



STUDIJA

O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

- ◆ Projekat:
**“PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALoviŠTA
VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE”**
- ◆ Nosioc projekta:
**“RUDARSKO-TOPIONIČARSKI BASEN
BOR GRUPA RUDNICI BAKRA” DOO**
- ◆ Sedište nosioca projekta:
Bor, Kestenova 8
- ◆ Lokacija projekta:
Nulto polje flotacijskog jalovištva Veliki Krivelj

NOSIOC PROJEKTA

Jul, 2018.



STUDIJA

O PROCENI UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

- ◆ Projekat:
**“PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALoviŠTA
VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE”**
- ◆ Nosioc projekta:
**“RUDARSKO-TOPIONIČARSKI BASEN GRUPA
BOR RUDNICI BAKRA” DOO**
- ◆ Sedište nosioca projekta:
Bor, Kestenova 8
- ◆ Lokacija projekta:
Nulto polje flotacijskog jalovištva Veliki Krivelj
- ◆ Obradivač:
“MD PROJEKT INSTITUT” DOO
- ◆ Odgovorni projektant:
Vladan Ilinčić, dipl. inž. maš.

DIREKTOR

dr Ljubomir Dimitrov, dipl. inž. el.



Na osnovu Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS" br. 135/04 i 36/09) člana 19, donosim sledeće

R E Š E N J E

o određivanju odgovornog projektanta za izradu Studije o proceni uticaja na životnu sredinu za

- ◆ Projekat:
**“PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALoviŠTA
VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE”**
- ◆ Nosioc projekta:
**“RUDARSKO-TOPIONIČARSKI BASEN GRUPA
BOR RUDNICI BAKRA” DOO**
- ◆ Lokacija:
Nulto polje flotacijskog jalovištva Veliki Krivelj

- odgovorni projektant: **Vladan Ilinčić, dipl. inž. maš.**
- projektanti saradnici:

dr Božidar Raković, dipl. el. inž.

Cvetanka Dimitrov, dipl. hem.

dr Maja Ljubić, dipl. inž. zžs.

Zoran Milojević, dipl. hem.

Imenovani su dužni da se pri izradi studije o proceni uticaja na životnu sredinu pridržavaju tehničkih propisa, normativa i standarda, prema Zakonu o proceni uticaja na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS" br. 135/04 i 36/09).

D I R E K T O R

dr Ljubomir Dimitrov, dipl. inž. el.

PROJEKTNI ZADATAK

Izraditi Studiju o proceni uticaja na životnu sredinu za:

- ◆ Projekat:
**“PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALoviŠTA
VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE”**
- ◆ Nosioc projekta:
**“RUDARSKO-TOPIONIČARSKI BASEN GRUPA
BOR RUDNICI BAKRA” DOO**
- ◆ Lokacija:
Nulto polje flotacijskog jalovištva Veliki Krivelj

u skladu sa:

- Zakonom o proceni uticaja na životnu sredinu (“Sl. gl. RS” br. 135/04 i 36/09)
- Zakonom o zaštiti životne sredine (“Sl. gl. RS”, br. 135/04, 36/09 i 14/16)
- Pravilnikom o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu (“Sl. gl. RS” br. 69/05)
- Rešenjem o obimu i sadržaju Studije o proceni uticaja na životnu sredinu, br. 353-02-278/2017-16 od 25.09.2017.god. izdatog od Ministarstva poljoprivrede i zaštite životne sredine
- dostavljenom dokumentacijom

SAGLASNOST NOSIOCA PROJEKTA

Saglasni smo sa priloženom tehničkom dokumentacijom:

NOSIOC PROJEKTA: RTB BOR DOO Bor

OBJEKAT: FLOTACIJSKO JALOVIŠTE VELIKI KRIVELJ

VRSTA PROJEKTA: **STUDIJA O PROCENI UTICAJA NA
ŽIVOTNU SREDINU PROŠIRENJE
FLOTACIJSKOG JALOVIŠTA VELIKI
KRIVELJ NA NULTO POLJE**

Bor, -----

ZA INVESTITORA

Jul, 2018

SADRŽAJ

UVOD	9
METODOLOGIJA.....	9
ZAKONSKA REGULATIVA	9
1. PODACI O NOSIOCU PROJEKTA	14
1.1. PUN NAZIV PRAVNOG LICA	14
1.2. SEDIŠTE, ODNOSNO ADRESA	14
1.3. TELEFONSKI BROJ, E-mail ADRESA	14
2. OPIS LOKACIJE NA KOJOJ SE PLANIRA IZVOĐENJE PROJEKTA	15
2.1. MAKROLOKACIJA	15
2.2. MIKROLOKACIJA.....	19
2.3. PRIKAZ PEDOLOŠKIH, GEOMORFOLOŠKIH, GEOLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH I SEIZMOLOŠKIH KARAKTERISTIKA TERENA.....	23
2.4. PODACI O IZVORIŠTIMA VODOSNABDEVANJA (UDALJENOST, KAPACITET, UGROŽENOST, ZONE SANITARNE ZAŠTITE) I O OSNOVNIM HIDROLOŠKIM KARAKTERISTIKAMA.....	39
2.5. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE SA METEOROLOŠKIM POKAZATELJIMA.....	43
2.6. OPIS FLORE I FAUNE, PRIRODNIH DOBARA POSEBNE VREDNOSTI (ZAŠTIĆENIH) RETKIH I UGROŽENIH BILJNIH I ŽIVOTINJSKIH VRSTA I NJIHOVIH STANIŠTA I VEGETACIJE	46
2.7. PREGLED OSNOVNIH KARAKTERISTIKA PEJZAŽA	52
2.8. PREGLED NEPOKRETNIH KULTURNIH DOBARA	53
2.9. NASELJENOST I GUSTINA STANOVANJA	54
2.10. PODACI O POSTOJEĆIM PRIVREDNIM I STAMBENIM OBJEKTIMA I OBJEKTIMA INFRASTRUKTURE I SUPRASTRUKTURE.....	56
3. OPIS PROJEKTA	61
3.1. OPIS PRETHODNIH RADOVA NA IZVOĐENJU PROJEKTA.....	62
3.2. OPIS OBJEKATA PROIZVODNOG PROCESA I TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE..	68
3.3. PRIKAZ VRSTE I KOLIČINE POTREBNE ENERGIJE I ENERGENATA, VODE I SIROVINA, POTREBNOG MATERIJALA ZA IZGRADNJU.....	85
3.4. PRIKAZ VRSTE I KOLIČINE ISPUŠTENIH GASOVA, VODE I DRUGIH TEČNIH I GASOVITIH OTPADNIH MATERIJALA, POSMATRANO PO TEHNOLOŠKIM CELINAMA UKLJUČUJUĆI EMISIJE U VAZDUHU, ISPUŠTANJE U POVRŠINSKE I PODZEMNE VODNE RECIPIJENTE, ODLAGANJE NA ZEMLJIŠTE, BUKU, VIBRACIJE, TOPLOTU, ZRAČENJA (JONIZUJUĆA I NEJONIZUJUĆA) I DR.....	89
3.4.1. Tokom izvođenja radova.....	89
3.4.2. U toku redovnog rada projekta	91
3.4.2.1. Emisija u vazduh.....	91
3.4.2.2. Zagađenje vode	91
3.4.2.3. Odlaganje na zemljište, stvaranje otpada.....	92
3.4.2.4. Emitovanje buke, vibracije, toplotog, jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja.	92
3.4.3. U slučaju udesa	93
3.5. PRIKAZ TEHNOLOGIJE TRETIRANJA (PRERADA, RECIKLAŽA, ODLAGANJE I SL.) SVIH VRSTA OTPADNIH MATERIJALA.....	94
3.5.1. Za vreme izvođenja privremenih radova	94
3.5.2. U toku redovnog rada	94
4. ALTERNATIVNA REŠENJA.....	95
5. PRIKAZ STANJA ŽIVOTNE SREDINE NA LOKACIJI I BLIŽOJ OKOLINI (MIKRO I MAKROLOKACIJA).....	97

5.1. STANOVNIŠTVO	98
5.2. FAUNA I FLORA	99
5.3. ZEMLJIŠTE, VODE I VAZDUH	100
5.4. KLIMATSKI ČINIOCI	108
5.5. NEPOKRETNOST KULTURNA DOBRA, ARHEOLOŠKA NALAZIŠTA I AMBIJENTALNE CELINE.....	110
5.6. PEJZAŽ.....	112
5.7. MEĐUSOBNI ODNOS NAVEDENIH ČINILACA	113
6. OPIS MOGUĆIH ZNAČAJNIH UTICAJA PROJEKTA NA ŽIVOTNU SREDINU	114
6.1. UTICAJ TOKOM IZVOĐENJA RADOVA	114
6.2. UTICAJ TOKOM REDOVNOG RADA.....	115
6.2.1. Kvalitet vazduha, voda, zemljišta, nivoa buke, intenzitet vibracija, toplote i zračenja	115
6.2.1.1. Uticaji na kvalitet vazduha	115
6.2.1.2. Uticaji na kvalitet površinskih i podzemnih voda	118
6.2.1.3. Uticaji na kvalitet zemljišta	121
6.2.2. Uticaj na zdravlje stanovništva.....	121
6.2.3. Uticaj na meteorološke parametre i klimatske karakteristike.....	123
6.2.4. Uticaj na ekosistem.....	124
6.2.5. Uticaj na naseljenost, migraciju i koncentraciju stanovništva.....	124
6.2.6. Uticaj na namenu i korišćenje površina.....	124
6.2.7. Uticaj na komunalnu infrastrukturu.....	125
6.2.8. Uticaj na prirodna dobra posebnih vrednosti i nepokretna kulturna dobra i njihove okoline i sl.	125
6.2.9. Uticaj na pejzažne karakteristike područja i sl.	125
7. PROCENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU U SLUČAJU UDESA	126
7.1. IDENTIFIKACIJA OPASNOSTI OD UDESA	126
7.1.1. Količina i karakteristika opasne materije	126
7.1.2. Identifikacija kritičnog događaja i kritičnih tačaka	127
7.1.3. Uzroci nastajanja udesa	128
7.2. PROCENA OPASNOSTI OD IZLIVANJA JALOVINE USLED PUCANJA BRANE	130
7.3. PROCENA OPASNOSTI OD POŽARA	137
8. OPIS MERA PREDVIĐENIH U CILJU SPREČAVANJA, SMANJENJA I OTKLANJANJA SVAKOG ZNAČAJNIJEG ŠTETNOG UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU.....	139
8.1. MERE KOJE SU PREDVIĐENE ZAKONOM I DRUGIM PROPISIMA, NORMATIVIMA I STANDARDIMA I ROKOVIMA ZA NJIHOVO SPROVOĐENJE	139
8.2. MERE ZA SPREČAVANJE NASTANKA MOGUĆIH UDESA I MERE ZA REAGOVANJE U SLUČAJU UDESA	141
8.2.1. Mere za sprečavanje nastanka mogućih udesa	141
8.2.2. Mere reagovanja u slučaju proboja brane i stvaranja poplavnog talasa	142
8.2.3. Mere u slučaju pojave požara	145
8.3. PLANOWI I TEHNIČKA REŠENJA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE I DRUGE MERE KOJE MOGU UTICATI NA SPREČAVANJE ILI SMANJENJE ŠTETNIH UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU.....	145
8.3.1. Mere u toku izvođenja radova	145
8.3.2. Tehničke mere zaštite životne sredine	146
8.3.2.1. Mere zaštite životne sredine od emisije zagađujućih materija u vazduh.....	146
8.3.2.2. Mere zaštite životne sredine od negativnih uticaja na površinske, podzemne vode i zemljište.....	147
8.3.3. Mere obezbeđivanja stabilnosti brane	147
8.4. DNEVNIK OSMATRANJA I PERIODIČNO IZVEŠTAVANJE.....	152

9. PROGRAM PRAĆENJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU.....	153
9.1. PARAMETRI NA OSNOVU KOJIH SE MOGU UTVRDITI ŠTETNI UTICAJI NA ŽIVOTNU SREDINU, MESTA, NAČIN I UČESTALOST MERENJA UTVRĐENIH PARAMETARA.....	153
9.1.1. Monitoring kvaliteta vazduha.....	153
9.1.2. Monitoring površinskih i podzemnih voda.....	154
9.1.3. Monitoring zemljišta.....	154
9.1.4. Monitoring buke u životnoj sredini	154
10. NETEHNIČKI KRAĆI PRIKAZ PODATAKA	155
11. PODACI O TEHNIČKIM NEDOSTACIMA ILI NEPOSTOJANJU ODGOVARAJUĆIH STRUČNIH ZNANJA I VEŠTINA ILI NEMOGUĆNOSTI DA SE PRIBAVE ODGOVARAJUĆI PODACI.....	158
11.1. ZAKLJUČAK	158
PRILOZI	159

UVOD

Na osnovu zahteva Nosioca projekta “RUDARSKO-TOPIONIČARSKI BASEN BOR GRUPA RUDNICI BAKRA BOR” DOO zadatak obrađivača je da izradi **STUDIJU O PROCENI UTICAJA** projekta “PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALOVIŠTA VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE” na katastarskim parcelama navedenim u Informaciji o lokaciji za prostor planiranog nultog polja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj u katastarskoj opštini Krivelj, br. 350-144/2015-III/05 od 20.09.2016.godine (Informacija o lokaciji data je u Prilogu), **NA ŽIVOTNU SREDINU**.

Studija o proceni uticaja projekta izrađuje se u skladu sa odredbama Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu (“Sl. glasnik RS” br. 135/04 i 36/09).

Cilj izrade Studije o proceni uticaja projekta (u daljem tekstu Studije) je procena mogućeg uticaja tokom izgradnje Projekta i u toku rada Projekta na životnu sredinu i predlaganje mera za svođenje uticaja u granicama prihvatljivosti.

Procena mogućih uticaja predmetnog projekta na životnu sredinu radi se na osnovu utvrđene lokacije, infrastrukture, aktuelne tehnologije, vrste i količine sirovina i otpadnih materija, uslova, mišljenja i saglasnosti nadležnih organa, kao i podataka o stanju životne sredine.

METODOLOGIJA

Studija o proceni uticaja na životnu sredinu je izrađena u skladu sa *Zakonom o proceni uticaja na životnu sredinu* (“Sl. glasnik RS” br. 135/04 i 36/09) i *Pravilnikom o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu* (“Sl. glasnik RS” br. 69/05).

Studija o proceni uticaja na životnu sredinu jeste dokument kojim se analizira i ocenjuje kvalitet činilaca životne sredine i njihova osetljivost na određenom prostoru i međusobni uticaji postojećih i planiranih aktivnosti, predviđaju neposredni i posredni štetni uticaji Projekta na činioce životne sredine, kao i mere i uslovi za sprečavanje, smanjenje i otklanjanje štetnih uticaja na životnu sredinu i zdravlje ljudi.

Procena obuhvata: Analizu mogućih uticaja i projekciju mera zaštite životne sredine

- u toku izvođenja radova
- u redovnom režimu rada objekata i
- u slučaju udesa

ZAKONSKA REGULATIVA

Studija se izrađuje u skladu sa odredbama Zakona o proceni uticaja na životnu sredinu (“Sl. glasnik RS” br. 135/04 i 36/09) i *Pravilnikom o sadržini studije o proceni uticaja na životnu sredinu* (“Sl. glasnik RS” br. 69/05).

Osim navedene zakonske regulative, za tumačenje rezultata i predlaganje mera zaštite, korišćeni su i sledeći zakoni, pravilnici, uredbe i raspoloživa dokumentacija:

Zakoni:

- Zakon o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS" br. 135/04 i 36/09 i 14/16)
- Zakon o integralnom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine ("Sl. glasnik RS" br. 135/04 i 25/15)
- Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS" br. 135/04 i 36/09)
- Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima ("Sl. glasnik RS" br. 101/2015)
- Zakon o planiranju i izgradnji ("Sl. glasnik RS" br. 72/09, 81/09 (ispravka), 64/10 (US), 24/11, 121/12, 42/13 (US), 5013 (US), 98/13 (US), 132/14, 145/14)
- Zakon o zaštiti prirode ("Sl. glasnik RS" br. 36/09, 88/10, 91/10- ispravka i 14/16)
- Zakona o vanrednim situacijama ("Sl. glasnik SRS" br. 111/09, 92/11 i 93/12)
- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS" br. 101/05 i 91/15)
- Zakon o zaštiti vazduha ("Sl. glasnik RS" br. 36/09 i 10/13)
- Zakon o transportu opasnog robe ("Sl. glasnik RS" br. 104/16)
- Zakon o vodama ("Sl. glasnik RS" br. 30/2010, 93/2012 i 101/2016)
- Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini ("Sl. glasnik RS" br. 36/09 i 88/10)
- Zakon o ambalaži i ambalažnom otpadu ("Sl. glasnik RS" br. 36/09)
- Zakon o hemikalijama ("Sl. glasnik RS" br. 36/09, 88/10, 92/11, 93/12 i 25/15)
- Zakon o zaštiti od požara ("Sl. glasnik SRS" br. 111/09 i 20/15)
- Zakon o komunalnim delatnostima ("Sl. glasnik RS" br. 88/11 i 104/16)

Uredbe:

- Uredba o utvrđivanju Liste projekata za koje je obavezna procena uticaja i Liste projekata za koje se može zahtevati procena uticaja na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS" br. 114/08)
- Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Službeni glasnik RS", broj 67/11, 48/12 i 01/16)
- Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS" 50/12)
- Uredba o graničnim vrednostima prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS" 24/14)
- Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih, štetnih i opasnih materija u zemljištu ("Službeni glasnik RS", broj 30/2018)
- Uredba o odlaganju otpada na deponije ("Sl. glasnik RS" br. 92/10)
- Uredbe o uslovima i postupku izdavanja dozvole za upravljanje otpadom, kao i kriterijumima, karakterizaciji, klasifikaciji i izveštavanju o rudarskom otpadu ("Sl. glasnik RS" br. 53/17)
- Uredba o sistemu osmatranja i obaveštavanja, Broj 1, 1990.; Službeni glasnik SRS - posebno glasilo
- Uredba o određivanju aktivnosti čije obavljanje utiče na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS" br. 109/09 i 8/10)
- Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha ("Sl. glasnik RS" br. 11/10, 75/10 i 63/13)
- Uredba o indikatorima buke, graničnim vrednostima, metodama za ocenjivanje indikatora

- buke, uznemiravanja i štetnih efekata buke u životnoj sredini ("Sl. glasnik RS" br. 75/10)
- Uredba o programu sistematskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa ("Sl. glasnik RS" br. 88/10)
- Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS 50/12)
- Uredbe o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS 35/11)
- Uputstvo o minimalnim uslovima za zaštitu životne sredine (izdato od Ministarstva životne sredine i prostornog planiranja RS, 2010)

Pravilnici:

- Pravilnik o postupku javnog uvida, prezentaciji i javnoj raspravi o Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu ("Sl. glasnik RS" br. 69/05)
- Pravilnikom o projektovanju nasutih brana i hidrotehničkih nasipa (SRPS U.C5.020)
- Pravilnik o ograničenjima i zabranama proizvodnje, stavljanja u promet i korišćenja hemikalija ("Sl. glasnik RS" br. 90/13, 25/2015, 2/2016 i 44/2017)
- Pravilnik o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima ("Sl. gl. RS" br. 33/16)
- Pravilnik o metodama merenja buke, sadržini i obimu izveštaja o merenju buke ("Sl. glasnik RS" br. 72/10)
- Pravilnik o metodologiji za određivanje akustičkih zona ("Sl. glasnik RS" br. 72/10)
- Pravilnik o načinu određivanja i održavanja zona sanitarne zaštite izvorišta vodosnabdevanja ("Sl. glasnik RS", br. 92/08)
- Pravilnik o ekološkom i hemijskom statusu površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda ("Sl. glasnik RS" br. 74/11)
- Pravilnik o referentnim uslovima za tipove površinskih voda ("Sl. glasnik RS" br. 67/11)
- Pravilnik o klasifikaciji i kategorizaciji rezervi podzemnih voda i vođenju evidencije o njima ("Sl. glasnik RS" br. 31/92)
- Pravilnik o postupku pregleda i provere opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline ("Sl. glasnik RS" br. 101/05, 94/06, 108/2006, 114/14 i 102/15)
- Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona ("Sl. list SFRJ" br. 53/88, 54/88 i "Sl. listu SRS" 28/95)
- Pravilnik o tehničkim normativima za instalacije hidrantske mreže za gašenje požara ("Službeni glasnik RS", broj 3/2018)
- Pravilnik o sadržini rudarskih projekata ("Sl. glasnik RS" br. 27/97)

kao i drugi važeći propisi i standardi koji se koriste pri izradi Studije o proceni uticaja Projekta na životnu sredinu i koji se posebno odnose na ovakve vrste objekata.

Raspoloživa dokumentacija korišćena pri izradi Studije o proceni uticaja Projekta na životnu sredinu:

- Dopunski rudarski projekat proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na nultu polje, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

- Knjiga 1: Konceptijsko rešenje proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na nulto polje
Sveska 1.1: Opšti deo, opis stanja i prethodni građevinski radovi kao podloga za izradu projekta proširenja na nulto polje, Jul 2017. godine, Bor
Sveska 1.2: Tehnološki projekat, Jul 2017. godine, Bor
- Knjiga 2: Tehnički hidrograđevinski projekat, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Jul 2017. godine, Bor
Sveska 2.1: Tehnički građevinski projekat Zaštitne zemljane brane, Inicijalne zemljane brane i Glavne peščane brane IV-1
Sveska 2.4: Poračun stabilnosti brana IV-1
- Knjiga 3: Tehnički projekat pumpne stanice drenažne vode brane E IV-1
- Knjiga 4: Tehnički hidrograđevinski projekat hidrotransporta jalovine od flotacije veliki krivelj do nulte brane, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Jul 2017. godine, Bor
- Knjiga 5: Tehnički projekat snabdevanja flotacije veliki krivelj povratnom vodom sa jalovišta
- Knjiga 6: Tehnički elektro projekat
- Knjiga 7 : Tehnički projekat izmeštanja vodovodne mreže Surdup – Bor, Jul 2017. godine, Bor
- Knjiga 8: Tehnički projekat izmeštanja elektroenergetske mreže, septembar 2017.god., Bor
- Knjiga 9: Projekat proboja brana i poplavnog talasa
- Knjiga 10: Projekat uzbunjivanja i obaveštavanja
- Knjiga 11: Projekat oskultacije, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Jun 2017. godine, Bor
- Knjiga 12: Projekat rekultivacije nulte brane i nultog polja, Jul 2017. godine, Bor
- Tehnički rudarski projekat regulacije kriveljske reke u “nultom” polju flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj izgradnjom novog kolektora u produžetku postojećeg tunela, Preduzeće za projektovanje i inženjering GEA doo, Pančevo,
- Knjiga I : TRP novih kolektora u “nultom” polju jalovišta, 119-TRP - I, avgust 2016. god., Pančevo
- Knjiga II : Hidrotehnički deo TRP, 119-TRP - II, jul 2016. god., Pančevo
- Knjiga 13: Glavni projekat zaštite od požara objekata na nultom polju
- Plan zaštite od udesa za Flotacijsko jalovište „Veliki Krivelj“, Bor, „Institut za bezbednost u radnoj i životnoj sredini” DOO, maj 2015.
- Studija procene uticaja na životnu sredinu za projekat rekonstrukcije flotacije Veliki Krivelj u cilju povećanja kapaciteta od 8,0x106 t na 10,6x106 t vlažne rude godišnje, Victoria consulting, Beograd, decembar 2013.
- Studija zaštite eksploatacionih polja Veliki Krivelj i Cerovo i naselja Veliki Krivelj od površinskih voda i obezbeđivanje potrebnih količina tehničke vode za rudnik bakra Cerovo, Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Beograd, 2015.godina
- Zavod za brane, hidroenergetiku, rudnike i saobraćajnice
- Elaborat o geotehničkim uslovima izgradnje trasa kolektora u polju o u okviru proširenja flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj“, Bor, Preduzeće za geotehnički inženjering GEOAS doo, BEOGRAD, avgust, 2015.
- Projekat geomehaničkih, inženjersko-geoloških i geoloških istraživanja na jezgrima istražnih

- bušotina na trasi kolektora u polju 0 u okviru proširenja Flotacijskog Jalovišta Veliki Krivelj, Preduzeće za geotehnički inženjering GEOAS doo, Beograd, februar, 2015.
- Elaborat o geotehničkim uslovima izgradnje pregradne brane u polju 0 u okviru proširenja Flotacijskog Jalovišta Veliki Krivelj, Preduzeće za geotehnički inženjering GEOAS doo, Beograd, januar, 2016.
 - Dopuna projekta geomehaničkih, inženjersko-geoloških i geoloških istraživanja na jezgrima istražnih bušotina na trasi kolektora u polju 0 u okviru proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj lokacije za gradnju pregradnih brana PB - 1, PB - 2 i PB - 3, Beograd, januar, 2016.
 - Elaborat o uređenju gradilišta i bezbednosti na radu, Sloga construction“, DOO, Kragujevac, Oktobar, 2016.
 - Prostorni plan posebne namene zone uticaja rudnika „Veliki Krivelj – Cerovo“ iz 1994/95. godine Prostorni plan zone uticaja rudnika „Veliki Krivelj – Cerovo“ i izmene i dopune prostornog plana posebne namene zone uticaja rudnika „Veliki Krivelj-Cerovo“ za prostor „Lukovo – Flotacijsko Jalovište“ ("Sl. list Opština", br. 3/94 i 15/95)
 - Prostorni plan Opštine Bor, Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, (Knjige I, II i III) („Sl. list Opštine Bor“, broj 2 i 3/2014)
 - Prostorni plana Republike Srbije (PPRS) („Sl. Gl. RS“, br. 88/2010)
 - Regionalni prostorni plan Timočke Krajine („Sl. gl. RS“, 51/11)
 - Prostorni plan područja posebne namene prirodnog dobra „Beljanica-Kučaj“ (Nacrt plana 2012.god.)
 - Glavni projekat zaštite od požara za pontonske pumpne stanice u okviru flotacijskog jalovišta, MD Projekt Institut doo, Niš, oktobar 2017.god.
 - Glavni projekat zaštite od požara za relejna pumpna stanica u okviru flotacijskog jalovišta, MD Projekt Institut doo, Niš, oktobar 2017.god.
 - Glavni projekat zaštite od požara za trafostanicu TS35/6kV u okviru flotacijskog jalovišta, MD Projekt Institut doo, Niš, oktobar 2017.god.
 - Godišnji izveštaj o tehničkom osmatranju flotacijskog jalovišta veliki krivelj polje 1, brana 1 i 2 (za period 11. Maj 2016 - 10. Maj 2017 godine), Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, maj 2017 godine
 - Godišnji Izveštaj o stanju kvaliteta vazduha u RS za 2016.godinu, Agencije za zaštitu životne sredine, 2017.god.
 - Izveštaj br.13863-17 od 17.07.2017.god. o ispitivanju taložnih materija u vazduhu u okolini pogona RBB (godišnji izveštaj za 2016.god.), Institut za rudarstvo i metalurgiju Bot, Laboratorija za hemijska ispitivanja-HZK, Bor
 - Izveštaj br.242/16 o fizičko-hemijskim analizama uzoraka voda 04 i 05.04.2016.god. flotacija Veliki Krivelj, Institut za bezbednost, kvalitet i zaštitu životne sredine i zdravlja 27.januar doo, Niš
 - Izveštaj br.309/16 o fizičko-hemijskim analizama uzoraka voda 21 i 22.06.2016.god. flotacija Veliki Krivelj, Institut za bezbednost, kvalitet i zaštitu životne sredine i zdravlja 27.januar doo, Niš
 - Izveštaj br.O-530 o fizičko-hemijskim analizama uzoraka voda 22.09.2016.god. flotacija Veliki Krivelj, Institut za bezbednost, kvalitet i zaštitu životne sredine i zdravlja 27.januar doo, Niš

1. PODACI O NOSIOCU PROJEKTA

1.1. PUN NAZIV PRAVNOG LICA

RTB BOR – GRUPA

RUDNICI BAKRA BOR D.O.O

Direktor RBB: Nebojša Videnović, dip.inž.maš.

Šifra delatnosti: **0729** - Ekspolatacija rude ostalih crnih, obojenih, plemenitih i drugih metala

PIB: 100629205

Matični broj: 07244835

1.2. SEDIŠTE, ODNOSNO ADRESA

19210 Bor, Kestenova 8

1.3. TELEFONSKI BROJ, E-mail ADRESA

Telefon: + 381 30 427 451

Fax: + 381 30 422 074

E-mail: rbb@ptt.rs

2. OPIS LOKACIJE NA KOJOJ SE PLANIRA IZVOĐENJE PROJEKTA

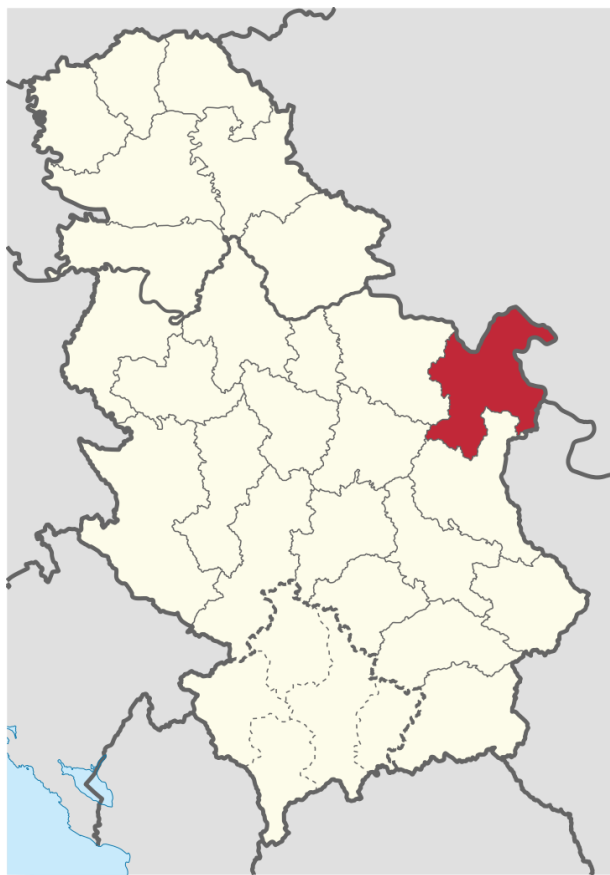
2.1. MAKROLOKACIJA

RTB Bor Grupa - Rudarsko-Topioničarski Basen Bor Grupa - je rudarski kompleks čiji se objekti nalaze u Borskom okrugu.

U sastavu RTB-a Bor Grupa su sledeća zavisna preduzeća:

1. RBB - Rudnici Bakra Bor u čijem sastavu su:
 - Podzemni rudnik Jama i Flotacija “Bor” u Boru
 - Rudnik Veliki Krivelj i Flotacija “Veliki Krivelj”
 - Rudnik Cerovo- trenutno je u privremenoj obustavi radova
 - Fabrika kreča “Zagrađe” u Zagrađu
2. RBM - Rudnik Bakra Majdanpek
3. TIR - Topionica i Rafinacija Bor

Flotacijsko jalovište “Veliki Krivelj” u tehnološkom smislu pripada pogonu Flotacije “Veliki Krivelj” i nalazi se na teritoriji opštine Bor.



Slika 2.1.1. Položaj Borskog upravnog okruga

Borski upravni okrug se nalazi u Istočnoj Srbiji i obuhvata opštine Bor, Kladovo, Majdanpek i Negotin.

Na ovom prostoru smešteni su svi rudnici RTB-a, i to, idući od juga prema severu: Jama Bor, Povrinški kop Veliki Krivelj, Povrinški kop Cerovo, Rudnik Čoka Marin, Povrinški kop u Majdanpeku, južni i severni revir.

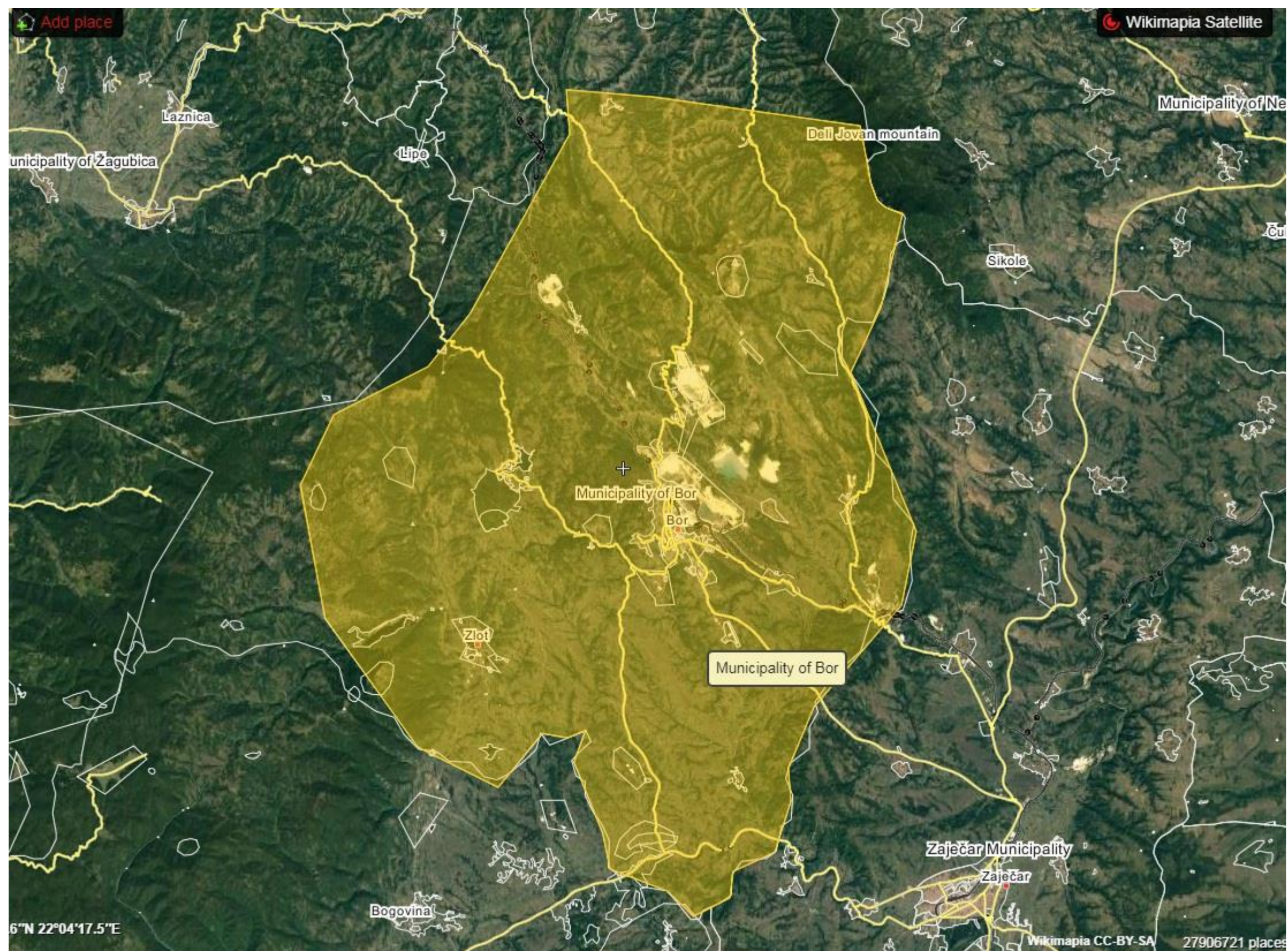


Slika 2.1.2. Položaj opštine Bor

Krivelj je naselje u opštini Bor. Prema popisu iz 2011. bilo je 1.052 stanovnika (prema popisu iz 2002. bilo je 1.316 stanovnika). Trenutno, prosečna starost stanovništva iznosi 47,3 godina (46,4 kod muškaraca i 48,0 kod žena). U naselju ima 469 domaćinstava, a prosečan broj članova po domaćinstvu je 2,81. Stanovništvo u ovom naselju veoma je nehomogeno, a u poslednja tri popisa, primećen je pad u broju stanovnik.



Slika 2.1.3. Položaj Krivelja na mapi Srbije



Slika 2.1.4. Geografski prikaz teritorije opštine Bor

2.2. MIKROLOKACIJA

Flotacijsko jalovište Veliki Krivelj je lokalizovano u istočnoj Srbiji u okolini grada Bora. U tehnološkom smislu pripada pogonu Flotacije „Veliki Krivelj”. Jalovište se nalazi severoistočno od Bora, na udaljenosti od 3 km vazdušnom linijom i na udaljenosti od 6 km asfaltnim putem. U blizini flotacije je istoimeno selo po kom su i ležište i pogon flotacije dobili ime.

Rudarski kompleks Veliki Krivelj se nalazi na 1 km jugoistočno od sela Veliki Krivelj, na 8 km severno od Bora. Radovi koji se ovde sprovode su eksploatacija i prerada i flotacija za koncentraciju bakarnog minerala.

Flotacijsko jalovište Veliki Krivelj je formirano u dolini Kriveljske reke. Akumulacioni prostor jalovišta dobijen je pregrađivanjem doline branama izgrađenim od ciklonskog peska. Kao deo proizvodnog procesa dobijanja koncentrata bakra smešteno je južnije od površinskog kopa Veliki Krivelj i istočno od flotacije Veliki Krivelj.

Flotacijsko jalovište trenutno čine dva polja, polje I (aktivno) koga čine brana 1A i 2A i polje II (neaktivno) koga čine brane 2A i 3A. Akumulacioni prostor je dobijen izmeštanjem korita Kriveljske reke kroz tunel i kolektor u dužini od 3,5 km.

Mikrolokaciju projekta čini kompleks koji se sastoji od nultog polja, glavnih brana 1, 4-1 i 4-2, tunela i kolektora Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka i pomoćnih objekata (objekat za zaposlene, trafostanica i sl.) i oprema za transport (transportni sistem jalovine, cevovodi, pumpe i sl.). Objekti se nalaze na parcelama navedenim u Informaciji o lokaciji, ukupne površine 255250 m² ili 255,250 ha.

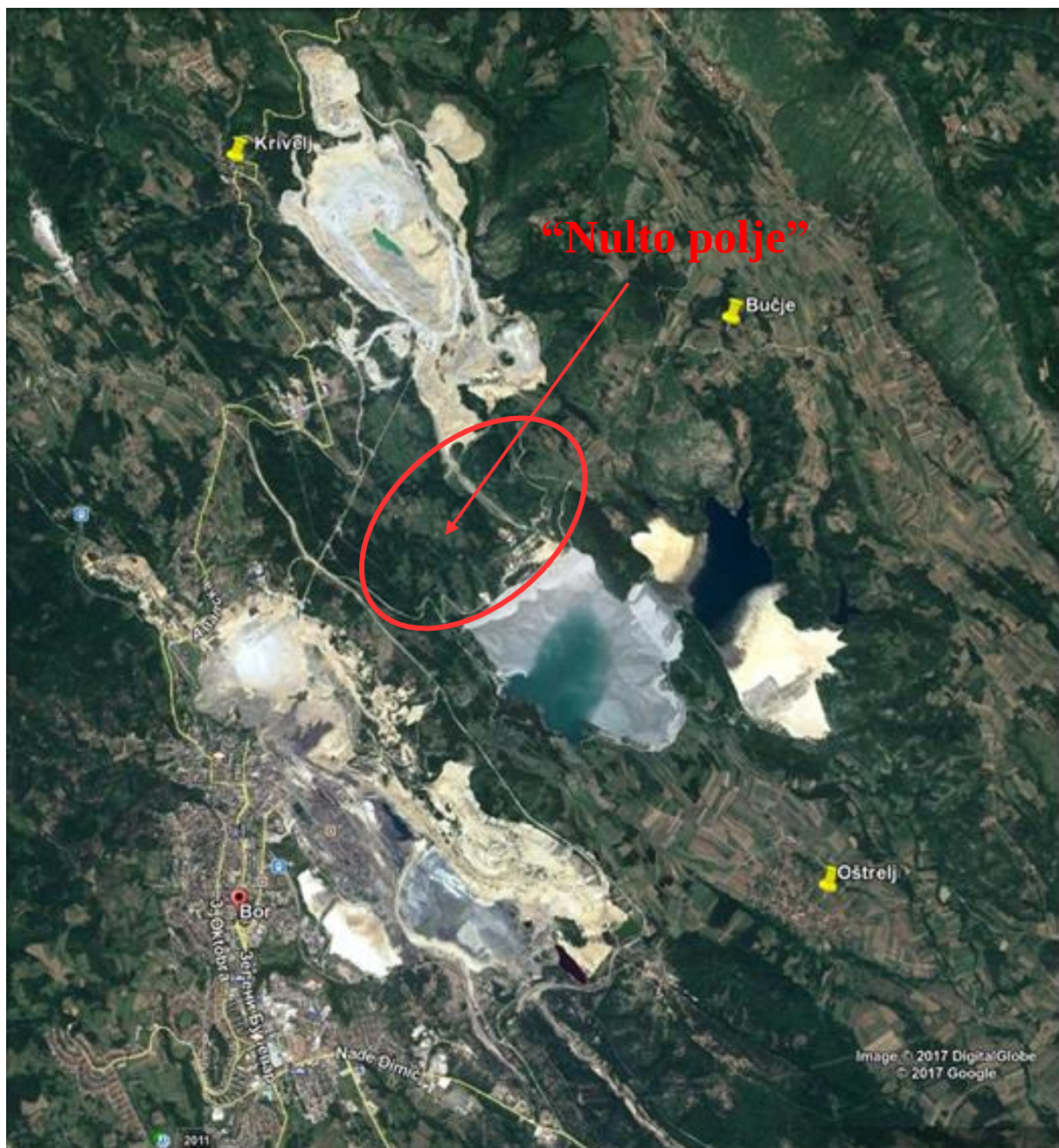
Uzvodno dolinom uz Kriveljsku reku od brane 1, flotacijskog polja 1, nema objekata stanovanja sem samih objekata rudnika i flotacije „Veliki Krivelj“ sve do sela Veliki Krivelj. Selo Veliki Krivelj je udaljeno 4,4 km vazdušnom linijom. Kota brane u podnožju je 290 m nadmorske visine, selo Veliki Krivelj je na 330 m nadmorske visine. Širina doline neposredno uzvodno, gde je planirano formiranje nultog polja, od brane 1 jalovišta iznosi između 300 - 400 m. Dolina je obrasla bujnom vegetacijom.

Najbliži stambeni objekat nizvodno u selu Oštrelj je na udaljenosti od 4 800 m. Najbliži stambeni objekat je uzvodno u selu Krivelj na udaljenosti od 1 463 m. Istočno od brane 4-1 najbliži objekat je u selu Bučije na udaljenosti od 1088 m. Okruženje flotacijskog jalovišta, na udaljenosti od 1000 metara, isključivo čine nenaseljene obradive poljoprivredne površine, kao i površine prekrivene niskim žbunastim listopadnim rastinjem.

