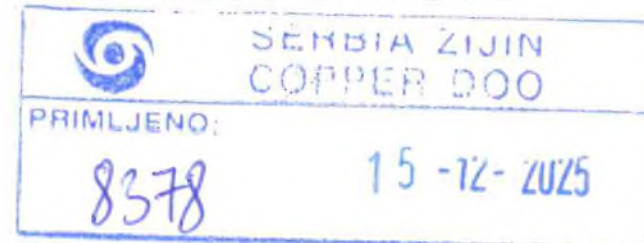




ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
19210 Бор, Зелени булевар 35|
Тел:(030) 436-826;факс:(030)435-175; E-mail:institut@irmbor.co.rs



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR



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

KNJIGA A.2

PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM RUDNIKA VELIKI KRIVELJ

Sveska A.2.2

PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ

BOR, 2025. GODINE



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
19210 Бор, Зелени булевар 35|
Тел:(030) 436-826; факс:(030)435-175; E-mail:institut@irmbor.co.rs



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО I METALURGIJU BOR

CENTAR ZA PROJEKTOVANJE METALIČNIH MINERALNIH SIROVINA

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

KNJIGA A.2

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

Број: 2892/25

09.12. 20 25 год.

БОР, Алберта Ајнштајна бр. 1

PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM RUDNIKA VELIKI KRIVELJ

Sveska A.2.2

PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ

GLAVNI PROJEKTANT

Ljubiša Obradović

Ljubiša Obradović, dipl.inž.rud.

DIREKTOR
INSTITUTA ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR



Mile Bugarin
dr Mile Bugarin, naučni savetnik

BOR, 2025. GODINE



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
19210 Бор, Зелени булевар 35|
Тел: (030) 436-826; факс: (030) 435-175; E-mail: institut@irmbor.co.rs



SAGLASNOST INVESTITORA

Saglasni smo sa priloženom tehničkom dokumentacijom:

INVESTITOR:

SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR

OBJEKAT:

POVRŠINSKI KOP VELIKI KRIVELJ

VRSTA PROJEKTA:

**PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM
OTPADOM POVRŠINSKOG KOPA VELIKI
KRIVELJ**

MESTO IZGRADNJE:

POVRŠINSKI KOP VELIKI KRIVELJ

UGOVOR:

2522 od 18.03.2022. godine

INVESTITOR

SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR





SADRŽAJ

1.0. ADMINISTRATIVNI PODACI O INVESTITORU	11
1.1. ZIJIN MINING GROUP	11
1.2. SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR	11
1.3. REZIME ADMINISTRATIVNIH PODATAKA	13
2.0. PODACI O ORGANIZACIJI KOJA JE IZRADILA PROJEKAT SA POTVRDOM O REGISTRACIJI.....	14
3.0. PODACI O LICIMA KOJA SU UČESTVOVALA U IZRADI PLANA SA DOKAZIMA O ISPUNJENOSTI PROPISANIH USLOVA ZA OBAVLJANJE TIH POSLOVA.....	33
4.0. ZAKONSKI OKVIR ZA IZRADU PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM	42
5.0. OPIS PROSTORA NA KOJEM NASTAJE I GDE SE PLANIRA ODLAGANJE RUDARSKOG OTPADA.....	49
5.1. LOKACIJA LEŽIŠTA I EKSPLOATACIONOG POLJA	49
5.2. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE.....	52
5.3. SEIZMOLOŠKE KARAKTERISTIKE.....	55
6.0. GEOLOŠKI OPIS LEŽIŠTA.....	56
6.1. GEOLOŠKA GRAĐA LEŽIŠTA	56
6.2. HIDROLOŠKE I HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE.....	62
6.3. INŽENJERSKO GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE LEŽIŠTA	65
6.4. RUDNE REZERVE I KVALITET RUDE.....	67
7.0. OPIS PROCESA EKSPLOATACIJE.....	70
7.1. TEHNOLOGIJA OTKOPAVANJA.....	70
7.2. ODLAGANJE JALOVINE	73
7.2.1. Odlagalište jalovine Todorov potok	74
7.2.2. Odlagalište jalovine Istočno odlagalište	74
7.2.3. Odlagalište jalovine Saraka potok	75
7.2.4. Odlagalište jalovine Stari borski kop.....	77
7.3. SISTEM ODVODNJAVANJA.....	78
7.4. EKSPLOATACIONE REZERVE LEŽIŠTA VELIKI KRIVELJ	85
8.0. KARAKTERISTIKE RUDARSKOG OTPADA	87
8.1. VRSTE RUDARSKOG OTPADA	87
8.2. ODLAGALIŠTE JALOVINE TODOROV POTOK	88
8.2.1. Nastanak jalovine odložene na odlagalištu Todorov potok	90

8.2.2. Karakteristike jalovine na odlagalištu Todorov potok.....	90
8.2.2.1. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovine na odlagalištu Todorov potok.....	90
8.2.2.2. Hemijske i mineraloške karakteristike jalovine na odlagalištu Todorov potok	91
8.2.2.3. Sadržaj supstanci u jalovini na odlagalištu Todorov potok koje su potencijalno štetne	91
8.2.2.4. Testovi izluživanja jalovine na odlagalištu Todorov potok	91
8.2.2.5. Neutralizacioni i kiselinski potencijal jalovine na odlagalištu Todorov potok	92
8.2.3. Klasifikacija jalovine sa kopa (indeksni broj i liste otpada)	92
8.2.4. Količine jalovine na odlagalištu Todorov potok.....	92
8.2.5. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom	96
8.2.6. Deponovanje jalovine na odlagalištu Todorov potok	97
8.2.7. Klasifikacija odlagališta jalovine na odlagalištu Todorov potok.....	98
8.3. ODLAGALIŠTE JALOVINE ISTOČNO ODLAGALIŠTE.....	99
8.3.1. Nastanak jalovine odložene na odlagalištu Istočno odlagalište	101
8.3.2. Karakteristike jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište.....	101
8.3.2.1. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište	101
8.3.2.2. Hemijske i mineraloške karakteristike jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište	102
8.3.2.3. Sadržaj supstanci u jalovini na odlagalištu Istočno odlagalište koje su potencijalno štetne	102
8.3.2.4. Testovi izluživanja jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište	102
8.3.2.5. Neutralizacioni i kiselinski potencijal jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište	103
8.3.3. Klasifikacija jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište (indeksni broj i liste otpada)	103
8.3.4. Količine jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište.....	103
8.3.5. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom	107
8.3.6. Deponovanje jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište	108
8.3.7. Klasifikacija odlagališta jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište.....	109
8.4. ODLAGALIŠTE JALOVINE SARAČA POTOK.....	110
8.4.1. Nastanak jalovine odložene na odlagalištu Saraka potok	112
8.4.2. Karakteristike jalovine na odlagalištu Saraka potok.....	112
8.4.2.1. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovine na odlagalištu Saraka potok	112
8.4.2.2. Hemijske i mineraloške karakteristike jalovine na odlagalištu Saraka potok	113
8.4.2.3. Sadržaj supstanci u jalovini na odlagalištu Saraka potok koje su potencijalno štetne	113
8.4.2.4. Testovi izluživanja jalovine na odlagalištu Saraka potok	113
8.4.2.5. Neutralizacioni i kiselinski potencijal jalovine na odlagalištu Saraka potok	114
8.4.3. Klasifikacija jalovine na odlagalištu Saraka potok (indeksni broj i liste otpada)	114
8.4.4. Količine jalovine na odlagalištu Saraka potok.....	114
8.4.5. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom	118
8.4.6. Deponovanje jalovine na odlagalištu Saraka potok	119
8.4.7. Klasifikacija odlagališta jalovine na odlagalištu Saraka potok.....	120
8.5. ODLAGALIŠTE JALOVINE STARI BORSKI KOP	121
8.5.1. Nastanak jalovine odložene na odlagalištu Stari borski kop.....	122
8.5.2. Karakteristike jalovine na odlagalištu Stari borski kop	123
8.5.2.1. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovine na odlagalištu Stari borski kop	123
8.5.2.2. Hemijske i mineraloške karakteristike jalovine na odlagalištu Stari borski kop.....	124
8.5.2.3. Sadržaj supstanci u jalovini na odlagalištu Stari borski kop koje su potencijalno štetne	124
8.5.2.4. Testovi izluživanja jalovine na odlagalištu Stari borski kop.....	124
8.5.2.5. Neutralizacioni i kiselinski potencijal jalovine na odlagalištu Stari borski kop.....	124
8.5.3. Klasifikacija jalovine na odlagalištu Stari borski kop (indeksni broj i liste otpada).....	125
8.5.4. Količine jalovine na odlagalištu Stari borski kop	125
8.5.5. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom	129



8.5.6. Deponovanje jalovine na odlagalištu Stari borski kop.....	130
8.5.7. Klasifikacija odlagališta jalovine na odlagalištu Stari borski kop	132
9.0. UTICAJ ODLAGANJA RUDARSKOG OTPADA NA ŽIVOTNU SREDINU I ZDRAVLJE LJUDI I PREVENTIVNE MERE KOJE JE POTREBNO PREDUZETI KAKO BI SE UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU TOKOM RADA I NAKON ZATVARANJA DEPONIJE SVEO NA MINIMUM	133
9.1. UTICAJ ODLAGANJA RUDARSKOG OTPADA NA ŽIVOTNU SREDINU	133
9.2. MERE ZAŠTITE.....	134
9.2.1. Zaštita vazduha	134
9.2.2. Zaštita voda	135
9.2.3. Zaštita zemljišta.....	136
9.2.4. Zaštita od buke	137
9.3. MERE U SLUČAJU UDESA	137
9.3.1. Zaštita od požara.....	139
9.3.2. Analiza stabilnosti odlagališta jalovine sa površinskog kopa	139
9.4. REKULTIVACIJA	168
9.4.1. Tehnička rekultivacija	169
9.4.2. Biološka rekultivacija	169
10.0. OPERATIVNI MONITORING PROSTORA NA KOJEM ĆE SE DEPONOVATI RUDARSKI OTPAD	173
10.1. PLAN MONITORINGA.....	173
10.2. PARAMETRI ZA UTVRĐIVANJE ŠTETNIH UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU I UČESTALOST MERENJA	174
10.3. PRAĆENJE KVALITETA VODA	178
10.3.1. Površinske vode	178
10.3.2. Monitoring podzemnih voda.....	181
10.4. PRAĆENJE KVALITETA VAZDUHA.....	182
10.5. MERENJE NIVOVA BUKE.....	186
10.6. ISPITIVANJE KVALITETA ZEMLJIŠTA.....	187
10.7. UDESNE SITUACIJE	189
10.8. RAZMATRANJE, KONTROLA I USVAJANJE DOBIJENIH REZULTATA	190
11.0. PLANOVİ ZATVARANJA.....	191
11.1. ODLAGALIŠTE KOPOVSKE JALOVINE.....	195
11.1.1. Istočno odlagalište	196
11.1.2. Todorov potok	199
11.1.3. Saraka potok	201
11.1.4. Unutrašnje odlagalište starog PK Bor.....	207
12.0. PLAN UPRAVLJANJA DEPONIJAMA POSLE ZATVARANJA	212
13.0. ZADACI ODGOVORNIH LICA I NAČIN INFORMISANJA	214
13.1. ZADACI ODGOVORNIH LICA.....	214
13.1.1. Obaveze Direktora.....	214
13.1.2. Obaveze Upravnika	214



13.1.3. Obaveze lica odgovornog za upravljanje rudarskim otpadom.....	215
13.2. NAČIN INFORMISANJA I OBAVEŠTAVANJA NADLEŽNIH LICA I JAVNOSTI	216
14.0. PODMIRENJE TROŠKOVA	217
15.0. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA	219
16.0. DOKUMENTACIONI PRILOZI.....	Error! Bookmark not defined.



SPISAK TABELA

Tabela 1.1. Rezime administrativnih podataka	13
Tabela 4.1. Sadržaj Plana upravljanja otpadom	48
Tabela 5.1. Prikaz srednjih mesečnih temperatura vazduha za 2013 - 2019 god	53
Tabela 5.2. Prikaz mesečnih količina padavina u mm za 2003 - 2019 god.....	54
Tabela 5.3. Prikaz srednje mesečne relativne vlažnosti vazduha za 2012 - 2019 god.....	54
Tabela 5.4. Prikaz srednjih mesečnih vrednosti pritiska vazduha za 2012 - 2019 god	54
Tabela 6.1. Geološki resursi ležišta bakra „Veliki Krivelj“, u konturi cut-off 0,15% Cu	68
Tabela 7.1. Projektovani kapacitet odlagališta Saraka.....	76
Tabela 7.2. Eksploatacione količine rude i jalovine u završnoj konturi kopa Veliki Krivelj	85
Tabela 8.1. Vrste rudarskog otpada koje se generišu na površinskom kopu Veliki Krivelj	87
Tabela 8.2. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala.....	91
Tabela 8.3. Obračun količina odlagalište Todorov potok.....	96
Tabela 8.4. Plan upravljanja jalovinom s kopa prema hijerarhiji upravljanja otpadom	97
Tabela 8.5. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala.....	102
Tabela 8.6. Obračun količina Istočnog odlagališta	107
Tabela 8.7. Plan upravljanja jalovinom s kopa prema hijerarhiji upravljanja otpadom	108
Tabela 8.8. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala.....	113
Tabela 8.9. Obračun količina odlagalište Saraka potok	118
Tabela 8.10. Plan upravljanja jalovinom s kopa prema hijerarhiji upravljanja otpadom	119
Tabela 8.11. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala.....	123
Tabela 8.12. Obračun količina odlagališta Borski kop	129
Tabela 8.13. Plan upravljanja jalovinom s kopa prema hijerarhiji upravljanja otpadom	130
Tabela 9.1. Položaj profila za analizu stabilnosti postojećeg stanja odlagališta	142
Tabela 9.2. Računski parametri za proračun stabilnosti.....	144
Tabela 9.3. Zbirni pregled rezultata proračuna stabilnosti	167
Tabela 9.4. Struktura površina po nameni na odlagalištima i ukupne površine.....	169
Tabela 10.1. Plan monitoringa i parametri za praćenje	176
Tabela 10.1. Plana monitoringa i predviđeni parametri za praćenje -nastavak	177
Tabela 10.2. Merna mesta uzorkovanja kvaliteta površinskih voda	181
Tabela 10.3. Merna mesta uzorkovanja kvaliteta podzemnih voda	182
Tabela 10.4. Koordinate mernih mesta za ispitivanje kvaliteta vazduha.....	185



Tabela 10.5. Prikaz koordinata mernih mesta za ispitivanje nivoa buke.....	187
Tabela 11.1. Plan aktivnosti na zatvaranju deponija otpada	194
Tabela 12.1. Program i dinamika monitoringa po zatvaranju deponije otpada.....	212

SPISAK SLIKA

Slika 1.1. Dispozicija rudarskih objekata na površinskom kopu Veliki Krivelj.....	12
Slika 5.1. Prikaz rasporeda listova topografskih karata i geološke karte u odnosu na ležište Veliki Krivelj	49
Slika 5.2. Položaj eksploatacionog polja Veliki Krivelj sa graničnim koordinatama (Elaborat o rezervama ležišta bakra „Veliki Krivelj“ sa stanjem 30.06.2010“, IRM Bor, 2017)	50
Slika 5.3. Putna mreža Republike Srbije sa pozicijom eksploatacionog polja Veliki Krivelj	51
Slika 5.4. Putna mreža do luke Prahovo, Beograda i svih okolnih država u odnosu na Veliki Krivelj	52
Slika 5.5. Ruža vetrova za period 2015. do 2019. godina, meteorološka stanica Bor	53
Slika 5.6. Seizmološka karta Srbije	55
Slika 6.1. Geološka karta hidrotermalno izmenjene zone Veliki Krivelj razmere 1: 10.000.....	57
Slika 6.2. Šematski prikaz geološke karte porfirskog ležišta bakra Veliki Krivelj	62
Slika 6.3. Hidrogeološka karta hidrotermalno izmenjene zone Veliki Krivelj, razmere 1:10.000.....	64
Slika 6.4. Izgled blok modela i distribucije Cu u ležištu Veliki Krivelj.....	67
Slika 6.5. Plan rezervi B (roze) i C1 (zeleno) kategorije u ležištu bakra „Veliki Krivelj“(Elaborat o rezervama ležišta bakra „Veliki Krivelj“ sa stanjem 30.06.2010“, IRM Bor	69
Slika 7.1. Utovarno-transportni sistem za eksploataciju jalovine.....	71
Slika 7.2. Utovarno-transportni sistem za eksploataciju rude	72
Slika 7.3. 3D prikaz završne konture površinskog kopa Veliki Krivelj sa blok modelom	73
Slika 7.4. Izgled konačne projektovane konture odlagališta Todorov porok, 2D i 3D prikaz.....	74
Slika 7.5. . Izgled konačne projektovane konture odlagališta Istočno odlagalište, 2D i 3D prikaz	75
Slika 7.6. Kontura odlagališta Saraka do kote k+600 m, 2D prikaz.....	76
Slika 7.7. Kontura odlagališta Saraka do kote k+600 m, 3D prikaz.....	77
Slika 7.8. Projektovana završna kontura odlagališta Stari borski kop	78
Slika 7.9. Položaj projektovanih objekata odvodnjavanja na PK „Veliki Krivelj“	82
Slika 7.10. Položaj projektovanih objekata odvodnjavanja na odlagalištu „Saraka“	83
Slika 7.11. Položaj projektovanih objekata odvodnjavanja na površinskom kopu „Bor“	84
Slika 8.1. Mesta uzorkovanja rudarskog otpada Todorov potok.....	89
Slika 8.2. Tehnološka šema procesa otkopavanja jalovine	90
Slika 8.3. Situaciona karta odlagališta Todorov potok sa stanjem na dan 01.03.2022.....	93
Slika 8.4. Situaciona karta paleoreljefa lokacije odlagališta Todorov potok	94
Slika 8.5. 3D model odlagališta Todorov potok u softveru Gems, pogled sa juga	94



Slika 8.6. 3D model odlagališta Todorov potok u softveru Gems, pogled sa severa.....	95
Slika 8.7. Obračun količina u softveru Minex za odlagalište Todorov potok	95
Slika 8.8. Hijerarhija upravljanja otpadom po WFD	96
Slika 8.9. Položaj odlagališta jalovine Todorov potok	98
Slika 8.10. Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Todorov potok	98
Slika 8.11. Mesta uzorkovanja rudarskog otpada Istočno odlagalište	100
Slika 8.12. Tehnološka šema procesa otkopavanja jalovine	101
Slika 8.13. Situaciona karta Istočnog odlagališta sa stanjem na dan 01.03.2022.	104
Slika 8.14. Situaciona karta paleoreljefa lokacije Istočnog odlagališta	105
Slika 8.15. 3D model Istočnog odlagališta u softveru Gems, pogled sa juga	105
Slika 8.16. 3D model Istočnog odlagališta u softveru Gems, pogled sa severa.....	106
Slika 8.17. Obračun količina u softveru Minex za Istočno odlagalište	106
Slika 8.18. Hijerarhija upravljanja otpadom po WFD	107
Slika 8.19. Položaj odlagališta jalovine Istočno odlagalište	109
Slika 8.20. Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Istočno odlagalište	109
Slika 8.21. Mesta uzorkovanja rudarskog otpada Saraka potok	111
Slika 8.22. Tehnološka šema procesa otkopavanja jalovine	112
Slika 8.23. Situaciona karta odlagališta Saraka potok sa stanjem na dan 01.03.2022.	115
Slika 8.24. Situaciona karta paleoreljefa lokacije odlagališta Saraka potok	116
Slika 8.25. 3D model odlagališta Saraka potok u softveru Gems, pogled sa juga.....	116
Slika 8.26. 3D model odlagališta Saraka potok u softveru Gems, pogled sa severa	117
Slika 8.27. Obračun količina u softveru Minex za odlagališta Saraka potok	117
Slika 8.28. Hijerarhija upravljanja otpadom po WFD	118
Slika 8.29. Položaj odlagališta jalovine Saraka potok.....	120
Slika 8.30. Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Saraka potok.....	120
Slika 8.31. Mesta uzorkovanja rudarskog otpada Stari borski kop	122
Slika 8.32. Tehnološka šema procesa otkopavanja jalovine	123
Slika 8.33. Situaciona karta odlagališta Saraka potok sa stanjem na dan 22.11.2021.	126
Slika 8.34. Situaciona karta paleoreljefa lokacije odlagališta Borski kop.....	127
Slika 8.35. 3D model odlagališta Borski kop u softveru Gems, pogled sa juga.....	127
Slika 8.36. 3D model odlagališta Borski kop u softveru Gems, pogled sa severa	128
Slika 8.37. Obračun količina u softveru Minex za odlagalište Borski kop	128
Slika 8.38. Hijerarhija upravljanja otpadom po WFD	129
Slika 8.39. Položaj odlagališta jalovine Borski kop	131



Slika 8.40. Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Stari borski kop	132
Slika 9.1. 3D model odlagališta „Todorov potok“ u softveru Gems	140
Slika 9.2. 3D model odlagališta „Istočno odlagalište“ u softveru Gems	140
Slika 9.3. 3D model odlagališta „Saraka potok“ u softveru Gems	141
Slika 9.4. 3D model odlagališta „Borski kop“ u softveru Gems	141
Slika 9.5. Položaj profila za analizu stabilnosti odlagališta „Todorov potok“	142
Slika 9.6. Položaj profila za analizu stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“	143
Slika 9.7. Položaj profila za analizu stabilnosti odlagališta „Saraka potok“	143
Slika 9.8. Položaj profila za analizu stabilnosti odlagališta „Borski kop“	144
Slika 9.9. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Janbu	153
Slika 9.10. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Morgenstern – Price.....	153
Slika 9.11. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Bishop	154
Slika 9.12. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Janbu	154
Slika 9.13. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Morgenstern – Price.....	155
Slika 9.14. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Bishop	155
Slika 9.15. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P1 – P1' po metodi Janbu .	156
Slika 9.16. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P1 – P1' po metodi Morgenstern – Price.....	156
Slika 9.17. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P1 – P1' po metodi Bishop	157
Slika 9.18. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P2 – P2' po metodi Janbu .	157
Slika 9.19. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P2 – P2' po metodi Morgenstern – Price.....	158
Slika 9.20. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P2 – P2' po metodi Bishop	158
Slika 9.21. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Janbu	159
Slika 9.22. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Morgenstern – Price.....	159
Slika 9.23. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Bishop.....	160
Slika 9.24. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Janbu.....	160
Slika 9.25. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Morgenstern – Price.....	161
Slika 9.26. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Bishop.....	161
Slika 9.27. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P3 – P3' po metodi Janbu.....	162
Slika 9.28. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P3 – P3' po metodi Morgenstern – Price.....	162



Slika 9.29. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P3 – P3' po metodi Bishop.....	163
Slika 9.30. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P1 – P1' po metodi Janbu.....	163
Slika 9.31. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P1 – P1' po metodi Morgenstern – Price.....	164
Slika 9.32. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P1 – P1' po metodi Bishop	164
Slika 9.33. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P2 – P2' po metodi Janbu.....	165
Slika 9.34. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P2 – P2' po metodi Morgenstern – Price.....	165
Slika 9.35. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P2 – P2' po metodi Bishop	166
Slika 10.1. Prikaz dispozicije mernih mesta uzorkovanja površinskih voda	180
Slika 10.2. Prikaz dispozicije mernih mesta uzorkovanja podzemnih voda	182
Slika 10.3. Dispozicija mernih mesta za ispitivanje kvaliteta vazduha-sedimentacione čestice.....	184
Slika 10.4. Dispozicija mernih mesta za ispitivanje kvaliteta vazduha-suspendovane čestice.....	185
Slika 10.5. Dispozicija mernih mesta za ispitivanje nivoa buke	187
Slika 10.6. Merna mesta uzorkovanja kvaliteta zemljišta	189
Slika 11.1. Dispozicija odlagališta jalovine oko površinskog kopa Veliki Krivelj	195
Slika 11.2. Istočno odlagalište – projektovano stanje.....	197
Slika 11.3. Poprečni presek odlagališta Istočno Odlagališta.....	199
Slika 11.4. Odlagalište Todorov potok – projektovano stanje.....	200
Slika 11.6. Prostorni raspored objekata: površinski kop (1), odlagalište jalovine Saraka (2).....	202
Slika 11.7. Struktura površina po nameni	203
Slika 11.8. Sadnja kultura po mozaičnom rasporedu na platoima K+580 i K+560	206
Slika 11.9. Šematski prikaz kosine odlagališta jalovine sa prikazom rasporeda kultura	207
Slika 11.10. Projektovana završna kontura unutrašnjeg odlagališta starog kopa Bor	208
Slika 11.11. Struktura površina po nameni na unutrašnjem odlagalištu starog kopa Bor.....	209
Slika 11.12. Šematski prikaz kosine odlagališta jalovine sa prikazom rasporeda kultura	211

1.0. ADMINISTRATIVNI PODACI O INVESTITORU

1.1. ZIJIN MINING GROUP

Zijin Mining Group Co. Ltd. je preduzeće sa sedištem u mestu Šanghang u Kini, koje se bavi proizvodnjom i preradom zlata, bakra i nemetala. Ova kompanija je jedan od najvećih kineskih proizvođača iz ovog sektora, a osnovana je 2000. godine.

Glavni postojeći projekti kompanije Zijin raspoređeni su u 18 kineskih provincija i 11 zemalja širom sveta. U Republici Kini postoji grupa glavnih rudnika kao što su Rudnik zlata i bakra Fujian Zijinshan, Rudnik zlata i bakra Jilin Hunchun, Rudnik bakra Xinjiang Ashele, Rudnik bakra Heilongjiang Duobaoshan i Rudnik cinka Xinjiang Ulugqat.

U inostranstvu, Zijin ima nekoliko rudnika kao što su: Rudnik zlata Porgera u Papui Novoj Gvineji, Rudnik bakra Kolwezi u Demokratskoj Republici Kongo i Rudnik cinka Tuva u Rusiji. Ovde spadaju i dva velika rudnika bakra koji su u fazi rekonstrukcije i izgradnje – Rudnik Kamoanga u Demokratskoj Republici Kongo i Rudnik Bor u Srbiji.

1.2. SERBIA ZIJIN COPPER DOO BOR

Serbia Zijin Copper DOO Bor je kompanija koja posluje u sastavu Zijin Mining Grupe. Osnovana je 18. decembra 2018. godine, na dan kada je Zijin sa Vladom Republike Srbije potpisao zaključna dokumenta, odnosno ugovor o preuzimanju 63 procenata vlasništva u RTB-u Bor. Zijin je na taj način postao držalac 63 procenata učešća u kapitalu kompanije iz Srbije. Prva kompanija Zijina u Srbiji, i na Balkanu, zove se Serbia Zijin Copper i jedini je proizvođač bakra i plemenitih metala (zlata i srebra) u Srbiji.

Serbia Zijin Copper bavi se istraživanjem i eksploatacijom rude bakra, čijom preradom se u topionici proizvode katodni bakar i plemeniti metali visokog kvaliteta.

Kompanija poseduje četiri rudnika bakra („Veliki Krivelj“, „Novo Cerovo“, „Jama“ i Rudnik bakra Majdanpek), fabriku kreča Zagrađe i Topionicu i rafinaciju bakra.

U okviru kompanije postoje devet ogranaka i to:

- 1) Ogranak RBB Bor
- 2) Ogranak RBM Majdanpek
- 3) Ogranak TIR Bor
- 4) Ogranak Novo Cerovo Bor
- 5) Ogranak Jama Bor
- 6) Ogranak Zagrađe Bor
- 7) Ogranak EMO Bor

- 8) Ogranak Klub Zijin Brestovačka banja
- 9) Ogranak hotel Jezero Borsko jezero

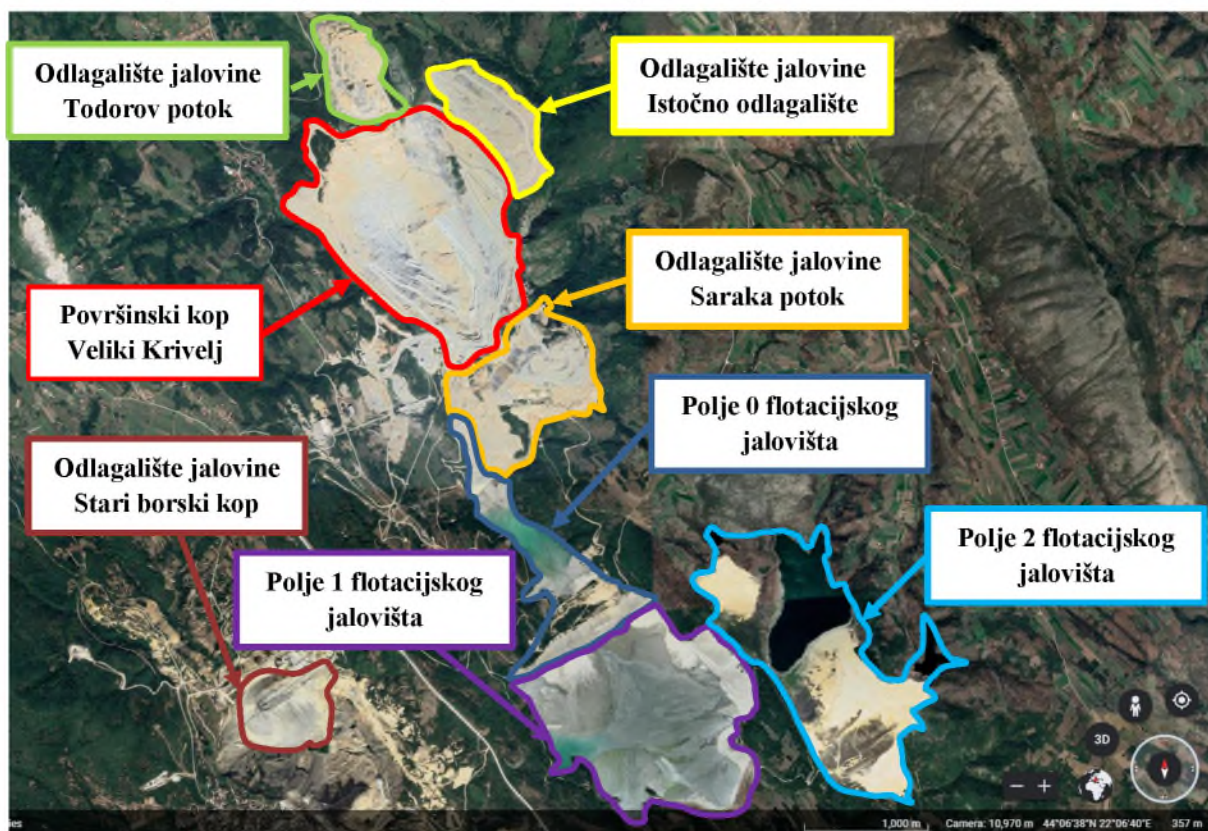
Ogranak RBB čine sledeće celine:

- 1) Rudnik bakra Veliki Krivelj sa celinama Površinski kop Veliki Krivelj, Flotacija Veliki Krivelj i Kamenolom Veliki Krivelj
- 2) Rudnik bakra Jama sa celinama Rudnik Jama i Flotacija Jama - Bor
- 3) Rudnik bakra Novo Cerovo sa celinama Površinski kop Novo Cerovo i Fabrika drobljenje i mlevenje Novo Cerovo.
- 4) Fabrika kreča Zagrađe

U procesu eksploatacije rude bakra sa površinskog kopa Veliki Krivelj otkopavaju se jalovinske stene koje predstavljaju **rudarski otpad** i koji se odlaže na odlagalištima jalovine: Todorov potok, Istočno odlagalište, Saraka potok i Stari borski kop.

Preradom rude bakra, procesima usitnjavanja, flotacijske koncentracije i odvodnjavanja dobijaju se koncentrat bakra, koji ide na dalju topioničku preradu i flotacijska jalovina, koja takođe predstavlja **rudarski otpad** i koja se odlaže na flotacijsko jalovište Veliki Krivelj, kojeg čine tri celine: Polje 0, Polje 1 i Polje 2.

Na slici 1.1 prikazana je dispozicija rudarskih objekata na površinskom kopu Veliki Krivelj.



Slika 1.1. Dispozicija rudarskih objekata na površinskom kopu Veliki Krivelj

1.3. REZIME ADMINISTRATIVNIH PODATAKA

U tabeli 1.1 dat je rezime administrativnih podataka kompanije Serbia Zijin Copper DOO Bor i površinskog kopa Veliki Krivelj gde nastaje rudarski otpad.

Tabela 1.1. Rezime administrativnih podataka

Ime kompanije	Serbia Zijin Copper DOO Bor
Pravni oblik	Društvo sa ograničenom odgovornošću
Matični broj	07130562
Delatnost	0729 - Eksploatacija ruda ostalih crnih, obojenih, plemenitih i drugih metala
Adresa	Đorđa Vajferta 29, Bor
Opština	Bor
Lokacija površinskog kopa Veliki Krivelj (koordinate)	7.589.743 4.886.470 305
Površinski kop Veliki Krivelj	
Upravnik	Dejan Mitić
Podaci za kontakt	Adresa: Đorđa Vajferta 29, Bor, Površinski kop Veliki Krivelj Telefon: 064/8178937 E-mail: dejan.mitic@zijinbor.com
Inženjer odgovoran za upravljanje otpadom	
Ime i prezime	Nađida Huseinoski
Funkcija	Saradnik za praćenje i analizu raspol. iskorišćenja i potrošnje normativnog materijala
Telefon	
E-mail adresa	nadjida.huseinoski@zijinbor.com
Datum	Avгust 2022. godine



2.0. PODACI O ORGANIZACIJI KOJA JE IZRADILA PROJEKAT SA POTVRDOM O REGISTRACIJI

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR – OSNOVNI PODACI

Adresa: Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, Srbija

Kontakt telefon: +381 30 454 101

e-mail: institut@irmbor.co.rs

web adresa: www.irmbor.co.rs

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor (u daljem tekstu: Institut) u okviru svoje delatnosti obavlja poslove izrade naučno-istraživačkih projekata u oblastima geologije, rudarstva, metalurgije, i tehnologije; posebnih programa i projekata interdisciplinarnog karaktera koji obezbeđuju tehnološki razvoj i razvoj naučno-istraživačke infrastrukture od interesa Republike Srbije, regiona i lokalne samouprave; istraživanja u oblasti eksploatacije ležišta i pripreme metaličnih i nemetalčnih mineralnih sirovina; istraživanja u oblasti novih materijala, tehnologija, uređaja, opreme, zaštite životne sredine i reciklaže materijala.

U vršenju svoje delatnosti Institut obavlja i izradu ekspertiza i studija, predinvesticionih i investicionih studija i projekata, investicionih programa, investiciono-tehničke dokumentacije, elaborata i druge investicione dokumentacije u izvođenju investicionih radova u zemlji i inostranstvu, u oblasti geologije, rudarstva, metalurgije, tehnologije, od interesa za Republiku, region i lokalnu samoupravu (inovacioni projekti, biznis planovi koje realizuju mala i srednja preduzeća, i sl.), kao i u okviru poslova iz oblasti zaštite životne sredine i ekologije (reciklaže otpadnih i drugih materijala).

Institut vrši poslove laboratorijskih ispitivanja, arbitražu i verifikaciju za potrebe javnih službi, privrednih društava, i drugih institucija i organizacija, kao i poslove specijalne proizvodnje, poslove uvođenja sistema kvaliteta, implementacije industrijske informatike i informacionih sistema, naučno-informativne i bibliotečko-informativne dokumentacije.

Institut obavlja poslove spoljnotrgovinskog prometa i usluge u spoljnotrgovinskom prometu iz okvira svoje delatnosti, u skladu sa Zakonom.

Institut je opremljen najmodernijom opremom za proizvodnju i karakterizaciju iz navedenih oblasti link za opremu i akreditovane laboratorije i angažuje oko 180 stalno zaposlenih.



Посл. бр. Фл. 51/07

Трговински суд у Зајечару судија Милена Стевановић

као судија појединац у судскорегистарској правној ствари предлагача Институт за рударство и металургију Бор, ул. Зелени булевар бр.35

Установе за рударство и металургију Бор
ради уписа

дана 9.10.2007, донео је

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев предлагача за упис у судски регистар и одређује се упис у судски регистар, у регистарски уложак

бр. 5-154 података садржаних у прилозима уз пријаву бр. 1, 2, 3 и 4

који су саставни део овог решења, па је уписана Установа: Институт за рударство и металургију, Бор ул. Зелени булевар бр.35.



Судија
Милена Стевановић

ВТС

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 лист СРЈ, Београд
Ознака за поруџбину: Обр. бр. 161451



Посл. бр. _____ Фи. 3/2024

Привредни суд у Зајечару судија Јелена Миленковић

Као судија појединац у судскорегистарској правној ставари предлагача

Институт за рударство и металургију Бор

ради уписа промене назива улице и промена Статута

дана 19.02.2024. године донео је

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев предлагача за упис у судски регистар, и одеђује се упис у судски регистар, у регистарски уложак

бр. 5-154 података садржаних у прилозима уз пријаву бр. 1 и 7

па се уписује промена назива улице Института за рударство и металургију Бор, те се уместо улице: "Зелени булевар бр.35", уписује улица: "Алберта Ајнштајна бр.1", као у прилогу бр.1., и уписује се промена Статута.

Судија,


Поука о правном леку: Против овог решења може се изјавити жалба, преко овог суда, Привредом апелационом

суду у Београду у року од 8 дана од дана достављања преписа решења.

4. Препис решења



Посл. бр. _____ Фи. 17/2022

Привредни _____ суд у _____ Зајечару _____ судија _____ Јелена Миленковић

Као судија појединац у судскорегистарској правној ставари предлагача _____

Институт за рударство и металургију Бор, ул. Зелени булевар 35

ради уписа _____ продужење мандата лицу овлашћеном за заступање _____

дана _____ 26.05.2022. године _____ донео је

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев предлагача за упис у судски регистар, и одеђује се упис у судски регистар, у регистарски уложак бр. _____ 5-154 _____ података садржаних у прилозима уз пријаву бр. _____ 4 и 7

те се уписује продужење мандата, па се др Миле Бугарин, научни саветник, уписује као директор и лице овлашћено за заступање Установе, са неограниченим овлашћењима, у складу са Законом, као у прилогу бр.4,

 Судија, _____

Поука о правном леку: Против овог решења може се изјавити жалба, преко овог суда, _____ Привредом апелационом _____

суду у _____ Београду _____ у року од 8 дана од дана достављања преписа решења.

4. Препис решења



Посл. бр. _____ Фи. 9/2024

Привредни _____ суд у _____ Зајечару _____ судија _____ Драган Јоцић

Као судија појединац у судскорегистарској правној ставари предлагача _____

Институт за рударство и металургију Бор

ради уписа _____ допуна делатности и промена Статута _____

дана _____ 07.05.2024. године _____ донео је

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев предлагача за упис у судски регистар, и одеђује се упис у судски регистар, у регистарски уложак

бр. _____ 5-154 _____ података садржаних у прилозима уз пријаву бр. _____ 3 и 7

па се уписује допуна делатности:

- 09 Услугне делатности у рударству и геолошким истраживањима
- 43.11 Рушење објеката
- 43.12 Припрема градилишта
- 43.2 Инсталациони радови у грађевинарству
- 46.75 Трговина на велико хемијским производима
- 52.24 Манипулација теретом
- 72 Научно истраживање и развој, као у прилогу бр.3, и промена Статута.



Судија, _____

Поука о правном леку: Против овог решења може се изјавити жалба, преко овог суда, _____ Привредом апелационом _____

суду у _____ Београду _____ у року од 8 дана од дана достављања преписа решења.

4. Препис решења



Посл. бр. _____ Фи.52/2017

ПРИВРЕДНИ суд у ЗАЈЕЧАРУ судија МИЛЕНА СТЕВАНОВИЋ

Као судија појединац у судскорегистарској правној ставари предлагача _____

Институт за рударство и металургију Бор

ради уписа _____ повећања основног капитала

дана 28.09.2017 год. донео је

РЕШЕЊЕ

Усваја се захтев предлагача за упис у судски регистар, и одеђује се упис у судски регистар, у регистарски уложак

бр. 5 -154 података садржаних у прилозима уз пријаву бр. 2, 7

Код Установе Институт за рударство и металургију Бор, уписано је повећање основног капитала као у прилогу бр.2 и бр.7 и уписана је измена и допуна Статута.

 Судија _____

Поука о правном леку: Против овог решења може се изјавити жалба, преко овог суда, Привредном апелационом

суду у Београду у року од 8 дана од дана достављања преписа решења.

4. Препис решења



Република Србија
РЕПУБЛИЧКИ ЗАВОД ЗА СТАТИСТИКУ

Број: 052-89

Датум: 14.03.2024 година
Београд

РЈР

На основу члана 7. Закона о класификацији делатности ("Службени гласник РС", број 104/09), Уредбе о
Класификацији делатности ("Службени гласник РС", број 54/10) и Уредбе о методологији за
разврставање јединица разврставања према Класификацији делатности ("Службени гласник РС", број 54/10)
Републички завод за статистику издаје

ОБАВЕШТЕЊЕ О РАЗВРСТАВАЊУ Извод из регистра

1) Назив (пуно пословно име) ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР	
2) Матични број	07130279
3) ПИБ	100627146
4) Општина Бор Насеље 19210 Бор	
5) Улица и број АЛБЕРТА АЈНШТАЈНА	1
6) Облик организовања и шифра Установа	85
7) Облик својине и шифра Јавна својина (ниво државе)	5
8) Назив сектора делатности и шифра СТРУЧНЕ, НАУЧНЕ, ИНОВАЦИОНЕ И ТЕХНИЧКЕ ДЕЛАТНОСТИ	М
9) Назив групе делатности и шифра Истраживање и развој у осталим природним и техничко-технолошким наукама	7219
10) Подаци о лицу одговорном за заступање	
Име и презиме	МИЛЕ БУГАРИН
Функција	Директор
ЈМБГ	1211962280018

ОБРАЗЛОЖЕЊЕ:

ПРОМЕНА СЕДИШТА И АДРЕСЕ

Обавештење о разврставању се користи за добијање пореског идентификационог броја (ПИБ) код Пореске
управе и за отварање текућег рачуна код пословне банке.

Ослобођено таксе по члану 18. Закона о републичким административним таксама ("Службени гласник РС" број
62/21, у примени од 01.07.2021)

Директор
Др Миладин Ковачевић

Београд, Милана Ракића 5, тел. 2412-922, факс 2411-260, e-mail: stat@stat.gov.rs, www.stat.gov.rs



Образац РЕГ



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО ФИНАНСИЈА
ПОРЕСКА УПРАВА
Централа
Број: 0000792244
Београд



004 358 490
(редни број пријаве за регистрацију)

На основу члана 28, ст. 9 и 10. Закона о пореском поступку и пореској администрацији ("Службени гласник РС", бр. 80/2002, 84/2002, 23/2003 и 70/2003), издаје се

ПОТВРДА о извршеној регистрацији

Пореском обвезнику: ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР, са матичним бројем: 07130279, додељен је ПОРЕСКИ ИДЕНТИФИКАЦИОНИ БРОЈ - ПИБ: **100627146**, под којим је и уписан у јединствени регистар пореских обвезника Пореске управе.

У Београду, 23.10.2007



ПО ОВЛАШЋЕЊУ
ДИРЕКТОРА
Микан Радић



Фирма и седиште subjekta upisa	ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР			Прилог уз пријаву број	1
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		3-154 Трг. суд у Зајечару			
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда		
9.10.07	4а.51/07	5	Трг. суд Зајечар		
1.	Фирма и седиште subjekta upisa и његов матични број				
Фирма: ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР скр. ИРМ БОР Седиште: ЗЕЛЕНИ БУЛЕВАР 35 Матични број : 07130279					
2.	Овлашћење subjekta upisa у правном промету				
Институт за рударство и металургију је правно лице које има потпуну правну и пословну способност и одговорност у обављању своје делатности у складу са Законом и Одлуком Владе РС о оснивању 05 број 023-5504/2007 од 13.септембра 2007. године					
3.	Врста и обим одговорности за обавезе subjekta upisa у правном промету и врста и обим одговорности за обавезе других subjekata				
Одговара за обавезе целокупном имовином којом он располаже, а ступа у правни промет у своје име и за свој рачун.					
4.	Одговорност оснивача за обавезе subjekta upisa				
Одговара до висине оснивачког улога					
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



Фирма и седиште субјекта уписа	Институт за рударство и металургију Бор			Прилог уз решење број	1
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-154		Привредни суд у Зајечару	
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда		
19.02.2024.г	Фи.3/2024	5	Привредни суд у Зајечару		
1.	Фирма и седиште субјекта уписа и његов матични број				
Пун назив: Институт за рударство и металургију Бор, ул. Алберта Ајнштајна бр.1.					
2.	Овлашћења субјекта уписа у правном промету				
Неограничена овлашћења у правном промету у складу са Законом.					
3.	Врста и обим одговорности за обавезе субјекта уписа у правном промету и врста и обим одговорности за обавезе других субјеката				
4.	Одговорност оснивача за обавезе субјекта уписа				
Одговорност у складу са Законом и Оснивачким актом.					
					
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



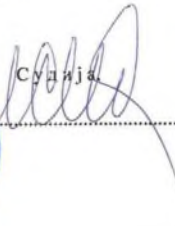
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР		Прилог уз пријаву број	2
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-154 ПРИВРЕДНИ СУД ЗАЈЕЧАР	
Ред. број	Фирма, односно назив и седиште, ознака регистра и број регистарског уписа, матични број и број рачуна оснивача односно име и адреса, лични број и број личне карте оснивача и члана	Број и датум акта о оснивању	Датум приступања
1	2	3	4
1	РЕПУБЛИКА СРБИЈА, ВЛАДА, БЕОГРАД, НЕМАЊИНА 11	Одлука 05 број 023-5504/2007 од 13.09.2007 („Сл. Гл. РС“ бр 84/07)	
2	НАЦИОНАЛНА СЛУЖБА ЗА ЗАПОШЉАВАЊЕ Крагујевац, ул. Светозара Марковића бр. 37	Уговор о претварању (конверзији) потраживања Националне службе за запошљавање бр. 0012-9-32/15 од 19.05.2015.	
3	ОПШТИНА БОР, Моше Пијаде бр.3, Бор	Уговор о конверзији потраживања по основу уступљених јавних прихода према Институту за рударство и металургију Бор у капитал Општине Бор, бр.35 од 18.01.2016. год	
4	ФОНД ЗА РАЗВОЈ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ, Булевар Немањина бр.14а, Ниш	Уговор о конверзији потраживања Фонда за развој Републике Србије по основу Уговора о уступању потраживања-замени испуњења бр. 3532 од 29.новембра 2006. године у трајни улог у основном капиталу Института за рударство и металургију Бор, број 1463 од 22.08.2017.	
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



Ред. број	Укупан износ оснивача и члана	Врста и обим одговорности за обавезе субјекта уписа	Датум иступања
5	6	7	8
1	479.695.387,25 динара 65,54% на дан 31.12.2016.		
2	18.458.876,38 динара 2,52% на дан 31.12.2016.		
3	94.539.596,87 динара 12,92% на дан 31.12.2016.		
4	139.197.653,94 динара 19,02% на дан 31.12.2016.		
5			
Уписани и уплаћени основни капитал; повећање, односно смањење основног капитала			
Основни капитал Института који чине покретне и непокретне ствари, новчана средства, хартије од вредности, имовинска права и друга средства, износи 731.891.514,44 динара, на дан 31.12.2016. год.			
 Судија: 			

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



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР		Прилог уз решење број	3
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		9-154 ОПРЕДНИ СУД ЗАЈЕЧАР	
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда
14.11.11.	11-71/11	3	ОПРЕДНИ СУД ЗАЈЕЧАР
1. Делатности, односно послови и послови спољнотрговинског промета субјекта уписа			
Претежна делатност Института је: 72.19 Истраживање и развој у осталим природним и техничко-технолошким наукама 07.10 Експлоатација руда гвожђа 07.29 Експлоатација руда осталих црних, обојених, племенитих и других метала 08.11 Експлоатација грађевинског и украсног камена, кречњака, гипса, креде 08.12 Експлоатација шљунка, песка, глине и каолина 08.91 Експлоатација минерала, производња минералних ђубрива и хемикалија 08.99 Експлоатација неметаличних руда и минерала 09.90 Услугне делатности у вези са истраживањем и експлоатацијом осталих руда 20.12 Производња средстава за припремање боја и пигмената 20.13 Производња осталих основних неорганских хемикалија 20.14 Производња осталих основних органских хемикалија 20.59 Производња осталих хемијских производа 24.41 Производња племенитих метала 24.42 Производња алуминијума 24.43 Производња олова, цинка и калаја 24.44 Производња бакра 24.45 Производња осталих обојених метала 24.53 Ливење лакних метала 24.54 Ливење осталих обојених метала 26.51 Производња мерних, истраживачких и навигационих инструмената и апарата 43.13 Испитивање терена бушењем и сондирањем 58.14 Издавање часописа и периодичних издања 62.01 Рачунарско програмирање 62.02 Консултантске делатности у области информационе технологије 62.03 Управљање рачунарском опремом 62.09 Остале услуге информационе технологије 70.22 Консултантске активности у вези с пословањем и осталим управљањем 71.11 Архитектонска делатност 71.12 Инжењерске делатности и техничко саветовање 71.20 Техничко испитивање и анализе 72.11 Истраживање и експериментални развој у биотехнологији 74.10 Специјализоване дизајнерске делатности 74.90 Остале стручне, научне и техничке делатности 91.01 Делатност библиотека и архива 95.11 Поправка рачунара и периферне опреме 95.12 Поправка комуникационе опреме			
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



Издавач: ЈПСлужбени лист СРЈ, Београд
Ознака за поручину:Обр.бр.161541



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР		Наставак прилога уз решење број	3
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште			
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда
Наставак:			
Институт обавља послове спољнотрговинског промета и услуге у спољнотрговинском промету из оквира своје делатности, у складу са Законом и одлуком о оснивању. У вршењу своје делатности Институт обавља и израду експертиза и студија, инвестиционих програма, инвестиционо-техничке документације, елабората и друге инвестиционе документације у извођењу инвестиционих радова на минералним ресурсима метала, неметала и угљева у земљи и иностранству, као и у оквиру послова из области заштите животне средине и екологије. Поред научноистраживачке делатности, Институт може обављати и друге послове којима се комерцијализују резултати научног и истраживачког рада из области: производње, прераде и обраде обојених метала и хемијских производа; производње машина, индустријских пећи и горњоника за металургију, машина за руднике, каменоломе и грађевинарство; производње контролних и мерних инструмената и апарата у индустријским процесима; консалтинга, менаџмента и инжењеринг послова у геологији, рударству и металургији; пружања савета у вези компјутерске опреме, програма, обраде података, изградње база података, одржавања и оправке рачунских и рачунарских машина; издавања књига и других публикација. Институт врши послове увођења система квалитета, имплементације индустријске информатике и информационих система.			
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: Прилог уз решење број 3



Издавач: ЈП Службени лист СРЈ, Београд
Ознака за поруџбину: Обр.бр. 161541



Институт за рударство и металургију Бор		Прилог уз решење број	3
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-154 Привредни суд у Зајечару	
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда
07.05.2024.г.	Фи.9/2024	5	Привредни суд у Зајечару
1. Делатности, односно послови и послови спољнотрговинског промета субјекта уписа			
Допуна делатности: Шифра делатности: - 09 Услугне делатности у рударству и геолошким истраживањима - 43.11 Рушење објеката - 43.12 Припрема градилишта - 43.2 Инсталациони радови у грађевинарству - 46.75 Трговина на велико хемијским производима - 52.24 Манипулација теретом - 72 Научно истраживање и развој			
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



Институт за рударство и металургију Бор, ул. Зелени булевар 35			Прилог уз решење број	4
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште		5-154 Привредни суд у Зајечару		
Датум уписа	Ознака и број решења	Број уписа	Назив суда	
26.05.2022.г.	Фи. 17/2022	5	Привредни суд у Зајечару	
1.	Имена лица овлашћених за заступање субјекта уписа и границе њихових овлашћења			
Уписује се продужење мандата, па се др Миле Бугарин, научни саветник, уписује као директор и лице овлашћено за заступање Установе, са неограниченим овлашћењима, у складу са Законом.				
1.	Имена лица овлашћених за заступање субјекта уписа у обављању спољнотрговинског промета и границе њихових овлашћења			
Судија, 				
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



Фирма и седиште субјекта уписа	ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР ЗЕЛЕНИ БУЛЕВАР 35		
Број регистарског улошка регистарског суда и његово седиште			
ОВЕРЕНИ ПОТПИСИ ЛИЦА ОВЛАШЋЕНИХ ЗА ЗАСТУПАЊЕ			
Ред. број	Презиме и име	Лични број	Својеручни потпис
1.	Др Миле Бугарин, научни саветник	1211962280018	
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
Потврђује се да су именовани својеручно потписали ову исправу. Истоветност именованих утврђена је на основу:			
Ред. број	Презиме и име	Број личне карте издате од, број пасоша и сл.	
1.	Др Миле Бугарин, научни саветник	005933279 ПУ У БОРУ	
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
Такса за оверу од динара наплаћена и поништена на молби за оверу.....			
(Назив суда, односно органа за оверу и седиште)			
Овлашћени радник,			

ОБРАЗАЦ (ОП) – Оверени потписи лица овлашћених за заступање



Република Србија
ЈАВНИ БЕЛЕЖНИК
Вишица Сретеновић
Бор
Трг Ослобођења 2/3

УОП - IV:1192-2022
Страна 1 (један)

Потврђује се да је -----
Миле Бугарин рођен/а 12.11.1962. (дванаестог новембра хиљаду деветсто
шездесет друге) године, са пребивалиштем у Бор Улица Цара Лазара број 010/10
(десеткроздесет) у присуству јавнобележничког приправника својеручно
потписао/ла ову исправу.-----

Идентитет подносиоца исправе утврђен је увидом у личну карту бр. 005933279,
издата 07.10.2014 од стране ПУ У БОРУ.-----

Исправа странке, написана на компјутерском штампачу и састоји се од 1 (један)
листа/ова и 1 (једној) стране/а, оверена је у 7 (седам) примерка за потребе
странке, а 1 (један) оверен примерак, остаје код поступајућег јавног бележника.

Јавни бележник овером ове исправе потврђује потпис странке и не одговара за
садржину исправе.-----

Накнада за оверу 7 (седам) примерка није наплаћена на основу
члана 17а јавнобележничке тарифе.-----

ЈАВНИ БЕЛЕЖНИК
Вишица Сретеновић
Бор
Трг Ослобођења 2/3

За јавног бележника
Јавнобележнички
приправник
Милица Вељковић
број решења: 2460-3-IV-
6/2021
од 29.07.2021 год.

УОП - IV:1192-2022

Дана 23.05.2022. (двадесет трећег маја две
хиљаде двадесетдруге) године, у 09:35 (девет
часова и тридесет пет минута),
у Бору, оверено у 7 (седам) примерак/ка за
потребе странке.

(потпис)

В. Вељковић



(печат)



 KOMPANIJA DUNAV OSIGURANJE a.d.o.		11001 BEOGRAD Makedonska br. 4 Registracija: Agencija za privredne registre Broj registracije: 1114562005 Matični broj: 07046898	
Glavna filijala osiguranja: _____		07 N° 00077860 6	
Organizaciona jedinica: 1063 Zaječar		Zamena polise broj: 00041128 3	
Račun: 1139		3	
Ref prodaje: 200-0810000001684-98		00041128 3	
074519 Aleksandra bojić			
POLISA OSIGURANJA ODGOVORNOSTI			
INSTITUT ZA RUĐARSTVO I METALURGIJU		Matični broj: 07130279	
Poštanski broj: 19210	Mesto: Bor	Alberta A. J. Jajna	Broj: 7219
INSTITUT ZA RUĐARSTVO I METALURGIJU		Matični broj: 07130279	
Poštanski broj: 19210	Mesto: Bor	Alberta A. J. Jajna	Broj: 7219
Ugovor se zaključuje sa određenim		rokom, počinje dan, mesec, godina: 01.08.2025	traje do dan, mesec, godina: 31.07.2026
Premija za osiguranje sa neodređenim rokom trajanja dospeva za naplatu svake godine _____ dan, mesec, godina			
Ovo osiguranje zaključeno je u smislu Uslova za osiguranje _____ koji čine sastavni deo ovog ugovora o osiguranju - polise.			
Navedeni uslovi, izdani su ugovorom osiguranja, osiguravatelj, što on potvrđuje svojim potpisom.			
Tarifa/tarifna grupa _____ klasa opasnosti _____			
OSIGURAVA SE:			
Profesionalna odgovornost Osiguravanih za štete prouzrokovane trećim licima/ čl.3, st. 1,2,3 Uslova/.			
Isključenja iz osiguranja su definisana čl. 5 uslova.			
Suma osiguranja iznosi 58.590.000,00 dinara, što iznosi 500.000,00 EVRA po srednjem kursu NBS na dan zaključenja polise osiguranja, po štetnom događaju i za čitav period osiguranja.			
Ugovoreno učešće u šteti/franšiza/10% minimum 200.000,00 dinara po štetnom događaju.			
Ugovoreno teritorijalno pokriva za: Republiku Srbiju, Crnu Goru, Severnu Makedoniju, Bosnu i Hercegovinu i Republiku Srpsku.			
Maksimalna obaveza Osiguravača po polisi iznosi 58.590.000,00 dinara, što iznosi 500.000,00 EVRA po srednjem kursu evra NBS na dan zaključenja osiguranja, po štetnom događaju i za čitav period osiguranja.			
Ukupno obračunata premija po ovoj Polisi ili obračunu u prilogu koji je sastavni deo polise din.		227.056,30	
Porez na premiju neživotnih osiguranja _____ %		11.352,82	
Ukupna premija sa porezom:		238.409,12 dinara.	
Promet po ovoj Polisi oslobođen je PDV na osnovu čl. 25, st. 2. Zakona o PDV-u			
Premija je obračunata za period od 1.8.2025 god.do 1.8.2026 godine.		Plaćanje premije je ugovoreno na sledeći način: u 5 mesečnih rata	
rata, u rokovima naznačenim na fakturi.			
Osiguravač zadržava pravo ispravke računске ili neke druge greške koju je učinio predstavnik osiguravača u ovoj polisi.			
U _____ BOR _____ dana 28.07.2025. godine		Ugovarač osiguranja _____	
OO-1/III/2022			



3.0. PODACI O LICIMA KOJA SU UČESTVOVALA U IZRADI PLANA SA DOKAZIMA O ISPUNJENOSTI PROPISANIH USLOVA ZA OBAVLJANJE TIH POSLOVA

SPISAK PROJEKTANATA

Glavni projektant	Ljubiša Obradović, dipl. inž. rud. Uverenje br. 2949 /R
Odgovorni projektant	dr Daniel Kržanović, dipl. inž. rud. Uverenje br. 3590/R
Saradnici	mr Radmilo Rajković, dipl. inž. rud. Uverenje br. 3736/R
	Miomir Mikić, dipl. inž. rud. Uverenje br. 5446 /R
	Sandra Milutinović, dipl. inž. rud.
	Ivan Svrkota, dipl. inž. rud.
Obrada grafičkih priloga	Slađana Vitković, rud. tehn.



Na osnovu Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Sl. Glasnik SR Srbije br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021) koji se odnosi na lica koja izrađuju tehničku dokumentaciju kao i ugovornih obaveza, a u cilju efikasne realizacije posla donosim:

R E Š E N J E

**Za izradu: PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
RUDNIKA VELIKI KRIVELJ
(PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ)**

određuje se: Ljubiša Obradović, dipl. inž. rudarstva

za: GLAVNOG PROJEKTANTA

Broj Uverenja: 2949/R

Imenovani je u stalnom radnom odnosu u INSTITUTU ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR i u pogledu stručne spreme i prakse ispunjava propisane uslove za glavnog projektanta saglasno Zakonu o rudarstvu i geološkim istraživanjima, član 122 (Sl. glasnik R. Srbije br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021).

**DIREKTOR
INSTITUTA ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR**

dr Mile Bugarin, naučni savetnik



Rešenjem DIREKTORA INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR određen sam za glavnog projektanta za izradu tehničke dokumentacije:

**PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
RUDNIKA VELIKI KRIVELJ
(PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ)**

Na osnovu prednjeg dajem sledeću:

I Z J A V U

Izjavljujem da sam prilikom izrade tehničke dokumentacije:

**PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
RUDNIKA VELIKI KRIVELJ
(PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ)**

istu usaglasio sa članom 85. Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima, (Sl. glasnik R. Srbije br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021),), i Uredbom o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu („Sl.glasnik RS”, br. 53/2017)

GLAVNI PROJEKTANT

Ljubiša Obradović, dipl. inž. rudarstva

Verodostojnost gornje izjave overava:

**DIREKTOR
INSTITUTA ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR**

dr Mile Bugarin, naučni savetnik



Na osnovu Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Sl. Glasnik SR Srbije br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021) koji se odnosi na lica koja izrađuju tehničku dokumentaciju kao i ugovornih obaveza, a u cilju efikasne realizacije posla donosim:

R E Š E N J E

**Za izradu: PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
RUDNIKA VELIKI KRIVELJ
(PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ)**

određuje se: dr Daniel Kržanović, dipl. inž. rudarstva

za: ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Broj Uverenja: 3590/R

Imenovani je u stalnom radnom odnosu u INSTITUTU ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR i u pogledu stručne spreme i prakse ispunjava propisane uslove za odgovornog projektanta saglasno Zakonu o rudarstvu i geološkim istraživanjima, član 122 (Sl. glasnik R. Srbije br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021).

**DIREKTOR
INSTITUTA ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR**

dr Mile Bugarin, naučni savetnik



Rešenjem DIREKTORA INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR određen sam za odgovornog projektanta za izradu tehničke dokumentacije:

**PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
RUDNIKA VELIKI KRIVELJ
(PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ)**

Na osnovu prednjeg dajem sledeću:

I Z J A V U

Izjavljujem da sam prilikom izrade tehničke dokumentacije:

**PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
RUDNIKA VELIKI KRIVELJ
(PLAN UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM
POVRŠINSKOG KOPA VELIKI KRIVELJ)**

istu usaglasio sa članom 85. Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima, (Sl. glasnik R. Srbije br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021),), i Uredbom o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanjem otpado, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu („Sl.glasnik RS”, br. 53/2017)

ODGOVORNI PROJEKTANT

dr Daniel Kržanović, dipl. inž. rudarstva

Verodostojnost gornje izjave overava:

**DIREKTOR
INSTITUTA ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR**

dr Mile Bugarin, naučni savetnik



ПРИВРЕДНА КОМОРА СРБИЈЕ

Број 2949/R
Београд 04.12.1995. године

На основу члана 31. Самоуправног споразума о програму и начину полагања стручног испита за раднике из области рударства који раде на пословима израде и техничке контроле рударских пројеката и експлоатације минералних сировина („Службени гласник СР Србије” бр. 27/80), Привредна комора Србије издаје

УВЕРЕЊЕ

О ПОЛОЖЕНОМ СТРУЧНОМ ИСПИТУ

LJUBIŠA Milojka OBRADOVIĆ

(име, очено име и презиме)

рођен-а 11.februara 1964. године

у Boru, Bor, Srbija
(место, општина, република)

положио-ла је дана 04.12.1995. год

стручни испит прописан за Diplomiranog inženjera rudarstva
smern priprema mineralnih sirovina

Председник
Комисије,

/Radoje Zečević/



За Привредну комору,
секретар

/Radivoje Jevtić/



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО РУДАРСТВА
И ЕНЕРГЕТИКЕ

Број 3590 / Р

Београд, 15. 12. 1999. 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

Даниел Пећар Кржановић

(име, очево име и презиме)

рођен-а 14. маја 1967. године

у Зајечару, Србија
(место, општина, република)

положио-ла је 08. децембра 1999. године
стручни испит прописан Законом о рударству („Сл. гласник РС“
број 44/95) за

дипломираног инжењера рударства

за експлоатацију лежишта минералних сировина

Секретар
Министарства

Надежда Мийровић Жиљко

Председник
Комисије,

Радоје Зечевић

РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО РУДАРСТВА
И ЕНЕРГЕТИКЕ

Број 3736 / РБеоград, 26. 10. 2001. године

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

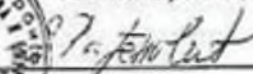
УВЕРЕЊЕ
О ПОЛОЖЕНОМ СТРУЧНОМ ИСПИТУ

Радмило Славољуб Рајковић

(име, очево име и презиме)

рођен-а 27. јула 1969. годинеу Зајечару, Србија
(место, општина, република)положио-ла је 07. децембра 2000. годинестручни испит прописан Законом о рударству („Службени гласник РС“
број 44/95) задипломираног инжењера рударстваза његовишњу експлоатацију лежишта минералних сировинаПредседник
Комисије,

Проф. др Владимир Павловић, дипл. инж.

Секретар
Министарства,

Др Јасна Петровић - Рајковић



РЕПУБЛИКА СРБИЈА
МИНИСТАРСТВО РУДАРСТВА
И ЕНЕРГЕТИКЕ

Број 5446/P

Београд, 29. 06. 2010. године

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

УВЕРЕЊЕ
О ПОЛОЖЕНОМ СТРУЧНОМ ИСПИТУ

МИОМИР Милорад МИКИЋ

(име, очево име и презиме)

рођен-а 26. јуна 1976. године

Бор, Бор, Република Србија

(место, општина, република)

положио-ла је 16. јуна 2010. године

стручни испити прописан Законом о рударству ("Службени гласник РС" број 44/95, 85/2005, 101/2005, 34/2006, 104/2009) за

дипломираног инжењера рударства

експлоатација лежишта минералних сировина

Председник
Комисије,


мр Небојша Илић, дипл. инж. руд.

за

Министарство,



Проф. др Петар Шкундрић

4.0. ZAKONSKI OKVIR ZA IZRADU PLANA UPRAVLJANJA RUDARSKIM OTPADOM

Upravljanje rudarskim otpadom vezano je za **Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima** ("Službeni glasnik RS", br. 101/2015 od 8. decembra 2015. godine, 95/2018 - dr. zakon od 8. decembra 2018. godine i 40/2021 od 30. aprila 2021. godine). U navedom Zakonu stoji:

1. Upravljanje rudarskim otpadom

Član 144.

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

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

Član 145

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

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

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

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

41) eksploataciono polje obuhvata prostor definisan odobrenjem za eksploataciono polje ili eksploataciju u kome se nalaze rezerve mineralnih sirovina, kao i prostor predviđen za smeštaj jalovišta i drugog rudarskog otpada, za izgradnju objekata pripreme mineralnih sirovina, za izgradnju objekata održavanja, vodozahvata i drugih rudarskih objekata, a ograničeno je odgovarajućim poligonim linijama na površini terena;

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

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

U članu 2 definišu se pojedini izrazi:

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

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

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

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

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

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

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

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

U deponije za upravljanje rudarskim otpadom uključene su i svi nasipi/brane i drugi objekti koji služe za kontrolisanje, zadržavanje, ograđivanje ili na drugi način osiguravaju stabilnost deponije i takođe uključuju, između ostalog, jalovišta i akumulacije, kao i sve druge objekte koji služe zadržavanju, spremanju ili osiguravaju stabilnost deponije, ali isključuju eksploataciona polja izbrisana iz katastra eksploatacionih polja u koje se otpad vraća nakon otkopavanja mineralnih sirovina, u svrhu saniranja ili izgradnje.

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

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

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

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

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

Ciljevi izrade **Plana upravljanja rudarskim otpadom** definisani su u članu 5. Uredbe:

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

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

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

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

- *zahteva minimalno, i ako je moguće, u krajnjoj meri ne zahteva praćenje, kontrolu i upravljanje zatvorenim deponijama;*
- *sprečava ili barem svodi na najmanju moguću meru sve dugotrajne nepovoljne uticaje na životnu sredinu, kao što su oni koji se mogu pripisati širenju zagađivača putem vazduha ili vode; i*
- *osigurava trajnu geotehničku stabilnost svih nasipa/brana ili jalovišta koji su iznad prethodno postojećeg nivoa tla.*

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

Operater u plan upravljanja rudarskim otpadom unosi:

1) *podatke o držaocu rudarskog otpada;*

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

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

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

5) *program praćenja uticaja na životnu sredinu;*

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

- *ako se zahteva deponija kategorije A, dokument kojim se dokazuje da će se uspostaviti politika sprečavanja velikih udesa, sistem upravljanja bezbednošću za njenu implementaciju i interni plan za zaštitu od udesa;*

- *ako operater smatra da se ne zahteva deponija kategorije A, dodatne podatke koji dokazuju opravdanost takvog predloga, uključujući identifikovanje mogućih opasnosti u slučaju nesreće;*

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

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

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

- *smanjenje erozije uzrokovane vodom ili vetrom, u meri u kojoj je to tehnički moguće i ekonomski opravdano;*
- *osiguranje fizičke stabilnosti deponije, sprečavanje kratkoročnog i dugoročnog zagađenja zemljišta, vazduha, površinskih i/ili podzemnih voda, radi smanjenja moguće štete po predele na najmanju moguću meru;*
- *sanaciju i rekultivaciju i zatvaranje deponija;*

10) predlog procedura kontrole i praćenja deponije u skladu sa odredbama ove uredbe;

11) predlog plana zatvaranja, uključujući i sanaciju, ukoliko je potrebna, procedure nakon zatvaranja i praćenje u skladu sa odredbama ove uredbe;

12) predlog perioda za koji se izrađuje i preispituje plan upravljanja rudarskim otpadom;

13) mere za sprečavanje pogoršanja stanja voda u skladu sa propisima iz oblasti voda, kao i mere za sprečavanje ili smanjenje zagađenja vazduha i zemljišta u skladu sa odredbama ove uredbe;

14) podatke o trenutnom stanju zemljišta koje može biti ugroženo radom deponije;

15) način izveštavanja Ministarstva, odnosno nadležnog pokrajinskog organa i nadležnog organa za vanredne situacije u slučaju kada operater utvrdi da postoje događaji koji bi mogli da ugroze stabilnost deponije ili na osnovu procedura kontrole i praćenja utvrdi da postoje značajni negativni efekti na životnu sredinu, najkasnije u roku od 48 sati nakon što utvrdi postojanje takvih događaja ili efekata;

16) opis internog plana za zaštitu od udesa i podatke potrebne za izradu eksternog plana zaštite od udesa;

17) način podmirenja troškova za preduzete mere, u cilju da se ispune sve obaveze iz dozvole i u pogledu deponije, uključujući i one koje se odnose na period nakon zatvaranja deponije, tako da postoje sredstva koja će biti raspoloživa u svakom trenutku za sanaciju zemljišta i drugih činioca životne sredine na koje je uticala deponija, kao što je opisano u planu upravljanja rudarskim otpadom.

Navedena Uredba je usaglašena sa evropskom „*Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC*“ i njenim pratećim dokumentima. U dokumentu pod nazivom „*Study supporting the elaboration of guidance on best practices in the Extractive Waste Management Plans, Final Report*“, koji su za Evropsku komisiju obradili *Eco Efficiency Consulting and Engineering Ltd., in collaboration with WEFalck, Pöyry Finland Oy, Botond Kertész & CRS Ingeniería*, septembra 2019. dat je predlog sadržaja Plana upravljanja rudarskim otpadom. U tabeli 4.1. dat je taj sadržaj i poređenje sa sadržajem Plana datog u članu 6 srpske Uredbe. U trećoj koloni dato je poglavlje u ovome elaboratu u kojem je pokriven zahtev iz jednog i drugog sadržaja.

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

Prema odredbama iz člana 10 srpske Uredbe:

Ministarstvo, odnosno nadležni pokrajinski organ, **svakih pet godina** razmatra uslove za izdavanje dozvola i po potrebi ih ažurira na osnovu:

- 1) značajne promene u radu deponije ili u vezi sa odloženim rudarskim otpadom na osnovu izveštaja koji operater dostavlja Ministarstvu, odnosno nadležnom pokrajinskom organu;
- 2) rezultata monitoringa o kojima je izvestio operatera ili izveštaja geoloških i rudarskih inspekcija;
- 3) informacija o značajnim promenama u najboljim dostupnim tehnikama koje je objavila Evropska komisija.

Dakle, Ministarstvo razmatra izdanu dozvolu svakih 5 godina. Kako je prvi uslov za dobijanje dozvole za rad, prema ovoj Uredbi, izrada Plana upravljanja rudarskim otpadom to se, po analogiji, i inoviranje Plana upravljanja rudarskim otpadom vrši na svakih 5 godina, u uslovima kada je došlo do bitnih promena u odnosu na prethodno podneseni i usvojeni Plan.

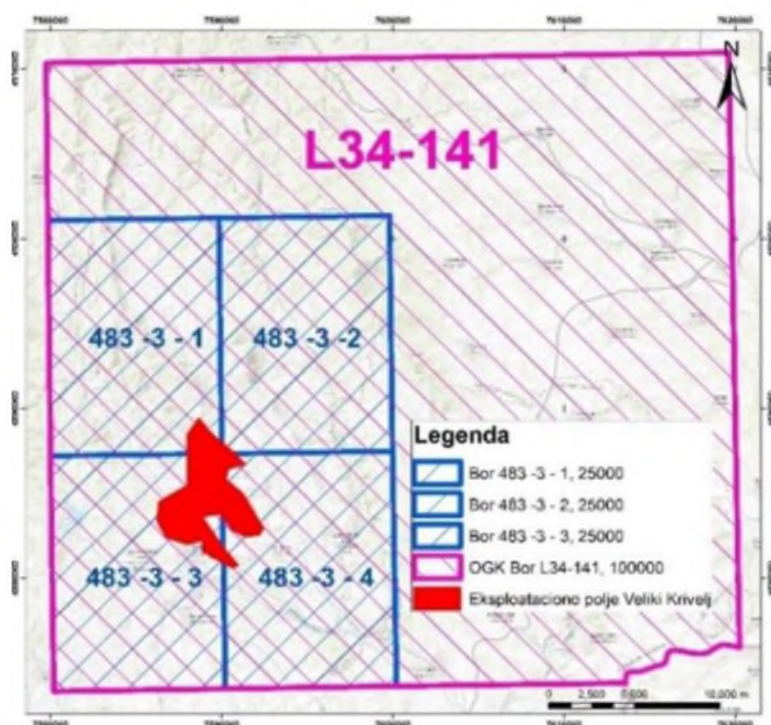
Tabela 4.1. Sadržaj Plana upravljanja otpadom

Član 6. Uredbe	Guide Evropske unije	Poglavlje u ovom Planu
1) podaci o držaocu rudarskog otpada	Administrativni podaci	Poglavlje 1.0
2) osnovne podatke o licima koja su učestvovala u izradi plana		Poglavlje 3.0
3) opis prostora na kojem nastaje i gde se planira odlaganje rudarskog otpada		Poglavlje 5.0
4) opis geološkog projekta		Poglavlje 6.0
4) opis rudarskog projekta		Poglavlje 7.0
7) karakterizaciju rudarskog otpada	Produkcija otpada	Poglavlje 8.0
9) opis načina na koji odlaganje rudarskog otpada može štetno da utiče na životnu sredinu	Mineraloške i geoheмиjske karakteristike materijala/ otpada	
8) opis proizvodnih postupaka kojima se generiše takav otpad	Geotehničke karakteristike i ponašanje rudarskog otpada	
	Klasa otpada	
6) predlog kategorije deponije	Kategorija deponija	Poglavlje 8.0
	Objekti na deponiji	Poglavlje 8.0
	Upravljanje otkopanim materijalom	
	Upravljanje rudarskim otpadom, sa kartama područja gde se odlažu	
	Procena rizika	Poglavlje 9.0
16) opis internog plana za zaštitu od udesa	Planovi postupanja u hitnim slučajevima	Poglavlje 10.0
5) program praćenja uticaja na životnu sredinu;	Operativni monitoring	Poglavlje 10.0
10) predlog procedura kontrole i praćenja deponije		
11) predlog plana zatvaranja, uključujući i sanaciju	Planovi zatvaranja	Poglavlje 11.0
	Planovi upravljanje posle zatvaranja	Poglavlje 13.0
12) predlog perioda za koji se izrađuje i preispituje plan		Poglavlje 4.0 i 8.0
13) mere za sprečavanje pogoršanja stanja voda		Poglavlje 9.0
14) podatke o trenutnom stanju zemljišta		Poglavlje 10.0
15) način izveštavanja		Poglavlje 10.0 i 13.0
17) način podmirjenja troškova		Poglavlje 14.0

5.0. OPIS PROSTORA NA KOJEM NASTAJE I GDE SE PLANIRA ODLAGANJE RUDARSKOG OTPADA

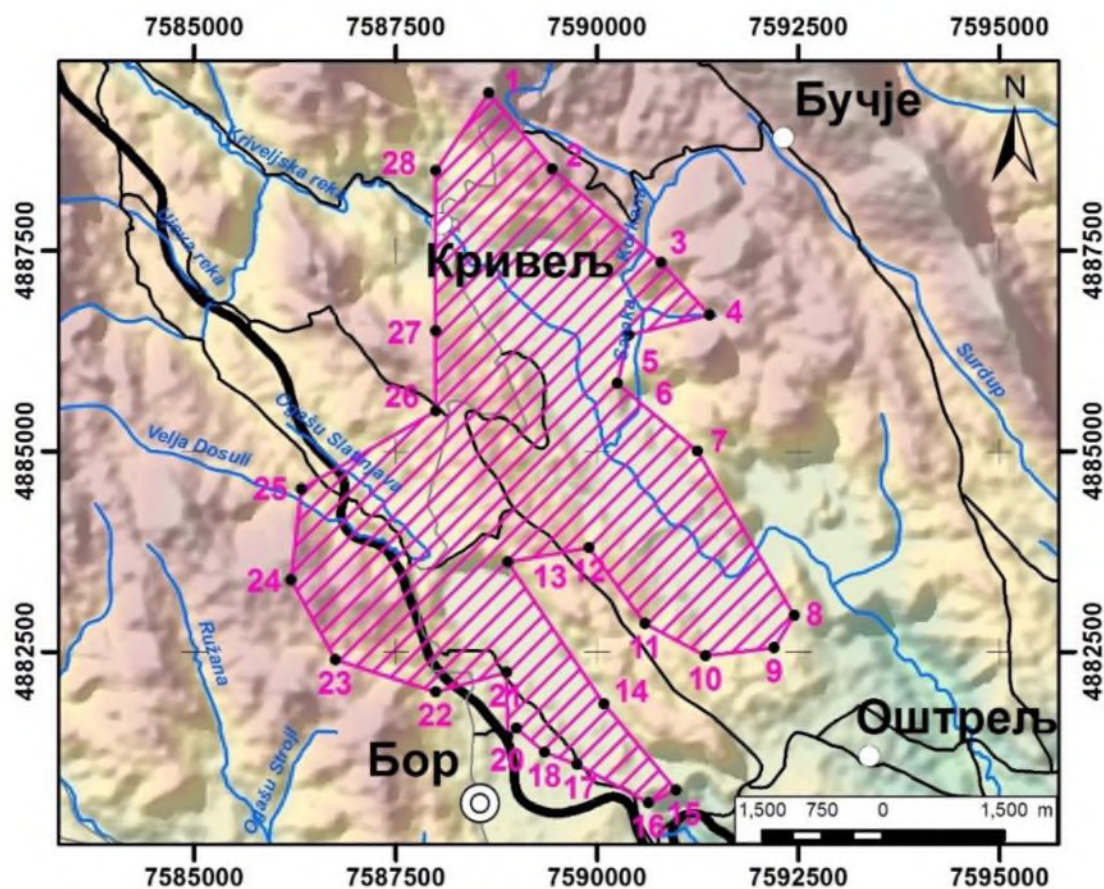
5.1. LOKACIJA LEŽIŠTA I EKSPLOATACIONOG POLJA

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 eksploatacija rude počela 1982. godine. Regionalni put 393 prolazi u neposrednoj blizini ovog površinskog kopa, i povezuje ga sa Borom i selom Krivelj. Eksploataciono polje Veliki Krivelj 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, slika 5.1.



Slika 5.1. Prikaz rasporeda listova topografskih karata i geološke karte u odnosu na ležište Veliki Krivelj

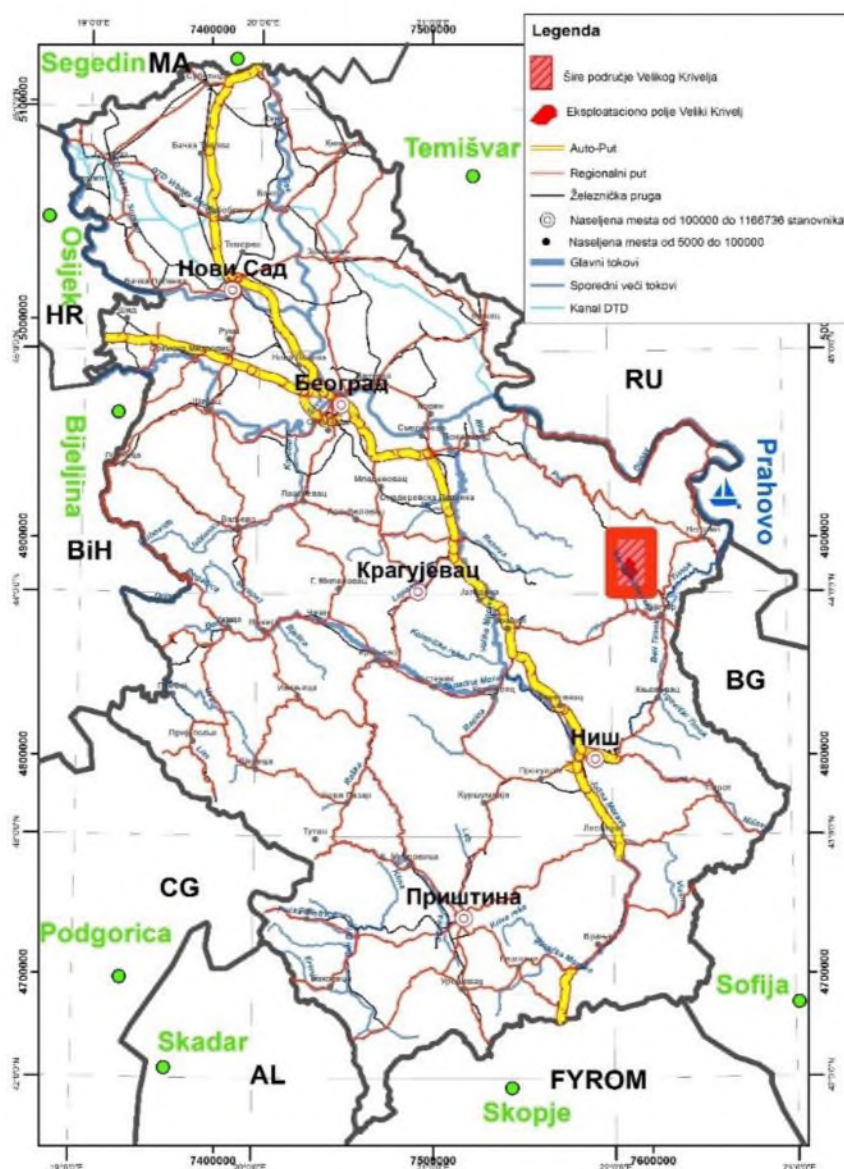
Položaj eksploatacionog polja Veliki Krivelj, sa ivičnim koordinatama polja prikazan je na slici 5.2.



Br Tačke	X	Y	Br Tačke	X	Y	Br Tačke	X	Y
1	7,588,654.00	4,889,466.00	11	7,590,600.00	4,882,850.00	21	7,588,876.00	4,882,244.00
2	7,589,441.00	4,888,517.00	12	7,589,900.00	4,883,800.00	22	7,588,000.00	4,882,000.00
3	7,590,795.00	4,887,348.00	13	7,588,890.00	4,883,620.00	23	7,586,750.00	4,882,400.00
4	7,591,400.00	4,886,700.00	14	7,590,087.00	4,881,848.00	24	7,586,200.00	4,883,400.00
5	7,590,400.00	4,886,450.00	15	7,590,986.00	4,880,776.00	25	7,586,330.00	4,884,530.00
6	7,590,250.00	4,885,850.00	16	7,590,638.00	4,880,616.00	26	7,588,000.00	4,885,500.00
7	7,591,250.00	4,885,000.00	17	7,589,750.00	4,881,100.00	27	7,588,000.00	4,886,500.00
8	7,592,450.00	4,882,950.00	18	7,589,350.00	4,881,250.00	28	7,588,000.00	4,888,500.00
9	7,592,200.00	4,882,550.00	19	7,589,000.00	4,881,550.00			
10	7,591,350.00	4,882,450.00	20	7,588,890.00	4,881,440.00			

Slika 5.2. Položaj eksploatacionog polja Veliki Krivelj sa graničnim koordinatama (Elaborat o rezervama ležišta bakra „Veliki Krivelj“ sa stanjem 30.06.2010“, IRM Bor, 2017)

Grad Bor je sedište okruga i istoimene opštine, koja se nalazi u centralnom delu Istočne Srbije (slika 5.3). 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 5.4).



Slika 5.3. 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 autoputem E-75 povezan sa glavnim gradom Beogradom (255 km), Mađarskom (473 km) i Bosni i Hercegovini (387 km), a u pravcu jugoistoka sa Severnom Makedonijom (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 (slika 5.4).



