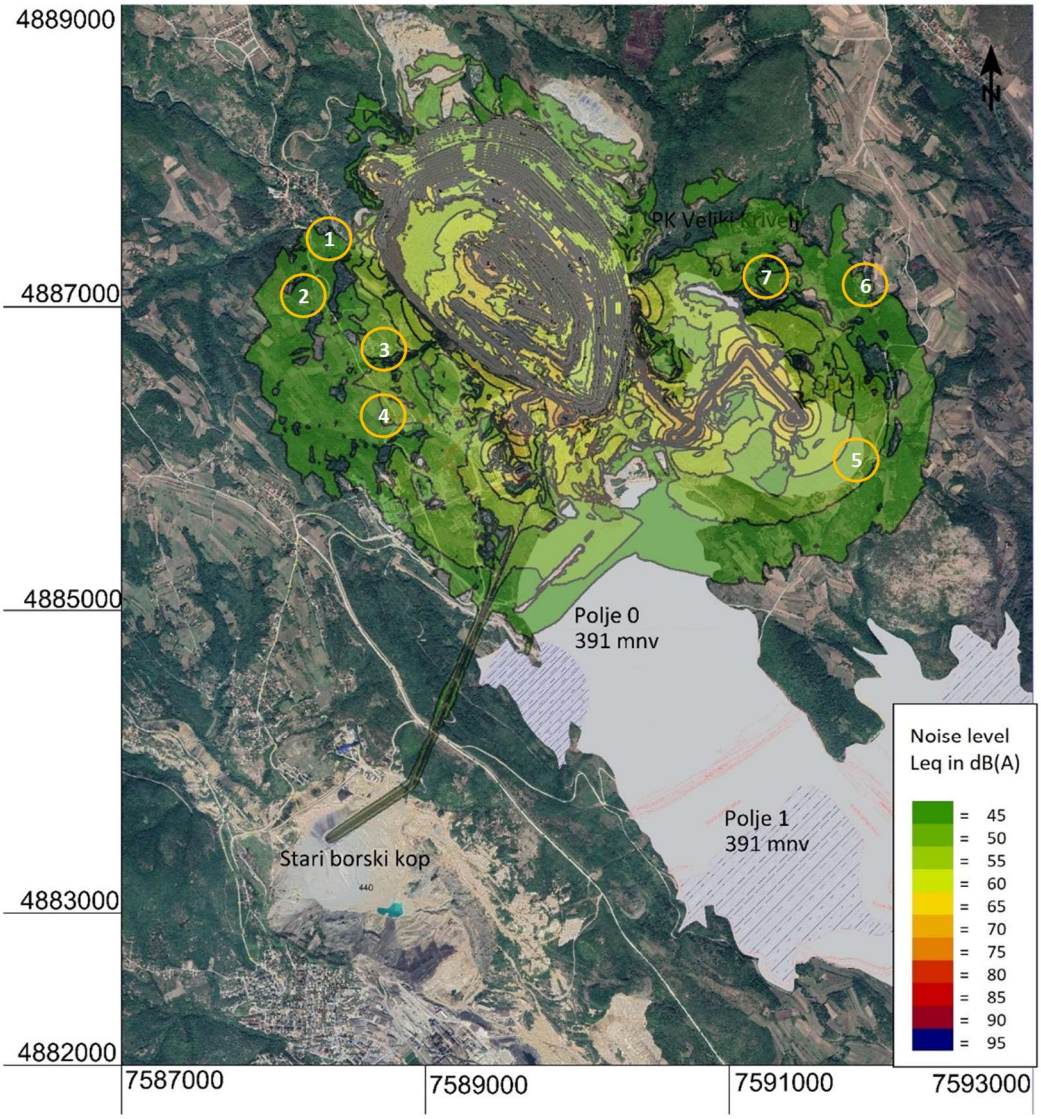
Oprema	Tip opreme	Potreban broj opreme (kom)	Efektivno vreme rada, u toku dana (%)	Nivo zvučne snage po oktavama (dBA)								Ukupni Lw (dBA)	Visina izvora (m)
				63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
				(Hz)									
Komatsu PC 4000	Bager 22 m3	5	85	109	116	111	108	104	100	91	85	110	4
XCMG XDE260 ili TEREX NTE 240	Kamion 240t	17	80	120	120	121	114	110	111	106	107	118	4.3
Utovarač 6m^3		5	70	111	107	106	104	102	99	93	88	107	2,3
Komatsu D375A-8	Buldozer	4	70	104	110	109	109	110	105	102	99	114	
CAT 18M	Grejder 250	3	40	104	110	109	109	110	105	102	99	114	2,3
Cisterna za vodu (CAT 740)	Kamion sa zapreminom cisterne od 30m^3	3	40	112	105	98	96	99	97	92	86	103	2
Atlas Copco Flexiroc D60	Bušilice	4	65	110	113	102	110	102	105	106	115	116	2,3
Primarna drobilica		2	80	106	107	112	113	111	108	104	98	116	3
Sekundarna drobilica		1	80	108	107	107	108	108	104	102	95	112	2,5
Prosejavanje		1	80	99	102	102	98	101	95	96	92	111	2,5
Transporter sa trakom		5	80	91	90	90	94	89	82	72	64	94	1
Pogonske stanice transportera sa trakom		1	80	118	115	113	110	107	104	97	88	112	1,5



Slika 6.8. Stanje radova u 4. godini

Budući da prostor oko PK „Veliki Krivelj“ nije zoniran u smislu Uredbe o buci, za potrebe procene uticaja buke na najbliže stambene objekte koristiće se zona 3 – Čisto stambena naselja, za koju je granična vrednost nivoa buke 55 dB(A) (dan i veče) odnosno 45 dB(A) (noć).

Na bazi podataka dobijenih modeliranjem buke (slika 6.9) konstatovano je sedam ugroženih lokaliteta, pri čemu se četiri nalaze duž lokalne saobraćajnice br. 393, koja se prostire duž zapadne granice P.K. Veliki Krivelj i pripadaju zoni naselja Krivelj, odnosno tri lokaliteta, na istočnoj strani površinskog kopa (odlagalište jalovine Saraka), u zoni naselja Bučje. Svi identifikovani lokaliteti, u pojedinim momentima angažovanja celokupne oprema (Tabela 6.6) – najnepovoljniji scenario, mogu doći pod uticaj buke sa P.K. Veliki Krivelj, i to pre svega u noćnom periodu, kada je maksimalno dozvoljeni nivo buke od 45 dB(A).



Slika 6.9. Kumulativni prikaz procena nivoa buke oko površinskog kopa Veliki Krivelj

Budući da obrađivači Studije nisu upoznati da li se radi o napuštenim ili zaposednutim (povremeno i stalno) stambenim objektima na ugroženim lokalitetima, sa stanovišta zaštite potencijalno ugroženog stanovništa od buke emitovane sa P.K. Veliki Krivelj, u datoj situaciji, bitna su dva momenta:

1. Prikazani rezultati na slici 6.9. predstavljaju najnepovoljniji scenario – istovremeno angažovanje kompletne opreme. Praksa je pokazala da su ovakvi scenariji jako retki, gotovo nemogući, pre svega zbog tehnoloških ograničenja u smislu angažovanja celokupne opreme, a posebno u noćnom periodu, kada je intenzitet radova po pravilu niži;

2. Prekoračenja nivoa buke su konstatovana samo za noćni period, što ostavlja dovoljno mogućnosti da se drugačijom organizacijom aktivnosti tokom noći, ostvari dodatno snižavanje emitovanih nivoa buke.

6.3.3.2 Buka izazvana miniranjem na površinskom kopu – vazdušni udar

Većina stena zahteva miniranje pre iskopavanja u tehnološkim operacijama površinske eksploatacije. Miniranje je jedna od, ako ne i najvažnija tehnološka operacija u većini rudnika, imajući u vidu da ako se ona ne izvodi uspešno, održivost rudnika često je ugrožena. Glavni faktori koji utiču na rezultate miniranja su svojstva eksploziva koja se koristi, količina eksploziva, način punjenja i začepljenja bušotina i redosled aktiviranja istih tokom miniranja, ukupna geometrija minskog polja, kao i struktura stena koje se razaraju.

Vazdušni udari su efekti miniranja na kopovima, koji se manifestuju kao iznenadni, neprijatni, čak zastrašujući zvučni efekti. Ako su visokog intenziteta, pored uznemiravanja stanovništva, mogu da imaju i ozbiljnije štetne posledice na organe sluha, a u određenim slučajevima mogu da izazovu i štete na objektima. Buka koje se opaža tokom eksplozije rezultat je naglog širenja vazduha usled eksplozije, odnosno vazdušnog udara. Vazdušni udar je poremećaj pritiska koji se rasprostire kroz vazduh kao i svaki drugi zvuk i kvantifikuje se na isti način kao i svaki bučni događaj. Zbog impulsivne prirode eksplozije, obično se ove vazdušne manifestacije nazivaju i "nadpritiskom" (privremenim porastom pritiska okolnog vazduha u odnosu na standardni atmosferski pritisak).

Zbog svog kratkotrajnog dejstva, vazdušni udari obično se kreću od 2 do 10 sekundi, kao i zbog svog niskofrekventnog sadržaja, ove manifestacije se često „osete“, kao potres, pre nego što se čuju. Nadpritisak vazduha, meren u ovakvim situacijama, se izražava u decibelima (dB) ili u paskalima (Pa), kada je u putanju SI (metrički) sistem jedinica. Efekti koje nadpritisak može da ima, na ljude i objekte u okruženju, prikazani su u tabeli 6.7.

Tabela 6.7. Tipični efekti nad-pritiska na ljude i objekte

Pa	dB	Tipični efekti
21.000	180	Oštećenje konstrukcije
12.500	176	Pucanje maltera na zidovima
7.000	170	Lom većine stakala na prozorima
700	150	Lom na 1% stakala na prozorima
210	140	Nema loma stakala na prozorima
21	120	Glavobolja kod kontinuiranog zvuka
14	117	Vibracija prozorskih stakala
2,1	100	Zvuk pneumatskog čekića
0,02	60	Normalan govor
$2x10^{-5}$	0	Granica čujnosti

Kako se iz tabele vidi, zvuk ima nepovoljan efekat na ljude i pri manjem intenzitetu od granice loma stakla, što zavisi od njegove učestalosti. Zbog toga se u svetu ograničava dozvoljeni nivo zvuka u granicama od 120-140 dB, zavisno od učestalosti detonacija. Nacionalna regulativa (“Pravilnik o tehničkim normativima pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu”, Sl. List br. 26/1988.god., takođe propisuje dozvoljeni nivo zvuka u funkciji učestalosti detonacija koja se kreće u granicama od 1mbar (134 dB) do 5 mbar (148 dB), što je više od dozvoljene vrednosti u drugim, rudarski razvijenim zemljama. Imajući svetska iskustva u vidu, u tabeli 6.8 data je preporuka graničnih vrednosti nivoa zvučnog udara.

Tabela 6.8. Preporučene granične vrednosti nivoa nad-pritiska vazdušnog udara

Učestanost detonacije	Maksimalno povećanje pritiska		
	(mbar)	(Pa)	(dB)
Svakodnevno po više detonacija	0,21	21	120
Najviše dva puta nedeljno po više detonacija	1,0	100	134
Najviše dve detonacije nedeljno ili ređe	2,0	210	140

U tabeli 6.9 dati su kriterijumi za ocenu efekata miniranja sa stanovišta vazdušnog udara, odnosno nadpritiska, koji se koriste u pojedinim zemljama, širom sveta: (Kanada (Ontario), USA, Australija i UK).

Tabela 6.9. *Kriterijumi za ocenu efekata miniranja sa stanovišta nadpritiska vazdušnog udara*

Tip emisije	Prijemnik	Kriterijumi			
		Ontario[1]	USA[2]	Australia	UK
Vazdušni udar dB(Z)	Stambeni	128	129 (< 6Hz) 133 (< 2Hz) 134 (< 0,1 Hz)	115 (95%)[3] 120 (max)[3]	120[4] 120 (95%)[6] 125 (max)[6]

([1]*Ontario Limits for Quarries (Canada),* [2]*Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement (OSMRE),* [3] *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) Technical Basis for Guidelines to Minimise Annoyance due to Blasting Overpressure and Ground Vibration (ANZECC, 1990),* [4]*British Standard BS5228 (2009) Code of Practice for noise and vibration control on construction and open sites,* [5]*Minerals Technical Advice Note 2: Coal (MTAN), January 2009 (Wales)*)

Na bazi kriterijuma prikazanih u tabeli 6.9, nastali su novi kriterijumi, koje je razvila kompanija RioTinto, za potrebe svog projekta u Gvineji, na osnovu kojih je moguće kvalitativno oceniti nivo uticaja nadpritiska vazdušnog udara u zoni stambenih objekata. Ovi kriterijumi su prikazani u tabeli 6.10. Kriterijumi su prikazani kao 95-percentilne vrednosti. Drugim rečima, u 95% slučajeva miniranja, vrednosti nadpritiska vazdušnog udara će biti jednake ili manje od prikazanih ograničenja sa stanovišta ljudskog komfora u izloženim objektima. Niža ograničenja su postavljena za noćni vremenski period. Ne postoji razlika između neznatnog i umerenog značaja zbog prirode uticaja koji proizlaze iz eksplozije i reakcije receptora.

Tabela 6.10. *Kriterijum za ocenu uticaja nadpritiska vazdušnog udara prilikom miniranja*

Period	Vazdušni udar dB(Z) 95-percentil			
	Bez značaja	Neznatan/Umeren	Veliki	Kritičan
Dan	≤115	>115-125	>125-140	>140
Noć	≤105	>105-115	>115-140	>140

Nivo nadpritiska zavisi od količine eksploziva koji se u određenom momentu inicira i rastojanja od mesta miniranja. Predikcija nivoa nadpritiska vazdušnog udara, za potrebe ove Studije, je urađena primenom jednačine koju je 1993 godine predložio McKenzie[1], sa ciljem da opiše opadanje nivoa vazdušnog udara sa povećanjem rastojanja od mesta iniciranja eksploziva:

$$OP = K - c \cdot log_{10}(\frac{D}{\sqrt[3]{W}})$$

gde su:

OP – nivo nadpritiska (Over-Pressure), očitan sa linearnim odzivom instrumenta, bez frekventnog otežavanja, u dB;
W – maksimalna količina eksploziva koja se jednovremeno minira (po jednom usporenju), u kg,
D – rastojanje od mesta miniranja, u m,
K, c – konstante u zavisnosti od konkretnih uslova miniranja. Za praktičnu upotrebu, za „K“ se koristi vrednost od 165, a za „c“ vrednost od 24.

Na taj način prethodna jednačina dobija oblik:

$$OP = 165 - 24 \cdot log_{10}(\frac{D}{\sqrt[3]{W}})$$

[1] McKenzie, C. K. (1993); Methods of improving blasting operations. In J. A. Hudson (Ed.), Comprehensive Rock Engineering (Vol. 4, pp. 71-94). Oxford, UK: Pergamon Press

Na površinskom kopu „Veliki Krivelj“, u fazi primarnog miniranja koriste se dve vrste eksploziva, AN-FO i Slurry – Majdanit 10, u zavisnosti od karakteristika stena u kojima se trenutno minira. Količine eksploziva koje se jednovremeno iniciraju iznose:

- za AN-FO, 431 kg,
- za Slurry-Majdanit, 478 kg.

Shodno navedenim količinama eksploziva, nivoi nadpritiska, koji se mogu očekivati u zoni stambenih objekata, u okolini površinskog kopa (sedam lokaliteta, slika 6.9), zavisiće od konkretnih rastojanja posmatranih objekata do mesta miniranja. Za date uslove, nivoi nadpritiska koji se u datom momentu mogu očekivati, prikazani su u tabeli 6.11, kao i nivo uticaja prema kriterijumima za ocenu uticaja nadpritiska vazdušnog udara prilikom miniranja (tabela 6.10).

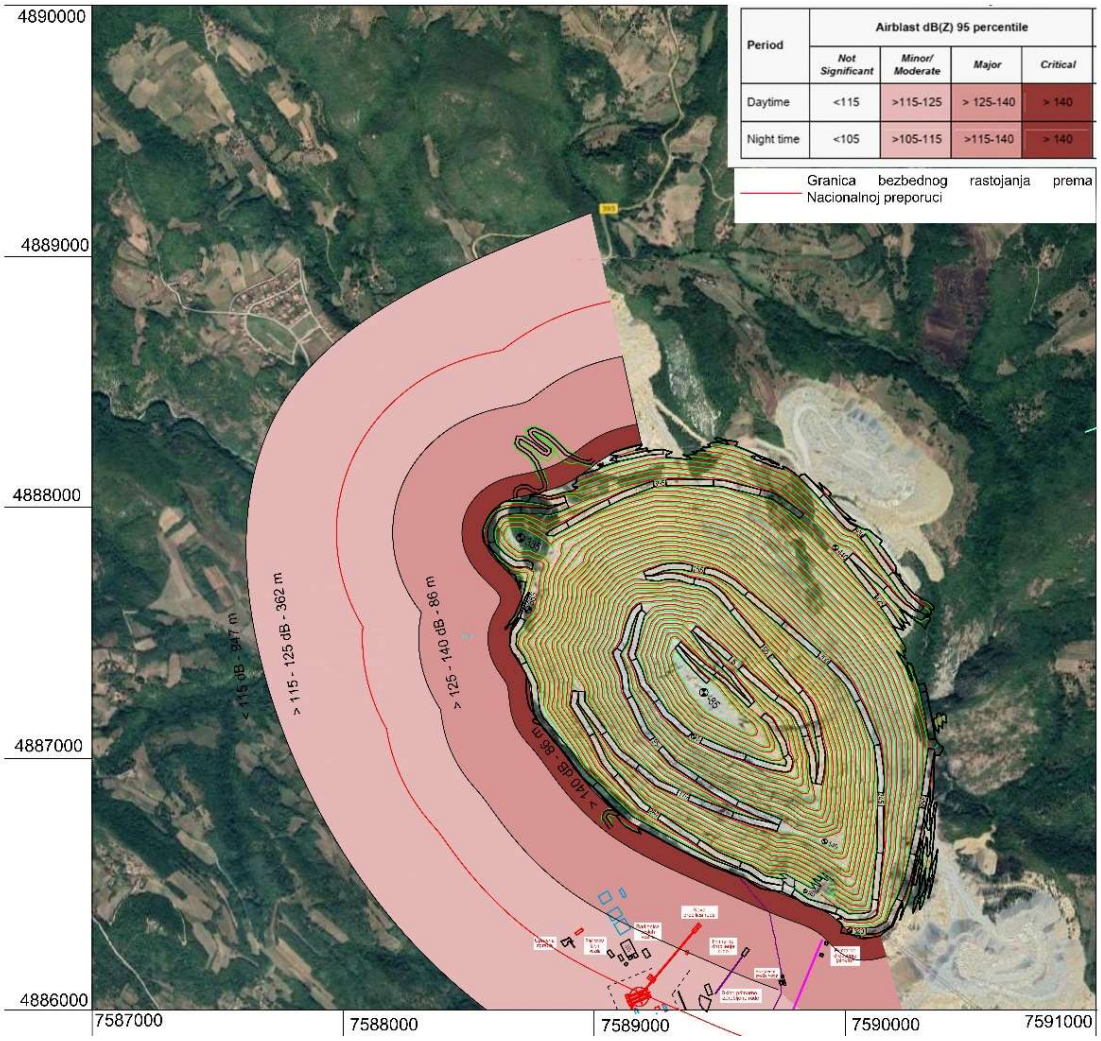
Tabela 6.11. *Nivoi nadpritiska na lokaciji stambenih objekata sa procenjenim nivoom uticaja prema kriterijumima prikazanim u tabeli 6.10.*

Lokaliteti (broj) i njihovo rastojanje od mesta miniranja (D, m)	**Nivoi nad-pritiska (dB(Z))** $OP = 165 - 24 \cdot \log(\frac{D}{\sqrt[3]{W}})$			
	AN-FO (W = 431 kg)		**Majdanit 10 (W = 478 kg)**	
	Dan	**Uticaj**	**Dan**	**Uticaj**
Zapadna strana kopa				
1 (540)	120,5	Neznatan/Umeren	120,8	Neznatan/Umeren
2 (940)	114,7	Bez značaja	115,1	Neznatan/Umeren
3 (820)	116,1	Bez značaja	116,5	Bez značaja
4 (1.440)	110,6	Bez značaja	111,0	Bez značaja
Istočna strana kopa				
5 (3.220)	102,0	Bez značaja	102,3	Bez značaja
6 (3.000)	102,6	Bez značaja	103,0	Bez značaja
7 (2.080)	106,8	Bez značaja	107,2	Bez značaja

Kao što se može videti iz tabele 6.11, objekti koji se nalaze severoistočno - istočno od granice kopa (lokaliteti 1 i 2, slika 6.9) mogu doći pod neznatan do umeren uticaj tokom miniranja, bez obzira na primenjenu vrstu eksploziva. Ovde treba imati u vidu da je ovo najnepovoljniji slučaj, kada se miniranje izvodi neposredno uz granicu kopa, odnosno na najvišim etažama u smeru objekata na severoistočnoj strani.

Na slici 6.10 prikazane su zone uticaja vazdušnog udara, prema kriterijumima iz tabele 6.10, za dnevni period.

Prema preporukama nacionalne regulative, tabela 6.8, nivoi nadpritiska vazdušnog udara, u zavisnosti od vrste primenjenog eksploziva (120,5 dB(Z) AN-FO, odnosno 120,8 dB(Z) Majdanit 10), su na samoj granici, koja iznosi 120 dB, kada su u pitanju objekti na severozapadnoj strani, za planiranu dinamiku miniranja, koja predviđa jedno miniranje dnevno, u toku dnevnog perioda. Na slici 6.10 prikazana je granica bezbednog rastojanja prema nacionalnoj preporuci, koja za datu vrednost od 120 dB iznosi 587 m od konture kopa, računato na bazi veće količine eksploziva (Slurry – Majdanit 10).



Slika 6.10. Zone nivoa uticaja prema kriterijuma iz tabele 6.10, za dnevni period (za veću količinu eksploziva, Majdanit 10)

6.3.3.3 Vibracije – seizmičko dejstvo

Utvrđivanje uticaja koji potiču od vibracija, kao posledica seizmičko dejstva primene miniranja na P.K. Veliki Krivelj, generalno posmatrano, obuhvata nekoliko koraka:

- utvrđivanje objekata u okolini miniranja koje treba štititi od potresa,
- na bazi prirode i konstruktivnih karakteristika objekta određuje se dozvoljena brzina oscilovanja tla na mestu objekta primenom nekog od raspoloživih svetskih odnosno evropskih standarda, budući da Srbija, još uvek, nema propise kojima je uređena oblast seizmičke zaštite pri miniranju. Sa tog stanovišta, najčešće, se u našoj rudarskoj praksi koristi nemački standard DIN 4150 (tabela C.6);
- određivanje rastojanje objekta od mesta izvođenja miniranja,
- proračun količine eksploziva, tj. broj bušotina koji se istovremeno smeju inicirati a da brzina oscilovanja na mestu objekta ne prekorači dozvoljenu brzinu; Ako u okolini ima više objekata koje treba štititi, proračun se sprovodi za sve objekte, pa se primenjuje najmanja dobijena količina eksploziva po jednom intervalu,
- određivanje intervala usporenja koji neće dozvoliti preklapanje potresa iz različitih intervala usporenja, i

- merenje potresa izazvanih miniranjem na mestu objekta utvrđuje se da li brzina oscilovanja premašuje dozvoljenu brzinu oscilovanja objekta koji se štite; Pri tome se u pojedinim zemljama kontroliše da rezultujuća brzine ne prekorači dozvoljenu granicu, a u drugim da svaka komponenta brzine pojedinačno ne prekorači dozvoljenu granicu.

Budući da je očito bolje unapred znati hoće li vibracije kao posledice miniranja biti prekomerne, a ne samo registrovati ih sa nadom da neće doći do oštećenja objekata, metoda predviđanja i kontrole potresa, predstavljene u nastavku, predstavljaju osnovu efikasnih, a pri tom sigurnih i odgovornih miniranja.

Utvrđivanje uticaja seizmičkog dejstva na bazi poznavanja zakona oscilovanja tla

Ova metode kontrole počiva na konkretnim podacima monitoringa pojedinih parametara seizmike miniranja i reakcije tla (brzina pomeranja tla, ubrzanje, veličina pomeranja, frekventni spektar vibracija). Budući da počiva na konkretnim - izmerenim podacima, ovaj vid kontrole potresa je ujedno i najprecizniji. Na ovaj način prikupljeni podaci, upareni sa podacima o upotrebljenim količinama eksploziva i udaljenostima osetljivih objekata u odnosu na mesto miniranja, pružaju mogućnost analize na takav način da oni postanu pokazatelji efekata potresa budućih miniranje, a ne samo zapis prošlih događaja.

Za uspostavljanje korelacione veze između navedenih podataka, pre svih brzine oscilovanja tla i tri osnovna uticajna parametra na njenu veličinu (količina eksploziva, osobine tla (stena) i rastojanje od mesta miniranja), razvijeno je u svetu više matematičkih modela. Matematički model, koji je najšire primenjen u svetu, a koji se pokazao odgovarajući i za naše uslove, predstavlja Zakon oscilovanja tla i ima sledeći oblik :

$$V = k \cdot R_R^{-n} \ (\frac{mm}{s})$$

V – prognozirana brzina oscilovanja tla, mm/s

k, n – koeficijenti koji karakterišu osobine tla i primenjenu tehnologiju miniranja i određuju se merenjem,

R_R - redukovano rastojanje

Redukovano rastojanje predstavlja odnos rastojanja od mesta miniranja do mernog mesta (ili osetljivog objekta od interesa) i maksimalne količine eksploziva, inicirane u intervalu usporenja od Δt = 8 ms. Izračunava se na sledeći način:

$$R_{r.8ms} = \frac{R}{\sqrt{Q_{8ms.max}}}, (\frac{m}{kg})$$

R – rastojanje od mesta miniranja do mernog mesta, m

$Q_{8ms.max}$ - maksimalna masa eksploziva koja se inicira u intervalu usporenja od Δt = 8 ms , kg

$R_{r.8ms}$ – redukovano rastojanje, m/kg

Drugim rečima, zakon oscilovanja tla se može napisati u obliku:

$$V = k \cdot \left(\frac{R}{\sqrt{Q_{8ms.max}}}\right)^{-n} = k \cdot {R_{r.8ms}}^{-n}, (\frac{mm}{s})$$

Ukoliko su seizmičke karakteristike tla iste u svim pravcima, za regulisanje potresa može da se koristi jedan zakon oscilovanja, a ukoliko nisu, moraju se za različite pravce utvrditi i koristiti odgovarajući zakoni oscilovanja.

Da bi se osigurala pouzdanost jednačine, formula prigušenja se mora statistički prilagoditi na nivo pouzdanosti od 95%, a koeficijent korelacije (r^2) podataka ne sme biti manji od 0,7. Standardno odstupanje koje se koristi za utvrđivanje nivoa pouzdanosti mora biti što bliže nuli. Zapravo u praktičnim uslovima nije verovatno da će standardno odstupanje biti manje od 0,2, ali ne bi smelo biti mnogo veće od 0,5.

Nakon što se utvrdi zakon oscilovanja tla, odnosno na bazi njega vrednosti koeficijenata *k* i *n*, širina **zone seizmičkog uticaja miniranja** ($R_{gr.}$), može da se odredi prema izrazu:

$$R_{gr} = \sqrt{Q_{8ms.max}} \cdot \left(\frac{k}{V_i}\right)^{\frac{1}{n}}$$

R_{gr} – širina zona seizmičkog uticaja miniranja

V_i – granične vrednosti za brzine oscilovanja tla za procenu dejstva kratkotrajnih vibracija na objekte, prema DIN 4150 (tabela 6.12)

Tabela 6.12. *Granične vrednosti za brzine oscilovanja V_i za procenu dejstva kratkotrajnih vibracija na objekte prema DIN 4150*

Red	Tip objekta	Granične vrednosti za brzinu oscilovanja V_i (mm/s)			
		Temelj objekta			Ravan najviše tavanice
		Frekvencije			
		1Hz do 10Hz	10 Hz do 50 Hz	50 do 100 Hz*	Sve frekvencije
1	Zanatski, industrijski i objekti slične konstrukcije	20	20 do 40	40 do 50	40
2	Stambeni objekti i njima po konstrukciji ili po nameni slične građevine	5	5 do 15	15 do 20	15
3	Objekti koji zbog svoje posebne osetljivosti na vibracije ne potpadaju pod kategorije red 1 ili 2 (npr. spomenici pod zaštitom)	3	3 do 8	8 do 10	8
* Kod frekvencija iznad 100 Hz uzima se granična vrednosti za najmanje 100 Hz					

Utvrđivanje uticaja seizmičkog dejstva bez poznavanja zakona oscilovanja tla

U situacijama kada se ne raspolaže podacima monitoringa seizmike miniranja, moguće je primeniti konzervativniji pristup za određivanje zone seizmičkog uticaja miniranja (R_{gr}). On se temelji na bazi faktora redukovanog rastojanja (D_R) (tabela 6.13), prema jednačini:

$$R_{gr} = D_r \cdot \sqrt{Q_i}\,, (m)$$

gde su:

R_{gr} – širina zone seizmičkog uticaja (m)

D_R – faktor redukovanog rastojanja

Q_i - količina eksploziva koja se sme istovremeno inicirati, odnosno sa istim vremenskim usporenjem, (kg)

Tabela 6.13. *Faktor redukovanog rastojanja*

Rastojanje objekata od mesta miniranja, (m)	Faktor redukovanog rastojanje (D_r)
0-100	23
100-1500	25
>1500	30

Koncept „faktora redukovanog rastojanja“ je rezultat dugogodišnjeg praćena uslova i efekata miniranja širom USA, od strane Kancelarije za površinsku eksploataciju i rekultivaciju, američkog Departmana za unutrašnje poslove (Office of Surface Mining Reclamation and Enforcement – OSMRE). USA propisi dozvoljavaju primenu na ovaj način dobijenih rastojanja u kontroli potresa, bez stalnog seizmičkog merenja nivoa potresa i bez utvrđivanja zakona oscilovanja tla.

Ovakav pristup ima određene prednosti:

- nije potreban monitoring,
- kontrola se zasniva samo na bazi faktora redukovanog rastojanja,
- minimalni troškovi.

Međutim, prilikom njegove primene treba imati u vidu i određene nedostatke ovakvog pristupa:

- prilično je restriktivan,
- nije vezan za konkretne brzine oscilovanja tla, što ga čini najneefikasnijom zaštitom u slučaju pritužbi građana, odnosno oštećenih lica,
- neće pomoći u identifikovanju mogućih problema u vezi sa miniranjem.

Shodno rečenom, postupak kontrole potresa bez poznavanja zakona oscilovanja tla može da se koristi na kopovima kao početni postupak kontrole sve dok ne počne da smeta normalnom odvijanju procesa miniranja (u vidu maksimalno dozvoljenih količina eksploziva po intervalu miniranja) ili se ne uoče posledice potresa na objektima. Pri tome je nužno vršiti periodična merenja.

Određivanje seizmičkih zona uticaja miniranja

1. Na bazi poznavanja zakona oscilovanja tla

Radi kontinuiranog i realnog sagledavanja uticaja seizmičkih potresa pri izvođenju miniranja na objekte i infrastrukturu u okruženju površinskog kopa Veliki Krivelj, 2017. godine instaliran je real-time sistem monitoringa uticaja seizmičkih potresa (Digitexx Data Systems,Inc.). Sistem seizmičkog monitoringa omogućava kontinualno (real-time) (24/7) praćenje parametara seizmičkih potresa (brzina, ubrzanje, pomeranje, frekventni spektar vibracija). Na osnovu rezultata tih merenja Tehnički fakultet u Boru od 2017. godine za svaku kalendarsku godinu radi - Eaborat o analizi rezultata monitoringa seizmčkih efekata pri izvođenju miniranja na površinskom kopu „Veliki Krivelj“. U nastavku teksta prikazani rezultati se baziraju na elaboratima iz 2022. godina (sva četiri kvartala) i 2023. godina (prva dva kvartala)

Ispitivanja su vršena na 5 mernih mesta (tabele 6.14. i 6.15. i slika 6.11 i 6.12), na kojima je postavljena oprema za kontinualni monitoring (real-time 24/7). Merenja su obuhvatila praćenje:

- parametara seizmičkih potresa (brzina, ubrzanje, pomeranje, frekventni spektar vibracija),
- vazdušnih udarnih talasa,
- reakcije pukotina pod uticajem seizmičkih potresa i klimatskih faktora i
- klimatskih parametara (temperature i vlažnosti vazduha).

Tabela 6.14. Koordinate mernih mesta za prva tri kvartala 2022. godine

Merno mesto	MM 1	MM 2	MM 3	MM 4	MM 5
Objekat	Kuća Trujića	Crkva	Škola	Kuća Nikolića	Kuća Bogdanovića
Y	7588369. 6	7 588 204. 2	7 588 083. 8	7588746. 8	7588049. 4
X	4887645. 4	4 887 830. 0	4 887 757. 1	4886914. 9	4888390. 7
Z	326. 9	324	325	372. 1	374. 0

Tabela 6.15. Koordinate mernih mesta za četvrti kvartal 2022. god. i prva dva kvartala 2023. god.

Merno mesto	MM 1	MM 2	MM 3	MM 4	MM 5
Objekat	Kuća Trujića	Crkva	Škola	Kuća Nikolića	Penzionerski dom
Y	7588369. 6	7 588 204. 2	7 588 083. 8	7588746. 8	7588049. 4
X	4887645. 4	4 887 830. 0	4 887 757. 1	4886914. 9	4888390. 7
Z	326. 9	324	325	372. 1	374. 0



Slika 6.11. Merna mesta za ispitivanje seizmičkog dejstva za prva tri kvartala 2022. godine



Slika 6.12. Merna mesta za ispitivanje seizmičkog dejstva za četvrti kvartal 2022. god. i prva dva kvartala 2023. god.

Tokom 2022. godine analizirano je:

1. Kvartal (januar-mart): analizirano 112 minskih serija. Zbog dobijanja što preciznijih rezultata u vezi sa seizmičkim uticajem na okolne objekte, sve minske serije su podeljene u četiri grupe (A, B, C i D). U nastavku teksta prikazani su rezultati za minske serije iz grupe A i D, jer se nalaze najbliže stambenim objektima na zapadnoj strani kopa. Na bazi navedenih podataka, za minske serije iz grupe A, odnosno D, određen je zakon oscilovanja tla, za nivo pouzdanosti (poverenja) od 95 %, u obliku:

$$V_{95} = 2305 \cdot R_{r.8ms}^{-1.892} \qquad V_{95} = 154.65 \cdot R_{r.8ms}^{-1.285}$$

Širine zona seizmičkog uticaja miniranja oko minskih serija iz grupe A i D, za maksimalno dozvoljenu brzinu oscilovanja tla od V_{doz} = 5 mm/s, i odgovarajuću prosečnu vrednost maksimalne masa eksploziva inicirane u okviru vremenskog intervala od 8 ms: $Q_{8ms.sr.}$ = 503 kg eksploziva, iznose (slika 6.13):

$$R_{gr.A} = 576\ m \qquad R_{gr.D} = 305\ m$$



Slika 6.13. *Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu januar-mart 2022. godine*

2. Kvartal (april-jun): analizirano 162 minskih serija. Zbog dobijanja što preciznijih rezultata u vezi sa seizmičkim uticajem na okolne objekte, sve minske serije su podeljene u četiri grupe (A, B, C i D). Na bazi navedenih podataka, za minske serije iz grupe A i D, određen je zakon oscilovanja tla, za nivo pouzdanosti (poverenja) od 95 %, u obliku:

$$V_{95} = 357.66 \cdot R_{r.8ms}^{-1.478}$$

Širina zone seizmičkog uticaja miniranja oko minskih serija grupe A i D, za maksimalno dozvoljenu brzinu oscilovanja tla od V_{doz} = 5 mm/s, i odgovarajuću prosečnu vrednost maksimalne masa eksploziva inicirane u okviru vremenskog intervala od 8 ms: $Q_{8ms.sr.}$ = 494,6 kg eksploziva, iznosi (slika 6.14):

$$R_{gr.} = 400\ m$$



Slika 6.14. *Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu april-jun 2022. godine*

3. Kvartal (jul-septembar): analizirano 147 minskih serija. Zbog dobijanja što preciznijih rezultata u vezi sa seizmičkim uticajem na okolne objekte, sve minske serije su podeljene u četiri grupe (A, B, C i D). U nastavku teksta prikazani su rezultati za minske serije iz grupe B i C. Na bazi navedenih podataka, za minske serije iz grupe B i C, određen je zakon oscilovanja tla, za nivo pouzdanosti (poverenja) od 95 %, u obliku:

$$V_{95} = 1.9608 \cdot R_{r.8ms}^{-0.377}$$

Linija poverenja od 95 % (V95), data prethodnim izrazom, u konkretnom slučaju, za treći kvartal 2022. godine, neće biti primenjena za utvrđivanje širine zone seizmičkog uticaja miniranja, kao što je to bio slučaj u prethodnim kvartalima, imajući u vidu izuzetno nisku vrednost indeksa determinacije od R^2 = 0,0533.



Slika 6.15. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu jul-septembar 2022. godine

4. Kvartal (oktobar-decembar): analizirano 195 minskih serija. Zbog dobijanja što preciznijih rezultata u vezi sa seizmičkim uticajem na okolne objekte, sve minske serije su podeljene u četiri grupe (A, B, C i D). U nastavku teksta prikazani su rezultati za minske serije iz grupe A+B (slika 6.16.). Na bazi navedenih podataka, za minske serije iz grupe A+B, određen je zakon oscilovanja tla, za nivo pouzdanosti (poverenja) od 95 %, u obliku:

$$V_{95} = 0.5398 \cdot R_{r.8ms}^{-0.019}$$

Međutim, dobijeni izraz se ne može koristiti za pouzdanu prognozu brzina oscilovanja tla, imajući u vidu negativne ili veoma male vrednosti eksponenata n, kao i gotovo zanemarljive vrednosti koeficijenata regresije R^2. Prema tome, prethodno utvrđeni zakoni oscilovanja ne omogućavaju da se, za određenu maksimalno dozvoljenu brzinu oscilovanja tla, utvrdi odgovarajuća maksimalna masa eksploziva po intervalu usporenja, ili da se utvrdi širina zone seizmičkog uticaja miniranja.



Slika 6.16. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu oktobar-decembar 2022. godine

Tokom 2023. godine analizirano je:

1. Kvartal (januar-mart): analizirano 221 minskih serija. Zbog dobijanja što preciznijih rezultata u vezi sa seizmičkim uticajem na okolne objekte, sve minske serije su podeljene u četiri grupe (A, B, C i D). U nastavku teksta prikazani su rezultati za minske serije iz grupe B+C (slika 6.17.). Na bazi navedenih podataka, za minske serije iz grupe B+C, određen je zakon oscilovanja tla, za nivo pouzdanosti (poverenja) od 95 %, u obliku:

$$V_{95} = 1.8407 \cdot R_{r.8ms}^{-0.443}$$

Međutim, dobijeni izraz se ne može koristiti za pouzdanu prognozu brzina oscilovanja tla, imajući u vidu negativne ili veoma male vrednosti eksponenata n, kao i gotovo zanemarljive vrednosti koeficijenata regresije R^2. Prema tome, prethodno utvrđeni zakoni oscilovanja ne omogućavaju da se, za određenu maksimalno dozvoljenu brzinu oscilovanja tla, utvrdi odgovarajuća maksimalna masa eksploziva po intervalu usporenja, ili da se utvrdi širina zone seizmičkog uticaja miniranja.



Slika 6.17. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu januar-mart 2023. godine

2. Kvartal (april-jun): analizirano 268 minskih serija. Zbog dobijanja što preciznijih rezultata u vezi sa seizmičkim uticajem na okolne objekte, sve minske serije su podeljene u četiri grupe (A, B, C i D). U nastavku teksta prikazani su rezultati za minske serije iz grupe A+D (slika 6.18.). Na bazi navedenih podataka, za minske serije iz grupe A+D, određen je zakon oscilovanja tla, za nivo pouzdanosti (poverenja) od 95 %, u obliku:

$$V_{95} = 367.01 \cdot R_{r.8ms}^{-1.376}$$

Dati izraz se može koristiti za relativno pouzdanu prognozu brzina oscilovanja tla, odnosno za utvrđivanje odgovarajućih maksimalno dozvoljenih masa eksploziva po intervalu usporenja, ili za utvrđivanje širina zone seizmičkog uticaja miniranja. Širina zone seizmičkog uticaja miniranja oko minskih serija grupe D, za maksimalno dozvoljenu brzinu oscilovanja tla od V_{doz} = 5 mm/s, i odgovarajuću prosečnu vrednost maksimalne masa eksploziva inicirane u okviru vremenskog intervala od 8 ms: $Q_{8ms.sr.}$ = 515,6 kg eksploziva, iznosi:

$$R_{gr,D} = 516\ m$$

Koristeći dobijene zakone oscilovanja za prethodni period (2022. god. i 2023. god.), na bazi grupa D minskih serija, koje prostorno najviše odgovaraju lokaciji proširenja površinsko kopa Veliki Krivelj, širine zona seizmičkog uticaja, za uslove predmetne studije, su prikazane u tabeli 6.16.

Tabela 6.16. Širine zona seizmičkog uticaja na bazi zakona oscilovanja tla, utvrđenih u prethodnom periodu

Godina	Kvartal	Zakon oscilovanja	Količina eksploziva koja se jednovremeno minira (kg)	Širina zone seizmičkog uticaja (m)
2022	Januar-Mart	$V_{95} = 154.65 \cdot R_{r.8ms}^{-1.285}$	478*	316
	April – Jun	$V_{95} = 357.66 \cdot R_{r.8ms}^{-1.478}$	478	393
2023	April-Jun	$V_{95} = 367.01 \cdot R_{r.8ms}^{-1.376}$	478	496

*Usvojena je veća količina eksploziva (Slurry – Majdanit) koja se jednovremeno minira



Slika 6.18. Položaj mernih mesta, minskih serija i granica zona seizmičkog uticaja miniranja, u periodu april-jun 2023. Godine

2. Na bazi faktora redukovanog rastojanja

Kada je u pitanju potencijalni uticaj miniranja u vezi sa predmetnom Studijom, razumljivo je da se ne može raspolagati podacima monitoringa seizmičkih parametara miniranja, za situacije koje tek treba da se dese. U takvim slučajevima širine potencijalnih zona seizmičkih uticaja mogu da se odrede i na bazi faktora redukovanog rastojanja. Kako je već navedeno, širina potencijalne zone seizmičkih uticaja miniranja, u ovom slučaju, računa se prema obrascu

$$R_{gr} = D_r \cdot \sqrt{Q_i}\,, (m)$$

gde su:

R_{gr} – širina zone seizmičkog uticaja (m)

D_r – faktor redukovanog rastojanja (tabela C.7) – budući da se svi ugroženi objekti nalaze u intervalu rastojanja od 100 - 1500 m, usvojen je faktor redukovanog rastojanja 25.

Q_i - količina eksploziva koja se sme istovremeno inicirati, odnosno sa istim vremenskim usporenjem (kg). – prema podacima iz Projekta, koji je predmet ove studije o proceni uticaja, usvojena je veća količina eksploziva od 478 kg (Slurry-Majdanit).

Iz toga sledi da je širina potencijalne zone seizmičkih uticaja miniranja, na bazi projektovane jednovremene količine eksploziva (478 kg) :

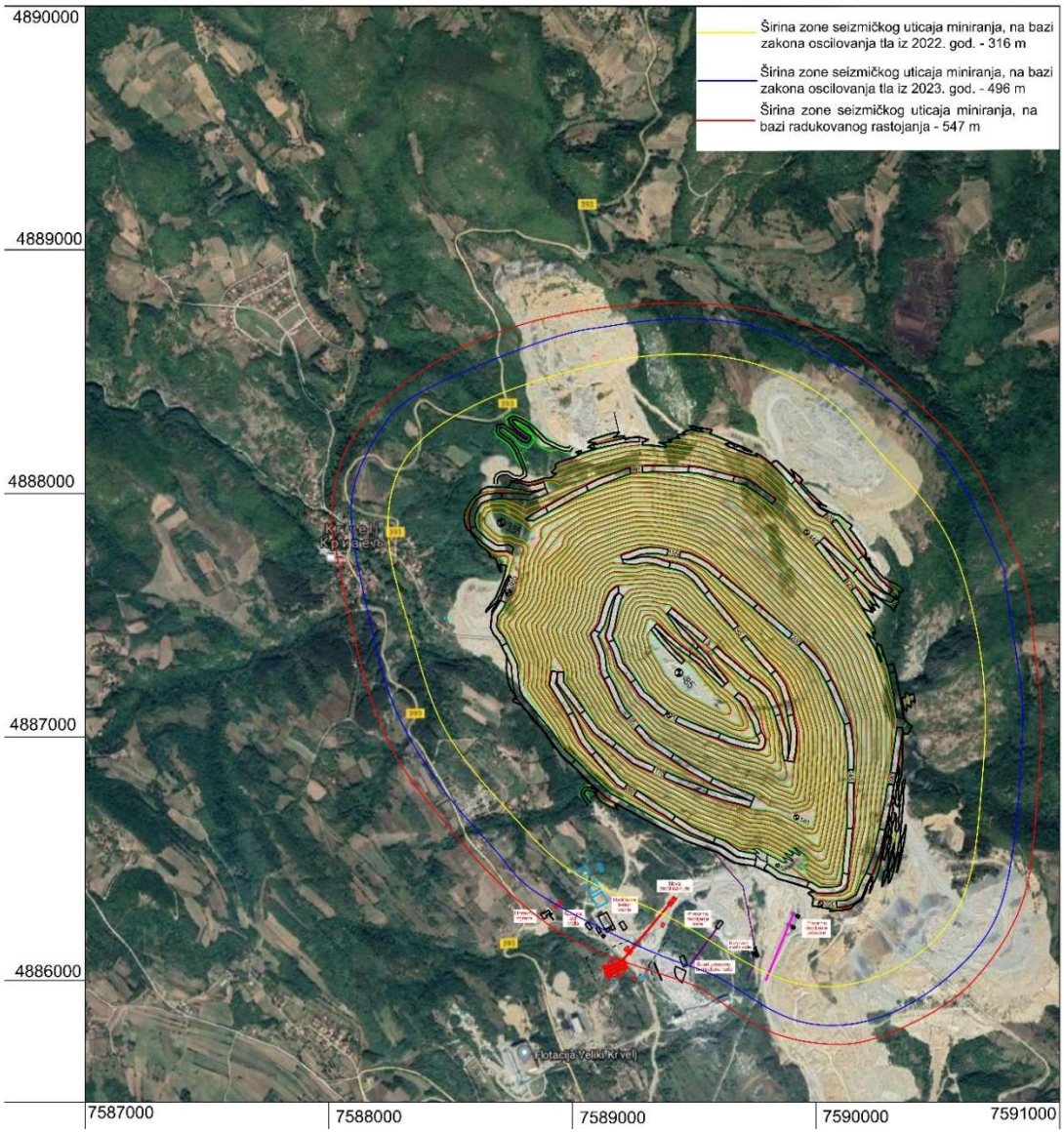
$$R_{gr,A,2022} = 25 \cdot \sqrt{478}, (m), odnosno$$
$$R_{gr,A,2022} = 546{,}6\ m, usvojeno\ 547\ m\,,$$

Ukoliko se ova vrednost uporedi sa vrednostima dobijenim na bazi zakona oscilovanja iz 2022. g. , odnosno iz 2023. g., (minske serije iz grupe D), može se zaključiti sledeće:

- Širina zone seizmičkog uticaja miniranja, na bazi zakona oscilovanja tla iz 2022. god., se kreće od 316 m do 393 m, odnosno od 58% do 72% širine zone dobijene na bazi faktora redukovanog rastojanja;
- Širina zone seizmičkog uticaja miniranja, na bazi zakona oscilovanja tla iz 2023. god., iznosi 496 m, što je 91% širine zone dobijene na bazi faktora redukovanog rastojanja.

Ovo ide u prilog napred iznetoj činjenici da je ova metoda najrestriktivnija, odnosno da se može upotrebiti sa stanovišta početnog postupka kontrole, do momenta dok se ne stvore uslovi da se dobijena širina zone seizmičkih uticaja miniranja zaista i proveri na terenu, za konkretne uslove. Veće vrednosti širine zone seizmičkih uticaja će svakako pružiti veću sigurnost sa stanovišta procene potencijalnog uticaja miniranja na okolne objekte.

Na slici 6.19 prikazane su potencijalne zone seizmičkih uticaja miniranja, za uslove eksploatacije iz predmetne Studije, a na bazi zakona miniranja iz prethodnog perioda (2022-2023), kao i na bazi faktora redukovanog rastojanja.



Slika 6.19. Potencijalne zone seizmičkih uticaja miniranja, za uslove eksploatacije iz predmetne Studije, na bazi zakona miniranja iz prethodnog perioda (2022-2023)

6.3.3.4 Određivanje zone razletanja komada pri miniranju

Zaštita od letećih komada stene ogleda se u tome da se definiše maksimalan očekivani domet letećih komada stene od mesta miniranja u pravcu dejstva minskih punjenja, unutar koje treba preduzeti određene mere zaštite. Ljudi unutar te zone za vreme miniranja moraju da budu u dovoljno sigurnim zaklonima, a oprema koja može biti oštećena treba da se ukloni najmanje na polovini tog rastojanja ili da se zaštiti dovoljno sigurnim pokrivkama ili zaklonima.

Razletanje pojedinačnih komada zavisi gotovo od svih minerskih parametara: specifične potrošnje eksploziva, prečnika bušotine, tj. prečnika eksplozivnog punjenja, linije najmanjeg otpora, dužine čepa u bušotini i vremena usporenja. Pored minerskih parametara na procenu radijusa zone dometa letećih komada utiču i drugi faktori, kao što su: geološki parametri, morfologija terena i dr.

Maksimalni domet letećih komada može da se odredi po izrazu:

$$R_{raz} = 1.000 \cdot \eta_e \cdot \sqrt{\frac{f}{1+\eta_č} \cdot \frac{D_b}{A}}\ ,(m)$$

gde su:

η_e-koeficijent punjenja bušotine eksplozivom (odnos dužine stuba eksploziva i dužine bušotine),

$\eta_e = l_e/L_b = 0{,}58$

f - koeficijent čvrstoće stene po Protođakonovu, (6)

$\eta_č$ - koeficijent punjenja čepa (odnos stvarne dužine čepa i prostora za začepljenje),

$\eta_č = l_č/L_b = 0{,}318$

D_b - prečnik bušotine, (251 mm)

A - razmak između bušotina u redu, (7,0 m).

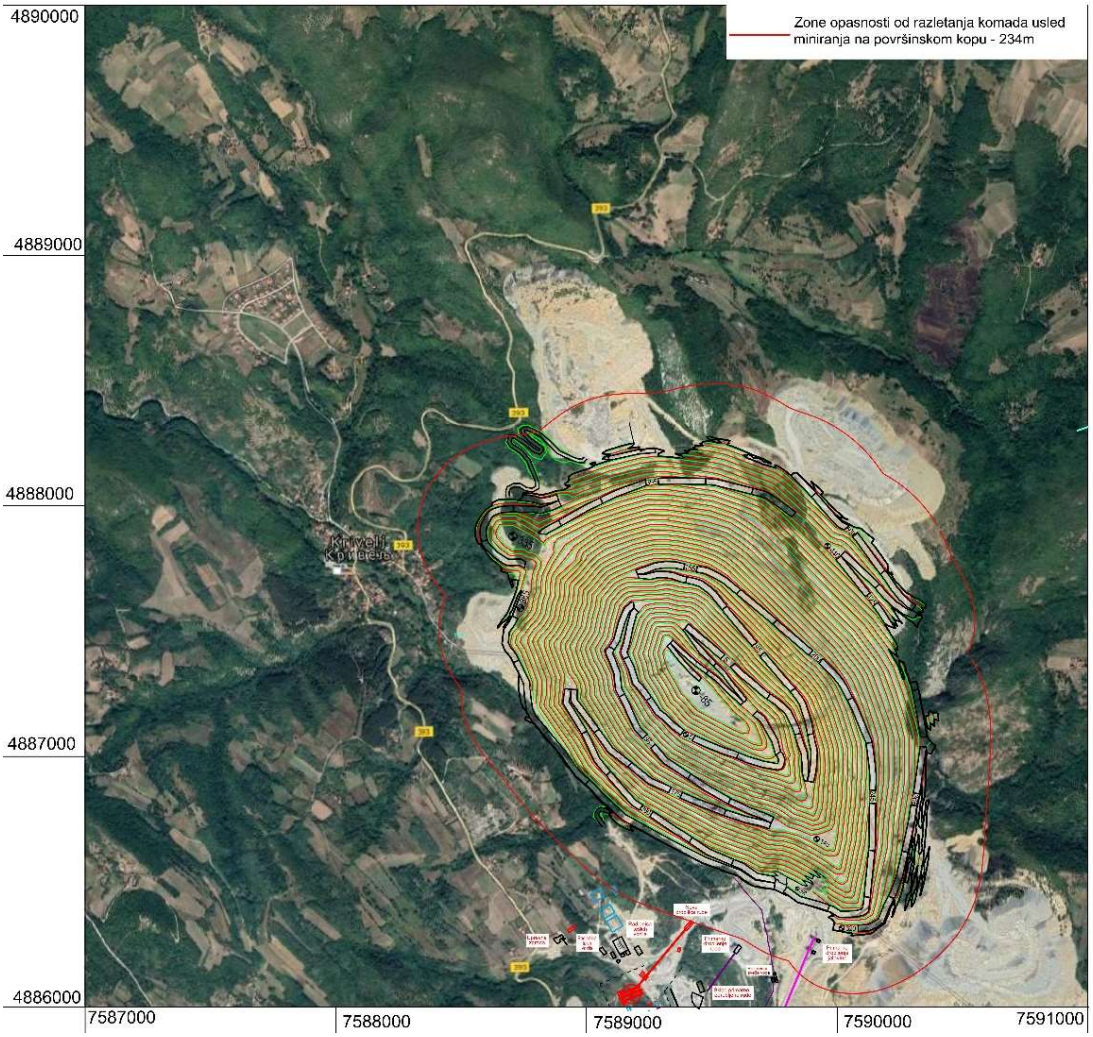
Za miniranje prečnicima od 251 mm i potpunog začepljenja bušotina, maksimalni domet letećih komada po navedenom izrazu iznosi:

$$R_{raz} = 1.000 \cdot 0{,}58 \cdot \sqrt{\frac{6}{1+0{,}318} \cdot \frac{0{,}251}{7}}\ ,(m)$$

$$R_{raz} = 234\ (m)$$

Shodno proračunu, usvaja se zona opasnosti od letećih komada u pravcu odbacivanja materijala R_{raz} = 234 m. Na slici 6.20 prikazana je zona opasnosti od razletanja komada stena u pravcu odbacivanja materijala.

Kao što se može videti sa slike 6.20, objekti na severozapadnoj, odnosno na zapadnoj strani kopa neće biti pod uticaja eventualnog razletanja komada stena tokom faze miniranja. Ovoj konstataciji ide u prilog i činjenica da će u zoni miniranja najbližoj ovim stambenim objektima, odbacivanje komada biti u smeru suprotnom od njih odnosno u smeru prema kopu a prema projektovanoj šemi miniranja odnosno iniciranja.



Slika 6.20 Zona opasnosti od razletanja komada usled miniranja na površinskom kopu

6.4. Analiza uticaja na kvalitet podzemnih i površinskih voda

6.4.1. Normirane vrednosti

Zakonska regulativa koja se odnosi na vode, usaglašavana sa dokumentima Evropske unije, obuhvatala je sledeća dokumenta:

1. Zakon o vodama ("Sl. glasnik RS", br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon),
2. Uredba o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 24/2014),
3. Pravilnik o referentnim uslovima za tipove površinskih voda (Sl.glasnik RS, 67/2011),
4. Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016),
5. Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl.glasnik RS, 74/2011),
6. Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl.glasnik RS, br.50/2012).

S obzirom na veliki broj dokumenata i kvantitativnih vrednosti parametara koji definišu kvalitet površinskih i podzemnih voda, a i činjenice da ima i u njima nekih neusaglašenosti, ovde je orjentacije radi ostavljen deo Uredbe o klasifikaciji voda (Sl. glasnik SRS br.5/68 i 33/75) da bi se sagledao pojam klasa voda vodotoka. U njoj su definisane četiri klase, a vode koje su imale vrednosti zahtevanih parametara preko maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) za klasu IV bile su vanklasnog stanja (VK). U novim dokumentima definisano je pet klasa, gde je klasa V zapravo po kvalitetu sa vrednostima MDK koje su VK po starom. Granične vrednosti (GV), a ranije MDK za pojedine parametre, shodno kojima se vode i svrstavaju u određenu klasu, sistematizovani su i tabelarno prikazani u prethodno navedenim dokumentima (tabela 6.17).

U Uredbi o klasifikaciji voda (Sl. glasnik SRS br.5/68 i 33/75) stoji da su:

- **klasa I** - vode koje se u prirodnom stanju ili posle dezinfekcije mogu upotrebljavati ili koristiti za snabdevanje naselja vodom za piće, u prehrambenoj industriji i za gajenje plemenitih vrsta riba (salmonida);
- **klasa II** - vode koje su podesne za kupanje, rekreaciju i sportove na vodi, za gajenje manje plemenitih vrsta riba (ciprinida), kao i vode koje se uz normalne metode obrade (koagulacija, filtracija i dezinfekcija) mogu upotrebljavati za snabdevanje naselja vodom za piće i u prehrambenoj industriji;

  Vode klase II, van graničnih tokova i tokova presečenih granicom Republike Srbije, dele se na podklase, i to:

  - **podklasa IIa**, koja obuhvata vode koje su uz normalne metode obrade (koagulacija, filtracija i dezinfekcija) mogu upotrebljavati za snabdevanje naselja vodom za piće, za kupanje i u prehrambenoj industriji, i
  - **podklasa IIb**, koja obuhvata vode koje se mogu iskorišćavati ili upotrebljavati za sportove na vodi, rekreaciju, za gajenje manje plemenitih vrsta riba (ciprinida) i za pojenje stoke.
- **klasa III** - vode koje se mogu upotrebljavati ili koristiti za navodnjavanje i u industriji, osim prehrambene industrije;
- **klasa IV** - vode koje se mogu upotrebljavati ili koristiti samo posle posebne obrade.

Tabela 6.17. *Granične vrednosti pokazatelja za pojedine klase voda*

Indikator	Klasa I	Klasa II	Podklasa IIa	Podklasa IIb	Klasa III	Klasa IV
Suspendovane materije pri suvom vremenu u mg/l, najviše do	10	30	30	40	80	-
Ukupni suvi ostatak pri suvom vremenu u mg/l najviše do: - za površinske vode i prirodna jezera - za podzemne vode	 350 800	 1000 1000	 1000 1000	 1000 1000	 1500 1500	 -
pH	6.8 -8.5	6.8 -8.5	6.8 -8.5	6.5 -8.5	6.0 -9.0	-
BPK_5 u mgO_2 /l najviše do	2	4	4	6	7	-
Najverovatniji broj koliformnih klica u 100 ml. vode najviše do	200	6000	6000	10000	-	-
Vidljive otpadne materije	Bez	bez	bez	bez	bez	bez
Primetna boja	Bez	bez	bez	bez	-	-
Primetan miris	Bez	bez	bez	bez	-	-
Cijanidi	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Gvožđe (mg/l)	0.3	0.3	0.3	0.3	1.0	1.0
Bakar (mg/l)	0.1 (0.01)	0.1 (0.01)	0.1 (0.01)	0.1 (0.01)	0.1	0.1
Nikl (mg/i)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
Kadmijum (mg/l)	0.005	0.005	0.005	0.005	0.01	0.01
Cink (mg/l)	0.2	0.2	0.2	0.2	1	1
Arsen	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

6.4.2. Metodološki postupci analize i procene

Kada su otpadne vode u pitanju u svetskoj praksi se pri upravljanju kvalitetom voda primenjuju dve metodologije. Prva bazira na kvalitetu voda vodoprijemnika-površinskih voda (*stream standards*), a druga na kvalitetu ispuštene otpadne vode (*effluent standards*).

U prvom slučaju (*stream standards*), u vodoprijemnik se može ispuštati otpadna voda bez ograničenja količine i kvaliteta, sve dok se ne prekorače propisane granične vrednosti, GV (maksimalno dozvoljene koncentracije-MDK, ili prosečne godišnje koncentracije-PGK) kvaliteta za vodu vodoprijemnika. Međutim, po ovoj metodologiji nije definisano mesto uzorkovanja vode vodoprijemnika posle mešanja otpadne vode i vode vodoprijemnika. Takođe, u slučaju više ispuštača na jednom vodoprijemniku, nije definisano koji ispuštač u kom obimu ima pravo korišćenja slobodnog kapaciteta vodoprijemnika, tj. mogućnost opterećenja po pojedinim parametrima, uzimajući u obzir i samoprečišćavanje vodoprijemnika.

U drugom slučaju (*effluent standards*), određuje se kvalitet ispuštene otpadne vode (granična vrednost emisije, GVE). Granične vrednosti emisije mogu se utvrditi na dva načina. Po prvom načinu one se određuju na osnovu „najbolje dostupne tehnologije prečišćavanja“ (BAT). Prednosti ovako utvrđenih graničnih vrednosti su njihova jednostavnost, lako se mogu kontrolisati i na osnovu njih se lako mogu utvrditi mere za poboljšanje kvaliteta vode. Po drugom načinu utvrđuju se individualne granične vrednosti, posebno za svaki ispuštač, uzimajući u obzir: propisane granične vrednosti za kvalitet vode vodoprijemnika; opterećenje vode vodoprijemnika zagađenjem; mogućnost opterećenja vodoprijemnika; uslove razblaženja; samoprečišćavajuću moć vodoprijemnika. Primena ovog načina određivanja GVE je prilično složena i zahteva poznavanje i korišćenje matematičkih modela za proračun kvaliteta i upravljanje kvalitetom voda.

Danas se u svetu primenjuje kombinovani pristup u upravljanju kvalitetom voda koji je u osnovi Okvirne Direktive o vodama (Framework Directive 2000/60/EC), a koji podrazumeva kontrolu emisije i uspostavljanje standarda kvaliteta okoline, primenjujući obe pomenute metodologije, odnosno oba tipa graničnih koncentracija [53].

Kada je kvalitet podzemnih voda u pitanju treba se rukovoditi:

1. *Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (“Sl. glasnik RS”, br. 30/2018 i 64/2019);*
2. *Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl.glasnik RS, br.50/2012),*
3. *Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće („Službeni glasnik RS“ br. 42/98, 44/99 i 28/2019);*
4. *Pravilnikom o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja („Službeni glasnik RS“ br. 23/94).*

Ukoliko se prati uticaj otpadnih voda na podzemne vode i ovde treba primeniti kombinovani pristup, što podrazumeva praćenje kvaliteta i podzemnih i otpadnih voda.

6.4.3. Procena uticaja na kvalitet podzemnih i površinskih voda

Važan uticaj na ovodnjenost ležišta ima položaj ležišta u odnosu na Kriveljsku Reku. Jugozapadnu granicu površinskog kopa tangira korito Kriveljske Reke, koje je u tom delu betonirano u dužini od oko 700 m. Korito u tom delu ima trapezni oblik. S obzirom da lokalitet površinskog kopa “Veliki Krivelj” i odlagališta raskrivke Saraka pripada slivu Kriveljske Reke, površinske i podzemne vode ovog rečnog sliva otežavaju rudarske radove. Silaskom kopa ispod nivoa Kriveljske Reke stvoreni su uslovi za povećanu ovodnjenost ležišta.

Uticaj padavina na ovodnjenost ležišta i rudarskih radova uopšte je dvojak, indirektno infiltracijom kroz stenske mase i direktno izlučivanjem u gravitaciono područje kopa i odlagališta.

Indirektan uticaj atmosferskih padavina ogleda se u hranjenju pojedinih tipova izdani koji su formirani u okviru ležišta i njegovog neposrednog oboda. Najveći uticaj na hranjenje izdani se ogleda kod krečnjaka

severozapadnog oboda. Karstna izdan ove krečnjačke mase se hrani uglavnom na račun padavina. Režim karstne izdani je direktno uslovljen režimom padavina o čemu govori i odnos minimalnih i maksimalnih izdašnosti karstnih vrela u ovom delu terena, u odnosu 1:35. Infiltracija padavina u ležište kroz hidrotermalno izmenjene vulkanske stene je mnogo manje izražena, obzirom da su ove stene slabije vodopropusne a u nekim delovima i vodonepropusne (kaolinisane i hloritisane partije).

Režim padavina ne utiče direktno na veličinu priliva podzemnih voda, što je utvrđeno praćenjem mesečnih priliva voda u jamske radove i mesečnih padavina za pluviografsku stanicu Krivelj.

Direktan uticaj padavina ogleda se u njihovom izlučivanju u gravitaciono područje kopa. Kada su u pitanju otvoreni kopovi onda je za uticaj padavina na njihovu ovodnjenost potrebno poznavati njihovu veličinu u toku godine, njihov raspored i vidove padavina.

Kako je već navedeno u poglavlju 3.2.6., koncepcijsko rešenje odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj bazira se na razvoju radova na kopu prema definisanoj dinamici otkopavanja, u smislu izrade kanala, vodosabirnika i taložnika, brana i vodenih akumulacija. Osnovna težnja kod projektovanja sistema zaštite je da se voda prihvati na što višoj koti i da se gravitacijski odvede van kontura kopa ili do vodosabirnika odakle će se ispumpavati.

U cilju zaštite jugoistočnog boka površinskog kopa od voda Saraka potoka, izgrađen je kolektor koji ima funkciju regulacije Saraka potoka. Vode koje protiču kroz ovaj kolektor ulivaju se u kolektor Kriveljske reke. Postojeći kolektor biće u funkciji do završetka izgradnje tunela za izmeštanje Kriveljske reke, nakon čega će ulaz u kolektor biti blindiran baražom.

Proširenje kopa ka zapadu uslovljeno je prethodnim izmeštanjem korita Kriveljske reke izgradnjom obilaznog tunela u zoni površinskog kopa i flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj. Izgradnjom novog tunela Kriveljske reke prestaje funkcija kolektora Saraka potoka. Projektno rešenje predviđa blindiranje ulaza u kolektor i izgradnju brane na k+365 m, čime se stvaraju uslovi za formiranje akumulacije vode – Akumulacija-1. Akumulirana voda se prepumpava u postojeći kanal koji se prostire duž transportnog puta i gravitacijski odvodi u taložnik na koti k+302 m.

Uvek se na dnu kopa nalazi vodosabirnik odakle se voda kaskadno prepumpava u vodosabirnike koji se nalaze na višim etažama. Iz vodosabirnika, koji se nalazi na najvišoj koti, a čija pozicija zavisi od razvoja rudarskih radova, voda se pumpama i cevovodom odvodi izvan konture površinskog kopa u taložnik za prikupljane voda na koti k+302 m.

Vode iz taložnika na koti k+302 m, koji predstavlja granicu ovog projekta, a koriste se za proces u pogonu flotacije, se prepumpavaju iz taložnika u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju, kao povratna voda, do flotacije Veliki Krivelj. U izuzetnim slučajevima ove vode je moguće ispustiti direktno u vodotokove posle procesa mehaničkog prečišćavanja u slučaju ako se dokaže da materijal koji je odložen ne utiče na zagađenje voda. Prethodno je potrebno, u skladu sa Uredbom o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu (Sl.gl. br 53/2017), izvršiti analizu odloženog materijala kako bi se utvrdilo da li odloženi materijal utiče na zagađenje voda. Shodno Planu upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj „Serbia Zijin copper doo Bor“ (2022., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor – Centar za projektovanje metaličnih mineralnih sirovina), a na bazi rezultata statičkog ispitivanja, konstatovano je, shodno navedenoj Uredbi, da se odlagalište rudničke jalovine Saraka potok, na koje će se odlagati deo rudničke jalovine predmetnog Projekta, klasifikuje u kategoriju A, zato što sadrži opasnog otpada više od 5%, što je ovde slučaj (od ukupnog broja ispitivanog rudarskog otpada, koji predstavlja celokupnu količinu rudarskog otpada na deponiji, 65,0% je opasan), jer generiše kisele drenažne vode.

Kisele drenažne vode i provirne i procedne vode iz jalovišta mogu uticati na zagađenje površinskih i podzemnih voda. Stepen degradacije vodotoka zavisi od različitog broja faktora kao što su: učestalost, zapremina i hemijske karakteristike rudničkih drenažnih voda. Uticaj kiselih rudničkih voda na kvalitet životne sredine je kompleksan. Osnovni efekti su: toksičnost metala; proces taloženja, kiselost i salinizacija. Kisele rudničke vode utiču na oslobađanje metala iz ruda u životnu sredinu čineći ih dostupnim za akvatične organizme. Teški metali

se iz akvatičnog ekosistema ne mogu ukloniti procesima samoprečišćavanja već se akumuliraju u sedimentu gde mogu ući u lanac ishrane biomagnifikacijom. Zbog toga sediment predstavlja značajan izvor teških metala.

Rudarske aktivnosti kao što su otkopavanje i transport rude i jalovine, drobljenje, mlevenje i flotiranje rude kao i deponovanje jalovine mogu uticati na zagađenje podzemnih i površinskih voda. Atmosferske padavine spiraju materijal sa kosina brana stvarajući bujice koje raznose materijal i zagađuju i povećavaju kiselost okolnog zemljišta s jedne i erodiraju branu s druge strane. Provirne i procedne vode iz jalovišta kontaminirane jonima teških metala, hemijskim agensima i drugim štetnim materijama dospevaju do površinskih i podzemnih voda kada u određenoj meri mogu izazvati njihovo zagađivanje.

Oksidacija sulfidnih minerala izloženih atmosferilijama je prirodna pojava. Rudarskim aktivnostima ova oksidacija se višestruko ubrzava jer se sulfidni minerali više izlažu atmosferilijama, a usled usitnjava višestruko se povećava specifična površina minerala. Pojava kiselih voda iz jalovišta i odlagališta nosi sa sobom veći broj tehničkih i ekoloških problema:

- uticaj na kvalitet rudničke vode, pri čemu njeno korišćenje u postrojenjima za pripremu mineralnih sirovina može biti neekonomično uz stalno pojačano korozivno dejstvo na rudarsku opremu i infrastrukturu,
- uticaj na površinske i podzemne vode (uključujući i pitke) i ekološki sistem nizvodno od jalovišta,
- problemi u formiranju i održavanju bio-pokrivača na širem prostoru nizvodno od jalovišta.

U cilju sagledavanja kumulativnih uticaja površinskog kopa Veliki Krivelj, flotacije Veliki Krivelj, odlagališta otkrivke i flotacijskog jalovišta biće prikazana ocena stanja kvaliteta vode vodotoka na području navedenog rudarskog kompleksa u 2020. i 2022 godini kao i analiza fizičko – hemijskih karakteristika otpadnih voda navedenih objekata u kompleksu.

U tabelama 6.18 i 6.19. data je ocena stanja kvaliteta vode vodotoka na području površinskog kopa Veliki Krivelj u 2020. i 2022 godini. Navedena ocena je izvršena na osnovu analize svih raspoloživih parametara kvaliteta voda prikazanih u tabelama 5.7 i 5.8. Za svako merno mesto, za parametre definisane Uredbom (Službeni glasnik RS br. 50/2012), prikazane su odgovarajuće klase kvaliteta rimskim brojevima i bojom (I klasa –plava boja, II klasa-zelena boja, III klasa-žuta boja, IV klasa-narandžasta boja i V klasa-crvena boja). Ekološki i hemijski status površinskih voda određen je u skladu sa Pravilnikom o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, Sl. Glasnik RS br. 74/2011.

Potrebno je naglasiti da je za objektivno sagledavanje ekološkog statusa površinskih voda Kriveljske reke i Saraka potoka, bilo potrebno imati na raspolaganju rezultate bioloških i hidromorfoloških elemenata kvaliteta. Zbog nedostatka rezultata ovih parametara nivo pouzdanosti statusa navedenih vodnih tela se može okarakterisati kao srednji do nizak.

Sagledavanjem rezultata sprovedene analize voda za 2020. godinu za Saraka potok i Kriveljsku reku prikazane u tabelama 5.7 i 6.18 može se uočiti da:

- nije postignit dobar hemijski status voda Saraka potoka, devijacije Borske reke i Kriveljske reke pri čemu je ekološki status ovih vodotokova okategorisan kao slab (IV) do loš (V);
- rezultati ispitivanja kvaliteta vode Saraka potoka pokazuju da je naveden nezadovoljavajući hemijski i ekološki status ovog vodotoka;
- visoka koncentracija bakra je izmerena u vodama Saraka potoka tako da, i pored malog protoka ovih voda, vode Saraka potoka imaju značajan uticaj na kvalitet Kriveljske reke;
- ispitivanja kvaliteta vode Kriveljske reke pokazuju da je nezadovoljavajući hemijski i ekološki status ovog vodotoka i pre uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka, što je posledica uticaja površinskog kopa Cerovo koji se nalazi uzvodno od kopa Veliki Krivelj;
- nepovoljan hemijski i ekološki status vode Kriveljske reke, posle uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka;
- Kriveljska reka nakon spajanja sa Saraka potokom i drenažnim rudničkim vodama postaje kiselija. Ovako kisela voda u Kriveljskoj reci veoma štetno utiče na već oštećeni kolektor ispod flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj, dodatno ga razarajući, kako betonsku oplatu tako i samu armaturu;

Tabela 6.18. *Rezultati analiza ekološkog i hemijskog statusa voda Kriveljske reke i Saraka potoka - period 2020. godina*

Red. Br.	Parametri	Kriveljska reka posle spajanja reke Valja Mare i Cerove reke				Kriveljska reka posle otpadnih voda površinskog kopa Veliki Krivelj				Saraka potok				Kriveljska reka pre ulaska u kolektor				Kriveljska reka posle uliva svih otpadnih voda			
		44° 8'46.91"N 22° 2'58.24"E				44° 6'53.24"N 22° 6'57.68"E				44° 6'28.90"N 22° 7'27.73"E				44° 6'0.54"N 22° 7'45.35"E				44° 4'52.87"N 22° 9'52.48"E			
		I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.
1	pH vrednost	I	I	I	I	I	I	I	I	IV-V	IV-V	IV-V		I	I	I	I	I	I	I	I
2	suspendovane materije na 105 C	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V		III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V
3	elektroprovodljivost	I	I	I	I	IV	IV	III	I	IV-V	IV-V	III		IV	III	III	II	IV	IV	II	II
4	rastvoreni kiseonik	II	II	II	II	II	II	II	II	II	III	III		II	II	II	II	II	II	II	II
5	biohemijska potrošnja kiseonika	II	II	II	II	I	II	I	III	II	II	II		II	II	III	II	III	II	III	II
6	hemijska potrošnja kiseonika	IV	IV	IV	IV	III	III	IV	IV	IV	IV	IV		IV	IV	IV	III	IV	IV	IV	IV
7	Fosfati (kao PO4 3-)	I	II	I	II	II	II	I	II	I	I	IV		I	I	I	II	II	II	II	I
8	Ukupni fosfor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II		I	I	I	I	I	I	I	I
9	Hloridi	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I		I	I	I	I	I	I	I	I
10	Sulfati	IV	III	V	III	IV	V	V	V	V	V	V		V	V	V	V	V	V	V	V
11	Amonijak	IV	III	III	I	V	V	II	IV.	V	V	V		V	V	V	V	V	V	V	V
12	Nitrati (NO3-N)	I	I	I	I	III	III	III	III	II	I	II		II	II	II	II	II	III	III	III
13	Nitriti (NO2-N)	II	I	I	II	I	II	V	II	III	II	I		V	II	I	III	I	I	IV	I
14	Ukupni azot po Kjeldalh-u	I	I	I	I	III	III	III	III	III	II	III		III	III	III	III	III	III	III	III
15	Cink	II	II	II	I	I	II	I	II	II	II	III		I	I	I	I	II	II	I	I
16	Gvožđe (ukupno)	III	IV	III	III	III	V	II	V	V	V	V		IV	II	II	III	V	V	V	IV
17	Mangan (ukupni)	IV	IV	V	III	III	V	I	V	V	V	V		V	IV	V	IV	V	V	V	V
18	Bakar	V	V	IV	III	III	V	II	IV	V	V	V		III	III	III	III	V	V	III	II
19	Arsen	I	II	I	I	I	III	I	II	II	II	II		I	II	I	II	II	II	I	I
20	Bor	-	I	I	I		II	II	I		I	II			I	I	I		I	I	II

- Kvalitet Kriveljske reke posle uliva svih otpadnih voda i flotacijskog jalovišta ima nepovoljan hemijski i ekološki status vode.

Tabela 6.19. *Rezultati analiza ekološkog i hemijskog statusa voda Kriveljske reke i Saraka potoka - period 2022. godina*

Red. Br.	Parametri	Kriveljska reka posle spajanja reke Valja Mare i Cerove reke				Kriveljska reka posle otpadnih voda površinskog kopa Veliki Krivelj				Kriveljska reka pre ulaska u kolektor				Kriveljska reka posle uliva svih otpadnih voda			
		44° 8'46.91"N 22° 2'58.24"E				44° 6'53.24"N 22° 6'57.68"E				44° 6'0.54"N 22° 7'45.35"E				44° 4'52.87"N 22° 9'52.48"E			
		I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.
1	pH vrednost	I	I	I	I	I	I	I	V	I	I	I	I	I	I	I	I
2	suspendovane materije na 105 C	III-V	I-II	I-II	I-II	III-V	I-II	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V	III-V
3	Elektroprovodljivost	II	III	I	III	IV	III	II	IV	IV	V	III	IV	IV	V	IV	V
4	rastvoreni kiseonik	I	I	I	I	I	I	II	II	II	I	II	II	I	I	I	I
5	biohemijska potrošnja kiseonika	II	II	II	II	III	III	III	II	II	II	II	II	III	IV	III	III
6	hemijska potrošnja kiseonika	IV	IV	IV	IV	IV	IV	IV	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV
7	Fosfati (kao PO4 3-)	I	II	II	II	II	II	I	II	I	II	I	II	II	I	II	II
8	Ukupni fosfor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
9	Hloridi	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
10	Sulfati	III	III	V	V	I	III	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
11	Amonijak	III	III	V	V	III	III	V	V	IV	V	V	V	V	V	V	V
12	Nitrati (NO3-N)	I	I	II	I	I	I	III	III	I	II	III	III	I	III	III	III
13	Nitriti (NO2-N)	II	I	III	III	I	III	IV	III	I	II	IV	III	II	III	IV	III
14	Ukupni azot po Kjeldalh-u	II	II	III	III	III	II	III	III	II	III	IV	III	II	III	III	III
15	Cink	II	II	II	II	II	II	II	III	II	III	II	III	II	II	II	II
16	Gvožđe (ukupno)	I	I	II	II	III	I	V	V	III	III	V	V	I	V	V	IV
17	Mangan (ukupni)	III	IV	IV	IV	IV	III	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
18	Bakar	III	III	IV	III	V	III	IV	V	V	V	V	V	V	V	V	III
19	Arsen	I	I	I	I	II	I	I	III	I	I	I	II	I	I	I	II
20	Bor	I	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	I	I	II	II	I

塞尔维亚紫金铜业有限公司
SERBIA ZIJIN COPPER DOO

Sagledavanjem rezultata sprovedene analize voda za 2022. godinu Kriveljske reke prikazane u tabelama 5.8 i 6.19 može se uočiti da:

- nije postignit dobar hemijski status Kriveljske reke pri čemu je ekološki status ovih vodotokova okategorisan kao slab (IV) do loš (V);
- rezultati ispitivanja kvaliteta vode Kriveljske reke pokazuju da je naveden nezadovoljavajući hemijski i ekološki status ovog vodotoka;
- ispitivanja kvaliteta vode Kriveljske reke pokazuju da je nezadovoljavajući hemijski i ekološki status ovog vodotoka i pre uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka, što je posledica uticaja površinskog kopa Cerovo koji se nalazi uzvodno od kopa Veliki Krivelj;
- nepovoljan hemijski i ekološki status vode Kriveljske reke, posle uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka;
- Kvalitet Kriveljske reke posle uliva svih otpadnih voda i flotacijskog jalovišta ima nepovoljan hemijski i ekološki status vode.