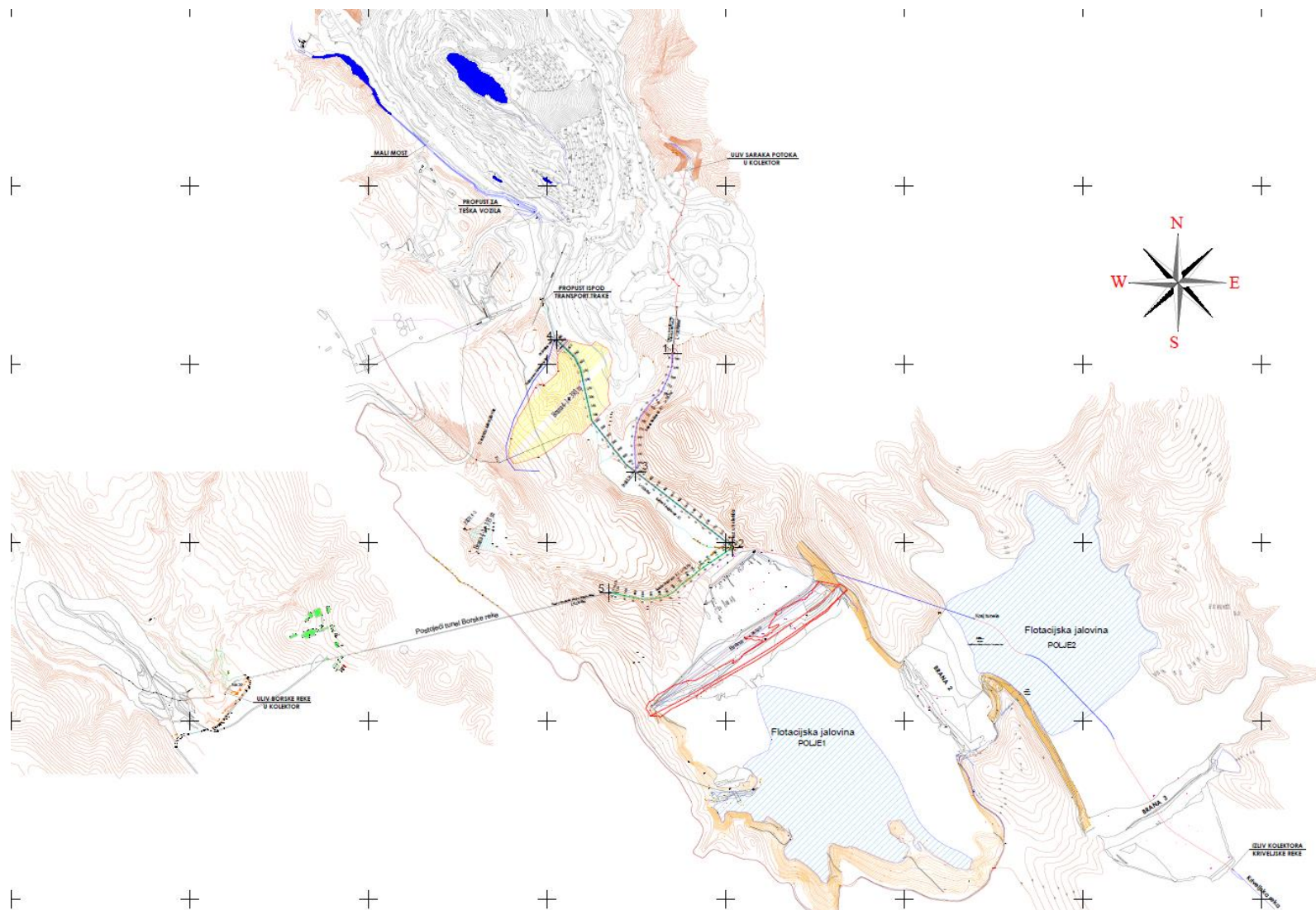
Na udaljenosti 3-4 km od predmetne lokacije prolazi asfaltni put Bor-Veliki Krivelj-Gornjane.

Osetljivih objekata poput bolnice, škole, obdaništa, verskih objekata i javnih objekata, itd. na lokaciji nema. Pojas severoistočno od flotacije prema selu Veliki Krivelj širine 250 m je iseljen i kuće su napuštene ili srušene. Škola, verski objekti i drugi javni objekti se ne nalaze u okolnim selima u okruženju predmetne lokacije. U bližem okruženju nema kulturno istorijskih objekata niti zaštićenih biljnih i životinjskih vrsta. Teren na lokaciji nije ravan jer je jalovište dolinskog tipa i zauzima prostor u bivšem koritu Kriveljske reke. Na širem i užem području budućeg nultog polja, za smeštaj flotacijske jalovine, nema zaštićenih vrsta biljnog i životinjskog sveta niti objekata od kulturnog značaja.

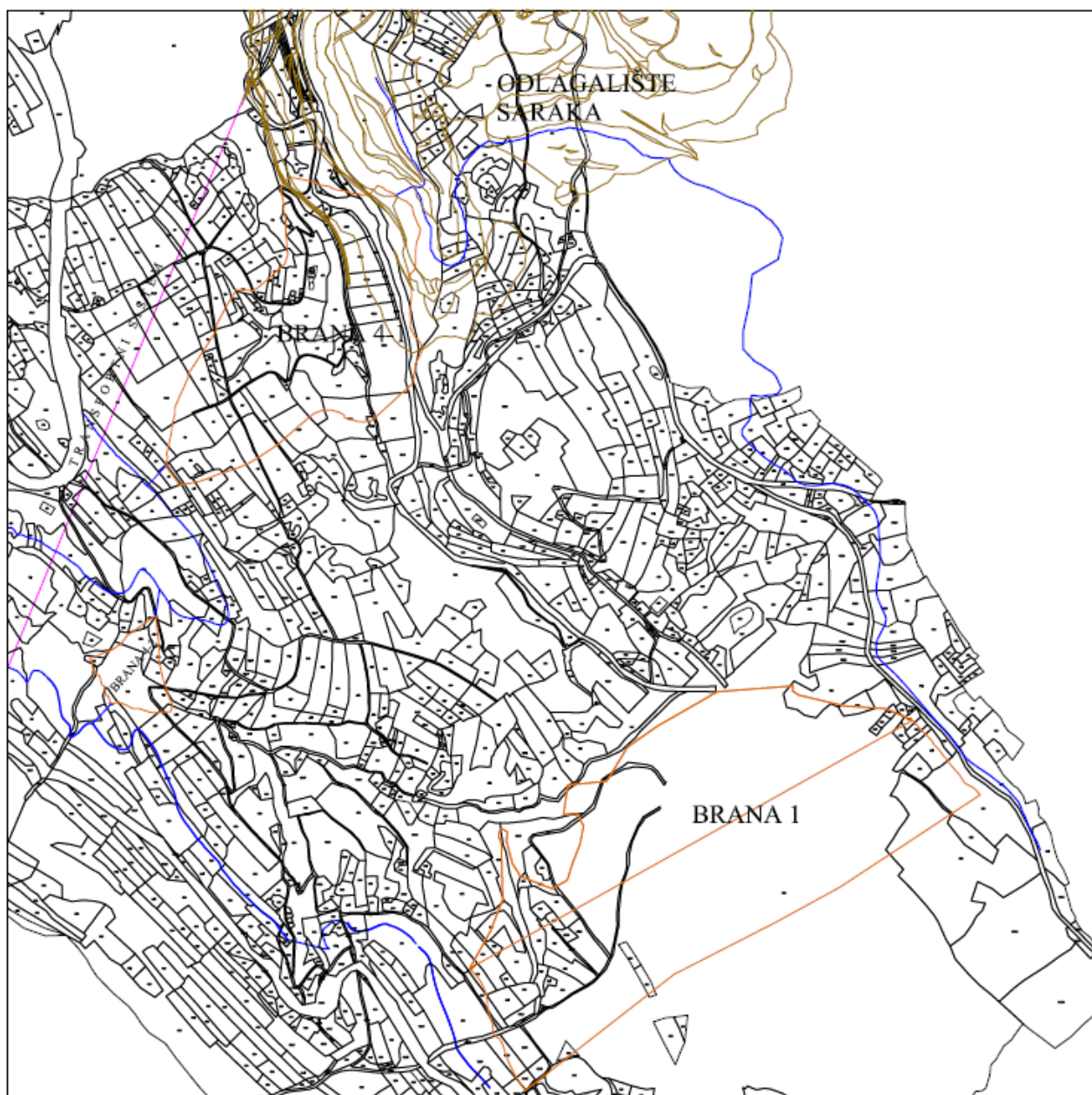
Satelitski snimak lokacije projekta dat je na slici 2.2.1. Položaj flotacijskog jalovišta sa pripadajućim glavnim objektima prikazan je na situacionim planu na slici 2.2.2. Na slici 2.2.3. prikazana je situaciona karta nultog polja – projektovano stanje na K+393/390 mnv.



Slika 2.2.1. Satelitski snimak lokacije projekta



Slika 2.2.2. Opšta situacija projekta, razmera 1:10000 (Izvor: TP-3, Sveska 1.2. – Prilog 4. Studije)



Slika 2.2.4. Karta parcela nultog polja (Prilog 6. Studije)

2.3. PRIKAZ PEDOLOŠKIH, GEOMORFOLOŠKIH, GEOLOŠKIH I HIDROGEOLOŠKIH I SEIZMOLOŠKIH KARAKTERISTIKA TERENA

Pedološke karakteristike terena

Teren zahvata padinu područja zvanog „Kraku Kalafir“ i proteže se od mesta zvanog „Bunar“ pa niz padinu do najniže ose puta. Uočljiva je velika visinska razlika od najviše 494,5 mnnv do najniže tačke na terenu 297,5 mnnv koja iznosi 177 mnnv, a ima mesta i gde je pad terena i do 45%. Prostor se nalazi između u planina Crni Vrh i Veliki Krš a najviša kota je Kraku Kalafiru 512 mnnv. U hidrografskom pogledu najvažnija reka prema kojoj gravitiraju svi potoci je Kriveljska reka koja se kod Zagrađa spaja sa Slatinskom i Ravnom rekom i cine Crnu (Borsku) reku koja se uliva u Timok.

Područje Velikog Krivelja pripada delu terena velike timočke rov-sinklinale, koju sa zapadne strane odvaja Zlotska dislokacija od Homoljsko-Kučanskog autohtona, a na istoku Pečko-Svrljiška dislokacija od terena Velikog Krša i Stola. Opštu građu timočke rov-sinklinale karakterišu ogromne mase piroklastita i vulkanita koji su s obzirom na petrografski sastav, geološki položaj i sinklinalni raspored obrađeni kao produkti više vulkanskih faza.

Petrološkim proučavanjima u ovoj oblasti izdvojene su dve vrste stena: stene prve vulkanske faze ili timatiske asocijacije i stena druge vulkanske faze ili andezit bazalske asocijacije. Područje Velikog Krivelja izgrađuju najvećim delom vulkaniti i piroklastiti timatiske asocijacije odnosno vulkanogenosedimentne tvorevine stvarane u uslovima submarinskog vulkanizma. Među eruptivnim stenama pored gornjokrednih piroklastita i vulkanita timatiske asocijacije, koji zauzimaju najveće rasprostranjenje, znatan udeo i značaj imaju i laramijske plutonske stene i njihovi žicni diferencijati. Piroklastita i vulkanita timatiske asocijacije predstavljeni su: hormblenda andezitima, hormblenda dacitima i hormblenda biotitskim andezitima i hormblenda biotitskim dacitima.

Povremenim fazama mirovanja vulkanizma odgovara i taloženje tufova, tufita, laporaca, laporovitih krecnjaka, pešcara i konglomerata. Laramijski plutoniti, koji su predstavljeni dioritima, kvarc-dioritima, mikro-dioritima i žicnim diferencijatima pojavljuju se duž longitudinalnih dislokacija i probijaju seriju timatiske asocijacije. Hidrotermalni rastvori koji ih prate, izmenili su na velikom prostranstvu vulkanite i vulkanoplastite kao i sedimentne tvorevine ovog kompleksa. Dejstvom hidrotermalnih rastvora došlo je do izmena mineraloškog sastava stena i do stvaranja novih minerala i to kako minerala jalovine (providni minerali), tako i rudnih minerala su: pirit, halkopirit i magnetit dok su ostali podređenog značaja i vrlo neravnomerno zastupljeni.

Geomorfološke i geološke karakteristike terena

Šire područje ležišta bakra „Veliki Krivelj”, u geološkom smislu, je deo Timočkog magmatskog kompleksa (TMK), u kome, pored gornjokrednih vulkanogeno-sedimentnih tvorevina, učestvuju i stene skoro svih geoloških doba i perioda – paleozoika, mezozoika i kenozoika. Rudno ležište „Veliki Krivelj”, se nalazi u istočnom obodu TMK-a, što je bitno, jer je u ovom delu TMK-a uglavnom razvijen vulkanizam prve faze, u kojoj su česte rudne pojave i ležišta. Na geološkoj karti se vidi da je prostor rudnog polja izgrađen od stena (slika 2.3.1.):

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

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

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

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

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

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

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

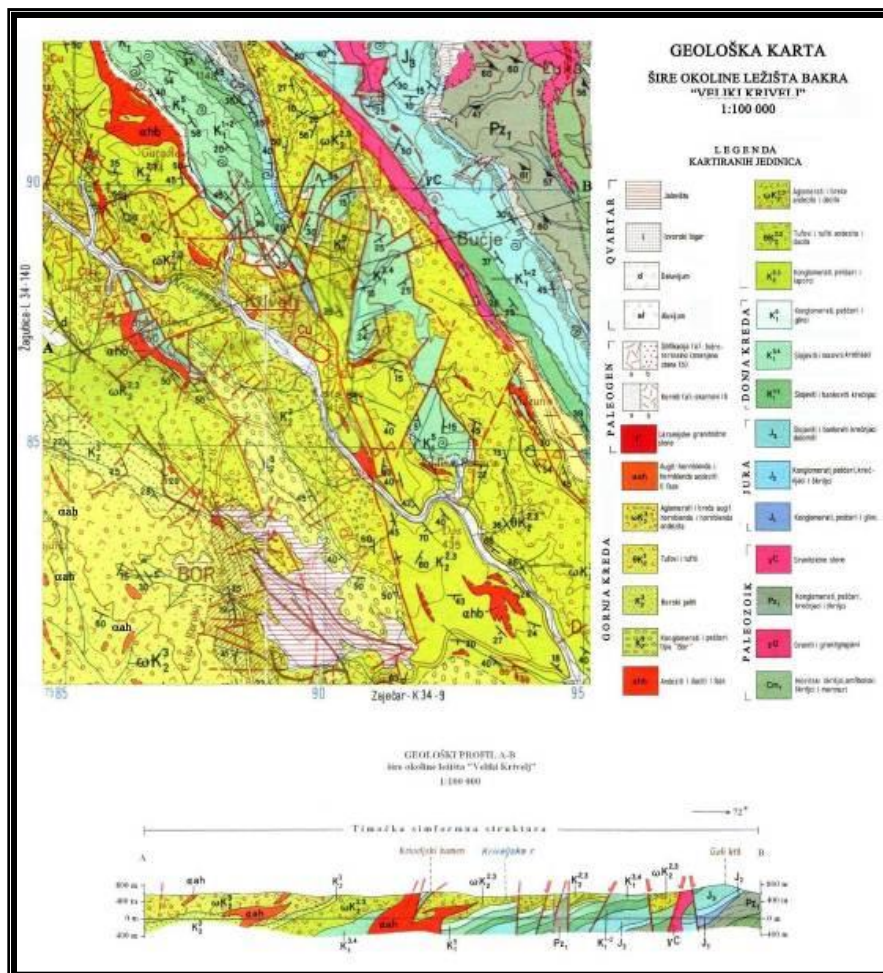
Jurski sedimenti (J) otkriveni su severoistočno od Velikog Krivelja, u predelu Velikog Krša. Na ovom području sedimenti srednje jure (doger), transgresivno leže preko gornjanskih granitoida ili sedimenata starijeg paleozoika. Srednja jura (J2) predstavljena je arkoznim peščarima, i peskovitim mestimično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

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

Donjokredni sedimenti (K1), potpuno su razvijeni na znatnom prostoru šire okoline ležišta „Veliki Krivelj”. Ove tvorevine su zastupljene u delu Ujove reke i Kriveljskog kamena, zapadno od Velikog Krivelja, severno i severoistočno u predelu Velikog i Malog Krša, i istočno u okolini Bučja. Otkriveni i paleontološki dokazani su: valendijski i otrivski kat , predstavljeni slojevitim i bankovitim krečnjacima koji leže između titonskih krečnjaka i baremskih krečnjaka, sa orbitolinama, debljine 100 do 150 m. Zatim, baremski i deo aptskog kata, predstavljeni slojevitim mestimično masivnim krečnjacima, sa orbitolinama, urgonske facije. Boja krečnjaka je siva, tamnosiva do plavičasta, debljina od 50 do 150 m. Preko ovih krečnjaka transgresivno leže albski sedimenti, predstavljeni konglomeratima sa valucima kvarca i urgonskih krečnjaka, tamnozelenim (obično glinovitim) glaukonitskim peščarima, ređe gvoždevitim peščarima. Debljina ovih sedimenata varira od 30 do 60 m.

Tvorevine gornje krede (K2) su uglavnom predstavljene stenama vulkanogeno-sedimentne serije i imaju najveće rasprostranjenje na predmetnom prostoru. U nižim delovima gornjokredne tvorevine su predstavljene konglomeratičnim peščarima i peskovitim krečnjacima. Konglomerati i peščari su taloženi u priobalnim plitkovodnim uslovima. Konglomerati bočno prelaze u

konglomeratične pešcare, dok peščari stvarani preko njih, postupno prelaze u laporce. Konglomerati i peščari su izgrađeni od valutaka i sitnijih fragmenata kvarca, kvarcita, škriljaca, magmatskih i sedimentnih stena. Oskudne su faune. Gornja kreda je izgrađena uglavnom od laporaca, glinaca, pešcara, konglomerata i raznovrsnih vulkanskih stena, pretežno piroklastita, koji grade vulkanogeno-sedimentni kompleks gornje krede timočkog rov-sinklinorijuma.



Slika 2.3.1. Geološka karta šire okoline ležišta „Veliki Krivelj”, sa prikazom karakterističnog profila A-B, umanjena karta 1:100.000

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

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

Vulkanske stene gornje krede-U proučavanju vulkanizma i vulkanskih stena gornje krede u TMK učestvovao je veliki broj istraživača, u jednom dužem vremenskom periodu, pa ima i

oprečnih mišljenja o starosti i vremenu trajanja ovog vulkanizma. Na osnovu dugogodišnjih proučavanja geoloških odnosa i detaljnih petroloških analiza materijala, konstatovano je da se magmatska aktivnost odvijala u tri vulkanske faze (kraćim ili dužim prekidima razdvojene) i jednoj intruzivnoj fazi. Opšta karakteristika ovog vulkanizma je naizmenično smenjivanje sedimenata i piroklastita, sa manjim sinhroničnim izlivima magme i ekstruzivnim obrazovanjem dajkova, raznovrsnih vulkanita. Prema njihovim petrološkim karakteristikama obrazovani su prvo kalijumom umereno obogaćeni andeziti i andezit-bazalti, a kasnije latiti i monconitsko-granodioritske stene.

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

Vulkanizam prve faze (timocitska asocijacija, a_{hb})-Vulkanogene tvorevine, stvarane istovremeno sa opisanim sedimentima gornje krede, M.Drovenik (1960), označio je kao I vulkansku fazu. Ova faza dala je prostrane i debele naslage, u kojima vulkanoklastiti preovlađuju nad izlivima. Erupcije su bile submarinske, na pukotinama pravaca SSZ-JJI, ređe SSI-JJZ i istok-zapad. Lavične stene izgrađuju: žice, ređe nekove i izlive.

Vulkaniti i piroklastiti prve vulkanske faze, odnosno stene timocitske asocijacije, pretežno se javljaju istočno od linije Metovnica-Bor-Vlaole, u severnom delu TMK-a, a srećemo ih i u zapadnom delu. (U ležištu Veliki Krivelj imaju znatno rasprostranjenje). Po svojim osobinama, stene ove faze se razlikuju od ostalih vulkanita TMK. To su andezitske stene Ca-alkalnog karaktera, silicijom zasićene do prezasićene. Obrazovane su iz vodom bogatih magmi. Na osnovu mineralnog sastava, strukture i hemizma izdvojeno je nekoliko predstavnika ove faze i to:

- Amfibolsko-piroksenski andeziti;
- Amfibolski andeziti;
- Amfibolsko-biotitski andeziti;
- Amfibolsko-biotitski andeziti – timociti;
- Amfibolsko-biotitski daciti.

Stene koje pripadaju timocitskoj asocijaciji su hornblenda-biotit-andezitskog i hornblenda-andezitskog sastava, dok se prelazni varijeteti sa augitom retko sreću. Kalko-alkalnog su karaktera, a silicijom su zasićene do prezasićene. To su stene svetlozelene boje, sa krupnim fenokristalima: plagioklasa, hornblende i biotita, a kod dacita i bipiramidalnog kvarca. Izrazite su holokristalaste porfirske strukture.

Timocit je teksturni varijetet hornblenda-biotitskog andezita. Struktura stena je izrazito holokristalasto porfirska sa holokristalnom osnovom. Fenokristali plagioklasa su sa 48-55% An. Augit se retko sreće. Kao produkti transformacija javljaju se: hlorit, kalcit, zeolit, tremolit i magnetit. Akcesorni su apatit i magnetit.

Vulkanoklastiti imaju veće rasprostranjenje od vulkanita. Uglavnom su predstavljeni aglomeratima i brečama i hidrotermalno su izmenjeni, ali se javljaju i tufovi i tufiti andezita i dacita I faze, kao proslojci u aglomeratima i sedimentima, debljine do 10 m.

Serijski borskih pelita - Do stvaranja stena u seriji borskih pelita dolazilo je u periodu smirivanja vulkanskih aktivnosti, odnosno između vulkanskih faza. Borski peliti taloženi su u plitkovodnim priobalnim uslovima i interstratifikovani između stena I i II vulkanske faze. Ova serija se sastoji iz tri dela:

- donjeg dela, u kome se peliti javljaju zajedno sa vulkanoklastitima I vulkanske faze,
- srednjeg dela sastavljenog od pelitskih stena,
- gornjeg dela u kome se osim pelita mogu javiti i vulkanoklastiti II vulkanske faze.

Borski konglomerati i peščari - Starost borskih konglomerata i peščara nije ni do danas rešena, mada se smatra da pripadaju senonu. Izgrađeni su od valutaka kristalastih škriljaca, paleozojskih sedimenata, kvarcita, paleozojskih gabrova i granita, vulkanita timocitske asocijacije, andezita sa krupnim fenokristalima feldspata i valutaka rudistnih krečnjaka. U njima nisu zapaženi vulkaniti andezit-bazaltske asocijacije (II faza), kao priobalnu faciju borskih pelita, stvaranu u periodu vulkanskog mirovanja, između prve i druge faze.

Vulkanizam druge faze (andezit-bazaltska asocijacija, α_{ah}) - Nova vulkanska aktivnost daje stene druge vulkanske faze, odnosno stene andezit-bazaltske asocijacije. Ove stene imaju najveće rasprostranjenje u TMK, počev od Majdanpeka na severu, pa sve do krajnjih južnih granica TMK, gde znatno preovlađuju u odnosu na stene prve vulkanske faze.

Stene andezit-bazaltske asocijacije su augitskog sastava, sa ili bez hornblende. Obrazovane su iz skoro sasvim suvih i silicijom zasićenih kalko-alkalnih magmi. Ova faza, na prostoru šire okoline ležišta bakra „Veliki Krivelj”, predstavljena je uglavnom vulkanoklastitima, dok su vulkaniti veoma retko prisutni. Najzastupljeniji su južno, jugozapadno i zapadno od predmetnog prostora.

Augit-hornblenda i augit andeziti - Glavni predstavnici vulkanita ove faze su: augit-hornblenda i augit andeziti. Augit-hornblenda i augit andeziti pripadaju andezit-bazaltima. Kristalisali su iz suvljih lava, bez značajnijeg prisustva vode. Boje su tamno zelene, a ponekad mogu biti sive ili čak sasvim crne boje. Strukture su holokristalaste do kriptokristalasto-porfirske. Od fenokristala su prisutni sitni kristali plagioklasa, piroksena, ređe amfibola (hornblenda), dok se veoma retko i u sasvim podređenoj količini javlja biotit. Automorfne magmatske promene u lavičnim stenama ove grupe, najčešće su predstavljene neznatnim zeolitisanjem, hloritisanjem, albitisanjem, razvićem epidota, opala, kalcedona.

Tufovi i tufiti augit-hornblenda i hornblenda andezita II faze - Tufovi i tufiti druge faze izgrađuju, uglavnom, više horizonte borskih pelita. Retko se nalaze kao manji proslojci i sočiva u aglomeratima i brečama. Imaju manje rasprostranjenje nego tufovi i tufiti prve faze.

Aglomerati i breče augit-hornblenda i hornblenda andezita II faze - Aglomerati i breče augit-hornblenda i hornblenda andezita II faze, predstavljeni su nesortiranim materijalom, nastalim od vulkanskih odlomaka, blokova i bombi, cementovanim tufnim cementom, ređe stopljenom lavom (aglutinati). Ove stene imaju brečastu teksturu. Ignimbriti i tufolave, sa jasnim drobljenjem hornblende i plagioklasa (usled zagrevanja), topljenjem i tečenjem, izgrađuju manje piroklastične tokove i tanke žice, u oblasti severozapadno od Krivelja. Vezani su sa hornblenda-andezitskim erupcijama.

Tercijar-Na prelazu perioda kreda-tercijar, došlo je do snažnih tektonskih pokreta, nastalih u toku laramijsko-pirinejske faze alpske orogeneze. Za područje šire okoline ležišta „Veliki Krivelj” značajne su tvorevine nastale pod uticajem laramijsko-pirinejske faze, u toku paleogena.

Paleogen-U toku ove geološke periode, na području šire okoline ležišta „Veliki Krivelj”, došlo je do stvaranja magmatskih tvorevina, plutonita i sa njima u vezi njihovih žičnih ekvivalenata. Utiskivanjem plutonita, došlo je do termometamorfnog, kontaktnometasomatskog ili hidrotermalnog preobražaja gornjokrednih tvorevina.

Intruzivne stene-Laramijski granitoidi i njihovi žični ekvivalenti (dioritporfiriti i kvarcdioritporfiriti)

Na borskoj i Kriveljskoj dislokaciji, istražnim bušenjem, u manjoj meri podzemnim istražnim radovima (Veliki Krivelj), na više mesta je otkriveno prisustvo plutonita. Utiskivanje magme, koje su dale ove stene, vršilo se duž longitudinalnih dislokacija, koje u suštini predstavljaju obnovljene prelaramijske razlome.

Laramijski granitoidi, utisnuti su na dislokaciji Krša, kriveljskoj i bučjanskoj, i u području zlotske dislokacione zone. Javljaju se kao dajkovi, nepravilna tela koja po obliku i karakteristikama, najverovatnije predstavljaju obodne delove većih intruzivnih masa.

Ispod promenjenih stena, u ležištu Krivelj, Čoka Čuruli i Cepeu, intruzivne stene su utvrđene dubinskim bušenjem. Sa izuzetkom Cepea, to su sitnozrnaste facije kakve se nalaze u obodnim delovima plutona Valja Strž. Na Cepeu to su srednjezrni plutoni koji su ekvivalenti središnjim delovima Valja Strž.

Za sve plutonite karakteristični su izrazito zonarni plagioklasi, odsustvo ili retka pojava kalijskog feldspata i jako izražena epidotizacija, sericitizacija, silifikacija, piritizacija. Istražnim bušenjem su utvrđeni i žični ekvivalenti hipoabisalnih intruzija: kvarcdioritporfiriti, mikrodioritporfiriti, dioritporfiriti.

Relativno su malih dimenzija, subvertikalnog pada ka JZ i pružanja SZ-JI. Imaju porfiroidnu strukturu i izgrađeni su od: fenokristala plagioklasa, delom pretvorenih u kalcit (retko u anhidrit); fenokristala bojenih minerala, koji su potpuno ili delimično pretvoreni u hlorit, kalcit i metalne minerale; te krupnije kristalaste osnovne mase.

Prisustvo ovih stena u višim delovima terena ukazuje na postojanje subvulkanske „male” intruzije (dioritskog i kvarcdioritskog sastava) u dubljim delovima.

Hidrotermalno izmenjene i orudnjene stene - Hidrotermalno izmenjene i orudnjene stene u ležištu “Veliki Krivelj” zauzimaju znatno prostranstvo. Dužina hidrotermalno izmenjene zone iznosi nešto više od 1,5 km, dok je prosečna širina oko 700 m.

Hidrotermalno izmenjene stene nastale su pretežno izmenom vulkanogenih tvorevina pod dejstvom hidrotermalnih rastvora, a delimično automorfnim preobražajem plutonita. Proces nastajanja vulkanita i vulkanoklastita pratili su intenzivne hidrotermalne izmene uz mineralizaciju okolnih stena.

Hidrotermalne promene se ogledaju u intenzivnoj kaolinizaciji i piritizaciji, koje često prati silifikacija uz neznatne pojave limonitizacije i hloritizacije. Intenzitet hloritizacije se sa dubinom povećava. Mineralizacija se javlja u delovima izrazite kaolinizacije i silifikacije i često je vezana za pojave kvarcnih, tj. kvarcno-sulfidnih žica.

U najdublje erodivnim delovima promenjenih stena, u plutonskim stenama i na kontaktu sa vulkanitima, kod Krivelja, na pirometasomatsku fazu sa piroksenom, magnetitom i halkopiritom, nadovezuje se kristalizacija amfibola, biotita, kvarca i lokalno kalijskog feldspata. Dalje od kontakta sukcesivno se razvijaju epidot, albit, sericit, zeoliti, karbonati, glinoviti minerali. Njih prate manje količine sfena, leukoksena, neoapatita, pirit i sulfidi bakra.

Kornit, skarnovi - Osim vulkanita i vulkanoklastita izmenjene su i druge gornjokredne stene. Tako su stene sedimentne serije pretvorene delom u kornite, skarnove i skarnoide. Nalaze se u vidu manjih partija u hidrotermalno izmenjenim stenama, sa pravcem pružanja SSZ-JJI, i padom ka zapadu.

Korniti se javljaju na kontaktu laramijskih plutonita sa sedimentima gornje krede i sa staropaleozojskim filitima. Slabije su razvijeni na kontaktu olutonita sa gornjokrednim vulkanogenim tvoreinama. U kornitima su kristalisali piroksen, biotit, amfibol, plagioklas, kvarc, granit, epidot, magnetit i sulfidi. Struktura im je granoblastična.

Skarnovi se javljaju na kontaktu plutonskih stena sa donjokrednim i jurskim sedimentima. Osim toga javljaju se u metamorfovanim laporovitim krečnjacima gornje krede, zajedno sa kornitima (skarnoidi). Polimineralni su i sadrže, pored pirometasomatskih minerala (piroksen, magnetit, granat) i minerale nešto nižih temperatura (vezuvijan, skapolit, epidot, prenit). U nekim skarnovima došlo je do stvaranja zeolita i hlorita. Osim ovih minerala sadrže i kvarc, plagioklase i metalne minerale, magnetit halkopirit. Struktura skarnova je ksenoblastična.

Mermeri se javljaju u središnjem tektonskom bloku, ležišta karbonatnih sirovina na prostoru Kriveljski kamen. To su stene bele boje, saharoidni, strukture granoblastične. Karbonatne sirovine ovog ležišta se eksploatišu dugi niz godina.

Od kvartarnih tvorevina zastupljeni su aluvijum, rečne terase, deluvijum, izvorski bigar i tehnogene tvorevine. Kvartarne tvorevine su predstavljene aluvijalnim nanosima potoka i reka. Ovi nanosi su izgrađeni od raznovrsnog andezitskog materijala u vidu šljunka, krupnozrnih i srednjevinskih peskova, a sreću se slabije zaobljeni komadi krečnjaka. Najveće azviće ima u dolini Kriveljske reke. Rečne terase (t) - Izgrađene su od istog materijala kao i aluvijum. Javlja se na desnoj obali Kriveljske reke. Deluvijum (d) - U koluvijalne naslage u širem smislu (talozi brdskih padina), uvršćeni su sipari i deluvijum. Deluvijum najčešće se javlja, jugozapadno od Krivelja. To su padinske breče, kod kojih se ne može tačno utvrditi zona akumulacije. Sipara ima na obroncima Velikog Krša. Izvorski bigar (i) - Konstantovan je na više mesta. Najveće mase nalaze se na II od Krivelja. Jalovišta (Q2t) - Najveće tehnogene tvorevine izdvojene su u neposrednoj okolini Borskog i Kriveljskog rudnika, na površini od preko 4 km². Predstavljene su tvorevinama koje su nastale eksploatacijom runih ležišta bakra (raskrivka) i pripremom mineralnih sirovina (flotacijska jalovišta).

Flotacijsko jalovište „Veliki Krivelj” nalazi se u koritu Kriveljske reke, ispod koga je tunel i kolektor. Teren sa zapadne strane je uzgrađen od gornjokrednih hornblenda andezita i njihovih piroklastita (breče, aglomerati i tufovi). U istočnom delu jalovišta, nešto šire rasprostranjenje imaju peščari, laporci i glinci, interstratifikovani u vulkanoklastitima.

Dejstvom endogenih i egzogenih faktora na području Velikog Krivelja i Oštrelja nastali su raznovrsni geomorfološki oblici. Na izmenu morfologije terena u dolini Kriveljske reke uticale su i rudarske aktivnosti. Konfiguracija terena se odlikuje smenom brda i dolina manjih dimenzija na malom rastojanju.

Izvedena geološka istraživanja za potrebe definisanja i otvaranja rudnog ležišta Veliki Krivelj su na širokom prostoru terena. Istraživanja su vršena sistematski u više faza u trajanju od oko 50 godina. Započeta su 1961. god. i vršena su sve do sredine 1998. god. Izbušeno je preko tri stotine istražnih bušotina različite pojedinačne dubine. Pored istražnog bušenja izvršeni su i drugi rudarski istražni radovi kao što su: potkopi sa smernim i poprečnim hodnicima i dva duboka rudarska okna ukupne dubine od 360 m.

Novija geološka istraživanja i ispitivanja su izvedena 2007. god., a radi izrade studije rekonstrukcije starog kolektora Kriveljske reke u polju 1-3, i izgradnje novog tunela koji bi zamenio stari kolektor kod koga su nastale deformacije i poteškoće u njegovom funkcionisanju.

Prostor proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj-polje 0, se nalazi u dolini Kriveljske reke, dela toka potoka u koji se uliva skrenuti tok Borske reke i doline Saraka potoka. Gradnja novog kolektora je u nastavku postojećeg flotacijskog jalovišta, polja 1-3, od pregradne brane, uzvodno uz Kriveljsku reku. Teren je izgrađen od gornjokrednih horblenda andezita i njihovih piroklastita, breče, anglomerati i tufovi. U istočnom delu prostora budućeg jalovišta, nešto šire rasprostranjenje imaju pesčari, laporci i glinci, interstratifikovani u vulkanoklastitima.

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

Hornblenda-andeziti i hornblenda-andeziti sa biotitom i njihovi piroklastiti su najzastupljeniji na agažovanom prostoru terena. Piroklastični produkti kao što su anglomerati i breče, ređe tufovi, preovlađuju nad dajkovima koji se ređe sreću. Svežije partije hornblenda-biotitskog andezita, sa svojim holokristalasto porfirskom strukturom, sa izrazitim fenokristalima, makroskopski se sasvim jasno izdvajaju u odnosu na ostale litološke članove. Stena je generalno sive boje sa fenokristalima plagioklasa, hornblende i biotita.

Kao hidrotermalno izmenjene stene nazvani su pretežno hidrotermalno izmenjeni anglomerati, breče i tufovi hornblenda-biotitskih andezita. Na ovom prostoru nisu evidentirani na pri površini terena. Njihovo eventualno pojavljivanje se očekuje na većim dubinama.

Pesčari, laporci i glinci-nalaze se sa istočne strane Kriveljske reke. Javljaju se kao interstratifikovani produkti u seriji piroklastita, hornblenda i hornblenda-biotitskih andezita. Debljina naslaga je neujednačena, od 1-10 m, a naretko i preko deset metara debljine. To su pelitske, finozrne, kompaktne, mahom sive stene. Njihovo prisustvo ukazuje da je u ovom delu terena povremeno slabila vilkanska aktivnost, pri čemu je dolazilo do deponovanja pelitskih i pelitsko-tufidskih sedimenata. U okviru šireg prostora ležišta ove stene su redovno hidrotermalno izmenjene i orudnjene, odnosno pretvorene u skarnove.

Kvartarni sedimenti-prekrivaju celo korito i niže dolinske strane pored Kriveljske reke i Saraka potoka. Zastupljene su deluvijalne i aluvijalne naslage, prvenstveno u obliku gline deluvijalno-proluvijalne i aluvijalno-proluvijalnog nanosa. Lokalno gde za to postoje preduslovi, može biti deponovana i flotacijska i kopovska jalovina.

Deluvijalna glina se javlja u ravnom delu terena pored rečnog toka i na zaravnima svih padina sa kojih je spiranje veoma smanjeno. Debljina deluvijalnih naslaga na padinama je do jednog metra, najčešće oko 0,50 m. U ravnijim površinama terena oko toka Kriveljske reke, debljina je nešto veća, od 2-4 m, a na pojedini površinama terena i 7-10 m debljine.

Grus je proizvod raspadanja osnovne stene, pretežno andezita. Na širem prostoru terena koji je predmet istraživanja treba očekivati pesčarsko-laporoviti i andezitski grus. On predstavlja poluvezanu i nevezanu glinovito-peskovitu smešu sa frakcijama šljunka sa dobro razvijenom međuzrnskom poroznošću.

U terenu duž tokova Kriveljske reke, a delimično i Saraka potoka, prvenstveno u ravničarskim površinama, koje su izgrađene od deluvijalno proluvijanih gline ili od aluvijalno-proluvijalnog nanosa, pod određenim hidrouslovima, u terenu može biti slobodne podzemne vode. U navedenim litološkim sredinama prisutan je različiti oblik poroznosti, od međuzrnskog do

pukotinskog ili njihovom kombinacijom. U takvim sredinama se može akumulirati podzemna voda, odnosno obrazovati izdan zbijenog ili razbijenog tipa. U naslagama aluvijalno-proluvijalnog nanosa je sasvim moguće prisutvo podzemne vode, naročito ako su one pod direktnim ili indirektnim uticajem od vodenih tokova. U bušotinama koje su bušene na hipsometrijski višim delovima terena, gde je preovlađujuće prisustvo stenovitih formacija, pelita ili andezita, u terenu praktično nema slobodne podzemne vode. Navedene sredine su najčešće vodonepropusne i bezvodne. Izuzetak mogu biti delovi stenovitih formacija koje su intenzivno ispucale ili degradirane. U takvim sredinama, lokalnog karaktera, pod uticajem vodotokova može formirati razbijeni tip izdani.

Bliži prostor terena duž koridora budućih kolektora u postojećim prirodnim uslovima je uglavnom stabilan teren. Neposrednim inženjersko geološkim pregledom nisu zapaženi nikakvi aktivni oblici pojave nestabilnosti u terenu, kako na samim istraživanim lokacijama, tako i na širem prostoru gde nije vršeno istražno bušenje.

Delovi terena na levoj obali Kriveljske reke i delimično i na desnoj obali Saraka potoka, gde je prisutna deponovana kopovska jalovina, prikazano na slici 2.3.2. Situacija terena – geološka karta, mogu biti potencijalno nestabilne površine. U postojećim uslovima kosine deponovane kopovske jalovine su u stanju trenutne opšte stabilnosti. Kada se steknu određeni preduslovi, stabilno stanje može preći u svoj nestabilni oblik. Ti preduslovi su novo deponovanje kopovske jalovine ili pak nagli ili veći dotok vode u jalovinu. Nestabilnost je manifestuje u vidu procesa osipanja, kao što se to događa kod naslaga sipara.

Hidrogeološke karakteristike terena

Prema hidrogeološkom profilu rudnog ležišta Veliki Krivelj, izvor vode ukazuje na prvobitni nivo vode i priliv podzemnih voda iz karstnog vodonosnog sloja do sloja koji je prisutan u ispucalim stenama koje sadrže rudu bakra. Ova cirkulacija podzemnih voda se povećavala formiranjem površinskog kopa koji je eliminisao škriljce, koji su delili vulkanske i flišne sedimentne vodonosne slojeve. Usled izmenjenih uslova, podzemna voda se sada gravitacijom vodi od peščara i flišnog sedimenta do ispucale čvrste stene.

Stene intezivne poroznosti - Po svojoj formi ove stene su predstavljene u vidu diluvijalnih glinovitih razdrobljenih materijala i drugog degradiranog stenskog masiva. Ove stene imaju dobro razvijenu pukotinsku i intergranularnu poroznost, kako i tubularnu poroznost. Ove stene su tipični hidrogeološki kolektori koji imaju funkciju rezervoara i sprovednika vode. Kompleks poroznih i neporoznih stena - peščari, laporci i gline su formirani sa preovlađujućom pukotinskom poroznošću. Pojavljuju se kao neujednačeni spojevi poroznih i neporoznih stena, koje omogućavaju formiranje nekolicine akvifera međusobno razdvojenih. Po svojoj funkciji, stene mogu biti kolektori, ali i hidrogeološki izolatori.

Uslovi sa stanovišta podzemnih voda su pod povoljnim uticajem nepropustljivosti okolnog stenskog masiva. Zbog toga se visok nivo podzemnih voda može očekivati samo tokom kišnih sezona. Tokom observacije okolnog terena, u zoni odlagališta flotacijske jalovine nije primećeno prisustvo stalnih izvora. Iskopavanja ispod korita reke mogu doći pod uticaj veoma malih količina procednih voda kroz površine korita reke. Na osnovu ispitivanja jezgara istražnih bušotina, svi ispitivani litološki članovi se mogu klasifikovati kao: intezivno porozne, porozne i neporozne stene.

Stenske mase ležišta „Veliki Krivelj”, odnosno slivno područje Kriveljske reke, klasifikovane su prema njihovim hidrogeološkim osobinama, bez obzira na starost i genezu. Jedini kriterijum za klasifikaciju, bio je stepen vodopropusnosti pojedinih stenskih masa. Na taj način su sve stenske mase podeljene na četiri grupe:

- Dobro vodopropusne;
- Slabo vodopropusne;
- Kompleks vodopropusnih i vodonepropusnih stena i
- Vodonepropusne stene.

Na osnovu kartiranja istražnih bušotina koje su rađene za potrebe izgradnje novog tunela, sve nabušene litološke članove mogu se svrstati u: dobrovodopropusne stene kompleks vodopropusnih vodonepropusnih stena.

Dobrovodopropusne stene-Prerđstavljene su kvartalnim naslagama u vidu grusa, deluvijalno-glinovite drobine i degradirane stenske mase. U ovim stenama dobro je razvijena pukotinska i međuzrnasta poroznost. Stene su izraziti hidrogeološki kolektori sa funkcijom rezervoara i sprovednika.