Slika 5.4. Putna mreža do luke Prahovo, Beograda i svih okolnih država u odnosu na Veliki Krivelj

5.2. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE

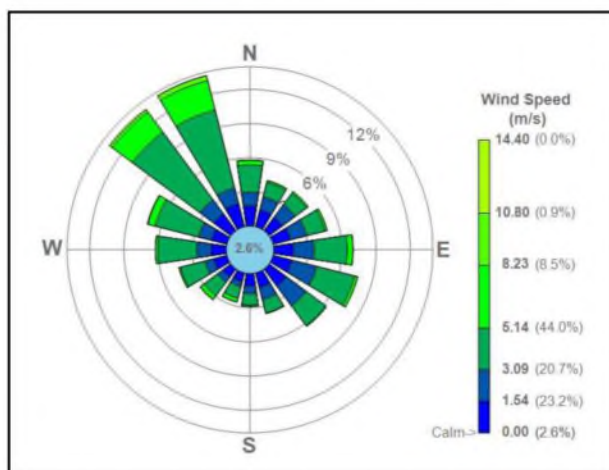
Mikroklimatske specifičnosti posmatranog prostora su preuzete sa meteorološke stanice Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor. U meteorološkoj stanici merena je čestina (učestanost), brzina i pravac vetrova. U Boru i okolini najčešća su zapadno-severozapadna strujanja, a zatim istočna, jugoistočna i zapadna. Ovi vetrovi su u svim godišnjim dobima pa i po mesecima najčešći. Najveće srednje brzine se javljaju kod zapadno-severozapadnih strujanja. Na slici 5.5 prikazana je ruža vetrova za period 2015. do 2019. godine.

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 mesec je jul i avgust sa srednjom temperaturom vazduha +27,6 °C i 28 °C.

Prosečne mesečne i godišnje temperature vazduha u Boru za 2003 - 2019. godinu prikazane su u tabeli 5.1.



Slika 5.5. Ruža vetrova za period 2015. do 2019. godina, meteorološka stanica Bor

Tabela 5.1. Prikaz srednjih mesečnih temperatura vazduha za 2013 - 2019 god

T srednje (°C)	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Sr. 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	17,4	22		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
2015	-1	0,7	4,9	12,7	17,1	19,8	24,6	22,8	18,5	9,8	9,5	4	12,0
2016	-0,1	6,6	6,6	12,2	15,5	21	21,6		18	8,7	4,5	2	10,6
2017		2,6	9,8	10,5	15,8	22	21,2	23,2	17,2	11,9	5,2	3,2	13,0
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			13,9
Srednja mesečna	-0,3	0,6	6	11,8	16,2	20,2	22,3	22,6	17	10,8	5,8	1,2	11,2

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 m² 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 5.2. iz čega su izvedene srednje vrednosti količine padavina.

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 Boru za 2003 - 2019. godinu prikazane su u tabeli 5.2.

Tabela 5.2. Prikaz mesečnih količina padavina u mm za 2003 - 2019 god.

Padavine (mm/m ²)	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Σ.
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	516,3
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	198,4,2	18,3	1,8	95	96,4	124,3	66,6	0	613,3
2016	46,3	47	42,5	16,3	73,5	96,8	42,4		43	94,4	50	7,4	570,3
2017		24,7	21,1	42,7	69	32,1	13		17,1	69,5	29,7	10,4	333,8
2018	14,7	73,5	77,9	55,2	104,8	81,7	30,4	52,4	5,7	5,5	34,2	6,4	506,6
2019	51,1	22,4	15,2	44	73,7	94	37,3	9,2	11,4	16,4			405,8
Srednja mesečna	50,8	59,5	43,2	43,1		65,4	40,1	47,1	42	60	55,2	51,5	631,6

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 5.3, a prosečna godišnja vrednost vlažnosti vazduha za posmatrani period iznosi 72 %.

Tabela 5.3. Prikaz srednje mesečne relativne vlažnosti vazduha za 2012 - 2019 god.

Vlažnost (%)	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Sr. 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		70	87	81	71	77,1
2017		80	66	67	76	64	57	54	63	70	85	80	69
2018	85	89	86	68	75	79	76	71	69	72	94	86	79
2019	85	77	56	71	79	79	68	61	62	74			71,2

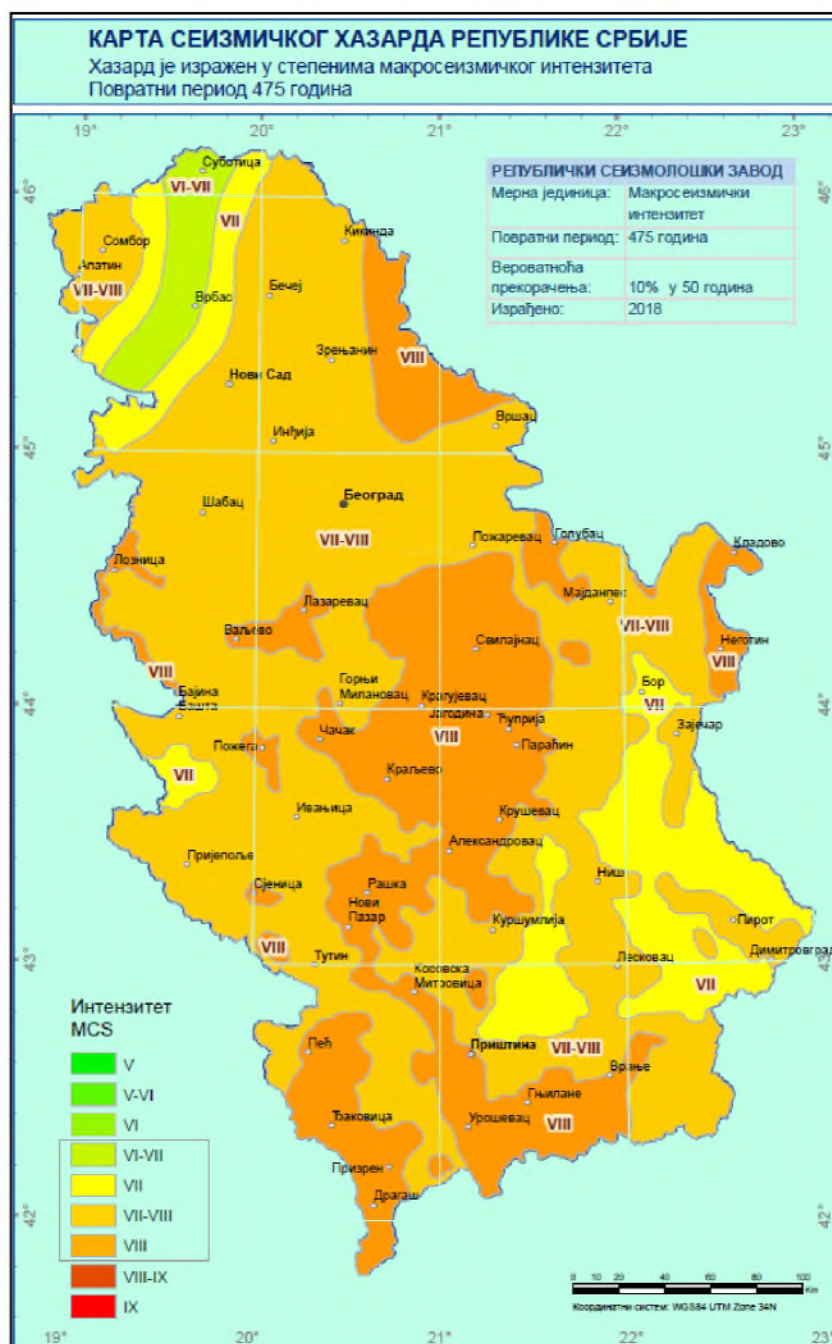
Pored vlažnosti vazduha vršena su merenja vazdušnog pritiska, a rezultati tih merenja su prikazani u tabeli 5.4. Prosečna godišnja vrednost pritiska vazduha za posmatrani period iznosi 972 mbar.

Tabela 5.4. Prikaz srednjih mesečnih vrednosti pritiska vazduha za 2012 - 2019 god

Pritisak (mbar)	Januar	Februar	Mart	April	Maj	Jun	Jul	Avgust	Septembar	Oktobar	Novembar	Decembar	Sr. god.
2012	972,9	975,2	976,8	964,3	969,0	970,9	970,23	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	971,0
2014	971,1	973,1	970,9	967,5	968,1	970,5	969,3	970,2	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	969,9	968,0	969,2	971,1		972,9	975,8	975,8	981,2	971,7
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	975,9
2018	973,5	968,8	963,1	974,2	969,9	967,6	967,0	971,6	974,7	975,6	75,6	973,3	971,1
2019	964,2	975,2	971,3	969,0	966,5	971,2	967,6	971,1	972,3	975,2	972,2		970,1

5.3. SEIZMOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Prema priloženoj (delimičnoj) seizmološkoj karti Srbije, slika 5.6, za povratni period od 475 godina, na području površinskog kopa Veliki Krivelj može se očekivati maksimalan zemljotres od VII-VIII stepeni Merkalijeve skale.



Slika 5.6. Seizmološka karta Srbije

6.0. GEOLOŠKI OPIS LEŽIŠTA

6.1. 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.

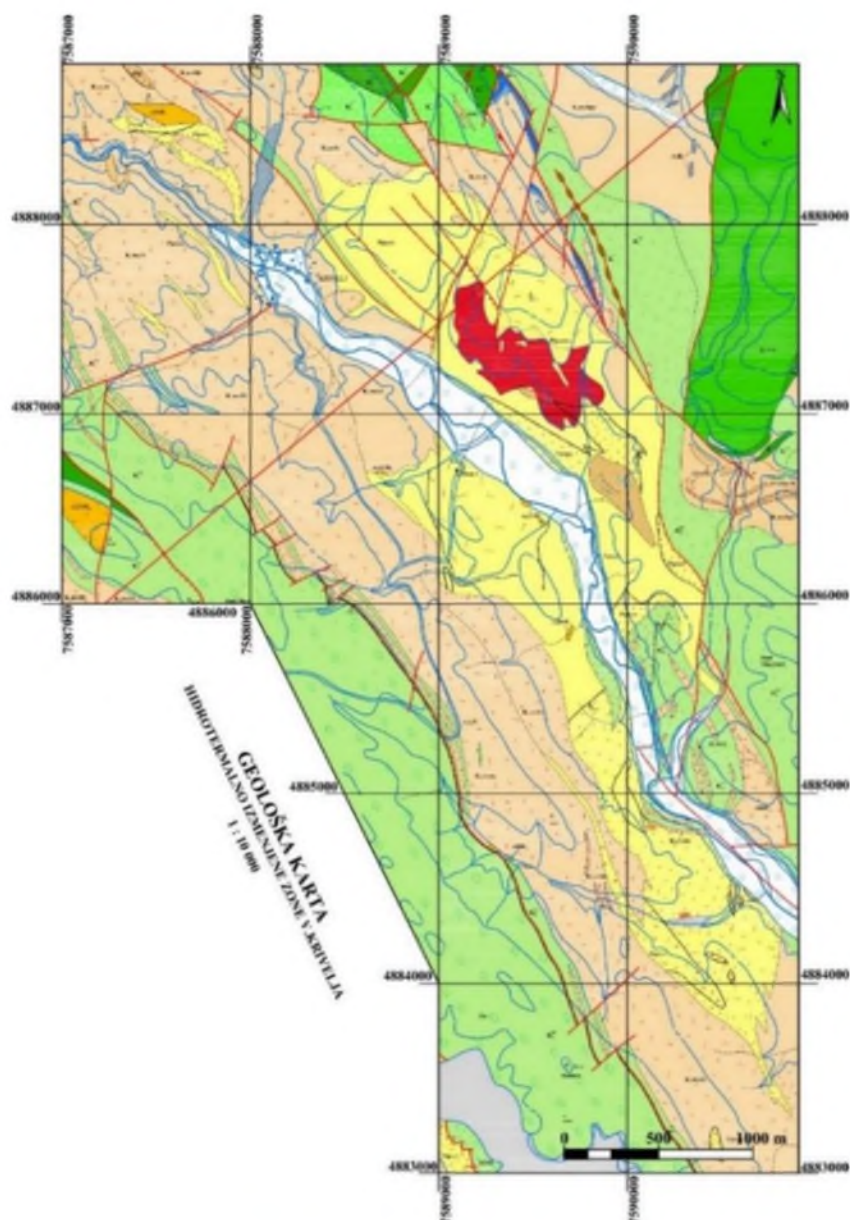
Ležište bakra „Veliki Krivelj” obrazovano je u hidrotermalno promenjenim gornjokrednim hornblenda andezitima i njihovi piroklastitima (breče, aglomerati i tufovi), manjim delom u samim intruzivnim stenama granodioritskog sastava („malih intruzija“, uglavnom kvardioritporfiriti). U istočnom delu ležišta, nešto šire rasprostranjenje imaju i peliti (tufovi, laporci, tufiti), interstratifikovani u vulkanoklastitima, lokalno se javljaju i krečnjaci (slika 6.1).

U ležištu „Veliki Krivelj”, istražnim radovima konstantovane su male intruzije hornblenda-biotitskih andezita i dacita, koji se javljaju kao dajkovi. Od mlađih intruzija najveći značaj imaju kvarcdioritporfiriti i dioriti. Dioritski izdanci zapaženi su u neposrednoj blizini ležišta, na području Todorov potok, dok su kvarcdioritporfiriti zastupljeni u samom ležištu, u vidu dajkova čija se debljina kreće od 20 do 50 m. Ove tvorevine su uglavnom hidrotermalno izmenjene: hloritisane, silifikovane i slabo sulfatisane.

Andezit je najrasprostranjeniji petrološki član kompleksa, holokristalastoporfirske strukture sa fenokristalima hornblende i biotita, u sitnozrnoj osnovi. U promenljivim odnosima sadrži bojene feromagnezijske sastojke. Na osnovu mikroskopskih ispitivanja, utvrđeno je da najveću učestanost pojavljivanja pokazuju hornblenda-biotitski andeziti, ređe hornblenda-andeziti, dok su biotitski tipovi andezita retki. Postmagmatskom vulkanskom aktivnošću su hidrotermalno izmenjeni i mineralizovani.

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 izme-njeni i orudnjeni dok su u obodnim delovima manje izmenjeni (hloritisani) sa prelazom u potpuno sveže hornblenda andezitske vulkanite.

Svežije partije hornblenda-biotitskog andezita javljaju se i u samom ležištu u vidu dajkova. Geološkim kartiranjem istražnih bušotina i geološkim kartiranjem u okviru eksploatacionih istraživanja, izdvojena su dva markantna dajka. Pravac pružanja tih dajkova, debljine 20 do 40 metara, je severozapad-jugoistok, a pad prema jugozapadu pod uglom 60° do 80°.



LEGENDA

	al	ALUVIJUM		aprk, k.aprp	MANDOLASTI PIROKSENSKI ANDEZITI - VULKANSKI AGLOMERATI I BREČE		K ₁ ¹	ORBITOLINSKI PEŠČARI I KREČNJACI (URGON)
		IZVORSKI BIGAR		aqhbK ₁	HORNBLENDA - BIOTIT DACIT		K ₁ ²	URGONSKI KREČNJACI
	Pqaz	IZMENJENE VULKANSKE STANE, SILIFIKOVANE		abrk, k.abrk	HORNBLENDA BIOTIT ANDEZIT(TIMOCIT)		K ₁ ³	PEŠKOVITI I GLINOVITI KREČNJACI
	Pqapx	IZMENJENE VULKANSKE STANE PIRITISANE		abrk, k.abrk	HORNBLENDA BIOTIT ANDEZITA -VULKANSKI AGLOMERATI I BREČE		K ₁ ⁴	KREČNJACI (VALENDIN OTRIV)
	Pqaco	IZMENJENE VULKANSKE STANE HIORITISANE		abK ₁ , abpyk ₁	HORNBLENDA ANDEZITI - HORNBLENDA PIROKSEN ANDEZITI		J ₁ ¹	MASIVNI I BANKOVITI JEDRI KREČNJACI SA ROŽNACIMA
		HIDROTHERMALNO IZMENJENE STENE ORUDNJENE BAKROM		K ₁ ² , k.abrk	VULKANSKI AGLOMERATI BREČE, HORNBLENDA ANDEZITA, HORNBLENDA - PIROKSEN ANDEZITA SA BIOTITOM		J ₁ ²	PEŠČARI I KREČNJACI
		RUDNO TELO		K ₁ ³ , k.abrk	TUFOTVI I TUFITI		J ₁ ³	KONGLOMERATI I PEŠČARI
		KORNITI, MERMERI I SKARNOVI		K ₁ ⁴	LAPORCI I LAPOROVITI KREČNJACI		J ₁ ⁴	KONGLOMERATI I PEŠČARI
	oDq	DIORITI		K ₁ ⁵	GLINCI, PEŠČARI, KONGLOMERATI I PEŠKOVITI KREČNJACI		J ₁ ⁵	KONGLOMERATI I PEŠČARI
	K ₁ ⁶	KONGLOMERATI PEŠČARI		K ₁ ⁶	PEŠČARI, KONGLOMERATI I PEŠKOVITI GLINCI (ALB-CENOMAN)		J ₁ ⁶	KONGLOMERATI I PEŠČARI
				K ₁ ⁷	PEŠČARI I KREČNJACI NIŽEG KRISTALITETA		J ₁ ⁷	KONGLOMERATI I PEŠČARI

Slika 6.1. Geološka karta hidrotermalno izmenjene zone Veliki Krivelj razmere 1: 10.000

Dajkovi su prerudnom i postrudnom tektonikom razbijeni u manje ili veće blokove. Granice prema okolnim hidrotermalno izmenjenim i orudnjenim stenama su uglavnom tektonske ili je to uska zona prelaza izražena kroz piritizaciju i hloritizaciju. Stena je ponekad delimično mineralizovana. Mineralizacija je vezana za pukotine i prsline koje su ispunjene sulfidima, pretežno piritom. Sadržaj bakra u dajkovima kreće se najčešće nekoliko stotih delova procenta (oko 0,07% Cu), dok je sadržaj sumpora oko 1%. Karakteristično je da su ovi andeziti najkompaktniji, najčvršći i najsvežiji. Oni se svojom holokristalasto porfirskom strukturom, sa izrazitim feonokristalima, makroskopski sasvim jasno izdvajaju, u odnosu na ostale litološke članove. Ovo je posebno važna karakteristika jer se u procesu eksploatacije ležišta mogu makroskopski izdvajati i lakše odvajati kao jalovina. Stena je sive boje sa fenokristalima plagioklasa (veličine 3-4 mm), hornblende (3-4 mm) i biotita (najčešće oko 4 mm u varijetetu hornblenda-andezita sa biotitom).

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. Izvan konture rudnog tela, neke bušotine (B-36, B-5 i B-56) nabušile su žice dacita debljine od 5 do 10 m. 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. Sadržaj bakra kreće se oko nekoliko promila (oko 0,05% Cu), a sadržaj sumpora kreće se oko 1%. Piroklatičan materijal od ovih stena u samom ležištu nije zapažen. To su kompaktne, čvrste stene, sive boje, holokristalasto porfirске strukture sa fenokristalima plagioklasa, hornblende, kvarca i biotita. Veličina fenokristala kreće se najčešće od 7 do 10 mm. 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. Sadržaj bakra u njima kreće se oko 0,3%, a sumpora oko 2%. To su stene tamnozelenе boje, sa fenokristalima augita veličine 4-7 mm, dok se fenokristali plagioklasa ređe sreću. Pri mikroskopskim ispitivanjima zapaža se holokristalasto-porfirska struktura sa mikrokristalnom do ofitskom osnovnom masom. Od fenokristala zapažaju se augit, plagioklasi, retko biotiti. Kao sekundarni minerali javljaju se hlorit, kalcit i zeolit.

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 fino-zrne, 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 Vrh, vrlo retko se sreću u Velikom Krive-lju. Ovde su najvećim delom sami kvarcdioritporfiriti intenzivno autometasomatski izmenjeni i orudnjeni.

Dioriti i autometasomatski izmenjeni kvarcdioritporfiriti izdvojeni su kao jedna vrsta stene. Oni se u ležištu, po rasprostranjenju, nalaze iza hidrotermalno izmenjenih andezita. Pojavljuju se u obliku dajkova sa karakterističnim pravcem pružanja JI-SZ, koji u severnom delu ležišta povija u pravcu SSZ-JJI. Ovi dajkovi imaju veoma strm pad (oko 80°) u pravcu jugozapada. Debljina dajkova kreće se najčešće od 20 do 50 m.

Autometasomatski izmenjeni kvarcdioritporfiriti predstavljaju najmlađe tvorevine. Za ove stene, koje su zahvaćene jednom vrstom „hipoabisalne propilitizacije”, vezan je najveći deo bakrove mineralizacije u ležištu „Veliki Krivelj”. To su najčešće sitnozrne stene, tamne ili tamnozeleno boje, gde se od fenokristala zapažaju prilično gusto raspoređeni plagioklasi, veličine 2-3 mm. Kroz stenu su redovno uprskani sulfidni minerali pirit i halkopirit. Često se jasno zapažaju konture pritkastih kristala hornblende koji su potpuno zamenjeni crnim, sitnolističastim neobiotitom.

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. Proces biotitizacije, feldspatizacije, sericitizacije, kaolinizacije i stvaranje pirofilita obično prati jača ili slabija silifikacija, dok je kod procesa epidotizacije, hloritizacije i kalcifikacije silifikacija vrlo slabo izražena ili potpuno izostaje. U krajnjoj fazi hidrotermalnih promena, u pojedinim delovima ležišta, dolazi do procesa zeolitizacije i intenzivne sulfatizacije, koja se najčešće manifestuje u obliku žilica gipsa, zeolita, ređe anhidrita. Sve ove procese hidrotermalnih izmena, pratila je u određenim fazama, slabija ili jača piritizacija, gde se uz pirit redovno javlja i halkopirit kao glavni nosilac bakra u ležištu.

U hidrotermalno izmenjenim vulkanitima, fenokristali plagioklasa su najčešće zonarni. Step en izmena plagioklasa je vrlo različit. Oni su delimično ili potpuno pretvoreni u minerale glinovitih alteracija, kalcit ili albit. Ponekad su delimično sericitisani. Retko se sreće pojava njihovog

pretvaranja u anhidrit. Pojedine vrste hidrotermalnih izmena u vulkanitima su često udružene. Tako su silifikacija, biotitizacija, delom feldspatizacija skoro redovno udružene sa sericitizacijom i pirofilitizacijom i karakteristične su za samo rudno telo. 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 ($EP=150^{\circ}/60^{\circ}$). 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, prvobitna sedimentna stena, u zavisnosti od tipa i intenziteta promena (metasomatskih procesa), zadobija osobine i izgled skarna, odnosno skarnoida. Negde je intenzitet piritizacije naročito povećan (preko 20%) tako da su izdvojena posebna „piritna rudna tela” (SZ deo ležišta) manjih dimenzija, katkad u vidu mugli. „Piritna rudna tela” se javljaju na kontaktu skarnova (skarniziranih pelita) i hidrotermalno izmenjenih andezita. Sadržaj bakra u njima kreće se oko 0,4%.

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 krečnja-ka, u krajnjem severoistočnom delu ležišta. Ova partija ne prelazi debljinu od 2 m i postoji kao blok utisnut između dve rasedne zone.

Prema mineralnom sastavu, tipu hidrotermalnih alteracija i uslovima obrazovanja dominira porfirski tip orudnjenja. Prema periferiji orudnjenja postupno se smenjuju i prožimaju: kaolinizacija, silifikacija, sericitizacija, hloritizacija, epidotizacija, sulfatizacija, kalcifikacija.

U okviru ležišta „Veliki Krivelj“ mogu se izdvojiti sledeće zone, po dubini:

- zona oksidacije,
- zona cementacije, i
- primarna zona.

Pod uticajem hipergenih procesa, nakon stvaranja primarne mineralizacije, došlo je do stvaranja zone oksidacije, koja je razvijena do nivoa podzemnih voda. Oksidacionim procesima došlo je do preobražavanja mineralnog i hemijskog sastava primarne mineralizacije. Vršeno je rastvaranje i odnošenje rastvorljivih komponenti, uz zaostajanje teško rastvorljivih jedinjenja. Na taj način stvaraju se, uglavnom, porozne i šupljikave tekture, dok je reliktna struktura stene neprepoznatljiva.

Ispod nivoa voda, dolazi do stvaranja zone sekundarnog sulfidnog obogaćenja (zona cementacije). Zonu cementacije, koja se nalazi ispod zone oksidacije, karakterišu procesi koji se ogledaju u prinošenju komponenti, sa nešto izraženijom kaolinizacijom, u odnosu na hipogenu mineralizaciju.

Primarna zona - Porfirska mineralizacija bakra i stepen koncentracije rudnih i pratećih minerala su u tesnoj vezi sa vrstom okolnih stena, intenzitetom hidrotermalnih izmena okolnih stena, kao i položajem intruzija (kvarcdioritporfirit) sa kojima je genetski vezana. Kao rezultat delovanja hidrotermalnih rastvora došlo je do intenzivne hidrotermalne alteracije okolnih stena, kako intruzivnih tako i vulkanogenih magmatskih stena, ali i pelita i krečnjaka, interstratifikovanih u njima.

Hidrotermalne alteracije karakteristične su za porfirna ležišta, i odlikuju se istaknutom zonalnošću u prostornom razmeštaju, pri čemu se izdvajaju sledeće facije hidrotermalnih alteracija:

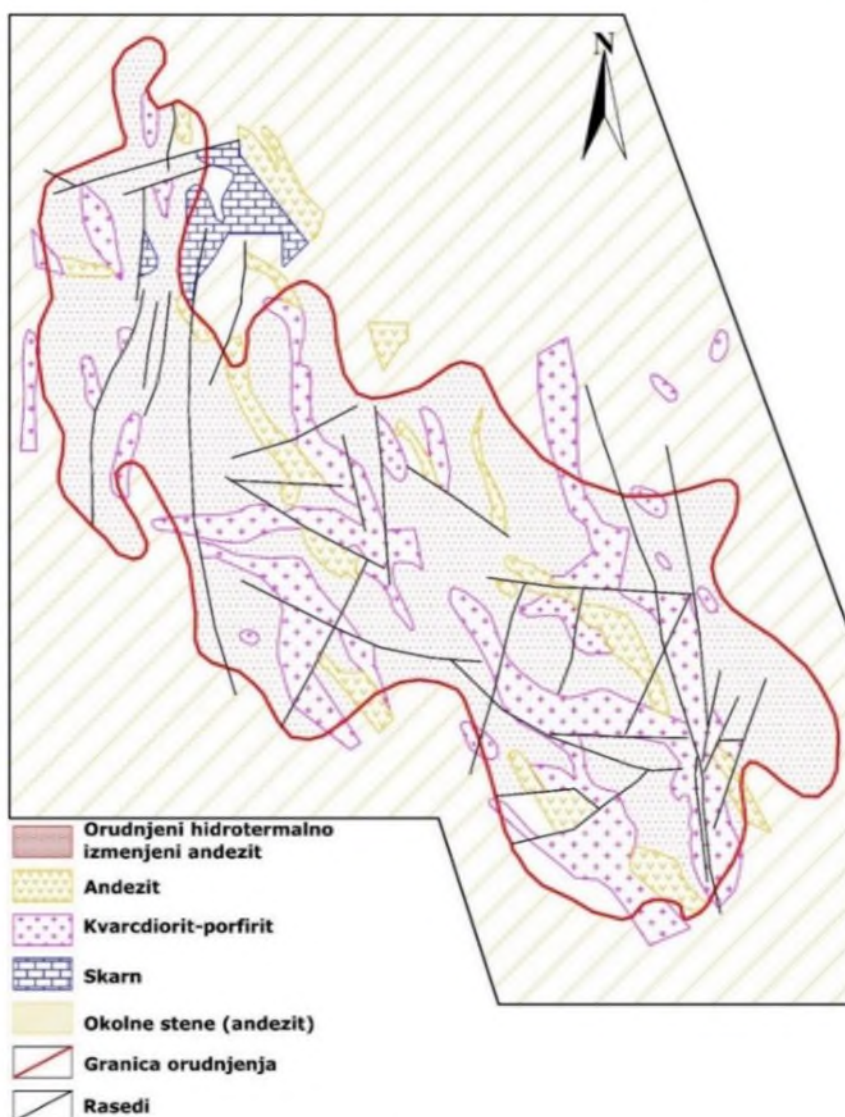
- Facija silikatne kalijske metasomatoze – sastoji se pretežno od sekundarne biotitizacije, praćene sericitizacijom, neznatno silifikacijom. Kalska metasomatoza je pretežno razvijena u kvarciorit-porfiritima i u vulkanitima koji su oko njih, i prostorno je smeštena u središnjim delovima ležišta. Najveći deo koncentracija kalkopirita vezan je za produkte kaliske metasomatoze, dok je istovremeno udeo pirita niži nego u drugim delovima ležišta.
- Sericitna facija – razvijena je oko zone biotitizacije, pri čemu između ovih zona nema oštih granica. Intenzivna sericitizacija praćena silifikacijom, lokalno i biotitizacijom i argilitizacijom, pretežno je razvijena u andezitima i njihovim piroklastitima. Step koncentracije minerala bakra je promenljiv, pretežno visok, sa neznatnim povećanjem koncentracije pirita, čak i magnetita.
- Hloritizacija - Na zonu sericitizacije, lateralno se nastavlja zona hloritizacije, koja sadrži i produkte karbonatizacije i epidotisanja, sa slabo izraženom silifikacijom, koja gotovo izostaje.
- U višim delovima, ležišta, oko zona sericitizacije i biotitizacije, javljaju se produkti zeolitizacije. Zeolitizacija je razvijena u pelitičnim tufovima, mada se lokalno može javiti i u drugim stenama.

Za sve facije alteracija karakteristična je piritizacija, koja je u tesnoj vezi sa orudnjenjem.

Pored navedenih alteracija javlja se i sulfatizacija (stvaranje gipsa i anhidrita), koja ne pokazuje pravilan prostorni razmeštaj. Anhidrit i gips se javljaju u vidu tankih žičica i žilica u svim delovima ležišta. Pojava sulfatizacije je intenzivnija u dubljim delovima ležišta. Javlja se kako u orudnjenim delovima ležišta, tako i u neorudnjenim, sterilnim okolnim stenskim masama. Posebnu vrstu izmena predstavlja stvaranje skarnoida, skarnova i mermera.

Rudno telo je smešteno u hidrotermalno promenjenim gornjekrednim vulkanskim stenama andezitskog sastava (slika 6.2), a delom i u magmatskim stenama porfirne strukture – tzv. malim intruzijama (kvarciorit-porfiritima). U istočnom delu ležišta nešto šire rasprostranjenje 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 kvarciorit-porfiriti. Dioritski izdanci se zapažaju u neposrednoj blizini ležišta (Todorov potok), dok su kvarciorit-porfiriti intenzivno zastupljeni u samom ležištu u vidu dajkova debljine 20 do 50 m (a karakterišu ih intenzivne autometasomatske izmene). Pravac pružanja mlađih intruzivnih stena je SZ-JI.

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



Slika 6.2. Šematski prikaz geološke karte porfirskog ležišta bakra Veliki Krivelj

6.2. HIDROLOŠKE I 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 6.3). 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 hlortisane).

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

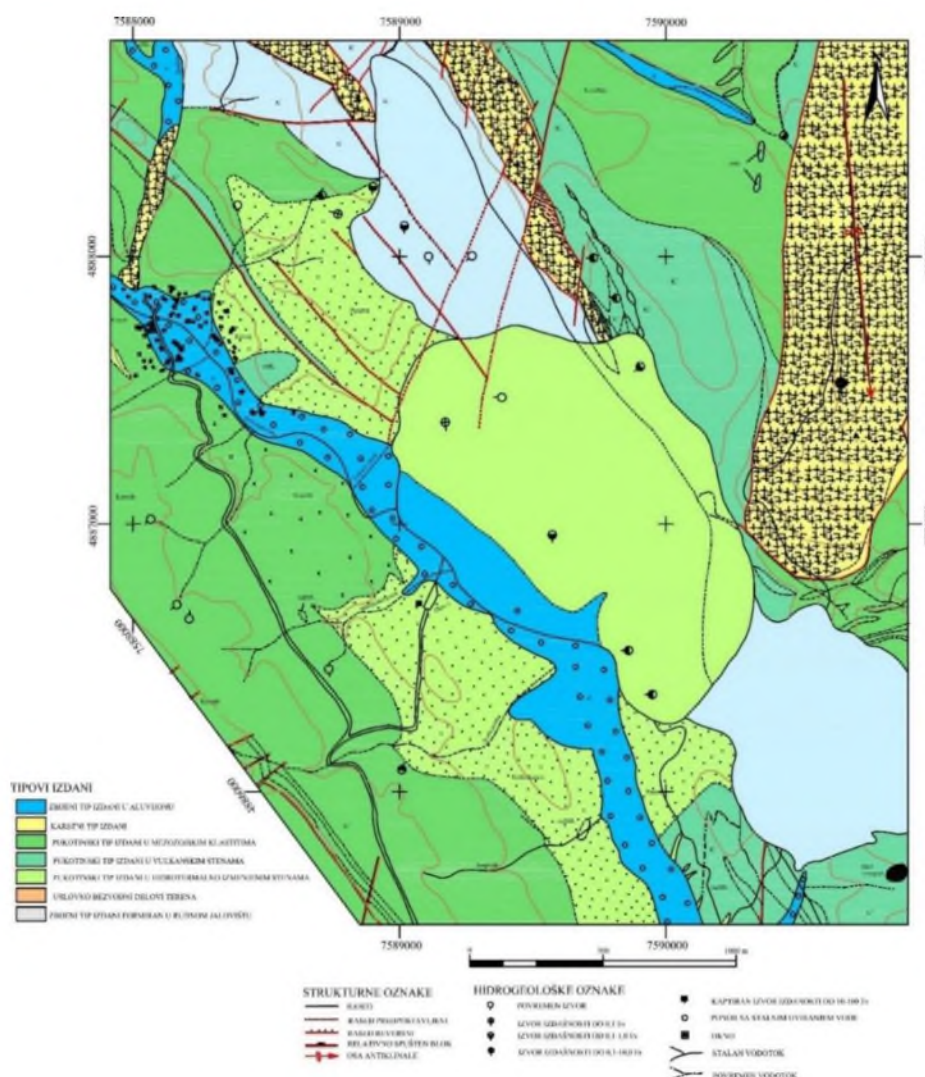
Osnovu litološke građa ležišta „Veliki Krivelj“ i šireg područja čine, najvećim delom andeziti i njihovi piroklastiti, različitog stepena fizičke tj. tektonske oštećenosti i različitog stepena hemijske izmenjenosti. Ovo su dva najbitnija faktora koja određuju hidrogeološke funkcije andezitskih masa. 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 (prslina 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 stena. 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.



Slika 6.3. Hidrogeološka karta hidrotermalno izmenjene zone Veliki Krivelj, razmere 1:10.000

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 $131-134^{\circ}$ i on je nešto izraženiji u odnosu na drugi, koji ima pružanje $225-227^{\circ}$. 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 vodoobitnosti po jednom dužnom metru hodnika iznosio je:

- horizont 320 m0,012 l/min/m'
- horizont 260 m0,347 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.

6.3. 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 kalijском компонентом која делује и на salske i на femske minerale. U slučaju лежишта „Veliki Krivelj“ biotitizacijom су захваћени фенокристали hornblende, а може доћи и до потискивања основне масе biotitom gnezdaste forme. Biotitizacija utiče на smanjenje вредности параметара чврстоће на притисак, коhezije и ugla unutrašnjeg trenja. Biotitisani andeziti су nepostojani на uticaje egzogenih faktora, тако да vremenom dolazi до kaolinisanja pojedinih partija.

Limonitizacija најчешће настаје у приповршинским деловима лежишта и то у зони оксидације где се распрострањени сулфидни минерали са садржајем гвожђа делом замењују оксидима гвожђа. Limonitisani delovi се распознају макроскопски и микроскопски, а pukotine и prsline најчешће су покривене или испunjene limonitskom масом. Limonitizacijom stena губи на чврстоћи и коheziju а у случају да дође у додир са водом прелазе у kvaziplastičnu masu.

Površinsko raspadanje, као фактор ослабљења физичко-механичких својстава стене, утиче на површинске и приповршинске делове стenske масе до одређене дубине. Дебљина zone површинског распаѓања се креће од неколико до 30 m. На брзину напредовања површинског распаѓања утиче врста стене и сами egzogeni faktori, односно њихов интензитет. Sloj иловаче на површини успорава процес деградације стене. Površinsko raspadanje је нарочито битно код вештачки откритених kosina, где знатно утиче на појаву нестабилности. U uslovima интензивне експлоатације до интензивније деградације долази најчешће у kaolinisanim andezitima. Pod uticajem vlage они се мењају и запажају се појаве bubrenja.

Teren у domenu лежишта „Veliki Krivelj“ је покривен, тако да није било могуће мерити elemente pada diskontinuiteta. Podatke о diskontinuitetima могуће је дати само на основу kartiranja jezgra бушотина, и података геолошког kartiranja подземних истражних радова на sledećim horizontima: +320, +260 и +160 m. Statistička obrada података измерених planara, је детаљно приказана у Elaboratu о rezervama (1978).

Na основу великог броја података добијених мерењем planara, урађен је велики број контурних дијаграма на основу којих су изведени закључци о тектонском склопу и инженјерско-геолошким карактеристикама лежишта „Veliki Krivelj“.

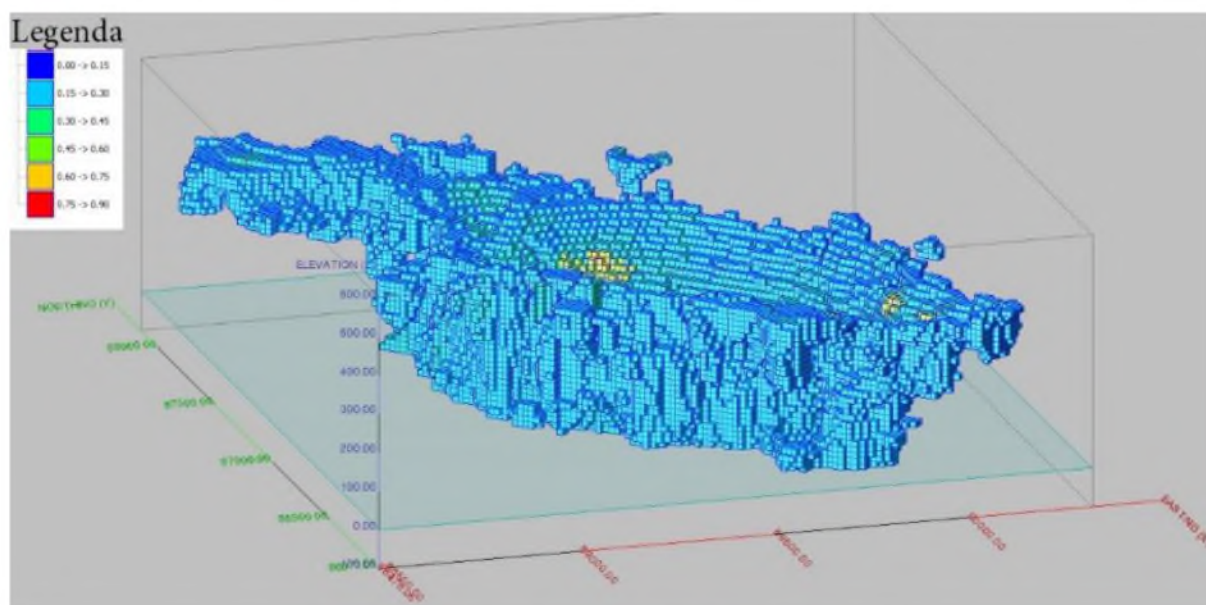
U лежишту „Veliki Krivelj“, издвојене су углавном тензионе pukotine, ређе pukotine smicanja. Tenzione pukotine су углавном запunjene сулфидима, сулфатима, кварцом карбонатима, и zeolitima, mada се повремено срећу и зјапеће pukotine. Širina pukotina је од неколико mm до 30 cm. Sem тектонских diskontinuiteta, у примарном делу код slabije изменjenih andezita, приметне су равни луčenja, које се у изменjenim andezitima не primećују. Pojava relaksacionih pukotina vezana је за ефекат ослобађања напона, а naknadni iskop, izazваће stvaranje novih. Tanje pukotine (prsline) су углавном mrežaste. Kartiranjem jezgra бушотина и подземних истражних радова, уочено је неколико ustaljenih familija pukotina - subvertikalne са padom 85-90°, strme са padom од око 60° и blaže nagnute под 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.

6.4. RUDNE REZERVE I KVALITET RUDE

Rudne rezerve i kvalitet rude proračunate su na osnovu blok modela ležišta bakra „Veliki Krivelj“, koji je kreiran za potrebe izrade *Elaborata o rezervama ležišta bakra „Veliki Krivelj“, sa stanjem 30.06.2010*, IRM Bor, 2010.

Izgled blok modela ležišta „Veliki Krivelj“ sa distribucijom sadržaja Cu u ležištu prikazan je na slici **Error! Reference source not found.**



Slika 6.4. Izgled blok modela i distribucije Cu u ležištu Veliki Krivelj

Prema Pravilniku o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi čvrstih mineralnih sirovina i vođenju 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 uslovalo 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:

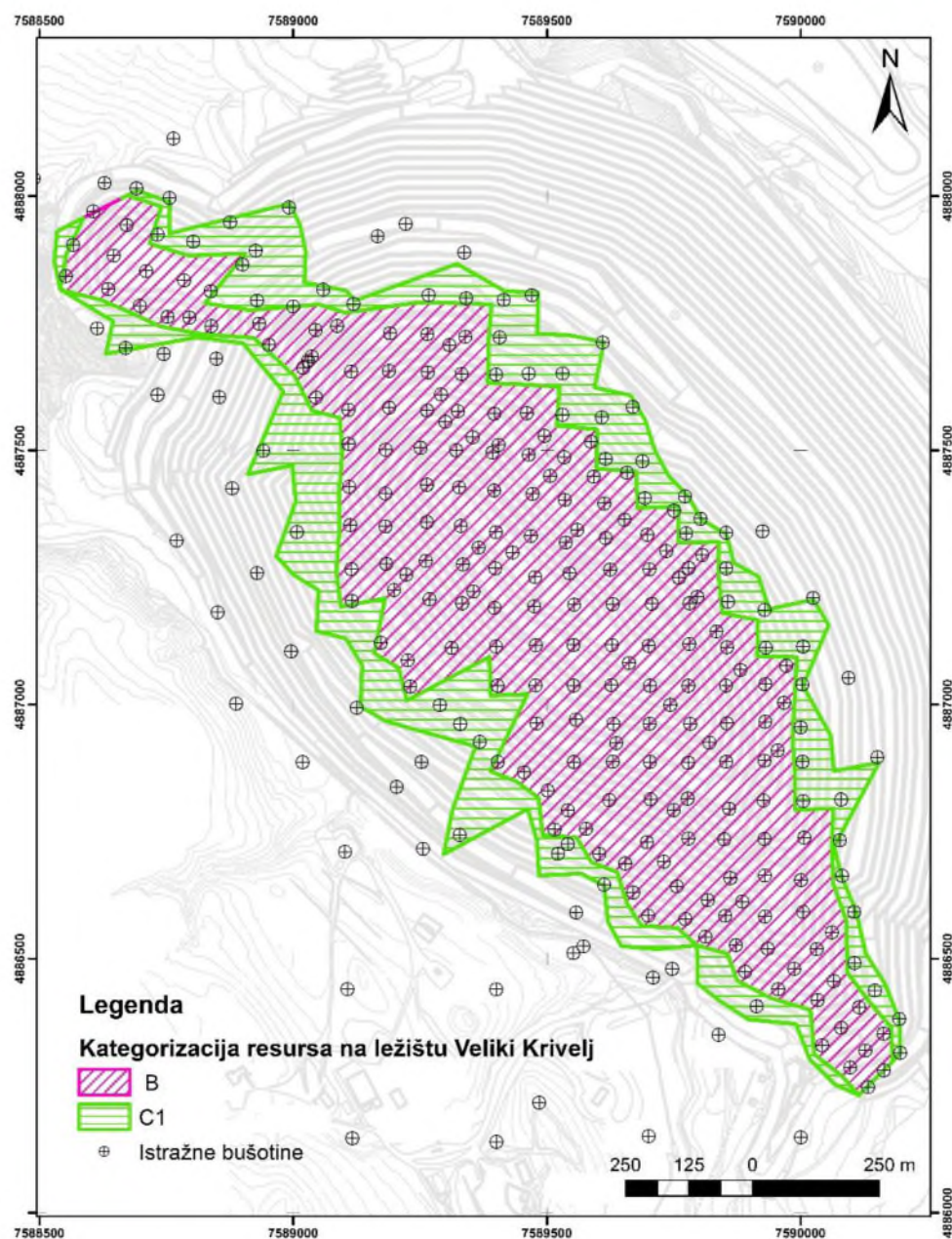
- U rezerve "B" kategorije uvršćene su sve količine između pozitivnih bušotina, (koje zadovoljavaju uslov predviđenih rastojanja za ovu kategoriju) po dubini do dna bušotina, odnosno maksimalno do kote –100 m, ukoliko im je dužina veća.
- U rezerve "C1" kategorije uvršćuju se preostale utvrđene količine 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, tehnno-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 6.5, a geološki resursi su računati u konturi graničnog sadržaja za Cu od 0,15%, i dati su u tabeli 6.1 prema odgovarajućoj kategoriji.

Tabela 6.1. 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



Slika 6.5. Plan rezervi B (roze) i C1 (zeleno) kategorije u ležištu bakra „Veliki Krivelj“ (Elaborat o rezervama ležišta bakra „Veliki Krivelj“ sa stanjem 30.06.2010“, IRM Bor

7.0. OPIS PROCESA EKSPLOATACIJE

7.1. TEHNOLOGIJA OTKOPAVANJA

Na površinskom kopu Veliki Krivelj primenjuje se diskontinualna tehnologija otkopavanja.

Otkopavanje stenskih masa vrši se primenom bušačko - minerskih radova, utovarem bagerima kašikarima i kamionskim transportom iskopina do primarnih drobilica za rudu odnosno za jalovinu.

Fizičko mehaničke karakteristike stenske mase, koja čini građu ležišta bakra "Veliki Krivelj" su takve da se ne može direktno otkopavati bagerima, već se stenski masiv mora prethodno pripremiti za utovar bagerima, odnosno potrebno je uraditi proces bušenja i miniranja.

Za primarno bušenje kop Veliki Krivelj raspolaže sa tri bušilice- *Atlas Copco DML E*, istog prečnika bušenja (Ø251mm). Kapacitet primarnog bušenja je proračunat na bazi karakteristika ovih bušilica.

U cilju izvođenja sekundarnog miniranja na kopu radi usitnjavanja negabarita i poravnanja etažnih ravni, predviđena je bušilica *Epiroc FlexiROC D55*, prečnika bušenja od Ø90 mm do Ø110 mm.

Proizvodno ili primarno miniranje na kopu ima zadatak da izvrši pripremu stenske mase odnosno da je odvoji od masiva i usitni do određene granulacije, kako bi se omogućilo dalje odvijanje procesa otkopavanja i prerade rude i jalovine.

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

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

Ove eksplozivne smeše se spravljaju mehanizovanim putem u specijalnim kamionima i direktno sipaju (upumpavaju) u minske bušotine.

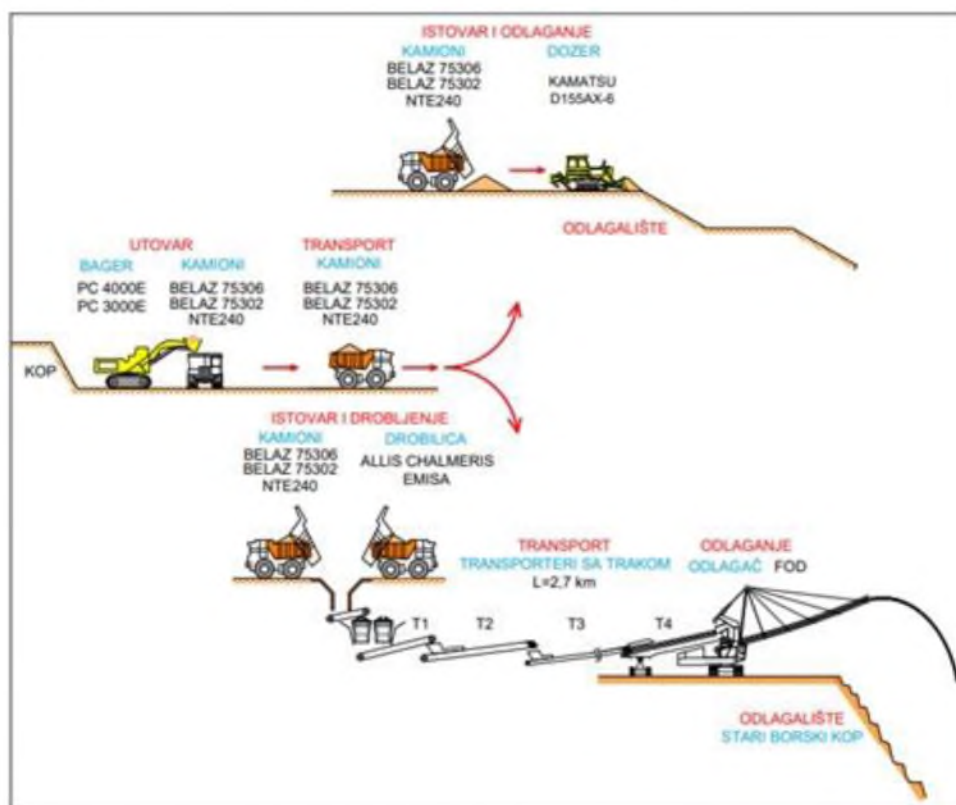
U zavisnosti od vrste materijala koji se otkopava, tehnologija utovara i transporta na P.K. "Veliki Krivelj" se sastoji od dve proizvodne operacije: utovara i transporta jalovine i utovara i transporta rude. Ove dve operacije se međusobno razlikuju samo prema pravcima transporta i prosečnim dužinama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

Otkopana jalovina transportuje se kamionima do spoljašnjih odlagališta (Todorov potok, Saraka i Istočno odlagalište) ili kombinovanim DTO sistemom (drobilica-transporteri-odlagač) u krater

starog površinskog kopa Bor. Uprošćena tehnološka šema utovara i transporta jalovine prikazana je na slici 7.1.

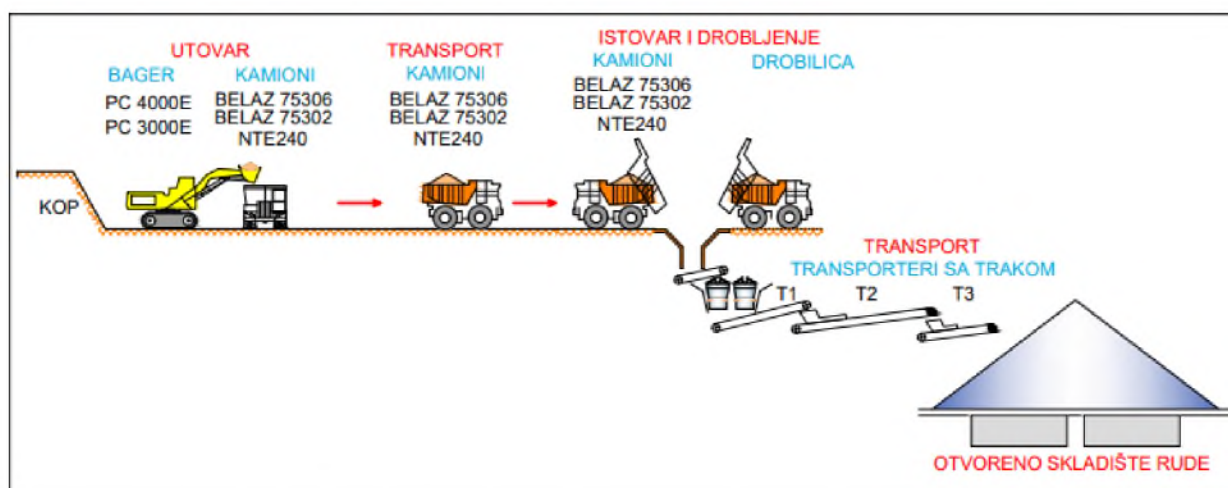
DTO sistem je projektovan sa sledećom tehnologijom rada na jalovini:

- utovar odminirane stenske mase bagerom u kamione i transport do drobiličnog postrojenja;
- istovar jalovine u prihvatni bunker drobiličnog postrojenja (zapremine 200 m³). Istovar kamionima u prijemni bunker drobilice se obavlja sa jedne strane bunkera svake drobilice. U sistemu rade 2 drobilice.
- utovar materijala iz prijemnog bunkera u konusnu drobilicu vrši se preko člankastog dodavača, gde se jalovina drobilicom drobi na ggk=300 mm,
- izdrobljena jalovina se preko kratkog transportera utovara na stacionarni transportni sistem sa gumenom trakom (dužine 2.625 m), i transportuje do odlagača,
- samohodni odlagač prihvata jalovinu sa odlagališnog transportera i preko odložne strele, dužine 45 m, odlaže jalovinu na formirano odlagalište u otkopanom prostoru borskog kopa. Planiranje odložene jalovine na odlagalištu se vrši sa buldožerom.



Slika 7.1. Utovarno-transportni sistem za eksploataciju jalovine

Sistem utovara i transporta rude se obavlja po identičnoj tehnološkoj šemi, s tim što se posle drobljenja ruda se transporterima sa trakom dalje otprema u proces prerade rude. Uprošćena tehnološka šema utovara i transporta rude prikazana je na slici 7.2.



Slika 7.2. Utovarno-transportni sistem za eksploataciju rude

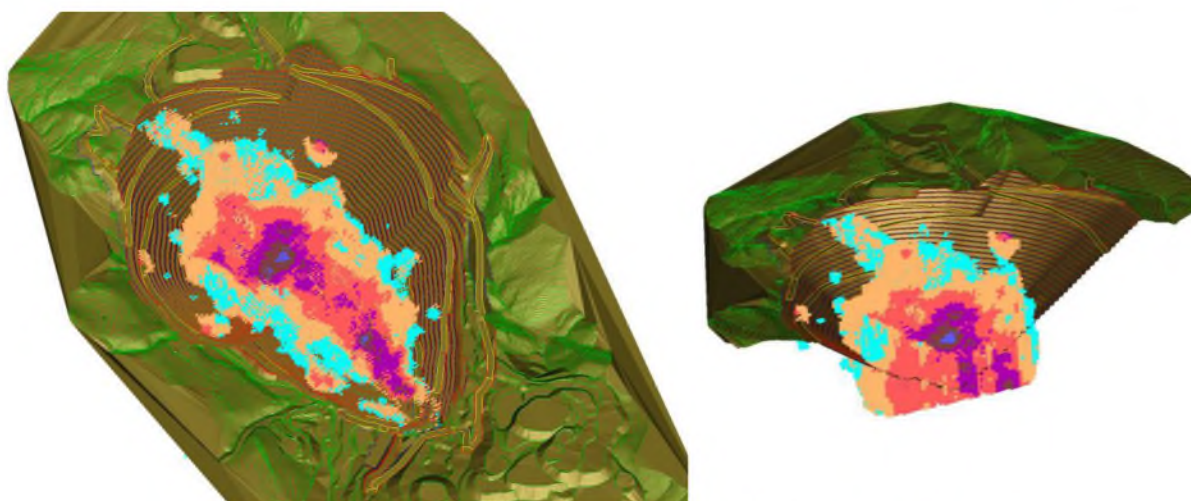
Utovar minirane stenske mase se obavlja pomoću 6 hidrauličnih bagera sa normalnom kašikom - 3 bagera zapremine kašike 15 m^3 i 3 bagera 22 m^3 . Transport rude se vrši dizel-elektro kamionima damperima nosivosti 220 t i 136 t

Projektovana visina etaže na kopu je 15 m, dok su projektovani putevi nagiba 7-8% i širine 15 m za jednosmerne i 25 m za dvosmerne puteve. Na terenu su izvedeni putevi nagiba, uglavnom, u opsegu 8-10%.

Trenutna najviša etaža kopa je E+530m u severoistočnom delu kopa, dok je dno kopa na E+10m. Površinski kop je sa zapadne strane ograničen izmeštenim betonskim koritom Kriveljske reke, sa severne strane odlagalištem Todorov potok, na istoku odlagalištem Istočni planir, a sa južne strane odlagalištem raskrivke Saraka potok.

Dopunskim rudarskim projektom 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 Bor, 2011.) predviđeno je fazno otkopavanje ležišta. Projektom je predviđeno 5 faza otkopavanja. Razvoj površinskog kopa po fazama bio je uslovljen konstrukcijom transportnih puteva i mogućnošću prolaza, odnosno dovoljne širine radnih etaža u fazama, s obzirom da je neophodan istovremeni rad u najmanje 2 ili više faza zbog ujednačavanja sadržaja Cu u rudi.

Na slici 7.3 dat je 3D prikazan projektovane završne konture površinskog kopa Veliki Krivelj sa zahvaćenim blok modelom i karakterističnim presekom.



Slika 7.3. 3D prikaz završne konture površinskog kopa Veliki Krivelj sa blok modelom

7.2. ODLAGANJE JALOVINE

U procesu eksploatacije rude bakra na površinskom kopu Veliki Krivelj otkopavaju se jalovinske stene koje čine peliti (laporci, tufovi i tufiti), mermeri i mermerisani krečnjaci, hornblenda-biotitski daciti, hornblenda-andezit i hornblenda-andeziti sa biotitom, koje se deponuju na aktivnim odlagalištima i prema *Uredbi* predstavljaju **rudarski otpad**.

Prema *Dopunskom rudarskom projektu* (IMR Bor, 2011.) jalovina sa površinskog kopa Veliki Krivelj se najvećim delom odlaže u otkopani prostor starog površinskog kopa Bor, kao i na postojeća odlagališta Todorov potok, Saraka i Istočno odlagalište. U projektovanoj konačnoj konturi zahvata površinskog kopa potrebno je otkopati ukupno 238.356.038 t jalovine u veku eksploatacije kopa.

Lokacija odlaganje jalovine opredeljena je pre svega lokacijom izvođenja rudarskih radova. Tako se jalovina sa viših etaža odlaže na kopovska odlagališta koja se nalaze na obodu površinskog kopa- Todorov potok, Saraka i Istočno odlagalište, dok se jalovina iz dubinskog dela kopa transportuje kamionima do drobiličnog postrojenja Transportnog sistema za jalovinu sa 2 primarne drobilice, locirane na južnom obodu kopa, odakle se dalje transportuje trakastim transporterom do odlagača na ivici otkopanog prostora starog površinskog kopa Bor, gde se vrši zapunjavanje otkopanog prostora.

Kompanija Serbia Zijin Copper doo planira da u narednom periodu poveća kapacitet otkopavanja rude na $23,1 \times 10^6$ tona vlažne rude godišnje, čime će se značajno povećati i količine jalovine koje trebaju da se otkopaju u planiranom veku kopa.

Da bi se odložile sve projektovane eksploatacione količine jalovine, s obzirom na raspoložive kapacitete postojećih odlagališta, planirano je formiranje odlagališta na severoistoku, tzv Novo odlagalište, čime će se obezbediti dodatni prostor za odlaganje planiranih količina jalovine u iznosu od 260 miliona tona.

Kompanija Serbia Zijin Copper doo biće u obavezi da izradi novi (inovirani) *Plan upravljanja rudarskim otpadom*, kada Novo odlagalište bude u funkciji.

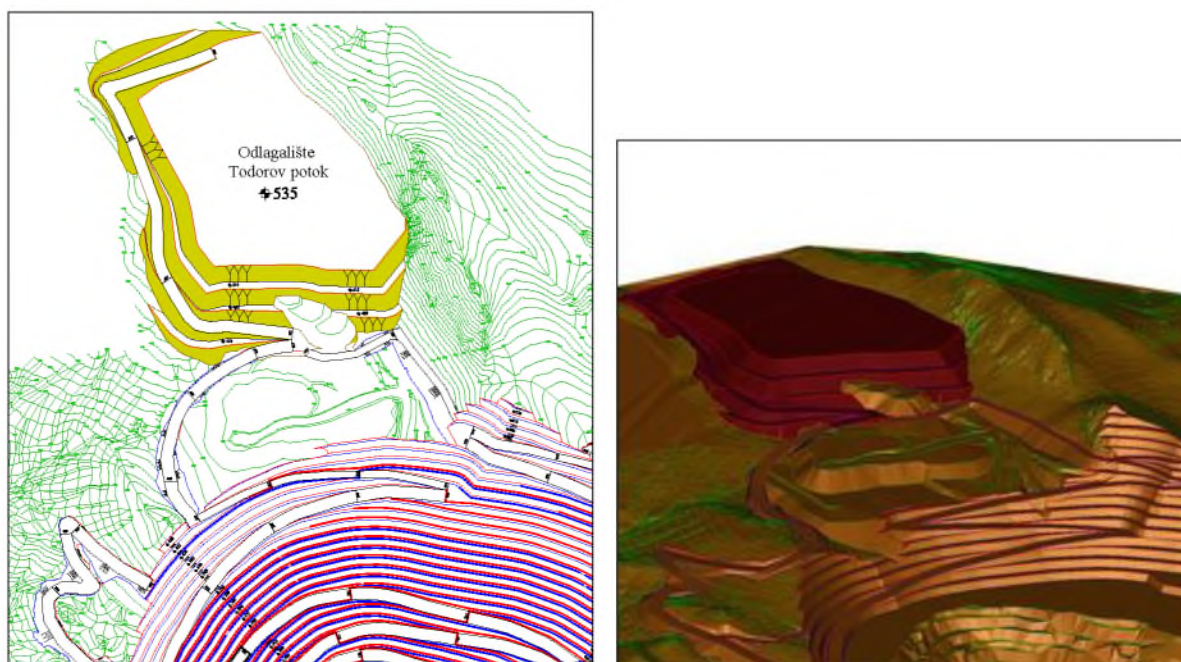
7.2.1. Odlagalište jalovine Todorov potok

Prema važećem *Dopunskom rudarskom projektu* (IMR Bor, 2011.) odlagalište jalovine Todorov potok projektovano je do kote 535 mnv.

Geometriski elementi odlagališta su sledeći:

- visina etaže $h = 20$ m
- ugao kosine etaže $\beta = 30^\circ$
- širina etažne ravni $b = 15$ m
- širina transportnih puteva $s = 25$ m
- nagib puta $i = 6,5\%$.

Projektovana završna kontura odlagališta jalovine Todorov potok prikazana je na slici 7.4.



Slika 7.4. Izgled konačne projektovane konture odlagališta Todorov potok, 2D i 3D prikaz

7.2.2. Odlagalište jalovine Istočno odlagalište

Prema važećem *Dopunskom rudarskom projektu* (IMR Bor, 2011.) odlagalište jalovine Istočno odlagalište projektovano je do kote 550 mnv.

Geometriski elementi odlagališta su sledeći:

- visina etaže $h = 20 \text{ m}$
- ugao kosine etaže $\beta = 30^\circ$
- širina etažne ravni $b = 15 \text{ m}$
- širina etažne ravni E530 $b_{E530} = 35 \text{ m}$ (zbog uslova stabilnosti)
- širina transportnih puteva $s = 25 \text{ m}$
- nagib puta $i = 6,5\%$.

Projektovana završna kontura odlagališta jalovine Istočno odlagalište prikazana je na slici 7.5.



Slika 7.5. . Izgled konačne projektovane konture odlagališta Istočno odlagalište, 2D i 3D prikaz

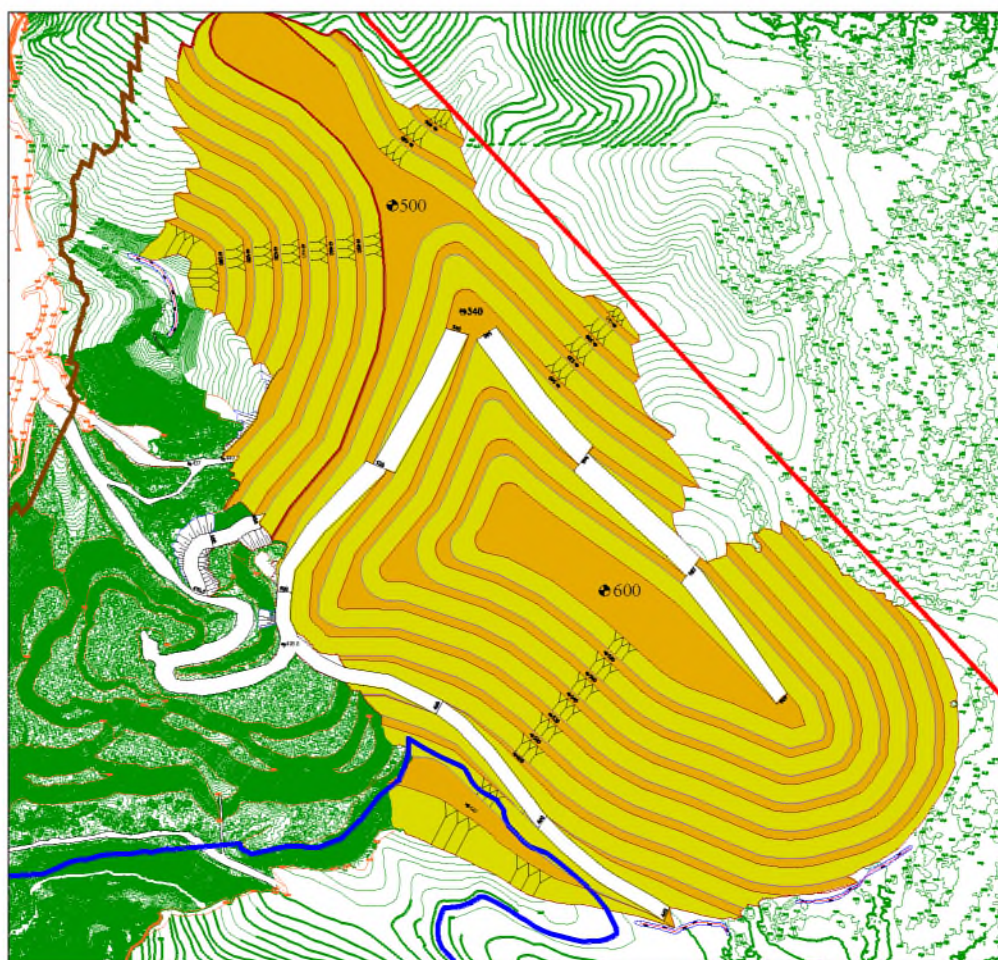
7.2.3. Odlagalište jalovine Saraka potok

Početkom 2021. godine urađen je *Dopunski rudarski projekat proširenja odlagališta raskrivke "Saraka" površinskog kopa Veliki Krivelj*, IMR Bor, 2021. Tim projektom je konstruisano proširenje postojećeg odlagališta Saraka, čija je eksploatacija prema prethodnom *Dopunskom rudarskom projektu* (IMR Bor, 2011) bila završena pre 2018. godine. Postojeće odlagalište je locirano južno od oboda površinskog kopa. Proširenje odlagališta je projektovano u pravcu istok i jugoistok. Pomenutim *Dopunskim rudarskim projektom* definisana je maksimalna kontura odlagališta do kote k+600m, i obračunate su količine jalovine koje se mogu odložiti, a koje su prikazane u tabeli 7.1.

Tabela 7.1. Projektovani kapacitet odlagališta Saraka

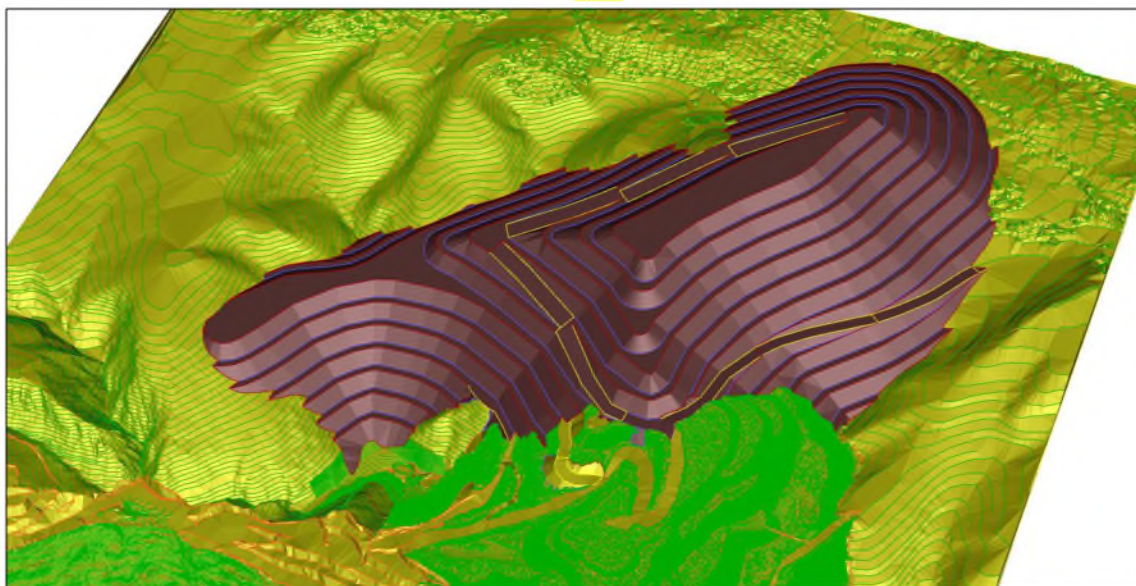
Etaža	Zapremina m^3	Nasipna masa t/m^3	Masa t
E600	1.520.062	1,900	2.888.118
E580	2.753.721	1,900	5.232.071
E560	4.140.210	1,900	7.866.399
E540	5.681.285	1,900	10.794.442
E520	6.929.818	1,900	13.165.858
E500	7.545.918	1,900	14.337.245
E480	5.668.026	1,900	10.769.066
E460	3.347.374	1,900	6.360.010
E440	1.573.813	1,900	2.990.245
E420	823.183	1,900	1.564.047
E400	276.313	1,900	524.995
E380	125.775	1,900	238.970
UKUPNO	40.384.981	1,900	76.731.464

Projektovana završna kontura odlagališta Saraka prikazana je na slikama 7.6 i 7.7.



Slika 7.6. Kontura odlagališta Saraka do kote k+600 m, 2D prikaz

a)



Slika 7.7. Kontura odlagališta Saraka do kote k+600 m, 3D prikaz

Parametri konstrukcije odlagališta iz pomenutog DRP-a su sledeći:

- visina etaže $h = 20$ m
- ugao kosine etaže $\beta = 33^\circ$
- širina etažne ravni $b = 14$ m
- ugao završne kosine $\gamma = 24^\circ$
- širina transportnih puteva $s = 25$ m
- nagib puta $i = 8,0\%$.

7.2.4. Odlagalište jalovine Stari borski kop

Odlagalište jalovine Stari borski kop projektovano je do kote 440 mnv, s tim što je na južnoj strani kopa rezervisan deo prostora za odlaganje mulja iz nove topionice.

Odlaganje jalovine se vrši radijalnim pomeranjem odlagača i formiranjem dubinskog bloka po dubini kratera kopa.

U završnoj fazi formiranja odlagališta, takođe postoji i mogućnost odlaganja jednog visinskog bloka i formiranje još jedne etaže, ukoliko tokom eksploatacije bude potreban dodatni prostor za odlaganje, gde bi se u tom slučaju moglo odložiti dodatnih oko 29 miliona tona jalovine.

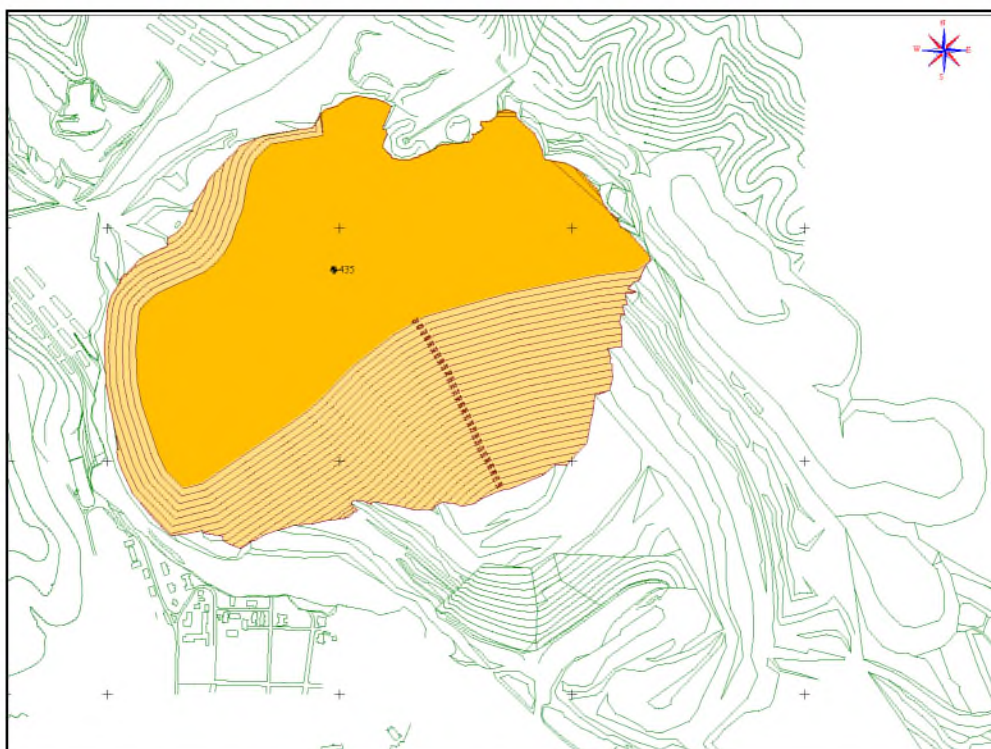
Prema važećem *Dopunskom rudarskom projektu* u odlagalište jalovine Stari borski kop može da se odloži 291.748.232 t jalovine.

Odlagalište Stari borski kop projektovano je do kote 440 mnv, s tim što je na južnoj strani kopa rezervisan deo prostora za odlaganje mulja iz nove topionice.

Projektovana završna kontura odlagališta Stari borski kop prikazana je na slici 7.8.

Parametri konstrukcije odlagališta iz pomenutog DRP-a su sledeći:

- maksimalna visina odlagališta $H = 404 \text{ m}$
- ugao završne kosine $\gamma = 24^\circ$



Slika 7.8. Projektovana završna kontura odlagališta Stari borski kop

7.3. SISTEM ODVODNJAVANJA

Odvodnjavanje površinskog kopa „Veliki Krivelj“ vrši se prema 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 Bor, 2011. godine. Pored ovog projekta, 2021. godine, urađen je Dopunski rudarski projekat proširenja odlagališta raskrivke „Saraka“ površinskog kopa „Veliki Krivelj“, po kome se vrši odvodnjavanje odlagališta „Saraka“.

Osnovna koncepcija odvodnjavanja i zaštite površinskog kopa „Veliki Krivelj“ sastoji se 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 konture kopa, sa etaža iznad mesnog erozionog bazisa (K+305) što je moguće više prihvate kanalima i gravitacijski odvedu van kopa;
- Da se sa etaža nižih od nivoa mesnog erozionog bazisa sve vode prihvataju na nivoima prepumpavanja i odatle ispumpavaju u hidrotehničke objekte za prečišćavanje pre ispuštanja u prirodne vodotokove;
- Da se izvrši izmeštanje dela korita Kriveljske reke iz zone uticaja rudarskih radova.

Za zaštitu od površinskih voda koje gravitiraju sa slivnih područja ka kopu, predviđena je izrada zaštitnih obodnih kanala. Unutar konture kopa pojavljuju se podzemne vode koje imaju promenljiv priliv zavisno od dubine kopa, i vode od atmosferskih padavina koje će se pojavljivati povremeno, sa promenljivim intenzitetom priliva, zavisno od vremena trajanja i učestalosti padavina. 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. Sistem se sastoji od kanala koji vode sa područja unutar kopa, a iznad nivoa mesnog erozionog bazisa vode gravitacijski do sistema za prečišćavanje, i vodosabirnika iz kojih se voda ispumpava i sistemom cevovoda doprema do postrojenja za prečišćavanje. Kanali se prema razvoju radova translatorno pomeraju.

Deo korita Kriveljske reke koji prolazi kroz područje kopa je betoniran, što predstavlja primarno tehničko rešenje zaštite kako reke od rudničkih voda, tako i za zaštitu kopa od voda iz reke.

Rudničke vode koje mogu da se uliju u Kriveljsku reku su ispumpane vode iz dubinskog dela kopa i vode koje se zaštitnim odvodnim kanalima dovode do Kriveljske reke, u slučaju maksimalnih priliva – poplavni talas. Za normalne prilive, rudničke vode se akumuliraju u taložnicima i dovode do pumpne stanice sveže vode odakle se šalju u flotaciju Veliki Krivelj za potrebe tehnološkog procesa.

Koncepcija prečišćavanja voda sa površinskog kopa „Veliki Krivelj“ je sledeća:

- Voda sa dela kopa iznad nivoa Kriveljske reke se zaštitnim kanalima gravitaciono dovodi do taložnika za mehaničko prečišćavanje.
- Voda iz dubinskog dela kopa ispod nivoa Kriveljske reke ispumpava se do taložnika za mehaničko prečišćavanje da bi se istaložile krupne čestice koje mogu da ugroze rad pumpi u pumpnoj stanici sveže vode.
- Za normalne prilive, sva mehanički prečišćena voda od erodovanog materijala sa kopa, se iz taložnika dovodi u pumpnu stanicu sveže vode i odatle šalje u flotaciju „Veliki Krivelj“ za potrebe tehnološkog procesa. Mehaničko prečišćavanje vode je potrebno zbog karakteristika pumpi u pumpnoj stanici sveže vode, a koje ne mogu da pumpaju materijal i mulj. Hemijski sastav vode ne utiče na rad pumpi u pumpnoj stanici sveže

vode, pa se hemijski tretman voda obavlja u flotaciji kao sastavni deo tehnološkog procesa.

- Za maksimalne prilive – poplavni talas, vode sa kopa će se ispuštati u Kriveljsku reku. Zbog kratkog vremena kontakta sa rudnim mineralima, ove vode ne sadrže nedozvoljene količine hemijskih zagađivača.

Zbog velikih dimenzija vodosabirnika koji bi prihvatili maksimalne vode od padavina za pedesetogodišnji period, dozvoljava se potapanje najniže etaže s tim da se na njoj ne nalazi oprema, i ne dolazi do prekida u proizvodnji.

Ovakva koncepcija tretmana rudničkih voda ima za cilj kako zaštitu Kriveljske reke od rudničkih voda, tako i snabdevanje flotacije Veliki Krivelj tehničkom vodom za potrebe tehnološkog procesa.

U cilju zaštite Kriveljske reke od rudničkih voda površinskog kopa „Veliki Krivelj“, predviđena je izrada taložnika za prečišćavanje gravitacionih voda koje se dovode zaštitnim kanalima sa nivoa iznad mesnog erozionog bazisa (K+305) i ispumpanih voda iz kopa.

Sistem za prečišćavanje imaće dva taložnika. Svaki taložnik mora da ima silaznu rampu za ulaz utovarača prilikom čišćenja. U taložnicima talog pada na dno a prečišćena voda odlazi u cevovod odakle se prirodniom padom odvodi do bazena pumpne stanice sveže vode flotacije Veliki Krivelj za potrebe tehnološkog procesa flotiranja. Kada se jedan taložnik napuni 75% od zapremine sa talogom, onda se voda ispušta u drugi taložnik. Posle mirovanja vode u taložniku u trajanju od jednog dana, a koji se sprema da se talog iz njega očisti, najpre se dekantira bistra prečišćena voda preko ventila na čelu taložnika, a zatim se nekoliko dana čeka da preostala količina vode iznad samog taloga ispari, i onda se iz taložnika utovaračem iznosi talog i utovara se u kamione. Kamionima se talog transportuje u flotaciju radi iskorišćenja bakra iz taloga, ili na jalovište gde se deponuje. Talog iz taložnika će se odlagati na postojećem odlagalištu Saraka, pa nije potrebna izrada posebnog odlagališta za ovu namenu.

Definisanom koncepcijom prečišćavanja rudničkih otpadnih voda sa kopova „Veliki Krivelj“, rešava se u problem rudničkih otpadnih voda. Ovakvom koncepcijom se rešava i deo problema vodosnabdevanja flotacije „Veliki Krivelj“ tehničkom vodom.

Prilikom izbora lokacija objekata odvodnjavanja i zaštite Kriveljske reke od rudničkih voda maksimalno se vodilo računa da se iskoriste morfološke karakteristike terena kako bi se što je moguće više koristilo gravitaciono doticanje voda u objekte za prečišćavanje, i korišćenje pumpnih agregata svelo na najmanju moguću meru.

Deo korita Kriveljske reke koji prolazi kroz područje kopa je betoniran, što predstavlja primarno tehničko rešenje zaštite kako reke od rudničkih voda, tako i za zaštitu kopa od voda iz reke.

Rudničke vode koje mogu da se uliju u Kriveljsku reku su ispumpane vode iz dubinskog dela kopa za slučaj poplavnog talasa, i vode koje se zaštitnim odvodnim kanalima dovode do Kriveljske reke.

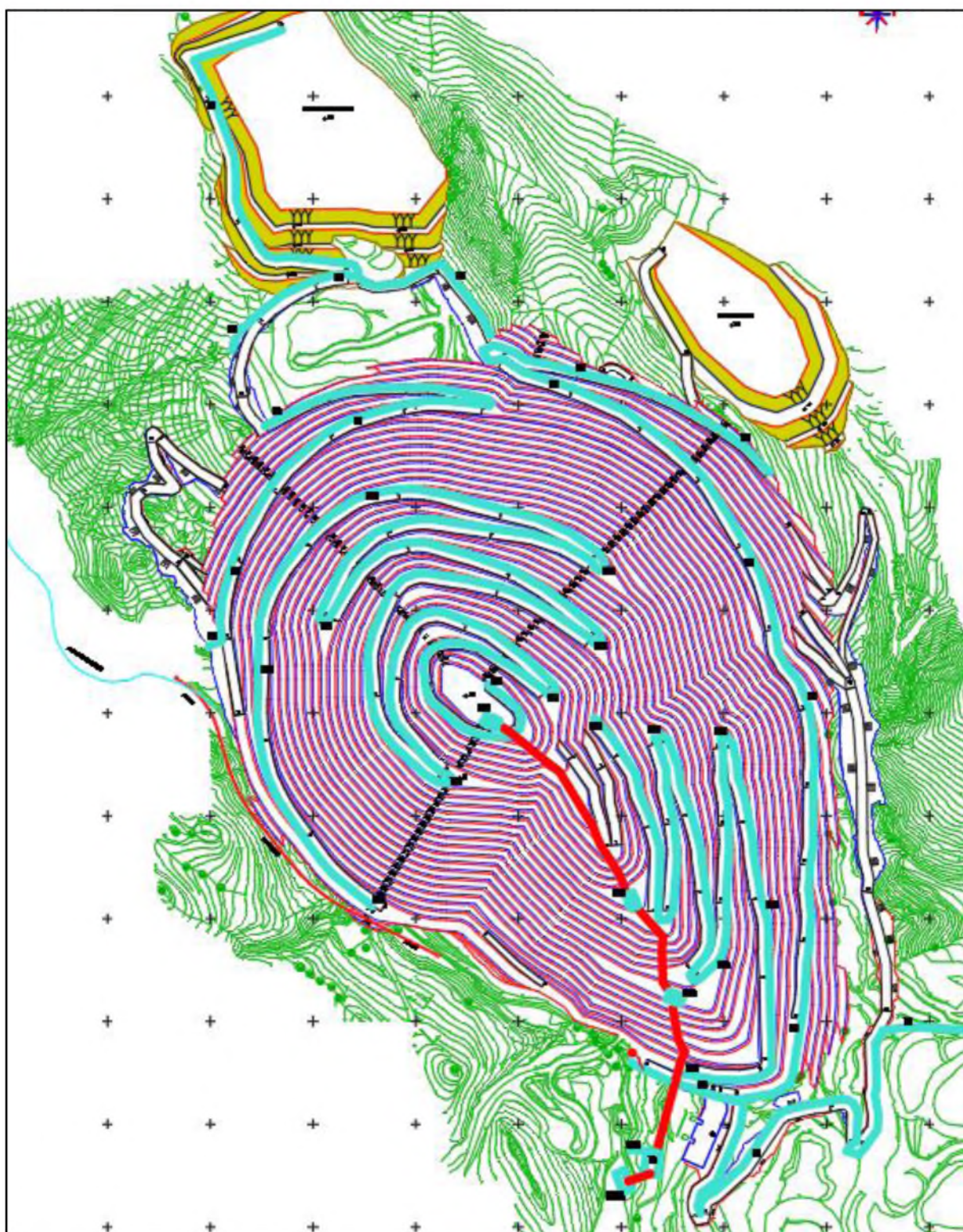
Za normalne prilive, rudničke vode se akumuliraju u taložnicima i dovode do pumpne stanice sveže vode odakle se šalju u flotaciju Veliki Krivelj za potrebe tehnološkog procesa.