Ako se uporedi ocena kvaliteta vode vodotoka iz 2020 i 2022. godine može se zapaziti da je kvalitet vode ostao isti. Treba naglasiti i da je evidentno da provirne vode flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj utiču na pogoršanje kvaliteta vode Kriveljske reke.

Glavne otpadne vode koje se stvaraju u Velikom Krivelju su navedene u tabeli 6.20.

Tabela 6.20. *Otpadne vode iz rudarskog kompleksa Velik Krivelj*

Vrsta	**Količina (m^3/h)**	**Pre-tretman**	**Uzimanje uzoraka**	**Krajnji uliv u**
Odvod drenažne vode sa kopa	100	Ne	Da	Kriveljska reka
Otpadne vode flotacije V. Krivelj	n.a.	Ne	Da	Saraka potok
Otpadne vode pogona Jama	360	Ne	Da	Kriveljska reka
Provirna voda sa brane 1A jalovišta	80	Ne	Da	Kriveljska reka (pre kolektora)
Provirna voda sa brane 3A jalovišta	120	Ne	Da	Kriveljska reka (posle kolektora)

U tabelama 6.21 i 6.22 prikazani su rezultati analiza fizičko – hemijskih karakteristika otpadnih voda površinskog kopa Veliki Krivelj, flotacije Veliki Krivelj, pogona Jama, kao i provirnih voda sa brane 1A i brane 3A – period 2020. godina i hemijskih karakteristika otpadnih voda površinskog kopa Veliki Krivelj, flotacije Veliki Krivelj, pogona Jama, kao i provirnih voda sa brane 3A za 2022. godinu.

Rezultati analiza otpadnih voda površinskog kopa za 2020. godinu, otpadnih voda Velikog Krivelja, provirnih voda flotacijskog jalovišta pokazuju da je voda zagađena. Konstatovana je pH vrednost vode u opsegu od 5.99 do 12.05. Analizom je evidentirana visoka koncentracija suspedovanih materija od 32 do 2539 mg/l, hemijske potrošnje kiseonika od 20.16 do 2177.3 mg/l, sulfida od 946.22 do 5468.9 mg/l, gvožđa od 0,05 do >5 mg/l, mangana od 0,28 do >3 mg/l, cinka od <0.005 do 5.89 mg/l, bakra od 0.02 do 105.51 mg/l, nikla od <40 do 1120mg/l, arsena od <5 do 82.28 mg/l, kadmijuma od <5 do 62 mg/l i žive od <0.10 do 2.11 mg/l.

Tabela 6.21. *Rezultati analiza fizičko – hemijskih karakteristika otpadne vode površinskog kopa Veliki Krivelj – period 2020. godina*

Red. Br.	Parametri		Provirne vode brane 1A				Provirne vode 3A				ovratne vode sa flotacijskog jalovista "RTH				Otpadne vode pogona Jama				Otpadne vode sa flotacije Veliki Krivelj				Otpadne vode površinskog kopa V. Krivelj			
			I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.
		GV	44° 5'59.90"N 22° 7'50.61"E				44° 5'0.80"N 22° 9'50.84"E				44° 5'37.04"N 22° 5'43.33"E				44° 5'37.04"N 22° 5'43.33"E				44° 5'37.04"N 22° 5'43.33"E				44° 6'54.89"N 22° 6'59.38"E			
1	pH vrednost	6.5-8.5	5.99		7		6.49	6.95	7.5	7.2	11.58	11.59	11.62	12.05	2.89	3.08	3.45	2.55		7.75	7.92	6.65		6.58	7.84	
2	Temperatura vode	-	13.5		14.4		13.7	12.4	14.3	9.1	14.8	20.2	23.9	6	15	15.5	19.9	14.2		16.9	20.3	2.9		20.5	23.3	
3	Temperatura vazduha	-	14		26.9		14	20	26.9	0	14	21	26.1	0	14	20	26.9	-1		20	26.9	-1		20	26.9	
4	barometarski pritisak	-	1002.8		1003.3		1002.8	1003.3	1003.3	1019.1	1002.8	1001.9	999.5	1018.5	1002.8	1003.3	998.9	1017.8		1003.3	998.9	1017.8		1003.3	1003.3	
5	prisustvo i vrsta mirisa	-	bez		bez		bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	neprijatan	neprijatan	neprijatan		bez	bez	bez		bez	bez	
6	vidljive materije	-	bez		bez		bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez		bez	bez	bez		bez	bez	
7	boja	-	svetlo žuta		siva		svetlo siva	siva	siva	siva	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	arandžasta	arandžasta	arandžasta	arandžasta		bezbojna	bezbojna	bezbojna		siva	siva	
8	suspendovane materije na 105 C	25	182		194		233	56	46	56	35	28	32	38	539	124	172	216		230	380	402		208	36	
9	ostatak posle isparavanja na 105 C	1000	2705		2888		2882	2512	2544	2534	3112	2820	3058	2952	1087	5610	1128	7722		2852	6558	1702		3278	3448	
10	žareni ostatak	-	2625		2798		2585	2433	2469	2488	3039	2740	2920	2849	866	5418	1088	7523		2757	6439	1659		3174	3296	
11	gubitak žarenjem	-	75		89		291	72	72	55	70	76	80	82	185	191	173	192		92	89	72		99	106	
12	taložne materije po Imhoff-u	-	<0.5		3		<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	2.5	2.5	80	0.5		2.5	10	1.2		0.8	<0.5	
13	elektroprovodljivost	100	2427		1894		2006	2104	1932	2004	2214	2661	2573	2607	>3999	>3999	>3999	>3999		2421	2501	2704		1299	1094	
14	rastvoreni kiseonik	7	5.92		3.09		5.99	2.3	3.5	3.19	5.7	7.3	7.1	7.09	6.9	3.92	4.26	2.91		7.36	7.04	7.1		6.64	6.25	
15	biohemijska potrošnja kiseonika	5	2.88		2.84		2.69	2.65	2.41	2.53	8.02	8.34	5.79	252.37	8.95	8.77	6.75	2.35		4.57	5.04	4.77		6.47	4.43	
16	hemijska potrošnja kiseonika	15	30.1		30.12		16.9	31.18	27.78	20.16	87.56	86.22	62.25	2177.3	86.9	93.55	56.22	20.16		51.36	52.21	44.35		70.39	40.16	
17	Fosfati (kao PO4 3-)	0.1	0.03		0.02		0.03	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05	0.02	0.01	0.19	0.07	0.06		0.1	0.03	0.03		0.03	0.03	
18	Ukupni fosfor	0.2	0.04		0.03		0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.07	0.03	0.02		0.04	0.02	0.01		0.02	0.02	
19	Hloridi	100	14.4		40.08		28.9	21.27	16.59	18.08	25.9	16.31	12.1	33.68	10.3	23.4	14.86	14.18		11.7	16.25	19.85		29.07	28.34	
20	Sulfati	100	>40		>40		>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40		>40	>40	>40		>40	>40	
21	Sulfati **	100	1226		1757.3		1659	1934	3701	1008.9	1502.2	1944.4	1383.1	769.76	429.1	4200.7	2329.6	5468.9		946.22	1866.2	447.25		1944.4	1954.6	
22	Amonijak	0.1	2.1		1.04		202	0.35	1.57	2.02	4.03	2.35	1.24	2.03	2.8	2.26	1.16	9.65		0.29	1.09	0.06		>5	>5	
23	Nitrati (NO3-N)	3	0.13		0.24		0.2	0.22	0.2	0.22	>2.0	>2	>2	>2	1.03	1.29	1.31	1.4		0.98	1	1.12		19.12	>2	
24	Nitrati (NO3-N)**	3	-		-		-	-	-	-	2.5	2.89	2.96	3.22	-	-	-			-	-	-		>2	2.1	
25	Nitriti (NO2-N)	0.03	<0.01		0.01		<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.13	0.26	>1	0.17	0.01	0.07	0.19	1.6		0.07	0.09	0.03		>1	0.7	
26	Ukupni azot po Kjeldalh-u	2	2.3		1.12		2.27	0.51	1.45	1.88	>5	4.22	>5	4.99	3.06	3.22	2.45	>5		0.77	1.96	1.26		>5	>5	
27	Ukupni azot po Kjeldalh-u **	2	-		-		-	-	-		5.1	-	5.03		-	-	-	10.66		-	-			18.5	25.15	
28	Ukupni neorganski azot	-	1.8		1.06		1.69	0.34	1.43	1.8	3.88	2.67	5.02	4.97	2.55	2.15	2.4	10.51		0.49	1.94	1.2		17.32	25.08	
29	Površinski aktivne materije	200	<100		<100		<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100		<100	<100	<100		<100	<100	
30	Cink	1	0.012		0.036		0.007	0.014	0.01	<0.005	0.008	0.037	0.022	0.082	>1.0	>1.0	>1	>1		0.1	0.028	0.11		0.87	0.012	
31	Cink **	1	-		-		-	-	-		-	-			1.3	3.66	3.51	5.89		-				-		
32	Gvožđe (ukupno)	0.5	3.01		>5		1.9	2.81	4.29	3.03	0.39	0.68	0.2	0.41	>5.0	>5.0	>5	>5		2.49	1.19	0.63		>5.0	0.05	
33	Mangan (ukupni)	0.1	1.29		2.58		1.31	1.38	1.28	1.3	-	-	-	0.03	2.71	>3.0	>3	>3		0.28	1.12	0.56		31.69	3.75	
34	Mangan (ukupni)**	0.1	-		-		-	-	-		-	-			-	9.94	11.81	16.05		-	-			-		
35	Bakar	0.112	0.97		2.19		0.77	0.06	0.04	0.05	0.07	0.08	0.02	0.03	>5.0	>5.0	>5	>5		0.65	0.24	0.79		>3.0	0.07	
36	Bakar **	0.112	-		-		-	-			-	-			70.63	105.51	53.54	104.2		-	-			8.92		
37	Hrom (ukupni)	0.05	<0.05		<0.05		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05		<0.05	<0.05	<0.05		<0.05	<0.05	
38	Nikl	34 b	40		<40		<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	<40	139	1120	800	1220		<40	<40	<40		110	<40	
39	Nikl ***	34 b	0		0		0	0	0	0	-	-			-	-	-			0	0	0		-	0	
40	Kadmijum	1.5 b	<5		<5		<5	<5	<5	6	<5	<5	<5	<5	14	62	43	77		<5	<5	<5		8	<5	
41	Kadmijum ***	1.5 b	0		0		0	0	<0	-	-	-			-	-	-			0	0	0		-	0	
42	Olovo	14 b	<100		<100		<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100		<100	<100	<100		120	<100	
43	Olovo***	14 b	0		0		0	0	<0	0	-	-			0	0	0	0		0	0	0		-	0	
44	Arsen	10	<5		<5		<5	8.79	<50	<5	12.8	13.2	39.83	7.81	15.6	82.28	31.53	58.36		9.48	<5	<5		47.19	<5	
45	Arsen***	10	-					-	-			-				<0.10										
46	Živa	0.07			<0.10			<0.10	<0.10	0.39		<0.10	<0.10	0.71		0.3	<0.10	2.11		<0.10	<0.10	0.19		<0.10	<0.10	
47	Bor	1			0.18			0.17	0.42	0.44		0.27	<0.10	0.43			0.48	0.41		0.19	0.18	0.23		<0.10	0.4	

*Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS br. 67/2011 48/2012)

Tabela 6.22. Rezultati analiza fizičko – hemijskih karakteristika otpadne vode površinskog kopa Veliki Krivelj – period 2022. godina

Red. Br.	Parametri		Provirne vode 3A				Povratne vode sa flotacijskog jalovišta "RTH"				Otpadne vode pogona Jama				Otpadne vode sa flotacije Veliki Krivelj			
			I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.	I Kv.	II Kv.	III Kv.	IV Kv.
			44° 5'0.80"N		22° 9'50.84"E		44° 5'37.04"N		22° 5'43.33"E		44° 5'37.04"N		22° 5'43.33"E		44° 5'37.04"N		22° 5'43.33"E	
		GV																
1	pH vrednost	6.5-8.5	7.43	7.71	7.9	8.04	10.26	11.53	10.51	12.11	6.41	8.75	10.15	8.35	7.95	7.73	8.16	8.51
2	Temperatura vode	-	13.1	14.1	17.2	7.9	17.9	23.7	21.4	12.4	14.9	28.3	19	9.4	12.1	19.1	17.4	4.5
3	Temperatura vazduha	-	20	24	25		10	24	22	0	17	25	22	0	17	24	22	0
4	barometarski pritisak	-	1002.1	1002.4	998	1020	1014	1002.7	1001	1019	1006	1003.9	1001	1020	1006	1002.4	1001	1020
5	prisustvo i vrsta mirisa	-	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	neprijatan	neprija	neprija	bez	bez	bez	bez	bez
6	vidljive materije	-	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
7	boja	-	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	bezbojna	siva	naranđas	naranđa	siva	siva	smeđa	bezbojna	bezbojna	bezbojna
8	suspendovane materije na 105 C	25	78	25	114	324	46	20	24	32	126	320	20	52	720	720	44	56
9	ostatak posle isparavanja na 105 C	1000	2358	482	2424	3576	3138	3098	2740	3684	896	1346	738	1020	2128	2164	2822	3034
10	žareni ostatak	-	2278	454	2304	3226	3087	3076	2715	3654	756	1015	712	959	1372	2125	2772	2974
11	gubitak žarenjem	-	80	28	120	350	51	22	25	40	140	331	26	61	756	39	50	60
12	taložne materije po Imhoff-u	-	<5	<5	<0.5	12	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	<0.5	3	<0.5	<5	<0.5
13	Elektroprovodljivost	1000	2341	630	792	1847	3560	3567	697	>3999	1141	693	533	1226	1900	2062	806	2386
14	rastvoreni kiseonik	7	5.92	7.21	5.17	7.14	6.33	5.92	0.72	4.9	3.2	2.91	3.22	4.99	3.98	3.72	3.9	3.2
15	biohemijska potrošnja kiseonika	5	2.8	3.04	2.76	17.69	10.41	12.23	19.75	22.24	3.21	3.48	3.69	2.07	3.37	3.51	3.84	3.36
16	hemijska potrošnja kiseonika	15	29.34	21.37	33.13	181.8	109.54	113.73	115.94	212.1	35.21	37.26	39.34	22.22	37.16	39.22	41.41	34.34
17	Fosfati (kao PO4 3-)	0.1	<0.01	0.04	0.01	0.08	0.03	0.04	0.59	0.35	0.14	0.11	0.01	0.05	0.07	0.04	0.04	0.05
18	Ukupni fosfor	0.2	<0.01	0.01	<0.01	0.03	0.01	0.01	0.19	0.12	0.04	0.03	<0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
19	Hloridi	100	15.24	<5	21.71	17.009	5.67	11.11	19.11	36.31	10.64	8.08	15.2	14.53	31.2	17.51	42.13	25.63
20	Sulfati	100	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40
21	Sulfati **	100	1585.5	57.23	1315	1096.6	2588.9	779.9	1726.1	1136	426.46	113.85	109.2	291.59	1117.7	733.12	1227.1	1715.7
22	Amonijak	0.1	1.72	0.45	2.74	2.47	3.59	4.66	2.15	>5	>55.68	>5	>5	>5	1.6	2.62	2.26	0.92
23	Nitrati (NO3-N)	3	0.34	0.43	>2	>2	0.57	>2	>2	>2	1.03	>2	>2	>2	>2	1.48	>2	>2
24	Nitriti (NO2-N)	0.03	<0.01	0.01	0.12	0.1	0.1	0.25	0.14	0.06	0.66	0.23	0.55	0.64	0.002	0.03	0.3	0.06
25	Ukupni azot po Kjeldalh-u	2	1.79	0.79	>5	>5	3.56	>5	>5	>5	>5	>5	>5	>5	3.91	3.69	>5	3.82
26	Ukupni neorganski azot	-	1.61	0.84	4.93	5.91	3.46	11.47	9.2	16.18	6.11	24.04	18.98	19.91	3.84	3.55	5.52	3.81
27	Površinski aktivne materije	200	<100	<100	<100	<100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
28	Cink	1	<0.005	0.23	0.11	0.2	0.089	0.012	0.021	<0.005	0.46	0.073	0.09	0.19	0.084	0.23	0.065	0.24
29	Gvožđe (ukupno)	0.5	3.82	0.23	1.69	4.21	0.24	0.14	0.76	0.92	<5	4.93	1.42	2.93	1.25	0.56	1.09	0.57
30	Mangan (ukupni)	0.1	1.41	0.44	>3	>3	/	/	/	/	2.16	0.4	0.59	1.32	1.35	>3	1.33	>3
31	Bakar	0.112	0.21	1.07	1.15	3.35	0.1	0.04	<0.02	<0.02	3.42	0.15	0.33	0.58	1.39	1.3	0.54	0.07
32	Hrom (ukupni)	0.05	<50	<.05	<50	<50	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
33	Nikl	34 b	<40	<40	80	<40	<0.04	<0.04	0.05	<0.04	<40	<40	<40	<40	<40	<40	70	<40
34	Kadmijum	1.5 b	<5	<5	19	<0.5	<0.005	<0.005	0.017	<0.005	<5	<5	12	<5	<5	<5	20	26
35	Olovo	14 b	<100	<100	<100	<100	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
36	Arsen	10	<5	<5	<5	7.19	6.68	<5	<5	6.15	6.49	13.75	<5	5.34	6.1	<5	<5	<5
37	Živa	0.07	0.34	<0.3	0.43	>10	<0.3	<0.3	<0.3	1.58	1.08	1.14	1.17	4.52	<0.3	<0.3	<0.3	>10
38	Živa**	0.07				447.32									0.06			21.9
39	Bor	1	0.43	0.46	0.48	0.27	0.38	0.4	0.41	0.34	0.25	0.29	0.3	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	0.64

*Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS br. 67/2011 48/2012)

Analizom rezultata otpadnih površinskih voda za 2022. godinu, otpadnih voda za koje su rađene analize pokazuju da je voda zagađena. Konstatovano je :

- pH vrednost vode je u opsegu od 6.41 do 12.11.
- Suspendovane materije se kreću u opsegu od 20 do 720 mg/l,
- Koncetracija elektroprovodljivost se kreće od 533 do 3567 µS/cm,
- Hemijske potrošnja kiseonika od 21.37 do 212.1 mg/l,
- Sulfida od 57.23 do 2588.9 mg/l,

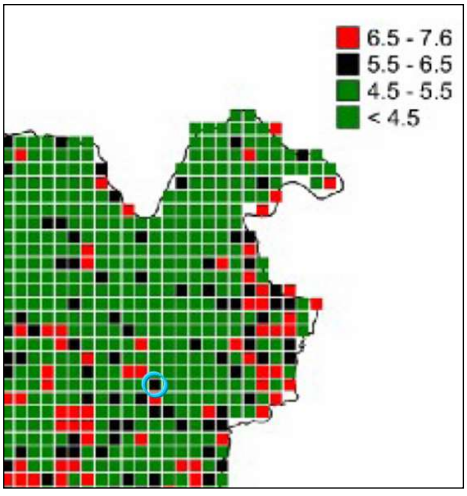
- Amonijaka od 0.45 do 4.66 mg/l,
- Ukupnog azota od 0.78 do >5 mg/l,
- Nitrita od <0.01 do 0.66 mg/l,
- Gvožđa od 0.14 do 4.93 mg/l,
- Mangana od 0.4 do 2.16 mg/l,
- Arsena od <5 do 13.75 µg/l, i
- Žive od 0.06 do 447.32 µg/l.

Kako je već navedeno, izmeštanjem Kriveljske reke nakon izgradnje zaobilaznog tunela uticaj površinskog kopa, odlagališta raskrivke i flotacijskog jalovišta na kvalitet vode Kriveljske reke biće eliminisan. Potrebno je naglasiti da je izgradnja zaobilaznog tunela predmet zasebnog građevinskog projekta. Prema predmetnom Dopunskom rudarskom projektu rudničke vode iz površinskog kopa i slivne vode sa odlagališta raskrivke se prikupljaju i koriste za proces u pogonu flotacije, do koje se transportuju posebnim sistemom za snabdevanje vodom.

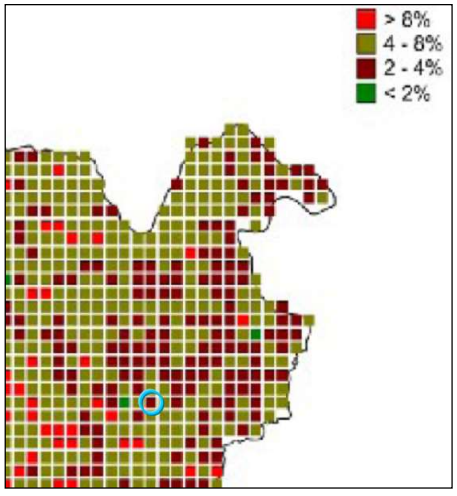
6.5. Analiza uticaja na kvalitet zemljišta

Na osnovu sagledavanja i analize planiranih i projektovanih rudarskih aktivnosti, predviđenih ovim projektom, moguće je izvršiti procenu uticaja eksploatacije rude bakra na površinskom kopu "Veliki Krivelj" na zemljište. Raznovrsni antropogeni uticaji, poput obrade, iskopavanja, odlaganja materijala i zagađenja snažno utiču na način formiranja i izmene postojećeg zemljišnog kompleksa, uzrokujući nastanak zemljišnih tipova različitih fizičkih i hemijskih karakteristika.

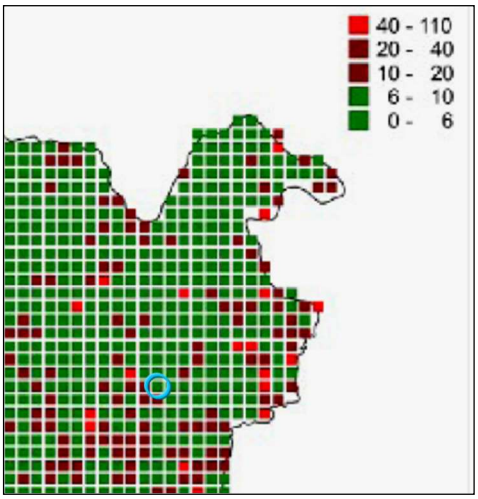
Zemljišta katastarskih opština Krivelj i Oštrelj generalno imaju redukovanu proizvodnu sposobnost i pripadaju nižim bonitetnim klasama. Godišnji izveštaj Agencije za zaštitu životne sredine Republike Srbije (AZŽS) za 2005. godinu prikazao je rezultate procene kvaliteta zemljišta za teritoriju Istočne Srbije. Kompozitni zemljišni uzorci uzimani su za mrežna polja veličine 1000 ha tako da prikazani rezultati pokazuju prosečne vrednosti uzorka za svako polje. Odabrani prikazi (slika 6.21 – 6.24) pokazuju vrednosti parametara kvaliteta zemljišta za obeleženo područje flotacijskog jalovišta rudnika „Veliki Krivelj" i njegovog neposrednog okruženja.



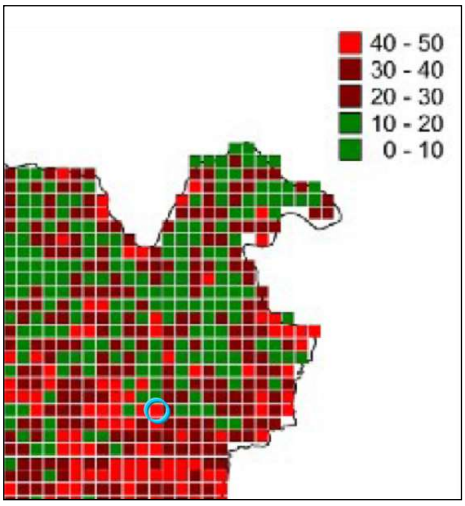
Slika 6.21. Supstituciona kiselost zemljišta (AZŽS, 2006)



Slika 6.22. Sadržaj humusa u zemljištu (AZŽS, 2006)



Slika 6.23. *Sadržaj lakopristupačnog fosfora (mg/100g) u zemljištu (AZŽS, 2006)*



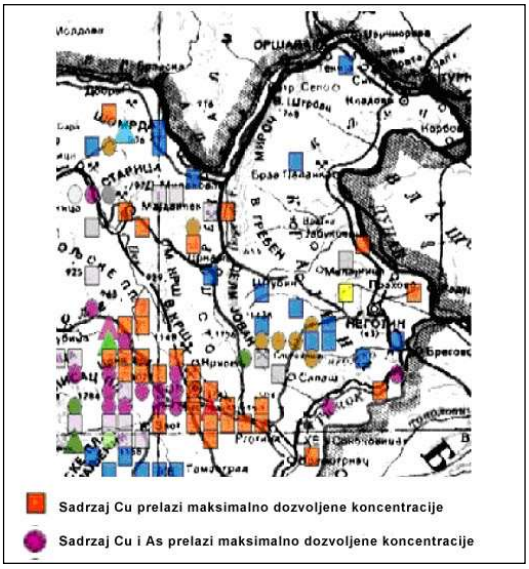
Slika 6.24. *Sadržaj lakopristupačnog kalijuma (mg/100g) u zemljištu (AZŽS, 2006)*

Prema podacima ovog izveštaja prosečne vrednosti rezultata ispitivanja kompozitnih uzoraka na teritoriji koja obuhvata flotacijsko jalovište rudnika „Veliki Krivelj“ pokazuju da supstituciona kiselost varira između 5,5 i 6,5, što ova zemljišta svrstava u klasu slabo do srednje kiselih (po Škoriću, u Knežević, Košanin, 2007). Sadržaj humusa je srednji do nizak (po Knežević, Košanin, 2007). Količina lakopristupačnog fosfora generalno je niska na ovom području, dok je sadržaj lakopristupačnog kalijuma u nešto većim granicama (po Knežević, Košanin, 2007).

Područja KO Krivelj i Oštrelj izložena su dejstvu aerozagađenja iz rudarskog i metalurškog kompleksa Serbia Zijin Copper Bor, što za jednu od posledica ima i njihovu degradaciju putem kontaminacije teškim metalima.

Sadržaj teških metala u poljoprivrednom zemljištu pokazuje visoke vrednosti Cu i As koje u pojedinim slučajevima prelaze granične vrednosti propisane nacionalnim Pravilnikom o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja (Sl. glasnik RS br. 23/94).

Slični rezultati dobijeni su i analizama koje je sproveo Institut za zemljište iz Beograda u okviru projekta „Kontrola plodnosti i utvrđivanje sadržaja opasnih i štetnih materija u zemljištima Republike Srbije”, podržanog od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije (AZŽS, 2006). Lokaliteti i odgovarajuće klase analiziranih uzoraka prikazani su na slici 6.25.



Slika 6.25. *Klase zemljišta prema potencijalnoj kontaminiranosti štetnim i opasnim materijama (AZŽS, 2006)*

Prisustvo teških metala u lokalnim zemljištima podložnim acidifikaciji predstavlja potencijalnu opasnost, jer niska pH vrednost zemljišnog rastvora povećava mobilnost jona teških metala u zemljištu a time i njihovu mogućnost da budu usvojeni od strane biljnog sveta. Analize sadržaja teških metala u određenim poljoprivrednim kulturama sprovedene su u blizini površinskog kopa „Veliki Krivelj" a rezultati su prikazani u tabeli 6.23. Uvećana mobilnost teških metala u kiselim zemljištima ovog područja predstavlja rizik za njihovo uključivanje u lance ishrane i dospevanje u ljudski organizam.

Tabela 6.23. *Rezultati sadržaja teških metala u poljoprivrednim kulturama u blizini površinskog kopa „Veliki Krivelj" u mg/kg sveže biljne mase (izvor: Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2007)*

Lokacija uzorkovanja	Biljna vrsta	As	Pb	Cd	Ni	Cu	Zn
3A	ren, koren	3,25	1,66	0,06	0,42	8,53	33,6
3A	ren,list	3,75	3,00	0,02	6,40	4,27	10,6
3A	luk	0,60	0,60	0,07	0,12	2,67	8,00
3A	detelina	0,20	0,32	0,02	0,10	2,78	4,80
4A	luk	0,25	0,20	0,02	0,17	2,06	4,80
5A	luk	2,50	0,60	0,02	0,24	8,00	4,60
6A	luk	1,62	1,00	0,04	0,16	6,1	5,20

Prema Pravilniku o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Sl. list SRJ, br. 5/92, 11/92 i 32/2002) pojedini rezultati pokazuju prekoračenje graničnih vrednosti u prvom redu za arsen (5 uzoraka), kadmijum (2 uzorka) i olovo (1 uzorak).

Agencija za zaštitu životne sredine Republike Srbije je 2012. godine, u skladu sa preporukom Evropske komisije, započela proces uvođenja metoda za analizu kvaliteta zemljišta. Uzimanje uzoraka vršeno je i na području Bora u blizini sela Slatina, Krivelj i Gornjane, ali su samo ukupni rezultati dostupni. Rezultati sa pojedinačnih lokacija nisu prikazani u navedenom izveštaju. Navodi se da su granične vrednosti u Boru premašene u sledećim slučajevima: arsen (40-55 mg/kg), bakar (150-710 mg/kg) i nikl (35-50 mg/kg) (tabela 6.24).

Tabela 6.24. *Vrednosti ispitivanja zemljišta u Boru*

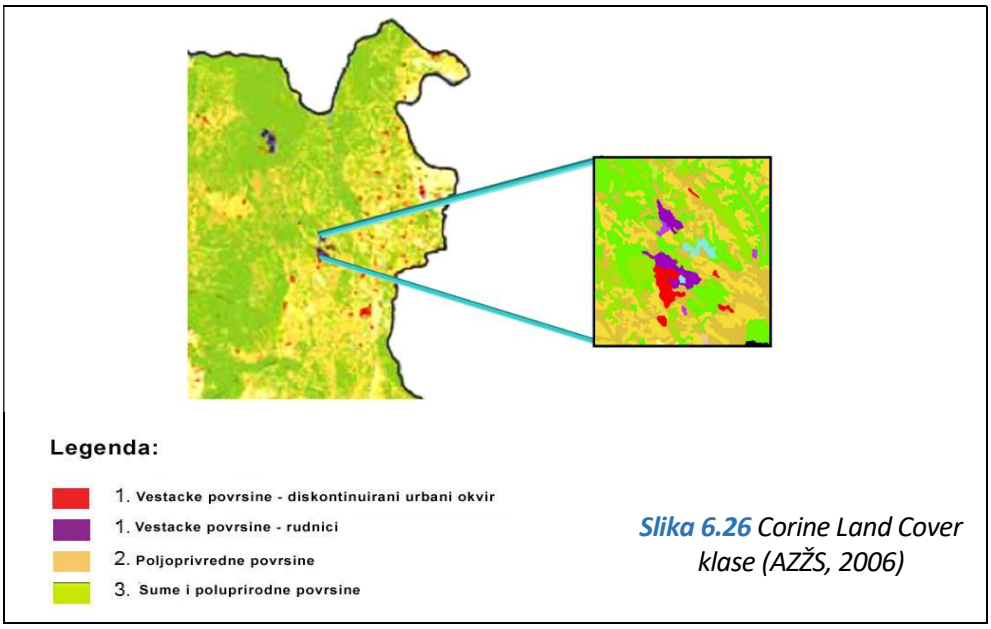
Parametar	Granična vrednost (mg/kg)	Vrednosti nakon remedijacije (mg/kg)	Bor (mg/kg)
Arsen	29	55	40-55
Bakar	36	190	150-710
Nikl	35	210	35-50

Prema CORINE Land Cover bazi podataka (mapa zemljišnog pokrivača načinjena na osnovu interpretacije satelitskih snimaka, slika 6.26, Evropska agencija za životnu sredinu, n.d.) za područje Istočne Srbije, istraživano područje pripada klasi 1.3.2. Deponije, dok okolna područja pripadaju staništima koda 3. Šume i poluprirodne površine, 2. Poljoprivredne površine i 1. Veštačke površine.

Geološka podloga na teritoriji katastarskih opština Bor, Krivelj i Oštrelj predstavlja matičnu stenu od koje se formiraju prirodna zemljišta. Peščari, laporci, konglomerati, krečnjaci i andeziti predstavnici su glavnih tipova stena prisutnih na istraživanom području.

Pedogeneza je proizvod efekata fizičkih, hemijskih i bioloških procesa koji deluju na matičnu stenu. Raznovrsni antropogeni uticaji, poput obrade, iskopavanja, odlaganja materijala i zagađenja snažno utiču na način formiranja i izmene postojećeg zemljišnog kompleksa, uzrokujući nastanak zemljišnih tipova različitih fizičkih i hemijskih karakteristika.

Na osnovu svojih morfoloških, fizičkih i hemijskih karakteristika zemljišta Bora razdvojena su prema stepenu oštećenja rudarskim aktivnostima na: blago oštećena, srednje oštećena i jako oštećena zemljišta (Antonović i saradnici, 1974).



Slika 6.26 Corine Land Cover klase (AZŽS, 2006)

Na teritoriji katastarski opština Bor, Krivelj i Oštrelj pretežno su formirane smonice, kisela smeđa zemljišta, renzine, aluvijalni nanosi i regosoli na različitim geološkim podlogama. Zajedničke osobine ovih zemljišta unutar različitih stepena oštećenja od strane antropogenog uticaja su uvećana kiselost, umanjen sadržaj organske materije i narušena struktura. Česta odlika im je smanjena plodnost i podložnost eroziji.

Zemljišta katastarskih opština Krivelj i Oštrelj generalno imaju redukovanu proizvodnu sposobnost i pripadaju nižim bonitetnim klasama. Zemljišta na teritoriji Krivelja pripadaju bonitetnim klasama IV-VII (Miljković, Stojković, 1998). Tabela 6.25 predstavlja površine pod različitim načinom korišćenja u odnosu na njihove bonitetne klase za katastarsku opštinu Krivelj.

Tabela 6.25. Bonitet i ukupna površina pod oštećenim zemljištem na teritoriji KO Krivelj (Miljković, Stojković,1998)

Bonitetna klasa	Njive	Livade	Voćnjaci	Vinogradi	Pašnjaci	Šume	Neplodno zemljište	Ukupno (ha)
IV	86	12	18	12	-	72	-	200
V	39	14	17	10	21	103	-	204
VI	91	32	-	-	49	109	-	281
VII	16	-	-	-	11	20	-	47
Neplodno	-	-	-	-	-	-	56	56
Ukupno	**232**	**50**	**35**	**22**	**81**	**304**	**56**	**788**

Katastarska opština Oštrelj direktno je izložena zagađenju vazduha, vode i zemljišta zbog flotacijskog jalovišta rudnika „Veliki Krivelj“ smeštenog u okviru njenih granica, i blizine industrijskih postrojenja za preradu rude u Boru. Zemljišta Oštrelja iz ovog razloga oštećena su kombinovanim efektima aerozagađenja i mineralne prašine. Njihova produktivnost određena je stepenom degradacije, udaljenosti od industrijske zone i sadržajem deponovanih teških metala.

Kvalitet zemljišta pre formiranja odlagališta otkrivke bio je VII katastarske klase (šuma i pašnjak), dok površine prekrivene otkrivkom na Istočnom odlagalištu spadaju u neplodne – kamenjar. Prostornim planom zone uticaja rudnika Veliki Krivelj - Cerovo; Instituta za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd 1992. predviđeno je da se sva spoljašnja odlagališta otkrivke u Velikom Krivelju podvrgnu rekultivaciji i to primenom eurekultivacije sa svim fazama tehničke, agrotehničke i biološke rekultivacije. Program biološke rekultivacije u slučaju navedenih odlagališta otkrivke će se sastojati od rekultivacija pošumljavanjem završnih kosina i etažnih ravni odlagališta.

Kod osnovne namene prostora promene su usmerene na povećanje površina pod šumama sa 45%na 49,2% teritorije Opštine, ili za oko 3570 ha (ne računajući rekultivisane površine). Ovo povećanje je uglavnom na račun poljoprivrednog zemljišta nižeg boniteta, ekscesivno erodibilnih i kontaminiranih zemljišta. Udeo poljoprivrednih u ukupnim površinama smanjio bi se tako za oko 5% (ili za oko 4100 ha).

Tabela 6.26. *Bilans površina u kompleksu rudarstva i metalurgije (u ha)*

Period		Ukupno	Aktivni kopovi	Deponije otkrivke	Flotacijska jalovišta	Prerada rude	Metalurgija	Tehnološki koridori	Rekultivacija
2011	ha	1665,7	332,5	464,0	544,0	112,5	99,0	6,5	107,2
	%	100,0	20,0	27,9	32,7	6,8	5,9	0,4	6,4
2021	ha	2040,5	766,0	188,0	260,5	112,5	99,0	6,5	608,0
	%	100,0	37,5	9,2	12,8	5,5	4,9	0,3	29,8

Izvor: Prostorni plan opštine Bor, Izveštaj o strateškoj proceni uticaja prostornog plana na životnu sredinu

Za razvoj saobraćajne infrastrukture predviđeno je oko 50 ha zemljišta, s tim da neće doći dobitnih promena u ukupnom udelu ovih površina. Građevinsko zemljište za planiranu vodoprivrednu, energetsku i telekomunikacionu infrastrukturu utvrđivaće se i bilansirati odgovarajućim urbanističkim planom u skladu sa planskim rešenjima, propozicijama i smernicama Prostornog plana. Građevinsko zemljište za planiran razvoj turističke infrastrukture i zona u turističkim prostorima utvrđenim Prostornim planom utvrđivaće se i bilansirati odgovarajućim urbanističkim planom. Bilansi osnovne namene prostora zaplanski period do 2021. godine prikazani su u tabeli 6.27.

Tabela 6.27. *Bilans osnovne namene prosrtora do 2021. godine*

Period		Ukupno	Poljoprivreda	Šume	Neplodno zemljište	Rudarstvo i metalurgija	Rekultivacija	Naselja	Vodotoci	Saobraćajnice
2011	Ha	85631,8	40726,7	38541,1	896,0	1558,5	107,2	2865,5	523,0	413,8
	%	100	47,6	45,0	1,0	1,8	0,1	3,3	0,6	0,5
2021	Ha	85631,8	36619,8	42112,6	841,4	1432,5	608,0	3031,0	523,0	463,5
	%	100	42,,8	49,2	1,0	1,7	0,7	3,5	0,6	0,5

Izvor: Prostorni plan opštine Bor, Izveštaj o strateškoj proceni uticaja prostornog plana na životnu sredinu

S obzirom na to da spada u teško obnovljive, ograničene prirodne resurse, zauzimanje i narušavanje zemljišta predstavlja najznačajniji konflikt industrije sa okruženjem. Uticaj eksploatacije ležišta rude bakra i odlaganja jalovine predstavlja i mogućnost kontaminacije gornjeg sloja usled taloženja prašine iz vazduha. Na osnovu planiranih rudarskih aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj i odlaganja raskrivke na odlagalištu Saraka i Stari kop, u predmetnu procenu i analizu uticaja taloženja prašine na širem prostoru oko površinskog kopa i odlagališta raskrivke uključeni su izvori emisije čestica prašine prikazani u tabeli 6.3.

Model AERMOD (US Environmental Protection Agency) korišćen je za procenu uticaja taloženja prašine u funkciji raspodele koncentracije taložnih materija na prostoru oko površinskog kopa. Dobijeni rezultati predstavljaju maksimalne dnevne vrednosti koncentracija taložnih čestica (mg/m^2 dan) za definisane izvore izdvajanja i receptore. Potrebno je naglasiti da je u razmatranim modelima uzeta u obzir i elevacija terena. U okviru ove procene analizirano je šire područje površinskog kopa. Za meteorološke uslove korišćeni su podaci za period 2018 – 2022. godine. Raspodela koncentracija taložnih čestica (mg/m^2 dan) oko površinskog kopa Veliki Krivelj za analizirane meteorološke uslove prikazana je na slici 6.14.

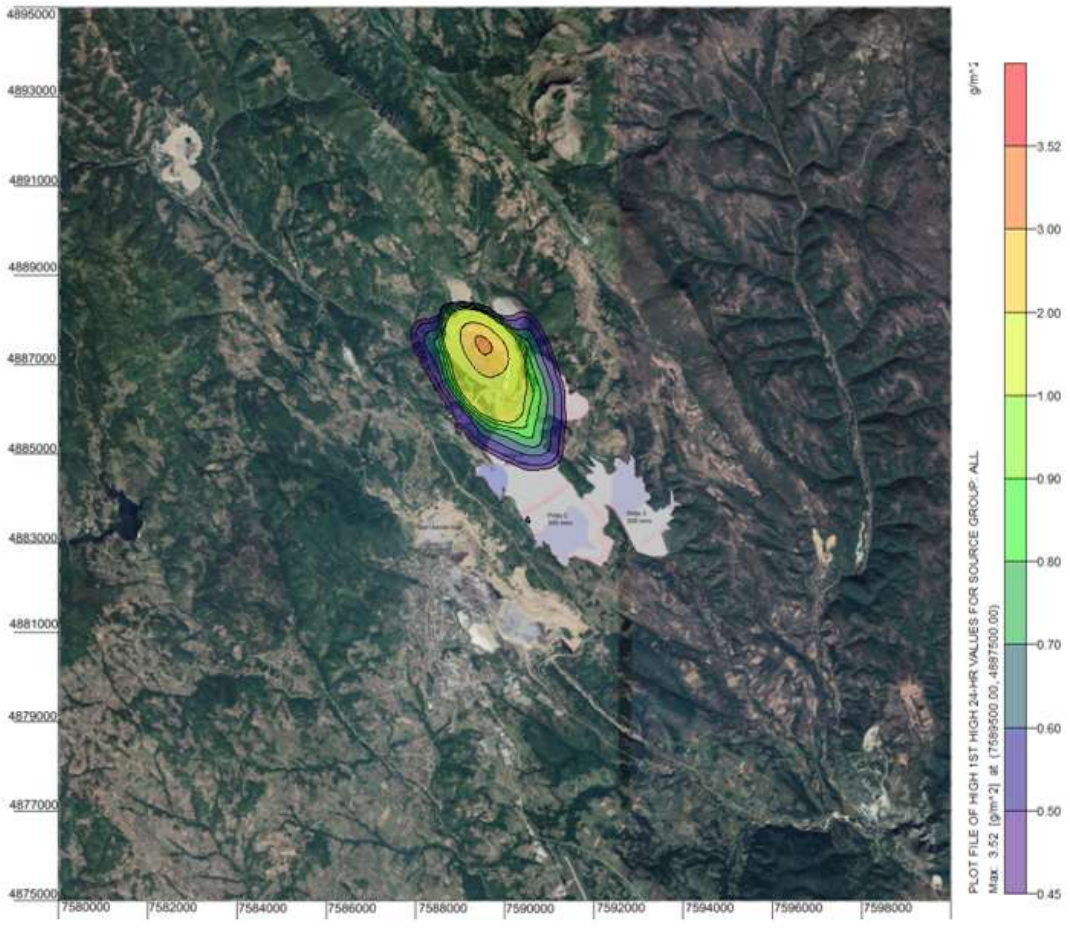
Kada je u pitanju raspodela veličine čestica, potrebno je naglasiti da se prašina sastoji iz većeg broja sitnih čestica čija veličina varira od veličine zrna peska do malih čestica veličine oko jednog mikrometra. Ove čestice su formirane od stena i zemljišta delovanjem mehaničkih sila koje se koriste pri rudarskim aktivnostima. Za razliku

od procesa sagorevanja, abrazivne mehaničke sile koje stvaraju čestice, ne formiraju veoma sitne čestice, tako da je količina sitnih čestica emitovanih tokom rudarskih aktivnosti veoma mala u poređenju sa česticama koje se formiraju iz izduvnih gasova vozila tokom sagorevanja. Pošto podaci o distribuciji veličine čestica nisu bili dostupni za površinski kop Veliki Krivelj, za modeliranje distribucije taložnih čestica usvojeni su iskustveni podaci sa površinskih kopova (Kingman S., Lowndes I., 2006) (tabela 6.28).

Tabela 6.28. *Podaci o veličini čestica emitovane prašine*

Klasa veličina čestica	Karakterističan prečnik (μm)	Maseni udeo
1	2.5	0.05
2	10	0.45
3	30	0.2
4	75	0.3

Raspodela koncentracija taložnih materija, prikazana na slici 6.27, ukazuje da se na području naselja Krivelj mogu očekivati maksimalne koncentracije taložnih materija od 450 - 500 mg/m^{2}dan, što je nivo koncentracije preko maksimalne dozvoljene vrednosti od 450 mg/m^{2}dan. Treba napomenuti da prikazane izoplete, koje odražavaju dnevne periode usrednjavanja, sadrže samo najviše koncentracije za taj period usrednjavanja, tokom čitavog perioda za koji je vršeno modeliranje (pet godina). Ovi rezultati predstavljaju najveći doprinos koje bi rudarske aktivnosti predloženog Projekta imale na kvalitet ambijentalnog vazduha.



Slika 6.27. *Raspodela koncentracija taložnih čestica (g/m^2 dan) oko PK Veliki Krivelj u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine*

U smislu navedene raspodele koncentracija taložnih materija predlaže se da se u sušnim periodima u zoni rudarskih aktivnosti posebna pažnja posveti monitoringu kako suspendovanih čestica PM10 tako i taložnih materija pri čemu bi se operativnim akcionim planom definisale dodatne tehničke i

organizacione mere za snižavanje koncentracija suspendovanih čestica i taložnih materija kao i uslovi njihove primene (organizacija radilišta, jednovremenost izvođenja operacija, intenzivnije prskanje puteva i odlagališta i sl.). Ovo je inače uobičajena praksa proaktivnog upravljanja zaštitom na radu i zaštitom životne sredine pri izvođenju rudarskih radova.

Problematika zauzimanja površina potrebnih za proširenje površinskog kopa predstavlja jedan od bitnih parametara merodavan za definisanje odnosa površinskog kopa i životne sredine. Ukupna površina zemljišta, koja će biti zahvaćena radovima na PK Veliki Krivelj i više ili manje degradirana, iznosi oko 244 ha.

6.5.1. Erozija zemljišta

Osim zauzimanja i njegove prenamene, jedan od velikih problema, kada je u pitanju zemljište, posebno poljoprivredno, jeste i erozija zemljišta. Erozija zemljišta je već prisutan problem u Srbiji. Procenjeno je da erozija utiče na približno 80% ukupnog poljoprivrednog zemljišta u Srbiji. Centralni region zemlje i oblasti na većim nadmorskim visinama zahvaćene su vodnom erozijom, dok u Vojvodini dominira eolska erozija (oko 85% poljoprivrednog zemljišta).

Erozija zemljišta predstavlja jedna od vidova degradacije zemljišta. Degradacija zemljišta erozijom podrazumeva gubitak površinskih slojeva zemljišta. Erozija zemljišta je sa jedne strane prirodni fenomen koji se može sprečiti delovanjem čoveka, ali sa druge strane ona je i fenomen koji može biti znatno pojačan dejstvom čoveka, kroz nepravilno korišćenje i upravljanje zemljišnim resursima. Upravo se zato pojam konzervacije zemljišta ne prevodi samo kao zaštita zemljišta, već predstavlja integralni pristup u kome se zemljište štiti od degradacije, ali kroz održivo korišćenje.

Do fluvijalne erozije dolazi kada voda prodire duboko u zemljište uskim kanalima. Na brdovitim predelima ovi kanali mogu biti vrlo duboki i da dođe do potkopavanja zemljišta. Ovaj vid erozije ne utiče toliko na useve koliko na stabilnost zemljišta. Glavni uzroci pojave fluvijalne erozije su neregulisana korita, obešumljenost nagiba, karakter klime, idr.

Površinska (eolska) erozija je karakteristična za bilo koju regiju izloženu vetru i kiši. U proleće, leti ili u jesen posle jačih kiša mogu se na neobrađenim i obrađenim njivama primetiti stotine manjih ili većih brazdica koja stvara tekuća voda koja ne uspe da se infiltrira u zemljišta već otiče niz nagib. Voda koja otiče niz nagib useca brazde ili manje kanaliće u trošnom zemljištu, njihova dubina ne prelazi 10-20 centimetara. U zavisnosti od terena brazde mogu da se: granaju, spajaju u nešto veće, prerastaju u vododerine, završavaju u depresijama.

Efekti antropogenih aktivnosti na zemljište se najviše manifestuju kroz poljoprivredne aktivnosti, te stoga treba primenjivati mere održivog upravljanja zemljišnim resursima u poljoprivrednoj proizvodnji, ali i u drugim oblastima u kojima dolazi do iscrpljivanja zemljišnih resursa.

Erozija zemljišta je prepoznata i definisana kao jedan od indikatora na nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine (Pravilnik o Nacionalnoj listi indikatora zaštite životne sredine, "Službeni glasnik RS", broj 37 od 31. maja 2011.). U smislu indikatora prikazuje površine i intenzitet erozivnih procesa, kao i zastupljenost klasa stvarnog i potencijalnog rizika od erozije zemljišta.

Mogući uzroci degradacije zemljišta erozijom su: Tip zemljišta, Tekstura zemljišta, Gustina i vodno – vazdušna svojstva zemljišta, Hidraulička svojstva zemljišta, Topografija, uključujući gradijent nagiba i dužinu nagiba, Pokrovnost zemljišta, Način korišćenja zemljišta i zemljišnog prostora (uključujući upravljanje zemljištem, poljoprivredne sisteme i šumarstvo), Klima (uključujući distribuciju padavina i karakteristike vetra) i Hidrološki uslovi.

Metoda potencijala erozije (EPM, Gavrilović, 1972.) polazi od analitičke obrade podataka o činiocima koji utiču na eroziju. Kako je erozija prostorna pojava, prikazuje se na karti (Poglavlje 2, slika 2.8 Karta erozije Republike Srbije), prema klasifikaciji na osnovu analitički izračunatog koeficijenta erozije (Z),

koji ne zavisi od klimatskih karakteristika, već od karakteristika tla, vegetacionog pokrivača, reljefa i vidljive zastupljenosti erozije.

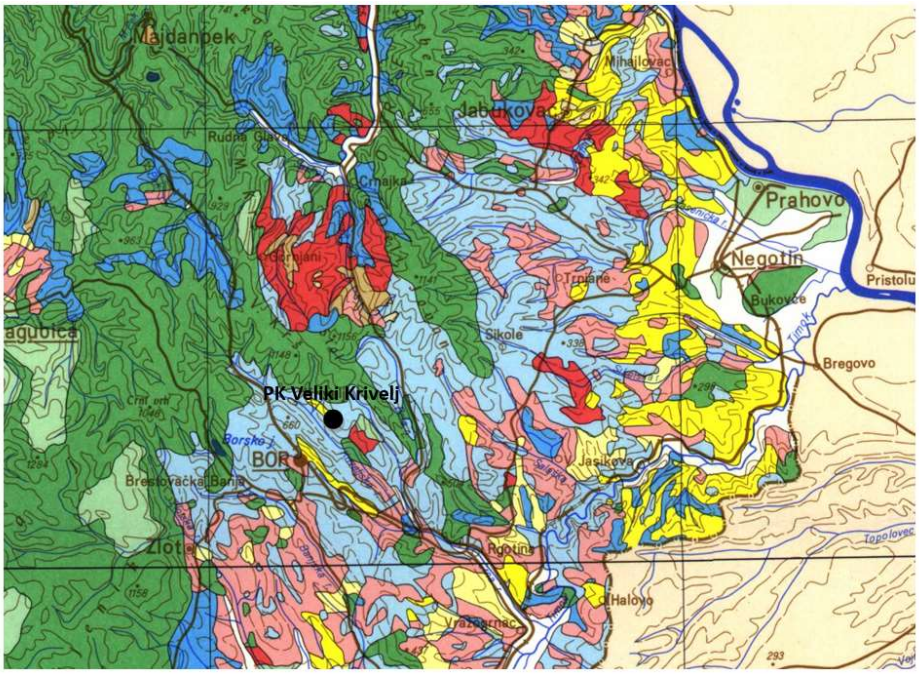
Na osnovu analitički izračunate vrednosti koeficijenta erozije, erozija se klasifikuje na pet kategorija, sa vrednostima koeficijenta erozije i kvalitativnim imenom kategorije erozije, prikazanim u tabeli 6.29.

Tabela 6.29. *Kategorizacija erozije prema vrednosti koeficijenta erozije*

KATEGORIJA	JAČINA EROZIONIH PROCESA	KOEFICIJENAT EROZIJE Z	KOLIČINA NANOSA m3/km2/god.	POVRŠINA		PRODUKCIJA NANOSA	
				km2	%	m3/god.	%
I 1	EKSCESIVNA EROZIJA	1,41–1,50	≧3.000	1.027,00	1,16	2.165.643,30	5,81
I 2		1,21–1,40					
I 3		1,01–1,20					
II 4	JAKA EROZIJA	0,86–1,00	1.200–3.000	11.657,83	13,21	14.169.528,52	38,03
II 5		0,71–0,85					
III 6	SREDNJA EROZIJA	0,56–0,70	800–1.200	11.198,98	12,67	8.988.449,04	24,13
III 7		0,41–0,55					
IV 8	SLABA EROZIJA	0,31–0,40	400–800	16.045,87	18,16	8.041.404,46	21,59
IV 9		0,21–0,30					
V 10	VRLO SLABA EROZIJA	0,11–0,20	100–400	36.407,35	41,19	3.890.949,42	10,44
V 11		0,01–0,10					
12	AKUMULACIJA NANOSA			12.024,41	13,61		

Korektno izrađena karta erozije pomoću ove metode i izračunati koeficijent erozije predstavljaju osnovu za dalje proračune u koje se unose i klimatski činioci koji imaju direktan uticaj na količinu erodiranog nanosa. Važni moduli ove metode su: klasifikacija bujica, optimizacija potrebnih protiverozionih radova, identifikacija erozionih područja. Višedecenijska primena ove metode je pokazala visok stepen pouzdanosti jer su se, na osnovu karte erozije, izračunati moduli zasipanja akumulacija ostvarili.

Prema podacima u tabeli i na osnovu lokacije predmetnog projekta (slika 6.28), vrednost koeficijent erozije (Z) za predmetno područje kreće se u rasponu od 0,21 (Slaba erozija) do 0,70 (Srednja erozija). Shodno tome specifična godišnja produkcija erozionih nanosa (W_{sp}) kreće se od 400 $m^3/km^2/god$ do 1.200 $m^3/km^2/god$.



Slika 6.28. Karta erozije sa lokacijom predmetnog područja

6.6. Analiza uticaja na zdravlje stanovništva

Procena uticaja na zdravlje stanovništva se može vršiti primenom modela (kompatibilnog sa procedurama WHO) koji se sastoji od sledećih koraka:

- identifikacija problema;
- identifikacija opasnosti;
- procena doze i efekata negativnog uticaja;
- procena ekspozicije za relevantnu populaciju;
- karakterizacija rizika.

Osnovne opasnosti po zdravlje stanovništva kao posledica rudarskih aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj su mineralna prašina i buka. Uzroci mogućih negativnih uticaja i pojave zdravstvenih problema su pre svega neažurno i neadekvatno praćenje i kontrola zagađenja vazduha i nivoa buke, odsustvo ili neadekvatna primena mera zaštite od navedenih štetnih uticaja, neadekvatno održavanje opreme i uređaja kao i nedostatak svesti o mogućim opasnostima po zdravlje ljudi.

Uticaj mineralne prašine koja se stvara pri eksploataciji ležišta rude bakra na respiratorni sistem zavisi od sadržaja slobodnog SiO_2 u prašini, veličine čestica prašine, perioda izlaganja, koncentracije itd. Zdravstveno stanje pojedinaca i radni uslovi mogu povećati uticaj mineralne prašine na respiratorni sistem.

Pored ove karakteristike mineralne prašine, značajni uticaj ima veličina čestica prašine koja određuje stepen prodiranja i zadržavanja u respiratornom sistemu. Od posebnog značaja za profesionalnu patologiju je mineralna prašina koja sadrži čestice veličine do 5 μm pošto one respiratornim sistemom dospevaju do plućnih alveola. Udisanje mineralne prašine izaziva bolest pluća – pneumokoniozu, koja u zavisnosti od porekla čestica prašine nosiv naziv: antrakoza (udisanje ugljene prašine), silikoza (udisanje silikatne prašine) i sl. Čestice većih dimenzija od 5 μm se zadržavaju u gornjim delovima respiratornog sistema izazivajući uglavnom hronični bronhitis.

Ukoliko je izlaganje radnika većim koncentracijama mineralne prašine dugotrajno, češća je pojava profesionalnih bolesti respiratornog sistema. Zbog navedenih razloga neophodno je organizovanje stalne

kontrole koncentracija mineralne prašine u radnim okolinama tehnološkog procesa površinske eksploatacije ležišta rude bakra u cilju pravovremene i adekvatne primene mera zaštite od mineralne prašine.

Ustanovljeno je da se inhalacija čestica u vazduhu spoljne sredine povezuje sa neželjenim kratkoročnim posledicama po zdravlje: povišenom stopom kardiopulmonalnog mortaliteta kod starijih osoba i egzacerbacijom astme u svim dobnim grupacijama. Ove opservacije o astmatičarima podržavaju brojne laboratorijske studije, koje pokazuju da određene vrste čestica izazivaju inflamaciju, kao i da je povećan broj alergijskih reakcija izazvanih udisanjem čestica izduvnih gasova od motora. Što se tiče dugoročnih posledica po zdravlje ljudi, a posebno u pogledu razvoja alergija i astme, dokazi o neželjenim posledicama zbog ekspozicije česticama su ređe, ali izvesne epidemiološke studije prijavljuju rezultate koji potvrđuju funkcije pluća i zagađenja izazvanog čestičnim zagađenjem. U laboratorijskim studijama na ljudima i životinjama dokazano je da čestice fosilnih goriva, ali i druge suspendovane čestice, pojačavaju razvitak alergijskih imunih odgovora. Razlike u odgovoru organizma se mogu odnositi na dodatnu aktivnost ovih čestica, na alergene koji se vezuju na čestice ili na inflamatorne posledice koje izazivaju same čestice.

Osim alergena, tri grupe egzogenih faktora su konstatovane kao skriveni, uzročni ili regulišući faktori za izazivanje i pojačavanje slučajeva respiratornih alergija. To su faktori ishrane, ekspozicija mikrobima u ranom detinjstvu i drugi aerozagađivači.

Na osnovu poznavanja mehanizma kojim mikročestice dovode do oštećenja pluća, klinički relevantna veza između zagađenja vazduha mikročesticama i mortaliteta povezuje se sa pogoršanjem već postojećeg kardiološkog i respiratornog oboljenja. To su bolesnici koji imaju dijagnozu astme, hronične obstruktivne bolesti pluća, akutne respiratorne infekcije i ishemične bolesti srca.

Postavljena su tri mehanizma delovanja koja kod ovih pacijenata dovode do smrti, sa uzrokom kardijalne ili respiratorne bolesti u vreme epizode sa povećanom zagađenošću PM_{10} i $PM_{2.5}$:

1. Akutni bronhitis i bronhiolitis mogu biti pogrešno dijagnostikovani kao edem pluća;
2. Prisutne mikročestice i zagađujuće materije mogu povećati permeabilnost plućnog parenhima i usloviti edem pluća kod osoba sa oštećenjem miokarda i povećanim atrijalnim pritiskom u levoj komori;
3. Bronhiolitis ili pneumonia nastali usled povećanog zagađenja vazduha, kod postojanja bolesti srca može dovesti do kongestije i srčanog zastoja.

Seaton i saradnici (1995) su postavili hipotezu da ultra fine čestice uzrokuju zapaljenje alveola, što pogoršava (izaziva) bolesti pluća i povećava broj umrlih od kardiovaskularnih bolesti usled povećanja koagulabilnosti krvi.

Kako je već navedeno, površinski kop Veliki Krivelj i odlagalište Saraka se nalaze u ataru naselja Krivelj i ataru naselja Bučje. U naselju Bučje, prema popisu iz 2011. godine, živi 579 stanovnika, a u naselju Krivelj živi 1052 stanovnika. Ovo je veoma važno pre svega sa stanovišta direktnog uticaja predmetnog objekta na zdravlje ljudi u njegovom neposrednom okruženju, a potom i šire.

U okviru studije, pri proceni rizika predmetnog projekta na zdravlje okolnog stanovništva, izdvojeni su i analizirani mogući uticaji prašine i buke. Identifikacija opasnosti i procena intenziteta uticaja prikazana je u okviru tačaka 6.2.3. i 6.3.3. ove studije. Na ovom mestu je potrebno naglasiti da stanovnici koji žive u naselju Bučje i naselju Krivelj, mogu biti izloženi ovim uticajima tokom izvođenja rudarskih radova na kopu i odlaganju raskrivke.

Procena rizika uticaja suspendovanih čestica i buke na zdravlje okolnog stanovništva izvršeno je primenom metodološkog koncepta razvijenog u okviru ‘‘Pollution Prevention by Design’’ u Pacific Northwest National Laboratory (2003., by U.S. Department of Energy – DOE). Prema navedenom metodološkom konceptu nivo rizika (R) pojedinačnog krterijuma uticaja se određuje kao proizvod veličine uticaja primenjene tehnologije (I) i kategorije verovatnoće pojave uticaja (P), odnosno

$$R = I \times P.$$

U okviru navedenog metodološkog koncepta kategorije verovatnoće pojave uticaja (P) vrednovane su kroz tri kategorije: nema mogućnosti (0), moguće (1), verovatno (2). Veličina uticaja primenjene tehnologije (I) se vrednuje takođe kroz tri kategorije: nema uticaja (0), mali (1), veliki (2). Nivo rizika pojedinačnog uticaja određene aktivnosti analiziranog tehnološkog procesa određuje se kroz sledeće izdiferencirane kategorije: 0 zanemarljiv rizik, 1 mali rizik, 2 srednji rizik i 4 veliki rizik.

U slučaju emisije suspendovanih čestica pri izvođenju radova na površinskom kopu Veliki Krivelj nivo rizika za okolno stanovništvo iznosi R = 1 x 2 = 2. Procena ukazuje na srednji rizik.

U slučaju nivoa buke pri radu angažovane opreme na eksploataciji rude bakra nivo rizika za okolno stanovništvo iznosi R = 1 x 2 = 2. Procena i u ovom slučaju ukazuje na srednji rizik po zdravlje stanovništva usled povećanog nivoa buke u okolini kopa.

Drugim rečima naseljenost u neposrednoj okolini kopa i emisija zagađenja, kako u radnoj tako i u životnoj sredini, predstavljaju preduslov direktnog uticaja predmetnog projekta na ljudsko zdravlje sa stanovišta kvaliteta vazduha, vode i potencijalne imisije prekomerne buke.

Ista situacija je i kada se razmatra direktan uticaj predmetnog objekta na ljudsko zdravlje preko drugih proizvoda za ljudsku potrošnju, a koji bi pod izvesnim okolnostima mogli doći u kontakt sa navedenim polutantima, koji vode poreklo sa predmetnog objekta. I u ovom smislu emisija zagađenja, odnosno suspendovane čestice prašine emitovane sa kopa, mogu dovesti do posrednog uticaja na zdravlje ljudi u njegovoj okolini.

U Studiji „Unapređenje upravljanja kontaminiranim lokalitetima u Srbiji – Jačanje nacionalnih kapaciteta i intersektorskih sinergija u oblasti bezbednog upravljanja kontaminiranim lokalitetima i opasnim hemikalijama u cilju prevencije štetnog uticaja na zdravlje ljudi i životnu sredinu u Republici Srbiji", izrađena od strane Ministarstva zdravlja, Ministarstva zaštite životne sredine i Instituta za javno zdravlje Srbije "Dr Milan Jovanović Batut" (2020. godina) se mogu naći određeni zaključci koji se odnose na zdravstveno stanje stanovništva aglomeracije Bor.

U navedenoj Studiji, u okviru priloga VII.2. Pilot studija – Grad Bor, u proceni izloženosti industrijskom zagađenju na zdravlje stanovništva u Boru, primenjena je SENTIERI epidemiološka metoda, kako bi se opisao zdravstveni profil stanovnika Grada Bora, kroz analizu pokazatelja obolevanja i umiranja od raka, kao i umiranja od kardiovaskularnih bolesti, respiratornih bolesti, digestivnih i genitourinarnih bolesti, kao i umiranja od svih uzroka smrti među stanovnicima Grada Bora. Potrebno je napomenuti da se dobijeni podaci odnose na kumulativne uticaje rudarstva, prerade rude i metalurgije, a ne samo površinskog kopa.

Najvažniji rezultati navedene Studije su:

- Za sve maligne tumore osim tumora kože, postoji značajno veći rizik u obolevanju i kod muškaraca i kod žena. Ovaj obrazac se opaža za specifična mesta lokalizacije raka, uključujući i rak kolona i rektuma, pankreasa, bubrega, bešike, štitaste žlezde, limfopoetskog tkiva, Hodžkinovog i ne-Hodžkinovog limfo- ma, leukemija i mezotelioma, a značajno veći rizik u obolevanju od raka pluća je registrovan i kod muškaraca i kod žena u Boru.
- Za sve maligne tumore osim tumora kože, zapažen je i značajno veći rizik u umiranju i kod muškaraca i kod žena u Boru. Kao i u slučaju obolevanja, ovaj obrazac se opaža za rak bronhija i pluća, kao i određene specifične lokalizacije raka, uključujući rak jetre, pankreasa, melanoma, mokraćne bešike, limfopoetskog tkiva, Ne-Hodžkinovog limfoma i mijeloidne leukemije. Isti obrazac je primećen i u slučaju umiranja od raka grlića materice i raka jajnika kod žena, kao i za rak prostate i testisa kod muškaraca.
- Analizom smrtnosti za sve uzroke smrti, smrti usled bolesti cirkulatornog sistema, respiratornih, digestivnih i urogenitalnih bolesti, primećeno je da, postoji veći rizik od smrtnosti u Boru u skoro svim grupama i kod muškaraca i kod žena. Veći rizik u umiranju kod oba pola registrovan je za sve bolesti i poremećaje, dijabetes melitus, bolesti cirkulatornog sistema, bolesti respiratornog sistema, kao i za urođene deformacije, malformacije i hromozomske aberacije.

Na osnovu navedenih, najvažnijih, rezultata Studije, izvučeni su određeni zaključci:

- Etiološka uloga izloženosti faktorima iz životne sredine je prisutna, ali su dostupni podaci o kvalitetu životne sredine nedovoljni za sistematsko praćenje zdravstvenog stanja stanovništva na kontaminiranim lokalitetima.
- Prikazani rezultati su bazirani na modifikovanom dizajnu studije i na reprezentativnim podacima, što studiji daje manji potencijal za pristrasnost (bias).
- Kroz dokument „Preporuke za unapređenje upravljanja kontaminiranim lokaliteti- ma u Republici Srbiji" bliže je definisan Akcioni plan aktivnosti koji će doprineti daljem unapređenju multisektorskog upravljanja kontaminiranim lokalitetima.

6.7. Uticaj na klimatske karakteristike

Klimatske promene, koje danas mogu biti jasno detektovane u dugogodišnjim nizovima klimatoloških i meteoroloških podataka, okarakterisane su na prvom mestu porastom temperatura, ali i promenama u režimu padavina, njihovoj godišnjoj raspodeli i u raspodeli po intenzitetu, kao i povećanoj frekvenciji ekstremnih vremenskih događaja i perioda sa ekstremnim klimatskim uslovima. Ovakve promene jasno utiču na životnu sredinu, privredu, zdravlje i bezbednost ljudi.

Analiza osmotrenih klimatskih promena na teritoriji Republike Srbije pokazala je da trend porasta temperature vremenom postaje sve veći. U januaru 2019. Republički Hidrometeorološki Zavod je saopštio da je 2018. godina bila najtoplija od kada postoje merenja u Republici Srbiji.

Tokom poslednjih decenija promene u klimatskim uslovima su bili povoljni i za češću pojavu suše, dok se sve više padavina izlučuje tokom intenzivnijih padavinskih događaja.

Na teritoriji Republike Srbije očekuje se da će temperatura nastaviti da raste do kraja ovog veka do vrednosti koje je su prosečno više za oko 3 do 5°C u odnosu na temperature sredine prošlog veka. Ovakve promene izazivaju još veću destabilizaciju klimatskog sistema i progresivnu promenu klimatskih uslova povoljnih za pojavu ekstremnih toplotnih talasa, jakih sušnih epizoda i povećanje akumulacija padavina tokom ekstremnih događaja. U budućim periodima možemo sa velikom verovatnoćom očekivati dalje probijanje temperaturnih i padavinskih rekorda, kako u regionima širom sveta tako i u Srbiji.

Kad je reč o uticaju klimatskih promena na društvo i ekonomiju Srbije, značajni su uticaji na različite sektore i sisteme, pa ne treba zanemariti potrebu za prilagođavanjem na izmenjene klimatske uslove i smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte (Greenhouse gas - GHG).

Očekuje se da će temperature i dalje da rastu. Takođe, treba računati na da će tokom leta biti manje padavina, ali i da će ih biti više tokom ostalih godišnjih doba. Ta očekivanja, kao i intenziviranje drugih ekstremnih uslova jasno govore da će negativne posledice promene klime biti sve izraženije. Prema Studiji o socio-ekonomskim aspektima klimatskih promena u Republici Srbiji (Danijela Božanić, Đorđe Mitrović, Studija o socio-ekonomskim aspektima klimatskih promena u Republici Srbiji, Program Ujedinjenih nacija za razvoj, Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu, 2019), klimatski parametri već utiču na vrednost BDP-a, ali i prihoda u okviru sektora od posebnog značaja za razvoj srpske ekonomije. Štaviše, s obzirom na očekivane promene klime, očekivan je nastavak trenda takvih uticaja na BDP Srbije. Očigledno je i da negativni uticaji promena klime na BDP rastu sa porastom srednjih globalnih temperatura.

Uticaj rasta srednje globalne temperature na ukupnu vrednost BDP-a je različit u zavisnosti od scenarija rasta. Čak i minimalni rast temperature dovodi do velikih gubitaka u privredi. Smanjenje ukupnog BDP u odnosu na potencijalni koji bi bio ostvaren da nema globalnog zagrevanja, obuhvatajući sve delatnosti koje su pogođene porastom temperature predstavljen je u tabeli 6.30.

Tabela 6.30. *Procena smanjenja ukupnog BDP-a izazvano očekivanim promenama klime (u milijardama USD i %)*

Porast T za:	2020-2040	2040-2100	2020-2100
1°C	15,465 (1.20%)	328,899 (4.74%)	344,364 (4.19%)
2°C	58,124 (4.53%)	708,193 (10.20%)	766,317 (9.32%)
3°C	59,107 (4.97%)	831,296 (12.88%)	890,403 (11.65%)
4°C	97,536 (6.87%)	1.904,874 (18.46%)	2.002,410 (17.06%)

Zadržavanje rasta srednje globalne temperature do kraja veka u okvirima određenim Sporazumom iz Pariza (2°C) vodilo bi gubitku BDP-a Srbije od 4,53 odsto do sredine veka, koji može biti značajno smanjen ulaganjem u prilagođavanje na izmenjene klimatske uslove, pre svega u smanjenje emisija GHG.

Činjenica je da ulaganje u smanjenje GHG može dovesti do smanjenja BDP-a i za 3,4% do 2030, odnosno 3,9% do 2050. godine, pri čemu s može očekivati i gubitka radnih mesta od najviše 2,1% u 2030. godini i 2,5% u 2050. godini u odnosu na situaciju bez preduzimanja mera na smanjenju emisija GHG, koji bi iznosio oko 1 %.

S druge strane mere smanjenja emisije GHG gasova dovode i do stvaranja neto novih radnih mesta. Očekuje se da će radnih mesta biti manje u sektorima koji se odnose na fosilna goriva i u poljoprivredi. Takođe, očekivano je smanjenje broja zaposlenih u velikim, i porast u malim i srednjim preduzećima.

Prema navedenoj studiji proces transformacije u takozvano "karbon neutralno" i klimatski prilagođeno društvo, kao i svi ostali procesi mogu dodatno ugroziti već ranjive grupe stanovništva o kojima se mora posebno brinuti. Takođe, potrebno je i pravovremeno obezbediti prekvalifikacije odnosno prilagoditi sistem obrazovanja za nove prakse, tehnologije i sektore u kojima se očekuje veća zaposlenost. Dakle, ekonomski razvoj i investiranje u prilagođavanje i smanjenje emisije štetnih gasova nisu u suprotnosti i jedno drugo ne isključuju. Štaviše oni se međusobno dopunjuju i obezbeđuju više mogućnosti za promene srpskog društva tokom tranzicije.

O potencijalnim uticajima klimatskih promena na zdravlje stanovništva, najbolje govore podaci prikazani u tabeli 6.31.

Pored socio-ekonomskog aspekta klimatskih promena, podjednako su važni i drugi ekološki aspekti, pre svih vode i vodosnabdevanje, zemljište i poljoprivreda, kao jedan od osnovnih izvora prihoda stanovništva posmatranog područja.

Tabela 6.31. *Potencijalni uticaji promena klime na zdravlje*

Klimatska promena	Zdravstveni uticaj	Ugrožena populacija
Toplotni talas	• Prerana smrt • Bolesti povezane sa povećanom temperaturom: sunčanica, toplotni udar, bubrežni kamenci (renalne kolike) • Toplotni stres • Iznenadna smrt	Stariji, deca, dijabetičari, siromašni, stanovnici grada, osobe sa respiratornim bolestima, oni koji su aktivni na otvorenom (radnici, sportisti I dr)
Loš kvalitet vazduha (zagađenja)	• Povećanje pojave astme • Povećanje hroničnih opstruktivnih bolesti pluća (HOBP) i drugih respiratornih oboljenja	Deca, oni koji su aktivni na otvorenom (radnici, sportisti I dr), stari, ljudi sa respiratornim bolestima, siromašni
Ekstremne padavine i polave	• Povrede • Smrt usled davljenja • Povećanje učestalosti zaraznih bolesti koje se prenose putem vode kontaminirane patogenima ili kontaminacijom iz otpadnih voda • Povećanje učestalosti zaraznih bolesti koji se prenose putem hrane	Stanovnici u regijama podložnim poplavama, stari, deca, siromašni, stanovnici u regijama koje su pod rizikom od vodenih bujica

Klimatska promena	Zdravstveni uticaj	Ugrožena populacija
Požari	• Smrt od opekotina i inhalacije dima • Povrede • Oboljenja oka i respiratornog trakta nastala usled izloženosti dimu	Ljudi sa respiratornim oboljenjima, ljudi u regiji koje su izložene požarima
Suše	• Nemogućnost snabdevanja hranom • Promene useva, štetočinama i korova • Nestašica vode • Neuhranjenost • Zarazne bolesti koje se prenose hranom i vodom • Pojava novih zaraznih vektorskih bolesti i zoonoza	Siromašni, stari i deca
Povećanje prosečne temperature	• Povećanje zaraznih bolesti koje se prenose putem hrane, npr. trovanje salmonelom • Povećanje vektroskih zaraznih bolesti kao što su virus Zapadnog Nila, encefalitis, lajmska bolest i dr. • Povećan pritisak na regionalne zalihe plitke vode • Povećanje ugroženosti od požara i zagađenja vazduha	Deca, oni koji su aktivni na otvorenom (radnici, sportisti i dr=
Povećanje temperature i porast CO2	• Povećanej alergija uzrokovane polenom • Povećanje broja slučajeva sa osipom kože i alergijskim reakcijama na biljke i drveće	Ljudi sa respiratornim oboljenjima, ljudi sa akutnim alergijama, deca, oni koji su aktivni na otvorenom (radnici, sportisti i dr)

U dokumentu pod nazivom „Drugi izveštaj Republike Srbije prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih nacija o promeni klime“ (Izdavač: Ministarstvo zaštite životne sredine), u cilju procene uticaja promene klime na vodne resurse, analizirane su promene trendova protoka reka (podaci sa 18 odabranih hidroloških stanica u centralnoj Srbiji). U obzir je uzet i već uočen negativni trend, posebno u periodu 1950-1960. Rezultati ovih analiza ukazuju da je prosečan dugoročni trend na domaćim rekama oko -30% /100 godina, dok prostorni raspored varira. Takođe, dugoročni trend za reke Dunav i Savu na teritoriji Srbije je negativan i iznosi oko -10%/100 godina. Dok maksimalne dnevne vrednosti pokazuju značajan opadajući trend protoka za skoro sve reke (izuzetak su Dunav i Tisa sa vrlo blagim porastom), minimalne dnevne vrednosti imaju vrlo promenljiv trend. Za ekstremno male i velike vode, na većim rekama se uglavnom beleži opadajući trend, dok manje reke beleže vrlo različite rezultate.

Scenarija budućih klimatskih uslova ukazuju na dalji pad protoka, posebno u periodu 2071-2100. U smislu veličine promena, slivovi Kolubare u centralnoj Srbiji i Toplice u južnoj Srbiji, biće najpodložniji promenama i do -40% u periodu 2071-2100. u odnosu na period 1961-1990. Za dva sliva u zapadnoj Srbiji, reke Drine i Lima, mogu se očekivati umerene promene. Za bližu budućnost promene protoka su u okviru nekoliko procenata, a ređe prelaze 10%.

Za podzemne vode uočen je opadajući trend raspoloživosti, ali manji nego u slučaju površinskih voda. Ovo se posebno odnosi na duboke izdani. Treba imati u vidu da, kada je reč o detaljnoj analizi raspoloživosti podzemnih voda i uticaju promene klime na njih, postoji problem nedostatka dugih nizova podataka.

Navedeno ukazuje na mogući značajan pritisak u pogledu sigurnosti vodosnabdevanja u Srbiji u budućnosti. Pored velikih gradova, može se očekivati da će najranjivija biti područja na jugoistoku, istoku, te u centralnom i severnom delu zemlje.

U proseku, promena srednje godišnje temperature od +1°C ima obrnuto proporcionalni efekat na godišnje padavine oko 7%, a na srednje godišnje protoke oko 20%. Dakle, u slučaju porasta prosečne godišnje temperature za 2°C možemo očekivati u proseku za 40-50% manje vode u rekama , u poređenju sa prosecima za poslednjih 60 godina.

Pored navedenih, potencijalno negativne posledice i uticaj promena klime na sektor voda u Republici Srbiji veoma izvesno mogu predstavljati i nestašica vode, povećanje intenziteta suše i broja područja koja su pogođena sušom, kao i porast trajanja perioda malih voda u rekama. Treba imati u vidu da period malih voda može biti posebno kritičan za kvalitet voda na slivovima, kao što su slivovi Morave i Tise, i na manjim vodotocima u istočnoj Srbiji, kao što su reke Nišava, Timok, Mlava.