Kompleks vodopropusnih i vodonepropusnih stena-Izgrađeni su od peščara, laporaca i glinaca. Pretežno su pukotinske poroznosti, a nepravilno se smenjuju vodopropusne i vodonepropusne stene, što omogućava stvaranje više izdani, međusobno razdvojenih. Po svojoj funkciji su stene kolektori i hidrogeološki izolatori.

Osnovu litološke građa flotacijskog jalovišta „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 hloritisani i kaolinisani i kao takvi spadaju u

slabovodopropusne stene. Međutim, njihove hidrogeološke osobine mogu varirati od mesta do mesta u zavisnosti od stepena tektonske oštećenosti. Andezite karakteriše pukotinska poroznost, pri čemu su hidrogeološkim kartiranjem, uočene pukotine lučenja, tektonske pukotine, i pukotine nastale usled fizičkog i hemijskog raspadanja. Tektonske pukotine (prsline i rasedi), su najzastupljenije u vulkanskim stenama, i predstavljaju, sa hidrogeološkog aspekta, povoljne sredine za akumuliranje i kretanje podzemnih voda.

Struktura poroznosti vulkanskih stena uslovlja 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.

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.

Morfologija terena u domenu flotacijskog jalovišta i njegove okoline bitno utiče na količinu i način odlaganja jalovine. Slično je i sa hidrološkim uslovima, a pre svega vodenim tokovima. Zbog toga se razmatraju morfološko-hidrološke karakteristike područja odlaganja jalovine i neposredne okoline tog područja.

U samom koritu Kriveljske reke, ispred brane 1 i u njenoj neposrednoj okolini teren je izgrađen od šireg prostora pomenute reke, a sa strane teren je brežuljkast do brdovit, ispresecan usecima malih rečica i potoka, sa neretkim jarugama. Morfološki se razlikuju tereni izgrađeni od vulkanskih stena sa jedne strane, i tereni izgrađeni od sedimenata sa istočne strane.

Najveći deo područja izgrađuju vulkanske stene, aglomerati HB andezita. Glavno obeležje reljefa je postojanje kotline u predelu Kriveljske reke, blago zaobljenih uzvišenja sa bokova, sa neretkim jarugama usečenim na njihovim padinama.

Sedimenti izgrađuju istočne delove područja i ujedno čine istočni obod TMK (Timočkog magmatskog kompleksa). Pripadaju konglomeratima, peščarima i glincima.

Najmarkantniji reljefni oblici u blizini flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj” su blago zaobljeni vrhovi sa strmim padinama. Idući od severozapada, prema jugoistoku, teren se blago spušta. Vegetacija na površini je slabo razvijena, izuzev u dolini Kriveljske reke gde je zemljište kultivisano. Ostali deo terena je slabo pošumljen retkim žbunastim rastinjem i još ređom hrastovom i bukovom šumom. Rastresiti površinski pokrivač je vrlo neravnomerno zastupljen, a na strmim padinama skoro da ga i nema.

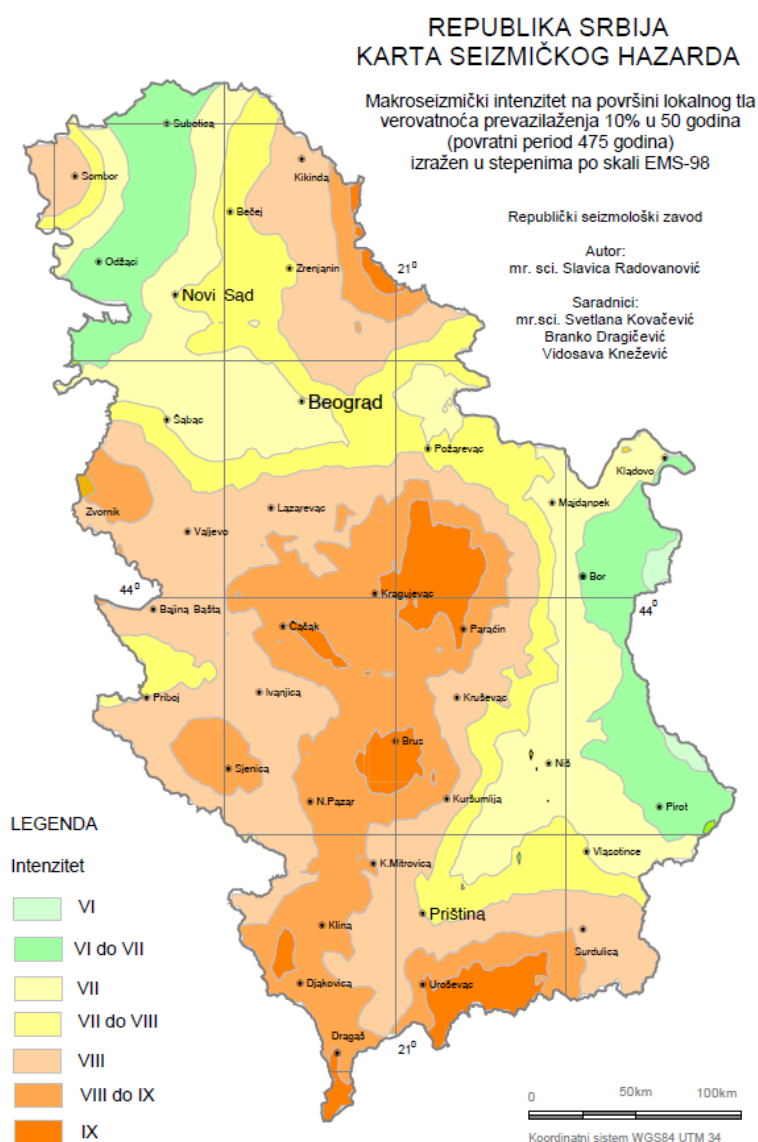
Područje flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj”, pripada slivu Kriveljske reke (u čijem središnjem delu se nalazi), a generalno slivu Timoka, odnosno Dunava. U hidrološkom smislu značajne su reke Ogašu Todor, Ogašu Buzej i Banjica, koje se kod sela Krivelj ulivaju u Kriveljsku reku. U Kriveljsku reku se, nizvodno, ulivaju još Valja Mare i Korkana, kao i veći broj manjih, stalnih i povremenih vodotokova. Svi ovi vodeni tokovi su bogati vodom, a u kišnom periodu su

bujičnog karaktera. Ukupna površina sliva Kriveljske reke iznosi oko 115,7 km². Severno od Bora, u sliv Kriveljske reke je preveden deo sliva Borske reke.

Seizmološke karakteristike terena

Na osnovu dosadašnjih istraživanja uočeno je da su karakteristične alternacione promene stene na području Velikog Krivelja sledeće: bocitizacija, sericitizacija, silifikacija glinovite alternacije, piritizacija i halkopiritizacija. Najviše zastupljeni proces je proces piritizacije stena. Tektonski poremećaji koji su pored magnetizma drugi faktor koji je uslovio stvaranje ležišta, ponovo su aktivni po stvaranju rudnog tela. Ovi postrudni pokreti, kako uzdužni tako i poprečni znatno su poremetili prvobitne odnose na terenu a na pojedinim delovima srećemo i znatna pomeranja kako u horizontalnom, tako i u vertikalnom pravcu.

Najveći broj zemljotresa se javlja na razlomnim tektonskim linijama, na mestima gde se duž razloma sučeljavaju, potiskuju ili međusobno razilaze blokovi (ploče) zemljine kore. Za Kriveljsko područje od važnosti su potresi koji nastaju aktivnostima sredozemne ploče i u trusnoj oblasti Ploestia u Rumuniji. Granica sredozemne ploče prolazi uzduž Srbije od Vardarske doline preko Kopaonika, Kosmaja i Posavine.



Slika 2.3.3. Karta seizmičkog hazarda (izvor: <http://www.seismo.gov.rs>)

Na slici 2.3.3. prikazana je seizmička karta Srbije. Prema seizmološko-geološkim karakteristikama područje spada u zonu srednje seizmičke ugroženosti, sa potresima maksimalnog intenziteta 6-7°MSC. Svi objekti koji pripadaju pogonu flotacije Veliki Krivelj projektovani su i građeni sa stepenom stabilnosti (otpornosti) 9 stepeni.

Šire područje pripada geotektonskoj jedinici timočkoj sinformi i njenim strukturnim jedinicama: borskoj dislokaciji i kriveljskom rasedu. Osim ovih strukturnih jedinica izdvojene su: timočka rov-sinklinala, sinklinala Čoka Boruluj, monoklinala Velikog i Malog Krša, monoklinala Stola i Golog Krša, rov Bučja, antiklinala Ruđine Banjica, sinklinala Vidzurine, sinklinala Dosa, bučjansko-belorečki rased.

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

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

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

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

Flotacijsko jalovište „Veliki Krivelj” je u nastavku borskog rudnog polja. Glavni strukturni pravci su, od borskog ležišta prema severu, predstavljeni borskom dislokacijom, kriveljskim rasedom, kao i sistemom manjih subparalelnih raseda duž istočnog oboda borske metalogenetske zone (slika 2.3.4.).

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

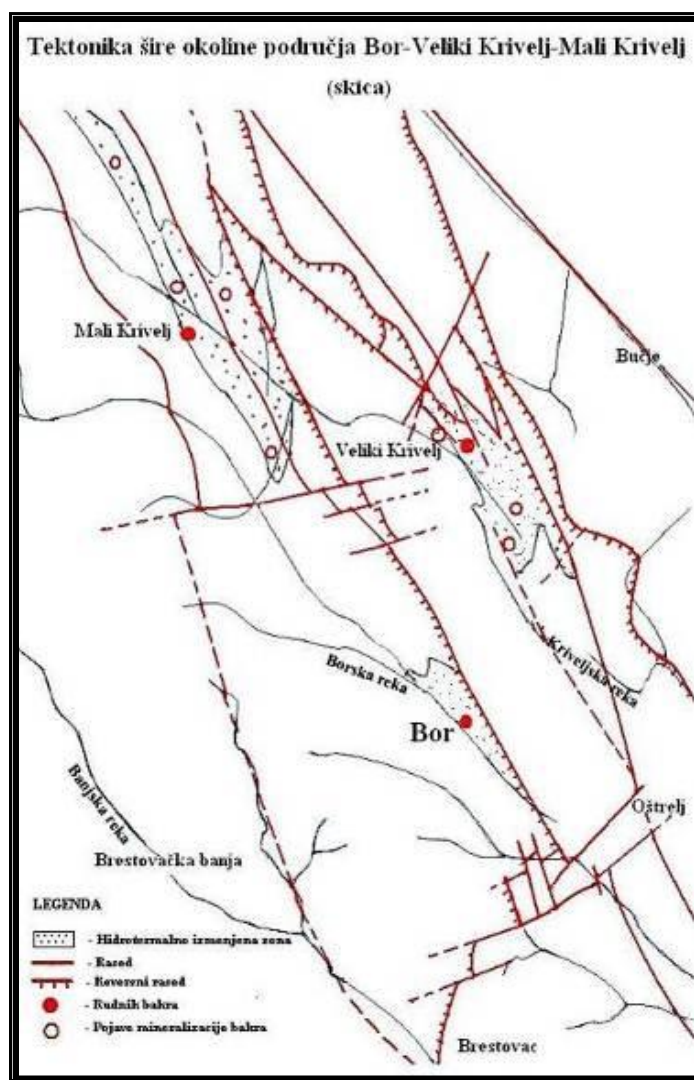
Na bazi osnovnih i detaljnih ispitivanja rudnog ležišta „Veliki Krivelj”, utvrđeno je da su longitudinalni rasedi, glavni pravci duž kojih se odvijala intenzivna vulkanska aktivnost.

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

pravcem pružanja SZ-JI, transvezalni sa pravcem pružanja SI-JZ, ređe SSI-JJZ, i ređe, dijagonalni sa pravcem pružanja I-Z.

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

Osnovne rupturne deformacije područja ležišta „Veliki Krivelj” prati intenzivno razvijena i razgranata pukotinska i prslinska tektonika. U genetskom pogledu to su, uglavnom tenzione pukotine, najčešće zapunjene produktima kristalizacije iz hidrotermalnih i descedentnih rastvora. Prema materijalu koji čini zapunu izdvajaju se pukotine ispunjene sulfidima (piritske, kvarcpiritske, piritsko-halkopiritske), sulfatima (žice gipsa i anhidrita), kvarcom, karbonatima i zeolitima.



Slika 2.3.4. Tektonska skica šire okoline područja Bor-Veliki Krivelj-Mali Krivelj

2.4. PODACI O IZVORIŠTIMA VODOSNABDEVANJA (UDALJENOST, KAPACITET, UGROŽENOST, ZONE SANITARNE ZAŠTITE) I O OSNOVNIM HIDROLOŠKIM KARAKTERISTIKAMA

Opština Bor spada u malovodno područje koje nije u stanju da sa zadovoljavajućom obezbeđenošću podmiri potrebe za vodom svojih naselja angažovanjem samo izvorišta sa vlastite teritorije. Glavni razlog je veoma velika vremenska neravnomernost izdašnosti karstnih izvora iz kojih se naselja snabdevaju.

Zona sanitarne zaštite je u okviru eksploatacionog polja i dovoljno je udaljena od izvora vodosnabdevanja Velikog Krivelja što je ranije potvrđeno mišljenjem Javnog komunalnog preduzeća Vodovod Bor.

Industrija se snabdeva kvalitetnom vodom iz Borskog vodovoda, a tehnološkom vodom iz Borskog jezera. Godišnje se u Topionici i rafinaciji bakra koristi oko 2,5 miliona m³ vode iz Borskog jezera. Borsko jezero se puni vodom Borske reke i dopunjava potisnim cevovodom iz Zlatskog sistema (odakle se prepumpava višak vode koji nije potreban Borskom sistemu), a povezivanjem vodovoda sa sistemom Bogovina poboljšavaju se uslovi za turističku i rekreativnu valorizaciju jezera.

Za potrebe flotacije „Veliki Krivelj“ industrijska voda se koristi iz sopstvenog vodozahvata, koji se nalazi na Kriveljskoj reci.

Područje „Velikog Krivelja“ se nalazi u srednjem delu sliva Kriveljske Reke. Hidrografija slivnog područja Kriveljske reke je dobro razvijena. Ukupna površina sliva je 15,7 km². Pored stalnih tokova postoji i veći broj povremenih tokova.

Bazni deo ispitivanog terena (područje na kom su smešteni objekti flotacije „Veliki Krivelj“) predstavljaju čvrste stenske mase, peščari i andeziti u kojima nije nabušen kolektor podzemnih voda. Preko ovih taloženi su mlađi sedimenti glina, drobina i fluvijalni sedimenti u kojima se zapaža pojava malih kolicina podzemne vode, koja se na nekoliko mesta pojavljuje u vidu malih izvora. U vreme suše ovi izvori veoma često presuše što znači da ova voda koja se za vreme kiša i zimi infiltrira između čvrste stenske mase i mlađih sedimenata a kasnije se pojavljuje u vidu izvora. Podzemne vode javljaju se u većoj količini u ispitivanom području koji je bliži slivu Kriveljske reke i glavno napajanje je iz Kriveljske reke. Nivo podzemne vode je oko 1,1 m računajući od površine terena, a visina vodenog stuba je 3-4 m koliki je i šljunčani sloj. S obzirom na to da je kolektor podzemne vode u direktnoj vezi sa rekom to je i nivo podzemne vode zavistan od nivoa vode u reci pa se može zavisno od godišnjih doba i sušnih i kišnih perioda očekivati kolebanje nivoa podzemnih voda u aluvijonu za $\pm 0,5$ m, pa čak i više. Podinu hidrogeološkom kolektoru čine izmenjene andezitske stene identifikovani kao skarnovi. Ova pojava podzemne vodene nije uticala na fundiranje izgrađenih objekata.

Voda koja se javlja u višim predelima takođe ne utiče na stabilnost izgrađenih objekata jer se ista javlja dosta plitko na kontaktu sa andezitima, međutim temelji objekata su rađeni dosta dublje od pojave podzemne vode.

Površine slivova Kriveljske reke i njenih pritoka u široj zoni ležišta prikazane su u tabeli 2.4.1. Površina sliva pre stupanja u zonu rudarskih radova iznosi 74,7 km², a po izlasku iz zone rudarskih radova 111,9 km².

Tabela 2.4.1. Pregled površina slivova Kriveljske reke i njenih pritoka u zoni rudnika bakra „Veliki Krivelj“

Vodotok	Profil	Površina sliva, km²
Kriveljska reka	Limnigraf Krivelj	74,70
Kriveljska reka	Vodomer Oštrelj	111,90
Saraka	Limnigraf	14,50
Kriveljska banjica	Limnigraf	4,90
Kalafir	Limnigraf	2,00
Borska reka	Vodomer – ulaz u tunel	12,80

U cilju dobijanja osnovnih hidroloških parametara, potrebnih za izmeštanje i regulaciju tokova, vršena su hidrološka osmatranja. Period hidroloških osmatranja za Kriveljsku reku na vodomernoj stanici Krivelj od 1974. do 1981. god. bio je kratak, pa su izvršene korelacije sa odgovarajućim proticajima Crnog Timoka (vodomerna stanica Zaječar) u periodu 1948. – 1974. god. Srednji godišnji proticaj za ovaj period iznosi je 0,74 m³/s što daje specifičan uticaj $q = 9,14$ l/s/km² i koeficijent oticaja 0,363. Hidrogeološki parametri za Kriveljsku reku i njene pritoke u zonu rudnika, dati su u tabeli 2.4.2.

Tabela 2.4.2. Hidrološki parametri Kriveljske reke i njenih pritoka

Vodotok	Srednji proticaj Q_o, m³/s	Srednji specifični oticaj q_o, l/s/km²	Koeficijent oticanja η
Kriveljska reka	0,740	9,14	0,363
Kriveljska banjica	0,044	9,06	0,363
Saraka	0,079	6,87	0,266
Kalafir	0,017	8,50	0,365
Borska reka	0,072	5,63	0,236

U fazi eksploatacije polja i flotacijskog jalovišta (između brana 1 i 2) za devijaciju Kriveljske reke izgrađen je tunel kroz stenski masiv u dužini od 1414 m. Za eksploataciju polja 2 jalovišta (između brana 2 i 3) urađen je kolektorski deo dužine 2075 m, koji je u direktnoj vezi sa deponovanom jalovinom. Usled težine deponovane jalovine vremenom je došlo do oštećenja kolektora, najpre u zoni brane 3A, a kasnije i uzvodno, što je uslovalo njegovu delimičnu sanaciju i smanjenje profila sa 3 m na 2,2 m. Nizvodno od površinskog kopa „Veliki Krivelj“, najugroženiji objekat poplavnim talasom Kriveljske reke je tunel sa kolektorom ispod flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj“. Za prihvatanje voda poplavnog talasa ispred brane 1 pre ulaska Kriveljske Reke u tunel predviđen je retenzioni prostor za akumuliranje katastrofalnih voda Kriveljske reke.

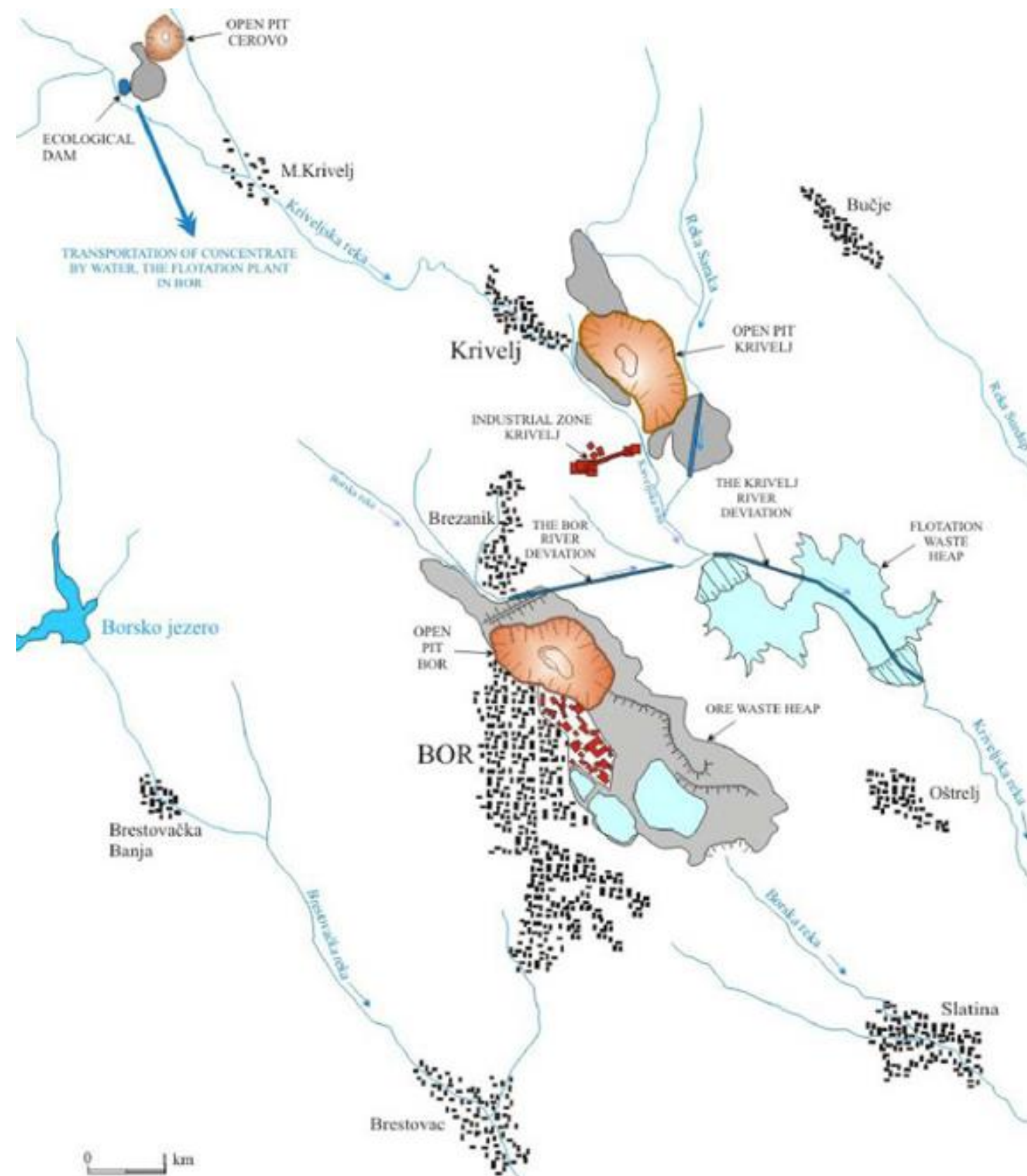
Tabela 2.4.3. Maksimalni proticaji (poplavni talas)

Vodotok	Povratni period, god.				
	10 000	1 000	100	20	10
Kriveljska reka					
Q, m³/s	207,5	153,6	105,0	72,5	58,3
Saraka potok					
Q, m³/s	55,6	40,8	28,0	18,9	14,9

Hidrotermalno izmenjene zone su:

- (1) Cerova reka (sa severnim delom iznad Malog Krivelja), dužine 6 km, koja zahvata područje izvorišnih delova Cerove i Božine reke;
- (2) Veliki Krivelj, dužine oko 4,5 km, širine oko 1 km;
- (3) Tilva Njagra, površine oko 5 km²;
- (4) Zlotska zona i zona Tilva Kumustaku površine od oko 3 km²;
- (5) Kupinovo manjim delom zadire na teritoriju Opštine i
- (6) Pjatra Roš/Crvena reka-Valja Žoni, rudne pojave u Zlotu.

Na slici 2.4.1. prikazana je Hidrološka mreža u domenu Bor-Krivelj-Cerovo



Slika 2.4.1. Hidrološka mreža u domenu Bor-Krivelj-Cerovo (Izvor: Finalni izveštaj analize stanja životne sredine nastalih kao posledica rad RTB Bor, 2006)

2.5. KLIMATSKE KARAKTERISTIKE SA METEOROLOŠKIM POKAZATELJIMA

Klima na području Bora, kao i područja Veliki Krivelj je umereno kontinentalna, sa kratkim, toplim letima i ostrim zimama, i karakteristična je za ovaj deo Istočne Srbije. Za prikazivanje klimatskih karakteristika korišćeni su podaci mereni u meteorološkoj stanici Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor.

Rezultati merenja meteoroloških parametara prikazani su tabelarno a ruža vetrova prikazana je na slici 2.5.1. U posmatranom periodu minimalne temperature zabeležene su u toku januara i decembra a maksimalne u toku jula meseca. Prosečne godišnje temperature kretale su se od 9,12°C do 12,14°C.

Izmerene količine padavina najveće su u toku maja a najmanje u mesecu aprilu. U posmatranom periodu 2003-2016.god., godišnji zbir padavina najmanji je 2011.god. a najveći 2010.god. Preovlađujući pravci vetrova su zapadnoseverozapadni i zapadni i istočni.

Temperatura vazduha

Kada se govori o temperaturi vazduha onda se to odnosi na temperaturu merenu u meteorološkom zaklonu na dva metara iznad tla. Vrednosti koje karakterišu temperaturne prilike, a koje su date u tabeli 2.5.1. izvedene su na osnovu časovnih i klimatoloških osmatranja. Izvedene veličine koje karakterišu toplotne prilike u Boru su: srednje mesečne i srednja godišnja temperatura vazduha. 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 juli i avgust sa srednjom temperaturom vazduha +22,4°C.

Tabela 2.5.1. Srednje temperature po mesecima za posmatrani period za period 2003. – 2016. god.

t _{srednja} (°C)	jan.	feb.	mart	april	maj	jun	jul	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	sred. god.
2003	-1.22	-4.2	4.6	9.4	19.2	22.2	21.7	24.5	15.4	8.75	6.5	0.5	10.61
2004	-2.6	1.7		11.3	14.12	19.6	21.8	21.1	15.7	12.1	5.8	1.2	11.08
2005	1.2	-2.7	3.6	10.4	16.0	18.4	22.0		16.7	10.2	3.6	0.9	9.12
2006		-0.8	4.3	10.7	15.4	17.3	21.6	19.8	16.0	12.3	6.1	2.9	11.42
2007	5.4	3.9	7.3	12.8	17.0	21.4	24.7	21.9	14.7	9.4	3.1	-0.9	11.73
2008	-1.9		7.6	12.0	17.0	20.8	21.6	23.2	15.0	11.9	5.4	0.9	12.14
2009	-1.0	0.4	5.1	12.0	17.2	19.3	21.9	21.9	17.4	10.4	7.6	1.1	11.11
2010	-3.0	-0.1	5.0	12.0	15.9	19.5	22.2	22.9	16.3	7.4	9.2	-1.1	10.52
2011	-0.1	-1.1	4.5	12.0	15.5	19.9	21.8	22.4	20.3	10.0	2.6	2.8	10.88
2012	-0.5	-5.1	7.7	12.5	15.7	22.3	25.1	23.6	19.3	11.6	7.0	-1.1	11.51
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	11.28
2014	-1.0	2.8	8.6	10.5	14.3	18.9	20.8	21.0	16.1	10.5	4.8	1.3	10.7
2015	-1.0	0.7	4.9	12.7	17.1	19.8	24.6	22.8	18.5	9.8	9.5	4.0	11.95
2016	-0.1	6.6	6.6	12.2	15.5	21	21.6		18	8.7	4.5	2.0	10.6
Srednja mesečna	-0.4	0.3	5.6	11.7	16.2	20.0	22.4	22.4	16.8	10.3	5.9	1.0	11.0

Tabela 2.5.2. Maksimalna temperatura po mesecima za posmatrani period

t _{max} (°C)	jan.	feb.	mart.	april	maj	jun	jul	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	sred. god.
2003	4.7	2.0	13.9	21.1	24.1	26.8	27.6	29.3	19.9	20.9	12.2	6.4	17.41
2004	5.0	6.9		16.3	19.7	27.9	28.2	27.6	21.1	18.1	16.1	10.5	17.95
2005	7.5	3.5	12.4	15.7	22.3	24.8	28.8		21.1	15.6	8.1	4.2	14.91
2006		6.9	15.4	16.0	23.5	25.4	25.9	26.8	21.4	20.0	10.5	9.9	18.34
2007	11.9	10.3	12.0	17.7	23.1	28.9	32.5	28.3	22.8	19.1	11.6	4.4	18.55
2008	6.1		12.3	17.3	26.1	26.4	25.9	30.0	24.3	15.5	15.4	12.3	19.24
2009	5.4	8.2	14.6	15.2	21.6	24.4	27.2	30.0	24.8	18.6	11.9	9.3	17.60
2010	6.9	5.6	15.6	15.2	21.7	26.7	26.4	30.0	21.0	11.9	18.7	8.9	17.38
2011	7.7	8.4	14.3	15.7	19.8	24.4	27.6	26.5	24.9	19.5	10.3	12.9	17.67
2012	6.6	8.1	14.4	19.5	21.6	25.9	29.1	29.0	22.8	21.5	16.6	5.9	18.42
2013	5.3	4.4	12.2	22.3	22.2	27.2	28.9	28.5	20.5	16.9	14.9	3.4	17.23
2014		14.0	14.9	15.4	20.4	24.9	25.5	26.6	20.3	18.5	10.3	9.2	18.2
2015		8.3	10.3	25.5	21.2	25.1							18.08
Srednja mesečna	6.7	7.2	13.5	17.9	22.1	26.1	27.8	28.4	22.1	18.0	13.1	8.1	17.8

Vlažnost vazduha

Vlažnost vazduha određena je količinom vodene pare u vazduhu, što se obično izražava odnosom između stvarne količine vodene pare u vazduhu i maksimalne količine vodene pare koju bi vazduh pri određenoj temperaturi mogao da primi a da ne dođe do kondenzacije. Rezultati merenja dati su u tabeli 2.5.3., a prosečna godišnja vrednost vlažnosti vazduha za posmatrani period iznosi 72,2%.

Tabela 2.5.3. Srednja mesečna relativna vlažnost vazduha po mesecima za posmatrani period

Vlažnost %	jan.	feb.	mart	april	maj	jun	jul	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	sred. god.
2012	77	78	59	67	74	53	44	50	48	67	88	84	65.8
2013	81	86	76	55	53	57	46	50	54	72	84	81	66.3
2014	85	81	72	78	76	71	71	70	78	83	91	82	78.2
2015	82	84	79	64	73	69	55	67	78	90	72	71	73.7
2016	82	80	79	72	77	79	70		70	87	81	71	77.1

Pritisak vazduha

Pored vlažnosti vazduha vršena su merenja vazdušnog pritiska, a rezultati tih merenja su prikazani u tabeli 2.5.4. Prosečna godišnja vrednost pritiska vazduha za posmatrani period iznosi 971,8 mbar.

Tabela 2.5.4. Srednji mesečni vazdušni pritisak po mesecima za posmatrani period

Pritisak mbar	jan.	feb.	mart.	april	maj	jun	jul	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	sred. god.
2012	972.9	975.2	976.8	964.3	969.0	970.9	970.3	971.9	972.2	971.1	974.1	970.6	971.6
2013	967.8	968.3	965.6	971.1	967.5	969.6	972.4	971.8	970.9	975.7	971.4	979.9	971.0
2014	971.1	973.1	970.9	967.5	968.1	970.5	969.3	970.1	971.8	975.4	975.8	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	976.0	984.4	973.3
2016	970.9	969.7	967.5	967.9	968.0	969.2	971.1		972.9	975.8	974.1	981.2	971.7

Padavine

Padavine imaju veliki značaj za život na zemlji bez obzira u kom obliku bile, a njihov značaj se manifestuje stvaranjem rezervi vlage u zemljištu za rast biljaka, zatim snabdevanje vodom izvora vode za piće, rečne tokove, prirodna i veštačka jezera

Količine padavine u meteorološkoj stanici Bor 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 2.5.5. iz čega su izvedene srednje vrednosti količine padavina. Mesečne i godišnje količine padavine u mm date su u tabeli 2.5.5.

Tabela 2.5.5. Padavine (mm/m²) za period 2003. – 2016. godine

Padavine (mm/m ²)	jan	feb	mart	april	maj	jun	jul	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	sred. god.	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	43.02	516.2
2004	72.1	43.1		47.4	86.2	86.0	22.0	23.1	50.2	45.1	83.5	24.0	52.97	582.7
2005	46.8	68.7	14.6	34.7	37.7		36.8		8.8	43	50.8	62.8	40.47	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	59.80	657.8
2007	33.0	36.0	26.9	11.6	104.3	58.2	4.1	120.8	39.6	132.9	113.5	32.3	59.43	713.2
2008	44.8		41.9	50.6	5.8	63.0	39.4	55.0	115.9	28.0	27.1	151.2	56.61	622.7
2009	61.2	47.0	47.4	18.5	73.4	123.0	48.2	38.7	51.4	97.4	125.7	131.2	71.93	863.1
2010	84.9	131.0	68.5	62.6	70.6	75.3	77.3	18.6	36.4	103.1	109.7	89.1	77.26	927.1
2011	24.4	68.7	49.4	12.4	46.1	25.2	58.0	19.5	12.5	15.6	1.4	26.6	29.98	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	56.13	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	46.07	552.8
2014	58.1	18.5	82.2	96.5	143.3	81.9	75.3	91.2	95.8	36.9	35.0	102.3	76.4	917
2015	34.2	65.6	61.7	30.4	19.0	18.3	1.8	95.0	96.4	124.3	66.6	0.0	51.11	613.3
2016	46.3	47.0	42.5	16.3	84.2	96.8	42.4		43.0	94.4	50.0	7.4	51.8	570.3
Srednje mes.	53.6	64.0	44.3	42.2	71.8	64.6	42.9	49.9	48.6	66.3	58.5	57.7		

Od hidrometeoroloških faktora, na ovodnjenost ležišta, uopšte, najveći uticaj imaju padavine. Analizom raspoloživih podataka o srednjim (mesečnim i godišnjim) količinama padavina, za kišomernu stanicu Bor, može se konstatovati da raspodela padavina preko godine pokazuje modifikovani kontinentalni režim, kod koga se maksimalne srednje mesečne količine padavina javljaju u prolećnim mesecima, a sekundarni maksimumi krajem leta i u jesen.

Iz tabele 2.5.5. se vidi da srednja godišnja količina padavina u Boru i okolini iznosi 641 mm, a najbogatiji mesec sa padavinama je maj mesec sa srednjom količinom 71,8 mm. April je mesec sa najmanjom količinom padavina od 42,2 mm. Bor i okolina spada u područja gde su pljuskovite padavine sa izlivom velikih količina vode je retka pojava, što je posledica zavetrenosti u odnosu na prodore sa severozapada koji donose dosta padavina.

Vetar

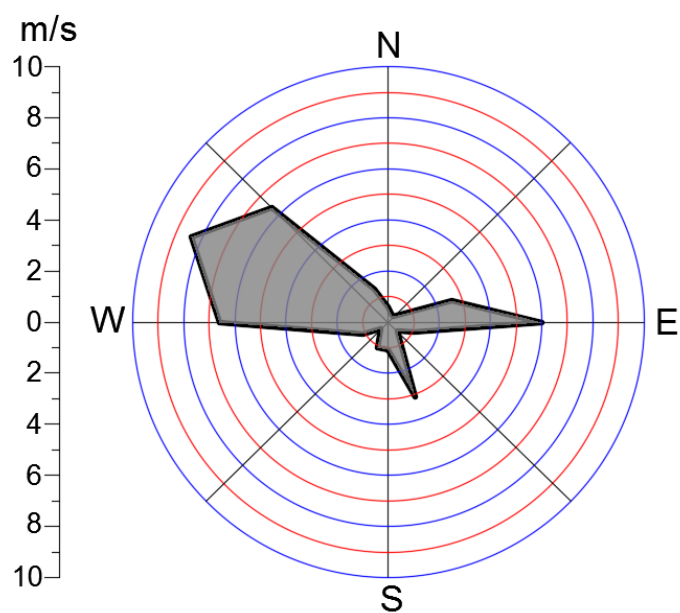
U meteorološkoj stanici Bor merena je čestina (učestanost), brzina i pravac vetrova. U Boru i okolini najčešća su zapadnoseverozapadna strujanja, a zatim istočna i zapadna. Ovi vetrovi su u svim godišnjim dobima pa i po mesecima najčešći. Najveće srednje brzine se javljaju kod zapadnoseverozapadnih strujanja. Rezultati merenja su dati u tabeli 2.5.6. Učestanost vetra prikazana je na slici 2.5.1.

Ruža vetra prikazana na slici 2.5.1. odnosi se na period 1998-2013. godine. Na ovoj slici dominantni su vetrovi iz pravca WNW. Prema merenjima Meteorološke stanice Instituta za bakar Bor, nisu zabeleženi izrazito jaki vetrovi. Zbog vetrova nema zastoja u proizvodnji. Vetrovi u sušnom periodu mogu da utiču na podizanje već istaložene prašine na flotacijskom jalovištu. U Boru i okolini najčešća su severozapadna strujanja, a zatim istočna. Južna strujanja su sledeća, iza prethodno navedenih, dok su najre i vetrovi sa severa. Severozapadni, južni i istočni vetrovi su u

svim godišnjim dobima, pa i po mesecima, najčešći. Najveće srednje brzine se javljaju kod severozapadnih strujanja.

Tabela 2.5.6. Čestina i brzine vetrova za period 1998. – 2013.godine %

Godina	C	Pravac vetra															
		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
1998	56,6	0,2	0,2	0,8	7,5	3,9	0,3	0,3	0,2	3,3	0,7	0,1	1	7	6,9	10	1
1999	61,2	2,2	0	0,1	5,2	3,2	0,5	0,3	0,1	2,7	0,7	0,3	0,5	3,4	6,4	9,7	1,4
2000	75,7	0,5	0,1	0,1	3,1	2	0	0,1	0,2	2	0,7	0,2	0,5	2,4	6,2	5,5	0,8
2001	66,1	0,2	0,1	0,4	3,3	2,6	0,2	0,2	0,2	3,3	0,1	0,4	0,2	3,1	6,4		
2002	58	0,8	0,7	0,6	3,1	8,5	0,5	0,2	0,4	4	0,4	0,6	1,7	7,4	8,4	4,4	0,3
2003	62,3	0,2	0,2	0,1	2,3	7	0,4	0,3	0,3	1,8	0,3	0,3	0,8	6,5	9,4	6,5	1,3
2004	51,7	0,9	0,2	0,3	1,5	7,6	0,9	0,4	0,4	4,7	0,8	0,4	1,2	6,1	11,2	10,7	1
2005	54,3	1,5	0,2	0,3	1,5	8,1	1,2	0,3	0,4	3,9	0,3	0,1	1,4	7,7	9,4	7,1	0,7
2006	53,6	0,7	0,1	0,3	1,4	6,8	1,3	0,4	0,6	3,9	0,3	0,2	1,4	8,5	9,6	8,2	0,8
2007	49,8	0,4	0,7	0,2	2,3	7,9	1,3	0,5	0,6	5,4	1,5	0,4	1,4	8,6	10,7	7,8	1,1
2008	50,9	0,6	0,2	0,1	3	7,6	1,3	0,6	0,6	4,1	2,2	0,5	1,4	10,4	9,2	5,5	1,8
2009	58,2	0,4	0,3	0,6	3,2	7,8	1,7	0,4	0,7	0,7	3,4	0,9	0,2	1,2	9,3	6,4	3,9
2010	53,6	0,1	0,4	0,4	2,7	6,6	1,7	0,6	1,0	3,7	1,7	0,5	1,4	10,8	8,1	4,4	0,8
2011	-	-	-	-	-	-	2,4	1,8	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3	2,0	2,4	3,4	3,8
2012	57,0	0,0	1,0	0,0	1,5	3,9	1,6	0,4	0,7	3,4	1,1	0,3	1,8	10,9	10,4	3,4	1,4
2013	62,1	0,0	0,6	0,1	1,9	4,6	2,2	0,4	0,5	1,9	1,0	0,3	1,7	9,4	8,6	3,4	1,0
Sr.vr.	58,2	0,6	0,3	0,3	2,6	6,0	1,1	0,5	0,5	3,1	1,1	0,4	1,1	6,6	8,4	6,4	1,4



Slika 2.5.1. Ruža vetrova

2.6. OPIS FLORE I FAUNE, PRIRODNIH DOBARA POSEBNE VREDNOSTI (ZAŠTIĆENIH) RETKIH I UGROŽENIH BILJNIH I ŽIVOTINJSKIH VRSTA I NJIHOVIH STANIŠTA I VEGETACIJE

Periurbano-rudarska zona se prostire u atarima naselja Bor, Bučje, Donja Bela Reka, Krivelj, Oštrelj i Slatina, izvan terena trajno oštećenih eksploatacijom i preradom rude bakra, odnosno zauzetih naseljskom izgradnjom. Obuhvata oko 12.600 ha poljoprivrednog zemljišta, 11.544 ha površina šuma i šumskog zemljišta (31% i 30% od ukupnih površina poljoprivrednog i šumskog zemljišta Opštine, respektivno) i ribnjak površine 0,7 ha (KO Oštrelj).

Odlikuje se brojnim konfliktima i specifičnim problemima korišćenja i zaštite, koji su primarno uslovljeni visokim stepenom zagađenosti i degradiranosti prostora, s jedne strane, i značajem kontinuiranja proizvodnje za obnovu i očuvanje prirodnih i ambijentalnih vrednosti u okruženju flotacijskih jalovišta i odlagališta raskrivke, s druge.

Šume i šumska zemljišta prostiru se na 38.659 ha, od čega je 65% (25.080 ha) u privatnoj svojini i 31,8% (12.274 ha) u državnoj, a 3,4% (1.304 ha) u drugim oblicima svojine (RGZ, 2011).

Prosečan stepen šumovitosti teritorije opštine Bor iznosi 45%. Šumski fond je zastupljen brojnim grupama ekoloških jedinica, koje se u manjoj ili većoj meri slažu sa sledećom recentnom vegetacijom:

- tipične šume sladuna i cera (*Quercetum frainetto-cerris*) na smeđim lesiviranim zemljištima;
- šume sladuna i cera sa grabom (*Quercetum frainetto cerris carpinerosum betuli*) na smeđim i lesiviranim smeđim zemljištima;
- šume sladuna i cera sa kitnjakom (*Quercetum frainetto cerris petraetosum*) na različitim smeđim i humusno silikatnim zemljištima;
- šume kitnjaka (*Quercetum montanum*) na smeđim zemljištima;
- šume kitnjaka i graba (*Quercetum carpinetum moesiaceum*) na smeđim zemljištima;
- šume grabića (*Carpinetum orientalis moesiaceum*) na crnicama i različitim erodiranim zemljištima;
- šume kitnjaka, cera i graba (*Carpino Quercetum petraeae - cerris*) na zemljištima na lesu i kiselim silikatnim stenama;
- brdske šume bukve (*Fagetum moesiaceae submontanum*) na kiselim smeđim i drugim zemljištima;
- planinska šuma bukve (*Fagetum moesiaceae montanum*) na različitim smeđim zemljištima;
- acidofilna planinska šuma bukve (*Luzulo Fagetum moesiaceae montanum*) na jako kiselim zemljištima; i
- acidofilna šuma bukve sa mahovinama (*Musco Fagetum*) na ekstremno kiselim smeđim, opodzoljenim i erodiranim kiselim smeđim zemljištima.