Koncepcija prečišćavanja voda sa površinskog kopa Veliki Krivelj je sledeća:

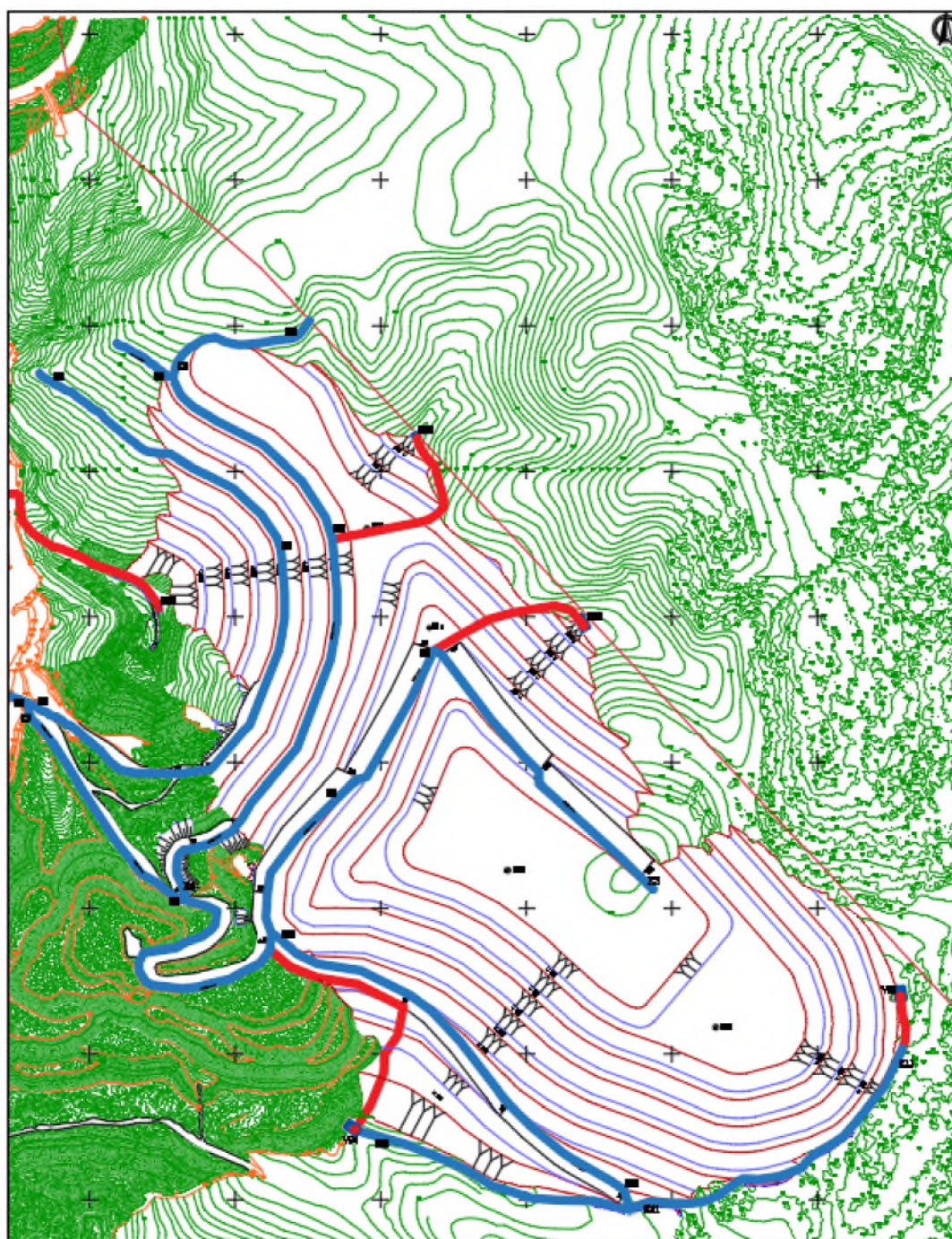
- Vode sa odlagališta i dela kopa iznad nivoa Kriveljske reke koje ne dolaze u kontakt sa rudnim mineralima ili je taj kontakt veoma kratak, zaštitnim kanalima se gravitaciono dovode do Kriveljske reke.
- Voda iz dubinskog dela kopa ispod nivoa Kriveljske reke ispumava se do taložnika za mehaničko prečišćavanje.
- Za normalne prilive, sva ispumpana i mehanički prečišćena voda od erodovanog materijala sa kopa, se iz taložnika dovodi u pumpnu stanicu sveže vode i odatle šalje u flotaciju Veliki Krivelj za potrebe tehnološkog procesa. Mehaničko prečišćavanje vode je potrebno zbog karakteristika pumpi u pumpnoj stanici sveže vode, a koje ne mogu da pumpaju materijal i mulj. Hemijski sastav vode ne utiče na rad pumpi u pumpnoj stanici sveže vode, pa se hemijski tretman voda obavlja u flotaciji kao sastavni deo tehnološkog procesa.
- Za maksimalne prilive (poplavni talas), ispumpane vode sa kopa će se ispuštati u Kriveljsku reku. Zbog kratkog vremena kontakta sa rudnim mineralima, ove vode ne sadrže nedozvoljene količine hemijskih zagađivača. Uticaj poplavnog talasa vode iz Kriveljske reke sa spregom ispuštenih voda sa kopa na površine nizvodno od kopa analiziran je u posebnom poglavlju.

Ovakva koncepcija tretmana rudničkih voda ima za cilj kako zaštitu Kriveljske reke od rudničkih voda, tako i snabdevanje flotacije Veliki Krivelj tehničkom vodom za potrebe tehnološkog procesa.

Na slici 7.9 i dat je položaj objekata odvodnjavanja površinskog kopa „Veliki Krivelj“ u završnoj godini eksploatacije po projektu iz 2011. godine, a na slici 7.10 dat je položaj objekata odvodnjavanja odlagališta „Saraka“ po projektu iz 2021. godine.



Slika 7.9. Položaj projektovanih objekata odvodnjavanja na PK „Veliki Krivelj“



Slika 7.10. Položaj projektovanih objekata odvodnjavanja na odlagalištu „Saraka“

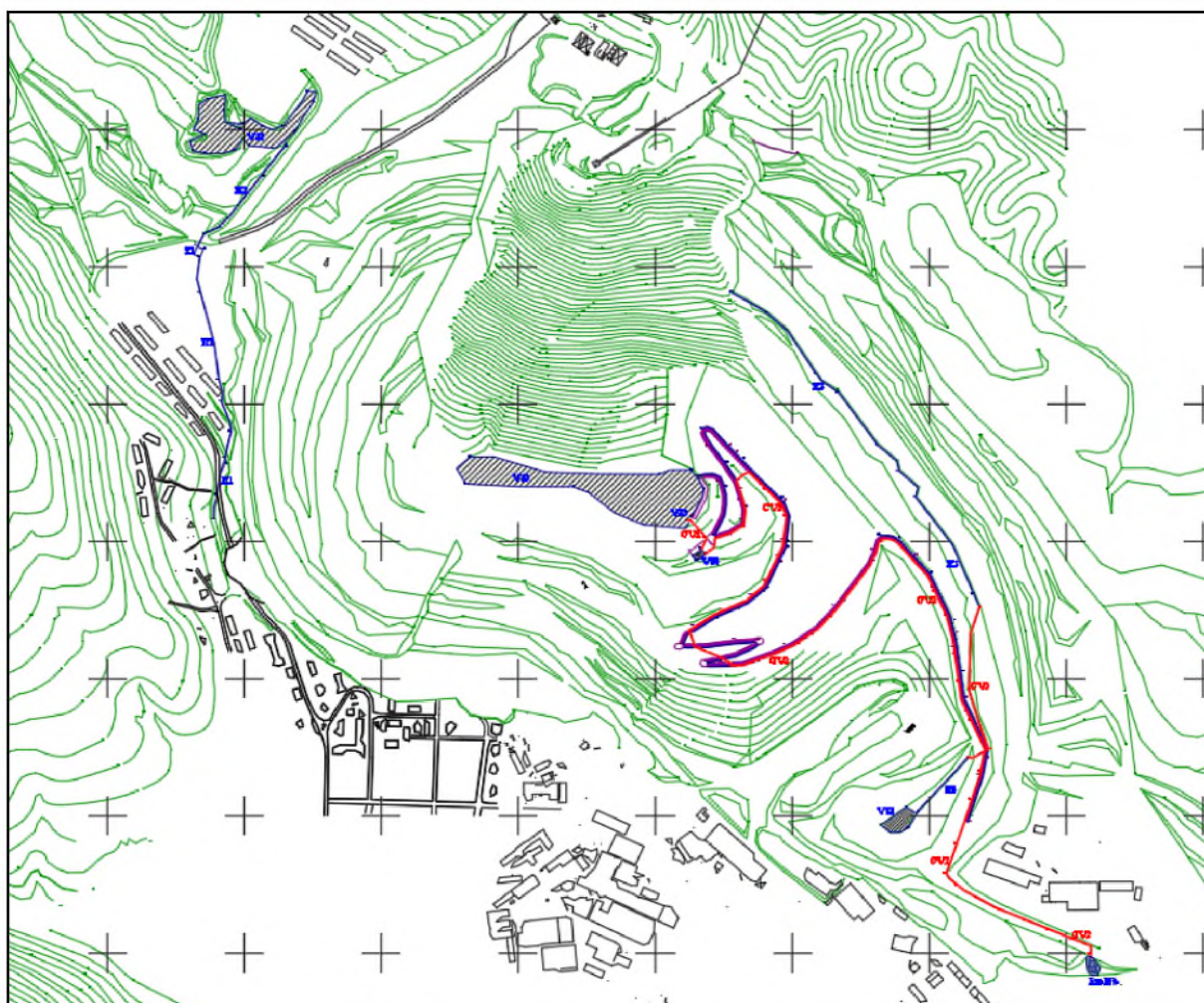
U Institutu za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2010. godine urađen je Dopunski rudarski projekat sigurnosti i kolektivne zaštite radnika u Jami Bor,. U okviru ovog projekta, urađen je Tehnički projekat odvodnjavanja akumuliranih voda sa površinskog kopa „Bor“.

Koncepcija odvodnjavanja i zaštite površinskog kopa „Bor“ sastoji se u sledećem:

- Da se sva voda sa slivnih područja sa kojih gravitira prema kopu, prihvati zaštitnim obodnim kanalima i gravitacijski odvede van područja kopa;
- Da se vode koje dospeju u područje kopa prihvate na dnu kopa i odatle ispumpaju van njegovog područja.

Vode koje potiču od atmosferskih padavina na slivne površine sa kojih gravitiraju prema kopu, a koje se mogu prihvatiti zaštitnim kanalima, pojavljuju se u najvećoj meri sa zapadne strane kopa i istočne strane kopa sa odlagališta jalovine. Ka kopu gravitiraju i vode koje dolaze iz pravca odloženog materijala transportnim sistemom za transport jalovine Veliki Krivelj, ali njih nije moguće prihvatiti obodnim kanalima.

U cilju obezbeđivanja pristupa do dna kopa, predviđena je izrada servisnog puta po južnoj strani kopa od kote K+309 m do akumulacije na dnu kopa. Projektovani objekti odvodnjavanja prikazani su na slici 7.11.



Slika 7.11. Položaj projektovanih objekata odvodnjavanja na površinskom kopu „Bor“

Projektovani objekti odvodnjavanja nisu izvedeni i ne vrši se ispuštanje akumulirane vode na dnu površinskog kopa „Bor“. Nivo vode je na koti k+141 mnv.

Pri tehnološkoj fazi odvodnjavanja potrebno je pridržavati se posebnih mera bezbednosti i zdravlja na radu pri odvodnjavanju propisanih važećim Pravilnikom o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina prilikom izrade, dimenzionisanja i upotrebe objekata odvodnjavanja, a posebno:

- Posebnim upozorenjem upoznati sve zaposlene sa opasnostima i merama zaštite od pojačanih i katastrofalnih voda koje mogu da prodru na radilište.
- Izdati uputstvo smenskom nadzornom osoblju sa skicom hidrotehničkih objekata i lokacijom instalirane opreme o načinu prioriteta održavanja istih u slučaju katastrofalnih priliva.
- Izraditi plan povlačenja ljudstva i mehanizacije u slučaju katastrofalnih priliva voda.
- Sve objekte odvodnjavanja održavati u ispravnom i funkcionalnom stanju. O izvedenim radovima na hidrotehničkim objektima zaštite voditi urednu evidenciju.
- Prilikom izrade hidrotehničkih objekata odvodnjavanja pridržavati se mera bezbednosti na radu koje važe za rad sa postojećom mehanizacijom.

Za zaštitu rudarske opreme i ljudstva u slučaju katastrofalnih padavina, potrebno je da se po završetku smene, ljudstvo i mehanizacija ne ostavljaju na najnižoj dubinskoj etaži. U slučaju katastrofalnih priliva voda, pridržavati se svih propisanih mera bezbednosti i zdravlja na radu.

7.4. EKSPLOATACIONE REZERVE LEŽIŠTA VELIKI KRIVELJ

Eksploatacione rezerve rude i pripadajuće jalovine, kao i sadržaji bakra, zlata i srebra u rudi po etažama preuzete su iz *Dopunskog rudarskog projekta 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 Bor, 2011.) i prikazane su u tabeli 7.2.

Tabela 7.2. Eksploatacione količine rude i jalovine u završnoj konturi kopa Veliki Krivelj

Etaža	Iskopina (t)	Jalovina (t)	Rovna ruda (t)	Cu (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)
575	10.333	10.333				
560	33.623	33.623				
545	88.766	88.766				
530	746.693	746.693				
515	2.698.647	2.698.647				
500	4.635.368	4.635.368				
485	6.251.258	6.251.258				
470	7.869.000	7.869.000				
455	10.667.913	10.667.913				
440	12.416.091	12.416.091				
425	15.470.847	15.470.847				



410	18.070.235	17.598.733	471.502	0,227	0,049	0,411
395	21.909.522	20.109.158	1.800.364	0,231	0,034	0,449
380	25.809.042	23.019.914	2.789.127	0,249	0,029	0,375
365	27.823.622	24.918.930	2.904.692	0,251	0,025	0,360
350	28.115.155	25.130.615	2.984.540	0,236	0,021	0,362
335	28.569.842	24.877.155	3.692.687	0,216	0,018	0,292
320	28.909.527	24.682.811	4.226.716	0,212	0,019	0,205
305	32.917.689	28.054.222	4.863.467	0,210	0,029	0,182
290	34.733.659	29.161.035	5.572.624	0,211	0,036	0,205
275	36.179.547	28.669.123	7.510.424	0,224	0,037	0,204
260	35.503.479	26.853.947	8.649.533	0,230	0,036	0,176
245	34.661.912	24.586.704	10.075.208	0,234	0,038	0,173
230	34.921.220	23.175.847	11.745.373	0,237	0,042	0,177
215	35.398.833	21.299.493	14.099.340	0,244	0,047	0,200
200	34.569.890	19.042.237	15.527.654	0,258	0,049	0,214
185	33.680.625	16.872.977	16.807.648	0,273	0,050	0,210
170	32.781.080	14.124.772	18.656.309	0,286	0,053	0,208
155	31.778.561	11.838.601	19.939.960	0,296	0,054	0,207
140	30.962.541	9.742.796	21.219.745	0,307	0,055	0,219
125	29.659.669	7.436.049	22.223.620	0,320	0,057	0,226
110	29.006.778	5.188.037	23.818.741	0,333	0,059	0,229
95	27.128.653	3.470.890	23.657.763	0,342	0,060	0,243
80	25.201.399	2.296.442	22.904.956	0,352	0,062	0,263
65	23.210.470	1.476.138	21.734.332	0,362	0,064	0,279
50	21.000.726	799.133	20.201.593	0,371	0,066	0,294
35	18.900.392	607.411	18.292.980	0,385	0,068	0,304
20	16.889.309	1.148.373	15.740.936	0,400	0,069	0,309
5	14.960.688	1.009.788	13.950.900	0,411	0,066	0,303
-10	13.064.368	887.092	12.177.276	0,416	0,062	0,294
-25	11.360.509	800.880	10.559.630	0,414	0,060	0,286
-40	9.738.193	833.031	8.905.163	0,408	0,059	0,285
-55	8.223.298	925.636	7.297.662	0,407	0,060	0,296
-70	6.803.080	691.800	6.111.280	0,407	0,065	0,318
-85	5.303.260	506.937	4.796.323	0,401	0,066	0,335
-100	4.138.317	390.175	3.748.142	0,399	0,064	0,335
SUMA	912.773.628	503.115.419	409.658.209	0,324	0,055	0,250

Kao što se iz tabele 7.2. vidi, eksploatacioni parametri površinskog kopa Veliki Krivelj su:

- Ukupno ruda i jalovina: 912.773.628 tona
- Rovna ruda: 409.658.209 tona
- Jalovina: 503.115.419 tona
- Koeficijent otkrivke: 1,228 t/t
- Granični sadržaj Cu: 0,15 %
- Prosečan sadržaj Cu: 0,324 %.

8.0. KARAKTERISTIKE RUDARSKOG OTPADA

8.1. VRSTE RUDARSKOG OTPADA

U tehnološkom procesu otkopavanja rude bakra na površinskom kopu Veliki Krivelj generiše se više vrste otpada koje se razlikuje po svojim fizičkim, hemijskim i mineraloškim karakteristikama. Pregled vrsta rudarskog otpada na površinskom kopu Veliki Krivelj prikazan je u tabeli 8.1.

Tabela 8.1. Vrste rudarskog otpada koje se generišu na površinskom kopu Veliki Krivelj

R.br.	Naziv rudarskog otpada i indeksni broj	Mesto generisanja	Osnovne karakteristike
1.	Odlagalište kopovske jalovine Todor Potok/ Ind.br. 01 03 04*	Ovaj otpad je nastao u procesu eksploatacije 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.
2.	Odlagalište kopovske jalovine Istočno odlagalište/ Ind.br. 01 03 04*	Ovaj otpad je nastao u procesu eksploatacije 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.
3.	Odlagalište kopovske jalovine Saraka Potok/ Ind.br. 01 03 04*	Ovaj otpad je nastao u procesu eksploatacije 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.
4.	Odlagalište kopovske jalovine Stari borski kop/ Ind.br. 01 03 04*	Ovaj otpad je nastao u procesu eksploatacije 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.

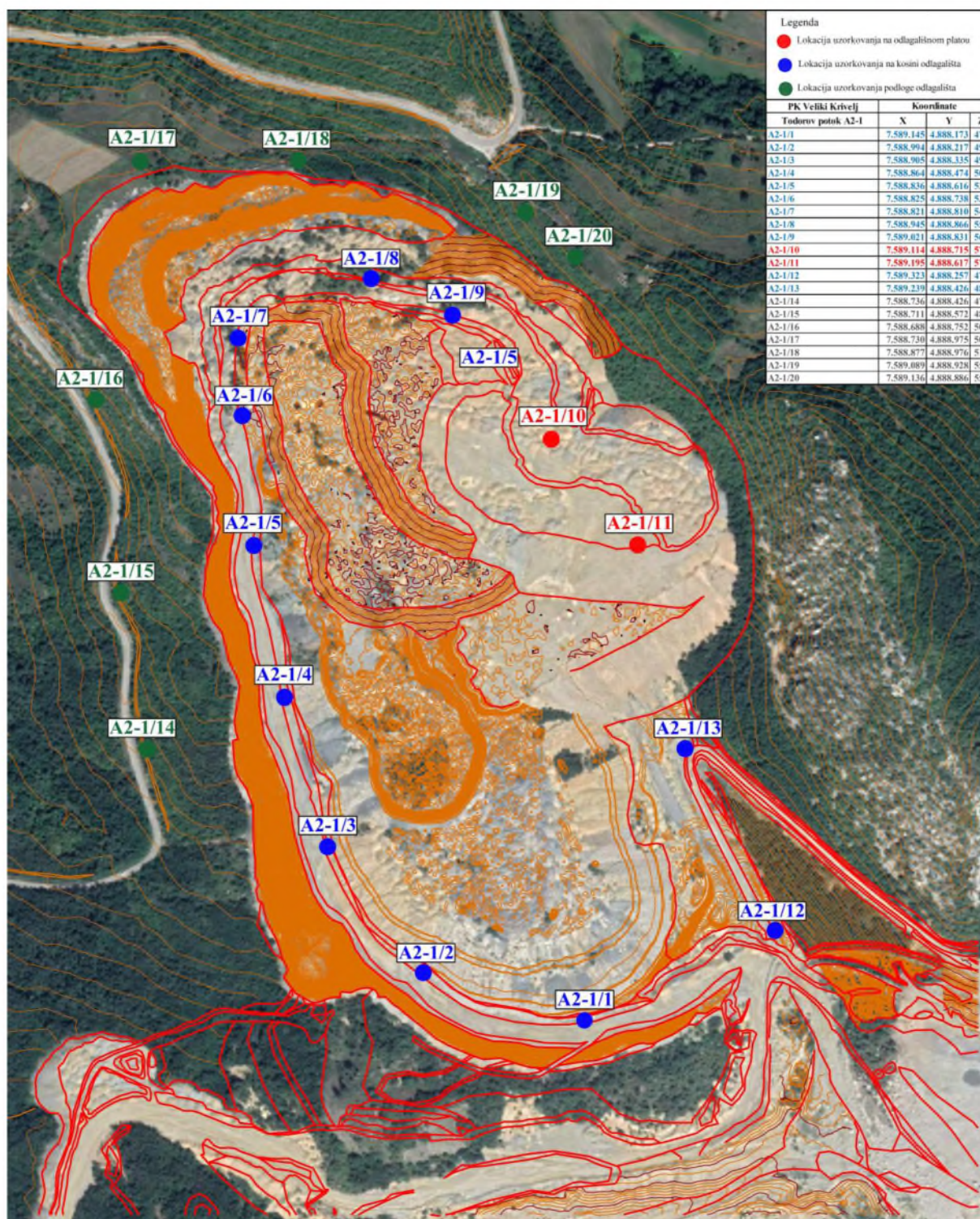


8.2. ODLAGALIŠTE JALOVINE TODOROV POTOK

Poglavlje vezano za upravljanje odlagalištem jalovine Todorov potok napisano je na osnovu sledećih podloga:

- 1) Dopunski rudarski projekat 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 Bor, 2011.
- 2) Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta otkopavanja i prerade rude u ležištu «Veliki Krivelj» - RTB Bor – Grupa d.o.o. za kapacitet $8,5 \times 10^6$ t vlažne rude godišnje, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, decembar 2009.

Mesta uzorkovanja rudarskog otpada – odlagalište Todorov potok - prikazana su na narednoj slici 8.1 i na grafičkom prilogu GP6.1.



Slika 8.1. Mesta uzorkovanja rudarskog otpada Todorov potok

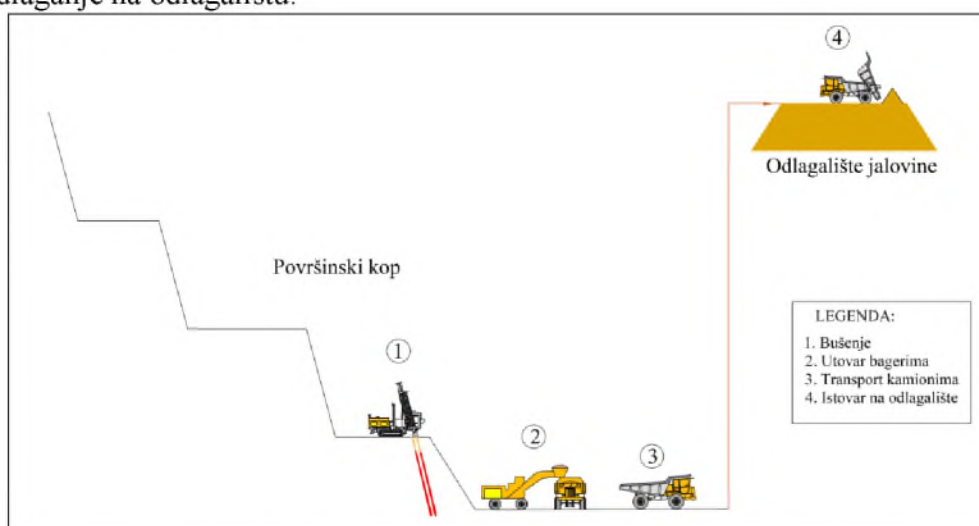
8.2.1. Nastanak jalovine odložene na odlagalištu Todorov potok

Jalovina koja se odlaže na odlagalištu Todorov 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 %.

Jalovinske stene spadaju u kategoriju čvrstih stena, tako da se proces njihovog otkopavanja sastoji iz sledećih tehnoloških operacija, slika 8.2:

- Bušenje
- Miniranje
- Utovar
- Transport
- Odlaganje na odlagalištu.



Slika 8.2. Tehnološka šema procesa otkopavanja jalovine

Krupnoća odminiranog materijala prilagođava se konstruktivnim elementima utovarne opreme. S obzirom da se ovaj otpad utovara bagerima sa zapreminom kašike 15 m³ i 22 m³ to je dozvoljena krupnoća materijala do 1.840 mm. Da bi se lakše stabilizovala masa na deponiji unutar velikih blokova sipa se sitniji materijal, koji se uobičajeno dobija pri miniranju.

8.2.2. Karakteristike jalovine na odlagalištu Todorov potok

8.2.2.1. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovine na odlagalištu Todorov potok

Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala prikazane su u tabeli 8.2.

Tabela 8.2. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala

Vrsta jalovinskog materijala	c (MPa)	ϕ (°)	γ (kN/m ³)
Horblenda – biotitski andezit	0.388	44.44	25.46
Pelit	1.042	22.22	25.00
Krečnjak	2.260	34.34	26.00

8.2.2.2. Hemijske i mineraloške karakteristike jalovine na odlagalištu Todorov potok

Ispitivanje otpada sprovedeno je shodno Ovlašćenju za vršenje ispitivanja otpada, a prema Zakonu o zaštiti životne sredine ("Službeni glasnik RS", br. 135/2004-29, 36/2009-144, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018 i 95/2018), Zakonu o potvrđivanju bazelske konvencije o kontroli prekograničnog kretanja opasnih otpada i njihovom odlaganju („Sl. list SRJ - Međunarodni ugovori”, br. 2/99) i Zakonu o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018) i Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.).

Kompletna karakterizacija nalazi se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2270/22.**

8.2.2.3. Sadržaj supstanci u jalovini na odlagalištu Todorov potok koje su potencijalno štetne

Na osnovu izvršenih hemijskih ispitivanja rudarskog otpada prema metodama EPA 7473; EPA6020A; EPA3051A sadržaji supstanci u rudarskom otpadu koje su potencijalno štetne su ispod limitiranih vrednosti prema Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. gl. RS 56/2010, 93/2019, 39/2021), član 4.

Kompletni rezultati ispitivanja sadržaja potencijalno štetnih supstanci nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2270/22, tabela 1.**

8.2.2.4. Testovi izluživanja jalovine na odlagalištu Todorov potok

Na osnovu rezultata ispitivanja lužljivosti, prema standardnoj metodi SRPS EN 12457-2 i rezultata ispitivanja toksičnosti, prema standardnoj metodi EPA1311, saglasno Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.), ispitivani rudarski otpad ne pokazuje karakteristike opasnog otpada.

Kompletni rezultati testova izluživanja nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2270/22, tabele 2 i 3.**

8.2.2.5. Neutralizacioni i kiselinski potencijal jalovine na odlagalištu Todorov potok

Na osnovu rezultata statičkog ispitivanja, prema standardnoj metodi SRPS EN 15875, i NAG testa, saglasno Uredbom o uslovima i postupku za izdavanje dozvole za upravljanje otpadom i kriterijumi, karakterizacija, klasifikacija i prijavljivanje rudarskog otpada (Sl. glasnik RS br. 53/2017), ispitivani rudarski otpad može se klasifikovati u smislu ARD potencijala kao rudarski otpad koji generiše kisele drenažne vode.

Kompletni rezultati ispitivanja neutralizacionog i kiselinskog potencijala nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2270/22, tabela 5.**

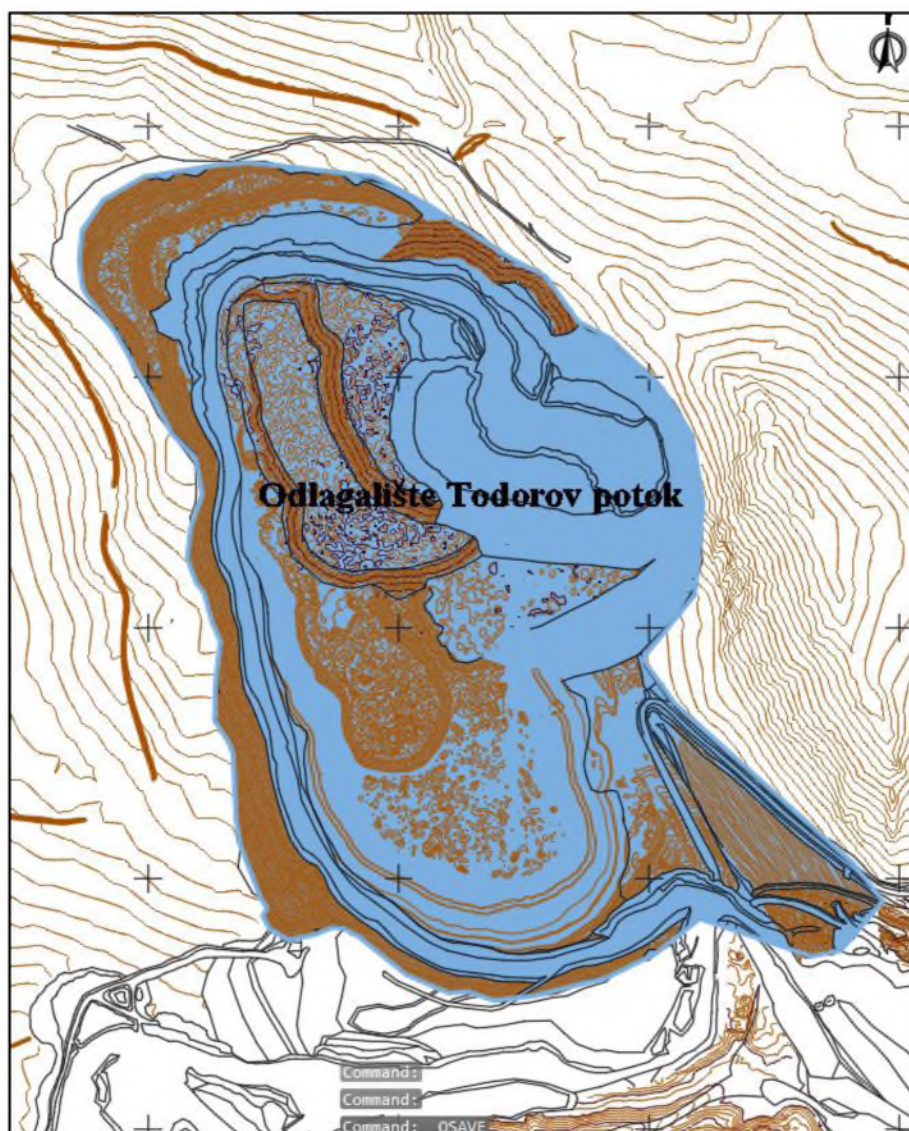
8.2.3. Klasifikacija jalovine sa kopa (indeksni broj i liste otpada)

- Kategorija otpada prema listi kategorija otpada (Q lista): **Q11**
- Indeksni broj prema katalogu otpada: **01 03 04***

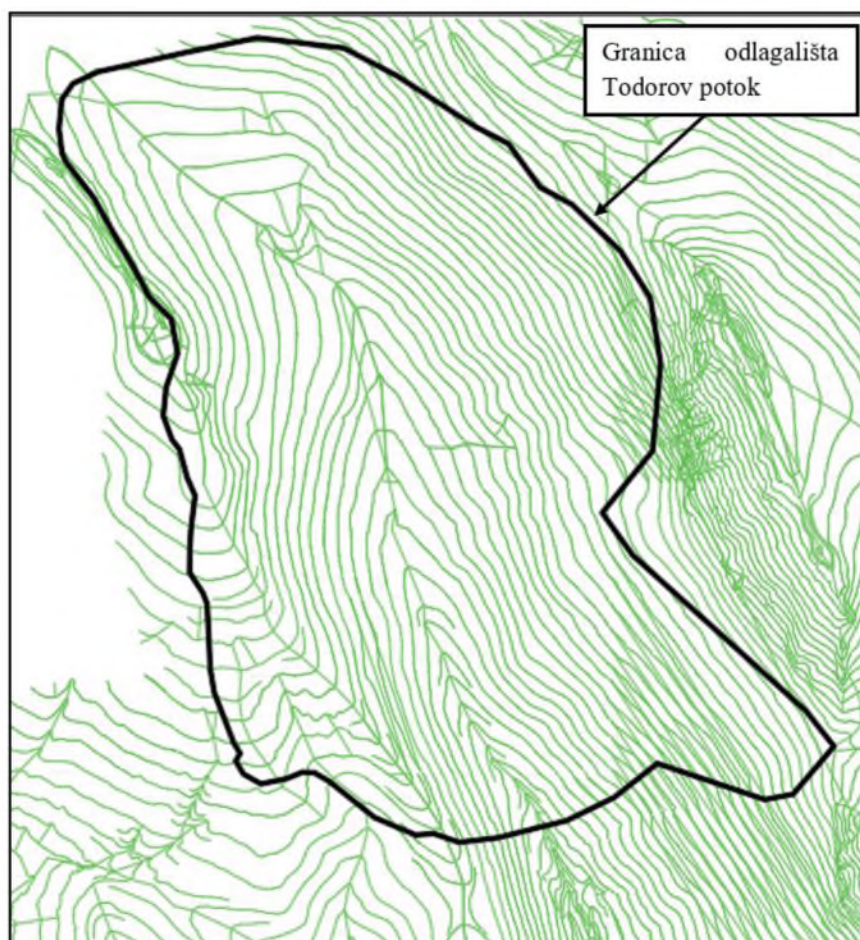
Kompletna klasifikacija otpada nalazi se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2270/22, tabela B – Klasifikacija otpada.**

8.2.4. Količine jalovine na odlagalištu Todorov potok

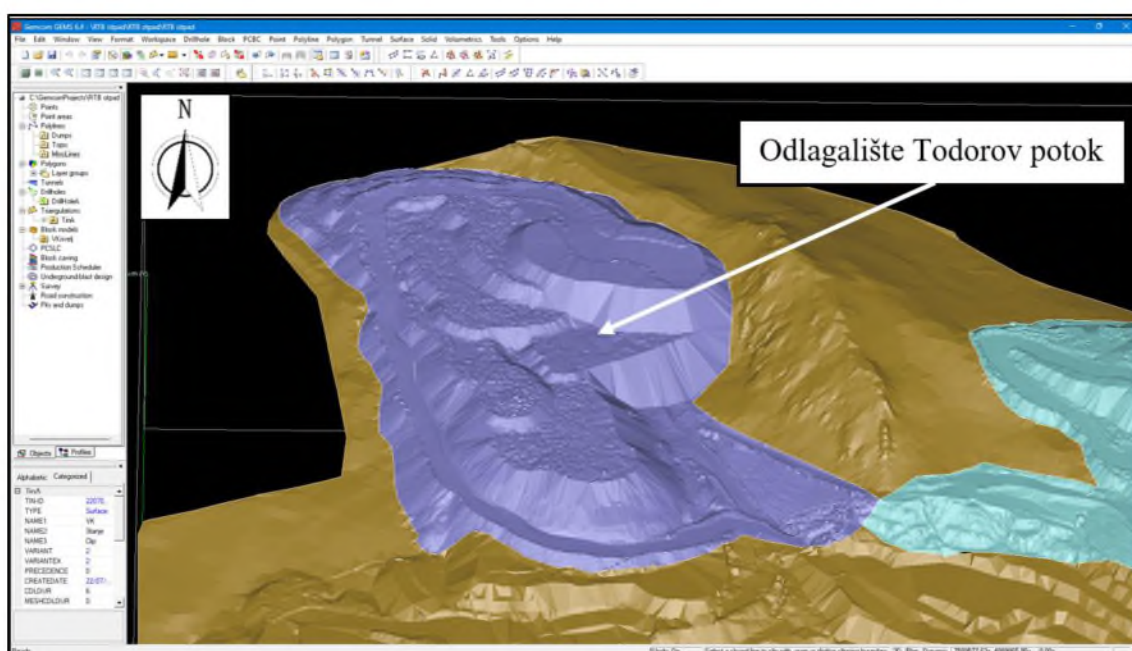
Na osnovu situacione karte površinskog kopa Veliki Krivelj sa stanjem na dan 01.03.2022. dostavljene od investitora u AutoCAD formatu, slika 8.3, i situacione karte terena pre izvođenja radova (paleoreljefa) u AutoCAD formatu, slika 8.4 u programu *Gems* generisan je 3D model odlagališta Todorov potok i paleoreljefa, slike 8.5. i 8.6.



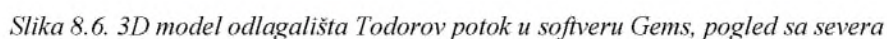
Slika 8.3. Situaciona karta odlagališta Todorov potok sa stanjem na dan 01.03.2022.



Slika 8.4. Situaciona karta paleoreljefa lokacije odlagališta Todorov potok



Slika 8.5. 3D model odlagališta Todorov potok u softveru Gems, pogled sa juga

[illegible]

Slika 8.7. Obračun količina u softveru Minex za odlagalište Todorov potok

Rezultati obračuna količina prikazani su u tabeli 8.3.

Tabela 8.3. Obračun količina odlagalište Todorov potok

Lokacija	Zapremina, m ³	Površina odlagališta, m ²	Površina terena, m ²	Srednja moćnost, m
Todorov potok	22.045.064	375.335	424.480	57.3

8.2.5. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Okvirna direktiva „*DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on waste, 19 November 2008*” o otpadu postavlja osnovne koncepte i definicije vezane za upravljanje otpadom, uključujući definicije otpada, reciklaže i alternativnog korišćenja čime se definiše Hijerarhija upravljanja otpadom.

Ovaj holistički pristup upravljanju otpadom je podsticaj Okvirne direktive o otpadu (WFD), direktive Evropske unije koja nastoji da uspostavi dugoročni put ka održivom upravljanju otpadom. Član 4 WFD čini hijerarhiju otpada pravno obavezujućom, zahtevajući od preduzeća i vlada država članica da odlažu otpad uzimajući u obzir najbolje prakse upravljanja otpadom.

Po Zakonu o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018 - dr. zakon), Čl. 6, stav 1, tačka 3 definisano je načelo hijerarhije upravljanja otpadom.

Hijerarhija upravljanja otpadom je konceptualni okvir dizajniran da vodi i rangira odluke o upravljanju otpadom kako na individualnom tako i na institucionalnom nivou. Prioritet se daje prevenciji otpada, nakon čega sledi ponovna upotreba, reciklaža, energetska korišćenje i konačno odlaganje. Ilustrativno, princip hijerarhije upravljanja otpadom prikazan je na slici 8.8. Prikazana Hijerarhija zamenjuje tradicionalni pristup upravljanju otpadom „3R“ (smanjenje, ponovna upotreba i recikliranje), proširujući ga u proces od pet koraka gde su najpoželjnije akcije na vrhu, a najmanje poželjne na dnu obrnute piramide.



Slika 8.8. Hijerarhija upravljanja otpadom po WFD

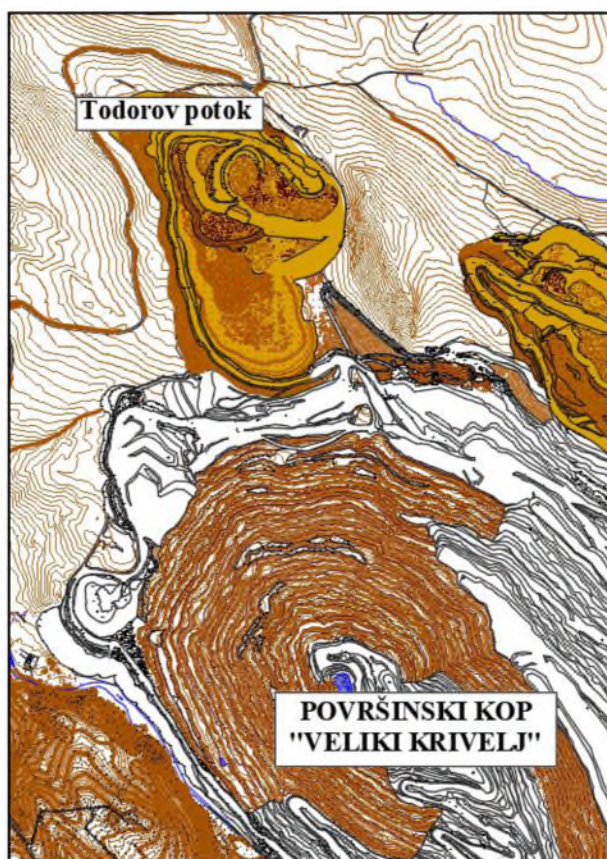
Plan upravljanja jalovinom sa površinskog kopa Veliki Krivelj prikazan je u tabeli 8.4.

Tabela 8.4. Plan upravljanja jalovinom s kopa prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Образложење	Lica zadužena za realizaciju	Period izveštavanja
Prevenција za smanjenje proizvodnje otpada	Selektivna eksploatacija i optimizacija proizvodnje je svakodnevna obaveza površinskog kopa Veliki Krivelj	Ne može se izbeći generisanje ove jalovine jer je jalovinu neophodno uklanjati radi eksploatacije rude. Stalno treba vršiti optimizaciju eksploatacije kako bi količina ovoga otpada bila što manja	• Upravnik • Tehnički rukovodilac	• Svakodnevno usmeno izveštavanje • Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata • Godišnji izveštaj
Ponovna upotreba	Nije primenljivo	/	/	/
Reciklaža	Nije primenljivo	/	/	/
Energetsko korišćenje	Nije primenljivo	/	/	/
Odlaganje / Deponovanje	Deponuje se na odlagalištu jalovine Todorov potok	Deponuje se celokupna količina jalovine nastale pri eksploataciji rude na površinskom kopu	• Tehnički rukovodilac	• Svakodnevno usmeno izveštavanje • Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata • Godišnji izveštaj

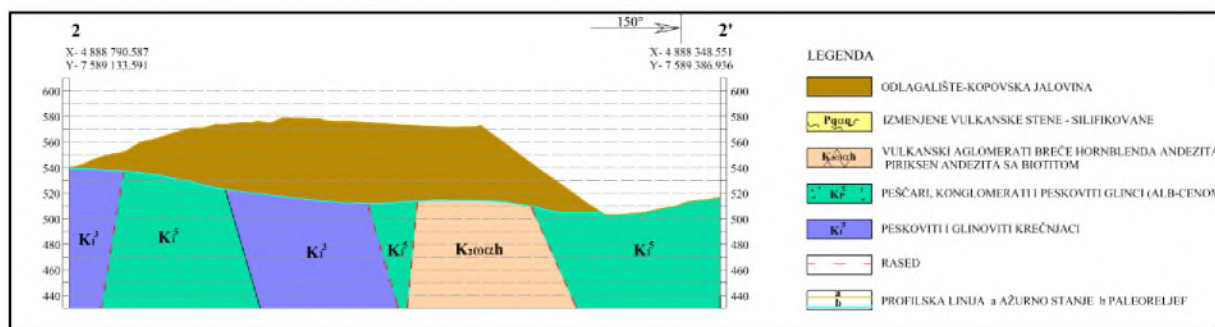
8.2.6. Deponovanje jalovine na odlagalištu Todorov potok

Odlagalište jalovine Todorov potok, nalazi se na severnoj strani u odnosu na površinski kop, što je prikazano na slici 8.9. i na prilogu GP1.



Slika 8.9. Položaj odlagališta jalovine Todorov potok

Odlagalište jalovine Todorov potok formirano je na paleoreljefu, čije su geološke karakteristike prikazane na slici 8.10. i na prilogu broj GP4.



Slika 8.10. Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Todorov potok

8.2.7. Klasifikacija odlagališta jalovine na odlagalištu Todorov potok

Na osnovu izvršene analize odlagališta i izvršenim hemijskim ispitivanjima izuzetih uzoraka sa odlagališta, a u skladu sa „DIRECTIVE 2006/21/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries



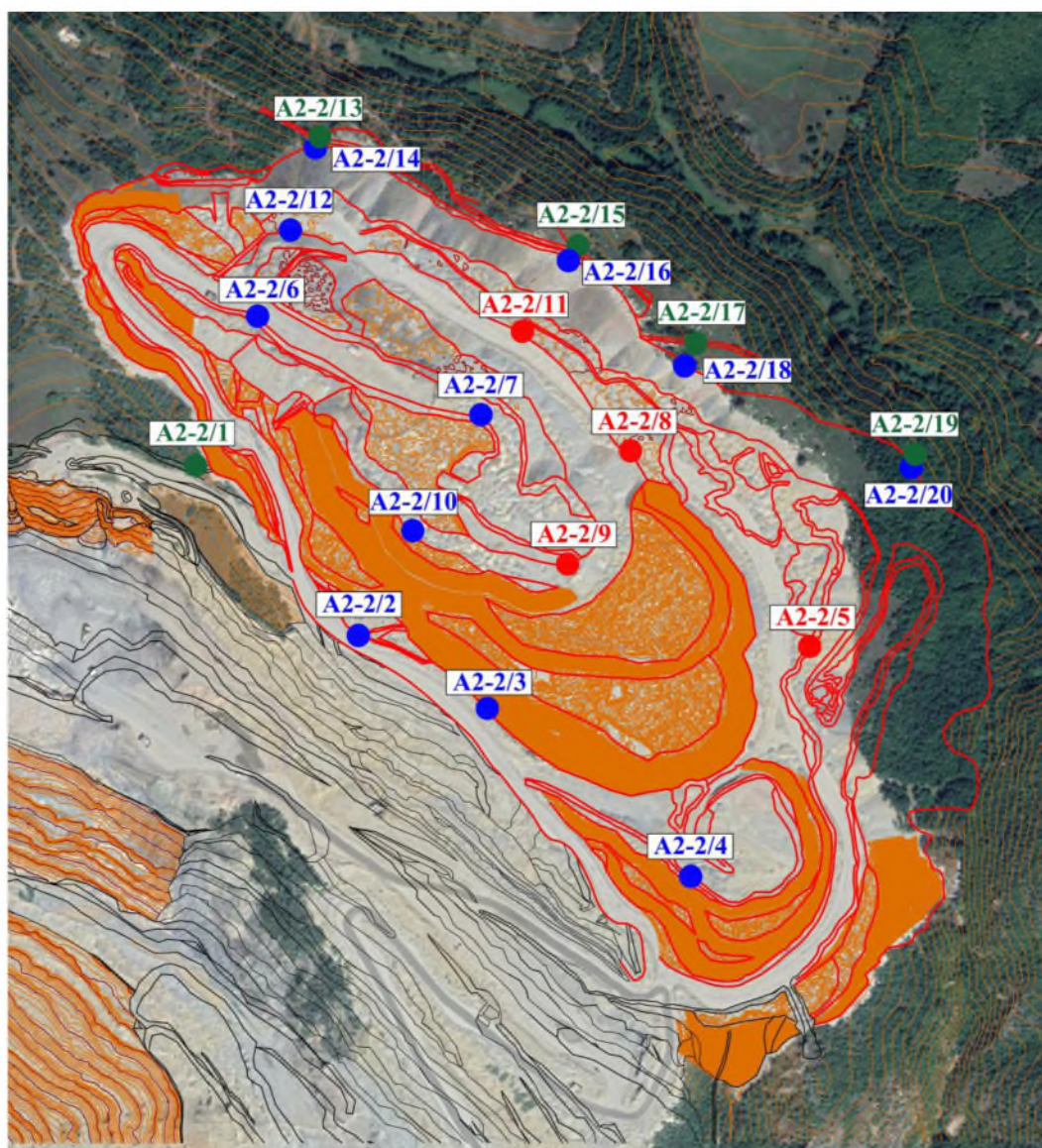
and amending Directive 2004/35/EC”, odlagalište jalovine je svrstano u kategoriju „**odlagalište A kategorije**“.

8.3. ODLAGALIŠTE JALOVINE ISTOČNO ODLAGALIŠTE

Poglavlje vezano za upravljanje odlagalištem jalovine Istočno odlagalište napisano je na osnovu sledećih podloga:

- 1) Dopunski rudarski projekat 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 Bor, 2011.
- 2) Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta otkopavanja i prerade rude u ležištu «Veliki Krivelj» - RTB Bor – Grupa d.o.o. za kapacitet $8,5 \times 10^6$ t vlažne rude godišnje, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, decembar 2009.

Mesta uzorkovanja rudarskog otpada – odlagalište jalovine Istočno odlagalište - prikazana su na narednoj slici 8.11. i na grafičkom prilogu GP6.2.



PK Veliki Krivelj	Koordinate			Legenda
Istočno odlagalište A2-2	X	Y	Z	
A2-2/1	7.589.758	4.888.240	538	● Lokacija uzorkovanja na odlagališnom platou ● Lokacija uzorkovanja na kosini odlagališta ● Lokacija uzorkovanja podloge odlagališta
A2-2/2	7.589.940	4.888.049	531	
A2-2/3	7.590.085	4.887.968	520	
A2-2/4	7.590.314	4.887.779	530	
A2-2/5	7.589.447	4.888.037	539	
A2-2/6	7.589.827	4.888.408	585	
A2-2/7	7.590.078	4.888.297	599	
A2-2/8	7.590.246	4.888.257	550	
A2-2/9	7.590.175	4.888.130	602	
A2-2/10	7.590.002	4.888.167	585	
A2-2/11	7.590.125	4.888.391	564	
A2-2/12	7.589.864	4.888.504	578	
A2-2/13	7.589.897	4.888.609	536	
A2-2/14	7.589.892	4.888.597	539	
A2-2/15	7.590.187	4.888.487	520	
A2-2/16	7.590.176	4.888.470	524	
A2-2/17	7.590.319	4.888.377	520	
A2-2/18	7.590.307	4.888.352	527	
A2-2/19	7.590.565	4.888.253	494	
A2-2/20	7.590.561	4.888.238	496	

Slika 8.11. Mesta uzorkovanja rudarskog otpada Istočno odlagalište

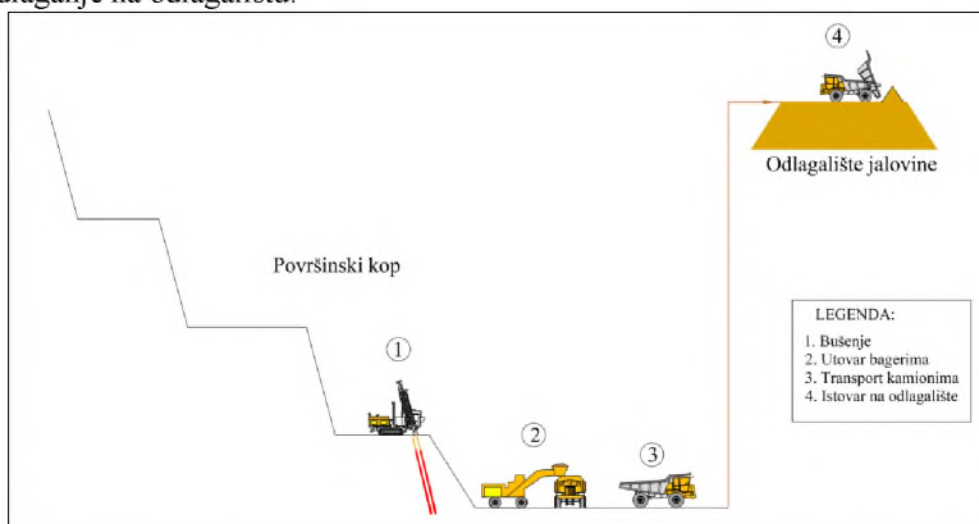
8.3.1. Nastanak jalovine odložene na odlagalištu Istočno odlagalište

Jalovina koja se odlaže na odlagalištu Istočno odlagalište nastaje kako u procesu otkopavanja rude, tako i u procesu raskrivanja rudnih rezervi.

Jalovinu predstavlja materijal čiji je granični sadržaj Cu ispod 0,15 %.

Jalovinske stene spadaju u kategoriju čvrstih stena, tako da se proces njihovog otkopavanja sastoji iz sledećih tehnoloških operacija, slika 8.12:

- Bušenje
- Miniranje
- Utovar
- Transport
- Odlaganje na odlagalištu.



Slika 8.12. Tehnološka šema procesa otkopavanja jalovine

Krupnoća odminiranog materijala prilagođava se konstruktivnim elementima utovarne opreme. S obzirom da se ovaj otpad utovara bagerima sa zapreminom kašike 15 m³ i 22 m³ to je dozvoljena krupnoća materijala do 1.840 mm. Da bi se lakše stabilizovala masa na deponiji unutar velikih blokova sipa se sitniji materijal, koji se uobičajeno dobija pri miniranju.

8.3.2. Karakteristike jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište

8.3.2.1. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište

Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala prikazane su u tabeli 8.5.

Tabela 8.5. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala

Vrsta jalovinskog materijala	c (MPa)	ϕ (°)	γ (kN/m ³)
Horblenda – biotitski andezit	0.388	44.44	25.46
Pelit	1.042	22.22	25.00
Krečnjak	2.260	34.34	26.00

8.3.2.2. Hemijske i mineraloške karakteristike jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište

Ispitivanje otpada sprovedeno je shodno Ovlašćenju za vršenje ispitivanja otpada, a prema Zakonu o zaštiti životne sredine ("Službeni glasnik RS", br. 135/2004-29, 36/2009-144, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018 i 95/2018), Zakonu o potvrđivanju bazelske konvencije o kontroli prekograničnog kretanja opasnih otpada i njihovom odlaganju („Sl. list SRJ - Međunarodni ugovori”, br. 2/99) i Zakonu o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018) i Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.).

Kompletna karakterizacija nalazi se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2271/22.**

8.3.2.3. Sadržaj supstanci u jalovini na odlagalištu Istočno odlagalište koje su potencijalno štetne

Na osnovu izvršenih hemijskih ispitivanja rudarskog otpada prema metodama EPA 7473; EPA6020A; EPA3051A sadržaji supstanci u rudarskom otpadu koje su potencijalno štetne su ispod limitiranih vrednosti prema Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. gl. RS 56/2010, 93/2019, 39/2021), član 4.

Kompletni rezultati ispitivanja sadržaja potencijalno štetnih supstanci nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2271/22, tabela 1.**

8.3.2.4. Testovi izluživanja jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište

Na osnovu rezultata ispitivanja lužljivosti, prema standardnoj metodi SRPS EN 12457-2 i rezultata ispitivanja toksičnosti, prema standardnoj metodi EPA1311, saglasno Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.), ispitivani rudarski otpad ne pokazuje karakteristike opasnog otpada.

Kompletni rezultati testova izluživanja nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2271/22, tabele 2 i 3.**

8.3.2.5. Neutralizacioni i kiselinski potencijal jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište

Na osnovu rezultata statičkog ispitivanja, prema standardnoj metodi SRPS EN 15875, i NAG testa, saglasno Uredbom o uslovima i postupku za izdavanje dozvole za upravljanje otpadom i kriterijumi, karakterizacija, klasifikacija i prijavljivanje rudarskog otpada (Sl. glasnik RS br. 53/2017), ispitivani rudarski otpad može se klasifikovati u smislu ARD potencijala kao rudarski otpad koji generiše kisele drenažne vode.

Kompletni rezultati ispitivanja neutralizacionog i kiselinskog potencijala nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2271/22, tabela 5.**

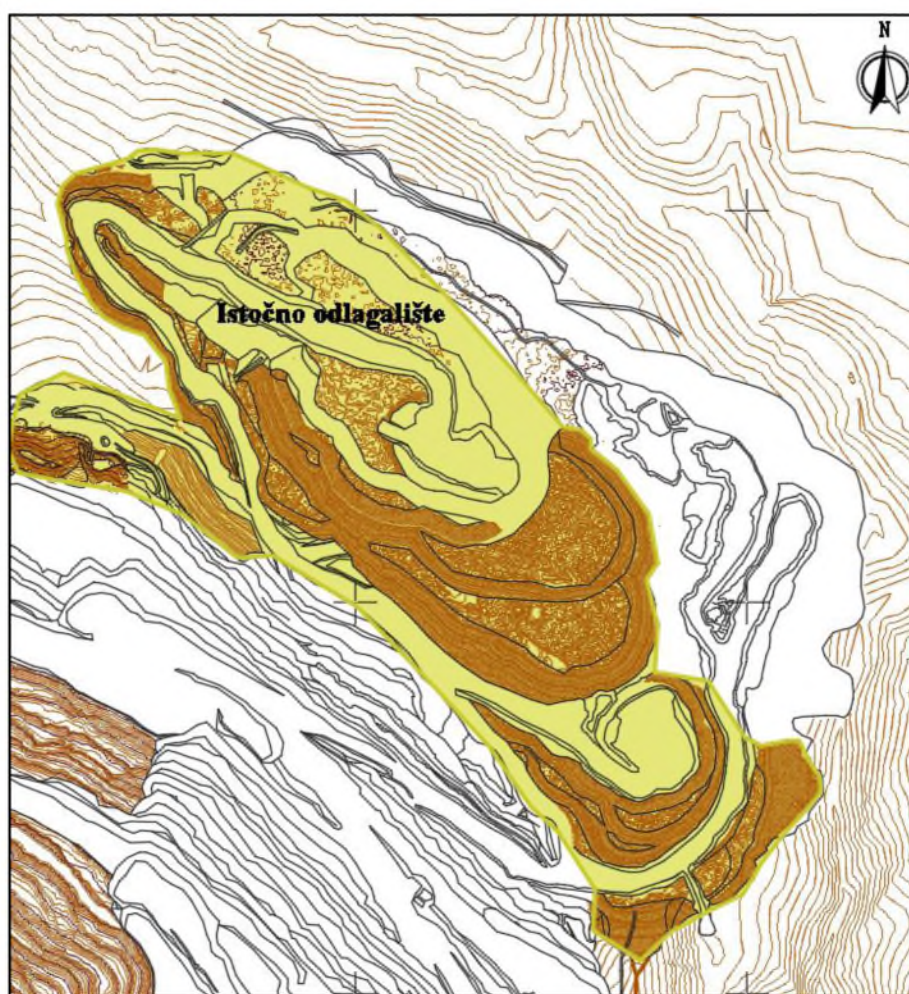
8.3.3. Klasifikacija jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište (indeksni broj i liste otpada)

- Kategorija otpada prema listi kategorija otpada (Q lista): **Q11**
- Indeksni broj prema katalogu otpada: **01 03 04***

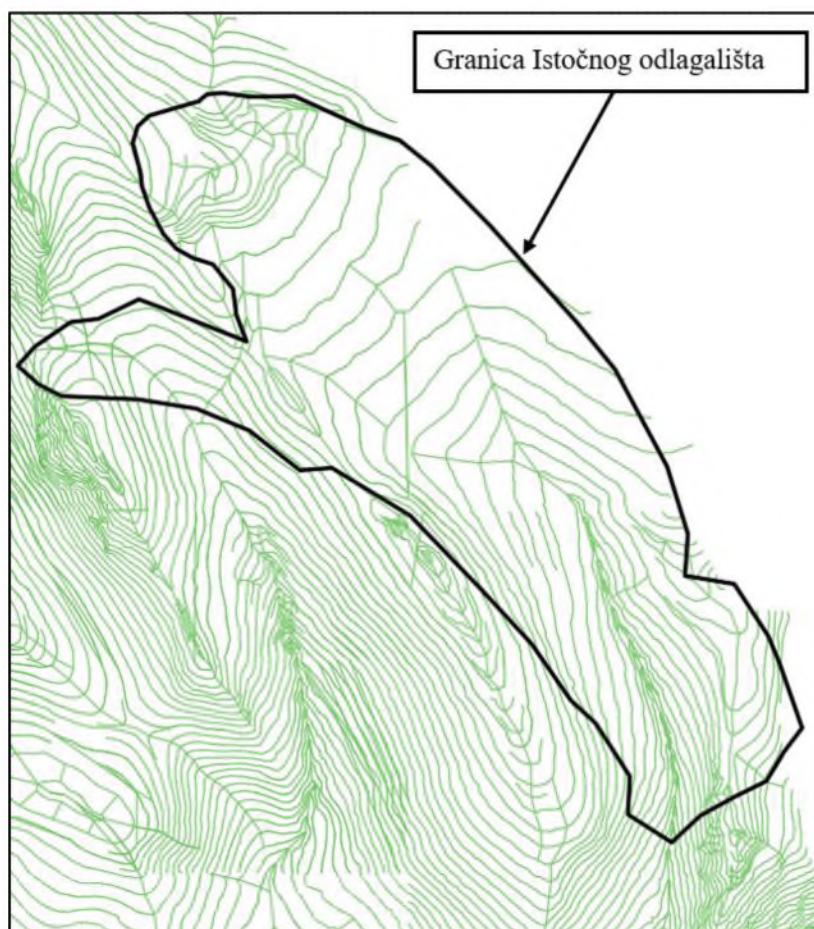
Kompletna klasifikacija otpada nalazi se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2271/22, tabela B – Klasifikacija otpada.**

8.3.4. Količine jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište

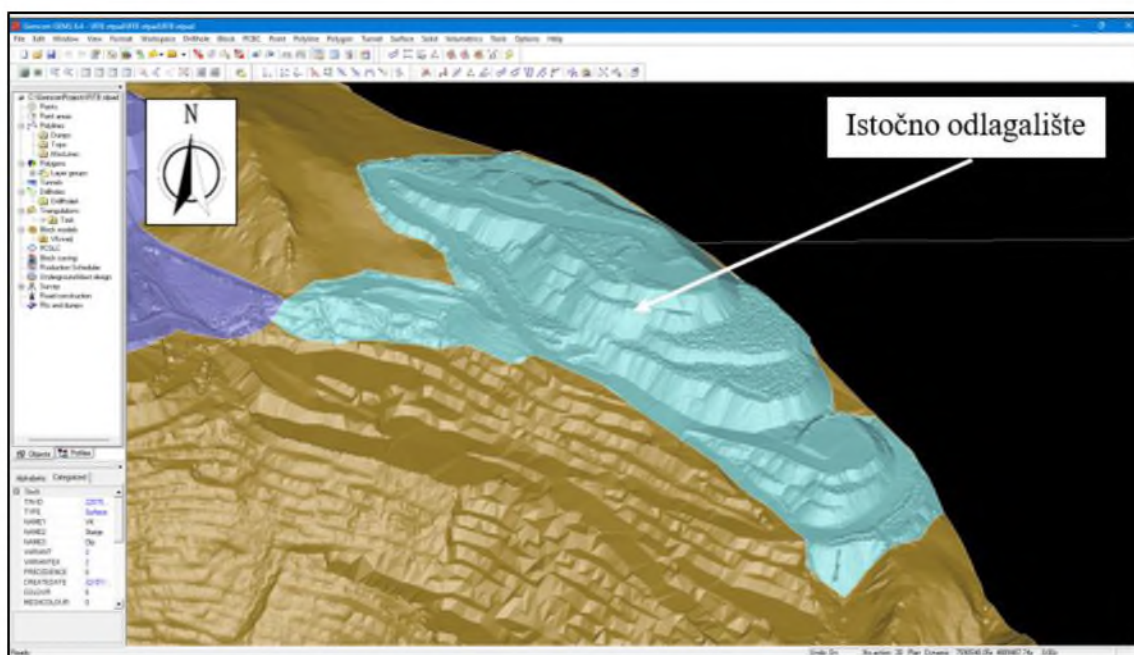
Na osnovu situacione karte površinskog kopa Veliki Krivelj sa stanjem na dan 01.03.2022. dostavljene od investitora u AutoCAD formatu, slika 8.13., i situacione karte terena pre izvođenja radova (paleoreljefa) u AutoCAD formatu, slika 8.14. u programu *Gems* generisan je 3D model Istočnog odlagališta i paleoreljefa, slike 8.15. i 8.16.



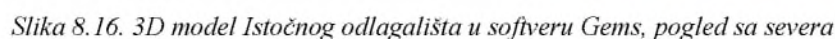
Slika 8.13. Situaciona karta Istočnog odlagališta sa stanjem na dan 01.03.2022.



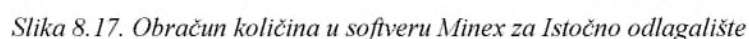
Slika 8.14. Situaciona karta paleoreljefa lokacije Istočnog odlagališta



Slika 8.15. 3D model Istočnog odlagališta u softveru Gems, pogled sa juga



Ovakav 3D model, eksportovan je u program *Minex*, u kome su napravljene površina terena i površina odlagališta. Alatom *Volumetrics* izvršen je obračun količina između površina, u zadatim granicama, slika 8.17.



Rezultati obračuna količina prikazani su u tabeli 8.6.

Tabela 8.6. Obračun količina Istočnog odlagališta

Lokacija	Zapremina, m ³	Površina odlagališta, m ²	Površina terena, m ²	Srednja moćnost, m
Istočno odlagalište	14.169.472	371.974	418.004	34.3

8.3.5. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Okvirna direktiva „*DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on waste, 19 November 2008*” o otpadu postavlja osnovne koncepte i definicije vezane za upravljanje otpadom, uključujući definicije otpada, reciklaže i alternativnog korišćenja čime se definiše Hijerarhija upravljanja otpadom.

Ovaj holistički pristup upravljanju otpadom je podsticaj Okvirne direktive o otpadu (WFD), direktive Evropske unije koja nastoji da uspostavi dugoročni put ka održivom upravljanju otpadom. Član 4 WFD čini hijerarhiju otpada pravno obavezujućom, zahtevajući od preduzeća i vlada država članica da odlažu otpad uzimajući u obzir najbolje prakse upravljanja otpadom.

Po Zakonu o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018 - dr. zakon), Čl. 6, stav 1, tačka 3 definisano je načelo hijerarhije upravljanja otpadom.

Hijerarhija upravljanja otpadom je konceptualni okvir dizajniran da vodi i rangira odluke o upravljanju otpadom kako na individualnom tako i na institucionalnom nivou. Prioritet se daje prevenciji otpada, nakon čega sledi ponovna upotreba, reciklaža, energetska korišćenje i konačno odlaganje. Ilustrativno, princip hijerarhije upravljanja otpadom prikazan je na slici 8.18. Prikazana Hijerarhija zamenjuje tradicionalni pristup upravljanju otpadom „3R“ (smanjenje, ponovna upotreba i recikliranje), proširujući ga u proces od pet koraka gde su najpoželjnije akcije na vrhu, a najmanje poželjne na dnu obrnute piramide.



Slika 8.18. Hijerarhija upravljanja otpadom po WFD

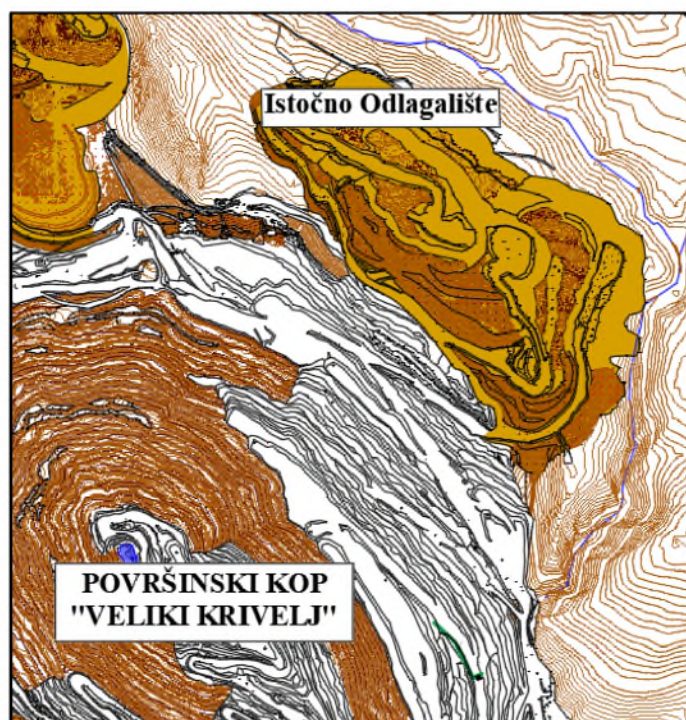
Plan upravljanja jalovinom sa površinskog kopa Veliki Krivelj prikazan je u tabeli 8.7.

Tabela 8.7. Plan upravljanja jalovinom s kopa prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Образложење	Lica zadužena za realizaciju	Period izveštavanja
Prevenција za smanjenje proizvodnje otpada	Selektivna eksploatacija i optimizacija proizvodnje je svakodnevna obaveza površinskog kopa Veliki Krivelj	Ne može se izbeći generisanje ove jalovine jer je jalovinu neophodno uklanjati radi eksploatacije rude. Stalno treba vršiti optimizaciju eksploatacije kako bi količina ovoga otpada bila što manja	• Upravnik • Tehnički rukovodilac	• Svakodnevno usmeno izveštavanje • Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata • Godišnji izveštaj
Ponovna upotreba	Nije primenljivo	/	/	/
Reciklaža	Nije primenljivo	/	/	/
Energetsko korišćenje	Nije primenljivo	/	/	/
Odlaganje / Deponovanje	Deponuje se na odlagalištu jalovine Istočno odlagalište	Deponuje se celokupna količina jalovine nastale pri eksploataciji rude na površinskom kopu	• Tehnički rukovodilac	• Svakodnevno usmeno izveštavanje • Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata • Godišnji izveštaj

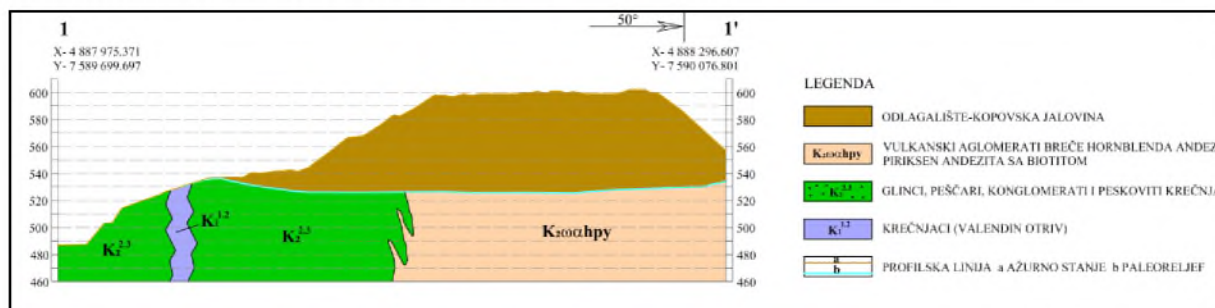
8.3.6. Deponovanje jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište

Odlagalište jalovine Istočno odlagalište, nalazi se na severoistočnoj strani u odnosu na površinski kop, što je prikazano na slici 8.19. i na prilogu GP1.



Slika 8.19. Položaj odlagališta jalovine Istočno odlagalište

Odlagalište jalovine Istočno odlagalište formirano je na paleoreljefu, čije su geološke karakteristike prikazane na slici 8.20. i na prilogu GP4.



Slika 8.20. Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Istočno odlagalište

8.3.7. Klasifikacija odlagališta jalovine na odlagalištu Istočno odlagalište

Na osnovu izvršene analize odlagališta i izvršenim hemijskim ispitivanjima izuzetih uzoraka sa odlagališta, a u skladu sa „DIRECTIVE 2006/21/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC”, odlagalište jalovine je svrstano u kategoriju „odlagalište A kategorije“.



8.4. ODLAGALIŠTE JALOVINE SARAKA POTOK

Poglavlje vezano za upravljanje odlagalištem jalovine Saraka potok napisano je na osnovu sledećih podloga:

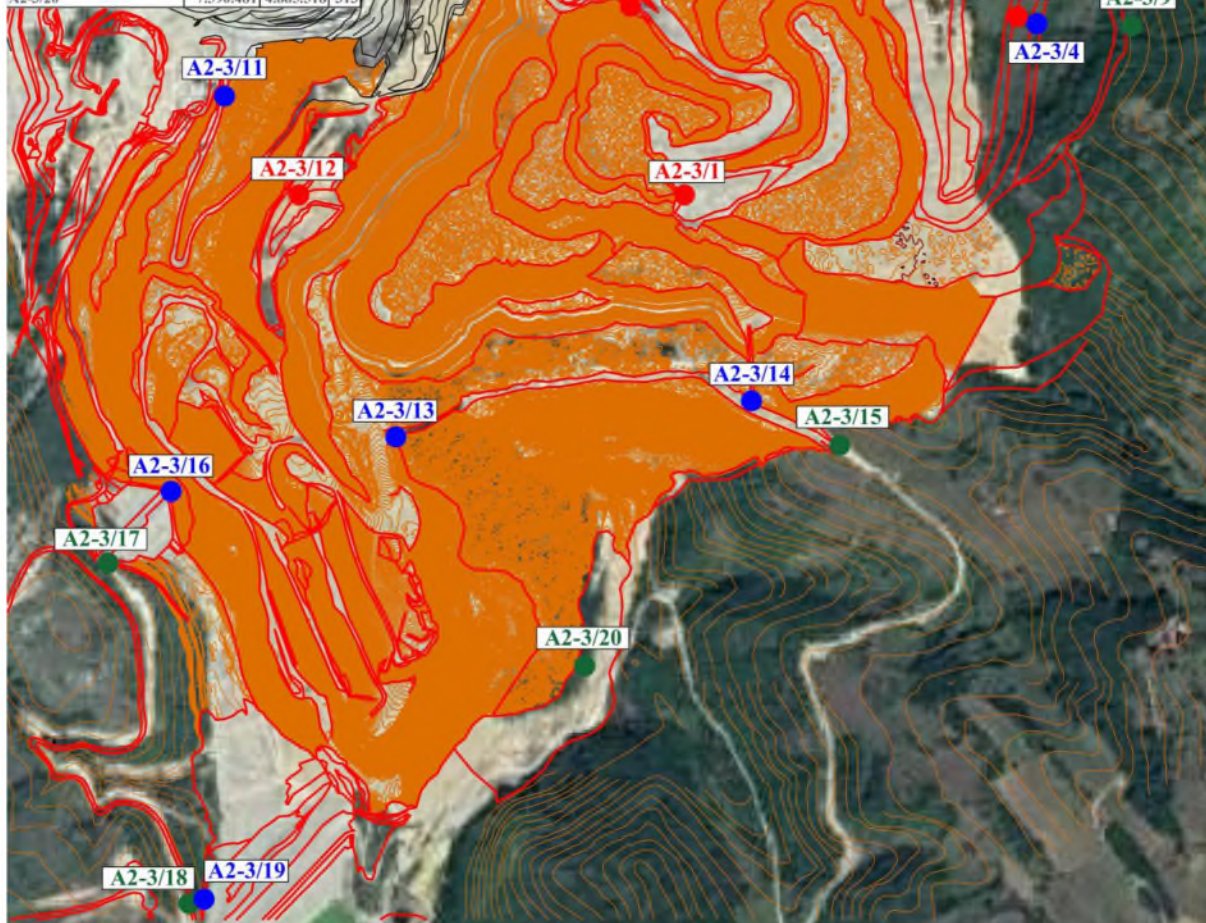
- 1) Dopunski rudarski projekat otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu "Veliki Krivelj" za kapacitet $10,6 \times 10^6$ tona vlažne rude godišnje, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2011.
- 2) Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta otkopavanja i prerade rude u ležištu «Veliki Krivelj» - RTB Bor – Grupa d.o.o. za kapacitet $8,5 \times 10^6$ t vlažne rude godišnje, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, decembar 2009.

Mesta uzorkovanja rudarskog otpada – odlagalište jalovine Saraka potok - prikazana su na narednoj slici 8.21. i na grafičkom prilogu GP6.3.

Legenda

- Lokacija uzorkovanja na odlagališnom platou
- Lokacija uzorkovanja na kosini odlagališta
- Lokacija uzorkovanja podloge odlagališta

PK Veliki Krivelj	Koordinate		
Saraka potok A2-3	X	Y	Z
A2-3/1	7.590.507	4.886.115	490
A2-3/2	7.590.538	4.886.353	459
A2-3/3	7.591.029	4.886.340	503
A2-3/4	7.591.054	4.886.331	502
A2-3/5	7.591.066	4.886.645	477
A2-3/6	7.591.092	4.886.591	476
A2-3/7	7.590.781	4.886.505	452
A2-3/8	7.590.976	4.886.831	464
A2-3/9	7.591.174	4.886.328	500
A2-3/10	7.591.013	4.886.902	467
A2-3/11	7.590.025	4.886.238	330
A2-3/12	7.590.119	4.886.114	395
A2-3/13	7.590.241	4.885.808	414
A2-3/14	7.590.692	4.885.854	420
A2-3/15	7.590.804	4.885.798	412
A2-3/16	7.589.957	4.885.739	322
A2-3/17	7.589.876	4.885.648	320
A2-3/18	7.589.979	4.885.218	316
A2-3/19	7.589.999	4.885.223	317
A2-3/20	7.590.481	4.885.518	313



Slika 8.21. Mesta uzorkovanja rudarskog otpada Saraka potok

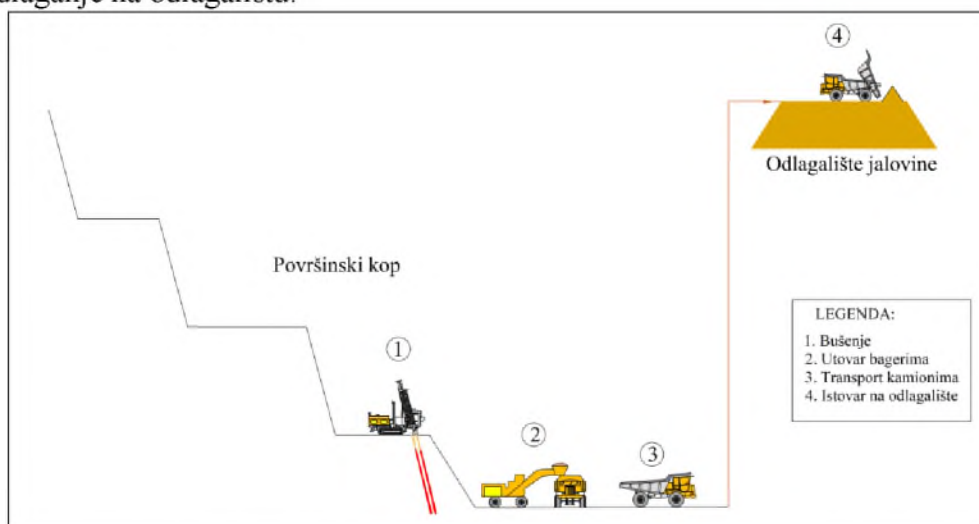
8.4.1. Nastanak jalovine odložene na odlagalištu Saraka potok

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 %.

Jalovinske stene spadaju u kategoriju čvrstih stena, tako da se proces njihovog otkopavanja sastoji iz sledećih tehnoloških operacija, slika 8.22:

- Bušenje
- Miniranje
- Utovar
- Transport
- Odlaganje na odlagalištu.



Slika 8.22. Tehnološka šema procesa otkopavanja jalovine

Krupnoća odminiranog materijala prilagođava se konstruktivnim elementima utovarne opreme. S obzirom da se ovaj otpad utovara bagerima sa zapreminom kašike 15 m³ i 22 m³ to je dozvoljena krupnoća materijala do 1.840 mm. Da bi se lakše stabilizovala masa na deponiji unutar velikih blokova sipa se sitniji materijal, koji se uobičajeno dobija pri miniranju.

8.4.2. Karakteristike jalovine na odlagalištu Saraka potok

8.4.2.1. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovine na odlagalištu Saraka potok

Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala prikazane su u tabeli 8.8.

Tabela 8.8. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala

Vrsta jalovinskog materijala	c (MPa)	ϕ (°)	γ (kN/m ³)
Horblenda – biotitski andezit	0.388	44.44	25.46
Pelit	1.042	22.22	25.00
Krečnjak	2.260	34.34	26.00

8.4.2.2. Hemijske i mineraloške karakteristike jalovine na odlagalištu Saraka potok

Ispitivanje otpada sprovedeno je shodno Ovlašćenju za vršenje ispitivanja otpada, a prema Zakonu o zaštiti životne sredine ("Službeni glasnik RS", br. 135/2004-29, 36/2009-144, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018 i 95/2018), Zakonu o potvrđivanju bazelske konvencije o kontroli prekograničnog kretanja opasnih otpada i njihovom odlaganju („Sl. list SRJ - Međunarodni ugovori”, br. 2/99) i Zakonu o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018) i Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.).

Kompletna karakterizacija nalazi se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2272/22.**

8.4.2.3. Sadržaj supstanci u jalovini na odlagalištu Saraka potok koje su potencijalno štetne

Na osnovu izvršenih hemijskih ispitivanja rudarskog otpada prema metodama EPA 7473; EPA6020A; EPA3051A sadržaji supstanci u rudarskom otpadu koje su potencijalno štetne su ispod limitiranih vrednosti prema Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. gl. RS 56/2010, 93/2019, 39/2021), član 4.

Kompletni rezultati ispitivanja sadržaja potencijalno štetnih supstanci nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2272/22, tabela 1.**

8.4.2.4. Testovi izluživanja jalovine na odlagalištu Saraka potok

Na osnovu rezultata ispitivanja lužljivosti, prema standardnoj metodi SRPS EN 12457-2 i rezultata ispitivanja toksičnosti, prema standardnoj metodi EPA1311, saglasno Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.), ispitivani rudarski otpad pokazuje karakteristike opasnog otpada.

Kompletni rezultati testova izluživanja nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2272/22, tabele 2 i 3.**

8.4.2.5. Neutralizacioni i kiselinski potencijal jalovine na odlagalištu Saraka potok

Na osnovu rezultata statičkog ispitivanja, prema standardnoj metodi SRPS EN 15875, i NAG testa, saglasno Uredbom o uslovima i postupku za izdavanje dozvole za upravljanje otpadom i kriterijumi, karakterizacija, klasifikacija i prijavljivanje rudarskog otpada (Sl. glasnik RS br. 53/2017), ispitivani rudarski otpad može se klasifikovati u smislu ARD potencijala kao rudarski otpad koji generiše kisele drenažne vode.

Kompletni rezultati ispitivanja neutralizacionog i kiselinskog potencijala nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2272/22, tabela 5.**

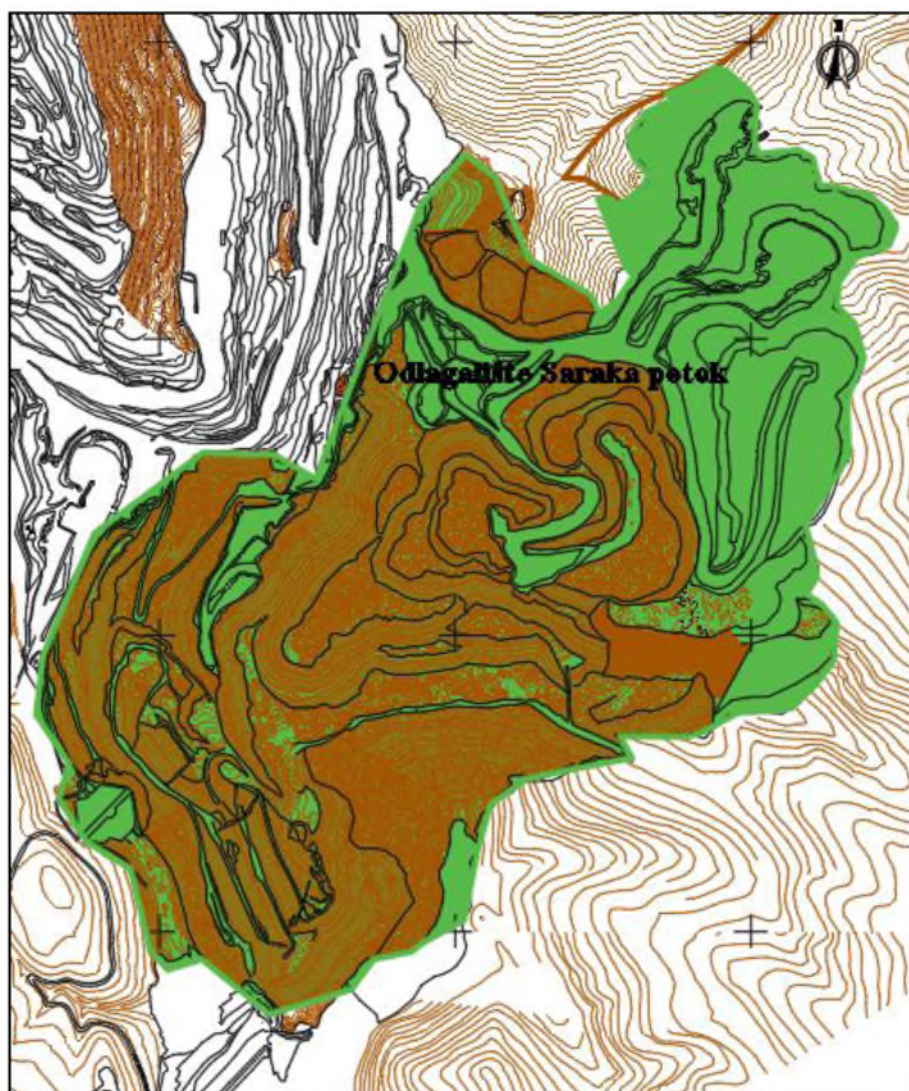
8.4.3. Klasifikacija jalovine na odlagalištu Saraka potok (indeksni broj i liste otpada)

- Kategorija otpada prema listi kategorija otpada (Q lista): **Q11**
- Indeksni broj prema katalogu otpada: **01 03 04***

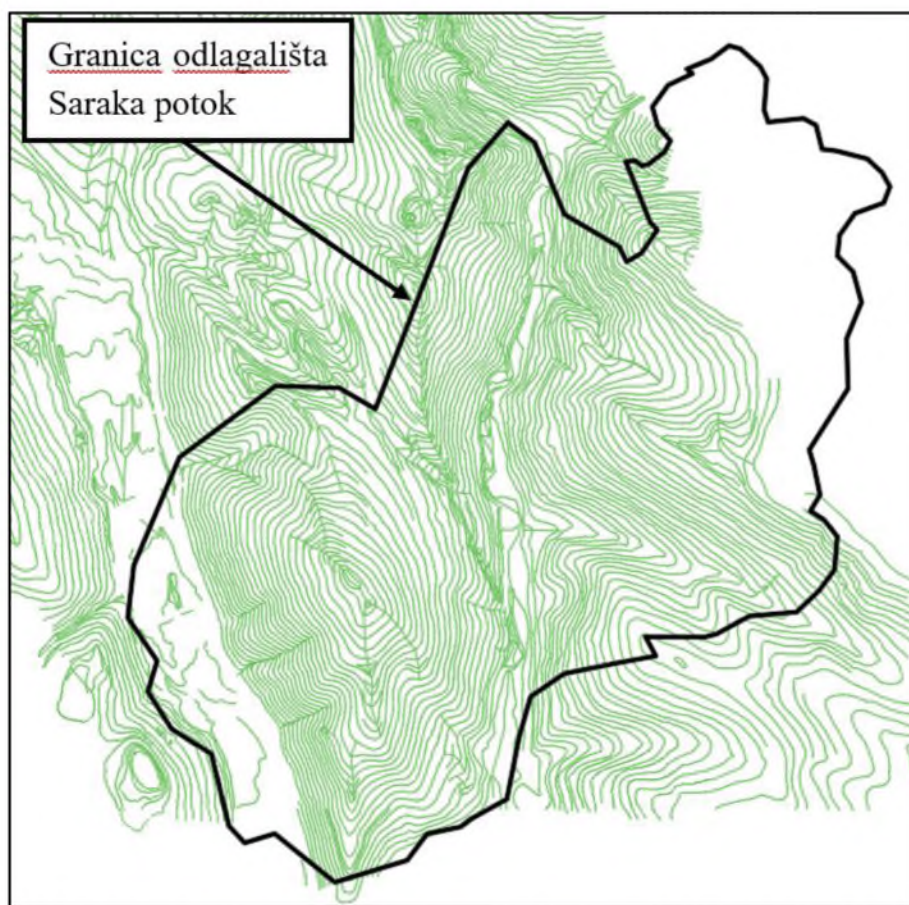
Kompletna klasifikacija otpada nalazi se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2272/22, tabela B – Klasifikacija otpada.**

8.4.4. Količine jalovine na odlagalištu Saraka potok

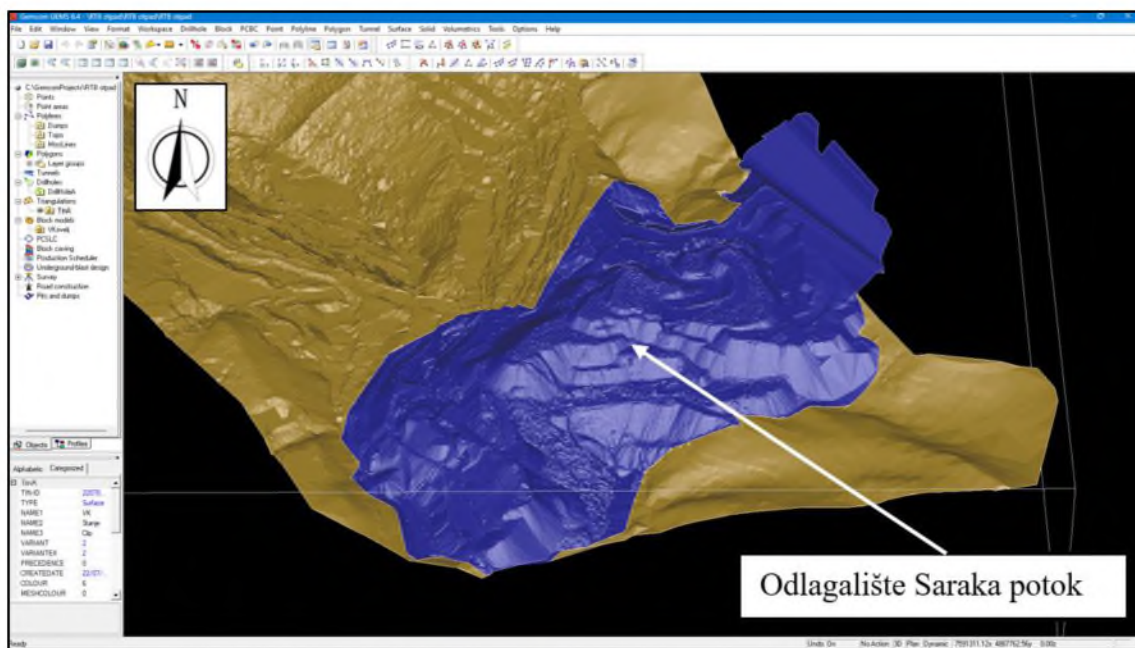
Na osnovu situacione karte površinskog kopa Veliki Krivelj sa stanjem na dan 01.03.2022. dostavljene od investitora u AutoCAD formatu, slika 8.23, i situacione karte terena pre izvođenja radova (paleoreljefa) u AutoCAD formatu, slika 8.24. u programu *Gems* generisan je 3D model odlagališta Saraka potok i paleoreljefa, slike 8.25. i 8.26.