Smanjenje padavina, svakako će uticati i na šumski pokrivač. Uobičajene vrednosti indeksa suše za teritoriju Srbije, koje su bile ispod 10 u periodu 1961- 1990. biće drastično izmenjene i u nekim delovima imaće vrednosti iznad 15 do kraja veka. Tako će najmanje povoljni uslovi za šume u 20. veku, u periodu 2071-2100. odgovarati onim najpovoljnijim.

Kada je u pitanju poljoprivreda, navedeni dokument „Drugi izveštaj Republike Srbije prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih nacija o promeni klime“ procene uticaja promena klime na sektor poljoprivrede posmatra, pre svega, kroz analizu uticaja promena temperatura i padavina na dinamiku rasta biljaka i promene prinosa kultura. Rezultati ukazuju na porast ranjivosti poljoprivredne proizvodnje usled povećanja brzine rasta biljaka. Posebno su izračunate očekivane promene u datumu cvetanja i punog zrenja za ozimu pšenicu, kukuruz i soju. Promene datuma cvetanja za period 2001-2030. za kukuruz, soju i ozimu pšenicu iznose nekoliko dana. Promena datuma punog zrenja, koja se kreće od 7 do 13 dana u proseku, ukazuje na ranije zrenje kukuruza, dok se kod ozime pšenice i soje ne očekuju značajnije promene.

Za period 2071-2100. očekuje se ranije cvetanje kukuruza i soje, i to za više od dve nedelje. Za kukuruz vreme punog zrenja može biti i do dva meseca ranije, što može značajno uticati na kvantitet i kvalitet prinosa. Za soju, vreme punog zrenja može biti oko dve nedelje ranije, pa bi slično pomeranje datuma cvetanja i zrenja trebalo da doprinese zadržavanju uobičajene dužine vegetacije. U načelu, promene u dinamici vegetacije mogu značajno da utiču na prinos ovih kultura i organizaciju radova u polju.

Generalno, očekivane promene klime uticaće na povećanje dužine vegetacionog perioda i pomeranje početka vegetacije prema ranijim datumima (i do 20 - 30 dana kako se približavamo 2100. godini), što će značajno uticati na planiranje proizvodnje i vreme obavljanja radova u polju. Prostorna pomeranja agroklimatskih uslova značajno će uticati na uslove gajenja poljoprivrednih kultura i izbor odgovarajućih sorti. Otopljavanje će uticati i na fenologiju biljaka, dovodeći do njihovog bržeg razvoja. Suvi periodi će najviše uticati na prinos izazivajući smanjenja, i to posebno jarih useva koji se ne navodnjavaju, osim ako se sorte ne prilagode visokim temperaturama (promena u grupama zrenja). Intenzivnije i učestalije pojave toplotnih talasa povećaće rizike u proizvodnji i smanjiti ratarsku i stočarsku proizvodnju. Termički stres takođe negativno utiče na zdravstveno stanje i proizvodnju stoke, kao i na odgovarajuće sanitarne uslove (mleko i meso).

Erozija zemljišta je već prisutan problem u Srbiji. Procenjeno je da erozija utiče na približno 80% ukupnog poljoprivrednog zemljišta u Srbiji. Centralni region zemlje i oblasti na većim nadmorskim visinama zahvaćene su vodnom erozijom, dok u Vojvodini dominira eolska erozija (oko 85% poljoprivrednog zemljišta). Uzimajući u obzir klimatska scenarija, u budućnosti se može očekivati povećanje vodne erozije u planinskim predelima (npr. Zlatibor). Dugoročno, efekti ekstremnih vremenskih prilika mogu smanjiti plodnost zemljišta i narušiti značajno njegove funkcije. Posebnu pažnju treba posvetiti eroziji uzrokovanoj ekstremnim količinama padavina u kombinaciji sa golim zemljištem na strmim planinskim područjima. Neophodno je praćenje trenda zemljišne erozije i procena dodatnog rizika koji može da bude uzrokovan klimatskim promenama.

Jasno je da će promene klime uticati na sve stanovnike. S druge strane ranjivost pojedinačnih grupa stanovništva i pojedinaca su različite i zavise od niza faktora. Pogođenost klimatskim promenama zavisi od: starosti, prihoda, obrazovanja, zdravstvenog stanja, socijalnog okruženja, pristupa službama i nivoa izloženosti klimatskim promenama. Mesto stanovanja (gradovi ili ruralne sredine) imaju svoje oblike i manifestacija, ali su svakako pogođeni izmenjenim klimatskim uslovima. Uticaji promene klime na stanovništvo u seoskim sredinama najviše se vide kroz smanjenje prihoda usled pada poljoprivredne proizvodnje, ali i povećane rizike po zdravlje zbog smanjenja raspoloživosti voda i teže dostupnoj zdravstvenoj zaštiti. Među njima, poljoprivredni proizvođači sa minimalnim kapitalom svakako su najranjiviji jer su, najčešće, i potpuno zavisni od poljoprivredne proizvodnje i prirodnih resursa.

Procene mogućnosti smanjenja ukupnih emisija GHG do 2050. godine, kao i za slučaj do 2030. godine (Drugi izveštaj Republike Srbije prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih nacija o promeni klime, 2017. god.) rađene su kroz tri scenarija:

- osnovni scenario (A),
- scenario „sa merama" (B) i
- scenario „sa dodatnim merama" (C).

Početna godina za projekcije bila je 2010. godina, a korišćen je LEAP model (Long range Energy Alternatives Planning system). Prve procene pokazuju da je do 2050. godine teorijski moguće smanjenje emisija GHG prema scenariju „sa dodatnim merama" za 35% u odnosu na scenario „sa merama" i za 49% u odnosu na Osnovni scenario. Drugim rečima, emisije GHG u 2050. godini po scenariju „sa dodatnim merama" bile bi za 42% manje od emisija u 1990. i 22% manje od emisija GHG u 2013. godini.

6.7.1. Kvantifikacija gasova staklene bašte

Emisije GHG u vezi sa predmetnim Projektom su izražene kao ekvivalenti ugljen-dioksida (CO_2-e). Ovo je standardizovana jedinica koja uzima u obzir doprinos gasova staklene baste (GHG) globalnom zagrevanju prema njihovim faktorima Potencijala Globalnog Zagrevanja (Global Warming Potential, GVP) definisanim od strane Međuvladinog panela za primenu klime (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC).

Informacije sadržane u ovom poglavlju su u skladu sa pristupima Svetskog Instituta za Resurse (World Resources Institute, WRI) i Svetskog Poslovnog Saveta za Održivi Razvoj (WBCSD). Takođe, neke procedure u vezi kvantifikacije izvora i ponora GHG preuzete su iz Smernica Međuvladinog Panela za Klimatske Promene (IPCC) za nacionalne inventare gasova staklene bašte. Ovi dokumenti su široko priznati kao standardne metode za opisivanje i izveštavanje o šest gasova staklene bašte definisanih Kjoto protokolom: ugljen dioksid (CO_2), metan (CH_4), PFC, azot oksid (N_2O), sumpor heksafluorid (SF_6) i HFC.

Pristup WRI/WBCSD u njihovom Protokolu o izveštavanju o gasovima staklene bašte deli ukupne emisije u specifične kategorije nakon identifikovanja izvora emisije GHG (stacionarno sagorevanje, mobilno sagorevanje, procesne emisije, fugitivne emisije...). Kategorije emisije su sledeće:

- Obim 1: Direktne emisije koje se javljaju iz izvora koji su u vlasništvu, pod kontrolom ili kojima upravlja entitet koji izveštava.
- Obim 2: Indirektne emisije iz potrošnje kupljene električne energije, toplote ili pare.
- Obim 3: Ostale indirektne emisije koje nastaju usled aktivnosti kompanije (nabavka sirovina, isporuka gotovih proizvoda i sl.).

U vezi sa predmetnim Projektom, razmatrataće se emisije iz obima 1 i one obuhvataju emisije GHG vezane za fazu eksploatacije rude bakra i odlaganje jalovine.

Za proračun emisija GHG korišćeni su sledeće internacionalne smernice (uputstva):

- 2006 IPCC Smernice za nacionalne inventare gasova staklene bašte.
- WRI/WBCSD Protokol za gasove staklene bašte.

Procena emisije gasova staklene bašte za predmetni projekat zasniva se na nekoliko ključnih pretpostavki, uključujući, ali ne ograničavajući se na, sledeće:

- Radno vreme i radni sati mobilne opreme se zasnivaju na 12-časovnoj dnevnoj bazi, za 7-dnevnu sedmicu;
- Faktori opterećenja za mobilnu opremu procenjeni su na bazi US-EPA faktora, koji se koriste za modeliranje emisija iz pogonskih jedinice opreme koja se koriste van puteva – NR-005d (2010);
- Faktori emisije u vezi sa potrošnjom eksploziva.

U zavisnosti od vrste opreme, motori rade pri različitim brzinama, opterećenjima i nazivnoj snazi. Da bi se razmotrio efekat rada u uslovima mirovanja i delimičnog opterećenja, usvojeni su odgovarajući faktori opterećenja kako bi se procenio prosečni udeo korišćene nazivne snage. Faktori opterećenja za mobilnu

opremu koja koristi dizel gorivo procenjeni su između 21 i 59% (US EPA, 2010) u zavisnosti od vrste opreme. Zastoji usled mehaničkih i operativnih faktora nisu uzeti u obzir za procenu najgoreg scenarija emisija.

Emisije iz Obima 1 se izračunavaju na osnovu operativnih parametara koji utiču na potrošnju energije (tj. tona-km, zapremina ulaza, potrošnja električne energije, radni sati, itd.) i potrošnju eksploziva i faktora emisije datih WRI/WBCSD GHG protokolom i odgovarajućom stručnom literaturom.

U vezi sa predmetnim projektom, izvršen je proračuna emisije iz Obima 1 i Obima 2, za sledeće elemente:

- Potrošnja goriva - Mobilna oprema (Obima 1);
- Potrošnja eksploziva (za potrebe otkopavanja rude i jalovine) (Obim 1);
- Potrošnja električne energije – Angažovana električna snaga (Obima 2).

Emisije GHG za mobilnu opremu se obično zasnivaju na potrošnji goriva. Za mobilnu opremu čija potrošnja goriva nije poznata, procenu ukupne emisije CO2-e na nivou godine mogu se izračunati na osnovu specifične snage motora, na bazi sledeće jednačine:

$$Emisija\ \frac{kg\ CO_2 - e}{year} = Broj\ mašina \times\ Nominalna\ sanga\ (kW) \times\ Faktor\ opterećenja \times Radni\ \frac{sati}{dan} \times Radni\ \frac{dani}{godini} \times 3600\ s \times Emisioni\ Faktor\ \left(kg\ \frac{CO_2 - e}{TJ}\right) \times 10^{-9} \times Koeficijent\ vremenskog\ iskorišćenja$$

gde su:

- Nominalna snaga (Iz kataloga proizvođača), (kW);
- Faktor opterećenja – prosečni (%);
- Emisioni faktor (usvaja se iz odgovarajuće tabele 6.20);
- Koeficijent vremenskog iskorišćenja – Predstavlja odnos efektivnog vremena rada mobilne opreme tokom smene i ukupnog vremena trajanja smene, (%).

Sledeća formula korišćena je za proračun emisije CO2 u atmosferu kao funkcije upotrebe eksploziva na dnevnoj bazi (*Greenhouse Gas Emission Inventory Summary for KGHM Ajax Mine*).

$$CO_2\ emissions\ \left(\frac{tonnes}{year}\right) = ANFO\ usage\ \left(\frac{tonnes}{day}\right) \times \left(\frac{365\ day}{year}\right) \times Emission\ Factor\ \left(\frac{0.189\ tonnes\ CO_2}{tonnes\ ANFO}\right)$$

U tabeli 6.32, dati su emisioni faktori koji su upotrebljeni za registrovane izvora gasova staklene bašte u vezi sa predmetnim projektom.

Tabela 6.32. *Vrednosti emisionih faktora i izvor podatka*

Specifični faktori	Jedinica	CO_2	CH_4	N_2O	Reference
Obim 1					
Dizel gorivo	g/L	2676	0,361	0,0217	(World Resources Institute, 2017)
Eksploziv	kg/kg	0.189	-	-	(Greenhouse Gas Emission Inventory Summary for KGHM Ajax Mine, 2015)
Obim 2					
Električna energija	kg/MWh	18,5	-	-	(Electricity Coordinating Center, Ltd, 2020)

Rezultati proračuna emisije GHG dati su u tabeli 6.33. Za svaki izvor emisija data je srednja godišnja vrednost, na bazi srednje godišnje potrošnje dizel goriva, za posmatrani period, (16 379 516 l/god) i srednje godišnje potrošnje električne energije (50 029 MWh).

Tabela 6.33. Rezultat proračuna emisija GHG

	Jedinica (CO_2-e)	Površinska eksploatacija rude bakra na PK Veliki Krivelj			
		2025	2030	2035	2040
Dizel gorivo	tCO_2-e/yr	46616.11	30627.86	25645.17	16547.96
Eksploziv (ANFO)	tCO_2-e/yr	8659.22	4633.20	3170.45	1798.30
Električna energija	tCO_2-e/yr	924.89	454.90	245.62	128.30
Ukupno Obim 1 i 2	**tCO_2-e/yr**	**56200.22**	**35715.96**	**29061.24**	**18474.56**

6.7.2. Uticaj emisija GHG predmetnog projekta

Procenjeni uticaj projektnih emisija na nacionalne emisije u Republici Srbiji tokom trajanja projekta naveden je u tabeli 6.33 za sva tri scenarija (A, B i C). Ovi scenariji su definisani u okviru dokumenta Drugi izveštaj Republike Srbije prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih nacija o promeni klime, 2017. god.

Procenjeni vremenski okvir projekta kreće se od 2023. god. do 2041. god. Projektne emisije u ovim periodima upoređene su sa predviđenom emisijom Republike Srbije, u tabeli 6.34.

Tabela 6.34. Procenjene emisije GHG na nivou Republike Srbije i predmetnog projekta

Godina	Projektovane emisije Republike Srbije ($ktCO_2$-e)				Projektne emisije u odnosu na procenjene vrednosti emisija na nivou Republike Srbije (%)		
	A	B	C	Projektne emisije	A	B	C
2025	80.700	70.700	63.500	56,2	0,070	0,079	0,089
2030	97.100	75.300	67.600	35,71	0,037	0,047	0,053
2035	92.000	73.000	59.000	29,06	0,032	0,040	0,049
2040	100.000	75.000	56.000	18,47	0,018	0,025	0,033

Iz tabele 6.24 se može videti, da će procenjene emisije GHG predmetnog projekta, za navedeni period, uticati na ukupnu procenjenu emisiju GHG na nivou Republike Srbije sa manje od 0,1 %.

6.8. Analiza uticaja na floru, faunu i ekosisteme

Na osnovu svih dosadašnjih analiza definisanih uticaja moguće je pouzdano sagledati relevantne parametre za ocenu uticaja površinskog kopa na floru i faunu predmetnog područja. Najveći uticaj u okvirima razmatranog područja predmetnog eksploatacionog polja izražen je kroz već analizirani efekat zauzimanja površina. Ovaj uticaj je izražen na celokupnoj površini planiranog površinskog kopa jer se radi o zemljištu određenih reproduktivnih karakteristika. Niz drugih uticaja prisutan je u manjoj meri s tim što treba naglasiti da se ni u jednom slučaju ne radi o uticajima na florističke elemente od posebne prirodne vrednosti.

Indeks zaštićene prirode pokazuje koliko je procenata očuvane prirode pod zakonskom zaštitom. Na prostoru opštine Bor zaštićen je Lazarev kanjon kao prirodno dobro nacionalnog značaja. Po IUCN kategorizaciji, to je spomenik prirode. On je uvršten u listu značajnih ornitoloških područja Evrope. Pošto je površina veća od 1000 ha, predložen je za upis u listu IUCN Nacionalnih parkova i zaštićenih područja.

Negativni uticaj na okruženje i prirodu kao posledica aktivnosti na eksploataciji i preradi rude bakra u kompaniji SERBIA ZIJIN COPPER DOO koncentrisan je u radiusu od 12 km od industrijske oblasti, predstavljajući faktor ugrožavanja očuvanih ekosistema planinskih područja Stola i Velikog Krša (Environmental Assessment of RTB Bor operations – Final Report, 2006), kao i retkih i ugroženih vrsta flore i faune.

Odgovarajući ekološki menadžment kao integralni deo postojećih i budućih operacija u Serbia Zijin Copper Bor zato je od izuzetne važnosti za očuvanje i zaštitu ovih vrednih prirodnih područja i njihovog jedinstvenog biodiverziteta.

Na analiziranom prostoru biće sprovedene mere za smanjivanje negativnih uticaja na životnu sredinu radi obezbeđivanja obnavljanja biološkog i pejzažnog karaktera područja. Ovo je moguće realizovati kroz očuvanje gornjeg sloja, sadnju autohtonih biljnih vrsta i stvaranje vrsta šumskih staništa što bi obnovilo postojeću raznolikost vrsta.

Vremenski period vraćanja zemljišta u prethodno stanje zavisiće od realizacije projekata i dinamike odlaganja raskrivke na odlagalištu Saraka i Stari Borski kop uz dodatni period za ponovno formiranje posađene vegetacije.

U toku izvođenja rudarskih radova većina životinjskih vrsta će napustiti područje površinskog kopa eksploatacionog polja Veliki Krivelj, sa mogućim izuzetkom ptičijih vrsta, malih glodara i reptila koji se mogu prilagoditi promenjenom staništu.

Buka koja potiče od aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj i odlagališta raskrivke uglavnom će uticati na životinjski svet u neposrednom okruženju rudnika.

U poglavlju 5 detaljnije su opisana registrovana staništa i njihova distribucija. Cilj ovog poglavlja je da prikaže procenu mogućeg uticaja projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet od 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, odnosno pregled negativnih uticaja Projekta na registrovana staništa i elemente u njima. Pregled negativnih uticaja na staništa na eksploatacionom području ležišta Veliki Krivelj baziran je na Referentnoj listi pretnji, pritisaka i aktivnosti (Ssymank 2011), koja je razvijena za potrebe zaštite prirode na području Evropske unije, tako da svoju primenu ima i u zemljama kandidatima za pristup Evropskoj uniji.

Na čitavom prostoru na kojem se očekuju uticaji u realizaciji Projekta prepoznati su specifični negativni uticaji koji se mogu grupisati u šest opštih grupa. Pregled svih uticaja, kao i njihova raspodela po područjima i tipovima staništa je prikazana u tabelama 6.35 i 6.36.

Tabela 6.35. *Pregled negativnih uticaja po područjima na kojima se vrši površinska eksploatacija i priprema rude*

R	Oznaka	Pretnje	Površinski kop	Odlagališta raskrivke	Flotacija	Flot. jalovište
	C	**Rudarstvo, otkopavanje mineralnih sirovina i proizvodnja energije**	3	2	2	2
	C01	Rudarstvo i eksploatacija građevinskog kamena				
	C01.04	Rudnici				
ir	C01.04.02	Površinska eksploatacija	3	2	2	2
	D	**Transportni i uslužni koridori**	1	1	1	1
	D01	Putevi i pruge				
ir	D01.02	putevi, autoputevi	1	1	1	1
	D02	Komunalne i uslužne linije				
ir	D02.01	električne i telefonske linije	1	1	1	1
ir	D02.02	Cevovodi	1	0	1	1
	D05	Poboljšan pristup lokaciji				
	E	**Urbanizacija, stambeni i poslovni razvoj**	2	2	2	2
	E02	Industrijska ili komercijalna područja				
ir	E02.01	Fabrika	2	0	2	0
	E03	Pražnjenja				
r	E03.02	odlaganje rudarskog otpada	0	2	0	3
	H	**Zagađenje**	2		2	2
	H01	Zagađenje površinskih voda (kopneno, morsko i bočato)				
r	H01.01	zagađenje površinskih voda industrijskim postrojenjima	2	2	2	2
	H04	Zagađenje vazduha, zagađenja koji se prenose vazduhom				
r	H04.03	drugo zagađenje vazduha	2	2	1	2

R	Oznaka	Pretnje	Površinski kop	Odlagališta raskrivke	Flotacija	Flot. jalovište
r	H05	Zagađenje zemljišta i čvrsti otpad (isključujući ispuštanja)				
	H05.01	smeće i čvrsti otpad	2	2	1	2
	I	**Invazivne, druge problematične vrste**	2	1	1	1
r	I01	Invazivna neprirodna vrsta	1	1	1	1
	J	**Prirodne modifikacije Sistema**	2			2
	J02	Promene u hidrauličkim uslovima izazvane ljudima	2			2
	J02.07	zahvatanje vode iz podzemnih voda	-	-	-	-
?	J02.07.03	zahvatanje podzemnih voda od rudarske industrije	2	0	0	0
	J03	Druge modifikacije ekosistema	2	1	0	2
r	J03.01	smanjenje ili gubitak specifičnih karakteristika staništa	2	1	0	2
r	J03.02	antropogeno smanjenje povezanosti staništa	2	1	0	2

Skraćenice: **Kolona 1** "R" = reverzibilnost; "ir" " = uticaj koji prouzrokuje ireverzibilne promene područja / staništa; "ir" " = uticaj koji prouzrokuje reverzibilne promene područja / staništa; **Kolone 4-8** intenzitet pojedinačnih uticaja na skali 1 - 3, gde ocena 3 označava najjači negativan uticaj a ocena 1 najslabiji. Ocena 0 označava odsustvo konkretnog uticaja na konkretnom području

Tabela 6.36. Pregled negativnih uticaja po tipovima registrovanih staništa

EUNIS šifra	EUNIS tip staništa	C Rudarstvo	D Transport	E Urbanizacija	H Zagađenje	I Invazija	J Modifikacija prirodnog sistema
H5.6	Gažene površine	1	1	1	1	1	1
J1.4	Urbane i suburbane industrijske i komercijalne lokacije koje se još uvek aktivno koriste	1	1	2	2	1	1
H3	Unutarkontinentalni klifovi, stenoviti platoi i ravne površine i veliki obluci	3	1	1	2	1	2
I1	Obradive površine i bašte u kojima se gaje usevi za tržište	2	1	2	1	1	1
G1	Širokolisne listopadne šume	3	1	1	2	1	2
G4	Mešovite listopadne i četinarske šume	2	1	1	1	-	-
E1	Suve travne formacije	2	1	1	2	1	2
E4	Alpijske i subalpijske travne formacije	2	1	2	1	1	1

Iz priloženih tabela, a na bazi intenziteta pojedinačnih uticaja (skala 1 - 3, gde ocena 3 označava najjači negativan uticaj a ocena 1 najslabiji), može se zaključiti da će (C Rudarstvo razvoj - Površinska eksploatacija C01.04.02) najveći negativan uticaj (inteziteta 3) ostaviriti na staništa tipa G1- Širokolisne šume i H3 - Unutarkontinentalni klifovi, stenoviti platoi i ravne površine i veliki obluci.

Kako je već navedeno u poglavlju 5, Zavod za zaštitu prirode Srbije iz Beograda je izdao Rešenje o uslovima zaštite prirode za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje kompaniji SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR, dana 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-2159/3. Uvidom u Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara i dokumentaciju Zavoda, u navedenom Rešenju o uslovima zaštite prirode navode se dva područja gde nije dozvoljeno proširenje površinskog kopa, odnosno eksploatacija. Na prilogu 1 dat je grafički prikaz navedenih područja gde se može videti da proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj, planirano predmetnim projektom, nije obuhvatilo područja navedena u uslovima Zavoda za zaštitu prirode Srbije.

6.9. Sociološki i ekonomski uticaj

Od ukupnog broja zaposlenih stanovnika u naseljima na analiziranom području, stanovništvo je prevashodno angažovano na obavljanju delatnosti u oblasti poljoprivrede i rudarstva, pri čemu se poljoprivrednom bavi uglavnom stariji deo populacije.

Za seoske zajednice je karakteristično da su otvaranjem rudnika izgubili deo obradivog zemljišta, livade i pašnjake, i da je prilaz i korišćenje Kriveljske reke u sektoru kopa i jalovišta postao nemoguć. Međutim, mlađe, školovano i radno sposobno stanovništvo je našlo zaposlenje na kopu, flotaciji ili drugim objektima rudnika čime je došlo do promene u kojoj je seosoko (poljoprivredi orijentisano) stanovništvo postalo industrijski orijentisano pa je na taj način ublažen problem gubitka poljoprivrednog potencijala.

Deo stanovnika seoskih zajednica je zapošljavanjem u industrijskim objektima migrirao u grad Bor i u potpunosti prestao da se bavi poljoprivredom. Stanovništvo koje je ostalo da živi na selu, uz pomoć i podršku meštana koji su odselili, odmah po otvaranju rudnika je započeo «borbu» sa Rudnikom za dosledno poštovanje mera zaštite životne sredine. Ta ekološka svest je rasla sa vremenom i širenjem kopa i jalovišta. Dobra organizovanost i razvijena ekološka svest seoskog stanovništva je dovela do definisanja sanitarne zone oko objekata Rudnika.

Na osnovu prethodno navedenog može se zaključiti da eksploatacija rude bakra na površinskom kopu ”Veliki Krivelj” uzrokuje određene društvene uticaje kako na lokalno stanovništvo tako i na stanovništvo na širem području. Izvođenje rudarskih aktivnosti na predmetnom području karakteriše sadašnji i budući industrijski profil zaposlenosti lokalne zajednice.

6.10. Analiza uticaja na prirodna dobra posebnih vrednosti i nepokretna kulturna dobra

Osnovni cilj zaštite (konzervacije, restauracije i revitalizacije) spomenika baštine je u njenom očuvanju kao istorijskog svedočanstva identiteta mesta i civilizacijskog dometa kultura naroda, koji su na ovom području vekovima slojevito ostavljali tragove načina življenja i rada. Bez zaštićene spomeničke baštine nema slojevitog civilizacijskog doprinosa, nema potrebnog istorijskog pamćenja koje usmerava modele življenja i urbaniteta područja.

Zaštita spomeničkog nasleđa na područjima rudarskih i industrijskih kompleksa, a posebno kada su u pitanju poremećaji morfološkog sklopa terena, kao što je to slučaj sa površinskim kopovima, predstavlja delikatan zadatak. Rudarski radovi mogu i nepovoljno da utiču na arheološka nalazišta kada se isti nađu na putu izvođenja radova. Uz sinhronizovani i interdisciplinarni pristup svake od granskih disciplina, mogu se pomiriti određeni konflikti i ograničenja vezani za eksploataciju ležišta mineralnih sirovina i uticaj na kulturno nasleđe.

Prema Rešenju o davanju saglasnosti na Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10.6 Mt rude godišnje, koje je izdao Zavod za zaštitu spomenika kulture Niš broj 1754/2-02 od 23.10.2023. godine u trenutku podnošenja zahteva, ne postoje utvrđena nepokretna kulturna dobra, evidentirana dobra koja uživaju prethodnu zaštitu i evidentirane ratne memorijale.

6.11. Uticaj na pejzažne karakteristike područja

Problematika vizuelnog zagađenja kao kriterijuma odnosa površinskog kopa i životne sredine pretpostavlja da odlike slika predela predstavljaju kvalitativni činilac koji se javlja kao element degradacije postojećih i uređenih odnosa. Da bi se sa opisne procene uticaja u ovom domenu prešlo na kvantitativne metode, koje uključuju kompleksnu valorizaciju prostora, neophodno je sprovesti čitav niz specifičnih postupaka analize pri čemu su neophodne grafičke i vizuelne informacije visokog tehnološkog nivoa.

Uticaj površinske eksploatacije ležišta rude bakra na izmenu pejzažnih karakteristika u smislu morfološke izmene terena, podrazumeva stvaranje depresija određenih razmera i formiranja odlagališta jalovine. Pri izvođenju rudarskih radova površinske eksploatacije na posmatranoj lokaciji neminovno će doći do degradacije površine terena. Usled procesa otkopavanja u otkopanom prostoru će nastati depresija, što će usloviti promenu i narušavanje morfoloških i estetskih karakteristika postojećeg prirodnog ambijenta. S obzirom da je karakter i obim projektovanih rudarskih radova takav da ovom području nije moguće povratiti prvobitni morfološki izgled,

obaveza je projektanata da tehnološkim procesom eksploatacije, odnosno aktivnostima odlaganja jalovine i tehničkom rekultivacijom obrade završnu geometrijsku konturu odlagališta tako da se novoformirani prostor u funkcionalnom i estetskom smislu što bolje prilagodi postojećem prirodnom ambijentu.

U slučaju odlagališta raskrivke Saraka i odlagališta stari kop u Boru, rešenje rekultivacije se može sagledati i sa aspekta opšteg izgleda i njihovog uklapanja u širi ambijent. Potrebno je naglasiti da će se radovima tehničke i biološke rekultivacije prostora odlagališta raskrivke Saraka i odlagališta stari kop u Boru, prema već ranije urađenoj i odobrenoj projektnoj dokumentaciji a koja nije predmet ovog projekta, izvršiti revitalizacija prostora uz poštovanje prirodnih uslova područja i osnovnih karakteristika izvornog pejzaža područja.

6.12. Analiza uticaja na infrastrukturu i saobraćaj

Aspekti uticaja rudarskih radova na infrastrukturu područja, vezani za projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet od 10,6 x 10^6 tona rude godišnje odnose se na sledeće:

- **Upravljanje čvrstim otpadom**. Pri analiziranoj površinskoj eksploataciji ležišta rude bakra Veliki Krivelj formira se odlagalište raskrivke stari kop u Boru i odlagalište Saraka. Navedena odlagališta su u okviru granica eksploatacionog polja i kao takva ni prostorno a ni sa drugih aspekata nemaju negativnih uticaja na okolinu.
- **Regulacija hidrološkog režima**. Projektovanim razvojem površinskog kopa Veliki Krivelj, rudarski radovi neće uticati na izmenu hidrološkog režima šireg područja oko ležišta rude bakra Veliki Krivelj. Izgradnjom planiranog novog tunela za sprovođenje Kriveljske reke trajno će se rešiti problem kontakta voda Kriveljske reke sa rudničkim vodama. Potrebno je naglasiti da je izgradnja novog tunela za sprovođenje Kriveljske reke zaseban projekat koji nije deo predmetnog Dopunskog rudarskog projekta.
- **Telekomunikacije i mreža za distribuciju električne energije**. projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj nema nikakvih uticaja na postojeće telekomunikacione i elektro-distributivne mreže.
- **Uticaj na mrežu puteva u okruženju**. projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj nema negativnih uticaja na mrežu puteva u okruženju.

7. Procena uticaja na životnu sredinu u slučaju udesa

Prema članu 29. Zakona o zaštiti životne sredine *("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - dr. zakon i 95/2018 - dr. zakon)*pravno i fizičko lice koje upravlja opasnim materijama ili koje primenjuje tehnologije štetne po životnu sredinu, dužno je da preduzima sve potrebne zaštitne i sigurnosne mere kojima se rizik od opasnosti po životnu sredinu i zdravlje ljudi svodi na najmanju moguću meru.

Shodno Zakonu, a u skladu sa Pravilnikom o sadržini politike prevencije udesa i sadržini i metodologiji izrade izveštaja o bezbednosti i plana zaštite od udesa (Službeni glasnik RS", br. 41/2010), procena opasnosti, odnosno rizika od udesa i opasnosti od zagađivanja životne sredine, planiranje mera pripreme za mogući udes i mera za otklanjanje posledica udesa vrši se kada su opasne materije (definisane u sklopu navedenog Pravilnika) koje mogu izazvati udes prisutne u količinama jednakim ili većim od navedenih u listi opasnih materija. Odnosno, procena opasnosti i mere pripreme određene ovim pravilnikom vrše se i u slučaju kada su opasne materije prisutne u količinama manjim od navedenih u listi opasnih materija ako se u postupku nadzora proceni da je to neophodno radi zaštite života i zdravlja ljudi, materijalnih dobara, zaštićenih prirodnih i kulturnih dobara i životne sredine. Pod opasnim materijama u smislu navedenog pravilnika podrazumevaju se materije koje imaju vrlo toksična, oksidujuća, eksplozivna, zapaljiva, samozapaljiva i druga svojstva opasna po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu.

Sagledavanjem karakteristika tehnološkog procesa rada površinskog kopa Veliki Krivelj, a u skladu sa Pravilnikom o sadržini politike prevencije udesa i sadržini i metodologiji izrade izveštaja o bezbednosti i plana zaštite od udesa (Službeni glasnik RS", br. 41/2010), odnosno Pravilnikom o listi opasnih materija i njihovim količinama i kriterijumima za određivanje vrste dokumenta koje izrađuje operater seveso postrojenja, odnosno kompleksa (Službeni glasnik RS”, br. 41 od 15. juna 2010, 51. od 12. juna 2015, 50 od 29. juna 2018.), u skladu sa kojim se određuju kriterijumi za izradu dokumenata Politika prevencije udesa ili Izveštaj o bezbednosti i Plan zaštite od udesa, može se konstatovati da se na površinskom kopu Veliki Krivelj, od opasnih materija, mogu sresti „Derivati nafte i alternativna goriva: v) gasna ulja (uključujući dizel gorivo,...), redni broj 34. (Tabela I, Pravilnika o listi opasnih materija...) ali ne u količinima saglasno navedenom pravilniku. Realizacija predmetnog Projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj, ne predviđa korišćenje toksičnih i oksidujućih hemijskih sredstava.

U konkretnom slučaju, pri radu na površinskom kopu Veliki Krivelj, a na osnovu karakteristika tehnološkog procesa i primenjene opreme, koja je predložena za odgovarajući kapacitet, moguće je sagledati opasnosti od eventualnih akcidentnih situacija, do kojih može doći. To su pre svega:

- Akcidentne eksplozije minskih sredstava usled požara ili drugih uzroka;
- Mogućnost iscurivanja opasnih materija
- Prosipanje dizel goriva ili drugih derivata nafte koja se koriste kao pogonsko gorivo za mehanizaciju i angažovani transport;
- Prosipanje i mogući požari pri upotrebi dizel goriva i naftnih derivata kao i sredstava za podmazivanje pokretnih delova upotrebljene opreme;

- Mogućnost rasipanja rude, jalovine i emisije prašine, u toku transporta, ukoliko se radi sa relativno suvom sirovinom. Ovaj materijal ne sadrži opasne materije, te je zbog toga bezopasan za manipulaciju;
- Zarušavanje dela etaže na odlagalištu;
- Pojave klizišta usled velikih količina padavina.

7.1. Mogućnost pojave akcidentnih situacija izazvanih eksplozijom

Otkopavanje na površinskom kopu ”Veliki Krivelj” vrši se primenom miniranja. Osnovni uslovi pri izboru parametara miniranja su:

- Energija eksploziva pri miniranju se ogleda u razaranju i drobljenju stena. Deo ove energije se troši i na stvaranje seizmičkih protresa, razbacivanje stena i stvaranje vazdušnih udara;
- Prema izvedenom proračunu i dosadašnjem iskustvu, za miniranje se usvajaju eksplozivi AN-FO, Slurry – Majdanit 10, Amonex 1 i Amonex-4;
- Izbor intervala usporenja je bitan parametar sigurnosti po okolnu sredinu, jer direktno utiče na amplitudu seizmičkih oscilacija nastalih prilikom miniranja. Vreme usporenja zavisi kako od osobine stena, tako i od geometrije miniranja i željenih efekata miniranja.

Specificna potrošnja eksploziva iznosiće oko 0,38 kg/m3. Na godišnjem nivou, za proizvodnju od oko 35333670 t iskopine, procenjena količina eksploziva iznosi oko 6815 t eksploziva.

Potrebe za eksplozivom, rudarskim kapislama i detonirajućim štapinima se podmiruju u količinama koje su potrebne za jedno miniranje, direktnim dopremanjem od strane dobavljača na dan upotrebe. Ovo je najbolji način da se izbegnu potencijalne opasnosti skladištenja, transporta i rukovanja eksplozivnim sredstvima, kao i posledice koje bi se mogle pojaviti u eventualnim havarnim situacijama.

Još jedna od mera u cilju onemogućavanja pojave akcidentnih situacija koje za posledicu mogu da imaju paljenje i eksplozije biće primena mera protivpožarne zaštite u svim fazama realizacije projekta, od projektovanja, izvodenja i eksploatacije, koje su propisane u Elaboratu zastite od pozara.

Akcidentne situacije, koje bi nastale usled udesa vozila koja prevoze eksploziv ili druge materije neophodne u procesu eksploatacije, predstavljaju događaje sa malom verovatnoćom pojave i teško se mogu sa odredenom pouzdanošću predvideti i kvantifikovati. Obim posledica u ovakvim slučajevima bitno zavisi od vrste akcidentno prisutnih materija i konkretnih lokacijskih karakteristika.

Iz navedenih razloga se može konstatovati da je verovatnoća nastanka udesa usled nekontrolisane eksplozije u tehnološkom procesu eksploatacije na površinskom kopu „Veliki Krivelj“ mala a moguće posledice po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu se na osnovu podataka dobijenih analizom povredivosti procenjuju kao zanemarljive.

Rizik od udesa, u ovom slučaju nekontrolisane eksplozije eksplozivne materije, procenjen na osnovu verovatnoće nastanka udesa i obima mogućih posledica, na površinskom kopu „Veliki Krivelj“, se može kvantifikovati kao zanemarljiv.

7.2. Mogućnost iscurivanja opasnih materija

Sva angažovana oprema na kopu za pokretanje će koristiti dizel gorivo. U takvim uslovima, realna opasnost od korišćenja goriva je njegovo akcidentno prosipanje prilikom pretakanja iz transportnog vozila u podzemne rezervoare pumpne stanice kao i pretakanja u rezervoare angažovane mehanizacije. Procenjuje se da potrebna količina dizel goriva iznosi oko 28000 t/god. Ovoj količini treba dodati i izvesne količine ulja i maziva u količini od oko 470 t/god.

Sva angažovana oprema na kopu za pokretanje će koristiti dizel gorivo. U takvim uslovima, jedina realna opasnost od korišćenja goriva je njegovo akcidentno prosipanje prilikom pretakanja iz transportnog vozila u podzemne rezervoare kao i prilikom pretakanja u rezervoare angažovane mehanizacije. Procenjuje se da potrebna količina dizel goriva iznosi oko 28000 t/god. Ovoj količini treba dodati i izvesne količine ulja i maziva u količini od oko 470 t/god.

Identifikacija mogućih opasnosti od udesa svodi se na razmatranje:

- verovatnoće akcidentnog prosipanja pogonskog goriva (takođe i ulja i maziva) prilikom punjenja rezervoara rudarske mehanizacije i
- verovatnoće destrukcije rezervoara pogonskog goriva, odnosno ulja i maziva.

Akcidentno prosipanje pogonskog goriva i naftnih derivata prilikom punjenja rezervoara angažovane mehanizacije moguće je usled nepažljivog rukovanja pri izvođenju navedene operacije. U cilju sprečavanja prosipanja prilikom punjenja rezervoara mehanizacije potrebno je da se punjenje obavlja na postojećoj pumpnoj stanici kod radionice za teška vozila, predviđenom za tu svrhu i uređenom u skladu sa važećim zahtevima.

S obzirom na karakteristike operacija koje obavljaju mašine, rudarska mehanizacija i transportna sredstva, nasilna destrukcija rezervoara, kao posledica nekog udesa, moguća je ako se ne pridržava propisanog režima rada koji je definisan tehničkom dokumentacijom.

Destrukcija rezervoara je moguća i kao posledica korozije istog, što bi se manifestovalo procurivanjem pogonskog goriva. Ovakve udesne situacije karakterišu se minimalnim količinama iscurelog pogonskog goriva (do momenta intervencije). Realne količine iscurelog goriva su male i mogu se očekivati samo kao posledica procurivanja goriva i maziva u procesu redovnog rada.

Navedeno akcidentno prosipanje ili procurivanje može da dovede do zagađenja površinskog sloja zemljista, manjih razmera, i pre svega bilo bi skoncetrisano na radno okruženje, bez zagađivanja okolnog zemljanog pokrivača.

Iz svega navedenog se može konstatovati da je:

- verovatnoća nastanka udesa usled nekontrolisanog prosipanja i iscurivanja pogonskog goriva i naftnih derivata, u tehnološkom procesu eksploatacije na površinskom kopu Veliki Krivelj mala**,**
- moguće posledice po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu su zanemarljive,
- rizik od udesa izazvanog eventualnim nekontrolisanim prosipanjem i iscurivanjem pogonskog goriva i naftnih derivata, na površinskom kopu Veliki Krivelj se može kvantifikovati kao zanemarljiv.

7.3. Mogućnost pojave požara

Još jedan od potencijalnih udesa je mogućnost nastanka požara na angažovanoj mehanizaciji. Sve aktivnosti na saniranju navedene akcidentne situacije i intervencije vatrogasne jedinice po pravilu se definišu u Planu intervencije u slučaju požara odnosno Planu protivpožarne zaštite.

Plan protivpožarne zaštite između ostalog treba da sadrži i sve bitne podatke o načinu informisanja vatrogasne jedinice u slučaju požara. Pri intervenciji u slučaju pojave požara prioritet izvršavanja zadataka je sledeći:

- spasavanje ugroženih ljudi i sprečavanje nastanka eventualnih eksplozija,
- lokalizacija širenja požara,
- gašenje požara – prekid procesa gorenja,
- odbrana susednih objekata i evakuacija materijala i opreme.

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

Potencijalna opasnost od požara ispoljava se kroz mogućnost nastajanja: egzogenih požara klase A, B i D (Standard SRPS ISO 3941:1994.). U konkretnom slučaju potencijalna opasnost od požara vezana je za nastajanje navedenih vrsta požara manjih razmera i kao takva se može oceniti kao objektivno mala.

Požar koji bi nastao na površinskom kopu Veliki Krivelj, usled paljenja pod dejstvom spoljnih faktora (otvoreni plamen, varnice, električni luk i sl.), po svojim razmerama bio bi orijentisan na mesto nastajanja, sa relativno malom verovatnoćom da se proširi izvan rudarskog kompleksa i to jedino u slučaju da se vatra prenese na biljno rastinje u okolnom prostoru.

Mogućnost iznošenja požarnih gasova na veće udaljenosti i izvan industrijskog kompleksa, pod uticajem vazdušnih strujanja postoji, ali njihova emisija bi bila takvih razmera da ne bi došlo do ugrožavanja životne sredine. Na to ukazuju praktična iskustva sa požarima na znatno većim površinskim kopovima odnosno odlagalištima. Karakter požara kao i materijalne štete koje se mogu prouzrokovati, uslovljavaju primenu odgovarajućih tehničkih i organizacionih mera kojima će se sprečavati mogućnost njihovog nastajanja.

Potencijalna opasnost od mogućnosti pojave požara vezana je za vrednosti požarnog opterećenja objekata i opreme na kopu kao i za nastajanje egzogenog požara manjih razmera. Iz navedenih razloga se može konstatovati da se potencijalna opasnost od mogućnosti pojave egzogenog požara na odlagalištu jalovine može kategorisati kao niska požarna opasnost.

Navedena potencijalna opasnost uslovljava primenu odgovarajućih tehničkih i organizacionih mera kojima će se sprečavati mogućnost nastanka požara kao i obezbediti zaštita objekta pre svega određivanjem rasporeda i broja protivpožarnih aparata. U funkciji zaštite od egzogenih požara manjih razmera na PK Veliki Krivelj, potrebno je da se na rudarskim mašinama (kamionima, bagerima, buldozeru, rovokopaču i sl.) postave protivpožarni aparati tipa S-6, S-9 i CO_2 koji će biti raspoređeni u zavisnosti od požarnog opterećenja i vrste požara.

Na osnovu prethodno navedenog može se konstatovati:

- da je verovatnoća nastanka udesa usled pojave požara u tehnološkom procesu eksploatacije na površinskom kopu Veliki Krivelj mala,
- da su moguće posledice po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu se na osnovu podataka dobijenih analizom povredivosti procenjuju kao zanemarljive.
- da se rizik od udesa usled moguće pojave požara na odlagalištu može kvantifikovati kao zanemarljiv.

7.4. Mogućnost rasipanja rude i jalovine tokom transporta kao i povećanja koncentracije praškastih materija u vazduhu

Pri normalnom obavljanju rudarskih aktivnosti, uz održavanje tehnološke i radne discipline, retko dolazi do akcidentnih situacija.

Mogućnost rasipanja jalovine tokom transporta postoji. Do rasipanja bi eventualno moglo doći u sledećim situacijama:

- preteranog punjenja transportnog sanduka kamiona,
- akcidentnog oštećenja stranica transportnog sanduka kamiona,
- akcidentnog prevrtanja kamiona duž transportne trase.

Rizik rasipanja jalovine usled preteranog punjenja transportnog sanduka je moguće smanjiti, odnosno u potpunosti eliminisati, održavanjem tehnološke i radne discipline i poštujući zahteve proizvođača transportne mehanizacije.

Nešto je složenija situacija kada je u pitanju akcidentno oštećenje stranica transportnog sanduka, odnosno akcidentno prevrtanje kamiona duž transportne trase. U oba slučaja je veoma teško egzaktno odrediti

verovatnoću nastanka udesnih situacija. Prema Pravilniku o sadržini politike prevencije udesa i sadržini i metodologiji izrade izveštaja o bezbednosti i plana zaštite od udesa (Službeni glasnik RS", br. 41/2010), verovatnoća nastanka udesa je MALA ako se „pri uobičajenom vođenju tehnološkog procesa i održavanju opasnih instalacija proceni da neće doći do udesa za predviđeno vreme trajanja opasnih instalacija“. Shodno tome, a imajući u vidu obim angažovane transportne mehanizacije, verovatnoća nastanka navedenih udesnih situacija se može oceniti kao mala.

Kada su u pitanju eventualne posledice navedenih udesnih situacija, one se sa sigurnošću, a shodno Pravilniku, mogu proceniti kao zanemarljive. U prilog toj konstataciji ide činjenica da se radi o sirovini koja je hemijski inertna i ne svrstava se u opasne materije.

Mala verovatnoća nastanka udesa uz zanemarljive posledice kvantifikuje rizik od preteranog punjenja transportnog sanduka kamiona, akcidentnog oštećenja stranica transportnog sanduka kamiona i akcidentnog prevrtanja kamiona duž transportne trase, kao zanemarljiv.

Do pojačane emisije praškastih materijala može doći u slučaju havarije sistema za smanjenje emisija prašine, instaliranih na pojedinim elementima rudarske mehanizacije. U tom slučaju, s obzirom da je proces uvek pod nadzorom rukovaoca, proces se zaustavlja i sistem se osposobljava, bilo da se radi o zameni delova ili popravci postojećih. Međutim, kako su ovakvi slučajevi brzo rešivi, ne očekuje se značajnije ugrožavanja životne sredine.

Takođe, do povećane koncentracije praškastih materija može doći ukoliko se:

- ne održavaju redovno pristupni putevi,
- ukoliko se kamioni pune iznad dozvoljenog nivoa, ili
- u sušnim periodima ne vrši orošavanje materijala i transportnih trasa.

Ono što je važno istaći je činjenica da bi u svim navedenim slučajevima došlo do povećanog zaprašivanja vazduha koje bi imalo daleko veći uticaj na radnu okolinu nego na životnu sredinu. S obzirom na kapacitet, kao i rezultate modeliranja disperzije prašine na i oko PK Veliki Krivelj, ove udesne situacije, kao i njihove eventualne posledice, se ne bi značajnije odrazile na zagađenje okolnog zemljišta, odnosno životne sredine.

Na osnovu rečenog, može se konstatovati sledeće:

- Ako se uzme u obzir da do jedne od navedenih situacija ipak može doći u toku rada odlagališta, shodno Pravilniku verovatnoća se ocenjuje kao srednja.
- Posledice koje bi se pri tom ispoljile su zanemarljive.
- Na bazi procenjene verovatnoće nastanka navedenih udesnih situacija, kao i procene mogućih posledica, rizik od neodržavanja pristupnih puteva, punjenja kamiona iznad dozvoljenog nivoa ili ne orošavanja materijala u sušnim periodima, se kvantifikuje kao mali.

7.5. Mogućnost zarušavanja dela etaže

Shodno karakteristikama projekta udesnom situacijom se može smatrati i iznenadno rušenje dela etaže.

Za potrebe analize stabilnosti radnih i završnih kosina površinskog kopa Veliki Krivelj, urađeno je ispitivanje stabilnosti kosina koji su prikazani u okviru Poglavlja 3.

Na osnovu utvrđenih fizičko-mehaničkih svojstava stena, usvojeni su parametri merodavni za analizu stabilnosti kosina. Analiza je obavljena po metodama Bishop i Morgenstern-Price i na osnovu njih je utvrđen vrednosti faktora sigurnosti Fs. Na bazi obavljenih proračuna dobijeni su sledeći geometrijski elementi površinskog kopa:

- ✓ Visina radnih etaža odlagališta - 15 m,
- ✓ Širina etažnih ravni radne etaže – min 31 m,

- ✓ Ugao kosine radnih etaža α_r=68°,
- ✓ Ugao završne kosine α=36-40°.

Navedeni parametri garantuju odvijanje radova na odlaganju jalovine u optimalnim uslovima, uz faktor sigurnosti (Fs) preko 1,3. Održavanje radne i tehnološke discipline u procesu eksploatacije garantuju odsustvo uslova koji bi doveli do ispoljavanja udesnih situacija u vezi sa zarušavanjem etaža.

Na bazi rečenog:

- verovatnoća nastanka udesne situacija se može proceniti kao mala,
- eventualne posledica se mogu proceniti kao zanemarljive,
- odnosno rizik zarušavanja dela etaže se može kvantifikovati kao zanemarljiv.

Ono što je važno istaći je činjenica da bi zarušavanje dela etaže i eventualne posledice bile ograničene prevashodno na radnu okolinu, a ne na životnu sredinu.

7.6. Sumarni prikaz procene rizika za navedene udesne situacije

Moguće posledice udesnih situacija izražavaju se kao: posledice bez značaja, značajne, ozbiljne, velike i katastrofalne posledice, a na osnovu broja ljudi sa smrtnim ishodom, broja povređenih ili zatrovanih ljudi, broja mrtvih životinja, površine kontaminiranog zemljišta i vodotokova i visine materijalne štete. Kriterijumi za procenu mogućih posledica su dati u tabeli 7.1.

Tabela 7.1 Kriterijumi za procenu mogućih posledica

Pokazatelj posledica	Posledice				
	Malog značaja	Značajne	Ozbiljne	Velike	Katastrofalne
Broj ljudi sa smrtnim ishodom	Nema	Nema	1-2	3-5	Više od 55
Teško povređeni	Nema	1-2	3-6	7-10	Više od 10
Lakše povređeni	Nema	1-5	6-15	16-30	Više od 30
Mrtve životinje	<0.5t	0,5-5t	5-10t	10-30t	Više od 30t
Kontaminirano zemljište	<0.1ha	0,1-1ha	1-10ha	10-30ha	Više od 30ha
Materijalna šteta u hilj. din.	<100	100-1000	1000-10K	10K-100K	Veća od 100 K

Kriterijum za procenu verovatnoće nastanka udesa dat je u tabela 7.2.

Tabela 7.2 Kriterijumi za procenu verovatnoće nastanka udesa

Velika verovatnoća	Srednja verovatnoća	Mala verovatnoća
(10^0-10^{-1} učestalost događaja/god)	(10^{-1}-10^{-2} učestalost događaja/god)	(<10^{-2} učestalost događaja/god)

Procena rizika za pojedine scenarije, se vrši na osnovu verovatnoće nastanka udesa i verovatnoće procenjenih posledica, prema tabeli 7.3.

Tabela 7.3 Kriterijumi za određivanje rizika na osnovu verovatnoće nastanka udesa i posledica

Verovatnoća nastanka udesa	Posledice				
	Malog značaja	Značajne	Ozbiljne	Velike	Katastrofalne
Mala	Zanemarljiv rizik	Mali rizik	Srednji rizik	Veliki rizik	Veoma veliki rizik
Srednja	Mali rizik	Srednji rizik	Veliki rizik	Veoma veliki rizik	Veoma veliki rizik
Velika	Srednji rizik	Veliki rizik	Veoma veliki rizik	Veoma veliki rizik	Veoma veliki rizik

Konačni rezultati procene rizika za scenarije u vezi sa rudnikom, sumirani su u tabeli 7.4, na osnovu kriterijuma verovatnoće nastanka udesa i mogućih posledica.

Tabela 7.4 Procenjeni rizik na osnovu kriterijuma verovatnoće nastanka udesa i mogućih posledica

Scenario – verovatni udesi	Verovatnoća događaja	Posledice udesa	Nivo rizika	Procena rizika
Akcidentne eksplozije minskih sredstava usled požara ili drugih uzroka	Mala	Značajne	Mali	Prihvatljiv
Iscurivanja opasnih materija (dizel, ulja)	Mala	Značajne	Mali	Prihvatljiv
Pojava požara	Mala	Malog značaja	Zanemarljiv	Prihvatljiv
Rasipanje jalovine tokom transporta	Srednja	Malog značaja	Mali	Prihvatljiv
Zarušavanja dela etaže	Mala	Malog značaja	Zanemarljiv	Prihvatljiv

7.7. Mere prevencije, mere za slučaj udesa i mere sanacije

Prevencija udesa je skup mera i postupaka na nivou postrojenja, kompleksa i šire zajednice, koji imaju za cilj sprečavanje nastanka udesa, smanjivanje verovatnoće nastanka udesa i minimiziranje posledica. Na osnovu ovoga nije teško zaključiti da su upravo mere prevencije te koje u slučaju predmetnog projekta potencijalni rizik od ispoljavanja udesnih situacija svode na najmanju moguću meru.

Generalno gledano mere koje se mogu preduzeti za prevenciju udesa se mogu svrstati u nekoliko grupa:

- mere pri projektovanju i izgradnji;
- tehničko-tehnološke mere;
- mere protivpožarne zaštite;
- organizacione mere.

Ovim merama treba dodati i niz drugih mera koje operateru stoje na raspolaganju, a koje nisu svrstane ni u jednu od navedenih grupa.

U vezi sa predmetnih projektom, prevencija mogućnosti nastanka udesa kao i sprečavanja i smanjenja eventualnih posledica, svodi se na sledeće:

- Mere koje su predviđene i realizovane projektovanjem – U procesu projektovanja, kako je već napomenuto ali i opisano u prethodnim poglavljima Studije, između ostalog, pažnja je poklonjena stabilnosti etaža i etažnih kosina budući da oni u osnovi i omogućavaju odvijanje procesa eksploatacije i svaka dalja aktivnosti bi bez ove faze bila nemoguća;
- Mere koje su predviđene i realizovane izborom tehnološke opreme, opreme za upravljanje procesima i druge tehničke opreme – Sva oprema koja će se koristiti u procesu eksploatacije mora biti usaglašena sa projektovanim rešenjima, odnosno sa tehničko-tehnološkog stanovišta mora u svakom momentu da odgovori postavljenim, odnosno projektovani zahtevima;
- Mere koje su predviđene u sistemu bezbednosti - Nadzor, upravljanje sistemima bezbednosti i sistemima zaštite, detekcija i identifikacija opasnosti, upozorenje i odgovor na opasnost, su samo neke od mera koje treba da doprinesu pre svega sigurnosti rada neposrednih izvršilaca ali i šire;
- Mere koje su predviđene u cilju obuke i osposobljavanja ljudi za upravljanje i odgovor na udes što pretpostavlja upoznavanje ljudi sa potencijalnim udesnim situacijama ali i merama za njihovu prevenciju kao i sanaciju;

- Snage i tehnička sredstva koja su planirana i obezbeđena za preventivno delovanje i odgovor na udes - Predstavlja konkretizaciju obuke ljudstva u vezi sa potencijalnim udesima i reagovanjima na iste kao i tehničkih sredstava i opreme koja im stoji na raspolaganja za brzo reagovanje i sanaciju eventualnih udesa. Cilj je formiranjem odgovarajućih ekipa i njihovom tehničkom opremljenošću minimizirati ili potpuno otkloniti uslove ali i posledica ispoljavanja eventualnih udesa, pre svega po ljudske resurse ali i na ekološke aspekte.

Mere prevencije jesu osnovni način suprotstavljanja eventualnim udesima i kao takve predstavlja stub svih aktivnosti usmerenih na otklanjanje pojava eventualnih udesa. Međutim, u samoj fazi manifestovanja određenog udesa, veliki, a možda i presudan značaj, na veličinu posledica imaju mere postupanja u slučaju udesa.

Sa stanovišta predmetnog projekta i eventualnog udesnog zarušavanja dela etaže, one se mogu svrstati u nekoliko grupa:

- Monitoring stabilnosti kosina – geodetski reperi ili 3D lasersko skeniranje kosina;
- Definisanje načina uzbunjivanja i angažovanja lica koja učestvuju u odgovoru na udes (zvučni, telefonski ili drugi) kao i lica koja su nadležna i odgovorna za uzbunjivanje i angažovanje drugih lica;
- Izrada šeme rukovođenja i koordinacije među licima koja učestvuju u odgovoru na udes - Prikazuju se svi planirani učesnici u odgovoru na udes iz sastava zaposlenih ali po potrebi i iz lokalne samouprave. Daju se podaci o organizacijama osposobljenim za odgovor na udes i ovlašćenim za pružanje medicinske pomoći, detekciju (specijalizovane laboratorije za kontrolu vazduha, vode i zemljišta) i specijalizovane ovlašćene laboratorije za kontrolu vazduha, vode i zemljišta (monitoring).

Odgovor na udes i način angažovanja ekipa za odgovor na udes:

- zaustavljanje procesa otkopavanja;
- gašenje početnih požara i za zaustavljanje početnih udesa;
- obaveštavanje i uzbunjivanje;
- transport i zbrinjavanje eventualnih povređenih;
- detekciju i kontrolu zagađenosti;
- informisanje i kontakt sa javnošću.

Nakon udesa obaveza je nosioca projekta da sačini izveštaj o udesu koji će sadržati analizu uzroka i posledice udesa, razvoj, tok i odgovor na udes, procenu veličine udesa kao i analizu trenutnog stanja i troškova sanacije. Obaveza nosioca projekta je da otkloni posledice udesa.

8. Opis mera predviđenih u cilju sprečavanja, smanjenja ili otklanjanja uticaja na životnu sredinu

U cilju sprečavanja i otklanjanja štetnog uticaja na životnu sredinu pri realizaciji projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje predviđene su odgovarajuće mere zaštite životne sredine. Saglasno Pravilniku o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu ("Službeni glasnik RS", br. 69/2005), mere predviđene u cilju sprečavanja, smanjenja ili otklanjanja uticaja na životnu sredinu, mogu se sistematizovati u okviru sledećih grupa:

- Mere koje su predviđene zakonom i drugim propisima, normativima, standardima zakonskim i podzakonskim aktima;
- Mere koje će se preduzeti u slučaju udesa;
- Planovi i tehnička rešenja zaštite životne sredine (reciklaža, tretman i dispozicija otpadnih materija, rekultivacija, sanacija i dr.) i
- Druge mere koje mogu uticati na sprečavanje ili smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu.

8.1. Mere za sprečavanje, smanjenje i otklanjanje štetnih uticaja na životnu sredinu predviđene zakonom, uslovima i saglasnostima nadležnih institucija

Prilikom izrade studije o proceni uticaja, jedan od zadataka investitora i obrađivača studije jeste da prilože sve neophodno uslove i saglasnosti državnih institucija u čijem delokrugu rada je određeni aspekt životne sredine za koji se i traže pomenuti uslovi i saglasnosti. Sve uslovi i saglasnosti se baziraju na određenoj zakonskoj regulativi, te u tom smislu i predstavljaju mere predviđene zakonom. Shodno tipu objekta za koji se radi predmetna studija, a na osnovu procenjenih potencijalnih uticaja na životnu sredinu, po pitanju uslova i saglasnosti treba izdvojiti:

- Rešenje o uslovima zaštite prirode za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, izdato od strane Zavoda za zaštitu prirode Srbije, od 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-2159/3.
- Rešenje o davanju saglasnosti na Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, izdato od strane Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš, broj 1754/2-02 od 13.10.2023. godine.
- Rešenje o izdavanju vodne saglasnosti, od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republičke direkcije za vode broj 325-04-509/2023-07 od 11.09.2023. godine;

- Informacije o lokaciji za lokaciju koja se nalazi u severnom delu teritorije grada, u atarima sela Krivelj i Bučje, u Zoni uticaja saverenog dela površinskog kopa „Veliki Krivelj“, izdata od strane Gradske uprave grada Bora Odeljenja za urbanizam, građevinske, komunalne, imovinsko-pravne i stambene poslove, br. 350-60/2023-III/05 od 21.03.2023. godine.

Budući da mere zaštite, u okviru mišljenja i rešenja, pokrivaju ne samo zahteve u vezi sa zaštitom životne sredine nego i šire, u nastavku su prikazane mere pre svega od značaja za zaštitu životne sredine.

Shodno vodnim uslovima, odnosno Rešenju o izdavanju vodnih uslova, između ostalog, predviđene su sledeće mere zaštite:

- Tehnička dokumentacija mora biti urađena u svemu prema važećim odredbama Zakona o vodama, *("Sl. glasnik RS", br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon);*
- Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima, *("Sl. glasnik RS", br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021);*
- a u vezi sa odgovarajućim odredbama Zakona o planiranju i izgradnji, . *('Sl. glasnik RS', br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020, 52/2021 i 62/2023);*
- Svu tehničku dokumentaciju treba uraditi na osnovu prethodnih radova, u svemu prema važećim zakonu i propisima iz vodoprivrede i ostalim zakonima, propisima, mišljenjima, standardima i normativima za ovu vrstu objekata i prethodno izdatih vodnih (vodoprivrednih) akata;
- Da u okviru izrade tehničke dokumentacije izvrši odgovarajuće geomehaničke, geološke i hidrogeološke analize razmatranog prostora sa posebnim osvrtom na sadašnje i buduće stanje površinskih i podzemnih voda na lokaciji;
- Da utvrdi hidrografski položaj, slivne površine, plavne zone u okviru lokacije proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10.6 x 10^6 tona rude godišnje otkopom u ležištu Veliki Krivelj. Tehnička rešenja usaglasiti sa planskom dokumentacijom, Studijom uticaja na životnu sredinu, kao i hidrotehničkim rešenjima iz Studije zaštite eksploatacionog polja Veliki Krivelj;
- Na osnovu prethodnih radova i odgovarajućih podloga (urbanističko-planske, geodetske, geomehaničke, geološke, hidrološke, hidrogeološke, psamološke,...), usvojenog potrebnog stepena zaštite, utvrđenih karakterističnih proticaja, postojeće dokumentacije i izvedenih regulacionih objekata, kao i prethodno izdatih vodnih (vodoprivrednih) akata za predmetni vodotok i ostale vodotoke sa međusobnim uticajem, izvršiti sve potrebne analize i proračune, utvrditi potrebne objekte, radove u sklopu otkopa rude iz ležišta „Veliki Krivelj";
- Dimenzionisanje objekata za prihvatanje i evakuaciju atmosferskih voda izvršiti na osnovu karakterističnih računskih vrednosti intenziteta padavina različite verovatnoće pojave za predmetnu lokaciju i to:

Trajanje kiše	**Intezitet kiše I (1/s.ha)**				
(min)	**R=1%**	**R=2%**	**R=5%**	**R=10%**	**R=50%**
10	553	487	403	343	205
20	353	311	258	219	131
30	266	233	193	165	98,3
60	159	140	1116	98,6	58,9

- Uraditi tehničku dokumentaciju u skladu sa planskom i urbanističkom dokumentacijom i rešiti imovinsko pravne odnose u vodnom zemljištu, sa JVP "Srbijavode", i dr.;
- Dati takva tehnička rešenja koja će obezbediti potpuno sprečavanje infiltracije zagađenih i potencijalno zagađenih atmosferskih i otpadnih voda u podzemne vode i sprečavanje zagađenja površinskih voda;

- Projektnom dokumentacijom dati prikaz postojećeg stanja ležišta Veliki Krivelj, kao i predviđenu koncepciju razvoja eksploatacije za godišnji kapacitet rude 10.6 miliona tona sa obuhvatom tehničkog rešenja razvoja površinskog kopa, tehnološki opis eksploatacije objekta, način vodosnabdevanja i ispuštanja otpadnih voda, sa prikazom planiranih kapaciteta i izvršenjem, kvalitativnu i kvantitativnu identifikaciju svih otpadnih voda i materija koje mogu nastati iz procesa eksploatacije objekta. Voditi računa o postojećim vodnim objektima, na način koji će obezbediti zaštitu njihove stabilnosti i zaštitu režima voda;
- Tehničkom dokumentacijom obraditi predviđeni prostor kopa sa aspekta bilansa voda koje dospevaju u prostor kopa, uzimajući u obzir dotok sa prirodnog sliva, dotok površinskih voda sa okolnog terena, padavine kao i mogućih infiltriranih voda iz korita Kriveljske reke odnosno pripadajućih pritoka sliva Kriveljske reke. prevashodno na Saraka potok, Todorov i Đurgan potoka i ostalih vodotoka u zoni ležišta. Za potrebe projektovanja zaštite kompleksa od spoljnih, kao i kišnih voda koje padnu unutar konture kopa, koristiti podatke o karakterističnim padavinama različitih trajanja sa najbližih merodavnih meteoroloških stanica;
- Sve kišne vode nastale u okviru kopa prihvatiti posebnim sistemom kanala i uz odgovarajuće prethodno prečišćavanje uz prethodno dimenzionisanih taložnika, vodosabirnika i objekata za tretman ovih voda, mogu se evakuisati do recipijenta - Kriveljske reke, ili do recirkulacionog sistema Kriveljske flotacije kao industrijska voda.

Prikazati rešenje odvodnjavanja kopa od površinskih i podzemnih voda sa terena i definisati njihove količine. Rešenjem odvodnjavanja kopa ne sme se ugroziti režim voda na lokaciji kao i druge vodoprivredne objekte.

Izvršiti analizu pojave velikih voda u Kriveljskoj reci sa spregom upuštanja voda iz kopa i uticaj istih na površine nizvodno od kopa, kao i na postojeće objekte, prevashodno propusne moći sadašnjeg kolektora Kriveljske reke ispod flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj", u novonastalim uslovima sa predviđenim merama zaštite:

- Za ispust prečišćenih voda iz kopa i jalovišta u recipijent prevideti izlivnu građevinu tako da se ne izaziva erozija korita i obale pri svim režimima tečenja u reci i izlivanja vode, a u skladu sa izvršenom regulacijom;
- Definisati prostor za odlaganje jalovine sa površinskog kopa, kao i taloga iz taložnih bazena, tako da se ne ugroze površinske i podzemne vode na lokaciji, dati detaljan prikaz tehničkog rešenja deponije i tehnologije deponovanja sa definisanim gabaritima deponije i položajem u odnosu na vodotokove u okruženju;
- Predvideti monitoring kvaliteta voda koji uključuje površinske vode, potencijalno akumulirane vode koje su formirane kao posledica rudarskih aktivnosti, podzemne vode užeg i šireg područja, posebno u postojećim bunarima u neposrednom okruženju površinskog kopa i flotacijskog jalovišta;
- Održavanje zona sanitarne zaštite u odnosu na površinski kopa „Veliki Krivelj" koje su definisane u uslovima za izradu DRP radi proširenja površinskog kopa „Veliki Krivelj“ koje je izdalo Javno komunalno preduzeće „Vodovod“ Bor, broj 2930/2 od 20.10.2023. godine i pridržavati se odgovarajućih mera u skladu sa propisima iz oblasti sanitarne zaštitite;
- U cilju zaštite od zagađenja površinskih i podzemnih voda od nafte i naftnih derivata, predvideti uređenje onog dela gde će biti smešteni rezervoari za naftu i naftne derivate i pumpni agregat, pri čemu je neophodno predvideti da podloga bude nepropusna sa padom ka najnižoj tački površine i obaveznim taložnikom za mehaničke nečistoće i separatorom masti i ulja;
- Predvideti mere zaštite površinskih i podzemnih voda u slučaju havarijskog zagađenja;
- Tehničkom dokumentacijom usaglasiti sve prethodno izvedene objekte sa planiranim objektima;
- Predvideti takav način izgradnje i eksploatacije objekata, da ne dođe do zagađenja voda hazardnim, štetnim materijama, naftom i njenim derivatima i dr.;

- Projektom definisati rekultivaciju degradiranih površina nakon isteka eksploatacionog veka. Po potrebi predvideti antierozione mere kako bi se po završetku radova na jalovištu sprečilo moguće eroziono dejstvo vode i vetra, odnosno pluvijalna erozija (erozija kišom) i eolska erozija (erozija vetrom);
- Za sve druge aktivnosti, mora se predvideti adekvatno tehničko rešanje u cilju sprečavanja zagađenja površinskih i podzemnih voda.

Kada je u pitanju Rešenje zaštite prirode, izdato od strane Zavoda za zaštitu prirode Srbije, dana 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-1259/3, značajno je napomenuti, shodno Rešenju, da se područje na kojem se planira proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj, ne nalazi unutar zaštićenog područja za koje je sproveden ili pokrenut postupak zaštite, niti u prostornom obuhvatu ekološki značajnog područja ekološke mreže Republike Srbije.

Područje delom ulazi u potencijalno Natura 2000 područje „Stol i Veliki Krš“, u kome su registrovana staništa značajnog broja strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka i životinja, shodno tome izdaju se sledeći uslovi zaštite prirode:

1) Proširenje površinskog kopa planirati u skladu sa overenim bilansnim rezervama i do mere dokle je moguće prilagoditi infrastrukturne objekte i tehnologiju otkopavanja tako, da se negativni uticaji na okolni živi svet i neposrednu blizinu prostora eliminišu ili svedu na minimum;
2) Na rudnom zemljištu gde se vrši eksploatacija mineralnih sirovina i uređuje prateća infrastruktura u cilju organizacije eksploatacije rezervi mineralnih sirovina, projektom predvideti mere i rešenja kojima će se eliminisati ili svesti na najmanju moguću meru negativni uticaji u vidu buke, vibracija i dr. (zvučne barijere (zidovi), prigušene prostorije u kojima se koriste bučne mašine tokom prerade i dr.);
3) Osvetljenje površinskog kopa organizovati u skladu sa važećim propisima. Predvideti da se svetlosni snopovi osvetljenja u granicama Projekta usmere ka tlu;
4) Projektom u okviru mera zaštite mora biti naglašeno da:
    - Ukoliko se tokom radova naiđe na geološko-paleontološke ili mineraloško-petrološke objekte, za koje se pretpostavlja da imaju svojstvo prirodnog dobra, shodno Zakonu o zaštiti prirode, izvođač je dužan da obavesti Ministarstvo zaštite životne sredine, odnosno preduzme sve mere kako se prirodno dobro ne bi oštetilo do dolaska ovlašćenog lica, saglasno čl. 99. Zakona o zaštiti prirode;
    - Predvideti očuvanje gnezda ptica koja se potencijalno mogu naći na predmetnoj površini.
5) Nosilac projekta je dužan da obezbedi efikasan monitoring životne sredine u skladu sa članom 72. Zakona o zaštiti životne sredine („Službeni glasnik RS", br. 135/04, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016 i 76/2018 *95/2018 - dr. zakon i 95/2018 - dr. zakon*) uz mogućnost brze intervencije u slučaju akcidentnih situacija;
6) Projektom identifikovati moguće izvore zagađenja u svim fazama rada, kao i faze koje mogu imati negativan uticaj na životnu sredinu i prirodu, posebno na zaštitu voda, zemljišta i vazduha, kako u toku rada tako i za slučaj akcidenta imajući pri tom u vidu da je potrebno:
    - Definisati udaljenost postojećih naselja, individualnih stambenih, privrednih, infrastrukturnih i drugih objekata od završne konture površinskih kopova i odlagališta jalovine;
    - Mere i rešenja koja se odnose na izmeštanje i uređenje vodotoka;
    - Prikazati primenjene mere i rešenja za transport, deponovanje i rukovanje opasnim i štetnim materijama shodno članu 11. Zakona o eksplozivnim materijama, zapaljivim tečnostima i gasovima („Službeni glasnik SRS", br. 44/1977, 45/1985 i 18/1989 i „Službeni glasnik RS", br. 53/1993, 67/1993, 48/1994, 101/2005 - dr. zakon i 54/2015 - dr. zakon);
    - Ako dođe do akcidentnog zagađenja zemljišta, površinskih i podzemnih voda trenutno obustaviti radove, obavestiti nadležne institucije i preduzeće ovlašćeno za saniranje.

- U slučaju izlivanja štetnih materija u vodotoke, potrebno je izvršiti odgovarajuće analize vode i preduzeti mere sanacije i zaštite živog sveta vodotoka;
- Definisati mogućnost pojave nestabilnosti (klizišta, ulegnuća, odrona, spiranja, jaružanja i dr.) na površinskom kopu i odlagalištu jalovine i ustanoviti obavezu kontinuiranog praćenja pomenutih pojava nestabilnosti;
- U okviru otpadnih voda razmatrati mere i rešenja koja se odnose na otpadne sanitarno-fekalne vode, podzemne i površinske atmosferske vode u površinskom kopu, vode iz radionica gde je moguće prosipanje ulja i maziva, parking prostora i drugih manipulativnih površina. Obavezno definisati recipijent i predvideti redovno praćenje i merenje kvaliteta voda koje se upuštaju u recipijent (ukoliko se otpadne vode upuštaju u recipijent/vodotok moraju biti najmanje istog kvaliteta kao i projektovani kavalitet vode vodotoka u koji se upuštaju);

7. Projektom definisati površine za odlaganje jalovine (otkrivke), trase pristupnih saobraćajnica neophodnih pri eksploataciji, utovaru, pretovaru i transportu sirovine, kao i transportu jalovine (otkrivke) i druge neophodne objekte.
8. Projektom predvideti zabranu deponovanja jalovine (otkrivke) u i uz privremene i stalne vodotoke;
9. Predvideti mere kojima će se onemogućiti rasipanje i emitovanje suspendovanih čestica u vazduh, kako unutar površinskog kopa tako i van njega (duž saobraćajnica) prilikom rudarskih aktivnosti. Smanjenje zaprašenosti na površinskom kopu moguće je postići preventivnim intervencijama, orošavanjem delova kopa i duž saobraćajnica, provetravanjem i usisavanjem na mestima utovara pri njenom velikom izdvajanju;
10. Predvideti klasifikaciju rudarskog otpada, na način kojim se osigurava sprečavanje kratkoročnog i dugoročnog zagađenja zemljišta, vazduha, površinskih i/ili podzemnih voda, a u skladu sa posebnim propisima za upravljanje otpadom o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji, posebno u vezi s njegovim opasnim karakteristikama, saglasno čl. 16. Uredbe o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu („Službeni glasnik RS", br. 53/2017);
11. Prilikom eksploatacije neophodno je osmatranje na hidrogeološkim objektima i pojavama u okolini,
12. U slučaju naglog opadanja izdašnosti nivoa podzemnih voda ili bilo kakvog poremećaja uobičajenog režima vodosnabdevanja postojećih korisnika, eksploatacija se mora obustaviti dok se uzrok ne otkloni;
13. Predvideti obaveznu rekultivaciju eksploatacionog polja u skladu sa čl. 153. Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima („Sl. glasnik RS", br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021), prema kome se po završetku izvođenja radova na eksploataciji, na površinama na kojima su rudarski radovi završeni, potrebno izvršiti rekultivaciju zemljišta u svemu prema tehničkom projektu tehničke i biološke rekultivacije, koji je sastavni deo glavnog ili dopunskog rudarskog projekta;
14. Rekultivacijom predvideti planiranje zelenila, kako bi se obezbedio najviši nivo očuvanja i unapređenja kvaliteta životne sredine planskog područja;
15. U okviru granica Dopunskog rudarskog projekta obezbediti maksimalno očuvanje postojeće vegetacije. Zadržati postojeće zelenilo i planirati novo oko rudničkih objekata i delova na kojima je planirano proširivanje jalovišta, jer će se time obezbediti viši nivo očuvanja i unapređenja kvaliteta životne sredine područja;
16. Prilikom ozelenjavanja prostora, prednost dati autohtonim vrstama (minimalno 50% vrsta), otpornim na aerozagađenje, koje imaju gustu i dobro razvijenu krošnju, a kao dekorativne vrste mogu se koristiti i vrste egzota koje se mogu prilagoditi lokalnim uslovima, a da pri tom nisu invazivne i alergene (topole i sl.). Invazivne (agresivne, alohtone) vrste u Srbiji su: *Acer negudo* (jasenolisni javor ili negundovac), *Amorpha fruticosa* (bagremac), *Robinia pseudoacacia* (bagrem), *Ailanthus altissima* (kiselo drvo), *Fraxinus americana* (američki jasen), *Fraxinus pennsylvanica* (pensilvanski jasen), *Celtis occidentalis*(američki koprivić), *Ulmus pumila* (sitnolisni ili sibirski brest), *Prunus padus* (sremza), *Prunus serotina* (kasna sremza).

Kada su u pitanju Rešenje o utvrđivanju uslova za preduzimanje mera tehničke zaštite za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10.6 Mt rude godišnje, izdato od Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš, broj 1507/2-02 od 18.09.2023. godine, da se na predmetnom području, u postupku izrade planske dokumentacije nije izvršila sistematska prospekcija i valorizacija:

- Nepokretnog kulturnog nasleđa,
- arheološkog nasleđa i
- ratnih memorijala.

Na osnovu navedenog, nije definisan uticaj planiranih radova na kulturno nasleđe te nije moguće propisati posebne uslove sa stanovišta zaštite kulturnog nasleđa za potrebe izrade predmetnog projekta.

Mere tehničke zaštite kulturnog i arheološkog nasleđa: Izrada Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10.6 Mt rude godišnje, može se preduzeti pod sledećim uslovima:

- Nije dozvoljeno oštećenje ili uništenje arheoloških nalaza;
- Nije dozvoljeno neovlašćeno prikupljanje arheoloških nalaza;
- U slučaju da se tokom izvođenja radova otkriju arheološki nalazi, Investitor je dužan da obustavi radove na tom mestu i da bez odlaganja o tome obavesti Zavod za zaštitu spomenika kulture Niš i da preduzme mere da se nalaz ne uništi i ne ošteti i da se sačuva na mestu i u položaju u kome je otkriven i da obezbedi sredstva za arheološka istraživanja, zaštitu, čuvanje, publikovanje i prezentaciju istog, sve do predaje na trajno čuvanje ovlašćenoj ustanovi zaštite;
- Podnosilac zahteva je dužan da stručnoj ekipi Zavoda i drugoj nadležnoj ustanovi zaštite, omogući prisustvo prilikom realizacije projekta radi provere da li se radovi obavljaju u skladu sa izdatim uslovima;
- Podnosilac zahteva dužan je da Zavodu za zaštitu spomenika kulture Niš blagovremeno dostavi dokumentaciju - aero, satelitske, topografske snimke, snimke Lidara, geofizičkih snimanja i drugo, ukoliko su isti urađeni za potrebe projekta;
- Podnosilac zahteva dužan je da blagovremeno, a najkasnije 30 dana pre početka izvođenja radova obavesti Zavod o početku izvođenja radova;
- Nakon sprovedenih eventualnih arheoloških istraživanja, investitor je u obavezi da pribavi nove uslove - mere zaštite od nadležnog zavoda, a koji će se definisati na osnovu rezultata sprovedenih zaštitnih arheoloških istraživanja.