Ukupan živi svet u bližoj okolini Bora (domet direktnog aero- i hidro-zagađenja od RTB) gotovo je uništen ili ozbiljno ugrožen i postoje ozbiljni problemi da se on sanira. Sa udaljenjem od basena stanje se poboljšava.

Prostorni plan zone uticaja rudnika "Veliki Krivelj - Cerovo" pripremljen je u toku 1991-92. godine kao prostorni plan područja posebne namene, u skladu sa Zakonom o planiranju i uređenju prostora i naselja (Sl. glasnik SRS 44/95), na osnovu Odluke o pripremanju Prostornog plana i programa pripreme Prostornog plana koji je usvojen na sednici Skupštine opštine Bor 30.01.1992. godine. Plansko područje ukupne površine 10621 ha, obuhvata celo područje KO Krivelj, deo naselja Brezonik (KO Bor II) i manje delove KO Bučje i KO Oštrelj u delu flotacijskog jalovišta.

Za određivanje zaštićenih vrsta flore na području Krivelja (Malog i Velikog Krivelja) i Cerova korišćen je Prostorni plan zone uticaja rudnika "Veliki Krivelj-Cerovo", Institut za arhitekturu i urbanizam Srbije, Beograd, 1992. godine.

Zakonom zaštićene vrste drveća prema Prostornom planu na ovom terenu su:

- Dren - *Cornus mas*

- Divlja trešnja - *Prunus avium*
- Divlja šljiva - *Prunus institia*
- Divlja kruška - *Pirus piraster*
- Divlja jabuka - *Malus silvestris*
- Jarebika - *Sorbus aucuparia*
- Crni jasen - *Fraxinus ornus*
- Ruj - *Cotinus coddugria*
- Kleka - *Juniperus communis*, posebno forma *pyramidalis*
- Zanoveti - *Cytissus spp*
- žutilice - *Genista spp*
- Breza - *Betula pendula*
- Lipa - *Tilia spp* naročito srebrna *T.argentea*
- Divlje ruže - *Rosa spp*
- Oskoruša - *Sorbus domestica*
- Brekinja - *sorbus torminalis*
- Glogovi - *Crataegus spp*
- Kurike – *Evonoymus spp.*
- Crna udika - *Viburnum lantana*
- Kozja krv - *Lonicera caprifolium*
- Zova - *Sambucus nigra*

Retka flora

Retke biljne vrste i vegetacije zaštićene zakonom na području Krivlja (Mali i Veliki Krivelj) prema Prostornom planu se odnose na:

- Prolećne efemere
- Vrste jagorčevina - *Primula qcaulis* i druge
- Vrste ljubičica - *Viola spp*
- Niksica - *Scilla bifolia*
- Mlađa - *Corydaliscava* i *c.solida*
- Kukurek - *Helleborus odorus*
- Sasa šumaraica - *Anemone nemorosa*
- Žuta berberina - *Anemone ranunculoides*

Od biljnih vrsta autoktone flore, koje se tretiraju kao prirodne specifičnosti na ovom području su:

- Paprati sleznice - *Asplenium spp*
- Zlatna paprat - *Ceterach officinarum*
- Navala ili muška paprat - *Dryopteris filix mas*
- Velika sasa - *Pulsatilla grandis*
- Gorocvet - *Adonis vernalis* (vrlo redak)
- Vrste - *Berberis vulgaris* (retka)
- Vrste divljih karamfila - *Dianthus spp*
- Veliki jeremičak ili maslinica - *Daphne laureola*

- Divlje ruže - *Rosa spp*
- Polegla žutilica - *Cytisus procumbens*
- Zanovet - *Chamaesythus austriacus*
- žutilica - *Genista tinctoria*
- Ruj - *Cotinus coggygria*
- Jasenak - *Dictamnus albus*

Lazarev kanjon je jedan od najvažnijih centara sa raznolikim biljem i drvećem na Balkanu. Tu ima 720 vrsta registrovanih biljaka, što predstavlja 20% flore u Srbiji i 11% flore na Balkanu. To je stanište 57 endemskih vrsta i 50 reliktnih vrsta koje vode poreklo iz različitih geoloških perioda. Lazarev kanjon je jedino stanište na Balkanu gde žive adventivne biljke (*Anaphalis margaritacea*).

U opštini Bor, Lazarov kanjon je zaštićen kao prirodno dobro od nacionalnog značaja, što odgovara, prema IUCN klasifikaciji, nacionalnom spomeniku, prirodnom prostoru sa nacionalnim značajem zbog njegove specijalne zanimljivosti ili jedinstvenih karakteristika.

Lazarov kanjon je jedan od najvažnijih centara na Balkanu sa raznolikim biljkama i drvećem. 720 biljaka je ovde pronađeno, što predstavlja 20% flore u Srbiji i 11% flor Balkana. Na Maliniku, planini na ivici kanjona, postoji 180 godina stara šumska zajednica bukve, paprati i tise sa najvećom drvenom masom u Srbiji. Ovde je evidentirano 174 vrsta pečuraka, od kojih neke imaju direktan ekonomski značaj.

Retka fauna i zaštićene životinjske vrste

Fauna sisara i ptica na području Velikog Krivelja je dosta proređena, a na mestima zahvaćenim rudarskim radovima uopšte je nema. Buka koja se stvara na površinskom kopu pri dobijanju rude utiče negativno na faunu. Osnovni faktor za opstanak i normalan razvoj faune je mir. U Prostornom planu zone uticaja rudnika "Veliki Krivelj-Cerovo", nisu date koje su vrste faune pod zaštitom na području Velikog Krivelja.

Fauna sa okolnih prostora borske opštine se karakteriše prisustvom mnogih vrsta insekata, mekušaca, ptica i sisara, i to:

- Insekti: ima 205 registrovanih vrsta Sifide (osa nalik muvi) i većina njih je od velikog značaja za očuvanje bioraznolikosti Srbije i Balkanskog poluostrva. Na ulazu u Lazarov kanjon su otkrivene nove vrste 1996, *Merodon Albonigrum*; ima 115 registrovanih vrsta dnevnih leptira i te vrste su ugrožene zagađenošću vazduha iz industrijskih postrojenja;
- Mekušci: postoji 37 vrsta puževa; od posebnog značaja je *Bulgarica Stolensis*, koji je otkriven prvi put na planini Stol;
- Ptice: ima 140 vrsta ptica, a poseban značaj ima Mali i Veliki Krs kao pripadnik vrste ptica grabljivica koje su ugrožena vrsta ptica u Evropi;
- Sisari: postoji 47 vrsta sisara koji žive na prostoru Bora; na južnom Kučaju i Deli Jovanu žive sve velike zveri Balkana: vuk, šakal, divlja mačka, ris, mrki medved i druge retke i ugrožene vrste kao što su puh, kuna belica i kuna zlatica, lasica, kunić, divlji vepar, jelen. Divokoza je ponovo dovedena u Lazarov kanjon; Unutar ograđenog lovišta Dubašnica živi muflon i jelen lopatar;
- Pećine i šume ovog prostora su idealno stanište za slepe miševе. Oni predstavljaju vezu između živog pećinskog sveta i spoljnog sveta, obogaćujući organskim

materijama ekosisteme pećina. Mnoge od tih vrsta slepih miševa koji žive na Balkanu su uvršteni u evropsku crvenu listu globalno ugroženih vrsta.

- Podzemna fauna: postoji 20 vrsta bezkičmenjaka koji žive u pećinama u okolini Bora koje su bogate vodom koja prenosi organske materije. Te pećine zauzimaju prvo mesto u Srbiji i na Balkanu po vrstama koje tu žive. U Lazarovom kanjonu je otkriveno 50 novih vrsta.

Prirodna dobra

Najvažnije prirodne vrednosti na teritoriji Opštine Bor su ostaci bogate geološke istorije u vidu brojnih ekskluzivnih kraških pojava i oblika, termomineralnih voda i kraških biogeografskih pojava. Najizrazitiji i najbogatiji kras zastupljen je na istočnom delu Kučaja u geomorfološkim celinama kraške površi Dubašnica, klisure Zlotske reke, kanjona Lazareve reke (sa kanjonima Mikuljske reke, Demizloka i Pojenske reke) i planine Malinik, sa brojnim pećinama i jamama, među kojima su najznačajnije Lazareva pećina i Vernjikica (uređene za posetioce), uz Vodenu pećinu, Hajdučicu, Mandinu pećinu, Stojkovu ledenicu i dr. Drugu, disperzovanu grupaciju, predstavljaju kraški oblici Velikog i Malog krša, Golog krša sa Stolom, kao i obuhvaćenog dela Deli Jovana, sa manjim pećinama, jamama i drugim kraškim oblicima. Takođe su značajne brojne paleovulkanske kupe, pre svega Tilva Njagra, zatim Tilva Mika, Strahinova i Prvulova čuka i dr. Termomineralne vode temperature od 32 do iznad 40°C i kapaciteta do 8,5 l/sec zastupljene su u Brestovačkoj banji, a termomineralni izvori (nepoznatih karakteristika i izdašnosti) javljaju se i u Šarbanovcu.

Zaštićeno prirodno dobro na prostoru opštine Bor je Spomenik prirode "Lazarev kanjon", na površini od 1.755 ha (od čega 1.176 ha na teritoriji opštine Bor), u okviru kojeg se izdvajaju prostori izuzetnih prirodnih vrednosti: lokalitet "Malinik" (bukova prašuma sa reliktnom vrstom – tisom na površini od 58 ha) i lokalitet "Lazareva pećina" (lokalitet geomorfo-loškog karaktera). Evidenirana prirodna dobra su: Park prirode "Kučaj-Beljanica" i Geološka staza u Brestovačkoj banji. U ekološki značajna područja, odnosno delove Ekološke mreže Srbije (uspostavljene Uredbom o ekološkoj mreži) izdvojena su područja: Kučaj-Beljanica, Stol, Vizak, Veliki krš, Mali krš i Deli Jovan.

Prostorni plan područja posebne namene prirodnog dobra "Beljanica - Kučaj" (PPPPN Beljanica - Kučaj) obuhvata površinu od 1545,89 km², od čega u opštini Bor 141,69 km² (KO Zlot II i KO Zlot V). Planom je utvrđeno područje budućeg Parka prirode "Kučaj - Beljanica" sa režimom II stepena zaštite za lokalitet "Dubašnica" i režimom III stepena zaštite prirode za preostali deo obuhvaćenog područja opštine Bor. Ovim planom nije predviđeno donošenje urbanističkih planova na području opštine Bor. Predviđeno je donošenje urbanističkih projekata za "Vizitor centar Crni vrh" i "Vizitor centar prirodno dobro Lazarev kanjon".

Zaštićene vrste divlje flore i faune, zaštićeni pokretni nalazi (fosili, minerali, kristali, zbirke i "preparati" biljaka i životinja), speleološki objekti i ekološki značajna područja (tipovi staništa i njihovi delovi, ekološki koridori i migratorni putevi), uživaju zaštitu na celokupnom prostoru u obuhvatu PPPPN Beljanica - Kučaj. Njihova identifikacija, ustanovljenje i način i uslovi upravljanja, odnosno očuvanja i korišćenja, utvrđeni su zakonom i regulisani podzakonskim propisima.

Područje Istočne Srbije bogato je šumama, naročito opština Majdanpek, koja je po tom resursu (sa blizu 100.000 m³ godišnjeg prirasta drvne mase) među najbogatijim opštinama u Srbiji.

U opštini Bor je pod šumama 36.500 ha, pri čemu se godišnje eksploatiše oko 39.000 m³ drvene mase.

Planirana je zaštita identifikovanih prostornih celina sa posebnim prirodnim obeležjima i vrednostima na ukupnoj površini od oko 89 140 ha, i utvrđuje se vrsta, obuhvat i režimi zaštite, do okončanja istraživanja i donošenja akata o proglašenju zaštićenog područja:

- Spomenik prirode Lazarev kanjon (opština Bor - KO Zlot II i K.O. Zlot V, i opština Boljevac - KO Podgorac I) - prirodno dobro od izuzetnog značaja (I kategorija). Njegova površina iznosi 1755 ha. Uredbom o zaštiti Spomenika prirode Lazarev kanjon ("Sl.gl. RS", br. 16/2000) propisani su režimi i mere zaštite ovog prirodnog dobra; na ovom području uspostavljen je režim zaštite II stepena; i
- Park prirode Kučaj-Beljanica (opština Bor - KO Zlot II; opština Boljevac - KO Podgorac I, KO Bogovina, KO Mali Izvor, KO Jablanica, KO Lukovo, KO Krivi Vir; opština Despotovac - KO Jelovac, KO Židilje, KO Ravna Reka, KO Senjski Rudnik, KO Sladaja, KO Strmosten; opština Žagubica - KO Mali Kamen, KO Žagubica, KO Krupaja, KO Milanovac, KO Sige, KO Ribare, KO Izvarica, KO Suvi Do; i opština Paraćin - KO Izvor, KO Gornja Mutnica, KO Buljane, KO Stubica) - prirodno dobro od izuzetnog značaja (I kategorija); prema utvrđenim granicama, područje Parka prirode Kučaj-Beljanica obuhvata 88.940,75 ha.

Promene vrste, granica ili režima zaštite zaštićenog prirodnog dobra, predviđene u PPPPN Beljanica – Kučaj, bliže će se utvrditi aktom o proglašenju zaštićenog područja, do čijeg donošenja se uvažavaju uspostavljeni režimi zaštite na prirodnim dobrima propisani aktom o zaštiti, a shodno odredbama Zakona o zaštiti prirode ("Sl. gl. RS", broj 36/09, 88/10 i 91/10). Zaštićena prirodna dobra zadržavaju i svoj status zaštite, funkcije i način upravljanja i staranja. Prostor Parka prirode "Kučaj-Beljanica" je planinska celina sa velikim brojem geomorfoloških fenomena kraškog i paleovulkanskog reljefa (reprezentativnih za prostor Srbije i Balkanskog poluostrva), nepreglednim prostranstvima pod bukovim šumama, brojnim zajednicama biljnih i životinjskih vrsta - prirodnih retkosti, rezervama pitke vode visokog kvaliteta, što uz izuzetnu pejzažnu raznovrsnost daje ovom prostoru pečat divljine i visok stepen očuvanosti prirodnih ekosistema sa svim odlikama autohtonosti, unikatnosti i reprezentativnosti.

Na području Parka prirode "Kučaj-Beljanica" izdvajaju se posebne prostorne celine, režimi zaštite I, II i III stepena, u zavisnosti od prirodnih vrednosti, antropogenih uticaja, potrebnih mera zaštite i očuvanja, kao i mogućnosti korišćenja i razvoja.

U prirodne resurse Borskog okruga, ne spadaju samo nalazišta ruda sa bakrom, zlatom i drugim metalima i nemetalima, zatim šume i poljoprivredno zemljište, već su značajni i turističko-rekreacioni potencijali koji se još uvek nedovoljno koriste (Dunav kao međunarodni plovni put sa poznatom Đerdapskom klisurom, Lepenski vir, Rajkova pećina, Zlotske pećine i kanjon Zlotske reke, Rajačke i Rogljevačke pivnice, Brestovačka banja, Borsko jezero, tereni za skijanje i ostale sportove, za odmor, rekreaciju, lov i dr.). Prioritetni programi razvoja turizma obuhvataju izgradnji kompleksa hotelskog, lovačko – rekreativnog centra (Hyatt Regency „Jelen”) na Crnom Vrh, razvoj turizma i izgradnja marine i međunarodnog nautičkog centra na Dunavu, u Donjem Milanovcu, zatim seoskog turizma, kao i uređivanje lovišta: Deli Jovan, Miroč – Štrbac, Vratna i drugih

Mineralne sirovine

Područje Opštine Bor pripada Timočkom magmatskom kompleksu između Deli Jovana na istoku i Beljanice na zapadu, gravitirajući generalno ka severnim slivovima Peka i Mlave i južnom slivu Timoka. Rudna ležišta javljaju se gotovo na čitavoj teritoriji Opštine Bor (Borsko ležište sa severnim i južnim nastavcima, ležište Veliki Krivelj, Mali Krivelj, Cerova reka, Zlot, Tilva Kumustaku, Kupinovo, Pjatra Roš/Crvena reka - Valja Žoni i dr.). Ležišta su različitog stepena istraženosti i u različitoj fazi eksploatacije. Aktivni su rudnici bakra Veliki Krivelj, Jama i Cerovo sa rezervama rude od 465,15 mil. t, 327 mil. t i 170 mil. t, respektivno. Ležište Mali Krivelj se nalazi severoistočno od Bora u dolini Kiridžinskog potoka.

Kontaktno metamorfne bakarne pojave evidentirane su kod Umke, severno od Tilve Gole i oko 5 km jugozapadno od Crnog vrha, dužine oko 1 km i širine od 100-250 m.

Kamenolom krečnjaka Zagrađe nalazi se u blizini železničke stanice Zagrađe (KO Donja Bela Reka), u mestu Brez, oko 5 km od Rgotine, gde se eksploatiše krečni kamen za krečanu u Zagrađu, a kamenolom Kriveljski kamen zapadno od Velikog Krivelja.

2.7. PREGLED OSNOVNIH KARAKTERISTIKA PEJZAŽA

Za svaku prostornu celinu pejzažne karakteristike predstavljaju jedan od elemenata koji utiču na ukupni odnos planiranog objekta i životne sredine, uvažavajući činjenicu da ocena karakteristika pejzaža ne zavisi samo od objektivnih činilaca, već i od odnosa posmatrača prema budućem objektu i predmetnom okruženju.

Od ukupne površine borske opštine, 86% je pod velikim antropološkim uticajem, a 14% je površina očuvane prirode, od čega šume pokrivaju 75% celokupne očuvane prirodne površine. Opština Bor je okružena prirodnim i raznolikim staništima. Zapadni deo pripada planinskom kompleksu Južnog Kučaja, koji se karakteriše prisustvom karstnog terena Dubašnice sa 70 km², sa njenom lepotom i raznolikošću površinskih i podzemnih oblika. Ova oblast je vrlo atraktivna zbog svoje različitosti: brojne depresije, doline presušenih reka i kanjoni. Posebno se ističu kanjoni reka Cemizlok, Mikulj, Pojen i Zlotske reke. Podzemni oblici reljefa su još atraktivniji, a dve pećine su spremne i za turističke posete: Lazarov kanjon i Vernjikicina pećina.

Istočni deo je planinski gde se ističu Stol, Mali i Veliki Krs, Deli Jovan i Gornjačka visoravan površine oko 50 km². Prema "Birdlife International", Zlotski kanjon-Dubašnica je uključen u spisak važnih ornitoloških prostora Evrope i dve ptičje vrste koje tu žive, šumska ševa (*Lullula Arborea*) i obična crvenperka (*Phoenicurus phoenicurus*) su klasifikovane u "Birdlife International" kao vrste sa nepovoljnim statusom očuvanja u Evropi i unete su u IUCN (Medjunarodna unija za očuvanje prirode) crvenu listu ugroženih vrsta.

Topografija terena Velikog Krivelja odlikuje se smenom brda i dolina manjih dimenzija na kratkom rastojanju i bez posebnih pejzažnih vrednosti i atraktivnih lokaliteta. Nema posebnih prirodnih retkosti i geomorfoloških lokaliteta, kao ni makro lokaliteta sa očuvanim prirodnim zajednicama, koji bi se stavili pod režimom "strogih" prirodnih rezervata. Vegetacija spada u brdsko – planinsku i odlikuje se pašnjacima, livadama, voćnjacima i manjim zabranima. Kvalitet vegetacije je slab, jedino je u dolini Kriveljske Reke nešto bolji, a uslovljen je morfologijom terena. Rastresiti površinski pokrivač je neravnomerno zastupljen. Pre otvaranja površinskog kopa, teren iznad ležišta Veliki Krivelj bio je pošumljen retkom cerovom šumom i žbunastim rastinjem. Zemljište u dolini Kriveljske Reke se obrađivalo i gajile se poljoprivredne kulture. Na toj lokaciji su sada degradirane površine. Istočno i jugoistočno od površinskog kopa nalaze se uzvišenja: Mala Tilva. Faca Mare

(784 m n.v.), Čoka Čuruluj sa Šeredom. Na ovim lokalitetima sa pretežno šumskim tlom, rasprostire se jedna fitocenološka zajednica, koja je zbog devastacije tih šuma, mestimično promenila svoj spoljni izgled, uslovljavajući sekundarne promene u vidu lokacijski određenih asocijacija.

Jugoistočni deo doline Kriveljske Reke karakterišu degradirani tereni i kamenjari sa proređenim žbunastim vrstama. Severno od površinskog kopa nalazi se lokalitet Kornjetu Al Mare (Veliki Krš) i planina Stol. Severozapadno od flotacije kopa nalaze se lokaliteti Banjica, Subovac, Duboka i Drenova. Od severozapada prema jugoistoku pruža se Kriveljska dolina. Severozapadni deo Kriveljske doline je pitomiji. Površine su pod poljoprivrednim kulturama sa manjim zabranima i ostacima šuma. U ovom delu se nalazi i vidikovac Kriveljski Kamen, koji pripada krečnjačkim predelima istočne Srbije, planinama Karpatsko-balkanskog planinskog sistema. Veliki Krš i Kriveljski Kamen su tipični primeri merokasta (nepotpun kras). Zapadno od flotacije Veliki Krivelj nalaze se lokaliteti: Kormaroš, Bare i Brezonik.

Izgled predela u zoni u kojem se planira izgradnja projekta, se uklapa u kontekst šireg područja, u smislu proporcije, topografije, vizuelne ravnoteže i teksture. Sa aspekta izgleda predela i karakteristika pejzaža, nema ograničenja za realizacija planiranog postrojenja.

2.8. PREGLED NEPOKRETNIH KULTURNIH DOBARA

Najznačajnija praistorijska arheološka nalazišta (zaštićena kulturna dobra) od ranog eneolita do poznog bronzanog doba su Čoka lu Balaš kod Krivelja, Lazareva pećina kod Zlota, Kučajna u Boru i Trnjana kod Brestovačke banje. Od ostalih praistorijskih nalazišta, među zaštićenim dobrima ističu se nalazišta u Brestovcu (Džanov potok i Šjokanica sa ostacima praistorijskih naselja i šljakišta), u Šarbanovcu (Manastirište-Baba Jona i Selište-Baba Jona, višeslojna nalazišta naselja i prerade rude iz praistorije i rimskog doba) i u Zlotu (Trvanj, višeslojno nalazište od gvođenog doba do ranog srednjeg veka), a među evidentiranim dobrima nalazišta u Boru (Kmpije, praistorijsko naselje iz perioda eneolita) i Brestovačkoj Banji (Hajdučka česma, ostaci naselja). Značajnija zaštićena nalazišta iz rimskog perioda su u Tandi (Mali Vizak, ostaci naselja i topioničarske delatnosti), Donjoj Beloj Reci (Stranjik, ostaci utvrđenja), Brestovcu (Džanov potok i Cerova faca, ostaci naselja i šljakišta), Metovnici (Timok, ostaci većeg stambenog ili fortifikacijskog objekta i Muskal, ostaci naselja i šljakišta) i Zlotu (Šetaće - reon Kobilja, ostaci utvrđenja), a od evidentiranih lokaliteta su na Stolu (ostaci utvrđenja), u Donjoj Beloj Reci (Markov kamen, ostaci utvrđenja, radionice za preradu rude i naselja) i u Boru (Staro groblje, ostaci naselja). Od zaštićenih lokaliteta iz srednjeg veka značajnija su Gornjane (Crkvenac, ostaci crkve i groblja) i Luka (Trebuć, ostaci rudnika), a od evidentiranih lokaliteta Gornjane (Manastirište, ostaci crkve), Donja Bela Reka (Crkvina, crkva), Zlot (Gornja Stopanja, srednjovekovno groblje) i Zlot (Manastirište, ostaci utvrđenja).

Među kulturnim nasleđem 19. i 20. veka izdvajaju se: zaštićena zgrada Francuske kasine, evidentirana stambena kolonija (Stara i Nova - Južna kolonija, koje su podigli Francuzi i produžetak Južne kolonije koju su podigli Nemci), spomen obeležje posvećeno Jevrejima na prinudnom radu u Borskom rudniku u vreme II svetskog rata i dr. Memorijalni spomenici (u kategoriji spomenika kulture) u Boru i ostalim naseljima, vezani za oslobodilačke ratove su brojni i među njima dominiraju oni iz Drugog svetskog rata. U Boru su kao spomenici kulture zaštićena tri memorijalan spomenika-srpskim i francuskim vojnicima 1912-1918., Petru Radovanoviću i M. Radnotiju.

Posebnu celinu nepokretnih kulturnih dobara čini zaštićena prostorna kulturno-istorijska celina užeg područja Brestovačke banje sa zaštićenim objektima Konakom Kneza Miloša i

Kneževim dvorcem. Celina i objekti nisu kategorisani, mada su važni za identitet Banje i opštine Bor. Autentična vrednost objekata konaka i dvorca donekle je umanjena restauracijama (kojima nisu dovoljno poštovane izvorne karakteristike objekata), kao i nedovoljnim održavanjem.

Od ostalih zaštićenih, spomenika kulture u opštini posebno se ističe crkva uspenja Bogorodice u Slatini, a od evidentiranih nepokretnih kulturnih dobara ističu se crkve u Boru, Donjoj Beloj Reci, Gornjanu, Zlotu i Krivelju.

Tradicionalni stambeni objekti narodne arhitekture u opštini samo su delimično evidentirani, ali na njima nikad nije obavljen sistematski postupak tehničkog dokumentovanja i restauracije, te je ovaj fond kulturnog nasleđa u procesu potpunog nestajanja ili utapanja u savremene seoske strukture. Primer za to je rudarska stambena kolonija u Boru, a potrebno je evidentirati i objekte narodne arhitekture u Zlotu, Krivelju i drugim naseljima.

Osetljivih objekata poput bolnice, škole, obdaništa, verskih objekata i javnih objekata, itd. na lokaciji nema. Pojas istočno od flotacije prema selu Veliki Krivelj širine 250 m je iseljen i kuće su napuštene ili srušene zbog eksploatacionih radova na površinskom kopu „Veliki Krivelj“.

U selu Veliki Krivelj nalazi se Dom kulture, Osnovna škola, obdanište, ambulanta, Pravoslavna crkva i privatni stambeni objekti koji su van Zone sanitarne zaštite i nisu ugroženi radovima sa kopa.

Pre otvaranja površinskog kopa „Veliki Krivelj” i početke rada flotacije „Veliki Krivelj” vršena su arheološka i druga istraživanja i registrovana su i zaštićena sva značajnija kulturna dobra koja su prikazana u Prostornom planu zone uticaja rudnika “Veliki Krivelj-Cerovo”. U granicama prostornog plana evidentirano je 5 arheoloških lokaliteta. Tri lokaliteta se nalaze na potezu od Velikog do Malog Krivelja (Kojak, Ciglana, Mormine), a dva lokaliteta su bliža površinskom kopu „Veliki Krivelj” (Vršec, Vlačede). Svi ovi lokaliteti su zaštićeni i ne nalaze se u radnoj zoni gde se izvode rudarski radovi.

Od važnih nepokretnih kulturnih dobara na području Krivelja su i objekti narodne arhitekture koji su zaštićeni, a koji pripadaju tipu moravske kuće rasprostranjene i u Negotinskom kraju. Kuće su u selima Veliki i Mali Krivelj i najčešće su građene na kosom terenu, dvodelne ili trodelne sa krovovima na četiri vode i tremovima -“čindama”. U prizemlju ispod cele ili dela zgrade nalaze se podrumi. Izgrađene su od brvana i talpi, a zatim oblepljene blatom. Ognjište sa dimnjakom -“koš” smešteno je uz pregradni zid i odvaja dnevni boravak -“kasa” od soba. Ova kulturna dobra se nalaze izvan I zone uticaja (Zona sanitarne zaštite) i neće biti ugrožena izvođenjem predmetnog projekta.

2.9. NASELJENOST I GUSTINA STANOVANJA

Prema popisu iz 2011.god., na teritoriji Borski upravni okrug broj stanovnika je 124.992 sa gustinom stanovanja 35,3 st/km². Na teritoriji opštine Bor živi 48.615 stanovnika u 14 naselja.

Kretanje broja stanovnika na teritoriji opštine Bor imalo je tendenciju porasta do 1991. godine, što je u direktnoj korelaciji sa privrednim razvojem baziranom na eksploataciji i preradi bakra.

Promene u ekonomskoj strukturi stanovništva rezultirale su povećanjem nepoljoprivrednog stanovništva na preko 90%, sa relativno niskim stopama aktivnosti/zaposlenosti (oko 34%), visokim učešćem penzionera (oko 24%) i izdržavanih lica (oko 33%). Udeo poljoprivrednog Prostorni plan opštine Bor i polazne osnove stanovništva (2002) pokazuje zavisnost od udaljenosti od opštinskog centra – najmanji je u Boru i Brestovcu (0,2% i 0,8%) i naseljima u kontaktnoj zoni Bora (od 1-

3%), slede Metovnica i Zlot (oko 5%), Šarbanovac, Donja Bela reka i Bučje (od 11-14%), Tanda, Luka i Topla (od 43-46%), a najveći u selu Gornjane (70%).

Stanovništvo opštine Bor u celini ima relativno dobar nivo formalnog obrazovanja. Srednji nivo obrazovanja ima 50,9% stanovništva opštine sa 15 i više godina starosti (u Boru 57%, Brestovcu 52%, a u ostalim naseljima 37%), viši 4,6%, a visoki nivo obrazovanja 7,8%. Republika Srbija ima veće učešće stanovništva sa višim i visokim obrazovanjem (5,7% i 10,6%), a Centralnu Srbiju bez Beograda nešto manje (4,9% i 7,2%).

Na području opštine Bor u prethodnom periodu izvršeno je obimno preseljenje stanovništva iz zone uticaja RTB-a. Najveći obim preseljenja bio je u Boru (MZ Sever) i na području zajednice naselja Krivelj. Detaljnim urbanističkim planom sanacije mesne zajednice Sever u Boru iz 1970. godine, predviđeno je fazno izmeštanje cele mesne zajednice iz zone uticaja površinskog kopa u Boru, koja je u to vreme imala preko 500 domaćinstava. Prema tom planu preseljen je do 1980. godine veći deo ugroženih domaćinstava, mada za taj period nema pouzdanih podataka u RTB-u i upravi opštine Bor. Procena je da je većina preseljenih domaćinstava naseljena na lokacije u drugim mesnim zajednicama gradskog područja Bora.

Prema evidencijama stručnih službi RTB-a, od 1980. godine do danas su preseljena ili su u postupku preseljenja 133 domaćinstva (tabele 2.9.1. i 2.9.2.).

Tabela 2.9.1. Broj iseljenih domaćinstava prema zoni uticaja

Zone iz kojih se sele	Broj domaćinstava
Sanitarna zona flotacijskog jalovišta "Veliki Krivelj"	48
Sanitarna zona površinskog kopa "Cerovo" (trasa hidrotransporta, Faza II)	23
Sanitarna zona površinskog kopa "Veliki Krivelj" (Zahvat IV, bio-blok, K-10, K-100, odlagalište Saraka)	51
Zona klizišta starog površinskog kopa "Bor"	10
Zona uticaja površinskog kopa "Zagrađe"	1
UKUPNO	133

Tabela 2.9.2. Način preseljenja i lokacija

Način i/ili lokacija	Broj domaćinstava
novčana nadoknada	35
nije se izjasnio za lokaciju	12
traži isplatu u novcu	2
naselje Banjica	41
KO Krivelj	5
KO Šarbanovac - naselje Timok	16
KO Bor	19
drugo	3
UKUPNO	133

Preseljenje domaćinstava je urađeno na osnovu odgovarajućih planskih dokumenata i imalo je dva osnovna modaliteta. Prvi je bila isplata u novcu za eksproprisane nepokretnosti (zemljište, okućnica, stambeni i drugi objekti). Mada nije sačuvana evidencija gde su ta domaćinstva preseljena i na koji način su rešavala svoju egzistenciju, može se pretpostaviti da su se najčešće naseljavala na urbano područje, odnosno, na njegovu periferiju. drugi modalitet je organizovano

preseljenje, detaljno razrađeno i ponuđeno žiteljima naselja Krivelj i Mali Krivelj, prilikom priprema za otvaranje novog kopa "Cerovo", početkom 1990-ih godina, tj. prilikom proširenja kopa "Veliki Krivelj". program sa uslovima i modalitetima preseljenja utvrđen je prostornim planom područja posebne namene zone uticaja rudnika "Krivelj-Cerovo" (Sl. list Opštine Bor, 3/94 i 15/95). Projekt preseljenja je tek delimično realizovan i sa dosta propusta. u toku realizacije projekta nije bio sproveden organizovan i pouzdan monitoring, što je rezultiralo brojnim manjkavostima i podstandardnim uslovima života građana, kako u odnosu na obaveze iz prihvaćenog planskog dokumenta, tako i u odnosu na utrošena finansijska sredstva. Preseljenje stanovništva i naselja suočava se sa sledećim ograničenjima i problemima:

- neprecizna zakonska rešenja o preseljenju domaćinstava iz zona eksploatacije i zone uticaja eksploatacije i prerade mineralnih sirovina; nedefinisana zakonska rešenja u pogledu obaveza korisnika eksproprijacije u odnosu na prava meštana i vrednosti zajedničkih fondova u naseljima koja se delom ili u celini izmeštaju;
- ne postoji odgovarajuća agencija (organizacija), odeljenje opštinske uprave ili upravnog okruga, koja bi objedinila poslove u vezi sa eksproprijacijom, preseljenjem, informisanjem stanovništva o njegovim zakonskim pravima, modalitetima i rokovima preseljenja; i
- nastanak ekonomske krize i neizvesnost oko njenog ishoda utiče na pogoršanje uslova preseljenja.

Flotacija „Veliki Krivelj“ smeštena je u blizini površinski kop „Veliki Krivelj“ a isti je u neposrednoj blizini sela Veliki Krivelj. prema popisu koji je izvršen 1981. godine, selo Veliki Krivelj imalo je 2026 stanovnika, 1991. godine 1701. od navedenog broj 297 radilo je u pogonima RTB Bor. Broj stanovnika Velikog Krivelja prema popisu od 2001. godine je 1100. Za dvadeset godina broj stanovnika na području Velikog Krivelja smanjio se za polovinu.

U funkcionalnom smislu deo šire urbane zone Bora (zonu neposrednog uticaja) čine prigradska naselja: Slatina, Oštrelj i Brestovac.

2.10. PODACI O POSTOJEĆIM PRIVREDNIM I STAMBENIM OBJEKTIMA I OBJEKTIMA INFRASTRUKTURE I SUPRASTRUKTURE

Područja na kojem se nalaze rudnici i postrojenja za preradu bakra su infrastrukturno potpuno opremljena (putevi, železnička pruga, snabdevanje strujom, snabdevanje vodom i dr.). Rudarsko-metalurško-industrijski kapaciteti smešteni su u nekoliko zona i pojedinačnih lokaliteta, površine oko 1450 ha.

Saobraćajna infrastruktura

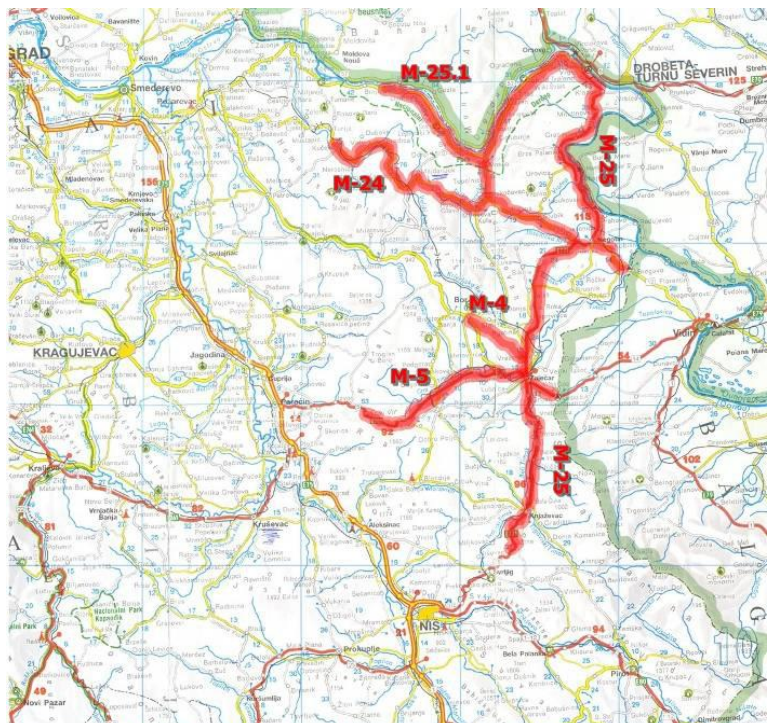
Privredni napredak prati i razvoj saobraćajne infrastrukture, prvenstveno drumske i železničke, a delom se poboljšavaju i uslovi za korišćenje Dunava kao značajne međunarodne saobraćajnice.

Sa glavnim putnim pravcem, autoputem E-75 (Beograd – Niš – Skoplje) veza se najčešće uspostavlja preko Boljevca i Paraćina (87 km), ali se za to koriste još dva putna pravca i to: preko, Zaječara, Knjaževca i Niša (150 km) i preko Crnog Vrh, Žagubice, Kučeva i Požarevca (158 km) (Slika 2.10.1.).

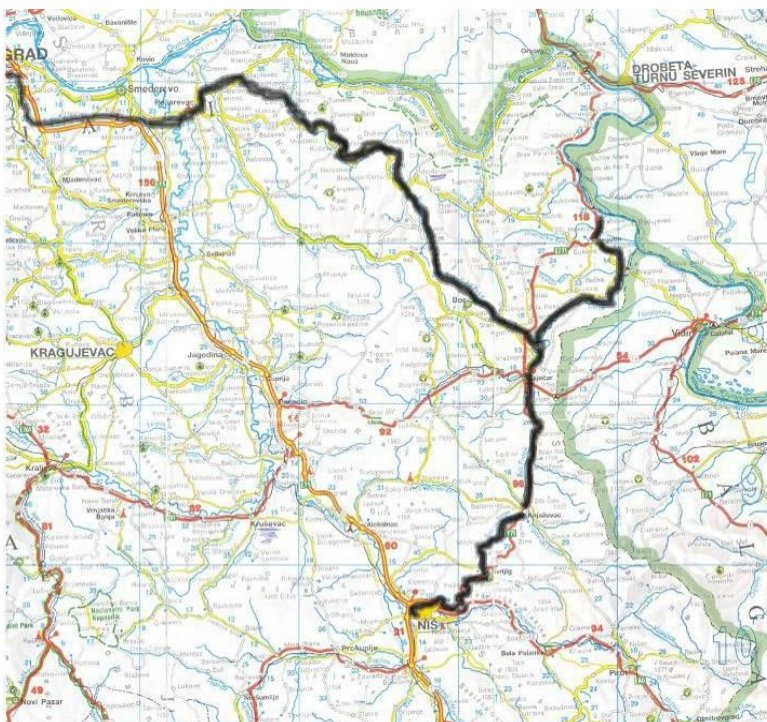
Flotacijsko jalovište „Veliki Krivelj“ nalazi se, vazdušnom linijom, na oko 3 km severoistočno od Bora i na 1 km od najbližeg sela Krivelj, u slivu Kriveljske reke. Postoji regionalni

put koji prolazi u neposrednoj blizini ovog površinskog kopa „Veliki Krivelj”, a povezuje ga sa Borom i selom Krivelj.

Posebno je značajna železnička pruga Beograd – Mala Krsna – Požarevac – Kučevo – Majdanpek – Bor – Knjaževac – Niš, sa krakom prema Prahovu na Dunavu, koja prolazi u neposrednoj blizini sela Krivelj (Slika 2.10.2).



Slika 2.10.1. Mreža državnih puteva I reda u Timočkoj Krajini



Slika 2.10.2. Položaj pruga u Timočkoj Krajini

Energetika

Na području Timočke krajine ne postoji sistematsko praćenje energetske bilansa i potreba, pa samim tim ni planovi razvoja energetike. Prema delimičnim energetske bilansima (bez potrošnje tečnih goriva u saobraćaju i poljoprivredi) na području Timočke krajine se najviše troši mazut i ugalj. Potrošnja mazuta je mahom vezana za industriju i toplane. Ugalj je kao energent najviše zastupljen u industriji, ali se u značajnoj meri koristi i u širokoj potrošnji, dok je ogrevno drvo najvećim delom prisutno u zadovoljenju toplotnih potreba u domaćinstvima. Industrija troši skoro 75% ukupne energije, pri čemu dva industrijska preduzeća IHP "Prahovo" i RTB "Bor" troše najveće količine energenata za industrijske potrebe.

Prirodni uslovi područja Timočke krajine ne omogućavaju zadovoljenje sopstvenih potreba u potpunosti sa svim energentima, jer ne postoje raspoloživi potencijali svih energetske izvora. I pored toga na području Timočke Krajine postoje značajni kapaciteti za proizvodnju energije. Za proizvodnju električne energije to su hidroelektrane „Đerdap 1“ i „Đerdap 2“, najveći proizvođač hidroelektrične energije u zemlji. U 2007. godini te hidroelektrane su ostvarile 17% ukupne proizvodnje električne energije, odnosno 67% hidroelektrične energije u Srbiji.

Na teritoriji Timočke krajine postoji elektroenergetska prenosna mreža i trafostanice nominalnog napona 400 i 110 kV JP "Elektromreža" iz Beograda i distributivna mreža i trafostanice u okviru ED "Elektrotimok" u Zaječaru, napona 35, 10 i 0,4 kV. U normalnom pogonu (svi vodovi i svi transformatori uključeni) u mreži nema preopterećenih elemenata, a naponi u svim čvorištima su u zadatim granicama, čime je obezbeđeno kvalitetno napajanje čitavog područja.

U proizvodnji uglja podzemnom eksploatacijom, na području Plana, nalaze se rudnici Soko, Bogovina, Lubnica i Vrska Čuka, gde se proizvodnja ostvaruje već dugi niz godina. Svi rudnici su deo Javnog preduzeća za podzemnu eksploataciju uglja "Resavica", pri čemu proizvodnja u rudnicima Timočke krajine iznosi preko 1/3 ukupne proizvodnje JP "PEU Resavica".

Obnovljivi izvori se statistički ne prate, mada je korišćenje ogrevnog drveta značajno zastupljeno u širokoj potrošnji. Postoje značajni potencijali geotermalne energije, energije vetra, energija (drvne) biomase i energija iz mini hidroelektrana. Potencijali solarne energije, takođe, postoje, ali je ta eksploatacija vezana za velike početne troškove, tako da je ekonomska isplativost vezana za dalju budućnost.

Sistemi daljinskog grejanja su prisutni u svim opštinskim centrima izuzev Boljevca i Sokobanje i predstavljaju značajan kapacitet u zadovoljenju toplotnih potreba domaćinstava (ukupno je instalisano 326 MWt i priključeno preko 22000 domaćinstava).