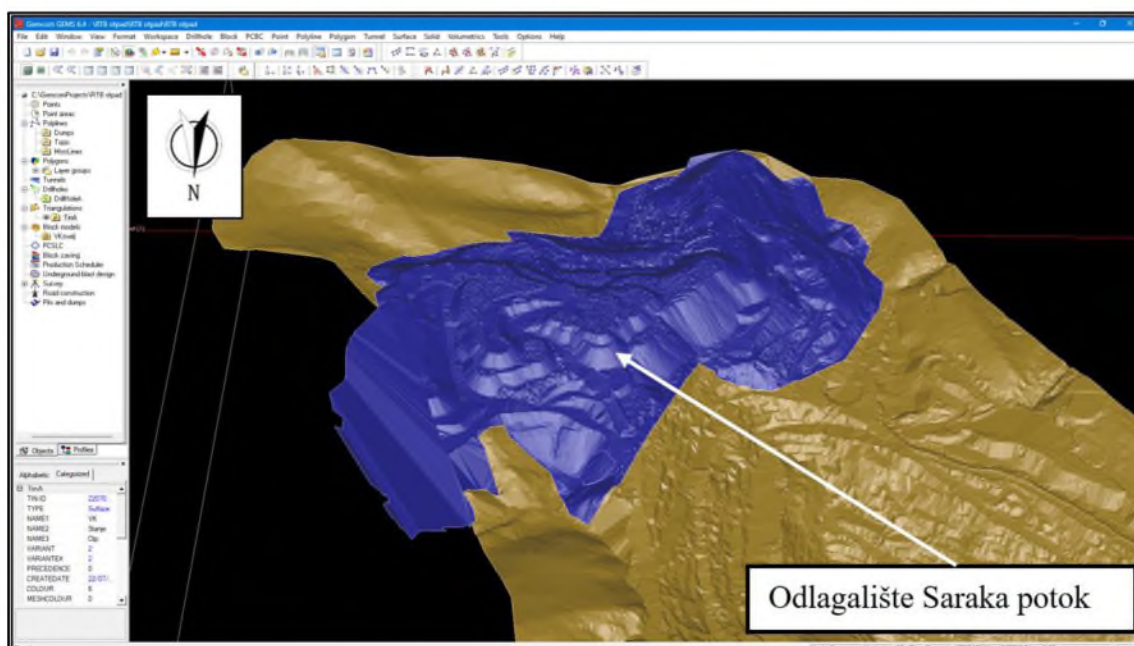
Slika 8.23. Situaciona karta odlagališta Saraka potok sa stanjem na dan 01.03.2022.



Slika 8.24. Situaciona karta paleoreljefa lokacije odlagališta Saraka potok

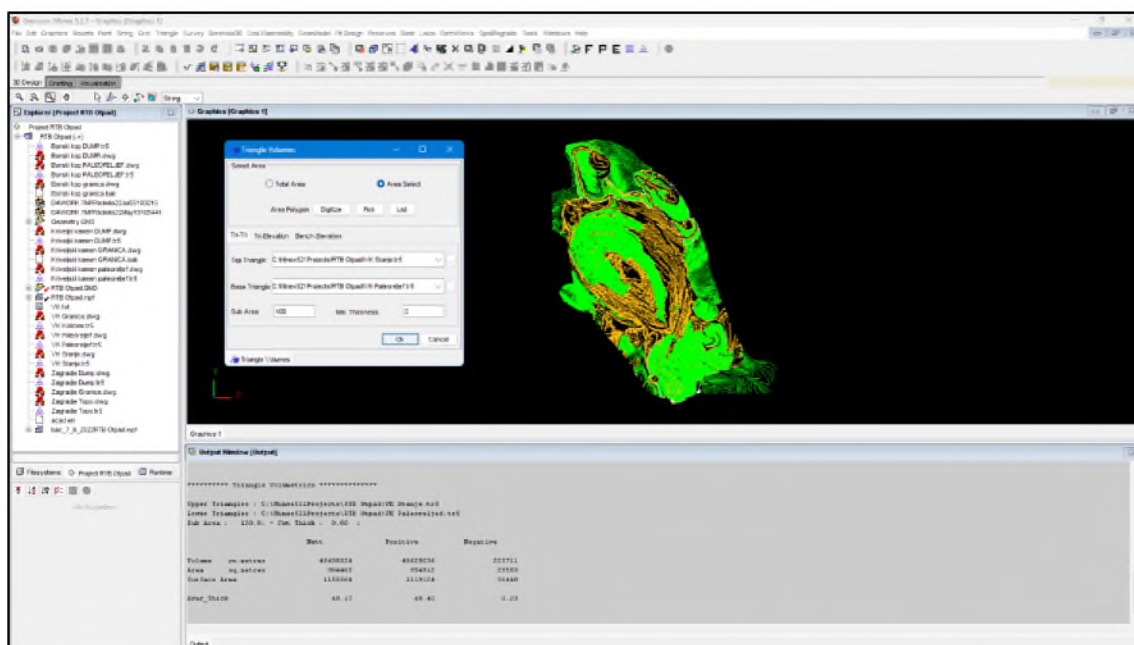


Slika 8.25. 3D model odlagališta Saraka potok u softveru Gems, pogled sa juga



Slika 8.26. 3D model odlagališta Saraka potok u softveru Gems, pogled sa severa

Ovakav 3D model, eksportovan je u program *Minex*, u kome su napravljene površina terena i površina odlagališta. Alatom *Volumetrics* izvršen je obračun količina između površina, u zadatim granicama, slika 8.27.



Slika 8.27. Obračun količina u softveru Minex za odlagališta Saraka potok

Rezultati obračuna količina prikazani su u tabeli 8.9.

Tabela 8.9. Obračun količina odlagalište Saraka potok

Lokacija	Zapremina, m ³	Površina odlagališta, m ²	Površina terena, m ²	Srednja moćnost, m
Saraka potok	48.629.236	954.912	1.119.124	49,4

8.4.5. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Okvirna direktiva „*DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on waste, 19 November 2008*” o otpadu postavlja osnovne koncepte i definicije vezane za upravljanje otpadom, uključujući definicije otpada, reciklaže i alternativnog korišćenja čime se definiše Hijerarhija upravljanja otpadom.

Ovaj holistički pristup upravljanju otpadom je podsticaj Okvirne direktive o otpadu (WFD), direktive Evropske unije koja nastoji da uspostavi dugoročni put ka održivom upravljanju otpadom. Član 4 WFD čini hijerarhiju otpada pravno obavezujućom, zahtevajući od preduzeća i vlada država članica da odlažu otpad uzimajući u obzir najbolje prakse upravljanja otpadom.

Po Zakonu o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018 - dr. zakon), Čl. 6, stav 1, tačka 3 definisano je načelo hijerarhije upravljanja otpadom.

Hijerarhija upravljanja otpadom je konceptualni okvir dizajniran da vodi i rangira odluke o upravljanju otpadom kako na individualnom tako i na institucionalnom nivou. Prioritet se daje prevenciji otpada, nakon čega sledi ponovna upotreba, reciklaža, energetska korišćenje i konačno odlaganje. Ilustrativno, princip hijerarhije upravljanja otpadom prikazan je na slici 8.28. Prikazana Hijerarhija zamenjuje tradicionalni pristup upravljanju otpadom „3R“ (smanjenje, ponovna upotreba i recikliranje), proširujući ga u proces od pet koraka gde su najpoželjnije akcije na vrhu, a najmanje poželjne na dnu obrnute piramide.



Slika 8.28. Hijerarhija upravljanja otpadom po WFD

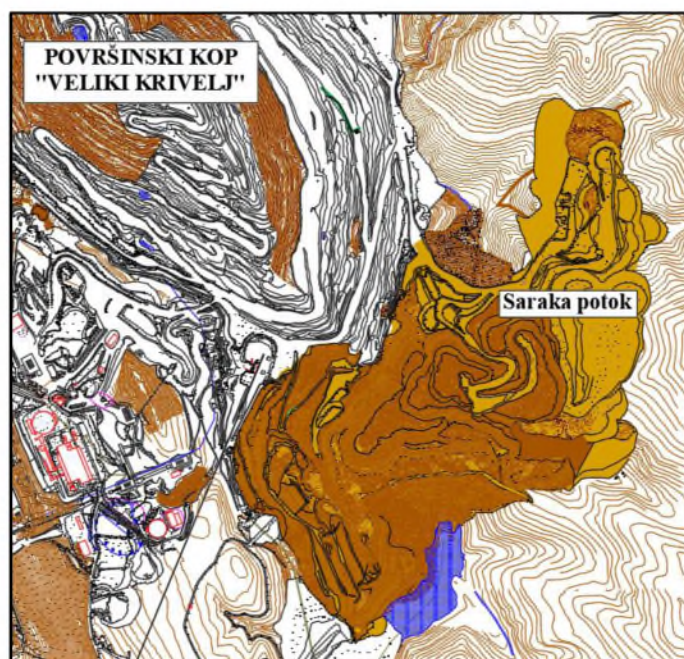
Plan upravljanja jalovinom sa površinskog kopa Veliki Krivelj prikazan je u tabeli 8.10.

Tabela 8.10. Plan upravljanja jalovinom s kopa prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Obrazloženje	Lica zadužena za realizaciju	Period izveštavanja
Prevenција za smanjenje proizvodnje otpada	Selektivna eksploatacija i optimizacija proizvodnje je svakodnevna obaveza površinskog kopa Veliki Krivelj	Ne može se izbeći generisanje ove jalovine jer je jalovinu neophodno uklanjati radi eksploatacije rude. Stalno treba vršiti optimizaciju eksploatacije kako bi količina ovoga otpada bila što manja	• Upravnik • Tehnički rukovodilac	• Svakodnevno usmeno izveštavanje • Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata • Godišnji izveštaj
Ponovna upotreba	Nije primenljivo	/	/	/
Reciklaža	Nije primenljivo	/	/	/
Energetsko korišćenje	Nije primenljivo	/	/	/
Odlaganje / Deponovanje	Deponuje se na odlagalištu jalovine Saraka potok	Deponuje se celokupna količina jalovine nastale pri eksploataciji rude na površinskom kopu	• Tehnički rukovodilac	• Svakodnevno usmeno izveštavanje • Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata • Godišnji izveštaj

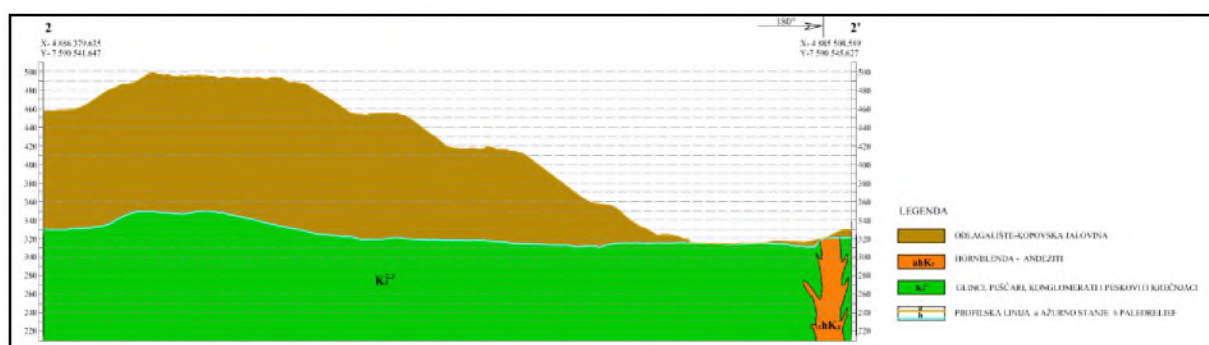
8.4.6. Deponovanje jalovine na odlagalištu Saraka potok

Odlagalište jalovine Saraka potok, nalazi se na jugoistočnoj strani u odnosu na površinski kop, što je prikazano na slici 8.29 i na prilogu GP1.



Slika 8.29. Položaj odlagališta jalovine Saraka potok

Odlagalište jalovine Saraka potok formirano je na paleoreljefu, čije su geološke karakteristike prikazane na slici 8.30. i na prilogu GP4.



Slika 8.30. Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Saraka potok

8.4.7. Klasifikacija odlagališta jalovine na odlagalištu Saraka potok

Na osnovu izvršene analize odlagališta i izvršenim hemijskim ispitivanjima izuzetih uzoraka sa odlagališta, a u skladu sa „DIRECTIVE 2006/21/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC”, odlagalište jalovine je svrstano u kategoriju „odlagalište A kategorije“.

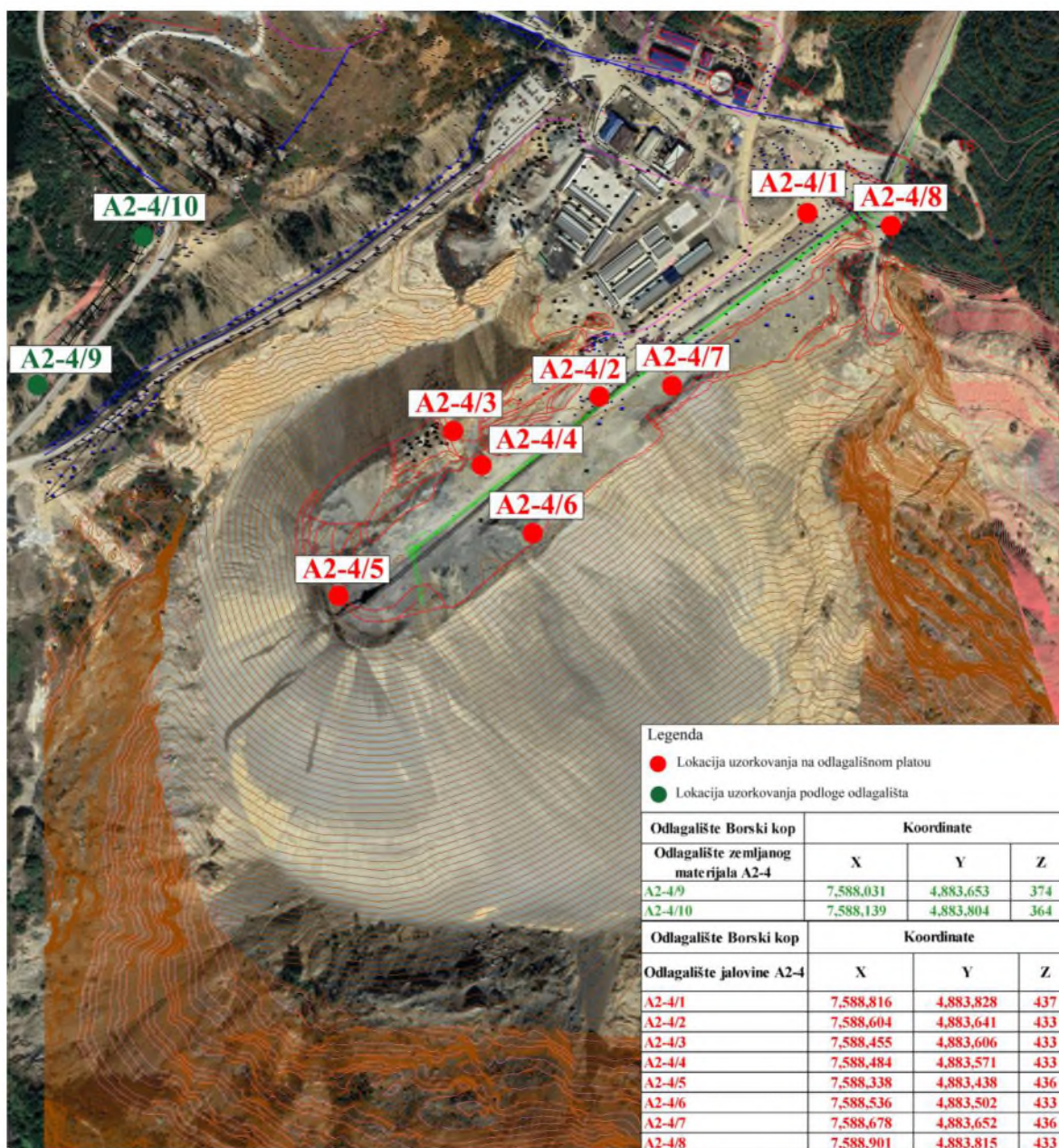


8.5. ODLAGALIŠTE JALOVINE STARI BORSKI KOP

Poglavlje vezano za upravljanje odlagalištem jalovine Stari borski kop napisano je na osnovu sledećih podloga:

- 1) Dopunski rudarski projekat 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 Bor, 2011.
- 2) Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta otkopavanja i prerade rude u ležištu «Veliki Krivelj» - RTB Bor – Grupa d.o.o. za kapacitet $8,5 \times 10^6$ t vlažne rude godišnje, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, decembar 2009.

Mesta uzorkovanja rudarskog otpada – odlagalište jalovine Stari borski kop - prikazana su na narednoj slici 8.31. i na grafičkom prilogu GP6.4.



Slika 8.31. Mesta uzorkovanja rudarskog otpada Stari borski kop

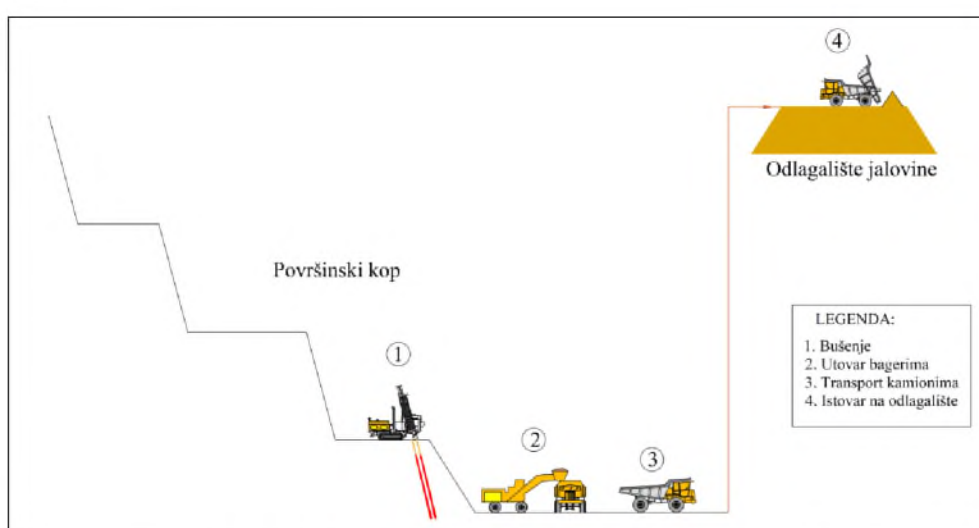
8.5.1. Nastanak jalovine odložene na odlagalištu Stari borski kop

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 %.

Jalovinske stene spadaju u kategoriju čvrstih stena, tako da se proces njihovog otkopavanja sastoji iz sledećih tehnoloških operacija, slika 8.32:

- Bušenje
- Miniranje
- Utovar
- Transport kamionima do drobiličnog postrojenja transportnog sistema za jalovinu
- Transport transporterom sa trakom do odlagališnog transportera
- Odlaganje na odlagalištu.



Slika 8.32. Tehnološka šema procesa otkopavanja jalovine

Krupnoća odminiranog materijala prilagođava se otvorima drobilica transportnog sistema za jalovinu. Prema konstruktivnim karakteristikama drobilica dozvoljena krupnoća materijala iznosi do 1.036 mm.

8.5.2. Karakteristike jalovine na odlagalištu Stari borski kop

8.5.2.1. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovine na odlagalištu Stari borski kop

Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala prikazane su u tabeli 8.11.

Tabela 8.11. Fizičko-mehaničke karakteristike jalovinskog materijala

Vrsta jalovinskog materijala	c (MPa)	ϕ (°)	γ (kN/m ³)
Horblenda – biotitski andezit	0.388	44.44	25.46
Pelit	1.042	22.22	25.00
Krečnjak	2.260	34.34	26.00

8.5.2.2. Hemijske i mineraloške karakteristike jalovine na odlagalištu Stari borski kop

Ispitivanje otpada sprovedeno je shodno Ovlašćenju za vršenje ispitivanja otpada, a prema Zakonu o zaštiti životne sredine ("Službeni glasnik RS", br. 135/2004-29, 36/2009-144, 36/2009, 72/2009, 43/2011, 14/2016, 76/2018 i 95/2018), Zakonu o potvrđivanju bazelske konvencije o kontroli prekograničnog kretanja opasnih otpada i njihovom odlaganju („Sl. list SRJ - Međunarodni ugovori”, br. 2/99) i Zakonu o upravljanju otpadom (Sl. glasnik RS br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018) i Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.).

Kompletna karakterizacija nalazi se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2273/22.**

8.5.2.3. Sadržaj supstanci u jalovini na odlagalištu Stari borski kop koje su potencijalno štetne

Na osnovu izvršenih hemijskih ispitivanja rudarskog otpada prema metodama EPA 7473; EPA6020A; EPA3051A sadržaji supstanci u rudarskom otpadu koje su potencijalno štetne su ispod limitiranih vrednosti prema Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (Sl. gl. RS 56/2010, 93/2019, 39/2021), član 4.

Kompletni rezultati ispitivanja sadržaja potencijalno štetnih supstanci nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2273/22, tabela 1.**

8.5.2.4. Testovi izluživanja jalovine na odlagalištu Stari borski kop

Na osnovu rezultata ispitivanja lužljivosti, prema standardnoj metodi SRPS EN 12457-2 i rezultata ispitivanja toksičnosti, prema standardnoj metodi EPA1311, saglasno Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada ("Službeni glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019, 39/2021.), ispitivani rudarski otpad pokazuje karakteristike opasnog otpada.

Kompletni rezultati testova izluživanja nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2273/22, tabele 2 i 3.**

8.5.2.5. Neutralizacioni i kiselinski potencijal jalovine na odlagalištu Stari borski kop

Na osnovu rezultata statičkog ispitivanja, prema standardnoj metodi SRPS EN 15875, i NAG testa, saglasno Uredbom o uslovima i postupku za izdavanje dozvole za upravljanje otpadom i kriterijumi, karakterizacija, klasifikacija i prijavljivanje rudarskog otpada (Sl. glasnik RS br. 53/2017), ispitivani rudarski otpad može se klasifikovati u smislu ARD potencijala kao rudarski otpad koji generiše kisele drenažne vode.



Kompletni rezultati ispitivanja neutralizacionog i kiselinskog potencijala nalaze se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2273/22, tabela 5.**

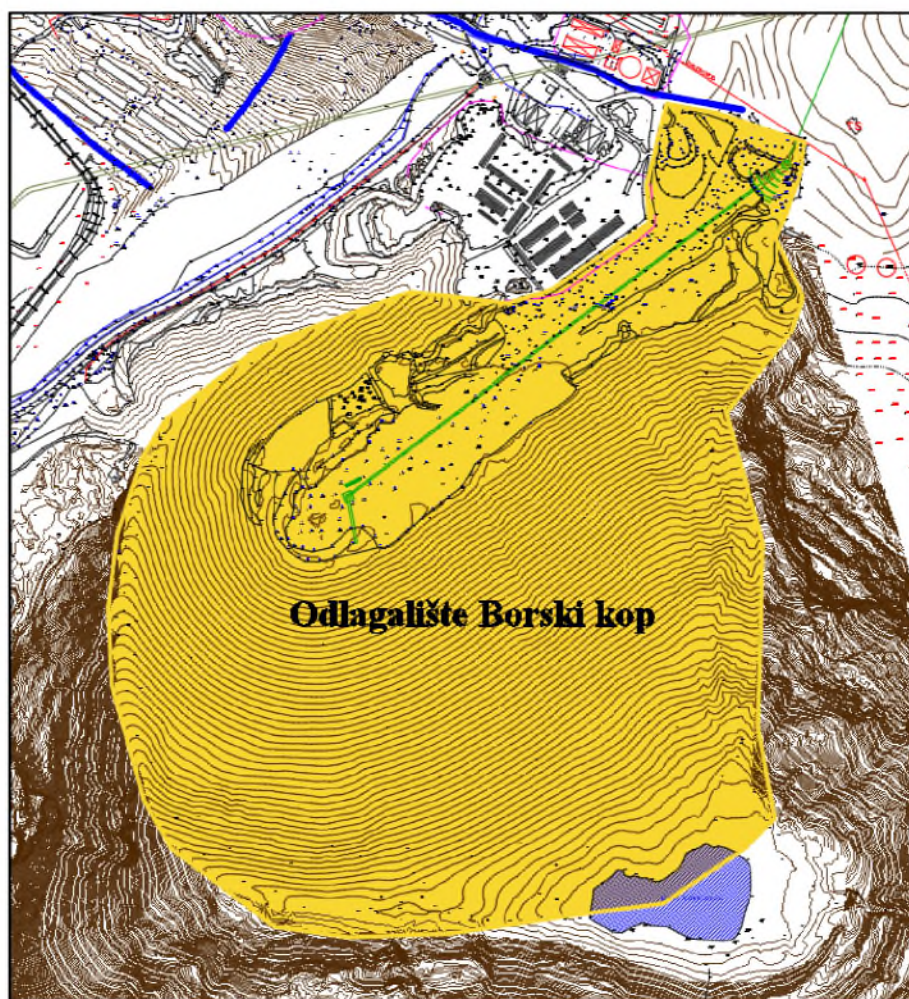
8.5.3. Klasifikacija jalovine na odlagalištu Stari borski kop (indeksni broj i liste otpada)

- Kategorija otpada prema listi kategorija otpada (Q lista): **Q11**
- Indeksni broj prema katalogu otpada: **01 03 04***

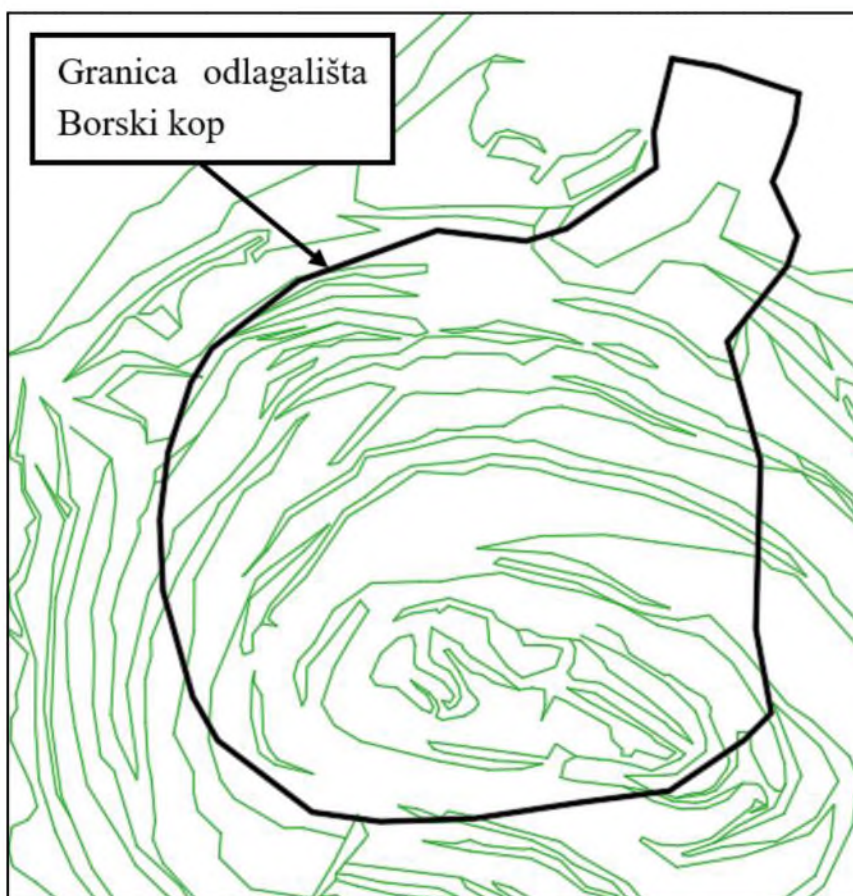
Kompletna klasifikacija otpada nalazi se u Prilogu br. 2 – **Izveštaj sa hemijskih ispitivanja rudarskog otpada, Izveštaj br. 2273/22, tabela B – Klasifikacija otpada.**

8.5.4. Količine jalovine na odlagalištu Stari borski kop

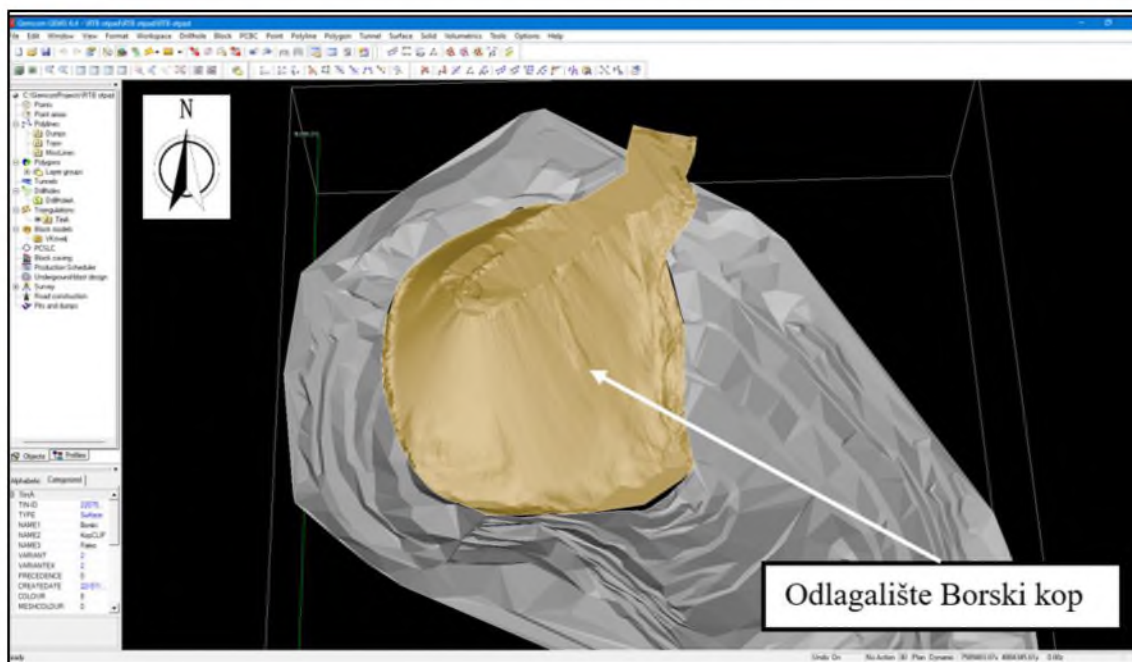
Na osnovu situacione karte površinskog kopa Borski kop sa stanjem na dan 22.11.2021. dostavljene od investitora u AutoCAD formatu, slika 8.33, i situacione karte terena pre izvođenja radova (paleoreljefa) u AutoCAD formatu, slika 8.34 u programu *Gems* generisan je 3D model odlagališta Borski kop i paleoreljefa, slike 8.35. i 8.36.



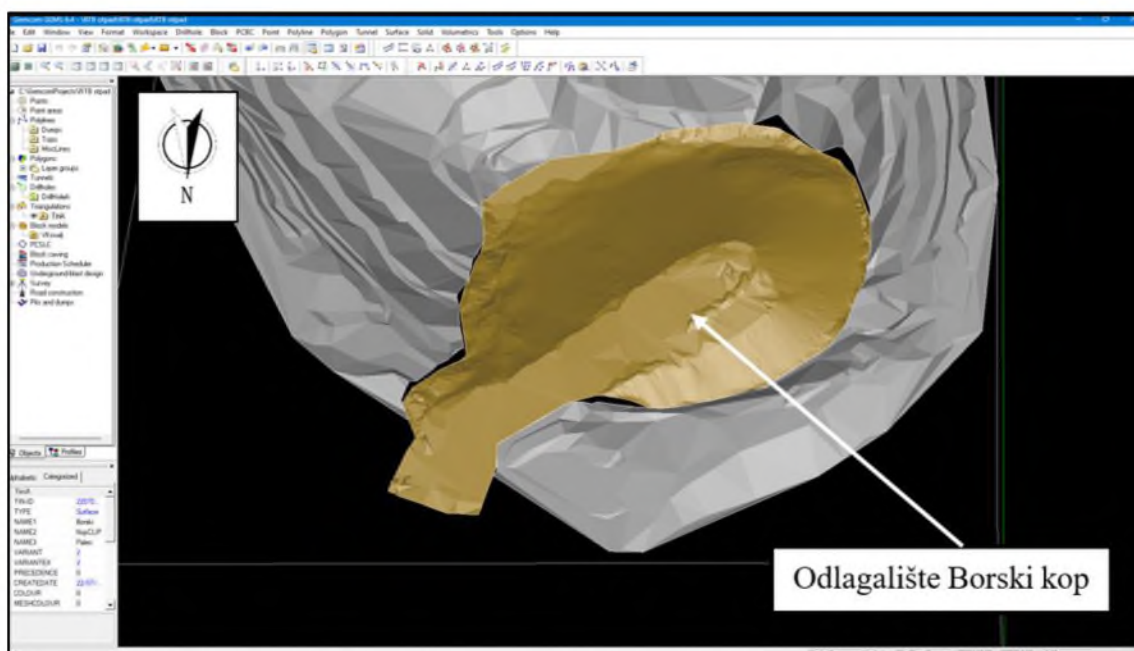
Slika 8.33. Situaciona karta odlagališta Saraka potok sa stanjem na dan 22.11.2021.



Slika 8.34. Situaciona karta paleoreljefa lokacije odlagališta Borski kop

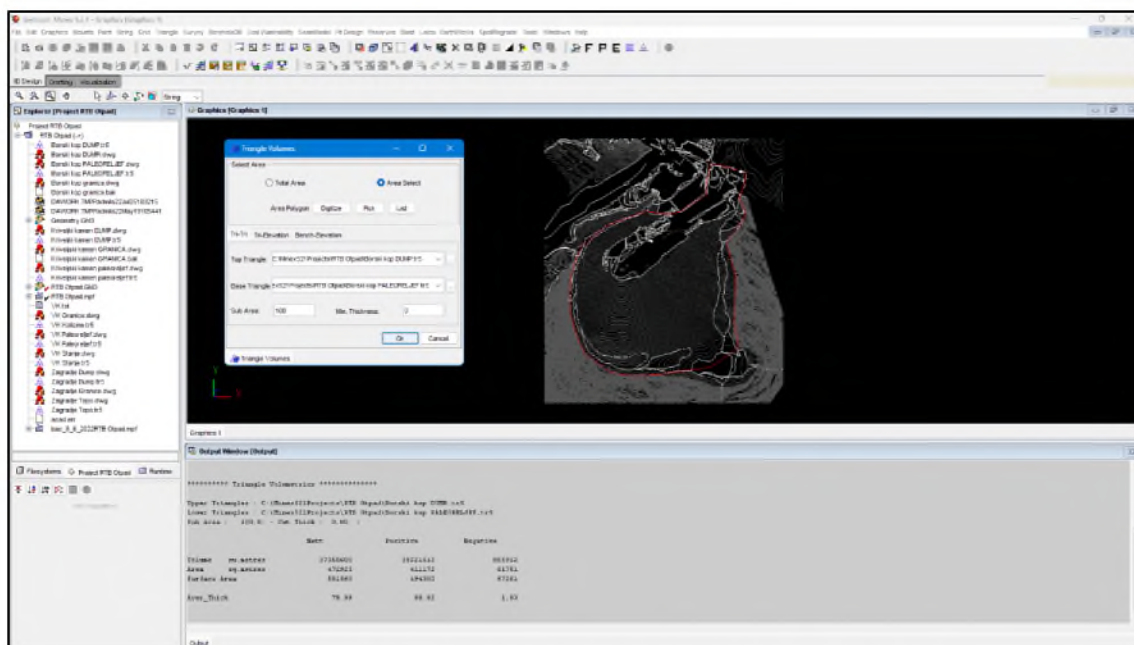


Slika 8.35. 3D model odlagališta Borski kop u softveru Gems, pogled sa juga



Slika 8.36. 3D model odlagališta Borski kop u softveru Gems, pogled sa severa

Ovakav 3D model, eksportovan je u program *Minex*, u kome su napravljene površina terena i površina odlagališta. Alatom *Volumetrics* izvršen je obračun količina između površina, u zadatim granicama, slika 8.37.



Slika 8.37. Obračun količina u softveru Minex za odlagalište Borski kop

Rezultati obračuna količina prikazani su u tabeli 8.12.

Tabela 8.12. Obračun količina odlagališta Borski kop

Lokacija	Zapremina, m ³	Površina odlagališta, m ²	Površina terena, m ²	Srednja moćnost, m
Borski kop	38.221.512	411.172	494.300	80,8

8.5.5. Upravljanje otpadom prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Okvirna direktiva „*DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on waste, 19 November 2008*” o otpadu postavlja osnovne koncepte i definicije vezane za upravljanje otpadom, uključujući definicije otpada, reciklaže i alternativnog korišćenja čime se definiše Hijerarhija upravljanja otpadom.

Ovaj holistički pristup upravljanju otpadom je podsticaj Okvirne direktive o otpadu (WFD), direktive Evropske unije koja nastoji da uspostavi dugoročni put ka održivom upravljanju otpadom. Član 4 WFD čini hijerarhiju otpada pravno obavezujućom, zahtevajući od preduzeća i vlada država članica da odlažu otpad uzimajući u obzir najbolje prakse upravljanja otpadom.

Po Zakonu o upravljanju otpadom ("Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018 - dr. zakon), Čl. 6, stav 1, tačka 3 definisano je načelo hijerarhije upravljanja otpadom.

Hijerarhija upravljanja otpadom je konceptualni okvir dizajniran da vodi i rangira odluke o upravljanju otpadom kako na individualnom tako i na institucionalnom nivou. Prioritet se daje prevenciji otpada, nakon čega sledi ponovna upotreba, reciklaža, energetska korišćenje i konačno odlaganje. Ilustrativno, princip hijerarhije upravljanja otpadom prikazan je na slici 8.38. Prikazana Hijerarhija zamenjuje tradicionalni pristup upravljanju otpadom „3R“ (smanjenje, ponovna upotreba i recikliranje), proširujući ga u proces od pet koraka gde su najpoželjnije akcije na vrhu, a najmanje poželjne na dnu obrnute piramide.



Slika 8.38. Hijerarhija upravljanja otpadom po WFD

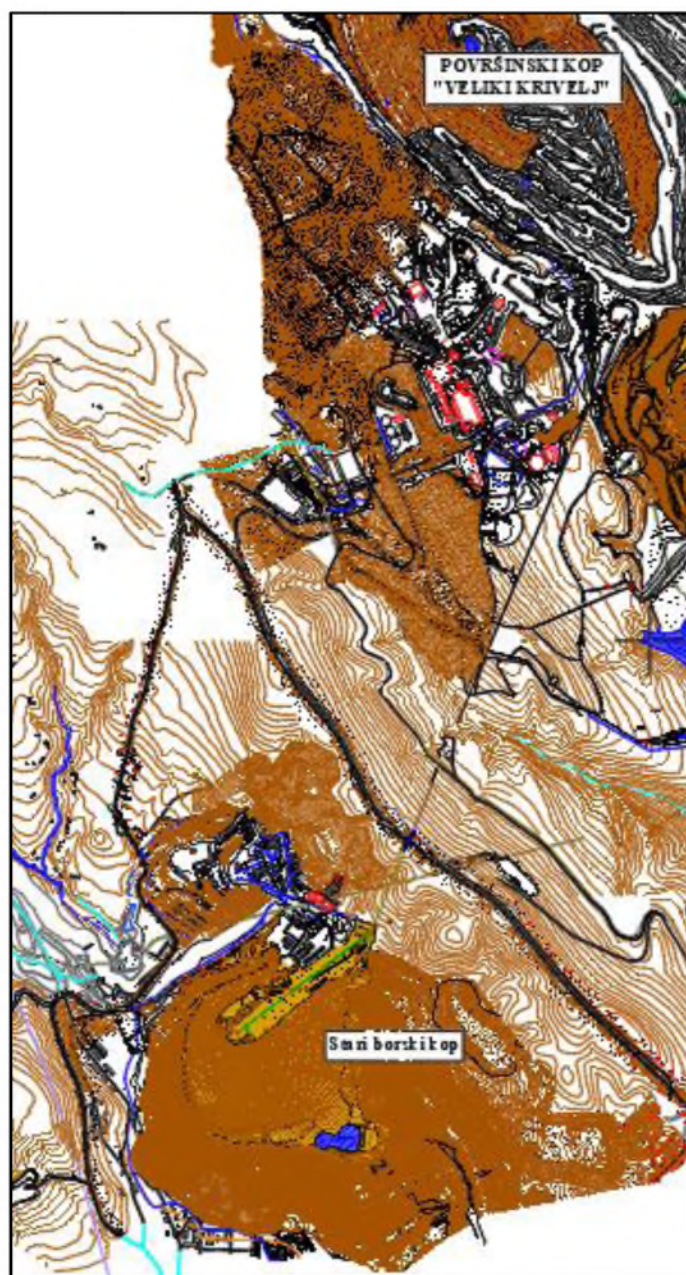
Plan upravljanja jalovinom sa površinskog kopa Veliki Krivelj prikazan je u tabeli 8.13.

Tabela 8.13. Plan upravljanja jalovinom s kopa prema hijerarhiji upravljanja otpadom

Koraci u hijerarhiji	Mere smanjenja količine otpada	Образложење	Lica zadužena za realizaciju	Period izveštavanja
Prevenција za smanjenje proizvodnje otpada	Selektivna eksploatacija i optimizacija proizvodnje je svakodnevna obaveza površinskog kopa Veliki Krivelj	Ne može se izbeći generisanje ove jalovine jer je jalovinu neophodno uklanjati radi eksploatacije rude. Stalno treba vršiti optimizaciju eksploatacije kako bi količina ovoga otpada bila što manja	• Upravnik • Tehnički rukovodilac	• Svakodnevno usmeno izveštavanje • Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata • Godišnji izveštaj
Ponovna upotreba	Nije primenljivo	/	/	/
Reciklaža	Nije primenljivo	/	/	/
Energetsko korišćenje	Nije primenljivo	/	/	/
Odlaganje / Deponovanje	Deponuje se na odlagalištu jalovine Stari borski kop	Deponuje se celokupna količina jalovine nastale pri eksploataciji rude na površinskom kopu	• Tehnički rukovodilac	• Svakodnevno usmeno izveštavanje • Mesečno bilansiranje i analiza postignutih rezultata • Godišnji izveštaj

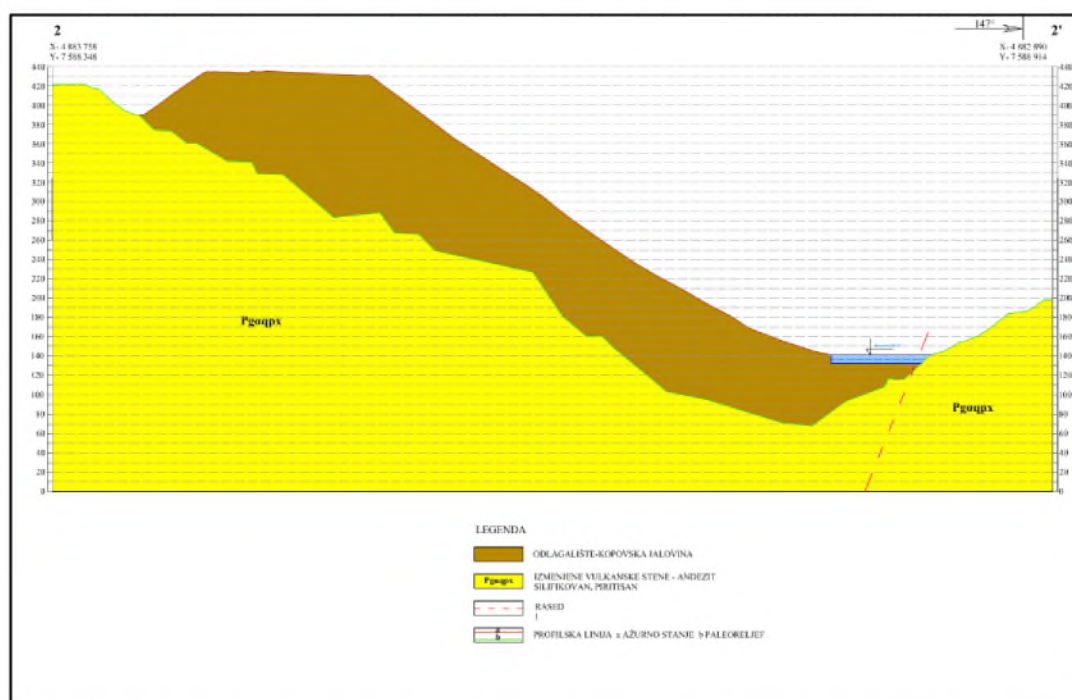
8.5.6. Deponovanje jalovine na odlagalištu Stari borski kop

Odlagalište jalovine Borski kop, nalazi se na južno u odnosu na površinski kop na udaljenosti oko 2,5 km, što je prikazano na slici 8.39. i na prilogu GP1.



Slika 8.39. Položaj odlagališta jalovine Borski kop

Odlagalište jalovine Borski kop formirano je na paleoreljefu, čije su geološke karakteristike prikazane na slici 8.40. i na prilogu GP4.



Slika 8.40. Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Stari borski kop

8.5.7. Klasifikacija odlagališta jalovine na odlagalištu Stari borski kop

Na osnovu izvršene analize odlagališta i izvršenim hemijskim ispitivanjima izuzetih uzoraka sa odlagališta, a u skladu sa „*DIRECTIVE 2006/21/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC*“, odlagalište jalovine je svrstano u kategoriju „odlagalište A kategorije“.

9.0. UTICAJ ODLAGANJA RUDARSKOG OTPADA NA ŽIVOTNU SREDINU I ZDRAVLJE LJUDI I PREVENTIVNE MERE KOJE JE POTREBNO PREDUZETI KAKO BI SE UTICAJ NA ŽIVOTNU SREDINU TOKOM RADA I NAKON ZATVARANJA DEPONIJE SVEO NA MINIMUM

Uticaj odlaganja rudarskog otpada na životnu sredinu kao i mere predviđene za smanjenje uticaja su usaglašene sa *Uredbom o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu ("Sl. glasnik RS", br. 53/2017)*, člana 6, stav 9 i 13.

Takođe, predlog mera za zaštitu životne sredine usled uticaja odlaganja rudarskog otpada inoviran je i usaglašen sa sledećim Studijama:

- „Studija o proceni uticaja na životnu sredinu projekta otkopavanja i prerade rude u ležištu „Veliki Krivelj” - RTB BOR – GRUPA D.O.O. za kapacitet $8,5 \times 10^6$ t vlažne rude godišnje, koju je decembar 2009. uradio Institut za Rudarstvo i Metalurgiju Bor.
- Studija o proceni uticaja na životnu sredinu proširenja odlagališta raskrivke „Saraka” površinskog kopa Veliki Krivelj, koju je 2022.god. izradio Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

9.1. UTICAJ ODLAGANJA RUDARSKOG OTPADA NA ŽIVOTNU SREDINU

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 rude bakra. 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 vazдушnu 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 i vezano je, pre svega za emisije sledećih gasova: ugljenmonoksida CO, ugljendioksida CO₂, azotnih oksida NO_x, sumpordioksida SO₂, akroleina i dr.

Rudarske aktivnosti kao što je deponovanje jalovine mogu uticati na zagađenje podzemnih i površinskih voda. Atmosferske padavine spiraju materijal sa kosina odlagališta, stvarajući bujice koje raznose materijal i zagađuju i povećavaju kiselost okolnog zemljišta s jedne i erodiraju kosine s druge strane.

Uticaj rudarskih aktivnosti i odlaganja jalovine predstavlja mogućnost kontaminacije gornjeg sloja usled taloženja prašine iz vazduha. Na osnovu planiranih rudarskih aktivnosti na površinskom kopu Veliki Krivelj i odlaganja jalovine na kopovskim odlagalištima, ovi objekti predstavljaju ozbiljne izvore emisije čestica prašine.

Osim zauzimanja i njegove prenamene, jedan od velikih problema, kada je u pitanju zemljište, jeste i erozija zemljišta. Degradacija zemljišta erozijom podrazumeva gubitak površinskih slojeva zemljišta. Nastaje usled specifičnih meteoroloških uslova, delovanje atmosferalija i/ili vetra, na površinske sloje rudarskih deponija jalovine i flotacijskih jalovišta. Pri tome može doći do ozbiljnih problema u narušavanju fizičke stabilnosti navedenih objekata.

9.2. MERE ZAŠTITE

9.2.1. Zaštita vazduha

Opšte mere zaštite za kontrolu i upravljanje emisijama i imisijama suspendovanih čestica, koje se pojavljuju kao najčešći polutantni vazduha na (radna okolina) i oko (životna sredina) lokaliteta rudarskog otpada, 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“ i odlaganju jalovine na kopovska odlagališta identifikovani su sledeći potencijalni izvori zagađenja:

- suve površine na aktivnim platoima-plažama, etažama i površinama,
- trase puta za kamionski transport na kopovskim odlagalištima,
- rudarske mašine i tehnološka oprema koja se koristi.

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).

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 odlagalištima; Za sprečavanje emitovanja prašine sa aktivnih radnih površina, primeniti tehničko rešenje orošavanja vodom pomoću namenskih vozila (autocisterni) sa opremom za orošavanje. 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;
- U cilju zaštite od izdvajanja prašine pri prevozu jalovine transportnim putevima, ukoliko je to pre svega ekološki opravdano, a posebno ako se isti vrši u blizni stambenih objekata, izvršiti:
 - pokrivanje sanduka kamiona pri transportu,
 - smanjiti brzinu kretanja vozila,
 - kvašenje puteva vodom ili mešavinom vode i određenih hemijskih sredstava,
 - asfaltiranje ili upotreba drugih kompaktnih materijala za prekrivanje glavnih puteva na kopu i prilaznih puteva naseljima.
- Mere zaštite od emisije gasova od rada motora sa unutrašnjim sagorevanjem se odnose na:
 - Zagađivanje vazduha izduvnim gasovima (CO, NO_x, SO₂, akrolein) iz mašina motora sa unutrašnjim sagorevanjem ne mogu značajnije uticati na životnu sredinu jer gasovi difunduju. U radnoj sredini se ne očekuje koncentracija gasova u vazduhu da bude veća od GVI, pa se prema tome ne predviđa posebna zaštita, osim redovnog održavanja i redovne tehničke kontrole sastava ispušnih gasova iz mašina sa motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, kao i korišćenje dizel goriva konstantnog sadržaja.

9.2.2. Zашtita voda

Mere koje se odnose na заштиту вода од коповских одлагалишта жаловине:

- Obezbediti odvodnjenu radnu sredinu.
- Dreniranje odlagališta se vrši po Važećem DRP-u odvodnjavanja kopovskih odlagališta. Princip odvodnjavanja obuhvata prihvatanje vode sa viših u hipsometrijski niže delove terena. Osnovna koncepcija odvodnjavanja odlagališta predviđa kaptiranje svih voda, koje gravitiraju ka odlagalištu, kanalima i njihovo gravitacijsko odvođenje do postojećeg sistema odvodnjavanja površinskog kopa Veliki Krivelj. Sva voda koje se ne mogu gravitacijski odvesti u postojeći sistem odvodnjavanja, sakupljaju se u vodosabirnicima, raspoređenim tako da u što većoj meri kaptiraju, odnosno sakupe atmosferske padavine i iste prepumpaju u postojeći sistem odvodnjavanja površinskog kopa Veliki Krivelj. Drugim rečima, nema direktnog ispuštanja prikupljenih voda u radnu niti u životnu okolinu. .
- U cilju zaštite objekta- kolektora Saraka potoka, planirana je izrada zaštitnog nasipa, koji sprečava dotok vode sa odlagališta u kolektor.

- Na kopovskim odlagalištima je zabranjena opravka i servisi mehanizacije, tako da nema ispuštanja ulja i maziva koji bi eventualno mogle zagaditi površinske vode pre njihovog kaptiranja u okolnim kanalima.
- Održavanje kanala za odvod atmosferskih voda mora da se vrši redovno. Ovi kanali za zaštitu objekata od voda dimenzionisani su za maksimalne pedesetogodišnje padavine tako da ne može doći do izlivanja. Vode koje dospeju u vodosabirnike ispumpavaju se u sistem kanala za zaštitu odlagališta od površinskih voda.

9.2.3. Zaštita zemljišta

Sa obzirom na predviđenu tehnologiju formiranja kopovskih odlagališta postoji mogućnost kontaminacije okolnog zemljišta pa i okolnih vodotokova usled taloženja prašine iz vazduha.

Takođe, usled uticaja raznih spoljašnjih faktora (atmosferalije, zemljotresi i sl.) moguća je i erozija materijala – jalovine od kojeg se formira odlagalište. Sve to zahteva preduzimanje svih adekvatnih mera zaštite, sa ciljem da se spreči bilo kakva erozija odloženog materijala.

Shodno rečenom, a u smislu adekvatne zaštite zemljišta na lokaciji predmetno projekta, neophodno je preduzeti određen mere:

- Nosilac Projekta treba da poštuje projektne parametre koji se odnose na uglove nagiba kosina i generalni nagib odlagališta.
- Nosilac Projekta je u obavezi da vodi računa da u sigurnosnoj zoni usled eksploatacije nema pojave klizišta i ulegnuća.
- Rekultivaciju degradiranih površina izvršiti prema dinamici datoj u Projektu rekultivacije koji se dostavlja istom Ministarstvu na uvid.
- U toku rada na rekultivaciji voditi računa da na kosinama nema pojava klizišta i odronjavanja materijala (sipara).
- Potrebno je obavezno praćenje stanja zemljišta u rudničkom krugu, a sve u cilju zaštite ljudi, mehanizacije i okolnog terena.
- Parkiranje svih sredstava rada (teretnih vozila i radnih mašina) ne sme se vršiti van projektovanog eksploatacionog polja.
- Obaveza Nosioca Projekta u cilju zaštite zemljišta i biljaka je da vrši selektivno prikupljanje otpada, pravilno ga skladišti do momenta predaje ovlašćenim organizacijama i reciklaže istog.
- Ukoliko se prilikom izvođenja zemljanih radova naiđe na arheološke ostatke, Nosilac Projekta je dužan da sve radove obustavi i o tome obavesti Zavod za zaštitu spomenika kulture kako bi se preduzele sve neophodne mere za njihovu zaštitu.

- Plan i program eventualnih iskopavanja bio bi urađen u Zavodu u saradnji sa investitorom, koji je po čl.110 Zakona o kulturnim dobrima ("Službeni glasnik RS", broj 71/94), dužan da obezbedi finansijska sredstva za arheološka istraživanja

9.2.4. Zaštita od buke

Pojava nepovoljnog uticaja prekomerne buke u radnim okolinama postoji u svim fazama eksploatacije na odlaganju jalovine. U cilju obezbeđenja zaštite radnika ali i okolnog stanovništva (ukoliko u blizini odlagališta postoje stambeni objekti) od negativnog uticaja prekomerne buke, koja potiče iz tehnološkog procesa površinske eksploatacije, planiraju se i po potrebi sprovode planirane mere zaštite.

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.

9.3. MERE U SLUČAJU UDESA

Na lokalitetu odlagališta jalovine opasnosti od eventualnih akcidentnih situacija, do kojih može doći su pre svega:

- Prosipanje dizel goriva ili drugih derivata nafte koja se koriste kao pogonsko gorivo za mehanizaciju i angažovani transport mineralnih sirovina i gotovih proizvoda;
- Prosipanje i mogući požari pri upotrebi dizel goriva i naftnih derivata kao i sredstava za podmazivanje pokretnih delova instalisane opreme;
- Destabilizacija kosine odlagališta.

Zaštita površinskog kopa od iznenadnih i velikih priliva voda usled: provale oblaka, obilnih kiša ili otapanja snega i zaštita kopa od podzemnih voda, izvršena je objektima odvodnjavanja stalnog i privremenog karaktera. Na osnovu „Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Službeni glasnik RS, br. 40/21) Zijin Copper DOO, Površinski kop „Veliki Krivelj“ je doneo Plan odbrane i spasavanja od poplava na površinskom kopu „Veliki Krivelj“ koji je u celosti prikazan u dodatku 3 ovog plana.

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.

Predložene mere za suzbijanje akcidenta nastalog prosipanje dizel goriva ili drugih derivata nafte:

- Zamena ulja i maziva na mehanizaciji vršiti u radionici.
- U slučaju akcidentnog - havarijskog curenja (prolivanja) tečnih goriva i maziva, potrebno je obezbediti dovoljne količine inertnog materijala (sorbenti, pesak, piljevina i sl.), sredstava za suvo čišćenje tla. Sakupljene sorbente odlagati u namenski kontejner (metalni zatvoreni sud).
- Ulja i maziva skladištiti na za to predviđenom prostoru u radionici, gde treba da ima tankvana zapremine koja može da primi svu količinu goriva koja može iscuri. U radionici se privremeno skladišti i akcidentno prosuta tečna goriva i maziva i upotrebljeni sorbenti, a zatim se redovno predaju operateru koji poseduje licencu za sakupljanje, transport i tretman ove vrste otpada.

- Ambalažu od naftnih derivata i ostalih štetnih materija obavezno odlagati i sakupljati u radionici, a zatim predati odgovarajućoj firmi koja ima licencu za sakupljanje, transport i tretman ove vrste otpada.
- Servisiranje mašina i opreme redovno obavljati u radionici .

9.3.1. Zaštita od požara

Zaštita od požara mora biti u skladu sa odredbama važećeg Zakona o zaštiti od požara ("Službeni glasnik RS", br. 111/2009, 20/15, 87/2018 i 87/2018 - dr. zakoni).

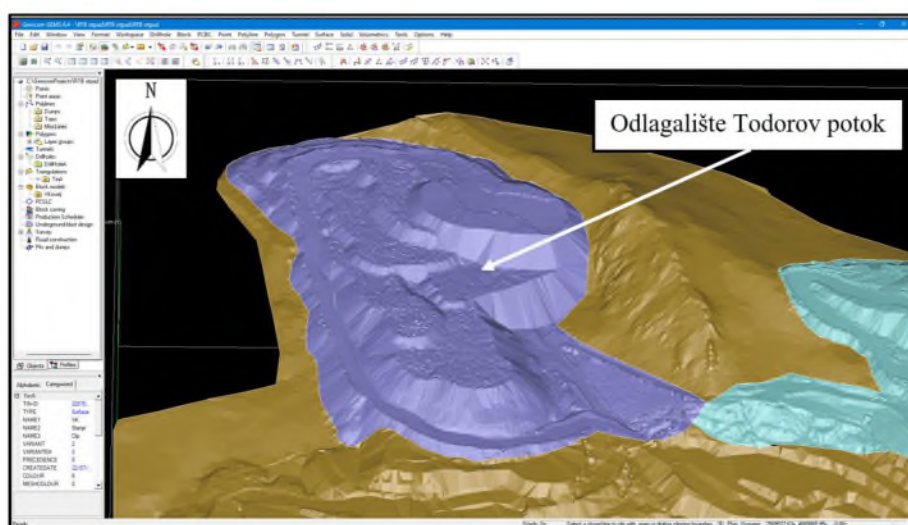
Mere zaštite od požara, i sprečavanja nastajanja akcidentnih situacija obuhvataju sledeće:

- Obavezna je obuka i provera znanja zaposlenih, iz oblasti zaštite od požara, obavezno je da se svi zaposleni dobro upoznaju sa načinom postupanja sa opasnim i štetnim materijama u slučaju akcidenta.
- Vršiti redovnu kontrolu stanja rezervoara za gorivo, ulje i hemikalije na rudarskoj mehanizaciji,
- Izraditi plan protivpožarne zaštite.
- Obavezna nabavka protivpožarnih-aparata za gašenje požara na elektroinstalacijama i rezervoarima mehanizacije.
- Požari na opremi na odlagalištu ako su manjih razmera gase se ručnih i prevoznim aparatima za gašenje požara.
- Za požare većih razmera koriste se usluge Vatrogasne službe.
- Oprema za zaštitu od požara treba svakodnevno vizuelno kontrolisati.
- Na rudarskim mašinama (bager, buldozer, utovarač, kamioni) obavezno je postaviti protivpožarne aparate tipa S-6, S-9 i CO₂ .

9.3.2. Analiza stabilnosti odlagališta jalovine sa površinskog kopa

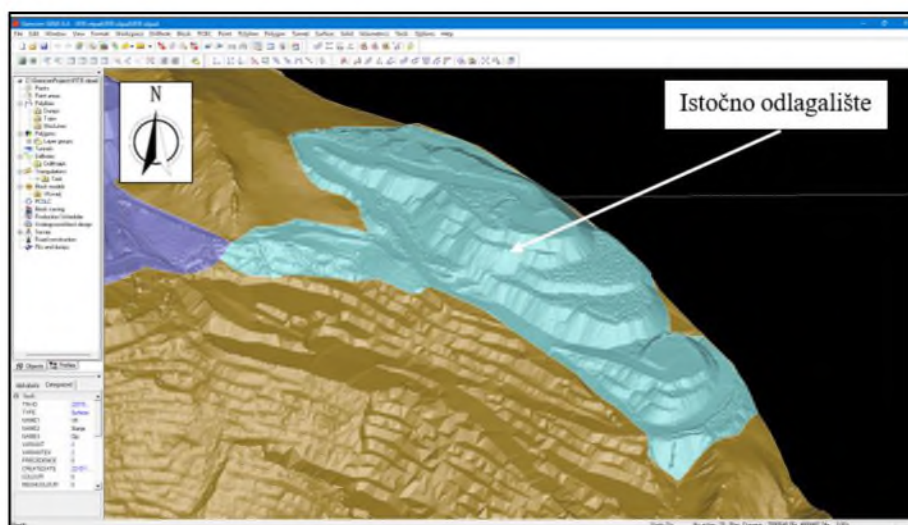
Odlaganje jalovine sa površinskog kopa vrši se prema Dopunskom rudarskom projektu otkopavanja i prerade rude bakra u ležištu "Veliki Krivelj" za kapacitet 10,6 x 10⁶ tona vlažne rude godišnje, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2011. godine, i Dopunskom rudarskom projektu proširenja odlagališta raskrivke "Saraka" površinskog kopa „Veliki Krivelj“. Jalovina se odlaže na sva četiri odlagališta.

Površina odlagališta „Todorov potok“ je približno 375.000 m². Najviši nivo odlagališta je k+575. Najveća visina odlagališta iznosi 120 m. Količina materijala u rastresitom stanju na odlagalištu iznosi približno 22.000.000 m³. Na slici 9.1 prikazan je 3D model postojećeg stanja u softveru Gems.



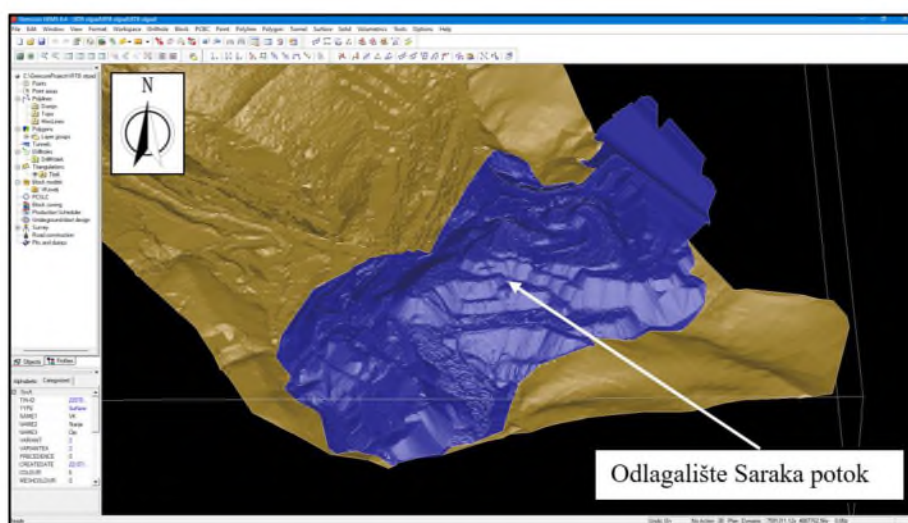
Slika 9.1. 3D model odlagališta „Todorov potok“ u softveru Gems

Površina odlagališta „Istočno odlagalište“ je približno 370.000 m². Najviši nivo odlagališta je k+603. Najveća visina odlagališta iznosi 90 m. Količina materijala u rastresitom stanju na odlagalištu iznosi približno 14.200.000 m³. Na slici 9.2 prikazan je 3D model postojećeg stanja u softveru Gems.



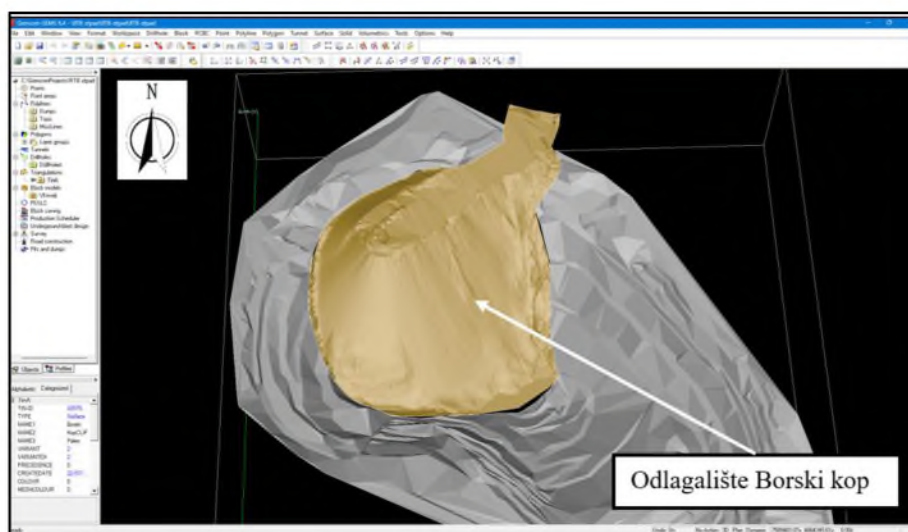
Slika 9.2. 3D model odlagališta „Istočno odlagalište“ u softveru Gems

Površina odlagališta „Saraka potok“ je približno 950.000 m². Najviši nivo odlagališta je k+500. Najveća visina odlagališta iznosi 150 m. Količina materijala u rastresitom stanju na odlagalištu iznosi približno 48.600.000 m³. Na slici 9.3 prikazan je 3D model postojećeg stanja u softveru Gems.



Slika 9.3. 3D model odlagališta „Saraka potok“ u softveru Gems

Površina odlagališta „Borski kop“ je približno 410.000 m². Najviši nivo odlagališta je k+434. Najveća visina odlagališta iznosi 280 m. Količina materijala u rastresitom stanju na odlagalištu iznosi približno 38.200.000 m³. Na slici 9.4 prikazan je 3D model postojećeg stanja u softveru Gems.



Slika 9.4. 3D model odlagališta „Borski kop“ u softveru Gems

Konstruktivni elementi odlagališta jalovine „Todorov potok“, „Istočno odlagalište“ i „Saraka potok“ prema projektnoj dokumentaciji su:

- Visina etaže – 20 m
- Ugao kosine etaže – 30°
- Širina etažne ravni – 15 m
- Generalni ugao kosine odlagališta – 26°

- Širina dvosmernog puta – 25 m

Odlaganje na odlagalištu „Borski kop“ vrši se u jednoj etaži sa uglom prirodnog držanja materijala:

- Ugao kosine etaže / generalni ugao kosine odlagališta – 26°

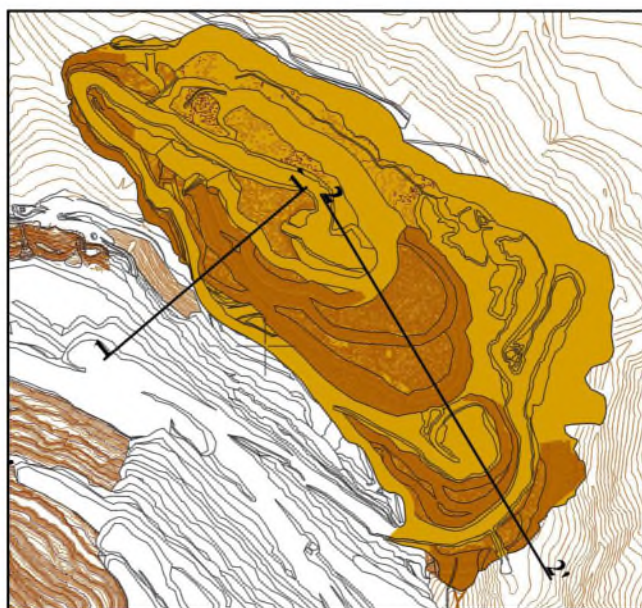
Analiza stabilnosti odlagališta jalovine urađena je za izvedeno stanje 01.03.2022. god sa karte dostavljene od strane investitora, na profilima čiji je položaj prikazan na slikama 9.5 – 9.8, kao i u tabeli 9.1.

Tabela 9.1. Položaj profila za analizu stabilnosti postojećeg stanja odlagališta

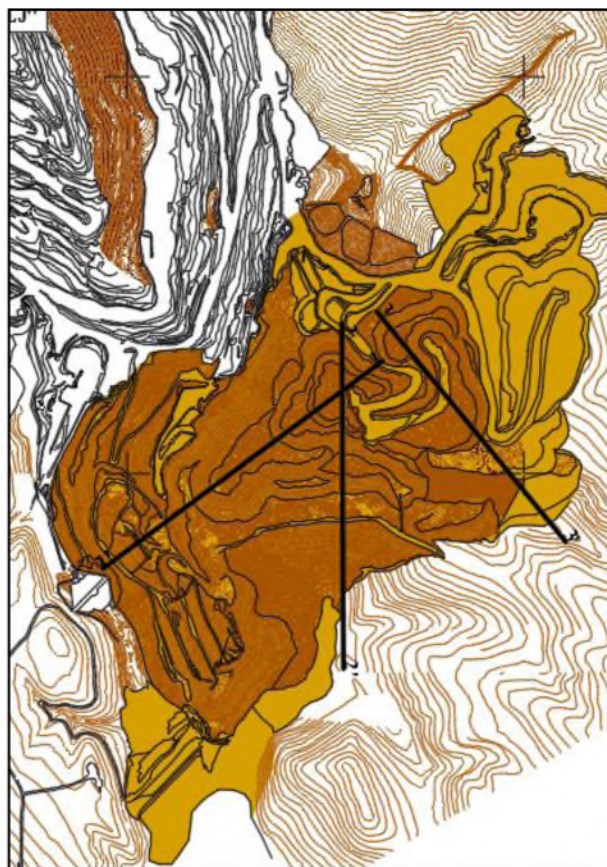
Profil	X1	Y1	X2	Y2
Todorov potok P1-P1'	7.588.977	4.888.492	7.589.491	4.887.774
Todorov potok P2-P2'	7.589.134	4.888.791	7.589.387	4.888.349
Istočno odlagalište P1-P1'	7.589.700	4.887.975	7.590.077	4.888.297
Istočno odlagalište P2-P2'	7.590.104	4.888.283	7.590.533	4.887.565
Saraka potok P1-P1'	7.590.644	4.886.284	7.589.940	4.885.761
Saraka potok P2-P2'	7.590.542	4.886.380	7.590.546	4.885.509
Saraka potok P3-P3'	7.590.630	4.886.408	7.591.106	4.885.828
Borski kop P1-P1'	7.588.048	4.883.233	7.588.590	4.883.616
Borski kop P2-P2'	7.588.348	4.883.758	7.588.914	4.882.890



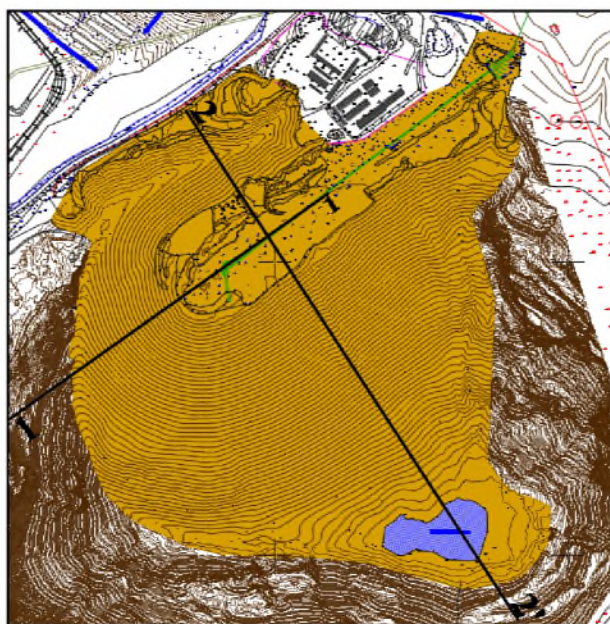
Slika 9.5. Položaj profila za analizu stabilnosti odlagališta „Todorov potok“



Slika 9.6. Položaj profila za analizu stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“



Slika 9.7. Položaj profila za analizu stabilnosti odlagališta „Saraka potok“



Slika 9.8. Položaj profila za analizu stabilnosti odlagališta „Borski kop“

Fizičko – mehaničke karakteristike radne sredine preuzete su iz Dopunskog rudarskog projekta 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 Bor, 2011. godine. Računski parametri za proračun stabilnosti prikazani su u tabeli 9.2.

Tabela 9.2. Računski parametri za proračun stabilnosti

Radna sredina	Kohezija, kN/m^2	Ugao unutrašnjeg trenja, $^\circ$	Zapreminska težina, kN/m^3
Kaolinisani andezit u višim delovima	213,50	30,15	24,60
Andezit u nižim delovima	344,50	37,65	24,60
Krečnjak	2 260,00	34,34	26,00
Sedimentna serija	250,00	30,00	25,00
Odloženi materijal	3	33,70	18,82

Koeficijent porne vode u stenskom masivu je usvojen na vrednost $r_u = 0,2$ za sve radne sredine. U odloženom materijalu nema pritiska porne vode.

Postoji više metoda za određivanje stabilnosti kosina. Sve one se zasnivaju na sledeće dve pretpostavke:

- Pri narušavanju stabilnosti kosine obrazuje se klizna ravan po kojoj gornja masa klizi na donjoj duž ove ravni. Pri tome se gornja, klizajuća, i donja, nepokretna, masa usvajaju kao krute.
- Klizanje počinje kada u svakoj tački klizne ravni naponi smicanja τ , usled dejstva spoljnih sila, prekorače otpornost na smicanje materijala kosine.

Klizna ravan koja se obrazuje pri pojavi klizanja nije matematički dvodimenzionalna ravan, jer bi takva ravan prolazila kroz mnoga zrna koja bi morala biti smaknuta. To se ne dešava već smicanje

nastaje po dodirnim kontaktima između zrna, ili u području u kojem postoje preduslovi za smicanje kao što su pukotine ili proslojci sa manjom smičućom otpornošću. Prema tome, ravan klizanja odstupa od ravne dvodimenzionalne ravnine najmanje toliko da ne prolazi kroz zrna, što znači da je smicanje prostorno. Utvrđeno je da je ovo odstupanje bez većeg značaja za rešavanje problema stabilnosti, te je dvodimenzionalna klizna ravan uopšte prihvaćena u praksi.

Ako se odsečak kosine odreže iznad neke odabrane ravni loma, iz poznatih svojstava materijala i opterećenja izračuna se rezultanta sila P na tom odsečku. Da bi se odsečak održao u ravnoteži, na granici odsečka deluju normalni naponi σ i tangencionalni naponi τ . Ti naponi se mogu sabrati u rezultujuće sile T i N . Najveća moguća sila T se dobije kada su naponi na odrezanoj granici jednaki graničnoj otpornosti na smicanje τ_{gr} , tj. $\tau = \tau_{gr}$, odnosno kad ta granica istovremeno predstavlja i ravan loma. Odnos između sile T , potrebne da bi se održala ravnoteža, i maksimalne sile pri lomu T_{gr} , predstavlja faktor sigurnosti F_s :

$$F_s = \frac{T_{gr}}{T}$$

Primenom Mohr-Coulombovog uslova loma, faktor sigurnosti se može izraziti i na sledeći način:

$$F_s = \frac{c + \sigma_n \cdot \operatorname{tg} \varphi}{c' + \sigma_n' \cdot \operatorname{tg} \varphi'}$$

Gde su:

- c i φ – kohezija i ugao unutrašnjeg trenja, dobijeni ispitivanjem uzoraka u laboratoriji,
- c' i φ' – kohezija i ugao unutrašnjeg trenja materijala u kritičnom stanju, neposredno pred lom.

Mohr-Coulombov uslov loma može se primeniti samo ako je poznata raspodela normalnih napona duž ravni loma, inače je problem u svim varijantama metoda granične ravnoteže višestruko statički neodređen. Uvodeći pretpostavke kojima se eliminišu prekobrojne nepoznanice, mogu se iz uslova ravnoteže izračunati sile na ravni loma. U tom slučaju dobijeni rezultati su približno tačni. Rezultati, ipak, praktično zadovoljavaju, jer ni parametri mehaničkih svojstava u nehomogenom materijalu nisu poznati sa većim stepenom pouzdanosti.

Analiza stabilnosti svodi se na određivanje odnosa između raspoložive smičuće otpornosti i prosečnog smičućeg napona ili mobilisane otpornosti, koja je potrebna da hipotetično klizno telo održi u ravnoteži. Taj odnos se naziva koeficijent stabilnosti i definiše se kao:

$$F_s = \frac{\tau_f}{\tau_m}$$

Gde su:

- τ_f – smičuća otpornost,

- τ_m – prosečna veličina smičućih napona koji deluju u kliznoj ravni, potrebni da se hipotetičko klizno telo održi u ravnoteži.

U inženjerskoj praksi kod metoda granične ravnoteže se podrazumeva da je faktor sigurnosti F_s konstantna veličina duž klizne ravni. Pri tome je neophodno unapred definisati moguće mehanizme hipotetičkog loma i definisati klizno telo ograničeno kliznom ravni, za koje se dobija merodavna minimalna vrednost faktora sigurnosti F_s . Iako je problem trodimenzionalan, ovde će se razmatrati samo ravni problemi granične ravnoteže. Ukoliko smičuća otpornost zavisi od trenja, odnosno od normalnog napona, raspored unutarnjih sila je od primarne važnosti za određivanje veličina normalnih napona po kliznoj ravni od kojih zavisi otpornost tla u osnovi svake lamele.

Proračun stabilnosti urađen je metodama Bishop, Morgenstern – Price i Janbu.

Metoda Bishop

Bišopova metoda predstavlja analitičko rešenje metode lamela proračuna stabilnosti za klizne ravni u obliku kružnog luka. Kod ove metode se podrazumeva da je faktor sigurnosti F_s definisan kao: $F_s = \frac{\tau_f}{\tau_m}$, konstantna veličina duž klizne ravni.

Pri tom je neophodno unapred definisati moguće mehanizme hipotetičkog loma i definisati klizno telo ograničeno kliznom ravni za koju se dobija merodavna minimalna vrednost faktora sigurnosti, koji za najnižu fizički prihvatljivu granicu ima vrednost $F_s = 1,0$. Uspešno se primenjuje kod nožičnog i podnožičkog klizanja, za homogenu i heterogenu radnu sredinu, sa različitim nagibima slojeva i različite smičuće otpornosti. Ako se postojeća otpornost izrazi parametrima otpornosti smicanja, kohezijom i uglom unutrašnjeg trenja φ' u funkciji efektivnih napona $\sigma' = \sigma - u$, a upotrebna otpornost smicanja τ u mobilisanom stanju, ravnoteža se može izraziti jednačinom:

$$\tau = \frac{c' + (\sigma - u)tg\varphi'}{F_s}$$

Gde su:

- σ – ukupni normalni napon u tlu,
- u – pritisak porne vode.

Proračun stabilnosti kosina po Bišopu zasniva se na jednakosti momenata spoljnih sila, i unutrašnjeg otpora. Klizna prizma posmatrana u ravni, sa kosinom nagiba $l:m$ i probnim kliznim krugom poluprečnika R podeli se na lamele širine do $b = 2$ m. Za svaku lamelu se određuje naponsko stanje, pri čemu se usvaja pretpostavka da je osnova lamele pravac umesto luka. Na lamelu deluju sledeće sile:

- E_n i E_{n+1} – horizontalne sile smicanja na bočne strane lamele,
- x_n i x_{n+1} – vertikalne sile smicanja duž bočnih strana lamela,
- W – težina lamele koja deluje na njenu osnovu,

- N – normalna sila na osnovu lamele, i
- T – sila smicanja na osnovu lamele.