8.2. Mere koje će se preduzeti u slučaju udesa

Kada se u pitanju udesne situacije, osnovna mera zaštite se ogleda u prevenciji udesa kao i u pripravnosti odgovora na udes. U tom smislu rešenje treba tražiti u vidu sprovođenja procesa procene opasnosti, odnosno procesa procene rizika od udesnih situacija i izrada odgovarajuće dokumentacije. Proces procene rizika od udesnih situacija bi obuhvatio:

- identifikaciju mogućih opasnosti od udesa,
- utvrđivanje mehanizma njegovog nastanka,
- utvrđivanje verovatnoće nastanka određene udesne situacije,
- utvrđivanje i sagledavanje mogućih posledica,
- definisanje mera za odgovor na udes i
- definisanje mera za sanaciju eventualnih posledica udesa.

Shodno karakteristikama projekta udesnom situacijom se može smatrati iznenadno zarušavanje dela etaža. Shodno tome, potrebno je u daljoj razradi dokumentacije razmotriti problem navedenih situacija u periodu eksploatacije i definisati odgovarajuće postupke i mere zaštite životne sredine, mere prevencije, monitoring kosina ali i mere umanjenja negativnih efekata u slučaju udesa.

Udesnom situacijom sa stanovišta ugrožavanja životne sredine se može smatrati i mogućnost nastanka požara. Sve aktivnosti na saniranju navedene akcidentne situacije i intervencija vatrogasne jedinice po pravilu se definišu u Planu intervencije u slučaju požara odnosno Planu protivpožarne zaštite.

Plan protivpožarne zaštite između ostalog treba da sadrži i sve bitne podatke o načinu informisanja vatrogasne jedinice u slučaju požara. Pri intervenciji u slučaju pojave požara prioritet izvršavanja zadataka je sledeći:

- spasavanje ugroženih ljudi i sprečavanje nastanka eventualnih eksplozija,
- lokalizacija širenja požara,
- gašenje požara – prekid procesa gorenja,
- odbrana susednih objekata i evakuacija materijala i opreme.

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

8.3. Mere za sprečavanje, smanjenje i otklanjanje štetnih uticaja na životnu sredinu predviđene predmetnim projektom

8.3.1. Mere zaštite flore i faune

Spisak glavnih mera zaštite prikazan u narednoj tabeli 8.1 je baziran na Listi konzervacionih mera koje predstavljaju standard za izveštavanje o aktivnostima na realizaciji programa zaštite prirode na području Evropske unije, tako da svoju primenu ima i u zemljama kandidatima za pristup Evropskoj Uniji.

Tabela 8.1 Spisak mera baziran na Listi konzervacionih mera

Code	Mera zaštite
CB08	Obnova šumskih staništa sa Aneksa I Direktive o staništima
CC01	Prilagoditi / upravljati vađenjem neenergetskih izvora
CC06	Smanjiti uticaj koridora i mreža usluga
CC07	Obnavljanje / stvaranje staništa iz resursa, područja eksploatacije ili područja oštećenih instalacijom infrastrukture obnovljivih izvora energije
CC08	Upravljanje / smanjenje / uklanjanje tačkastih izvora zagađenja površinskih ili podzemnih voda usled eksploatacije resursa i proizvodnje energije
CC09	Upravljanje / smanjenje / uklanjanje difuznog zagađenja površinskih ili podzemnih voda usled eksploatacije resursa i proizvodnje energije
CE01	Smanjenje uticaja transportnih aktivnosti i infrastrukture
CE02	Upravljanje / smanjenje / uklanjanje zagađenja površinskih ili podzemnih voda iz transporta
CE03	Upravljanje / smanjenje / uklanjanje zagađenja vazduha iz transporta
CE06	Obnavljanje staništa područja pogođenih transportom
CF01	Upravljanje konverzijom zemljišta za izgradnju i razvoj infrastrukture
CF02	Obnavljanje staništa na područjima pod uticajem stambene, komercijalne, industrijske i rekreativne infrastructure i aktivnosti

Code	Mera zaštite
CF05	Smanjenje / eliminisanje difuznog zagađenja površinskih ili podzemnih voda iz industrijskih, komercijalnih, stambenih i rekreacionih područja i aktivnosti
CF06	Smanjenje / eliminisanje zagađenja vazduha iz industrijskih, komercijalnih, stambenih i rekreativnih područja i aktivnosti
CF10	Upravljanje promenama u hidrološkim i priobalnim sistemima i režimima za izgradnju i razvoj
CI01	Rano otkrivanje i brzo iskorenjivanje invazivnih stranih vrsta od značaja za Uniju
CI02	Upravljanje, kontrola ili iskorenjivanje utvrđenih invazivnih stranih vrsta od značaja za Uniju
CI03	Upravljanje, kontrola ili iskorenjivanje drugih invazivnih stranih vrsta

U nastavku teksta dati su predlozi mera za smanjenje i ublažavanje posledica negativnih uticaja na floru:

- Kompanija mora dosledno i kontinuirano da sprovodi sve predložene mere zaštite na navedenim lokacijama, uz obavezno očuvanje šumskih koridora. Za pomenute delove preporučuje se i fizičko ograđivanje, a takođe treba predupredити i eventualni eksterni prodor polutanata.
- U fazi planiranja i projektovanja eksploatacije rude bakra na površinskom kopu Veliki Krivelj izraditi projektnu dokumentaciju za rekultivaciju površinskog kopa i odlagališta raskrivke koja će se realizovati po završetku otkopavanja uz obnovu autohtone šumske flore i vegetacije.
- Uporedo sa aktivnostima vezanim za upravljanje zemljištem i vrstama, kao osnovnu meru treba izdvojiti i edukaciju u smislu podizanja javne i korporativne svesti o važnosti očuvanja biljnih vrsta i staništa. Postizanje ovog cilja podrazumeva stvaranje materijalne baze za izradu edukativnih i informativnih materijala o flori i ugroženim biljnim vrstama. Ove aktivnosti podrazumevaju pokretanje izložbi, multimedijalnih predavanja, stručnih i obrazovnih seminara i edukativnih radionica. Osnovne ciljne grupe bili bi deca, šumari, poljoprivrednici i radnici korporacije. U okviru kolektiva korporacije edukaciju treba usmeriti na prepoznavanje najugroženijih biljnih vrsta na području rudarskih, infrastrukturnih i ostalih aktivnosti uz najbitnije informacije o statusu ugroženosti i značaju njihovog očuvanja.
- U cilju održive eksploatacije mineralnih sirovina, kompanija će sprovesti kontinuirani monitoring populacija, njihovih staništa i sprovođenja konzervacionih mera kao krajnji cilj. Time bi se mogao utvrditi tempo obnovljivosti ovih bioloških resursa i eventualno preduzimanje dodatnih mera u cilju racionalnog (održivog) korišćenje populacija taksona od značaja za zaštitu. Monitoring bi obavljali članovi koordinacionog tela kojeg čine predstavnici korporacije i stručne ustanove. Takođe obuhvata kontrolu polutanata, racionalno korišćenje vodenih resursa, kao i poštovanje svih drugih ekoloških propisa i standarda regulisanih zakonom.

Predlozi mera za smanjenje i ublažavanje posledica negativnih uticaja na faunu:

- Izvršiti dodatno evidentiranje i procenu stanja biodiverziteta faune na području obuhvaćenom planom realizacije projekta eksploatacije i odlaganja jalovine.
- Za realnu procenu uticaja radova na stanje populacija eventualno ugroženih vrsta, neophodno je da monitoring bude vršen na istovetan i sistematičan način i to u kontinuitetu, za vreme izvođenja radova, kao i nakon završetka radova.
- Smanjenje uticaja spiranja/erozije okolnog zemljišta, a time i povećanja rastvorenih čestica u vodi, može se umanjiti pošumljavanjem erozijom ugroženih područja i slivova, zasnivanje površina i zaštitnih pojaseva pod trajnom vegetacijom, zaštitom i unapređenjem vegetacije obala.
- Najznačajnije mere kojima se ublažava uticaj ugrožavajućih faktora predstavljaju mere prevencije i monitoringa, kao i korišćenje konzervativnih vrednosti za maksimalno dozvoljene koncentracije elemenata u vodi, pošumljavanje zona pod uticajem erozije, unapređenje vegetacije obalskih zona, obezbeđivanje biološkog minimuma.

- U slučaju uništenja pojedinih staništa, neophodno je izvršiti izgradnju novih kao kompenzaciju za uništena staništa.
- Praćenje uslova definisanih od strane Zavoda za zaštitu prirode Srbije i drugih stručnih institucija u Srbiji.
- Na lokalitetima sa adekvatnim ekološkim parametrima u odnosu na ona staništa koja su ireverzibilno narušena, po potrebi sprovesti izgradnju veštačkih podloga za gnezda i kućica za ptice, u različitim formama i ekološkim nišama (pre svega u zonama sekundarnog i tercijarnog uticaja).
- Elektrovodove dobro zaštititi i postaviti ih na lokalitetima gde je slabija frekvencija dnevnih migracija ptica, u cilju smanjenja rizika od elektrokucije.
- Po potrebi obezbediti konektivnost prirodnih staništa (kopnenih i vodenih) i izbegavati strukture koje bi predstavljale barijere za vodene i kopnene sisare. U kopnenim staništima to se može postići sadnjom autohtonih vrsta u vidu drvoreda ili šumskih pojaseva u kojima će se naći i žbunasta vegetacija, a u vodenim sredinama izgradnjom kanala ili propusta koji će povezivati susedne vodene površine.
- Ograničavanje radova i kretanja teške mehanizacije na usko radno područje kako bi se smanjilo prekomerno i nepotrebno uništavanje staništa.
- Ukoliko se na lokaciji primete zaštićene ili strogo zaštićene vrste sisara potrebno ih je na adekvatan (za ljude i za životinje) bezbedan način udaljiti sa lokacije. Na taj način će se smanjiti mortalitet životinja usled gaženja mehanizacijom.
- Maksimalno moguće smanjiti intenzitet buke.
- Prečistiti vodu pre ispuštanja u vodotokove kako bi se sačuvale vrste zavisne o ovom specifičnom staništu.

8.3.2. Zaštita vazduha

Opšte mere zaštite za kontrolu i upravljanje emisijama i imisijama (koncentracijama) suspendovanih čestica, koje se pojavljuju kao najčešći polutanti vazduha u (radna okolina) i oko (životna sredina) rudničkog kompleksa odnose se pre svega na organizovanje sistematskog praćenja kvaliteta vazduha sa stanovišta čestičnih zagađivača - prašine.

Analizom izvora zagađenja vazduha suspendovanim česticama (mineralna prašina) u tehnološkom procesu eksploatacije na površinskom kopu „Veliki Krivelj“ identifikovani su sledeći potencijalni izvori zagađenja:

- suve površine na aktivnim etažama i površinama (površinski kop, odlagalište),
- trase puta za kamionski transport na površinskom kopu,
- rudarske mašine i tehnološka oprema na površinskom kopu.

To su prizemni i niski izvori, sa povremenim dejstvom (suva podloga) i različitom daljinom rasprostiranja suspendovanih čestica u zavisnosti od prirodnih uslova (klimatski i meteorološki faktori).

Kontrolu koncentracija prašine treba vršiti pre svega u radnim okolinama rudničkog kompleksa, budući da u okolini kopa nema naselja niti izdvojenih stambenih jedinica. Najbliži stambeni objekat je na rastojanju od oko 250 m, zapadno od kopa, a 500 m zapadno od odlagališta Saraka. Na prostorima na kojima je završena eksploatacija i eventualno odlaganje jalovine preporučuje se što brža rehabilitacija otvorenog prostora.

Shodno vrsti izvora, a u cilju smanjenja potencijalnih emisija prašine iz navedenih izvora, treba sprovoditi sledeće mere:

- Mere zaštite od emisije prašine sa otvorenih površina na prostoru rudničkog kompleksa odnose se na orošavanje i kvašenje ovih površina kao i uspostavljanje i razvoj ranog biljnog pokrivača na odlagalištu tamo gde je to, u datim uslovima, moguće; Za sprečavanje emitovanja prašine sa aktivnih radnih površina, primeniti tehničko rešenje orošavanja vodom pomoću namenskih vozila

(autocisterni) sa opremom za orošavanje. Potreban broj autocisterni za polivanje puteva na prostoru rudničkog kompleksa površinskog kopa dobija se na osnovu proračuna, koji uzima u obzir: zapreminu potencijalne cisterne, kapacitet pumpe na cisterni, kapacitet pumpe na stanici za punjenje, srednje rastojanje od stanice punjenja do puta koji treba da se poliva i srednju brzinu kretanja prazne i pune cisterne. Ovo tehničko rešenje treba koristiti u zavisnosti od klimatski prilika, pre svih temperature spoljašnjeg vazduha, koja utiče na isušivanje aktivnih radnih površina. Što je temperatura veća, to češće treba sprovoditi ovu meru, i obrnuto; Bušenje minskih bušotina za primarno miniranje na površinskom kopu vršiti bušilicom koja je opremljena posebnim uređajem za otprašivanje.

- U cilju zaštite od izdvajanja prašine pri prevozu rude i jalovine transportnim putevima, ukoliko je to pre svega ekološki opravdano, a posebno ako se isti vrši u blizni stambenih objekata, izvršiti:
    - smanjiti brzinu kretanja vozila,
    - kvašenje puteva vodom ili mešavinom vode i određenih hemijskih sredstava,
    - pripremu podloge transportnih puteva upotrebom kompaktnih materijala za prekrivanje puteva na kopu.
- Mere zaštite od emisije prašine sa otvorenih površina na kopu odnose se na:
    - orošavanje i kvašenje ovih površina,
    - planskom dokumentacijom definisati zone zaštite oko površinskog kopa,
    - po završetku odlaganja jalovine obezbediti uspostavljanje i razvoj ranog biljnog pokrivača na odlagalištu, primenom mera tehničke i biološke rekultivacije, a u skladu sa utvrđenom dinamikom izvođenja rekultivacije; Završne površine na prostoru rudničkog kompleksa biće podvrgnute tehničkoj i biološkoj rekultivaciji po utvrđenoj dinamici, posle formiranja, što će znatno uticati na smanjenje odnošenja prašine sa ovih površina dejstvom vetra.

Za ocenu uslova rada i planiranje primene mera zaštite koriste se važeći standardi i normativi za svaki analizirani parametar. Sadržaj hemijskih materija u vazduhu radne atmosfere na površinskom kopu može se prihvatiti u koncentracijama koje ne izazivaju oštećenja zdravlja radnika, pri normalnim uslovima rada i osmočasovnom radu. Granična koncentracija iznad koje postoji realna opasnost za oštećenje zdravlja je maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK). MDK za mineralnu prašinu i štetne gasove propisane su standardom SRPS Z.BO.001.

Ukoliko su dozvoljeni kriterijumi prekoračeni potrebno je primenjivati kompleksne mere zaštite od mineralne prašine. Kao dopunsku zaštitu, u kraćem vremenu izlaganja štetnom delovanju, treba koristiti lična zaštitna sredstava (respiratori za prašinu).

Zagađivanje vazduha izduvnim gasovima iz motora rudarskih utovarnih, transportnih i pomoćnih mašina, vrši se iz sledećih mogućih izvora (CO, NOx, SO2, akrolein):

- kamioni,
- utovarač,
- bager,
- bušilica,
- drobilična postrojenja i sita.

Sa stanovišta zaštite vazduha okolne životne sredine, od gasova koji bi eventualno vodili poreklo sa kopa (primenjena mehanizacija sa motorima sa unutrašnjim sagorevanjem) u uslovima regularnog funkcionisanja tehnološkog procesa, ne očekuje se da koncentracija izdvojenih gasova u vazduhu pri radu mašina na prostoru rudničkog kompleksa površinskog kopa, budu veće od GVI, pa se prema tome ne predviđa posebna zaštita.

Najmanje dva puta godišnje, na ugroženim radnim mestima, potrebno je vršiti periodična ispitivanja radne sredine u cilju kontrole ostvarenih efekata primenjene zaštite. Pokrenuti i program zdravstvene zaštite u cilju kontrole zdravlja zaposlenih.

8.3.3. Zaštita voda

Da bi se obezbedili uslovi za optimalan rad projektovane osnovne i pomoćne opreme u procesu eksploatacije na površinskom kopu Veliki Krivelj, potrebno je obezbediti odvodnjenu radnu sredinu. U tom smislu, područje površinskog kopa je, na siguran i ekonomičan način, zaštićeno od uticaja površinskih i podzemnih voda.

Osnovna koncepcija odvodnjavanja površinskog kopa sastoji se u sledećem:

- Da se sva voda sa slivnih područja koja gravitiraju ka kopu, prihvati obodnim kanalima i odvede van područja kopa;
- Da se sve vode koje dospeju unutar kopa iznad nivoa Kriveljske reke prihvate kanalima i odvedu do taložnika na koti k+302 m, odakle se prepumpavaju u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju do flotacije Veliki Krivelj;
- Da se sa etaža ispod nivoa Kriveljske reke, vode prihvataju na nivoima prepumpavanja i odatle ispumpaju u taložnik na koti k+302 m, odakle se prepumpavaju u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju do flotacije Veliki Krivelj;
- Da se sve vode koje dospeju na prostor akumulacije A1, po potrebi ispumpava u glavni taložnik, odakle se prepumpavaju u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju do flotacije Veliki Krivelj.

Drugim rečima, nema direktnog ispuštanja prikupljenih voda u u životnu sredinu.

Ono što je bitno sa stanovišta zaštite voda je činjenica da na lokalitetu površinskog kopa Veliki Krivelj nema prirodnih vodotokova koji se presecaju radovima na otkopavanju na kopu.

Popravke i servisi mehanizacije se vrše na utvrđenom mestu u radionicama, tako da nema ispuštanja ulja i maziva koji be eventualno mogle zagaditi površinske vode pre njihovog kaptiranja u okolnim kanalima.

Radi sprečavanja izlivanja zagađenih voda kopa u Kriveljsku reku, potrebno je strogo poštovati projektom date mere za odvodnjavanje kopa, prikupljanje voda i njihov tretman u taložnicima. U tu svrhu sve objekte odvodnjavanja održavati u funkcionalnom stanju i obezbediti stalni nadzor kako bi se na vreme uočile i sprečile sve nepravilnosti koje mogu uticati na pravilan rad istih.

U slučaju maksimalnih priliva – poplavni talas vode sa kopa će se ispuštati u Kriveljsku reku. Zbog kratkog vremena kontakta sa mineralima rude, pretpostavka je da ove vode neće sadržati nedozvoljene količine hemijskih zagađenja.

U slučaju nemogućnosti tretiranja otpadnih voda na način predviđen projektom, potrebno je sve vode usmeriti i zadržati na najnižoj etaži kopa kako bi se dobilo vreme za otklanjanje problema, nakon čega ће ce sa vodama postupiti kako je predviđeno projektom odvodnjavanja. Ova mogućnost zadržavanja voda na najnižoj etaži je inače predviđena projektom, s tim što se pre toga mora evakuisati oprema i ljudstvo sa te etaže. Sve ove situacije moraju biti obrađene u Planu odbrane i spasavanja, koji će se stalno ažurirati i dopunjavati sa napredovanjem radova. Sa planom se moraju upoznati svi zaposleni na površinskom kopu Veliki Krivelj.

8.3.4. Zaštita od buke

Pojava nepovoljnog uticaja prekomerne buke u radnim okolinama postoji u svim fazama eksploatacije na površinskom kopu. U cilju obezbeđenja zaštite radnika ali i okolnog stanovništva od negativnog uticaja prekomerne buke, koja potiče iz tehnološkog procesa površinske eksploatacije, planiraju se i po potrebi

sprovode planirane mere zaštite. Planirane mere obuhvataju kontrolu nivoa buke unutar rudničkog kompleksa (i okolnih naseljenih oblasti), redukciju buke na pojedinačnim postrojenjima i mašinama, primenu akustičke zaštite postavljanjem fizičkih barijera ili ograda i primenu sredstava lične zaštite zaposlenih na kopu.

Mere zaštite za smanjivanje negativnih uticaja buke na radnu okolinu i životnu sredinu obuhvataju sledeće:

- organizovanje kontrole nivoa buke unutar rudničkog kompleksa kao i u zoni okolnih naseljenih oblasti, u zavisnosti od stepena i gustine naseljenosti,
- opremanje motora rudarske mehanizacije, ukoliko već nisu, prigušivačima, održavanje u dobrom stanju i upotreba shodno preporukama proizvođača da bi se sprečilo stvaranje prekomerne buke; rudarska oprema koja se koristi pri eksploataciji predstavlja značajan izvor buke, koja može biti smanjena primenom određenih mera uz konsultacije sa proizvođačem; navedene mere odnose se na prilagođavanje i modifikaciju izduvnih grana i auspuha motora mašina u cilju snižavanja nivoa buke i akustičko izolovanje metalnih i drugih sklopova bučne opreme;
- ukoliko konkretnim merenjima konstatovan nivo buke u okruženju kopa prelazi zakonom dozvoljene vrednosti potrebno je postaviti barijere za smanjenje buke između rudarskog kompleksa i naselja (stambenih jedinica); vrsta barijere zavisiće od nivoa prekoračenja, odnosno od nivoa zahtevanog sniženja;
- ako je praktično moguće i izvodljivo treba ograditi izvore buke što direktno zavisi od prirode izvora;
- potrebno je obezbediti opremu za zaštitu sluha operatera – rukovaoca mašinama od štetnih posledica prekomerne buke.

Edukacija zaposlenih je vrlo važna u kontekstu informisanosti radnika o potrebi smanjivanja nivoa buke na propisima definisane vrednosti i o štetnosti po zdravlje izloženosti preteranoj buci. Takođe je značajna i obuka radnika u oblasti održavanja opreme u ispravnom stanju i regularnom radu, kao i potrebe i načina korišćenja ličnih sredstava za zaštitu od buke.

8.3.5. Zaštita od požara

Zaštita od požara mora biti u skladu sa odredbama važećeg Zakona o zaštiti od požara ("Službeni glasnik RS", br. 111/2009 i 20/15).

Podloge za projektovanje i izbor opreme za zaštitu od požara predstavljaju klase požara i požarno opterećenje čime se obuhvataju sve komponente koje određuju mogućnost nastajanja požara i štete koje on može naneti. Požarno opterećenje zavisi od toplotne vrednosti zapaljivog materijala kao i od vrste objekata i opreme.

Potencijalna opasnost od požara ispoljava se kroz mogućnost nastajanja egzogenih požara klase A, B, C i D (Standard SRPS ISO 3941:1994). Sa stanovišta tehnologije i primenjene opreme na P.K. „Veliki Krivelj“, potencijalna opasnost od požara vezana je za nastajanje egzogenih požara klase A i B i to manjih razmera, ako se uzme u obzir nivo angažovane mehanizacije na samom kopu. Shodno tome opasnost nastanka požara u zoni kopa se može oceniti kao mala.

Do upale na površinskom kopu i odlagalištu mogu da dovedu pojedini elementi mašina ili one same. Takvi požari, po obimu dejstva i eventualnim posledicama, bi bili lokalnog karaktera i ograničenog trajanja. Uz blagovremeno otkrivanje i suzbijanje požara, opasnost od pojave požara većih razmera svodi se na najmanju moguću meru.

Na osnovu utvrđenog požarnog opterećenja na oruđima za rad, sa kojima će se obavljati radovi na površinskom kopu predviđeno je postavljanje prenosnih protivpožarnih aparata na bazi praha. U konkretnom slučaju potrebno je da se na svakoj mašini (bušilica, hidraulični bager, mašina za utovar, kamioni, autocisterna, buldozer) postavi po jedan protivpožarni aparat tipa S-6, S-9 ili kao alternativa aparati tipa CO_2.

8.4. Tehnička rešenja zaštite životne sredine (tretman i dispozicija otpadnih materija, rekultivacija, sanacija i dr.)

Dopunski rudarski projekat, koji je predmet procene uticaja na životnu sredinu, ne tretira rešenja niti mere zaštite vezane za trajnu obustavu radova na P.K. Veliki Krivelj.

U skladu sa aktuelnim zakonom o Rudarstvu i geološkim istraživanjima, u slučaju trajne obustave radova potrebno je izraditi Glavni rudarski projekat trajne obustave radova na površinskom kopu Veliki Krivelj, koji će pored detaljnih tehničkih rešenja zatvaranja rudnika, definisati i potrebne mere zaštite životne sredine kao i proces praćenja eventualnih uticaja tih radova na životnu sredunu.

U okviru ove tačke studije definisana su tehnička rešenja zaštite životne sredine u domenu dopunskog rudarskog projekta, koji je predmet proceni uticaja na životnu sredinu.

8.4.1. Tretman i dispozicija otpadnih materija

Otpadom, u smislu Zakona o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS, br. 36/09), smatra se: komunalni otpad, industrijski otpad i komercijalni otpad. Navedeni otpad se deli, u zavisnosti od stepena opasnosti, na: inertni, neopasni i opasni.

Inertni otpad je otpad kod kojeg nije moguće izazvati značajnu fizičku, hemijsku ili biološku promenu, koji se ne može rastvoriti, koji ne zagađuje životnu sredinu, ne škodi zdravlju ljudi i ne utiče štetno na stvari sa kojima dođe u kontakt.

Opasni otpad je svaki otpad koji sadrži elemente ili jedinjenja koja imaju neko od sledećih svojstava: eksplozivnost, reaktivnost, zapaljivost, nadražljivost, štetnost, toksičnost, infektivnost, kancerogenost, mutagenost, teratogenost, ekotoksičnost, svojstvo oksidiranja, svojstvo nagrizanja i svojstvo otpuštanja otrovnih gasova hemijskom ili biološkom reakcijom.

Neopasni otpad je otpad koji po sastavu i svojstvima nema neku od karakteristika opasnog otpada.

Klasifikacija otpada se vrši na osnovu kataloga otpada koji utvrđuje organ državne uprave nadležan za poslove zaštite životne sredine i komunalne poslove. Karakterizacija otpada je postupak ispitivanja kojim se utvrđuju fizičke, hemijske i biološke osobine otpada.

Eksploatacija na površinskom kopu „Veliki Krivelj“ se odvija uz učešće rudarske mehanizacije. Zastupljeni su: bušilice, bageri, kamioni (za transport rude i jalovine) buldozeri, utovarači, grejder, rovokopač i dr. Ovome treba pridodati i cisternu za dopremu goriva, cisternu za prskanje vodom (u cilju obaranja prašine) kao i terensko vozilo. Navedena mehanizacija zahteva redovno održavanje u cilju postizanja projektovanih kapaciteta. Drugim rečima, to znači da će se vremenom pojaviti određene količine otpadnih materija, u prvom redu: istrošena ulja i maziva, kamionske gume i akumulatori (detaljan pregled normativa i potrošnog materijala se može videti u tački 3 Studije), koje kao takve predstavljaju industrijski otpad. Otpad koji potiče od održavanja opreme i instalacija, a u ovom slučaju su to istrošena ulja i maziva, stare gume i akumulatori, se mora obavezno sakupljati, razvrstavati i odlagati na postojećem platou za skladištenje otpada i sa istim se mora postupati, u potpunosti, u skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS, br. 36/09), Pravilnikom o načinu postupanja sa otpacima koji imaju svojstva opasnih materija (Sl. glasnik RS, br. 12/95) i Pravilnikom o uslovima i načinu razvrstavanja, pakovanja i čuvanja sekundarnih sirovina (Sl. glasnik RS, br. 55/2001).

Pored navedenog industrijskog otpada, javiće se i određene količine komunalnog otpada. Komunalni otpad, u smislu navedenog Zakona, jeste otpad iz domaćinstava (kućni otpad), kao i drugi otpad koji je zbog svoje prirode ili sastava sličan otpadu iz domaćinstva. U slučaju površinskog kopa “Veliki Krivelj” to je otpad koji je rezultat boravka ljudi na predmetnoj lokaciji.

I komunalni otpad, kao i gore navedeni industrijski otpad, se sakuplja, tretira i odlaže u skladu sa navedenim Zakonom o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS, br. 36/09), ali i u skladu sa posebnim propisima kojima se uređuju komunalne delatnosti.

Zabranjeno je mešati opasan otpad sa komunalnim otpadom. Komunalni otpad koji je već izmešan sa opasnim otpadom razdvaja se ako je to ekonomski isplativo, u protivnom, taj otpad se smatra opasnim. Rudnik je dužan da odlaže svoj otpad u kontejnere ili na druge načine, koje obezbeđuje jedinica lokalne samouprave, a opasan otpad, ukoliko se isti javi u okviru komunalnog otpada, da predaje na mesto određeno za selektivno sakupljanje opasnog otpada ili ovlašćenom pravnom licu za sakupljanje opasnog otpada. Tako sakupljen otpad će se organizovano odvoziti od strane nadležnog komunalnog preduzeća.

Shodno navedenoj zakonskoj regulativi, neke od primarnih obaveza proizvođača otpada, u ovom slučaju P.K. “Veliki Krivelj”, su da:

- Sačini plan upravljanja otpadom ako godišnje proizvodi više od 100 tona neopasnog otpada ili više od 200 kg opasnog otpada.
- Pribavi izveštaj o ispitivanju otpada i obnovi ga u slučaju promene tehnologije, promene porekla sirovine i dr.
    - Pribavi uverenje o klasifikaciji otpada sa rokom važnosti za period od godinu dana.
    - Obezbedi primenu načela hijerarhije upravljanja otpadom u skladu sa zakonom.
    - Sakuplja otpad odvojeno u skladu sa potrebom budućeg tretmana.
    - Skladištiti otpad na način koji minimalno utiče na zdravlje ljudi i životnu sredinu.
    - Preda otpad licu koje je ovlašćeno za upravljanje otpadom.
    - Vodi evidenciju o otpadu koji nastaje, koji se predaje ili odlaže.
    - Odrediti lice odgovorno za upravljanje otpadom.
    - Omogući nadležnom inspektoru kontrolu nad lokacijom, objektima, postrojenjima i dokumentacijom.

Lice odgovorno za upravljanje otpadom, između ostalog, dužno je da:

- Izradi nacrt plana upravljanja otpadom, organizuje njegovo sprovođenje i ažuriranje.
- Predlaže mere prevencije, smanjenja, ponovnog korišćenja i reciklaže otpada.
- Prati sprovođenje zakona i drugih propisa o upravljanju otpadom i izveštava organe upravljanja.

8.4.2. Rekultivacija

Na osnovu zahteva zakonske regulative korisnik Serbia Zijin Bor Copper je obavezan da po prestanku otkopavanja i odlaganja jalovine, degradirane površine privede određenoj nameni. Koncepcija uređenja prostora je bazirana na valorizaciji novonastalih prirodnih i antropogenih uslova nakon tehničke i biološke rekultivacije i uređenja predela.

Rekultivacija nekog prostora predstavlja kompleks tehničko-tehnoloških i bio-tehničkih mera koje se sprovode za obnavljanje, pa čak i poboljšanje biološke produktivnosti i poljoprivredne vrednosti terena narušenog određenim ljudskim aktivnostima. Rudarstvo i u okviru njega površinska eksploatacija mineralnih sirovina predstavljaju aktivnosti koje u poređenju sa drugim aktivnostima svakako najviše doprinose promeni izgleda i namene prostora zahvaćenog rudarskom eksploatacijom. Zbog toga se ovom problemu u rudarstvu poklanja posebna pažnja, a srazmerno tome su postignuti i određeni rezultati. Obezbeđenje potrebnog kvaliteta rekultivisanog terena je jedan od pokazatelja nivoa površinske eksploatacije u odnosu na savremene ekološke zahteve i postavljene normative.

Osnovni cilj rekultivacije fizički, hemijski i bioloških oštećenih zemljišta je uspostavljanje funkcije upravljanja zemljišnim prostorom, kao resursom koji je narušen antropogenim aktivnostima. Mere rekultivacije moraju obezbediti najneophodnije abiotičke i biotičke uslove staništa, njegovu biotizaciju, stvaranje i pomaganje

obrazovanja incijalnih životnih zajednica na meliorisanom staništu i odgovarajućih zajednica na višem stupnju cenotičke strukture i složenosti.

Cilj rekultivacije je da se kroz niz aktivnosti koje su predviđene projektom rekultivacije, u nekom obliku ,,vrati'' ono što je prethodno eksploatacijom pozajmljeno od prirode. Prioritetni ciljevi rekultivacije jalovinskih materijala, pepelišta i flotacionih materijala su privođenje određenim biljnim kulturama kao i uspostavljanje određene ekološke ravnoteže. Određene biljne vrste brzim razvojem korenovog sistema i nadzemnom vegetativnom masom doprinose stabilnosti rastresitih deponovanih tehnogenih materijala, a uspeh gajenja biljaka na takvim površinama pre svega zavisi od primenjene kategorije rekultivacije. U svetu i kod nas za rekultivaciju degradiranih površina primenjuje se :

- autorekultivacija,
- polurekultivacija i
- optimalna rekultivacija.

Za rekultivaciju površinskog kopa Veliki Krivelj biće primenjena rekultivacija sa sledećim fazama:

1. Tehnička rekultivacija koja podrazumeva:
   - nivelisanje završnih etaža površinskog kopa,
   - radovi na formiranju jama za sadnice
   - transport zemljanog materijala etaža na površinskom kopu,
2. Biološka rekultivacija koja podrazumeva kompleks biotehničkih i fitomeliorativnih mera u cilju ozelenjavanja površina na prethodno pripremljenim površinama. Sastoji se od pošumljavanja degradiranih površina.

U toku izvođenja rekultivacije koristiće se pristupni putevi (spoljašnji) i putevi (unutrašnji) formirani u okviru površinsku kopa, koji su bili u funkciji sve vreme rada na površinskom kopu.

Tehnička faza rekultivacije na površinskom kopu Veliki Krivelj predstavlja etapu pripremnih radova, koji omogućavaju izvođenje sledećih faza tehničke i biološke rekultivacije. Naknadno nivelisanje etaža površinskog kopa se vrši buldozerom pre početka rekultivacije.

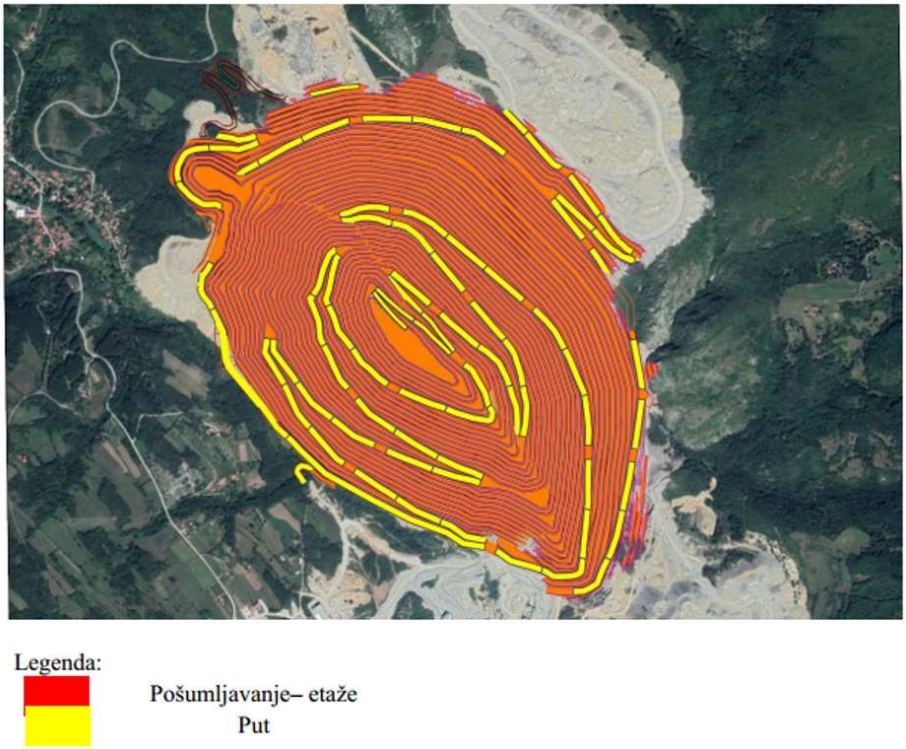
Sledeća faza predstavlja bušačko minerske radove na etažama površinskog kopa. Zbog prirode stena ne moguće je vršiti direktno iskopavanje jama. Iz tog razloga se i primenjuju ovi radovi. U sledećoj fazi vrši transport zemljanog materijala po etažama površinskog kopa. Zemljani materijal će se koristiti za zapunjavanje jama pri sađenju sadnica.

Unošenjem organskih materija u vidu humusa u supstrat ubrzava se mikrobiološki proces i omogućava se kontuirani priliv asimilativa za razvoj biljaka.

Biološka faza rekultivacije podrazumeva kompleks biotehničkih i fitomeliorativnih mera za gajanje travnih i šumskih kultura na pripremljenim površinama odlagališta u cilju ozelenjavanja i obnavljanja ekosistema. Biološka faza rekultivacije obuhvata sledeće radove:

- Na etažama površinskog kopa pošumljavanje po kvadratnoj šemi;
- Kosine površinskog kopa Veliki Krivelj se ne rekultivišu usled velikog nagiba i iz bezbednosnih razloga.

Finalna kontura površinskog kopa Veliki Krivelj, slika 8.1, projektovana je sa najnižom etažom – dno kopa, na koti K-85m, a najviša etaža je na koti K+530. Ovakva projektovana kontura obuhvata ukupnu površinu od 2.412.230 m^2.



Slika 8.1 Model biološke rekultivacije površinskog kopa Veliki Krivelj

Površine koje su obuhvaćene projektom rekultivacije i uređenjem prostora podeljene su na :

- Dno površinskog kopa,
- Etaže površinskog kopa.

U tabeli 8.2 je prikazana struktura površina po nameni i uređenju prostora površinskog kopa Veliki Krivelj.

Tabela 8.2 Struktura površina po nameni i uređenju prostora

Lokacija	Struktura površine
Dno površinskog kopa	pošumljavanje
Etaže površinskog kopa	pošumljavanje

Za proračun potrebne količine zemljanog materijala koji će se koristiti u ispunjavanju jama za sadnice, koriste se projektovane površine površinskog kopa Veliki Krivelj. Izvedene površine na kraju veka eksploatacije površinskog kopa treba da budu iste kao i projektovane.

Broj jama je određen na osnovu broja sadnica po hektaru, koji iznosi 1100 sadnica breze i klena po hektaru, na međuspobnom rastojanju od 3 m. Potreban broj sadnica za sve kulture (ujedno i broj jama) je dat u tabeli 8.3.

Tabela 8.3 Potrebna količina zemljanog materijala za izvođenje rekultivacije po površinama

Objekat- Površinski kop Veliki Krivelj	broj jama	Namena površina	Zemlja za jame (m^3)	Količina (m^3)
Dno (E-85)	3.212	pošumljavanje	0,06	200
Etaže	123.331	pošumljavanje	0,06	7.400
Ukupno	**126.543**			**7.600**

Na svim ravnim površinama vrši će se iskopavanje jama za sadnice bušačko minerskim radovima. Oblik jama je levkast ali biće aproksimiran sa valjkom , dimenzija 0,4 x 0,4 m.

Određivanje potrebne količine zemljanog materijala vrši će se na osnovu potrebnih broja jama i njihove zapremine. Potreban broj jama je određen na osnovu dva kriterijuma: po dominantnoj površini i po dominatnim dužinama.

Za potrebe biološke rekultivacije neophodno je odrediti broj jama za sadnice, na osnovu čega će se odrediti i ukupan broj sadnica za kupovinu. Broj sadnica se uvećava za 5%, jer postoji mogućnost da se usled transporta i manipulacije pojedine sadnice oštete.

Ukupna potrebna količina zemljanog materijala iznosi 7.600 m^3. Znači, ova količina potrebnog zemljanog materijala predstavlja kumulativ zemljanog materijala potrebnog za sve etaže površinskog kopa.

Broj sadnica za nabavku se uvećava za 5 %, koja se uzima za rezervu, jer je moguće da se određen broj sadnica ošteti prilikom transporta, da se osuši i sl. Na osnovu toga ukupan broj sadnica breze iznosi 68.129, a klena 64.756.

Odabir vrsta za ozelenjavanja

Osnovu za odabir biljnih vrsta koje će se koristiti u rekultivaciji predstavlja prirodna potencijalna vegetacija područja uz uvažavanje klimatskih karakteristika i pojedinih specifičnosti nastalih antropogenim korišćenjem prostora.

Projektovan porast suma efektivnih temperatura za ovo područje pogoduje razvoju termofilnih biljnih vrsta. Suva pedoklima supstrata na kome će se izvršiti sadnja i setva vrsta predstavlja izvestan limitirajući faktor, pa je neophodno opredeliti se, pre svega, za vrste kseromorfnog karaktera.

Pri izboru biljnih vrsta za pošumljavanje, vodilo se računa o njihovom prilagođavanju uslovima podloge, klime, dobrom prijemu pri sadnji i otpornosti na delovanje osnovnih prirodnih faktora. Za biološku fazu eurekultivacije degradiranih površina odlagališta jalovine Saraka došlo se do zaključka da je najbolje primeniti vrste koje rastu u prirodnim uslovima na krečnjačkim terenima u okolini odlagališta, kao i u Istočnoj Srbiji i to su:

- Breza (Betula alba L.)
- Klen (Acer cempestre L)

Breza (Betula alba L.) Naraste do 20 m, a u debljinu do 60 cm. Deblo je vitko, a kora bijela i glatka, na starijim stablima, pri dnu debla, kora ima tamne pukotine. Izbojci su vitki, dugački, bradavičasto-žljezdasti i više (slika 5.9.). Lišće je trokutasto ili rombično, 3-7 cm dugo, dvostruko napiljeno, odozgo bradavičasto. Muške se rese pojavljuju u jesen, a ženske za vreme listanja. Plod je sićušni spljošteni oraščić s 2 postrana krilca, koja su šira od ploda. Obična breza je pionirska vrsta, koja zajedno s trepetljikom i vrbom ivom, prva zauzima površine u kojima se prirodno širi šuma. Izrazita je vrsta svetla. Prve godine raste polagano, a poslije se rast naglo povećava. Živi do 100 - 120 godina. Na sušu i vrućine osetljiva je samo u prvim godinama života. Dobro podnosi dim, štetne gasove i prašinu pa je pogodna za sadnju u industrijskim i urbanim područjima. Česta je u našim mezofilnim šumama te u nasadima i parkovima. Obična breza je pionirska vrsta i u prirodi se nalazi zajedno s trepetljikom..

Klen (Acer cempestre L – Klen) je listopadni grm ili stablo iz porodice sapindovki (Sapindacea). Može narasti do 20 metara visine. Korenski sistem je vrlo dobro razvijen. Širina debla varira između 80 cm pa na više. Kora je glatka i tanka dok je biljka mlada, a kako biljka stari tako i kora postaje svetlosiva ili svetlosmeđa. Starenjem ona potamni, prošara se belim, počinje da nepravilno puca i mrežasto se ljušti. Mlade grane su sivosmeđe i sjajne, na vrhu su sitno dlakave. Pupoljci su sitni, jajasti, tupi ili blago ušiljeni, belkasto dlakavi sa svetlosmeđim do crvenosmeđim ljuskama. Terminalni pupoljci (oni koji su na samom vrhu) su dosta veći od pazušnih (bočnih) pupoljaka. Listovi su kožasti, na dugoj peteljci i dosta su sitni u odnosu na listove drugih vrsta javora. Javor ima naspramno raspoređene listove, koji su obično palmastog oblika, mada postoje i vrste koje imaju

peraste listove. Cvetovi javora su mali i nisu upadljivi. Nekoliko nedelja do šest meseci nakon cvetanja sa drveta pada veliki broj semena. Plod javora je takav, da se vrti dok pada i raznosi seme što je dalje moguće. S lica su tamnozeleni a sa naličja bledozeleni i maljavi. U jesen prvo požute a zatim i pocrvene. Dugi su i široki od 5 do 10 cm, nalaze se na crvenkastoj peteljci dugoj oko 10 cm. Cvetovi su svetlozeleni, skupljeni u cvast (Cvast predstavlja skup cvetova na zajedničkoj osnovi). Oni su zelenkasti i žuti, sitni i nalaze se na 3 do 5 cm dugačkim peteljkama. U cvasti se nalazi od 15 do 20 cvetova. Cvet je građen od 5 čašičnih listića i cvetne lože, sadrži 8 prašnika i jedan tučak. Plod je pupavac, sastavljen od dve krilate orašnice duge od 2 do 4 cm koje su na vrhu malo proširene, a ni pri osnovi nisu sužene. Orašnice su nasuprotno smešetne jedna prema drugoj.

Sadni materijal mora biti veštački odgajan (poreklom iz registrovanog rasadnika, odgovarajuće provenijencije), zdrav i kvalitetno odgajen, sa dobro razvijenim nadzemnim i podzemnim delom biljke.

Uspešan razvoj travnog pokrivača početna je faza u oživljavanju ovakvih staništa. Jednom stabilizovani, prirodni procesi kasnije dovode do usložnjavanja biljnog pokrivača, najpre u smislu kolonizacije od strane otpornih vrsta iz neposredne okoline, a zatim i do formiranja zrelijih stupnjeva.

8.5. Druge mere koje mogu uticati na sprečavanje ili smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu

Posebnu grupu mera zaštite čine projektovani i u ovoj Studiji predviđeni program ekološkog monitoringa. Program kontrole bazira se na ekološkom monitoringu koji se u manjoj meri bazira na tehničkim detaljima stanja kopa, a suštinsku pažnju usmerava na stanje životne sredine, rezultate eventualnog zagađenja, procenu izvora zagađenja, definisanje trendova zagađivanja ili poboljšanja i uticajem na stanovništvo iz okruženja.

U cilju pravovremenog otkrivanja nepovoljnih uticaja površinskog kopa na životnu sredinu potrebno je razviti sistem monitoringa područja koje okružuje površinski kop. Ovaj sistem treba da omogući pouzdanu procenu veličine i intenziteta zagađenja i moguće štete radi pravovremenog preduzimanja mera da do zagađenja ne dođe, odnosno za sprečavanja širih zagađenja ili radi uspešnog saniranja uočenog i zabeleženog zagađenja. Budući da je ova tematika detaljno obrađena i prikazana u glavi 9. Studije, u nastavku su dati samo neki bitni momenti kada je u pitanju sistematsko praćenje uticaja kopa na okolnu životnu sredinu.

Pre svega treba napomenuti da pouzdani sistem za monitoring životne sredine u okolini površinskog kopa mora da obuhvati:

- identifikacija izvora i parametara zagađenja (tip i dimenzije),
- izbor parametara životne sredine za koje se vrše merenja (u prostoru i vremenu),
- određivanje kritičnih oblasti,
- prikupljanje podataka, analizu i procenu.

Drugim rečima, predloženim monitoring sistemom biće praćena emisija zagađujućih materija i imisije na više zona u okruženju radi utvrđivanja uticaja aktivnosti na površinskom kopu uz pokrivanje sledećih entiteta životne sredine:

- kvalitet vazduha,
- nivo buke,
- kvalitet zemljišta,
- kvalitet vode.

Ono što je jako bitno je činjenica da će predviđeni sistem za monitoring životne sredine, predložen ovom Studijom, biti u mogućnosti da izvrši analizu izvora zagađenja u skladu sa njihovim doprinosom ukupnom zagađenju životne sredine uz sagledavanje efikasnosti primenjenih mera zaštite životne sredine. Uz to

očekuje se da predloženi monitoring sistem životne sredine da doprinos uspostavljanju procedure procene uticaja na životnu sredinu izazvane aktivnostima na površinskom kopu, kao i statusa zaštite životne sredine.

Parametri, koji su monitoring sistemom predviđeni za praćenje su:

- Kada su u pitanju emisije (zagađivanje):
    - Emisija u vode; Na mestu ispuštanja vode u Kriveljsku reku iz taložnika na koti K+302m na kopu: Vidljive otpadne materije, boja, miris, T; Mutnoća, suspendovane materije, Procenat zasićenja kiseonikom, rastvoreni kiseonik, pH, elektroprovodljivost, nitrati, nitriti, ukupan fosfor, HPK, BPK-5, Sulfati, Metali, metaloidi i njihova jedinjenja: Cu, Zn, Fe, Ni, Cd, Cr, Pb, As, Hg, Sb, Mo, Ti, Sn, B; TOS, Fenolna jedinjenja, Naftni ugljovodonici; Količina ispusnih voda;
- Kada su u pitanju imisije (zagađenost):
    - Zemljište; Obradivo zemljište u okolini naselja Krivelj i Bučje, pratiće se sledeći parametri: pH, TSP, Cu, Zn, Mn, Ni, Cr, Pb, Se, As, Hg, Sb, Mo, Ti, Sn, Fe, policiklični aromatični ugljovodonici (BTEX), polihlorovani bifenili (PCB), fenoli, fluoridi, hloridi, nitriti, nitrati, sulfati, Ca, Mg, ukupni azot;
    - Površinske vode; Borska reka (uliv u tunel), Kriveljska reka (pre naselja Krivelj), Kriveljska reka (uliv u kolektor), Kriveljska reka (izliv iz kolektora), pratiće se parametri : Vidljive otpadne materije, boja, miris, T; Mutnoća, suspendovane materije, ostatak posle isparavanja na 105°C, Procenat zasićenja kiseonikom, rastvoreni kiseonik, pH, elektroprovodljivost, nitrati, nitriti, amonijak, ukupan fosfor, HPK, BPK-5, Sulfati, fosfati, hloridi, Metali, metaloidi i njihova jedinjenja: Cu, Zn, Fe, Ni, Cd, Cr, Pb, As, Hg, Sb, Mo, Ti, Sn, B; TOS, Fenolna jedinjenja, Naftni ugljovodonici;
    - Podzemne vode; Pijezometar pre naselja Krivelj, Pijezometri na brani 4-1, Pijezometri na brani 3, pratiće se parametri: Vidljive otpadne materije, boja, miris, T; Mutnoća, suspendovane materije, ostatak posle isparavanja na 105°C, Procenat zasićenja kiseonikom, rastvoreni kiseonik, pH, elektroprovodljivost, nitrati, nitriti, amonijak, ukupan fosfor, HPK, BPK-5, Sulfati, fosfati, hloridi, Metali, metaloidi i njihova jedinjenja: Cu, Zn, Fe, Ni, Cd, Cr, Pb, As, Hg, Sb, Mo, Ti, Sn, B; TOS, Fenolna jedinjenja, Naftni ugljovodonici;
    - Vazduha; Merna mesta pri prvim naseljenim kućama, pratiće se sledeći parametric: PM10, PM2,5, NOx, CO, CO_2, SOx;
    - Buka; Merna mesta pri prvim naseljenim kućama, pratiće se parametri: Ldan, Lveče, Lnoć.

Kao značajnu komponentu jednog ovakvog sistema treba navesti i proces auditinga. On omogućava, praktično, verifikaciju snimljenih podataka i uočenih pojava, definiše trendove i vrši stalnu korekciju parametara koji se prate, odnosno omogućava da se na bazi postignutih rezultata i uočenih trendova izvrši korigovanje programa monitoringa. U tom smislu, radi postizanja efikasnosti praćenja kvaliteta životne sredine u širem okruženju, Studijom se predlaže uspostavljanje sistema adaptivnog monitoringa. Praktično to znači, da će se kroz proces auditinga, izvršiti usaglašavanje (adaptacija) parametara koje treba nastaviti pratiti u narednom periodu. Time će se prestati pratiti parametri koji nisu suštinski karakteristični za tehnološki proces, ali će se potencirati značaj i izmeniti dinamika praćenja parametara koji se odaberu kao potencijalno opasni, a u tesnoj vezi su sa celokupnom tehnologijom rada na površinskom kopu Veliki Krivelj.

9. Program praćenja uticaja na životnu sredinu

U cilju pravovremenog otkrivanja nepovoljnih uticaja eksploatacije proširenog Površinskog kopa „Veliki Krivelj“ na životnu sredinu potrebno je razviti monitoring sistem za područje koje okružuje ležište. Ovaj sistem treba da omogući pouzdanu procenu veličine i intenziteta zagađenja, moguće štete i pravovremeno preduzimanje mera radi sprečavanja širih zagađenja, odnosno, radi uspešnog saniranja uočenog i zabeleženog zagađenja. Sistemom za monitoring životne sredine biće praćeni svi značajni izvori zagađenja i emiteri zagađivanja nastali kao rezultat rudarskih aktivnosti u sklopu proširenog Površinskog kopa „Veliki Krivelj“.

9.1. Konfiguracija sistema za monitoring

Pouzdani sistem za monitoring životne sredine u okolini rudnika sastoji se iz sledećih koraka:

- identifikacija izvora i parametara zagađenja (tip i dimenzije),
- izbor parametara životne sredine za koje se vrše merenja (u prostoru i vremenu),
- određivanje kritičnih oblasti,
- prikupljanje podataka, analiza i procena.

Predloženim monitoring sistemom biće praćeno ispuštanje i koncentracije zagađujućih materija u životnoj sredini na više zona u okruženju radi utvrđivanja uticaja rudarskih aktivnosti uz pokrivanje sledećih entiteta životne sredine:

- kvalitet voda,
- kvalitet vazduha,
- nivo buke
- kvalitet zemljišta.

Sistem za monitoring životne sredine, koji se predlaže ovom Studijom, biće u mogućnosti da izvrši analizu izvora zagađenja u skladu sa njihovim doprinosom ukupnom zagađenju životne sredine uz sagledavanje efikasnosti primenjenih mera zaštite životne sredine. Postupak monitoringa će uzeti u obzir postojeći zakonski i institucionalni okvir u Srbiji.

Predloženi monitoring sistem životne sredine treba da doprinese uspostavljanju procedure procene uticaja na životnu sredinu izazvane rudarskim aktivnostima, kao i statusa zaštite životne sredine. Procenjuje se da je uspostavljanje ovakvog sistema realno i da će razvoj sistema omogućiti efikasan monitoring na području Površinskog kopa „Veliki Krivelj“ i u okruženju.

9.2. Prikaz stanja životne sredine pre početka funkcionisanja projekta

Ova Studija prati Dopunski rudarski projekat proširenja Površinskog kopa „Veliki Krivelj“ prema severozapadu za kapacitet od 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, a kao polaznu osnovu za monitoring životne sredine usvaja se postojeće realno stanje saglasno dokumentima koje Investitor poseduje i koje je obrađivačima Studije stavio na raspolaganje. Detaljno opisano nulto stanje pre početka radova prema projektu dato je u 5. poglavlju ove Studije, dok će u ovom poglavlju biti prikazan samo kratak rezime.

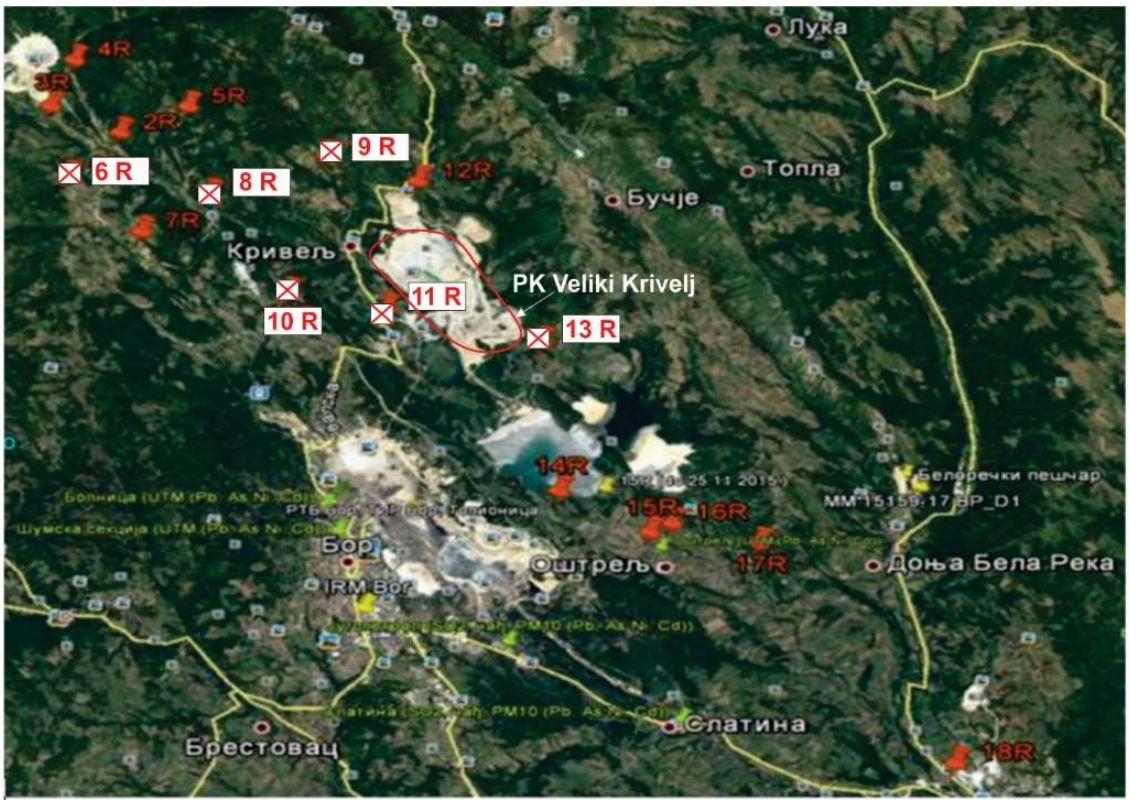
U okviru predmetne lokacije rudarenje se vrši decenijama unazad i shodno tome vrlo savesno redovno se vrši praćenje stanja životne sredine. Kvalitet površinskih i otpadnih voda na području Površinskog kopa Veliki Krivelj i Flotacije „Veliki Krivelj“ se prati kvartalno. Ispitivanje kvaliteta Saraka potoka, Borske reke i Kriveljske reke, provirnih voda flotacijskog jalovišta i otpadnih voda površinskog kopa „Veliki Krivelj“ je tokom 2020. godine radio Ogranak Instituta za preventivu, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj “27. Januar” iz Niša, dok su tokom 2022. godine sprovedena slična ispitivanja, pri čemu su izostavljena mesta uzorkovanja na Saraka potoku i devijaciji Borske reke. Vrednosti analiziranih parametara su poređene sa maksimalno dozvoljenim koncentracijama prema Uredbi o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS br. 24/2014) i graničnim vrednostima klasa kvaliteta propisanih Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS br. 50/2012, prilog – tabela 1 i 3).

Na osnovu rezultata ispitivanja sprovedenih tokom 2020. godine ustanovljeno je da uzorci Saraka potoka imaju nisku pH vrednost i prekoračenje graničnih vrednosti za: suspendovane materije, HPK, sulfati, elektroprovodljivost, amonijum jon, nitriti, ukupni azot, gvožđe, mangan, cink, bakar, i nikl. U uzorcima Kriveljske reke posle ulivanja otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka ustanovljeno je prekoračenje graničnih vrednosti za: suspendovane materije, HPK, amonijum jon, elektroprovodljivost, sulfate, nitrate, nitrite, ukupni azot, cink, mangan, gvožđe, bakar, kadmijum i arsen. Takođe, u uzorcima Kriveljske reke na mestu uzorkovanja posle flotacijskog jalovišta i ulivanja svih otpadnih voda, zabeleženo je prekoračenje graničnih vrednosti za suspedovane materije, elektroprovodljivist, HPK, sulfate, amonijum jon, nitrite, nitrate, ukupni azot, mangan, gvožđe i bakar. Svakako se na osnovu ispitivanja kvaliteta Kriveljske reke tokom 2020. godine pre svih emitera zagađenja u okviru PK „Veliki Krivelj“ može konstatovati loš hemijski i ekološki status, što je posledica aktivnosti na PK „Cerovo“, koji se nalazi uzvodno od PK „Veliki Krivelj“.

Što se podzemnih voda tiče, na raspolaganje od strane Investitora su data ispitivanja iz II i III kvartala 2020. godine, za II kvartal 2021. godine i II i III kvartala za 2022 godinu. Ispitivanje je rađeno od strane Instituta za preventivu, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27.januar“ Niš. Analize su rađene na 5 mesta i uzorci su uzimani iz pijezometara na branama 1 i 2 flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj“, kao i bunara na obali Cerove i Kriveljske reke, uzvodno od PK „Veliki Krivelj“. Rezultati ukazuju na to da je kvalitet podzemnih voda mahom zadovoljavajućeg kvaliteta, osim u nekim uzorcima gde je prekoračena prosečna granična koncentracija propisana Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentima i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. Glasnik br. 50/2012) za kadmijum, bakar i olovo. Nesumnjivo je to posledica rudarskih aktivnosti, što na PK „Cerovo“, što na PK „Veliki Krivelj“, s obzirom da su površinske vode u direktnoj komunikaciji sa podzemnim vodama i kvalitet tih voda je u korelaciji.

Kada su u pitanju ispitivanja kvaliteta ambijentalnog vazduha, u toku 2020, 2021. i 2022. godine vršena su ispitivanja na 17 mernih mesta u okolini objekata koji pripadaju kompaniji „Serbia Zijin Copper d.o.o“, slika 9.1., od strane Instituta za rudarstvo i metalugiju Bor, a obuhvatila su taložne materije i to analizu tečne faze, analizu čvrste faze i ukupnih taložnih materija. Analizom rezultata koji su detaljno prikazani u 5. poglavlju ove Studije, može se zaključiti da su se srednje godišnje vrednosti ukupnih taložnih materija kretale u opsegu od 11 mg/m^2/d (na mernom mestu 13R u 2022. godini) do 160.6 mg/m^2/d (na mernom mestu 8R u 2022. godini). Povećane srednje godišnje vrednosti (iznad maksimalno dozvoljene koncentracije od 200

mg/m^2/d) nisu zabeležene u posmatranom periodu. Povećane srednje mesečne vrednosti (iznad dozvoljene koncentracije 450 mg/m^2/d) takođe nisu registrovane u posmatranom periodu. Srednje godišnje vrednosti olova kretale su se u opsegu od 1.2 µg/m^2/d (na mernom mestu 13R u 2022. godini) do 14.1 µg/m^2/d (na mernom mestu 10R u 2021. godini), dok su se srednje godišnje vrednosti kadmijuma kretale od 0.03 µg/m^2/d (6R,13R u 2022. godini) do 0.25µg/m^2/d (na mernim mestima 6R u 2021. godini). Srednje godišnje vrednosti arsena su se tokom 2022. godine kretale od 0.61 µg/m^2/d (na mernom mestu 11R) do 5.66 µg/m^2/d tokom 2021. godine (na mernom mestu 6R).Srednje godišnje vrednosti nikla su se kretale od 0.9 µg/m^2/d (na 9R u 2020. godini) do 3.8 µg/m^2/d (na mernom mestu 6R u 2021. godini). Tokom 2022. godine izvršena su dodatna ispitivanja kvaliteta ambijentalnog vazduha na nekoliko dodatnih mesta merenja i rezultati su pokazali da su se koncentracije suspendovanih čestica PM10 kretale u opsegu od 19 µg/m^3 do 81.2 µg/m^3. U odnosu na propisanu graničnu vrednost prema Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (SL. Glasnik RS, br. 11/10, 75/10 i 63/13) u toku 6 dana zabeleženo je prekoračenje granične vrednosti. Prekoračenja PM10 i PM2.5 čestica su tokom 2022. godine zabeležena na jednom mestu uzrokovanja, gde je u toku 3 dana zabeleženo prekoračenje graničnih vrednosti.



Slika 9.1. Raspored mesta kontrole kvaliteta vazduha u okolini PK Veliki Krivelj

Tokom 2020, 2021. i 2022. godine rađena su ispitivanja nivoa buke u životnoj sredini koja nastaju prilikom rada i aktivnosti u rudniku. Merenje je izvršeno na 3 merna mesta i poređenjem izmerenih vrednosti sa referentnim vrednostima propisanih Uredbom o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanje i štetnosti efekata buke u životnoj sredini (Sl. Glasnik RS br. 75/10), ustanovljeno je da nije došlo do prekoračenja. Merenja je vršila akreditovana laboratorija Zaštite na radu i zaštite životne sredine „Beograd“, Laboratorija za zaštitu radne i životne sredine odeljenje za akustička ispitivanja i opremu pod pritiskom.

Za obradu ove Studije na raspolaganje obrađivačima su dati rezultati ispitivanja zemljišta za 2020, 2021. i 2022. godinu. U okolini borskog basena vršeno je uzorkovanje na 16 lokacija, a uzorci su uzimani sa dubine od 0 do 30 cm. Prilikom ispitivanja zemljišta koja je sprovela firma *„Zaštita na radu i zaštita životne sredine Beograd d.o.o.“,* u avgustu 2020. godine, u 3 uzorka u okolini PK „Veliki Krivelj“ ustanovljeno je

prekoračenje granične vrednosti za bakar prema Uredbi o sistematskom praćenju stanja i kvaliteta zemljišta (Sl. Glasnik RS br. 88/2020), Pravilniku o listi aktivnosti koje mogu da budu uzrok zagađenja i degradacije zemljišta (Sl. Glasnik RS br. 102/2020) i Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Sl. Glasnik RS, br. 30/2018, 64/2019), ali ne i remedijacione vrednosti.

Prilikom ispitivanja zemljišta koja su vršena u avgustu 2021. godine, prekoračenje granične vrednosti za bakar su zabeležene na svim mestima uzorkovanja, dok je na jednom zabeleženo prekoračenje i remedijacione vrednosti. Granična vrednost koncetracije arsena je prekoračena na dva mesta uzorkovanja. Granična vrednost policikličnih aromatičnih ugljovodonika je prekoračena na 1 mestu, dok je granična vrednost za mineralna ulja prekoračena na 4 mesta uzorkovanja. Tokom 2022. godine urađena su ispitivanja kvaliteta zemljišta u okolini PK „Veliki Krivelj“ na 5 lokacija. Uzorkovanje i analizu uradio je Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor. Uzorci su uzimani sa dubine od 0-30cm za poremećeno zemljište i 0-10cm za neporemećeno zemljište. Prema rezultatima ispitivanja na osnovu zahteva Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Sl. Glasnik RS, br. 30/2018, 64/2019), na mestima uzorkovanja koja se nalaze na području neposrednog uticaja PK „Veliki Krivelj“ prekoračene su granične vrednosti za bakar na svim mestima, dok je remedijaciona vrednost prekoračena na 3 mesta. Granična vrednost za arsen i nikl je prekoračena na 2 mesta uzorkovanja, dok je za cink prekoračena na svim mestima uzorkovanja.

9.3. Parametri za utvrđivanje štetnih uticaja na životnu sredinu i učestalost merenja

Štetni uticaj aktivnosti na PK „Veliki Krivelj“ na životnu sredinu treba pratiti na bazi merenja parametara kvaliteta vode, vazduha i zemljišta, kao i nivoa buke, čime se posledično može sagledati i uticaj na celokupni živi svet u okruženju. Zagađenja koja se mogu pojaviti imaće uglavnom difuzni karakter i eventualno u slučaju zagađenja voda tačkasti karakter, te je program merenja načinjen kao kombinacija monitoringa emisije (zagađenja), što je zakonska obaveza svakog privrednog subjekta, i imisije (zagađenosti) što nije eksplicitna obaveza privrednog subjekta, ali se u praksi praktikuje kada se emisija ne može egzaktno i tačno meriti i utvrditi.

U slučaju PK „Veliki Krivelj“ angažovana je sledeća mehanizacija:

- bušilice Flexi Roc D55, D60, D65 (na dizel pogon),
- bušilice Atlas Copco DMLE (na elektro pogon),
- bageri tipa Terex RH-120 E (na elektro pogon),
- bageri tipa Komatsu 3000E i 4000E (na elektro pogon),
- bageri tipa Volvo ES950E (na dizel pogon),
- bageri tipa Caterpilar CAT 326GFLN (na dizel pogon),
- kamioni tipa Belaz 220t (na dizel pogon),
- kamioni tipa Belaz 136t (na dizel pogon),
- kamioni tipa Terex 220t (na dizel pogon),
- kamioni tipa Tonly 65t (na dizel pogon) i pomoćna mehanizacija,
- buldožeri tipa Komatsu (na dizel pogon),
- grejderi tipa Komatsu i Caterpillar (na dizel pogon),
- utovarači Caterpillar (na dizel pogon)

Rad navedene mehanizacije doprinosi difuznom zagađenju životne sredine, u smislu zaprašivanja i emisije gasova koji su karakteristični za mehanizaciju na dizel pogon, kao i emisiji buke. Aktivnosti u okviru miniranja i bušenja na kopu, pored emisije prašine, doprinose i emisiji buke. Otpadne vode koje nastaju tokom odvodnjavanja površinskog kopa i odlagališta otkrivke doprinose tačkastom zagađenju

životne sredine, u slučaju da se vrši njihovo ispuštanje u Kriveljsku reku. U skladu sa ovim činjenicama definisani su parametri za praćenje uticaja na životnu sredinu u tabeli 9.1.

Tabela 9.1. *Parametri za utvrđivanje uticaja na životnu sredinu*

<table>
<tr><th colspan="4">ISPUŠTANJE ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA IZ IZVORA ZAGAĐENJA U ŽIVOTNU SREDINU (EMISIJA)</th></tr>
<tr><td>Vode</td><td colspan="2">Na mestu ispuštanja otpadne vode u Kriveljsku reku iz taložnika na koti K+302 m na kopu</td><td>• Vidljive otpadne materije, boja, miris, T;
• Mutnoća, suspendovane materije, ostatak posle isparavanja na 105°C
• Procenat zasićenja kiseonikom, rastvoreni kiseonik
• pH, elektroprovodljivost,
• nitrati, nitriti,
• amonijak
• ukupan fosfor,
• HPK, BPK-5
• Sulfati, fosfati, hloridi
• Metali, metaloidi i njihova jedinjenja: Cu, Zn, Fe, Ni, Cd, Cr, Pb, As, Hg i dr.
• TOS,
• Fenolna jedinjenja,
• Naftni ugljovodonici;</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td>• Količina ispusnih voda;</td></tr>
<tr><th colspan="4">KONCENTRACIJA ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA (IMISIJA)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Vode</td><td>površinske</td><td>Do 2025. g.:
• Saraka potok (uliv u kolektor)
• Borska reka (uliv u tunel)
• Kriveljska reka (uliv u kolektor)
• Kriveljska reka (izliv iz kolektora)
Nakon 2025. g.
• Kriveljska reka (pre tunela)
• Kriveljska reka (posle tunela)</td><td>• Vidljive otpadne materije, boja, miris, T;
• Mutnoća, suspendovane materije, ostatak posle isparavanja na 105°C
• Procenat zasićenja kiseonikom, rastvoreni kiseonik
• pH, elektroprovodljivost,
• nitrati, nitriti,
• amonijak
• ukupan fosfor,
• HPK, BPK-5
• Sulfati, fosfati, hloridi
• Metali, metaloidi i njihova jedinjenja: Cu, Zn, Fe, Ni, Cd, Cr, Pb, As, Hg, i dr.
• TOS,
• Fenolna jedinjenja,
• Naftni ugljovodonici;
Mikrobiološki parametri:
• broj ukupnih koliformnih bakterija,
• broj fekalnih kolifomnih bakterija
• broj fekalnih enterokoka</td></tr>
<tr><td>podzemne</td><td>• Pijezometar pre površinskog kopa (prikazan na slici 9.2)
• Pijezometri na brani 4-1
• Pijezometri na brani 1
• Pijezometri na brani 3</td><td>• Vidljive otpadne materije, boja, miris, T;
• Mutnoća, suspendovane materije, ostatak posle isparavanja na 105°C
• Procenat zasićenja kiseonikom, rastvoreni kiseonik
• pH, elektroprovodljivost,
• nitrati, nitriti,
• amonijak
• ukupan fosfor,
• HPK, BPK-5
• Sulfati, fosfati, hloridi
• Metali, metaloidi i njihova jedinjenja: Cu, Zn, Fe, Ni, Cd, Cr, Pb, As, Hg, i dr.
• TOS,
• Fenolna jedinjenja,
• Naftni ugljovodonici;
Mikrobiološki parametri:
• broj ukupnih koliformnih bakterija,
• broj fekalnih kolifomnih bakterija
broj fekalnih enterokoka</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>• Nivo</td></tr>
</table>

Zemljište	Obradivo zemljište u okolini naselja Krivelj i Bučje	• pH, TSP, Cu, Zn, Mn, Ni, Cr, Pb, Se, As, Hg, Sb, Mo, Ti, Sn, Fe, • policiklični aromatični ugljovodonici (BTEX), polihlorovani bifenili (PCB), fenoli, • fluoridi, hloridi, nitriti, nitrati, sulfati, Ca, Mg, ukupni azot;
Vazduh	Merna mesta pri prvim naseljenim kućama	• Količina suspendovanih čestica u vazduhu: PM_{10}, $PM_{2,5,}$ • NO_x, CO, SO_x; • UTM, • metali u UTM: Pb, Cd, As, Ni
Buka	Merna mesta pri prvim naseljenim kućama	• Merodavni nivo buke (L_{RAeqT}), ekvivalentni A ponderisani nivo buke (L_{AeqT})

Prilikom definisanja liste parametara, uzeti su u obzir oni za koje se smatra da su indikativni za potencijalni uticaj aktivnosti na površinskom kopu, kao i oni koje je potrebno analizirati kako bi se stvorili uslovi za elementarnu ocenu ekološkog statusa površinskih i podzemnih voda (odabrani mikrobiološki parametri ocene ekološkog statusa). Učestalost merenja predložena je u tabeli 9.2.

Prilikom tumačenja rezultata analize uticaja PK „Veliki Krivelj“ treba uzeti u obzir kumulativni uticaj čitavog rudarskog kompleksa, i to rudnika Cerovo koje se nalazi uzvodno, otpadnih voda iz Flotacije Veliki Krivelj, svih rudarskih aktivnosti na površinskom kopu, otpadnih voda iz rudnika Jama koje direktno imaju uticaj na Borsku reku, kao i flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj“ koje se nalazi nizvodno od površinskog kopa. Pomenuti emiteri, iako nisu predmet DRP-a proširenja PK „Veliki Krivelj“, ne mogu se izolovati od rudarskih aktivnosti isključivo na površinskom kopu, s obzirom na to da su svi locirani na relativno maloj udaljenosti i površini. Ljudske aktivnosti iz okolnih naselja takođe ne treba zanemariti, pogotovu zbog činjenice da se znatne količine komunalnih otpadnih voda ulivaju u okolne vodotokove, bez prethodne prerade.

Tabela 9.2. Učestalost merenja

SUBJEKAT	FREKVENCIJA MERENJA
POVRŠINSKE VODE	kvartalno
OTPADNE VODE-koje se ispuštaju iz taložnika na PK Veliki Krivelj na koti K+302 m	Po potrebi
PODZEMNE VODE	2 x godišnje
VAZDUH	Kontinualno u toku čitave godine (gasovi i čestični zagađivači)
ZEMLJIŠTE	Jednom u 3 godine
BUKA	1 x godišnje, 1 dan, u intervalima: • dva 15-minutna intervala u toku dana (od 7 00 – 18 00 h) • jedan u toku večeri (od 18 00 - 22 00 h) - • Jedan u toku noći (22-6 00 h)

9.4. Mesta i način merenja utvrđenih parametara

9.4.1. Monitoring površinskih voda

Monitoring površinskih voda treba vršiti i dobijene rezultate porediti u skladu sa odredbama važeće Uredbe o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS, 24/2014), Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS 50/2012), kao i Uredbe o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. Glasnik RS 67/2011, 48/12, 1/16).

Monitoring površinskih voda se obavlja dvojako, kroz:

- Po potrebi monitoring emisije zagađujućih materija, tj. praćenje ispuštanja zagađujućih materija u vodotokove (zagađivanja) - što predstavlja zakonsku obavezu Investitora i prati se na osnovu ispuštene količine zagađujućih materija i masenog ili zapreminskog protoka zagađujuće materije, i
- monitoring imisije zagađujućih materija, tj. praćenje koncentracije zagađujućih materija u vodotokovima (zagađenosti), što prvenstveno predstavlja obavezu države, ali se radi realnog sagledavanja uticanja zagađivača preporučuje Investitoru za praćenje.

9.4.1.1 Merenje ispuštanja zagađujućih materija (emisije)

Osnovna koncepcija odvodnjavanja čitavog površinskog kopa, je da se sve vode koje gravitiraju ka kopu, prihvate kanalima i gravitacijski odvedu do postojećeg sistema za odvodnjavanje površinskog kopa "Veliki Krivelj". Vode koje ne mogu da se gravitacijski odvedu u postojeći sistem za odvodnjavanje, prikupljaju se u vodosabirnicima i ispumpavaju u postojeći sistem odvodnjavanja površinskog kopa "Veliki Krivelj". Odvodnjavanje prispelih atmosferskih padavina u konture kopa vrši se kroz sistem za odvodnjavanje sačinjenog od vodosabirnika, cevovoda, kanala i taložnika. Koncept odvodnjavanja je takav da se vode iz svih vodosabirnika pumpama i cevovodom odvode izvan konture površinskog kopa u taložnik za prikupljane voda na koti k+302 m.

Vode iz taložnika na koti K+302 m koriste se za proces u pogonu flotacije, do kog se transportuju posebnim sistemom za snabdevanje vodom. U izuzetnim slučajevima ove vode je moguće ispustiti direktno u vodotokove posle procesa mehaničkog prečišćavanja u slučaju ako se dokaže da materijal koji je odložen ne utiče na zagađenje voda. Dakle, ispuštanje otpadnih voda iz površinskog kopa vršiće se samo ako za tim ima potrebe.

Shodno ovakvom sistemu odvodnjavanja, praćenje kvaliteta voda koje se ispuštaju u okolinu vršiće se po potrebi, i tada je uzorke potrebno uzimati na mestu ispuštanja ovih voda iz taložnika na koti K+302 m u Kriveljsku reku. Kako bi se količina zagađujućih materija koja se ispušta (emisija) mogla realno oceniti, sugeriše se merenje količina ispusnih voda. Mesta uzorkovanja prikazana su na slici 9.2.

Predloženi parametri za praćenje emisije zagađujućih materija u vodi prikazani su u tabeli 9.1., a učestalost merenja u tabeli 9.2.

9.4.1.2 Merenje koncentracije zagađujućih materija (imisije)

Područje ležišta „Veliki Krivelj" nalazi se u srednjem delu sliva Kriveljske reke. Hidrografija slivnog područja Kriveljske reke je dobro razvijena. Pored stalnih vodotokova, postoji i veći broj privremenih vodotokova. Od stalnih vodotokova značajne su Crvena reka, Valja Mare, Cerova reka. Od Cerove reke i reke Valja Mare kod naselja Mali Krivelj formira se Kriveljska reka. U Kriveljsku reku se severozapadno od površinskog kopa uliva nekoliko manjih vodotokova koji su bujičnog karaktera i izrazito bogati vodom tokom zimskih meseci, poput: potoka Subovac, Ujova reka, Urs potok, Banjica, Ogašu Buzej, Ogašu Todor.