Javno komunalno preduzeće Toplana u Boru putem daljinskog grejanja, zagreva oko 95 odsto stanova i kuća u ovom gradu, u kome živi više od 40.000 stanovnika. Ugrađeni su kalorimetri radi utvrđivanja gubljenja toplote i uređaji kojima će se sprečiti da zbog nekog proboja na vrelovodu naselja ostanu bez grejanja. Grejanje se u Boru odvijalo uz velike probleme i manjak energenata, ali je Rudarsko-topioničarski basen (RTB) Bor stavio na raspolaganje svoju energiju.

Vodovod

Sistem za vodosnabdevanje borske opštine koristi vodu iz bunara u selima Surdup, Zlot i Bogovina, koja se nalaze na 10-25 km jugozapadno od Bora. Od 2000. god., borski vodovod se snabdeva iz basena/slivnog područja Zlotske reke, iz bunara blizu Crnog Timoka i od 2002.god. iz Bogovine (kaptirano izvoriste Mrljuš). Voda u selima blizu rudnih postrojenja i duž obala Borske i Kriveljske reke je zagađena i ne može da se koristi ni za piće ni za navodnjavanje. Problem je

delimično rešen kada su neka sela (Slatina, Brestovac, Oštrelj, Krivelj i Donja Bela Reka) povezana sa borskim vodovodom.

Izvorišta za pijaću vodu opštine Bor su:

- Surdup - izdašnost 105 l/s,
- Kriveljska Banjica - izdašnost 105 l/s,
- Oštreljska Banjica - izdašnost 20 l/s,
- Izvor Zlotske reke - izdašnost 40 - 1710 l/s,
- Bogovina - izdašnost 131 - 2420 l/s.

Opština Bor se snabdeva pijaćom vodom iz ovih podzemnih kraških izvora, a industrijskom iz Borskog jezera. U periodu od 1991. do 2001. godine, 80% zahvaćene vode utrošeno je u rudarstvu i industriji, a samo 20% za potrebe vodosnabdevanja domaćinstava. Potrošnja kvalitetne vode iz podzemnih izvora za potrebe industrije je prekomerna i neracionalna što dovodi do nedostatka vode za piće u sušnim periodima godine.

Veliki gubici vode nastaju zbog dotrajalih vodovodnih instalacija, neracionalnog korišćenja i neispravnosti instalacija u domaćinstvima i rudarsko – metalurškim objektima. Poslednjih deset godina potrošnja vode porasla je 3 puta po toni proizvoda. Osnovni problemi vodosnabdevanja su: nepostojanje jedinstvenog sistema upravljanja vodnim resursima i sistema monitoringa kvaliteta, kvalitet vode za piće je ugrožen dotrajalim vodovodnim i kanalizacionim cevima te može doći do mešanja ovih voda i zagađenja vode za piće, preko 10 km razvodne mreže u gradu je od zabranjenih azbestno-betonskih cevi (sadržaj azbesta u vodi za piće se ne kontroliše), vodosnabdevanje seoskih domaćinstava nije u potpunosti rešeno, delovi grada na višem nivou nemaju dovoljno vode u špicevima potrošnje i sušnim periodima zbog nedostatka rezervoara koji bi tu potrošnju mogli da pokriju. Dotrajale vodovodne cevi u pojedinim delovima grada dovode do zagađenja vode i pojave crevnih zaraznih bolesti i žutice. Prekomerna eksploatacija podzemnih izvora dovodi do nepoštovanja biološkog minimuma reka, čime se narušava bološka ravnoteža i ugrožava jedinstven živi svet površinskih i podzemnih voda.

Kanalizacija

Bor ima separacioni kanalizacioni sistem za otpadne vode grada (prosečno 150-180 l/s) i industrije (prosečno 56 l/s), bez postrojenja za prečišćavanje, sa izlivom u Borsku i Brestovačku reku.

Kanalizacija Bora u slivu Borske reke je mešovitog tipa: glavni kolektori, koji započinju od uliva Bolničkog potoka (dužine 7,1 km), rešeni su u vidu opšteg sistema, dok je kanalizaciona mreža rešena kao separacioni sistem. Sadašnji tunelski odvodnik ima zadovoljavajuću propusnu sposobnost za padavine povratnog perioda 5 godina. Za ređe povratne periode tunel dolazi pod pritisak, sa ozbiljnim posledicama po njegovu funkcionalnost.

Kanalizacija u slivu Brestovačke reke obuhvata sva naselja u dolini Brestovačke reke, od Brestovca nizvodno do Brestovačkog jezera, uzvodno. Separacioni sistem imaju naselja na tom slivu: Bor II, Metalurg i Banjsko Polje, a Brestovačka banja i kompleks Borsko jezero imaju delimično kanalizaciju za otpadne vode naselja. Brestovac nema kanalizaciju. Sve kanalizacije tog sliva se ulivaju u Brestovačku reku.

Sanitacija ostalih naselja opštine vrši se preko improvizovanih propusnih septičkih jama, ili neposrednim izlivanjem u vodotoke, u koje se ispušta i stočna osoka. Na ovaj način se ugrožavaju

vlastita i susedna izvorišta, uz mogućnost prenošenja zagađenja na velike udaljenosti u karstnim formacijama.

Zbog ispuštanja neprečišćenih otpadnih voda iz naselja u vodotoke kao prijemnike pretežno manjeg kapaciteta, stanje kvaliteta površinskih voda opštine veoma je loše, posebno u Borskoj reci koja je ekološki potpuno uništena, i u Crnom Timoku koji je van klase zbog otpadnih voda naselja i industrije.

Otpadne vode Topionice i rafinacije bakra se sakupljaju u jamu, neutrališu se i ispuštaju u zbirni kolektor industrijskih otpadnih voda.

3. OPIS PROJEKTA

Od početka svoga rada 1982. god. pa do 1989. god. flotacija Veliki Krivelj je deponovala jalovinu u starom jalovištu - polje 1. Polje 1 je nastalo zatvaranjem doline Kriveljske reke dvema pregradnim peščanim branama, uzvodnom branom 1 i nizvodnom branom 2. Radi evakuacije vode Kriveljske reke prokopan je tunel kroz stensku masu, sa leve obale reke. Dužina tunela Ø3 m je 1414 m.

Godine 1990. se jalovište proširuje nizvodno zauzimajući dodatni prostor u koritu Kriveljske reke-novo jalovište ili polje 2. Za okonturenje novog jalovišta bilo je dovoljno izgraditi samo jednu branu-branu 3. Za odvođenje voda Kriveljske reke izgrađen je po dnu korita Kriveljske reke kolektor Ø=3m i dužine 2075 m, koji predstavlja nastavak postojećeg tunela. Zbog problema na samom kolektoru izvršena je njegova sanacija na dužini od 621 m u početku, koja je tokom 2010. i 2011. god. produžena na ukupno 700 m. Sanirani deo kolektora se nalazi ispod tela brane 3, a počinje na oko 200 m od izlaza kolektora. Sanacija je izvršena ugradnjom armirano betonskog prstena debljine 40 cm. Svetli otvor na saniranom delu kolektora je smanjen na 2,2 m. Glavni objekti jalovišta su: brana 1, brana 2, brana 3, objekti za devijaciju Kriveljske reke, sigurnosni prelivni organ, sistem za dovod jalovine i sistem za povratnu vodu.

Nakon zapunjavanja polja 2 tokom 2007. god. kako bi se obezbedili sigurni uslovi za prelazak na staro polje 1 izrađen je DRP-a proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj - polje 1, i nadvišenje brane 1 i brane 2 do kote K+385 mnv, IRM Bor 2007. god. Na osnovu ovog projekta kao i pratećih hidrograđevinskih projekata koje je izradio RI iz Beograda, izvršena je sanacija brana 1 i 2 izgradnjom 2 drenaže na brani 1 (donja i gornja drenaža) kao i jedne drenaže na brani 2. Nadvišenjem brana 1 i 2 do kote K+385/380 mnv dobijen je slobodni akumulacioni prostor za odlaganje jalovine u polju 1 od oko 48,5 Mm³. Ovaj slobodni akumulacioni prostor u nadvišenom polju 1 omogućio je eksploataciju ovog polja u periodu od početka 2008. do sredine 2016. godine.

Kako bi se obezbedio adekvatan prostor za dalje odlaganje jalovine iz flotacije Veliki Krivelj početkom 2015. god. RBB je sa IRM Bor zaključio ugovor o izradi DRP-a novog nultog polja uzvodno od polja 1. Kako do ovog trenutka RBB Bor zbog loše finansijske situacije i nedostatka investicionih sredstava (uslovljenih lošom cenom bakra na svetskoj berzi metala), nije završio pripremu novog nultog polja za odlaganje jalovine, nakon zapunjavanja akumulacionog prostora polja 1 do projektovane kote K+385/380 mnv. Kako bi obezbedili kontinuitet u radu flotacije Veliki Krivelj urađen je novi TRP nadvišenja polja 1 do kote K+393 mnv i na taj način je omogućen dodatni akumulacioni prostor do kraja 2018.god., kada bi se stekli uslovi za odlaganje flotacijske jalovine na novoj lokaciji tkz. "nultom polju".

Nastavak eksploatacije flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj predviđeno je projektom izgradnje nultog polja, pregrađivanjem doline Kriveljske reke. Ovo nulto polje će predstavljati akumulaciju formiranu između postojeće brane 1 i nove nulte brane 4-1. Takođe, biće izrađena manja brana - brana 4-2, na severozapadu akumulacije koja će imati ulogu da štiti postojeći trakasti transporter. Proširenje postojećeg flotacijskog jalovišta na prostor nultog polja, pored ostalog podrazumeva i zaštitu tokova Kriveljske reke, Borske reke i Saraka potoka. Zaštita se odnosi na provođenje rečnih i potočnih tokova ispod nataložene flotacijske jalovine. U tu svrhu će se izgraditi kolektori na celoj dužini predmetnih tokova na prostoru budućeg pokrivanja talogom iz flotacijske jalovine. Mešanje voda iz flotacijske jalovine i tokova reka i potoka mora biti u potpunosti isključeno.

3.1. OPIS PRETHODNIH RADOVA NA IZVOĐENJU PROJEKTA

Po završetku izrade potrebne tehničke dokumentacije, započeti su neophodni prethodni radovi na terenu, pre svega istražni radovi, izradnja objekata i kolektora za bezbedno sprovođenje Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka ispod nultog polja do tunela ispod polja 1.

Prethodni radovi označavaju geodetske radove (istražne radove terena), pripremne radove koji se odnose na izgradnju i postavljanje objekata i instalacija trajnog i/ili privremenog karaktera za potrebe izvođenja radova, obezbeđenje prostora za dopremu i smeštaj građevinskog materijala, kao i druge radove koji se odnose na obezbeđenje sigurnosti susednih objekata, saniranje terena i obezbeđenje nesmetanog odvijanja saobraćaja i korišćenja okolnog prostora.

Tehničkim rešenjem iz TRP nadvišenja polja 1 do kote K+393 mnv omogućava se dalje odlaganje flotacijske jalovine iz kriveljske flotacije do kraja 2018. godine, što znači da se za to vreme moraju završiti svi građevinski radovi na terenu. Tu se pre svega misli na građevinske radove na izgradnji novih kolektora Kriveljske reke, Borske reke i Saraka potoka, kako bi se nakon njihove izgradnje započeli zemljani radovi na izgradnji inicijalne i zaštitne brane 4-1, čime se stvara početni akumulacioni prostor u novom nultom polju za odlaganje prvih količina flotacijske jalovine iz kriveljske flotacije.

Istražni radovi

Za potrebe izrade Elaborata o geomehaničkim karakteristikama stenske mase kroz koje treba izgraditi novi tunel u funkciji kolektora Kriveljske reke, izbušeno je 5 istražnih bušotina ukupne metraže od 509 m. Tom prilikom su obrađena kompletna geomehanička ispitivanja na jezgrima istražnih bušotina. Svi dobijeni rezultati istraživanja i ispitivanja su obrađeni u odgovarajućem Elaboratu, koga je izradio Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2008. god. Teren predviđen za gradnju predmetnog kolektora u nultom polju, samo delimično zahvata prostor izvedenog istraživanja za tunel-kolektor u polju 1-3 postojećeg flotacijskog jalovišta.

Istražno bušenje je izvedeno sa ukupno 26 bušotina je na sve četiri trase kolektora, kolektor Kriveljska reka, K-1, kolektor Borska reka, K-2, kolektor Saraka potok, K-3 i deo Prelivnog kolektora, K-4 za priključak na kolektor Saraka potok, ukupne dužine oko, L=3,5 km. Kod svih bušotina postignuta dubina bušenja je bila od min. 7 m do maksimalno 17,30 m dubine. Ukupna metraža izvedenog bušenja je 291,6 m.

Istražno bušenje na terenu nultog polja je izvela terenska ekipa, RBB-istražni radovi-Bor, u vremenu od, 30. januara - 20 maja 2015. god. Za bušenje je korišćena mašinska garnitura, tipa, Mustang 13F Atlas copco. Primenjeni prečnik bušenja je bio od 85 mm. Postupak bušenja je izveden rotacionom metodom, sa dijamantnim i vidija krunama, uz kontinualno jezgrovanje. Pri bušenju je korišćena čista voda za hlađenje radne alatke i istiskivanje jezgra. Svaka bušotina je rađena kao vertikalna. Izvođač radova na istražnom bušenju, RBB BOR, po završetku svake bušotine, nije vršio tzv. hidrogeološko tretiranje bušotine.

Istražno bušenje na terenu pregradnih brana izvršeno je na tri lokacije buduće gradnje pregradnih brana ukupno je izbušeno 8 istražnih bušotina, dubine između 11 - 17,5 m, ukupno 110,10 m bušenja. Na trasi osovine, pregradne brane PB-1, izbušene su dve istražne bušotine: B-30 i B-31, na trasi osovine, pregradne brane PB-2, izbušene su dve istražne bušotine: B-32 i B-33 i na trasi osovine, pregradne brane PB-3, izbušene su četiri istražne bušotine: B-26, B-27, B-28 i B-29.

Istražno bušenje na terenu je izvela terenska ekipa, RBB-istražni radovi-Bor, u vremenu od, 18 - 31. avgusta 2015. god. Za bušenje je korišćena mašinska garnitura, tipa, Mustang 13F Atlas

copco. Primenjeni prečnik bušenja je bio od 131 mm do 96 mm, u zavisnosti od sredine u kojoj je bušenje vršeno. Postupak bušenja je izveden rotacionom metodom, sa dijamantnim i vidija krunama, uz kontinualno jezgrovanje. Pri bušenju je korišćena čista voda za hlađenje radne alatke i istiskivanje jezgra. Svaka bušotina je rađena kao vertikalna.

Izvedenim obimom terenskih istražnih radova i laboratorijskih ispitivanja u potrebnoj meri je definisana litološko geotehnički i hidrogeloški sastav i sklop terena duž trasa kolektora u nultom polju u okviru proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj. Na osnovu dobijenih rezultata definisani su osnovni geotehnički uslovi iskopa, fundiranja i izgradnje trasa predmetnih kolektora na istraživanom terenu u svojstvu podloge za njihovo građenje. Generalno, opšti geotehnički uslovi za gradnju predmetnog kolektora na datom terenu, je da se on celom svojom dužinom prostiranja mora direktno oslanjati na čvrstu i dobro nosivu podlogu-čvrsta stena. Ako to na pojedinim deonicama kolektora nije slučaj, onda se traženi uslov mora obezbediti izradom posebno pripremljene podloge istih ili sličnih geomehaničkih karakteristika. Izrada posebne podloge se vrši zamenom postojećeg nepovoljnog tla sa kvalitetnijim materijalom.

Potrebna zamena tla se vrši sa izradom nasipa od krupnozrnih materijala kao što su: lomljeni kamen različite krupnoće dobinskih komada, šljunak prirodne mešavine, krupna i srednje sitna kamena rizla i sl. Zamena tla se vrši nasipanjem u slojevima uz odgovarajuće permanentno mehaničko zbijanje. Pre nasipanja poravnava se pod tlo i mehanički zbija. Projektom je propisana i minimalno tražena zbijenost završnog sloja zamene tla.

U geotehničkom smislu predmetni objekti kolektora na planiranim deonicama u celim svojim dužinama se mogu graditi na istraživanom terenu. Opšti zaključak je da je stepen istraženosti terena za predmetna i namenska istraživanja zadovoljavajući. Posebna naknadna i dopunska istraživanja za sada nisu potrebna. Ukoliko bi se pri izvođenju radova na iskopu za gradnju kolektora ukazala potreba za dopunskim istraživanjima i ispitivanjima, ona se mogu naknadno izvesti.

Radovi na izgradnji

U trenutku sagledavanja uticaja projekta na životnu sredinu, izvođač radova „Sloga Construction“ doo iz Kragujevca, angažovan od strane Nosioca projekta, izvodio je pripreme radove (raščišćavanje terena, obezbeđenje gradilišnih puteva, obezbeđenje gradilišta, obeležavanje trase i sl.), zemljane radove (ručno i mašinsko kopanje), betonske i armiračke radove (hidrograđevinski i građevinski radovi) na predmetnoj lokaciji. Po završetku radova planirana je likvidacija gradilišta koja podrazumeva odvoženje materijala iz gradilišnog kruga, obaveze regulisane ugovorom br.126/109 od 19.09.2017.god.

Da bi uzvodno proširenje flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj uopšte bilo moguće potrebno je sprovesti prethodne građevinske radove:

1. Izgradnja novog "glavnog" kolektora za devijaciju toka Kriveljske reke kroz novo nulto polje u ukupnoj dužini od 1580 m. Tehnički rudarski projekat regulacije Kriveljske reke u nultom polju flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj izgradnjom novog kolektora u produžetku postojećeg tunela". Kolektor Kriveljske reke je projektovan kao AB cev sledećih karakteristika: unutrašnji prečnik kolektora $D=2,20$ m, debljina zidova $d = 50$ cm, ukupna dužina kolektora $L=1580$ m, podužni pad kolektora iznosi oko 1‰, materijal za izgradnju je sulfatno otporni cement zbog niske vrednosti pH vode Kriveljske reke.

2. Izgradnja novog kolektora Borske reke koji povezuje izlaz iz tunela za devijaciju Borske reke na koti K+313,60 mnv sa novim kolektorom Kriveljske reke ispred ulaza u postojeći tunel na koti K+278,38 mnv. Kolektor Borske reke ima sledeće karakteristike: unutrašnji prečnik kolektora $D=1,20$ m, debljina zidova $d=30$ cm, ukupna dužina kolektora $L=763$ m, materijal za izgradnju je sulfatno otporni beton MB 45 zbog niske vrednosti pH vode Borske reke.

3. Izgradnja novog kolektora Saraka potoka koji povezuje postojeći kolektor (kota kinete postojećeg kolektora na mestu spajanja je K+307,19 mnv) iz koga se Saraka potok izliva u prostor budućeg nultog polja sa novim kolektorom Kriveljske reke (kota kinete na mestu spajanja je oko K+287 mnv). Kolektor Saraka potoka ima sledeće karakteristike: unutrašnji prečnik kolektora $D=1,20$ m, debljina zidova $d=30$ cm, ukupna dužina kolektora $L=712$ m, materijal za izgradnju je sulfatno otporni beton MB 45 zbog niske pH vrednosti vode Saraka potoka. Izgradnja kolektora Kriveljske reke, Saraka potoka i Borske reke se vrši prema tehničkoj dokumentaciji. Položaj kolektora Kriveljske reke, Borske reke i Saraka potoka prikazani su na slici 2.2.2. Opšta situacija projekta, razmera 1:10000 (Izvor: TP-3, Sveska 1.2.).

Osim izgradnje kolektora za devijaciju rečnih tokova Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka, potrebno je izmestiti još dva važna objekta sa lokacije novog nultog polja i to su:

1. Vodovod Surdup - Bor koji prolazi blizu nožice zaštitne zemljane brane koji će se izmestiti prema tehničkom rešenju obrađenom u tehničkoj dokumentaciji koja se izrađuje u sklopu DRP-a proširenja na nulto polje, KNJIGA 7.

2. Elektro energetske mreže koja prolazi preko nultog polja i služi za napajanje električnom energijom domaćinstva u selu Bučje, koja se izmešta u skladu sa regulativom elektroprivrede Srbije, za koji je predviđena izrada KNJIGE 8, koja se izrađuje u sklopu DRP-a proširenja na nulto polje.

Koncepcijsko rešenje proširenje jalovišta Veliki Krivelj uzvodno na novo nulto polje je potpuno obrađeno u Tehnološkom projektu (Sveska 1.2) koji se izrađuje u okviru KNJIGE 1 DRP-a proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na nulto polje i ono se sastoji u sledećem:

1. Izgradnja nove peščane brane 4-1 odstupnom metodom do projektovane kote K+393 mnv za šta je potrebno ugraditi $9.269.716 \text{ m}^3$ peska hidrociklona (sadržaj klase $-0,074 \text{ mm}$ u pesku hidrociklona iznosi oko 13%). Nadvišenje brane 4-1 kreće od krune inicijalne brane 4-1IB sa korakom nadvišenja od 5 m i sledeće geometrije brane (nagibi kosina su uslovljeni proračunom stabilnosti i uslova da svi koeficijenti stabilnosti budu veći od zakonskog minimuma): nagib unutrašnje kosine 1:2,5, nagib spoljašnje kosine 1:3,5, širina krune brane 20 m. Brana 4-1 se nožicom svoje spoljašnje kosine po dostizanju projektovane visine naslanja na zaštitnu zemljanu branu 4-1 ZB koja se izgrađuje sa vodonepropusnim glinenim jezgrom. Inicijalna zemljana brana 4-1IB se izgrađuje od kopovske jalovine valjanjem u slojevima do projektovane kote K+320 mnv sa sledećom geometrijom: nagib unutrašnje kosine 1:2, nagib spoljašnje kosine 1:2, širina krune brane 8 m. Za izgradnju brane 4-1 IB do kote K+320 mnv utrošiće se 362.819 m^3 kopovske raskrivke koja je prethodno otkopana iz Saraka odlagališta. Zaštitna zemljana brana 4-1ZB ima funkciju zaštite glavne peščane brane 4-1 od velikih voda i ona se izgrađuje takođe od prethodno uklonjene kopovske raskrivke sa Saraka odlagališta, za njenu izgradnju je potrebno 144.372 m^3 materijala. Vodonepropusnost zaštitne brane obezbeđuje se ugradnjom slabopropusnog glinenog jezgra (koeficijenta propustljivosti 10^{-9} m/s ili manji) u telo brane sa sledećom geometrijom: nagib unutrašnje kosine 1:2, nagib spoljašnje kosine 1:2, širina krune brane na projektovanoj koti K+320

mnv iznosi 8 m. Između inicijalne i zaštitne brane izgrađuje se drenažni tepih čija je funkcija da sve procedne vode koje nastaju kako tokom izgradnje glavne brane tako i tokom eksploatacije nultog polja do projektovane visine od K+393/390 mnv bezbedno evakuise van tela brane do pumpne stanice drenažnih voda 4-1 (PSDV4-1) čiji je zadatak da sve sakupljene drenažne vode vrati nazad u akumulacioni prostor nultog polja. Detaljan opis svih faza izgradnje inicijalne i zaštitne brane i drenažnog sistema je prikazan u KNJIZI 2: Tehničkom hidrograđevinskom projektu.

2. Brana 4-1 se izgrađuje i nadvišava gravitacijskim napajanjem pomoću nove Razdelne komore 4 (RK4), novog kanala za hidrotransport jalovine od RK4 do novih prekidnih komora 4 (PK4) koje se izgrađuju iznad brane 4-1 i služe za obezbeđivanje odgovarajućeg radnog pritiska u hidrociklonima na brani 4-1 od početka do kraja njene izgradnje. Po dostizanju projektovane visine brane 4-1, vršiće se upuštanje jalovine bez cikloniranja sa brane u cilju regulisanja položaja taložnog jezera oko ploveće pumne stanice 3 (PPS3).

3. Postojeća brana 1 se ne nadvišava. Kako bi se brana dodatno ojačala obzirom da u zoni njene zaštitne brane počinje front procednih voda koji se širi naviše po njenoj spoljašnjoj kosini do zaštitne brane, dopremiće se preko prekidnih komora (ukupno 10) flotacijska jalovine do PK1-10 na koti K+330 mnv kako bi se sa zaštitne brane započelo ojačavanje brane 1 slojem hidrociklonskog peska minimalne debljine 20 m. Nakon formiranja ojačanja duž zaštitne brane hidrocikloni se pomeraju vertikalno kako bi se brana ojačala celom površinom spoljašnje kosine slojem peska minimalne debljine od 20 m. Sa brane 1 će se po potrebi upuštati i nciklonrana jalovina u cilju regulisanja položaja akumulacionog jezera radi obezbeđivanja dovoljno vode za nesmetan rad PPS3.

4. Za transport povratne vode sa nultog polja do bazena iznad flotacije korišćiće se postojeća ploveća pumpna stanica u polju 1 (PPS2) nakon preseljenja, remontovanja i ponovnog sklapanja u nultom polju na lokaciji PPS3. U nultom polju se sele oba pontona, tako da će nakon preseljenja u nultom polju biti u funkciji biti ukupno 8 pumpi tipa BP 300/4 snage EM od 500 kW/1500 min⁻¹.

5. Kako zbog velike visinske razlike između nivoa akumulacionog jezera, koji će na početku eksploatacije nultog polja iznositi 290 mnv neophodno je dvostepeno prepumpavanje povratne vode do bazena iznad flotacije koji se nalaze na koti K+475 mnv.

U tu svrhu će se relejna pumpna stanica koja je demontirana iz polja 1 preseliti na novu lokaciju br. 2 u nultom polju (RPS2) na koti K+370 mnv. U RPS2 biće instalisano ukupno 6 pumpi tipa BP 300/3 snage EM od 360 kW/1500 min⁻¹.

6. Za povezivanje PPS3 i RPS2 korišćiće se 4 metalna cevovoda prečnika 500 mm, dok za povezivanje RPS2 i postojećih cevovoda za transport vode sa PPS1 do bazena za vodu, koristiti dva metalna cevovoda prečnika 700 mm.

7. U cilju zaštite transportnog sistema od jalovine i vode iz nultog polja izgradiće se manja zemljana brana 4-2 sa vodonepropusnim glinenim jezgrom sledeće geometrije: nagib unutrašnje kosine 1:2, nagib spoljašnje kosine 1:2, širina krune brane 10 m. Za izgradnju ove brane upotrebiće se zemlja iz neposredne okoline same brane u pravcu nultog polja osim slabopropusne gline koja će se dopremiti sa druge lokacije. Za evakuaciju voda koje će se sakupljati uzvodno od ove brane izgradiće se odgovarajuća pumpna stanica drenažnih voda 4-2 koja će prepumpavati vodu u akumulacioni prostor nultog polja.

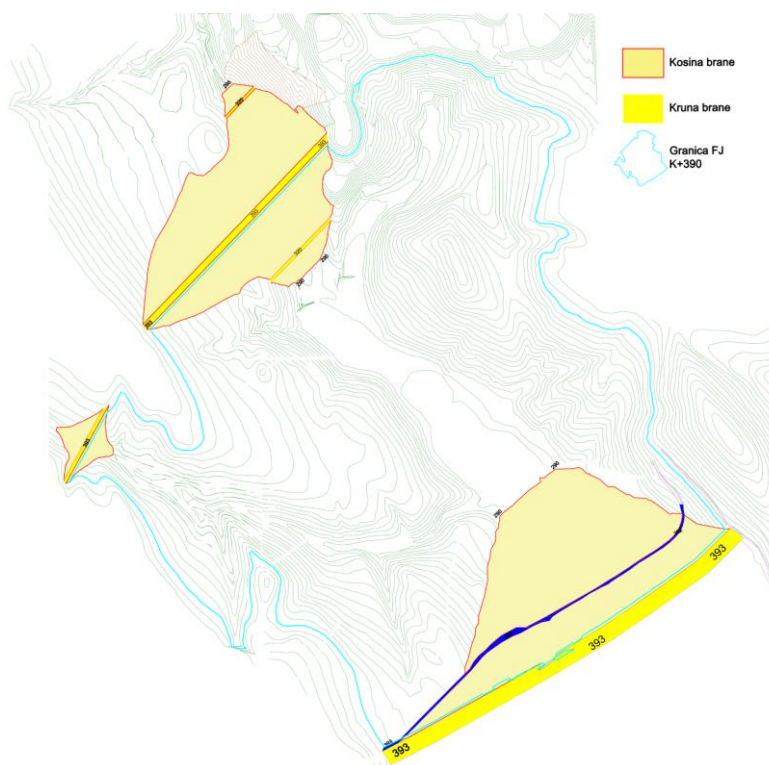
8. Za obezbeđivanje neophodne energije za rad svih agregata u nultom polju izgradiće se nova trafo stanica 35/6 kV na brdu iznad relejne pumpne stanice na koti K+405 mnv. Za napajanje pumpi u relejnoj pumpnoj stanici izgradiće se takođe nova trafo stanica kontejnerskog tipa dok će

se za pokretanje pumpi na plovećoj pumpnoj stanici koristiti postojeća trafo stanica nakon njenog preseljenja iz polja 1.

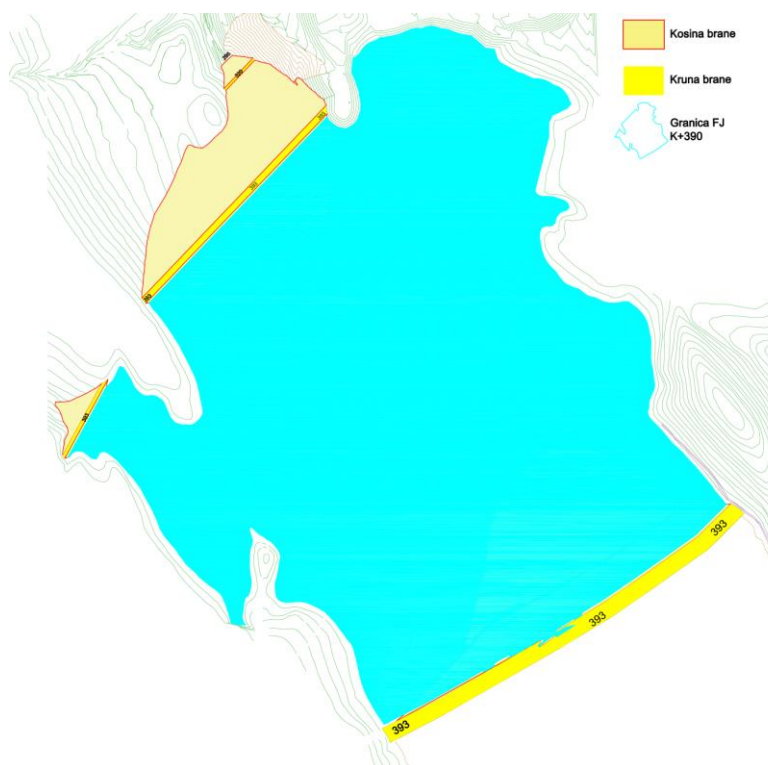
9. Za prepumpavanje vode iz polja 1 nakon preseljenja oba pontona izgradiće se mala stacionarna pumpna stanica sa dve pumpe tipa BP 300/3 koje će se priključiti na jedan od dva metalna cevovoda prečnika 600 mm, dok će drugi metalni cevovod od 600 mm biti na raspolaganju za prepumpavanje vode od relejne pumpne stanice do bazena iznad flotacije Veliki Krivelj. Realizacijom ovog konceptijskog rešenja obezbeđuje se nov akumulacioni prostor za odlaganje flotacijske jalovine u nultom polju od 115.3 Mm³. Ovaj dodatni prostor će omogućiti nesmetan rad flotacije Veliki Krivelj do 2028. god., sa predviđenom godišnjom dinamikom prerade rude.

Prikaz brane 1 i projektovanih brana 4-1 i 4-2 dat je na slici 3.1.1. Konačan izgled nultog polja se dobija ispunjavanjem akumulacije flotacijskom jalovinom između prikazanih brana do kote K+387. Završno stanje je prikazano na slici 3.1.2.

Da bi predviđeno konceptijsko rešenje bilo moguće u praksi izvesti neophodno je realizovati siguran prelazak sa polja 1 na nulto polje, kako se ni u jednom trenutku ne bi ugrozio kontinuitet u radu kriveljske flotacije, obzirom da se oko 90 % povratne vode koja se troši u flotaciji obezbeđuje sa jalovišta Veliki Krivelj. Radi lakšeg sagledavanja i kontrole postupka preseljenja iz polja 1 u nulto polje ceo proces prelaska je podeljen u 5 etapa.



Slika 3.1.1. Položaj brane 1 i brana 4-1 i 4-2 nultog polja (Prilog 8. Studije)



Slika 3.1.2. Projektovano završno stanje flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj - nulto polje (Prilog 9. Studije)

I Etapa - eksploatacija polja 1, rastavljanje i preseljenje pola pontona sa 2 pumpe u nulto polje, servis pontona i njegova montaža na lokaciji u nultom polju. Paralelno sa preseljenjem prve polovine pontona treba započeti sa formiranjem početnog akumulacionog jezera u nultom polju do kote K+290 mnv, za šta je potrebno prepumpati iz polja 1 u nulto polje oko 500.000 m³ povratne vode preko postojećeg ventila na potisnom cevovodu u zoni nultog polja, pomoću koga se povremeno ispuštao višak povratne vode iz polja 1.

II Etapa - puštanje u rad preseljenog pontona u nultom polju, preseljenje druge polovine pontona, servis i montaža druge polovine pontona u nultom polju. Paralelan rad 4 pumpe u polju 1 i 2 pumpe u nultom polju. Početak upuštanja jalovine u nulto polje preko novog kanala K4 i prekidnih kaskada na brani 4-1.

III Etapa - preseljenje prve polovine drugog pontona, servis i montaža prve polovine drugog pontona na lokaciji PPS3 u nultom polju. Paralelan rad 2 pumpe u polju 1 i 4 pumpe u nultom polju. Paralelna eksploatacija nultog polja i polja 1 za odlaganje jalovine. Tokom ove etape potrebno je izgraditi i stacionarnu pumpnu stanicu u polju 1 sa dve pumpe, koja će ostati u funkciji nakon preseljenja druge polovine drugog pontona.

IV Etapa - Preseljenje druge polovine drugog pontona, servis, montaža i kompletiranje drugog pontona. Puštanje u rad oba pontona, paralelan rad 2 pumpe u polju 1 i potrebnog broja pumpe na preseljenom pontonu. Odlaganje jalovine većeg intenziteta na nultom polju i manje na polju 1.

V Etapa - U funkciji su oba pontona na nultom polju i relejna pumpna stanica, u polju 1 dve stacionarne pumpe za povratnu vodu koje se po potrebi uključuju i jedna pumpa za povratnu vodu u polju 2 koja prepumpava vodu iz polja 2 u polje 1. Polako se gasi aktivnosti na eksploataciji polja 1, vodeći računa da se maksimalno iskoristi prostor u polju 1 za odlaganje jalovine do projektovane

kote K+391 mnv. Novo nultu polje je potpuno operativno i sposobno da primi kompletnu količinu flotacijske jalovine iz kriveljske flotacije.

3.2. OPIS OBJEKATA PROIZVODNOG PROCESA I TEHNOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Opis tehnološkog procesa

Flotacijska jalovišta predstavljaju prirodne ili veštački pregrađene prostore za akumuliranje hidromešavine (usitnjenog materijala i hemijski zagađene vode). Prostor flotacijaskih odlagališta koristi se za: deponovanje flotacijske jalovine, potpuno izbistravanje vode, i akumuliranje tehnološke vode potrebne u procesu flotacijske koncentracije. Prema gradnji, flotacijska jalovišta svrstavaju se u: brdsko - dolinski, ravničarski, dubinski, podvodni i kombinovani tip odlaganja. Flotacijska jalovišta su najčešće locirana u blizini flotacija i grade se prema topografiji terena. Formiranje flotacijaskih odlagališta može da se vrši u dolinama reka i potoka, na ravnom terenu i u prirodnim depresijama i otkopanim prostorima površinskog kopa.

Jalovište Veliki Krivelj je jalovište dolinskog tipa i zauzima prostor u bivšem koritu Kriveljske reke. Polje 1 flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj je nastalo zatvaranjem doline Kriveljske reke dvema pregradnim peščanim branama, uzvodnom branom 1 i nizvodnom branom 2. Radi evakuacije vode Kriveljske reke prokopan je tunel kroz originalni teren, sa leve obale reke. Dužina tunela Ø3 m je 1414 m. Godine 1990. se jalovište proširuje nizvodno zauzimajući dodatni prostor u koritu Kriveljske reke - novo jalovište ili polje 2. Za okonturenje novog jalovišta bilo je dovoljno izgraditi samo jednu branu - branu 3. Za odvođenje voda Kriveljske reke izgrađen je po dnu korita Kriveljske reke kolektor Ø3 m i dužine 2075 m, koji predstavlja nastavak postojećeg tunela. Ostali glavni objekti jalovišta su: brana 1, brana 2, brana 3, objekti za devijaciju Kriveljske reke, sigurnosni prelivni organ, sistem za dovod jalovine i sistem za povratnu vodu. Šema tehnološkog procesa odlaganja jalovine na jalovištu Veliki Krivelj sa glavnim pripadajućim objektima prikazana je na slici 3.2.1.

Definitivna flotacijska jalovina se u obliku pulpe sa prosečnim sadržajem čvrstog od 24,5% gravitacijski transportuje od flotacijskog podruma do jalovišta Veliki Krivelj betonskim kanalom. Flotacijsku jalovinu čine otoci tri sekcije osnovnog flotiranja na liniji prerade rude iz rudnika Veliki Krivelj i jedna sekcija osnovnog flotiranja na liniji prerade rude iz rudnika Cerovo i otok kontrolnog flotiranja bakra.

Pulpa se od bočnih kanala pojedinih sekcija prihvata i dalje transportuje betonskim kanalima do pokrivenog cevovoda koji se nalazi ispod flotacije. Cevovodom se jalovina dalje transportuje do puta Bor - Krivelj, odakle se dalji transport nastavlja pokrivenim betonskim kanalom prve i druge deonice (treća deonica od brane 2 do brane 3 više nije u funkciji). Kanal prve deonice je pravougaonog preseka $B \times H = 1,0 \times 0,8$ m, sa padom od 0,65 - 0,7 %. Ova deonica se završava razdelnom komorom 1 (poz. RK1) sa dnom kanala na koti K+412 mnv koja se nalazi iznad peščano - muljne brane 1. Iz razdelne komore 1 se preko prekidnih komora (poz. PK1) i dva pvc pulpovoda Ø400 mm (poz. P8) vrši napajanje ciklona na brani 1 (poz. HC1).

cevovoda bajpasirana, tako da se voda direktno prepumpava sa PPS1 do bazena za povratnu vodu. Na ovaj način su stvorene znatne uštede u normativnom materijalu, pre svega električne energije.

Povratna voda se iz rezervoara za vodu iznad flotacije dalje transportuje cevovodom Ø1000 mm do ventilске stanice koja se nalazi iznad pogona flotacije Veliki Krivelj. Jedan deo tehnološke vode se iz bazena usmerava u pumpnu stanicu za prepumpavanje vode do pogona na Cerovu, gde se tehnološka voda koristi za formiranje pulpe potrebne za rad pogona mlevenja.

Gotov proizvod mlevenja odnosno preliv hidrociklona ide na zgušnjavanje, nakon čega se pulpa pomoću tri serijski vezane centrifugalne pumpe u pogonu za hidrotransport, prepumpava do flotacije Veliki Krivelj, gde se vrši flotiranje minerala bakra.

Osim povratne vode koja se koristi u procesu flotiranja minerala bakra, potrebna je i određena količina sveže tehničke vode, koja se najčešće koristi za hlađenje u različitim izmenjivačima, za zaptivanje i drugo. Vodozahvat sveže vode je lociran uzvodno od brane 1 na vodotoku Kriveljske reke. U neposrednoj blizini vodozahvata nalazi se taložnik sa crpnom stanicom sastavljenom od četiri pumpe. Postojeći sistem za svežu vodu je u funkciji od 1982. god., odnosno od početka rada rudnika i do sada je funkcionisao bez nekih većih problema.

Instalirani kapacitet-Kako ukupan raspoloživi prostor prema obrađenim geodetskim merenjima prikazanim u nultom polju iznosi 115.302.722 m³ vek eksploatacije nadvišenog nultog polja će biti: Maksimalnim iskorišćenjem prostora u nultom polju nadvišenjem brane 1 do kote K+393 mnv i akumulacionog prostora do kote K+390 mnv (sa minimalnom retenzijom od 3 m tokom eksploatacije i 2 m nakon eksploatacije), omogućeno je odlaganje jalovine na nultom polju do avgusta 2028. godine, s obzirom na to da Kriveljska flotacija prerađuje preko 13 miliona tona rude godišnje (Krivelj 10,6 miliona tona i Cerovo 2,5 miliona tona).

Radno vreme-Na flotacijskom jalovištu Veliki Krivelj je zaposleno 45 radnika, a po smenama je prisutno: u I smeni 15 radnik (11+4), u II i III smeni 11 zaposlenih lica (9+2).

Smenski rad u procesu rada i održavanja flotacijskog jalovišta se odvija neprekidno u tri smene po sledećoj satnici: dnevne smene 7-15 h, 15-23 h i noćna smena 23-7 h.

Opis objekata

Osnovi i pomoćni, odnosno prateći objekti jalovišta, prikazani na slici 3.2.2. Situacija jalovišta sa ucrtanim položajem PPS3, RPS2, branama i potisnim cevovodima – projektovano stanje, su:

- Brana 1, brana 4-1, brana 4-2 i sigurnosni prelivni organ (zaštitne brane),
- Sistem za povratnu vodu (ploveće pumpne stanice, potisni cevovod za povratnu vodu),
- Sistem za svežu tehničku vodu,
- Sistem za gravitacijski transport jalovine od flotacije do jalovišta,
- Drenažne pumpne stanice PS1 i PS2 na brani 1,
- Pumpna stanica DOS za prepumpavanje jalovine i
- Kolektori reka.

Sva navedena oprema iz polja 1 i 2 biće sukcesivno preseljena na nulto polje.

Brana 1 ograničava jalovište Veliki Krivelj i polje 1 sa uzvodne strane. Prvobitno je isprojektovana od cikloniranog peska sa kotom krune brane od K+375 mnv, odnosno projektom iz

2007. god. do kote K+385 mnv. Prvobitnim projektom izgradnje brane 1 projektovana metoda izgradnje je bila odstupna metoda što je zahtevalo u početku izgradnju dve niske brane – inicijalnu (1B) i zaštitnu (1A). Inicijalna brana je projektovana kao vodopropusna, a izgrađena je od materijala iz pozajmišta sa sledećim geometrijskim parametrima: kruna širine 4 m na koti K+280 mn, nagib unutrašnje kosine 1:1,75 i nagib spoljašnje kosine 1:1,5. Njena osnovna funkcija je bila da u prvim mesecima rada rudnika obezbedi određeni akumulacioni prostor neophodan za formiranje akumulacionog jezera, radi izbistrenja vode i uspostavljanja sistema za snabdevanje flotacije povratnom vodom.