Ugao nagiba osnove lamele prema horizontali označen je sa α , a odstojanje osovine lamele od centra rotacije sa x . Uslov ravnoteže sa faktorom sigurnosti F_s je:

$$\frac{\Sigma W \cdot x}{R} = \frac{1}{F_s} \cdot \Sigma (c' \cdot l + N' \cdot \operatorname{tg} \varphi')$$

Odakle je:

$$F_s = \frac{R}{\Sigma W \cdot x} \cdot \Sigma (c' \cdot l + N' \cdot \operatorname{tg} \varphi')$$

Zamenom $l = b \cdot \sec \alpha$ i $x = R \cdot \sin \alpha$, dobija se:

$$F_s = \frac{l}{\Sigma W \cdot \sin \alpha} \cdot \Sigma (c' \cdot b \cdot \sec \alpha + N' \cdot \operatorname{tg} \varphi')$$

Zamenjujući $l = \frac{b}{\cos \beta}$, dobija se faktor sigurnosti:

$$F_s = \frac{l}{\Sigma W \cdot \sin \alpha} \cdot \Sigma (c' \cdot b + \operatorname{tg} \varphi' (W - u \cdot b + (x_n - x_{n+1}))) \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\operatorname{tg} \varphi' \cdot \operatorname{tg} \alpha}{F_s}}$$

Rešavanjem problema stabilnosti kosine određuje se faktor sigurnosti F_s . Vrednosti za $(x_n - x_{n+1})$ nalaze se putem uzastopnih proba (iteracijom). Početna vrednost za F_s određuje se za pretpostavku da je $\Sigma(x_n - x_{n+1}) = 0$. Međutim, treba isprobati dve do tri vrednosti za F_s u tom izrazu. Za tako dobijene vrednosti F_s , određuju se vrednosti m , a zatim se uvode različite vrednosti za $(x_n - x_{n+1})$. Sa takvim vrednostima izračuna se F_s , a zatim se ovaj postupak ponavlja, dok se ne zadovolje uslovi $\Sigma(x_n - x_{n+1}) = 0$ i

$\Sigma(E_n - E_{n+1}) = \Sigma \left[\frac{m}{F_s} \sec \alpha - (W + x_n - x_{n+1}) \operatorname{tg} \alpha \right]$. Na taj način dobija se konačna vrednost F_s , pri kojoj i uslovi za ravnotežu svake lamele moraju biti zadovoljeni. S obzirom na to da u realnosti postoji više različitih raspodela sila $(x_n - x_{n+1})$ koje zadovoljavaju jednačinu $\Sigma(E_n - E_{n+1}) = \Sigma \left[\frac{m}{F_s} \sec \alpha - (W + x_n - x_{n+1}) \operatorname{tg} \alpha \right]$, to će i odgovarajuće vrednosti koeficijenta F_s biti različite. Bishop je utvrdio da su varijacije vrednosti koeficijenta F_s za različite raspodele sila $(x_n - x_{n+1})$ beznačajne i ne prelaze vrednost od 1%.

Postupak za određivanje faktora sigurnosti po metodi Bišop je sledeći. Pretpostave se tri faktora sigurnosti $F_s = 1,00$, $F_s = 1,50$ i $F_s = 2,00$ i konstruiše se dijagram $F_1 - F_2 - F_3$. Za svaku od ovih vrednosti i usvojene koeficijente porne vode r_u , izračunaju se odgovarajuće vrednosti faktora sigurnosti F_1' , F_2' i F_3' . Dobijene vrednosti faktora $F_1' - F_2' - F_3'$ u preseku sa faktorima $F_1 - F_2 - F_3$, daju faktor sigurnosti F za datu kliznu ravan i usvojenu vrednost koeficijeta pritiska

porne vode r_u . Da bi se dobile kritične klizne ravni sa najmanjom vrednošću faktora sigurnosti, određuju se faktori sigurnosti F za veći broj kliznih ravni i vrednosti koeficijeta pritiska porne vode r_u zavisno od stepena vlažnosti. Za ove proračune koriste se računarski programi namenjeni za određivanje stabilnosti.

Metoda Morgenstern – Price

Ova metoda se primenjuje za analizu kosina sa pretpostavljenim ili potencijalnim kliznim ravnima složenog oblika. Razlikuje se od metode Janbu po tome što ravnomerna sila pojedinačnih lamela zadovoljava za pravce normalne i paralelne osnovama lamela, umesto horizontalne i vertikalne. Uslov ravnoteže delujućih sila je isti kao i kod metode Janbu uvođenjem diferencijalnih jednačina ravnoteže mase iznad pretpostavljene klizne ravni.

Sile koje deluju na infinitezimalnu lamelu širine dx , pod uglom nagiba α osnove lamele prema horizontali su:

- E' – efektivna horizontalna sila na vertikalne bočne strane lamele;
- $\bar{x}$ – vertikalna sila smicanja duž bočne strane lamele;
- dE' i $d\bar{x}$ – priraštaj sila E' i $\bar{x}$ na širini lamele $d\chi$;
- dw – težina lamele;
- dN – efektivni pritisak na osnovu lamele;
- dS_m – mobilisana čvrstoća smicanja tla duž osnove lamele $dS_m = \frac{S}{F}$;
- F = faktor sigurnosti.

Polazna pretpostavka po ovoj metodi je da sile dw i dN prolaze kroz središte lamele osnove M . Jednačina momenta oko središta M je:

$$E' \frac{dy'}{dx} + \frac{dE'}{dx} \left[y' \frac{1}{t} + dy'_t - y - \frac{dy}{2} \right] + d\bar{x} \frac{dx}{2} - \bar{x} = 0$$

Približavanjem dx nuli, prethodni izraz se približava sledećoj granici:

$$\left(y'_t - y \right) \frac{dE'}{dx} + E' \frac{dy'_t}{dx} \bar{x} = 0$$

Diferencijalne jednačine ravnoteže sila po pravcima normalnim i paralelnim osnovama lamela su:

$$dN - dw \cos \alpha - d\bar{x} \cos \alpha + dE' \sin \alpha = 0$$

$$dS_m - dE' \cos \alpha - d\bar{x} \sin \alpha + dw \sin \alpha = 0$$

Mobilisana čvrstoća smicanja tla ds_m , može se izračunavati pomoću Mohr – Coulombovog kriterijuma loma za sile koje deluju u osnovi lamele u uslovima faktora sigurnosti F :

$$ds_m = \frac{1}{F} \left[C'_m \frac{dx}{\cos \alpha} + dN' \operatorname{tg} \varphi'_m \right]$$

Dobija se sledeća diferencijalna jednačina:

$$\frac{C'_m}{F} \left[1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right] + \frac{\operatorname{tg} \varphi'_m}{F} \left[\frac{dw}{dx} + \frac{d\bar{X}}{dx} - \frac{dE'}{dx} \cdot \frac{dy}{dx} \right] = \frac{dE'}{dx} + \frac{d\bar{X}}{dx} \cdot \frac{dy}{dx} + \frac{dw}{dx} \cdot \frac{dy}{dx}$$

Za rešavanje ovog problema Morgenstern i Price su pretpostavili odnos između unutrašnjih sila E' i $\bar{X}$ u sledećem obliku:

$$\bar{X} = \lambda f(x) E'$$

Gde su:

- λ – faktor razmene,
- $f(x)$ – funkcija položaja, definiše varijacioni odnos između međulamelarne sile smicanja $\bar{X}$ i efektivne horizontalne sile E' na vertikalnu stranu lamele.

Funkcija $f(x)$ bira se proizvoljno, ali je prihvatljiva samo za slučaj kad se dobiju logične vrednosti rešenih nepoznatih. Da bi se došlo do rešenja, prethodne jednačine integrišu se u intervalu x definisanom potencijalnom kliznom masom, radi provere zadovoljenja konturnih uslova. Integracija se uprošćava ako se klizno telo подели u veći broj vertikalnih lamela konačne veličine, tako da je svaka lamela linearizovana.

U tom slučaju se u okviru svake pojedine lamele karakteri stalne veličine menjaju linearno. Osnovica svake lamele je prava linija. Površina terena na vrhu svake lamele i granice između pojedinih vrsta tla u svakoj lameli su linearni, tako da se težina menja linearno duž svake lamele. Takođe se pretpostavlja da se funkcija $f(x)$ menja linearno duž svake lamele. Podele na lamele se tretiraju kao diskontinuiteti. Da bi se izvršila integracija za svako klizno telo, integrišu se sukcesivno pojedine lamele.

Podeli li se klizno telo na više vertikalnih lamela širine polazeći od početka klizne ravni, gde je E_i jednako konturnoj vrednosti E'_0 , koja je obično nula. Vrednost E' na desnoj ivici lamele može se izračunati po jednačini:

$$E' = \frac{1}{L + Nx} \left(E'_i \cdot L + \frac{Nx^2}{2} + PZ \right)$$

Tako dobijena vrednost E' , služi kao vrednost E_i za sledeću lamelu. Integracija se nastavlja na isti način sve do poslednje lamele. Tada, ako su konturni uslovi zadovoljeni, vrednost sile E' na kraju kliznog tela biće jednaka poznatoj konturnoj vrednosti E'_n koja je najčešće nula.

Ako treba da se zadovolji potpuna ravnoteža celog kliznog tela, moraju se zadovoljiti konturni uslovi i u odnosu na unutrašnje momente:

$$M = E' \left(Y'_i - Y \right) = \int_{x=0}^x \left(\chi - E' \frac{dy}{dx} \right) dx$$

Konturni uslovi u odnosu na unutrašnje momente su zadovoljeni kada je integral celog kliznog tela jednak poznatoj konturnoj vrednosti M_n , koja je obično nula. Ovo rešenje zahteva pretpostavku funkcija $f(x)$ i početnog niza vrednosti za F i χ . Tada treba izvršiti integraciju duž svih lamela sukcesivno jedne za drugom, radi određivanja vrednosti E_n i M_n na kraju klizne ravni. Ako konturni uslovi nisu zadovoljeni, tada se integracijom biraju nove vrednosti za F i χ iterativnim postupkom, sve dok konfuzni uslovi ne budu zadovoljeni. Kada se na kraju sve to postigne, ispituje se logičnost izračunate linije efektivnog potiska veličine međulamelarnih sila $\bar{X}$. Ako se oceni da je jedan od ova dva uslova nezadovoljavajući, cela procedura mora se obnoviti, počevši sa odabiranjem nove funkcije $f(x)$, sve dok se ne dobije zadovoljavajuće rešenje. Koristeći ovu metodu, zbog velikog broja operacija potrebnih za dobijanje rešenja, proračuni se vrše računarskim programima za analizu stabilnosti.

Metoda Janbu

Poračun stabilnosti metodom Janbu se primenjuje u uslovima složenog nehomogenog sastava tla, sa složenim oblikom klizne ravni. Metoda Janbu predstavlja analitičko rešenje metode lamela sa složenom površinom klizanja. Kritična klizna ravan se određuje analizom različitih geometrija i odabiranjem one koja daje najmanji koeficijent sigurnosti.

Ispitivana zona se deli na lamele i što je njihov broj veći to je i proračunata vrednost preciznija. Obično se klizno telo deli na 30 do 50 lamela. Na svaku lamelu deluju sile:

- W – težina lamele,
- N – normalni napon na osnovu lamele,
- S – rezultanta smičućeg napona na osnovu lamele,
- X, X' – vertikalne sile duž bočnih strana lamele,
- E, E' – Horizontalne sile na bočnim stranama lamele,
- u – sila pritiska vode u osnovi lamele.

Kod proračuna se usvaja da se bočne sile na stranicama lamele poništavaju. Smičući napon na osnovu lamele dat je kao:

$$(\sigma - u) \tan \varphi' + c'$$

Gde su:

- σ – totalni napon,
- φ' – efektivni ugao unutrašnjeg trenja,
- c' – efektivna kohezija.

Koeficijent stabilnosti F za celu kosinu definiše se tako što se φ' i c' za svaku lamelu zamenjuju sa φ'/F i c'/F . Kao početna vrednost koeficijenta stabilnosti usvaja se $F = 1$. Kada se odredi nova vrednost koeficijenta stabilnosti onda se ona koristi za proračunavanje φ' i c' . Iterativni postupak se ponavlja sve dok se ne postigne zahtevana tačnost. Obično se uzima da razlika dve uzastopne iteracije bude manja od 0,001.

Vrednosti napona σ i uzgona vode u određuju se formulama:

$$u = \gamma_w h_w$$

$$\sigma = \gamma_r h_r \cos^2 \alpha$$

Gde su:

- γ_w – zapreminska težina vode,
- γ_r – zapreminska težina materijala,
- h_w – visina nivoa vode,
- h_r – visina lamele.

Kao početno stanje efektivnog normalnog napona, može da se usvoji:

$$\sigma' = \sigma - u$$

Rezultat koeficijenta stabilnosti se koristi da bi se odredila ispravljena vrednost efektivnog normalnog napona σ' koja ne zavisi samo od γ_w , γ_r , h_w i h_r , nego i od parametara čvrstoće na bazi svake lamele. Formula za efektivni normalni napon je:

$$\sigma' = \frac{\gamma_r h_r - \gamma_w h_w - \frac{c' \tan \alpha}{F}}{1 + \frac{\tan \varphi' \tan \alpha}{F}}$$

Ovako dobijena novoodređena vrednost efektivnog normalnog napona σ' , daje nešto drugačiju vrednost čvrstoće na smicanje za svaku lamelu, i novu vrednost koeficijenta stabilnosti F za celu kliznu ravan. Postupak se ponavlja sve dok se ne dobije tražena tačnost.

Za relativno plitka i izdužena klizna tela i sa malim promena ma ugla α , koristi se uprošćena Janbu metoda za anлізу stabilnosti. Zasniva se takođe na uslovima ravnoteže sila za svaku lamelu, ali bez proračuna vertikalnih sila na bočnim stranama lamele. Umesto njih uvodi se

боčni фактор корекције f_0 с тим што се усваја да је $T = 0$. Поред тога, не поставља се ни услов равнотеже momenata делујућих сила на ламеле. Фактор сигурности се рачуна по обрасцу:

$$F = \frac{f_0 \Sigma \frac{(C' + (P - U) \operatorname{tg} \varphi') \cdot b}{n \alpha}}{P \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot b + Q}$$

Gде су:

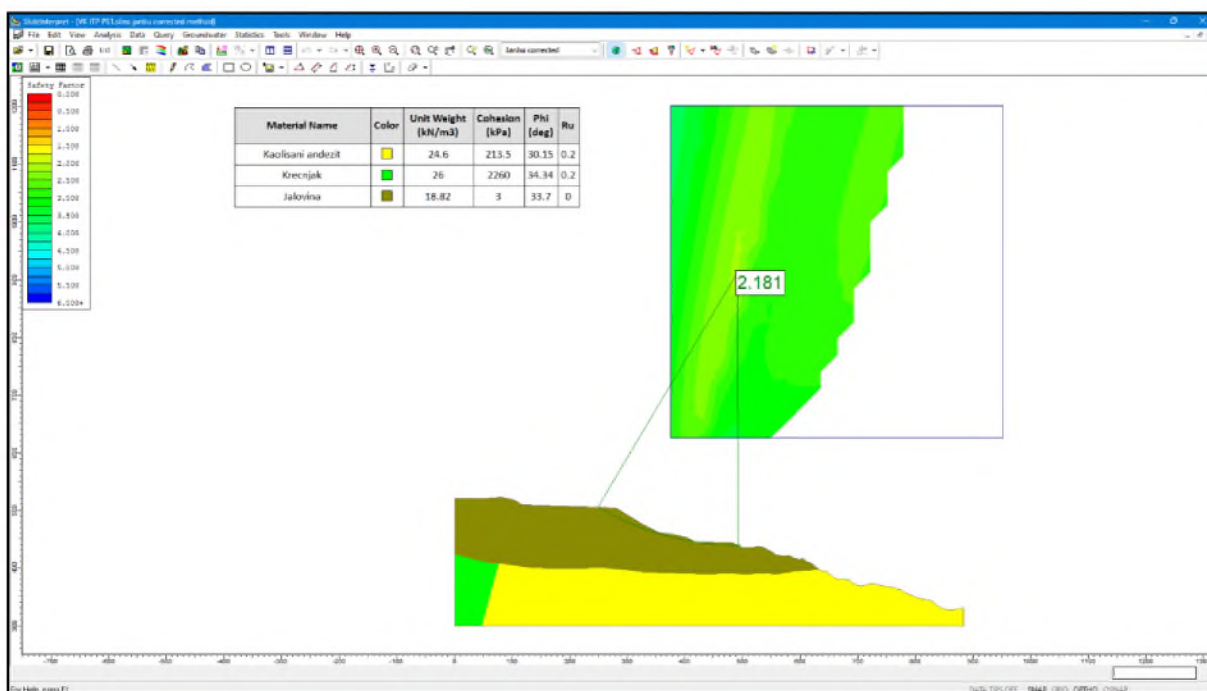
- $P = (z - h) \cdot \gamma + h \cdot \gamma' + h \cdot \gamma_w$
- $Q = H_1 - H_2$ – разлика сила хоризонталног притиска
- f_0 – фактор корекције зависан од дужине L и дубине клизне равни d , као и од коhezije C и угла унутрашњег трења φ

Коначан образац за фактор сигурности може да се напише у облику:

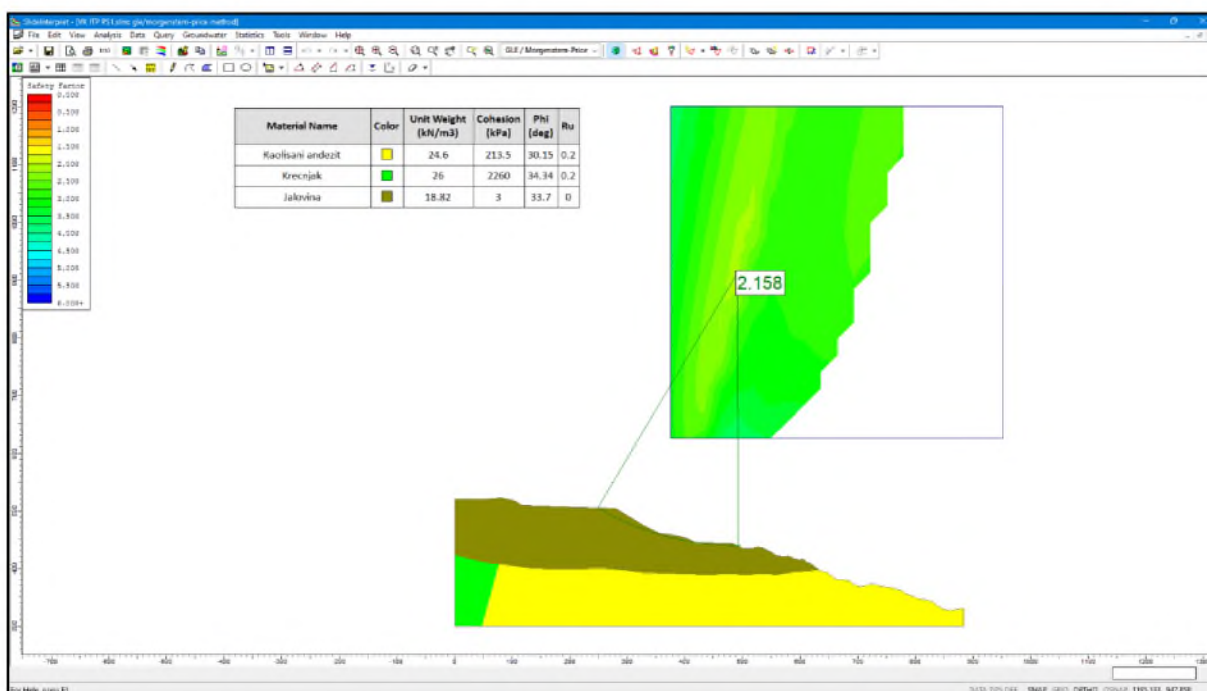
$$F = \frac{f_0 \Sigma \frac{C \cdot b + (W_1 + W_2 - U \cdot b) \operatorname{tg} \varphi'}{n \alpha}}{\Sigma W \cdot \operatorname{tg} \alpha + Q}$$

Прорачун стабилности постојећег стања одлагалишта, извршен је рачунарским програмом Slide v6.0 на анализним профилима, условом граничне равнотеже, методима Bishop, Morgenstern – Price и Janbu.

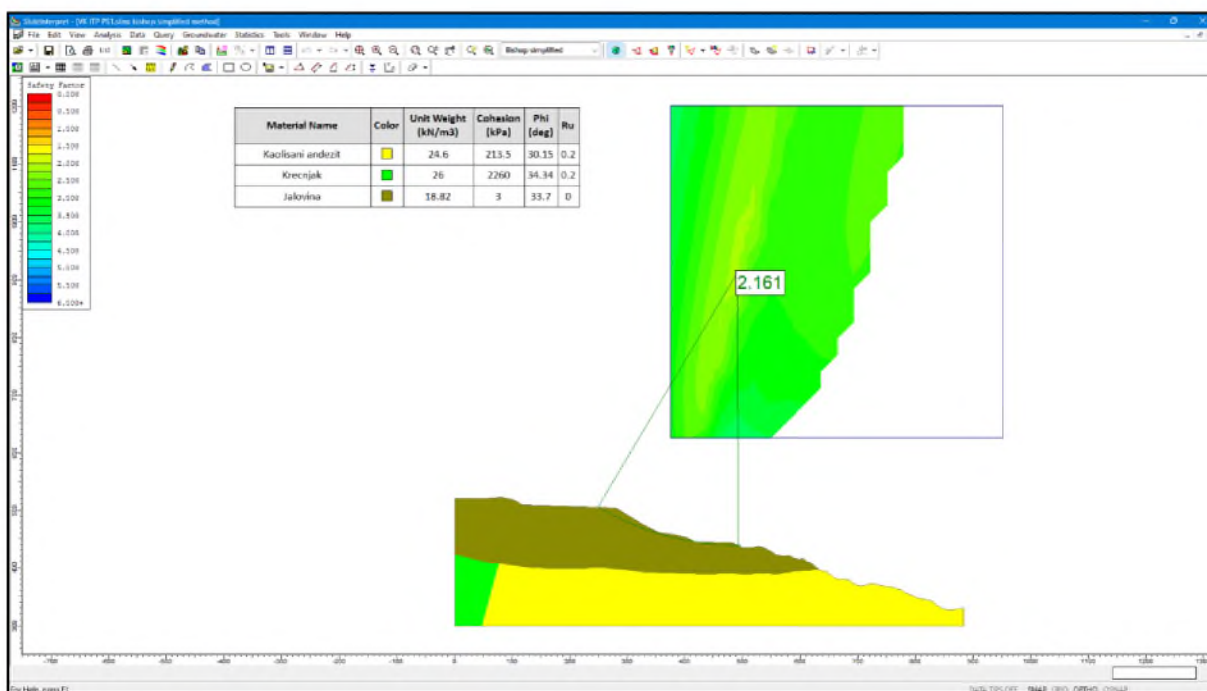
Излазни интерфејс из програма приказан је на сликама 9.9 – 9.35 а збирни преглед добијених коефицијената сигурности у табели 9.3. На излазном интерфејсу програма Slide v6.0 приказане су клизне равни са најмањим коефицијентом сигурности на сваком профилу. По свим осталим клизним равнима, коефицијенти сигурности су већи од приказаних.



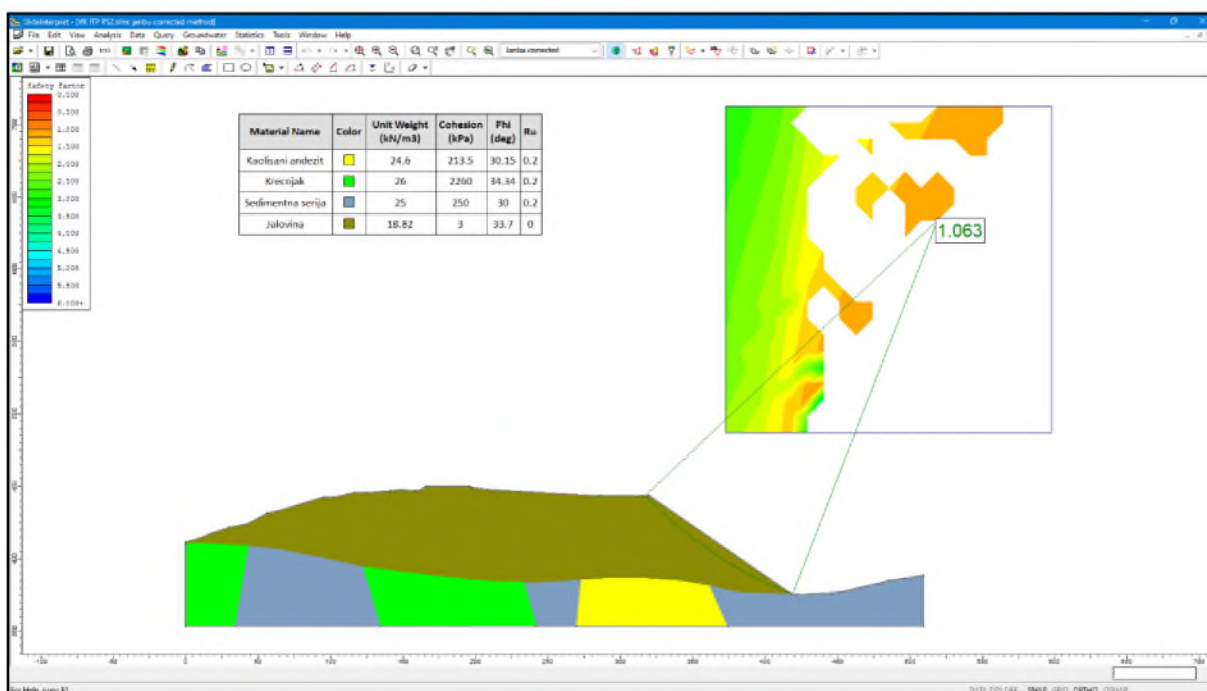
Slika 9.9. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Janbu



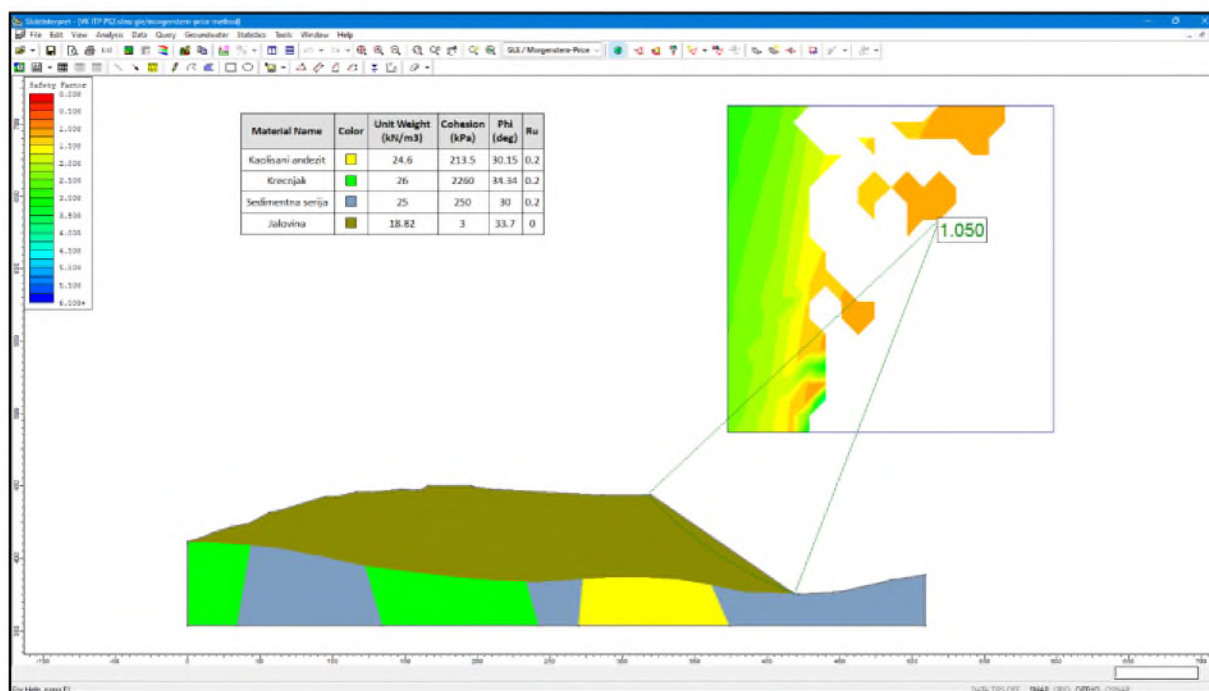
Slika 9.10. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Morgenstern – Price



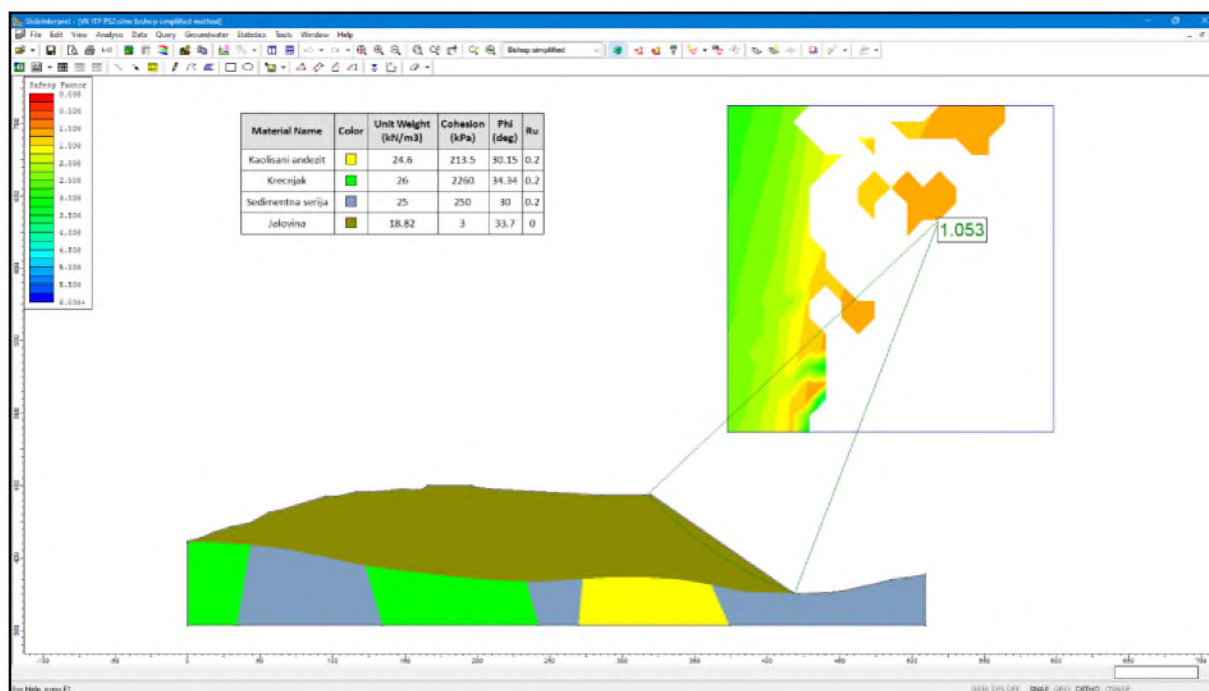
Slika 9.11. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Bishop



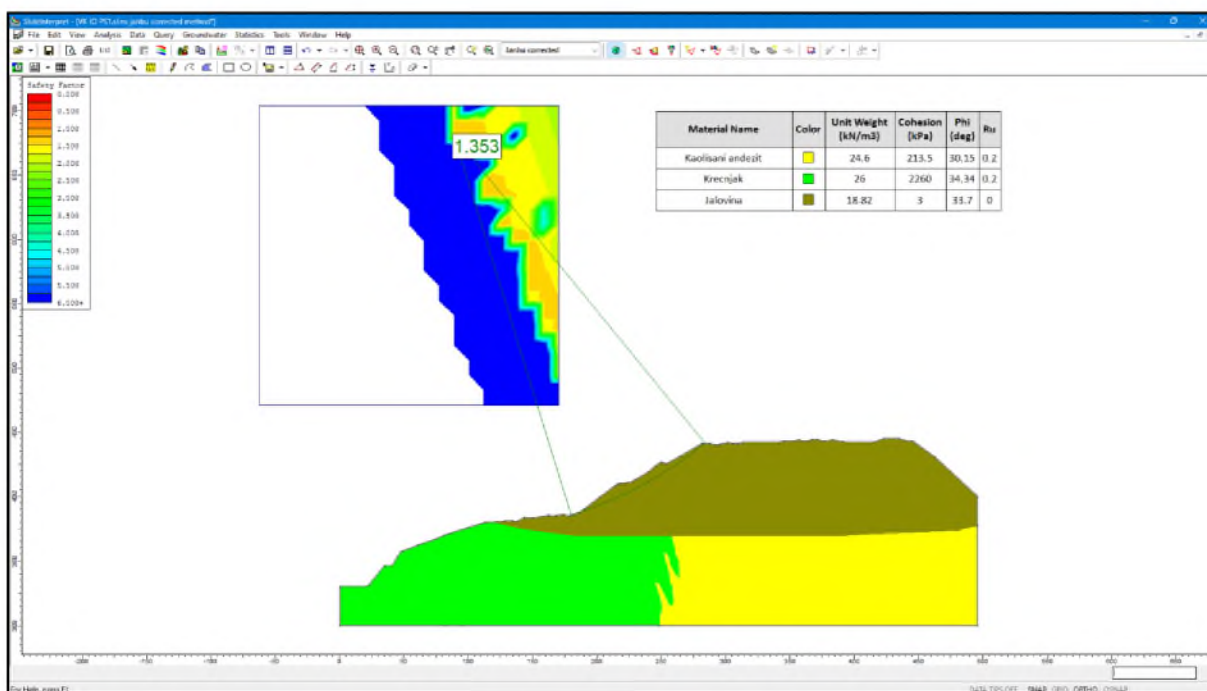
Slika 9.12. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Janbu



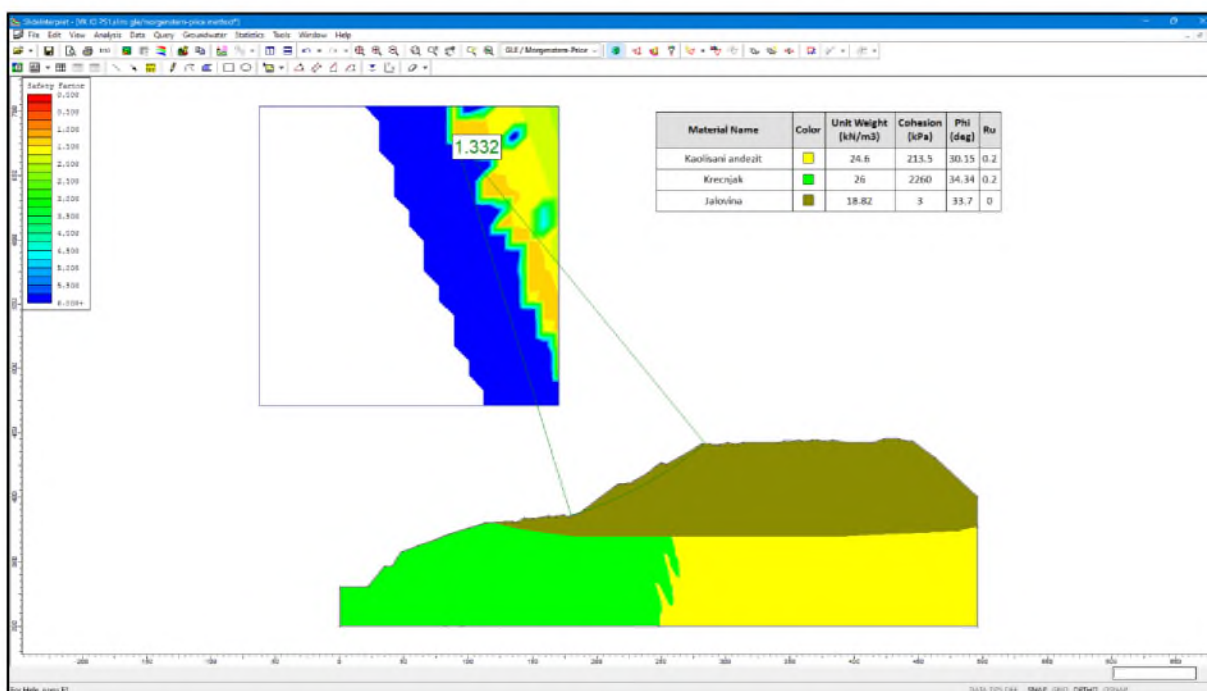
Slika 9.13. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P2 – P2’ po metodi Morgenstern – Price



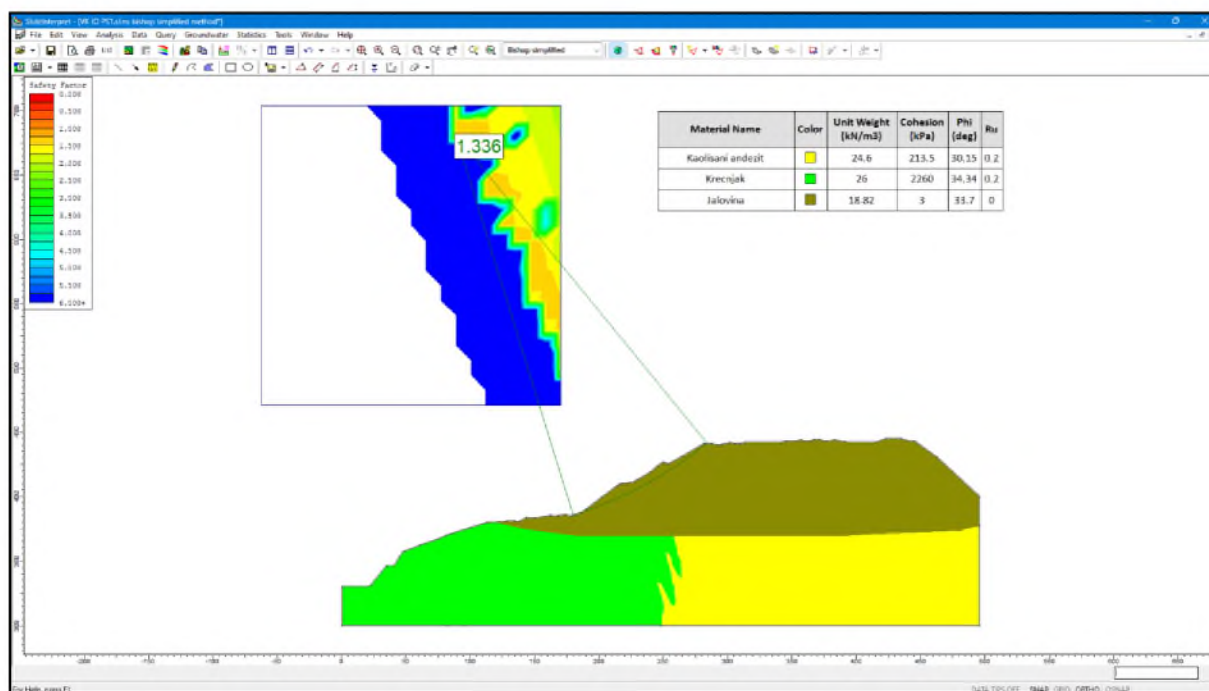
Slika 9.14. Proračun stabilnosti odlagališta „Todorov potok“ na profilu P2 – P2’ po metodi Bishop



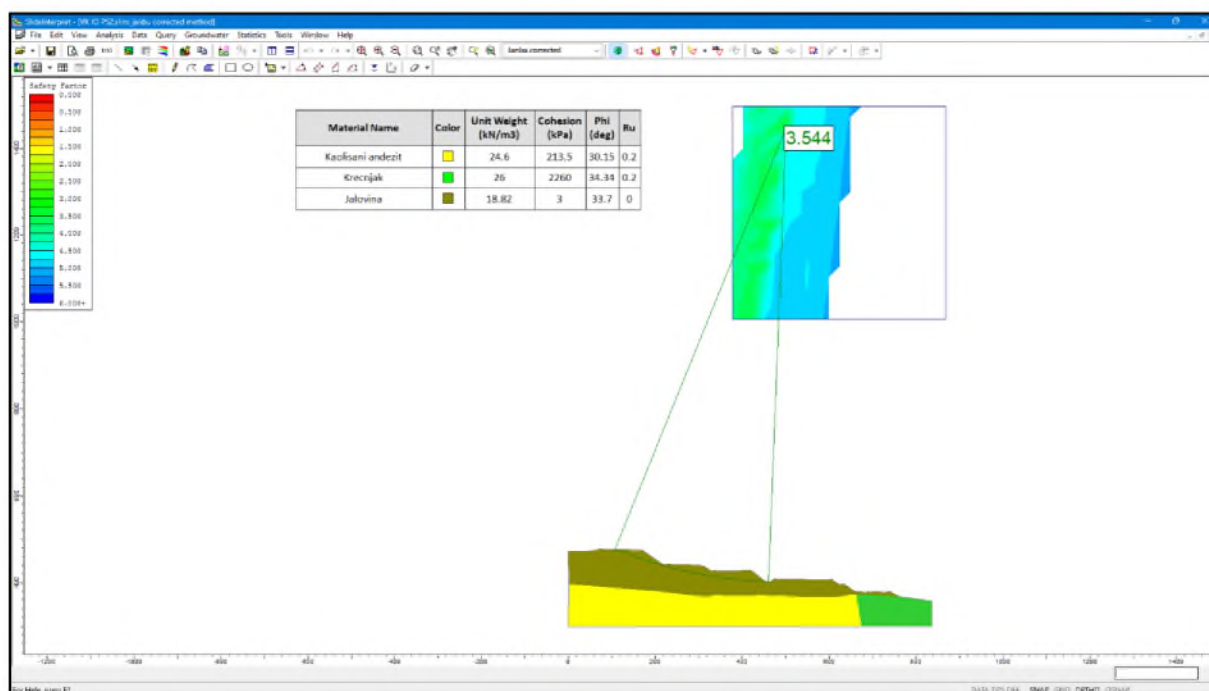
Slika 9.15. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P1 – P1' po metodi Janbu



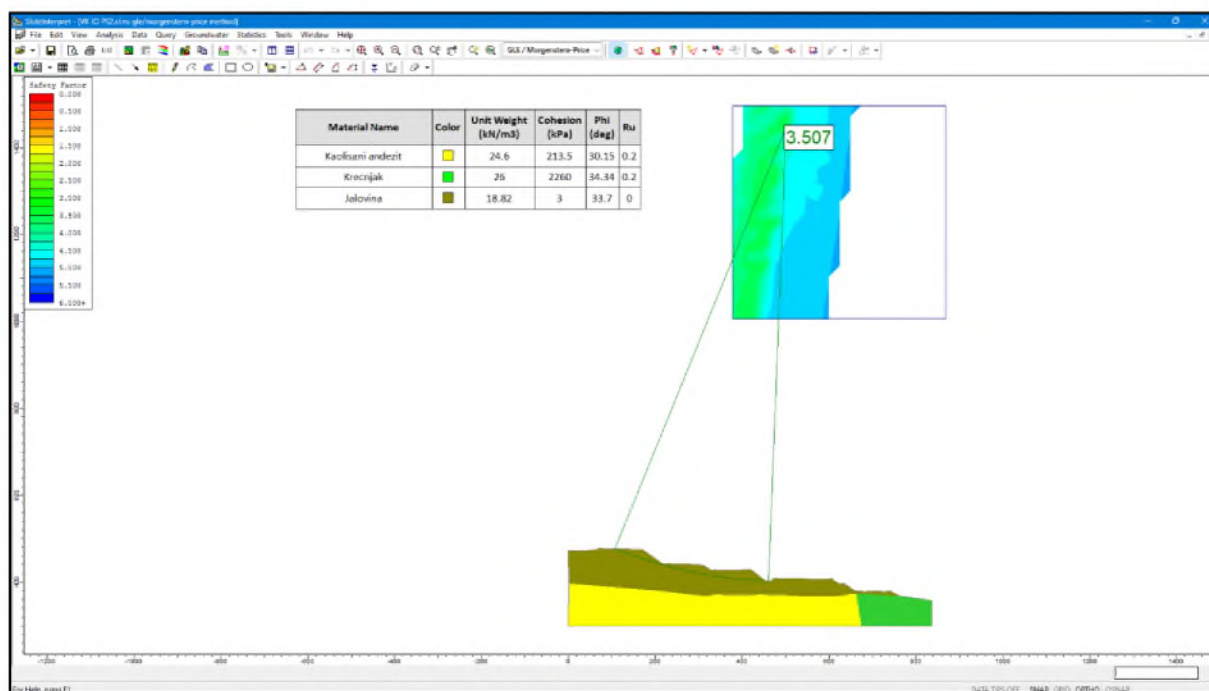
Slika 9.16. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P1 – P1' po metodi Morgenstern – Price



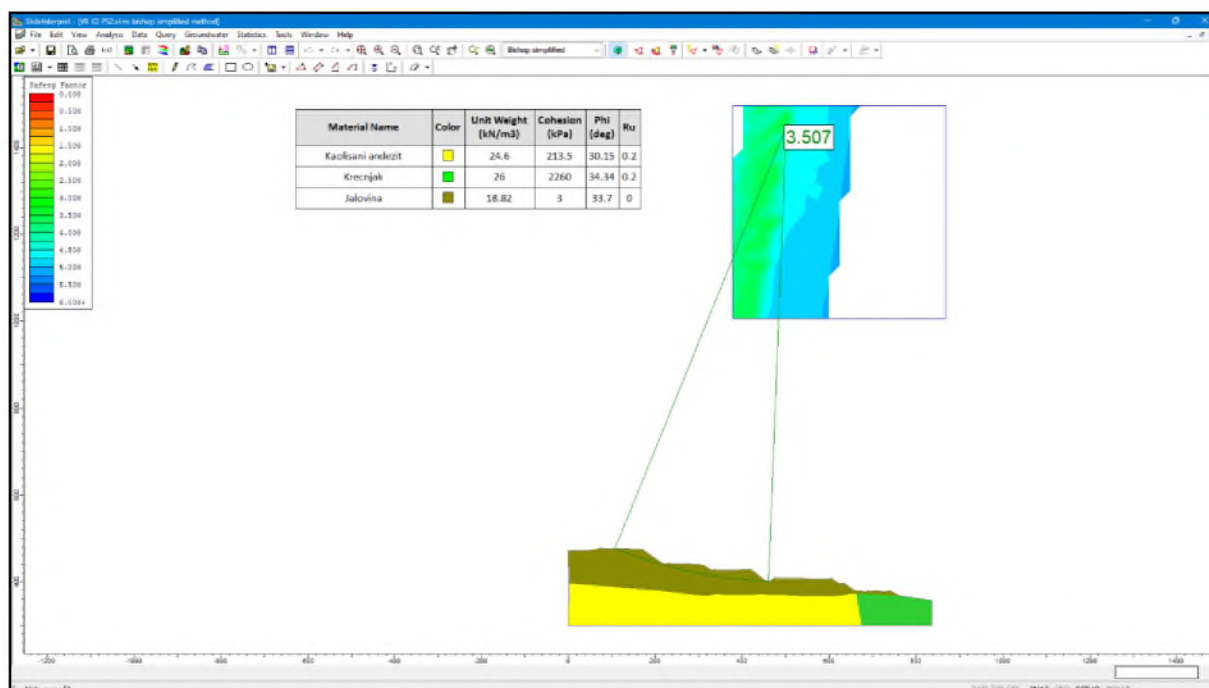
Slika 9.17. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P1 – P1' po metodi Bishop



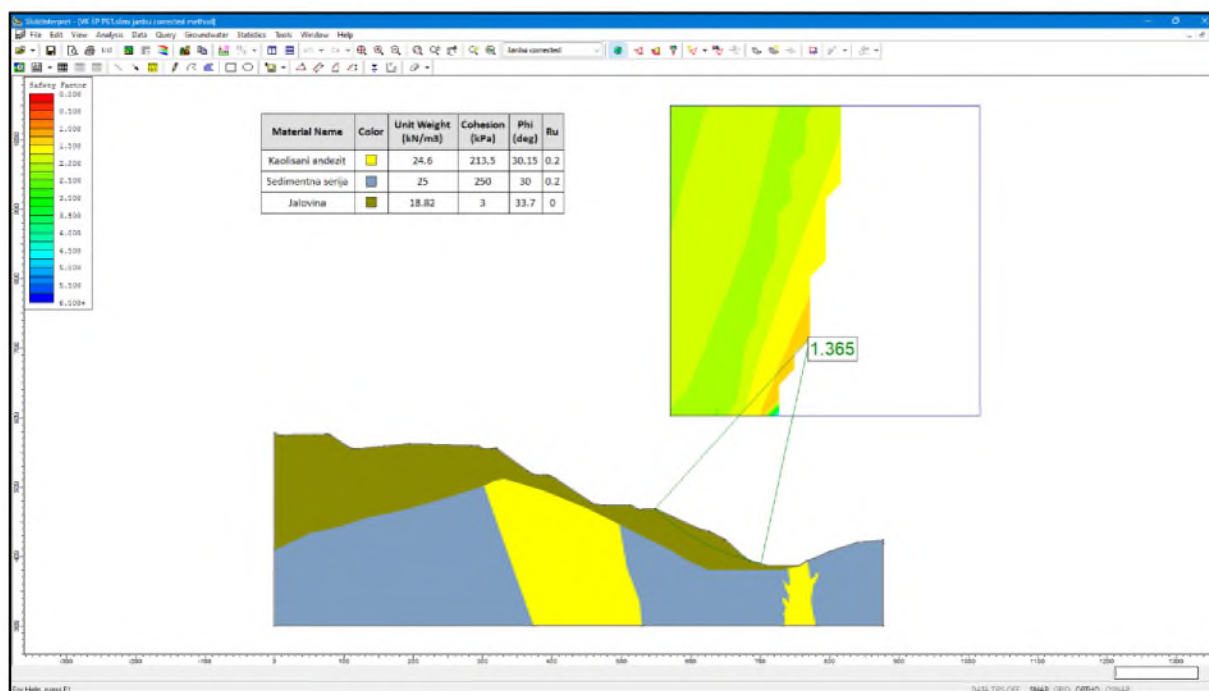
Slika 9.18. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P2 – P2' po metodi Janbu



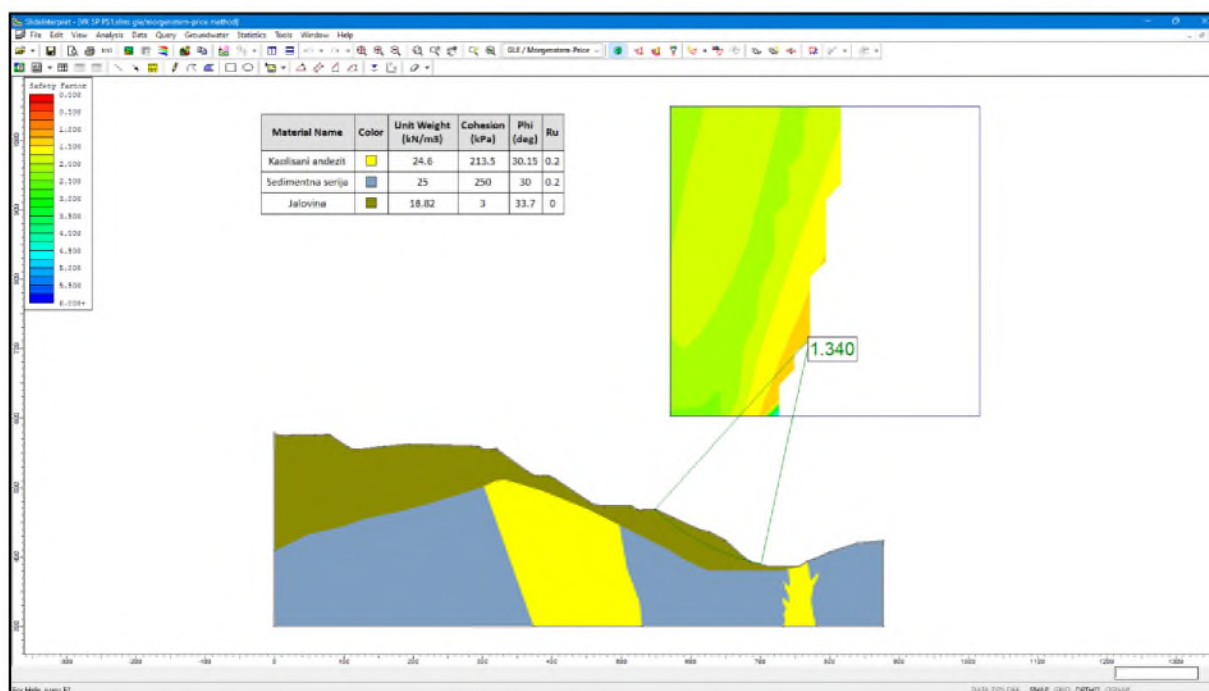
Slika 9.19. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P2 – P2' po metodi Morgenstern – Price



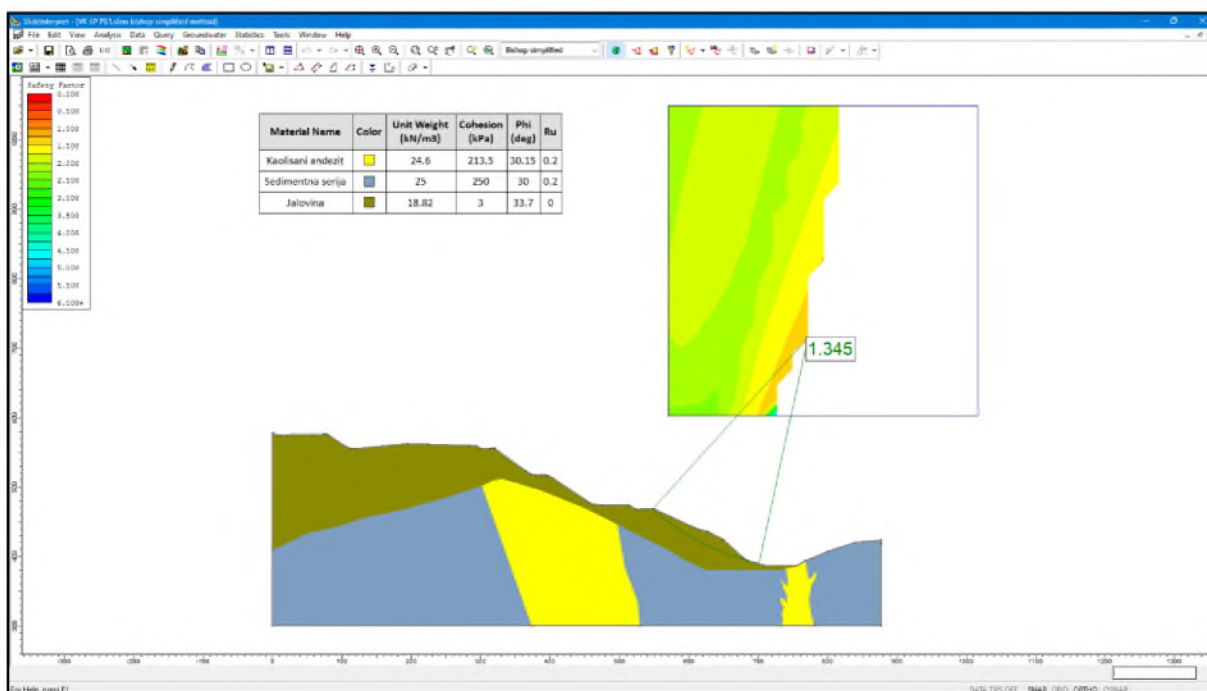
Slika 9.20. Proračun stabilnosti odlagališta „Istočno odlagalište“ na profilu P2 – P2' po metodi Bishop



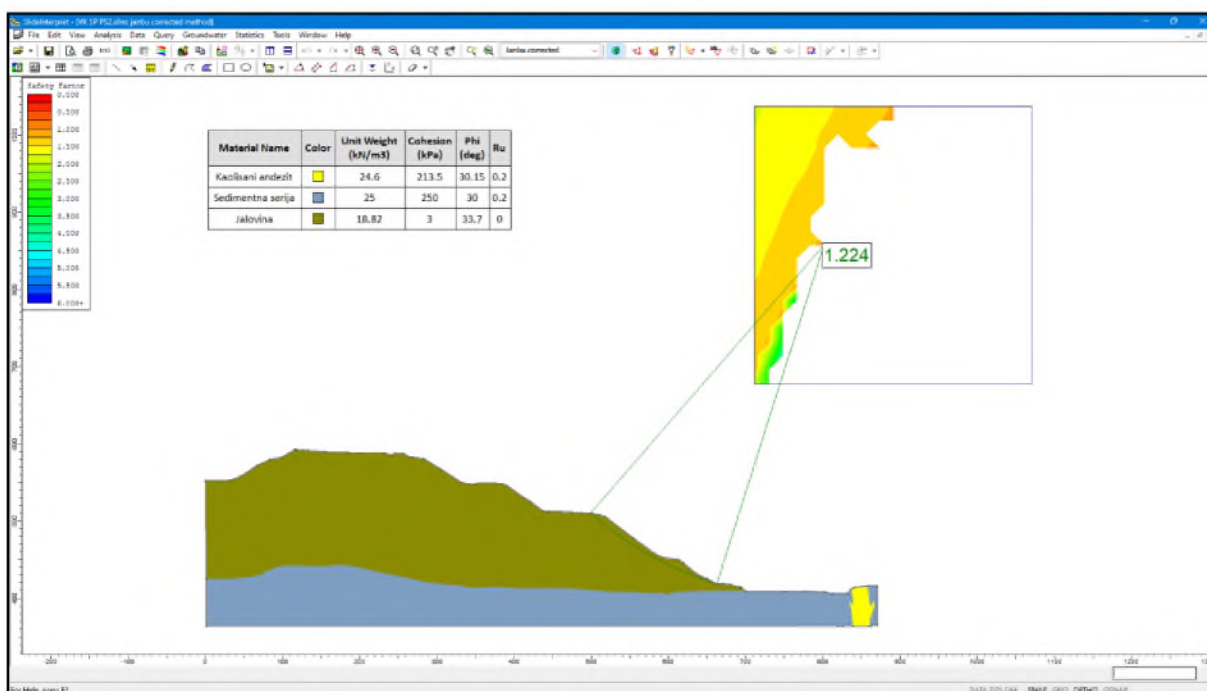
Slika 9.21. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Janbu



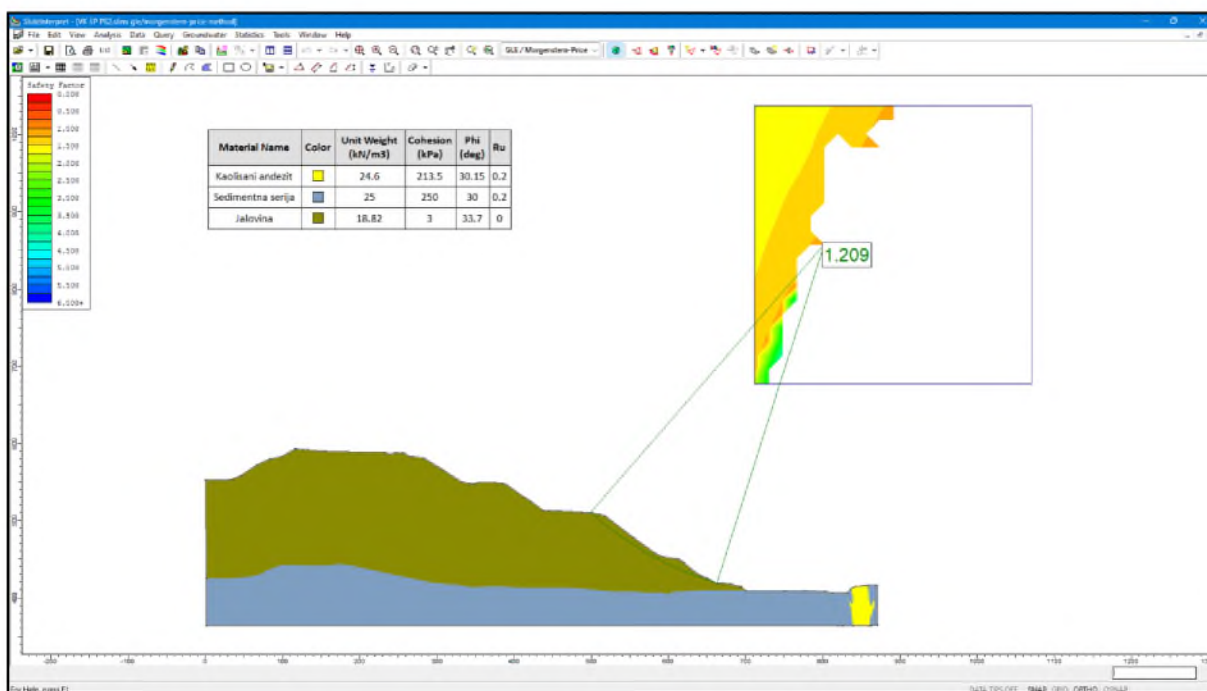
Slika 9.22. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Morgenstern – Price



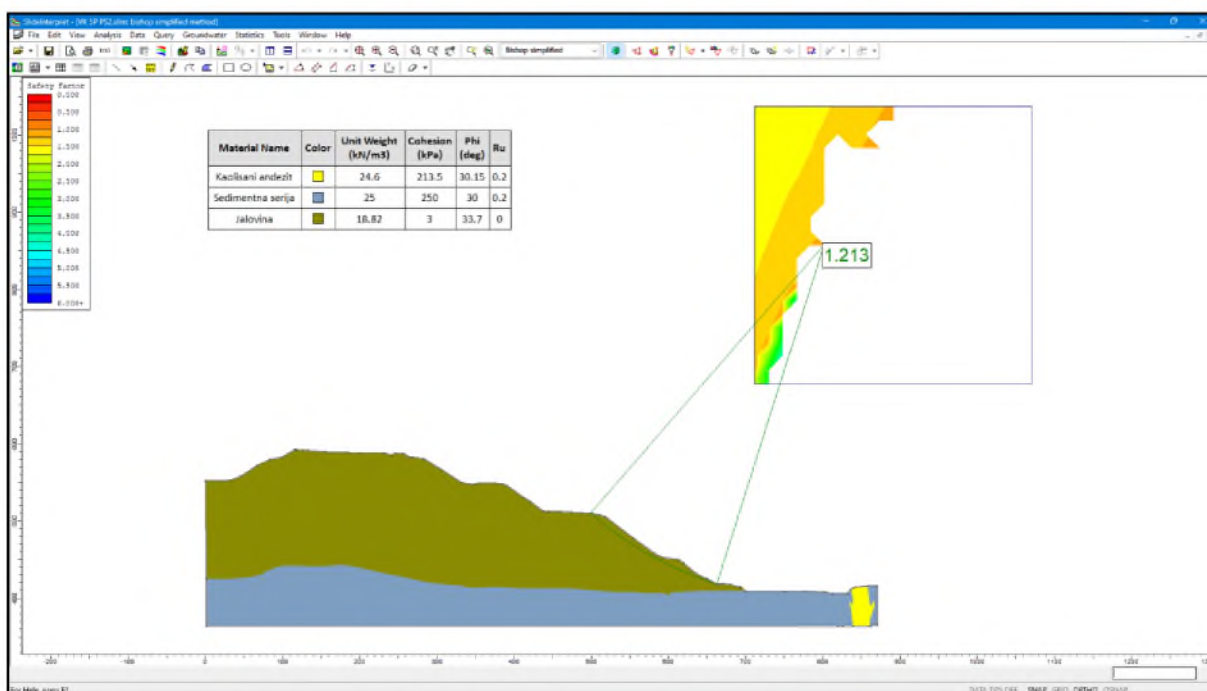
Slika 9.23. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P1 – P1' po metodi Bishop



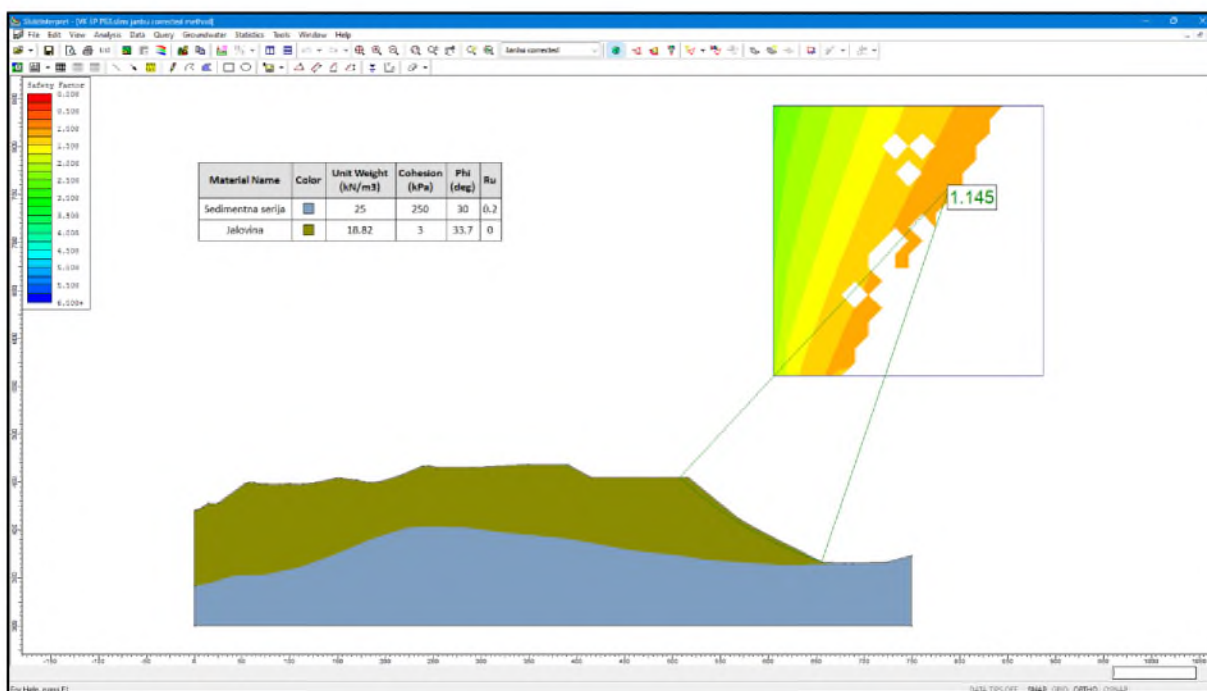
Slika 9.24. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Janbu



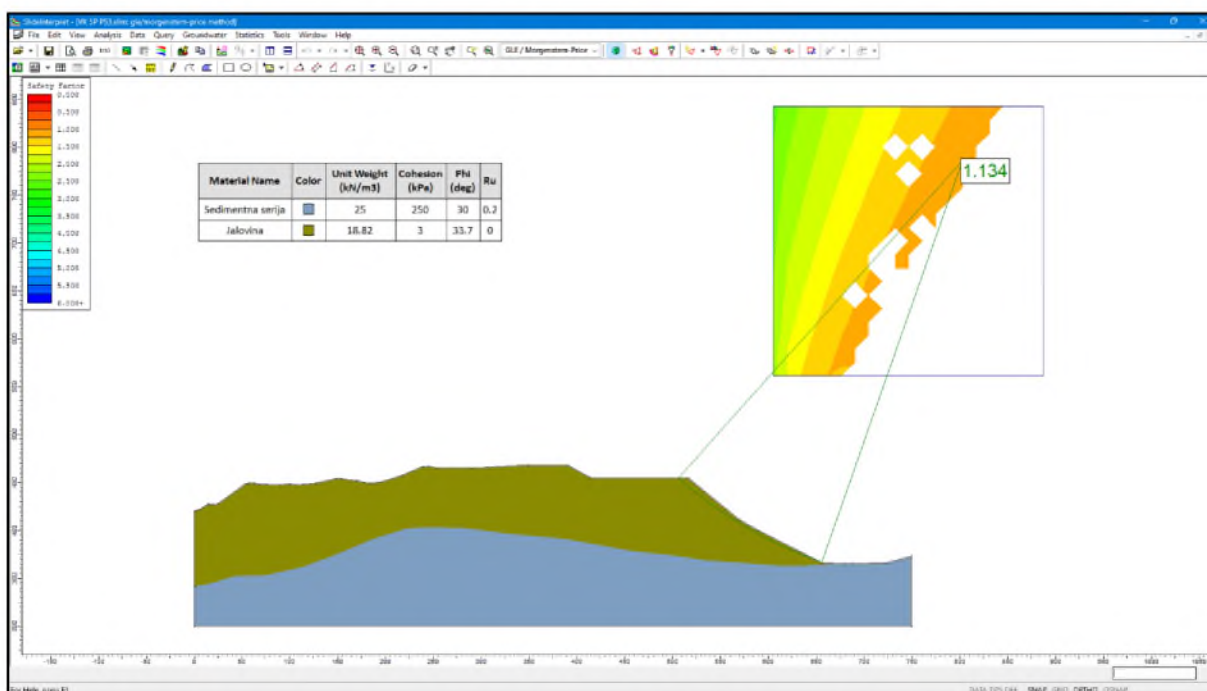
Slika 9.25. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Morgenstern – Price



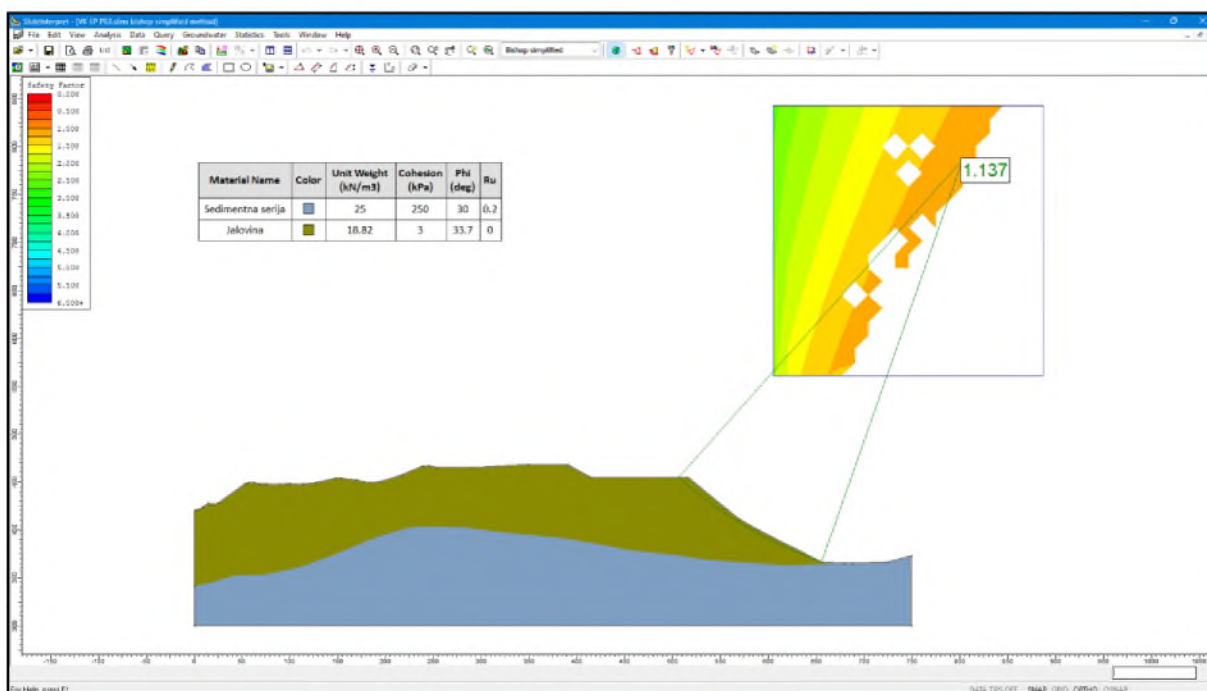
Slika 9.26. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P2 – P2' po metodi Bishop



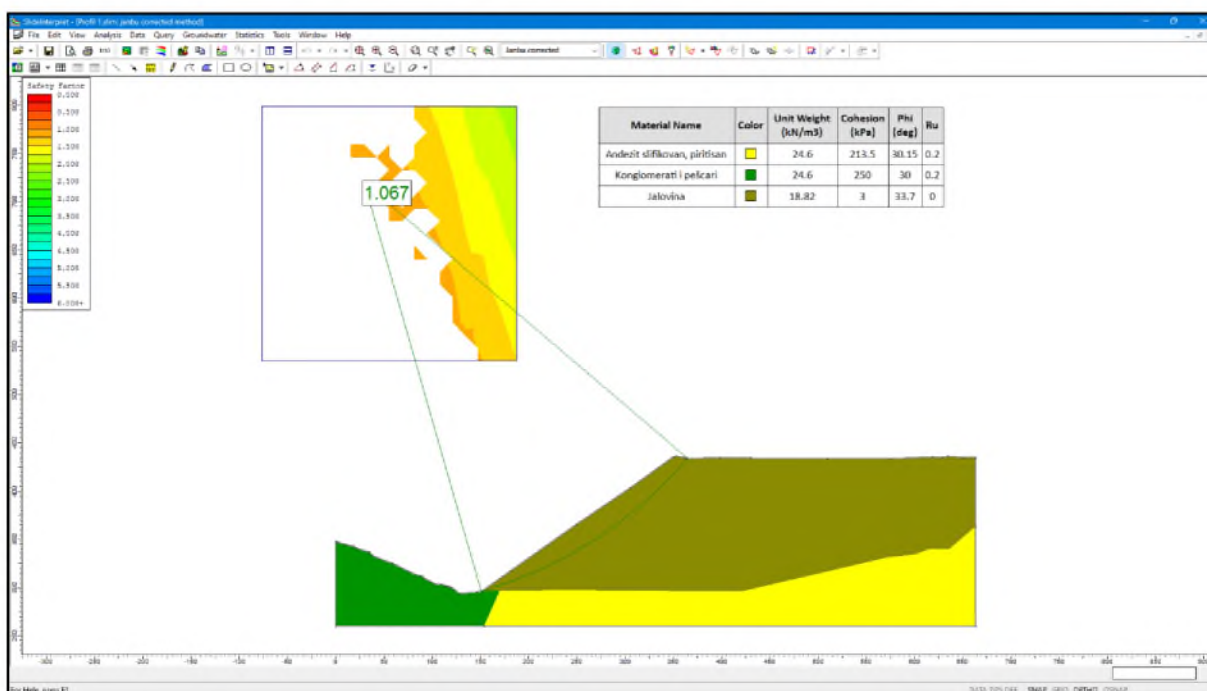
Slika 9.27. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P3 – P3' po metodi Janbu



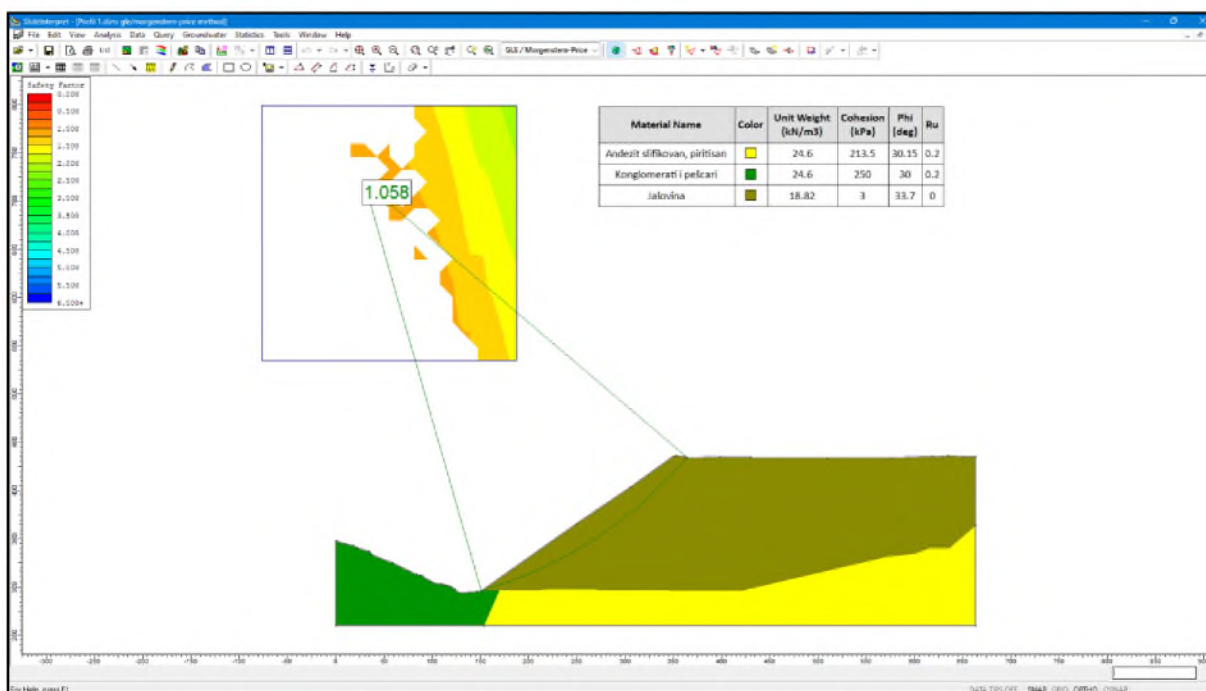
Slika 9.28. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P3 – P3' po metodi Morgenstern – Price



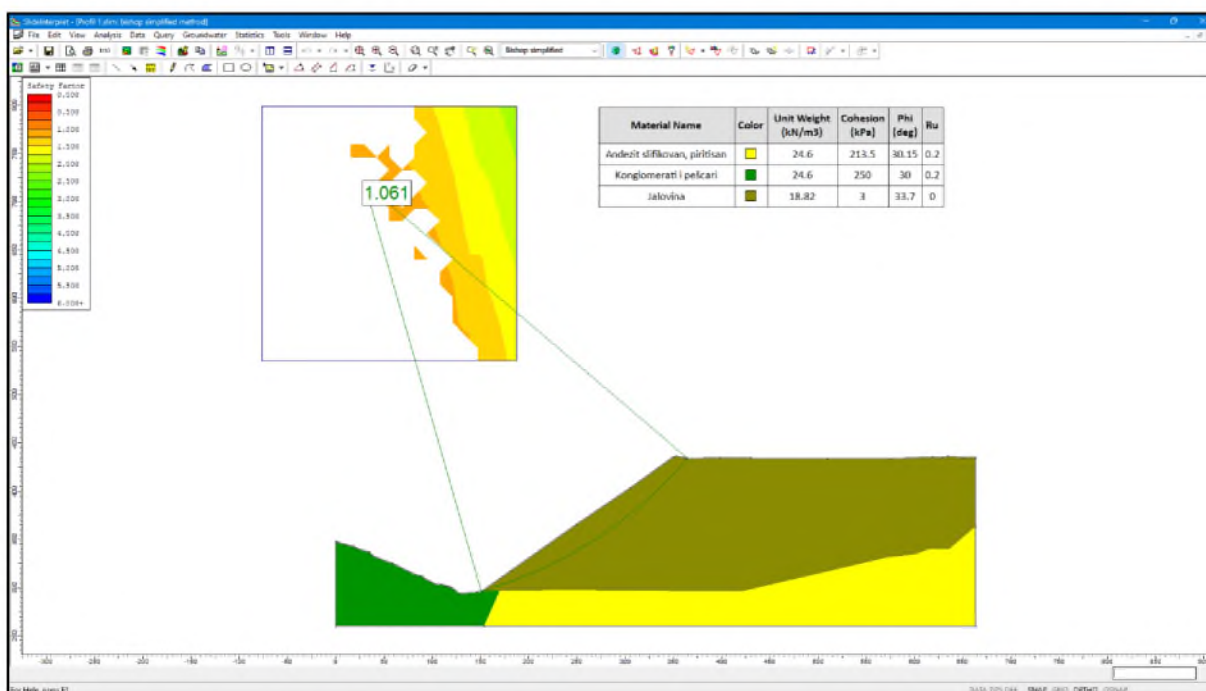
Slika 9.29. Proračun stabilnosti odlagališta „Saraka potok“ na profilu P3 – P3' po metodi Bishop



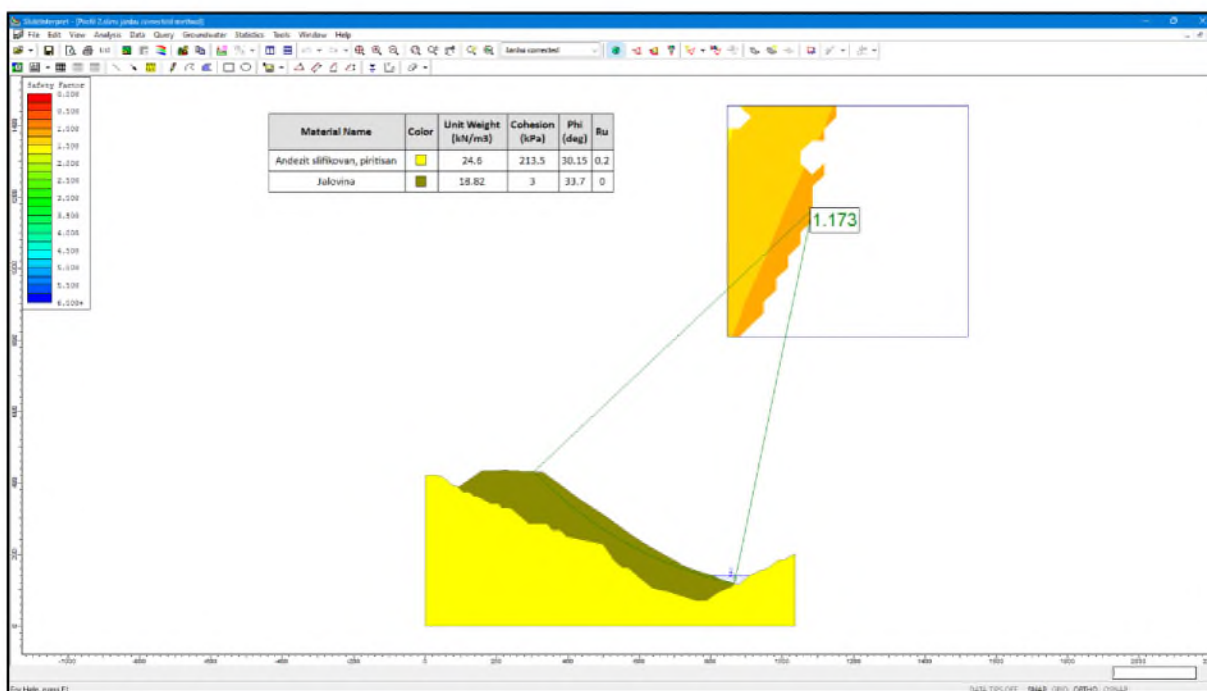
Slika 9.30. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P1 – P1' po metodi Janbu



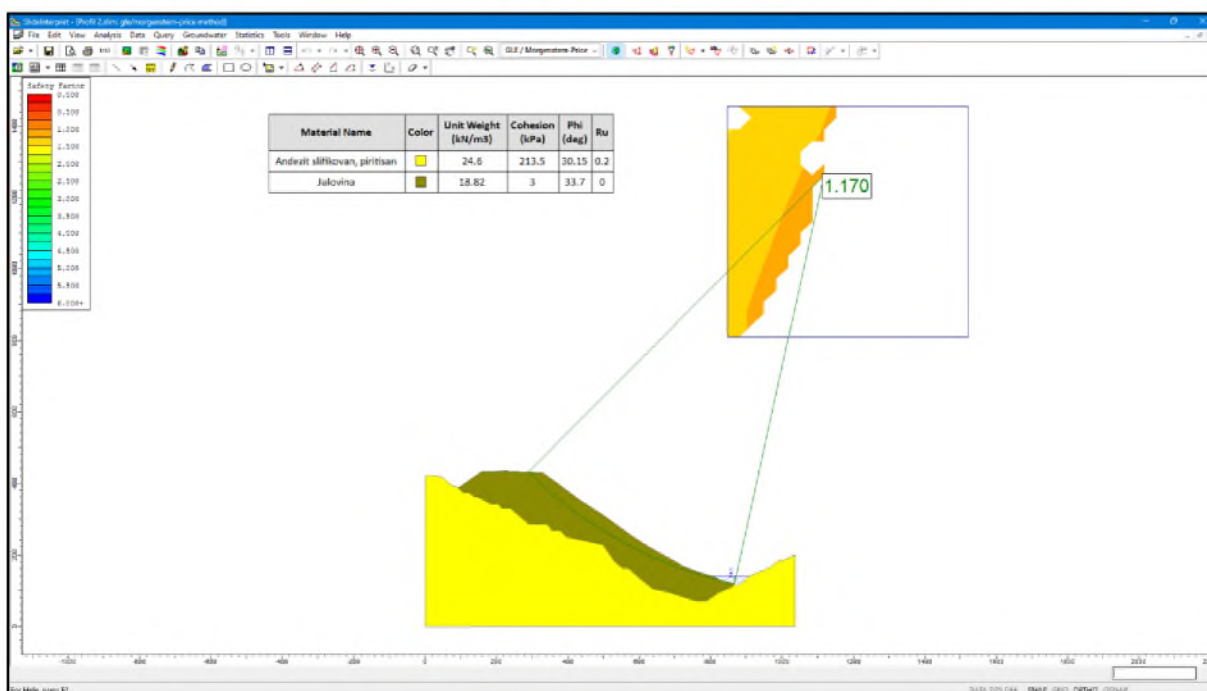
Slika 9.31. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P1 – P1' po metodi Morgenstern – Price



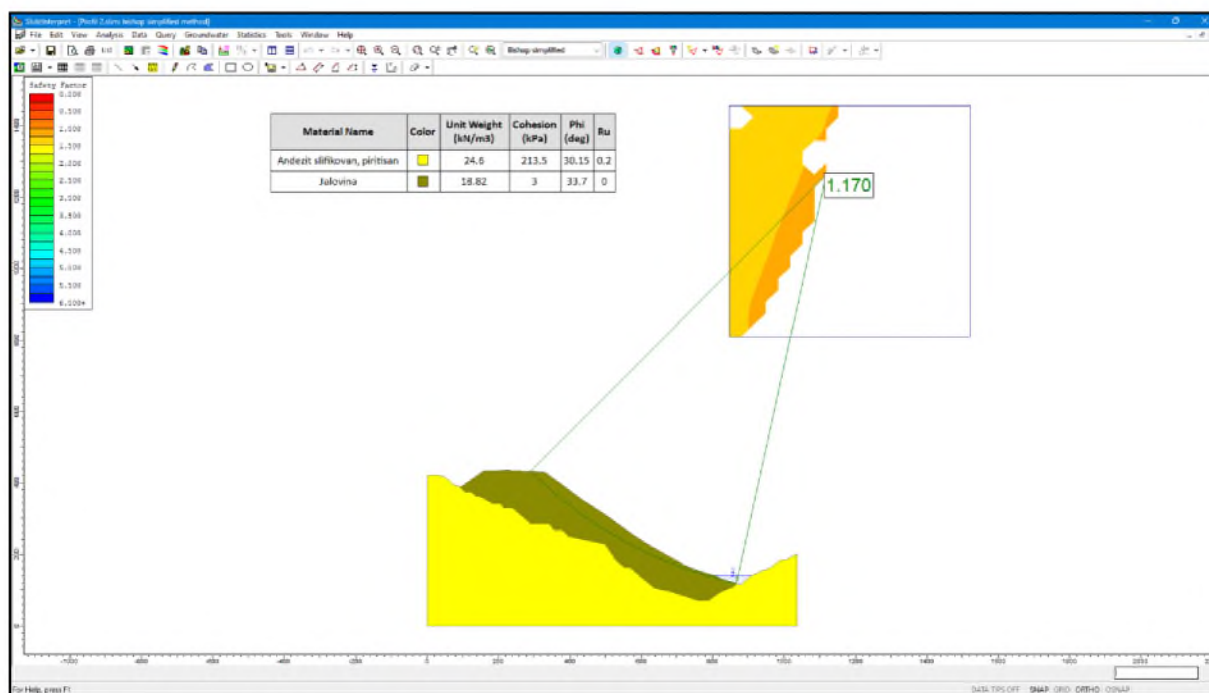
Slika 9.32. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P1 – P1' po metodi Bishop



Slika 9.33. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P2 – P2' po metodi Janbu



Slika 9.34. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P2 – P2' po metodi Morgenstern – Price



Slika 9.35. Proračun stabilnosti odlagališta „Borki kop“ na profilu P2 – P2' po metodi Bishop

Tabela 9.3. Zbirni pregled rezultata proračuna stabilnosti

Profil	F _s po metodi Bishop	F _s po metodi Morgenstern-Price	F _s po metodi Janbu
Todorov potok P1-P1'	2,181	2,158	1,161
Todorov potok P2-P2'	1,063	1,050	1,053
Isrtočno odlagalište P1-P1'	1,363	1,332	1,336
Isrtočno odlagalište P2-P2'	3,554	3,507	3,507
Saraka potok P1-P1'	1,365	1,340	1,345
Saraka potok P2-P2'	1,224	1,209	1,213
Saraka potok P3-P3'	1,145	1,134	1,137
Borski kop P1-P1'	1,028	1,013	1,017
Borski kop P2-P2'	1,173	1,170	1,170

Pravilnikom o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju ležišta mineralnih sirovina ("Sl. glasnik RS", br. 96/2010) definisane su minimalne dozvoljene vrednosti koeficijenata stabilnosti na odlagalištima jalovine:

- Radne kosine pojedinačnih etaža: $F_{smin} = 1,05$;
- Radne kosine sistema etaža: $F_{smin} = 1,10$.