Istočno od površinskog kopa protiče Saraka potok koji je trenutno kolektorom preveden u sliv Kriveljske reke, dok je jugozapadno od kopa kolektorom deo sliva Borske reke preveden u sliv Kriveljske reke. Proširenje kopa ka zapadu uslovljeno je prethodnim izmeštanjem korita Kriveljske reke izgradnjom obilaznog tunela u zoni površinskog kopa i flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj. U projektu je navedeno da će ova aktivnost biti završena tokom 3. godine od početka proširenja površinskog kopa, pri čemu se za početno stanje uzima 23.12.2022. godina, dakle, tokom 2025. godine. Izgradnjom novog tunela Kriveljske reke prestaje funkcija kolektora Saraka potoka. Projektno rešenje predviđa blindiranje ulaza u kolektor i izgradnju brane na k+365 m, čime se stvaraju uslovi za formiranje akumulacije vode – Akumulacija-1. Predviđeno je da se akumulirana voda prepumpava u postojeći kanal koji se prostire duž transportnog puta i gravitacijski odvodi u taložnik na koti k+302 m. Dakle, napredovanjem površinskog kopa ka severozapadu, potencijalni uticaj Saraka potoka na kvalitet Kriveljske reke prestaje, iz razloga što će se vode iz potoka, zajedno sa svim otpadnim vodama iz taložnika koristiti u sistemu povratnih voda, osim kad se, u izuzetnim slučajevima, ove vode ispuštaju u Kriveljsku reku, uz prethodno mehaničko prečišćavanje. Stoga, uzorkovanje vode iz Saraka potoka nije potrebno. Takođe, nakon izgradnje tunela Kriveljske reke predviđeno je blindiranje ulaza u

tunel Borske reke, tako da nakon 2025. godine kvalitet Borske reke i njen potencijalni uticaj na Kriveljsku reku u zoni rudarskog kompleksa „Veliki Krivelj“ nije potrebno pratiti.

S obzirom na predviđenu dinamiku eksploatacije površinskog kopa i izgradnju tunela Kriveljske reke tokom 2025. godine, do 2025. godine predlaže se uzorkovanje:

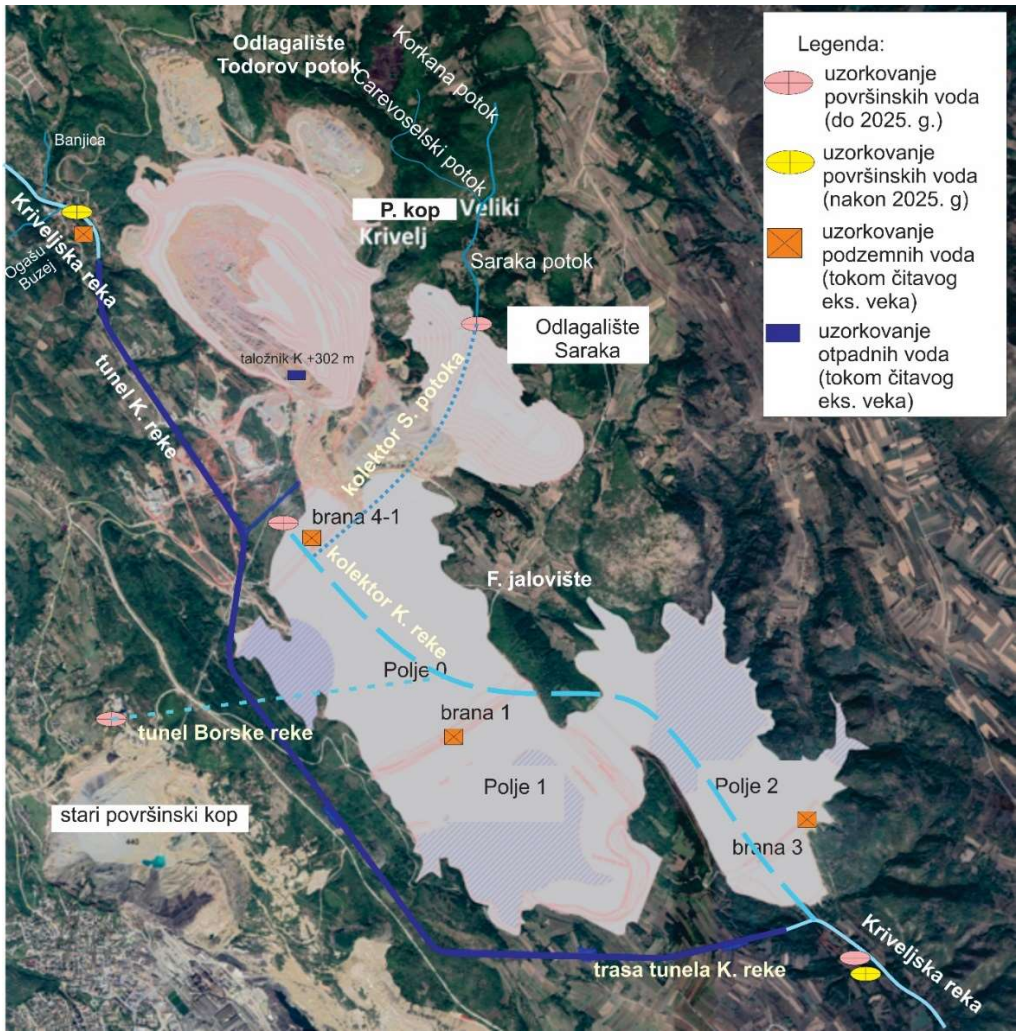
1. Kriveljske reke, i to:
    a. na mestu ulivanja u kolektor kod zaštitne brane 4-1 nultog polja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj,
    b. 300 m od mesta izlivanja iz kolektora, nakon polja 2 flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj,
2. Borske reke na mestu ulivanja u tunel Borske reke,
3. Saraka potoka na mestu ulivanja u kolektor Saraka potoka.

Predložena mesta uzorkovanja voda do 2025. godine prikazana su na slici 9.2.

Nakon izgradnje tunela Kriveljske reke, blindiranja ulaza u tunel Borske reke i blindiranja ulaza u kolektor Saraka potok tokom 2025. godine, predlažu se sledeća mesta uzorkovanja radi utvrđivanja koncentracije zagađujućih materija (imisije) u vodama, u okolini površinskog kopa „Veliki Krivelj“:

a. Na Kriveljskoj reci 300 m pre ulivanja u tunel,
b. Na Kriveljskoj reci 300 m nakon izlaska iz tunela.

Predložena mesta uzorkovanja voda nakon 2025. godine prikazana su na slici 9.2. Sva obeležena mesta uzorkovanja su samo okvirne sugestije, dok će se tačna mesta odrediti na licu mesta, na osnovu pristupačnosti.



Slika 9.2. *Mesta uzorkovanja voda u okolini ležišta Veliki Krivelj*

S obzirom na kompleksnost i lokaciju čitavog rudnika „Veliki Krivelj“, prilikom tumačenja rezultata treba uzeti u obzir da na relativno maloj površini na kvalitet vodotokova utiče veliki broj sličnih emitera zagađenja, poput: Površinskog kopa „Veliki Krivelj“ sa okolnim odlagalištima otkrivke (Todorov potok, Stari borski kop, Istočno odlagalište), Kamenoloma sa odlagalištima kopovske jalovine i flotacijsko jalovište „Veliki Krivelj“. Uzvodno od rudnika nalazi se rudnik „Novo Cerovo“ koji svojim aktivnostima utiče na kvalitet Crvene, Cerove reke i reke Valja Mare, od kojih nastaje Kriveljska reka. Takođe, uzvodno od rudnika se nalazi naselje Veliki Krivelj sa neuređenom kanalizacionom mrežom, gde se stanovništvo bavi ekstenzivnom poljoprivredom, što može dodatno uticati na već narušeni kvalitet Kriveljske reke. Što se Borske reke tiče, koja je jedini klasifikovani vodotok od svih analiziranih i priprada II klasi, na njen narušeni kvalitet godinama unazad su uticale aktivnosti iz rudnika „Jama“, kao i ispuštanje komunalnih otpadnih voda iz grada bez prethodnog prečišćavanja.

Dakle, višedecenijsko rudarenje na tlu Bora doprinelo je tome da se kvalitet reka na tlu Bora trajno naruši. No, to ne lišava Kompaniju „Zijin“ zakonske obaveze monitoringa vode u okolini rudnika. Predloženi parametri za praćenje imisije zagađujućih materija u vodi i učestalost merenja prikazani su u tabelama 9.1 i 9.2.

9.4.2. Monitoring podzemnih voda

Na području Velikog Krivelja rudarski radovi na površinskom kopu „Veliki Krivelj“ doprineli su snižavanju nivoa podzemnih voda. Porozne i vodopropusne šljunkovito-peskovite naslage aluvijona Kriveljske reke omogućuju akumuliranje značajnih rezervi podzemnih voda na nižim etažama kopa koje su u direktnoj hidrauličkoj vezi sa površinskim vodama Kriveljske reke. Dakle, može se zaključiti da je kvalitet podzemnih voda u okolini površinskog kopa „Veliki Krivelj“ u direktnoj vezi sa kvalitetom Kriveljske reke, te u skladu sa tim treba sprovoditi monitoring podzemnih voda I tumačiti rezultate.

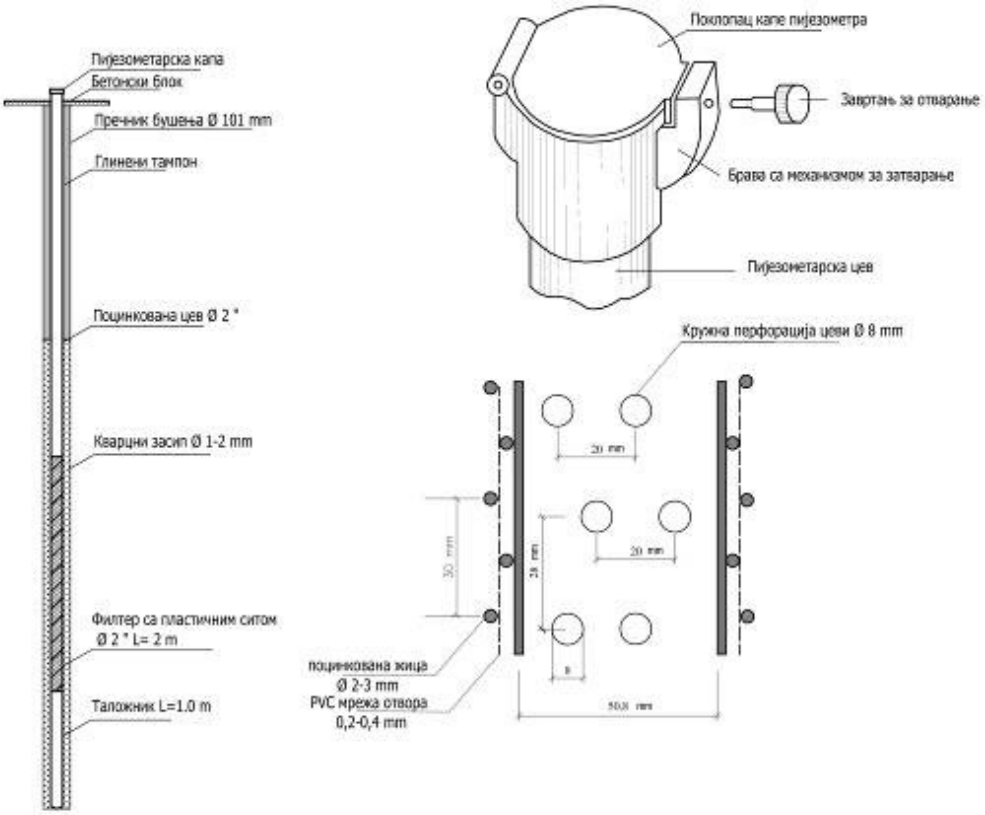
Za monitoring podzemnih voda predlaže se mesto uzorkovanja uzvodno od površinskog kopa, u dolini Kriveljske reke, na već ustaljenom mestu uzorkovanja podzemnih voda iz bunara privatnih domaćinstava u naselju Veliki Krivelj ili iz namenski ugrađenog pijezometra za potrebe uzorkovanja. Radi lakše orijentacije i smislenije analize, predlaže se da to mesto bude blizu mesta uzorkovanja Kriveljske reke, pre njenog uvođenja u tunel.

Sugeriše se ugradnja tipskog pijezometra pomoću kog se može uzorkovati i pratiti kvalitet podzemnih voda. Pijezometri (slika 9.3) će se sastojati od:

- zaštitne cevi-konstrukcije od PVC ili pocinkovanog materijala, prečnika 75 mm;
- filtarskog dela dužine 1 do 4 m, kroz koji se vrši upoj vode u cev sa željene dubine. Vodoprijemni deo (filter) treba da bude zaštićen filterskim sitom promera 0.25×0.25mm. Dubina ugradnje filtarskog dela će biti određen prema jezgru istražnog bušenja, tako da pijezometri zahvataju vodu iz zadatog karakterističnog sloja, kako bi moglo da se prati režim podzemnih voda;
- taložnika dubine 1 m ispod filtarske (upojne) konstrukcije.

Sa spoljne strane konstrukcije, radi zaštite od prodora sitnih frakcija tla, treba ugraditi šljunčani zasip. U zavisnosti od pozicije karakterističnog sloja u konstrukciji terena, izvesti tamponiranje glinom iznad karakterističnog sloja, kako bi se omogućio dotok vode u pijezometar samo iz posmatranog sloja. Vrh piezometarske konstrukcije treba da je zaštićen betonskim blokom dimenzija 0.5×0.5×0.5 m u visini površine terena, i zaštitnom kapom na vrhu cevi. Na betonskom bloku upisati oznaku piezometra. Posle ugradnje konstrukcije i šljunčanog zasipa, izvršiti ispiranje čistom vodom u trajanju od 3 sata po pijezometru.

Za mesta uzorkovanja podzemnih voda nizvodno od površinskog kopa Veliki Krivelj, predlažu se već postojeći pijezometri na zaštitnoj brani 4-1 i brani 1 (odakle će se uzimati kontrolni uzorci), kao i pijezometri na brani 3, flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj. Predlog lokacije pijezometara za vršenje monitoringa podzemnih voda prikazan je na slici 9.2.



Slika 9.3. Izgled tipskog pijezometra

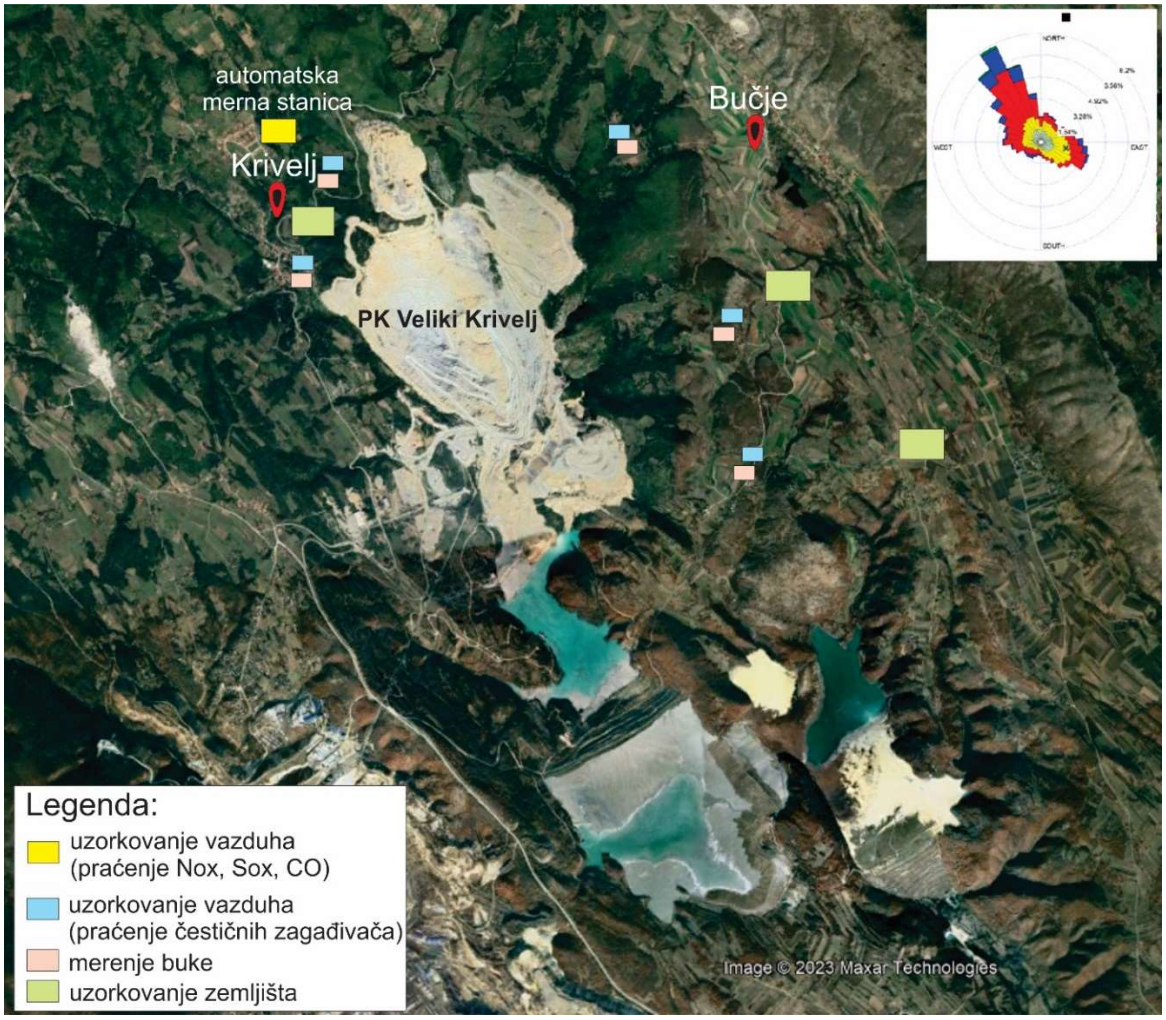
Lista parametara koje treba analizirati i učestalost merenja prikazani su u tabelama 9.1 i 9.2. Dobijene rezultate porediti sa odredbama važeće Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Službeni glasnik RS 50/2012) i Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu („Sl. Glasnik RS“, br. 30/18, 64/19).

9.4.3. Monitoring vazduha

Tokom redovnih aktivnosti na površinskom kopu dolazi do emisije izduvnih gasova i prašine. Iz dijagrama “ruža vetrova” (slika 6.2, poglavlje 6.2.1) vidi se da su najčešći i najjači severozapadni i jugoistočni vetrovi. Nešto veću učestalost i intenzitet duvanja imaju i zapadni i istočni vetrovi. Ovakav smer duvanja vetrova se prilično poklapa sa smerom tečenja većih površinskih vodotokova, poput Kriveljske, Borske reke i Saraka potoka koji se mogu smatrati značajnim apsorberima čestičnih zagađivača.

Najugroženiji objekti su manji i veći klasteri stambenih kuća istočno i jugoistočno od površinskog kopa, kao i zapadno i severozapadno od površinskog kopa, u naseljima Krivelj i Bučje. U skladu sa izrađenim modelima zagađenja vazduha iz poglavlja 6, predlaže se više mernih mesta pri najbližim kućama na kojima će se pratiti zagađenje vazduha čestičnim zagađivačima, prikazanih na slici 9.4. Ova merna mesta su odabrana jer su to mesta u kojem u kontinuitetu borave ljudi. Zagađenje vazduha gasovitim zagađivačima će se pratiti kontinualno u automatskoj mernoj stanici u naselju Krivelj (Banjica), prikazano na slici 9.4.

Zajedno sa procenom zagađujućih materija navedenih u tabeli 9.2, treba meriti i meteorološke elemente (temperatura vazduha, pritisak, oblačnost, padavine, pravac i brzina vetra) i zabeležiti meteorološke pojave (magla, oblaci, kiša, sneg, grad, rosa, slana, inje, poledica) od uticaja na disperziju zagađenja. Predloženi sistem za monitoring vazduha će omogućiti registrovanje kvaliteta vazduha u okruženju ležišta, u cilju procene rizika po zdravlje ljudi koji su, potencijalno, izloženi zagađenju vazduha.



Slika 9.4. Mesta merenja uzorkovanja vazduha, zemljišta i merenja nivoa buke

Monitoring zagađenja vazduha, osim preko automatske merne stanice, vršiće se portabilnom opremom u skladu sa mogućnostima akreditovane laboratorije koja će vršiti merenja, a koja se može upućivati na ciljane tačke da bi se izvršila merenja u toku epizodnih zagađenja vazduha.

Učestalost merenja data je u tabeli 9.2. U zavisnosti od konkretnih okolnosti i rezultata auditorskog izveštaja, frekvencija uzorkovanja može se povećati ili smanjiti, a sve u skladu sa adaptivnim monitoringom čija primena se predlaže. Merni instrument i oprema moraju se atestirati, odnosno moraju imati odobrenje tipa merila po standardu. Za merna mesta biraju se lokacije koje su dobro izložene zagađenju na umereno talasastom terenu, ili na strani doline koja je u najvećoj meri izložena noćnoj inverziji temperature.

Sve radove na monitoringu vazduha treba usaglasiti, a poređenja rezultata merenja vršiti sa elementima datim u "Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha" (Sl. Glasnik RS 11/2010, 75/10 i 63/13). Uzorkovanje i analize treba izvoditi prema važećim standardima, s tim da se u svim prilikama kada monitoring, merenje ili analiza nije pokrivena srpskim standardima primenjuju ISO standardi i norme Evropske zajednice. Prilikom tumačenja dobijenih rezultata treba uzeti u obzir i ostale aktivnosti u okviru rudnika Veliki Krivelj, koje se mogu superponirati sa aktivnostima na površinskom kopu.

9.4.4. Monitoring buke

Glavni emiter buke u okviru površinskog kopa „Veliki Krivelj“ je mehanizacija kojom se obavljaju poslovi utovara, transporta i istovara rude i jalovine, kao i aktivnosti prilikom bušenja i miniranja. Predlaže se 5

mernih mesta za merenje nivoa buke u okolini najbližih stambenih kuća samom površinskom kopu, slika 9.4, a koja su usklađena sa modelima buke prikazanim u glavi 6 ove Studije.

S obzirom da je radno vreme površinskog kopa 24 h, merenjem buke treba obuhvatiti dan, veče i noć. Indikatori buke, učestalost i intervali merenja predloženi su u tabelama 9.1. i 9.2. Merne uređaje treba postaviti u neposrednoj blizini referentnih mernih mesta, okrenutih ka emiterima buke, ako je moguće, mimo rastinja, na dobro izloženom mestu, na visini od 1,5 m od površine tla. Izmerene nivoe buke porediti sa graničnim indikatorima buke prema Uredbi o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metoda za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Sl. Glasnik RS, br. 75/10).

9.4.5. Monitoring zemljišta

Topografija terena okoline površinskog kopa „Veliki Krivelj“ odlikuje se smenom brda i dolina manjih dimenzija na kratkom rastojanju i bez posebnih pejzažnih vrednosti i atraktivnih lokaliteta. Površinski pokrivač je neravnomerno zastupljen. Pre otvaranja površinskog kopa, teren iznad ležišta „Veliki Krivelj“ bio je pošumljen retkom cerovom šumom i žbunastim rastinjem. Zemljište u dolini Kriveljske reke se obrađivalo i gajile se poljoprivredne kulture. Na toj lokaciji su sada degradirane površine. Jugoistočni deo doline Kriveljske reke karakterišu degradirani tereni i kamenjari sa proređenim žbunastim vrstama. Severozapadni deo doline, u blizini naselja Veliki Krivelj, je nešto pitomiji i tu se nalaze površine pod poljoprivrednim kulturama. Manje poljoprivredne površine se nalaze i u okolini naselja Bučje.

Shodno ovim činjenicama predlažu se zone zone uzorkovanja zemljišta prikazane na slici 9.4. U pomenutim zonama uzorkovanja trebalo bi ekspertskom tehnikom uzeti nekoliko kompozitnih uzoraka sačinjenih od više pojedinačnih uzoraka iz površinskog sloja zemljišta (dubine do 30 cm). Sve radove treba usaglasiti i dobijene rezultate porediti sa odredbama važeće Uredba o sistematskom praćenju stanja i kvaliteta zemljišta ("Sl. glasnik RS", br. 88/2020) i Uredbe 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). Lista parametara koje treba pratiti i predložena učestalost merenja dati su u tabelama 9.2 i 9.3.

9.4.6. Udesne situacije

Uticaj aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj na životnu sredinu treba sagledati i kroz udesne situacije koje mogu da se dogode. Uzroci koji mogu da dovedu do većih udesnih situacija su:

- zarušavanje etaže kopa
- elementarne nepogode (viša sila),
- veći kvar ili druga havarija na opremi,
- požar,
- eksplozija, kao i
- nepridržavanje uputstava ili procedura u vođenju tehnološkog postupka.

Od udesnih situacija koje mogu imati veće posledice po okruženje jesu zarušavanje etaže kopa, požar ili eksplozija. Rudnička mehanizacija i transportna sredstva koriste dizel gorivo i različita ulja za podmazivanje. Ukoliko dođe do nekontrolisanog izlivanja nafte ili ulja usled akcidentalnog prevrtanja transportnih sredstava, 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 preduzme opsežne preventivne mere zaštite od požara prema važećim standardima i obezbedi potrebna sredstva za početno gašenje (protivpožarni aparati, burad sa vodom,

burad sa peskom), odnosno brzu lokalizaciju požara, te obučavanje radnika za stručno i bezbedno rukovanje uređajima i sredstvima za gašenje požara.

U zavisnosti od intenziteta i karaktera havarije, uzorkovanje površinskih i podzemnih voda i određivanje potrebnih parametara (tabela 9.1) 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.

9.5. Razmatranje, kontrola i usvajanje dobijenih rezultata

Auditing je važan deo procesa monitoringa jer se njime, praktično, verifikuju snimljeni podaci i uočene pojave, definišu trendovi i vrši stalna korekcija parametara koji se prate. Da bi se to ostvarilo, auditing treba raditi za svaku prethodnu godinu. Materijale za auditing treba da pripremi Služba osmatranja u saradnji sa kompanijama koje su obavljale poslove monitoringa. Ista Služba treba da na bazi postignutih rezultata i uočenih trendova da predlog korigovanja programa monitoringa. Uvođenje auditinga je u saglasnosti sa strateškim planovima u Srbiji za uspostavljanje plana za eko-menadžment i reviziju učinaka na životnu sredinu - EMAS III (akronim od engl. Eco-management and Audit Scheme).

Radi postizanja efikasnosti praćenja kvaliteta životne sredine u širem okruženju predlaže se uspostavljanje sistema adaptivnog monitoringa. Monitoring treba uspostaviti praćenjem najmanje onih parametara koji su dati u ovoj Studiji. Nakon što se monitoring uspostavi i parametri prate kroz najmanje 10 ciklusa merenja, potrebno je, kroz proces auditinga, izvršiti prilagođavanje (adaptiranje) parametara sa čijim praćenjem treba nastaviti u narednom periodu. Time će se prestati pratiti parametri koji nisu karakteristični za tehnološki proces, ali će se potencirati značaj i izmeniti dinamika praćenja parametara koji se odaberu kao potencijalno opasni. U koncipiranju predloga i radi usvajanja korigovanog programa monitoringa koji bi obuhvatio praćenje usaglašenih parametara bitno je sprovesti program auditinga.

10. Netehnički rezime

10.1. UVOD

Otkopavanje rude bakra u ležištu Veliki Krivelj odvija se prema Glavnom rudarskom projektu otkopavanja (iz 1978.god.) i Dopunskom rudarskom projektu otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu "Veliki Krivelj" za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje (iz 2011.god.).

Kompanija Serbia Zijin Copper planira proširenje finalne konture kopa radi zahvatanja novih eksploatacionih rezervi u okviru overenih rezervi. Zahvatanje novih rezervi u severozapadnom delu površinskog kopa podrazumeva proširenje kopa u odnosu na konturu kopa za koju postoji Odobrenje za izvođenje radova broj 310-02-00411/2012-06 i stoga je neophodna izrada novog Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje.

Osnovni zadatak Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu jeste da se na osnovu postojećih uslova eksploatacije i stanja rudarskih radova na terenu na kraju 2022. godine definiše fazni razvoj površinskog kopa Veliki Krivelj sa kapacitetom od 10,6 miliona tona rude godišnje, kojim će se obezbediti nesmetano i postepeno povećanje kapaciteta otkopavanja rude u budućnosti, nakon proširenja eksploatacionog polja. Navedeni Dopunski rudarski projekat je predmet Studije o proceni uticaja na životnu sredinu projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, za koji je Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije svojim rešenjem br 353-02-2714/2023-03 od 01.09.2023. godine propisalo obim i sadržaj studije.

10.2. OPIS LOKACIJE NA KOJOJ SE PLANIRA IZVOĐENJE PROJEKTA

10.2.1. Fizičke karakteristike i geografski položaj

Ležište bakra „Veliki Krivelj" nalazi se, vazdušnom linijom, na oko 3 km severoistočno (azimut oko 10) od grada Bora, i na 0,5 km severoistočno (azimut oko 125) od najbližeg sela Krivelj, u slivu Kriveljske reke. U okviru ležišta bakra „Veliki Krivelj", nalazi se površinski kop „Veliki Krivelj", u kome je raskrivanje ležišta počelo 1979. godine, a eksploatacija rude počela 1982. godine. Regionalni put 393 prolazi u neposrednoj blizini ovog površinskog kopa, i povezuje ga sa Borom i selom Krivelj. Grad Bor je sedište okruga i istoimene opštine, koja se nalazi u centralnom delu Istočne Srbije (slika 2.1). Opština Bor ima dobro razvijenu drumsku i železničku saobraćajnu infrastrukturu. Bor je putnom mrežom i železničkom prugom povezan sa svim delovima zemlje, kao i svim okolnim državama

Osnovni zadatak Projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu jeste da se na osnovu postojećih uslova eksploatacije i stanja rudarskih radova na terenu na kraju 2022. godine definiše fazni razvoj površinskog kopa Veliki Krivelj sa kapacitetom od 10,6 miliona tona rude godišnje, kojim će se obezbediti nesmetano i progresivno povećanje kapaciteta otkopavanja rude u budućnosti, nakon proširenja eksploatacionog polja.

Kako se, trenutno, odlaganje jalovine vrši na kamionskom odlagalištu Saraka prema Dopunskom rudarskom projektu proširenja odlagališta raskrivke "Saraka" površinskog kopa Veliki Krivelj (IMR Bor, 2021) i u stari površinski kop Bor, predmetnim Projektom definisana je dinamika odlaganja jalovine saglasno projektnom zadatku, bez detaljnog projektovanja odlagališta, s obzirom da su oba odlagališta, Saraka i odlagalište u Borskom kopu, već ranije projektovana i trenutno su aktivna i u eksploataciji (Osnovna koncepcija, poglavlje 9.3.3.). Dakle, granica projekta predstavlja drobljenje na TSJ, izlaz transportnog puta ka odlagalištu Saraka i taložnici na koti 302m na obodu kopa. Na osnovu prethodne konstatacija definisane su granice mirko i makrolokacije (prilog 1):

- Za mikrolokaciju projekta može se usvojiti granica površinskog kopa Veliki Krivelj sa objektima za drobljenje na TJS i izlazni transprotni put ka odlagalištima ;
- Granica makrolokacije se tada može prihvatiti u okvirima definisanog eksploatacionog polja sa svim rudarskim objektima u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj.

Površina koju zauzima eksploataciono polje iznosi 3921 ha. Potrebno je napomenuti da se najbliži stambeni objekti nalaze na rastojanju od oko 100-200 m zapadno i 150m-250m jugo-zapadno od površinskog kopa Veliki Krivelj. Istočno od površinskog kopa Veliki Krivelj nalaze se atari sela Bučje i prvo domaćinstvo se nalazi na oko 500-600m od površinskog kopa.

10.2.2. Karakteristike zemljišta

Pedološke karakteristike, odnosno tipovi zemljišta koji su formirani na nekom prostoru jedan su od najznačajnijih faktora za nastajanje vegetacije (autohtone ili gajenih kultura). Uzajamnim dejstvom prirodnih faktora u procesu pedogeneze na nekom području dolazi do obrazovanja raznovrsnih tipova i podtipova zemljišta. Na njihov prostorni raspored presudno utiču reljef, geološki sastav podloge i klimatske prilike. Ovako stvoreno zemljište od litosfere razlikuje se plodnošću, odnosno sposobnošću da na njemu uspevaju biljke koristeći vodu i asimilative. Površinski kop Veliki Krivelj nalazi se na više pedoloških tipova i to: Rendzina karbonatna i Distični kambisol (kiselo smeđe zemljište), Smonica (vertisol), Aluvijalno zemljište (Fluvisol), Kamenjar (Litosol) i Sirozem (Regosol).

10.2.3. Geomorfološke karakteristike terena

Morfologija terena u domenu šireg područja Velikog Krivelja i njegove okoline bitno utiče na način i uslove eksploatacije, te uslove transporta mineralne sirovine. Slično je i sa hidrološkim uslovima, a pre svega vodenim tokovima. Zbog toga se razmatraju morfološko-hidrološke karakteristike područja Velikog Krivelja i neposredne okoline toga područja.

U domenu posmatranog područja i u njegovoj neposrednoj okolini teren je razuđen, brežuljkast do brdovit, ispresecan dolinama i kanjonima rečica i potoka, sa neretkim jarugama. Morfološki se razlikuju tereni izgrađeni od vulkanskih i hidrotermalno izmenjenih vulkanskih stena sa jedne strane, i tereni izgrađeni od krečnjaka sa druge strane.

Najveći deo šire okoline ležišta Veliki Krivelj izgrađuju krečnjaci, koji se nalaze na istočnom obodu TMK (Timočkog magmatskog kompleksa). Pripadaju krečnjačkom masivu Golog Krša koji se na jugu, pruža sve do Rgotskog kamena. Krečnjački teren je hipso metrijski izdignut sa kotama koje dostižu 887 m. Intenzivno je karstifikovan, pri čemu proces karstifikacije doseže do vodonepropusne podloge koju čine peščari i konglomerati mezozojske starosti i starije paleozojske i proterozojske tvorevine. Prema granitoidu Gornjana za krečnjački teren karakteristični su strmi odseci i brojne pojave sipara. Severno od područja ležišta „Veliki Krivelj" nalazi se gabroidni masiv Deli Jovana (Veliki Deli Jovan - 973 m, Crni Vrh - 1.137 m, Veliki Goli Vrh - 1.037 m).

10.2.4. Geološke karakteristike

Šire područje ležišta bakra Veliki Krivelj, u geološkom smislu, je deo Timočkog magmatskog kompleksa (TMK), u kome, pored gornjokrednih vulkanogeno-sedimentnih tvorevina, učestvuju i paleozoiske,

mezozoiske i kenozoiske tvorevine. Rudno ležište Veliki Krivelj, se nalazi u istočnom obodu TMK-a, što je bitno, jer je u ovom delu TMK-a uglavnom je razvijen vulkanizam prve faze, u kojoj su česte rudne pojave i ležišta. Na geološkoj karti se vidi da je prostor rudnog polja izgrađen od stena:

- Paleozoika,
- Mezozoika (donjokrednih sedimenata i gornjokrednih stena vulkanogeno-sedimentne serije),
- Intruzivnih stena,
- Hidrotermalno promenjenih i orudnjenih stena, i
- Aluvijalnih kvartarnih naslaga.

Šire okolina ležišta bakra „Veliki Krivelj" je deo velike timočke rov-sinklinale, odnosno rov-sinklinorijuma, koga sa zapadne strane odvaja zlotska dislokacija od homoljsko-kučajskog autohtona, a na istoku porečko-svrljiška dislokacija od terena Velikog Krša i Stola.

10.2.5. Inženjersko geološke karakteristike ležišta

Ležište bakra „Veliki Krivelj" izgrađeno je od hidrotermalno izmenjenih vulkanita i vulkanoklastita. Inženjerskogeološke karakteristike ležišta Veliki Krivelj zavise od litološko-petroloških karakteristika stenske mase i tektonskih odnosa unutar ležišta i bliže okoline. Od svih petroloških članova hidrotermalno izmenjene stene imaju najveće rasprostranjenje u okviru samog ležišta. Postrudna tektonika i prateći procesi uticali su na konačno oblikovanje stenske mase u inženjerskogeološkom smislu. Prerudna, intrarudna i postrudna tektonika, uslovile su pojavu različitih sistema pukotina i raseda.

Za određivanje fizičko-mehaničkih, deformacionih, mineraloških i hemijskih osobina rude i stenskih masa, izvršena su ispitivanja na 72 uzoraka, koji su uzeti iz istražnih rudarskih radova (potkopi +320 m, +260 m i +160 m). Ispitivanja su vršena na: hidrotermalno izmenjenim stenama, kvarcdiorit porfiritima, hornblenda biotitskim andezitima i skarnovima. Fizičko-mehaničke karakteristike stena klasifikovanih, na bazi geološkog opisa, po izdvojenim radnim sredinama prikazane su u tabeli 2.3.

Tabela 10.1. Rezultati fizičko-mehaničkih ispitivanja uzoraka radnih sredina, iz ležišta bakra Veliki Krivelj

Radna sredina	Zapreminska težina γ_z (kN/m^3)	Jednoosna otpornost na pritisak σ_p (Mpa)	Otpornost na zatezanje σ_z (Mpa)	Kohezija τ_c (Mpa)	Ugao unutrašnjeg trenja φ (°)
A	B	C	D	E	F
Hidrotermalno izmenjene stene	25,21	52,87	6,37	10,07	50,00
Kvarcdiorit porfirit	24,86	49,46	5,96	10,61	51,00
Hornblenda biotitiski andezit	25,64	80,65	8,50	13,38	52,00
Skarn	25,18	47,97	5,95	9,43	50,00

Prema Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenje evidencije o njima (Sl. List SFRJ 53/79, skraćeno Pravilnik o rezervama), odnosno na bazi zajedničkih kriterijuma za utvrđivanje i razvrstavanje rezervi čvrstih mineralnih sirovina u kategorije i klase i načina evidentiranja rezervi, kao i posebnih kriterijuma za utvrđivanje i razvrstavanje rezervi bakra u kategorije i klase, rudne rezerve ležišta bakra „Veliki Krivelj je uvršteno u prvu grupu ležišta gde se uvršćuju: „Ležišta, odnosno rudna tela bakra porfirskog tipa, veoma velikih do velikih razmera, izometrijskog oblika kod kojih je raspodela bakra ravnomerna do neravnomerna".

Na osnovu utvrđenih parametara, tehno-ekonomskom analizom dokazanih, u bilansnu klasu, su uvrštene sve rezerve u ležištu do kote -100 m, odnosno, do krajnje dubine projektovanog kopa. Kategorizacija resursa je data na slici 2.17., a geološki resursi su računati u konturi graničnog sadržaja za Cu od 0,15%, i dati su u tabeli 2.5.

Tabela 10.2. Geološki resursi ležišta bakra Veliki Krivelj, u konturi cut-off 0,15% Cu

Kate-gorija	Količina rude (t)	Srednji sadržaj Cu (%)	Količina Cu (t)	Srednji sadržaj S (%)	Količina S (t)	Srednji sadržaj Au (g/t)	Količina Au (kg)	Srednji sadržaj Ag (g/t)	Količina Ag (kg)	Srednji sadržaj Mo (g/t)	Količina Mo (kg)
A	B		C		D		E		F		G
B	364.663.299	0,347	1.266.014	4,859	17.718.519	0,061	22.073	0,266	97.090	16,044	5.850.508
C1	109.627.786	0,244	267.807	6,962	7.632.200	0,039	4.270	0,188	20.631	14,625	1.603.293
B+C1	474.291.085	0,323	1.533.821	5,345	25.350.719	0,056	26.343	0,248	117.721	15,716	7.453.802

10.2.6. Izvorišta vodosnabdevanja

Šire područje posmatranog područja odlagališta Saraka, u hidrološkom smislu, pripada slivu Bele reke, a generalno slivu Timoka, odnosno Dunava. Belu reku zajedno čine, Ravna reka u koju se, jugozapadno od krečane Zagrađe, ulivaju Kriveljska i Borska reka. U Kriveljsku reku se uliva Saraka potok. U ove reke, od kojih nastaje Bela reka, se uliva veći broj manjih, stalnih i povremenih vodotokova. Svi ovi vodeni tokovi su bogati vodom, a u kišnom periodu su bujičnog karaktera.

Snabdevanje vodom naselja na području Prostornog plana obezbeđuje se preko više lokalnih i gradskih vodovoda (od kojih neki imaju karakter manjih regionalnih sistema – Knjaževac, Zaječar, Bor, Negotin, Majdanpek) koji podmiruju i potrebe pojedinih seoskih naselja. Opština Bor sa okolnim naseljima (Jezero, Banja, Slatina, Brestovac, Zlot, Bela Reka, Oštrelj, Krivelj) se snabdeva sa izvorišta Zlot, Surdup, Krivelj , izvorište Bogovina.

10.2.7. Seizmološke karakteristike

Prema priloženoj seizmološkoj karti Srbije za povratni period od 100 godina, na području odlagališta Saraka može se očekivati maksimalan zemljotres od VI-VII stepeni Merkalijeve skale.

10.2.8. Klimatske karakteristike

Mikroklimatske specifičnosti posmatranog prostora su preuzete sa meteorološke stanice Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor. U meteorološkoj stanici merena je čestina (učestanost), brzina i pravac vetrova. U Boru i okolini najčešća su zapadno-severozapadna strujanja, a zatim istočna, jugoistočna i zapadna. Ovi vetrovi su u svim godišnjim dobima pa i po mesecima najčešći. Najveće srednje brzine se javljaju kod zapadno-severozapadnih strujanja.

U Boru i okolini srednja godišnja temperatura vazduha iznosi +11 ˚C što odgovara nadmorskoj visini na kojoj se područje nalazi. Prema merenjima koje su vršena u meteorološkoj stanici Bor za posmatrani period srednja mesečna temperatura za posmatrani period je najniža u mesecu januaru i februaru. Najtopliji meseci su juli i avgust sa srednjom temperaturom vazduha 22,3 ˚C i 22,6 ˚C.

10.2.9. Flora i fauna i zaštićena prirodna dobra

Područje ispitivanja generalno pripada biomu južnoevropskih listopadnih šuma, dok prirodnu potencijalnu vegetaciju ovde predstavljaju klimatogena šumska zajednica sladuna i cera (Quercetum frainetto - cerris s. lat.) i šume hrasta kitnjaka (Quercetum petrae s.lat). Klimatogena šuma uglavnom je iskrčena ili devastirana, pa se njeni ostaci najčešće nalaze u vidu šumaraka ili zabrana na blago nagnutim padinama između oranica.

U nižem planinskom regionu, na krečnjaku ili silikatima, nalaze se bukove šume, čiste ili pomešane sa vrstama nižeg hrastovog pojasa. Različiti tipovi livada i pašnjaka prisutni su u dolinama reka, tako i u podnožju planina i na samim planinama. Na plitkoj krečnjačkoj podlozi zastupljene su termofilne livade submediteranskog i stepskog karaktera, dok su planinske livade obrazovane na nešto dubljim zemljištima.

Planinski pašnjaci zauzimaju velike površine na većini planinskih masiva i njihovih padina u okolini Bora (Nikolić i sar., 1975).

Raznovrsnost flore i faune borskog područja ilustrovana je kroz primere specijskog diverziteta indikatorskih grupa najčešće korišćenih u evropskim programima zaštite životne sredine (vaskularne biljke, dnevni leptiri, ptice i sisari).

Ukupno 140 vrsta ptica konstatovano je u okolini Bora (53% od ukupnog broja vrsta ptica u Srbiji). Ukupno 47 vrsta sisara (oko 48% od ukupne faune sisara u Srbiji) registrovano je na teritoriji borske opštine. Područja Južni Kučaj i Deli Jovan nastanjuju populacije krupnih sisara poput vuka (Canis lupus L.), šakala (Canis sp.), divlje mačke (Felis silvestris Schr.), risa (Lynx lynx L.), mrkog medveda (Ursus arctos L.), i drugih vrsta kao što su jelen (Cervus sp.) i divlja svinja (Sus scrofa L.). Zlotski kanjon naseljava stabilna populacija divokoza (Rupicapra rupicapra L.).

Zavod za zaštitu prirode Srbije iz Beograda je izdao Rešenje o uslovima zaštite prirode za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje kompaniji SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR, dana 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-2159/3. Uvidom u Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara i dokumentaciju Zavoda, u navedenom Rešenju o uslovima zaštite prirode navode se dva područja gde nije dozvoljeno proširenje površinskog kopa, odnosno eksploatacija. Na prilogu 1 dat je grafički prikaz navedenih područja gde se može videti da proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj, planirano predmetnim projektom, nije obuhvatilo područja navedena u uslovima Zavoda za zaštitu prirode Srbije.

10.2.10. Pejzaž

Bor i njegova okolina pripadaju Karpatsko-balkanskom prostoru istočne Srbije, na granici prema Vlaško-pontijskom basenu. Teritorija Opštine je brdsko-planinskog karaktera, okružena planinama Deli Jovan (1 141 m), Stol (1 155), Crni vrh (1027 m) i Veliki Krš (1148 m).

10.2.11. Nepokretna kulturna dobra

Prema Rešenju o davanju saglasnosti na Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10.6 Mt rude godišnje, koje je izdao Zavod za zaštitu spomenika kulture Niš broj 1754/2-02 od 23.10.2023. godine u trenutku podnošenja zahteva, ne postoje utvrđena nepokretna kulturna dobra, evidentirana dobra koja uživaju prethodnu zaštitu i evidentirane ratne memorijale.

10.2.12. Naseljenost, koncentracija stanovništva i demografske karakteristike

Bor je sedište Borskog okruga koji broji prema popisu iz 2022. godine 101100 stanovnika. U okviru opštine Bor, osim grada Bora, nalazi se još 12 naseljena mesta. Prema podacima iz 2022. godine na teritoriji opštine Bor je živelo 40845 stanovnika. Gustina naseljenosti u opštini Bor iznosi oko 47 stanovnika po km^2. Ukupna površina opštine Bor je 85.348 ha, od čega poljoprivredno zemljište čini 39.294 ha (46 %), šumsko zemljište 38.406 ha (45 %) i neplodno 7.648 ha (9 %). Atar sela Bučje zauzima 30.63 km^2 površine, a naselje Krivelj zauzima 99.20 km^2. Sela pripadaju zbijenom naselju izdužene strukture.

U naselju Bučje, prema popisu iz 2022. godine, živi 467 stanovnika, a u naselju Krivelj, prema popisu 2011., živi 754 stanovnika. U naselju Bučje broj punoletnih stanovnika je 399, a prosečna starost stanovništva iznosi 49.2 godina (48.1 godine kod muškaraca i 50.4 godine kod žena), a u naselju Krivelj broj punoletnih je 667 , a prosečna starost stanovništva iznosi 50.1 godina (49.4 godina kod muškaraca i 50.7 kod žena). Sa dijagrama prikazanog na slici 2.25, može se videti da je najveće učešće stanovnika starosti između 40-64 godine u gradu Boru, kao i u naseljima.

10.2.13. Postojeća infrastruktura

U opštini Bor se nalazi 9 osnovnih škola, od kojih 7 osnovnih škola sa izdvojenim odeljenjem, jedna osnovna škola za osnovno obrazovanje i vaspitanje učenika sa smetnjama u razvoju i jedna škola za osnovno muzičko obrazovanje i vaspitanje. Takođe u opštini Bor nalazi se i 4 srednje škole kao i jedna visokoškolska ustanova. Bor je i sedište Regionalnog centra za talente, a u sastavu Tehničke škole deluje i Regionalni centar za kontinuirano obrazovanje odraslih. U naselju Krivelj se nalazi osnovna škola Đura Jakšić. Pored matične škole u Krivelju, nastava se održava i u izdvojenim odeljenjima u Bučju, Goranju, Krušaru, Malom Krivelju, Prekokršu. Od infrastrukture u naselju Bučje registrovani su dom kulture, mesna zajednica, ambulanta i pošta, a u naselju Krivelj pored škole registrovana je biblioteka, mesna zajednica, ambulanta, pošta.

Sam površinski kop Veliki Krivelj nalazi se severno od Bora, na rastojanju od oko 5-6 km, a centar naselja Krivelj se nalazi zapadno od površinskog kopa na nekih 600-700m. Površinski kop je spojen sa gradom Borom asfaltnim putem IIB reda 393 (Jasikovo-Vlaole-Krivelj-veza sa državnim putem 166. Sa glavnim autoputem E-75 (Beograd - Niš - Skoplje) veza se najčešće uspostavlja preko Boljevca i Paraćina (87 km), ali se za to koriste još 2 putna pravca i to: preko, Zaječara, Knjaževca i Niša (150 km) i preko Crnog Vrha, Žagubice, Kučeva i Požarevca.

Prema „Strategiji održivog razvoja opštine Bor za period 2011-2021. godine“ snabdevanje vodom naselja Bučje obezbeđuje dvojako, deo sela Bučje je priključeno na gradski vodovod 90 priključaka , a ostatak se snabdeva vodom iz individualnih seoskih vodovoda.

10.3. Opis projekta

10.3.1. Opis prethodnih radova na lokaciji objekta

Raskrivanje na površinskom kopu Veliki Krivelj otpočelo je još 1979. godine, dok je flotacijska prerada rude u flotaciji Veliki Krivelj počela 1983. godine, kada je izgrađen i pušten u rad pogon usitnjavanja i flotacijske prerade u blizini površinskog kopa. Otkopavanje rude i jalovine se trenutno obavlja prema Glavnom rudarskom projektu otkopavanja ležišta rude Veliki Krivelj (Institut za bakra Bor, 1978. godine) i Dopunskom rudarskom projektu otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu „Veliki Krivelj“ za kapacitet $10,6\times10^6$ tona vlažne rude godišnje (Institut za rudarstvo i metalurgiju, 2011. godine).

Do decembra 2018. godine, površinski kop i pogon Flotacija Veliki Krivelj poslovali su u sastavu Rudnika bakra Bor DOO. Sredinom decembra 2018. godine Republika Srbija je sklopila ugovor o strateškom partnerstvu sa kineskom kompanijom Zijin Mining Group Co. Ltd., čime je Zijin Mining postao većinski vlasnik RTB Bor grupe i formirana je kompanija Serbia Zijin Copper DOO Bor. Od tada površinski kop i pogon flotacije posluju kao rudnik Veliki Krivelj u okviru Serbia Zijin Copper DOO Bor.

Krajem 2017. godine, Rudarsko geološki fakultet Beograd je uradio Studiju izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina »Veliki Krivelj« - RTB Bor, kojom je bilo definisano 5 faza otkopavanja za dugoročnu dinamiku sa godišnjim kapacitetom od 10,6 Mt rude. Tokom 2018. i 2019. godine rudarski radovi na otkopavanju odvijali su se u prva tri zahvata definisanih u toj Studiji izvodljivosti, s tim da je Faza 3 skraćena tokom 2018. godine odlukom tadašnjeg menadžmenta. Sredinom 2020. godine, urađena je nova Studija izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina »Veliki Krivelj« za godišnji kapacitet od 23,1 Mt (Rudarsko geološki fakultet Beograd), kojom je definisana dugoročna dinamika faznog otkopavanja na površinskom kopu radi povećanja kapaciteta na otkopavanju rude od 23,1 Mt godišnje. Navedenom Studijom projektovan je fazni razvoj kopa u šest faza otkopavanja, do konačne konture kopa sa dnom na etaži E-100 m.

Za navedeno povećanje godišnjeg kapaciteta otkopavanja rude na kopu, neophodno je proširenje postojećeg eksploatacionog polja, nakon usvajanja Prostornog plana područja posebne namene Borsko-majdanpečkog rudarskog basena. Kako je za dobijanje potrebnih odobrenja za proširenje eksploatacionog polja i odobrenja za izvođenje rudarskih radova, sa povećanim kapacitetom, potrebno nekoliko godina, a s obzirom na trenutno

otvorene količine rude, potrebno je proširiti konturu kopa u severozapadnom delu kopa. Na ovaj način se proširuju rezerve i obezbeđuje kontinuitet otkopavanja i prerade rude, sa godišnjim kapacitetom otkopavanja rude od 10,6 Mt u narednom periodu, do dobijanja neophodnih odobrenja, odnosno stvaranja uslova za povećanje kapaciteta na 23,1 Mt.

10.3.2. Tehnički opis i geometrijski elementi odlagališta

Konstrukcija površinskog kopa Veliki Krivelj izvršena je na bazi overenih bilansnih rezervi, definisanih geometrijskih i tehno-ekonomskih parametara i projektovanog godišnjeg kapaciteta otkopavanja od 10,6 miliona tona rude godišnje.

Dno površinskog kopa je na k–85 m, a najviša tačka je na k+530 m, tako da je maksimalna dubina kopa 615 m. Oblik površinskog kopa je elipsast, čija duža osa iznosi 2.320 m u pravcu severozapad-jugoistok, a kraća 1.520 m u pravcu jugozapad-severoistok. Površina terena koja je zahvaćena konturom kopa iznosi 2,4 km^2.

Parametri konstrukcije kopa definisani su postojećom projektnom dokumentacijom i uslovljeni su: fizičko-mehaničkim karakteristikama stenskog materijala, kvalitetom mineralne sirovine, vrstom rudarske mehanizacije koja se koristi za izvođenje radova, intenzitetom razvoja rudarskih radova u planu i po dubini, kao i prostornim ograničenjima na terenu,

Visina radne etaže na površinskom kopu u ležištu Veliki Krivelj, u dosadašnjem radu i prema postojećoj tehničkoj dokumentaciji, iznosi 15m.

Prema dosadašnjim iskustvima u radu sa primenjenom tehnologijom, i na osnovu inženjersko geoloških karakteristika sredine, definisana je visina etaže: H = 20 m. Izuzetak je etaža E380 u severozapadnoj kosini odlagališta čija je visina 31,4 m, kao i etaža E440 u južnoj kosini odlagališta visine 47,4 m.

Kod provere stabilnosti etažne kosine E440, zaključeno je da je oblast kliznih ravni etažne kosine E440 sa koeficijentom stabilnosti manjim od 1,05 “plitka”, te ukoliko i dođe do klizanja materijala iz kosine , to neće imati posledica po radnu okolinu, a u odnosu na kompletnu etažu na stabilnost generalne kosine odlagališta nema uticaja.

Ugao kosine radne etaže iznosi: α = 68°, Ostali geometrijski elementi površinskog kopa:

- Širina zaštitne berme: 1,5 m
- Usvojena širina jednosmernog puta: 16 m
- Usvojena širina dvosmernog puta: 25 m
- Minimalna širina etažne ravni radne etaže: 31 m

Minimalne završne širine etažnih ravni (m), u zavisnosti od ugla nagiba završne kosine (0):

- 35^0 – 15,4 m
- 36^0 – 14,6 m
- 37^0 – 13,8 m
- 38^0 – 13,1 m
- 39^0 – 12,5 m

- Minimalna širina useka otvaranja: 25m.

10.3.3. Konstrukcija završne konture površinskog kopa sa eksploatacionim rezervama

Na osnovu usvojenih geometrijskih elemenata površinskog kopa, konstruisana je završna kontura površinskog kopa Veliki Krivelj. Na slici 3.5. dat je 2D izgled projektovane završne konture površinskog kopa Veliki Krivelj, sa projektovanim aktivnim i neaktivnim kamionskim odlagalištima jalovine, rudničkim objektima i ostalom rudničkom infrastrukturom.

eksploatacioni parametri površinskog kopa Veliki Krivelj su:

- Ukupno ruda i jalovina: 367.033.526 tona
- Rovna ruda: 191.875.724 tona
- Jalovina: 175.157.802 tona
- Koeficijent otkrivke: 0,91 t/t
- Granični sadržaj Cu: 0,15%
- Prosečan sadržaj Cu: 0,331%

Za projektovani godišnji kapacitet eksploatacije i prerade rude od 10,6 Mt rude, kao i raspoložive eksploatacione rezerve od 191.875.724 tona - životni vek površinskog kopa Veliki Krivelj će biti nešto više od 18 godina.

10.3.4. Tehnički opis faznog razvoja površinskog kopa

Na površinskom kopu Veliki Krivelj eksploatacija se trenutno obavlja u 3 zahvata u granicama važećeg Dopunskog rudarskog projekta iz 2011. godine i prema zahvatima definisanim u Studiji izvodljivosti iz 2020. godine. Otkopavanje se vrši u zahvatu u centralnom delu kopa, koji predstavlja Fazu 2 iz Studije, u zahvatu Jugoistok koji predstavlja skraćenu Fazu 3 iz Studije i delom u Fazi 4 prema Studiji izvodljivosti. Kao početno stanje terena, kako je već napomenuto, uzeta je situacija površinskog kopa snimljena 23.12.2022. godine. Visina projektovanih etaža je 15m. Za konstrukciju zahvata korišćen je ugao etažnih kosina od 68°. Širina završnih etažnih bermi varira u zavisnosti od uglova završnih kosina. Ugao završnih kosina od etaže E-230 naniže je 39° za sve projektovane zahvate, a za više etaže, zavisno od zone površinskog kopa u kojoj se nalazi zahvat, završni uglovi variraju od 38° u zapadnom delu kopa do 35° u jugoistočnom delu kopa zbog blizine zone Kriveljskog raseda.

Zahvat Faze 1, prve faze razvoja, lociran je u centralnom delu površinskog kopa, i predstavlja nastavak otkopavanja u trenutno aktivnom zahvatu Faza 2. Ovaj zahvat Faze 1 je uklopljen u stanje radova od 23.12.2022. godine. Zahvat Faze 1 počinje od etaže E20, a završava se etažom E-25.

Zahvat Faze 2 predstavlja drugu fazu proširenja kopa i konstruisan je u nastavku aktivnog zahvata Jugoistok, u jugoistočnom delu površinskog kopa od etaže E230 do etaže E-25. Projektovani transportni putevi su serpentinskog tipa i predstavljaju kombinaciju dvosmernih i jednosmernih deonica.

Kao treća faza razvoja kopa, projektovan je zahvat Faze 3 u severnom i istočnom delu kopa, i predstavlja proširenje kopa u delu započetih radova u Fazi 4 iz Studije izvodljivosti na severo-istoku odnosno od severa kopa ispod odlagališta Todorov potok, preko širenja u istočnom delu kopa, do južnog dela kopa u zoni drobiličnog postrojenja za jalovinu. Ovaj zahvat predstavlja širenje kopa u istočnom i južnom boku do finalne konture kopa. Zahvat Faze 3 kreće od etaže E530 i završava se na etaži E-55.

Četvrta faza razvoja kopa, odnosno zahvat Faze 4 predstavlja širenje kopa u severozapadnom i zapadnom boku, od etaže E425 na severozapadnoj strani u zoni Čoka Trailo, sa dnom zahvata na etaži E-85. Ovaj zahvat u zapadnom boku prelazi preko sadašnjeg korita Kriveljske reke. Zahvat Faze 4 predstavlja širenje kopa u severozapadnom i zapadnom delu kopa do konačne granice kopa.

10.3.4.1 Dugoročna dinamika otkopavanja

Dugoročno planiranje eksploatacije zahteva utvrđivanje dugoročnog operativnog plana za otkopavanje rude i jalovine koja zadovoljava unapred definisane ciljeve Investitora. Projektnim zadatkom je određeno da se dinamika otkopavanja detaljno projektuje u prvih 5 godina za svaku godinu, a nadalje za svakih 5 godina. Osnovni kriterijumi na bazi kojih je urađena dinamika otkopavanja su:

- Ograničenja koja definišu niz u kojem blokovi mogu biti otkopavani u odnosu na svaki drugi blok;
- Ograničenja u odnosu na zahtevani kapacitet rude od 10.6Mt/god i kvalitet rude, kao i ujednačavanje koeficijenta raskrivke;
- Ograničenja vezana za uglove završnih kosina površinskog kopa i
- Ograničenja vezana za redosled otkopavanja faznih zahvata.

Tokom projektovanja i analize optimalne dugoročne dinamike otkopavanja urađeno je više varijanti dinamike, sa ciljem optimizacije i definisanja one varijante koja obezbeđuje projektovani godišnji kapacitet otkopavanja i prerade rude od 10,6 miliona tona u postrojenjima flotacije Veliki Krivelj u kontinuitetu za ceo vek projekta. Analizom više mogućih varijanti dugoročne dinamike po fazama i etažama, izbrana je varijanta dinamike kojom je dobijen maksimalni preliminarni NPV, kao i pozitivni kumulativni NPV tokom eksploatacije sa polaznim parametrima korišćenim kao i pri optimizaciji finalne konture kopa. Prilikom izbora najpovoljnije varijante dinamike vodilo se računa da koeficijent raskrivke bude ujednačen u početnim godinama i da se minimiziraju oscilacije prosečnog sadržaja Cu po godinama.

10.3.5. Tehnologija eksploatacije

Eksploatacija rude i jalovine na površinskom kopu Veliki Krivelj se obavlja diskontinualnom tehnologijom. Priprema materijala za otkopavanje se vrši bušenjem i miniranjem, otkopavanje i utovar hidrauličnim bagerima, a transport kamionima. Ruda se transportuje kamionima do primarnog drobiličnog postrojenja, dok se jalovina transportuje kamionima i kombinovanim sistemom kamioni-transporteri sa trakom. Na slici 3.12. šematski su prikazane tehnološke operacije eksploatacije rude i jalovine, kao i prateće rudarske aktivnosti.

10.3.5.1 Organizacija rada

Princip preuzimanja realnih podataka sa površinskog kopa Veliki Krivelj korišćen je i prilikom definisanja organizacije rada, koja je za potrebe proračuna, praktično preslikana iz realnih uslova na površinskom kopu Veliki Krivelj. Praktično ne postoji tehnološki sistem koji na površinskom kopu radi celokupan godišnji fond smena/dana. Imajući ovo u vidu neophodno je od ukupnog mogućeg fonda smena oduzeti broj izgubljenih smena zbog neplaniranih smenskih zastoja (nepredviđeni kvarovi opreme, izuzetno nepovoljne vremenske prilike, zastoj u nekoj od faza sistema). Osnovni organizacioni parametri i radno vreme na površinskom kopu iznose:

- Broj radnih dana godišnje: 330
- Broj radnih smena dnevno: ..... 3 smene
- Trajanje smene: ..... 8 časova
- Gubici radnog vremena u smeni: ..... 2 časa
- Radno vreme u smeni: ..... 6 časova
- Planirani broj radnih smena godišnje: ..... 1.095 smena
- Neplanirani smenski zastoji: ..... 20 smena
- Smenska raspoloživost (0,79%-0,85%): ..... 849 - 913 smena

10.3.5.2 Bušenje i miniranje

Fizičko-mehaničke karakteristike stenske sredine ležišta bakra Veliki Krivelj koje su zahvaćene površinskim kopom su takve da nije moguće vršiti otkopavanje i utovar bez bušenja i miniranja. Na osnovu stručnog istraživanja za izbor prečnika bušenja i miniranja, i dosadašnjeg pozitivnog iskustva u tehnologiji bušenja i miniranja, uzimajući u obzir i raspoloživu opremu na bušenju, koristiće se dosadašnji način rada na ovoj tehnološkoj operaciji do kraja projektovanog veka površinskog kopa Veliki Krivelj.

Bušenje

Bušenje minskih bušotina za primarno miniranje vršiće se bušilicama sa rotacionim bušenjem. Prema dostavljenim podacima od strane Investitora, površinski kop Veliki Krivelj raspolaže sa tri takve bušilice, tipa Atlas Copco DML E.

Miniranje

Na površinskom kopu Veliki Krivelj za tehnološku fazu miniranja primeniće se sledeće metode miniranja:

- primarno miniranje,
- sekundarno miniranje,

- kontrolisano miniranje i
- konturno miniranje.

Za primarno miniranje na površinskom kopu Veliki Krivelj, uzimajući u obzir fizičko-mehaničke osobine stenske sredine (zapreminska masa stene, brzina prostiranja uzdužnih talasa kroz stenski masiv, čvrstoću stene na pritisak, čvrstoću stene na istezanje i dr.), koriste se eksplozivne smeše nižih energetskih sposobnosti i manje brizantnosti (Tabela 3.4) i to :

- AN – FO eksplozivne smeše, i
- SLURRY eksplozivne smeše.

10.3.5.3 Utovar i transport

U zavisnosti od vrste materijala koji se otkopava, tehnologija utovara i transporta na P.K. "Veliki Krivelj" se sastoji od dve proizvodne operacije: utovara i transporta jalovine i utovara i transporta rude. Ove dve operacije se međusobno razlikuju samo prema pravcima transporta i prosečnim dužinama transportnih puteva, dok u tehnološkom smislu predstavljaju jedinstvenu celinu.

Otkopana jalovina transportuje se kamionima do spoljašnjih odlagališta (Saraka i Novo odlagalište) ili kombinovanim DTO sistemom (drobilica-transporteri-odlagač) u otkopani prostor starog površinskog kopa Bor.

Stenski materijal (jalovina i ruda) se nakon miniranja utovara sa hidrauličnim bagerima kašikarima tipa Terex RH 120 E, Komatsu PC 4000E, Komatsu PC 3000E i Liebherr R 9350. Opredeljenje Investitora je da hidraulični bageri zapremine bagerske kašike od 18 do 22 m^3 predstavljaju baznu jedinicu u tehnološkom procesu otkopavanja i utovara jalovine i rude.

Trenutno površinski kop Veliki Krivelj raspolaže sa flotom od 39 kamiona, koji se koriste za transport rude i jalovine. Flota je delimično unificirana, odnosno prisutna su tri tipa kamiona (BELAZ 75306, TEREX NTE 240 i XCMG XDE260) relativno uporednih tehničkih karakteristika, koji čine okosnicu transportnog sistema kopa.

Kako se sa slika 3.21 – 3-25. može videti transportne trase kamionskog transporta za rudu i jalovinu se nalaze unutar rudnika i ne koriste se lokalni putevi.

10.3.5.4 Odlaganje jalovine

Značajne količine jalovine sa površinskog kopa Veliki Krivelj (od 1998. godine), odlažu se preko sistema Drobilica-Transporter-Odlagač (DTO sistema) u otkopani prostor površinskog kopa Bor, na kome je eksploatacija završena 1993. godine. Trenutno se otkopana jalovina transportuje kamionima do drobiličnog postrojenja Transportnog Sistema za Jalovinu (TSJ) sa 2 primarne drobilice, locirane na južnom obodu kopa, gde se jalovina drobi do veličine - 300 mm, odakle se dalje transportuje trakastim transporterom do odlagača na ivici otkopanog prostora starog površinskog kopa „Bor“, odakle se vrši njegovo zapunjavanje (slika 3.26.).

10.3.5.5 Pomoćna mehanizacija

Pomoćni radovi na površinskom kopu obuhvataju više nezavisnih radnih operacija koje prate rudarske radove na otkopavanju jalovine i rude. To su:

- održavanje radilišta na površinskom kopu i odlagalištu - planiranje radnih platoa
- održavanje transportnih puteva unutar površinskog kopa i na odlagalištu
- održavanje spoljašnjih transportnih puteva
- obaranje prašine na transportnim putevima
- održavanje kosina površinskog kopa i odlagališta
- čišćenje i održavanje platoa na primarnom drobljenju za rudu i jalovinu
- održavanje objekata za odvodnjavanje
- povremen rad na skladu rude kod primarnog drobljenja i dr.

Za obavljanje navedenih pomoćnih radova na površinskom kopu predviđa se angažovanje sledeće pomoćne opreme:

- buldozera
- grejdera
- utovarivača
- rovokopača
- autocisterne za vodu
- servisnih vozila – kamiona i
- terenskih vozila.

10.3.6. Odvodnjavanje

Koncepcijsko rešenje odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj bazira se na razvoju radova na kopu prema definisanoj dinamici otkopavanja za period od 1. godine do kraja veka eksploatacije 19. godine, u smislu izrade kanala, vodosabirnika i taložnika, brana i vodenih akumulacija.

Koncepcija odvodnjavanja je definisana na osnovu analize mogućih rešenja smanjenja količine vode koja bi potencijalno dospevala u radni prostor površinskog kopa.

Položaj i veličina objekata odvodnjavanja na kopu pored polaznih parametara, zavise i od planirane dinamike rudarskih radova koja je definisana u predmetnom Tehničkom projektu otkopavanja. Na osnovu uslova i razvoja eksploatacije, kao i činjenice da je granica ovog projekta taložnik na koti k+302 m, sačinjeno je osnovno koncepcijsko rešenje koje se bazira na maksimalnom korišćenju postojećih objekta zaštite i odvodnjavanja i sastoji u sledećem:

- Da se sva voda sa slivnih područja, sa kojih voda gravitira prema kopu, prihvati zaštitnim obodnim kanalima i gravitacijski odvede van područja kopa.
- Da se vode koje dospeju u konturu kopa sa etaža iznad erozionog bazisa (iznad k+305 m) prihvataju kanalima i gravitacijski odvode do taložnika na koti k+302 m.
- Da se sve vode sa etaža ispod nivoa erozionog bazisa (ispod k+305 m) prihvataju na nivoima prepumpavanja i odatle ispumpavaju u taložnik na koti k+302 m. Na nivoima prepumpavanja, zavisno od trenutne dubine kopa, izradiće se novi ili će se koristiti postojeći vodosabirnici iz kojih će se sistemom kaskadnog prepumpavanja vode evakuisati van kontura kopa.
- Da se sve vode koje gravitiraju ka odlagalištu Saraka, prihvate kanalima i gravitacijski odvedu do postojećeg sistema odvodnjavanje površinskog kopa Veliki Krivelj. Vode koje ne mogu da se gravitacijski odvedu u postojeći sistem odvodnjavanja, prikupljaće se u vodosabirnicima i ispumpati u postojeći sistem odvodnjavanja površinskog kopa Veliki Krivelj. Sve vode koje dospeju u odlagalište Saraka odvode se u postojeći sistem odvodnjavanja površinskog kopa Veliki Krivelj, tako da nema njihovog direktnog ispuštanja u radnu okolinu. Takođe, na lokalitetu odlagališta Saraka nema prirodnih vodotokova koji se presecaju radovima na formiranju odlagališta.
- U slučaju velikih priliva voda, najniža etaža površinskog kopa se koristi kao privremeni vodosabirnik, s tim što se pre toga mora evakuisati oprema i ljudstvo sa te etaže. Dno kopa (privremeno) u tom slučaju postaje neradna etaža, što se dinamikom i planovima mora predvideti.
- U slučaju maksimalnih priliva – poplavni talas vode sa kopa će se ispuštati u Kriveljsku reku. Zbog kratkog vremena kontakta sa mineralima rude, pretpostavka je da ove vode neće sadržati nedozvoljene količine hemijskih zagađenja.
- Sve vode koje se gravitacijski dovode sa etaža iznad k+305 m, odnosno vode koje se ispumpavaju iz konture kopa (ispod kote k+305 m), kao i vode sa odlagališta Saraka i iz Akumulacije 1, dovode se u taložnik na k+302 m odakle se prepumpavaju u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju, kao povratna voda, do flotacije Veliki Krivelj. Snabdevanje flotacije Veliki Krivelj vodom biće obrađeno posebnim Dopunskim rudarskim projektom. Taložnik na koti k+302 m je granica ovog tehničkog projekta odvodnjavanja.

Dimenzionisanje pumpi za potrebe pouzdanog i sigurnog odvodnjavanja izvršeno je za maksimalne padavine sa verovatnoćom pojavljivanja jednom u 50 godina. Izrada objekata odvodnjavanja i zaštite Kriveljske reke od voda sa kopa, spada u pomoćne radove rudarskog održavanja kopa i odlagališta.

10.4. Prikaz glavnih alternativa koje je nosilac projekta razmatrao

Pri planiranju i projektovanju površinske eksploatacije ležišta mineralnih sirovina ne može se govoriti o postojanju alternativnog rešenja sa stanovišta izbora lokacije. Objekat površinskog kopa, odnosno njegova lokacija je u funkciji eksploatacije ležišta mineralne sirovine.

Alternative o kojima se još razmatralo su:

- Alternativna lokacija ili trasa,
- Alternativni proizvodni procesi ili tehnologije,
- Alternativni tehnološki postupak – metod rada,
- Alternativni planovi lokacije,
- Alternativna rešenja po pitanju vrste i izbora materijala,
- Alternative vremenskog rasporeda izvođenja projekta, odnosno početka i prestanka rada projekta,
- Alternative obima proizvodnje,
- Alternative u vezi kontrole zagađenja,
- Alternative u vezi odlaganja otpada,
- Alternative uređenja pristupa i saobraćajnih puteva,
- Alternative u vezi sa odgovornošću i procedurama za upravljanje životnom sredinom,
- Alternative privođenja lokacije određenoj nameni.

10.5. Prikaz stanja životne sredine na lokaciji i bližoj okolini

10.5.1. Stanovništvo

Rudnik Veliki Krivelj kome pripadaju: Površinski kop „Veliki Krivelj“ i objekti Flotacije i flotacijsko jalovište nalaze se u Borskom okrugu i administrativno pripadaju gradu Boru. Pomenuti objekti nalaze se u blizini grada Bora i okružuju ih seoske mesne zajednice Krivelj, Oštrelj i Bučje. Grad Bor je administrativni centar Borskog okruga. Naselja pripadaju seoskim naseljima zbijenog tipa.

Sa dijagrama prikazanog na slici 2.25. u poglavlju 2, može se videti da je najveće učešće stanovnika starosti između 40-64 godine. Sa stanovišta priraštaja broja stanovnika može se reći da je u periodu od 1948-2011. prisutan stalno opadajući trend, što se slikovito može videti sa prikazanog dijagrama (slika 5.1.).

Od ukupnog broja zaposlenih stanovnika u naseljima Krivelj i Oštrelj, stanovništvo je prevashodno angažovano na obavljanju delatnosti u oblasti poljoprivrede i rudarstva, pri čemu se poljoprivredom bavi uglavnom stariji deo populacije. U rudarskoj delatnosti u naselju Krivelj zaposleno je 36.6 % ukupno zaposlenih dok je u u naselju Oštrelj zaposleno je 26.4 %.

Za seoske mesne zajednice Krivelj i Oštrelj je karakteristično da su otvaranjem rudnika izgubili deo obradivog zemljišta, livade i pašnjake, i da je prilaz i korišćenje Kriveljske reke u sektoru kopa i jalovišta postao nemoguć te da se poljoprivredni proizvodi koji dolaze sa ovoga područja tretiraju kao zagađeni i time gube na ceni. Međutim, mlađe, školovano i radno sposobno stanovništvo je našlo zaposlenje na kopu, flotaciji ili drugim objektima Serbia Zijin Copper DOO Bor čime je došlo do promene u kojoj je seosko (poljoprivredi orijentisano) stanovništvo postalo industrijski orijentisano pa je na taj način ublažen problem gubitka poljoprivrednog potencijala.

10.5.2. Flora i fauna

Zavod za zaštitu prirode Srbije iz Beograda je izdao Rešenje uslova zaštite prirode kompaniji SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR, dana 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-2159/3. Uvidom u Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara i dokumentaciju Zavoda, a u skladu sa propisima koji regulišu oblast zaštite prirode, utvrđeni su uslovi zaštite prirode. Područje koje obuhvata proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj za Dopunski rudarski projekat, se ne nalazi unutar područja za koje je sproveden ili pokrenut postupak zaštite, niti se nalazi u prostornom obuhvatu ekološki značajnog područja ekološke mreže Republike Srbije.

U severnom delu predmetnog eksploatacionog polja, ne u granicama proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj, nalazi se i populacija šumske kornjače Testudo hermanni. Ova vrsta je po kriterijumima IUCN skoro ugrožena (NT -Near Threatened), dok je u skladu sa nacionalnim kriterijumima vrsta svrstana u kategoriju „ranjiva" (VU - Vulnerable) saglasno Crvenoj knjizi faune Srbije II-Gmizavci.

Navedene vrste su strogo zaštićene i zaštićene, u skladu sa Pravilnikom o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta billaka, životinja i gljiva („Službeni glasnik PC", br. 5/2010, 47/201 1, 32/2016 i 98/2016).

Na prilogu 1 dat je grafički prikaz navedenih područja gde se može videti da proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj, planirano predmetnim projektom, nije obuhvatilo područja navedena u uslovima Zavoda za zaštitu prirode Srbije.

10.5.3. Zemljište

U 2021. godini u avgustu rađena su ispitivanja kvaliteta zemljišta u okolini Borskog basena i svih pratećih kopova koji pripadaju kompaniji Serbia Zijin Copper doo, ispitivanje je izvršila akreditovana laboratrija Zaštite na radu i zaštite životne sredine „Beograd“ doo iz Beograda, izveštaj broj 24-1-717/7 od 20.05.2021 godine. U okolini borskog basena vršeno je uzorkovanje na 16 merna mesta, rezultati ispitivanja i koordinate su date u tabeli 5.1 (slika 5.2). Uzorci su sa dubine od 0 do 30 cm.

Prema prikazanim rezultatima ispitivanja prema Uredbi o sistemskom praćenju stanja i kvaliteta zemljišta (Sl. Glasnik RS br. 88/2020), Pravilnikom o listi aktivnosti koje mogu da budu uzrok zagađenja i degradacije zemljišta, postupku i sadržini podataka, rokovima i drugim zahtevima za monitoring zemljišta (Sl. Glasnik RS, br. 102/2020) i Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Sl. Glasnik RS, br. 30/2018, 64/2019), na mernim mestima koja se nalaze na području neposrednog uticaja površinskog kopa Veliki Krivelj i odlagališta raskrivke Saraka prekoračeni su sledeći parametri:

- Koncentracija bakra je prekoračila graničnu vrednost na svim mernim mestima, a na mernom mestu PKVK Z6 je prekoračila i remedijacionu vrednost;
- Granična vrednost koncetracije arsena u zemlji je prekoračena na dva merna mesta (PKVK Z7 i FVK Z10);
- Granična vrednost policikličnih aromatičnih ugljovodonika je prekoračena na FVK Z14.
- Koncetracija mineralnih ulja (frakcija C6-C40) je prekoračila graničnu vrednost na 4 merna mesta (FVK Z14, PKVK Z8, FVK Z11 i FVK Z12).

Tokom 2022. godine urađena su ispitivanja kvaliteta zemljišta u okolini površinskog kopa Veliki Krivelj na 5 mernih mesta, mesta uzorkovanja su kao i tokom 2021. godine. Uzorkovanje i analizu uradio je Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, izveštaj broj 1858/22 od 14.10.2022. godine. Uzorci su uzimani sa dubine od 0-30cm za poremećeno zemljište i 0-10cm za neporemećeno zemljište.

Prema prikazanim rezultatima ispitivanja na osnovu zahteva Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Sl. Glasnik RS, br. 30/2018, 64/2019), na mernim mestima koja se nalaze na području neposrednog uticaja površinskog kopa Veliki Krivelj prekoračeni su sledeći parametri:

- Koncentracija bakra je prekoračila graničnu vrednost na svim mernim mestima, a na mernim mestima PKVK Z5, PKVK Z6 i PKVK Z9 je prekoračila i remedijacionu vrednost;
- Granična vrednost koncetracije arsena u zemlji je prekoračena na dva merna mesta (PKVK Z6 i PKVK Z9);

Koncetracija nikla je prekoračena na dva merna mesta (PKVK Z6 i PKVK Z7); a koncentracija cinka je prekoračila graničnu vrednost na svim mernim mestima.

10.5.4. Vode

U cilju dobijanja što potpunije slike o stanju kvaliteta površinskih voda na predmetnoj lokaciji kao i adekvatnije procene uticaja površinskog kopa i objekata flotacije i flotacijskog jalovišta na kvalitet voda biće prikazani rezultati konkretnih merenja kvaliteta voda na području površinskog kopa i Flotacije „Veliki Krivelj“ i Kriveljske reke. Ispitivanje kvaliteta voda Saraka potoka i Kriveljske reke, provirnih voda flotacijskog jalovišta i otpadnih voda površinskog kopa „Veliki Krivelj“ je radio Ogranak Instituta za preventivu, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj “27. Januar” iz Niša.

Slična merenja rađena su i u 2022. godini, uzorkovanje i analize radio je Institutu za preventivu, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj D.O.O. Novi Sad, Ogranak „27. januar“ Niš. Uzorkovanje je rađeno na istim mernim mestima kao i u 2020. godini , stim što nije rađeno na Saraka potoku i Devijaciji Borske reke.