Zaštitna brana je izgrađena kao vodonepropusna sa ugrađenim glinenim jezgrom u telu brane sledećih geometrijskih parametara: kruna brane širine 8 m na koti K+302,2 mnv, nagib unutrašnje kosine 1 : 1,5 i nagib spoljašnje kosine 1:2,5. Zadatak zaštitne brane je dvostruk – da predstavlja oslonac brane 1 kada se bude izgradila do maksimalne kote, kao i da predstavlja zaštitu za iznenadni proboj vode i hidromešavine iz jalovišta. Njen drugi zadatak je da primi vršni deo poplavnog talasa u slučaju elementarnih nepogoda i velikih kiša, za povratni period od 1000 godina sa maksimalnom kotom retenzione akumulacije od K+302,0 mnv.

Brana 1 je započeta po projektu sa sledećim geometrijskim karakteristikama: nagib unutrašnje kosine 1:2, nagib spoljašnje kosine 1:3 i širine krune brane od 25 m. Od projektovane odstupne metode se odustalo još na početku eksploatacije nakon proboja jalovine kroz inicijalnu branu i izlivanja neklasirane jalovine i mulja u prostor između dve brane. Do tada izgrađen drenažni sistem je ovim potpuno uništen, tako da ni sanacija istog nije bila moguća. Zbog nemogućnosti dalje izgradnje brane odstupnom metodom promenjena je i usvojena je nova tehnologija dalje izgradnje brane - nastupna metoda, polazeći od zaštitne brane koja sada dobija novu ulogu inicijalno - zaštitne brane. Geometrija brane 1 na koti K+363 mnv je sledeća: nagib spoljašnje kosine je 1:4,8, nagib unutrašnje kosine je 1:5,4, širina krune brane je oko 14 m.

Usled izgradnje brane na poremećenoj podlozi koja se sastoji od klasiranog peska i mulja koji je voda donela iz centralnih delova jalovišta usled proboja, tokom eksploatacije i nadgradnje brane dolazilo je do različitih poremećaja kao što su školjkanje, krateri i slično.

Prethodno izgrađeni drenažni sistem je potpuno bio uništen, tako da ni sanacija istog nije bila moguća. Problem izdizanja linije provirnih voda je nastao usled neizgradnje drenažnog sistema i usled direktnog oslanjanja na branu sa vodonepropusnim jezgrom, rešavan je izgradnjom novih drenažnih bunara, koji su snižavali liniju provirnih voda na nivo koji je obezbeđivao stabilnu eksploataciju same brane. Nadgradnja ove brane je prekinuta 1989. godine.

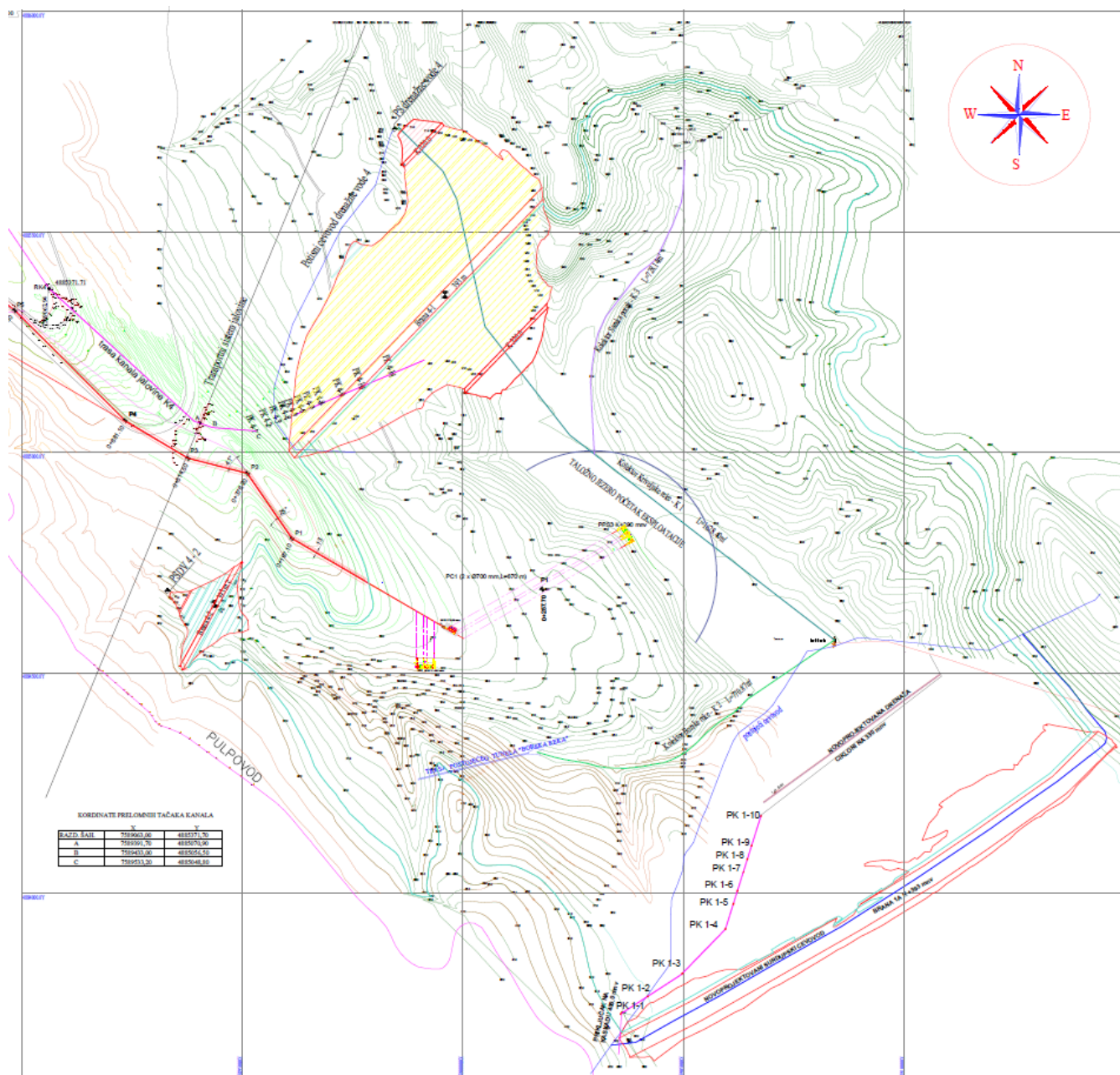
Do 2000. godine se na ovoj brani nije ništa radilo osim što je deo spoljne kosine brane prekriven slojem zemlje debljine od oko 10 cm, radi sprečavanja raznošenja čestica vetrom. Na delu spoljne kosine prekrivene zemljom ima trave i niskog rastinja što je uslovalo smanjenje erodovanja iste. Na spoljnoj kosini brane su takođe uočene i erodovane površine sa kanalima širokim do 10 m, dubokim više metara i dugačkim i do 100 m.

Po osi krune brane na koti K+363 mnv ide putna saobraćajnica, a po bermoj zaštitnoinicijalne brane cevovod vode za piće Surdup - Bor. Na kontaktu spoljašnje nožice brane 1 i padinama doline Kriveljske reke uočavaju se vlažni delovi sa bujnom vegetacijom u sezoni. Stanje nivoa provirnih voda se na brani 1 prati preko 15 aktivnih pijezometara kao i 3 bunara (bunari trenutno nisu u funkciji).

Da bi se omogućio nastavak eksploatacije polja 1 a u vezi sa tim i nadvišenje brane 1, neophodno je bilo izgraditi nove drenažne objekte, za sigurno sakupljanje i evakuaciju procednih

voda iz tela brane. U tu svrhu je Rudarski institut iz Beograda isprojektovao dva drenažna objekta sa dve drenažne pumpne stanice koje su povezane na dva plastična cevovoda, pomoću kojih se procedne vode iz drenažnih bunara prepumpavaju nazad u akumulaciono jezero polja 1.

Tokom 2008. godine izgrađeni su drenažni objekti na terenu. Tehnički prijem novoizgrađenih objekata sanacije brane 1, izvršen je od strane Komisije koju je formiralo Ministarstvo rudarstva i energetike novembra 2008. godine.



Slika 3.2.2. Situacija jalovišta sa ucrtanim položajem PPS3, RPS2, branama i potisnim cevovodima – projektovano stanje (Izvor: TP-6 Sveska 1.2. – Prilog 11. Studije)

U ovom slučaju neophodno je da se postojeće stanje na terenu uklopi u projekat nadvišenja polja 1 do kote K+393 mnv, tako da brana 1 po dostizanju projektovane visine bude stabilna i sigurna, u skladu sa važećim propisima i standardima.

Analiza stabilnosti izvršena je za glavnu branu i malu branu jalovišta. Takođe je izvršena i analiza stabilnosti odlagališta jalovine sa površinskog kopa Veliki Krivelj na lokacijama zaštitne brane, glavne brane 4.1 (Nulta brana) i Saraka potok. Proračun je rađen za završno stanje glavne brane 4.1 i glavne brane 4.2 (Mala brana), i za postojeće i završno stanje na profilima odlagališta jalovine sa kopa. Na lokalitetu nultog polja izvršeno je geotehničko ispitivanje terena i rezultati su dati u dokumentu: Elaborat o geotehničkim uslovima izgradnje pregradne brane u nultom polju u okviru proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj; Geoas doo, Beograd, 2016. godine.

Kako je u pitanju isti materijal koji se odlaže u polje 1 flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na koji se naslanja nulto polje, Računski parametri za proračun stabilnosti paleoreljefa, peska i mulja preuzeti su iz dokumenta: Godišnji izveštaj o oskultaciji jalovišta Veliki Krivelj za 2010. god.; Rudarski institut doo Beograd, 2011. godine. Na odlagalištu jalovine sa površinskog kopa Veliki Krivelj, nisu vršena ispitivanja karakteristika odloženog materijala, tako da ne postoje laboratorijski podaci na osnovu kojih bi se definisali računski parametri za proračun stabilnosti odložene jalovine. Činjenica je da je odlaganje na ovoj lokaciji završeno pre dvadeset godina, i da do sada nisu primećeni poremećaji u odloženim masama. Takođe je tokom ovog perioda došlo do sleganja odloženih masa. Imajući u vidu navedeno i na bazi literaturnih podataka, usvojene su računске vrednosti parametara stabilnosti za odloženu jalovinu sa kopa.

Ukoliko se poštuje propisana tehnologija izgradnje nasipa i deponovanja preliva hidrociklona na odgovarajući način - uz pomoć spigota, do neravnomernog zapunjavanja flotacijskog jalovišta retko dolazi, ali ipak treba skrenuti pažnju da se i o ovome povede računa.

Na ravnomernost zapunjavanja akumulacionog prostora u slučaju jalovišta, direktno utiče položaj akumulacionog jezera i lokacija ploveće pumpne stanice. Ploveća pumpna stanica postavlja se na projektovanoj lokaciji prema projektu izgradnjom brana i plaža. Na jalovištu se formiraju plaže odgovarajuće širine tako da ni u jednom delu jalovišta brane nisu direktno ugrožene usled dejstva talasa i vode iz akumulacionog jezera polja 1. Površina ogledala akumulacionog jezera u polju 1 je 16.03.2017 godine iznosila 101ha 68a 71 m², što znači da je uvećano za oko 7 ha u odnosu na kraj 2016. godine. Površina jezera je veća od projektovane ali je uslovljena prepumpavanjem vode iz polja 2 koje se odvija svakodnevno kako voda u akumulacionom jezeru polja 2 ne bi ugrozila stabilnost brane 3. Dubina vode kod pontona je trenutno preko 5 m.

Kada je u pitanju ukupan broj hidrociklona koji rade na branama 1 i 2 za nadvišenje brane 1 koriste se ukupno 8 baterija sa po 2 hidrociklona (prečnika 350 mm), dok se na brani 2 za cikloniranje koriste ukupno 7 baterija sa takođe po dva hidrociklona u bateriji. Za izradu obodnog nasipa uz put i betonski kanal za gravitacijski transport pulpe, koriste se 3 baterije i 1 hidrociklon u top izvedbi na delu nasipa do PS DOS. Takođe za izradu zaštitnog nasipa ispred PPS1 koristi se jedan hidrociklon u top izvedbi. Sumirajući prethodno ukupno raspoloživih hidrociklona na polju 1 u ovom trenutku ima 38 komada i svi su prečnika od 350 mm.

Brana 4-1 se gradi od cikloniranog peska, a oslanja se na start branu i zaštitnu branu. Brana 4-1 se gradi odstupnom metodom. Brane imaju širinu krune od 8,0 m sa nagibom spoljne i unutrašnje kosine 1:2. Dno brane biće na približnoj koti od K+290, što znači da je visina ovih brana oko 30,0 m. To znači da su obe brane veće od 15,0 m tj. spadaju u kategoriju visokih brana i podležu oskultaciji. Uzvodna zaštitna brana imaće i glineno jezgro kako bi bila nepropusna za vodu.

Brana 4 – 2 gradi se od zemljanog materijala. Brana ima širinu krune od 10,0 m sa nagibom spoljne kosine od 1:3,5 i unutrašnje kosine 1:2,5. Dno brane biće na približnoj koti od K+360, što znači da je visina ove brane oko 30,0 m. To znači da je brana veća od 15,0 m tj. spada u

kategoriju visokih brana i podleže oskultaciji.

Redosled građenja-Prema tehnologiji zapunjavanja potrebno je početi sa start branom. Za postavljanje pontonske pumpne stanice na lokaciji nultog polja potreban je određeni nivo vode (4 – 5 m) u akumulaciji. Voda bi se prepumpavala iz polja 1. Zatim bi se gradila zaštitna brana a potom brana 4-2. Preduslov za početak izvođenja ovih objekata jeste završetak predviđenih kolektora. Kao material za građenje koristi se kopova jalovina koja jednim delom zapunjava nulto polje. Za to je potrebno iskopati jalovinu i odabranu ugraditi u telo brana. Material za gradnju ne sme da sadrži krupno kamenje zbog sabijanja istog. Za temeljenje brana potrebno je izvršiti iskop do dubine naznačene u grafičkim prilogima. Dubina je određena na osnovu geotehničkog elaborata (Elaborat o geotehničkim uslovima izgradnje pregradne brane u polju “0” u okviru proširenja flotacijskog jalovišta “Veliki Krivelj” urađen od strane “GEOAS” doo Beograd, januar 2016. god.) za potrebe građenja kolektora i brane.

Start, inicijalna, brana-Osnovna uloga start brana jeste obezbeđivanje potrebne akumulacije vode u nultom polju radi postavljanje pontona za prepumpavanje vode, i kao mesto za postavljanje hidrociklona odakle se prema telu brane odvaja pesak, a u polje mulj. Visina krune brane je data tehnološkim projektom. Kota temeljenja je određena iz geotehničkog elaborata. Kota temeljenja može se i promeniti u slučaju da teren zadovoljava svojim geomehaničkim karakteristikama. Nagib spoljnih kosina je određen proračunom stabilnosti brane. Položaj brane uslovljen je maksimalnom kotom peščane brane i potrebnim nagibima kosina radi dobijanja dovoljnog koeficijenta stabilnost. Isto tako i morfologija terena je imala uticaj na odabranu lokaciju. Brana se bočno oslanja na prirodni teren.

Zaštitna brana

Osnovna uloga zaštitne brane je zadržavanje peska jalovine koji se upušta u “0” polje. Nagib spoljne kosine prvenstveno zavisi od sadržaja čvrstog i tečnog. U dosadašnjoj praksi dokazano je da se nagibi spolje kosine mogu izvesti u odnmosu 1 : 3. U našem slučaju usvojeno je da nagib bude 1 : 3,5 iz uslova stabilnosti kosina.

Fundiranje brane-Brana se desnim bokom, gledajući nizvodno, oslanja na prirodno tlo dok se leva strana oslanja na nasutu kopovu jalovinu. Predviđa se iskop kopove jalovine do prirodnog tla. Predviđeni nagib kosina iskopa kopove jalovine iznosi 2 : 1. Tačan nagib odredi će se prilikom iskopa jer nije poznat sastav te jalovine kako bi se definisao nagib iskopa. Iskopana količina ugradi će se u telo start, zaštitne brane i u osnovi brane radi dobijanja potrebnog pada za dreniranje procednih voda. Da bi se brana zaštitila od prodora vode, usled nailaska poplavnog talasa sa uzvodne strane, predviđa se dodatna zaštita izgradnjom glinenog jezgra. Jezgro je zaštićeno geotekstilom da ne bi došlo do ispiranja sitnih čestica iz istog.

Kako bi se sprečilo procurivanje kroz zaštitnu branu predviđa se dodatno osiguranje u vidu glinenog jezgra. Dimenzije jezgra su određene iz literaturnih podataka gde su date u dozvoljenim I preporučljivim granicama. Koeficijent vodopropusnosti iznosi $k=10^{-9}$ m/s. Glineno jezgro se zaštićuje geotekstilom kako bi se sprečilo ispiranje sitnih čestica iz jezgra. Daje se geoteksti sledećeg tipa po važećim standardima EN 13249, 13250, 13251, 13252, 13253, 13254, 13255, 13256, 13257, 13265 težine 200 do 300 g/m².

Lokacija glinenog materijala nije tačno poznata. Investitori ostaje mogućnost iznalaženja lokacije unutar polja sa zadovoljavajućim geomehaničkim osobinama. Bilo bi najbolje da se koristi isto nalazište iz koga je građeno jezgro brane 1. Ukoliko se ne uspe u tome investitor je prinuđen da

istu glinu nabavi sa proverenih deponija u okolini, primer deponija u Salašu kod Negotina.

Na uzvodnom licu predviđa se oblaganje uzvodne kosine krupnim kamenom u cementnom malteru, debljina obloge 0,5 metara. Između kamene obloge i tela brane postaviti geotekstil radi sprečavanja ispiranja sitnijih čestica iz tela brane. Potreba za oblaganjem uzvodne kosine proizilazi od uticaja poplavnog talasa u slučaju nailaska velikih voda. Propusna moć kolektora je ograničena svojim podužnim padom I prečnikom tako da ne može propustiti veliku vodu u slučaju njenog nailaska. Zbog toga se uzvodno stvara retenziona akumulacija do kote 315 mm.

Količine i vrste materijala neophodne za izgradnju zaštitne, start i glavne brane obračunate su u programu Minex i prikazane su u tabeli 3.2.1.

Tabela 3.2.1. Količine materijala za izgradnju zaštitne, start i glavne brane

Brana	Količina materijala, m³
Iskop kopove jalovina na lokaciji zaštitne brane	373 823
Zaštitna brana	147 809
Start, inicijalna, brana	363 691
Glavna brana, pesak 4-1	8 761 100
Mala brana 4-2	221 263
Materijal do kote K+390m	100 222 704
Retenziona zapremina do kote K+393m	7 134 215

Sistem prikupljanja voda iz deponije-Voda kao osnovni fluid služi za hidrotransport jalovine i u vidu suspenzije stiže u akumulacioni prostor flotacijskog jalovišta. Tehničko rešenje za prikupljanje voda iz akumulacije sastoji se od drenažnog sistema i sistema prelivnih šahtova sa prelivnim kolektorom. Vode se iz drenažnog sistema i prelivnih šahtova skupljaju u bazenu pumpne stanice povratne vode pozicioniranom neposredno uz branu 4 - 1 i 4 - 2. Voda se iz pumpne stanice povratne vode prepumpava cevovodom povratne vode u akumulaciju. Uloga sistema za prikupljanje i recirkulaciju slobodne vode prvenstveno je snabdevanje postrojenja za pripremu retke hidromešavine, kako bi se u što manjoj meri koristila sveža voda kao i sprečavanje ispuštanja zagađene vode u Kriveljsku reku.

Prelivni organ polja 2-Za evakuaciju nepredviđenog doticaja površinskih voda sa slivnog područja izgrađen je po levoj obali jalovišta sigurnosno prelivni organ prečnika Ø1200 mm, sa prelivnim otvorima na svaka 2,5 m po celoj dužini. Kako je retenziona zapremina polja 2 tokom eksploatacionog perioda, bila daleko veće od zapremine poplavnog talasa ovaj organ nikada nije bio u funkciji zaštite polja 2 od velikih voda. Ovaj kolektor je spojen sa kolektorom za devijaciju Kriveljske reke ispod polja 2.

Sistem za povratnu vodu-Jalovište Veliki Krivelj ima zatvoren sistem tehnološke vode. To praktično znači da se tehnološka voda nakon mehaničkog prečišćavanja u taložnom jezeru flotacijskog jalovišta, pomoću pumpnih stanica i sistema cevovoda vraća nazad u tehnološki proces flotacije Veliki Krivelj.

Sistem za povratnu vodu se sastoji od:

- ploveće pumpne stanice (PPS1) locirane u polju 1,

- ploveće pumpne stanice u polju 2 (PPS2),
- relejne pumpne stanice, (RPS) locirane nedaleko od polja 0,
- pontonska pumpna stanica u polju 0-2 kom.,
- potisnih cevovoda, između PPS-a i RPS, kao i RPS-a i bazena za povratnu vodu.

Ploveća pumpna stanica u polju 1 locirana je na najpovoljnijoj lokaciji u pogledu količine izbistrene vode kao i njenog kvaliteta u akumulacionom jezeru. Lokacija ploveće pumpne stanice je takođe prilagođena samoj konfiguraciji terena kako bi sve fleksibilne cevi koje spajaju pontonske pumpe i metalni cevovod bile što kraće. Izgled nove ploveće pumpne stanice koja je nakon demontaže i repariranja preseljena iz polja 2 u polje 1.

Na plovećoj pumpnoj stanici koja se postavlja uz obalu akumulacionog jezera polja 1 je instalirano 8 vertikalnih, četvorostepenih pumpi sledećih karakteristika:

- proizvođač Jastrebac Niš, tip BP 300/4, 8 komada,
- sa visokonaponskim elektromotorima - VN 500kW/1500 min⁻¹,
- sa kapacitetom od 170 - 320 l/s i manometarskom visinom dizanja od 152 - 112 m.

Ploveća pumpna stanica u polju 2-U polju 2 je nakon preseljenja ploveće pumpne stanice postavljena jedna pumpa čiji je usisni deo montiran na malom improvizovanom pontonu, dok se konstrukcija pumpe nalazi na obali akumulacionog jezera. Pumpa je sledećih karakteristika:

- tip VP 250/2, 1 komad,
- snaga elektromotora: 315 kW,
- kapacitet 70-100 l/s.

PPS u polju 2 služi za regulisanje količine vode u ovom polju kao i za obezbeđivanje vode za zaptivanje centrifugalnih pumpi u PS DOS. Višak vode koji ne potroši PS DOS služi za dopunjavanje polja 1.

Relejna pumpna stanica- Zbog velike visinske razlike između kote vode u akumulacionom jezeru u početku eksploatacije i bazena povratne vode prepumpavanje vode iz jezera do flotacije se obavlja u dva stepena. Prvi predstavlja prepumpavanje tehnološke vode od PPS u jalovištu do relejne stanice i drugi dalje prepumpavanje iste vode od RPS (372,5 mnv) do bazena za povratnu vodu (480 mnv). Zbog direktnog spajanja ploveće pumpne stanice i bazena za tehnološku vodu relejna pumpna stanica više nije u funkciji. RPS je bila u funkciji od početka eksploatacije polja 1 odnosno od 1982. godine pa sve do početka 2010. godine. Kako se RPS nalazi na koti K+382 mnv tehničkim rešenjem u građevinskom delu TRP-a nadvišenja do kote K+390 mnv, definisani su uslovi za njenu demontažu i premeštanje RPS sa postojeće lokacije na novu lokaciju u Nultom polje, kako ne bi došlo do njenog potapanja. S obzirom na povećanje nivoa vode u akumulacionom jezeru polja 1 tokom septembra i oktobra meseca postojeća relejna pumpna stanica je demontirana i preseljena van zone uticaja jalovišta, kako bi se kasnije kada se steknu uslovi ponovo izgradila na lokaciji novog Nultog polja.

Tehnološka voda se iz relejne pumpne stanice dalje transportuje pomoću 6 vertikalnih, trostepenih pumpi sledećih karakteristika:

- Tip BP 300/3 - bunarske pumpe, 6 kom. (preseljavaju se sa RPS polja 1)
- Sa visokonaponskim elektromotorima - VN 360kW/1450 min⁻¹

Maksimalni projektovani kapacitet relejne pumpne stanice je 1.475 l/s.

Pontonska pumpna stanica u polju 0 locirana je na najpovoljnijoj lokaciji u pogledu količine izbistrene vode kao i njenog kvaliteta u akumulacionom jezeru. Lokacija ploveće pumpne stanice je takođe prilagođena samoj konfiguraciji terena kako bi sve fleksibilne cevi koje spajaju pontonske pumpe i metalni cevovod bile što kraće. Pumpna stanica sastoji se od četiri pontona i međupotonske konstrukcije i prilaznih mostova. Ponton se sastoji od tri cilindrična rezervoara prečnika 2.000 mm a dužine 8.540 mm sa revizionim otvorom, nad njima je postavljena platforma primarni čelični nosači upravno na rezervoare. Ovi nosači ih međusobno povezuju formirajući sa njima krutu celinu. Na jednom pontonu je instalirano po 4 pumpe. Stari ponton služi za snabdevanje pogona flotacije Veliki Krivelj povratnom vodom dok se novi ponton koristi za prepumpavanje vode do pumpne stanice iznad flotacije koja snabdeva pogon na Cerovu povratnom (tehnološkom) vodom.

Potisni cevovodi kojih ukupno ima 3 su sledećih karakteristika:

- dva cevovoda za prepumpavanje vode do pogona flotacije su izgrađeni od šavnih cevi međusobno spojene zavarivanjem, $L = 3725$ m, $\varnothing 600$ mm.
- jednog cevovoda za prepumpavanje vode do PS za prepumpavanje vode do Cerova je jednim manjim delom čelične konstrukcije a većim delom od PVC materijala, $L=3725$ m, $\varnothing 600$ mm.

U dosadašnjoj eksploataciji ovi potisni cevovodi su funkcionisali bez nekih većih poteškoća.

Sistem za svežu tehničku vodu-Osim povratne vode koja se koristi u procesu flotiranja minerala bakra potrebna je i određena količina sveže tehničke vode, koja se najčešće koristi za hlađenje u različitim izmenjivačima kao i za zaptivanje i dr. Vodozahvat sveže vode je lociran uzvodno od brane 1 na vodotoku Kriveljske reke. U neposrednoj blizini vodozahvata nalazi se taložnik sa crpnom stanicom sastavljenom od četiri pumpe sledećih karakteristika:

- tip CVNR 7-5 ili VPN 200-5 (pozicije BR1 - BR4),
- sa elektromotorima od 200 kW/1500 o/min.

Postojeći sistem za svežu vodu je u funkciji od 1982. godine, odnosno od početka rada rudnika i do sada je funkcionisao bez nekih većih problema.

Sistem za gravitacijski transport jalovine od flotacije do jalovišta Veliki Krivelj-Definitivna jalovina u obliku pulpe se gravitacijski transportuje kroz betonski kanal pravougaonog poprečnog preseka, koji je različit za pojedine deonice.

Gravitacijski transport jalovine se od podruma flotacije do brane 1 obavlja kroz betonski kanal poprečnog preseka $B \times H = 1000 \times 800$ mm, sa prosečnim nagibom od 0,65 - 0,7 %. Ovaj kanal može da prihvati svu jalovinu pri radu sve tri sekcije sa projektovanim kapacitetom kao i jalovinu posle flotiranja rude sa Cerova. Iz razdeone komore 1 sa dnom na K+412 mnv se preko prekidnih komora vrši napajanje ciklona na brani 1.

Da bi se sprečio upad raznih predmeta u magistralne cevovode što bi prouzrokovalo kasniju zaglavu i nepravilan rad ciklona na branama, u dovodnom kanalu je postavljena rešetka, koja se povremeno čisti i koja služi za odvajanja raznih predmeta koji iz podruma flotacije dospevaju u gravitacioni kanal. Od brane 1 do brane 2 gravitacijski transport se može obavljati kroz dva

paralelna kanala jediničnog poprečnog preseka $B \times H = 800 \times 600$ mm, sa prosečnim nagibom od 0,69 - 1,0%. Kroz svaki kanal pojedinačno se može transportovati količina jalovine koja se dobija pri radu najviše dve sekcije flotiranja. Trenutno je samo u funkciji desni kanal, dok je levi prekinut. Na kraju desnog kanala nalazi se prijemni koš PS DOS.

Na slici 3.2.3. prikazana je šema dovoda i razvoda jalovine u nultom polju.

Drenažne pumpne stanice PS1 i PS2 na brani 1-Drenažne pumpne stanice (PS1 i PS2) su izgrađene u okviru sanacije brane 1 tokom 2008.godine, po projektnoj dokumentaciji. Njihova osnovna funkcija je da vode koje se sakupe u drenaži I (donja drenaža) i drenaži II (gornja drenaža) bezbedno izvedu iz tela brane 1 i pomoću dva plastična potisna cevovoda vrata u akumulaciono jezero polja 1. Na taj način se linija provirnih voda (koja se prati putem očitavanja aktivnih pijeziometara na brani 1) kontroliše, odnosno drži u kontrolisanim granicama koje obezbeđuju stabilnost brane, sa koeficijentom stabilnosti koji mora biti isti ili veći od zakonom propisanog.

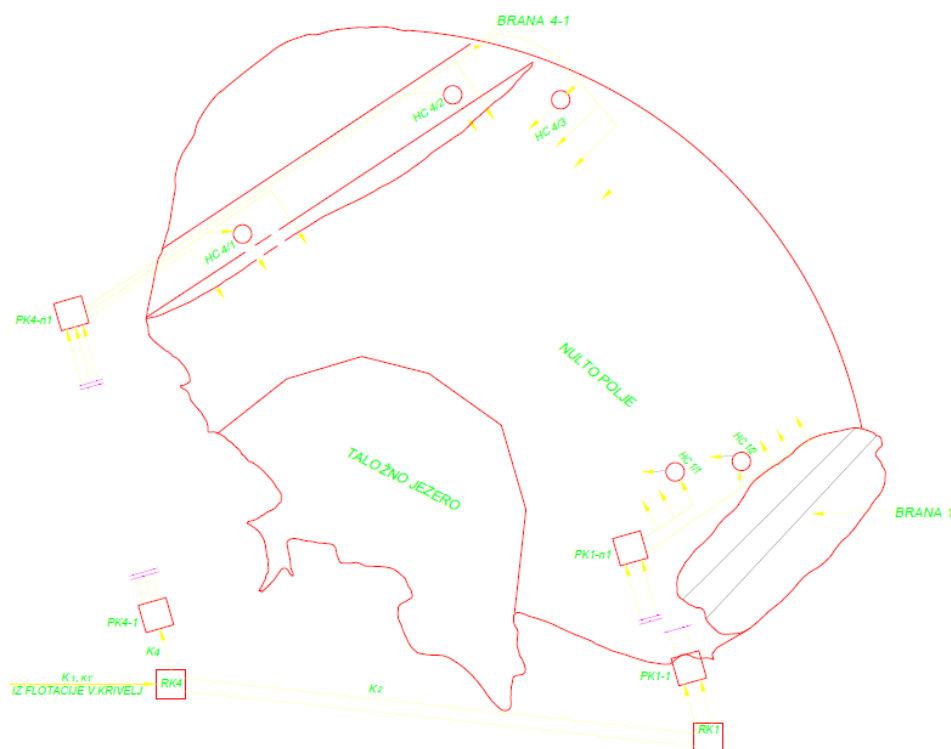
U cilju održavanja projektovanog nivoa provirne linije, a time i obezbeđenja stabilnosti, izgrađen je drenažni sistem, koji čine drenaža I (osnovna) locirana u zoni krune zaštitne brane 1 sa osom cevi na koti K+298 mnv i drenaža II locirana u zoni krune brane 1, sa osom cevi na koti K+344,50 mnv.

Procedne vode prikupljaju se iz drenaže I u pumpnu stanicu PS1 (K+302 mnv) a iz drenaže II preko bočnog odvoda u pumpnu stanicu PS2 (K+360 mnv) i potisnim cevovodima projektovanim po levom boku brane 1 neprekidno vraćaju u polje 1. Projektom je predviđen neprekidan rad crpnih stanica što se u relnim uslovima na terenu ne poštuje (imamo duge prekide rada pumpi usled čestih kvarova) čime se direktno ugrožava stabilnost brane.

Karakteristike instalisanih pumpi su:

- pumpe u PS1: $Q=20$ l/s; $H=102$ m; $N=90$ kW (spoljna pumpa), $N=22$ kW (u šahti)
- pumpe u PS2: $Q=10$ l/s; $H=60$ m; $N=18,5$ kW.

Od pumpnih stanica PS1 i PS2 su zasebno projektovani potisni cevovodi $L_1=129,0$ m po kruni 302,0 mnv i $L_2=275,0$ m po kruni 360,0 mnv, do glavnih potisnih cevovoda u levom boku brane, ukupne dužine $L=814,6$ m.



Slika 3.2.3. Šema dovoda i razvoda jalovine u nultom polju
(Izvor: TP-8 sveska 1.2. – Prilog 12. Studije)

U ovom trenutku je u PS1 instalirano 2 pumpe, jedna vertikalna koja je smeštena u drenažnoj šahti i ona služi samo za ispumpavanje vode do površine, odakle se ona dalje gravitacijski odvodi u Kriveljsku reku. Druga pumpa drenažnih voda je instalirana pored drenažne šahte i ona je priključena u automatskom režimu rada i povezana je na plastični potisni cevovod, koji je na jednom mestu presečen, tako da se i ova drenažna voda gravitacijski odvodi u Kriveljsku reku. Za dalje nadvišenje i eksploataciju brane 1 mora se projektovati i realizovati novi sistem drenaže, jer ovaj nije više moguće sanirati.

Pumpna stanica DOS za prepumpavanje jalovine-Razdelna komora 2 (RK2) se nalazila na kraju druge deonice kanala za gravitacijski transport pulpe i njena kota je bila K+375 mnv. Nakon što je brana 2 dostigla i prevazišla kotu K+365 mnv, nije bilo više moguće cikloniranje na drugom levom kraju brane 2, jer je pritisak bio nedovoljan i hidrocikloni su radili loše. Zato je projektovana i izgrađena PS DOS sa zadatkom da prihvati 45-50% od ukupnog materijala iz dovodnog kanala prve deonice i transportuje ga do "Kace" iznad brane 2, odakle se baterije hidrociklona na brani dalje napajaju gravitacijski, preko dve linije plastičnih cevovoda Ø400 mm.

U PS DOS su instalirane dve centrifugalne muljne pumpe sledećih karakteristika:

- tip HPHZ 455/400,
- snaga elektromotora 400 kW,
- sa pratećim zaptivnim pumpama tipa SCP 65/125, snage 11 kW.

Za prepumpavanje rastura iz PS DOS, obzirom da više ne može gravitacijski da se odvodi u akumulacioni prostor polja 1 (zbog nadvišenja polja 1 i brana do kote K+393 mnv) ugrađena je jedna vertikalna muljna pumpa ispod preliva PS DOS sledećih karakteristika:

- tip VPN 125/100,

- snage EM od 18,5 kW.

Zadatak ove pumpe je da sve rasture pomoću plastičnog potisnog cevovoda sprovede do akumulacionog prostora polja 1. Maksimalni projektovani kapacitet relejne pumpne stanice je 1.475 l/s.

Objekti za devijaciju reka

Za potrebe proširenja kapaciteta rudnika Veliki Krivelj potrebno je obezbediti dodatni prostor za deponiranje flotacijske jalovine. Jedini raspoloživi prostor predstavlja novo „nulto“ polje. Nulto polje se nalazi uzvodno od brane 1, ispresecano je koritima Kriveljske, Borske reke i Saraka potoka i trenutno predstavlja retenzioni prostor za prijem poplavnih talasa velikih voda. Kriveljska reka dotiče iz pravca naselja Veliki Kivelj duž Kriveljskog kopa i uliva se u postojeći tunel, prihvatajući predhodno tokove Borske reke i Saraka potoka.

Da bi se omogućilo odlaganje jalovine u „nulto polje“ neophodno je izvršiti regulaciju pomenutih vodotoka i uvesti ih u postojeći kolektor Kriveljske reke ispod brane 1.

Postojeći hidrotehnički objekti kojima je vršena regulacija u zoni kopa, prikazi trenutnog stanja na slikama 3.2.4. i 3.2.5., su:

- kolektor-tunel od brane 3 do brane 1 (ukupne dužine od 3489 m, od toga 2709 m je prečnika 3 m i 780 m je prečnika 2,2 m),
- kolektor-tunel kojim je regulisana Borska reka (ukupne dužine od 2250 m, prečnika 2,6m),
- kolektor-tunel kojim je regulisan Saraka potok (ukupne dužine od 1050 m, prečnika 1,8m),
- regulacije Kriveljske reke nizvodno od naselja Veliki Krivelj

Za potrebe odlaganja jalovinskog materijala, a samim tim i širenja kopa Veliki Krivelj, u prošlosti je više puta vršena regulacija Kriveljske reke i njenih pritoka u zoni kopa.

Tunel Kriveljske reke oko polja 1-U fazi eksploatacije polja 1 za devijaciju Kriveljske reke izgrađen je tunel kroz stenski masiv po levoj obali reke ukupne dužine 1414 m, unutrašnjeg prečnika Ø3000 mm, sa betonskom dvostrano armiranom oblogom debljine 20 cm. Prosečni nagib tunela je 1,1%. Uzvodno od tunela i brane 1 dozvoljeno je stvaranje retenzionog basena radi akumulacija velikih voda Kriveljske reke. Pri katastrofalnim padavinama verovatnoće 0,1%, kota maksimalnog uspora retencione akumulacije je K+302,0 mnv. Pored rečne vode kroz tunel prolaze i kisele vode pH vrednosti 2-4. Ove kisele vode su erodirale celu debljinu dna tunela. Potrebna je sanacija dna tunela u celoj njegovoj dužini sa dodavanjem završnog kiselo otpornog premaza.

Kolektor Kriveljske reke kroz polje 2-U polju 2 za izvođenje voda Kriveljske reke van granica jalovišta projektovan je kao AB cev i izgrađen po dnu korita Kriveljske reke betonski kolektor prečnika Ø3,0 m, debljine 50 cm i ukupne dužine 2075 m. Projektovano stanje je izmenjeno delimično sanacijom kolektora ispod tela brane 3 (u periodu od 1992. godine do 1996. godine i kasnije) i to 560 m na celom profilu i oko 60 metara u zoni kinete. Sanirani deo kolektora ispod brane 3 u ukupnoj dužini od oko 621 m počinje od lokacije - stacionaže koja je udaljena od izlaza kolektora 200 m. U saniranom delu svetli prečnik kolektora je smanjen sa 3,0 m na 2,2 m.

Dakle, devijacija toka Kriveljske reke za sada je izvršena u zonama polja 1 i polja 2. Devijacija u zoni polja 1 je izvršena armirano betonskim tunelom svetlog otvora 3 m, koji počinje

ispred zaštitno-inicijalne brane, brane 1, a završava u akumulacionom prostoru polja 2. Tunel ide kroz levu padinu dolinu Kriveljske reke, a u polje 2 izlaz na otvorena na K+261 mnm u dužini od oko 100 m. Devijacija Kriveljske reke u zoni polja 2 izvršena je kolektorom koji se nastavlja na tunel i istog je svetlog otvora. Kolektor se pruža po dnu doline Kriveljske reke i nakon 2075 m izlazi van zone jalovišta oko 150 m nizvodno od zaštitne brane, brane 3, na K+247 mnm. Zbog problema sa kolektorom izvršena je njegova sanacija na dužini od 621 m i delimična sanacija na dužini 22 m. Sanirani deo se nalazi ispod brane 3, a počinje na oko 200 m od izlaza kolektora. Sanacija je izvršena ugradnjom armirano betonskog prstena debljine 40 cm, tako da svetli otvor na saniranom delu je smanjen na 2,20 m.

Formiranjem „nultog“ polja stvoriće se novi hidrološki uslovi jer će se ukinuti postojeći retenzioni prostor za prijem poplavnih talasa i neophodno je da se izgrade novi hidrotehnički objekti u cilju zaštite postojećih infrastrukturnih objekata kopa Veliki Krivelj i samog naselja Veliki Krivelj.

Na osnovu kriterijuma iz Vodoprivredne osnove Republike Srbije usvojen je stepen zaštite infrastrukturnih objekata kopa na velike vode verovatnoće pojave 1% (stogodišnja velika voda). Za naselje Veliki Krivelj usvojen je kriterijum zaštite na velike vode verovatnoće pojave 4% (dvadesetpetogodišnja velika voda).

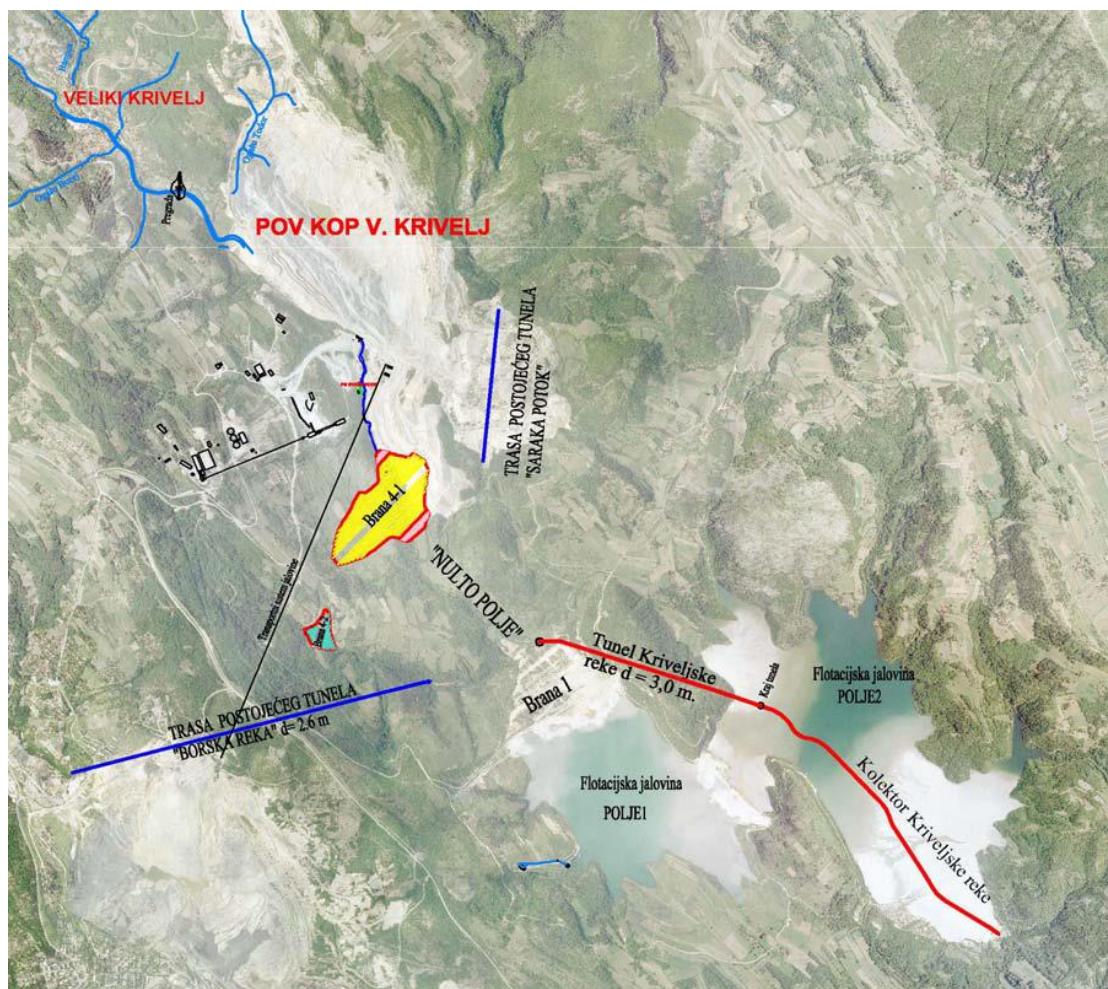
Sprovedenom hidrauličkom analizom postojećih hidrotehničkih objekata došlo se do zaključka da oni nemaju dovoljan kapacitet da propuste talas stogodišnjih velikih voda i da je neophodno projektovati novi sistem hidrotehničkih objekata koji će u kombinaciji sa postojećim objektima i stvaranjem retenzionih prostora u slivu omogućiti projektovani stepen zaštite od poplavnih voda Kriveljske reke i pritoka.