Upoređenjem proračunatih koeficijenata sigurnosti sa minimalnim dozvoljenim vrednostima zaključak je da su sve dobijene vrednosti iznad zakonskog minimuma.

Mere bezbednosti u vezi stabilnosti kosina odlagališta propisane su Pravilnikom o tehničkim zahtevima za površinsku eksploataciju mineralnih sirovina a posebno:

- Ako je neophodno odložiti mase na tlo sa većim opterećenjem od proračunatog do loma podloge, moraju se izvršiti radovi radi povećanja nosivosti podloge do potrebne veličine (smanjenje nivoa podzemne vode u podlozi, podizanje odlagališta i dr.).
- Ako je tlo na kome se odlažu mase zavodnjeno i podzemna voda se nalazi pod pritiskom, pre početka odlaganja mora se sniziti pritisak podzemne vode do veličine koja sprečava prodiranje vode u odložene mase.
- Radi stabilnosti kosina najniže etaže odlagališta, nivo podzemne vode mora biti ispod kontakta odloženih masa i podloge.
- Nožica odlagališta mora biti zaštićena od površinskih voda. Planumi odlagališta moraju se redovno odvodnjavati od atmosferskih voda.
- Nagib radne kosine odlagališta mora se proveravati najmanje dva puta godišnje.
- Ako se etažna ravan izuzetno optereti, kao i ako se pojavi deformacija mora se izvršiti kontrola stabilnosti te ravni.
- Ako se u podnožju potencijalnog uticaja deformacija nalaze važniji objekti, moraju se preduzeti posebne mere sigurnosti, organizovati vizuelna i instrumentalna osmatranja i predvideti mere saniranja.
- Analizirati efekte posledica nestabilnosti na osnovu rezultata organizovanog monitoringa praćenja i osmatranja procesa otkopavanja ili odlaganja.

Zaključak:

- Za postojeće stanje odlagališta, svi koeficijenti stabilnosti po analiznim profilima su veći od minimalnih zakonski propisanih vrednosti.
- Nisu uočeni morfološki oblici koji bi ukazali na kretanje zeljanih masa u podlozi, na lokacijama i njihovom neposrednom okruženju. Opšti je zaključak da je teren u prirodnim uslovima stabilan.
- Nisu uočena kretanja odloženog materijala.

Predložene mere:

- U toku samog procesa odlaganja jalovine, rudarskim radovima ne treba odstupati od geometrijskih parametara predviđenih projektnom dokumentacijom.
- Projektovani sistem odvodnjavanja odlagališta treba izvesti prema projektnoj dokumentaciji i tokom eksploatacije stalno održavati u funkcionalnom stanju.
- U toku eksploatacije potrebno je praćenje eventualnih deformacija, pojava pukotina, sleganja i sl. Dva puta godišnje obavezna je provera stabilnosti izvedenih kosina.

9.4. REKULTIVACIJA

Na osnovu zahteva zakonske regulative korisnik Serbia Zijin Bor Copper je obavezan da po završenoj eksploataciji bakra, degradirane površine privede određenoj nameni. Konceptija 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.

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.

Za rekultivaciju degradiranih površina, primeniće se rekultivacija, koja podrazumeva sledeće faze rekultivacije:

- agrotehničku,
- tehničku i
- biološku.

U tabeli 9.4. prikazana je struktura površina po nameni i uređenju prostora na odlagalištima kopovske jalovine, kao i veličina degradiranih površina.

Tabela 9.4. Struktura površina po nameni na odlagalištima i ukupne površine

Lokacija- Odlagalište/Flotacijsko jalovište	Struktura površine	Ukupne površine, m ²
Istočno odlagalište	pošumljavanje	162910
Todorov potok	pošumljavanje	298275
Saraka	pošumljavanje i zatravljivanje	903875
Unutrašnje odlagalište PK Bor	pošumljavanje i zatravljivanje	804600
Ukupno		2169660

9.4.1. Tehnička rekultivacija

Tehnička i agrotehnička faza rekultivacije na odlagalištu jalovine predstavlja etapu pripremnih radova (naknadno nivelisanje završne ravni), koji omogućavaju izvođenje biološke rekultivacije.

Naknadno planiranje ili nivelisanje završne ravni se vrši buldozerom pre početka rekultivacije. Pri završnom procesu odlaganja poslednje iskopane gomile jalovine na završnoj ravni, zbog stabilnosti odlagališta se ne nivelišu (gomile ne dozvoljavaju formiranje bara i jezera pri atmosferskim padavinama i infiltriranje voda u telu odlagališta).

Nakon toga se vrši utovar (bager) i transport (kamion) zemljanog materijala sa pozajmišta. Ovaj zemljani materijal će se iskoristiti za zapunjavanje jama za sadnice.

Unošenjem organskih materija u vidu humusne zemlje ubrzavaju se mikrobiološki procesi i omogućava se kontinuirani priliv biljnih asimilatativa za razvoj travnog pokrivača, zasađenih drvenastih i žbunastih vrsta. Navedena faza tehničke rekultivacije se izvodi u sušnom periodu, julu, avgustu, septembru i oktobru.

Za izvođenje radova na tehničkoj rekultivaciji angažovaće se raspoloživa pomoćna oprema Investitora ili angažovanih izvođača.

9.4.2. Biološka rekultivacija

Biološka rekultivacija podrazumeva sprovođenje određenih bioloških zahvata u svrhu ozelenjavanja degradiranih površina. Postoji znatan broj metoda biološke rekultivacije, koje zavise od veličine degradiranog područja, stepena oštećenja, konačnog oblikovanja područja, vizuelnog efekta itd.

Kriterijumi za određivanje vrste biološke rekultivacije

Odlaganjem raskrivke i flotacijske jalovine na području Bora, Krivelja, Oštrejla, Cerova, Majdanpeka i Debelog luga dovelo je do velikih promena u životnoj sredini pa čak u ekoloških katastrofa (zagađenje flotacijskom jalovinom Borske reke, reke Pek i Porečke reke).

Zagađivanje životne okoline nastaje u sušnom periodu kada se sa suvih površina odlagališta-jalovišta, putem vetra podiže prašina, koja dospeva u atmosferu i u zavisnosti od veličine mineralnih čestica, taloži se u bližoj ili daljoj okolini od izvora zagađivanja.

Prema merenjima koja su sprovedena na ovom području, došlo se do zaključka, da prašina koja se brzo taloži ima veličinu čestica veću od $10(\mu\text{m})$ i domet je oko 2(km). Čestice prašine manje od $10(\mu\text{m})$ se dugo zadržavaju u vazduhu i dostižu domet od 10(km). Prašinom se zagađuju vazduh, zemljište, voda i biljke.¹

Mineralna prašina i spirani materijal zbog svog hemijskog sastava (sulfidi, silicijumska komponenta sa primesama teških metala) kada dospeva u zemljište povećava kiselost zemljišta.

Kiselo zemljište pojačava pokretljivost jona teških metala i njihovo akumuliranje u biljkama u količini većoj od dozvoljene.

Za vrednost pH <6,5 u zemljištu pojačava pokretljivost jona Cd.² Za pH <5,5 pojačava se pokretljivost jona Ni, Mn, Zn, Co i Al, dok se za pH <4 pojačava pokretljivost jona Cu i Pb.³

Pri opredeljenju za izbor postupka biološke rekultivacije i izbora tipa vegetacije u skladu sa dugoročnom namenom korišćenja površina na odlagalištu, pošlo se od konstatacije da se kopovska odlagališta nalaze u blizini grada Bora.

Uzimajući u obzir faktore koji utiču na biološku rekultivaciju, a pre svega kvalitet podloge (supstrata), odnosno fizičko-hemijske osobine, uslovi staništa i eksponiranost odlagališta jugu, zatim kontinentalna klima i visoka čestina vetrova iz WNW i NW, izabrana je metoda pošumljavanja kopovskih odlagališta. Izbor biljnih vrsta je takođe, bio ograničen.

Na osnovu napred izloženog, predmetnim projektom se nastoji da se biološkom rekultivacijom favorizuju ekološke funkcije budućih šumsko-livadskih ekosistema. Navedeni budući antropogeno stvoreni ekosistemi treba da obezbede relativno zdravu životnu sredinu sa zdravim vazduhom, estetskim impresijama predeonih celina sa bogatim koloritom grupimično mešovitim različitim vrsta lišćara.

Odabir tehnologije ozelenjavanja

U slučaju odlagališta kopovske jalovine program biološke rekultivacije sastojao bi se iz pošumljavanja i zatravljiavanja na platou odlagališta, kosinama i etažama odlagališta.

Na mestima gde su nagibi kosina suviše strmi, gde je teren nepristupačan ili gde su uslovi, kao npr. vlažnost, takvi da snažnije ometaju uspostavljanje vegetacije, moraju se primeniti

¹ Miodrag Miljković: „ Uticaj površinske eksploatacije rude metala na ekološke faktore životne okoline;” Bor, 1998.god.

² Miodrag Miljković: „ Uticaj površinske eksploatacije rude metala na ekološke faktore životne okoline;” Bor, 1998.god.

³ Miodrag Miljković: „ Uticaj površinske eksploatacije rude metala na ekološke faktore životne okoline;” Bor, 1998.god.

specijalne tehnike zasnivanja inicijalnog pokrivača koje često zahtevaju visok utrošak dodatnog materijala i radne snage.

Nasuprot tome, na ravnama etaža moguć je pristup mehanizacije koja omogućava jednostavnije rukovanje većim količinama zemljišnog i sadnog materijala.

Odabir vrsta za ozelenjavanja

Izbor vrsta je jedno od najvažnijih pitanja i najznačajnijih odluka. Od pravilnog izbora vrsta u najvećoj meri zavisi i sam uspeh pošumljavanja. Prilikom izbora vrsta razmatrani su sledeći parametri:

1. tip staništa
2. dekorativnost vrsta
3. fenologija vrsta
4. uticaj vrsta na životnu sredinu
5. uklanjanje u postojeću šumu

Prvi uslov pri izboru neke biljne vrste jeste usklađenost vrste sa stanišnim uslovima. Ovo pitanje je veoma značajno naročito kada se radi o vrstama koje nisu autohtone. One moraju biti ili prilagođene stanišnim uslovima ili poticati iz područja sličnih staništima, u suprotnom se neće uzeti u razmatranje.

IZABRANE VRSTE

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 posle se rast naglo povećava. Živi do 100 - 120 godina. Na sušu i vrućine osjetljiva 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.

Bagrem pripada invazivnim vrstama drveća. Smatra se pionirskom vrstom na ovim vrstama terena. Pošumljavnje bagremom smatra se jednom od najuspešnijih i najčešće korišćenih tehnika za rekultivaciju degradiranih rudničkih područja. Vrsta koja se često i uspešno koristi za pošumljavanje siromašnih supstrata.

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. Odgovaraju mu rastresita, duboka, plodna vlažna, bazična, kamenita i peščana do glinasta tla. Zahteva osunčane položaje ili polusenku.



Setva mešavine trave, koja će se koristiti na odlagalištu Saraka je 49 kg/ha, i to:

- Bela detelina (24,5%)
- Žuti zvezdan (24,5%)
- Mačiji rep (20,5%)
- Prava livadarka (30,5%)

10.0. OPERATIVNI MONITORING PROSTORA NA KOJEM ĆE SE DEPONOVATI RUDARSKI OTPAD

Detaljan sistem monitoringa prostora na kojem će se formirati deponije rudarskog otpada razrađen je u:

- „Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta otkopavanja i prerade rude u ležištu „Veliki Krivelj” - RTB BOR – GRUPA D.O.O. za kapacitet $8,5 \times 10^6$ t vlažne rude godišnje, koju je decembar 2009. uradio Institut za Rudarstvo i Metalurgiju Bor.
- Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu projekta proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na nultu polje, koju je 2018.god. izradio MD PROJEKT INISTITUT iz Niša.
- Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu proširenja odlagališta raskrivke „Saraka” površinskog kopa Veliki Krivelj, koju je 2022.god. izradio Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu

Plan monitoringa koji je predviđen u ovom Planu je usaglašen i inoviran sa navednim Studijama. Kako je nemoguće odrediti direktan uticaj svakog rudarskog objekta, ponaosob, na životnu sredinu u ovom poglavlju je dat plan monitoringa na nivou rudnika „Veliki Krivelj“ koji uključuje odlagališta kopovske raskrivke kao i flotacijsko jalovište.

10.1. PLAN MONITORINGA

Primarna svrha plana monitoringa je da se definišu kriterijumi i detalji za plan i sprovođenje monitoringa u životnoj sredini kako bi se kvantifikovao uticaj postrojenja na životnu sredinu i obezbedila osnova za proces donošenja odluka.

Glavni ciljevi Plana monitoringa životne sredine uključuju:

- Obezbediti bazu podataka, na osnovu iz koje se mogu proceniti uticaji projekta na životnu sredinu;
- Da obezbedi ranu indikaciju u slučaju da neke od mera kontrole životne sredine ne uspevaju da postignu prihvatljive standarde.
- Praćenje učinka projekta i efektivnosti mera ublažavanja.
- Utvrditi usklađenost projekta sa regulatornim zahtevima, standardima i vladine politike.
- Preduzimanje korektivnih radnji ako se pojave neočekivani problemi ili neprihvatljivi uticaji.
- Procene realizacije najboljih dostupnih tehnika;

Prema zakonu o zaštiti životne sredine monitoring se vrši sistematskim merenjem, ispitivanjem i ocenjivanjem indikatora stanja i zagađenja životne sredine koja obuhvata praćenje prirodnih

faktora, odnosno promena stanja i karakteristika životne sredine, uključujući: vazduh, vodu, zemljište, šume, biodiverzitet, buku, otpad kao i preuzetih obaveza iz međunarodnih ugovora.

Monitoring sistem treba da se sastoji od: identifikacije izvora i parametara zagađenja, izbora parametara životne sredine za koje se vrše merenja, određivanje kritičnih oblasti i prikupljanja podataka, analiza i procena.

Štetni uticaj na životnu sredinu treba pratiti na bazi merenja kvaliteta vode, vazduha i zemljišta, čime se posledično može sagledati i uticaj na celokupni živi svet u okruženju. Zagađenja koja se mogu pojaviti imaće uglavnom difuzni karakter te je program merenja načinjen kao kombinacija merenja suspendovanih čestica i određivanje nivoa zagađujućih materija.

Sistem za monitoring životne sredine, koji se predlaže ovim Planom, biće u mogućnosti da izvrši analizu izvora zagađenja uz sagledavanje efikasnosti primenjenih mera zaštite životne sredine.

10.2. PARAMETRI ZA UTVRĐIVANJE ŠTETNIH UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU I UČESTALOST MERENJA

Monitoring obuhvata sistematski nadzor pojedinih hemijskih ili fizičkih karakteristika emisije, ekvivalentnih parametara ili tehničkih mera. Parametri monitoringa se određuju na bazi procesa koji se prati, sirovina koje se upotrebljavaju u procesu i otpadnih supstanci koje se pri tom stvaraju, kao i na bazi instalacija koje se koriste u procesu. Dobijene informacije koriste se za nadzor ispravnosti rada procesa, za proveru usaglašenosti sa GVE kao i za donošenje boljih odluka o industrijskim operacijama i proizvodnji.

Na osnovu predhodnih razmatranja, izvedenih zaključka i obaveza predviđenih zakonskim propisima i važećim podzakonskim aktima Nosilac Projekta je u obavezi da vrši:

- Monitoring kvaliteta vazduha
- Monitoring površinskih i podzemnih voda
- Monitoring zemljišta
- Monitoring buke u životnoj sredini

Površinske vode, kao najveći transportni medijum, treba pratiti revnosno, u smislu praćenja kvaliteta vode obližnjih vodotokova. Takođe, uzimajući u obzir projektovani tehnološki proces, može se sa sigurnošću tvrditi da projekat utiče i na režim podzemnih voda. U okolini predmetne lokacije se nalazi bunar u dvorištu privatne kuće. Kao mera preventive vrši će se praćenje kvaliteta ove vode.

Praćenje kvaliteta zemljišta će podrazumevati praćenje rasprostranjenost teških metala u zemljištu u skladu sa ružom vetrova.



Na kvalitet vazduha će uticati primenjena rudarska mehanizacija, kao i aktivne površine odlagališta kopovske jalovine.

Rudarska mehanizacija koja se kreće u krugu pogona predstavljaju potencijalne izvore koji mogu da dovedu do uticaja prekomene buke. Merenje emisija buke u okolinu će se pratiti, sa naglaskom u predelu gde je koncentracija okolnog stanovništva najbliža rudarskim objektima.

Parametri koje treba pratiti na navedenim entitetima prikazani su u tabeli 10.1.



Tabela 10.1. Plan monitoringa i parametri za praćenje

Lokacija (objekti)	Učestalost monitoring merenje uzorkovanje	Procedura	Parametri koje treba pratiti	Analiza i pregled rezultata	Saglasnost sa zahtevima	Ostalo
Vode: 1. površinske : • Kriveljska reka • Saraka potok 2. Podzemne: • Bunari u domaćinstvima • pijezometri	• Površinske :4 puta godišnje: 2 x u letnjem periodu) 2x u zimskom periodu (u zavisnosti od potrebe, moguća učestalija merenja) Podzemne : 2 puta godišnje	Uzimanje uzoraka koji se prosleđuju na hemijsku analizu	• Temperatura vode, boja, miris, pH, elektroprovodljivost, sedimentne materije, suspendovane materije, HPK, BPK5, rastvorljivi kiseonik, zasićenost kiseonika; • Metali, metaloidi i njihova jedinjenja: Cr, As, Cd,Pb, Zn,Hg,Ni,Fe,Cu,Mn • Sulfati; • Cijanidi; • Nitrati, nitriti; • Mineralna ulja i ugljovodonici; • Ukupne masti i ulja.	Kompletni izveštaji sa prikazom rezultata analitičkih i grafički. Uporedna analiza sa rezultatima u prethodnom periodu. Razvrstati rezultate po periodima/mesecima i prikaz rezultata na godišnjem nivou.	Kvalitet vode koji se ispušta treba da bude u saglasnosti sa zakonom - pravilnikom	Rezultati se koriste za uspostavljanje i preduzimanje mera zaštite životne sredine
Vazduh • Merna mesta se postavljaju u blizini privatnih kuća	• Taložne materije- mesečno • Suspendovane čestice – dnevni uzorci , dva puta godišnje (letnji i zimski period, po 30 dana); • Izduvni gasovi	Postavljene stacionarne stanice prikupljaju uzorke.	• Ukupne taložne materije: količina taložnih materija, • Suspendovane čestice: PM10, PM2.5 • sadržaj teških metala (Cr, As, Cd,Pb, Zn,Hg,Ni,Fe,Cu,Mn) • Izduvni gasovi: sumpordioksid, azotni oksidi, ugljenmonoksid	Kompletni izveštaji sa prikazom rezultata analitičkih i grafički svakog meseca. Uporedna analiza sa rezultatima u prethodnom periodu. Prikaz rezultata na godišnjem nivou, pri čemu se radi uporedna mesečna analiza. Kompletni izveštaji sa prikazom rezultata analitičkih i grafički. Uporedna analiza sa rezultatima u prethodnom periodu.	Dobijeni rezultati se upoređuju sa propisanim vrednostima MDK.	Rezultati se koriste za uvid stepena uticaja na zagađenost životne sredine, i uspostavljanje i preduzimanje mera zaštite životne sredine



Tabela 10.1. Plana monitoringa i predviđeni parametri za praćenje -nastavak

Lokacija (objekti)	Učestalost monitoring merenje uzorkovanje	Procedura	Parametri koje treba pratiti	Analiza i pregled rezultata	Saglasnost sa zahtevima	Ostalo
Buka: Merna mesta u okolini najbližih privatnih objekata	Mesečno (u zavisnosti od potrebe, moguća učestalija merenja) 1 godišnje 2. (u zavisnosti od potrebe, moguća učestalija merenja)	Postavljene stanice za merenje nivoa buke u okruženju površinskog kopa u trajanju od 24 h.	• Ekvivalentni nivo-intezitet, dnevna merenja • Ekvivalentni nivo-intezitet, noćna merenja	Kompletni izveštaji sa prikazom rezultata analitičkih i grafički svakog meseca. Uporedna analiza sa rezultatima u prethodnom periodu. Prikaz rezultata na godišnjem nivou, pri čemu se radi uporedna mesečna analiza.	Dobijeni rezultati se upoređuju sa propisanim vrednostima MDK.	Rezultati se koriste za uvid stepena uticaja na zdravlje ljudi i uspostavljanje i preduzimanje mera zaštite radnika i zaštita životne sredine
Zemljište Merna mesta se lociraju na okolnim površinama jugoistočno, severozapadno i zapadno od predmete lokacije	Godišnje (u zavisnosti od potrebe, moguća učestalija merenja)	Uzimanje uzoraka, priprema i vršenje analiza po standardnim procedurama.	• sadržaj humusa • pH zemljišta • kalcijum karbonat, azot, elektroprovodljivost, fosfor; • Metali: As, Cd, Pb, Zn, Hg, Ni, Fe, Cu • Sulfati; • Fluoridi; • Hloridi; • Nitriti, nitrati, • Cijanidi. • Aromatična organska jedinjenja	Kompletni izveštaji sa prikazom rezultata analitičkih i grafički. Uporedna analiza sa rezultatima u prethodnom periodu. Prikaz rezultata na godišnjem nivou i upoređivanje sa rezultatima u prethodnom periodu.	Dobijeni rezultati se upoređuju sa propisanim vrednostima MDK.	Monitoring se vrši na lok. oko odlagališta. Rezultati se koriste za uvid stepena uticaja na zagađenost životne sredine, i uspostavljanje i preduzimanje mera zaštite životne sredine

10.3. PRAĆENJE KVALITETA VODA

Periodično uzorkovanje i ispitivanje površinskih i podzemnih voda, vršiće se u skladu sa članom 99. Zakona o vodama ("Sl. gl. RS" br. 30/10, 93/12 i 101/16) i u skladu sa Pravilnikom o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima ("Sl. gl. RS" br. 33/2016).

U skladu sa **Zakonom o vodama** ("Službeni glasnik RS" br. 46/91, 53/93 - dr. zakon, 67/93 - dr. zakon, 48/94 - dr. zakon, 54/96 i 101/05 - dr. Zakon i "Službeni glasnik RS" br. 30/2010) i Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. Glasnik RS, br. 50/2012) i Uredbe o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 24/2014). a u cilju zaštite voda, u površinske i podzemne vodotokove zabranjeno je unošenje bilo kakvih opasnih i štetnih materija koje mogu dovesti do prekoračenja propisanih vrednosti kvaliteta voda.

10.3.1. Površinske vode

Praćenje kvaliteta prirodnih vodotokova mora da bude u skladu sa odredbama: Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. Glasnik RS, br. 50/2012) i Uredbe o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 24/2014).

U bliskom okruženju predmetne lokacije, nema većih vodotokova. Od identifikovanih površinskih vodotokova u blizini se nalaze:

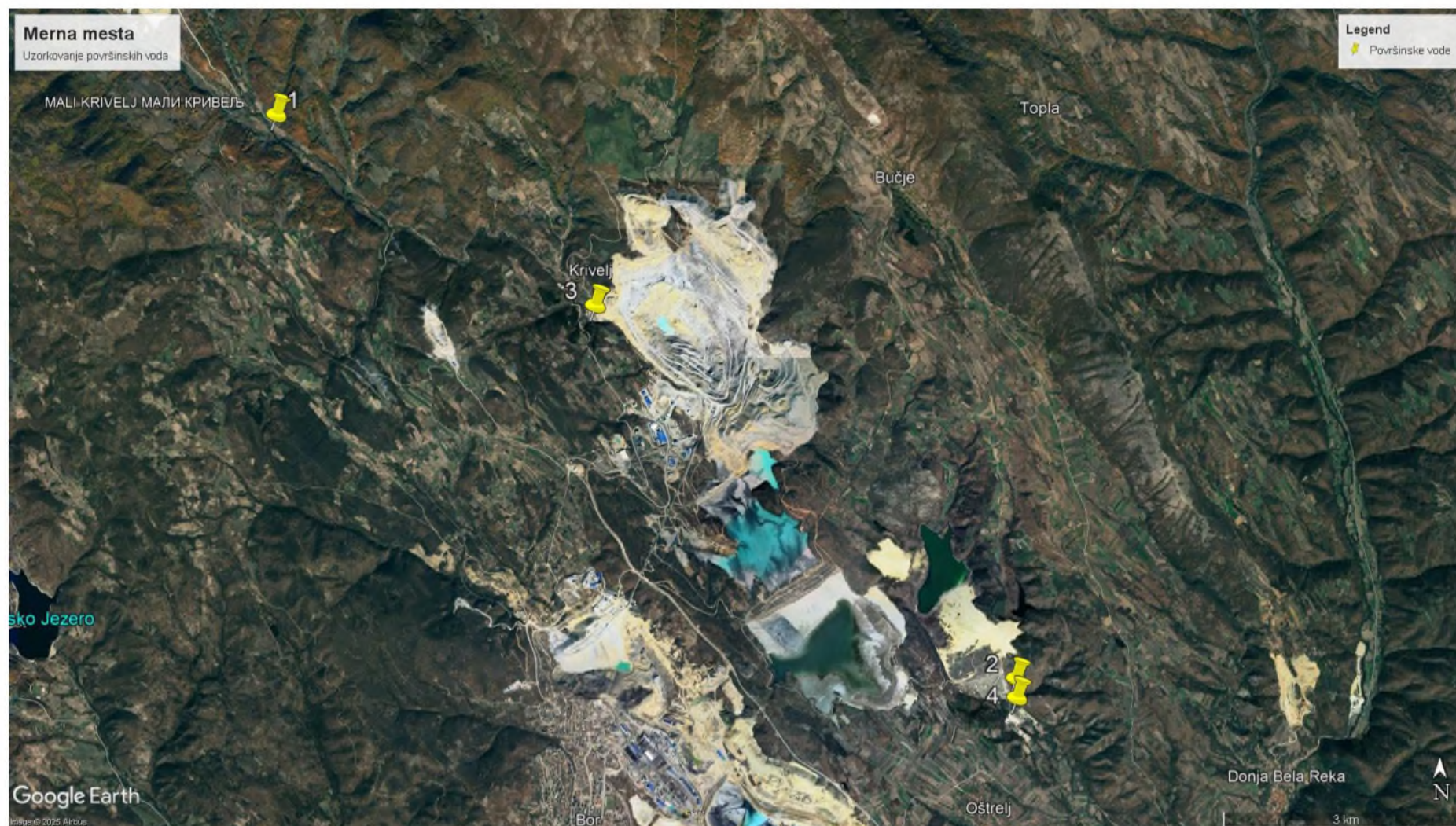
- Kriveljska reka – deo korita kriveljske reke prostire se duž zapadne ivice površinskog kopa;
- Saraka potok – pruža se duž ivice kopovskog odlagališta jalovine na severoistočnoj strani.

Rudarske aktivnosti su, tokom svih ovih godina, snažno uticale na prirodne tokove. Tok Kriveljske reke je izmenjen kako zbog površinskog kopa Veliki Krivelj (teče duž same granice kopa) tako i zbog odlagališta flotacijske jalovine Velike Krivelj. Neposredno pre nailaska na flotacijsko jalovište, Kriveljska reka se uliva u kolektor čija trasa ide ispod flotacijskog jalovišta. Kriveljska reka se uliva u Timok, koji dalje teče ka Dunavu. Saraka potok teče sa severoistočne strane kopovskog jalovišta rudnika Veliki Krivelj.

Na osnovu toga može se zaključiti da je nemoguće odrediti direktan uticaj svakog rudarskog objekta, ponaosob, na pomenute vodotokove. Uzimajući i to u obzir određena su merna mesta za ispitivanje i praćenje kvaliteta površinskih voda koje obuhvata više mernih mesta.



Na slici 10.1. su prikazana merna mesta za ispitivanje kvaliteta površinskih voda, a u tabeli 10.2. su date koordinate i opis mernih mesta.



Slika 10.1. Prikaz dispozicije mernih mesta uzorkovanja površinskih voda

Tabela 10.2. Merna mesta uzorkovanja kvaliteta površinskih voda

No./oznaka uzorka	Opis mernog mesta	GPS koordinate
1	Kriveljska reka posle spajanja reka Valja Mare i Cerove reke	N: 44,14622716 E: 22,04958442
2	Provime vode sa brane 3A	N: 44,08354438 E: 22,1641004
3	Uliv u tunel	N: 44,125124 E: 22,098795
4	Kriveljska reka posle uliva svih otpadnih voda	N: 44,081387 E: 22,164220

Predlaže se uzimanje uzoraka Kriveljske reke pre tj. uzvodno, od predmetne lokacije, i nakon tj. nizvodno, kako bi se ustanovila imisija zagađujućih materija. Kriveljska reka, kao i Saraka potok, utiču na kvalitet reke Timok, pa se iz tog razloga i izabrana merna mesta na ovim vodotokovima.

Merenja vršiti na kvartalnom nivou. Predloženi fizičko-hemijski parametri za praćenje imisija zagađujućih materija u vodi su dati u tabeli 10.1.

Posebna pažnja se mora posvetiti metodi uzimanja uzoraka i čuvanju i rukovanju uzorcima pre analize. Uzorkovanje vrši se u skladu sa SRPS EN ISO 5667-1 Kvalitet vode-Uputstvo za izradu programa uzimanja uzoraka, SRPS EN ISO 5667-3 Kvalitet vode-Uzimanje uzoraka-Deo 3: Smernice za zaštitu i rukovanje uzorcima vode i SRPS EN ISO 5667-6 Kvalitet vode-Uzimanje uzoraka-Deo 6.

Odnosno, uzimanje uzoraka, njihovo čuvanje i prezervaciju potrebno je uskladiti sa standardima (uzorkovanje, čuvanje, prezervacija uzoraka pokrivena je ISO standardima grupe 5667).

10.3.2. Monitoring podzemnih voda

Uzorkovanje podzemnih voda za fizičko – hemijska ispitivanja vršiće se 2 puta godišnje u skladu sa SRPS EN ISO 5667-11.

Uzorkovanje podzemnih voda vršiće se na mernom mestu na kojima su postavljeni pijezometri kao i u bunarima koja se nalaze u okviru privatnih domaćinstva.

Na slici 10.2. su prikazana merna mesta za ispitivanje kvaliteta podzemnih voda, a u tabeli 10.3. su date koordinate i opis mernog mesta.



Slika 10.2. Prikaz dispozicije mernih mesta uzorkovanja podzemnih voda

Tabela 10.3. Merna mesta uzorkovanja kvaliteta podzemnih voda

No.	Opis mernog mesta	GPS koordinate
MM1	Podzemna voda iz pijezometra koji se nalazi na kruni brane 2a, ZK4-3	N:44°09'27,6" E: 22°14'40,4"
MM2	Podzemna voda iz pijezometra koji se nalazi na kosini brane 1, pored puta, ZK2-3	N:43°00'10,46" E: 21°57'38,30"
MM3	Podzemna voda iz bunara u domaćinstvu Dragoslava Nikolića	N:44°12'09,9" E: 22°10'37,3"
MM6	Podzemna voda iz pijezometra koji se nalazi ispod brane 3A, pored izlaza iz kolektora	N: 44°08'35,46" E: 22°16'41,04"

10.4. PRAĆENJE KVALITETA VAZDUHA

U skladu sa Zakonom o zaštiti životne sredine (Službeni glasnik 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), a prema Članu 72., Investitor je dužan da prati indikatore emisija, odnosno indikatore uticaja svojih aktivnosti na životnu sredinu i indikatore efikasnosti primenjenih mera prevencije nastanka ili smanjenja nivoa zagađenja. Planom kvaliteta vazduha definiše se učestalost merenja i vrsta zagađujuće materije koja se meri.

U skladu sa Zakonom o zaštiti vazduha (Službeni glasnik RS br. 36/2009, 10/2013 i 26/2021 - dr. zakon), a u cilju efikasnog upravljanja kvalitetom vazduha uspostavlja se jedinstveni

funkcionalni sistem praćenja i kontrole stepena zagađenja vazduha i održavanja baze podataka o kvalitetu vazduha (Monitoring).

Monitoringa kvaliteta vazduha vrši se prema:

- kriterijumima za određivanje minimalnog broja mernih mesta i lokacije za uzimanje uzoraka u slučaju fiksnih merenja i u slučaju kada su fiksna merenja dopunjena indikativnim merenjima ili postupcima modelovanja
- metodologiji merenja i ocenjivanja kvaliteta vazduha (referentne metode merenja i kriterijumi za ocenjivanje koncentracija)
- zahtevima u pogledu podataka koji se koriste za ocenjivanje kvaliteta vazduha (prema zahtevu standarda SRPS ISO/IEC 17025)

Ispitivanje kvaliteta vazduha na predmetnoj lokaciji će se vršiti u skladu sa Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Sl. gl. RS br. 11/2010, 75/2010 i 63/2013). Vršice se praćenje taložnih materija i suspendovanih čestica.

Merna mesta za sistematsko merenje koncentracije prašine, taložne-sedimentacione materije) i suspendovanih čestica, u vazduhu postavljena su u pravcu duvanja dominantnih vetrova na lokacijama gde postoji rizik od uticaja prašine a u cilju zaštite zdravlja ljudi, vegetacije i prirodnih ekosistema.

Za određivanje količina taložnih čestica će biti korišćena sedimentaciona metoda. Ova metoda obezbeđuje opšti prikaz nivoa zagađenja vazduha. Merenja kvaliteta vazduha treba vršiti sistematski 12 meseci u toku godine (monitoring). Monitoring zagađenja vazduha vršice se postavljanjem stacionarnih stanica na predviđenim mernim mestima. Svako merenje traje 30 dana.

Pored praćenja koncentracije taložnih materija, Investitor je u obavezi da prati i koncentracije suspendovanih čestica (PM₁₀ i PM_{2,5}) po navedenoj uredbi. Praćenje koncentracije suspendovanih čestica, dnevni uzorci, (PM₁₀ i PM_{2,5}) vrši će se u zimskom i letnjem periodu (dva puta godišnje) po 30 dana. Stoga je ukupan broj uzoraka PM₁₀ i PM_{2.5} - po 60 uzoraka na godišnjem nivou. U okviru praćenja koncentracija suspendovanih čestica (PM₁₀), određuju se i koncentracije metala: As, Cd, Pb, Ni, Zn, Mn, Cu, Fe, Cr, Hg.

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.

Na osnovu Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha ("Sl. glasnik RS", br. 11/2010, 75/2010 i 63/2013), Prilog I odeljak B, koja reguliše da se na lokacijama gde se ocenjuje uticaj industrijskih izvora, najmanje jedno merno mesto za uzimanje uzoraka određuje se u pravcu duvanja dominantnog vetra od izvora zagađenja i to u najbližoj stambenoj zoni. Na lokacijama gde osnovne koncentracije zagađujućih materija nisu poznate, određuje se dodatno

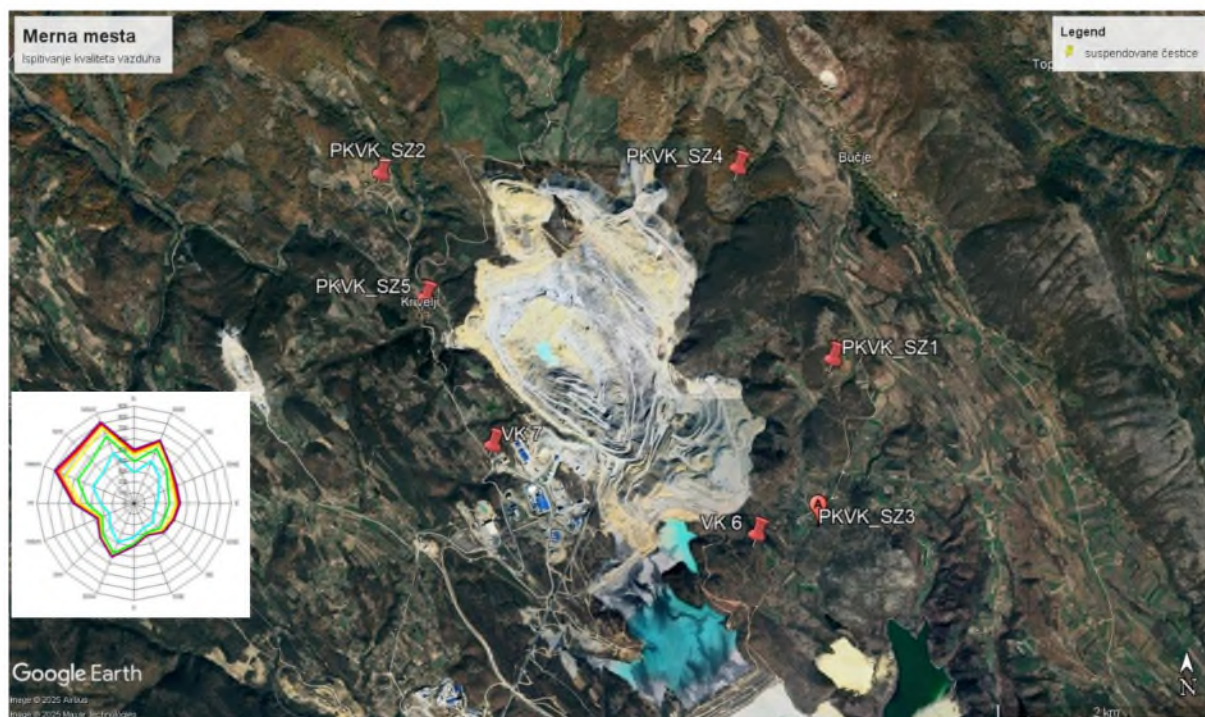
merno mesto za uzimanje uzoraka u glavnom pravcu duvanja dominantnog vetra, pre izvora zagađenja.

Na osnovu ruže vetrova ovog područja, prikazane u poglavlju 2.7., na slikama 2.21-2.23, zaključuje se da su najučestaliji vetrovi iz pravca severa i severoistoka. Predmetna lokacija se nalazi jugoistočno od sela Veliki Krivelj i zapadno od sela Bučje. U bližoj okolini se nalaze privatna domaćinstva (kuće, štale, garaže i ostali pomoćni objekti) zapadno, i severozapadno je najveća koncentracija, na udaljenosti od 100 do 400 m i jugozapadno, manji broj objekata, na udaljenosti od oko 400 m. Uzimajući u obzir navedeno i da su najveći aerozagađivač aktivne površine površinskog kopa i kopovsko odlagalište jalovine, bira se više mernih mesta, postavljenih kod najbližih kuća. Ova merna mesta su izabrana jer su to lokacije gde u kontinuitetu borave ljudi.

Na slici 10.3, i 10.4, su prikazana preporučena merna mesta za uzorkovanje sedimentacionih odnosno suspendovanih čestica. U tabeli 10.4. su date koordinate mernih mesta.



Slika 10.3. Dispozicija mernih mesta za ispitivanje kvaliteta vazduha-sedimentacione čestice



Slika 10.4. Dispozicija mernih mesta za ispitivanje kvaliteta vazduha-suspendovane čestice

Tabela 10.4. Koordinate mernih mesta za ispitivanje kvaliteta vazduha

	Oznaka	Koordinate	Nadmorska visina
			m
Taložne - sedimentacione materije	8R	N 44°08'14.013 E 22°03'59.202	363
	9R	N 44°08'39.761 E 22°05'23.771	455
	11R	N 44°06'53.917" E 22°06'11.032"	415
	12R	N 44°08'20.959 E 22°06'31.662	566
	13R	N 44°06'31.360 E 22°08'02.105	467
	20R	N 44°8'26.98" E 22°8'36.24"	
Suspendovane čestice	PKVK_SZ1	N 44°07'23.353" E 22°08'33.147"	570
	PKVK_SZ2	N 44°08'18.631" E 22°05'27.050"	420
	PKVK_SZ3	N 44°06'42.699" E 22°08'29.480"	533

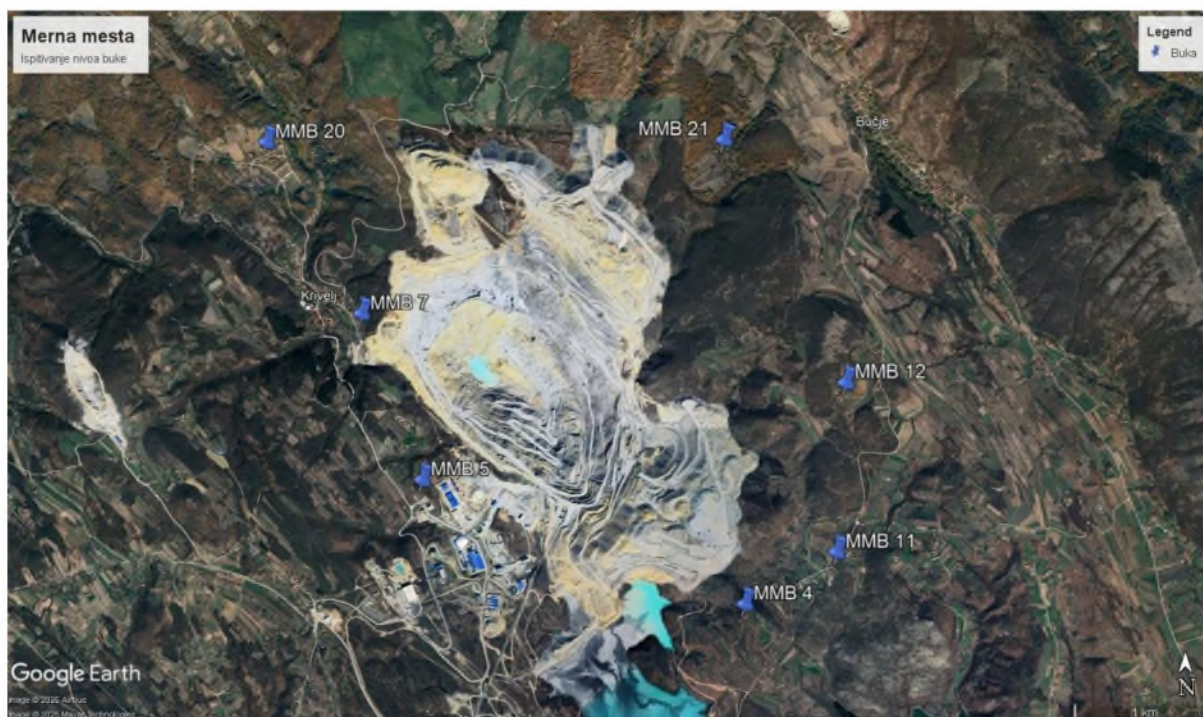
PKVK_SZ4	N 44°08'19.714" E 22°07'54.725"	568
PKVK_SZ5	N 44°07'41.889" E 22°05'44.908"	367
VK6	N 44°06'31.390" E 22°08'02.750"	
VK7	N 44°06'57.659" E 22°06'13.368"	

Zajedno sa procenom загађујућих материја наведених у табели 10.1, треба мерити метеоролошке елементе (температура ваздуха, притисак, облачност, падавине, правец и брзина ветра) и забележити метеоролошке појаве (магла, облаци, киша, снег, град, роса, слана, инје, поледика) које су од великог утицаја на дисперзију загађења.

10.5. MERENJE NIVOА BUKE

Sa aspekta emisije buke, sagledavajući tehnološke procese u novoj flotaciji, jedini izvor buke predstavlja postrojenje primarne drobilice i njen transport (drobljenje, mlevenje, flotiranje, transport rude od prijemnog bunkera do postrojenja). Takođe, u krugu nove flotacije se nalaze i radionice za laka i teška vozila pa je za očekivati određenu frekvenciju rudarske mehanizacije.

Periodično merenje nivoа buke je predviđeno na mernim mestima, koji su prikazani na slici 10.5. Dinamika merenja buke se izvodi po Zakonu o zaštiti od buke u životnoj sredini (36/2009 i 88/2010).



Slika 10.5. Dispozicija mernih mesta za ispitivanje nivoa buke

Tabela 10.5. Prikaz koordinata mernih mesta za ispitivanje nivoa buke

No.	Opis mernog mesta	GPS koordinate
MMB 4	Domaćinstvo Verice Đorđević	N 44° 6'31.50" E 22° 8'2.43"
MMB 5	Upravna zgrada PKVK	N 44.1167309" E 22.1047124
MMB 7	Domaćinstvo Daliborke Karabašević	N 44.1276417 E 22.0990346
MMB 11	Domaćinstvo Vojinović	N 44.112180 E 22.142191
MMB 12	Domaćinstvo Miodraga Kostadinovića	N 44.123126 E 22.142799
MMB 20	Domaćinstvo Ružice Janković	N 44.138758 E 22.090669
MMB 21	Domaćinstvo Dušanke Jonović	N 44.138715 E 22.132013

10.6. ISPITIVANJE KVALITETA ZEMLJIŠTA

Prostor na kome je formiran površinski kop Veliki Krivelj, je brdsko planinski, bogat je šumom, sa livadama i pašnjacima. Sa istočne i zapadne strane se pružaju šumoviti brdski predeli, a posle njih kultivisane površine koje pripadaju selu Buče odnosno Velikog Krivelja. Na jugu se nalaze

kopovsko odlagalište Sraka i velike degradirane površine koje zauzima flotacijsko jalovište Veliki Krivelj. Na severu su nešto ređe šume i livade.

Može se konstatovati da su zemljišta u okolini u velikoj meri pod uticajem sedimentacije mineralizovane prašine koja se disperguje sa otvorenih površina površinskog kopa i kopovskih jalovišta, a najugroženije zone su u funkciji najučestalijih i najjačih vetrova.

Ako se zone uzorkovanja i zabeležene vrednosti u uzorcima zemljišta iz tabele 9.1 uzmu kao referentne i ako se u obzir uzme ruža vetrova iz 2020. godine za predmetno područje, za potrebe monitoringa zemljišta predlažu se pet zona uzorkovanja:

- severoistok,
- jugoistok,
- zapad,
- severozapad, i
- istok.

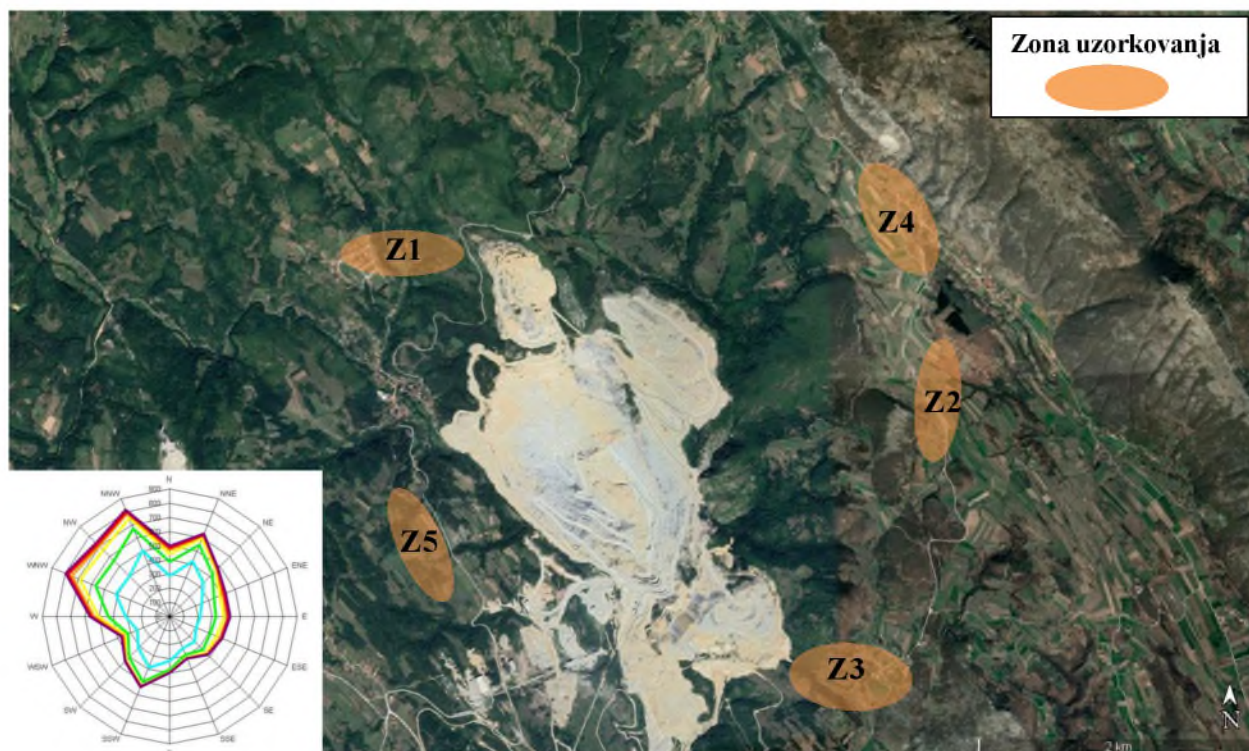
U toku eksploatacije izvršiti periodična ispitivanja kvaliteta zemljišta. Predviđa se da se ispitivanja vrše jednom godišnje. Uzimati kompozitne uzorke sastavljene od većeg broja sub-uzoraka, na oko 500 m udaljenosti od nove flotacije.

Uzimanje uzoraka i laboratorijska analiza obavlja osoblje službe za monitoring. Prikupljene informacije omogućavaju izradu izveštaja o prostornim i vremenskim trendovima praćenih parametara.

Praćenje stanja i izveštavanje o kvalitetu zemljišta i biljaka van zone uticaja prašine u smeru dominantnih vetrova, propisano je:

1. Zakonom o zaštiti zemljišta („Sl. glasnik RS“, br. 112/15);
2. Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu („Sl. glasnik RS“, br. 30/18, 64/19);
3. Pravilnikom o listi aktivnosti koje mogu da budu uzrok zagađenja i degradacije zemljišta, postupku, sadržini podataka, rokovima i drugim zahtevima za monitoring zemljišta („Sl. glasnik RS“, br. 102/20).

Predložena zona uzorkovanja zemljišta prikazana je na slici 10.6, prilogu GP.13. Lista fizičko-hemijskih parametara - indikatora koje treba pratiti data je u tabeli 10.1.



Slika 10.6. Merna mesta uzorkovanja kvaliteta zemljišta

10.7. UDESNE SITUACIJE

Uzroci koji mogu da dovedu do većih udesnih situacija su:

- elementarne nepogode,
- veći kvar ili druga havarija na postrojenju ili opremi,
- požar,
- eksplozija, kao i
- nepridržavanje uputstava ili procedura u vođenju tehnološkog postupka.

Od udesnih situacija koje mogu imati veće posledice po okruženje jesu 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 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 posledično zagađenje 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 10.1.) 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.

10.8. 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 spostavljanje sistema adaptivnog monitoringa. Monitoring treba uspostaviti praćenjem najmanje onih parametara koji su dati u ovom poglavlju (tabela 10.1.). Nakon što se monitoring uspostavi i parametri prate najmanje 5 godina 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.

11.0. PLANOVİ ZATVARANJA

Kod zatvaranja deponija rudarskog otpada, veoma je važno izabrati optimalnu rekultivaciju. Izvođenjem rekultivacije se formira adekvatan pokrivni sistem i vrši sađenje izabrane biološke kulture na površini objekta. Pri izboru pokrivnog sistema je važno pridržavati se sledećih, opštih, zahteva⁴:

- Fizička stabilnost:
 - sprečavanje pojave i kontrolisanje erozije,
 - sprečavanje direktnog kontakta jalovine sa florom i faunom iz okruženja,
- Hemijska stabilnost:
 - kontrolisanje penetracije kiseonika i vode u deponovani otpad,
 - kontrolisanje zagađenja preko kontrolisane infiltracije,
- Korišćenje zemljišta i ostalih javnih dobara:
 - obezbeđenje uslova za rast vegetacije,
 - vraćanje zemljišta u javnu upotrebu.

Krajnja faza zatvaranja deponije predstavlja rekultivacija iste. Osnovni cilj rekultivacije fizički, hemijski i bioloških deponija rudarskog otpada je uspostavljanje funkcije upravljanja zemljišnim prostorom, kao resursom koji je narušen antropogenim aktivnostima.

Prioritetni ciljevi rekultivacije deponija rudarskog otpada su privođenje određenim biljnim kulturama kao i uspostavljanje određene ekološke ravnoteže.

Za aktiviranje rada zemljišne mikroflore i pokretanje pedoloških procesa u pravcu stvaranja organske materije a kasnije i humusa, kao i pristupačnih elemenata za ishranu biljaka služi dodat zemljani sloj (bogat humusom), koji formira pokrivni sistem.

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.

Udeo hranljivih materija u supstratu površinskog kopa i jalovini na odlagalištu jalovine je nedovoljan za normalan razvoj biljaka i u cilju što bržeg ozelenjavanja degradiranih površina stvorenih površinskom eksploatacijom rude bakra i odlaganjem jalovine treba koristiti zemljište pri izvođenju biološke rekultivacije. U svetu i kod nas koriste se tri kategorije rekultivacije.

⁴Dragana D. Nišić, Dinko N. Knežević, Luka M. Ilinčić, Goran M. Gogić: „Zatvaranje prve faze flotacijskog jalovišta „Pekina glavica“. TEHNIKA – RUDARSTVO, GEOLOGIJA I METALURGIJA 69 (2018) 1. UDC: 621.271.4(497.113), DOI: 10.5937/tehnika1801047N

Za rekultivaciju u Velikom Krivelju usvojena je kategorija optimalne rekultivacija sa metodama pošumljavanja i zatravljivanja. Radovi na rekultivaciji se odvijaju po sledećim fazama rekultivacije:

- Tehnička faza rekultivacije
- Biološka faza rekultivacije

Uzimajući u obzir faktore koji utiču na biološku rekultivaciju, a pre svega kvalitet podloge (supstrata), odnosno fizičko-hemijske osobine, uslovi staništa i eksponiranost odlagališta jugu, zatim kontinentalna klima i visoka čestina vetrova iz WNW i NW, izabrana je kombinovana metoda pošumljavanja i zatravljivanja. Izbor biljnih vrsta je takođe, bio ograničen.

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

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

Plan zatvaranja je razrađen tako da obezbedi fizičku, hidrauličku, erozionu, hemijsku i ekološku stabilnost deponije. Pre zatvaranja treba proveriti fizičke stabilnosti i izvesti sve radove predviđene za detaljnu analizu stabilnosti, koja će biti sastavni deo Projekta zatvaranja.

Pre početka izvođenja radova na kosini odlagališta jalovine, izvođač je dužan osigurati osnovne uslove stabilnosti površina koje se tretiraju, prema važećoj zakonskoj regulativi. Kosina odlagališta jalovine je izrađena od izminiranog materijala različite granulacije, pri čemu ima i negabarita, tako da priprema podloge - kosine, koristeći antierozivne metode nije potrebna.

Preko projektovanih površina, u fazi tehničke rekultivacije nanosi se zemljani materijal. Debljina zemljanog sloja je minimalne debljine 0,25 m. Zemljani se sloj planira i zbija lakim nabijačima. To je preduslov da se po fino uređenom zemljanom sloju vrši zatravljivanje a kasnije pošumljavanje. Cilj ovih radova je da se spreči svaki vid eventualnog izluživanja i aerizacija.

U okviru biološke rekultivacije se vrši zatravljivanje i pošumljavanje projektovanih površina odabranim kulturama.

Zatvaranje deponije je definisano na period od 10 godina. Kod dinamičke razrade zatvaranja vodilo se računa da se sve aktivnosti, koje zahtevaju značajna finansijska sredstva ili obezbeđenje većih količina materijala mineralnog porekla za prekrivanje deponije, obavi u vreme dok je rudnik aktivan.

Sav period zatvaranja je podeljen u 4 faze: priprema, projektovanje i saniranje, realizacija i rekultivacija.

Priprema podrazumeva prikupljanje potrebnih podataka i uslova za izradu Projekta zatvaranja. Tokom ove faze treba završiti potrebna ispitivanja koja su neophodna da bi se izvršila analiza stabilnosti odlagališta. Ova faza traje 3 godine.

Projektovanje i saniranje podrazumeva dovođenje odlagališta u projektovanje stanje i izrada Projekta zatvaranja saglasno ovome Planu i uslovima dobijenim od nadležnih institucija. Trajanje ove faze je 2 godine.

Zatvaranje odlagališta podrazumeva formiranje sloja zemljanog materijala kako bi se deponovani materijal izolovao od okruženja i kako bi se stvorila osnova za formiranje biološkog pokrivača. Trajanje ove faze je 3 godinu.

Poslednja faza je biološka rekultivacija (ozelenjavanje površina), koja obuhvata zatravljivanje površina i sadnju drveća kako bi se sanirani prostor doveo u sklad sa okruženjem. Ova faza traje 2 godina. U ovom periodu je predviđena i predaja deponije na upravljanje lokalnoj zajednici.

Tokom svih faza predviđeni su radovi na monitoringu, a intenzitet i dinamika su prilagođeni stanju na deponiji. Pregled aktivnosti prikazan je u tabeli 11.1.

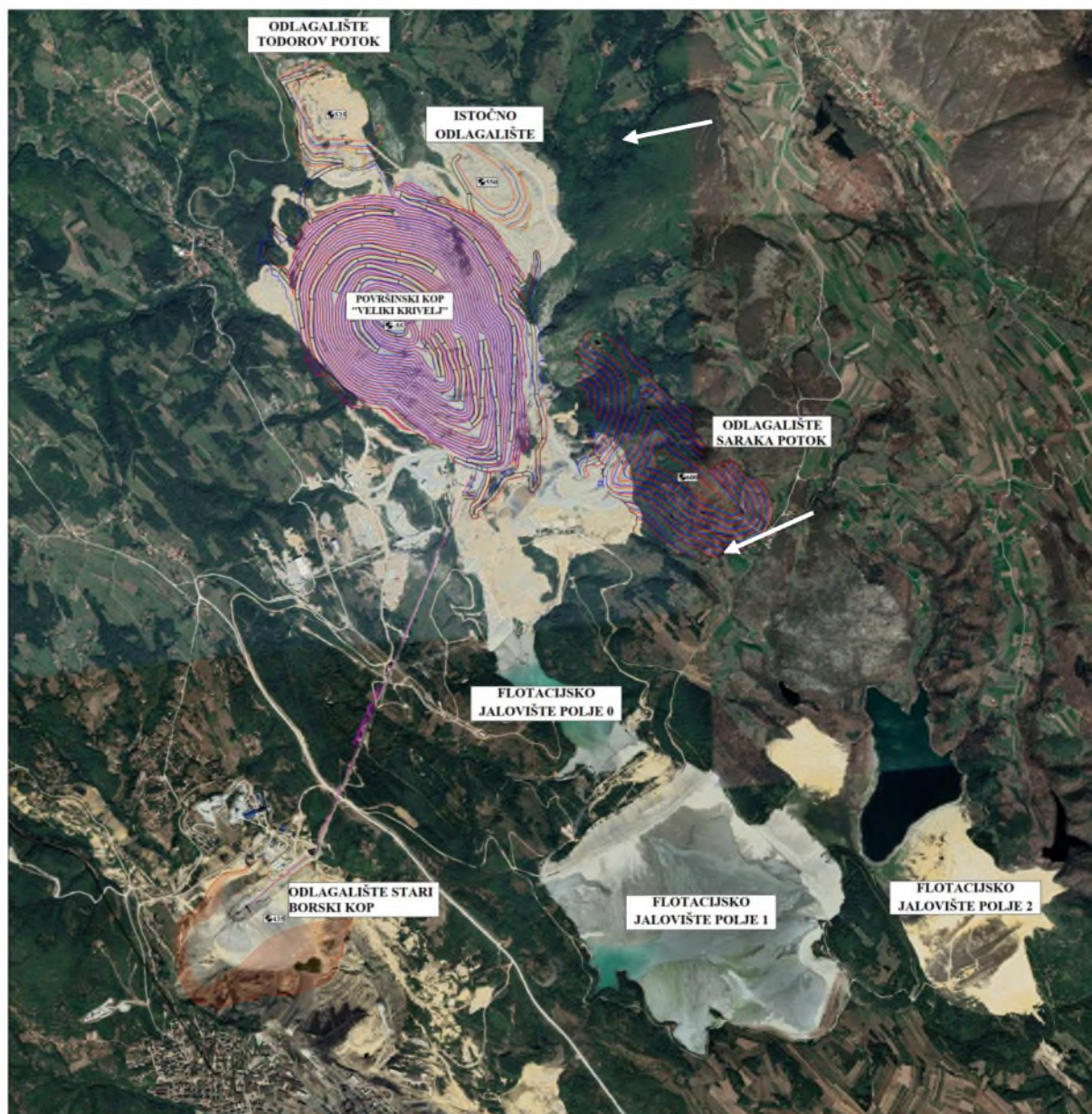
Tabela 11.1. Plan aktivnosti na zatvaranju deponija otpada

Faza	Aktivnost	Period
Pripremna faza	Priprema ulaznih podataka za analizu stabilnosti kopovskog odlagališta jalovine	3 godine
	Provera nosivosti prethodno deponovanog materijala	
	Redovni monitoring odlagališta	
	Sanacija pristupnog puta i spoljašnjih objekata	
	Detaljna procena rizičnosti deponije nakon zatvaranja	
	Sagledavanje isplativost ponovne prerade otpada	
	Prezentacija Plana zatvaranja lokalnoj samoupravi	
	Pribavljanje potrebnih uslova i saglasnosti za izradu Projekta zatvaranja	
Faza izrade projektne dokumentacije i saniranja	Projekat zatvaranja deponije	2 godina
	Obezbeđivanje svih saglasnosti i dozvola	
	Saniranje svih uočenih nepravilnosti na odlagalištu	
	Redovni monitoring deponije	
Faza zatvaranja deponije	Sanacija deponije	3 godine
	Izrada zemljanog sloja na ravnim površinama – platoima deponija jalovine	
	Redovni monitoring deponije .	
Faza biološke rekultivacije (ozelenjavanja površina)	Formiranje biopokrivača na odlagalištu	2 godine
	Održavanje i negovanje biopokrivača	
	Redovni monitoring deponije	

Na predmetnom prostoru se nalazi više odlagališta kopovske jalovine i flotacijsko jalovište. To su odlagališta:

1. Todorov Potok
2. Saraka potok
3. Istočno odlagalište
4. Unutrašnje odlagalište u stari PK Bor
5. Flotacijsko jalovište Veliki Krivelj (Polje 1, 2 i nulto polje)

prikazana su na slici 11.1. Za flotacijsko jalovište se radi zaseban Plan upravljanja otpadom.



Slika 11.1. Dispozicija odlagališta jalovine oko površinskog kopa Veliki Krivelj

11.1. ODLAGALIŠTE KOPOVSKE JALOVINE

Odlaganjem raskrivke na spoljašnjim odlagalištima površinskog kopa Veliki Krivelj formiraju se ravne i kose površine na Saraka potoku, Todorovom potoku i Istočnom odlagalištu. Ravne površine pored etažnih ravni čine i završne ravni odlagališta sa neisplaniranim gomilama raskrivke u završnom procesu odlaganja. Prema iskustvima sa odlagališta iz Bora i Majdanpeka, iskipana jalovina na završnoj ravni ostavlja se u vidu gomila iskipanih jedne do druge kupastog oblika kako bi sprečile sakupljanje atmosferskih voda i stvaranje bara i jezera, koje utiču na stabilnost odlagališta.

Zbog načina odlaganja raskrivke, odlagani materijala će imati različitu granulaciju. Pri odlaganju jalovine krupni komadi stena kotrljanjem dospevaju u podnožje etaže odlagališta, a sitan materijal ostaje na površini etažne kosine.

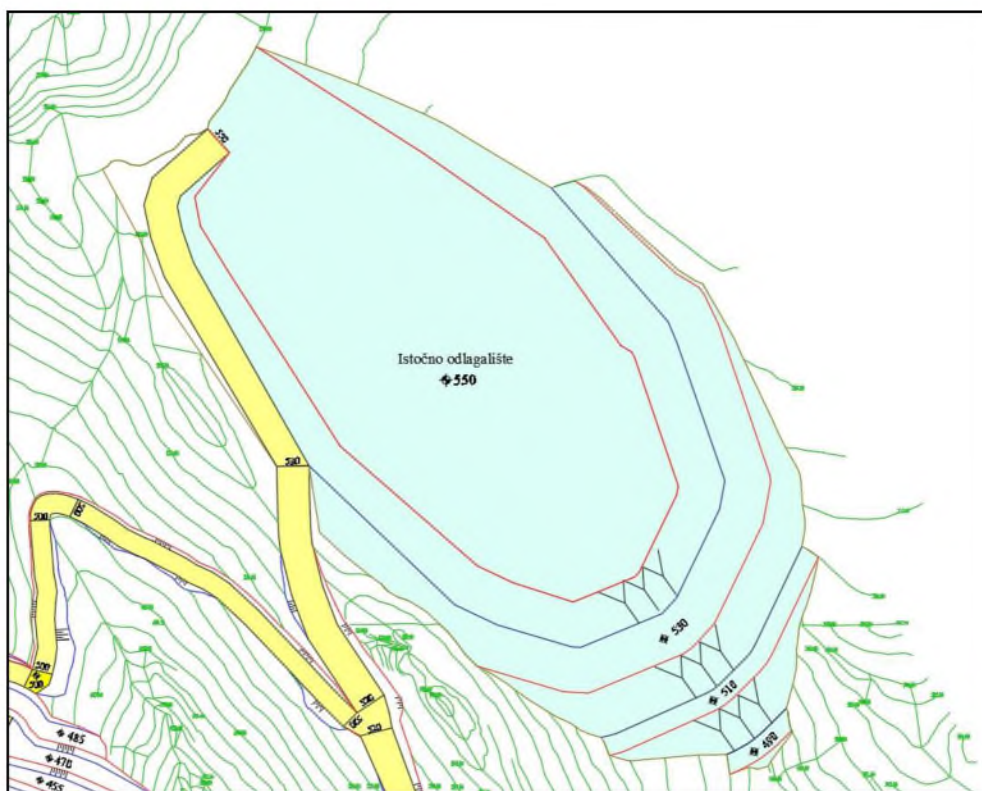
Jalovi materijal predstavlja mešavinu litoloških članova geološkog stuba koji se otkopava pri eksploataciji rude. Mešavine odlaganog materijala su različitog sastava i odnosa stena koje se odlažu bez ikakvog reda, odnosno onako kako se otkopavaju od površine prema dubini kopa. Najveću zastupljenost imaju hidrotermalno izmenjene stene i to oko 90%.

Na početku odlaganja odloženi materijal je bez kohezije, a kasnije usled težine dolazi do sabijanja materijala.

Stene na kopu su nepropusne i njihovim odlaganjem, jalovina zadržava odgovarajuće hidrološke karakteristike i na odlagalištu. Zbog nagiba kosina koji se kreće do 21° , atmosferska voda kada pada na kose površine se ne zadržava u površinskom rastresitom materijalu (ne ponire) već ga intenzivno spira formirajući pri tome sitne jaruge, koje mahom dopiru do čvrste podloge. Kao posledica ovoga javlja se intenzivno površinsko i linearno spiranje tla. Ako se degradirane površine odmah po završetku procesa odlaganja ne rekultiviraju, proces erozije će dovesti do formiranja skeletnog zemljišta na velikim površinama i stvaranja rovina, urvina i jaruga.

11.1.1. Istočno odlagalište

Projektovana završna ravan na Istočnom Odlagalištu površina po nivou +550 iznosi 85 560 m². U završnom obliku odlagalište će imati plato na koti K+550, i dve etaže na K+530, i K+510 (slika 11.2.). Ukupna degradirana površina predviđena za rekultivaciju iznosi 162 910 m².



Slika 11.2. Istočno odlagalište – projektovano stanje

Za rekultivaciju degradiranih površina odlagališta koristiće se optimalna rekultivacija ili eurekultivacija sa fazama:

- Agrotehnička faza eurekultivacije
- Tehnička faza eurekultivacije:
- Biološka faza eurekultivacije

Uzimajući u obzir fizičke i hemijske osobine jalovinskog materijala (deposola), neposrednu blizinu površinskog kopa, geomorfološke osobine odlagališta i prirodnu vegetaciju u neposrednom okruženju, rekultivacija na Istočnom Odlagalištu obuhvataće pošumljavanje na kosim i ravnim površinama.

AGROTEHNIČKA FAZA

Agrotehnička faza eurekultivacije u ovom projektu sastoji se od osposobljavanja postojećih pristupnih puteva i naknadnog nivelisanja ravnih površina. Pristupni putevi koriste se za dopremu zemljanog materijala, dovoz sadnica, dovoz industrijske vode cisternama za zalivanje sadnica u sušnom periodu (održavanje šumskih zasada) i kasnije korišćenje šuma. Nivelisanjem završne ravni buldozerom vrši se pre pripreme ravnih površina za kopanje jama za sadnice. Na završnim ravnama ostavljaju se prolazi - prazni prostori širine 3,0m i služe kao transportni putevi i kao zaštitni prostori od širenja požara.

TEHNIČKA FAZA

Tehnička faza eurekultivacije sastoji se od pripreme zemljanog materijala – otkopavanja buldozerom, utovara i transporta do odlagališta. Zemljani materijal se koristi za ubacivanje u iskopane jame za sadnice i služi sadnicama kao rezervoar hranljivih materija. Tehnička rekultivacija se izvodi u sušnom periodu, julu, avgustu, septembru i oktobru.

BIOLOŠKA FAZA

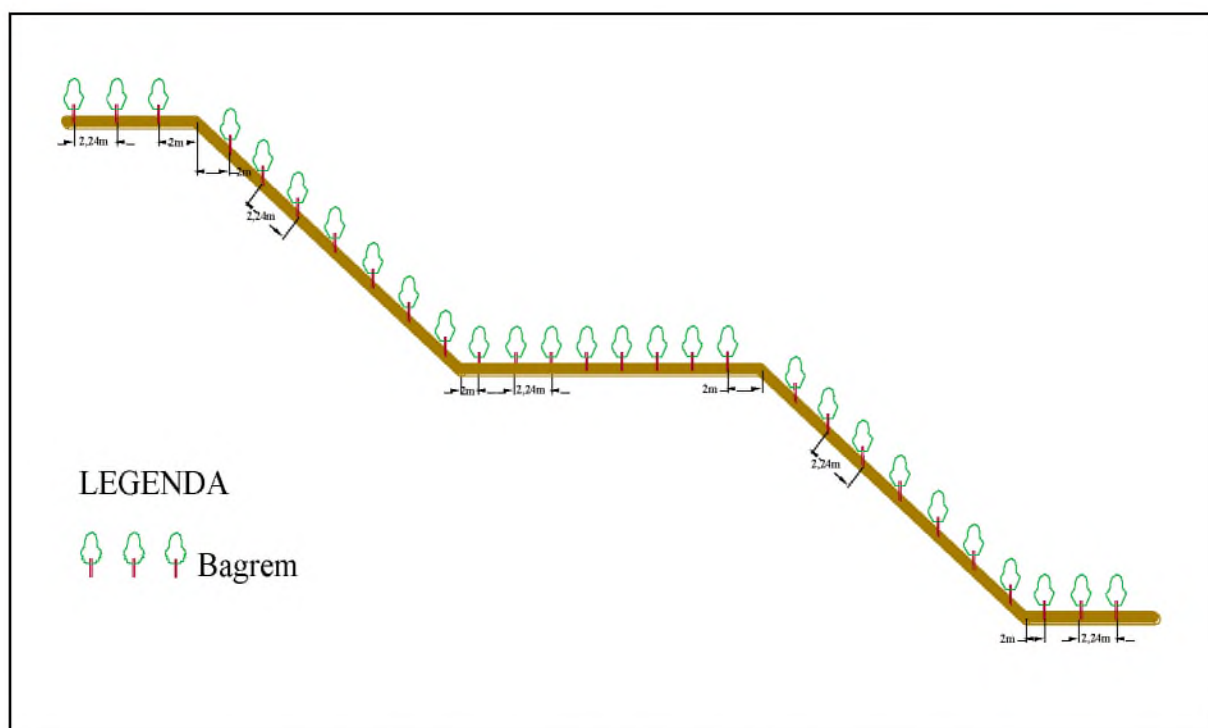
Biološka faza eurekultivacije predstavlja primenu fitomeliorativnih mera na predhodno pripremljenom supstratu u cilju uspostavljanja i opstanka vegetacije radi kasnijeg formiranja stabilnog sistema. Ozelenavanje degradiranih površina u Velikom Krivelju ima pre svega ulogu zaštite životne sredine, a istovremeno doprinosi lepšem izgledu okoline.

Uspeh pošumljavanja degradiranih površina zavisi od izvođenja predhodnih pripremnih radova i od izbora vrsta sadnica koje mogu da podnesu surove klimatske uslove (zimi niske, a leti visoke temperature). Kada se pošumljava teren sa nepovoljnim uslovima, sadnji se mora pokloniti veća pažnja. Zato vrlo značajan deo biološke faze eurekultivacije predstavlja i sprovođenje mera nege i zaštite podignutih kultura u svim fazama njihovog razvoja.

Izbor vrste sadnica za nadvišeni deo odlagališta Istočnog Odlagališta do kote K+550 m vršen je na osnovu stečenih iskustava u Boru na rekultivaciji odlagališta raskrivke površinskog kopa «Bor» izvedene: 1979., 1981., 1982., 1983. i 1985. godine, 2008. na odlagalištu Saraka potok 2008. godine u Velikom Krivelju i odlagalištu Kraku Bugaresku u Cerovu 2010. godine. Koristeći iskustva iz ovog perioda za biološku metodu rekultivacije koristiće se metoda pošumljavanja i to 2000 sadnica/ha. Podizanje šumskih kultura uklapa se u postojeći pejzaž i doprinosiće lepšem izgledu okoline Velikog Krivelja.

Na ravnim i kosim površinama sadiće se bagrem 2 000 kom/ha, što odgovara postavljanja kvadratne (na ravnim površinama) ili trougaone mreže jama (na kosinama) sa rastojanjem od 2,24 m (slika 11.3.). Bagrem kao pionirska vrsta veoma je prilagodljiv na plitka kamenita, suva staništa, dobro se prima pri sadnji, uspešno podnosi sušu, mraz, vetar i ujedno popravља zemljište. Može da uspeva na ekstremnim nagibima terena i na nadmorskoj visini do 1000 m. Pored zaštitne životne sredine bagrem ima i druge uloge kao što je doprinos razvoju pčelarstva.

Za sadnju koristiti sadnice sa umereno razvijenim nadzemnim delom i dobro razvijenim korenima. Sadnice za pošumljavanje moraju biti prve klase sa slobodnim korenovim sistemom dobro formiranim i razvijenim. Starost sadnica treba da bude 1+0. Na slici 11.3. prikazan je raspored biljnih vrsta na odlagalištu jalovine Istočno Odlagalište.



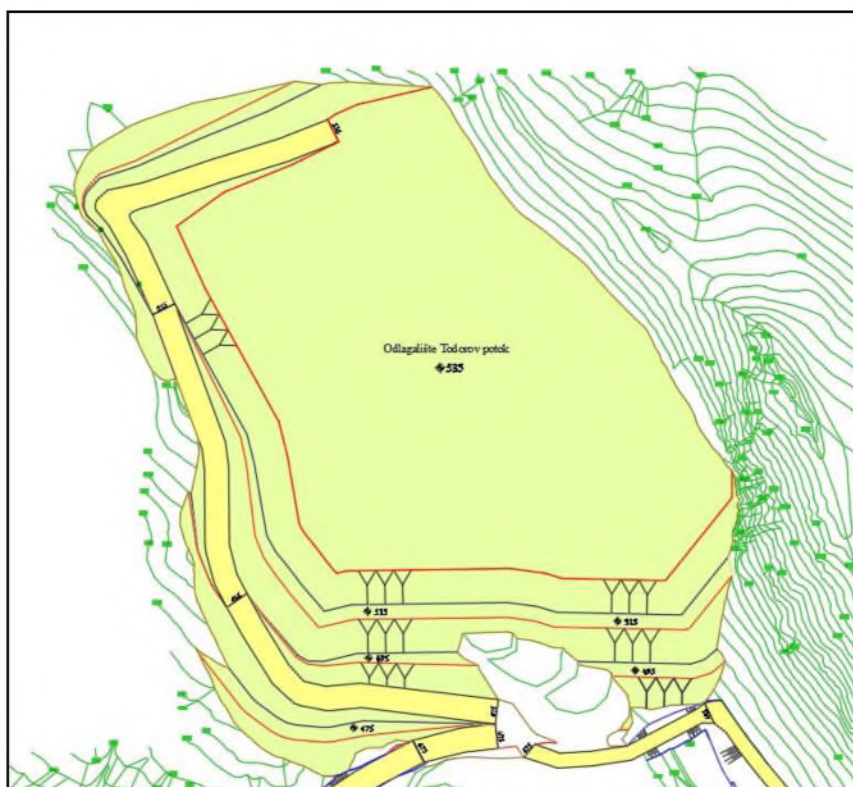
Slika 11.3. Poprečni presek odlagališta Isočno Odlagališta

Način sadnje

Opšte pravilo pri sađenju sadnica je da se biljka posadi na 1-2 cm dublje od položaja u kom je bila u rasadniku. Kad se zemlja oko sadnice slegne, korenov vrat će biti u nivou zemlje. U iskopane jame najpre se ubacuje na dno 500 grama kreča – filera, a zatim do 1/3 visine zemlja. Sadnica se u jamu postavlja vertikalno kako bi žile korena zauzele što prirodniji polažaj celom dubinom. Na koren biljke se nasipa zemlja tako da korenov vrat bude 1-2 cm ispod nivoa terena. Po završenoj sadnji, neposrednu okolinu sadnice dobro ugaziti kako bi se eliminisala opasnost od formiranja “vazдушnih džepova” uz koren sadnica, što bi uslovilo sušenje. Prema dosadašnjim iskustvima, najčešći uzrok lošeg prijema sadnica je pored nedostatka vlage u zemljištu i nepravilna sadnja. Za sadnju se koriste zdrave sadnice sa slobodnim korenovim sistemom, starosti 1+0. Razlaganje organske materije zahteva duži period, pa se dodaje mineralno đubrivo po sadnici 200 g NPK (15:15:15). Mineralno đubrivo se razbacuje oko zasađene sadnice (na određenom rastojanju posle sadnje sadnica). U proleće, prilikom okopavanja, prihraniti sadnice KAN-om u količini od 100 gr po sadnici (razbacivanje oko sadnice).

11.1.2. Todorov potok

Projektovana završna ravan na odlagalištu Todorov potok predstavlja plato na koti K+535, čija površina iznosi 175.100 m². U završnom obliku odlagalište će imati plato na koti K+535, i tri etaže na K+515, K+495, i K+475 (slika 11.4.). Ukupna degradirana površina predviđena za rekultivaciju iznosi 298.275 m².



Slika 11.4. Odlagalište Todorov potok – projektovano stanje

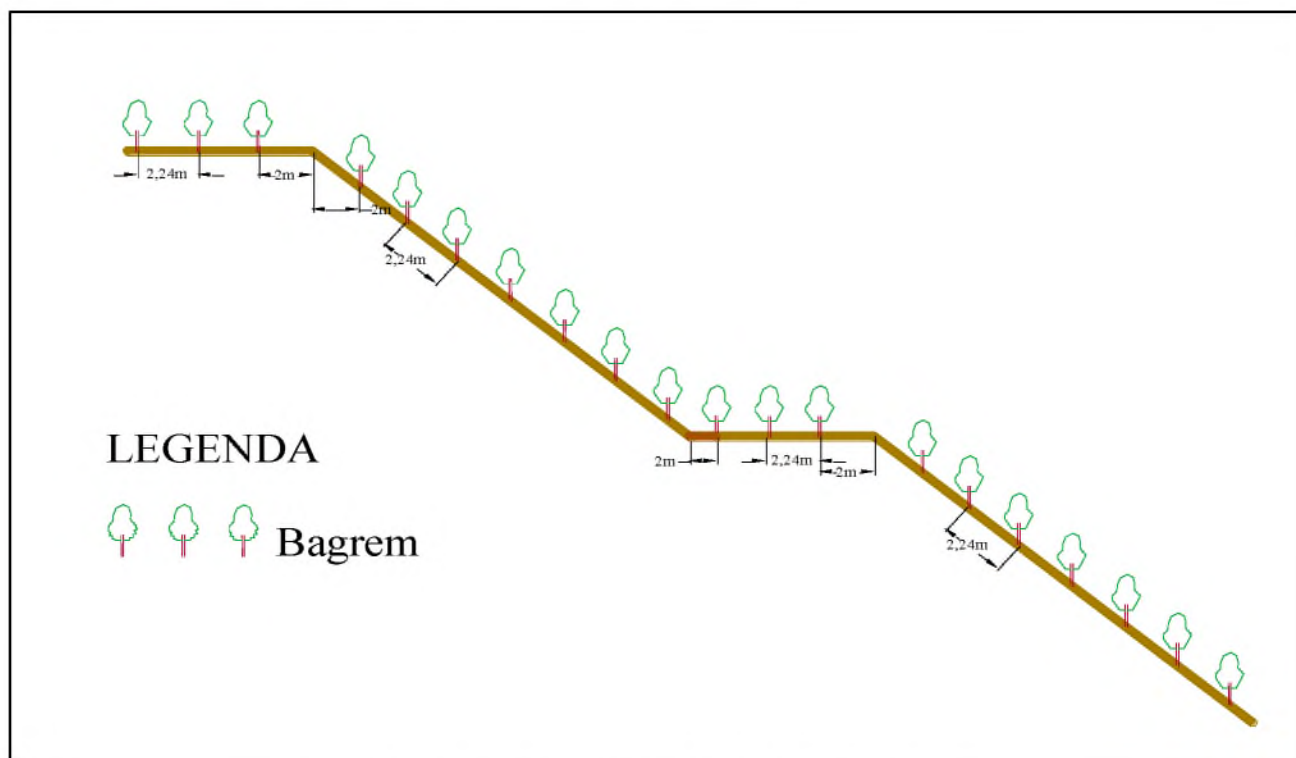
Za rekultivaciju degradiranih površina odlagališta koristiće se optimalna rekultivacija ili eurekaultivacija sa fazama:

- Agrotehnička faza eurekaultivacij: sastoji se od osposobljavanja postojećih pristupnih puteva i naknadnog nivelisanja ravnih površina. Pristupni putevi koriste se za dopremu zemljanog materijala, dovoz sadnica, dovoz industrijske vode cisternama za zalivanje sadnica u sušnom periodu (održavanje šumskih zasada) i kasnije korišćenje šuma.
- Tehnička faza eurekaultivacije: Tehnička faza eurekaultivacije sastoji se od pripreme zemljanog materijala – otkopavanja buldozerom, utovara i transporta do odlagališta. Zemljani materijal se koristi za ubacivanje u iskopane jame za sadnice i služi sadnicama kao rezervoar hranljivih materija.
- Biološka faza eurekaultivacije: predstavlja primenu fitomeliorativnih mera na predhodno pripremljenom supstratu u cilju uspostavljanja i opstanka vegetacije radi kasnijeg formiranja stabilnog sistema.

Za biološku metodu rekultivacije koristiće se metoda pošumljavanja i to 2000 sadnica/ha.

Na ravnim i kosim površinama sadiće se bagrem 2 000 kom/ha, što odgovara postavljanja kvadratne (na ravnim površinama) ili trougaone mreže jama (na kosinama) sa rastojanjem od 2,24 m. Za sadnju koristiti sadnice sa umereno razvijenim nadzemnim delom i dobro razvijenim korenom.