Što se tiče rezultata sprovedene analize voda za 2022. godinu Kriveljske reke prikazane u tabeli 5.8 može se uočiti da:

- rezultati ispitivanja kvaliteta vode Kriveljske reke pokazuju povišene vrednosti (u odnosu na granične vrednosti) za sledeće parametre: suspendovane materije, HPK, sulfati, elektroprovodljivost, amonijum jon, nitriti, ukupni azot, gvožđe, mangan, cink, bakar, nikla i žive;
- rezultati ispitivanja kvaliteta vode vode Kriveljske reke, posle uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka pokazuju povišene vrednosti (u odnosu na granične vrednosti) za sledeće parametre: suspendovane materije, HPK, amonijum jon, elektroprovodljivost, sulfate, nitrati, nitriti, ukupni azot, cink, manga, gvožđe, bakar i kadmijum i u II kvartalu na Kriveljskoj reci posle otpadnih voda povišen je i arsen.;
- sadržaj bakra duž Kriveljske reke pokazuje varijacije u opsegu od 0.26 mg/l (Kriveljska reka posle spajanja Valja Mare i Cerove reke) do > 5 mg/l (Kriveljska reka posle otpadnih voda PK Veliki Krivelja.
- Kvalitet Kriveljske reke posle uliva svih otpadnih voda i flotacijskog jalovišta ima povišene vrednosti sledećih parametara: suspedovane materije, elektroprovodljivist, HPK, sulfati, amonijum jon, nitriti, nitrati, ukupni azot, mangan, gvožđe, bakar, žive i nikla.
- Sadržaj bakra u Kriveljskoj reci posle uliva svih otpadnih voda varira od 0.38 do 1.78 mg/l.

Evidentni su uticaji na povećanje koncentracije bakra u vodi Kriveljske reke nakon uliva otpadnih voda sa površinskog kopa Veliki Krivelj.Upoređivanjem rezultata Kriveljske reke pre ulaska u kolektor i Kriveljske reke posle flotacijskog jalovište može se videti da se hemijski i ekološki status vodotoka i ne menja.

U 2020. godini rađena su i ispitivanja podzemnih voda. Ispitivanje je rađeno od strane Instituta za preventivu, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27.januar“ Niš. Analize su rađene na 5 mernih mesta i uzorci su uzimani iz pijezometara i bunara.

Rezultati ispitivanja podzemnih voda pokazuju da su vrednosti ispitivanih parametara ispod prosečne godišnje koncetracije, koja je propisana Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentima i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. Glasnik br. 50/2012, prilog 2, Tabela 1) i ispod remedijacionih vrednosti podzemnih voda propisanih Uredom o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu (Sl. Glasnik RS br 30/2018, 64/2019 prilog 2) osim sadržaja kadmijuma, bakra i olova.

10.5.5. Vazduh

Radi sticanja što potpunije slike o postojećem stanju zagađenja na predmetnoj lokaciji kao i adekvatnije procene uticaja objekata eksploatacije, pripreme i prerade rude bakra biće prikazani rezultati monitoringa kvaliteta vazduha u okolini pogona RBB-a, Serbia Zijin Copper doo Bor za 2020., 2021., 2022. godinu, a koji su u vezi sa površinskim kopom i objektima flotacije „Veliki Krivelj"(Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u okolini pogona ogranka RBB-a, Serbia Zijin Copper DOO Bor, izveštaji o ispitivanja br. 43592-21, 49348-21 i 184-23, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Laboratorija za hemijska ispitivanja).

Analizom rezultata koji su dati u tabeli 5.10 može se videti da su se srednje godišnje vrednosti ukupnih taložnih materija kretale u opsegu od 11 mg/m^2/d (na mernom mestu 13R u 2022. godini) do 160.6 mg/m^2/d (na mernom mestu 8R u 2022. godini). Povećane srednje godišnje vrednosti (iznad maksimalno dozvoljene koncentracije 200 mg/m^2/d) nisu zabeležene u posmatranim godinama. Povećane srednje mesečne vrednosti (iznad dozvoljene koncentracije 450 mg/m^2/d) takođe nisu registrovane u posmatranom periodu. Srednje godišnje vrednosti olova kretale su se u opsegu od 1.2 µg/m^2/d (na mernom mestu 13R u 2022. godini) do 14.1 µg/m^2/d (na mernom mestu 10R u 2021. godini), srednje godišnje vrednosti kadmijuma od 0.03 µg/m^2/d je zabeleženo na više mernih mesta (6R,13R u 2022. godini) do 0.25µg/m^2/d (na mernim mestima 6R u 2021. godini), srednje godišnje vrednosti arsena od 0.61 µg/m^2/d (na mernom mestu 11R u 2022. godini) do 5.66 µg/m^2/d (na mernom mestu 6R u 2021. godini) i srednje godišnje vrednosti nikla od 0.9 µg/m^2/d (na 9R u 2020. godini) do 3.8 µg/m^2/d (na mernom mestu 6R u 2021. godini).

U toku 2022. godine rađeno je više merenja i ispitivanja kvaliteta ambijentalnog vazduha i to:

- Izveštaji o ispitivanju br. 2855-22, 3198-22, i 3606-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u zoni uticaja PK Veliki Krivelj, Ogranak RBB, Serbia ZIJIN Copper Doo
- Izveštaj o ispitivanju 3869-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta povećanja kapaciteta flotacijske prerade suve rude na 23.1 Mt godišnje sa površinskog kopa Veliki Krivelj, Zijin Copper doo Bor (Novembar-decembar 2022.)
- Izveštaj o ispitivanju 4038-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu na životnu sredinu proširenja odlagališta raskrivke „Saraka" površinskog kopa Veliki KRivelj, Zijin Copper doo Bor (oktobar-decembar 2022.)

Na svim ispitivanjima nije bilo prekoračenih graničnih vrednosti i ciljanih vrednosti, osim prilikom ispitivanja pod brojem 4038-22, na jednom mernom mestu su izmerene prekoračene vrednosti suspentovanih čestica PM10.

10.5.6. Buka

Tokom 2022. godine rađena su ispitivanja nivoa buke u životnoj sredini koja nastaju prilikom rada i aktivnosti SERBIA ZIJIN COPPER, Ogranak RBB. Merenje je izvršeno na 3 merna mesta i merna mesta su prikazana na slici 5.11. Merenje je radila akreditovana laboratorija Zaštite na radu i zaštite životne sredine „Beograd", Laboratorija za zaštitu radne i životne sredine odeljenje za akustička ispitivanja i opremu pod pritiskom, izveštaj broj 24-2-964/7 od 27.06.2022. godine. Ni na jednom mestu nije registrovano prekoračenje graničnih vrednosti za zonu 3 – čisto stambena područja.

Merenje je izvršeno od strane akreditovane laboratorije Zaštite na radu i zaštite životne sredine „Beograd", Laboratorija za zaštitu radne i životne sredine odeljenje za akustička ispitivanja i opremu pod pritiskom, broj izveštaja 24-2-411/8 od 02.04.2021. godine. Merenje buke u životnoj sredini izvršeno je 24.03.2021. godine i mereno je u toku dnevno-večernjeg i noćnog referentnog vremenskog intervala. Za predmetno područje merenje buke izvršeno je u zoni uticaja na četiri merna mesta.

Područje na kome se nalazi površinski kopa Veliki Krivelj, flotacija Veliki Krivelj i površinski kop krečnjaka Veliki Krivelj nije akustički zonirano, a s obzirom na karakter objekata na datoj lokaciji, posmatrano područje

se može definisati u skladu sa Pravilnikom o metodologiji za određivanje akustičkih zona kao zona 3 – čisto stambena područja. Na osnovu Uredbe o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanje i štetnosti efekata buke u životnoj sredini (Sl. Glasnik RS br. 75/10), granične vrednosti indikatora buke za pomenutu zonu iznose L_{RAeqT}=55 dB(A) za dan i veče i L_{RaeqT}=45 dB(A) za noć.

Upoređivanje izmerenih nivoa buke sa graničnim vrednostima iz Uredbe (Sl. Glasnik RS br. 75/10) za zonu 3 – čisto stambena područja, može se konstatovati da merodavni nivoi buke pri opisanim uslovima merenja:

- Na mernoj tački MMB 8 (blizina površinskog kopa krečnjaka Veliki Krivelj) prelazi granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru u dnevnom, večernjem i noćnom režimu.
- Na ostalim mernim tačkama ne prelazi granične vrednosti indikatora buke na otvorenom prostoru u dnevnom, večernjem i noćnom režimu rada.

10.6. Opis mogućih značajnih uticaja projekta na životnu sredinu

Analiza uticaja na životnu sredinu sprovedena za potrebe ovog Projekta razmatra značaj potencijalnih efekata na životnu sredinu koji se očekuju na bazi primene najboljih raspoloživih tehnika u fazi projektovanja i razvoja predmetnog projekta i najbolje prakse upravljanja koja se primenjuje tokom površinske eksploatacije ležišta rude bakra.

U predmetnoj analizi su razmatrani efekti uticaja određenih faza Projekta na sledeće komponente životne sredine:

- Fizičko okruženje – zemljište (fiziografija, geologija i tlo), voda (površinski i podzemni resursi) i vazduh (klima, kvalitet vazduha i buka);
- Prirodno (biološko) okruženje – staništa;
- Socio-ekonomsko okruženje – postojeća i planirana upotreba zemljišta i resursa i ekonomske aktivnosti u vezi sa tim.
- Kulturno okruženje – arheološke, kulturne i nasledne karakteristike koje uključuju bilo koju lokaciju ili svojstvo istorijskog značaja koje bi se moglo naći pod uticajem fizičkog aspekta projekta. Ovaj potencijalni tip uticaja se ne očekuje na bazi raspoloživih informacija i neće se dalje razmatrati.

10.6.1. Analiza uticaja na kvalitet vazduha

Potencijalnu opasnost za vazduh u životnoj sredini predstavljaju suspendovane čestice (mineralna prašina) čije vrednosti koncentracija, u određenim prirodnim uslovima, mogu biti iznad graničnih vrednosti propisanih za nastanjena područja. Nastajanje disperzne faze (lebdeće prašine) u vazduhu vezuje se pre svega za radnu okolinu, odnosno vezano je, u većoj ili manjoj meri, za sve projektovane faze tehnološkog procesa površinske eksploatacije i pripreme rude bakra i odlaganja flotacijske jalovine. Pojava disperzne faze (suspendovanih čestica) u okolnoj, životnoj sredini posledica je iznošenja iste iz radne okoline pod uticajem strujanja vazduha – vetra.

Primarne izvore čine rudarske mašine i tehnološka oprema u radu, a sekundarne izvore čine sve aktivne površine, koje pod uticajem vetra emituju u vazdušnu sredinu lebdeću frakciju iz nataložene prašine. Ukupan intenzitet zagađivanja vazduha suspendovanim česticama je u velikoj zavisnosti od meteoroloških uslova, što znači da povremeno u sušnim periodima tokom godine može usloviti potencijalno pogoršavanje kvaliteta vazduha, kako u radnoj okolini, tako i u životnoj sredini.

Pored suspendovanih čestica, do pogoršanja kvaliteta vazduha može doći usled emisije izduvnih gasova iz motora utovarnih, transportnih i pomoćnih mašina, koje se koriste u tehnologiji površinske eksploatacije ležišta rude bakra i vezano je, pre svega za emisije sledećih gasova: ugljenmonoksida CO, ugljendioksida CO_2, azotnih oksida NO_x, sumpordioksida SO_2, akroleina i dr. Polutanti kao što su izduvni gasovi, na površinskim kopovima sa diskontinualnom tehnologijom eksploatacije, prostorno su vezani za trase

transportnih puteva i u slučaju blizine nastanjenih područja mogu imati uticaja na kvalitet vazduha neposrednog okruženja.

U cilju analize uticaja Projekta na kvalitet vazduha, korišćen je softverski paket AERMOD, inače model zasnovan na Gausovoj raspodeli i preporučen od strane EPA (U.S. Environmental Protection Agency). AERMOD uključuje širok opseg mogućnosti za modelovanje uticaja zagađujućih materija na zagađenje vazduha.

Model AERMOD uključuje širok opseg mogućnosti za modeliranje uticaja polutanata na zagađenje vazduha. Navedeni model uključuje modeliranje većeg broja izvora zagađenja uključujući sledeće tipove: tačkasti, linijski, površinski i zapreminski. Model sadrži algoritme za analizu aerodinamičkog strujanja u blizini i oko zgrada. Veličine emisija polutanata iz izvora mogu biti tretirane kao konstantne u toku perioda za koji se vrši analiza, ili mogu varirati u toku meseca, posmatranog perioda, časa ili nekog opcionog vremena promena.

Kvantifikovanje emisije ukupnih suspendovanih čestica i čestica PM10, odnosno faktora emisije prašine za različite aktivnosti u procesu eksploatacije pripreme i prerade rude bakra, izvršeno je prema dokumentima EPA (US EPA AP-42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors) i National Pollutant Inventory (Emission Estimation Technique Manual for Mining and Processing of Metallic Minerals.

Model AERMOD (US Environmental Protection Agency) je korišćen za procenu kvaliteta vazduha u funkciji raspodele koncentracije čestica PM10 pri čemu su usvojeni faktori emisije prašine prikazani u tabeli 6.3. Dobijeni rezultati predstavljaju dnevne vrednosti koncentracija čestica PM10 ($\mu g/m^3$) za definisane izvore izdvajanja, određeni period i receptore. Za meteorološke uslove korišćeni su podaci za period 2018 – 2022. godine,pribavljeni od strane kompanije Lakes Environmental Consultants iz Kanade.

Raspodela koncentracija prvih najviših vrednosti koncentracija čestica PM10 ($\mu g/m^3$) oko površinskog kopa "Veliki Krivelj" sa kapacitetom 10,6 miliona tona rude godišnje u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine, predloženih u ovom projektu, prikazana je na slici 6.3.

Raspodela koncentracija čestica PM10 ukazuje da se može očekivati znatniji uticaj prašine na užem području izvođenja radova na površinskom kopu, odlagalištima jalovine i flotacijskom jalovištu, zbog ukupnih rudarskih aktivnosti. Na širem području rudnika prve najviše vrednosti koncentracija PM10 čestica opadaju od 1865 $\mu g/m^3$ u neposrednoj blizini izvora prašine (površinski kop) do 50-75 $\mu g/m^3$ u zoni grada Bora i u zoni naselja Oštrelj i 75-150 $\mu g/m^3$ u zoni Krivelja što je nivo koncentracije preko granične vrednosti (GV) od 50 $\mu g/m^3$. Potrebno je naglasiti da se ovde radi o mogućim maksimalnim koncentracijama čestica PM10 na analiziranom prostoru u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine.

Prema Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha („Službeni glasnik RS", broj 11/2010, 75/2010 i 63/2013) granična vrednost koncentracija čestica PM10 iznosi 50 $\mu g/m^3$ i ona se prema zahtevima ove Uredbe ne sme prekoračiti više od 35 puta godišnje. Da bi se izvršila što autentičnija procena rasprostiranja koncentracija suspendovanih čestica na analiziranom području i omogućilo poređenje rezultata sa zahtevima navedene Uredbe, na slici 6.4 su prikazani rezultati rasprostiranja čestica PM10 emitovanih iz izvora na planiranom površinskom kopu za period usrednjavanja od jednog dana na 90.4 percentilnoj karti u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine.

Raspodela koncentracija čestica PM10, prikazana na slici 6.4, ukazuje da se na području naselja Krivelj mogu očekivati koncentracije čestica PM10 od 50 do 75 $\mu g/m^3$, odnosno, procena je da se na području navedenog naselja koncentracije više od granične vrednosti do tolerantne vrednosti mogu očekivati 35 puta godišnje i u uslovima primene metoda i postupaka zaštite od prašine.

Treba napomenuti da prikazane izoplete, koje odražavaju dnevne periode usrednjavanja, sadrže samo najviše prizemne koncentracije za taj period usrednjavanja, tokom čitavog perioda za koji je vršeno modeliranje (pet godina). Ovi rezultati predstavljaju najveći doprinos koje bi rudarske aktivnosti

predloženog Projekta imale na kvalitet ambijentalnog vazduha sa stanovišta suspendovanih čestica PM10.

Dobijene vrednosti prizemnih koncentracija suspendovanih čestica PM10 za period usrednjavanja od jedne godine prikazane su na slici 6.5 i budući da se zasnivaju na prosečnoj koncentraciji za pet godina, daju realniju situaciju. Trend formiranja izopleta je sličan kao i za period usrednjavanja od jednog dana, ali prekoračenja propisanih graničnih vrednosti za period usrednjavanja na godišnjem nivou od 40 μg/m³ se ne javlja ni na jednom delu domena gde su naselja ili individualni stambeni objekti.

U smislu navedene procene disperzije koncentracija suspendovanih čestica PM10 u vazduhu predlaže se da se u sušnim periodima u zoni rudarskih aktivnosti posebna pažnja posveti monitoringu suspendovanih čestica PM10 pri čemu bi se operativnim akcionim planom definisale dodatne tehničke i organizacione mere za snižavanje koncentracija ukupnih suspendovanih čestica kao i uslovi njihove primene (organizacija gradilišta, jednovremenost izvođenja operacija, intenzivnije prskanje puteva i odlagališta i sl.). Ovo je inače uobičajena praksa proaktivnog upravljanja zaštitom na radu i zaštitom životne sredine pri izvođenju rudarskih radova.

Pri radu motora utovarnih, transportnih i pomoćnih mašina na površinskim kopovima sa diskontinualnom tehnologijom eksploatacije, u životnu sredinu se sa izduvnim gasovima emituju sledeći polutanti: ugljenmonoksid CO, ugljendioksid CO_2, azotnioksidi NO_x, sumpordioksid SO_2, VOC_s, aldehidi, čađ i dr.

Model AERMOD je korišćen za procenu kvaliteta vazduha u funkciji emisije izduvnih gasova utovarne, transportne i pomoćne mehanizacije na površinskom kopu Veliki Krivelj. Kvantifikovanje emisije izduvnih gasova motora navedene mehanizacije izvršeno je prema dokumentima European emission standards for engines used in *non-road mobile machinery,* Stage V emission limits Regulation 2016/1628.

Na slici 6.6 predstavljeni su rezultati modeliranja rasprostiranja azotnih oksida (prikazanih kao NO_2) iz emitera pri eksploatacije rude bakra na površinskom kopu Veliki Krivelj sa kapacitetom 10,6 miliona tona rude godišnje, koji se odnose se na prvi maksimum mogućih vrednosti NO_2 za period usrednjavanja od jednog dana.

Raspodela koncentracija azotnih oksida (prikazanih kao NO_2) ukazuje da se može očekivati znatniji uticaj na užem području izvođenja radova na površinskom kopu, zbog ukupnih rudarskih aktivnosti. Na širem području rudnika koncentracije NO_2 opadaju od 527 μg/m³ u neposrednoj blizini izvora NO_2 (površinski kop) do 85 μg/m³ u zoni dela naselja Krivelj najbližeg površinskom kopu, što je nivo koncentracije na nivou granične vrednosti (GV). Potrebno je naglasiti da se ovde radi o mogućim maksimalnim koncentracijama azotnih oksida (prikazanih kao NO_2) na analiziranom prostoru.

Trend raspodele najviših koncentracija azotnih oksida (prikazanih kao NO_2) za godišnji prosečni period usrednjavanja prikazan je na slici 6.7. U ovom slučaju koncentracije NO_2 u zoni naselja Krivelj i Oštrelj su ispod propisane granične vrednosti (40 μg/m³).

10.6.2. Analiza uticaja buke sa površinskog kopa i seizmičkih uticaja usled miniranja

Mogućnost pojave nepovoljnog uticaja prekomerne buke u radnim okolinama postoji u svim fazama eksploatacije na površinskom kopu i odlagalištima jalovine. Generalno posmatrano, za objekte tipa površinskog kopa i odlagališta jalovine izvori buke su rudarske mašine za otkopavanje, transport i pomoćne radove: bušilice sa kompresorima, bageri, buldozeri, grejderi, kamioni, auto-cisterne, kao i mobilna i stacionarna postrojenje za pripremu mineralne sirovine u smislu drobljenjenja i prosejavanja.

10.6.2.1 Buka izazvana opštim aktivnostima na površinskom kopu

Za predikciju buke je u svetu razvijen određen broj modela. Osnovna odlika vodećih modela je mogućnost da se prilikom predikcije buke koriste nacionalni ili međunarodno priznati standardi. Za modeliranje

rasprostiranja buke na i oko PK Veliki Krivelj i odlagališta jalovine Saraka korišćen je model SoundPLAN 8.1 i u okviru njega standard ISO 9613-2 (identičan sa srpskim standardom SRPS ISO 9613-2).

Životni ciklus jednog rudnika diktiran je nizom faktora, zbog čega se njegov razvoj odvija u fazama, prema određenoj dinamici. Svaka faza karakteriše se odgovarajućom stepenom angažovanja opreme, lokacijom i brojem radilišta. Oprema je uglavnom ista po svim fazama, ali njen broj i mesto (lokacija) angažovanja može znatno da se menja u zavisnosti od faze razvoja kopa, ali i u zavisnosti od dinamike radova u okviru iste faze. Procena nivoa buke koja potiče od opštih aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj i odlaganju jalovine na odlagalištu Saraka, sprovedena je primenom modela SoundPLAN 8.1 i u okviru njega standarda ISO 9613-2 (identičan sa srpskim standardom SRPS ISO 9613-2

Budući da prostor oko PK „Veliki Krivelj“ nije zoniran u smislu Uredbe o buci, za potrebe procene uticaja buke na najbliže stambene objekte koristiće se zona 3 – Čisto stambena naselja, za koju je granična vrednost nivoa buke 55 dB(A) (dan i veče) odnosno 45 dB(A) (noć).

Procena nivoa buke, prikazana na slici 6.8, pokazuje da u zoni površinskog kopa možemo očekivati nivoe buke nešto iznad 80 dB(A). Činjenica je da će buka na kopu pre svega uticati na zaposlene na mestu izvođenja radova - neposredne izvršioce ili rukovaoce. Zbog toga se moraju preduzeti odgovarajuće mere zaštite (konstruktivne ili lične) u cilju sprečavanja nepovoljnog uticaja buke na zaposlene.

Na bazi podataka dobijenih modeliranjem buke (slika 6.9) konstatovano je sedam ugroženih lokaliteta, pri čemu se četiri nalaze duž lokalne saobraćajnice br. 393, koja se prostire duž zapadne granice P.K. Veliki Krivelj i pripadaju zoni naselja Krivelj, odnosno tri lokaliteta, na istočnoj strani površinskog kopa (odlagalište jalovine Saraka), u zoni naselja Bučje. Svi identifikovani lokaliteti, u pojedinim momentima angažovanja celokupne oprema (Tabela 6.6) – najnepovoljniji scenario, mogu doći pod uticaj buke sa P.K. Veliki Krivelj, i to pre svega u noćnom periodu, kada je maksimalno dozvoljeni nivo buke od 45 dB(A).

10.6.2.2 Buka izazvana miniranjem na površinskom kopu – vazdušni udar

Većina stena zahteva miniranje pre iskopavanja u tehnološkim operacijama površinske eksploatacije. Miniranje je jedna od, ako ne i najvažnija tehnološka operacija u većini rudnika, imajući u vidu da ako se ona ne izvodi uspešno, održivost rudnika često je ugrožena. Glavni faktori koji utiču na rezultate miniranja su svojstva eksploziva koja se koristi, količina eksploziva, način punjenja i začepljenja bušotina i redosled aktiviranja istih tokom miniranja, ukupna geometrija minskog polja, kao i struktura stena koje se razaraju.

Vazdušni udari su efekti miniranja na kopovima, koji se manifestuju kao iznenadni, neprijatni, čak zastrašujući zvučni efekti. Ako su visokog intenziteta, pored uznemiravanja stanovništva, mogu da imaju i ozbiljnije štetne posledice na organe sluha, a u određenim slučajevima mogu da izazovu i štete na objektima. Buka koje se opaža tokom eksplozije rezultat je naglog širenja vazduha usled eksplozije, odnosno vazdušnog udara. Vazdušni udar je poremećaj pritiska koji se rasprostire kroz vazduh kao i svaki drugi zvuk i kvantifikuje se na isti način kao i svaki bučni događaj. Zbog impulsivne prirode eksplozije, obično se ove vazdušne manifestacije nazivaju i "nadpritiskom" (privremenim porastom pritiska okolnog vazduha u odnosu na standardni atmosferski pritisak).

Na površinskom kopu „Veliki Krivelj“, u fazi primarnog miniranja koriste se dve vrste eksploziva, AN-FO i Slurry – Majdanit 10, u zavisnosti od karakteristika stena u kojima se trenutno minira. Količine eksploziva koje se jednovremeno iniciraju iznose:

- za AN-FO, 431 kg,
- za Slurry-Majdanit, 478 kg.

Shodno navedenim količinama eksploziva, nivoi nadpritiska, koji se mogu očekivati u zoni stambenih objekata, u okolini površinskog kopa (sedam lokaliteta, slika 6.9), zavisiće od konkretnih rastojanja posmatranih objekata do mesta miniranja.

Objekti koji se nalaze severoistočno - istočno od granice kopa (lokaliteti 1 i 2, slika 6.9) mogu doći pod neznatan do umeren uticaj tokom miniranja, bez obzira na primenjenu vrstu eksploziva. Ovde treba imati

u vidu da je ovo najnepovoljniji slučaj, kada se miniranje izvodi neposredno uz granicu kopa, odnosno na najvišim etažama u smeru objekata na severoistočnoj strani.

10.6.2.3 Vibracije – seizmičko dejstvo

Određivanje seizmičkih zona uticaja miniranja

1. **Na bazi poznavanja zakona oscilovanja tla**

Radi kontinuiranog i realnog sagledavanja uticaja seizmičkih potresa pri izvođenju miniranja na objekte i infrastrukturu u okruženju površinskog kopa Veliki Krivelj, 2017. godine instaliran je real-time sistem monitoringa uticaja seizmičkih potresa (Digitexx Data Systems,Inc.). Sistem seizmičkog monitoringa omogućava kontinualno (real-time) (24/7) praćenje parametara seizmičkih potresa (brzina, ubrzanje, pomeranje, frekventni spektar vibracija). Na osnovu rezultata tih merenja Tehnički fakultet u Boru od 2017. godine za svaku kalendarsku godinu radi - Eaborat o analizi rezultata monitoringa seizmčkih efekata pri izvođenju miniranja na površinskom kopu „Veliki Krivelj“. U nastavku teksta prikazani rezultati se baziraju na elaboratima iz 2022. godina (sva četiri kvartala) i 2023. godina (prva dva kvartala). Ispitivanja su vršena na 5 mernih mesta (tabele 6.14. i 6.15. i slika 6.11 i 6.12), na kojima je postavljena oprema za kontinualni monitoring (real-time 24/7).

- Za kvartal januar-mart 2022, širina zone seizmičkog uticaja miniranja oko minskih serija iz grupe A i D iznosi, R_{grA} = 576 m, a R_{grD} = 305m
- Za kvartal april-jun 2022, širina zone seizmičkog uticaja miniranja oko minskih serija iz grupe A i D iznosi, R_{gr} = 400 m,
- Za kvartal april-jun 2023, širina zone seizmičkog uticaja miniranja oko minskih serija iz grupe A i D iznosi, R_{grD} = 173m

Na bazi faktora redukovanog rastojanja

Kada je u pitanju potencijalni uticaj miniranja u vezi sa predmetnom Studijom, razumljivo je da se ne može raspolagati podacima monitoringa seizmičkih parametara miniranja, za situacije koje tek treba da se dese. U takvim slučajevima širine potencijalnih zona seizmičkih uticaja mogu da se odrede i na bazi faktora redukovanog rastojanja.

Širina potencijalne zone seizmičkih uticaja miniranja za 2022. god iznosi 575,5m , a za 2023. godinu 558m. Ukoliko se ove vrednosti uporedi sa vrednostima dobijenim na osnovu zakona oscilovanja iz 2022. g. $R_{grA(2022)}$ = 576 m (minske serije iz grupe A), odnosno iz 2023. g., $R_{grD(2023)}$ = 173 m (minske serije iz grupe D), može se zaključiti sledeće:

- Širina zone seizmičkog uticaja miniranja za 2022. god. dobijena na osnovu poznavanja zakona oscilovanja tla, poklapa se sa širinom zone dobijene na bazi faktora redukovanog rastojanja;
- Širina zone seizmičkog uticaja miniranja za 2023. god., prema trenutno dostupnim podacima na bazi poznavanja zakona oscilovanja tla, znatno je uža i iznosi svega 31% od širine zone dobijene na bazi faktora redukovanog rastojanja

Ovo ide u prilog napred iznetoj činjenici da je ova metoda najrestriktivnija, odnosno da se može upotrebiti sa stanovišta početnog postupka kontrole, do momenta dok se ne stvore uslovi da se dobijena širina zone seizmičkih uticaja miniranja zaista i proveri na terenu, za konkretne uslove.

10.6.2.4 Određivanje zone razletanja komada pri miniranju

Zaštita od letećih komada stene ogleda se u tome da se definiše maksimalan očekivani domet letećih komada stene od mesta miniranja u pravcu dejstva minskih punjenja, unutar koje treba preduzeti određene mere zaštite. Ljudi unutar te zone za vreme miniranja moraju da budu u dovoljno sigurnim

zaklonima, a oprema koja može biti oštećena treba da se ukloni najmanje na polovini tog rastojanja ili da se zaštiti dovoljno sigurnim pokrivkama ili zaklonima. Za miniranje prečnicima od 251 mm i potpunog začepljenja bušotina, maksimalni domet letećih komada po navedenom izrazu iznosi: $R_{raz} = 234\ (m)$. objekti na severozapadnoj, odnosno na zapadnoj strani kopa neće biti pod uticaja eventualnog razletanja komada stena tokom faze miniranja. Ovoj konstataciji ide u prilog i činjenica da u zoni miniranja najbližoj ovim stambenim objektima, odbacivanje komada će biti u smeru suprotnom od njih.

10.6.3. Analiza uticaja na kvalitet podzemnih i površinskih voda

Kada su otpadne vode u pitanju u svetskoj praksi se pri upravljanju kvalitetom voda primenjuju dve metodologije. Prva bazira na kvalitetu voda vodoprijemnika-površinskih voda (*stream standards*), a druga na kvalitetu ispuštene otpadne vode (*effluent standards*).

Danas se u svetu primenjuje kombinovani pristup u upravljanju kvalitetom voda koji je u osnovi Okvirne Direktive o vodama (Framework Directive 2000/60/EC), a koji podrazumeva kontrolu emisije i uspostavljanje standarda kvaliteta okoline, primenjujući obe pomenute metodologije, odnosno oba tipa graničnih koncentracija

Ukoliko se prati uticaj otpadnih voda na podzemne vode i ovde treba primeniti kombinovani pristup, što podrazumeva praćenje kvaliteta i podzemnih i otpadnih voda.

Važan uticaj na ovodnjenost ležišta ima položaj ležišta u odnosu na Kriveljsku Reku. Jugozapadnu granicu površinskog kopa tangira korito Kriveljske Reke, koje je u tom delu betonirano u dužini od oko 700 m. Korito u tom delu ima trapezni oblik. S obzirom da lokalitet površinskog kopa "Veliki Krivelj" i odlagališta raskrivke Saraka pripada slivu Kriveljske Reke, površinske i podzemne vode ovog rečnog sliva otežavaju rudarske radove. Silaskom kopa ispod nivoa Kriveljske Reke stvoreni su uslovi za povećanu ovodnjenost ležišta.

Direktan uticaj padavina ogleda se u njihovom izlučivanju u gravitaciono područje kopa. Kada su u pitanju otvoreni kopovi onda je za uticaj padavina na njihovu ovodnjenost potrebno poznavati njihovu veličinu u toku godine, njihov raspored i vidove padavina.

Kako je već navedeno u poglavlju 3.2.6., koncepcijsko rešenje odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj bazira se na razvoju radova na kopu prema definisanoj dinamici otkopavanja, u smislu izrade kanala, vodosabirnika i taložnika, brana i vodenih akumulacija. Osnovna težnja kod projektovanja sistema zaštite je da se voda prihvati na što višoj koti i da se gravitacijski odvede van kontura kopa ili do vodosabirnika odakle će se ispumpavati.

U cilju zaštite jugoistočnog boka površinskog kopa od voda Saraka potoka, izgrađen je kolektor koji ima funkciju regulacije Saraka potoka. Vode koje protiču kroz ovaj kolektor ulivaju se u kolektor Kriveljske reke. Postojeći kolektor biće u funkciji do završetka izgradnje tunela za izmeštanje Kriveljske reke, nakon čega će ulaz u kolektor biti blindiran baražom.

Proširenje kopa ka zapadu uslovljeno je prethodnim izmeštanjem korita Kriveljske reke izgradnjom obilaznog tunela u zoni površinskog kopa i flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj. Izgradnjom novog tunela Kriveljske reke prestaje funkcija kolektora Saraka potoka. Projektno rešenje predviđa blindiranje ulaza u kolektor i izgradnju brane na k+365 m, čime se stvaraju uslovi za formiranje akumulacije vode – Akumulacija-1. Akumulirana voda se prepumpava u postojeći kanal koji se prostire duž transportnog puta i gravitacijski odvodi u taložnik na koti k+302 m.

Vode iz taložnika na koti k+302 m, koji predstavlja granicu ovog projekta, a koriste se za proces u pogonu flotacije, se prepumpavaju iz taložnika u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju, kao povratna voda, do flotacije Veliki Krivelj. U izuzetnim slučajevima ove vode je moguće ispustiti direktno u vodotokove posle procesa mehaničkog prečišćavanja u slučaju ako se dokaže da materijal koji je odložen ne utiče na zagađenje voda. Prethodno je potrebno, u skladu sa Uredbom o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji,

klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu (Sl.gl. br 53/2017), izvršiti analizu odloženog materijala kako bi se utvrdilo da li odloženi materijal utiče na zagađenje voda.

Kisele drenažne vode i provirne i procedne vode iz jalovišta mogu uticati na zagađenje površinskih i podzemnih voda. Stepen degradacije vodotoka zavisi od različitog broja faktora kao što su: učestalost, zapremina i hemijske karakteristike rudničkih drenažnih voda. Uticaj kiselih rudničkih voda na kvalitet životne sredine je komplaksan. Osnovni efekti su: toksičnost metala; proces taloženja, kiselost i salinizacija. Kisele rudničke vode utiču na oslobađanje metala iz ruda u životnu sredinu čineći ih dostupnim za akvatične organizme. Teški metali se iz akvatičnog ekosistema ne mogu ukloniti procesima samoprečišćavanja već se akumuliraju u sedimentu gde mogu ući u lanac ishrane biomagnifikacijom. Zbog toga sediment predstavlja značajan izvor teških metala.

U cilju sagledavanja kumulativnih uticaja površinskog kopa Veliki Krivelj, flotacije Veliki Krivelj, odlagališta otkrivke i flotacijskog jalovišta biće prikazana ocena stanja kvaliteta vode vodotoka na području navedenog rudarskog kompleksa u 2020. i 2022 godini kao i analiza fizičko – hemijskih karakteristika otpadnih voda navedenih objekata u kompleksu

Potrebno je naglasiti da je za objektivno sagledavanje ekološkog statusa površinskih voda Kriveljske reke i Saraka potoka, bilo potrebno imati na raspolaganju rezultate bioloških i hidromorfoloških elemenata kvaliteta. Zbog nedostatka rezultata ovih parametara nivo pouzdanosti statusa navedenih vodnih tela se može okarakterisati kao srednji do nizak.

Sagledavanjem rezultata sprovedene analize voda za 2020. godinu za Saraka potok i Kriveljsku reku prikazane u tabelama 5.7 i 6.17 može se uočiti da:

- nije postignit dobar hemijski status voda Saraka potoka, devijacije Borske reke i Kriveljske reke pri čemu je ekološki status ovih vodotokova okategorisan kao slab (IV) do loš (V);
- rezultati ispitivanja kvaliteta vode Saraka potoka pokazuju da je naveden nezadovoljavajući hemijski i ekološki status ovog vodotoka;
- visoka koncentracija bakra je izmerena u vodama Saraka potoka tako da, i pored malog protoka ovih voda, vode Saraka potoka imaju značajan uticaj na kvalitet Kriveljske reke;
- ispitivanja kvaliteta vode Kriveljske reke pokazuju da je nezadovoljavajući hemijski i ekološki status ovog vodotoka i pre uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka, što je posledica uticaja površinskog kopa Cerovo koji se nalazi uzvodno od kopa Veliki Krivelj;
- nepovoljan hemijski i ekološki status vode Kriveljske reke, posle uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka;
- Kriveljska reka nakon spajanja sa Saraka potokom i drenažnim rudničkim vodama postaje kiselija. Ovako kisela voda u Kriveljskoj reci veoma štetno utiče na već oštećeni kolektor ispod flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj, dodatno ga razarajući, kako betonsku oplatu tako i samu armaturu;
- Kvalitet Kriveljske reke posle uliva svih otpadnih voda i flotacijskog jalovišta ima nepovoljan hemijski i ekološki status vode.

Sagledavanjem rezultata sprovedene analize voda za 2022. godinu Kriveljske reke prikazane u tabelama 5.8 i 6.18 može se uočiti da:

- nije postignit dobar hemijski status Kriveljske reke pri čemu je ekološki status ovih vodotokova okategorisan kao slab (IV) do loš (V);
- rezultati ispitivanja kvaliteta vode Kriveljske reke pokazuju da je naveden nezadovoljavajući hemijski i ekološki status ovog vodotoka;
- ispitivanja kvaliteta vode Kriveljske reke pokazuju da je nezadovoljavajući hemijski i ekološki status ovog vodotoka i pre uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka, što je posledica uticaja površinskog kopa Cerovo koji se nalazi uzvodno od kopa Veliki Krivelj;
- nepovoljan hemijski i ekološki status vode Kriveljske reke, posle uliva otpadne vode sa površinskog kopa Veliki Krivelj i Saraka potoka;

- Kvalitet Kriveljske reke posle uliva svih otpadnih voda i flotacijskog jalovišta ima nepovoljan hemijski i ekološki status vode.

Ako se uporedi ocena kvaliteta vode vodotoka iz 2020 i 2022. godine može se zapaziti da je kvalitet vode ostao isti. Treba naglasiti i da je evidentno da provirne vode flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj utiču na pogoršanje kvaliteta vode Kriveljske reke.

Kako je već navedeno, izmeštanjem Kriveljske reke nakon izgradnje zaobilaznog tunela uticaj površinskog kopa, odlagališta raskrivke i flotacijskog jalovišta na kvalitet vode Kriveljske reke biće eliminisan. Potrebno je naglasiti da je izgradnja zaobilaznog tunela predmet zasebnog građevinskog projekta. Prema predmetnom Dopunskom rudarskom projektu rudničke vode iz površinskog kopa i slivne vode sa odlagališta raskrivke se prikupljaju i koriste za proces u pogonu flotacije, do koje se transportuju posebnim sistemom za snabdevanje vodom.

10.6.4. Analiza uticaja na kvalitet zemljišta

Na osnovu sagledavanja i analize planiranih i projektovanih rudarskih aktivnosti, predviđenih ovim projektom, moguće je izvršiti procenu uticaja eksploatacije i pripreme rude bakra na površinskom kopu "Veliki Krivelj" na zemljište. Raznovrsni antropogeni uticaji, poput obrade, iskopavanja, odlaganja materijala i zagađenja snažno utiču na način formiranja i izmene postojećeg zemljišnog kompleksa, uzrokujući nastanak zemljišnih tipova različitih fizičkih i hemijskih karakteristika.

S obzirom na to da spada u teško obnovljive, ograničene prirodne resurse, zauzimanje i narušavanje zemljišta predstavlja najznačajniji konflikt industrije sa okruženjem. Uticaj eksploatacije ležišta rude bakra i odlaganja jalovine predstavlja i mogućnost kontaminacije gornjeg sloja usled taloženja prašine iz vazduha. Na osnovu planiranih rudarskih aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj i odlaganja raskrivke na odlagalištu Saraka, u predmetnu procenu i analizu uticaja taloženja prašine na širem prostoru oko površinskog kopa i odlagališta raskrivke uključeni su izvori emisije čestica prašine prikazani u tabeli 6.3.

Model AERMOD (US Environmental Protection Agency) korišćen je za procenu uticaja taloženja prašine u funkciji raspodele koncentracije taložnih materija na prostoru oko površinskog kopa. Dobijeni rezultati predstavljaju maksimalne dnevne vrednosti koncentracija taložnih čestica (mg/m^2 dan) za definisane izvore izdvajanja i receptore. Potrebno je naglasiti da je u razmatranim modelima uzeta u obzir i elevacija terena. U okviru ove procene analizirano je šire područje površinskog kopa. Za meteorološke uslove korišćeni su podaci za period 2018 – 2022. godine. Raspodela koncentracija taložnih čestica (mg/m^2 dan) oko površinskog kopa Veliki Krivelj za analizirane meteorološke uslove prikazana je na slici 6.14.

Raspodela koncentracija taložnih materija, prikazana na slici 6.27, ukazuje da se na području naselja Krivelj mogu očekivati maksimalne koncentracije taložnih materija od 450 - 500 mg/m^{2}dan, što je nivo koncentracije preko maksimalne dozvoljene vrednosti od 450 mg/m^{2}dan. Treba napomenuti da prikazane izoplete, koje odražavaju dnevne periode usrednjavanja, sadrže samo najviše koncentracije za taj period usrednjavanja, tokom čitavog perioda za koji je vršeno modeliranje (pet godina). Ovi rezultati predstavljaju najveći doprinos koje bi rudarske aktivnosti predloženog Projekta imale na kvalitet ambijentalnog vazduha.

Problematika zauzimanja površina potrebnih za proširenje površinskog kopa predstavlja jedan od bitnih parametara merodavan za definisanje odnosa površinskog kopa i životne sredine. Ukupna površina zemljišta, koja će biti zahvaćena radovima na PK Veliki Krivelj i više ili manje degradirana, iznosi oko 244 ha.

Problematika vizuelnog zagađenja kao kriterijuma odnosa površinskog kopa i životne sredine pretpostavlja da odlike slika predela predstavljaju kvalitativni činilac koji se javlja kao element degradacije postojećih i uređenih odnosa. Da bi se sa opisne procene uticaja u ovom domenu prešlo na kvantitativne metode, koje uključuju kompleksnu valorizaciju prostora, neophodno je sprovesti čitav niz specifičnih postupaka analize pri čemu su neophodne grafičke i vizuelne informacije visokog tehnološkog nivoa.

Osim zauzimanja i njegove prenamene, jedan od velikih problema, kada je u pitanju zemljište, posebno poljoprivredno, jeste i erozija zemljišta. Erozija zemljišta je već prisutan problem u Srbiji. Procenjeno je da erozija utiče na približno 80% ukupnog poljoprivrednog zemljišta u Srbiji. Centralni region zemlje i oblasti na većim nadmorskim visinama zahvaćene su vodnom erozijom, dok u Vojvodini dominira eolska erozija (oko 85% poljoprivrednog zemljišta).

Erozija zemljišta predstavlja jedna od vidova degradacije zemljišta. Degradacija zemljišta erozijom podrazumeva gubitak površinskih slojeva zemljišta. Erozija zemljišta je sa jedne strane prirodni fenomen koji se može sprečiti delovanjem čoveka, ali sa druge strane ona je i fenomen koji može biti znatno pojačan dejstvom čoveka, kroz nepravilno korišćenje i upravljanje zemljišnim resursima. Upravo se zato pojam konzervacije zemljišta ne prevodi samo kao zaštita zemljišta, već predstavlja integralni pristup u kome se zemljište štiti od degradacije, ali kroz održivo korišćenje.

Metoda potencijala erozije (EPM, Gavrilović, 1972.) polazi od analitičke obrade podataka o činiocima koji utiču na eroziju. Kako je erozija prostorna pojava, prikazuje se na karti (Poglavlje 2, slika 2.8 Karta erozije Republike Srbije), prema klasifikaciji na osnovu analitički izračunatog koeficijenta erozije (Z), koji ne zavisi od klimatskih karakteristika, već od karakteristika tla, vegetacionog pokrivača, reljefa i vidljive zastupljenosti erozije.

Prema podacima u tabeli i na osnovu lokacije predmetnog projekta (slika 6.15), vrednost koeficijent erozije (Z) za predmetno područje kreće se u rasponu od 0,21 (Slaba erozija) do 0,70 (Srednja erozija). Shodno tome specifična godišnja produkcija erozionih nanosa (W_{sp}) kreće se od 400 m^3/km^2/god do 1.200 m^3/km^2/god.

10.6.5. Analiza uticaja na zdravlje stanovništva

Procena uticaja na zdravlje stanovništva se može vršiti primenom modela (kompatibilnog sa procedurama WHO) koji se sastoji od sledećih koraka:

- identifikacija problema;
- identifikacija opasnosti;
- procena doze i efekata negativnog uticaja;
- procena ekspozicije za relevantnu populaciju;
- karakterizacija rizika.

Osnovne opasnosti po zdravlje stanovništva kao posledica rudarskih aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj su mineralna prašina i buka. Uzroci mogućih negativnih uticaja i pojave zdravstvenih problema su pre svega neažurno i neadekvatno praćenje i kontrola zagađenja vazduha i nivoa buke, odsustvo ili neadekvatna primena mera zaštite od navedenih štetnih uticaja, neadekvatno održavanje opreme i uređaja kao i nedostatak svesti o mogućim opasnostima po zdravlje ljudi.

Uticaj mineralne prašine koja se stvara pri eksploataciji ležišta rude bakra na respiratorni sistem zavisi od sadržaja slobodnog SiO_2 u prašini, veličine čestica prašine, perioda izlaganja, koncentracije itd. Zdravstveno stanje pojedinaca i radni uslovi mogu povećati uticaj mineralne prašine na respiratorni sistem.

10.6.6. Uticaj na klimatske karakteristike

Klimatske promene, koje danas mogu biti jasno detektovane u dugogodišnjim nizovima klimatoloških i meteoroloških podataka, okarakterisane su na prvom mestu porastom temperatura, ali i promenama u režimu padavina, njihovoj godišnjoj raspodeli i u raspodeli po intenzitetu, kao i povećanoj frekvenciji ekstremnih vremenskih događaja i perioda sa ekstremnim klimatskim uslovima. Ovakve promene jasno utiču na životnu sredinu, privredu, zdravlje i bezbednost ljudi.

Kad je reč o uticaju klimatskih promena na društvo i ekonomiju Srbije, značajni su uticaji na različite sektore i sisteme, pa ne treba zanemariti potrebu za prilagođavanjem na izmenjene klimatske uslove i smanjenje emisija gasova sa efektom staklene bašte (Greenhouse gas - GHG).

Emisije GHG u vezi sa predmetnim Projektom su izražene kao ekvivalenti ugljen-dioksida (CO_2-e). Ovo je standardizovana jedinica koja uzima u obzir doprinos gasova staklene baste (GHG) globalnom zagrevanju prema njihovim faktorima Potencijala Globalnog Zagrevanja (Global Warming Potential, GVP) definisanim od strane Međuvladinog panela za primenu klime (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC).

Procena emisije gasova staklene bašte za predmetni projekat zasniva se na nekoliko ključnih pretpostavki, uključujući, ali ne ograničavajući se na, sledeće:

- Radno vreme i radni sati mobilne opreme se zasnivaju na 12-časovnoj dnevnoj bazi, za 7-dnevnu sedmicu;
- Faktori opterećenja za mobilnu opremu procenjeni su na bazi US-EPA faktora, koji se koriste za modeliranje emisija iz pogonskih jedinice opreme koja se koriste van puteva – NR-005d (2010).

U vezi sa predmetnim projektom, izvršen je proračuna emisije iz Obima 1 i Obima 2, za sledeće elemente:

- Potrošnja goriva - Mobilna oprema (Obima 1);
- Potrošnja električne energije – Angažovana električna snaga (Obima 2).

Procenjeni uticaj projektnih emisija na nacionalne emisije u Republici Srbiji tokom trajanja projekta naveden je u tabeli 6.24 za sva tri scenarija (A, B i C). Ovi scenariji su definisani u okviru dokumenta Drugi izveštaj Republike Srbije prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih nacija o promeni klime, 2017. god. Procenjeni vremenski okvir projekta kreće se od 2023. god. do 2041. god. Projektne emisije u ovim periodima upoređene su sa predviđenom emisijom Republike Srbije, u tabeli 6.33.

Iz tabele 6.33 se može videti, da će procenjene emisije GHG predmetnog projekta, za navedeni period, uticati na ukupnu procenjenu emisiju GHG na nivou Republike Srbije sa manje od 0,1 %.

10.6.7. Analiza uticaja na floru, faunu i ekosistem

Negativni uticaj na okruženje i prirodu kao posledica aktivnosti na eksploataciji i preradi rude bakra u kompaniji SERBIA ZIJIN COPPER DOO koncentrisan je u radiusu od 12 km od industrijske oblasti, predstavljajući faktor ugrožavanja očuvanih ekosistema planinskih područja Stola i Velikog Krša (Environmental Assessment of RTB Bor operations – Final Report, 2006), kao i retkih i ugroženih vrsta flore i faune.

Odgovarajući ekološki menadžment kao integralni deo postojećih i budućih operacija u Serbia Zijin Copper Bor zato je od izuzetne važnosti za očuvanje i zaštitu ovih vrednih prirodnih područja i njihovog jedinstvenog biodiverziteta.

Vremenski period vraćanja zemljišta u prethodno stanje zavisiće od realizacije projekata i dinamike odlaganja raskrivke na odlagalištu Saraka i Stari Borski kop uz dodatni period za ponovno formiranje posađene vegetacije.

U toku izvođenja rudarskih radova većina životinjskih vrsta će napustiti područje površinskog kopa eksploatacionog polja Veliki Krivelj, sa mogućim izuzetkom ptičijih vrsta, malih glodara i reptila koji se mogu prilagoditi promenjenom staništu.

Buka koja potiče od aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj i odlagališta raskrivke uglavnom će uticati na životinjski svet u neposrednom okruženju rudnika.

Zavod za zaštitu prirode Srbije iz Beograda je izdao Rešenje o uslovima zaštite prirode za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje kompaniji SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR, dana 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-

2159/3. Uvidom u Centralni registar zaštićenih prirodnih dobara i dokumentaciju Zavoda, u navedenom Rešenju o uslovima zaštite prirode navode se dva područja gde nije dozvoljeno proširenje površinskog kopa, odnosno eksploatacija. Na prilogu 1 dat je grafički prikaz navedenih područja gde se može videti da proširenje površinskog kopa Veliki Krivelj, planirano predmetnim projektom, nije obuhvatilo područja navedena u uslovima Zavoda za zaštitu prirode Srbije.

10.6.8. Socioloski i ekonomski uticaj

Za seoske zajednice je karakteristično da su otvaranjem rudnika izgubili deo obradivog zemljišta, livade i pašnjake, i da je prilaz i korišćenje Kriveljske reke u sektoru kopa i jalovišta postao nemoguć. Međutim, mlađe, školovano i radno sposobno stanovništvo je našlo zaposlenje na kopu, flotaciji ili drugim objektima rudnika čime je došlo do promene u kojoj je seosoko (poljoprivredi orijentisano) stanovništvo postalo industrijski orijentisano pa je na taj način ublažen problem gubitka poljoprivrednog potencijala.

Deo stanovnika seoskih zajednica je zapošljavanjem u industrijskim objektima migrirao u grad Bor i u potpunosti prestao da se bavi poljoprivredom. Stanovništvo koje je ostalo da živi na selu, uz pomoć i podršku meštana koji su odselili, odmah po otvaranju rudnika je započeo «borbu» sa Rudnikom za dosledno poštovanje mera zaštite životne sredine. Ta ekološka svest je rasla sa vremenom i širenjem kopa i jalovišta. Dobra organizovanost i razvijena ekološka svest seoskog stanovništva je dovela do definisanja sanitarne zone oko objekata Rudnika.

Na osnovu prethodno navedenog može se zaključiti da eksploatacija rude bakra na površinskom kopu ”Veliki Krivelj” uzrokuje određene društvene uticaje kako na lokalno stanovništvo tako i na stanovništvo na širem području. Izvođenje rudarskih aktivnosti na predmetnom području karakteriše sadašnji i budući industrijski profil zaposlenosti lokalne zajednice.

10.7. Procena uticaja na životnu sredinu u slučaju udesa

Prema članu 29. Zakona o zaštiti životne sredine *("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - dr. zakon i 95/2018 - dr. zakon)*pravno i fizičko lice koje upravlja opasnim materijama ili koje primenjuje tehnologije štetne po životnu sredinu, dužno je da preduzima sve potrebne zaštitne i sigurnosne mere kojima se rizik od opasnosti po životnu sredinu i zdravlje ljudi svodi na najmanju moguću meru.

Shodno Zakonu, a u skladu Pravilnikom o sadržini politike prevencije udesa i sadržini i metodologiji izrade izveštaja o bezbednosti i plana zaštite od udesa (Službeni glasnik RS", br. 41/2010), procena opasnosti, odnosno rizika od udesa i opasnosti od zagađivanja životne sredine, planiranje mera pripreme za mogući udes i mera za otklanjanje posledica udesa vrši se kada su opasne materije (definisane u sklopu navedenog Pravilnika) koje mogu izazvati udes prisutne u količinama jednakim ili većim od navedenih u listi opasnih materija. Odnosno, procena opasnosti i mere pripreme određene ovim pravilnikom vrše se i u slučaju kada su opasne materije prisutne u količinama manjim od navedenih u listi opasnih materija ako se u postupku nadzora proceni da je to neophodno radi zaštite života i zdravlja ljudi, materijalnih dobara, zaštićenih prirodnih i kulturnih dobara i životne sredine. Pod opasnim materijama u smislu navedenog pravilnika podrazumevaju se materije koje imaju vrlo toksična, oksidujuća, eksplozivna, zapaljiva, samozapaljiva i druga svojstva opasna po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu.

Sagledavanjem karakteristika tehnološkog procesa rada površinskog kopa Veliki Krivelj, a u skladu sa Pravilnikom o sadržini politike prevencije udesa i sadržini i metodologiji izrade izveštaja o bezbednosti i plana zaštite od udesa (Službeni glasnik RS", br. 41/2010), odnosno Pravilnikom o listi opasnih materija i njihovim količinama i kriterijumima za određivanje vrste dokumenta koje izrađuje operater seveso postrojenja, odnosno kompleksa (Službeni glasnik RS”, br. 41 od 15. juna 2010, 51. od 12. juna 2015, 50 od 29. juna 2018.), u skladu sa kojim se određuju kriterijumi za izradu dokumenata Politika prevencije udesa ili Izveštaj o bezbednosti i Plan zaštite od udesa, može se konstatovati da se na površinskom kopu Veliki Krivelj, od opasnih materija, mogu sresti „Derivati

nafte i alternativna goriva: v) gasna ulja (uključujući dizel gorivo,...), redni broj 34. (Tabela I, Pravilnika o listi opasnih materija...) ali ne u količinama saglasno navedenom pravilniku. Realizacija predmetnog Projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj, ne predviđa korišćenje toksičnih i oksidujućih hemijskih sredstava.

U konkretnom slučaju, pri radu na površinskom kopu Veliki Krivelj, a na osnovu karakteristika tehnološkog procesa i primenjene opreme, koja je predložena za odgovarajući kapacitet, moguće je sagledati opasnosti od eventualnih akcidentnih situacija, do kojih može doći. To su pre svega:

- Akcidentne eksplozije minskih sredstava usled požara ili drugih uzroka;
- Mogućnost iscurivanja opasnih materija
- Prosipanje dizel goriva ili drugih derivata nafte koja se koriste kao pogonsko gorivo za mehanizaciju i angažovani transport;
- Prosipanje i mogući požari pri upotrebi dizel goriva i naftnih derivata kao i sredstava za podmazivanje pokretnih delova upotrebljene opreme;
- Mogućnost rasipanja rude, jalovine i emisije prašine, u toku transporta, ukoliko se radi sa relativno suvom sirovinom. Ovaj materijal ne sadrži opasne materije, te je zbog toga bezopasan za manipulaciju;
- Zarušavanje dela etaže na odlagalištu;
- Pojave klizišta usled velikih količina padavina

10.7.1. Mogućnost pojave akcidentnih situacija izazvanih eksplozijom

Otkopavanje na površinskom kopu "Veliki Krivelj" vrši se primenom miniranja. Osnovni uslovi pri izboru parametara miniranja su:

- Energija eksploziva pri miniranju se ogleda u razaranju i drobljenju stena. Deo ove energije se troši i na stvaranje seizmičkih protresa, razbacivanje stena i stvaranje vazdušnih udara;
- Prema izvedenom proračunu i dosadašnjem iskustvu, za miniranje se usvajaju eksplozivi AN-FO, Slurry – Majdanit 10, Amonex 1 i Amonex-4;
- Izbor intervala usporenja je bitan parametar sigurnosti po okolnu sredinu, jer direktno utiče na amplitudu seizmičkih oscilacija nastalih prilikom miniranja. Vreme usporenja zavisi kako od osobine stena, tako i od geometrije miniranja i željenih efekata miniranja.

Specificna potrošnja eksploziva iznosiće oko 0,38 kg/m3. Na godišnjem nivou, za proizvodnju od oko 35333670 t iskopine, procenjena količina eksploziva iznosi oko 6815 t eksploziva.

Akcidentne situacije, koje bi nastale usled udesa vozila koja prevoze eksploziv ili druge materije neophodne u procesu eksploatacije, predstavljaju događaje sa malom verovatnoćom pojave i teško se mogu sa odredenom pouzdanošću predvideti i kvantifikovati. Obim posledica u ovakvim slučajevima bitno zavisi od vrste akcidentno prisutnih materija i konkretnih lokacijskih karakteristika.

Iz navedenih razloga se može konstatovati da je verovatnoća nastanka udesa usled nekontrolisane eksplozije u tehnološkom procesu eksploatacije na površinskom kopu „Veliki Krivelj" mala a moguće posledice po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu se na osnovu podataka dobijenih analizom povredivosti procenjuju kao zanemarljive.

10.7.2. Mogućnost iscurivanja opasnih materija

Sva angažovana oprema na kopu za pokretanje će koristiti dizel gorivo. U takvim uslovima, jedina realna opasnost od korišćenja goriva je njegovo akcidentno prosipanje prilikom pretakanja iz transportnog vozila u podzemne rezervoare kao i prilikom pretakanja u rezervoare angažovane mehanizacije. Procenjuje se da potrebna količina dizel goriva iznosi oko 28000 t/god. Ovoj količini treba dodati i izvesne količine ulja i maziva u količini od oko 470 t/god.

Identifikacija mogućih opasnosti od udesa svodi se na razmatranje:

- verovatnoće akcidentnog prosipanja pogonskog goriva (takođe i ulja i maziva) prilikom punjenja rezervoara rudarske mehanizacije i
- verovatnoće destrukcije rezervoara pogonskog goriva, odnosno ulja i maziva.

Akcidentno prosipanje pogonskog goriva i naftnih derivata prilikom punjenja rezervoara angažovane mehanizacije moguće je usled nepažljivog rukovanja pri izvođenju navedene operacije. U cilju sprečavanja prosipanja prilikom punjenja rezervoara mehanizacije potrebno je da se punjenje obavlja na postojećoj pumpnoj stanici kod radionice za teška vozila, predviđenom za tu svrhu i uređenom u skladu sa važećim zahtevima.

Destrukcija rezervoara je moguća i kao posledica korozije istog, što bi se manifestovalo procurivanjem pogonskog goriva. Ovakve udesne situacije karakterišu se minimalnim količinama iscurelog pogonskog goriva (do momenta intervencije). Realne količine iscurelog goriva su male i mogu se očekivati samo kao posledica procurivanja goriva i maziva u procesu redovnog rada.

Iz svega navedenog se može konstatovati da je:

- verovatnoća nastanka udesa usled nekontrolisanog prosipanja i iscurivanja pogonskog goriva i naftnih derivata, u tehnološkom procesu eksploatacije na površinskom kopu Veliki Krivelj mala**,**
- moguće posledice po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu su zanemarljive,
- rizik od udesa izazvanog eventualnim nekontrolisanim prosipanjem i iscurivanjem pogonskog goriva i naftnih derivata, na površinskom kopu Veliki Krivelj se može kvantifikovati kao zanemarljiv.

10.7.3. Mogućnost pojave požara

Još jedan od potencijalnih udesa je mogućnost nastanka požara na angažovanoj mehanizaciji. Sve aktivnosti na saniranju navedene akcidentne situacije i intervencije vatrogasne jedinice po pravilu se definišu u Planu intervencije u slučaju požara odnosno Planu protivpožarne zaštite.

Plan protivpožarne zaštite između ostalog treba da sadrži i sve bitne podatke o načinu informisanja vatrogasne jedinice u slučaju požara. Pri intervenciji u slučaju pojave požara prioritet izvršavanja zadataka je sledeći:

- spasavanje ugroženih ljudi i sprečavanje nastanka eventualnih eksplozija,
- lokalizacija širenja požara,
- gašenje požara – prekid procesa gorenja,
- odbrana susednih objekata i evakuacija materijala i opreme.

Mogućnost iznošenja požarnih gasova na veće udaljenosti i izvan industrijskog kompleksa, pod uticajem vazdušnih strujanja postoji, ali njihova emisija bi bila takvih razmera da ne bi došlo do ugrožavanja životne sredine. Na to ukazuju praktična iskustva sa požarima na znatno većim površinskim kopovima odnosno odlagalištima. Karakter požara kao i materijalne štete koje se mogu prouzrokovati, uslovljavaju primenu odgovarajućih tehničkih i organizacionih mera kojima će se sprečavati mogućnost njihovog nastajanja.

Potencijalna opasnost od mogućnosti pojave požara vezana je za vrednosti požarnog opterećenja objekata i opreme na kopu kao i za nastajanje egzogenog požara manjih razmera. Iz navedenih razloga se može konstatovati da se potencijalna opasnost od mogućnosti pojave egzogenog požara na odlagalištu jalovine može kategorisati kao niska požarna opasnost.

Na osnovu prethodno navedenog može se konstatovati:

- da je verovatnoća nastanka udesa usled pojave požara u tehnološkom procesu eksploatacije na površinskom kopu Veliki Krivelj mala,

- da su moguće posledice po život i zdravlje ljudi i životnu sredinu se na osnovu podataka dobijenih analizom povredivosti procenjuju kao zanemarljive.
- da se rizik od udesa usled moguće pojave požara na odlagalištu može kvantifikovati kao zanemarljiv.

10.7.4. rasipanja jalovine tokom transporta kao i povećanja koncentracije praškastih materija u vazduhu

Pri normalnom obavljanju rudarskih aktivnosti, uz održavanje tehnološke i radne discipline, retko dolazi do akcidentnih situacija.

Mogućnost rasipanja jalovine tokom transporta postoji. Do rasipanja bi eventualno moglo doći u sledećim situacijama:

- preteranog punjenja transportnog sanduka kamiona,
- akcidentnog oštećenja stranica transportnog sanduka kamiona,
- akcidentnog prevrtanja kamiona duž transportne trase.

10.7.5. Mogućnost zarušavanja dela etaže

Shodno karakteristikama projekta udesnom situacijom se može smatrati i iznenadno rušenje dela etaže.

Za potrebe analize stabilnosti radnih i završnih kosina površinskog kopa Veliki Krivelj, urađeno je ispitivanje stabilnosti kosina koji su prikazani u okviru Poglavlja 3.

Na osnovu utvrđenih fizičko-mehaničkih svojstava stena, usvojeni su parametri merodavni za analizu stabilnosti kosina. Analiza je obavljena po metodama Bishop i Morgenstern-Price i na osnovu njih je utvrđen vrednosti faktora sigurnosti Fs. Na bazi obavljenih proračuna dobijeni su sledeći geometrijski elementi površinskog kopa:

- ✓ Visina radnih etaža odlagališta - 15 m,
- ✓ Širina etažnih ravni radne etaže – min 31 m,
- ✓ Ugao kosine radnih etaža α_r=68°,
- ✓ Ugao završne kosine α=36-40°.

Navedeni parametri garantuju odvijanje radova na odlaganju jalovine u optimalnim uslovima, uz faktor sigurnosti (Fs) preko 1,3. Održavanje radne i tehnološke discipline u procesu eksploatacije garantuju odsustvo uslova koji bi doveli do ispoljavanja udesnih situacija u vezi sa zarušavanjem etaža.

Na bazi rečenog:

- verovatnoća nastanka udesne situacija se može proceniti kao mala,
- eventualne posledica se mogu proceniti kao zanemarljive,
- odnosno rizik zarušavanja dela etaže se može kvantifikovati kao zanemarljiv.

Ono što je važno istaći je činjenica da bi zarušavanje dela etaže i eventualne posledice bile ograničene prevashodno na radnu okolinu, a ne na životnu sredinu.

10.8. Opis mera predviđenih u cilju sprečavanja, smanjenja ili otklanjanja uticaja na životnu sredinu

U cilju sprečavanja i otklanjanja štetnog uticaja na životnu sredinu pri realizaciji projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje predviđene su odgovarajuće mere zaštite životne sredine. Saglasno Pravilniku o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu ("Službeni glasnik RS", br. 69/2005), mere predviđene u cilju sprečavanja, smanjenja ili otklanjanja uticaja na životnu sredinu, mogu se sistematizovati u okviru sledećih grupa:

- Mere koje su predviđene zakonom i drugim propisima, normativima, standardima zakonskim i podzakonskim aktima;
- Mere koje će se preduzeti u slučaju udesa;
- Planovi i tehnička rešenja zaštite životne sredine (reciklaža, tretman i dispozicija otpadnih materija, rekultivacija, sanacija i dr.) i
- Druge mere koje mogu uticati na sprečavanje ili smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu.

Predlozi mera za smanjenje i ublažavanje posledica negativnih uticaja na floru:

- Kompanija mora dosledno i kontinuirano da sprovodi sve predložene mere zaštite na navedenim lokacijama, uz obavezno očuvanje šumskih koridora. Za pomenute delove preporučuje se i fizičko ograđivanje, a takođe treba predupredi ti i eventualni eksterni prodor polutanata.
- U fazi planiranja i projektovanja eksploatacije rude bakra na površinskom kopu Veliki Krivelj izraditi projektnu dokumentaciju za rekultivaciju površinskog kopa i odlagališta raskrivke koja će se realizovati po završetku otkopavanja uz obnovu autohtone šumske flore i vegetacije
- Uporedo sa aktivnostima vezanim za upravljanje zemljištem i vrstama kao osnovnu meru treba izdvojiti i edukaciju u smislu podizanja javne i korporativne svesti o važnosti očuvanja biljnih vrsta i staništa

U cilju održive eksploatacije rudnog bogatstva, kompanija je u obavezi da na dobrovoljnoj osnovi, sprovodi konzervacione mere u skladu sa standardima i profesionalnim kodeksima, koji upravljaju praksom privatnog sektora.

Predlozi mera za smanjenje i ublažavanje posledica negativnih uticaja na faunu:

- Izvršiti dodatno evidentiranje i procenu stanja biodiverziteta faune na području obuhvaćenom planom realizacije projekta eksploatacije i odlaganja jalovine.
- Za realnu procenu uticaja radova na stanje populacija eventualno ugroženih vrsta, neophodno je da monitoring bude vršen na istovetan i sistematičan način i to u kontinuitetu, za vreme izvođenja radova, kao i nakon završetka radova.
- Smanjenje uticaja spiranja/erozije okolnog zemljišta, a time i povećanja rastvorenih čestica u vodi, može se umanjiti pošumljavanjem erozijom ugroženih područja i slivova, zasnivanje površina i zaštitnih pojaseva pod trajnom vegetacijom, zaštitom i unapređenjem vegetacije obala.
- Najznačajnije mere kojima se ublažava uticaj ugrožavajućih faktora predstavljaju mere prevencije i monitoringa, kao i korišćenje konzervativnih vrednosti za maksimalno dozvoljene koncentracije elemenata u vodi, pošumljavanje zona pod uticajem erozije, unapređenje vegetacije obalskih zona, obezbeđivanje biološkog minimuma.
- U slučaju uništenja pojedinih staništa, neophodno je izvršiti izgradnju novih kao kompenzaciju za uništena staništa.
- Praćenje uslova definisanih od strane Zavoda za zaštitu prirode Srbije i drugih stručnih institucija u Srbiji.

- Na lokalitetima sa adekvatnim ekološkim parametrima u odnosu na ona staništa koja su ireverzibilno narušena, po potrebi sprovesti izgradnju veštačkih podloga za gnezda i kućica za ptice, u različitim formama i ekološkim nišama (pre svega u zonama sekundarnog i tercijarnog uticaja).
- Elektrovode dobro zaštititi i postaviti ih na lokalitetima gde je slabija frekvencija dnevnih migracija ptica, u cilju smanjenja rizika od elektrokucije.
- Po potrebi obezbediti konektivnost prirodnih staništa (kopnenih i vodenih) i izbegavati strukture koje bi predstavljale barijere za vodene i kopnene sisare. U kopnenim staništima to se može postići sadnjom autohtonih vrsta u vidu drvoreda ili šumskih pojaseva u kojima će se naći i žbunasta vegetacija, a u vodenim sredinama izgradnjom kanala ili propusta koji će povezivati susedne vodene površine.
- Ograničavanje radova i kretanja teške mehanizacije na usko radno područje kako bi se smanjilo prekomerno i nepotrebno uništavanje staništa.
- Ukoliko se na lokaciji primete zaštićene ili strogo zaštićene vrste sisara potrebno ih je na adekvatan (za ljude i za životinje) bezbedan način udaljiti sa lokacije. Na taj način će se smanjiti mortalitet životinja usled gaženja mehanizacijom.
- Maksimalno moguće smanjiti intenzitet buke.
- Prečistiti vodu pre ispuštanja u vodotokove kako bi se sačuvale vrste zavisne o ovom specifičnom staništu.

Predmetnim projektom zaštita vazduha je obezbeđena u nekoliko koraka:

- Mere zaštite od emisije prašine sa otvorenih površina na prostoru rudničkog kompleksa odnose se na orošavanje i kvašenje ovih površina kao i uspostavljanje i razvoj ranog biljnog pokrivača na odlagalištu tamo gde je to, u datim uslovima, moguće; Za sprečavanje emitovanja prašine sa aktivnih radnih površina, primeniti tehničko rešenje orošavanja vodom pomoću namenskih vozila (autocisterni) sa opremom za orošavanje. Potreban broj autocisterni za polivanje puteva na prostoru rudničkog kompleksa površinskog kopa dobija se na osnovu proračuna, koji uzima u obzir: zapreminu potencijalne cisterne, kapacitet pumpe na cisterni, kapacitet pumpe na stanici za punjenje, srednje rastojanje od stanice punjenja do puta koji treba da se poliva i srednju brzinu kretanja prazne i pune cisterne. Ovo tehničko rešenje treba koristiti u zavisnosti od klimatski prilika, pre svih temperature spoljašnjeg vazduha, koja utiče na isušivanje aktivnih radnih površina. Što je temperatura veća, to češće treba sprovoditi ovu meru, i obrnuto; Bušenje minskih bušotina za primarno miniranje na površinskom kopu vršiti bušilicom koja je opremljena posebnim uređajem za otprašivanje.
- U cilju zaštite od izdvajanja prašine pri prevozu rude i jalovine transportnim putevima, ukoliko je to pre svega ekološki opravdano, a posebno ako se isti vrši u blizni stambenih objekata, izvršiti:
    - smanjiti brzinu kretanja vozila,
    - kvašenje puteva vodom ili mešavinom vode i određenih hemijskih sredstava,
    - pripremu podloge transportnih puteva upotrebom kompaktnih materijala za prekrivanje puteva na kopu.
- Mere zaštite od emisije prašine sa otvorenih površina na kopu odnose se na:
    - orošavanje i kvašenje ovih površina,
    - planskom dokumentacijom definisati zone zaštite oko površinskog kopa,
    - po završetku odlaganja jalovine obezbediti uspostavljanje i razvoj ranog biljnog pokrivača na odlagalištu, primenom mera tehničke i biološke rekultivacije, a u skladu sa utvrđenom dinamikom izvođenja rekultivacije; Završne površine na prostoru rudničkog kompleksa biće podvrgnute tehničkoj i biološkoj rekultivaciji po utvrđenoj dinamici, posle formiranja, što će znatno uticati na smanjenje odnošenja prašine sa ovih površina dejstvom vetra..

Ono što je jako bitno sa stanovišta zaštite voda je činjenica da na lokalitetu površinskog kopa Veliki Krivelj nema prirodnih vodotokova koji se presecaju radovima na otkopavanju na kopu.

Osnovna koncepcija odvodnjavanja površinskog kopa sastoji se u sledećem:

- Da se sva voda sa slivnih područja koja gravitiraju ka kopu, prihvati obodnim kanalima i odvede van područja kopa;
- Da se sve vode koje dospeju unutar kopa iznad nivoa Kriveljske reke prihvate kanalima i odvedu do taložnika na koti k+302 m, odakle se prepumpavaju u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju do flotacije Veliki Krivelj;
- Da se sa etaža ispod nivoa Kriveljske reke, vode prihvataju na nivoima prepumpavanja i odatle ispumpaju u taložnik na koti k+302 m, odakle se prepumpavaju u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju do flotacije Veliki Krivelj;
- Da se sve vode koje dospeju na prostor akumulacije A1, po potrebi ispumpava u glavni taložnik, odakle se prepumpavaju u flotacijsko jalovište iz koga se sistemom za snabdevanje vodom transportuju do flotacije Veliki Krivelj.

Drugim rečima, nema direktnog ispuštanja prikupljenih voda u u životnu sredinu.

Popravke i servisi mehanizacije se vrše na utvrđenom mestu u radionicama, tako da nema ispuštanja ulja i maziva koji be eventualno mogle zagaditi površinske vode pre njihovog kaptiranja u okolnim kanalima.

Kako je već navedeno, sve vode koje gravitiraju u sistem odvodnjavanja, uvode se u postojeći sistem odvodnjavanja površinskog kopa Veliki Krivelj, odnosno u taložnik za taloženje čvrstih čestica.

Rudarski radovi na površinskom kopu prilikom ekscesnih situacija ugroženi su površinskim vodama koje nemaju hemijskih štetnosti. Kanali za zaštitu kopa od voda su, prema važećem pravilniku o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina, dimenzionisani za maksimalne pedesetogodišnje padavine. Vode koje dospeju u vodosabirnike ispumpavaju se u sistem kanala za zaštitu površinskog kopa od površinskih voda.

Mere zaštite za smanjivanje negativnih uticaja buke na radnu okolinu i životnu sredinu obuhvataju sledeće:

- organizovanje kontrole nivoa buke unutar rudničkog kompleksa kao i u zoni okolnih naseljenih oblasti, u zavisnosti od stepena i gustine naseljenosti,
- opremanje motora rudarske mehanizacije, ukoliko već nisu, prigušivačima, održavanje u dobrom stanju i upotreba shodno preporukama proizvođača da bi se sprečilo stvaranje prekomerne buke; rudarska oprema koja se koristi pri eksploataciji predstavlja značajan izvor buke, koja može biti smanjena primenom određenih mera uz konsultacije sa proizvođačem; navedene mere odnose se na prilagođavanje i modifikaciju izduvnih grana i auspuha motora mašina u cilju snižavanja nivoa buke i akustičko izolovanje metalnih i drugih sklopova bučne opreme;
- ukoliko konkretnim merenjima konstatovan nivo buke u okruženju kopa prelazi zakonom dozvoljene vrednosti potrebno je postaviti barijere za smanjenje buke između rudarskog kompleksa i naselja (stambenih jedinica); vrsta barijere zavisiće od nivoa prekoračenja, odnosno od nivoa zahtevanog sniženja;
- ako je praktično moguće i izvodljivo treba ograditi izvore buke što direktno zavisi od prirode izvora;
- potrebno je obezbediti opremu za zaštitu sluha operatera – rukovaoca mašinama od štetnih posledica prekomerne buke.

Edukacija zaposlenih je vrlo važna u kontekstu informisanosti radnika o potrebi smanjivanja nivoa buke na propisima definisane vrednosti i o štetnosti po zdravlje izloženosti preteranoj buci. Takođe je značajna i obuka radnika u oblasti održavanja opreme u ispravnom stanju i regularnom radu, kao i potrebe i načina korišćenja ličnih sredstava za zaštitu od buke.

10.8.1. Tretman i dispozicija otpadnih materija

Shodno navedenoj zakonskoj regulativi, neke od primarnih obaveza proizvođača otpada, u ovom slučaju P.K. "Veliki Krivelj", su da:

- Sačini plan upravljanja otpadom ako godišnje proizvodi više od 100 tona neopasnog otpada ili više od 200 kg opasnog otpada.
- Pribavi izveštaj o ispitivanju otpada i obnovi ga u slučaju promene tehnologije, promene porekla sirovine i dr.
    - Pribavi uverenje o klasifikaciji otpada sa rokom važnosti za period od godinu dana.
    - Pribavi odgovarajuće rešenje o izuzimanju od obaveze probavljanja dozvole u skladu sa zakonom.
    - Obezbedi primenu načela hijerarhije upravljanja otpadom u skladu sa zakonom.
    - Sakuplja otpad odvojeno u skladu sa potrebom budućeg tretmana.
    - Skladištiti otpad na način koji minimalno utiče na zdravlje ljudi i životnu sredinu.
    - Preda otpad licu koje je ovlašćeno za upravljanje otpadom.
    - Vodi evidenciju o otpadu koji nastaje, koji se predaje ili odlaže.
    - Odrediti lice odgovorno za upravljanje otpadom.
    - Omogući nadležnom inspektoru kontrolu nad lokacijom, objektima, postrojenjima i dokumentacijom.

Lice odgovorno za upravljanje otpadom, između ostalog, dužno je da:

- Izradi nacrt plana upravljanja otpadom, organizuje njegovo sprovođenje i ažuriranje.
- Predlaže mere prevencije, smanjenja, ponovnog korišćenja i reciklaže otpada.
- Prati sprovođenje zakona i drugih propisa o upravljanju otpadom i izveštava organe upravljanja.

10.8.2. Rekultivacija

Na osnovu zahteva zakonske regulative korisnik Serbia Zijin Bor Copper je obavezan da po prestanku otkopavanja i odlaganja jalovine, degradirane površine privede određenoj nameni. Koncepcija uređenja prostora je bazirana na valorizaciji novonastalih prirodnih i antropogenih uslova, načina tehničke i biološke rekultivacije i uređenja predela.

Rekultivacija nekog prostora predstavlja kompleks tehničko-tehnoloških i bio-tehničkih mera koje se sprovode za obnavljanje, pa čak i poboljšanje biološke produktivnosti i poljoprivredne vrednosti terena narušenog određenim ljudskim aktivnostima.

Za rekultivaciju površinskog kopa Veliki Krivelj biće primenjena rekultivacija sa sledećim fazama:

1. Tehnička rekultivacija koja podrazumeva:
    - nivelisanje završnih etaža površinskog kopa,
    - radovi na formiranju jama za sadnice
    - transport zemljanog materijala etaža na površinskom kopu,
2. Biološka rekultivacija koja podrazumeva kompleks biotehničkih i fitomeliorativnih mera u cilju ozelenjavanja površina na prethodno pripremljenim površinama. Sastoji se od pošumljavanja degradiranih površina.