„Usko grlo“ sistema postojećih kolektora predstavlja kolektor Kriveljske reke ispod flotacijskog jezera, na kojem je vršena sanacija pri čemu je smanjen prečnik kolektora sa 3 m na 2,2 m.

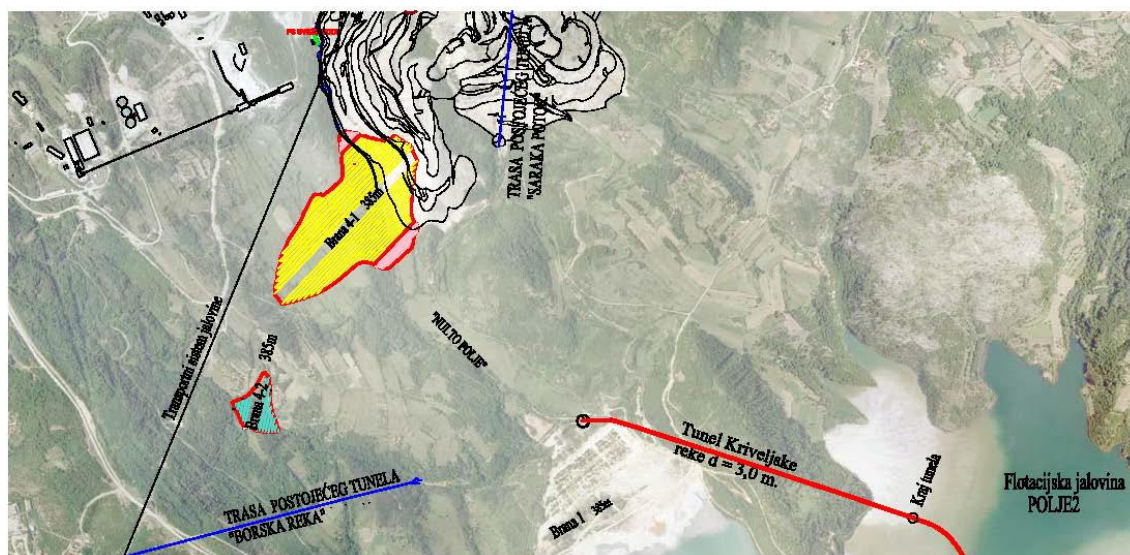
Na osnovu rezultata hidrološke analize, uvidom u zapremine poplavnih talasa stogodišnje velike vode, zaključuje se da postojeći kao i projektovani sistem kolektora-tunela, ne može da propusti poplavne vode bez formiranja uspora i potapanja infrastrukturnih objekata. Zbog toga je neophodno projektovati jednu ili više retenzija na Kriveljskoj reci uzvodno od naselja i kopa Veliki Krivelj. Retenziranjem bi se primile celokupne poplavne stogodišnje vode Kriveljske reke, a sistem kolektora nizvodno bi se dimenzionisao na poplavne stogodišnje vode pritoka kao što su Banjica, Buzejin potok, Borska reka i Saraka potok.

Sistem hidrotehničkih objekata koji će omogućiti formiranje „nultog“ polja i zaštitu kopa od velikih voda, prikazan je na slici 3.2.6., 3.2.7. i 3.2.8., sastoji se od sledećeg:

- Produžetak kolektora Kriveljske reke, od postojećeg tunela do brane 4.
- Produžetak tunela Borske reke i uvođenje kolektora u kolektor Kriveljske reke.
- Produžetak kolektora Saraka potoka i uvođenje kolektora u kolektor Kriveljske reke.
- Regulacija Kriveljske reke nizvodno od naselja V.Krivelj, na južnoj granici kopa.
- Retenzija ili sistem retenzija u slivu Kriveljske reke, uzvodno od naselja Veliki Krivelj.



Slika 3.2.4. Situacioni prikaz postojećeg stanja devijacija reka (Prilog 13. Studije)

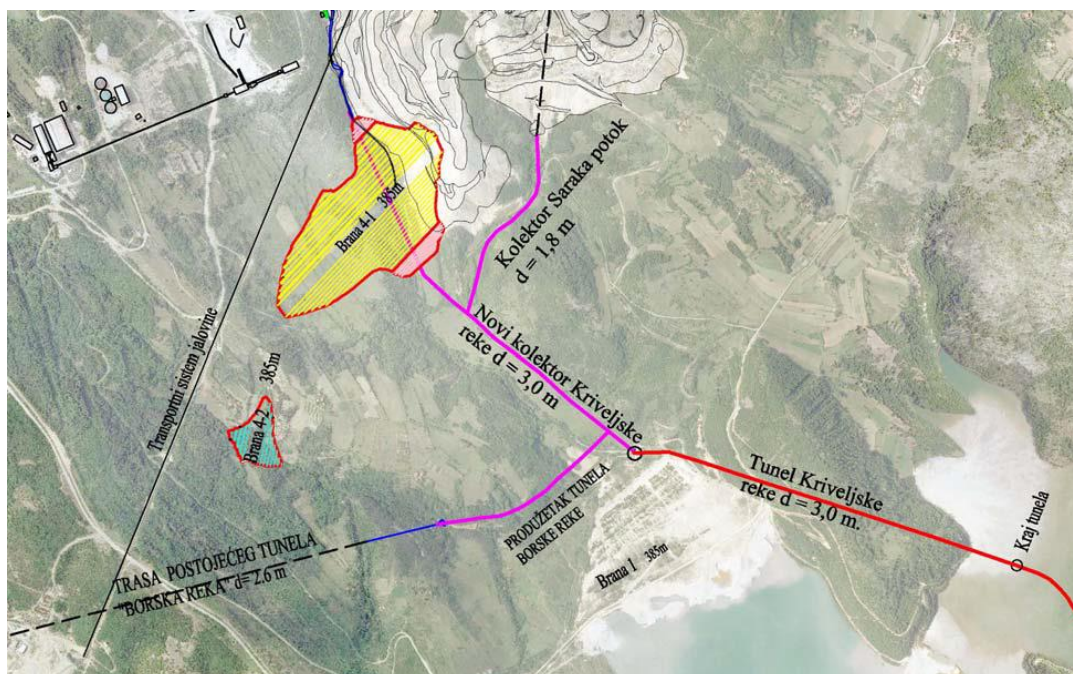


Slika 3.2.5. Situacioni prikaz položaja „nultog“ polja (Prilog 14. Studije)

Produžetak kolektora Kriveljske reke, od postojećeg tunela do brane 4

Da bi se obezbedio prostor za stvaranje „nultog“ polja potrebno je regulisati Kriveljsku reku na potezu od projektovane brane 4 do brane 1 i uvesti je u postojeći tunel prečnika 3 m. Predviđena regulacija će se izvesti izgradnjom kolektora prečnika 3 m koji predstavlja nastavak postojećeg

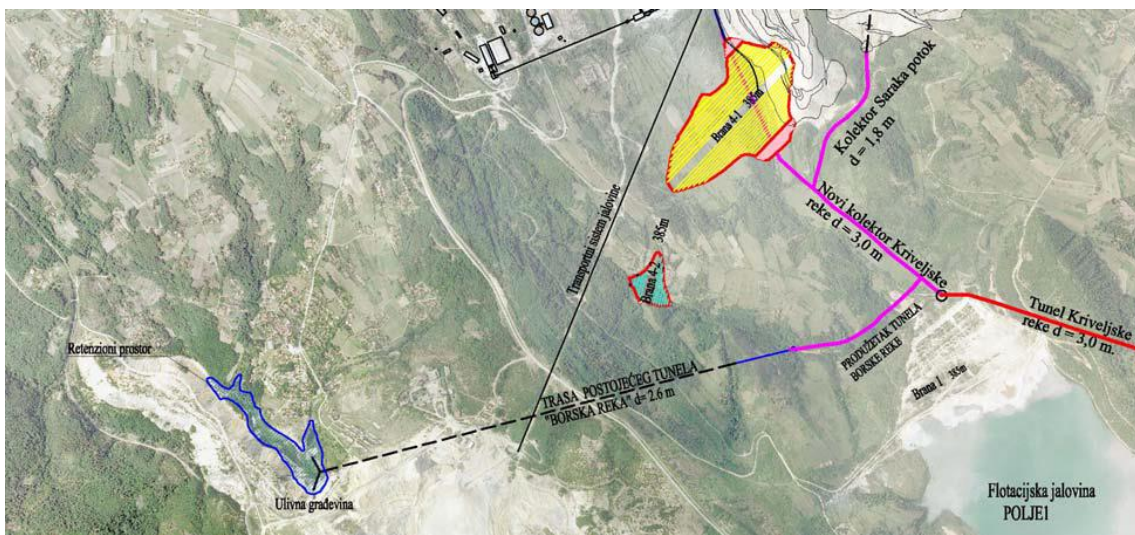
tunela. Ukupna dužina novoprojektovanog kolektora iznosi oko 1600 m uzvodno od postojećeg tunela u prostoru budućeg nultog polja jalovišta Veliki Krivelj sa podužnim padom oko 1,2%. Novi AB kolektor treba izgraditi pre početka odlaganja jalovine kako bi se, na tom prostoru, skrenula Kriveljska reka iz svog korita u novoizgrađeni kolektor, i dalje iz njega nastavila da teče kroz postojeći tunel i postojeći AB kolektor.



3.2.6. Situacioni prikaz produžetka kolektora Kriveljske reke od postojećeg tunela do brane 4 (Prilog 15. Studije)

Produžetak tunela Borske reke i uvođenje u kolektor Kriveljske reke

Borska reka je tunelom dužine 2250 m i prečnika 2,6 m uvedena u Kriveljsku reku. Izlivna građevina tunela Borske reke, odnosno uvođenje voda Borske reke u Kriveljsku reku je locirano neposredno uzvodno od ulazne građevine u tunel Kriveljske reke kod brane 1. Da bi se obezbedio prostor za formiranje nultog polja potrebno je da se izgradi nastavak tunela Borske reke i da se uvede u projektovani kolektor Kriveljske reke. Ukupna dužina novoprojektovanog kolektora iznosi oko 710 m, prečnika 2,6 m. Kolektor se izrađuje od hidrotehničkog armiranog betona marke MB 30, debljine obloge 30 cm.



Slika 3.2.7. Situacioni prikaz produžetka kolektora Borske i uvođenje u kolektor Kriveljske reke (Prilog 16. Studije)

Postojeći tunel Borske reke ima kapacitet oko $28,7 \text{ m}^3/\text{s}$ što je manje od kapaciteta projektovanog kolektora u nastavku i daleko manje od vrednosti proticaja stogodišnje velike vode koji iznosi $54,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Jedinstveni kolektor koji se dobija spajanjem postojećeg tunela i projektovanog kolektora u nastavku ima manji kapacitet u odnosu na proticaj stogodišnje velike vode, što će za posledicu imati pojavu retenziranja vode uzvodno od ulaza u tunel i pojavu tečenja pod pritiskom u kolektoru.

Kako je projektovanim stanjem predviđeno uvođenje kolektora u kolektor Kriveljske reke situacija pojave tečenja pod pritiskom u sistemu kolektora je nepovoljna jer će rezultovati potapanjem područja na ulazu u kolektor Kriveljske reke (kod brane 4) jer je visinski niži od ulaza u tunel Borske reke.

Zbog toga je potrebno da se poplavni talas stogodišnje velike vode retenzira uzvodno od ulaza u tunel Borske reke i da se kontrolisano ispušta u tunel-kolektor pri čemu vrednost ispuštenog proticaja ne prelazi kapacitet tunela-kolektora. Ispuštanje iz retenzije Borske reke bi se vršilo nakon prolaska poplavnog talasa Kriveljske reke.

Da bi se vršilo retenziranje i kontrolisano ispuštanje voda potrebno je da se na ulazu u tunel Borske reke izgradi ulivna građevina sa dubinskim regulacionim zatvaračem. Zapremina poplavnog talasa stogodišnje velike vode koji će se retenzirati iznosi oko 410000 m^3 . Uvidom u rapoložive topografske podloge, na ulazu u tunel Borske reke postoji mogućnost formiranja retenzije za prijem poplavnih talasa.

Kolektor Saraka potoka sa uvođenjem u kolektor Kriveljske reke

Postojeći tunel Saraka potoka, sa pretpostavljenim dimenzijama, ima kapacitet oko $15,5 \text{ m}^3/\text{s}$ što je blisko kapacitetu projektovanog kolektora u nastavku i daleko manje od vrednosti proticaja stogodišnje velike vode koji iznosi $67,3 \text{ m}^3/\text{s}$.

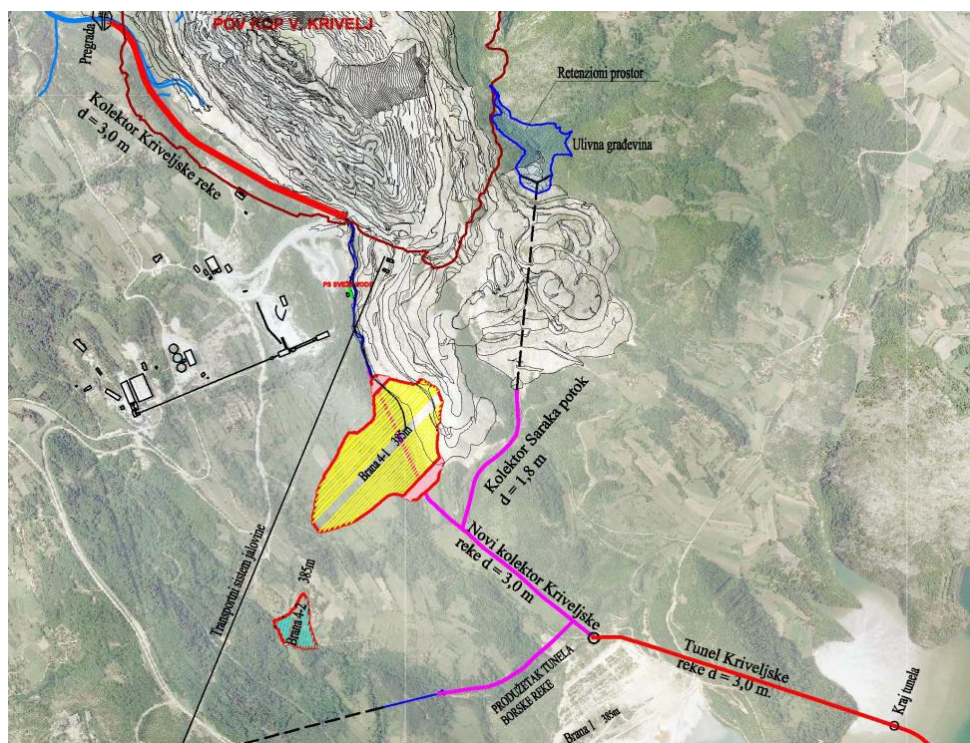
Jedinstveni kolektor koji se dobija spajanjem postojećeg tunela i projektovanog kolektora u nastavku ima dosta manji kapacitet u odnosu na proticaj stogodišnje velike vode, što će za posledicu imati pojavu retenziranja vode uzvodno od ulaza u tunel i pojavu tečenja pod pritiskom u kolektoru.

Kako je projektovanim stanjem predviđeno uvođenje kolektora u kolektor Kriveljske reke situacija pojave tečenja pod pritiskom u sistemu kolektora je nepovoljna jer će rezultovati

potapanjem područja na ulazu u kolektor Kriveljske reke (kod brane 4) jer je visinski niži od ulaza u tunel Saraka potoka.

Zbog toga je potrebno da se poplavni talas stogodišnje velike vode retnzira uzvodno od ulaza u tunel i da se kontrolisano ispušta u tunel-kolektor pri čemu vrednost ispuštenog proticaja ne prelazi kapacitet tunela-kolektora. Ispuštanje iz retenzije Saraka potoka bi se vršilo nakon prolaska poplavnog talasa Kriveljske reke.

Da bi se vršilo retenziranje i kontrolisano ispuštanje voda potrebno je da se na ulazu u tunel Saraka potoka izgradi ulivna građevina sa dubinskim regulacionim zatvaračem. Zapremina poplavnog talasa stogodišnje velike vode koji će se retenzirati iznosi oko 530000 m³.



Slika 3.2.8. Situacioni prikaz produžetka kolektora Saraka potoka i uvođenje u kolektor Kriveljske reke (Prilog 17. Studije)

3.3. PRIKAZ VRSTE I KOLIČINE POTREBNE ENERGIJE I ENERGENATA, VODE I SIROVINA, POTREBNOG MATERIJALA ZA IZGRADNJU

U toku realizacije Projekta koristi se sledeći energenti, sirovine i materije:

- električna energija
- voda
- jalovina i
- materijal za izgradnju (građevinski materijal, pesak, zemlja)

Električna energija se koristi za rad instalirane opreme, osvetljenje objekata, i zagrevanje administrativnih prostorija u toku zimskog perioda. Potrošnja električne energije na godišnjem nivou iznosi 19 557 636 KWh.

Snabdevanje električnom energijom pontonskih pumpnih stanica predstavlja deo celokupnog sistema napajanja pumpnih postrojenja za transport povratne vode u flotaciju Veliki Krivelj. Ceo sistem se sastoji od:

- dovodnih 6 kV kablova iz 110/35/6kV trafostanice TS Veliki Krivelj u TS 6/0,4 „Relejna pumpna stanica”,
- TS 35/6kV „Povratne vode”,
- TS 6/0,4 „Relejna pumpna stanica”,
- TS 6/0,4 „Ploveća pumpna stanica”,
- Električni razvod u Relejnoj pumpnoj stanici
- Električni razvod u plovećoj pumpnoj stanici 1
- Električni razvod u plovećoj pumpnoj stanici 2

Za rad i funkcionisanje nultog polja planirana je izgradnja trafostanica:

1. Trafo stanica TS 35/6kV “Povratne vode” (na prostoru Nultog polja Jalovišta Veliki Krivelj sa čije je zapadne strane je put, dok se sa ostalih strana nalazi otvoreni neizgrađeni prostor). Trafo stanica je kontejnerskog tipa i sastoji se od jednog 35kV polja-kontejnera, trafo polja i jednog 6kV polja-kontejnera. Na novoj lokaciji preseliće se postojeći transformator 35/6kV, 8 MVA, Dy5. Napajanje TS sa 35kV strane vršiće se sa postojećeg 35kV dalekovoda. Iz 6kV postrojenja, kablom će se napajati postrojenje TS 6/0,4kV “Relejna pumpna stanica”.

Sam položaj ove TS 35/6kV, predviđen je da bude na lokaciji koja se nalazi na koti 410, u neposrednoj blizini relejnog pumpnog postrojenja, a u blizini stuba postojećeg 35kV-nog dalekovoda na koti 410,8 mnv. Sam položaj ove TS 35/6kV, predviđen je da bude na lokaciji koja se nalazi na koti 410, u neposrednoj blizini relejnog pumpnog postrojenja, a u blizini stuba postojećeg 35kV-nog dalekovoda na koti 410,8 mnv.

2. Trafo stanica je kontejnerskog tipa, a početni položaj ove TS 6/0,4kV „Relejna pumpna stanica”, predviđen je da bude na lokaciji koja se nalazi u neposrednoj blizini objekta “Relejna pumpna stanica”. Njena pozicija bi se vremenom menjala u zavisnosti od podizanja nivoa “jalovišta” i pomeranja pozicije pontona. Promena pozicije bi usledila kada tehnološki prestane potreba za radom pumpi u “Relejnoj pumpnoj stanici. Trafostanica TS 6/0,4kV „Relejna pumpna stanica” je namenjena za napajanje i komandovanje radom 6 (+ 1rezervni) elektromotora pumpi koje se nalaze u „Relejnoj pumpnoj stanici”, za napajanje TS 6/0,4 „Ploveća pumpna stanica”, TS 6/0,4 „Brana 4-1”, TS 6/0,4 „Brana 4-2” i za napajanje opštih instalacija u “Relejnoj pumpnoj stanici”.

3. Trafostanica 6/0,4kV „Ploveća pumpna stanica”, je namenjena za napajanje i komandovanje radom elektromotora pumpi koje se nalaze na dva pontona i za napajanje opštih instalacija pontona. Iz razvodnog postrojenja ploveće pumpne stanice vrši se napajanje i upravljanje radom 8 elektromotora pumpi koje se nalaze na plovećim pumpnim stanicama. Napajanje ove TS bi se vršilo iz TS 6/0,4 „Relejna pumpna stanica” preko dva napojna kabla. Jedan bi bio radni a drugi rezervni. Objekat, Trafostanica 6/0,4kV „Ploveća pumpna stanica” je već postojeća TS koja je trenutno postavljena na poziciji za napajanje pontonskih pumpi pontona u Polju 1. Ovaj objekat će se premestiti na novoj poziciji, tako da je ovo projekat izvedenog objekta. Takođe, postojeći pontoni sa celokupnom opremom se prenose na novim pozicijama, pa će se i postojeća elektro oprema i dalje koristiti.

Voda se koristi u tehnološkom procesu za korekciju vlažnosti gline u procesu primarne prerade i za sanitarne potrebe. Vodosnabdevanje za Veliki Krivelj je potrebno da bi se obezbedila industrijska voda i voda za piće. Sveža voda se dobije iz Kriveljske reke kada je potrebno.

Vodozahvat sveže vode je lociran uzvodno od brane 1 na vodotoku Kriveljske reke. U neposrednoj blizini vodozahvata nalazi se taložnik sa crpnom stanicom sastavljenom od četiri pumpe. Postojeći sistem za svežu vodu je u funkciji od 1982. god., odnosno od početka rada rudnika i do sada je funkcionisao bez nekih većih problema. Prema dobijenim podacima, ukupna potrošnja vode za Veliki Krivelj iznosi oko 8,000 m³/dan. Na lokaciji se ne vrši prethodna prerada vode. Sveža industrijska voda se koristi za zaptivanje i hlađenje agregata u flotaciji V. Krivelj i za pripremu reagensa dok se za potrebe tehnološkog procesa koristi povratna voda sa flotacijskog jalovišta.

Jalovina za potrebe izgradnje inicijalne brane, se sastoji od zdrobljene primarne stene, andezita i stenovitog pilita, neujednačene krupnoće drobinskih komada, haotično nasipanom, sa formiranom kosinom koja je u postojećim uslovima u opštem stabilnom stanju. Opšte geomehaničke i mehaničke karakteristike kopovske jalovine su uglavnom nepovoljne. Naročito se to odnosi na njenu zbijenost i stepen vodopropsnosti. O navednim podacima se mora voditi računa pri projektovanju i načinu izvođenja nasipa pregradne brane. Inertan materijal dobijen u procesu flotiranja je poslužio za formiranje brane 1, a takođe će se iskoristiti i za formiranje novih brana za nultu polje. U nastavku rada flotacijskog jalovišta će se deponovati u nultom polju isti materijal koji je deponovan u Polju I i Polju II.

Analize granulometrijskog sastava flotacijske jalovine vršene u laboratoriji IRM Bor. Određivanje granulometrijskog sastava uzoraka jalovine sa jalovišta. Na jalovištu flotacije Veliki Krivelj 10.02.2017. godine izvršeno je izuzimanje uzoraka u cilju praćenja parametara rada. Izuzeto je 5 uzoraka na kojima je određen granulometrijski sastav, gustina pulpe i sadržaj čvrstog u pulpi proizvoda hidrociklona i gustina čvrstog. Zapreminska masa deponovanog materijala i zaostala vlaga nisu određeni, jer zbog zaleđenosti terena uzorci nisu mogli da se izuzmu.

Preovlađuje ujednačeni materijal koji se sastoji od 74% sitnog i 19% krupnijeg peska i 7% glinenih čestica. Ovakav granulometrijski sastav uslovljava loš vodno-vazdušni režim i spada u glavne limitirajuće faktore za razvoj biljaka u jednom supstratu. Nedostatak glinenih čestica sa organskim materijama u flotacijskoj jalovini čini supstrat nepovoljnim za samoobnavljanje i razvoj biljaka na njemu. Čestice gline i humusa u flotacijskoj jalovini služe za aktiviranje rada zemljišne mikroflore i pokretanje pedoloških procesa stvaranja humusa i pristupačnih elemenata ishrane biljaka. Iz tih razloga se supstratu dodaje humus. Unošenjem organskih materija u supstrat u vidu humusa, ubrzava se mikrobiološki proces i omogućava se kontinuirani priliv biljnih asimilatativa za razvoj travnatog pokrivača, drvenastih i žbunastih vrsta biljaka predviđene biološkom rekultivacijom.

Flotacijska jalovina nastaje kao nusprodukt procesa prerade rude ili drugih baznih materijala u rudarskim i/ili industrijskim pogonima. U RTB „Bor“ – na pogonu flotacije „Veliki Krivelj“ iz procesa flotacije bakra nastaje opasna materija koja spada u grupu štetnih i opasnih materija po životnu sredinu, jalovina. Jalovina u svom sastavu pretežno sadrži teške metale, okside aluminijuma, silicijuma, pored toga sadrži i opasne materije koje se javljaju kao posledica korišćenja flotacijskih reagensa: flotacionih penušavaca i kolektora.

Hemijski sastav flotacijske jalovine iz uzoraka (kolona Jdef) iz Izveštaja o ispitivanju, obavljenog od strane Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, dat je u tabeli 3.2.1.

Tabela 3.2.1. Izveštaj o ispitivanju jalovine i koncentrata

Element	Uzorak Jdef	Uzorak Kdef
%Cu	0,08	13,46
%Cu-ox	0,065	0,281
%Cu-sulf	0,073	13,17
%S	3,24	33,70
%SiO ₂	58,52	28,68
%Fe	4,58	32,74
%Fe ₃ O ₄	0,56	0,10
%Al ₂ O ₃	15,70	2,76
%CaO	5,08	1,59
MgO	2,16	0,54
K ₂ O	1,95	0,32
Na ₂ O	1,39	0,22
Pb	<0,02	<0,04
Zn	0,0078	0,19
As	<0,0030	<0,0030
Se	<0,0040	0,13
Mo	0,0016	0,046
TiO ₂	0,45	0,22
V ₂ O ₅	0,030	0,0095
Ti	0,27	0,13
g/t Ag	<0,5	11,4
g/t Au	<0,1	1,3
Prema identifikaciji opasnosti: CAS broj: - UN broj: 3390 ; Klasa opasnosti - ADR/RID klasa: - Znaci opasnosti: N (opasno po životnu sredinu), Xn (štetno) Napomena: za flotacijsku jalovinu ne postoji Bezbednosni list (SDS list)		

Potrebni materijal za izgradnju – Za izgradnju tunela, kolektora i sl., za nadvišenje brane 1 do kote K+393 mnv, prema projektovanoj geometriji brana i nasipa potrebno je ugraditi 9269716 m³ peska, pri čemu se u akumulcionom prostoru nultog polja do kote uspora od K+390 mnv može odložiti ukupno 106033006 m³ jalovine, što predstavlja ukupan raspoloživi prostor u nultom polju od 115.302.722 m³ jalovine iz flotacije Veliki Krivelj.

Pri formiranju nultog polja flotacijskog jalovišta neophodno je prvo otkloniti otkrivku u ovom slučaju humus, koji bi bio deponovan u neposrednoj blizini, kako bi se mogao iskoristiti u procesu rekultivacije.

3.4. PRIKAZ VRSTE I KOLIČINE ISPUŠTENIH GASOVA, VODE I DRUGIH TEČNIH I GASOVITIH OTPADNIH MATERIJAMA, POSMATRANO PO TEHNOLOŠKIM CELINAMA UKLJUČUJUĆI EMISIJE U VAZDUHU, ISPUŠTANJE U POVRŠINSKE I PODZEMNE VODNE RECIPIJENTE, ODLAGANJE NA ZEMLJIŠTE, BUKU, VIBRACIJE, TOPLOTU, ZRAČENJA (JONIZUJUĆA I NEJONIZUJUĆA) I DR.

3.4.1. Tokom izvođenja radova

U toku izvođenja pripremnih radova i izgradnje objekata dolaziće do:

- emisije zagađujućih materija u vazduhu
- stvaranja građevinskog otpada
- komunalnog otpada
- stvaranja otpadnih voda i
- emitovanja buke

Emitovanje zagađujućih materija u vazduhu nastaje od gasova dizel motora usled rada građevinske mehanizacije koja se koristi u toku pripremnih radova i radova na izgradnji objekata, kao i prašine koja nastaje usled izvođenja zemljanih radova. Emisija ovih zagađujućih materija biće prisutna samo u toku trajanja izvođenja pripremnih radova čiji je završetak planiran za kraj 2018. godine.

Do pojave prašine usled izvođenja zemljanih radova dolaziće prilikom:

- izgradnje kolektora za devijaciju rečnih tokova Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka
- izmeštanja vodovoda Surdup – Bor
- izmeštanja nadzemnog srednjenaponskog dalekovoda 10kV SN SKS i
- tokom svih etapa (I-V) izgradnje objekata i instaliranja opreme na nultom polju.

Količina emitovane prašine zavisiće od vrste radova i vremenskih uslova.

Prilikom iskopavanja i radova na poravnanju terena u letnjem periodu za vreme suša i vetra koncentracija prašine biće veća u odnosu na vlažne periode proleća i jeseni i periode bez vetra.

U cilju smanjenja koncentracije emitovane prašine na gradilištu, obaveza izvođača radova je da vrši redovno kvašenje materijala i zaprašenih površina i da spreči rasipanje građevinskog materijala tokom transporta.

Emitovane zagađujuće materije iz motora građevinske mehanizacije sastoje se od ugljenmonoksida (CO), ugljendioksida (CO₂), azotovih oksida (NO_x), sumpordioksida (SO₂), isparljivih organskih materija (VOC), aldehida i čađi.

U tabeli 3.4.1. data je potrošnja dizel goriva (lit/god) i količina emitovanih gasovitih zagađujućih materija (kg/l) poreklom iz sagorevanja dizel goriva u SUS motorima rudarske opreme.

Tabela 3.4.1. Emisija gasova iz motora SUS građevinske mehanizacije

Tip opreme	Potrošnja goriva	Emisija gasova poreklom iz dizel goriva (kg/l)			
		CO	NO _x	SO ₂	VOC
Hidraulični bager HYUNDAI 290LC	3608	14,73	34,29	3,74	1,58
Kamion KAMAZ 541	145960	11,79	38,50	3,74	5,17
Buldozer CAT D8	1108	14,73	34,29	3,74	1,58

Građevinski otpad čini iskopano zemljište i pesak, šut, lomljeni beton, otpadna armatura, drvo, plastika, kablovi itd., koji nastaje u toku izvođenja radova na izgradnji objekata. Količina i vrsta otpada zavisiće od vrste i obima planiranih radova. U cilju minimalizacije količine otpada za odlaganje, vršiće se izdvajanje otpada koji ima reciklabilni karakter i njegovo predavanje ovlašćenim operaterima.

Komunalni otpad stvaraće zaposleni tokom rada na gradilištu.

Otpadnu vodu u toku izgradnje objekata činiće sanitarno-fekalne otpadne vode, koje stvaraju zaposleni tokom boravka na gradilištu. Količina sanitarnih otpadnih voda određena je brojem zaposlenih i prosečnom količinom vode po jednom zaposlenom. Količina otpadne vode po zaposlenom na dan iznosi oko 35 litara.

Buka u toku izvođenja radova na izgradnji objekata, potiče od rada građevinske mehanizacije. U Tabeli 3.4.2. prikazane su neke od građevinskih operacija i pridruženi nivoi buka na udaljenosti do 10 m (dobijen iz BS 5228-1 :2009).

Tabela 3.4.2. Primer građevinskih radova i tipični podaci o nivoima buke na 10 m (BS 5228-1:2009), slobodno polje dB (A)

Postrojenje/Operacija	Nivo buke ($L_{Aeq,T}$ / L_{AFmax} na 10m) iz BS 5228- L_{AFmax} označen nivo
Bager točkaš - Iskopavanje	71-77
Bager točkaš - Žemljani radovi	68-80
Bager točkaš - Istovar /Zbijanje	78-86
Kamion kiper - Raznošenje	56-92
Kamion kiper - Kipovanje/Utovarivanje	74-86
Kamion - Dovoženje/Prevoz materijala	76-88

U cilju zaštite parametara životne sredine, u toku izvođenja građevinskih radova, izvođač radova je u obavezi da svoj rad uskladi sa Elaboratom o uređenju gradilišta:

- materijal i opremu koji se koriste skladištiti na određeno mesto i na način da ne dođe do štetnog dejstva na životnu sredinu;
- građevinski otpad propisno razvrstavati, transportovati i odlagati na za to predviđeno

- mesto – deponiju;
- sav otpad koji nastaje na gradilištu propisno razvrstavati i odlagati na propisan način;
- sav otpad reciklabilnog karaktera, odvoziti na mesto reciklaže ili odlagati u skladu sa pravilima Investitora.

3.4.2. U toku redovnog rada projekta

U toku redovnog rada, prilikom odlaganja flotacijske jalovine, i nakon zatvaranja odlagališta flotacijske jalovine dolaziće do:

- emisije zagađujućih materija u vazduhu,
- prodora voda iz akumulacionog jezera (u slučaju kvara na drenaznom sistemu ili usled oštećenja kolektorskog sistema Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka)
- stvaranja otpada i
- emitovanja buke

3.4.2.1. Emisija u vazduh

Najveći problem zagađenja vazduha u procesu odlaganja flotacijske jalovine je emisija prašine sa brana flotacijskog jalovišta. Zagađenje vazduha koje može da nastane javlja se usled emisije prašine sa površina flotacijskog jalovišta. Prašina koja se diže pod dejstvom vetra sa izvora zagađenja može da utiče na zagađenje kako vazduha, tako i zemljišta i biljaka.

S obzirom na to da se za izgradnju brane koristi pesak iz hidrociklona, na osnovu rezultata ispitivanja prikazanih u tabeli 3.2.1. u emitovanoj prašini flotacijske jalovine, očekuje se prisustvo oksida silicijuma, fvožđa, aluminijuma, kalcijuma, magnezijuma kao i prisustvo teških metala: Cu, Zn, Pb, Fe, Cr, Ni, Pb, Cd, As.

Koncentracija i gustina oblaka nastale prašine, koja se disperguje u vazduhu, zavisi od stepena vlažnosti jalovine, atmosferskih uslova (relativne vlažnosti vazduha i brzine vetra).

3.4.2.2. Zagađenje vode

U toku redovnog odvijanja procesa odlaganja jalovine unutar polja flotacijskog jalovišta ne nastaju tehnološke otpadne vode. Jalovište Veliki Krivelj ima zatvoren sistem tehnološke vode.

Tokom odlaganja jalovine unutar polja flotacijskog jalovišta formira se jezero u kome dolazi do sedimentacije mulja iz pulpe i izdvajanja vode. Izbistrena voda se iz jezera pomoću pumpnih stanica, koje plutaju na splavu u jezeru, i sistema cevovoda vraća nazad u tehnološki proces flotacije Veliki Krivelj.

Pored povratne vode u flotacijskom jalovištu se formira i procedne voda. Procedna voda se fomira ceđenjem jalovine na putu od mesta izlivanja u jalovište do jezera, kao i proceđivanjem iz jezera prema spoljašnjim kosinama jalovišta. Procedne vode iz jalovista se prikupljaju ispred zaštitne brane preko drenažnog sistema i ponovo se vraćaju u jezero.

Obezbeđivanjem retenzionog prostora od 7.147.600 m³ (retenzioni prostor se nalazi od kote K+390 mnv do K+393 mnv) i sigurnosno prelivnog organa na kraju eksploatacije nultog polja (kota prelivnog organa je K+392 mnv), postiže se zaštita jalovišta od havarije koje mogu nastati usled priliva velikih voda, prouzrokovanih padavinama jakog intenziteta ili topljenjem snega, kada snažne bujice spiraju materijal sa strana brana.

Do prodora voda iz akumulacionog jezera od deponije flotacijskog jalovišta u površinske i podzemne vode, može doći usled kvara na drenaznom sistemu ili usled oštećenja kolektorskog sistema Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka na dnu flotacijskog jalovišta.

Tabela 3.4.3. Rezultati urađenog testa lužljivosti i TCLP test na uzorku flotacijske jalovine

Element	Jedinica mere	Sadržaj		
		Test lužljivosti	TCLP test	MDK vode za III i IV klasu*
Cu	mg/l	200	96	0.1
Fe	mg/l	270	110	1.0
Pb	mg/l	<0.1	<0.1	0.1
Zn	mg/l	14	6.7	1.0
Mn	mg/l	3.1	1.7	/
Ag	mg/l	<0.02	<0.02	/
As	mg/l	<0.1	<0.13	0.05
Hg	mg/l	<1	<1	0.001

*Pravilnik o opasnim materijama u vodama (Sl. Glasnik SRS br.31/82)

3.4.2.3. Odlaganje na zemljište, stvaranje otpada

Tokom rada projekta ne dolazi do stvaranja čvrstog otpada koji je u vezi sa tehnološkim procesom odlaganja flotacijske jalovine.

Flotacijska jalovina predstavlja rudarski otpad dobijen u procesu flotacije mineralne sirovine za dobijanje bakra. Predviđenom tehnologijom odlaganja na jalovištu Veliki Krivelj obezbeđeno je da nema ispuštanja jalovine u prostor van objekata samog jalovišta.

Otpad koji se stvara u toku redovno rada projekta biće komunalnog karaktera, prilikom čišćenja radnih prostorija i prostorija za boravak zaposlenih. Komunalni otpad se odvozi preko komunalnog preduzeća JKP „3. Oktobar,, Bor.

Od industrijskog otpada na flotacijskom jalovištu javljaju se otpadni gumirano metalni delovi, otpadne cevi za transport i distribuciju pulpe, metalni delovi od servisiranja i održavanja pumpi kao i otpadno ulje za podmazivanje pumpi. Ni jedna od navedenih vrsta industrijskog otpada ne skladišti se na lokaciji flotacijskog jalovišta. Gumirano metalni delovi se preko odgovarajuće firme ponovo šalju na reparaciju tj. gumiranje, dok se trajno dotrajali gumeno metalni delovi skladište na lokaciji flotacije V. Krivelj i prodaju preko ovlašćenog operatera.

Što se tiče održavanja i servisiranja pumpi to se vrši u mašinskoj radionici pogona flotacije a ne na lokaciji jalovišta. Ukoliko slučajno dođe do havarijskog izlivanja ulja za podmazivanje iz pumpi na samoj lokaciji jalovišta, ono se uz pomoć odgovarajućih apsorbera prikuplja i skladišti u metalne buriče i odgovarajućim vozilom prevozi do flotacije, privremeno se skladišti do konačnog zbrinjavanja preko ovlašćenog operatera.

Otpadne cevi za transport se najčešće koriste kao dodatni delovi za prelive i presipe na jalovištu.

3.4.2.4. Emitovanje buke, vibracije, toplotog, jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja.

Povećanje nivoa buke kao posledica redovnog rada odlagališta flotacijske jalovine je malo verovatno. Do pojave buke na lokaciji projekta može doći usled rada instalirane opreme, pre svega ploveće pumpne stanice, drenažne pumpne stanice i pumpne stanice za prepumpavanje jalovine.

Rad projekta neće prouzrokovati štetne ili neugodne efekte u smislu vibracije, toplotnog, jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja.

3.4.3. U slučaju udesa

Prema karti seizmičke aktivnosti grada Bora i šire okoline, mogući potresi prema EMS-98 (Evropska Makroseizmička Skala iz 1998. godine) su jačine VII-VIII. U slučaju zemljotresa jačine VII moguća su eventualna manja oštećenja objekata na predmetnoj lokaciji, jer je postrojenje izgrađeno u skladu sa projektom predviđenim rešenjima što je dokazano na tehničkom prijemu objekta. U slučaju zemljotresa jačine VIII može se očekivati oštećenje cevovodnih sistema, oštećenja brana ili u najgorem slučaju rušenja brane jalovišta što bi dovelo do isticanja jalovine i koja bi mogla dovesti do velikog hemijskog akcidenta.

Vetar, kao elementarna nepogoda, ne predstavlja opasnost po predmetno postrojenje, obzirom da prema merenjima Meteorološke stanice Instituta za bakar Bor, nisu zabeleženi izrazito jaki vetrovi. Vetrovi u sušnom periodu mogu da utiču na podizanje već istaložene prašine na flotacijskom jalovištu.

Prenošenje požara sa kompleksa flotacijskog jalovišta na susedne objekte je praktično zanemarljiva, zbog prirode tehnološkog procesa, nepostojanja zapaljivih materija na jalovištu i udaljenosti susednih objekata. Ukoliko bi se desio požar, u zavisnosti od toga na kom mestu na lokaciji jalovišta je došlo do požara, gorele bi eventualno visoke, suve trave i nisko rastinje što je uglavnom eliminisano redovnim održavanjem okruženja jalovišta. Okruženje flotacijskog jalovišta, uglavnom čine nenaseljene obradive poljoprivredne površine, kao i površine prekrivene niskim žbunastim listopadnim rastinjem.

Prema raspoloživim podacima i izjavama zaposlenih u RTB „Bor”, na flotacijskom jalovištu „Veliki Krivelj” do sada nije bilo većih udesa. Događala su se manja izlivanja jalovine, usled oštećenja transportnog kanala, ali su ona uspešno sanirana.

Na osnovu plana zaštite od udesa za flotacijska jalovišta, na predmetnoj lokaciji identifikovane su sledeće kritične tačke:

- kanal za transport jalovine,
- brane jalovišta (zbog geometrijske brane i/ili dinamike curenja),
- kolektor (urušavanje kolektora može izazvati ispuštanje jalovine i/ili blokiranje kolektora, kao i nemogućnost odvođenja uzvodnih bujica od poplava),
- samo jalovište:
 - potencijalni nedostatak nadvišenja, preveliko jezero (laguna) usled lošeg upravljanja, kao i kontrola voda jezera na platou i opasnost od erozije brane;
 - erozija tla od vetra i kiše sa bočnih kosina brane i grebena;
 - drenaža podnožja brane i „slivnih polja” uključujući i rizik od suberozije, erozije i urušavanja spoljnih stranica nasipa brane;
 - zagađenje životne sredine izazvano curenjem odvoda za povratne vode, kao i zagađenje vazduha prašinom.