Sadnice za pošumljavanje moraju biti prve klase sa slobodnim korenovim sistemom dobro formiranim i razvijenim. Starost sadnica treba da bude 1+0. Na slici 11.5. prikazan je raspored biljnih vrsta na odlagalištu jalovine Istočno Odlagalište.



Slika 11.5. Poprečni presek odlagališta Todorov Potok

11.1.3. Saraka potok

Eksploatacija rude bakra na površinskom kopu „Veliki Krivelj” podrazumeva degradiranje okolnog zemljišta pri formiranju projektovanih kontura površinskog kopa kao i degradiranje okolnog zemljišta prilikom obrazovanja odlagališta jalovine (slika 11.6.). U ovom slučaju pored već formiranih odlagališta Istočno odlagalište i Todorov potok, izvrši će se proširenje odlagališta Saraka.



Slika 11.6. Prostorni raspored objekata: površinski kop (1), odlagalište jalovine Saraka (2)

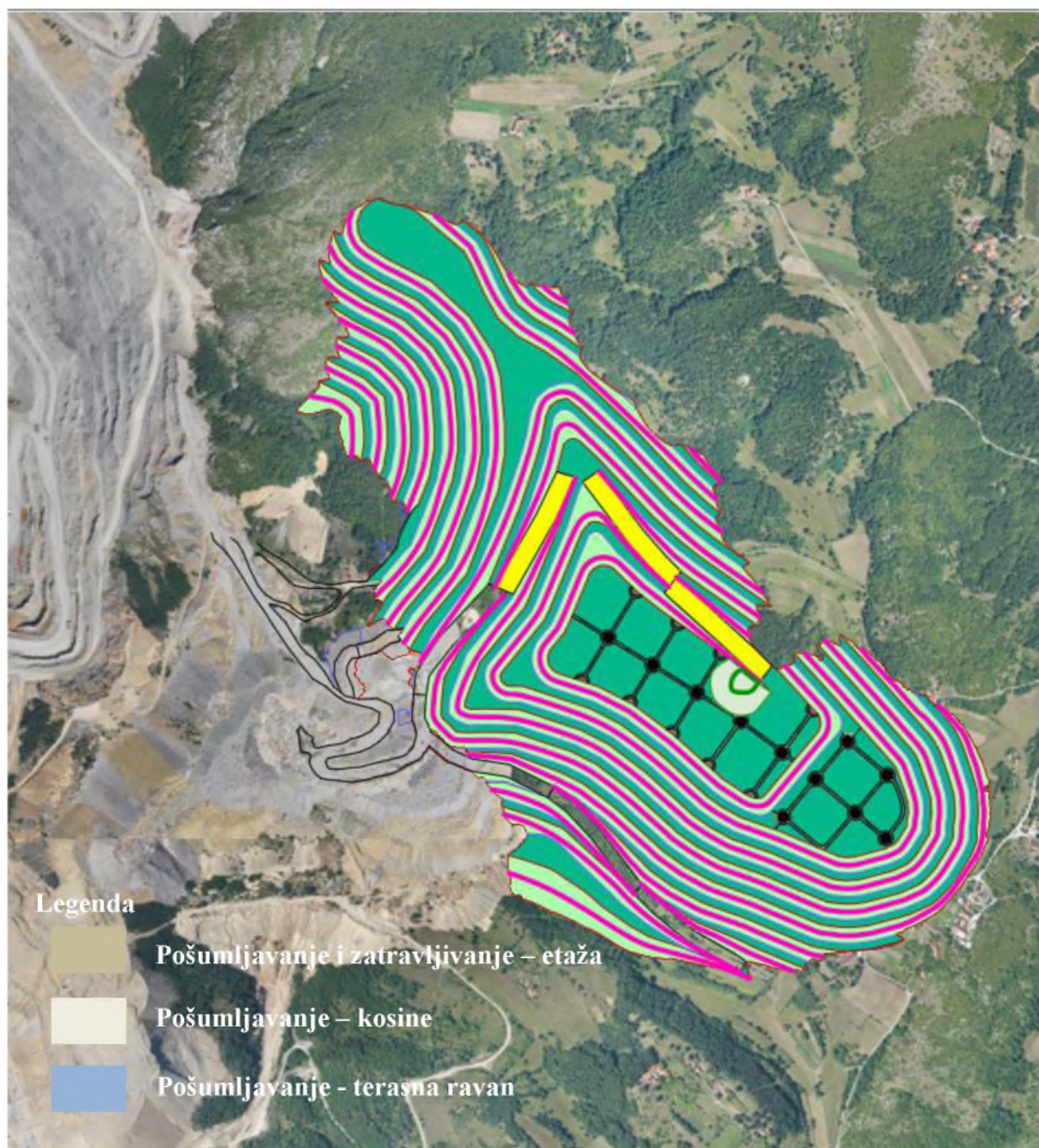
Odlaganjem jalovine na spoljašnjem odlagalištu Saraka površinskog kopa „Veliki Krivelj” formiraju se ravne i kose površine. Ravne površine pored etažnih ravni čine i završne ravni odlagališta sa neisplaniranim gomilama raskrivke u završnom procesu odlaganja.. Završna ravan (plato) na odlagalištu Sarak po nivou +580 ima površinu od 93.100 m². Ove površine pre pristupanja biološke rekultivacije nivelišu se buldozerom.

U cilju zaštite životne sredine, degradirane površine posle završetka eksploatacije se rekultiviraju. Ukupne degradirane površine koje su predviđene za rekultivaciju 903.875 m².

Površine koje su projektovane za rekultivaciju podeljene su na :

- Plato odlagališta jalovine
- Kosine odlagališta jalovine sa formiranim terasama
- Etažne ravni odlagališta jalovine

Struktura površina po nameni i uređenju prostora na odlagalištu jalovine Saraka potok obuhvata faze zatravljivanja i pošumljavanja degradiranih površina (slika 11.7.).



Slika 11.7. Struktura površina po nameni

Analiza stanja predela nakon formiranja završne konture odlagališta jalovine Saraka u Velikom Krivelju, ukazuje, da će stvoreni uslovi na kraju perioda eksploatacije biti takvi da koncepciju biološke rekultivacije treba prilagoditi funkciji postizanja vizuelnog sklada narušenog okruženja sa okolnim neporemećenim okruženjem, upotrebom vrsta prilagođenih ekološkim uslovima koji vladaju na novonastalim degradiranim površinama.

Saglasno postavljenim funkcionalnim zahtevima, ciljevi rekultivacije su: stvaranje novih, antropogenih livadsko-pašnjačkih i šumskih ekosistema, revitalizacija degradiranog prostora i vraćanje u ciklus prirodnih bioloških tokova, obezbeđenje zdrave životne sredine, zaštita i unapređenje biodiverziteta, osiguranje stabilnosti terena, sprečavanje erozionih procesa, regulisanje oticanja površinskih voda kao i poboljšanje kvaliteta zemljišta.⁵

Za rekultivaciju odlagališta jalovine Saraka biće primenjena rekultivacija sa sledećim fazama:

1. Tehnička rekultivacija koja podrazumeva:
 - nivelisanje završnih ravni - platoa odlagališta,
 - protiverozione radove - usecanje terasnih ravni na etažnim kosinama odlagališta,
 - planiranja zemljanog materijala po ravnim površinama,
 - đubrenja, oranja, tanjiranja, drljanja, predsetvenu priprema;
2. Biološka rekultivacija koja podrazumeva kompleks biotehničkih i fitomeliorativnih mera u cilju ozelenjavanja površina na prethodno pripremljenim površinama. Sastoji se od zatravljanja i pošumljavanja degradiranih površina.

U toku izvođenja rekultivacije koristiće se pristupni putevi i putevi formirani na odlagalištu, koji su bili u funkciji sve vreme rada na odlagalištu Saraka. Stoga, oni su potpuno funkcionalni i nije potrebno vršiti nikakve dodatne radove za njihovo osposobljavanje.

Tehnička faza rekultivacije na odlagalištu jalovine Saraka predstavlja etapu pripremnih radova (naknadno nivelisanje završne ravni-platoa), koji omogućavaju izvođenje sledećih faza tehničke i biološke rekultivacije. Naknadno planiranje ili nivelisanje završne ravni-platoa se vrši buldozerom pre početka rekultivacije. Pri završnom procesu odlaganja poslednje iskipane gomile jalovine na završnoj ravni, zbog stabilnosti odlagališta se ne nivelišu (gomile ne dozvoljavaju formiranje bara i jezera pri atmosferskim padavinama i infiltriranje voda u telu odlagališta).

Naknadno planiranje (nivelisanje) površina na završnoj ravni-platou odlagališta jalovine. Sledeća etapa je formiranje terasnih ravni po kosinama odlagališta. Terasne ravni se formiraju na 10 m.

U sledećoj etapi se podrazumeva nanošenje zemljišnog materijala. Zemljani materijal će se koristiti za:

- formiranje sloja na ravnoj površini – platou odlagališta visine 0,5 m;
- formiranje sloja na etažnim ravnama – visine 0,5 m
- zapunjavanje jama pri sađenju sadnica;

⁵ Studija izvodljivosti eksploatacije ležišta mineralnih sirovina "Veliki Krivelj" za godišnji kapacitet rude od 23,1 mt – RGF Beograd, 2020.god.

Unošenjem organskih materija u vidu humusa u supstrat ubrzava se mikrobiološki proces i omogućava se kontuirani priliv asimilativa za razvoj biljaka. Tehnička faza rekultivacije uključuje planiranje zemljanog materijala koji je investitor obezbedio za izvođenje radova na projektovanim površinama odlagališta Saraka.

Nakon toga se vrši po redu priprema ovih površina za setvu trave.

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 platou odlagališta jalovine zatravljivanje i pošumljavanje po mozaičnom rasporedu kultura;
- Na kosinama odlagališta pošumljavanje
- Na etažama odlagališta jalovine zatravljivanje i pošumljavanje po trouganoj šemi;

Za ozelenjavanje degradiranih površina na predmetnoj lokaciji primeniće se biološka metoda rekultivacije i to:

Setva mešavine trava 49 kg/ha:

- Bela detelina (24,5%)
- Žuti zvezdan (24,5%)
- Mačiji rep (20,5%)
- Prava livadarka (30,5%)

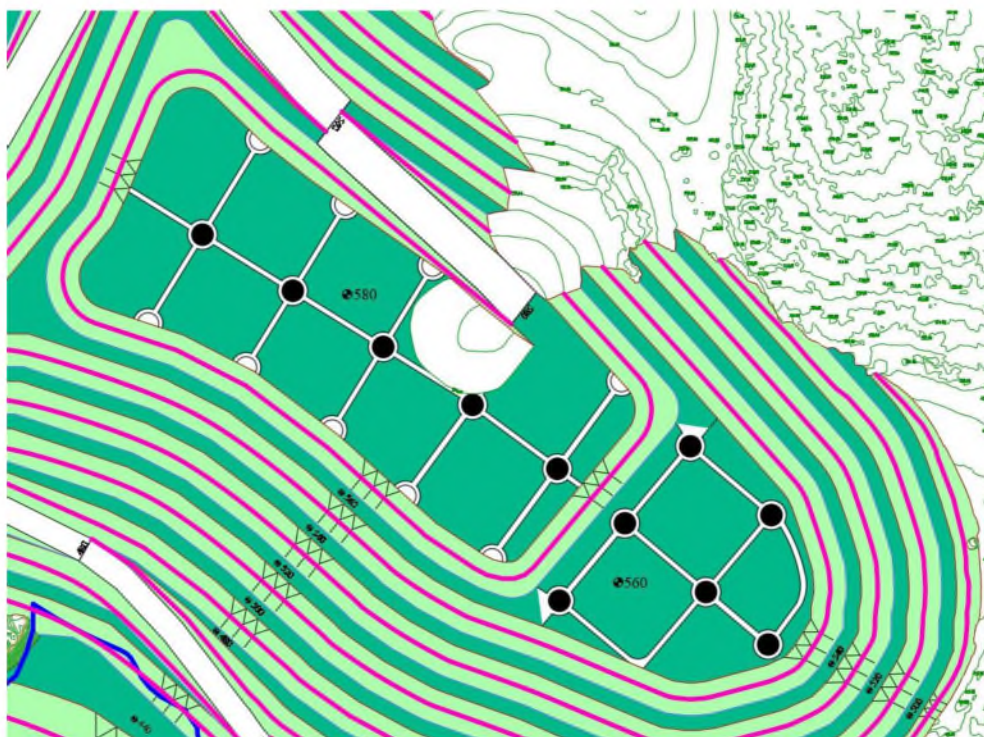
Drvenaste biljke:

- Robinia pseudoacacia L. (bagrem)
- Betula alba L. (breza)
- Acer campestre L. (klen)

Na kosini odlagališta jalovine izvrši će se pošumljavanje bagremom. Izrađene terasne ravni po kosinama odlagališta će se takođe pošumljavati i to klenom. Na ravnoj površini odlagališta – etažnim ravnima izvršiće se zatravljivanje a nakon toga pošumljavanje brezom i klenom.

Sadnja drveća po kosinama odlagališta jalovine vrši će se po trouganoj šemi na međusobnom rastojanju sadnica od 2,24 m. To znači da se na jednom hektaru može zasaditi oko 2000 sadnica.

Sadnja drveća na platou (E560 i E580) odlagališta jalovine vrši će se po mozaičnom rasporedu (slika 11.8.) na međusobnom rastojanju sadnica od 3 m.



Slika 11.8. Sadnja kultura po mozaičnom rasporedu na platoima K+580 i K+560

Po etažama E580 i E560, koristi će se mozaični raspored, po kome će se smenjivati žbunasto i drvenasto rastinje. Na ovaj način će se pošumiti oko 70 % površine dok će ostatak biti prostor rezervisan za put za prolaz mehanizacije

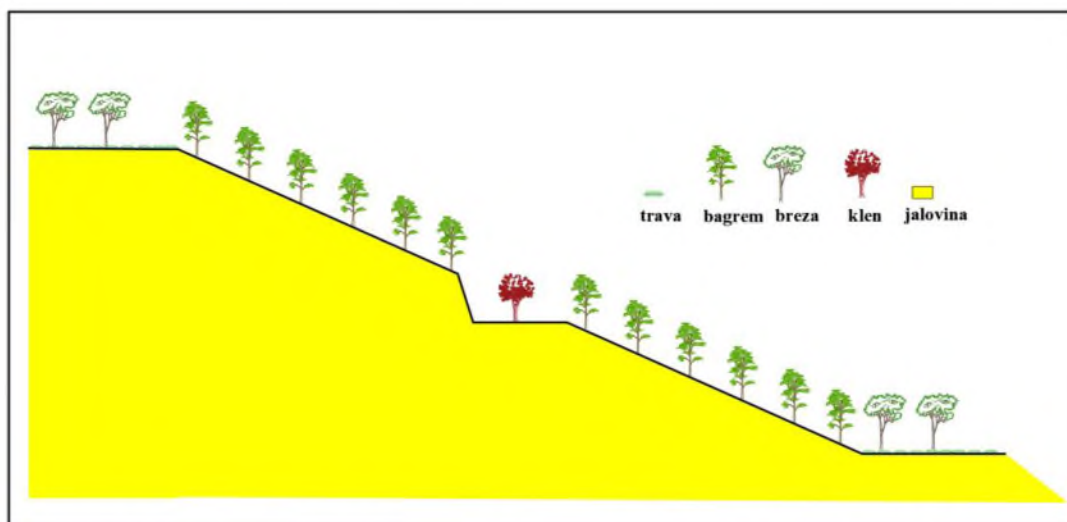
U okviru jednog mozaika koji je približno kvadratne forme koristi će se drvenaste biljke (breza). Sadnja će se obavljati na dva metra od ivice na međusobnom rastojanju sadnica od 3 m (kvadratna šema). Na ovaj način će se postavljati oko 1100 sadnica po hektaru. Za sadnju će se koristiti sadnice starosti 2+1.

Za kružne tokove koristi će se žbunasto rastinje (klen). Sadnja će se obavljati na 1 metar od ivice na međusobnom rastojanju sadnica od 3 m (kvadratna šema). Na ovaj način će se postavljati oko 1100 sadnica po hektaru. Za sadnju će se koristiti sadnice starosti 2+1.

Sadnja drveća na etažnim ravnima odlagališta jalovine vrši će se po kvadratnoj šemi na međusobnom rastojanju od 3 m. To znači da se na jednom hektaru može zasaditi oko 1.100 sadnica.

Kopanje jama na spoljašnjoj kosini odlagališta jalovine se vrši po trougaonoj šemi, pri čemu je rastojanje jama 2,24 m. Razmak između redova na kosinama odlagališta iznosi 2,4 m. Jedan deo iskopanog materijala- krupniji materijal se sklanja i slaže u vidu suvozida na donjoj ivici jame i ima ulogu da spreči odnošenje zemlje iz jame za vreme jakih kiša.

Na taj način se smanjuje energija erozije i povećava zadržavanje vode u jamama. Ugao kontrapada iznosi 10%. Na slici 11.9. je šematski prikaz rasporeda kultura na kosinama odlagališta (uključujući i terasasne ravni).



Slika 11.9. Šematski prikaz kosine odlagališta jalovine sa prikazom rasporeda kultura

Vrlo značajan deo biološke faze rekultivacije predstavlja i sprovođenje mera edukacije izvođača radova, zatim nega i zaštita podignutih kultura u svim fazama njihovog razvoja.

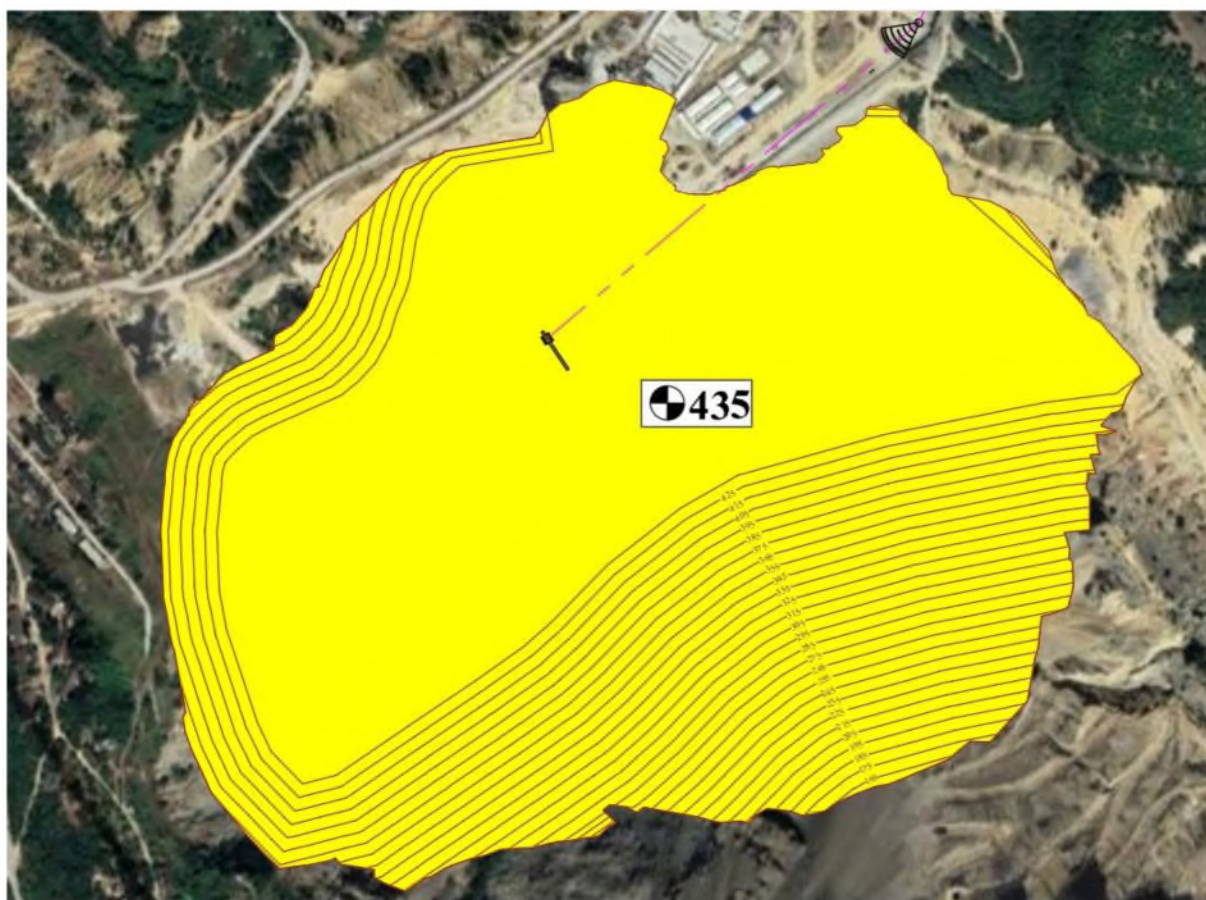
Osnovna funkcija zaštitnog zelenila na degradiranim površinama je sprečavanje erodibilnih procesa. Na ovaj način se sprečava podizanje prašine i njeno raznošenje na okolna naseljena mesta. Takođe, povećava se stabilnost kosina a samim tim i sigurnost celokupnog odlagališta jalovine.

11.1.4. Unutrašnje odlagalište starog PK Bor

Jalovina sa površinskog kopa Veliki Krivelj se odlaže, najvećim delom, u otkopani prostor starog površinskog kopa Bor i na postojeće odlagalište „Saraka“. Nastavak odlaganja jalovine u otkopani prostor starog površinskog kopa Bor vrši se po važećem DRP-u⁶ do projektovane granice zapunjavanja.

Projektovana završna kontura odlagališta starog kopa Bor prikazana je na slici 11.10.

⁶ Dopunski rudarski projekat otkopavanja rude bakra u ležištu „Veliki Krivelj“ za kapacitet 23,1 x 10⁶ tona rude godišnje – IRM Bor, 2022. god.



Slika 11.10. Projektovana završna kontura unutrašnjeg odlagališta starog kopa Bor

Odlagalište površinskog kopa Bor projektovano je do kote 435 mnv, s tim što je na južnoj strani kopa rezervisan deo prostora za odlaganje mulja iz nove topionice.

Odlaganje jalovine se vrši radijalnim pomeranjem odlagača i formiranjem dubinskog bloka po dubini kratera kopa.

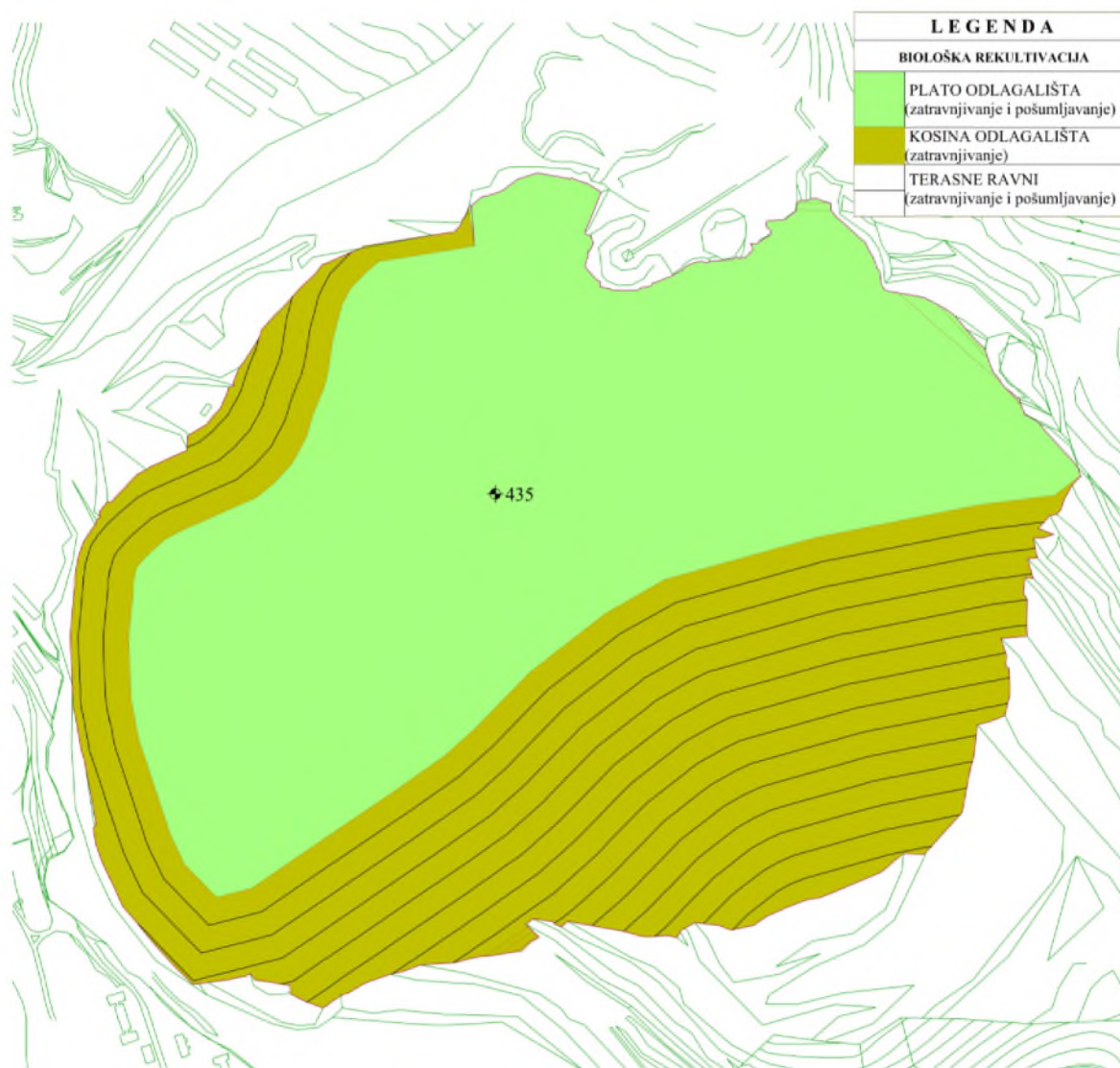
Unutrašnje odlagalište se formira u krateru starog površinskog kopa Bor, i na osnovu toga ne dolazi do zauzimanja novih površina radi formiranja novog odlagališta. Samo odlagalište je projektovano sa plaotom na koti K+435 mnv, površine 435.500 m² i kosinom 440/165, površine 369.100 m².

U cilju zaštite životne sredine, degradirane površine posle završetka eksploatacije se rekultiviraju. Ukupne degradirane površine koje su predviđene za rekultivaciju iznose 1 m².

Površine koje su projektovane za rekultivaciju podeljene su na :

- Plato odlagališta jalovine
- Kosine odlagališta jalovine

Struktura površina po nameni i uređenju prostora na unutrašnjem odlagalištu PK Bor, obuhvata faze zatravljivanja i pošumljavanja degradiranih površina (slika 11.11.).



Slika 11.11. Struktura površina po nameni na unutrašnjem odlagalištu starog kopa Bor

Analiza stanja predela nakon formiranja završne konture unutrašnjeg odlagališta jalovine ukazuje, da će stvoreni uslovi na kraju perioda eksploatacije biti takvi da koncepciju biološke rekultivacije treba prilagoditi funkciji postizanja vizuelnog sklada narušenog okruženja sa okolnim okruženjem, koji predstavlja degradirane površine koje su rekultivisane takođe. Stoga, prilikom odabira tehnologije rekultivacije i izbora kulutura za biološku rekultivaciju vodilo se računa da se dobije na kontinuitetu i usklađivanju sa postojećim okruženjem.

Za rekultivaciju unutrašnjeg odlagališta PK Bor, izabrana je rekultivacija sa sledećim fazama:

1. Tehnička rekultivacija koja podrazumeva:
 - planiranja zemljanog materijala po ravnim površinama,
 - formiranje terasnih ravni po kosini,
 - đubrenja, oranja, tanjiranja, drljanja, predsetvenu priprema;
2. Biološka rekultivacija koja podrazumeva kompleks biotehničkih i fitomeliorativnih mera u cilju ozelenjavanja površina na prethodno pripremljenim površinama. Sastoji se od zatravljivanja i pošumljavanja degradiranih površina.

U toku izvođenja rekultivacije koristiće se pristupni putevi i putevi formirani na odlagalištu, koji su bili u funkciji sve vreme rada. Stoga, oni su potpuno funkcionalni i nije potrebno vršiti nikakve dodatne radove za njihovo osposobljavanje.

Prilikom radova na tehničkoj fazi rekultivacije, nije potrebno naknadno nivelisanje završne ravni-platoa sa obzirom na primenjenu tehnologiju formiranja samog odlagališta. Stoga se prelazi odmah na transport zemljanog materijala i njegovo planiranje po platou. To se vrši buldozerom. Zemljani materijal će se koristiti za:

- formiranje sloja na ravnoj površini – platou odlagališta visine 0,5 m;
- formiranje sloja na etažnim terasnim ravnima – visine 0,5 m

Sledeća etapa je formiranje terasnih ravni po kosinama odlagališta. Terasne ravni se formiraju na 20 m.

Nakon toga se vrši priprema svih ravnih površina za setvu trave. Ovi agrotehnički radovi podrazumevaju: oranje, đubrenje, tanjiranje, drljanje.

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 platou odlagališta jalovine zatravljivanje i pošumljavanje po mozaičnom rasporedu kultura;
- Na kosinama odlagališta zatravljivanje hidrosetvom
- Na terasnim ravnima se vrši zatravljivanje i pošumljavanje po trouganoj šemi;

Za ozelenjavanje degradiranih površina na predmetnoj lokaciji primeniće se biološka metoda rekultivacije i to:

Setva mešavine trava 49 kg/ha:

- Bela detelina (24,5%)
- Žuti zvezdan (24,5%)
- Mačiji rep (20,5%)
- Prava livadarka (30,5%)

Drvenaste biljke:

- Betula alba L. (breza)
- Acer campestre L. (klen)

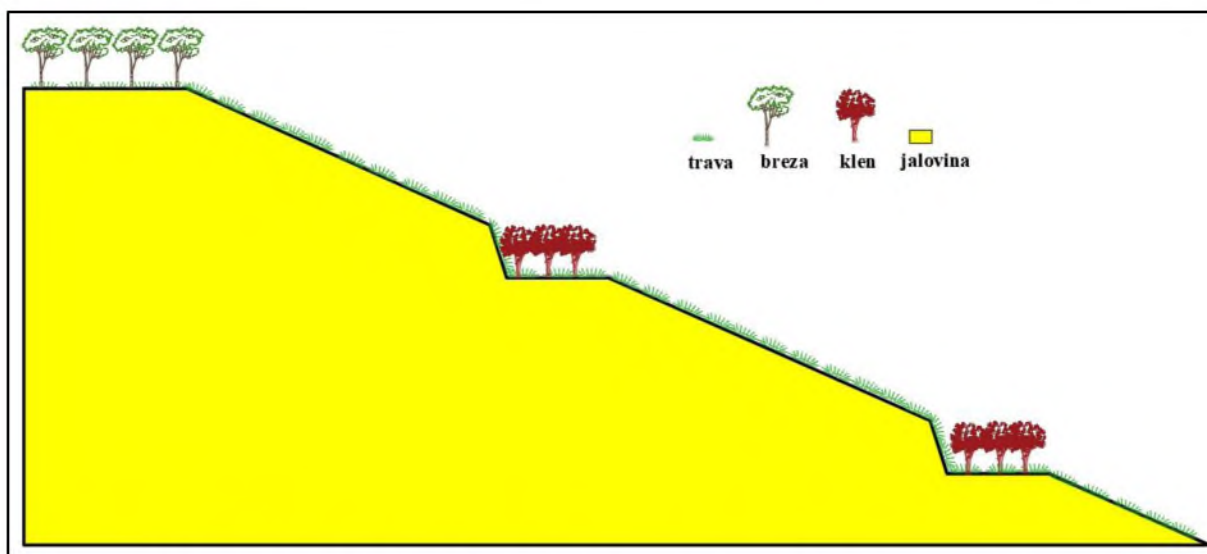
Na ravnoj površini odlagališta – etažnim ravnima izvršiće se zatravljivanje a nakon toga pošumljavanje brezom i klenom po mozaičnom rasporedu, na međusobnom rastojanju sadnica od 3 m. Po jednom hektaru biće sazađeno oko 1100 sadnica.

Na ovaj način će se pošumiti oko 70 % površine dok će ostatak biti prostor rezervisan za put za prolaz mehanizacije

U okviru jednog mozaika koji je približno trpezne forme koristi će se drvenaste biljke (breza). Sadnja će se obavljati na dva metra od ivice na međusobnom rastojanju sadnica od 3 m (kvadratna šema). Za kružne tokove koristi će se žbunasto rastinje (klen). Sadnja će se obavljati na 1 metar od ivice na međusobnom rastojanju sadnica od 3 m (kvadratna šema). Za sadnju će se koristiti sadnice starosti 2+1.

Izrađene terasne ravni po kosinama odlagališta će se pošumljavati klenom. Sadnja drveća po vrši će se po trouganoj šemi na međusobnom rastojanju sadnica od 2,24 m. To znači da se na jednom hektaru može zasaditi oko 2000 sadnica.

Na slici 11.12. je šemastki prikaz rasporeda kultura na kosinama odlagališta (uključujući i terasne ravni).



Slika 11.12. Šemastki prikaz kosine odlagališta jalovine sa prikazom rasporeda kultura

12.0. PLAN UPRAVLJANJA DEPONIJAMA POSLE ZATVARANJA

Celokupni proces zatvaranja podrazumeva 4 faze:

- 1) izrada *Plana zatvaranja*, njegovo usvajanje i pribavljanje saglasnosti nadležnih organa i uslova za izradu Projekta zatvaranja
- 2) izrada *Projekta zatvaranja* saglasno smernicam iz *Plana*,
- 3) praktično obavljanje radova na sanaciji i zatvaranju deponije, i
- 4) ozelenjavanje i upravljanje prostorom po zatvaranju.

Završetkom treće i dela četvrte faze zatvaranja završavaju se aktivnosti koje su vezane za držaoca otpada. Sanirana i zatvorena deponija se predaje lokalnoj samoupravi i stanovništvu iz okruženja na dalje upravljanje i korišćenje. Po pravilu, deponije ne omogućavaju „vraćanje zauzetog terena prvobitnoj nameni“ već u izmenjenoj konfiguraciji teren treba prilagoditi zahtevima i potrebama stanovništva iz okruženja. Međutim, sve vreme treba imati na umu da je ispod sanacionih i slojeva koji su nanesti zbog zatvaranja, otpad koji može ugroziti okruženje. Zbog toga monitoring tog terena treba nastaviti i posle zatvaranja i napuštanja. Period dodatnog monitoringa se ne može unapred definisati jer zavisi od konkretnog stanja i događanja na terenu. No, planirano vreme monitoringa posle zatvaranja je najmanje 30 godina. Program i dinamika monitoringa dati su u tabeli 12.1.

Tabela 12.1. Program i dinamika monitoringa po zatvaranju deponije otpada

Aktivnost		Dinamika
Teren, zemljište	Vizuelna kontrola stanja zatvorene deponije	Jedanput godišnje
	Geodetska kontrola dimenzija deponija (kontrola podrazumeva stalno poređenje sa početnim stanjem)	Jedanput u 10 godina
	Kontrola kvaliteta površinskog sloja zemljišta	Jedanput u 10 godina
	Kontrola stanja vegetacije na prostoru bivše deponije	Jedanput u 3 godine
	Kontrola kvaliteta vode u stalnim i povremenim vodotocima u okruženju	Jedanput u 10 godina
Vazduh	Kontrola kvaliteta vazduha u okruženju terena na kojem su formirane deponije	Jedanput u 10 godine

Vizuelni monitoring i program analiza vode i vazduha identičan je programu koji je predviđen za aktivnu fazu korišćenja deponije otpada.

Monitoring treba da radi ovlašćena firma na trošak lokalne samouprave.

Ukoliko se uoči bilo kakav poremećaj, dinamiku monitoringa treba pogustiti, a po potrebi treba uraditi i projekte saniranja i, potom, izvršiti saniranje prostora.

Ukoliko se prostor privede nekoj korisnoj upotrebi, po zahtevu i u organizaciji lokalne samouprave održavanje tih objekata i kontrolu korišćenja vrši organizacija koja je zato zadužena.



Na prostoru bivših deponija nije dozvoljena izgradnja stabilnih građevinskih objekata koji imaju temelje. Ukoliko se pokaže potreba za postavljanje građevinskih objekata, onda to mogu biti samo prizemni montažni objekti koji se postavljaju na nivelisanu betonsku ploču. Pripremu terena za postavljanje betonske ploče treba usaglasiti sa karakteristikama materijala kojim je deponija zatvorena. Ako je potrebno, dozvoljeno je i nanošenje dodatnih slojeva krupnozrnog materijala radi sprečavanja neravnomernog sleganja, pucanja betonske ploče i naginjanje građevinskog objekta. Betonska ploča treba da bude armirana. Iz objekata koji se budu gradili na prostoru bivše deponije treba kontrolisano odvoditi otpadnu vodu i tečni otpad prema septičkoj jami koja će se formirati van kontura bivše deponije.

Radi održavanja i negovanja formiranog sloja vegetacije dozvoljeno je njegovo zalivanje vodom.

13.0. ZADACI ODGOVORNIH LICA I NAČIN INFORMISANJA

13.1. ZADACI ODGOVORNIH LICA

Lica odgovorna za realizaciju *Plana upravljanja otpadom* su:

- 1) direktor Rudnika bakra Bor (Serbia Zijin Copper Ogranak RBB); u daljem tekstu Direktor
- 2) upravnik površinskog kopa Veliki Krivelj; u daljem tekstu Upravnik
- 3) lice (inženjer) čiji radni zadatak podrazumeva upravljanje zaštitom životne sredinom, odnosno rudarskim otpadom.

13.1.1. Obaveze Direktora

Obaveze Direktora proističu iz:

- 1) opšte zakonske odgovornosti za obezbeđenje ljudskih, materijalnih i sistemskih resursa,
- 2) opšte zakonske odgovornosti za obezbeđenje usklađenosti sa celokupnom regulativom iz oblasti zaštite životne sredine.

13.1.2. Obaveze Upravnika

Delegirana odgovornost od strane Upravnika, za pitanja zaštite životne sredine:

- 1) evaluaciju kontrole procesa sa aspekta zaštite životne sredine,
- 2) odobrenje i obezbeđenje sprovođenja propisanih procedura u oblasti zaštite životne sredine,
- 3) podsticanje aktivnog učešća svih zaposlenih u upravljanju zaštitom životne sredine,
- 4) koordinacija aktivnosti u oblasti zaštite životne sredine,
- 5) praćenje performansi zaštite životne sredine,
- 6) obezbeđenje adekvatne obučenosti zaposlenih za rad sa opasnim materijama i sprovođenje *Plana upravljanja otpadom*,
- 7) korektivne i preventivne akcije po pitanjima koja se tiču zaštite životne sredine,
- 8) obezbeđenje procesa i kontrole sistema neophodnog za sprovođenje *Plana upravljanja otpadom*, uspostavljenost, implementacija i održavanje sistema,
- 9) odnosi sa javnošću po pitanju uticaja na životnu sredinu.

13.1.3. Obaveze lica odgovornog za upravljanje rudarskim otpadom

Specifična zakonska odgovornost koja proističe iz člana 26. Zakona o upravljanju otpadom ("Službeni glasnik RS" broj 36/2009 i 88/2010, 14/2016 i 95/2018 - dr. zakon):

- 1) izrada nacрта plana upravljanja otpadom,
- 2) organizovanje njegovog sprovođenja i ažuriranja,
- 3) predlaganje mera za primenu načela hijerarhije upravljanja otpadom,
- 4) praćenje sprovođenja zakona i drugih propisa o upravljanju otpadom,
- 5) izveštavanje organa upravljanja.

Delegirana odgovornost od strane Direktora i Upravnika za:

- 1) obezbeđenje uslova neophodnih za ishodovanje dozvola, rešenja od nadležnih organa vezanih za upravljanje otpadom,
- 2) učešće u izradi planova kontrole iz oblasti zaštite životne sredine,
- 3) vođenje dokumentacije i evidencije iz oblasti upravljanja otpadom,
- 4) rukovanje MSDS obrascima –Material Safety Data Sheet –u skladu sa Procenom i Planom zaštite od udesa,
- 5) praćenje ekoloških performansi podizvođača,
- 6) obezbeđenje da su zaposleni (uključujući i podizvođače) adekvatno obučeni za rad sa opasnim materijama odnosno za reagovanje u slučaju akcidentnih situacija (izlivanje, rasipanje otpada i sl.),
- 7) staranje da zaposleni poštuju i ispunjavaju propisane procedure iz oblasti zaštite životne sredine,
- 8) obaveštavanje Direktora i Upravnika o neophodnosti obuke zaposlenih iz oblasti zaštite životne sredine,
- 9) organizacija i sprovođenje periodičnog internog audita iz oblasti zaštite životne sredine,
- 10) evaluacija rezultata internog audita i prezentacija rezultata direktoru,
- 11) izrada ček lista za sledeći planirani audit,
- 12) asistencija podizvođačima u sprovođenju Plana, provera dostupnosti i ispravnosti opreme za slučaj incidenta/akcidenta,
- 13) sprovođenje interne istrage po pitanju incidenata vezanih za životnu sredinu pod nadzorom Direktora ili Upravnika,
- 14) sačinjavanje izveštaja za korektivne/preventivne mere nakon identifikacije problema vezanih za zaštitu životne sredine,
- 15) odabir podizvođača u pogledu ispunjenosti uslova sa aspekta zaštite životne sredine.



13.2. NAČIN INFORMISANJA I OBAVEŠTAVANJA NADLEŽNIH LICA I JAVNOSTI

Prema Uredbi informisanje nadležnih lica i javnosti o stanju životne sredine, deponija otpada i eventualnim udesima ili predudesnim situacijama spada u obaveze držalaca, odnosno operatera otpada.

Za redovno i kontinuirano upoznavanje javnosti o poslovanju i stanju na deponijama rudarskog otpada rudnika bakra Veliki Krivelj koristiće se zvanični sajt rudnika [www.https://zijinbor.com/](https://zijinbor.com/). U iste svrhe koristiće se i pisani i elektronski mediji, posebno lokalne radio i televizijske stanice.

O predudesnim situacijama i situacijama koje mogu da izazovu udes, materijalnu štetu ili ugroze živote stanovništva blagovremeno će se inforisati Opštinski štab za vanredne situacije iz Bora. Za vezu između Štaba i rudnika bakra Veliki Krivelj zadužena je g-đa Nađida Huseinoski, E-mail: nadjida.huseinoski@zijinbor.com.

U slučaju vanrednih situacija, alarmiranje i koordinacija sa Štabom za vanredne situacije biće organizovana preko Operativnog centra MUP-a (Operativni centar pri MUP-u Bor). Šef Operativnog centra je gđ-a Jasmina Milošević, [REDACTED] a telefonski broj Operativnog centra je 1985.

Informisanje Ministarstva za rudarstvo i energetiku (Beograd, Nemanjina 22-26) vršiće se mejlom preko adresa kabinet@mre.gov.rs (tel. 011/3619-833) i press@mre.gov.rs (011/3619-833). Rudarska inspekcija će se obavestiti preko telefona 011/2287-692 i 011/2856-159. Pomoćnik ministra zadužen za sektor rudarstva i geologije biće obavešten preko telefona 011/3122-852.

Sva prethodna obaveštavanja obaviće lica koja su zadužena za upravljanje rudarskim otpadom u rudniku Veliki Krivelj.

14.0. PODMIRENJE TROŠKOVA

Za rudarsku proizvodnju je važno da bez obezbeđenja upravljanja otpadom nema rudarske eksploatacije. Zbog sve siromašnijih ležišta, posebno metala, količina rudarskog otpada značajno premašuje količinu korisne supstance. Odnos korisnog i nekorisnog u rudarskoj proizvodnji može se izraziti i preko množioca koji pokazuju koliko puta više se proizvodi otpada nego korisne komponente:

- Kameni ugalj: $\times 4,87$
- Mrki ugalj i lignit: $\times 9,9$
- Rude gvožđa: $\times 5,2$
- Rude bakra: $\times 450$
- Boksit: $\times 3$
- Rude zlata: $\times 950.000$

Iz ovoga odnosa korisnog i nekorisnog može se sagledati da najveći deo troškova otpada na preradu otpada, a isplativost eksploataciji ležišta daje korisna supstanca koja je maseno veoma podređeno. Za rudarski otpad je karakteristično da on ostaje značajan trošak i onda kada se odvoji (koncentriše, separira) korisna supstanca. Troškovi koji prate proizvedni otpad su:

- Priprema otpada za transport (privremeno skladištenje, zgušnjavanje, filtriranje),
- Transport otpada od površinskog kopa do mesta deponovanja (trasiranje: puta, cevovoda, transportne trake, nabavka opreme, montaža, troškovi transporta: energija, ljudstvo, održavanje),
- Priprema terena za trajno odlaganje rudarskog otpada (kupovina zemljišta, čišćenje terena, okonturenje, uređenje voda i vodotokova, hidroizolacija prostora, izrada pregradnih i obodnih nasipa, ugradnja opreme za oskultaciju i ekološki monitoring),
- Deponovanje otpada (putevi i okretišta za kamione, ljudstvo, sprečavanje aeroxagađenja, kontrola tehničkog stanja kroz oskultaciju, kontrola ekološkog stanja kroz monitoring, upravljanje vodama)
- Sanacija uočenih poremećaja na samoj deponiji (deformacije osnovnog terena ili spoljnih i unutrašnjih kosina na pojedinim etažama kao i same deponije, pojava izvora, bara ili vlažnih zona, pojava erozije),
- Zatvaranje deponije (izravnavanje deponovanog otpada i formiranje figure deponije, upravljanje vodama, formiranje slojeva zatvaranja: hidroizolacija prostora, dreniranje prostora, formiranje sloja za biološku rekultivaciju, nastavak radova na oskultaciji i monitoringu), i

- Predaja saniranog i zatvorenog prostora korišćenog za deponovanje otpada nadležnoj administrativnoj upravi.

Za sve prethodno pobrojane faze upravljanja otpadom karakteristično je da uvek generiše trošak i nikada prihod! Dakle, Investitor mora iz prihoda dobijenog prodajom korisne supstance da izdvoji deo sredstava za ulaganje i ispravno upravljanje otpadom.

Troškovi upravljanja otpadom obično se kreću u dijapazonu od 3 do 7% ukupnog prihoda Rudnika (prosečno oko 5%). Deo tih troškova ima karakter investicionih troškova (kupovina zemljišta na kojem će se deponovati otpad, nabavka opreme, uređenje prostora za deponovanje), a deo pripada operativnim troškovima (energija, plate, održavanje, sanacioni radovi, zatvaranje, monitoring).

Praćenje kvaliteta vazduha, voda, zemljišta i nivoa buke se vrši u toku eksploatacije kopovskih odlagališta i flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj i nakon završetka radova. Shodno tome postoje određeni troškovi na godišnjem nivou koji se odnose na sistem monitoringa. Ovi troškovi direktno zavise od broja mernih mesta i učestalosti merenja. Ukupni troškovi monitoringa na godišnjem nivou iznose [REDACTED].

Planirani monitoring posle zatvaranja je najmanje 30 godina. Dinamika monitoringa nije učestala kao u vreme eksploatacije objekata i shodno tome troškovi su manji. Program i dinamika monitoringa po zatvaranju deponije otpada je data u tabela 12.1., i shodno tome projektovani troškovi iznose za period od 30 godina iznose [REDACTED].

Zatvaranje rudnika znači obavezu investitora da deponije rudarskog otpada dovede „u početno stanje“. To znači da je potrebno izvršiti projektovanu rekultivaciju degradiranih površina. Ukupni troškovi rekultivacije iznose [REDACTED].

Svi operativni troškovi će se pokrivati iz dobiti preduzeća.

15.0. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

SPISAK GRAFIČKE DOKUMENTACIJE

Broj priloga	Naziv grafičke dokumentacije	Razmera
GP.1	Situaciona karta sa stanjem rudarskog otpada (odlagališta jalovine)	R=1:25 000
GP.2	Pregledna topografska karta sa ucrtanim konturama eksploatacionog polja Bor-Veliki Krivelj	R=1:25 000
GP.3.	Geološka karta hidrotermalno izmenjene zone V..Krivelja	R=1:10 000
GP.4.1	Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Todorov potok	R=1:2 500
GP.4.2	Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Todorov potok	R=1:2 500
GP.4.3	Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Istočno odlagalište	R=1:2 500
GP.4.4	Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Istočno odlagalište	R=1:2 500
GP.4.5	Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Saraka potok	R=1:2 500
GP.4.6	Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Saraka potok	R=1:2.500
GP.4.7	Geološki profil 3-3' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Saraka potok	R=1:2 500
GP.4.8	Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Stari Borski kop	R=1:2 500
GP.4.9	Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Stari borski kop	R=1:2 500
GP.5.1	Situaciona karta sa prikazom izgleda rudarskog otpada (Todorov potok) na kraju veka eksploatacije	R=1:5 000
GP.5.2	Situaciona karta sa prikazom izgleda rudarskog otpada (Istočno odlagalište) na kraju veka eksploatacije	R=1:5 000
GP.5.3	Situaciona karta sa prikazom izgleda rudarskog otpada (Saraka potok) na kraju veka eksploatacije	R=1:5 000
GP.5.4	Situaciona karta sa prikazom izgleda rudarskog otpada (Stari borski kop) na kraju veka eksploatacije	R=1:5 000
GP.6.1	Situaciona karta sa prikazom lokacija uzorkovanja na odlagalištu Todorov potok	R=1:5 000
GP.6.2	Situaciona karta sa prikazom lokacija uzorkovanja na odlagalištu Istočno odlagalište	R=1:5 000
GP.6.3	Situaciona karta sa prikazom lokacija uzorkovanja na odlagalištu Saraka potok	R=1:10 000



GP.6.4	Situaciona karta sa prikazom lokacija uzorkovanja na odlagalištu Stari borski kop	R=1:5 000
GP.7.1	Situaciona karta tehničke rekultivacije Todorov potok	R=1:5 000
GP.7.2	Situaciona karta agrotehničke rekultivacije odlagališta Todorov potok	R=1:5 000
GP.7.3	Situaciona karta biološke rekultivacije odlagališta Todorov potok	R=1:5 000
GP.8.1	Situaciona karta tehničke rekultivacije odlagališta Istočno odlagalište	R=1:5 000
GP.8.2	Situaciona karta agrotehničke rekultivacije odlagališta Istočno odlagalište	R=1:5 000
GP.8.3	Situaciona karta biološke rekultivacije odlagališta Istočno odlagalište	R=1:5 000
GP.9.1	Situaciona karta tehničke rekultivacije odlagališta Saraka potok	R=1:5 000
GP.9.2	Situaciona karta biološke rekultivacije odlagališta Saraka potok	R=1:5 000
GP.12.1	Situaciona karta tehničke rekultivacije Stari borski kop	R=1:5 000
GP.12.2	Situaciona karta biološke rekultivacije Stari borski kop	R=1:5 000

16.0. DODACI

DODATAK 1 Izveštaj o kategoriji deponije

DODATAK 2 Izveštaj o karakterizaciji rudarskog otpada

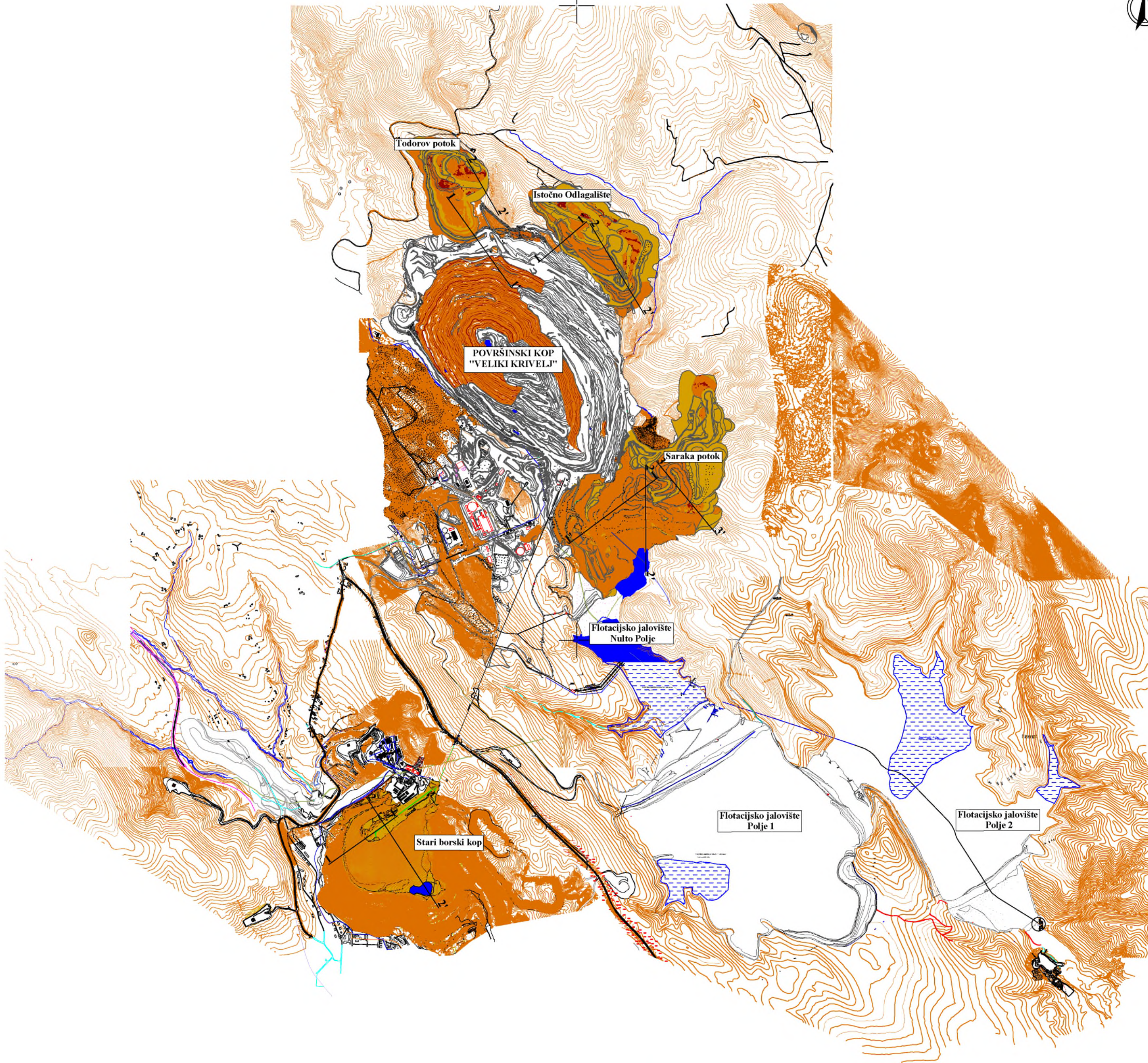
DODATAK 3 Politika sprečavanja velikih udesa

DODATAK 4 Dokumentacioni prilozi:

**PRILOG 1 IZVEŠTAJ SA UZORKOVANJA RUDARSKOG OTPADA,
LOKACIJA RUDARSKOG OTPADA POVRŠINSKI KOP VELIKI
KRIVELJ**

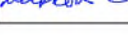
**PRILOG 2 IZVEŠTAJ SA HEMIJSKIH ISPITIVANJA RUDARSKOG
OTPADA, LOKACIJA RUDARSKOG OTPADA POVRŠINSKI
KOP VELIKI KRIVELJ**

DODATAK 5 Sažeti izvod iz PURO Površinskog kopa Veliki Krivelj



Legenda

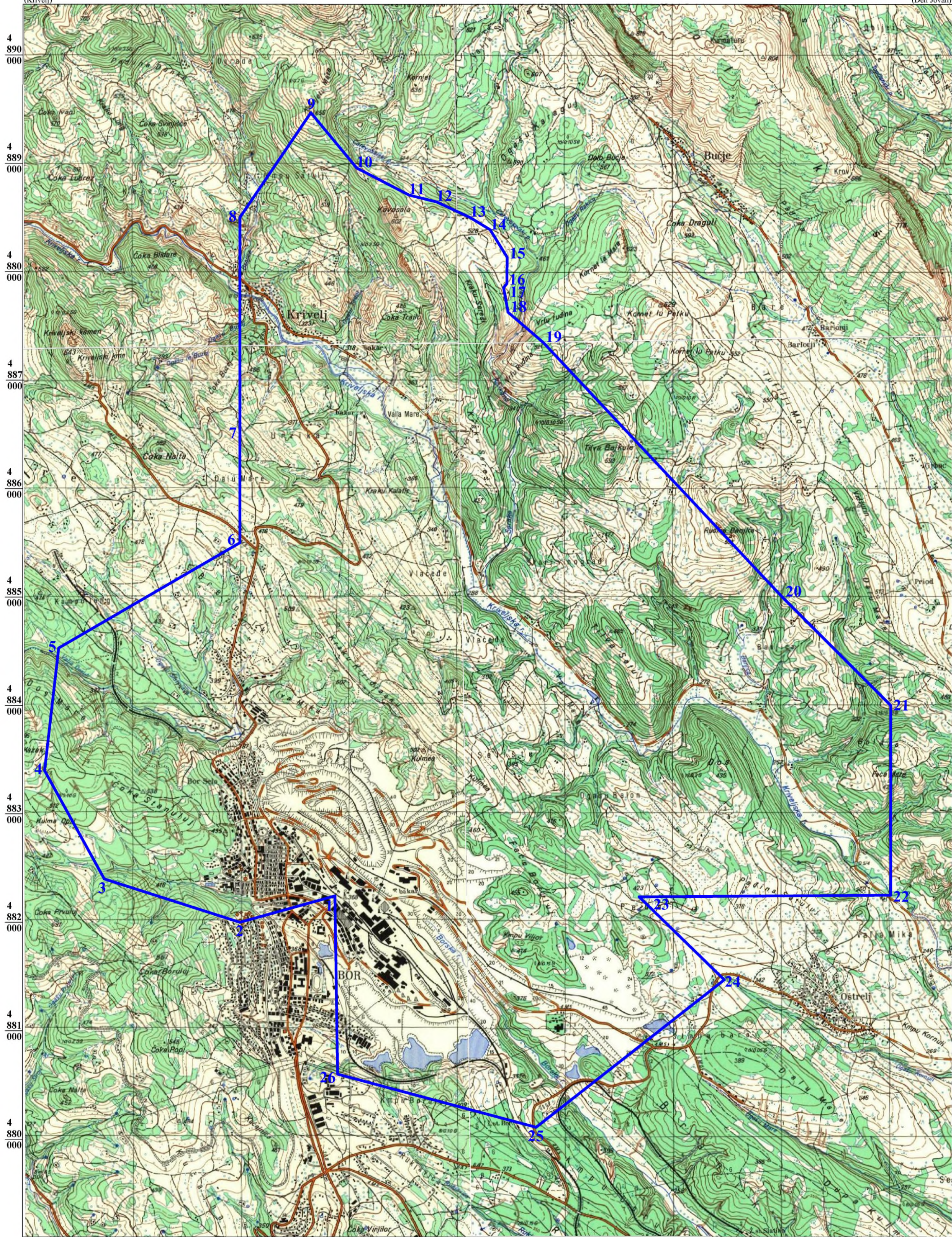
-  Odlagalište jalovine
-  1' Profilne linije

 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030)454-131; faks: (030)435-175; mail: institut@imbor.co.rs  				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
	Datum	Ime i Prezime	Potpis	Objekt: Površinski kop Veliki Krivelj	
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.			
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.		Projektat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj	
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.			
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			
Razmera:	Naziv crteža:			Centar: Centar za projektovanje metaličnih mineralnih sirovina	
1:25 000	Situaciona karta sa stanjem rudarskog otpada (odlagališta jalovine)			Broj crteža: GP.1	

Pregledna topografska karta sa ucrtanim konturama eksploatacionog polja
Bor-Veliki Krivelj
1 : 25 000

483-3-3
Bor 3-1
(Krivelj)

483-3-2
Bor 3-2
(Deli Jovan)



483-3-3
Bor 3-3
(Bor)

483-3-4
Bor 3-4
(Donja Bela Reka)

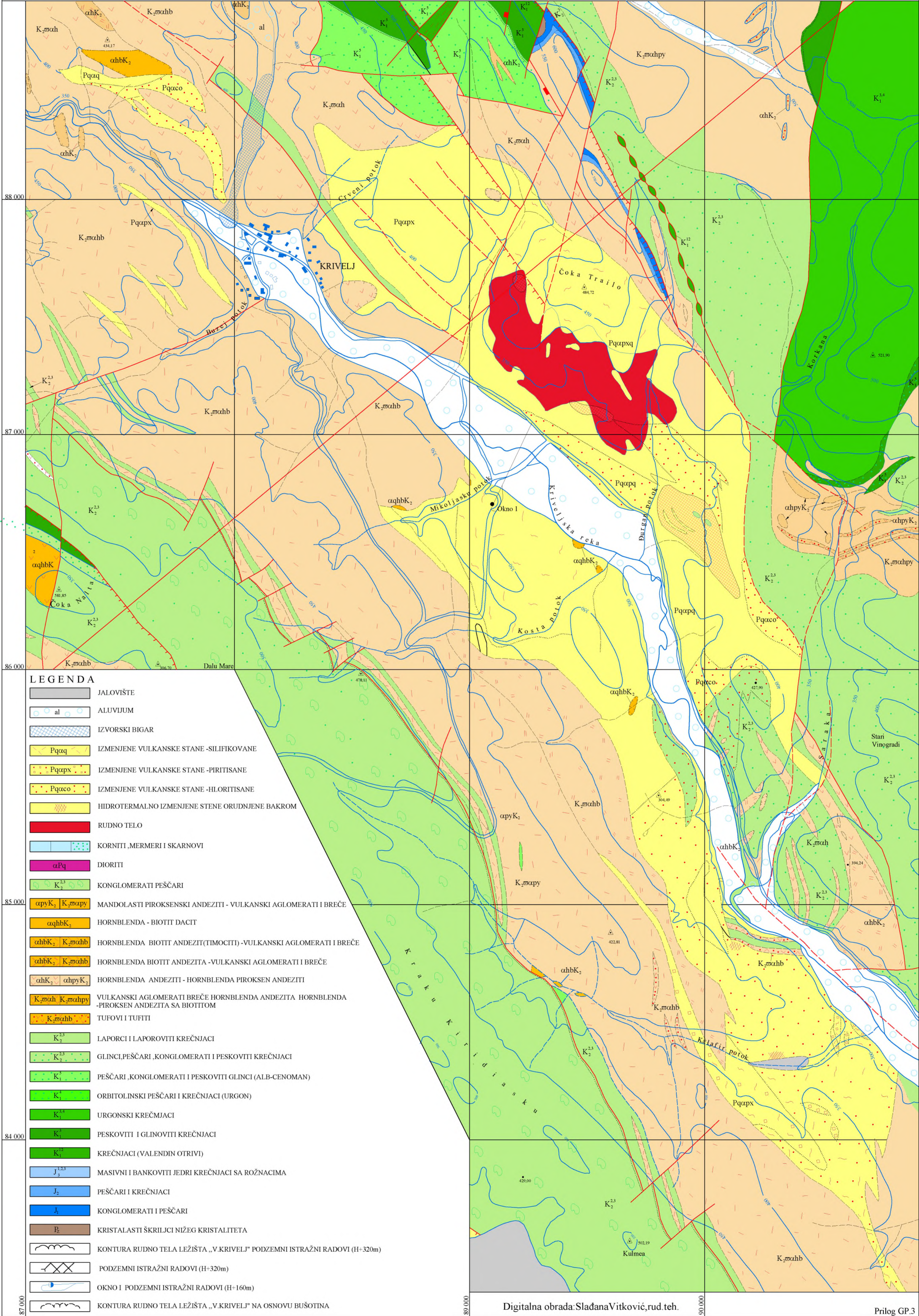
Koordinate prelomnih tačaka proširenog eksploatacionog polja Bor-Veliki Krivelj		
Tačke	Y	X
1	7.588.876	4.882.244
2	7.588.000	4.882.000
3	7.586.750	4.882.400
4	7.586.200	4.883.400
5	7.586.330	4.884.530
6	7.588.000	4.885.500
7	7.588.000	4.886.500
8	7.588.000	4.888.500
9	7.588.654	4.889.466
10	7.589.077	4.888.956
11	7.589.560	4.888.706
12	7.589.815	4.888.643
13	7.590.125	4.888.498
14	7.590.307	4.888.387
15	7.590.464	4.888.132
16	7.590.462	4.887.891
17	7.590.431	4.887.852
18	7.590.472	4.887.626
19	7.590.795	4.887.348
20	7.593.000	4.885.000
21	7.594.000	4.884.000
22	7.594.000	4.882.250
23	7.591.680	4.882.235
24	7.592.465	4.881.470
25	7.590.730	4.880.110
26	7.588.900	4.880.600

LEGENDA



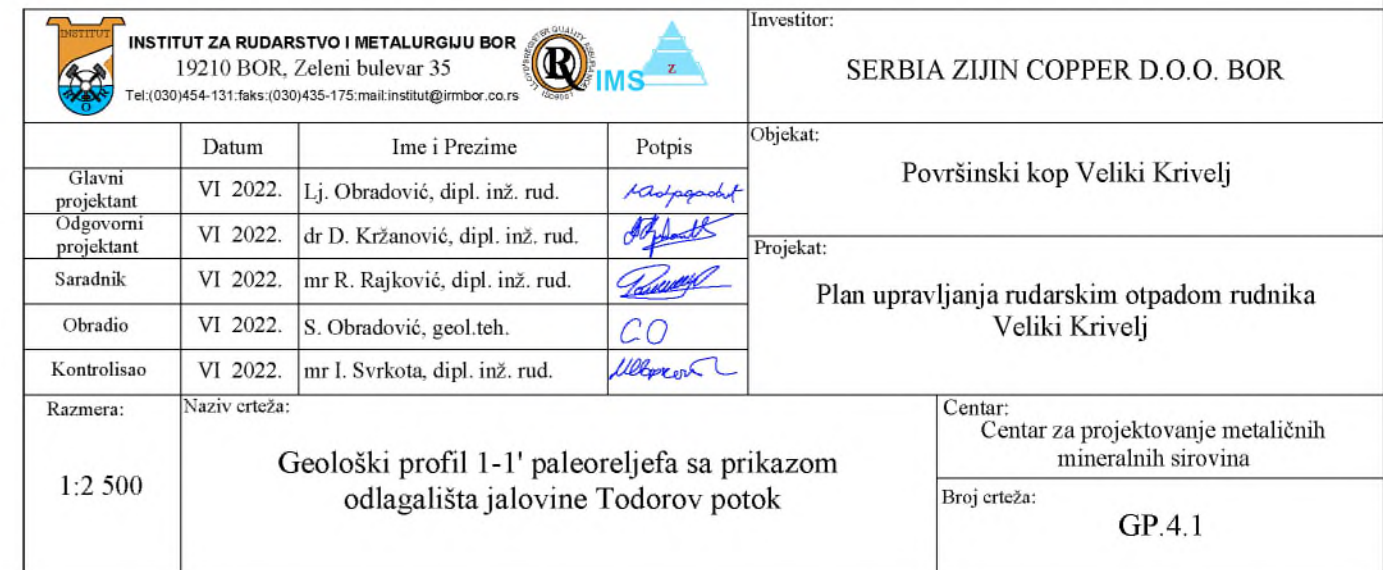
Kontura proširenog eksploatacionog
polja Bor-Veliki Krivelj

GEOLOŠKA KARTA
HIDROTERMALNO IZMENJENE ZONE V.KRIVELJA
1 : 10 000

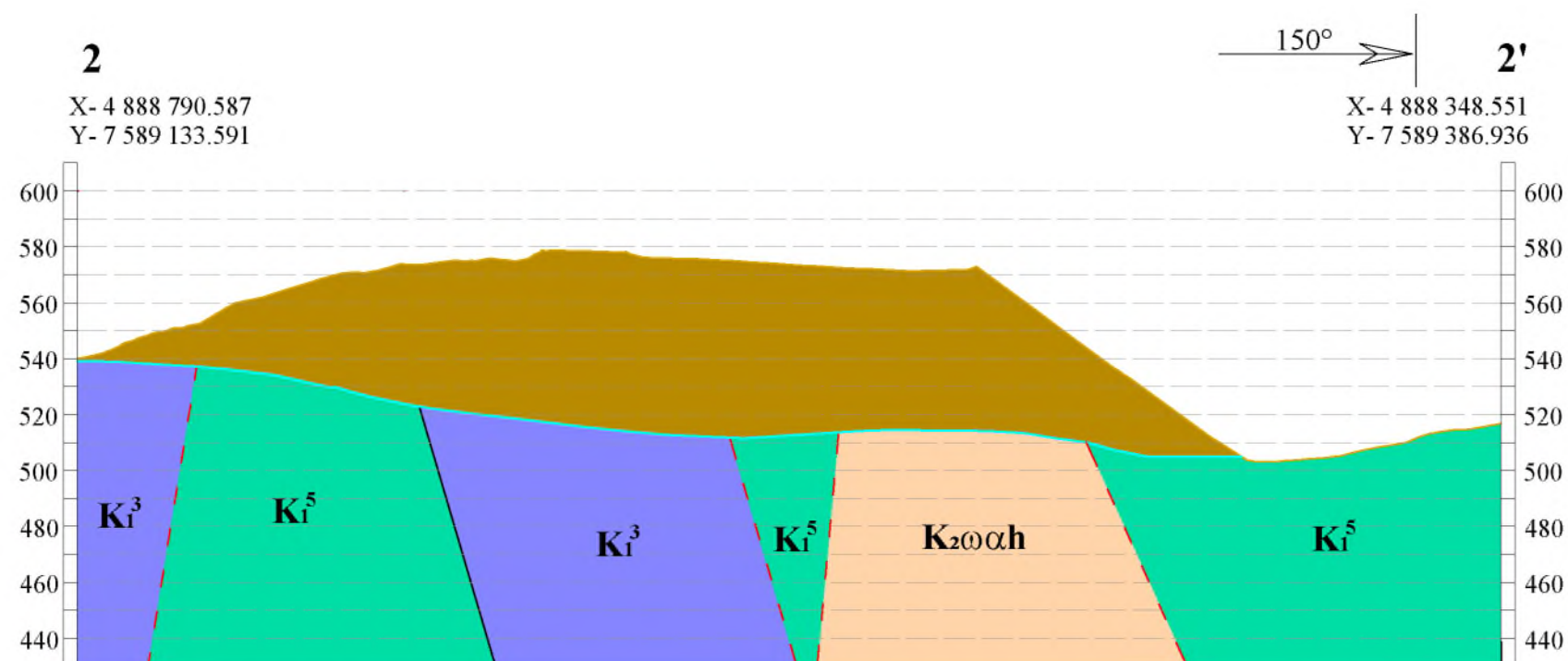


1'

X- 4 887 773.575
Y- 7 589 490.543



Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Todorov potok 1: 2 500

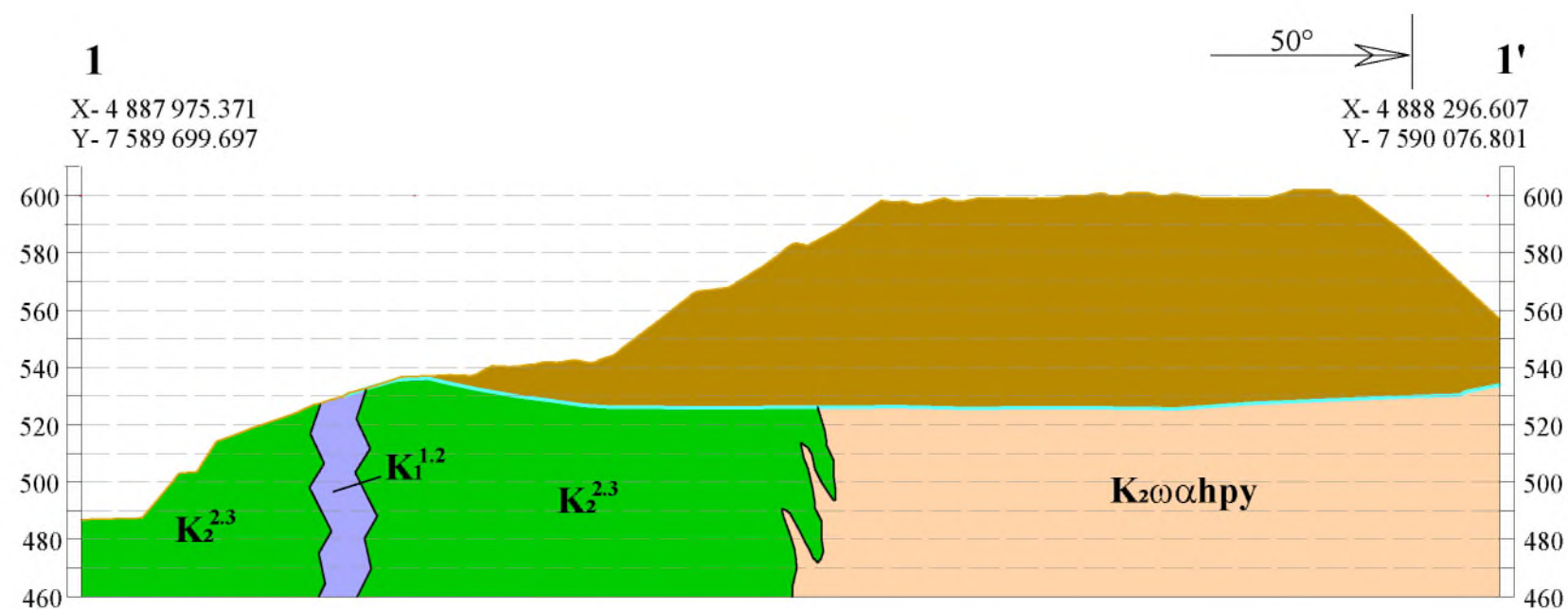


LEGENDA

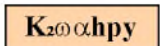
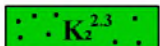
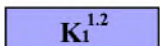
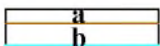
- ODLAGALIŠTE-KOPOVSKA JALOVINA
- IZMENJENE VULKANSKE STENE - SILIFIKOVANE
- VULKANSKI AGLOMERATI BREČE HORNBLENDA ANDEZITA - HORBLEND - PIRIKSEN ANDEZITA SA BIOTITOM
- PEŠČARI, KONGLOMERATI I PESKOVITI GLINCI (ALB-CENOMAN)
- PESKOVITI I GLINOVITI KREČNJACI
- RASED
- PROFILSKA LINIJA a AŽURNO STANJE b PALEORELJEF

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs				Investitor:	SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	Potpis	Objekat:	Površinski kop Veliki Krivelj
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.		Projekat:	Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.			
Obradio	VI 2022.	S. Obradović, geol. teh.			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			
Razmera:	Naziv crteža:			Centar:	Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina
1:2 500	Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Todorov potok			Broj crteža:	GP.4.2

Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Istočno odlagalište 1: 2 500

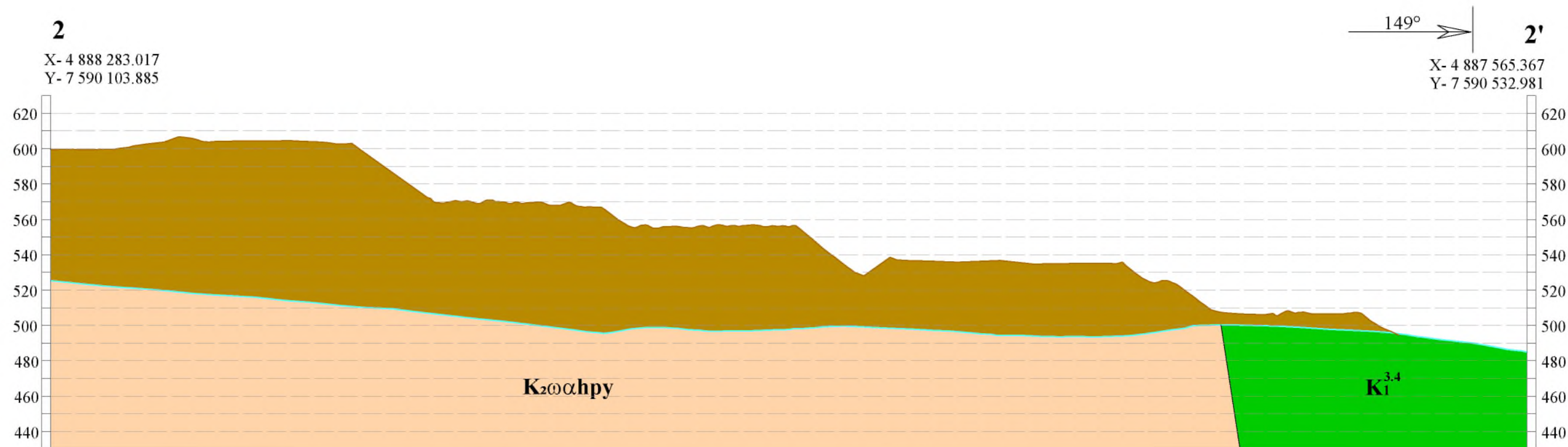


LEGENDA

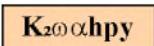
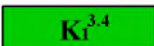
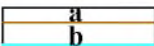
-  ODLAGALIŠTE-KOPOVSKA JALOVINA
-  VULKANSKI AGLOMERATI BREČE HORNBLENDI ANDEZITA - HORNBLENDI - PIRIKSEN ANDEZITA SA BIOTITOM
-  GLINCI, PEŠČARI, KONGLOMERATI I PESKOVITI KREČNJACI
-  KREČNJACI (VALENDIN OTRIV)
-  PROFILSKA LINIJA a AŽURNO STANJE b PALEORELJEF

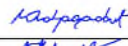
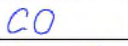
 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs				Investitor:	SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	Potpis	Objekat:	Površinski kop Veliki Krivelj
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.		Projekat:	Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.			
Obradio	VI 2022.	S. Obradović, geol.teh.			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			
Razmera:	Naziv crteža:			Centar:	Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina
1:2 500	Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Istočno odlagalište			Broj crteža:	GP.4.3

Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom
odlagališta jalovine Istočno odlagalište
1: 2 500



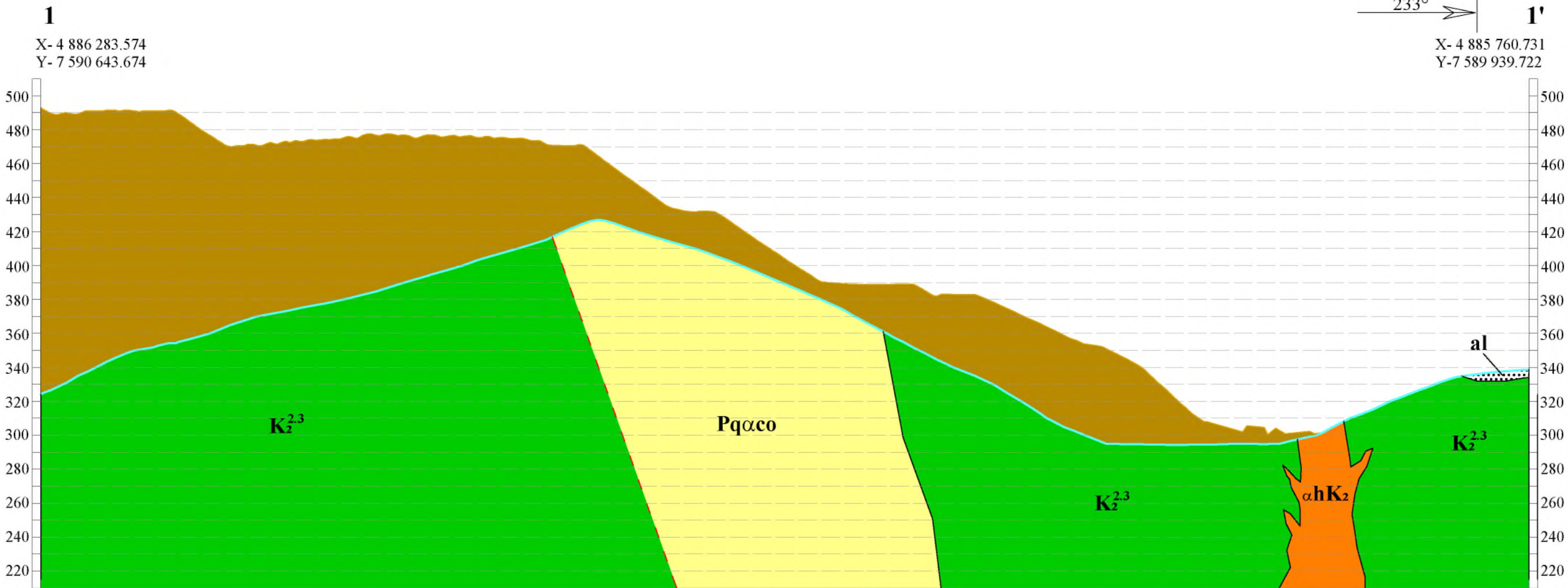
LEGENDA

-  ODLAGALIŠTE-KOPOVSKA JALOVINA
-  VULKANSKI AGLOMERATI BREČE HORNBLENDI ANDEZITA - HORNBLENDI - PIRIKSEN ANDEZITA SA BIOTITOM
-  URGONSKI KREČNJACI
-  PROFILSKA LINIJA a AŽURNO STANJE b PALEORELJEF

 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
				Objekat: Površinski kop Veliki Krivelj	
				Projekat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj	
Razmera:		Naziv crteža:		Centar: Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina	
1:2 500		Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Istočno odlagalište		Broj crteža: GP.4.4	
Glavni projektant	Datum	Ime i Prezime	Potpis		
Odgovorni projektant					
Saradnik					
Obradio					
Kontrolisao					
VI 2022.	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.			
VI 2022.	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.			
VI 2022.	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.			
VI 2022.	VI 2022.	S. Obradović, geol. teh.			
VI 2022.	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			

Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom
odlagališta jalovine Saraka potok
1: 2 500

233°
1'
X- 4 885 760.731
Y-7 589 939.722

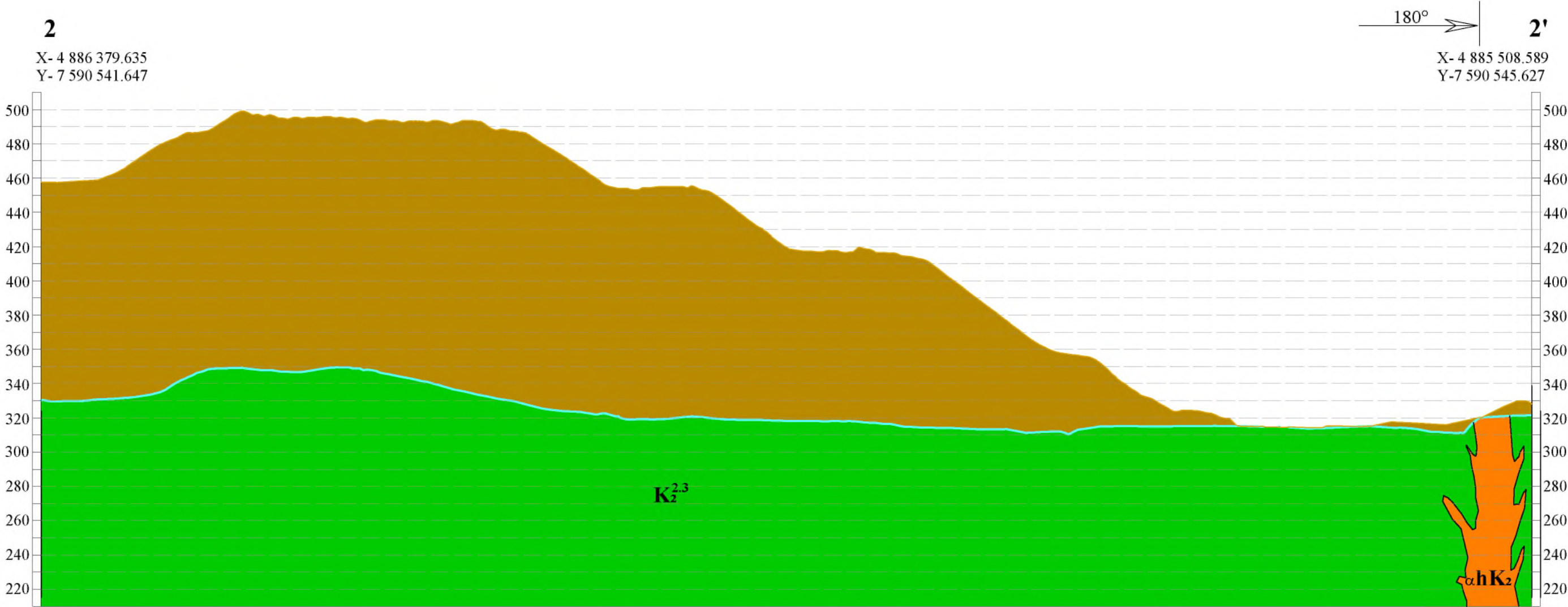


LEGENDA

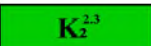
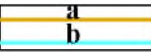
- ALUVIJON
- ODLAGALIŠTE-KOPOVSKA JALOVINA
- Pqαco IZMENJENE VULKANSKE STENE - HLORITISANE
- αhK₂ HORNBLENDI - ANDEZITI
- K₂^{2,3} GLINCI, PEŠČARI, KONGLOMERATI I PESKOVITI KREČNJACI
- RASED
- PROFILSKA LINIJA a AŽURNO STANJE b PALEORELJEF

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.		Objekat: Površinski kop Veliki Krivelj	
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.			
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.		Projekat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj	
Obradio	VI 2022.	S. Obradović, geol. teh.			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			
Razmera: 1:2 500	Naziv crteža: Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Saraka potok				Centar: Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina
				Broj crteža: GP.4.5	

Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom
odlagališta jalovine Saraka potok
1: 2 500