Tehnička faza rekultivacije na površinskom kopu Veliki Krivelj predstavlja etapu pripremnih radova, koji omogućavaju izvođenje sledećih faza tehničke i biološke rekultivacije. Naknadno nivelisanje etaža površinskog kopa se vrši buldozerom pre početka rekultivacije.

Sledeća faza predstavlja bušačko minerske radove na etažama površinskog kopa. Zbog prirode stena ne moguće je vršiti direktno iskopavanje jama. Iz tog razloga se i primenjuju ovi radovi. U sledećoj fazi vrši

transport zemljanog materijala po etažama površinskog kopa. Zemljani materijal će se koristiti za zapunjavanje jama pri sađenju sadnica.

Unošenjem organskih materija u vidu humusa u supstrat ubrzava se mikrobiološki proces i omogućava se kontuirani priliv asimilativa za razvoj biljaka.

Biološka faza rekultivacije podrazumeva kompleks biotehničkih i fitomeliorativnih mera za gajanje travnih i šumskih kultura na pripremljenim površinama odlagališta u cilju ozelenjavanja i obnavljanja ekosistema. Biološka faza rekultivacije obuhvata sledeće radove:

- Na etažama površinskog kopa pošumljavanje po kvadratnoj šemi;
- Kosine površinskog kopa Veliki Krivelj se ne rekultivišu usled velikog nagiba i iz bezbednosnih razloga.

Finalna kontura površinskog kopa Veliki Krivelj, slika 8.2.

Osnovu za odabir biljnih vrsta koje će se koristiti u rekultivaciji predstavlja prirodna potencijalna vegetacija područja uz uvažavanje klimatskih karakteristika i pojedinih specifičnosti nastalih antropogenim korišćenjem prostora.

Pri izboru biljnih vrsta za pošumljavanje, vodilo se računa o njihovom prilagođavanju uslovima podloge, klime, dobrom prijemu pri sadnji i otpornosti na delovanje osnovnih prirodnih faktora. Za biološku fazu eurekultivacije degradiranih površina odlagališta jalovine Saraka došlo se do zaključka da je najbolje primeniti vrste koje rastu u prirodnim uslovima na krečnjačkim terenima u okolini odlagališta, kao i u Istočnoj Srbiji i to su:

- Breza (Betula alba L.)
- Klen (Acer cempestre L).

10.9. Program praćenja uticaja na životnu sredinu

U cilju pravovremenog otkrivanja nepovoljnih uticaja eksploatacije proširenog Površinskog kopa „Veliki Krivelj“ na životnu sredinu potrebno je razviti monitoring sistem za područje koje okružuje ležište. Ovaj sistem treba da omogući pouzdanu procenu veličine i intenziteta zagađenja, moguće štete i pravovremeno preduzimanje mera radi sprečavanja širih zagađenja, odnosno, radi uspešnog saniranja uočenog i zabeleženog zagađenja. Sistemom za monitoring životne sredine biće praćeni svi značajni izvori zagađenja i emiteri zagađivanja nastali kao rezultat rudarskih aktivnosti u sklopu proširenog Površinskog kopa „Veliki Krivelj“.

Pouzdani sistem za monitoring životne sredine u okolini rudnika sastoji se iz sledećih koraka:

- identifikacija izvora i parametara zagađenja (tip i dimenzije),
- izbor parametara životne sredine za koje se vrše merenja (u prostoru i vremenu),
- određivanje kritičnih oblasti,
- prikupljanje podataka, analiza i procena.

Predloženim monitoring sistemom biće praćeno ispuštanje i koncentracije zagađujućih materija u životnoj sredini na više zona u okruženju radi utvrđivanja uticaja rudarskih aktivnosti uz pokrivanje sledećih entiteta životne sredine:

- kvalitet voda,
- kvalitet vazduha,
- nivo buke
- kvalitet zemljišta.

Predloženi monitoring sistem životne sredine treba da doprinese uspostavljanju procedure procene uticaja na životnu sredinu izazvane rudarskim aktivnostima, kao i statusa zaštite životne sredine. Procenjuje se da

je uspostavljanje ovakvog sistema realno i da će razvoj sistema omogućiti efikasan monitoring na području Površinskog kopa „Veliki Krivelj“ i u okruženju.

Ova Studija prati Dopunski rudarski projekat proširenja Površinskog kopa „Veliki Krivelj“ prema severozapadu za kapacitet od 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, a kao polaznu osnovu za monitoring životne sredine usvaja se postojeće realno stanje saglasno dokumentima koje Investitor poseduje i koje je obrađivačima Studije stavio na raspolaganje.

U okviru predmetne lokacije rudarenje se vrši decenijama unazad i shodno tome vrlo savesno redovno se vrši praćenje stanja životne sredine. U okviru rezultata merenja kvaliteta životne sredine koji dostavljeni nalaze se merenja za 3 poslednje godine, i to za: 2022., 2021., i 2020. godinu, što je sasvim dovoljno da se sagleda stanje životne sredine pre početka funkcionisanja ovog projekta.

Štetni uticaj aktivnosti na PK „Veliki Krivelj“ na životnu sredinu treba pratiti na bazi merenja parametara kvaliteta vode, vazduha i zemljišta, kao i nivoa buke, čime se posledično može sagledati i uticaj na celokupni živi svet u okruženju. Zagađenja koja se mogu pojaviti imaće uglavnom difuzni karakter i eventualno u slučaju zagađenja voda tačkasti karakter, te je program merenja načinjen kao kombinacija monitoringa emisije (zagađenja), što je zakonska obaveza svakog privrednog subjekta, i imisije (zagađenosti) što nije eksplicitna obaveza privrednog subjekta, ali se u praksi praktikuje kada se emisija ne može egzaktno i tačno meriti i utvrditi.

Monitoring površinskih voda se obavlja dvojako, kroz:

- monitoring emisije zagađujućih materija, tj. praćenje ispuštanja zagađujućih materija u vodotokove (zagađivanja), što predstavlja zakonsku obavezu Investitora i prati se na osnovu ispuštene količine zagađujućih materija i masenog ili zapreminskog protoka zagađujuće materije, i
- monitoring imisije zagađujućih materija, tj. praćenje koncentracije zagađujućih materija u vodotokovima (zagađenosti), što prvenstveno predstavlja obavezu države, ali se radi realnog sagledavanja uticanja zagađivača preporučuje Investitoru za praćenje.

Osnovna koncepcija odvodnjavanja čitavog površinskog kopa, je da se sve vode koje gravitiraju ka kopu, prihvate kanalima i gravitacijski odvedu do postojećeg sistema za odvodnjavanje površinskog kopa “Veliki Krivelj“. Vode koje ne mogu da se gravitacijski odvedu u postojeći sistem za odvodnjavanje, prikupljaju se u vodosabirnicima i ispumpavaju u postojeći sistem odvodnjavanja površinskog kopa “Veliki Krivelj”. Odvodnjavanje prispelih atmosferskih padavina u konture kopa vrši se kroz sistem za odvodnjavanje sačinjenog od vodosabirnika, cevovoda, kanala i taložnika. Koncept odvodnjavanja je takav da se vode iz svih vodosabirnika pumpama i cevovodom odvode izvan konture površinskog kopa u taložnik za prikupljane voda na koti k+302 m.

Vode iz taložnika na koti K+302 m koriste se za proces u pogonu flotacije, do kog se transportuju posebnim sistemom za snabdevanje vodom. U izuzetnim slučajevima ove vode je moguće ispustiti direktno u vodotokove posle procesa mehaničkog prečišćavanja u slučaju ako se dokaže da materijal koji je odložen ne utiče na zagađenje voda. Dakle, ispuštanje otpadnih voda iz površinskog kopa vršiće se samo ako za tim ima potrebe.

Shodno ovakvom sistemu odvodnjavanja, praćenje kvaliteta voda koje se ispuštaju u okolinu je olakšano i predlaže se u samom taložniku, pre ispuštanja u Kriveljsku reku. Kako bi se količina zagađujućih materija koja se ispušta (emisija) mogla realno oceniti, sugeriše se merenje količina ispusnih voda. Mesta uzorkovanja prikazana su na slici 9.2.

Područje ležišta „Veliki Krivelj“ nalazi se u srednjem delu sliva Kriveljske reke. Hidrografija slivnog područja Kriveljske reke je dobro razvijena. Pored stalnih vodotokova, postoji i veći broj privremenih vodotokova. Od stalnih vodotokova značajne su Crvena reka, Valja Mare, Cerova reka. Od Cerove reke i reke Valja Mare kod naselja Mali Krivelj formira se Kriveljska reka.

S obzirom na predviđenu dinamiku eksploatacije površinskog kopa i izgradnju tunela Kriveljske reke tokom 3. godine od početka proširenja kopa (23.12.2022.), predlažu se sledeća mesta uzorkovanja površinskih voda radi utvrđivanja koncentracije zagađujućih materija (imisije), u okolini površinskog kopa „Veliki Krivelj“:

1. Kriveljske reke, i to:
    a. 300 m pre ulivanja u tunel,
    b. 300 m nakon izlaska iz tunela,
2. Borske reke na mestu ulivanja u tunel.

Predložena mesta uzorkovanja prikazana su na slici 9.2.

Napomena: Ukoliko u narednom periodu (5 godina) dođe do izgradnje tunela Kriveljske reke, merna mesta 1.b, 1.c, 2 i 3 treba revidirati, s obzirom da će kolektori izgubiti svoju funkciju. U tom slučaju, Borsku reku treba uzorkovati na nekom pristupačnom mestu pre ulivanja u tunel Kriveljske reke, dok Kriveljsku reku treba uzorkovati na ulivu i izlivu iz novoizgrađenog tunela. Za Saraka potok je predviđeno da se uliva u akumulaciju površinskog kopa Veliki Krivelj, te bi njeno uzorkovanje trebalo obaviti 300-500 m uzvodno od Saraka odlagališta.

Za monitoring podzemnih voda predlaže se mesto uzorkovanja uzvodno od površinskog kopa, u dolini Kriveljske reke, na već ustaljenom mestu uzorkovanja podzemnih voda iz bunara privatnih domaćinstava u naselju Veliki Krivelj ili iz namenski ugrađenog pijezometra za potrebe uzorkovanja. Radi lakše orijentacije i smislenije analize, predlaže se da to mesto bude blizu mesta uzorkovanja Kriveljske reke, pre njenog uvođenja u tunel.

Iz dijagrama "ruža vetrova" (slika 6.2, poglavlje 6.2.1) vidi se da su najčešći i najjači severozapadni i jugoistočni vetrovi. Nešto veću učestalost i intenzitet duvanja imaju i zapadni i istočni vetrovi. Ovakav smer duvanja vetrova se prilično poklapa sa smerom tečenja većih površinskih vodotokova, poput Kriveljske, Borske reke i Saraka potoka koji se mogu smatrati značajnim apsorberima čestičnih zagađivača.

Najugroženiji objekti su manji i veći klasteri stambenih kuća istočno i jugoistočno od površinskog kopa, kao i zapadno i severozapadno od površinskog kopa, u naseljima Krivelj i Bučje. U skladu sa izrađenim modelima zagađenja vazduha iz poglavlja 6, predlaže se više mernih mesta pri najbližim kućama na kojima će se pratiti zagađenje vazduha čestičnim zagađivačima, prikazanih na slici 9.4. Ova merna mesta su odabrana jer su to mesta u kojem u kontinuitetu borave ljudi. Zagađenje vazduha gasovitim zagađivačima će se pratiti kontinualno u automatskoj mernoj stanici u naselju Krivelj (Banjica), prikazano na slici 9.4.

Učestalost merenja data je u tabeli 9.2. U zavisnosti od konkretnih okolnosti i rezultata auditorskog izveštaja, frekvencija uzorkovanja može se povećati ili smanjiti, a sve u skladu sa adaptivnim monitoringom čija primena se predlaže. Merni instrument i oprema moraju se atestirati, odnosno moraju imati odobrenje tipa merila po standardu. Za merna mesta biraju se lokacije koje su dobro izložene zagađenju na umereno talasastom terenu, ili na strani doline koja je u najvećoj meri izložena noćnoj inverziji temperature.

Glavni emiter buke u okviru površinskog kopa „Veliki Krivelj" je mehanizacija kojom se obavljaju poslovi utovara, transporta i istovara rude i jalovine, kao i aktivnosti prilikom bušenja i miniranja. Predlaže se 5 mernih mesta za merenje nivoa buke u okolini najbližih stambenih kuća samom površinskom kopu, slika 9.4, a koja su usklađena sa modelima buke prikazanim u glavi 6 ove Studije.

S obzirom da je radno vreme površinskog kopa 24 h, merenjem buke treba obuhvatiti sva tri nivoa buke Lday, Levening i Lnight. Indikatori buke, učestalost i intervali merenja predloženi su u tabelama 9.1. i 9.2. Merne uređaje treba postaviti u neposrednoj blizini referentnih mernih mesta, okrenutih ka emiterima buke, ako je moguće, mimo rastinja, na dobro izloženom mestu, na visini od 1,5 m od površine tla.

Zone uzorkovanja zemljišta prikazane na slici 9.4. U pomenutim zonama uzorkovanja trebalo bi ekspertskom tehnikom uzeti nekoliko kompozitnih uzoraka sačinjenih od više pojedinačnih uzoraka iz površinskog sloja zemljišta (dubine do 30 cm). Sve radove treba usaglasiti i dobijene rezultate porediti sa odredbama važeće Uredba o sistematskom praćenju stanja i kvaliteta zemljišta ("Sl. glasnik RS", br. 88/2020) i Uredbe 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.).

11. Podaci o tehničkim nedostacima ili nepostojanju određenih stručnih znanja i veština

Neophodno je naglasiti da uvidom u raspoloživu tehničku dokumentaciju i obilaskom površinskog kopa Veliki Krivelj nisu identifikovani tehnički nedostaci u fazi izrade projektne dokumentacije i pripreme za realizaciju projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet od 10,6 x 10^6 tona rude godišnje.

Na osnovu sagledavanja kvalifikacione strukture zaposlenih na realizaciji projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet od 10,6 x 10^6 tona rude godišnje kao i kvaliteta stručne saradnje na predmetnoj studiji o proceni uticaja na životnu sredinu može se konstatovati postojanje odgovaraućeg nivoa stručnih znanja i veština kako kod poslovodstva tako i kod ostalih zaposlenih.

12. Prilog

12.1. Uslovi i saglasnosti drugih nadležnih organa i organizacija

SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR poseduje sledeća dokumenta, rešenja i saglasnosti vezana za dobijanje odobrenja za izvođenje radova, u cilju pribavljanja saglasnosti organa nadležnog za poslove zaštite žvotne sredine o usklađenosti Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje sa uslovima za zaštitu i unapređenje životne sredine:

- Rešenje broj 353-02-2714/2023-03 od 01.09.2023., Ministarstva zaštite životne sredine Republike Srbije o određivanju obima i sadržaja Studije o proceni uticaja na životnu sredinu projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje;
- Rešenje o uslovima zaštite prirode za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, izdato od strane Zavoda za zaštitu prirode Srbije, od 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-2159/3;
- Uslovi za izradu DRP radi proširenje površinskog kopa „Veliki Krivelj“ br 2930/2 od 20.10.2023. godine, Javno komunalno preduzeće „VODOVOD“Bor.
- Vodni uslovi izdati od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republičke direkcije za vode, broj 325-05-223/2023-07 od 27.04.2023. godine;
- Ispravka vodnih uslova od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republičke direkcije za vode, broj 325-05-223/2023-07 od 29.05.2023. godine;
- Rešenje o izdavanju vodne saglasnosti – Utvrđuje se da je tehnička dokumentacija pod nazivom “Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje”, urađena u skladu sa vodnim uslovima broj 325-05-223/2023-07 od 27.04.2023. god. I aktom o ispravci vodnih uslova od 29.05.2023. godine, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Republičke direkcije za vode, br. 325-04-509/2023-07 od 11.09.2023. godine;
- Informacija o lokaciji za lokaciju koja se nalazi u severnom delu teritorije grada, u atarima sela Krivelj i Bučje, u zoni uticaja severnog dela površinskog kopa „Veliki Krivelj“, izdata od Gradske uprave grada Bora – Odeljenje za urbanizam, građevinske, komunalne, imovinsko-pravne i stambene poslove, od 21.03.2023. godine br. 350-60/2023-III/05.;
- Rešenje o utvrđivanju uslova za preduzimanje mera tehničke zaštite za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, izdato od strane Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš, broj: 1507/2-02 od 25.09.2023. godine
- Rešenje o davanju saglasnosti na Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10.6 Mt rude godišnje, koje je izdao Zavod za zaštitu spomenika kulture Niš broj 1754/2-02 od 23.10.2023. godine.

12.2. Grafički prilozi

Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje grafički je dokumentovana sa sledećim prilozima:

Prilog 1	Situaciona karta sa konačnom granicom površinskog kopa Veliki Krivelj, odlagalištima jalovine, dispozicijom postojećih objekata na rudniku i granicom eksploatacionog polja, R 1:10.000
Prilog 2	Situaciona karta sa konačnom granicom površinskog kopaVeliki Krivelj, odlagalištima jalovine, dispozicijom postojećih objekata na rudniku i katastarskim parcelama, R 1:10000
Prilog 3	Situaciona karta stanja rudarskih radova sa pozicijama objekata odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj na kraju 4. godine eksploatacije, R 1:10.000

12.3. Pregled literaturnih izvora

1. *Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje, 2023;*
2. *Pravilnik o kriterijumima za izdvajanje tipova staništa, o tipovima staništa, osetljivim, ugroženim, retkim i za zaštitu prioritetnim tipovima staništa i o merama zaštite za njihovo očuvanje („Službeni glasnik RS”, broj 35/10-29);*
3. *Pravilnik o proglašenju i zaštiti strogo zaštićenih i zaštićenih divljih vrsta biljaka, životinja i gljiva („Službeni glasnik RS”, br. 5/10-46, 47/11-134, 32/16-59, 98/16-97);*
4. *Pravilnikom o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda („Sl. glasnik RS“ br. 74/2011);*
5. *Pravilniku o metodama merenja buke, sadržini i obimu izveštaja o merenju buke u životnoj sredini („Službeni glasnik RS“, broj 139/2022);*
6. *Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda („Sl. glasnik RS“ br. 74/2011);*
7. *Pravilnik o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik R. Srbije br. 69/2005);*
8. *Pravilnik o referentnim uslovima za tipove površinskih voda (Sl.glasnik RS, 67/2011);*
9. *Pravilnikom o načinu i uslovi za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i njihovog uticaja na recipijent i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima (Sl. glasnik RS br. 18/2024);*
10. *Pravilnikom o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Sl. glasnik RS br. 96/2010);*
11. *Pravilnik o metodologiji za procenu opasnosti od hemijskog udesa i od zagađivanja životne sredine, merama pripreme i merama za otklanjanje posledica (Službeni glasnik R. Srbije br. 60/94 i 63/94 – ispr.);*
12. *Pravilnik o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina ("Službeni glasnik RS", broj 96, 2010.);*
13. *Republički zavod za statistiku ,Starost i pol, podaci po naseljima, knjiga 2 , Popis stanovništva, domaćinstva i stanova 2011. u Republici Srbiji, Beograd 2012. (https://publikacije.stat.gov.rs/G2012/Pdf/G20124002.pdf);*
14. *Republički zavod za statistiku, Nacionalna pripadnost, podaci po opštinama i gradovima, knjiga 1, Popis stanovništva, domaćinstva i stanova 2011. u Republici Srbiji, Beograd 2012. (https://publikacije.stat.gov.rs/G2012/Pdf/G20124001.pdf);*
15. *Republički zavod za statistiku, Uporedni pregled broja stanovnika 1948, 1953, 1961, 1971, 1981, 1991, 2002. i 2011. podaci po naseljima, knjiga 21, Popis stanovništva, domaćinstva i stanova 2011. u Republici Srbiji, Beograd 2014. (https://publikacije.stat.gov.rs/G2014/Pdf/G20144008.pdf);*

16. *Republički zavod za statistiku, Veroispovest, maternji jezik i nacionalna pripadnost, podaci po popštonama i gradovima, knjiga 4, Popis stanovništva, domaćinstva i stanova 2011. u Republici Srbiji, Beograd 2012. (https://publikacije.stat.gov.rs/G2013/Pdf/G20134002.pdf);*
17. *Srpski standardi za ocenu izmerenih parametara buke u životnoj sredini (SRPS ISO 1996-1:2019 i SRPS ISO 1996-2:2019);*
18. *Uredba o ekološkoj mreži („Službeni glasnik RS", broj 102/10);*
19. *Uredba o graničnim vrednostima prioritetnih i hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS" br. 24/2014);*
20. *Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje („Sl. glasnik RS" br. 50/2012);*
21. *Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini" (Sl. glasnik RS, br. 75/2010;*
22. *Uredba o sistematskom praćenju stanja kvaliteta zemljišta (Sl. Glasnik RS. br. 88/2020);*
23. *Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima za kvalitet vazduha, (Sl. Glasnik RS, br, 11/2010, 75/2010 i 63/2013;*
24. *Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS", br. 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - dr. zakon i 95/2018 - dr. zakon);*
25. *Zakon o vodama („Sl. glasnik RS" br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 - dr. zakon);*
26. *Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik R. Srbije br. 135/04 i 36/09);*
27. *Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (Službeni glasnik R. Srbije br. 135/04, 25/15 i 109/21);*
28. *Zakon o zaštiti vazduha (Sl. glasnik RS br. 36/09, 10/2013 i 26/2021);*
29. *Zakon o zaštiti prirode (Službeni glasnik R. Srbije br. 36/2009, 88/2010, 91/2010-ispravka, 14/2016 i 95/2018 - drugi zakon i 71/2021);*
30. *Zakon o ratifikaciji Konvencije o proceni uticaja na životnu sredinu u prekograničnom kontekstu (Službeni glasnik R Srbije br. 102/07);*
31. *Zakon o potvrđivanju Konvencije o prekograničnim efektima industrijskih udesa (Službeni glasnik R. Srbije br. 42/09);*
32. *Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini (Službeni glasnik R. Srbije br. 96/2021);*
33. *Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Sl. glasniku RS br.101/2015 i 95/2018 – dr. Zakon i 40/21);*
34. *Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini (Sl. glasnik RS br. 75/10);*
35. *Uredba o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, 24/2014);*
36. *Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl.glasnik RS, br.50/2012);*
37. *Uredbom o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vodi i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. Glasnik Rs 67/11, 48/12, 1/16);*
38. *Uredba o graničnim vrednostima emisija zagađujućih materija u vazduh iz stacionarnih izvora zagađivanja, osim postrojenja za sagorevanje (Sl. Glasnik RS br–111/2015 i 83/2021);*
39. *Uredba o utvrđivanju liste projekata za koje je obavezna procena uticaja i Liste projekata za koje se može zahtevati procena uticaja na životnu sredinu (Službeni glasnik R. Srbije br. 114/08);*
40. *Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha („Službeni glasnik RS", broj 11/2010, 75/2010 i 63/2013);*

41. *Izveštaj o ispitivanju kvaliteta zemljišta, Zaštita na radu i zaštita životne sredine „Beograd“ doo, Laboratorija za zaštitu radne i životne sredine, broj izveštaja 24-1-717/7, Beograd, Deskaševa, maj 2021*

42. *Izveštaj o fizičko-hemijskim ispitivanjima zemljišta, Ogranak EBB – Površinski kop Veliki Krivelj“, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, broj izveštaja 1858/22, Bor, 2022*

43. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka otpadnih i površinskih voda, Izveštaj br. 224/20, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, I kvartal 2020 godine*

44. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka otpadnih i površinskih voda, Izveštaj br. 282/20, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, II kvartal 2020 godine*

45. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka otpadnih i površinskih voda, Izveštaj br. 579/20, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, III kvartal 2020 godine*

46. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka otpadnih i površinskih voda, Izveštaj br. 861/20, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, IV kvartal 2020 godine*

47. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka podzemnih voda, Izveštaj br. 292/20, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, II kvartal 2020 godine*

48. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka podzemnih voda, Izveštaj br. 580/20, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, III kvartal 2020 godine*

49. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka otpadnih i površinskih voda, Izveštaj br. 279/22, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, I kvartal 2022 godine*

50. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka otpadnih i površinskih voda, Izveštaj br. 505/22, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, II kvartal 2022 godine*

51. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka otpadnih i površinskih voda, Izveštaj br. 828/22, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, III kvartal 2022 godine*

52. *Fizičko-hemijska analiza uzoraka otpadnih i površinskih voda, Izveštaj br. 1134/22, zaštitu na radu, protivpožarnu zaštitu i razvoj d.o.o. Novi Sad, ogranak „27. Januar“ Niš, Laboratorija za ispitivanje uslova radne i životne sredine, IV kvartal 2022 godine*

53. *Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u okolini pogona RBB (godišnji izveštaj za 2020. godinu), izveštaj br 43592-21, Institut za rudarstvo i metalurgiju BOR -IRM, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, 15.01.2021. godine*

54. *Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u okolini pogona RBB (izveštaji januar-novembar 2021. godinu), Institut za rudarstvo i metalurgiju BOR -IRM, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, 2021. godina*

55. *Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u okolini pogona RBB (godišnji izveštaj - 2022. godinu), Institut za rudarstvo i metalurgiju BOR -IRM, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, 2022. godina*

56. *Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u zoni uticaja PK Veliki Krivelj, Izveštaji o ispitivanju br. 2855-22, 3198-22, i 3606-22, Institut za rudarstvo i metalurgiju BOR -IRM, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, 2022. godina*

57. *Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u zoni uticaja PK Veliki Krivelj, Izveštaj o ispitivanju 3869-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta povećanja kapaciteta flotacijske prerade suve rude na 23.1 Mt godišnje sa površinskog kopa Veliki Krivelj, Zijin Copper doo Bor (Novembar-decembar 2022.) Institut za rudarstvo i metalurgiju BOR -IRM, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor*

58. *Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha u zoni uticaja PK Veliki Krivelj, Izveštaj o ispitivanju 4038-22, Ispitivanje kvaliteta ambijentalnog vazduha prema Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu na životnu sredinu proširenja odlagališta raskrivke „Saraka“ površinskog kopa Veliki KRivelj, Zijin Copper doo Bor (oktobar-decembar 2022.), Institut za rudarstvo i metalurgiju BOR -IRM, Zeleni bulevar 35, 19210 Bor*

59. *Izveštaj o merenju buke u životnoj sredini 36/20-2-09.10.2020., Privredno društvo za bezbednost na radu, projektovanje i inženjering „MD projekt institut“ doo, 18000 Niš, 2020. godina.*

60. *Izveštaj o ispitivanju nivoa buke u životnoj sredini u dnevnom , večernjem i noćnom intervalu koja nastaje prilikom rada i aktivnosti SERBIA ZIJIN COPPER, Ogranak RBB, Rudnik Veliki Krivelj, Zaštita na radu i zaštita životne sredine „Beograd“ doo, Laboratorija za zaštitu radne i životne sredine, broj izveštaja 24-2-411/8, Beograd, Deskaševa, april 2021*

61. *Izveštaj o ispitivanju nivoa buke u životnoj sredini u dnevnom , večernjem i noćnom intervalu koja nastaje prilikom rada i aktivnosti SERBIA ZIJIN COPPER, Ogranak RBB, Rudnik Veliki Krivelj, Zaštita na radu i zaštita životne sredine „Beograd“ doo, Laboratorija za zaštitu radne i životne sredine, broj izveštaja 24-2-964/7, Beograd, Deskaševa, jun 2022*

62. *U.S. EPA, Office of Air Quality Planning and Standards, "Compilation of Air Pollutant Emission Factors", AP-42, 5th Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources, 1995;*

63. *Environment Australia, "National Pollutant Inventory (NPI): Emission Estimation Technique Manual for Mining", Version 2.3, December 2012;*

64. *U.S. EPA AERMOD Implementation Guide, EPA-454/B-18-003, 2018;*

65. *BS 5228: Noise and vibration control on construction and open sites: (Parts 1, 3, 5)*

    Part 1: 1997 Code of practice for basic information and procedures for noise and vibration control, BSI ISBN 0 580 26845 4;

66. *Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. Official Journal L 189, 18/07/2002 P. 0012 – 0026.*

67. *ISO 9613 Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors: (Parts 1, 2)*

    Part 1: 1993 Calculation of the absorption of sound by the atmosphere;

    Part 2: 1996 General method of calculation.

Prilozi

Prilog 1	Situaciona karta sa konačnom granicom površinskog kopa Veliki Krivelj, odlagalištima jalovine, dispozicijom postojećih objekata na rudniku i granicom eksploatacionog polja, R 1:10.000
Prilog 2	Situaciona karta sa konačnom granicom površinskog kopaVeliki Krivelj, odlagalištima jalovine, dispozicijom postojećih objekata na rudniku i katastarskim parcelama, R 1:10000
Prilog 3	Situaciona karta stanja rudarskih radova sa pozicijama objekata odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj na kraju 4. godine eksploatacije, R 1:10.000
Prilog 4	Registar izvora zagađenja vazduha na Projektu proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje
Prilog 5	Uslovi i saglasnosti drugih nadležnih organa i organizacija

Zaštićeno područje

Zaštićeno područje

Zaštićeno područje

GRANICA EKSPLOATACIONOG POLJA

ODLAGALIŠTE JALOVINE

ODLAGALIŠTE SARAKA

ODLAGALIŠTE STARI BORSKI KOP

DV br. 177 TS Bor 2 - TS Majdanpek 2 - 110 kV

DV br. 160 TS Bor 1 - TS majdanpek 1 -110 kV

DV br. 122B TS PETROVAC - TS BOR 1 -110kV

DV br. 167 TS BOR 2 - TS BOR 3-110kV

DV br. 168 TS BOR 2 - TS BOR 3-110kV

DV br. 1166 RP Derdap 2 - TS Veliki Krivelj-110kV

Tunel

Tunel

Tunel

Tunel

Transportna traka - T.S.J

Glavni kolektor

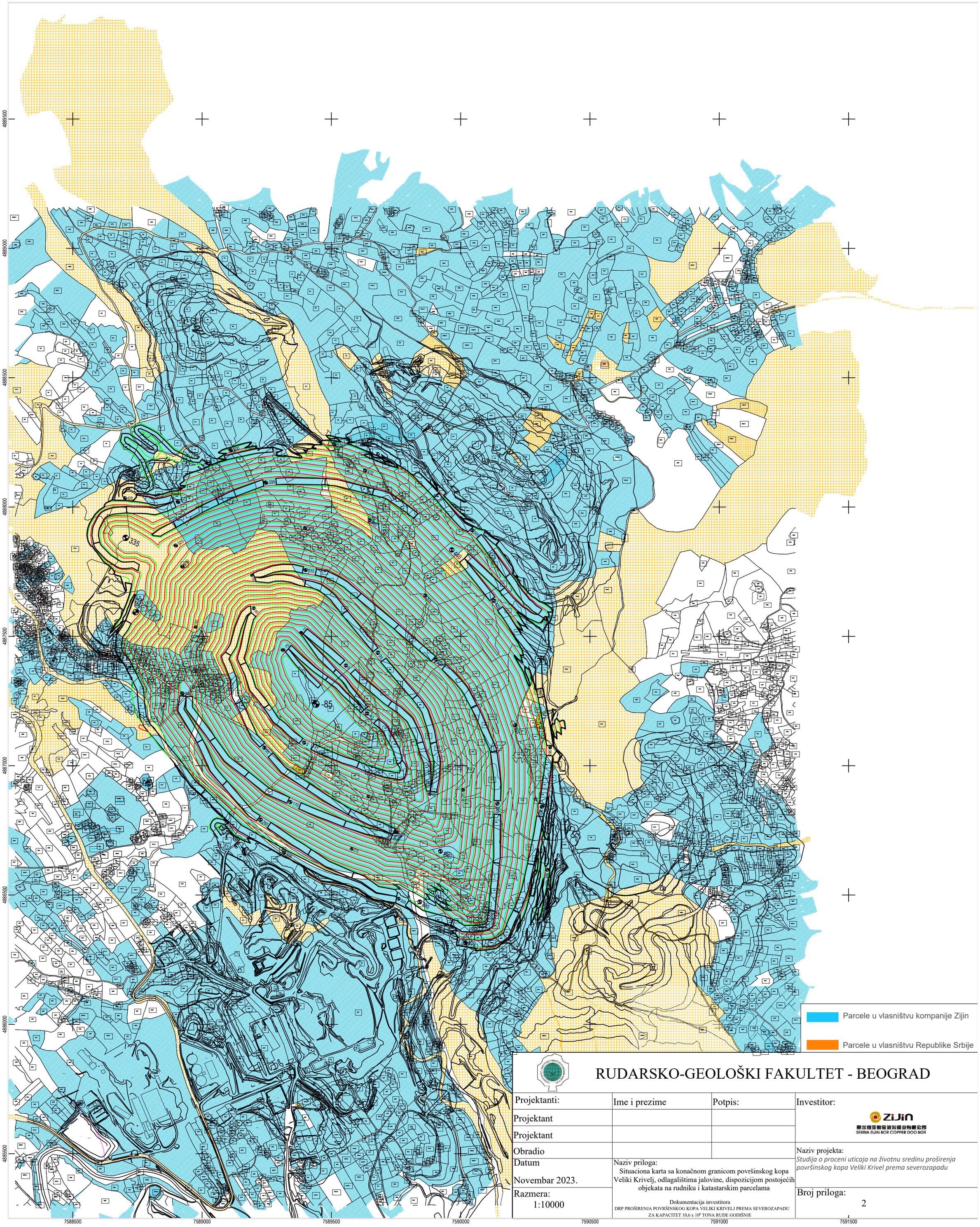
PRUGA

PRUGA

TS "BOR 1"

RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET - BEOGRAD

Projektanti:	Ime i prezime	Potpis:	Investitor:
Projektant			ZiJin 赛尔维亚紫金波尔铜业有限公司 SERBIA ZIJIN BOR COPPER DOO BOR
Projektant			
Obradio			Naziv projekta: *Studija o proceni uticaja na životnu sredinu proširenja površinskog kopa Veliki Krivel prema severozapadu*
Datum: Novembar 2023.	Naziv priloga: Situaciona karta sa konačnom granicom površinskog kopa Veliki Krivelj, odlagalištima jalovine, dispozicijom postojećih objekata na rudniku i granicom eksploatacionog polja		Broj priloga: 1
Razmera: 1:25000	Dokumentacija investitora DRP PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE		



RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET - BEOGRAD

Projektanti:	Ime i prezime	Potpis:	Investitor:
Projektant			ZiJin 赛尔维亚紫金波尔铜业有限公司 SERBIA ZIJIN BOR COPPER DOO BOR
Projektant			
Obradio			Naziv projekta: *Studija o proceni uticaja na životnu sredinu proširenja površinskog kopa Veliki Krivel prema severozapadu*
Datum: Novembar 2023.	Naziv priloga: Situaciona karta sa konačnom granicom površinskog kopa Veliki Krivelj, odlagalištima jalovine, dispozicijom postojećih objekata na rudniku i katastarskim parcelama		Broj priloga: 2
Razmera: 1:10000	Dokumentacija investitora DRP PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE		

N

ODLAGALIŠTE TODOROV POTOK

ISTOČNO ODLAGALIŠTE

ODLAGALIŠTE SARAKA

Akumulacija-1

Nova drobilica rude

Radionica teških vozila

Radionica lakih vozila

Upravna zgrada

Primarno drobljenje rude

Primarno drobljenje jalovine

Rezervoar sveže vode

Sklad primarno izdrobljene rude

Nova flotacija

Sekundarno drobljenje rude

Prosejavanja rude

Postrojenje filtracije

Postrojenje flotacije

Trafo stanica

Cevovod

Transportna traka - RUDA

Transportni sistem JALOVINA

LEGENDA

- Akumulacija vode - vodosabirnik
- Kanal
- Cevovod
- Pravac kretanja vode u kanalu
- Pravac kretanja vode u cevovodu
- Pumpna stanica
- Taložnik

RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET - BEOGRAD

Projektanti:	Ime i prezime	Potpis:	Investitor:
Projektant			ZiJin 赛尔维亚紫金波尔铜业有限公司 SERBIA ZIJIN BOR COPPER DOO BOR
Projektant			
Obradio			Naziv projekta: *Studija o proceni uticaja na životnu sredinu proširenja površinskog kopa Veliki Krivel prema severozapadu*
Datum: Novembar 2023.	Naziv priloga: Situaciona karta stanja rudarskih radova sa pozicijama objekata odvodnjavanja na površinskom kopu Veliki Krivelj na kraju 4. godine eksploatacije		Broj priloga: 3
Razmera: 1:10000	Dokumentacija investitora DRP PROŠIRENJA POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ PREMA SEVEROZAPADU ZA KAPACITET 10,6 x 10^6 TONA RUDE GODIŠNJE		

Prilog 4

Registar izvora zagađenja vazduha na Projektu proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje u 4. godini eksploatacije

- *Emisije suspendovanih čestica PM_{10} u zavisnosti od tipa aktivnosti i opreme, 4. godina eksploatacije*

- *Emisije NOx pri radu motora utovarnih, transportnih i ostalih mašina, 4. godina eksploatacije*

Emisije suspendovanih čestica PM_{10} u zavisnosti od tipa aktivnosti i opreme, 4. godina eksploatacije

Opis aktivnosti	Izvor	Tip izvora	Ukupna emisija PM_{10} (kg/god)
Površinski kop			
Bušenje	bušilica	zapreminski	2031
Utovar ruda - faza 2	bager	zapreminski	4109
Utovar jalovina - faza 2	bager	zapreminski	603
Utovar ruda - faza 3	bager	zapreminski	24821
Utovar jalovina - faza 3	bager	zapreminski	85065
Utovar ruda - faza 4	bager	zapreminski	8756
Utovar jalovina - faza 4	bager	zapreminski	3868
Planiranje (kg/h/vehicle)	buldozer	linijski	6574
Transport u kopu ruda - faza 2	kamioni	linijski	22828
Transport u kopu jalovina - faza 2	kamioni	linijski	5982
Transport u kopu ruda - faza 3	kamioni	linijski	73717
Transport u kopu jalovina - faza 3 st. Kop 2	kamioni	linijski	68521
Transport u kopu jalovina - faza 3 Saraka	kamioni	linijski	93288
Transport u kopu jalovina - faza 3 st. Kop 1	kamioni	linijski	68276
Transport u kopu ruda - faza 4	kamioni	linijski	52500
Transport u kopu jalovina - faza 4	kamioni	linijski	9534
Primarno drobljenje rude			
Istovar rude (kg/t)	istovar	zapreminski	13504
Primarno drobljenje rude (kg/t)	drobilica	zapreminski	12562
Utovar na traku (kg/t)	utovar	zapreminski	5339
Sekundarno drobljenje rude			
Istovar rude	istovar	zapreminski	13504
Sekundarno drobljenje rude	drobilica	zapreminski	37687
Utovar na traku	utovar	zapreminski	5339
Drobljenje jalovine			
Istovar jalovine	istovar	zapreminski	21645
Drobljenje jalovine	drobilica	zapreminski	24050
Utovar na traku	utovar	zapreminski	10221
Odlagalište otkrivke stari kop			
Erozija vetrom sa odlagališta	etažna ravan	površinski	20186
Istovar jalovine	istovar	zapreminski	21645
Planiranje	buldozer	linijski	3287
Saraka odlagalište otkrivke			
Erozija vetrom sa odlagališta	etažna ravan	površinski	1718
istovar (kg/t)	istovar	zapreminski	6284
buldozer (kg/h/vehicle)	buldozer	linijski	3287
Flotacijsko jalovište Veliki Krivelj			
Erozija vetrom sa brana i plaža sva tri polja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj	brane i plaže jalovišta	površinski	200430

Emisije NOx pri radu motora utovarnih, transportnih i ostalih mašina, 4. godina eksploatacije

Oprema	Tip izvora	Snaga	Komada	Ukupna snaga (kW) x 60%	NOx emisija	NOx emisija
		kW			g/kWh	g/s
Faza 2						
Ruda						
Bager Komatsu PC 4000	Zapreminski	1400	1	840	3.5	0.51
XCMG XDE260	linijski	1865	3	3357	3.5	2.05
Jalovina						
Bager Komatsu PC 4000	Zapreminski	1400	0	0	3.5	0
XCMG XDE260	linijski	1865	2	2238	3.5	1.37
Faza 3						
Ruda						
Bager Komatsu PC 4000	Zapreminski	1400	1	840	3.5	0.51
TEREX NT240	linijski	1864	3	3355.2	3.5	2.05
Jalovina						
Saraka						
Bager Komatsu PC 4000	Zapreminski	1400	1	840	3.5	0.51
XCMG XDE260	linijski	1865	4	4476	3.5	2.73
Stari kop						
Bager Komatsu PC 4000	Zapreminski	1400	1	840	3.5	0.51
BELAZ 75306	linijski	1715	3	3087	3.5	1.88
Faza 4						
Ruda						
LIEBHERR R 9350E	Zapreminski	1120	0	0	3.5	0
TEREX NTE 240	linijski	1864	1	1118.4	3.5	0.68
Jalovina						
LIEBHERR R 9350E	Zapreminski	1120	1	672	3.5	0.41
TEREX NTE 240	linijski	1864	1	1118.4	3.5	0.68
Ostala oprema						
Buldozer	linijski	474	4	1137.6	3.5	0.69
Bušilica	zapreminski	403	4	967.2	3.5	0.59

Prilog 5

Uslovi i saglasnosti nadležnih organa i organizacija:

- Rešenje broj 353-02-2714/2023-03 od 01.09.2023., Ministarstva zaštite životne sredine Republike Srbije o određivanju obima i sadržaja Studije o proceni uticaja na životnu sredinu projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje;
- Rešenje o uslovima zaštite prirode za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, izdato od strane Zavoda za zaštitu prirode Srbije, od 12.05.2023. godine pod 03 br. 021-2159/3;
- Mišljenje Zavoda za zaštitu prirode Srbije kojim je utvrđeno da su izdati uslovi zaštite prirode uvaženi i inkorporirani u projekat 03 br. 021-1259/5 od 08.05.2024.
- Uslovi za izradu DRP radi proširenje površinskog kopa „Veliki Krivelj“ br 2930/2 od 20.10.2023. godine, Javno komunalno preduzeće „VODOVOD“Bor.
- Vodni uslovi izdati od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republičke direkcije za vode, broj 325-05-223/2023-07 od 27.04.2023. godine;
- Ispravka vodnih uslova od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republičke direkcije za vode, broj 325-05-223/2023-07 od 29.05.2023. godine;
- Rešenje o izdavanju vodne saglasnosti – Utvrđuje se da je tehnička dokumentacija pod nazivom “Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 t rude godišnje”, urađena u skladu sa vodnim uslovima broj 325-05-223/2023-07 od 27.04.2023. god. I aktom o ispravci vodnih uslova od 29.05.2023. godine, Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije, Republičke direkcije za vode, br. 325-04-509/2023-07 od 11.09.2023. godine;
- Informacija o lokaciji za lokaciju koja se nalazi u severnom delu teritorije grada, u atarima sela Krivelj i Bučje, u zoni uticaja severnog dela površinskog kopa „Veliki Krivelj“, izdata od Gradske uprave grada Bora – Odeljenje za urbanizam, građevinske, komunalne, imovinsko-pravne i stambene poslove, od 21.03.2023. godine br. 350-60/2023-III/05.;
- Rešenje o utvrđivanju uslova za preduzimanje mera tehničke zaštite za izradu Dopunskog rudarskog projekta proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje, izdato od strane Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš, broj: 1507/2-02 od 25.09.2023. godine
- Rešenje o davanju saglasnosti na Dopunski rudarski projekat proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10.6 Mt rude godišnje, koje je izdao Zavod za zaštitu spomenika kulture Niš broj 1754/2-02 od 23.10.2023. godine.

Република Србија
МИНИСТАРСТВО
ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
Број: 353-02-2714/2023-03
Датум: 01.09.2023.
Немањина 22-26
Београд

На основу члана 2. тачка 2. алинеја 1. и члана 14. став 3. Закона о процени утицаја на животну средину («Службени гласник РС», број 135/04, 36/09), члана 136. Закона о општем управном поступку („Службени гласник РС“, бр. 18/16 и 95/18-аутентично тумачење), члана 6. став 1. и члана 39. став 1. тачка 4) Закона о министарствима („Службени гласник РС“, број 128/20), члана 23. став 2. и члана 24. став 3. Закона о државној управи („Службени гласник РС“, бр. 79/05, 101/07, 95/10, 99/14, 30/18 - др. закон и 47/18), а на основу захтева носиоца пројекта „Serbia Zijin Copper“ д.о.о. Бор, Александар Дујановић, државни секретар Министарства заштите животне средине по решењу о овлашћењу број: 021-01-36/2022-09 од 10.11.2022. године, доноси:

Р Е Ш Е Њ Е

1. Одређује се носиоцу пројекта „Serbia Zijin Copper“ д.о.о. Бор, обим и садржај Студије о процени утицаја на животну средину пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према североистоку за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње.

2. Обавеза Носиоца пројекта је да изради Студију о процени утицаја на животну средину предметног пројекта у складу са чланом 17. Закона о процени утицаја на животну средину и чл. 2. до 10. Правилника о садржини Студије о процени утицаја на животну средину („Сл. гласник РС“, 69/05).

3. У поглављу приказ стања животне средине на локацији и ближој околини локације, потребно је приказати и постојеће стање чинилаца животне средине на основу резултата мерења буке, квалитета ваздуха, квалитета земљишта, површинских и подземних вода.

4. Обавеза је носиоца пројекта да у Студији о процени утицаја на животну средину свеобухватно и детаљно опише све могуће значајне утицаје пројекта на животну средину укључујући и кумулативни утицај пројекта на чиниоце животне средине, узимајући у обзир и реализацију других повезаних активности и пројеката у Зони утицаја северног дела површинског копа „Велики Кривељ“ у границама Просторног плана општине Бор . Опис могућих значајних утицаја пројекта на животну средину обухвата квалитативни и квантитативни приказ могућих промена у животној средини за време извођења пројекта, редовног рада и за случај удеса, као и процену да ли су промене привременог или трајног карактера, а нарочито у погледу: квалитета ваздуха, подземних и површинских вода, земљишта, нивоа буке, интензитета вибрација, топлоте и зрачења, здравља становништва, метеоролошких параметара и климатских карактеристика, стања екосистема, планиране миграције становништва, промена намене и коришћења површина (промена намене из пољопривредног, шумског и водног земљишта у грађевинско), процена врсте и количине очекиваних отпадних материја, изградња комуналне инфраструктуре, заштита природних добара посебних вредности и непокретних културних добара и њихове околине, планиране измене пејзажних карактеристика подручја и др.

5. У поглављу: опис мера за спречавање, смањење и отклањање сваког значајнијег штетног утицаја на животну средину дефинисати све мере које ће се предузети за уређење простора, техничко-технолошке, санитарно-хигијенске, биолошке, организационе, правне, економске, мере које се односе на заштиту здравља становништва и друге мере од значаја за локалну заједницу која ће бити изложена утицају предметног пројекта.

6. Програм праћења утицаја на животну средину треба да садржи:приказ стања животне средине пре почетка функционисања пројекта на локацијама где се очекује утицај на животну средину; параметре на основу којих се могу утврдити штетни утицаји на животну средину: места, начин и учесталост мерења утврђених параметара. Студијом обухватити ближе и даље окружење, правац кретања подземних вода, и размотрити и друге мониторинг позиције где постоје природни предуслови за то.

7. Носилац пројекта дужан је да, у року од годину дана од дана коначности овог решења, поднесе захтев за давање сагласности на Студију о процени утицаја пројекта на животну средину из тачке 1. овог решења.

8. Уз Студију о процени утицаја потребно је приложити све услове и сагласности других надлежних органа и организација у складу са посебним законом – Информација о локацији, Одобрење за експлоатацију Министарства рударства и енергетике, Водни услови, услови Завода за заштиту природе, услови Завода за заштиту споменика културе, услови ЈКП Водовод и канализација.

9. У Студији дају се подаци о пројекту на основу којег је израђена Студија, као о подаци о законској регулативи која је коришћења при изради Студије.

О б р а з л о ж е њ е

Носилац пројекта „Serbia Zijin Copper“ д.о.о. Бор, дана 13.07.2023. године, поднео је Министарству заштите животне средине, захтев за одређивање обима и садржаја Студије о процени утицаја на животну средину пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према североисзападу за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње.

Предметни пројект се налази на листи пројеката за које је обавезна процена утицаја Листа (I) – тачка 19, што је утврђено у складу са Уредбом о утврђивању Листе пројеката за које је обавезна процена утицаја и Листе пројеката за које се може захтевати процена утицаја на животну средину («Службени гласник Р.Србије» број 114/2008).

Уз захтев приложени су попуњени упитници за одређивање обима и садржаја Студије о процени утицаја на животну средину (део I и II), као и следећа документација:

- Информација о локацији за локацију која се налази у северном делу територије града, у атарима села Кривељ и Бучје, у зони утицаја северног дела површинског копа „Велики Кривељ“, издата од Градске управе града Бора – Одељење за урбанизам, грађевинске, комуналне, имовинско-правне и стамбене послове , од 21.03.2023. године бр. 350-60/2023-III/05,
- Решење о условима заштите природе за израду Допунског рударског пројекта проширења површинскоg копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње, издато од стране Завода за заштиту природе Србије, од 12.05.2023. године 03 бр. 021-2159/3,
- Водни услови издати од стране Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, Републичке дирекције за воде, број 325-05-223/2023-07 од 27.04.2023. године,
- Исправка водних услова од стране Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, Републичке дирекције за воде, број 325-05-223/2023-07 од 29.05.2023. године,

- Решење о утврђивању услова за предузимање мера техничке заштите за израду Допунског рударског пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње, издато од стране Завода за заштиту споменика културе Ниш, број: 577/2-02 од 10.04.2023. године,
- Графичка документација.

Поступајући по предметном захтеву, сагласно члану 14. став 1. и члану 29. Закона о процени утицаја на животну средину, обавештени су заинтересовани органи, организације и заинтересована јавност ради добијања мишљења на поднети захтев – оглас објављен у дневном листу «Политика», дана 08.08.2023. године, као и на вебсајту http://www.ekologija.gov.rs/obavestenja/procena-uticaja-na-zivotnu-sredinu/.

Дана 08.08.2023. године Милош Вељовић, адвокат из Београда и пуномоћник Регулаторног института за обновљиву енергију и животну средину из Београда извршио је увид у захтев.
На поднети захтев за одређивање обима и садржаја Студије о процени утицаја на животну средину, достављено је мишљење Регулаторног института за обновљиву енергију и животну средину из Београда, од 18.08.2023. године којим је указано да објављено обавештење о поднетом захтеву за одређивање обима и садржаја садржи грешку у наведеном броју дана предвиђеним за достављање мишљења на поднети захтев од дана објављивања захтева у средствима информисања, те да је уместо 15 дана написано 10 дана.
Министарство заштите животне средине је продужило рок за достављање мишљења на поднети захтев, закључно са 28.08.2023. године.

На основу члана 14. став 3. и члана 17. Закона о процени утицаја на животну средину («Службени гласник РС», број 135/04, 36/09), као и на основу чланова 1. до 10. Правилника о садржини студије о процени утицаја на животну средину («Службени гласник РС», број 69/05), утврђен је обим и садржај за предметне Студије.

У вези изложеног, одлучено је као у диспозитиву овог решења.

Поука о правном леку: Против овог решења може се изјавити жалба Влади Републике Србије, путем овог органа, у року од 15. дана од дана пријема решења, односно од дана обавештавања заинтересоване јавности о донетом решењу.

ДРЖАВНИ СЕКРЕТАР

Александар Дујановић

Доставити:
- Архиви
- Носиоцу пројекта

Р е п у б л и к а С р б и ј а
ЗАВОД ЗА ЗАШТИТУ ПРИРОДЕ СРБИЈЕ
Нови Београд, ул. Јапанска бр. 35
Тел: +381 11/2093-802; 2093-803
Факс: + 381 11/2093-867

SERBIA ZIJIN COPPER DOO
PRIMLJENO: 15 MAY 2023 3423

Завод за заштиту природе Србије, Београд, Ул. Јапанска бр. 35, на основу чл. 9. Закона о заштити природе („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010 – исправка, 14/2016, 95/2018-други закон и 71/2021) и члана 136. Закона о општем управном поступку („Службени гласник РС“, бр. 18/2016 и 95/2018 – аутентично тумачење), поступајући по Захтеву бр. 4485 од 05.04.2023. године Предузећа „SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O.“, ул. Ђорђа Вајферта бр. 29, Бор, за издавање услова заштите природе за израду Допунског рударског пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x10^6 тона руде годишње, дана 12.05. 2023. године под 03 бр. 021-1259/ 3 , доноси:

РЕШЕЊЕ

1. Подручје које обухвата проширење површинског копа Велики Кривељ за Допунски рударски пројекат, се не налази унутар заштићеног подручја за које је спроведен или покренут поступак заштите, нити се налази у просторном обухвату еколошки значајног подручја еколошке мреже Републике Србије.
Подручје делом улази у потенцијално Натура 2000 подручје „Стол и Велики крш“, у коме су регистрована станишта значајног броја строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака и животиња. Сходно томе, издају се следећи услови заштите природе:

1.1. Није дозвољено проширење површинског копа, односно експлоатација на подручјима (табеле: Подручје 1 и Подручје 2) дефинисаним следећим координатама преломних тачака у Гаус-Кригеровој координатној мрежи (карта у прилогу):

Подручје 1

тачка	Y	X
Z1	7589077	4888956
Z2	7589560	4888706
Z3	7589815	4888643
Z4	7590125	4888498
Z5	7590235	4888431
Z6	7589026	4888882
Z7	7588676	4888438
Z8	7588000	4888500
Z9	7588654	4889466

Подручје 2

тачка	Y	X
Z10	7593008	4884992
Z11	7593390	4884610
Z12	7593248	4884667

1.2. У осталом делу експлоатационог подручја (карта у прилогу) дозвољени су сви предметни радови и активности под следећим условима:

1) Проширење површинског копа планирати у складу са овереним билансним резервама и до мере докле је могуће прилагодити инфраструктурне објекте и технологију откопавања тако, да се негативни утицаји на околни живи свет и непосредну близину простора елиминишу или сведу на минимум;
2) На рудном земљишту где се врши експлотација минералних сировина и уређује пратећа инфраструктура у циљу организације експлотације резерви минералних сировина, пројектом предвидети мере и решења којима ће се елиминисати или свести на најмању могућу меру негативни утицаји у виду буке, вибрација и др. (звучне баријере (зидови), пригушене просторије у којима се користе бучне машине током прераде и др.);
3) Осветљење површинског копа организовати у складу са важећим прописима. Предвидети да се светлосни снопови осветљења у границама Пројекта усмере ка тлу;
4) Пројектом у оквиру мера заштите мора бити наглашено да:
   - Уколико се током радова наиђе на геолошко-палеонтолошке или минералошко-петролошке објекте, за које се претпоставља да имају својство природног добра, сходно Закону о заштити природе, извођач је дужан да обавести Министарство заштите животне средине, односно предузме све мере како се природно добро не би оштетило до доласка овлашћеног лица, сагласно чл. 99. Закона о заштити природе;
   - Уколико материјал који се користи при припремним радовима и радовима на експлоатацији сировине може послужити као добро склониште за гмизавце и птице, максимално скратити време одлагања, поштујући услов да је забрањено убијање и сакупљање свих врста гмизаваца, птица и других животињских врста;
   - Предвидети очување гнезда птица која се потенцијално могу наћи на предметној површини. У случају проналаска активног гнезда птица са јајима или младунцима, неопходно је привремено обустављање радова у зони гнезда и обавештавање Завода за заштиту природе Србије.
5) Носилац пројекта је дужан да обезбеди ефикасан мониторинг животне средине у складу са чланом 72. Закона о заштити животне средине („Службени гласник РС“, бр. 135/04, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016 и 76/2018) уз могућност брзе интервенције у случају акцидентних ситуација;
6) Пројектом идентификовати могуће изворе загађења у свим фазама рада, као и фазе које могу имати негативан утицај на животну средину и природу, посебно на заштиту вода, земљишта и ваздуха, како у току рада тако и за случај акцидента имајући при том у виду да је потребно:
   - Дефинисати удаљеност постојећих насеља, индивидуалних стамбених, привредних, инфраструктурних и других објеката од завршне контуре површинских копова и одлагалишта јаловине;
   - Мере и решења која се односе на измештање и уређење водотока;
   - Приказати примењене мере и решења за транспорт, депоновање и руковање опасним и штетним материјама сходно члану 11. Закона о експлозивним материјама, запаљивим течностима и гасовима („Службени гласник СРС“, бр. 44/1977, 45/1985 и 18/1989 и „Службени гласник РС“, бр. 53/1993, 67/1993, 48/1994, 101/2005 - др. закон и 54/2015 - др. закон);
   - Применити мере заштите како током извођења радова гориво, машинска и друга уља из ангажоване механизације не би доспеле у земљиште, као и у сталне и повремене водотоке. У ту сврху предвидети постављање одговарајуће заштитне фолије у току допуњавања горива и мењања уља. Предвидети одлагање

употребљене фолије у складу са чланом 2. Правилника о начину складиштења, паковања и обележавања опасног отпада („Службени гласник РС“, бр. 92/2010 и 77/2021);

- Ако дође до акцидентног загађења земљишта, површинских и подземних вода тренутно обуставити радове, обавестити надлежне институције и предузеће овлашћено за санирање.
- У случају изливања штетних материја у водотоке, потребно је извршити одговарајуће анализе воде и предузети мере санације и заштите живог света водотока;
- Дефинисати могућност појаве нестабилности (клизишта, улегнућа, одрона, спирања, јаружања и др.) на површинском копу и одлагалишту јаловине и установити обавезу континуираног праћења поменутих појава нестабилности;
- У оквиру отпадних вода разматрати мере и решења која се односе на отпадне санитарно-фекалне воде, подземне и површинске атмосферске воде у површинском копу, воде из радионица где је могуће просипање уља и мазива, паркинг простора и других манипулативних површина. Обавезно дефинисати реципијент и предвидети редовно праћење и мерење квалитета вода које се упуштају у реципијент (уколико се отпадне воде упуштају у реципијент/водоток морају бити најмање истог квалитета као и пројектовани кавалитет воде водотока у који се упуштају);

7) Пројектом дефинисати површине за одлагање јаловине (откривке), трасе приступних саобраћајница неопходних при експлоатацији, утовару, претовару и транспорту сировине, као и транспорту јаловине (откривке) и друге неопходне објекте.
8) Пројектом предвидети забрану депоновања јаловине (откривке) у и уз привремене и сталне водотоке;
9) Предвидети мере којима ће се онемогућити расипање и емитовање суспендованих честица у ваздух, како унутар површинског копа тако и ван њега (дуж саобраћајница) приликом рударских активности. Смањење запрашености на површинском копу могуће је постићи превентивним интервенцијама, орошавањем делова копа и дуж саобраћајница, проветравањем и усисавањем на местима утовара при њеном великом издвајању;
10) Предвидети класификацију рударског отпада, на начин којим се осигурава спречавање краткорочног и дугорочног загађења земљишта, ваздуха, површинских и/или подземних вода, а у складу са посебним прописима за управљање отпадом о категоријама, испитивању и класификацији, посебно у вези с његовим опасним карактеристикама, сагласно чл. 16. Уредбе о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду („Службени гласник РС“, бр. 53/2017);
11) Приликом експлоатације неопходно је осматрање на хидрогеолошким објектима и појавама у околини,
12) У случају наглог опадања издашности нивоа подземних вода или било каквог поремећаја уобичајеног режима водоснабдевања постојећих корисника, експлоатација се мора обуставити док се узрок не отклони;
13) Предвидети обавезну рекултивацију експлоатационог поља у складу са чл. 153. Закона о рударству и геолошким истраживањима („Сл. гласник РС", бр. 101/2015, 95/2018 - др. закон и 40/2021), према коме се по завршетку извођења радова на експлоатацији, на површинама на којима су рударски радови завршени, потребно извршити рекултивацију земљишта у свему према техничком пројекту техничке и биолошке рекултивације, који је саставни део главног или допунског рударског пројекта;
14) Рекултивацијом предвидети планирање зеленила, како би се обезбедио највиши ниво очувања и унапређења квалитета животне средине планског подручја;

15) У оквиру граница Допунског рударског пројекта обезбедити максимално очување постојеће вегетације. Задржати постојеће зеленило и планирати ново око рудничких објеката и делова на којима је планирано проширивање јаловишта, јер ће се тиме обезбедити виши ниво очувања и унапређења квалитета животне средине подручја;
16) Приликом озелењавања простора, предност дати аутохтоним врстама (минимално 50% врста), отпорним на аерозагађење, које имају густу и добро развијену крошњу, а као декоративне врсте могу се користити и врсте егзота које се могу прилагодити локалним условима, а да при том нису инвазивне и алергене (тополе и сл.). Инвазивне (агресивне, алохтоне) врсте у Србији су: *Acer negundo* (јасенолисни јавор или негундовац), *Amorpha fruticosa* (багремац), *Robinia pseudoacacia* (багрем), *Ailanthus altissima* (кисело дрво), *Fraxinus americana* (амерички јасен), *Fraxinus pennsylvanica* (пенсилвански јасен), *Celtis occidentalis* (амерички копривић), *Ulmus pumila* (ситнолисни или сибирски брест), *Prunus padus* (сремза), *Prunus serotina* (касна сремза);

2. Ово решење не ослобађа обавезе подносиоца захтева да прибави и друге услове, дозволе и сагласности предвиђене позитивним прописима.
3. У складу са чл. 9. став 18. Закона о заштити природе, Допунски рударски пројекат је потребно доставити Заводу ради прибављања мишљења о испуњености услова заштите природе из овог решења.
4. За све друге радове/активности на предметном подручју или промене пројектне документације, потребно је поднети нови захтев.
5. Уколико подносилац захтева у року од две године од дана достављања овог решења не отпочне радове и активности за које је ово решење издато, дужан је да поднесе захтев за издавање новог решења.
6. Врста радова обавезује Носиоца Пројекта на покретање поступка одлучивања о потреби израде Студије процене утицаја предметног објекта на животну средину, у складу са Законом о процени утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, бр. 135/2004 и 36/2009) и Уредбом о утврђивању Листе пројеката за које је обавезна процена утицаја и Листе пројеката за које се може захтевати процена утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, бр. 114/2008). С тим у вези, Студија о процени утицаја на животну средину треба бити израђена у складу са условима заштите природе из овог Решења.
7. Такса за издавање стручне основе за издавање акта о условима заштите природе у износу од 25.000,00 динара одређена је у складу са Законом о републичким административним таксама („Службени гласник РС“, бр. 43/2003, 51/2003, 61/2005, 5/2009, 54/2009, 50/2011, 93/2012, 65/2013 - други закон, 83/2015, 112/2015, 113/2017, 3/2018 - исправка, 86/2019, 90/2019 - исправка 144/2020 и 138/2022) – Тарифни број 186а, став 2. тачка 2) подтачка (3).

О б р а з л о ж е њ е

Завод за заштиту природе Србије примио је дана 05.04.2023. године Захтев заведен под 03 бр. 021–1259/1 предузећа „SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O.“, из Бора, за издавање услова заштите природе за израду Допунског рударског пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x10^6 тона руде годишње, град Бор.

Уз захтев је достављена следећа документација: „Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6x10^6 тона руде годишње – Основна концепција – Извод, бр. 518/23 од априла 2023. године (Институт за

рударство и металургију Бор), Информација о локацији бр. 350-60/2023-III/05 од 21.03.2023. године, Ситуациона карта и потврда о уплати РАТ.

На основу достављеног захтева и пратеће документације подносиоца захтева, утврђено је да се планира израда Допунског рударског пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x10^6 тона руде годишње.

Увидом у Централни регистар заштићених природних добара и документацију Завода, а у складу са прописима који регулишу област заштите природе, утврђени су услови заштите природе из диспозитива овог решења. Експлоатационо подручје се не налази унутар заштићеног подручја, као ни у просторном обухвату еколошки значајног подручја еколошке мреже Републике Србије. Део простора улази у потенцијално Натура 2000 подручје „Стол и Велики крш" које је идентификовано у складу са Директивом о стаништима (значајно подручје за очување једне врсте из групе правокрилаца *Pholidoptera transsylvanica*) и Директивом о птицама (значајно за очување следећих врста птица: камењарка *Alectoris graeca*, модроврана *Coracias garrulus*, препелица *Coturnix coturnix*, прдавац *Crex crex*, сури орао *Aquila chrysaetos*, виноградска стрнадица *Emberiza hortulana*, руси сврачак *Lanius collurio*, осичар *Pernis apivorus*, сива жуна *Picus canus*, црна жуна *Dryocopus martius*, шумска шева *Lullula arborea* и грлица *Streptopelia turtur*). Североисточни део експлоатационог поља улази у међународно значајно подручје за птице „Велики крш и Стол", које је идентификовано 2020. године од стране надлежне организације BirdLife International.

У северном делу предметног поља налази се и популација шумске корњаче *Testudo hermanni*. Ова врста је по критеријумима IUCN скоро угрожена (NT – Near Threatened), док је у складу са националним критеријумима врста сврстана у категорију „рањива" (VU - Vulnerable) сагласно Црвеној књизи фауне Србије II – Гмизавци.

Наведене врсте су строго заштићене и заштићене, у складу са Правилником о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива („Службени гласник РС", бр. 5/2010, 47/2011, 32/2016 и 98/2016).

У складу са чл. 74. Закона о заштити природе и чл. 4. и 5. Правилника о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива забрањено је уништавање и предузимање других активности којима би се могле угрозити строго заштићене дивље врсте биљака и животиња, укључујући и птице и њихова станишта. Између осталог, забрањено је: уништавати јединке биљака и њихових развојних облика у свим фазама биолошког циклуса и угрожавати или уништавати њихова станишта; оштећивати или уништавати развојне облике строго заштићених дивљих врста животиња, јаја иако су празна, гнезда и легла, као и подручја њиховог размножавања, одмарања и угрожавати или уништавати њихова станишта и сл.; знатно узнемиравати, нарочито у време размножавања, подизања младих, миграције и хибернације итд.

С тим у вези, издвојене су површине где није дозвољена експлоатација која захтева инвазивне методе, што би могло довести до угрожавања станишта строго заштићених дивљих врста, као и њихових развојних облика у свим фазама биолошког циклуса, посебно у периоду репродукције.

Законски основ за доношење решења: Закон о заштити природе („Службени гласник РС", бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010-исправка, 14/2016, 95/2018-др. закон и 71/2021); Закон о рударству и геолошким истраживањима („Службени гласник РС", бр. 101/2015, 95/2018 - др. закон и 40/2021), Закон о заштити животне средине („Службени гласник РС", бр. 135/04, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018 и 95/2018-др. закон); Закон о заштити од буке у

животној средини („Службени гласник РС“, бр. 96/2021); Правилник о проглашењу и заштити строго заштићених и заштићених дивљих врста биљака, животиња и гљива („Службени гласник РС“, бр. 5/2010, 47/2011, 32/2016 и 98/2016); Правилник о начину складиштења, паковања и обележавања опасног отпада („Службени гласник РС“, бр. 92/2010 и 77/2021); Уредба о условима и поступку издавања дозволе за управљање отпадом, као и критеријумима, карактеризацији, класификацији и извештавању о рударском отпаду („Службени гласник РС“, бр. 53/2017); Правилник о техничким нормативима при руковању експлозивним средствима и минирању у рударству („Службени лист СФРЈ“, бр. 26 од 29. априла 1988, 63 од 28. октобра 1988 – исправка).

Предметни Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ може се израдити под условима дефинисаним овим Решењем.

На основу свега наведеног, одлучено је као у диспозитиву овог Решења.

Такса на захтев и такса за решење, по Тар. бр. 1. и Тар. бр. 9. су наплаћене у складу са Законом о републичким административним таксама („Службени гласник РС“, бр. 43/2003, 51/2003-исправка, 61/2005, 101/2005-др. закон, 5/2009, 54/2009, 50/2011, 93/2012, 65/2013-др.закон, 83/2015, 112/2015, 113/2017, 3/2018-исправка, 95/2018, 86/2019, 90/2019-исправка, 144/2020 и Усклађени динарски износи из Тарифе републичких административних такси – 62/2021).

Упутство о правном средству: Против овог решења може се изјавити жалба Министарству заштите животне средине у року од 15 дана од дана пријема решења. Жалба се предаје Заводу за заштиту природе Србије уз доказ о уплати републичке административне таксе, у износу од 490,00 динара на текући рачун бр. 840-0000031395845-78, позив на број 59013 по моделу 97.

в.д. Д И Р Е К Т О Р А

Марина Шибалић

Достављено:
- Подносиоцу захтева
- Архиви х 2

ЗАВОД ЗА ЗАШТИТУ ПРИРОДЕ СРБИЈЕ
INSTITUTE FOR NATURE CONSERVATION OF SERBIA
Јапанска 35, 11070 Нови Београд тел: 011 2093 801, факс: 011 2093 867
www.zzps.rs ПИБ 106844260, Матични број 17798561

03 Бр. 021-1259/ 5

08.05.2024

SERBIA ZIJIN COPPER DOO
PRIMLJENO:
2859 - 9 MAY 2024

„SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O.“
ул. Ђорђа Вајферта бр. 29
БОР

Завод за заштиту природе Србије из Београда, ул. Јапанска бр. 35, на основу члана 9. став 18. Закона о заштити природе („Службени гласник РС“, бр. 36/2009, 88/2010, 91/2010 – исправка, 14/2016, 95/2018 други закон и 71/2021), поступајући по Захтеву од 13.03.2024. године, предузећа „SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O.“, ул. Ђорђа Вајферта бр. 29, Бор, даје

МИШЉЕЊЕ

Заводу за заштиту природе Србије доставили сте Захтев, заведен у Заводу под 03 бр. 021-1259/4 од 13.03.2024. године, за мишљење о испуњености услова заштите природе издатих Решењем 03 бр. 021-1259/3 од 12.05.2023. године за израду Допунског рударског пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x10^6 тона руде годишње.

Уз захтев је достављен *Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x10^6 тона руде годишње – Технички пројекат откопавања*, израђен од стране „Института за рударство и металургију Бор“ из Бора.

Увидом у приложени пројекат, утврђено је да су издати услови заштите природе уважени и инкорпорирани у исти, те Завод са аспекта заштите природе нема примедби и даје позитивно мишљење о испуњености услова заштите природе из Решења 03 бр. 021-1259/2 од 12.05.2023. године за предметни Пројекат.

в.д. Д И Р Е К Т О Р А
Марина Шибалић

Достављено:
- Подносиоцу захтева
- Архива

BOR 1962

JAVNO KOMUNALNO PREDUZEĆE
„V O D O V O D"
B O R

19210 Bor, ul. Radomira Jovanovića-Čoče, br.16
Broj žiro računa: 205-11198-56 - Komerc.banka

Matični broj: 07183453
PIB: 100567394
Telefoni:
- centrala 030/421-150; 421-235; 425-662
- faks 030/421-940

Naš znak: 2930/2
Vaš znak : 10950 od 19.09.2023. god.
Bor, 20.10. 2023.god

Serbija Zijin Copper doo Bor
Đorđe Vajferta br. 29
19210 Bor

PREDMET: Uslovi za izradu DRP radi proširenja površinskog kopa „Veliki Krivelj"

Za izradu studije o proceni uticaja na životnu sredinu predmetnog projekta proširenja površinskog kopa „Veliki Krivelj" treba obratiti pažnju na izvorište „kriveljska Banjica" iz koje se snabdeva deo grada pijaćom vodom.

U prilogu su kordinate zaštite sanitarnih zona i radovi koji nesmeju da se izvode u tim zonama.

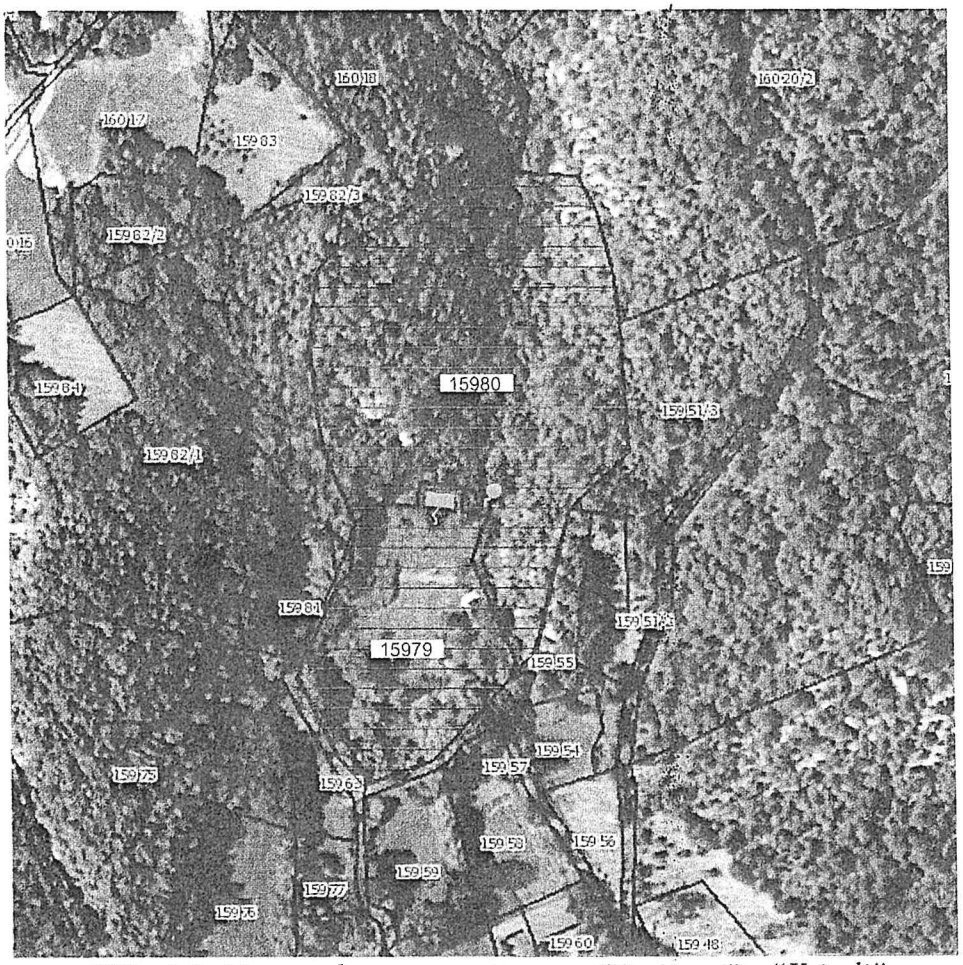
Sastavio: Sl.za inv.i razvoj

Radovan Dimitrievski, dipl.građ.ing.

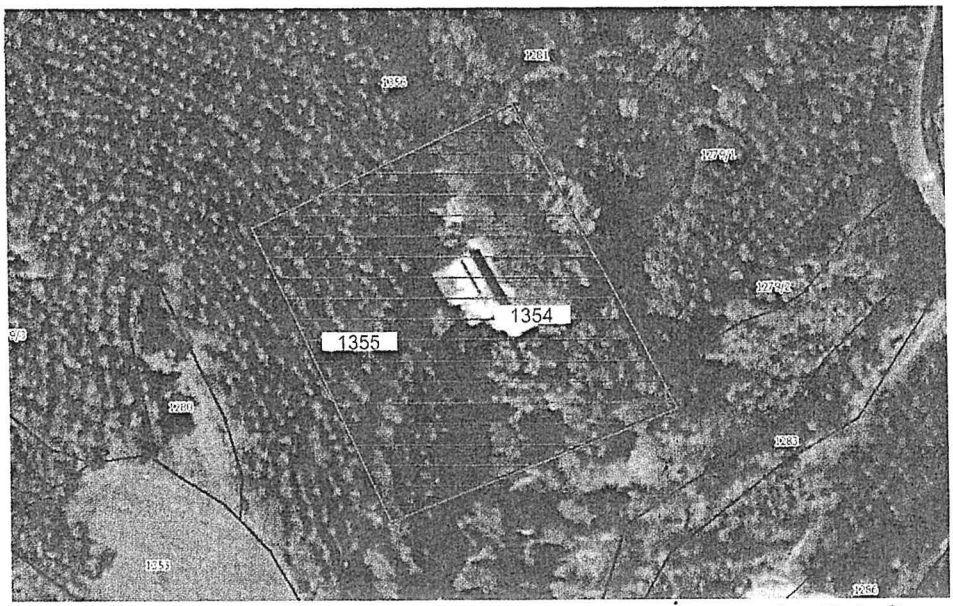
SERBIA ZIJIN COPPER DOO
PRIMLJENO: 20 OCT 2023 7466

Direktor,

Pavić Goran, spec.struk.ing.maš.



Slika 6.3. *Neposredna zona sanitarne zaštite izvorišta "Krivelj"*



Slika 6.4. *Neposredna zona sanitarne zaštite pumpne stanice Krivelj*

6.2. Uža zona zaštite

Uža zonu zaštite (zona ograničenja) mora da bude dovoljna da obezbedi vodu od mikrobiološkog, hemijskog radiološkog i drugih vidova zagađenja. Merama propisanim Pravilnikom („Sl. glasnik RS", br 92/08), u ovoj zoni dozvoljeno je korišćenje zemljišta u poljoprivredne svrhe, uz strogo kontrolisano korišćenje herbicida, pesticida i đubriva. Uža zona zaštite čini površinu zemljišta pod sanitarnim nadzorom na kojoj nije dozvoljena izgradnja objekata, postavljanje uređaja i vršenja radnji koje mogu na bilo koji način zagaditi vodu.

U uslovima kada je izdan formirana u poroznoj sredini karstno-pukotinskog tipa, kada je podzemna voda sa slobodnim nivoom i kada je vodonosna sredina pokrivena povlatnim zaštitnim slojem koji umanjuje uticaj zagađivača sa površine terena, zona II obuhvata prostor sa kog voda dotiče do vodozahvatnog objekta za najmanje jedan dan. Shodno tome za užu zonu zaštite se određuje deo slivnog područja oko izvorišta.

Prostor uže zone sanitarne zaštite ima oblik poligona, a granica je definisana sa osamnaest prelomnih tačaka (A-S), prikazane tabelarno u tabeli 6.1. i na prilogu 5.

Tabela 6.1. Prelomne tačke koje određuju granicu uže zone sanitarne zaštite izvorišta „Kriveljska Banjica"

Prelomna tačka	Y	X	Prelomna tačka	Y	X
A	7588380	4889050	J	7586470	4892250
B	7588000	4889050	K	7587610	4892780
C	7587590	4889340	L	7587970	4892280
D	7587150	4890190	M	7588630	4891720
E	7887280	4890460	N	7588890	4890310
F	7586890	4890940	O	7588790	4889760
G	7586810	4891430	P	7588600	4889660
H	7586500	4891560	R	7588650	4889340
I	7586100	4892000	S	7588380	4889050

Ovako definisana druga zona sanitarne zaštite obuhvata površinu od 5.7 km^2 i na prilogu 5 prikazana je šrafurom crvene boje.

6.3 Šira zona sanitarne zaštite

Šira zona zaštite (zona nadzora) obuhvata teritoriju ili deo teritorije slivnog područja oko izvorišta. U ovoj zoni zabranjena je izgradnja industrijskih ili drugih objekata čije otpadne vode i druge otpadne materije iz tehnološkog procesa proizvodnje mogu ugroziti izvorište. Takođe je zabranjeno korišćenje zemljišta i vršenje drugih delatnosti koji bi mogle da ugroze zdravstvenu ispravnost vode na izvorištu.

U poroznoj sredini karstno-pukotinskog tipa, kada je podzemna voda sa slobodnim nivoom i kada je vodonosna sredina pokrivena povlatnim zaštitnim slojem koji umanjuje uticaj zagađivača sa površine terena, zona III obuhvata celo slivno područje.

Prostor šire zone sanitarne zaštite ima oblik poligona uslovljen samim izgledom slivnog područja izvorišta, a granica je definisana sa dvadesetosam (28) prelomnih tačaka prikazane tabelarno u tabeli 6.2. i na prilogu 5.

Tabela 15. *Prelomne tačke koje određuju granicu šire zone sanitarne zaštite izvorišta „Kriveljska Banjica"*

Prelomna tačka	Y	X	Prelomna tačka	Y	X
1	7588510	4889090	15	7585250	4895500
2	7588000	4889050	16	7585730	4895160
3	7587590	4889340	17	7586220	4894670
4	7587150	4890190	18	7585900	4894300
5	7887280	4890460	19	7586140	4893890
6	7586890	4890940	20	7586740	4893450
7	7586810	4891430	21	7587610	4892780
8	7586500	4891560	22	7587970	4892280
9	7586100	4892000	23	7588630	4891720
10	7584930	4893520	24	7588890	4890310
11	7584950	4893880	25	7588790	4889760
12	7584290	4894370	26	7588600	4889660
13	7583830	4895390	27	7588650	4889340
14	7584500	4895870	28	7588380	4889050

Ovako definisana treća zona sanitarne zaštite obuhvata površinu od 5.68 km^2 i na prilogu 5 prikazana je šrafurom zelene boje.

Sve navedene zone sanitarne zaštite moraju se uneti u katastarske planove, kao i u prostorne i urbanističke planove. Rasprostranjenje predloženih zona sanitarne zaštite može se u određenoj manjoj meri redefinisati u skladu sa Generalnim i Detaljnim urbanističkim planovima, što svakako mora biti rezultat dogovora Investitora i drugih nadležnih državnih i opštinskih institucija, kao i javnih službi. Granice zone I i zone II izvorišta se moraju na terenu obeležiti vidnim oznakama, na način definisan u članovima 32 i 33 Pravilnika o zonama sanitarne zaštite („Sl. glasnik RS", br 92/08).

7. ODRŽAVANJE ZONA SANITARNE ZAŠTITE

„Pravilnikom o načinu određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite objekata za snabdevanje vodom za piće" („Sl. glasnik RS", br 92/08) za svaku zonu sanitarne zaštite su propisane zaštitne mere koje će biti prikazane u daljem tekstu (Članovi 27 – 30):

7.1. Održavanje zone III.

U zoni III ne mogu se graditi ili upotrebljavati objekti i postrojenja, koristiti zemljište ili vršiti druge delatnosti, ako to ugrožava zdravstvenu ispravnost vode na izvorištu, i to:

1) trajno podzemno i nadzemno skladištenje opasnih materija i materija koje se ne smeju direktno ili indirektno unositi u vode;
2) proizvodnja, prevoz i manipulisanje opasnim materijama i materijama koje se ne smeju direktno ili indirektno unositi u vode;
3) komercijalno skladištenje nafte i naftnih derivata;
4) ispuštanje otpadne vode i vode koja je služila za rashlađivanje industrijskih postrojenja;
5) izgradnja saobraćajnica bez kanala za odvod atmosferskih voda;
6) eksploatacija nafte, gasa, radioaktivnih materija, uglja i mineralnih sirovina;
7) nekontrolisano deponovanje komunalnog otpada, havarisanih vozila, starih guma i drugih materija i materijala iz kojih se mogu osloboditi zagađujuće materije ispiranjem ili curenjem;
8) nekontrolisano krčenje šuma;
9) izgradnja i korišćenje vazdušne luke;
10) površinski i potpovršinski radovi, miniranje tla, prodor u sloj koji zastire podzemnu vodu i odstranjivanje sloja koji zastire vodonosni sloj, osim ako ti radovi nisu u funkciji vodosnabdevanja;
11) održavanje auto i moto trka.

7.2. Održavanje zone II.

U zoni II ne mogu se graditi ili upotrebljavati objekti i postrojenja, koristiti zemljište ili vršiti druge delatnosti, ako to ugrožava zdravstvenu ispravnost vode na izvorištu, i to:

1) izgradnja ili upotreba objekata i postrojenja, korišćenje zemljišta ili vršenje druge delatnosti koje se odnose na zonu III;
2) stambena izgradnja;
3) upotreba hemijskog đubriva, tečnog i čvrstog stajnjaka;
4) upotreba pesticida, herbicida i insekticida;
5) uzgajanje, kretanje i ispaša stoke;
6) kampovanje, vašari i druga okupljanja ljudi;
7) izgradnja i korišćenje sportskih objekata;
8) izgradnja i korišćenje ugostiteljskih i drugih objekata za smeštaj gostiju;
9) produbljivanje korita i vađenje šljunka i peska;
10) formiranje novih grobalja i proširenje kapaciteta postojećih.

7.3. Održavanje zone I

U zoni I ne mogu se graditi ili upotrebljavati objekti i postrojenja, koristiti zemljište ili vršiti druge delatnosti, ako to ugrožava zdravstvenu ispravnost vode na izvorištu, i to:

1) izgradnja ili upotreba objekata i postrojenja, korišćenje zemljišta ili vršenje druge delatnosti koje se odnose na zonu II;
2) postavljanje uređaja, skladištenje opreme i obavljanje delatnosti koji nisu u funkciji vodosnabdevanja;
3) kretanje vozila koja su u funkciji vodosnabdevanja van za to pripremljenih saobraćajnica, prilaz vozilima na motorni pogon koja nisu u funkciji vodosnabdevanja, korišćenje plovila na motorni pogon, održavanje sportova na vodi i kupanje ljudi i životinja;
4) napajanje stoke;
5) uzgajanje ribe radi komercijalnog izlovljavanja.

Pristup zoni I dozvoljen je licu zaposlenom u vodovodnom preduzeću. Pravno lice ili preduzetnik koji upravlja vodovodnim sistemom, pristup zoni I se može izuzetno, u opravdanim slučajevima, dozvoliti i drugom licu. O posetiocu zone I vodi se evidencija koja sadrži lične podatke posetioca, period i razlog posete.

Članovima 32 i 33 Pravilnika („Sl. glasnik RS", br 92/08) precizno je definisan način obeležavanja zona sanitarne zaštite, i to I i II zone.

7.4. Obeležavanje zona sanitarne zaštite

Prema tim članovima, I i II zona se obeležavaju vidljivim oznakama, sačinjenim od postojanog materijala. Oznake se postavljaju na mestu ulaza saobraćajnice i pešačke staze u zonu sanitarne zaštite, kao i na pogodnoj odabranoj lokaciji na granici zone sanitarne zaštite van koridora saobraćajnice i pešačke staze, na način da omogućava obaveštenost prolaznika o pristupanju zoni sanitarne zaštite.

Oznaka treba da ima oblik pravougaonika dimenzija 1000×800 mm i postavlja se na dva metalna stuba minimalne visine 1600 mm.
Na oznaci se ispisuje horizontalno i vertikalno centriran tekst čiji sadržaj i veličina zavisi od vrste zone sanitarne zaštite koja se obeležava, i to:

OBELEŽAVANJE ZONE I. Reč: „*zona*" slovima veličine 75 mm, ispod koje sa razmakom između redova 50 mm stoje reči: „***neposredne zaštite***" slovima veličine 75 mm, ispod kojih sa razmakom između redova od 50 mm stoji reč: „***zabranjen***" slovima veličine 75 mm, ispod koje sa razmakom između redova od 50 mm stoje reči: „***pristup nezaposlenim***" slovima veličine 75 mm, ispod kojih sa razmakom između redova od 50 mm stoji reč: „*izvorište*" slovima veličine 75 mm, ispod koje sa razmakom između redova od 50 mm slovima veličine 75 mm, stoji naziv izvorišta, tj. u konkretnom slučaju izvorište „Kriveljska Banjica"(slika 7.1. a);

Република Србија
МИНИСТАРСТВО ПОЉОПРИВРЕДЕ,
ШУМАРСТВА И ВОДОПРИВРЕДЕ
Републичка дирекција за воде
Број: 325-05-223/2023-07
Датум: 27.04.2023. године
Немањина 22-26, Б е о г р а д

SERBIA ZIJIN COPPER DOO
PRIMLJENO: 12 MAY 2023
Znoy

На основу чл. 113, 115. и 117. Закона о водама ("Сл. гласник РС" бр. 30/2010), Закона о изменама Закона о водама ("Сл.гласник РС" бр.93/2012, 101/2016, 95/2018), члана 30. став 2. Закона о државној управи ("Сл. гласник РС" бр. 79/2005, 101/2007, 95/2010, 99/2014, 47/2018 и 30/2018), члана 5. Закона о министарствима ("Сл.гласник РС" бр. 128/2020 и 116/2022) решавајући по захтеву SERBIA ZIJIN COPPER DOO, Бор, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, Републичка дирекција за воде, вршилац дужности директора Маја Грбић, по Решењу Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, број: 119-01-4/26/2022-09 од 28.11.2022. године, издаје:

ВОДНЕ УСЛОВЕ

1. Одређују се технички и други захтеви који морају да се примене у поступку припреме и израде техничке документације – Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње.
2. Водни услови престају да важе по истеку 1 године од дана њиховог издавања, ако у том року није поднет захтев за издавање водне сагласности.
3. Ово решење уписано је у Уписник водних услова за водно подручје Дунав, под редним бр. 270. од 27.04.2023. године.
4. Водним условима одређују се технички и други захтеви које инвеститор мора да испуни при пројектовању и изградњи рударских радова и објеката, који могу трајно, повремено или привремено утицати на промене у водном режиму, и то:

4.1 Да инвеститор уради техничку документацију у свему према важећим одредбама Закона о водама, Закона о рударству а у вези са одговарајућим одредбама Закона о планирању и изградњи;

4.2 Урадити техничку документацију, на основу претходних радова, у свему према важећем закону и прописима из водопривреде и осталим законима, прописима, мишљењима и нормативима за ову врсту објеката;

4.3. У оквиру израде техничке документације извршити одговарајуће геомеханичке, геолошке и хидрогеолошке анализе разматраног простора са посебним освртом на садашње и будуће стање површинских и подземних вода на локацији;

4.4. Утврдити хидрографски положај, сливне површине, плавне зоне у оквиру локације проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње откопа у лежишту „Велики Кривељ“. Техничка решења усагласити са планском документацијом, Студијом утицаја на животну средину, као и хидротехничким решењем из Студије заштите експлоатационог поља Велики Кривељ;

4.5. На основу претходних радова и одговарајућих подлога (урбанистичко-планске, геодетске, геомеханичке, геолошке, хидролошке, хидрогеолошке, псамолошке,...), усвојеног потребног степена заштите, утврђених карактеристичних протицаја, постојеће документације и изведених регулационих објеката, као и претходно издатих водних (водопривредних) аката за предметни водоток и остале водотоке са међусобним утицајем, извршити све потребне анализе и прорачуне, утврдити потребне објекте, радове у склопу откопа руде из лежишта „Велики Кривељ“;

4.6. Димензионисање објеката за прихватање и евакуацију атмосферских вода извршити на основу карактеристичних рачунских вредности интензитета падавина различите вероватноће појаве за предметну локацију и то:

Трајање кише (min)	Интезитет кише I (l/s.ha)				
	P=1%	P=2%	P=5%	P=10%	P=50%
10	553	487	403	343	205
20	353	311	258	219	131
30	266	233	193	165	98,3
60	159	140	1116	98,6	58,9

4.7 Урадити техничку документацију у складу са планском и урбанистичком документацијом и решити имовинско правне односе у водном земљишту, са ЈВП "Србијаводе", и др.;

4.8. Да се изврше хидраулички прорачуни планираних објеката, на основу карактеристичних рачунских протицаја вода у водотоку и осмотрених метеоролошких параметара - мишљење републичке организације надлежне за хидрометеоролошке послове (РХМЗ) као и димензионисање објеката на основу расположивих података;

4.9. Дати таква техничка решења која ће обезбедити потпуно спречавање инфилтрације загађених и потенцијално загађених атмосферских и отпадних вода у подземне воде и спречавање загађења површинских вода;

4.10. Пројектном документацијом дати приказ постојећег стања лежишта Велики Кривељ, као и предвиђену концепцију развоја експлоатације за годишњи капацитет руде 23.1 милиона тона са обухватом техничког решења развоја површинског копа, технолошки опис експлоатације објекта, начин водоснабдевања и испуштања отпадних вода, са приказом планираних капацитета и извршењем, квалитативну и квантитативну идентификацију свих отпадних вода и материја које могу настати из процеса експлоатације објекта. Водити рачуна о постојећем водним објектима, на начин који ће обезбедити заштиту њихове стабилности и заштиту режима вода;

4.11. Техничком документацијом обрадити предвиђени простор копа са аспекта биланса вода које доспевају у простор копа, узимајући у обзир доток са природног слива, доток површинских вода са околног терена, падавине као и могућих инфилтрираних вода из корита Кривељске реке односно припадајућих притока слива Кривељске реке, превасходно на Сарака поток, Тодоров и Ђурган потока и осталих водотока у зони лежишта. За потребе пројектовања заштите комплекса од спољних, као и кишних вода које падну унутар контуре копа, користити податке о карактеристичним падавинама различитих трајања са најближих меродавних метеоролошких станица;

4.12. Све кишне воде настале у оквиру копа прихватити посебним системом канала и уз одговарајуће претходно пречишћавање уз претходно димензионисаних таложника, водосабирника и објеката за третман ових вода, могу се евакуисати до реципијента – Кривељске реке, или до рециркулационог система Кривељске флотације као индустријска вода.

Приказати решење одводњавања копа од површинских и подземних вода са терена и дефинисати њихове количине. Решењем одводњавања копа не сме се угрозити режим вода на локацији као и друге водопривредне објекте.

Извршити анализу појаве великих вода у Кривељској реци са спрегом упуштања вода из копа и утицај истих на површине низводно од копа, као и на постојеће објекте, превасходно пропусне моћи садашњег колектора Кривељске реке испод флотацијског јаловишта „Велики Кривељ“, у новонасталим условима са предвиђеним мерама заштите;

4.13. За испуст пречишћених вода из копа и јаловишта у реципијент превидети изливну грађевину тако да се не изазива ерозија корита и обале при свим режимима течења у реци и изливања воде, а у складу са извршеном регулацијом;

4.14. Дефинисати простор за одлагање јаловине са површинског копа, као и талога из таложних базена, тако да се не угрозе површинске и подземне воде на локацији, дати детаљан приказ техничког решења депоније и технологије депоновања са дефинисаним габаритима депоније и положајем у односу на водотокове у окружењу;

4.15. Предвидети континуалан мониторинг квалитета вода који укључује површинске воде, потенцијално акумулиране воде које су формиране као последица рударских активности, подземне воде ужег и ширег подручја, посебно у постојећим бунарима у непосредном окружењу површинског копа и флотацијског јаловишта;

4.16. Предвидети мерење количина пречишћених вода које се испуштају у водоток, као и редовне анализе квалитета ових вода са оценом утицаја на квалитет Кривељске реке односно њених притока;

4.17. Предвидети места за узорковање пречишћених зауљених и технолошких отпадних вода пре и после њиховог третмана;

4.18. Утврдити положај свих објеката у функцији површинског копа „Велики Кривељ“ у односу на зоне санитарне заштите изворишта водоснабдевања и предвидети одговарајуће мере у складу са прописима из области санитарне заштитите;

4.19. У циљу заштите од загађења површинских и подземних вода од нафте и нафтних деривата, предвидети уређење оног дела где ће бити смештени резервоари за нафту и нафтне деривате и пумпни агрегат, при чему је неопходно предвидети да подлога буде непропусна са падом ка најнижој тачки површине и обавезним таложником за механичке нечистоће и сепаратором масти и уља;

4.20. Предвидети мере заштите површинских и подземних вода у случају хаваријског загађења;

4.21. Техничком документацијом усагласити све претходно изведене објекте са планираним објектима;

4.22. Предвидети такав начин изградње и експлоатације објеката, да не дође до загађења вода хазардним, штетним материјама, нафтом и њеним дериватима и др.;

4.23. Пројектом дефинисати рекултивацију деградираних површина након истека експлоатационог века. По потреби предвидети антиерозионе мере како би се по завршетку радова на јаловишту спречило могуће ерозионо дејство воде и ветра, односно плувијална ерозија (ерозија кишом) и еолска ерозија (ерозија ветром);

4.24. За све друге активности, мора се предвидети адекватно техничко решање у циљу спречавања загађења површинских и подземних вода;

4.25. Да је по изради пројеката, инвеститор дужан да поднесе захтев за издавање водне сагласности, а у току експлоатације за објекте и радове за које је прописано издавање водне дозволе, поднесе захтев за издавање водне дозволе у складу са прописима.

О б р а з л о ж е њ е

SERBIA ZIJIN COPPER DOO, Бор, Бор, ул. Ђорђа Вајферта бр. 29 , (МБ:07130562), (ПИБ: 100570195) као инвеститор, обратио се захтевом за прибављање водних услова за израду техничке документације: Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње и доставио следећу документацију:

- Захтев за издавање водних услова;
- Попуњен О-1 Образац
- Информација о локацији издата од стране Градске управе Бор Одељење за урбанизам, грађевинске, комуналне, имовинско-правне и стамбене послове, Одсек за обједињену процедуру издавања дозвола и комуналне послове, под бр. 350-60/2023-III/05 од 21.03.2023. године;
- Студија заштите експлоатационих поља Велики Кривељ и Церово и насеља Велики Кривељ од површинских вода и обезбеђивање потребних количина техничке воде за рудник бакра Церово, урађено од стране Института за водопривреду „Јарослав Черни“ Београд, 2015. године:
- Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6x106 тона руде годишње – Извод из основне концепције, урађен од Института за рударство и металургију Бор, ул. Зелени булевар бр. 35. под бројем 257/33 од 22.02.2023. године;
- Ситуациона карта стања рударских радова са позицијама објеката одводњавања на ПК "Велики Кривељ" на крају периода експлоатације 2038-2041;
-Мишљење ЈВП „Србијаводе“, ВПЦ„Сава-Дунав“,Београд, бр.11682/1 од 31.12.2021.год;
-Мишљење РХМЗ Србије бр. 922-1-252/2021 од 29.12.2021.год;
-Мишљење Агенције за заштиту животне средине, број 325-01-7/496/2021-02 од 24.12.2021.године.

На основу приложене документације у списима предмета, утврђено је:

Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде - Републичка дирекција за воде, је у оквиру својих надлежности дало услове у диспозитиву акта, у складу са одредбама чл. 113. - 118. Закона о водама. Према одребама чл. 117. ст. 1 т. 15. Закона о водама објекат је сврстан у тип: рударски радови и објекти. На основу чл. 43. овога закона у смислу водне делатности у питању је је заштита од вода и заштита вода од загађивања.

Најближи водоток: Кривељска река, водно подручје Дунав, чл.27. Закона о водама и Одлуке о одређивању граница водних подручја („Сл. гласник РС“ 75/2010), и чл.1. и 5. Правилника о одређивању подсливова („Сл. гласник РС“ бр.54/2011).

Кривељска река, према Одлуци о утврђивању Пописа вода I реда, је вода II реда („Сл. гласник РС“ бр.83/10). Предметни простор се налазе на подручју водне јединице број 13, Тимок-Зајечар, према Правилнику о одређивању водних јединица и њихових граница ("Сл. гласник РС" бр.8/2018).

У складу са Правилником о утврђивању водних тела површинских и подземних вода („Сл. гласник РС“ број 96/10), Кривељска река од ушћа у Борску реку до бране Кривељ одређена је под редним бројем 474 као водно тело река - шифра КРИВ_1 у дужини од 10,13 км, Акумулација Кривељ, као значајно измењено водно тело одређена је под редним бројем 475, шифра водног тела КРИВ_2 у дужини од 1,92 км, Кривељска река од ушћа у Борску реку до бране Кривељ, Кривељска река узводно од акумулације Кривељ одређена је под редним бројем 476 као водно тело река - шифра КРИВ_3 у дужини од 9.39 км

У складу са Правилником о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ број 74/11) - Прилог 2, водна тела КРИВ_1 и КРИВ_2 И КРИВ_3 припадају ТИП-у 3 – мали и средњи водотоци, надморска висина до 500 м, доминација крупне подлоге.

На основу Уредбе о категоризацији водотока река дата је категорија реке сходно ("Сл. гласник СРС" број 5/68), а максималне количине опасних материја у водама су дате Правилником о опасним материјама у водама ("Сл.гласник СРС" бр.31/82) и не смеју се прекорачити. Загађујуће супстанце које се испуштају отпадним водама у реципијент, морају задовољити критеријуме Уредбе о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС" бр.67/11) и измена Уредбе ("Сл.гласник РС" 48/2012 и 1/2016). Уредбом о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС" бр.50/2012) утврђене су граничне вредности загађујућих супстанци у површинским и подземним водама и седименту, као и рокови за њихово достизање. Мерење количина и испитивање отпадних вода урадити сходно Правилнику о начину и условима за мерење количине и испитивање отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима ("Сл. гласник РС" бр.33/2016).

Локација лежишта бакра "Велики Кривељ" се налази у северном делу територије града Бора у атарима села Велики Кривељ и Бучје. Откопавање руде и јаловине се обавља према Главном рударском пројекту откопавања лежишта руде Велики Кривељ (Институт за бакар Бор, 1978. године) и Допунском рударском пројекту откопавања и прераде руде бакра у лежишту „Велики Кривељ“ за капацитет $10,6\times10^6$ тона влажне руде годишње (Институт за рударство и металургију, 2011. године).

Концепцијски развој површинског копа Велики Кривељ у дефинисаном периоду експлоатације од 2023. до 2041. године опредељен је на основу задовољења следећих услова:

-максималном искоришћењу лежишта;

-постизању пројектованог капацитета на откопавању руде бакра;

-стварању могућности за несметан рад више јединица примењене основне и помоћне опреме у дефинисаним фазама развоја копа;

-обезбеђењу прописаних стабилности радних и завршних копа

-обезбеђењу потребне сигурности људства и опреме при извођењу рударских радова.

Годишњи капацитет откопавања руде износи $10,6x10^6$ тона

Капацитет на откопавању јаловине лимитиран је:

-капацитетом транспортног система за јаловину и

-недостатком слободног простора за одлагање на постојећим камионским одлагалиштима.

За конструкцију контуре површинског копа и обрачун експлотационих резерви унутар граница Б и Ц1 резерви, као основа коришћен је блок модел лежишта.

Развој рударских радова одвија се у 4 фазе, при чему Фаза 4 представља коначну границу копа за дефинисани период експлоатације.

Конструкција површинског копа Велики Кривељ извршена је на бази оверених биланских резерви, дефинисаних геометријских и техно-економских параметара и пројектованог годишњег капацитета откопавања.

Дно површинског копа у коначном захвату је на к–85 м. Највиша тачка је на к+500 м, те је највећа дубина копа Х=585 м.

Систем за заштиту од вода састоји се од канала, таложника за механичко пречишћавање вода, водосабирника и пумпних постројења. Ободним заштитним каналима коп се брани од вода са сливног подручја Ђурган и Тодоров поток. Вода из ових канала, након таложења, спроводи се до Кривељске реке .

Етажним каналима и каналима дуж транспортних путева прихватају се и одводе воде које се јаве унутар контуре копа. Воде које се јаве изнад коте к+305 м одводе се до етажних водосабирника одакле се воде до таложника и системом пумпи и цевовода одводе ван контуре копа. Воде које се појављују испод коте к+305 м, прихватају се етажним каналима или каналима дуж транспортних путева, спроводе

се на дно површинског копа, до водосабирника. Из водосабирника се вода пумпама испумпава на ниво месног ерозионог базиса. Канали су смештени дуж транспортних путева и понегде по плануму етаже и међусобно су функционално повезани системом водосабирника, пумпних постројења и цевоводима који воде до таложника.

Концепцијско решење одводњавања на површинском копу Велики Кривељ базира се на развоју радова на копу према дефинисаној динамици откопавања за период од 2023. године до краја века експлоатације 2041. године, у смислу израде канала, водосабирника и таложника, брана и водених акумулација.

Основна тежња код пројектовања система заштите је да се вода прихвати на што вишој коти и да се гравитацијски одведе ван контура копа или до водосабирника одакле ће се испумпавати. Концепција одводњавања је дефинисана на основу анализе могућих решења смањења количине воде која би потенцијално доспевала у радни простор површинског копа.

Положај и величина објеката одводњавања на копу дефинисана у Техничком пројекту откопавања. На основу услова и развоја експлоатације, као и чињенице да је граница овог пројекта главни таложник на коти к+302 м, сачињено је основно концепцијско решење које се базира на максималном коришћењу постојећих објекта заштите и одводњавања и састоји у следећем:

-да се сва вода са сливних подручја, са којих вода гравитира према копу, прихвати заштитним ободним каналима и гравитацијски одведе ван подручја копа.

-да се воде које доспеју у контуру копа са етажа изнад месног ерозионог базиса (изнад к+305 м) прихватају каналима и гравитацијски одводе до таложника на коти к+302 м.

-да се све воде са етажа испод нивоа месног ерозионог базиса (испод к+305 м) прихватају на нивоима препумпавања и одатле испумпавају у таложник на коти к+302 м. На нивоима препумпавања, зависно од тренутне дубине копа, израдиће се нови или ће се користити постојећи водосабирници из којих ће се системом каскадног препумпавања воде евакуисати ван контура копа.

-да се све воде које гравитирају ка одлагалишту Сарака, прихвате каналима и гравитацијски одведу до постојећег система одводњавање површинског копа Велики Кривељ. Воде које не могу да се гравитацијски одведу у постојећи систем одводњавања, прикупљаће се у водосабирницима и испумпати у постојећи систем одводњавања површинског копа.Велики Кривељ. Све воде које доспеју у одлагалиште Сарака одводе се у постојећи систем одводњавања површинског копа Велики Кривељ, тако да нема њиховог директног испуштања у радну околину. Такође, на локалитету одлагалишта Сарака нема природних водотокова који се пресецају радовима на формирању одлагалишта. Одводњавање одлагалишта Сарака детаљно је обрађено у Допунском рударском пројекту проширења одлагалишта раскривке "Сарака" површинског копа Велики Кривељ, Институт за рударство и металургију Бор, 2021.

-у случају великих прилива вода, најнижа етажа се користи као привремени водосабирник, с тим што се пре тога мора евакуисати опрема и људство са те етаже. Дно копа (привремено) у том случају постаје нерадна етажа, што се динамиком и плановима мора предвидети.

-у случају максималних прилива – поплавни талас воде са копа ће се испуштати у Кривељску реку. Због кратког времена контакта са минералима руде ове воде неће садржавати недозвољене количине хемијских загађивача.

-све воде које се гравитацијски доводе са етажа изнад к+305 м, односно воде које се препумпавају из контуре копа (испод коте к+305 м), као и воде са одлагалишта Сарака и из Акумулације 1, доводе се у таложник на к+302 м одакле се системом за снабдевање водом транспортују до флотације Велики Кривељ. Снабдевање флотације Велики Кривељ водом биће обрађено посебним Допунским рударским пројектом. Таложник на коти к+302 м је граница овог техничког пројекта одводњавања.

Унутар контуре копа појављују се подземне и воде од атмосферских падавина. Прилив подземних вода је променљив у зависности од дубине копа. Прилив вода од атмосферских падавина је променљивог интензитета, а у зависности је од времена трајања, учесталости и интензитета падавина. Евакуација ових вода из контуре копа се врши на два начина, каналима и системом каскадног препумпавања. Директно одвођење воде каналима је могуће са дела копа који се налази изнад коте к+305 м. Одвођење воде које падну испод коте к+305 м се врши системом који се састоји од канала који ове воде усмерава према водосабирницима из којих се вода испумпава системом пумпи и цевовода. Израда канала и водосабирника прати развој радова на експлоатацији.

Рудничке воде које могу да се улију у отворене водотокове су воде које се каналима доводе до таложника, у случају максималних прилива вода

У циљу заштите југоисточног бока површинског копа од вода Сарака потока, изграђен је колектор који има функцију регулације Сарака потока. Воде које протичу кроз овај колектор уливају се

у колектор Кривељске реке. Постојећи колектор биће у функцији до завршетка изградње тунела за измештање Кривељске реке, након чега ће улаз у колектор бити блиндиран баражом. Заобилазни тунел за измештање Кривељске реке се пројектује као линијски грађевински објекат према Закону о планирању и изградњи и није предмет пројектовања у овом Допунском рударском пројекту.

Проширење копа ка западу условљено је претходним измештањем корита Кривељске реке изградњом обилазног тунела у зони површинског копа и флотацијског јаловишта Велики Кривељ. Изградњом новог тунела Кривељске реке престаје функција колектора Сарака потока. Пројектно решење предвиђа блиндирање улаза у колектор и изградњу бране на к+365 м, чиме се стварају услови за формирање акумулације воде – Акумулација-1. Претходним припремним грађевинским радовима, мора да се предвиди адекватна заштита ножице одлагалишта Сарака потока, што ће бити обрађено посебним пројектом.

У поступку издавања ових водних услова имали су се у виду и издати Водни услови овог Министарства – Републичке дирекције за воде број 325-05-01084/2021-07 од 10.01.2022. у поступку припреме и израде техничке документације – Допунски рударски пројекат откопавања руде бакра у лежишту „Велики Кривељ“ за капацитет 23,10 Mt руде годишње, као и мишљења која су том приликом прибављена по службеној дужности, а која се налазе у архиви овог органа и коришћена су у поступку издавања предметних водних услова.

Решавајући по поднетом захтеву уз уважавање мишљења из приложене документације, стручна служба овог Министарства предложила је издавање водних услова наведених у диспозитиву акта.

Водни услови у диспозитиву овог акта су дати по основу одредаба чл. 3, 8, 10, 23.-25, 52, 53, 71, 72, 77, 81, 97. и 133. Закона о водама.

Странка је ослобођена плаћања републичке административне таксе за решење по захтеву за издавање водних аката у складу са одредбама чл.18.тач.2. Закона о изменама и допунама Закона о републичким административним таксама (" Сл.гласник РС" , бр.50/11).

В.Д. ДИРЕКТОРА

Маја Грбић, дипл.правник.

ДОСТАВИТИ:
-SERBIA ZIJIN COPPER DOO
Ул. Ђорђа Вајферта 29, 19.210 Бор
- Градска управа Бор
Ул. Моше Пијаде 3, 19.210 Бор
- ЈВП " Србијаводе", ВПЦ " Сава-Дунав"
- Водна инспекција
- Водна књига
- Архива

Република Србија
МИНИСТАРСТВО ПОЉОПРИВРЕДЕ,
ШУМАРСТВА И ВОДОПРИВРЕДЕ
Републичка дирекција за воде
Број: 325-05-223/2023-07
29.05.2023.године
Немањина 22-26, Београд

SERBIA ZIJIN COPPER DOO
PRIMLJENO:
1036 07 JUN 2023

На основу чл. 113, 115. и 117. Закона о водама ("Сл. гласник РС" бр. 30/2010), Закона о изменама Закона о водама ("Сл.гласник РС" бр.93/2012, 101/2016, 95/2018), члана 30. став 2. Закона о државној управи ("Сл. гласник РС" бр. 79/2005, 101/2007, 95/2010, 99/2014, 47/2018 и 30/2018), члана 5. Закона о министарствима ("Сл.гласник РС" бр. 128/2020 и 116/2022) решавајући по захтеву привредног друштва SERBIA ZIJIN COPPER DOO, Бор, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, Републичка дирекција за воде, вршилац дужности директора Маја Грбић, по Решењу Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, број: 119-01-4/26/2022-09 од 28.11.2022. године, издаје:

ИСПРАВКУ
ВОДНИХ УСЛОВА

Акт о издавању Водних услова број 325-05-223/2023-07 од 27.04.2023 године којим се одређују технички и други захтеви који морају да се примене у поступку припреме и израде техничке документације – Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње, донетог по захтеву привредног друштва SERBIA ZIJIN COPPER DOO, Бор, (МБ: 07130562, ПИБ: 100570195), ул. Ђорђа Вајферта бр. 29, због грешке мења се у делу:

1. У услову 4.10. диспозитива акта о издавању водних услова, на страни 2. уместо речи „годишњи капацитет руде 23.1 милиона тона“, брише се и замењује речима „годишњи капацитет руде 10.6 милиона тона“.
2. Водни услови број: 325-05-223/2023-07 од 27.04.2023 године, у осталом делу остају неизмењени;
3. Исправка водних услова почиње да производи правна дејства од када је донет акт о исправци водних услова..

О б р а з л о ж е њ е

У поступку решавања захтева привредног друштва SERBIA ZIJIN COPPER DOO, Бор, ово Министарство – Републичка дирекција за воде издало је Водне услове под бројем 325-05-223/2023-07 од 27.04.2023 године, којим се одређују технички и други захтеви који морају да се примене у поступку припреме и израде техничке документације – Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње.

Након пријема горе наведеног акта о издавању водних услова, подносилац захтева привредно друштво SERBIA ZIJIN COPPER DOO, Бор, уочивши грешку у податку који је погрешно наведен у услову број 4.10. диспозитива у којем је погрешно наведен податак годишњем капацитету експлоатације руде, новим захтевом затражена је исправка водних услова у делу у коме је дошло до грешке.

Прегледом документације, односно захтева за исправку Водних услова, утврђено је да се несумњиво ради о грешци, односно нетачно наведеном податку у услову број 4.10. диспозитива акта о издавању водних услова, те сходно тој чињеници овај орган – Републичка дирекција за воде доноси акт о Исправци водних услова као у диспозитиву.

На основу Правилника о садржини, начину вођења и обрасцу водне књиге ("Службени гласник РС", бр. 86/2010), измена овог акта као и водни услови уведени су Уписник водних услова за водно подручје „Дунав“.

Странка је ослобођена плаћања републичке административне таксе за решење по захтеву за издавање водних аката у складу са одредбама чл.18.тач.2. Закона о изменама и допунама Закона о републичким административним таксама (" Сл.гласник РС" , бр.50/11).

ДОСТАВИТИ:
-SERBIA ZIJIN COPPER DOO
Ул. Ђорђа Вајферта 29, 19.210 Бор
- Градска управа Бор
Ул. Моше Пијаде 3, 19.210 Бор
- ЈВП " Србијаводе", ВПЦ " Сава-Дунав"
- Водна инспекција
- Водна књига
- Архива

В.Д. ДИРЕКТОРА
Маја Грбић, дипл.правник.

Република Србија
МИНИСТАРСТВО ПОЉОПРИВРЕДЕ,
ШУМАРСТВА И ВОДОПРИВРЕДЕ
Републичка дирекција за воде
Број: 325-04-509/2023-07
11.09.2023.године
Немањина 22-26, Београд

На основу чланова 113.-121. Закона о водама ("Сл. гласник РС" бр.30/2010), Закона о изменама Закона о водама ("Сл.гласник РС" бр.93/2012, 101/2016, 95/2018), члана 30. став 2. Закона о државој управи ("Сл.гласник РС" бр. 79/2005, 101/2007, 95/2010, 99/2014, 47/2018 и 30/2018), члана 5. Закона о министарствима ("Сл.гласник РС" бр. 128/2020 и 116/2022) и члана 136. Закона о општем управном поступку ("Сл. гласник РС", бр. 18/2016), решавајући по захтеву подносиоца захтева SERBIA ZIJIN COOPER DOO BOR, ул Ђорђа Вајферта 29, град Бор, (МБ: 07130562, ПИБ: 100570195), у управној ствари издавања водне сагласности, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, Републичка дирекција за воде, вршилац дужности директора Маја Грбић, по Решењу Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде, број: 119-01-4/26/2022-09 од 28.11.2022. године, доноси:

Р Е Ш Е Њ Е
О ИЗДАВАЊУ ВОДНЕ САГЛАСНОСТИ

1.Утврђује се да је техничка документација, под називом Допунски рударски пројекат проширења површинског копа „Велики Кривељ“ према северозападу за капацитет од $10,6\times10^6$ тона руде годишње, урађена у складу са Водним условима број 325-05-223/2023-07 од 27.04.2023.године и актом о исправци водних услова од 29.05.2023. године.

2.Водна сагласност престаје да важи ако се у року од 2 године од дана њеног добијања не отпочне са извођењем радова.

3.Уколико се не испуни услов из тачке 2. донеће се Решење о престанку важења водне сагласности.

4.Решење о издавању водне сагласности је уписано у Уписнику водних сагласности за водне подручје Дунав, под редним бројем 104. од 11.09.2023.године.

5.Право стечено на основу водне сагласности не може се, без сагласности надлежног органа који је издао водну сагласност, пренети на друго лице.

6.Решење о издавању водне сагласности се издаје инвеститору, пре почетка извођења радова, под следећим условима:

6.1.Да инвеститор рударских радова и објеката, благовремено, реши све имовинско-правне односе и евентуалне друге техничке проблеме у водном земљишту са Јавним водопривредним предузећем "Србијаводе", ВПЦ "Сава-Дунав";

6.2.Инвеститор је дужан, да о почетку извођења радова и објеката, писменим путем обавести и Јавно водопривредно предузеће "Србијаводе" ВПЦ "Сава-Дунав", како би оно могло да прати да ли се извођење радова одвија на начин којим се не нарушава водни режим, у складу са прописима у водопривреди;

6.3.Да инвеститор по завршетку рударских радова и градње објеката Јавном водопривредном предузећу "Србијаводе" ВПЦ "Сава-Дунав" достави пројекте изведених радова и објеката који утичу на режим вода, ради увођења у регистар водних објеката;

6.4.Да се предметни радови и објекти изводе према достављеној ревидованој техничкој документацији, према датим водним условима, мишљењима, позитивним законским прописима и нормативима који важе за ову врсту радова и објеката;

6.5.Да се, за време извођења рударских радова и објеката, без обзира на динамику извођења радова и објеката, не ремети функционисање постојећих водних и других објеката, изворишта јавних и сеоских водовода, режим подземних и површинских вода, водно земљиште водотокова и

сервисне путеве служби и механизације при спровођењу одбране од поплава, и др. супротно одредбама чл. 97. и 133. Закона о водама и истима не наносе штете и оштећења, не нарушава постојећи водни режим и квалитет подземних и површинских вода и не врше радње супротне прописима. Инвеститор је дужан да евентуалне штете надокнади а њихове узроке отклони у најкраћем року о свом трошку;

6.6.Да је, инвеститор дужан да евентуалне техничке проблеме и штете, који би могли настати услед несагледавања свих проблема или некомплетних пројектних решења, као и последице од одступања у току извођења рударских радова и објеката, као и евентуалних поремећаја у квалитету и квантитету површинских и подземних вода, благовремно разреши, њихове узроке отклони и штете надокнади, о свом трошку и у најкраћем року, и да оствари пројектовани водни режим и одржава га до краја извођења радова и објеката на рударском копу;

6.7.Воде које инвеститор у току радова гравитацијом ли препумпавањем буде убацивао у површинске воде не смеју се истим реметити природни режим вода у водотоку у смислу одредаба чл. 3. ст. 1. тч. 40. Закона о водама и супротно одредбама чл. 93. 93а. 97. 98. и 133. Закона о водама. У супротном инвеститор о свом трошку мора извести прописно уређење речног корита које ће прихватити и додатне воде без штете по обале, објекте, пољопривредно земљиште и др., односно изградити одговарајућа постројења за пречишћавање загађених вода до прописаног квалитета вода у реципијенту;

6.8.Да се у току извођења рударских радова и објеката угради мерни објекти и уређаји за регистровање количина испуштених вода и врши испитивање квалитета испуштених вода и испитивање квалитета воде у водотоцима, на које могу утицати рударске активности;

6.9.Да се на комплексу рудника на предвиђеним локацијама осматрају континуално нивои подземних вода и испитује квалитет подземних вода и површинских вода и у случају промена квалитета истих предузети све мере, како би се квалитет вода довео на прописани ниво;

6.10.Да се уради Правилник о мерама које треба предузети у ексцесивним ситуацијама код појаве великих вода у циљу заштите рудника, људства, механизације, режима вода, и др.;

6.11.Да се, по извршеним радовима изградњи објеката који могу утицати на водни режим, обављеном техничком прегледу објеката, и испуњењу услова из водних аката, поднесе захтев за издавање водне дозволе, у складу са прописима.

О б р а з л о ж е њ е

Привредно друштво SERBIA ZIJIN COOPER DOO BOR, поднело је овом Министарству захтев за водну сагласност на техничку документацију Допунски рударски пројекат проширења површинског копа „Велики Кривељ“ према северозападу за капацитет од $10,6\times10^6$ тона руде годишње и доставило следећу документацију у електронском облику и то:

1. Попуњен Образац О-3 за водну сагласност;
2. *Допунски рударски пројекат проширења површинског копа „Велики Кривељ“ према северозападу за капацитет од $10,6\times10^6$ тона руде годишње* (урађен од Института за рударство и металургију Бор – Центар за пројектовање металичних минералних сировина, март 2023, године);
- Књига 1 - Основна концепција
- Књига 1.1. – Технички пројекти откопавања
- Књига 1.2. - Технички пројекат одводњавања
3. Извештај о техничкој контроли број: 1456 од 13.07.2023. године, урађен од Рударско - геолошког факултета Универзитета у Београду;
4. Информацију о локацији број 350-162/2022-III/05 od 25.08.2021. издата од Градске управе града Бора;
5. Водни услови које је издала Републичка дирекција за воде број 325-05-223/2023-07 од 27.04.2023. године;
6. Исправка водних услова број: 325-05-223/2023-07 од 29.05.2023. године.

На основу прегледа достављене документације констатовано је следеће:

Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде - Републичка дирекција за воде, је у оквиру својих надлежности дало услове у диспозитиву акта, у складу са одредбама чл. 113. - 121. Закона о водама. Према одребама чл. 117. ст. 1 т. 15. Закона о водама објекат је сврстан у тип: рударски радови и објекти. На основу чл. 43. овога закона у смислу водне делатности у питању је је заштита од вода и заштита вода од загађивања.

Најближи водоток: Кривељска река, водно подручје Дунав, чл.27. Закона о водама и Одлуке о одређивању граница водних подручја („Сл. гласник РС“ 75/2010), и чл.1. и 5. Правилника о одређивању подсливова („Сл. гласник РС“ бр.54/2011).

Кривељска река, према Одлуци о утврђивању Пописа вода I реда, је вода II реда („Сл. гласник РС“ бр.83/10). Предметни простор се налазе на подручју водне јединице број 13, Тимок-Зајечар, према Правилнику о одређивању водних јединица и њихових граница ("Сл. гласник РС" бр.8/2018).

У складу са Правилником о утврђивању водних тела површинских и подземних вода („Сл. гласник РС“ број 96/10), Кривељска река од ушћа у Борску реку до бране Кривељ одређена је под редним бројем 474 као водно тело река - шифра КРИВ_1 у дужини од 10,13 км, Акумулација Кривељ, као значајно измењено водно тело одређена је под редним бројем 475, шифра водног тела КРИВ_2 у дужини од 1,92 км, Кривељска река од ушћа у Борску реку до бране Кривељ, Кривељска река узводно од акумулације Кривељ одређена је под редним бројем 476 као водно тело река - шифра КРИВ_3 у дужини од 9.39 км

У складу са Правилником о параметрима еколошког и хемијског статуса површинских вода и параметрима хемијског и квантитативног статуса подземних вода („Сл. гласник РС“ број 74/11) - Прилог 2, водна тела КРИВ_1 и КРИВ_2 И КРИВ_3 припадају ТИП-у 3 – мали и средњи водотоци, надморска висина до 500 м, доминација крупне подлоге.

Загађујуће супстанце које се испуштају отпадним водама у реципијент, морају задовољити критеријуме Уредбе о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС" бр.67/11) и измена Уредбе ("Сл.гласник РС" 48/2012 и 1/2016). Уредбом о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС" бр.50/2012) утврђене су граничне вредности загађујућих супстанци у површинским и подземним водама и седименту, као и рокови за њихово достизање, као и Уредби о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање („Сл.гласник РС“ број 35/2011).

Мерење количина и испитивање отпадних вода треба радити сходно Правилнику о начину и условима за мерење количине и испитивање отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима ("Сл. гласник РС" бр.33/2016).

Компанија Serbia Zijin Cooper Доо Бор планира проширење у северозападном делу финалне контуре копа, дефинисане важећим Допунским рударским пројектом из 2011. године, ради захватања нових експлоатационих резерви у оквиру оверених резерви. Захватање нових резерви у северозападном делу површинског копа подразумева проширење копа у односу на контуру копа за коју постоји Одобрење Министарства рударства и енергетике за извођење радова број 310-02-00411/2012-06, па је потребна израда новог Допунског рударског пројекта проширења површинског копа „Велики Кривељ“ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 тона руде годишње и за те потребе прибављени су од овог министарства водни услови.

Основна концепција, на основу постојећих услова експлоатације и стања рударских радова на терену децембра 2022. године, дефинише дугорочни развој површинског копа „Велики Кривељ“ са капацитетом од 10,6 милиона тона руде годишње. Основна концепција дефинише у наредном деветнаестогодишњем периоду следеће:

- оптималну завршну контуру површинског копа „Велики Кривељ“
- развој копа по фазама (захватима) и динамику откопавања у северозадном делу копа у границама оверених биланских резерви
- потребне капацитете експлоатације по свим технолошким фазама рада на јаловини и руди ради дугорочног одржања континуитета на обезбеђењу пројектованог капацитета од 10,6 мил. тона руде

Дефинисан је дугорочни развој површинског копа кроз 4 фазе развоја и пројектована је дугорочна динамика експлоатације до краја века површинског копа „Велики Кривељ“ од 19 година.

Максимални годишњи капацитет на откопавњу јаловине износи око 25 милона тона годишње, односно око 36 милиона тона ископина. Ове количине јаловине се одлажу на постојећа два одлагалишта „Сараку“ и стари Коп Бор. Пројектовани простор за одлагање јаловине је довољан да се смести укупна количина јаловине у веку површинског копа.

Техничким пројектом откопавања је дефинисана технологија откопавања руде и јаловине по технолошким фазама рада. Експлоатација руде и јаловине на површинском копу „Велики Кривељ“ се обавља дисконтинуалном технологијом.

Техничко решење одводњавања копа „Велики Кривељ“ пројектовано је на основу услова и развоја експлоатације, као и чињенице да је граница овог пројекта таложник на коти к+302 м, које се базира на максималном коришћењу постојећих објекта заштите и одводњавања и састоји у следећем:

- да се сва вода са сливних подручја, са којих вода гравитира према копу, прихвати заштитним ободним каналима и гравитацијски одведе ван подручја копа;
- да се воде које доспеју у контуру копа са етажа изнад месног ерозионог базиса (изнад к+305 м) прихватају каналима и гравитацијски одводе до таложника на коти к+302 м.
- да се све воде са етажа испод нивоа месног ерозионог базиса (испод к+305 м) прихватају на нивоима препумпавања и одатле испумпавају у таложник на коти к+302 м. На нивоима препумпавања, зависно од тренутне дубине копа, израдиће се нови или ће се користити постојећи водосабирници из којихће се системом каскадног препумпавања воде евакуисати ван контура копа.
- да се све воде које гравитирају ка одлагалишту Сарака, прихвате каналима и гравитацијски одведу до постојећег система одводњавање површинског копа „Велики Кривељ“ Воде које не могу да се гравитацијски одведу у постојећи систем одводњавања, прикупљаће се у водосабирницима и испумпати у постојећи систем одводњавања површинског копа „Велики Кривељ“. Све воде које доспеју у одлагалиште Сарака одводе се у постојећи систем одводњавања површинског копа „Велики Кривељ“, тако да нема њиховог директног испуштања у радну околину. Такође, на локалитету одлагалишта Сарака нема природних водотокова који се пресецају радовима на формирању одлагалишта. Одводњавање одлагалишта Сарака детаљно је обрађено у Допунском рударском пројекту проширења одлагалишта раскривке "Сарака“ површинског копа Велики Кривељ, Институт за рударство и металургију Бор, 2021.;
- да ће се у случају великих прилива вода, најнижа етажа користи као привремени водосабирник, с тим што се пре тога мора евакуисати опрема и људство са те етаже. Дно копа (привремено) у том случају постаје нерадна етажа;
- да ће се у случају максималних прилива — поплавни талас воде са копа испуштати у Кривељску реку. Због кратког времена контакта са минералима руде ове воде неће садржавати недозвољене количине загађујућих материја;
- све воде које се гравитацијски доводе са етажа изнад к+305 м, односно воде које се препумпавају из контуре копа (испод коте к+305 м), као и воде са одлагалишта Сарака и из Акумулације 1, доводе се у таложник на к+302 м одакле се системом за снабдевање водом транспортују до флотације „Велики Кривељ“. Снабдевање флотације „Велики Кривељ“ водом биће обрађено посебним Допунским рударским пројектом. Таложник на коти к+302 м је граница овог техничког пројекта одводњавања.

Унутар контуре копа појављују се подземне и воде од атмосферских падавина. Прилив подземних вода је променљив у зависности од дубине копа. Прилив вода од атмосферских падавина је променљивог интензитета, а у зависности је од времена трајања, учесталости и интензитета падавина. Евакуација ових вода из контуре копа се врши на два начина каналима и системом каскадног препумпавања.

Директно одвођење воде каналима је могуће са дела копа који се налази изнад коте к+305 м. Одвођење воде које падну испод коте к+305 м се врши системом који се састоји од канала који ове воде усмерава према водосабирницима из којих се вода испумпава системом пумпи и цевовода.

Израда канала и водосабирника прати развој радова на експлоатацији. Рудничке воде које могу да се улију у отворене водотокове су воде које се каналима доводе до таложника, у случају максималних прилива вода.

У циљу заштите југоисточног бока површинског копа од вода Сарака потока, изграђен је колектор који има функцију регулације Сарака потока. Воде које протичу кроз овај колектор уливају се у колектор Кривељске реке. Постојећи колектор биће у функцији до завршетка изградње тунела за измештање Кривељске реке, након чега ће улаз у колектор бити блиндиран баражом. Заобилазни тунел за измештање Кривељске реке се пројектује као линијски грађевински објекат према Закону о планирању и изградњи и није предмет пројектовања у овом Допунском рударском пројекту.

Проширење копа ка западу условљено је претходним измештањем корита Кривељске реке изградњом обилазног тунела у зони површинског копа и флотацијског јаловишта „Велики Кривељ“. Изградњом новог тунела Кривељске реке престаје функција колектора Сарака потока.

Код пројектовања одводњавања циљ је био да се водосабирници и цевоводи задрже што дуже на једној позицији, односно да буде што мање њиховог измештања, како се не би реметила динамика извођења рударских радова и истовремено избегли непотребни трошкови. Такође, из истог разлога, предвиђено је да се поједини канали израђују из више деоница, сходно условима на копу, односно одлагалишту јаловине.

Воде из таложника на коти к+302 м, који представља границу овог пројекта, користе се за процес у погону флотације, до које се транспортују посебним системом за снабдевање водом. У изузетним случајевима ове воде је могуће испустити директно у водотокове после процеса механичког пречишћавања у случају ако се докаже да материјал који је одложен не утиче на загађење вода.

На одлагалишту Сарака не врше се оправке и сервиси механизације, тако да нема испуштања уља и мазива, ни објеката за њихово сакупљање. Пројектом су предвиђене све потребне мере за отклањање свих опасности које могу настати приликом извођења технолошке операције одводњавања површинског копа и одлагалишта.

Компанија Serbia Zijin Cooper Доо Бор је обавезна да по завршеној експлоатацији, деградиране површине доведе приведе провобитној намени. Техничким пројектом рекултивације – Књига 1.3, предвиђене су мере дате у виду техничке, агротехничке и биолошке рекултивације.

Уколико се рудник налази и у водном земљишту најближег водотока или његових притока, у смислу одредаба чл.3. ст1.тч.39., чл.5, 8-10, 13-17, 21, 23 52, 53, Закона о водама, морају се благовремено решити технички и имовинско правни односи са ЈВП " Србијаводе" и рудник заштитити о трошку инвеститора рудника одговарајућим одбрамбеним заштитним објектима објектима од великих вода, наоса и леда.

Радна снага, људство, руднички објекти, механизација и јаловина не могу се налазити у водном земљишту водотокова, из чл.5. и 8.- 10.Закона о водама нити могу чинити неке од радњи забрањених одредбама чл. 97. и 133. Закона о водама.

Решавајући по поднетом захтеву уз уважавање претходно издатих водних аката, стручна служба овог Министарства предложила је издавање водне сагласности под условима наведених у диспозитиву решења.

На основу Правилника о садржини, начину вођења и обрасцу водне књиге ("Службени гласник РС", бр. 86/2010), ово решење је уведено у Уписник водних сагласности за водно подручје Дунав.

Подносилац захтева је ослобођен плаћања републичке административне таксе за решење по захтеву за издавање водних аката у складу са одредбама чл.18.тач.2. Закона о изменама и допунама Закона о републичким административним таксама («Службени гласник РС», бр.50/2011).

Поука о правном средству: Ово решење је коначно у управном поступку и на исто се не може изјавити жалба, већ се може покренути управни спор код Управног суда Србије у року од 30 дана од дана пријема решења.

ДОСТАВИТИ:
- Serbia Zijin Cooper doo ✓
ул Ђорђа Вајферта 29, Бор
- Градска управа Бор
- ЈВП «Србијаводе» ВПЦ «Сава-Дунав» Београд
- Водни инспектор
- Водна књига
- Архива

В.Д. ДИРЕКТОРКЕ

Маја Грбић, дипл.правница

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ПОЉОПРИВРЕДЕ,
ШУМАРСТВА И ВОДОПРИВРЕДЕ
БЕОГРАД

18. 9. 23
11124

14100
СРБИЈА

.....
(назив и седиште пошиљаоца)

Број 325О4-509

Предмет по[illegible] ке .....

R01945

.....

.....

Прималац:

Serbia Zijin Copper Doo

Борска Војводина 29

19210 Бор

.....

ЛИЧНА ДОСТАВА

PRIMLJENO:
18 SEP 2023 6605

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
ГРАД БОР
ГРАДСКА УПРАВА
Одељење за урбанизам, грађевинске
комуналне, имовинско-правне и стамбене послове
Одсек за обједињену процедуру издавања дозвола и комуналне послове
број: 350-60/2023-III/05
21. 03. 2023. године
Б О Р

Градска управа Бор - Одељење за урбанизам, грађевинске, комуналне, имовинско-правне и стамбене послове, поступајући по захтеву **SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR, ул. Ђорђа Вајферта бр. 29, МБ 07130562, ПИБ 100570195,** на основу члана 53. Закона о планирању и изградњи („Сл. гласник РС“, бр. 72/09, 81/09, 64/10, 24/11, 121/12, 42/13, 50/13, 98/13, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19, 9/20 и 52/21), издаје

ИНФОРМАЦИЈУ О ЛОКАЦИЈИ

за локацију која се налази у северном делу територије града,
у атарима села Кривељ и Бучје,
у Зони утицаја северног дела површинског копа „Велики Кривељ“

ЛОКАЦИЈА: катастарске парцеле које су у обухвату ове информације о локацији дате су у прилозима (који су преузети од подносиоца захтева).

ПРАВНИ ОСНОВ: Закон о планирању и изградњи („Сл. гласник РС“ бр. 72/09 , 81/09 , 64/10, 24/11, 121/12, 42/13, 50/13, 98/13, 132/14, 145/14, 83/18, 31/19, 37/19, 9/20 и 52/21).

1. Плански документ: Просторни план општине Бор („Сл. лист општине Бор“, број 2 и 3/2014) и Просторни план подручја посебне намене зоне утицаја „Велики Кривељ - Церово“ („Сл. лист општине Бор“, број 14/03).

2. Целина односно зона у којој се локација налази: локација се налази на територији града Бора у катастарским општинама Кривељ и Бучје, у Зони утицаја северног дела површинског копа „Велики Кривељ“.
Инвеститор не жели да гради на простору за који је поднео захтев већ жели да прибави информацију о локацији за потребе израде „Допунског рударског пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 tona руде годишње“.

3. Намена земљишта: - привредна зона: рударство и металургија.

Коришћење, уређење и заштита природних система и ресурса првенствено обухвата коришћење и заштиту геолошких ресурса - минералних сировина, а затим и заштиту пољопривредног земљишта, шума и шумског земљишта, водног земљишта, јавних путева итд.

Планска опредељења и решења за експлоатацију минералних сировина утврдиће се Просторним планом подручја посебне намене Борско-мајданпечког рударског басена, а у складу са налазима стратешке процене утицаја експлоатације минералних сировина на животну средину и процене утицаја појединачних експлоатационих поља на животну средину на подручју општине Бор. Процена утицаја на животну средину појединачних експлоатационих поља обухватиће нарочито идентификацију зона њихових утицаја, постојећих еколошких ризика и њихову категоризацију са проценом нивоа потенцијалних еколошких ризика. Рационалну и одрживу експлоатацију минералних сировина на подручју општине Бор омогућиће доследна примена техничко-технолошких мера, у циљу спречавања и минимизирања штетних утицаја и последица по животну средину, здравље људи, предео и наслеђе. То подразумева и обезбеђење континуиране контроле и мониторинга стања животне средине у зонама утицаја експлоатационих поља и еколошких последица експлоатације, транспорта, складиштења и прераде минералних сировина.

У складу са захтевом инвеститора могуће је изводити рударске радове на предметним катастарским парцелама, уз испуњење свих законских предуслова за овакву врсту радова.

4. Посебни услови:

Ова информација о локацији није основ за издавање грађевинске дозволе.

Ова информација о локацији није основ за издавање решења по члану 145. Закона.

Ова информација о локацији даје податке о планским документима, и служи за вођење поступака пред другим надлежним органима.

Информација о локацији важи до истека важности планског документа на основу кога је издата.

О б р а з л о ж е њ е

„SERBIA ZIJIN COPPER“ доо из Бора, ул. Ђорђа Вајферта бр. 29, МБ 07130562, ПИБ 100570195, затражило је од овог органа захтев за издавање информације о локацији за катастарске парцеле из прилога, на територији града Бора, под бројем 350-60/2023-III/05, дана 03. 03. 2023. године. Након увида у важећи плански документ, утврђених чињеница и приложених аката уз омот списа предмета одлучено је да се може издати информација о локацији.

Информацију о локацији доставити: подносиоцу захтева и архиви града Бора.

Обрада: МВ
Марија Велкова

НАЧЕЛНИК,

Клаудија Николић,
дипл. правник

	Popis parcela obuhvaćenih Dopunskim rudarskim projektom proširenja površinskog kopa Veliki Krivelj prema severozapadu za kapacitet 10,6 x 10^6 tona rude godišnje	MATIČNI DOKUMENT/ BROJ PRILOGA/REGISTER DOCUMENT / NUMBER OF ATTACHMENTS:	Oznaka/Mark: P031.17639-23.004

Datum/Date:
28.02.2023.

KO Krivelj

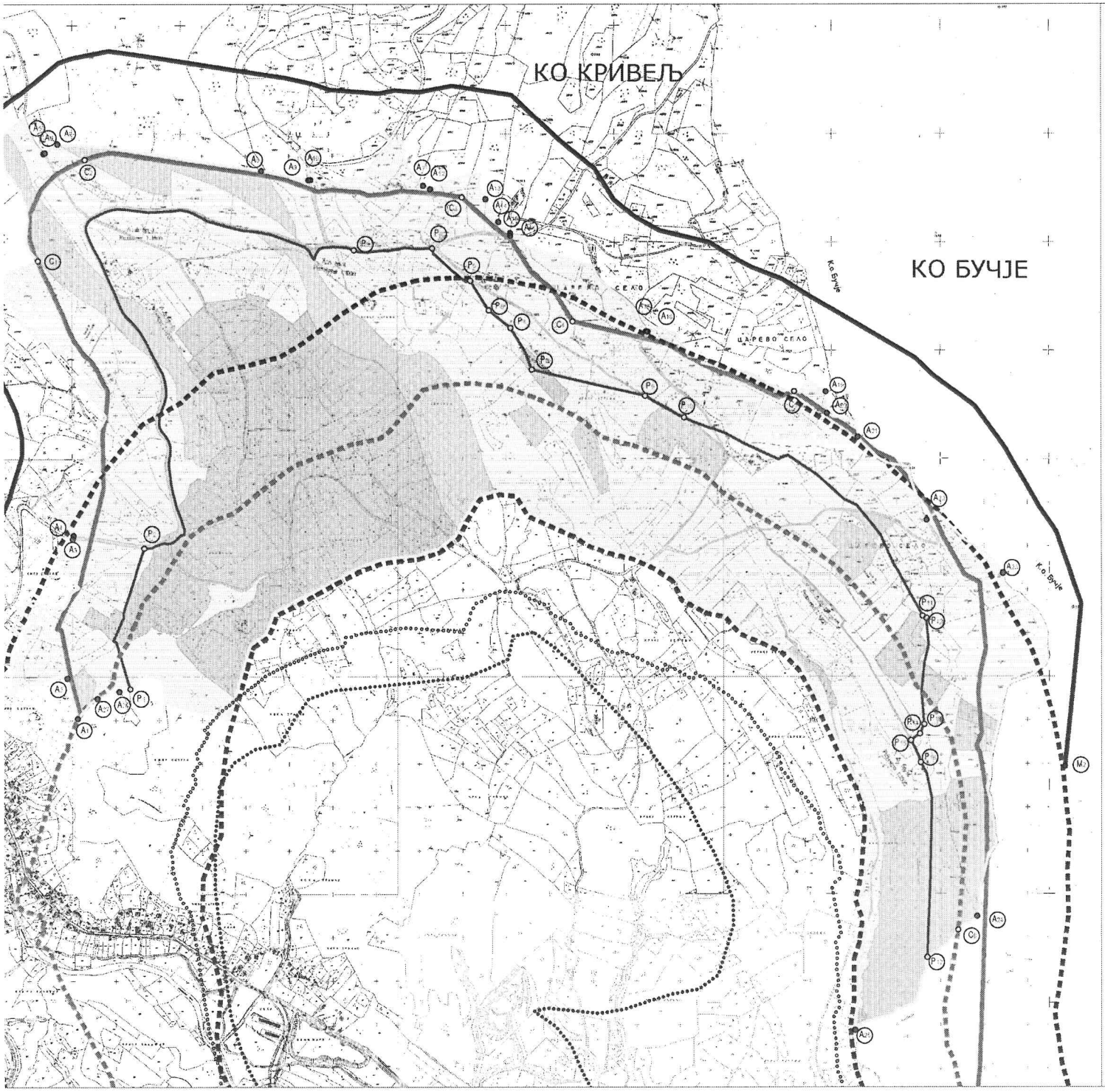
1448	1569	1617	1637	1657	1679	1702	1727	1752	1773
1450	1570	1618/1	1638/1	1658	1680/1	1703/1	1728	1759	1774
1454	1578	1618/2	1638/2	1659	1680/2	1703/2	1730	1760/1	1775
1459	1579	1618/3	1638/3	1660	1681	1704	1731	1760/2	1776
1460	1580/1	1619	1639	1661	1682	1705	1732	1761	1777
1461	1580/2	1620	1640	1662	1683	1706	1733	1762/1	1778
1462	1581	1621	1641	1663	1684	1707	1734	1762/2	1779
1464	1582	1622	1642	1664	1686	1708	1735	1762/3	1781/1
1468/1	1583	1623	1643	1665/1	1687	1709	1736	1763/1	1781/2
1557	1595	1624	1644	1665/2	1688	1710	1737	1763/2	1782
1558	1601	1625	1645	1666	1689	1711	1738	1764/1	1783
1559	1607	1626	1646	1667	1690	1712	1739	1764/2	1786/1
1560	1608	1627	1647	1668	1691	1713	1740	1765	1786/2
1561	1609	1628	1648	1669	1693	1714	1741	1766	1787
1562	1610	1629	1649	1670	1694	1715	1742	1767	1788
1563	1611	1630	1650	1671	1695	1716	1743	1768/1	1789
1564	1612	1631	1651	1672	1696	1717	1744	1768/2	1790
1565	1613	1632	1652	1673	1697	1718	1745	1769	1791
1566	1614/1	1633	1653	1674	1698	1720	1746	1770	1792
1567	1614/2	1634	1654	1675	1699	1721	1748	1771/1	1793
1568/1	1615	1635	1655	1676	1700	1722	1749	1771/2	1794
1568/2	1616	1636	1656	1678	1701	1724	1750/1	1772	1795

1796	2831	2857/1	2879	3405	576	597/2	624	645	667
1797	2832/1	2857/2	2880	3406/2	577	598	625	646	668
1801	2832/2	2858	2881	3407	578	599	626/1	647	669
1820	2833	2859	2882	3408/2	579	600	626/2	648	670
1848	2834	2860	2883	3408/3	580	601	627	649	671
1850	2835	2861	2884	371	580	602/1	628	650	672
1851	2836	2862	2885	374	581	602/2	629	651	673
1852	2837	2863	2886	375	582	602/3	630	652	674
1923	2840/1	2864	2887	420	583	603	631	653	675
1927	2841	2865	2888	476	584	604	632	654	676
1928	2842	2866	2889	478	585	605	633	655	677
1930	2846	2867	2890	482	586	606	634	656	678
1932/1	2847	2868	2891	483/1	587	611	635	657	679
1933	2848	2869/3	2892	483/2	588	612	636	658	680
1934	2849	2869/4	2893	569	589	613	637	659	681
1935	2850	2872/1	2894	570/1	590	614	638	660	682
1937/1	2851	2873	2895	570/2	591	617/1	639	661	683
1937/2	2852	2874	2896	571	592	617/2	640	662	686
2823	2853	2875	2897	572	593	621	641	663	687
2824	2854	2876	2906	573	595	622/1	642	664	688
2828	2855	2877	3401	574	596	623/1	643	665	689
2829	2856	2878	3403	575	597/1	623/2	644	666	695

706	729	772/2	792	808/2	824/2	837	861	889
707	730	773	793	809	824/3	838	862	891/1
708	731	774/1	794	810	824/4	839	863	893
709	732	774/2	795	811	824/5	840	864	894/1
710	733	775	796	812	824/6	841	865	894/2
711	734	776	797	813	825	842	866	
712	735/1	777	798	814/1	826	843	867	
713	735/2	778	799	814/2	827	844	868	
714	736/1	779	800	815	828	845/1	869	
715	736/2	780	801	816	829	845/2	870	
716	737	781	802/1	817	830	846	871	
717	738	782	802/2	818/1	831/1	847	872	
719	739	783/1	803/1	818/2	831/2	848	873	
720	740	783/2	803/2	818/3	831/3	849	874	
721	741	784	804/1	819	831/4	850	875	
722	742	785	804/2	820	831/5	851	876	
723	743	786	805/1	821	832/1	853	877	
724	744	787	805/2	822	832/2	855	878	
725	745	788	805/3	823/1	833	856	880	
726	746/1	789	806	823/2	834	858	881	
727	770/1	790	807	823/3	835/1	859	882	
728	772/1	791	808/1	824/1	835/2	860	883	

KO Bučje

10157
10158
10159



ОРИЈЕНТАЦИОНЕ КООРДИНАТЕ ТАЧАКА		
Бр. тачке	Y	X
A1	7 588 512.44	4 887 904.40
A2	7 588 488.16	4 887 996.13
A3	7 588 499.64	4 888 292.28
A4	7 588 502.29	4 888 323.90
A5	7 588 434.58	4 889 205.27
A6	7 588 437.70	4 889 207.42
A7	7 588 467.20	4 889 227.21
A8	7 588 936.58	4 889 165.80
A9	7 589 045.29	4 889 143.77
A10	7 589 049.86	4 889 114.26
A11	7 589 309.86	4 889 130.68
A12	7 589 326.29	4 889 122.86
A13	7 589 453.68	4 889 100.15
A14	7 589 483.16	4 889 046.88
A15	7 589 510.27	4 889 021.36
A16	7 589 510.25	4 889 015.57
A17	7 589 824.00	4 888 795.20
A18	7 589 827.30	4 888 794.41
A19	7 590 236.68	4 888 654.63
A20	7 590 239.69	4 888 604.95
A21	7 590 309.96	4 888 549.80
A22	7 590 468.17	4 888 359.22
A23	7 590 643.72	4 888 237.25
A24	7 590 584.30	4 887 448.56
A25	7 590 303.39	4 887 187.46
A26	7 588 608.06	4 887 965.01
A27	7 588 558.27	4 887 948.82
C1	7 588 421.65	4 888 956.80
C2	7 588 529.99	4 889 191.93
C3	7 589 399.24	4 889 104.44
C4	7 589 654.25	4 889 817.81
C5	7 590 164.01	4 888 655.42
C6	7 590 540.58	4 887 417.11
P1	7 588 633.43	4 887 971.42
P2	7 588 665.26	4 888 295.25
P3	7 589 150.07	4 888 982.33
P4	7 589 330.66	4 888 986.46
P5	7 589 418.55	4 888 911.46
P6	7 589 460.82	4 888 843.07
P7	7 589 511.11	4 888 802.70
P8	7 589 560.04	4 888 706.55
P9	7 589 821.05	4 888 644.65
P10	7 589 910.79	4 888 595.54
P11	7 589 458.88	4 888 138.55
P12	7 590 467.28	4 888 134.11
P13	7 590 462.32	4 887 890.12
P14	7 590 452.67	4 887 868.19
P15	7 590 431.80	4 887 852.83
P16	7 590 454.25	4 887 803.11
P17	7 590 469.24	4 887 353.74
M1	7 588 255.31	4 887 903.33
M2	7 590 785.94	4 887 793.76

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
СКУПШТИНА ОПШТИН
БОР

ПРОСТОРНИ ПЛАН ОПШ
БОР

"Службени лист општине Бор, бр. 2

ПРАВИЛА УРЕЂЕЊА И ПРАВИЛА ГРАЂЕЊ
СЕВЕРНОГ ДЕЛА ПОВРШИНСКОГ КОПА

Карта бр. 1.2.

ОСНОВЕ ЗА ПАРЦЕЛАЦИЈУ ИМОВИНСКО-ПРАВНИХ

100 200 300

ЛЕГЕНДА

ГРАНИЦА ПРОСТОРНЕ ЦЕЛИ

ОБУХВАТ ПРОСТОРНЕ ЦЕЛИ

ПОВРШИНЕ У ЈАВНОЈ И ЗАД

НОСИЛАЦ ПРАВА НА ЗЕМЉ

А. Решења из Просторног плана зоне утицаја "В.Кривељ-Церово" (Сл.гл. општине Бор, 6

ГРАНИЦА КОПА ЗА К-100 м

ГРАНИЦА САНИТАРНЕ ЗОНЕ

ГРАНИЦА МОНИТОРИНГ ЗО

Б. Нова планска решења

ГРАНИЦА РУДАРСКИХ АКТИ

РАЗВОЈ КОПА ЗА ПРОЈЕКТО

РАЗВОЈ КОПА ЗА ПРОЈЕКТО

ПРОШИРЕЊЕ ГРАНИЦЕ САН

ПРОШИРЕЊЕ ГРАНИЦЕ МО

ОЗНАКА КАРАКТЕРИСТИЧНЕ

ИНСТИТУТ ЗА АРХИТЕКТУРУ И УРБАНИЗАМ СРБИЈЕ — СКУ

Руководилац израде Просторног плана — Председн
Одговорни планер/урбаниста

др Ненад Спасић, дипл.инж.арх
лиценца бр. 100 0056 03
лиценца бр. 200 0318 03

SERBIA ZIJIN COPPER DOO
PRIMLJENO: 25 SEP 2023
6761

Република Србија
ЗАВОД ЗА ЗАШТИТУ СПОМЕНИКА КУЛТУРЕ НИШ
Ниш, Добричка 2, тел. 018/523-414, факс 018/523-412
E-mail: kontakt@zzsknis.rs
Број: 1507/2-02
Датум: 18.09.2023.

Завод за заштиту споменика културе Ниш, на основу члана 104 и члана 100 Закона о културним добрима („Службени гласник РС“ број 71/1994, 52/2011 – др.закони, 99/2011 – др.закон и 6/2020) и члана 104 Закона о општем управном поступку („Службени гласник РС“ бр. 18/16), решавајући по захтеву „SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR“, са седиштем у ул. Ђорђа Вајферта 29, 19210 Бор, доноси:

Р Е Ш Е Њ Е

О утврђивању услова за предузимање мера техничке заштите за израду Допунског рударског пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10.6 Мт руде годишње

I На предметном подручју, у поступку израде планске документације није извршена систематска проспекција и валоризација:

- непокретног културног наслеђа,
- археолошког наслеђа и
- ратних меморијала.

На основу наведеног, није дефинисан утицај планираних радова на културно наслеђе те није могуће прописати посебне услове са становишта заштите културног наслеђа за потребе израде предметног пројекта.

II Мере техничке заштите културног и археолошког наслеђа: Израда Допунског рударског пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10.6 Мт руде годишње, може се предузети под следећим условима:

1. Није дозвољено оштећење или уништење археолошких налаза;
2. Није дозвољено неовлашћено прикупљање археолошких налаза;
3. У случају да се током извођења радова открију археолошки налази, Инвеститор је дужан да обустави радове на том месту и да без одлагања о томе обавести Завод за заштиту споменика културе Ниш и да предузме мере да се налаз не уништи и не оштети и да се сачува на месту и у положају у коме је откривен и да обезбеди средства за археолошка истраживања, заштиту, чување, публиковање и презентацију истог, све до предаје на трајно чување овлашћеној установи заштите;
4. Подносилац захтева је дужан да стручној екипи Завода и другој надлежној установи заштите, омогући присуство приликом реализације пројекта ради провере да ли се радови обављају у складу са издатим условима;
5. Подносилац захтева дужан је да Заводу за заштиту споменика културе Ниш благовремено достави документацију – аеро, сателитске, топографске снимке, снимке Лидара, геофизичких снимања и друго, уколико су исти урађени за потребе пројекта;
6. Подносилац захтева дужан је да благовремено, а најкасније 30 дана пре почетка извођења радова обавести Завод о почетку извођења радова;
7. Након спроведених евентуалних археолошких истраживања, инвеститор је у обавези да прибави нове услове – мере заштите од надлежног завода, а

који ће се дефинисати на основу резултата спроведених заштитних археолошких истраживања.

III Подносилац захтева је дужан да изради пројекат у свему у складу са издатим условима из тачке II овог Решења.

IV Инвеститор је у обавези да по изради пројектне документације исту достави Заводу ради добијања сагласности да је урађена према прописаним условима. Један примерак пројектне документације доставља се за потребе Завода.

V Доношењем овог Решења, ставља се ван снаге Решење бр. 577/2-02 од 10.04.2023.

VI Ово решење важи годину дана.

VII Жалба на решење не одлаже извршење.

О б р а з л о ж е њ е

„SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR“, са седиштем у ул. Ђорђа Вајферта 29, 19210 Бор, поднео је захтев наш бр. 1507/1-02 од 13.09.2023. године за измену Решења о условима бр. 577/1-02 од 05.04.2023. године, а који се односе на израду Допунског рударског пројекта проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10.6 Мт руде годишње.

Разматрајући захтев, у току поступка установљено је следеће:

- на подручју на коме се планира експлоатација нису спроведена претходна археолошка истраживања и није спроведена валоризација културног наслеђа и ратних меморијала;
- на подручју за који је поднет захтев за издавање услова за Допунски рударски пројекат проширења површинског копа према северозападу за капицетет 10,6 x 10^6 т руде годишње, рудна експлоатација се изводи на основу рударског пројекта из 2013. године, на читавом обухвату предметног простора (до нивоа геолошких слојева који садрже оверене рудне резерве);
- Предметни Допунски рударски пројекат (који је претходно одобрен и 2013. године), предвиђа проширење експлоатације и не односи се на заузимање новог простора већ се њиме планира да у оквиру постојећег експлотационог поља дође до повећања дубине експлоатације и измене динамике рударских радова.

Имајући у виду наведено, извршена је измена мера техничке заштите које су прописане Решењем бр. 577/1-02 од 05.04.2023. године

У циљу заштите културног и археолошког наслеђа, „SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR“, са седиштем у ул. Ђорђа Вајферта 29, 19210 Бор дужно је да поступи по мерама прописаним овим решењем.

Имајући у виду наведено, као и одредбе *Закона о културним добрима* које прописују обавезу предузимања мера техничке заштите, донето је решење као у диспозитиву.

На основу чл. 104 став 3. *Закона о културним добрима* прописано је да уложена жалба не одлаже извршење решења.

ПРАВНИ ЛЕК: Против овог решења може се изјавити жалба Републичком заводу за заштиту споменика културе Београд у року од 15 дана од дана пријема решења. Жалба се непосредно предаје или шаље поштом доносиоцу овог решења.

Обрадио:
мр Александар Алексић, археолог

В.Д. ДИРЕКТОРА
Душан Андрејевић

Достављено:
- Подносиоцу захтева,
- Документацији Завода

SERBIA ZIJIN COPPER DOO
PRIMLJENO:
7632/1 27 OCT 2023

Република Србија
ЗАВОД ЗА ЗАШТИТУ СПОМЕНИКА КУЛТУРЕ НИШ
Ниш, Добричка 2, тел. 018/523-414, факс 018/523-412
E-mail: kontakt@zzsknis.rs
Број: 1754/2-02
Датум: 23.10.2023.

Завод за заштиту споменика културе Ниш, на основу члана 104 и члана 100 Закона о културним добрима („Службени гласник РС“ број 71/1994, 52/2011 – др.закони, 99/2011 – др.закон и 6/2020) и члана 104 Закона о општем управном поступку („Службени гласник РС“ бр. 18/16), а решавајући по захтеву „SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR“, са седиштем у ул. Ђорђа Вајферта 29, 19210 Бор, доноси

Р Е Ш Е Њ Е

I Даје се сагласност на Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 т руде годишње.
II Пројекат је израдио ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР.
III Инвеститор је дужан да доносиоцу овог решења под претњом прекршајне одговорности пријави почетак радова, као и да у року од 15 дана од дана завршетка радова, о томе обавести Завод како би се извршио преглед и провера на лицу места и записнички утврдило да ли су радови изведени у складу са пројектном документацијом на коју је дата сагласност. Трошкове провере и прегледа сноси инвеститор.
IV Ово решење не ослобађа инвеститора обавезе прибављања других услова, дозвола и сагласности предвиђених прописима о планирању и изградњи.
V Ово решење важи годину дана.
VI Жалба на решење не одлаже извршење

О б р а з л о ж е њ е

„SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR“, са седиштем у ул. Ђорђа Вајферта 29, 19210 Бор поднео је захтев наш бр. 1748/1-02 од 16.10.2022. године за добијање сагласности на Допунски рударски пројекат проширења површинског копа Велики Кривељ према северозападу за капацитет 10,6 x 10^6 т руде годишње.

Разматрајући захтев и приложени пројекат, у току поступка установљено је да је исти урађен у складу са условима утврђеним у решењу бр. 1507/2-02 од 18.09.2022. године, те је донето решење као у диспозитиву.

На основу чл. 104 став 3. "Закона о културним добрима" прописано је да уложена жалба не одлаже извршење решења.

ПРАВНИ ЛЕК: Против овог решења може се изјавити жалба Републичком заводу за заштиту споменика културе Београд у року од 15 дана од дана пријема решења. Жалба се непосредно предаје или шаље поштом доносиоцу овог решења.

Обрадио:
мр Александар Алексић, археолог

В.Д. ДИРЕКТОРА
Душан Андрејевић

Доставити:
- Подносиоцу захтева
- Документацији