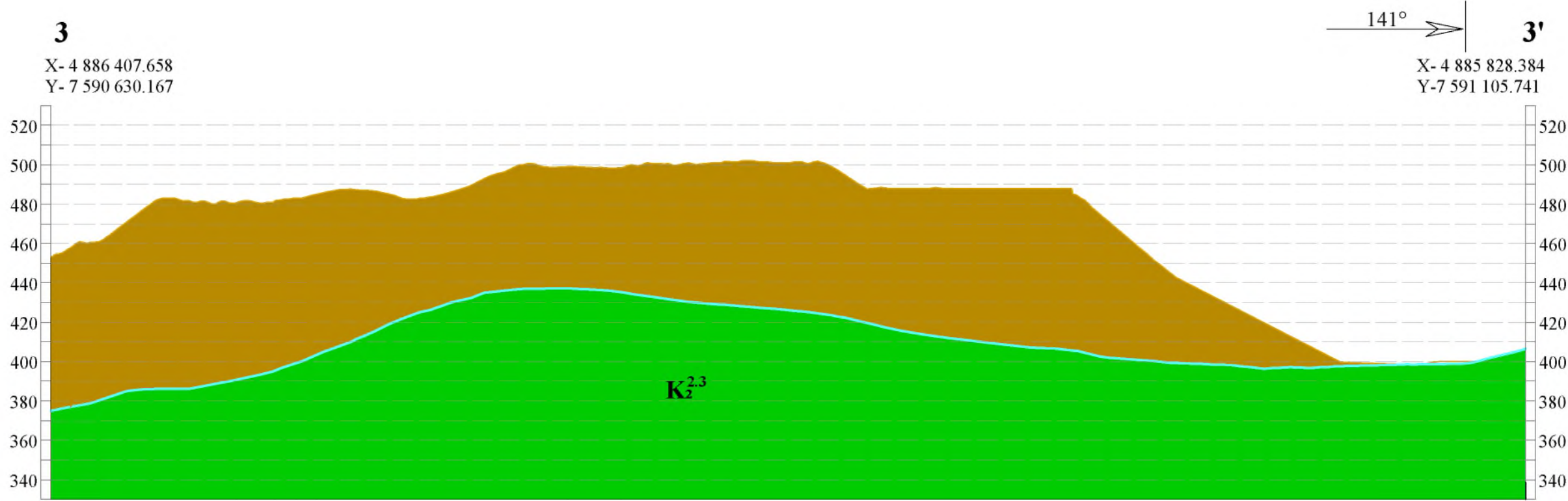


LEGENDA

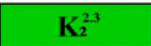
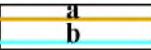
-  ODLAGALIŠTE-KOPOVSKA JALOVINA
-  HORNBLENDA - ANDEZITI
-  GLINCI, PEŠČARI, KONGLOMERATI I PESKOVITI KREČNJACI
-  PROFILSKA LINIJA a AŽURNO STANJE b PALEORELJEF

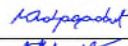
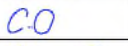
 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
				Objekat: Površinski kop Veliki Krivelj	
				Projekat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj	
Razmera:		Naziv crteža:		Centar: Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina	
1:2 500		Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Saraka potok		Broj crteža: GP.4.6	
Glavni projektant	Datum	Ime i Prezime	Potpis		
Odgovorni projektant					
Saradnik					
Obradio					
Kontrolisao					

Geološki profil 3-3' paleoreljefa sa prikazom
odlagališta jalovine Saraka potok
1: 2 500

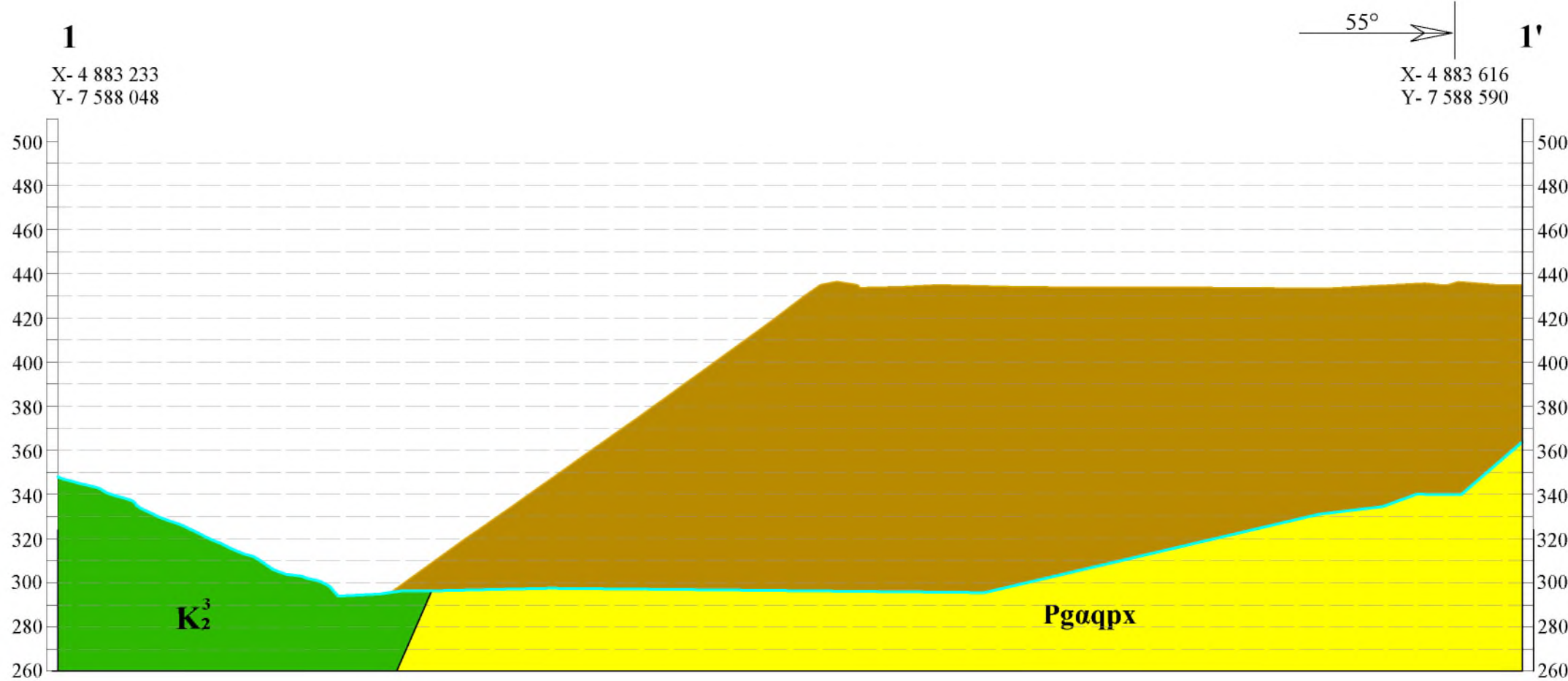


LEGENDA

-  ODLAGALIŠTE-KOPOVSKA JALOVINA
-  GLINCI, PEŠČARI, KONGLOMERATI I PESKOVITI KREČNJACI
-  PROFILSKA LINIJA a AŽURNO STANJE b PALEORELJEF

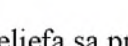
 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
				Objekat: Površinski kop Veliki Krivelj	
				Projekat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj	
Razmera:		Naziv crteža:		Centar: Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina	
1:2 500		Geološki profil 3-3' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Saraka potok		Broj crteža: GP.4.7	
Glavni projektant	Datum	Ime i Prezime	Potpis		
Odgovorni projektant					
Saradnik					
Obradio					
Kontrolisao					
VI 2022.	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.			
VI 2022.	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.			
VI 2022.	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.			
VI 2022.	VI 2022.	S. Obradović, geol.teh.			
VI 2022.	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			

Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom
odlagališta jalovine Stari borski kop
1: 2 500



LEGENDA

- ODLAGALIŠTE-KOPOVSKA JALOVINA**
- Pgaqpx** IZMENJENE VULKANSKE STENE - ANDEZIT
SILIFIKOVAN, PIRITISAN
- K₂^{2,3}** KONGLOMERATI I PEŠČARI
- a** PROFILSKA LINIJA a AŽURNO STANJE b PALEORELJEF

 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
Glavni projektant	VI 2022.	Ime i Prezime	Potpis	Objekat: Borski kop	
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.			
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.		Projekat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj	
Obradio	VI 2022.	S. Obradović, geol.teh.			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			
Razmera:	Naziv crteža:				Centar: Centar za projektovanje metaličnih mineralnih sirovina
1:2 500	Geološki profil 1-1' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Stari borski kop				Broj crteža: GP.4.8

2

2'

Page 10 of 10

Pgαqpx

— 10 —

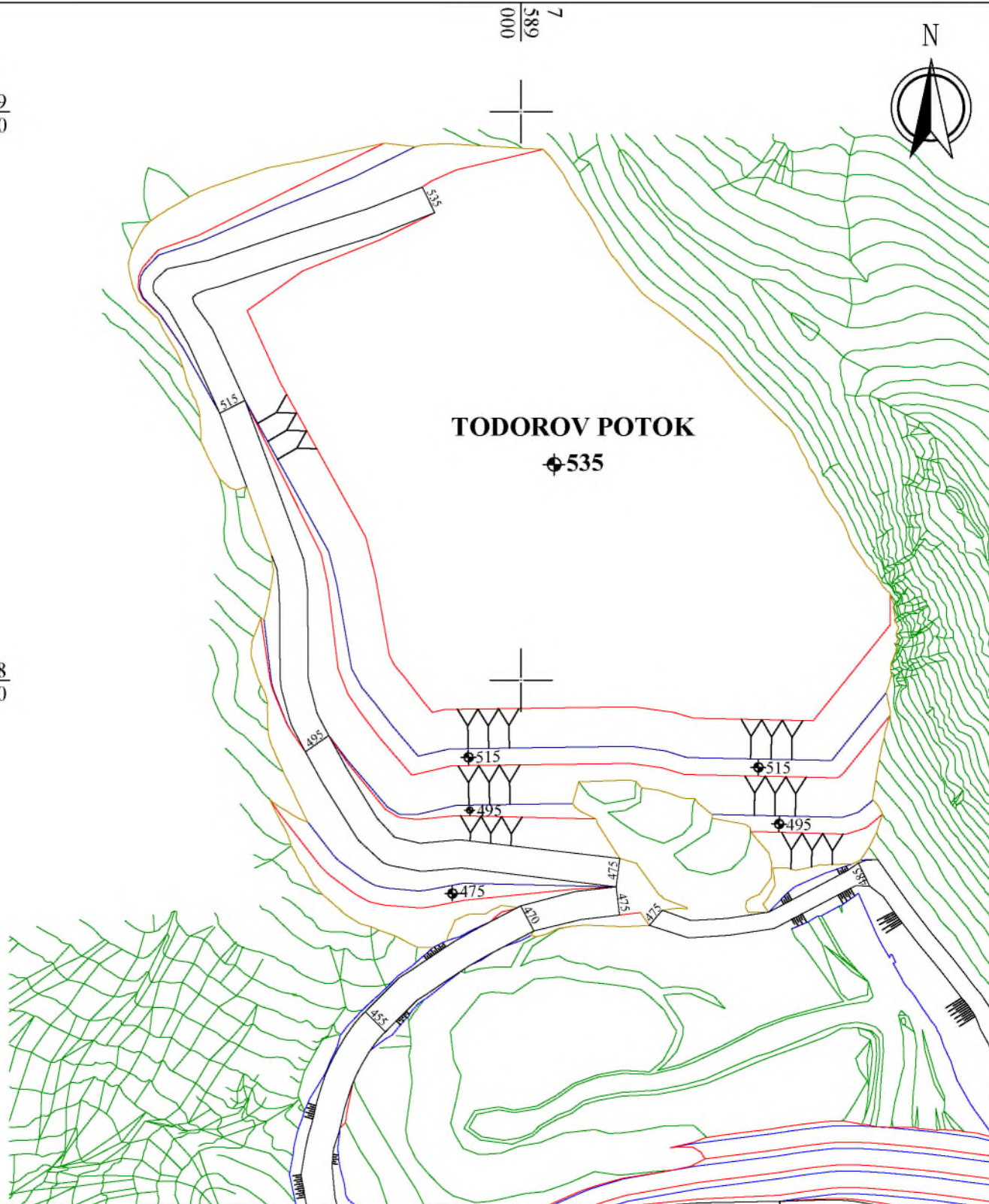
a
b

 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030)454-131,faks: (030)435-175 mail:institut@imbor.co.rs		 		Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR		
		Objekat: Borski kop		Projekt: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj		
Glavni projektant	VI 2022.	I.j. Obradović, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>			
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>			
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>			
Obradio	VI 2022.	S. Obradović, geol.teh.	<i>CO</i>			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>			
Razmera:	Naziv crteža:			Centar: Centar za projektovanje metaličnih mineralnih sirovina		
1:2 500	Geološki profil 2-2' paleoreljefa sa prikazom odlagališta jalovine Stari borski kop			Broj crteža: GP.4.9		

4
889
000

4
888
500

7
589
000



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
19210 BOR, Zeleni bulevar 35
Tel: (030)454-131; faks: (030)435-175; mail: institut@irmbor.co.rs



Investitor:

SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR

Objekat:

Površinski kop Veliki Krivelj

Projekat:

Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika
Veliki Krivelj

	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	<i>Lj. Obradović</i>
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	<i>D. Kržanović</i>
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.	<i>R. Rajković</i>
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	<i>S. Vitković</i>
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	<i>I. Svrkota</i>

Razmera:

1: 5 000

Naziv crteža:

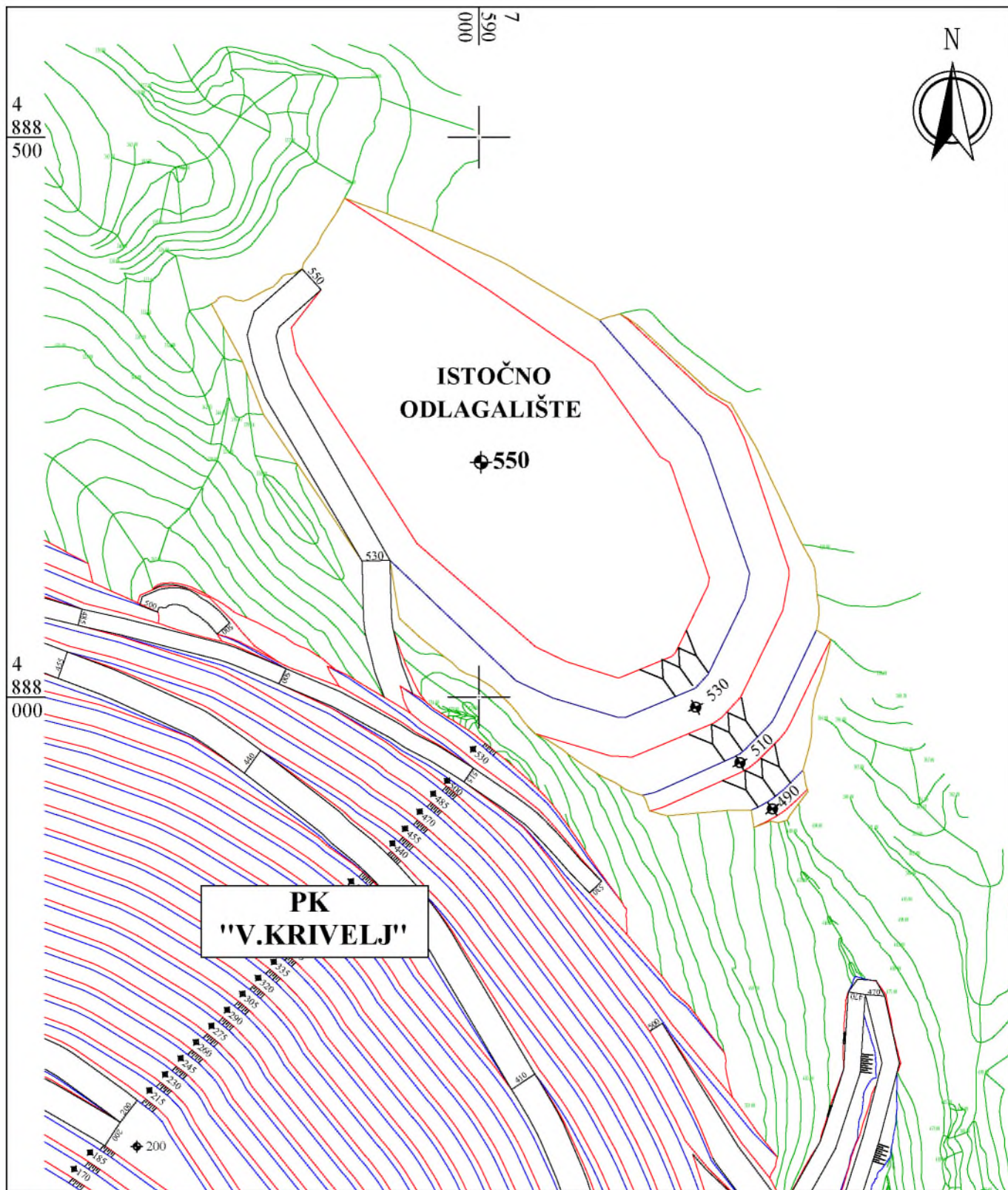
Situaciona karta sa prikazom izgleda rudarskog otpada
(Todorov potok) na kraju veka eksploatacije

Centar:

Centar za projektovanje metaličnih
mineralnih sirovina

Broj crteža:

GP.5.1



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
19210 BOR, Zeleni bulevar 35
Tel: (030)454-131; faks: (030)435-175; mail: institut@irmbor.co.rs



Investitor:

SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR

Objekat:

Površinski kop Veliki Krivelj

Projekat:

Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika
Veliki Krivelj

	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	<i>[Signature]</i>
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>

Razmera:

1: 5 000

Naziv crteža:

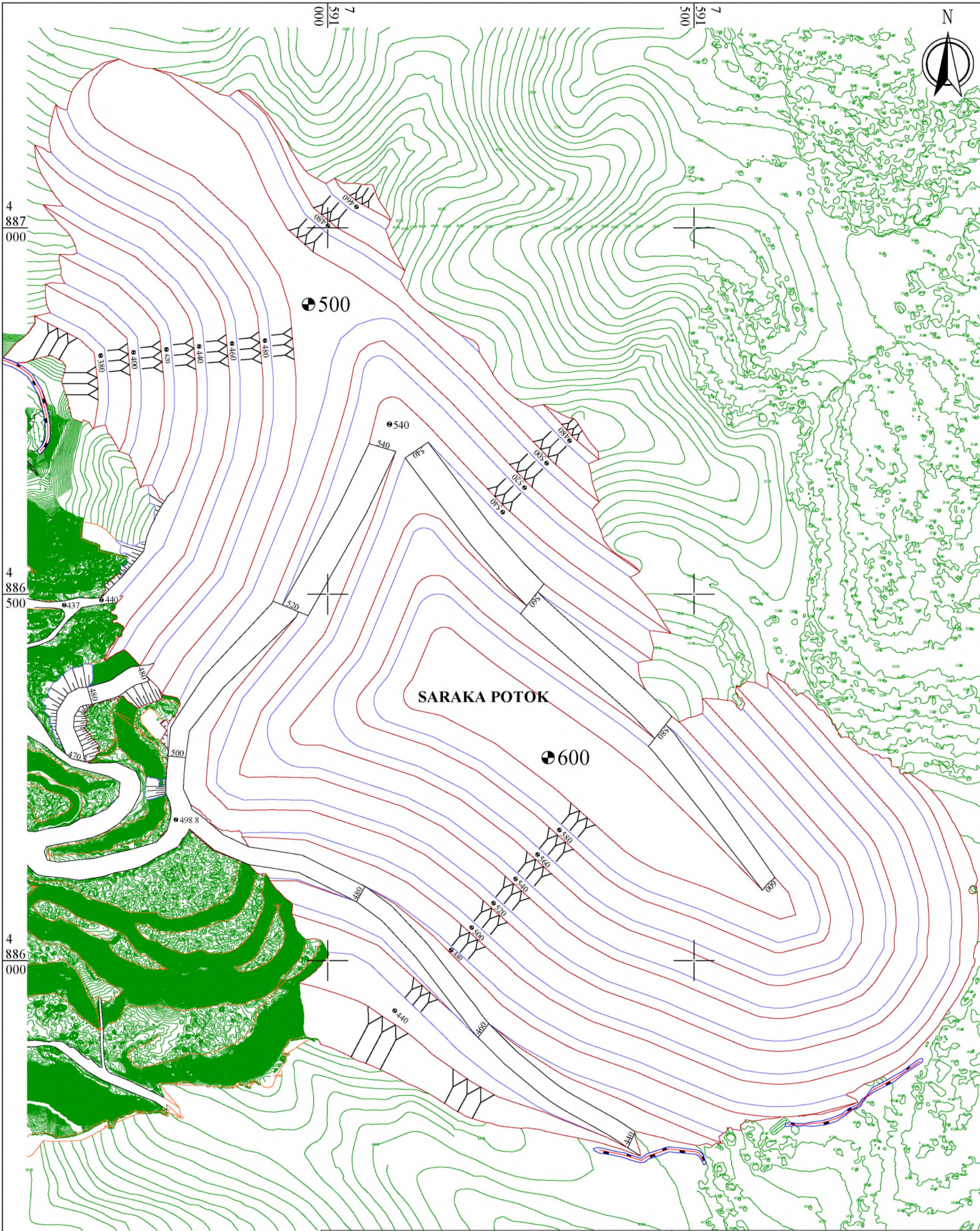
Situaciona karta sa prikazom izgleda rudarskog otpada
(Istočno odlagalište) na kraju veka eksploatacije

Centar:

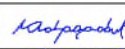
Centar za projektovanje metaličnih
mineralnih sirovina

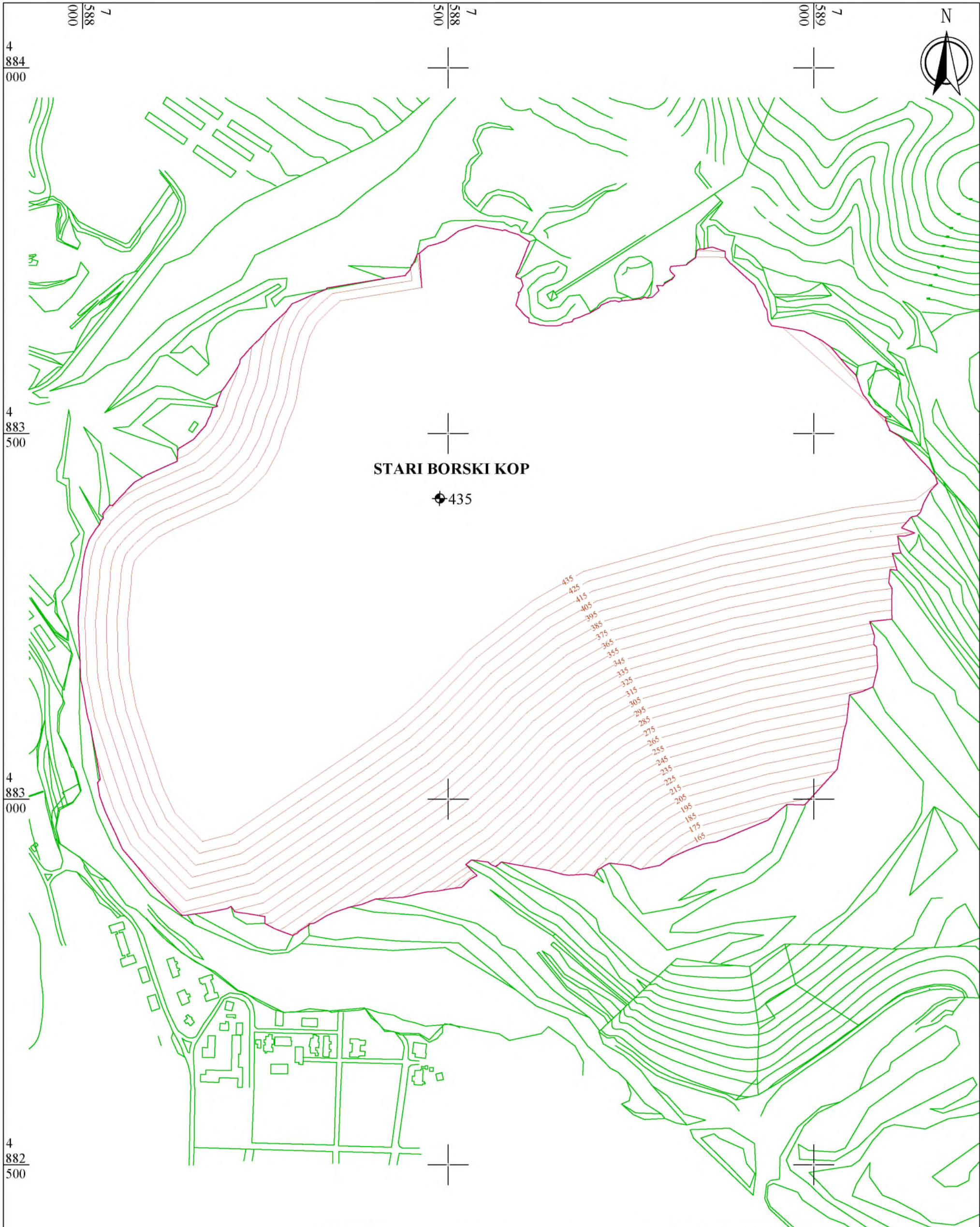
Broj crteža:

GP.5.2

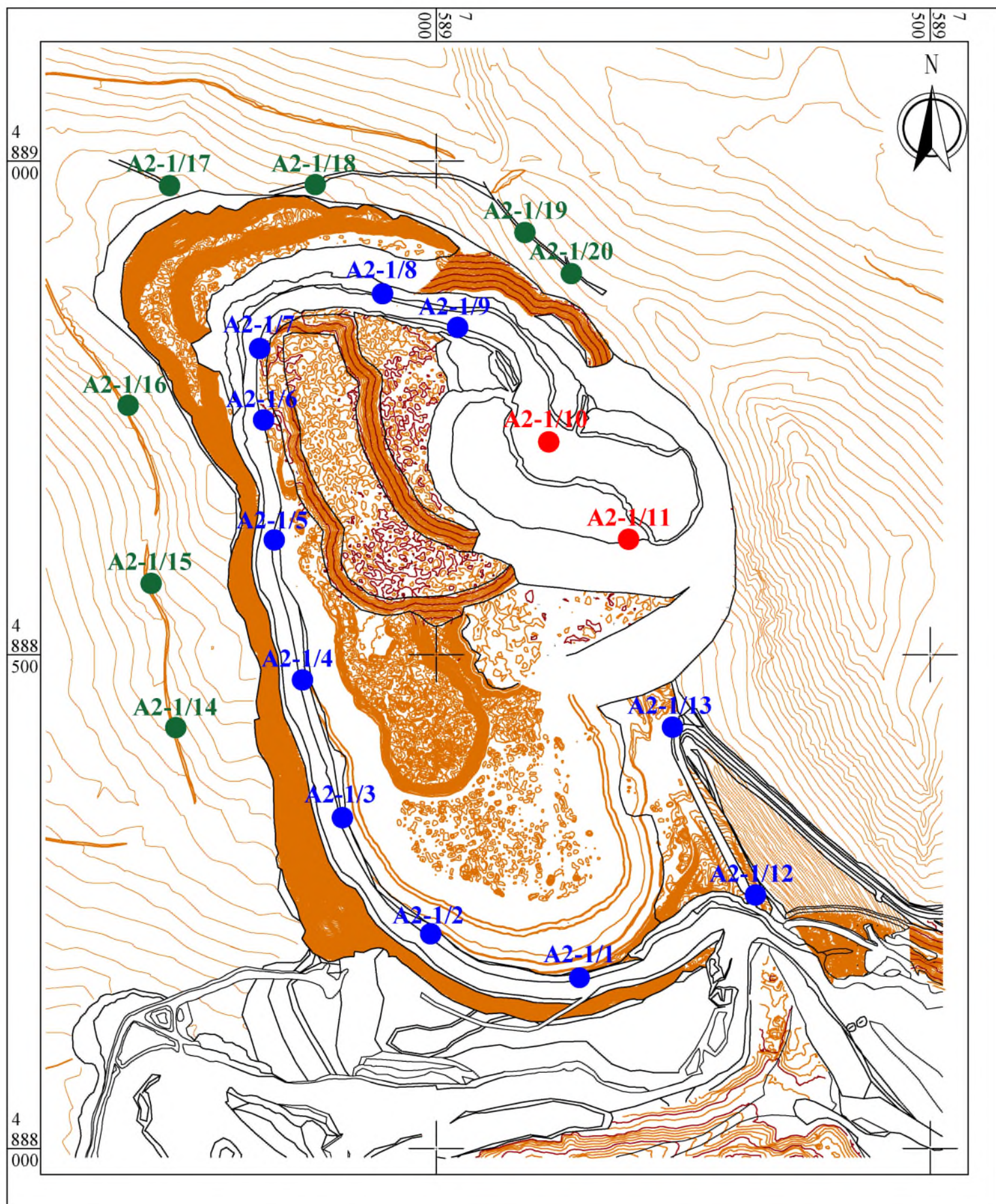


4
885
500

 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel:(030)454-131-faks:(030)435-175;mail:institut@imbor.co.rs  IMS				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
	Datum	Ime i Prezime	Potpis	Objekat: Površinski kop Veliki Krivelj	
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.			
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.			
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.			
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			
Razmera: 1: 5 000	Naziv crteža: Situaciona karta sa prikazom izgleda rudarskog otpada (Saraka potok) na kraju veka eksploatacije			Centar: Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina	
				Broj crteža: GP.5.3	



 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR Tel: (030)454-131-faks: (030)435-175-mail: institut@imbor.co.rs 				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
	Datum	Ime i Prezime	Potpis	Objekat: Borski kop	
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.		Projekat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj	
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.			
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.			
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			
Razmera:	Naziv crteža:			Centar: Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina	
1: 5 000	Situaciona karta sa prikazom izgleda rudarskog otpada (Stari borski kop) na kraju veka eksploatacije			Broj crteža: GP.5.4	



Legenda

- Lokacija uzorkovanja na odlagališnom platou
- Lokacija uzorkovanja na kosini odlagališta
- Lokacija uzorkovanja podloge odlagališta

PK Veliki Krivelj	Koordinate		
Todorov potok A2-1	X	Y	Z
A2-1/1	7,589,145	4,888,173	479
A2-1/2	7,588,994	4,888,217	490
A2-1/3	7,588,905	4,888,335	499
A2-1/4	7,588,864	4,888,474	508
A2-1/5	7,588,836	4,888,616	524
A2-1/6	7,588,825	4,888,738	534
A2-1/7	7,588,821	4,888,810	542
A2-1/8	7,588,945	4,888,866	555
A2-1/9	7,589,021	4,888,831	563
A2-1/10	7,589,114	4,888,715	574
A2-1/11	7,589,195	4,888,617	572
A2-1/12	7,589,323	4,888,257	471
A2-1/13	7,589,239	4,888,426	487
A2-1/14	7,588,736	4,888,426	471
A2-1/15	7,588,711	4,888,572	485
A2-1/16	7,588,688	4,888,752	500
A2-1/17	7,588,730	4,888,975	500
A2-1/18	7,588,877	4,888,976	515
A2-1/19	7,589,089	4,888,928	553
A2-1/20	7,589,136	4,888,886	555



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
19210 BOR, Zeleni bulevar 35
Tel: (030)454-131 faks: (030)435-175; mail: institut@irmbor.co.rs



	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	<i>Lj. Obradović</i>
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	<i>D. Kržanović</i>
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.	<i>R. Rajković</i>
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	<i>S. Vitković</i>
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	<i>I. Svrkota</i>

Razmera:
1: 5 000

Naziv crteža:

Situaciona karta sa prikazom lokacija
uzorkovanja Todorov potok

Investitor:

SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR

Objekat:

Površinski kop Veliki Krivelj

Projekat:

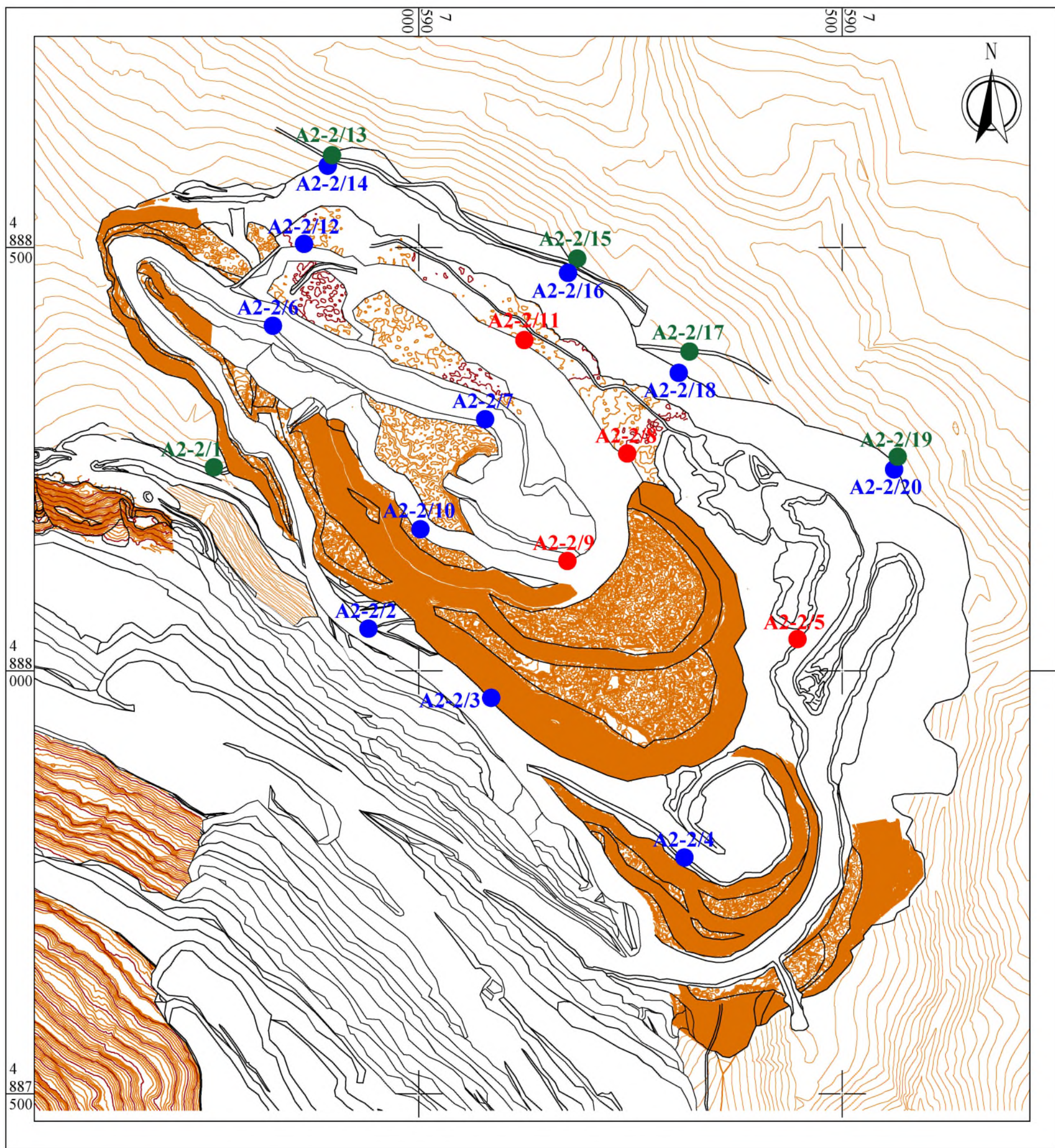
Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika
Veliki Krivelj

Centar:

Centar za projektovanje metalinih
mineralnih sirovina

Broj crteža:

GP.6.1



PK Veliki Krivelj	Koordinate		
	X	Y	Z
Istočno odlagalište A2-2			
A2-2/1	7,589,758	4,888,240	538
A2-2/2	7,589,940	4,888,049	531
A2-2/3	7,590,085	4,887,968	520
A2-2/4	7,590,314	4,887,779	530
A2-2/5	7,589,447	4,888,037	539
A2-2/6	7,589,827	4,888,408	585
A2-2/7	7,590,078	4,888,297	599
A2-2/8	7,590,246	4,888,257	550
A2-2/9	7,590,175	4,888,130	602
A2-2/10	7,590,002	4,888,167	585
A2-2/11	7,590,125	4,888,391	564
A2-2/12	7,589,864	4,888,504	578
A2-2/13	7,589,897	4,888,609	536
A2-2/14	7,589,892	4,888,597	539
A2-2/15	7,590,187	4,888,487	520
A2-2/16	7,590,176	4,888,470	524
A2-2/17	7,590,319	4,888,377	520
A2-2/18	7,590,307	4,888,352	527
A2-2/19	7,590,565	4,888,253	494
A2-2/20	7,590,561	4,888,238	496

Legenda

- Lokacija uzorkovanja na odlagališnom platou
- Lokacija uzorkovanja na kosini odlagališta
- Lokacija uzorkovanja podloge odlagališta



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
19210 BOR, Zeleni bulevar 35
Tel: (030)454-131 faks: (030)435-175; mail: institut@irmbor.co.rs



	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	<i>Lj. Obradović</i>
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	<i>D. Kržanović</i>
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.	<i>R. Rajković</i>
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	<i>S. Vitković</i>
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	<i>I. Svrkota</i>

Razmera:
1: 5 000

Naziv crteža:

Situaciona karta sa prikazom lokacija
uzorkovanja Istočno odlagalište

Investitor:

SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR

Objekat:

Površinski kop Veliki Krivelj

Projekat:

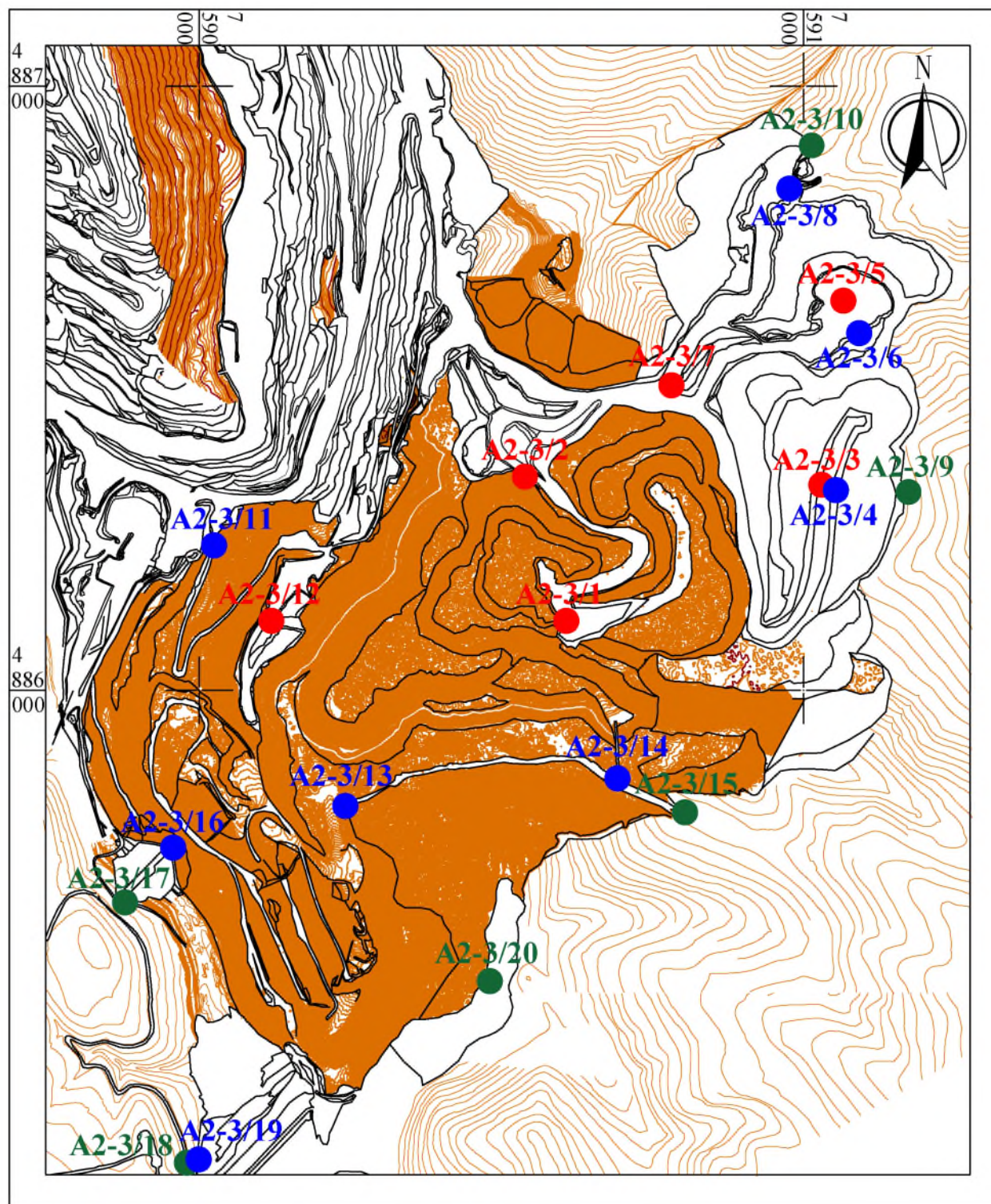
Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika
Veliki Krivelj

Centar:

Centar za projektovanje metaličnih
mineralnih sirovina

Broj crteža:

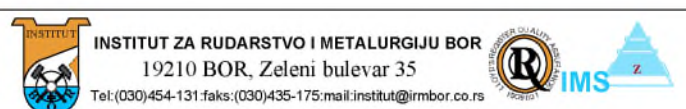
GP.6.2



Legenda

- Lokacija uzorkovanja na odlagališnom platou
- Lokacija uzorkovanja na kosini odlagališta
- Lokacija uzorkovanja podloge odlagališta

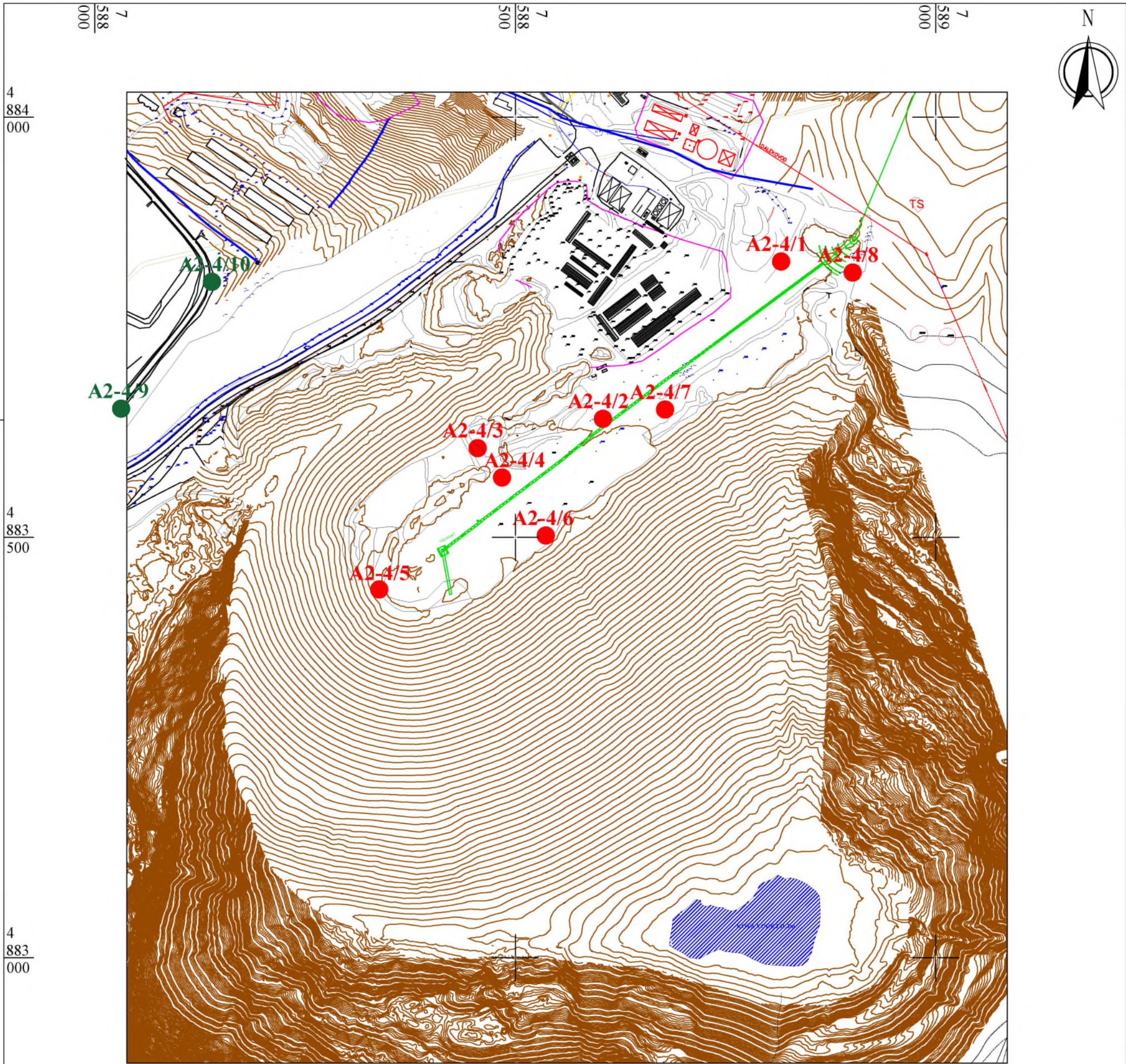
PK Veliki Krivelj	Koordinate		
Saraka potok A2-3	X	Y	Z
A2-3/1	7,590,507	4,886,115	490
A2-3/2	7,590,538	4,886,353	459
A2-3/3	7,591,029	4,886,340	503
A2-3/4	7,591,054	4,886,331	502
A2-3/5	7,591,066	4,886,645	477
A2-3/6	7,591,092	4,886,591	476
A2-3/7	7,590,781	4,886,505	452
A2-3/8	7,590,976	4,886,831	464
A2-3/9	7,591,174	4,886,328	500
A2-3/10	7,591,013	4,886,902	467
A2-3/11	7,590,025	4,886,238	330
A2-3/12	7,590,119	4,886,114	395
A2-3/13	7,590,241	4,885,808	414
A2-3/14	7,590,692	4,885,854	420
A2-3/15	7,590,804	4,885,798	412
A2-3/16	7,589,957	4,885,739	322
A2-3/17	7,589,876	4,885,648	320
A2-3/18	7,589,979	4,885,218	316
A2-3/19	7,589,999	4,885,223	317
A2-3/20	7,590,481	4,885,518	313



	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	<i>[Signature]</i>
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	<i>[Signature]</i>

Razmera:	Naziv crteža:
1:10 000	Situaciona karta sa prikazom lokacija uzorkovanja Saraka potok

Investitor:	SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR
Objekat:	Površinski kop Veliki Krivelj
Projekat:	Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj
Centar:	Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina
Broj crteža:	GP.6.3

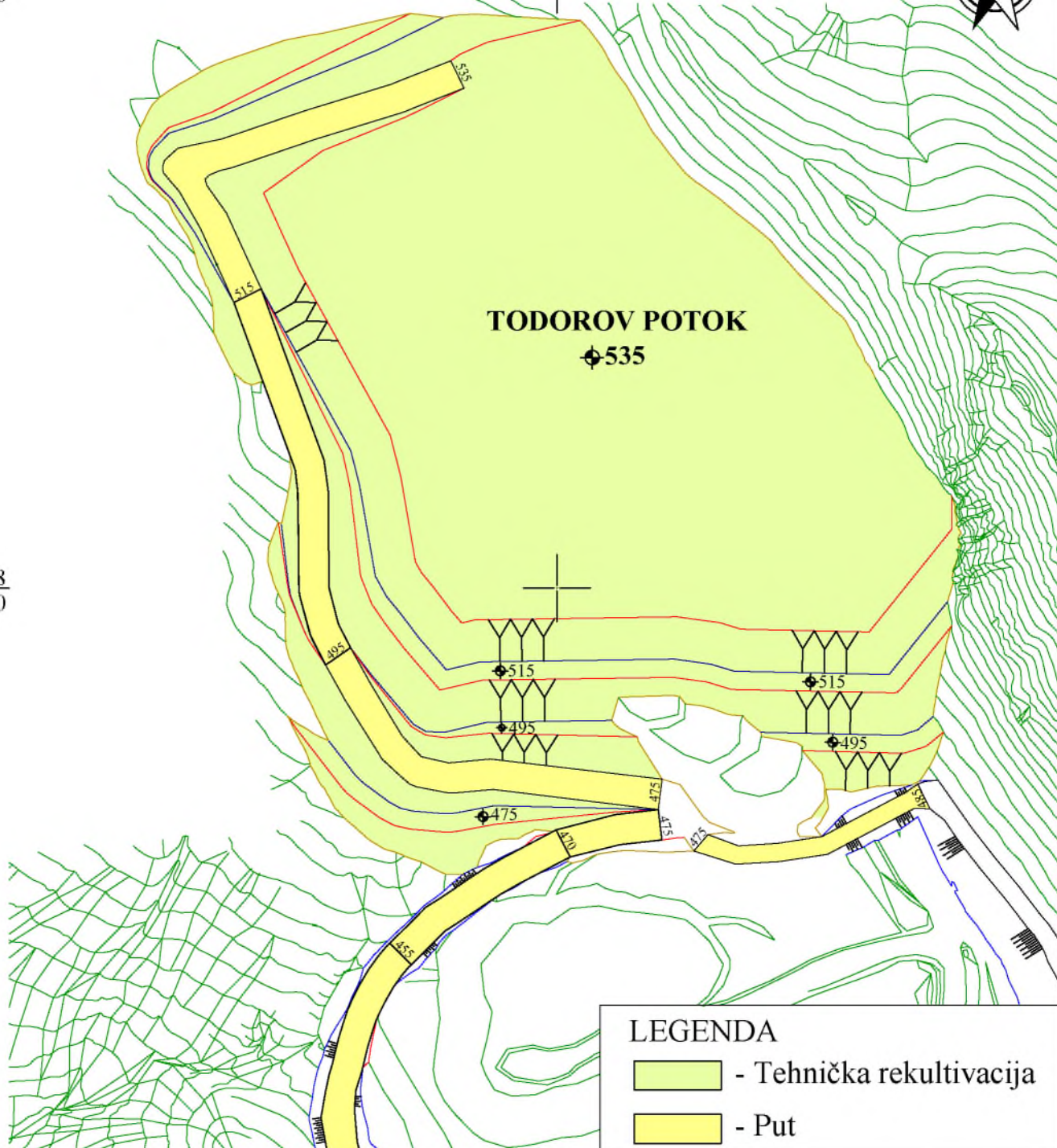


Odlagalište Borski kop		Koordinate			Legenda																												
Odlagalište jalovine A2-4		X	Y	Z	Lokacija uzorkovanja na odlagališnom platou Lokacija uzorkovanja podloge odlagališta																												
A2-4/1		7,588,816	4,883,828	437																													
A2-4/2		7,588,604	4,883,641	433																													
A2-4/3		7,588,455	4,883,606	433																													
A2-4/4		7,588,484	4,883,571	433	Odlagalište Borski kop		Koordinate																										
A2-4/5		7,588,338	4,883,438	436	Odlagalište zemljanog materijala A2-4		X	Y	Z																								
A2-4/6		7,588,536	4,883,502	433	A2-4/9		7,588,031	4,883,653	374																								
A2-4/7		7,588,678	4,883,652	436	A2-4/10		7,588,139	4,883,804	364																								
A2-4/8		7,588,901	4,883,815	433																													
INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030)454-131; faks: (030)435-175; mail: institut@irmbor.co.rs					Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR																												
<table><tr><td></td><td>Datum</td><td>Ime i Prezime</td><td>Potpis</td></tr><tr><td>Glavni projektant</td><td>VI 2022.</td><td>Lj. Obradović, dipl. inž. rud.</td><td></td></tr><tr><td>Odgovorni projektant</td><td>VI 2022.</td><td>dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.</td><td></td></tr><tr><td>Saradnik</td><td>VI 2022.</td><td>mr R. Rajković, dipl. inž. rud.</td><td></td></tr><tr><td>Obradio</td><td>VI 2022.</td><td>S. Vitković, rud. teh.</td><td></td></tr><tr><td>Kontrolisao</td><td>VI 2022.</td><td>mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.</td><td></td></tr></table>						Datum	Ime i Prezime	Potpis	Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.		Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.		Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.		Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.		Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.		Objekat: Stari borski kop				
	Datum	Ime i Prezime	Potpis																														
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.																															
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.																															
Saradnik	VI 2022.	mr R. Rajković, dipl. inž. rud.																															
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.																															
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.																															
					Projekat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj																												
Razmera:					Naziv crteža:				Centar:																								
1: 5 000					Situaciona karta sa prikazom lokacija uzorkovanja Stari borski kop				Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina																								
									Broj crteža: GP.6.4																								

4
889
000

4
888
500

7
589
000



LEGENDA

- Tehnička rekultivacija
- Put



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
19210 BOR, Zeleni bulevar 35
Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irnbor.co.rs



Investitor:

SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR

Objekat:

Površinski kop Veliki Krivelj

Projekat:

Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika
Veliki Krivelj

	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	<i>Lj. Obradović</i>
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	<i>D. Kržanović</i>
Saradnik	VI 2022.	M. Mikić, dipl. inž. rud.	<i>M. Mikić</i>
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	<i>S. Vitković</i>
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	<i>I. Svrkota</i>

Razmera:

1: 5 000

Naziv crteža:

Situaciona karta tehnicke rekultivacije Todorov potok

Centar:

Centar za projektovanje metalicnih
mineralnih sirovina

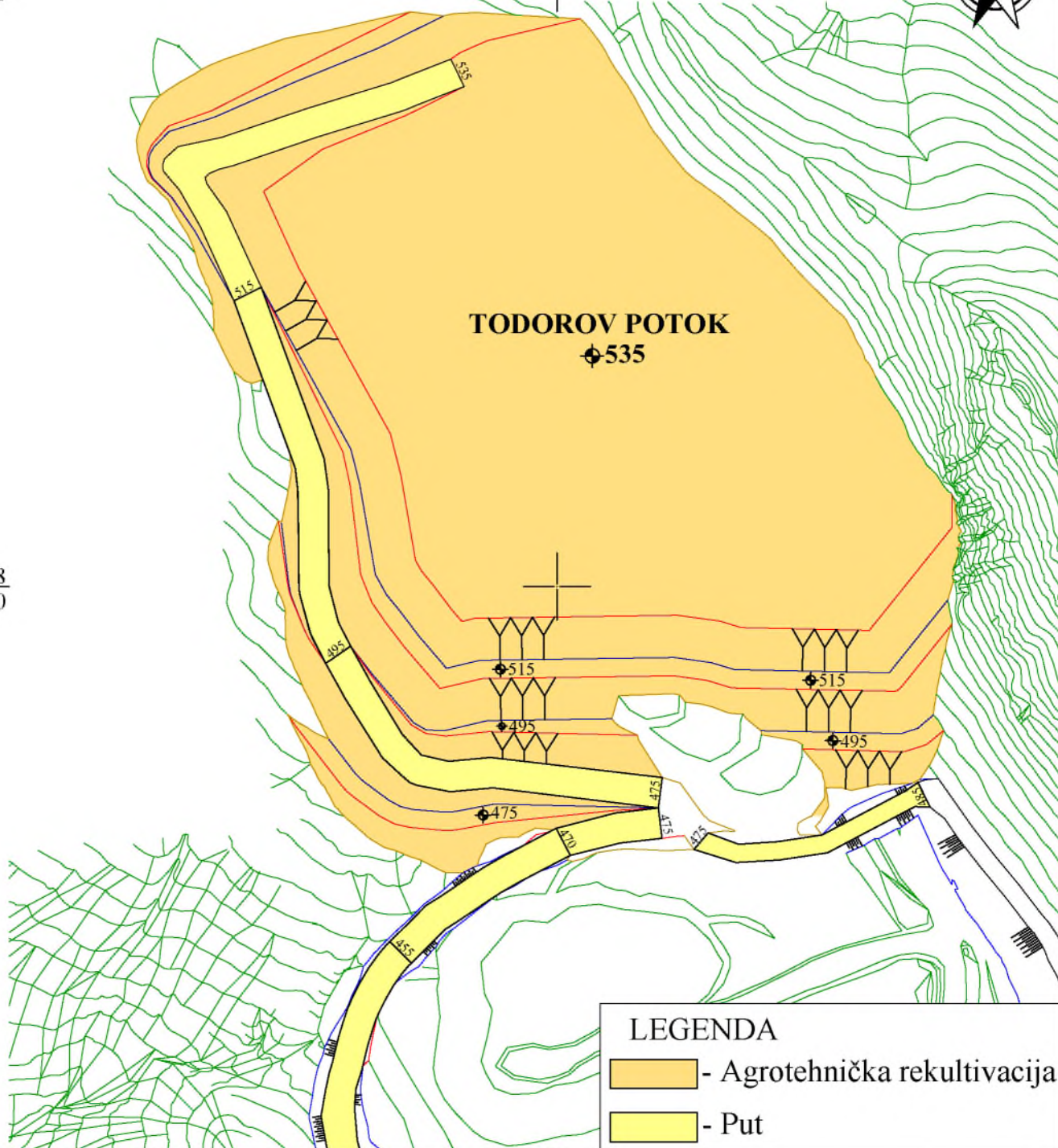
Broj crteža:

GP.7.1

4
889
000

4
888
500

7
589
000



LEGENDA

- Agrotehnička rekultivacija
- Put



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
19210 BOR, Zeleni bulevar 35
Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irnbor.co.rs



Investitor:

SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR

Objekat:

Površinski kop Veliki Krivelj

Projekat:

Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika
Veliki Krivelj

	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	<i>Lj. Obradović</i>
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	<i>D. Kržanović</i>
Saradnik	VI 2022.	M. Mikić, dipl. inž. rud.	<i>M. Mikić</i>
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	<i>S. Vitković</i>
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	<i>I. Svrkota</i>

Razmera:

1: 5 000

Naziv crteža:

Situaciona karta agrotehnicke rekultivacije Todorov potok

Centar:

Centar za projektovanje metaličnih
mineralnih sirovina

Broj crteža:

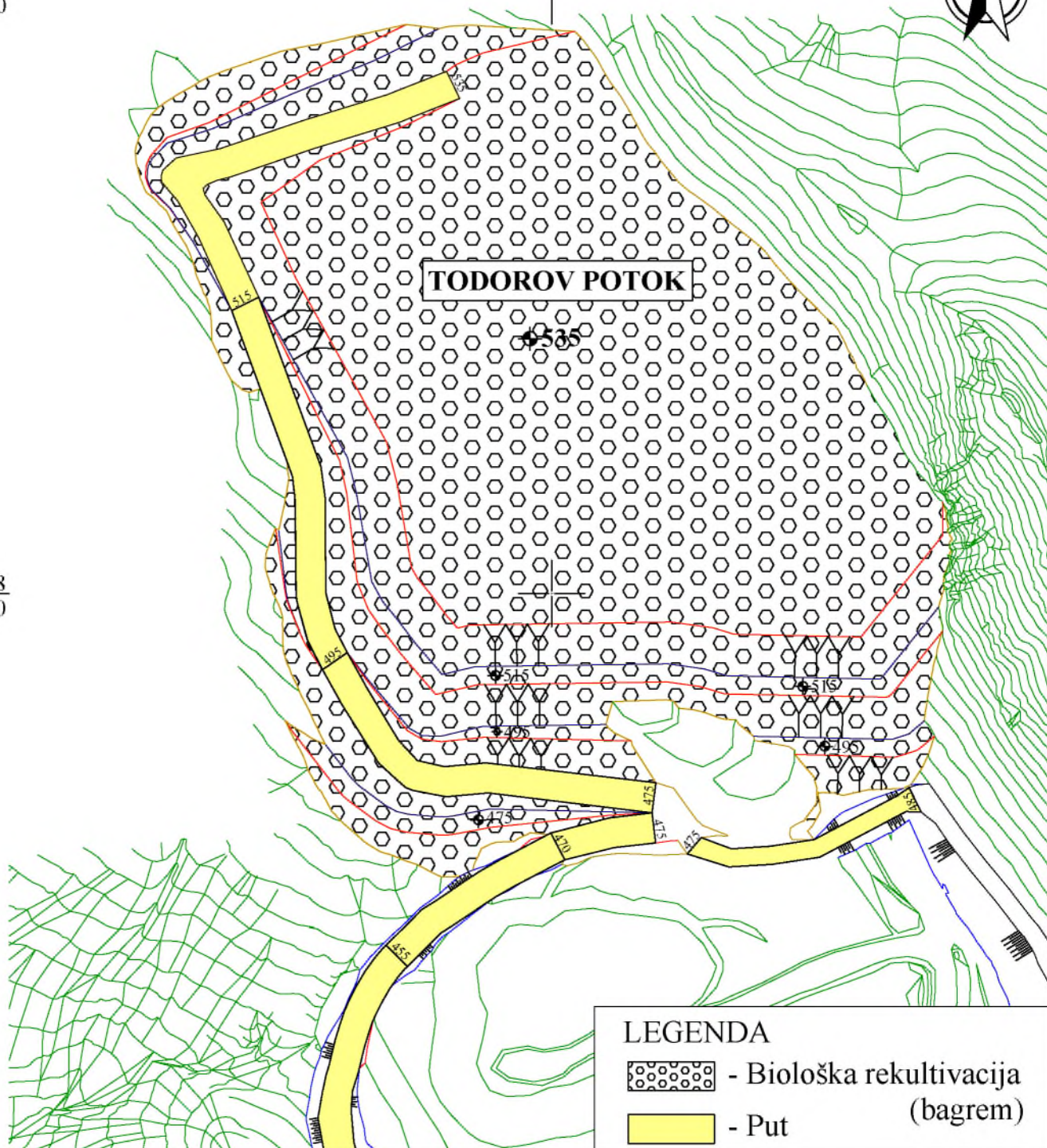
GP.7.2

4
889
000

4
888
500

589
000

N



LEGENDA

-  - Biološka rekultivacija (bagrem)
-  - Put



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
19210 BOR, Zeleni bulevar 35
Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs



Investitor:

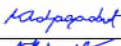
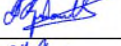
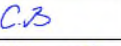
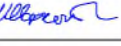
SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR

Objekat:

Površinski kop Veliki Krivelj

Projekat:

Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika
Veliki Krivelj

	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	
Saradnik	VI 2022.	M. Mikić, dipl. inž. rud.	
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	

Razmera:

1: 5 000

Naziv crteža:

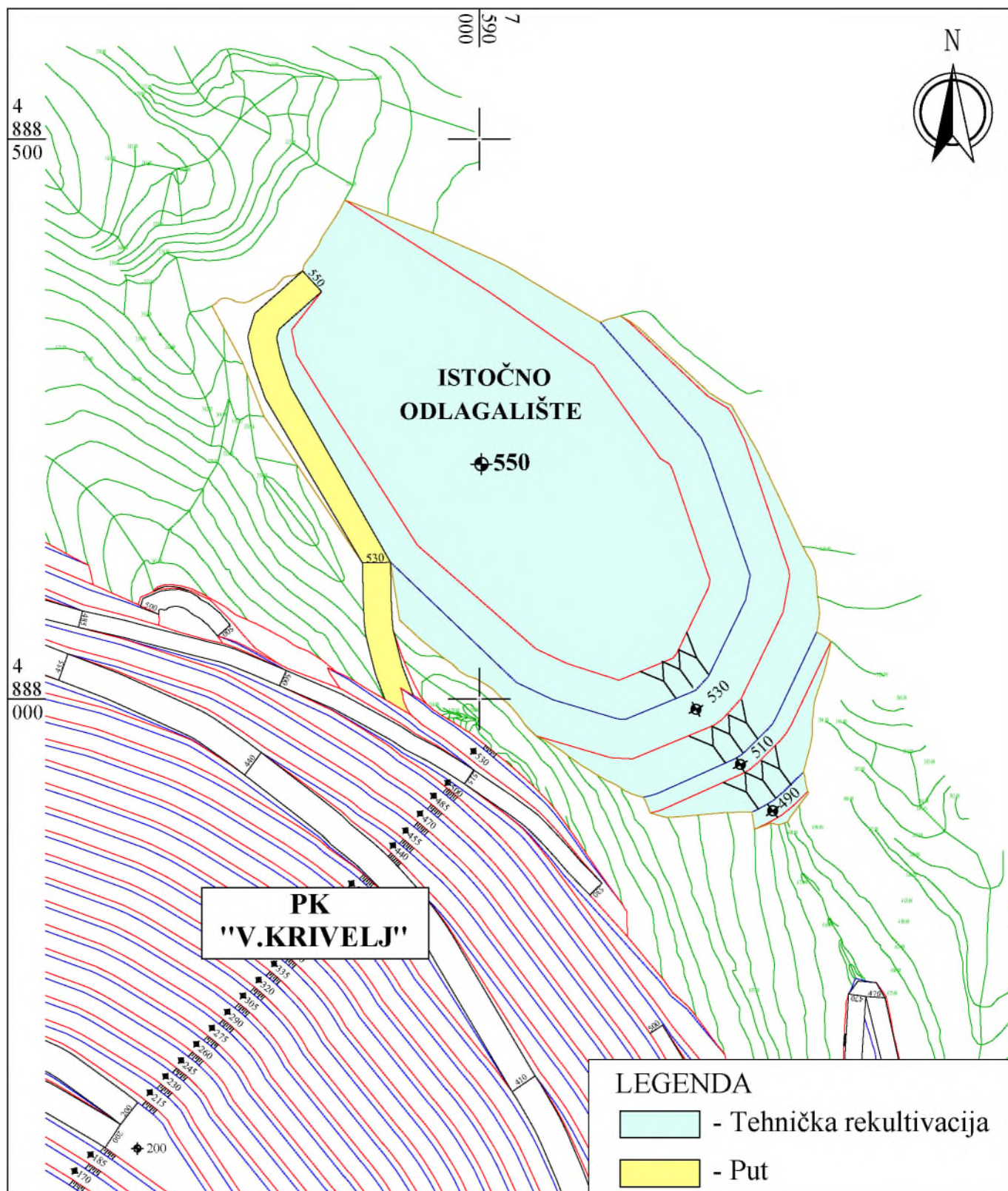
Situaciona karta biološke rekultivacije Todorov potok

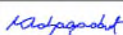
Centar:

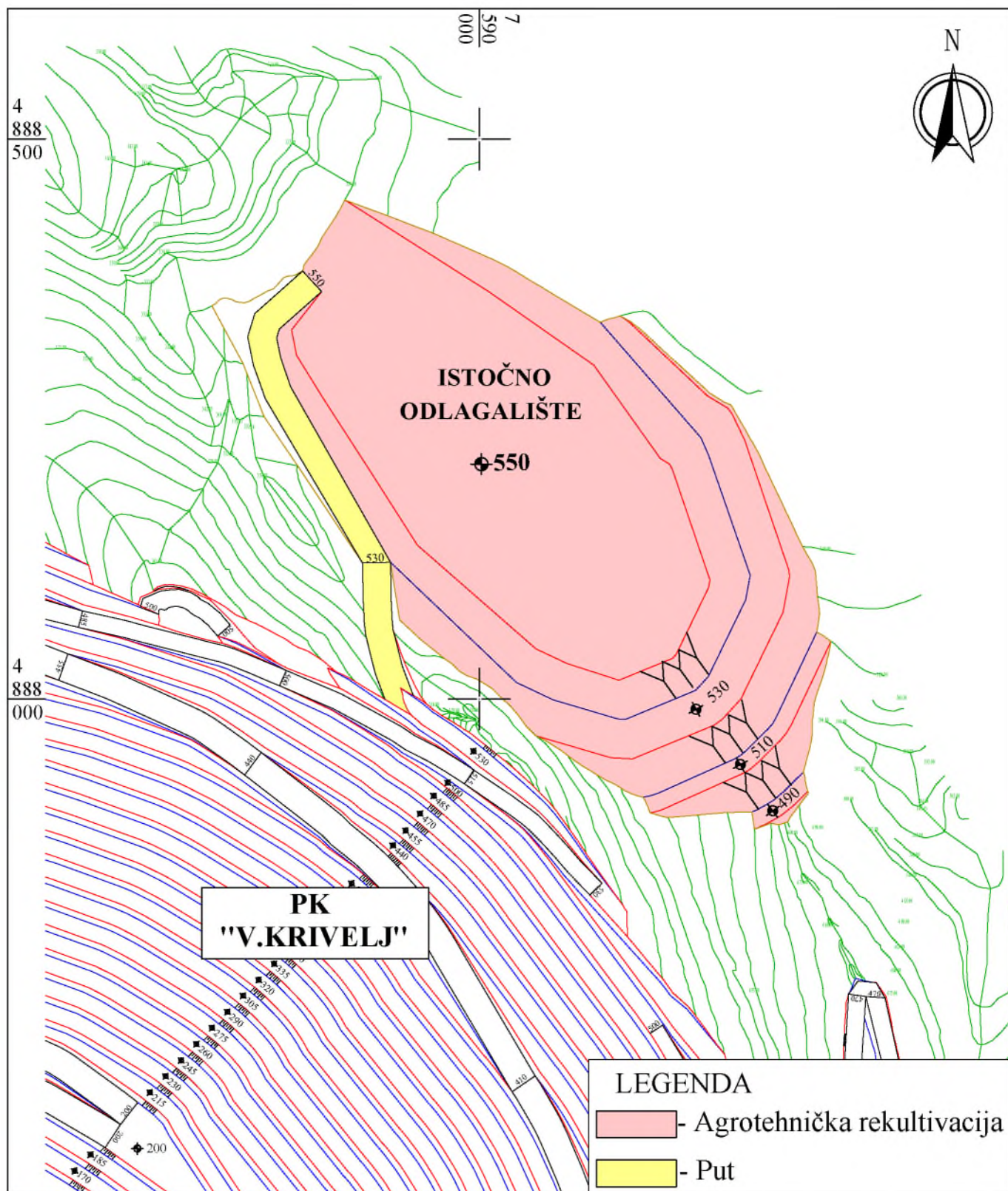
Centar za projektovanje metaličnih
mineralnih sirovina

Broj crteža:

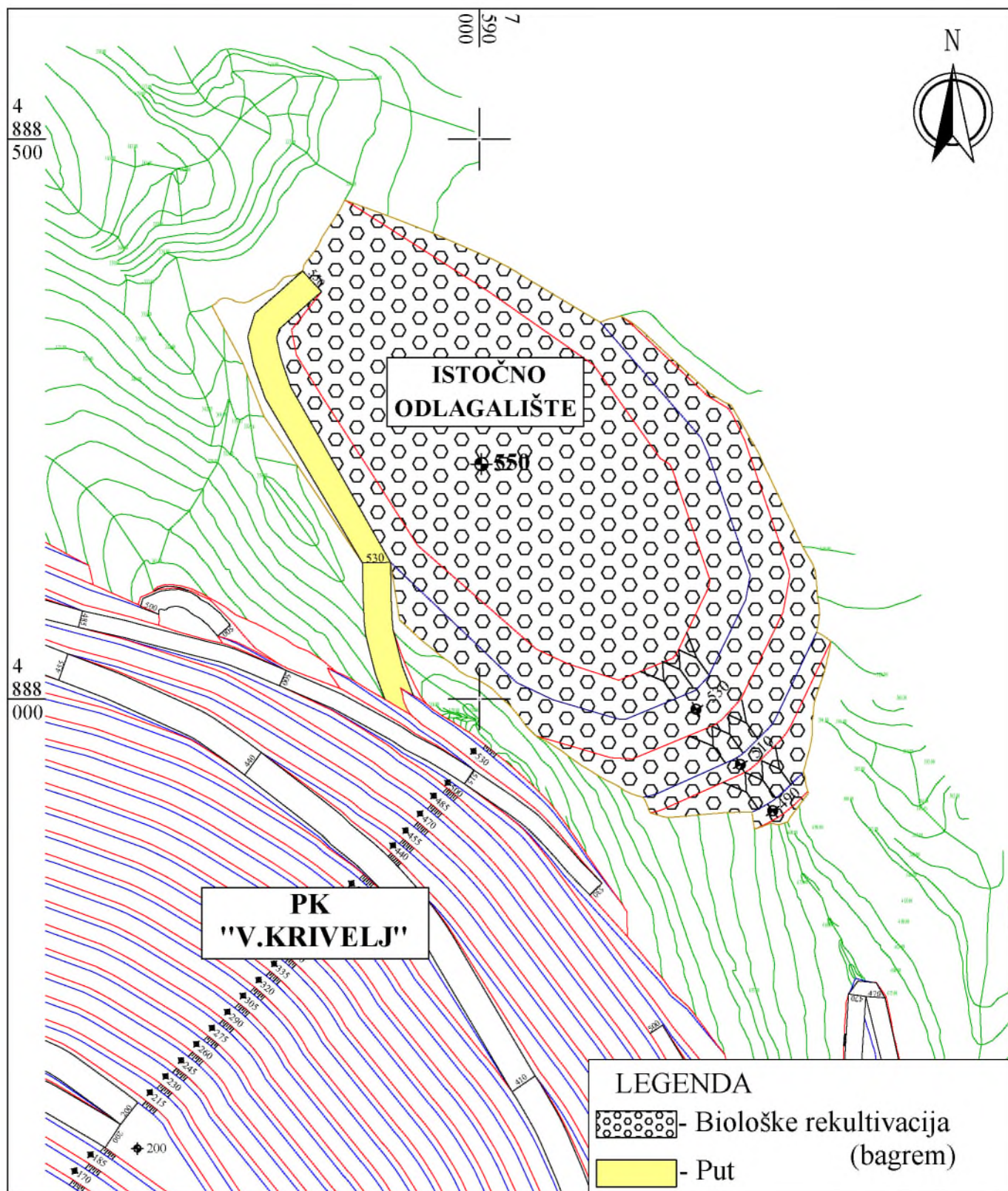
GP.7.3



 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs 				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
	Datum	Ime i Prezime	Potpis	Objekat: Površinski kop Veliki Krivelj Projekat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj	
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.			
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.			
Saradnik	VI 2022.	M. Mikić, dipl. inž. rud.			
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			
Razmera:	Naziv crteža:			Centar: Centar za projektovanje metaličnih mineralnih sirovina	
1: 5 000	Situaciona karta tehnicke rekultivacije Istočno odlagalište			Broj crteža: GP.8.1	



 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel: (030)454-131; faks: (030)435-175; mail: institut@irmbor.co.rs 				Investitor: SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR	
	Datum	Ime i Prezime	Potpis	Objekat:	
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.		Površinski kop Veliki Krivelj Projekat: Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj	
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.			
Saradnik	VI 2022.	M. Mikić, dipl. inž. rud.			
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.			
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.			
Razmera:	Naziv crteža:			Centar:	
1: 5 000	Situaciona karta agrotehničke rekultivacije Istočno odlagalište			Centar za projektovanje metaličnih mineralnih sirovina	
				Broj crteža:	
				GP.8.2	



INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR
19210 BOR, Zeleni bulevar 35
Tel: (030) 454-131; faks: (030) 435-175; mail: institut@irmbor.co.rs



Investitor:

SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR

Objekat:

Površinski kop Veliki Krivelj

Projekat:

Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika
Veliki Krivelj

	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Glavni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	<i>Lj. Obradović</i>
Odgovorni projektant	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	<i>D. Kržanović</i>
Saradnik	VI 2022.	M. Mikić, dipl. inž. rud.	<i>M. Mikić</i>
Obradio	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	<i>S. Vitković</i>
Kontrolisao	VI 2022.	mr I. Svrkota, dipl. inž. rud.	<i>I. Svrkota</i>

Razmera:

1: 5 000

Naziv crteža:

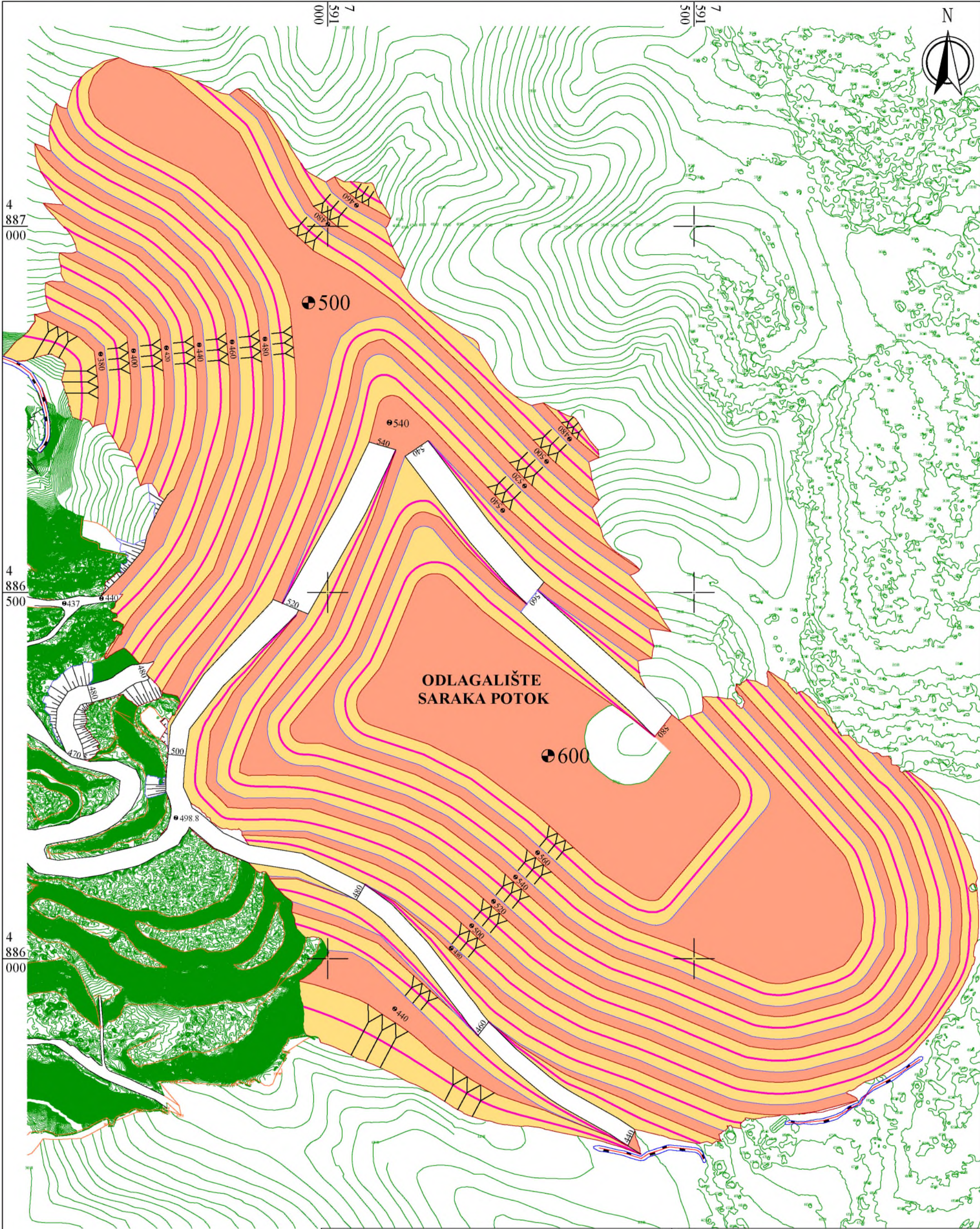
Situaciona karta biološke rekultivacije Istočno odlagalište

Centar:

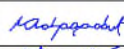
Centar za projektovanje metaličnih
mineralnih sirovina

Broj crteža:

GP.8.3



LEGENDA	
	Terasne ravni
	Tehnička rekultivacija

 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel:(030)454-131-faks:(030)435-175;mail:institut@imbor.co.rs			
Glavni projektant	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Odgovorni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	
Saradnik	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	
Obradio	VI 2022.	M. Mikić, dipl. inž. rud.	
Kontrolisao	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	
Razmera:	Naziv crteža:		
1: 5 000	Situaciona karta tehničke rekultivacije Saraka potok		

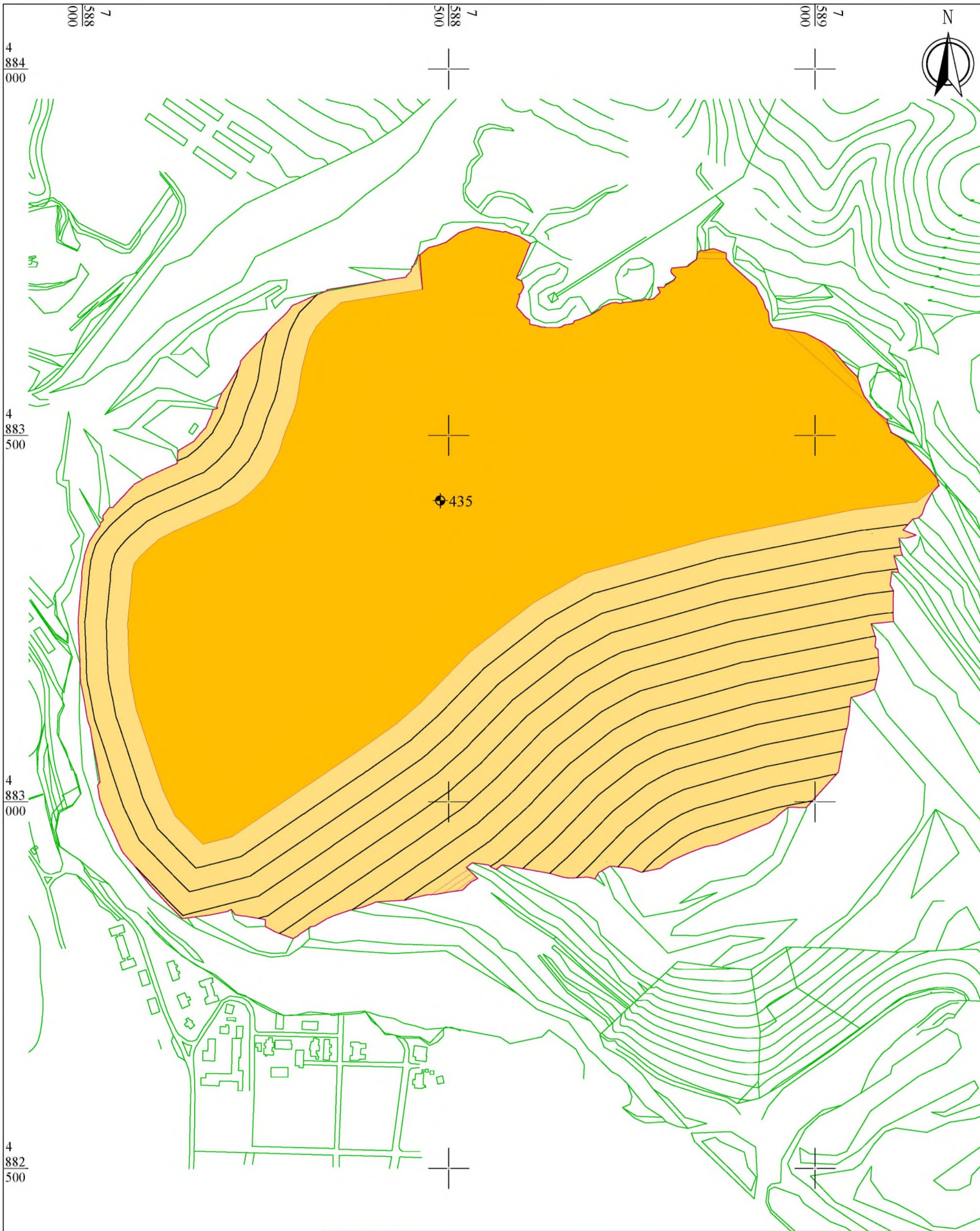
Investitor:	SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR
Objekat:	Površinski kop Veliki Krivelj
Projekat:	Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj
Centar:	Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina
Broj crteža:	GP.9.1



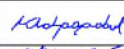
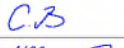
LEGENDA	
	Terasne ravni
	Biološka rekultivacija-pošumljavanje i zatravnjivanje
	Biološka rekultivacija-zatravnjivanje

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR 19210 BOR, Zeleni bulevar 35 Tel:(030)454-131-faks:(030)435-175;mail:institut@imbor.co.rs			
Glavni projektant	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Odgovorni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	
Saradnik	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	
Obradio	VI 2022.	M. Mikić, dipl. inž. rud.	
Kontrolisao	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	
Razmera:	Naziv crteža:		
1: 5 000	Situaciona karta biološke rekultivacije Saraka potok		

Investitor:	SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR
Objekat:	Površinski kop Veliki Krivelj
Projekat:	Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj
Centar:	Centar za projektovanje metalinih mineralnih sirovina
Broj crteža:	GP.9.2



LEGENDA	
TEHNIČKA REKULTIVACIJA	
	PLATO ODLAGALIŠTA
	KOSINA ODLAGALIŠTA
	TERASNE RAVNI

 INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR Tel: (030)454-131; faks: (030)435-175; mail: institut@irmbor.co.rs 			
Glavni projektant	Datum	Ime i Prezime	Potpis
Odgovorni projektant	VI 2022.	Lj. Obradović, dipl. inž. rud.	
Saradnik	VI 2022.	dr D. Kržanović, dipl. inž. rud.	
Obradio	VI 2022.	M. Mikić, dipl. inž. rud.	
Kontrolisao	VI 2022.	S. Vitković, rud. teh.	
Razmera:	Naziv crteža:		
1: 5 000	Situaciona karta tehničke rekultivacije Stari borski kop		

Investitor:	SERBIA ZIJIN COPPER D.O.O. BOR
Objekat:	Stari borski kop
Projekat:	Plan upravljanja rudarskim otpadom rudnika Veliki Krivelj
Centar:	Centar za projektovanje metaličnih mineralnih sirovina
Broj crteža:	GP.12.1