3.5. PRIKAZ TEHNOLOGIJE TRETIRANJA (PRERADA, RECIKLAŽA, ODLAGANJE I SL.) SVIH VRSTA OTPADNIH MATERIJ

3.5.1. Za vreme izvođenja privremenih radova

U cilju sprečavanja pojave i smanjenja koncentracije prašine za vreme izvođenja građevinskih radova vršiće se redovno kvašenje zaprašenih površina.

Celokupna količina iskopa (zemlje, peska i sl.) biće ponovno upotrebljena na lokaciji za ravnanje terena.

Nastali građevinski otpad u toku izgradnje objekata, biće sakupljan, razvrstavan, privremeno odlažen i zatim predat kao sekundarna sirovina ili na tretman ovlašćenim operaterima.

Za sanitarne potrebe zaposlenih na lokaciji projekta biće postavljeni mobilni gradilišni toaleti. Kontejner sa sanitarno-fekalnom otpadnom vodom iz mobilnog gradilišnog toaleta, preuzimaće nadležno JKP.

3.5.2. U toku redovnog rada

Smanjenje koncentracije prašine

Izabrana tehnologija nadgradnji brana na nultom polju flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj odstupnom metodom, omogućava izgradnju brana sa visokim koeficijentima stabilnosti i predstavlja manju mogućnost emisija sitnih frakcija peska sa brana u okolni prostor.

U slučaju da povremeno dođe do povećane emisije prašine u okolni prostor smanjenje emisije se obezbeđuje prskanjem kosina brana i drugih slobodnih površina koje mogu biti pod uticajem vetra ili nekom drugom metodom.

Površine mulja na plažama i u samoj akumulaciji biće uvek dovoljno vlažne pa se sa ovih prostora ne očekuje povećana emisija prašine.

Nakon završetka eksploatacije nultog polja jalovišta Veliki Krivelj pristupiće se njegovoj kompletnoj rekultivaciji, KNJIGA 12 Projekat rekultivacije nultog polja.

Tretman povratne i procedne vode

Flotacija Veliki Krivelj ne poseduje sistem za prečišćavanje otpadnih voda, s obzirom na to da tehnološki proces ne iziskuje ispuštanje otpadnih voda.

Unutar flotacijskog jalovišta formira se jezero u kome dolazi do sedimentacije mulja iz pulpe i izdvajanja čiste vode. Sve vode posle tehnološkog procesa se akumuliraju u flotacijskom jalovištu.

Pored povratne vode u flotacijskom jalovištu se formira i procedne voda. Procedne vode iz jalovista se prikupljaju preko drenažnog sistema i ponovo se vraćaju u jezero.

Način odlaganja jalovine predviđa da put proticaja voda ka spoljnim kosinama jalovišta bude veoma dug. Prilikom istakanja jalovine, slobodno ili posredstvom ciklona, hidromešavina dolazi u dodir sa vazduhom i prima kiseonik. Kiše i sneg takođe unose kiseonik u provirnu vodu koja se na svom dugom putu ka spoljnim kosinama (brzina oko $5,0 \times 10^{-5}$ cm/s) neutrališe.

Izbistrena voda iz jezera i procedne vode, sakupljene drenažnim sistemom, sistemom pumpi i cevovoda vraćaju se ponovo u tehnološki proces flotacije. Gubici vode (isparenja, voda vezana za

koncentrat, voda zarobljena u jalovini itd.) se nadomešćuju zahvatanjem sveže vode iz sopstvenog vodozahvata, koji se nalazi na Kriveljskoj reci.

4. ALTERNATIVNA REŠENJA

Zbog povećanja obima proizvodnje na površinskom kopu Veliki Krivelj, povećala se i količina prerade rude u flotaciji Veliki Krivelj a samim tim i količina flotacijske jalovine koju treba odložiti. Postojeće flotacijsko jalovište postalo je malo po kapacitetu da primi nove količine materijala. Iz tog razloga bilo je potrebno naći tehničko-tehnološko rešenje koje bi omogućilo nesmetan rad flotacije Veliki Krivelj za duži period.

Razmatrane su mogućnosti za proširenje kapaciteta postojećeg jalovišta u dolini Kriveljske reke, nizvodno od flotacije.

Dakle, nakon zapunjavanja polja 2 do projektovane kote od K+350 mnv, sanacijom drenaža i nadvišenjem brana 1 i 2 do kote K+385/380 mnv dobijen je slobodni akumulacioni prostor za odlaganje jalovine u polju 1 od oko 48,5 Mm³. Ovaj slobodni akumulacioni prostor u nadvišenom polju 1 omogućio je eksploataciju ovog polja u periodu od početka 2008. do sredine 2016. god.

Kako do ovog trenutka RBB Bor zbog loše finansijske situacije i nedostatka investicionih sredstava (uslovljenih lošom cenom bakra na svetskoj berzi metala), nije završio pripremu novog nultog polja za odlaganje jalovine, nakon zapunjavanja akumulacionog prostora polja 1 do projektovane kote K+385/380 mnv, neophodno je bilo dalje nadvišenje ovog polja. Dalje nadvišenje polja 1 flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj realizovano je kroz TRP nadvišenja polja 1 do kote K+393/391 mnv, sa vekom eksploatacije do kraja 2018. god. Kako bi se očuvao kontinuitet prerade rude u flotaciji Veliki Krivelj što se ne sme dovoditi u pitanje, potrebno je za to vreme završiti sve pripremne i građevinske radove u novom nultom polju, da bi se od početka 2019. god. omogućilo odlaganje flotacijske jalovine iz kriveljske flotacije u nultom polju.

Trenutno jedini raspoloživi prostor za odlaganje flotacijske jalovine uz maksimalno iskorišćenje raspoloživog prostora i dinamiku preseljenja sa polja 1 na buduće eksploataciono polje tkz. nulto polje je prostor uzvodno od postojećeg aktivnog polja.

Izgradnjom nove uzvodne nulte peščane brane 4-1 do K+ 393 mnv i formiranjem akumulacionog prostora novog nultog polja do kote K+390 mnv, dobiće se nova slobodna zapremina za odlaganje flotacijske jalovine ukupne zapremine od 115,30 Mm³, tako da u skladu sa planiranom dinamikom prerade rude u kriveljskoj flotaciji od 16,1 Mt vlažne rude, produžava se vek eksploatacije jalovišta Veliki Krivelj za blizu 10 godina, odnosno do sredine 2028. god.

Nosilac Projekta se u startu opredelio za rešenje koje je dato ovim projektom, tako da ne postoji alternativno rešenje.

Kriterijumi koje je Nosioc projekta razmatrao pri izboru ovog rešenja su:

1. Proizvodni procesi ili tehnologije i metode rada

Tehnološke faze koje čine tehnološki proces razrađene su u poglavlju broj 3.3. Nosioc projekta poseduje odgovarajuću opremu za realizaciju ovog procesa i primenjuje adekvatne metode rada.

2. Planovi lokacije i nacrt projekta

Svi objekti na kompleksu, u okviru kojih se realizuje predmetni projekat, izgrađuju se u skladu sa projektnom dokumentacijom, na osnovu koje je izrađen dokument.

3. Vrsta i izbor materijala

Nosioc projekta, s obzirom na vrstu delatnosti koju obavlja, za odvijanje procesa na lokaciji, koristi električnu energiju, vodu i jalovinu.

4. Vremenski raspored za izvođenje projekta

Radovi na izgradnji Projekta su u toku.

5. Funkcionisanje i prestanak funkcionisanja

Nakon prestanka funkcionisanja, Nosioc projekta izvršiće izmeštanje instalirane opreme i primenu mera rekultivacije flotacijskog jalovišta. Primenom optimalne rekultivacije postiže se, da se posledice uticaja flotacijskog jalovišta na životnu sredinu smanje. U cilju zaštite životne sredine, degardirane površine flotacijskog jalovišta posle zavaršetka odlaganja jalovine se rekultiviraju i to najpre spoljašnje kosine i kruna brana 1 i nulte brane i male brane, a zatim i površine akumulacionog prostora. Odlaganjem flotacijske jalovine na lokaciji nultog polja formiraju se kose i ravne površine. Takve površine se ne mogu koristiti u poljoprirodne svrhe, za rekreacione terene i gradnju stambenih objekata.

6. Datum početka i završetka izvođenja

Radovi na izvođenju Projekata započeti su početom 2017.godine. Završetak pripremnih radova planiran je do kraja 2018. godine. Sa odlaganjem jalovine u nulto polje kreće se početkom 2019.god.i projektom je predviđen akumulacioni prostor za 10 godina.

7. Obim proizvodnje

Nova slobodna zapremina za odlaganje flotacijske jalovine je ukupne zapremine 115,30 Mm³.

8. Uređenje i odlaganje otpada

U toku obavljanja radnog procesa na predmetnoj lokaciji doći će do stvaranja čvrstog i tečnog otpada koji će biti zbrinuti na adekvatan način. Čvrst komunalni otpad preuzimaće Javno komunalno preduzeće. Sav otpad koji ima reciklabilne osobine predavaće se ovlašćenim operaterima na tretman.

9. Uređenje pristupa i saobraćajnih puteva

Pristupni i saobraćajni putevi, koji se koriste u radu projekta, su već izgrađeni. Saobraćajnice su uglavnom posute tucanikom i trenutno su u dobrom stanju.

10. Odgovornost i procedura za upravljanje životnom sredinom

Nosioc projekta odgovorno upravljanje životnom sredinom, ostvaruje obukama i edukacijom zaposlenih u oblasti životne sredine.

11. Obuka

Ovim projektom planirana je obuka zaposlenih u skladu sa zahtevima proizvodnje i propisima iz oblasti zaštite životne sredine, zaštite od požara i bezbednost i zdravlja na radu.

12. Monitoring

Monitoring će se vršiti u skladu sa propisima iz oblasti zaštite životne sredine, što je detaljno obrađeno u tački 9. Program praćenja uticaja na životnu sredinu.

13. Planove za vanredne prilike

Nosioc projekta je u postupku izrade Pravila zaštite od požara sa Planom evakuacije i uputstvom za postupanje u slučaju požara.

14. Način dekomisije, regeneracije lokacije i dalje upotrebe

U slučaju curenja manjih količina opasnih materija koje se koriste u radnom procesu u okviru kompleksa, Nosioc projekta je u obavezi da izvrši dekontaminaciju poroznih i neporoznih površina u skladu sa propisima za opasan otpad. Rad Projekta neće imati značajan negativan uticaj na životnu sredinu, s obzirom na postojeći uticaj, ako se budu ispoštovala sva rešenja i saglasnosti nadležnih organa i organizacija, kao i mere zaštite životne sredine, navedene u Studiji o proceni uticaja na životnu sredinu. Sa stanovišta ovih kriterijuma, izabrana varijanta predstavlja najbolje rešenje.

5. PRIKAZ STANJA ŽIVOTNE SREDINE NA LOKACIJI I BLIŽOJ OKOLINI (MIKRO I MAKROLOKACIJA)

Karakteristike postojećeg stanja životne sredine predstavljaju osnovu za svako istraživanje problematike životne sredine na određenom prostoru. Generalno posmatrano, postojeće stanje životne sredine (kvalitet vazduha, vode, zemljišta i nivo buke na području opštine Bor ozbiljno je narušeno aktivnostima u rudarstvu i metalurgiji RTB Bor grupe. Glavni uzroci i oblici ugrožavanja životne sredine su: rudarstvo, sa površinskim kopovima, odlagalištima raskrivke i flotacijskim jalovištima, kojima se zauzima poljoprivredno i šumsko zemljište i menja morfologija terena, uz stvaranje industrijskog otpada i otpada poreklom iz metalurgije, zagađenje voda, zemljišta i vazduha; energetske objekti sa toplanom-energanom koja emituje prašinu, čađ, sumpor-dioksid i dr.; saobraćaj koji zagađuje vazduh i stvara buku; poljoprivreda (u manjem obimu) nekontrolisanim korišćenjem agrohemijjskih sredstava, kao i stvaranjem otpada. Pored toga, miniranje stenske mase u površinskim kopovima generiše povećani nivo buke i povećanje koncentracije prašine, izaziva seizmičke potrese u neposrednom okruženju, koji mogu izazvati oštećenje građevinskih objekata u naseljima (Veliki Krivelj).

Prostor na koji je lokalizovano izrada nultog polja flotacijskog jalovišta sa ekološkog aspekta bio je pod uticajem postojećeg polja I i polja II flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj. Takođe, ovaj prostor se nalazi u Eksploatacionom polju RBB-a okružen s jedne strane odlagalištima raskrivke površinskog kopa Bor i Veliki Krivelj a s druge strane pogonima: flotacije, elektrolize, topionice, termoelektrane i fabrike sumporne kiseline.

Flotacijska jalovišta sa aspekta tehnologije predstavljaju neophodan rudarski objekat, a u pogledu životne sredine realnu opasnost po ekološke faktore životne sredine, bilo da su u funkciji ili je završen proces odlaganja.

Uticaj flotacijskih jalovišta na životnu sredinu se ogleda kroz uticaje na osnovne životne činioce: vodu, vazduh i zemljište. U ovom slučaju flotacijsko jalovište Veliki Krivelj, usled svoje

postojeće velike površine koja će se uvećati izgradnjom nultog polja i dugogodišnje eksploatacije može se posmatrati kao potencijalno veliki zagađivač.

Iz toga razloga je neophodno preduzeti sve mere koje će omogućiti da se potencijalno negativni uticaj flotacijskog jalovišta svede u razumne okvire po mogućstvu na minimum. To će se učiniti primenom adekvatnih mera.

5.1. STANOVNIŠTVO

Na području opštine Bor u prethodnom periodu izvršeno je obimno preseljenje stanovništva iz zone uticaja RTB-a. Najveći obim preseljenja bio je u Boru (MZ "Sever") i na području zajednice naselja Krivelj. Detaljnim urbanističkim planom sanacije mesne zajednice "Sever" u Boru iz 1970. godine, predviđeno je fazno izmeštanje cele mesne zajednice iz zone uticaja površinskog kopa u Boru, koja je u to vreme imala preko 500 domaćinstava. Prema tom planu preseljen je do 1980. godine veći deo ugroženih domaćinstava, mada za taj period nema pouzdanih podataka u RTB-u i Upravi opštine Bor. Procena je da je većina preseljenih domaćinstava naseljena na lokacije u drugim mesnim zajednicama gradskog područja Bora.

Prema evidencijama stručnih službi RTB-a, od 1980. godine do danas su preseljena ili su u postupku preseljenja 133 domaćinstva. Mada nije sačuvana evidencija gde su ta domaćinstva preseljena i na koji način su rešavala svoju egzistenciju, može se pretpostaviti da su se najčešće naseljavala na urbano područje, odnosno, na njegovu periferiju. Drugi modalitet je organizovano preseljenje, detaljno razrađeno i ponuđeno žiteljima naselja Krivelj i Mali Krivelj, prilikom priprema za otvaranje novog kopa "Cerovo", početkom 1990-ih godina, tj. prilikom proširenja kopa "Veliki Krivelj". Program sa uslovima i modalitetima preseljenja utvrđen je Prostornim planom područja posebne namene zone uticaja rudnika "Krivelj-Cerovo" (Sl. list opštine Bor, 3/94 i 15/95). Projekt preseljenja je tek delimično realizovan i sa dosta propusta. U toku realizacije projekta nije bio sproveden organizovan i pouzdan monitoring, što je rezultiralo brojnim manjkavostima i podstandardnim uslovima života građana, kako u odnosu na obaveze iz prihvaćenog planskog dokumenta, tako i u odnosu na utrošena finansijska sredstva.

U periodu do 2021. godine, preseljenje stanovništva biće uslovljeno planiranim razvojem površinskih kopova "Veliki Krivelj" i "Cerovo". Procena je da u zonama uticaja ovih kopova živi oko 50 domaćinstava. Moguće je, takođe, preseljenje dela domaćinstava iz naselja Brezonik zbog uticaja postojećih i planiranih rudarskih aktivnosti u tom području. Površinski kop "Veliki Krivelj" otvoren je u neposrednoj blizini sela Veliki Krivelj. Krivelj je naselje u Srbiji, u opštini Bor, u borskom okrugu. Položaj Krivelja na mapi Srbije prikazan je na slici 14.

Prema popisu koji je izvršen 1981. godine, selo Veliki Krivelj imalo je 2026 stanovnika, a 1991. godine 1701. Od navedenog broj 297 radilo je u pogonima RTB-a Bor. Broj stanovnika Velikog Krivelja prema popisu od 2001. godine je 1100. Za dvadeset godina broj stanovnika na području Velikog Krivelja smanjio se za polovinu. Na slici 5.1. prikazan je grafik promene broja stanovnika sa godinama.

Nije potrebno iseljavanje stanovništva zbog predmetnog projekta.



Slika 5.1. Grafik promene broja stanovnika u Krivelju sa godinama

5.2. FAUNA I FLORA

U skladu sa Rešenjem br. 020-1956/3 od 25.09.2017. god. Zavoda za zaštitu prirode Srbije, područje na kojem je predviđeno formiranje nultog polja flotacijskog jalovišta ne nalazi se unutar zaštićenog područja za koje je sproveden ili pokrenut postupak zaštite, ne nalazi se u prostornom obuhvatu ekološke mreže, a ni u prostoru evidentiranih prirodnih dobara. Navedenim Rešenjem izdati su uslovi zaštite prirode (prilog Studije).

Na širem području, osnovne karakteristike biodiverziteta su: Flora: Lazarev kanjon je jedan od najznačajnijih centara diverziteta biljaka i drveća na Balkanu. U njemu je registrovano 720 vrsta biljaka što predstavlja 20% flore Srbije i 11% flore Balkana. Lazarev kanjon je jedino stanište na Balkanu na kome živi adventivna biljka *Anaphalis margaritacea*.

Na Maliniku, planini na obodu kanjona, zastupljena je šumska zajednica bukve sa papratima i tisom sa najvećom zapreminom drvne mase u Srbiji. Starost šume je 180 godina. Makrogljive: Registrovano je 174 vrsta. Neke od njih imaju i ekonomski značaj. Fauna: Sifide (osolike muve): Registrovano je 205 vrsta a većina od njih je od velikog značaja za očuvanje biodiverziteta Srbije i Balkanskog poluostrva.

Na ulazu u Lazarev kanjon pronađena je za nauku nova vrsta *Merodon albonigrum*. Dnevni leptiri: Zabeleženo je 115 vrsta. Puževi: 37 vrsta, a od posebnog značaja je *Bulgarica stolensis*, koja je prvi put otkrivena na planini Stol. Ptice: 140 vrsta. U Lazarevoj pećini otkriveno je 5 novih vrsta za nauku.

Posebno su značajni Mali i Veliki Krš kao stanište 11 vrsta ptica grabljivica koje su ugrožene vrste na Evropskim prostorima. Sisari: 47 vrsta. Podzemna fauna: Bogate vodama koje unose organske materije, pećine okoline Bora su idealno mesto za razvoj jedinstvenih vrsta beskičmenjaka, kojih je 20. Ove pećine po zastupljenosti živog sveta zauzimaju primarno mesto kako u Srbiji tako i na Balkanu.

Fauna

Fauna sisara i ptica na području Velikog Krivelja je dosta proređena, a na mestima zahvaćenim rudarskim radovima uopšte je nema. Buka koja se stvara na površinskom kopu pri

dobijanju rude negativno utiče na faunu. Osnovni faktor za opstanak i normalan razvoj faune je mir. U Prostornom planu zone uticaja rudnika „Veliki Krivelj-Cerovo”, nisu navedene vrste faune koje su pod zaštitom na području Velikog Krivelja.

Flora

Za određivanje zaštićenih vrsta flore na području Krivelja (Malog i Velikog Krivelja) korišćen je Prostorni plan zone uticaja rudnika "Veliki Krivelj-Cerovo" Instituta za arhitekturu i urbanizam Srbije, iz Beograda 1992. godine. Zakonom zaštićene vrste drveća prema Prostornom planu na ovom terenu su: Dren - *Cornus mas*, Divlja trešnja - *Prunus avium*, Divlja šljiva - *Prunus institia*, Divlja kruška - *Pirus piraster*, Divlja jabuka - *Malus silvestris*, Jarebika - *Sorbus aucuparia*, Crni jasen - *Fraxinus ornus*, Ruj - *Cotinus coddugria*, Kleka - *Juniperus communis*, posebno forma *pyramidalis*, Zanoveti - *Cytissus spp*, žutilice - *Genista spp*, Breza - *Betula pendula*, Lipa - *Tilia spp* naročito srebrna *T. argentea*, Divlje ruže - *Rosa spp*, Oskoruša - *Sorbus domestica*, Brekinja - *sorbus torminalis*, Glogovi - *Crataegus spp*, Kurike - *Evonymus spp.*, Crna udika - *Viburnum lantana*, Kozja krv - *Lonicera caprifolium*, Zova - *Sambucus nigra*. Retke biljne vrste i vegetacije zaštićene zakonom na području Krivelja (Mali i Veliki Krivelj) prema Prostornom planu se odnose na: prolećne efemere. Od biljnih vrsta autohtone flore, koje se tretiraju kao prirodne specifičnosti na ovom području su: Paprati sleznice - *Asplenium spp*, Zlatna paprat - *Ceterach officinarum*, Navala ili muška paprat - *Dryopteris filix mas*, Velika sasa - *Pulsatilla grandis*, Gorocvet - *Adonis vernalis* (vrlo redak), Vrste - *Berberis vulgaris* (retka), Vrste divljih karamfila - *Dianthus spp*, Veliki jeremičak ili maslinica - *Daphne laureola*, Divlje ruže - *Rosa spp*, Polegla žutilica - *Cytisus procumbens*, Zanovet - *Chamaesythus austriacus*, Žutilica - *Genista tinctoria*, Ruj - *Cotinus cogugria*, Jasenak - *Dictamnus albus*

5.3. ZEMLJIŠTE, VODE I VAZDUH

Kvalitet zemljišta

Zemljište u Boru i neposrednoj okolini ugroženo je povećanim sadržajem bakra (koji se najviše akumulira u korenu biljaka), posebno u katastarskim opštinama Oštrej, Slatina i Bučje, dok je u ostalim prostorima blizu graničnih vrednosti. Pored bakra, u zemljištu je povećan i sadržaj arsena, azota, fosfora i kalijuma. Najveće zagađenje zemljišta bakrom i arsenom zabeleženo je u KO Krivelj, Oštrej, Brezonik, Slatina i Bučje.

Područje Velikog Krivelja se nalazi u orudnjenoj zoni. Zemljište u blizini površinskog kopa nastalo je raspadanjem andezita i drugih pratećih stena rude bakra. Iz tih razloga hemijski sastav zemljišta je identičan hemijskom sastavu ležišta bakra u Velikom Krivelju. Kvalitet zemljišta potiče od podloge i svrstana su u tri grupe:

I Slabo oštećena zemljišta:

- Smeđe kiselo zemljište na andezitu slabo do srednje oštećeno,
- Rendzina posmeđena na jedrom krečnjaku mestimično oštećena,
- Smonica na andezitu slabo oštećena;

II Srednje oštećena zemljišta:

- Smeđe kiselo zemljište na andezitu, srednje oštećeno i
- Smeđe kiselo zemljište na peščaru srednje oštećeno SO₂ gasom;

III Jako oštećena zemljišta:

- Smeđe kiselo lesivirano zemljište na andezitu, jako oštećeno SO₂ gasom,
- Rendzina posmeđena na jedrom krečnjaku, lokalitet Kriveljske reke.

Stanje zemljišta zavisi i od udaljenosti od površinskog kopa, odnosno kojoj zoni zemljište pripada. Zagađenja koja nastaju u kopu (prašina i gasovi), strujanjem vetra se iznose iz kopa u atmosferu. Čestice prašine (u zavisnosti od veličine) se iz vazduha talože na zemljište, bliže ili dalje od površinskog kopa, u pravcu dominantnih vetrova. Prašina sadrži sulfide, minerale bakra i ostale teške metale, a kada dospeva u zemljište podstiče proces zakiseljavanja zemljišta, pri čemu se pojačava pokretljivost jona teških metala u zemljištu i sposobnost njihovog akumuliranja u biljkama. Prema literaturi, ako je pH<6,5, u zemljištu se jako povećava pokretljivost kadmijuma, za pH<5,5 povećava se pokretljivost Ni, Mn, Zn, Co, Al, a za pH<4,0 i Pb i Cu. Prema rezultatima istraživanja na području Velikog Krivelja, može se zaključiti da se radi o kiselom zemljištu. Za normalizaciju pH vrednosti zemljišta koristi se kreč-filer iz pogona krečane Zgrade.

Rezultati hemijskog ispitivanja zemljišta na predmetnoj lokaciji pokazuju da sadržaj humusa jako varira od 1,89 do 7,35. Na osnovu sadržaja humusa zemljište spada u kategorije od slabo humusnog do jako humusnog. Na osnovu ovih vrednosti sadržaja humusa, u budućnosti u vreme rada na rekultivaciji uzima će humus boljeg kvaliteta. Rezultati pH vrednosti pokazuju da se ona kreće od 6,26 do 8,23, može se reći da je zemljište umereno alkalno (klasifikacija po Thun-u). Prema sadržaju kalcijum-karbonata, analizirano zemljište spada u grupu karbonatnih. Na osnovu zastupljenosti fosfora i kalijuma (klasifikacija po Manojloviću i sar. 1988) spada u vrlo siromašna.

Kvalitet zemljišta na kome se planira formiranja flotacijskog odlagališta nultu polje predstavlja zemljište (uvidom u katastar) VI, V, VI, i VII katastarske klase. Tu spadaju: livade, vinogradi, pašnjaci, njive šume.

Kvalitet voda

Površinske vode-Kvalitet voda je ugrožen u svim vodotocima nizvodno od industrijskih objekata RTB-a usled dugogodišnjeg rudarenja i metalurške prerade. Vodotoci su ugroženi i komunalnim otpadnim vodama (iz grada se ispušta 3.002.855 m³ otpadne vode/godišnje) koje se upuštaju bez prečišćavanja. Očuvani vodotoci su samo u zapadnom i severnom delu teritorije Opštine. Kontinualni monitoring protoka vode i koncentracije hlora vrši se na pumpnim stanicama Tilva, Topovske šupe, Zlot i Rgotina, a kvalitet površinskih voda se prati 4 puta godišnje u proizvodnim pogonima RTB-a Bor.

Područje „Velikog Krivelja“ se nalazi u srednjem delu sliva Kriveljske Reke. Hidrografija slivnog područja Kriveljske reke je dobro razvijena. Ukupna površina sliva je 115,7 km². Pored stalnih tokova postoji i veći broj povremenih tokova. U hidrološkom smislu značajne su Crvena reka, Valja Mare i Cerova reka, koje kod sela Mali Krivelj formiraju Kriveljsku reku. U Kriveljsku reku se nizvodno ulivaju Urs potok i Ujova reka, kao i veći broj manjih, stalnih i povremenih vodotoka. Svi ovi vodeni tokovi su bujičnog karaktera i bogati vodom u kišnom periodu. Severno od Bora, u sliv Kriveljske reke je preveden deo sliva Borske reke.

U toku 2016.god. vršena su kvartalna ispitivanja površinskih i otpadnih voda od strane Institut za bezbednost, kvalitet i zaštitu životne sredine i zdravlja 27.januar doo, Niš. Uticaj aktivnosti flotacije Veliki Krivelj na površinske vodotoke prati se na sledećim mernim mestima: provirne vode sa brane 3A, Kriveljska reka posle uliva svih otpadnih voda, provirne vode sa brane 1A, Kriveljska reka pre uliva u kolektor, otpadne vode flotacije Veliki Krivelj.

Rezultati ispitivanja prikazani su u kvartalnim Izveštajima o fizičko-hemijskim analizama uzoraka voda flotacija Veliki Krivelj. Na osnovu rezultata ispitivanja, ocena kvaliteta Kriveljske reke obavljena je upoređivanjem rezultatima hemijskih analiza uzoraka pomenutog vodotoka, posle uliva otpadnih voda i njihovog potpunog mešanja sa vodama prijemnika i maksimalno dozvoljenih koncentracija pokazatelja kvaliteta reke II klase. Kako Kriveljska reka nije kategorisana, ocena kvaliteta izvršena je u odnosu na krajnji recipijent, Borsku reku. Rezultati ispitivanja površinske vode iz Kriveljske reke, a posle uliva otpadnih voda sa flotacije I brana 1a I 3a, pokazuju da su koncentracije ispitivanih parametara iznad graničnih vrednosti za parametre: sususpendovane materije, sulfati, amonijak, nitriti, bakar, kadmijum, hrom i nikl (*Izveštaji u prilogu 22 Studije*).

Podzemne vode-Bazni deo ispitivanog terena (područje na kom su smešteni objekti flotacije „Veliki Krivelj“) predstavljaju čvrste stenske mase, peščari i andeziti u kojima nije nabušen kolektor podzemnih voda. Preko ovih taloženi su mlađi sedimenti glina, drobina i fluvijalni sedimenti u kojima se zapaža pojava malih količina podzemne vode, koja se na nekoliko mesta pojavljuje u vidu malih izvora. U vreme suše ovi izvori veoma često presuše što znači da ova voda koja se za vreme kiša i zimi infiltrira između čvrste stenske mase i mlađih sedimenata a kasnije se pojavljuje u vidu izvora. Podzemne vode javljaju se u većoj količini u ispitivanom području koji je bliži slivu Kriveljske reke i glavno napajanje je iz Kriveljske reke. Nivo podzemne vode je oko 1,1 m računajući od površine terena, a visina vodenog stuba je 3-4 m koliki je i šljunčani sloj.

Na području Velikog Krivelja uticaj na snižavanje nivoa podzemnih voda prevashodno imaju rudarski radovina površinskom kopu Veliki Krivelj. Određivanje širine zone uticaja površinskog kopa „Veliki Krivelj“ na površinske i podzemne vode životne sredine izvršena je na osnovu prognoze preko depresionog levka, koji predstavlja bunar velikog prečnika i drenira, odnosno spušta nivo podzemne vode u široj okolini. Pojava izdanske vode, odnosno slobodnog nivoa podzemne vode nalazi se na preseku vodonepropusnih stena i kosine (etaža) kopa. Pojava izdani izaziva klizišta u okviru kosina kopa (jer je nosivost vlažnih stena manja) pa se mora vršiti odvodnjavanje odvodnjenih stena bokova kopa na širem prostoru. Podzemne vode “izdani” prema svojoj strukturi mogu biti zbijeni kada se pojavljuju u pukotinama i prslinama čvrstih stena. Porozne i vodopropusne šljunkovito-peskovite naslage aluvijona Kriveljske Reke omogućuju akumuliranje značajnih rezervi podzemnih voda na nižim etažama, kopa koje su u direktnoj hidrauličkoj vezi sa površinskim vodama Kriveljske reke.

Pukotinski tip izdani u vulkanskim i hidrotermalno izmenjenim vulkanskim stenama je najzastupljeniji u ležištu. Osnovni vid podzemnih voda je u pukotinskoj poroznosti. Intenzivno ispucale vulkanske i hidrotermalno izmenjene stene omogućuju da sumarni priliv voda u kopu budu baš iz ovih izdani.

Kvalitet vazduha

Kvalitet vazduha, posebno u gradu, kao i u selima V.Krivelj, Oštrelj i Slatina, dominantno je ugrožen sumpor-dioksidom, čija koncentracija je dostizala vrednosti do 30 puta veće od dozvoljenih, zavisno od meteoroloških uslova. Povećane koncentracije metala u lebdećoj prašini odnose se najviše na arsen. Pored navedenih zagađivača, na kvalitet vazduha utiču i azotni oksidi, taložne materije kiselog karaktera. Na teritoriji opštinskog centra i u njegovoj neposrednoj okolini

vrši se kontinualni monitoring sumpordioksida, čađi, lebdećih čestica i taložnih materija, kao i olova, kadmijuma, mangana, nikla, cinka, bakra, arsena i žive.

Što se tiče stanja kvaliteta vazduha na teritoriji Veliki Krivelj, zagađivači vazduha u okruženju u životnoj sredini su pogoni flotacije (sam proces flotacije nije jer se flotacijska koncentracija minerala bakra obavlja mokrim postupkom), primarno površinski kop Veliki Krivelj koji se nalazi u blizi flotacije, zatim objekti drobljenja i flotacijsko jalovište, polja 1 i 2, sa pratećim branama.

Kvalitet i stanje vazduha u životnoj okolini u okruženju flotacijskih objekata i šire prvenstveno zavisi od preduzetih mera zaštite u radnoj sredini u sušnom periodu i pravcu duvanja vetrova na površinskom kopu Veliki Krivelj i objektima drobljenja. Za selo Veliki Krivelj je važan pravac vetrova sa jugoistoka koji nije dovoljno čest u odnosu na severozapadni vetar koji je dominantan.

Zone oko kopa „Veliki Krivelj” ugrožene zagađenjima iz kopa prema ugroženosti kategorišu se na osnovu dometa granične vrednosti imisije (GVI) i koncentracije štetnosti:

- I sanitarna zona (domet prašine iznad GVI dok traje eksploatacija, zona velikog uticaja širine 250 m od kopa),
- II zona izraženog rizika (zona monitoring sistema širine od 100 – 1000 m, Na području KO Veliki Krivelj predviđene su tri monitoring zone: A,B i C),
- III zona umerenog uticaja (domet prašine iznad GVI na mesečnom nivou, zona umerenog uticaja širine oko 2000 m od kopa),
- IV zona mogućeg uticaja (povremeni domet koncentracije štetnosti iznad MDK, zona mogućeg uticaja širine preko 2000 m od kopa).

Monitoring zone:

A - zona praćenja eventualne neposredne ugroženosti stanovništva (potresima od miniranja, bukom, gasovima, prašinom, hemijskim isparenjima i dr.)

B - zona praćenja ugroženosti izvorišta, vodotokova (podzemnih i površinskih) i poljoprivrednih površina iz pravca zona rudničkih objekata lociranih na području KO Krivelj.

C - zona praćenja ugroženosti od izvora zagađenja čiji se izvori ne nalaze na KO Krivelj, a prenose se vetrom (pre svega iz visokih dimnjaka industrijskog kruga Bor).

U prvoj zoni (širina zone sanitarne zaštite je 250 m i određena je Prostornim planom) zabranjuje se stanovanje ljudi i poljoprivredna proizvodnja. Stanje kvaliteta vazduha na području sela Veliki Krivelj kontroliše se u toku cele godine shodno Zakonu o zaštiti životne sredine („Sl. glasnik RS”, broj 135/2004, 36/2009, 36/2009 - dr. zakon i 72/2009 - dr. zakon, 43/11-odluka US).

Kontrola kvaliteta vazduha u okolini pogona RBB-a, u toku 2017.god., sprovedena je ispitivanjem taložnih materija na 17 mernih mesta. Rezultati ispitivanja dati su u Izveštaju br.15695-18 od 06.03.2018.god. o ispitivanju taložnih materija u vazduhu u okolini pogona RBB (godišnji izveštaj za 2017.god. - *Prilog 23 Studije*)., Institut za rudarstvo i metalurgiju Bot, Laboratorija za hemijska ispitivanja-HZK, Bor. Ukupne taložne materije određivane su u mesečnim uzorcima vazduha koji su uzimani pomoću sedimentatora, a dobijene vrednosti su izražene u miligramima po m² na dan, odnosno mikrogramima kod izražavanja koncentracija teških metala u ukupnim taložnim materijama. Maksimalno dozvoljena koncentracija za ukupne taložne materije (za period usrednjavanja jedan mesec) iznosi 450 mg/m²/dan, a za period usrednjavanja–kalendarska godina iznosi 200 mg/m²/dan. Iz tabele 5.3.1. može se videti da nisu zabeležene povećane srednje godišnje vrednosti ukupne taložne materije na ispitanim mernim mestima.

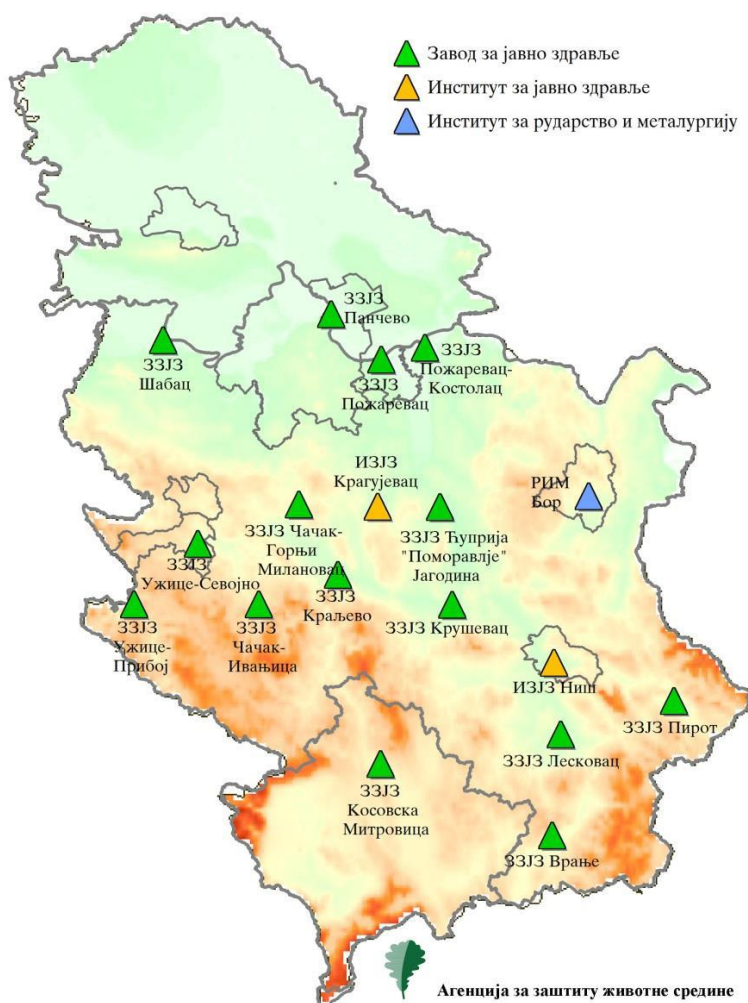
Tabela 5.3.1. Srednje godišnje vrednosti za 2017.god.

Merno mesto	Koordinate	Nadmorska visina	Ukupne taložne materije mg/m ² /dan	Olovo µg/m ² /dan	Kadmijum µg/m ² /dan	Arsen µg/m ² /dan	Nikl µg/m ² /dan
2R	N 44°8,9541' E 22°2,8584'	430	104	3,8	0,07	2,0	1,9
3R	N 44°9,2513' E 22°1,9974'	404	216	4,7	0,16	2,9	1,5
4R	N 44°9,8023' E 22°22587'	390	212	13,7	0,24	3,6	2,6
5R	N 44°9,2412' E 22°3,6835'	440	118	4,4	0,17	2,0	1,6
6R	N 44°8,4140' E 22°2,2951'	510	72	5,0	0,11	4,0	1,3
7R	N 44°7,7777' E 22°3,2101'	455	189	7,1	0,18	10,6	3,1
8R	N 44°8,2653' E 22°4,1599'	410	86	7,0	0,29	9,4	4,1
9R	N 44°8,6458' E 22°5,3777'	450	126	3,8	0,18	2,6	2,6
10R	N 44°7'6,01'' E 22°4'59,22''	525	109	140	0,08	3,4	1,2
11R	N 44°6,9028' E 22°6,1804'	400	149	4,4	0,19	3,5	2,0
12R	N 44°8,3439' E 22°6,5336'	545	94	4,5	0,27	1,5	2,0
13R	N 44°6'30,41'' E 22°8'5,56''	464	109	2,3	0,07	2,1	1,2
14R	N 44°4,8418' E 22°8,2980'	415	119	5,4	0,11	4,8	2,0
15R	N 44°04,9416' E 22°08,8664'	390	307	8,3	0,16	11,4	3,4
16R	N 44°04,5194' E 22°09,6480'	326	303	6,7	0,21	5,3	2,7
17R	N 44°4'13,34'' E 22°10'24,28''	245	198	7,2	0,17	5,6	3,8
18R	N 44°1'52,68'' E 22°12'55,62''	195	173	10,5	0,24	9,3	5,2

Uticaj flotacijskog jalovišta na kvalitet vazduha prati se na mernim mesima 13, 14, 15, 16 i 17, koja su postavljena u okruženju jalovišta.

Agencija za zaštitu životne sredine sprovodi kontinuirani operativni monitoring kvaliteta vazduha u državnoj mreži za praćenje kvaliteta vazduha na nivou Republike Srbije.

Kategorije kvaliteta vazduha u Godišnjem Izveštaju o stanju kvaliteta vazduha u RS za 2016.godinu, Agencije za zaštitu životne sredine, utvrđene su na osnovu godišnjih koncentracija zagađujućih materija i predstavljaju zvaničnu ocenu kvaliteta vazduha. Za ocenu kvaliteta vazduha korišćeni su validni podaci dobijeni fiksnim merenjima automatskim referentnim metodama, kao i gravimetrijskom metodom za PM_{10} sa minimalnom vremenskom pokrivenošću od 75% tokom kalendarske godine. Ovim Izveštajem su prikazani i rezultati merenja koji nisu korišćeni za ocenu kvaliteta vazduha, a sprovodila su se u okviru državne mreže stanica bilo kao indikativna merenja ili fiksna merenja manuelnim metodama (slika 5.3.1.).



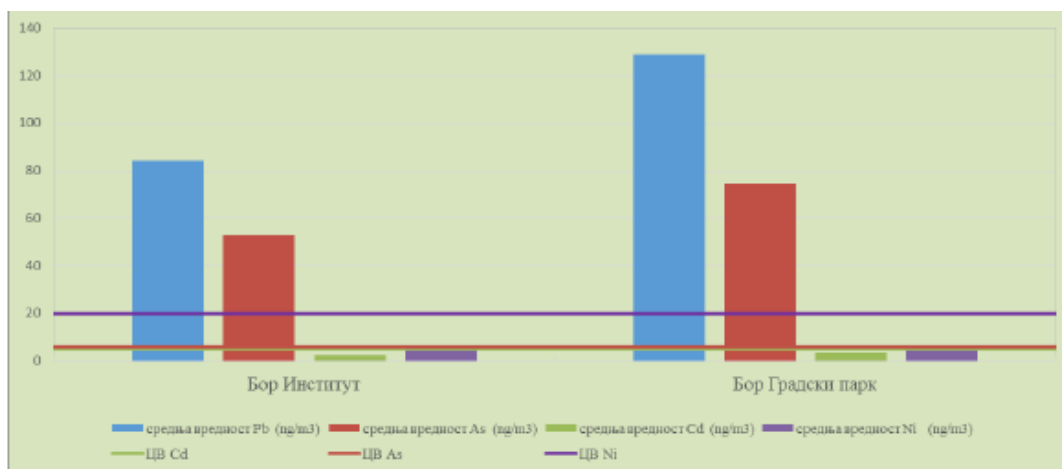
Slika 5.3.1. Merna mesta zavoda, instituta za javno zdravlje i Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor

Stanje kvaliteta vazduha u 2016.godini, iz navedenog Izveštaja, za područje Bora:

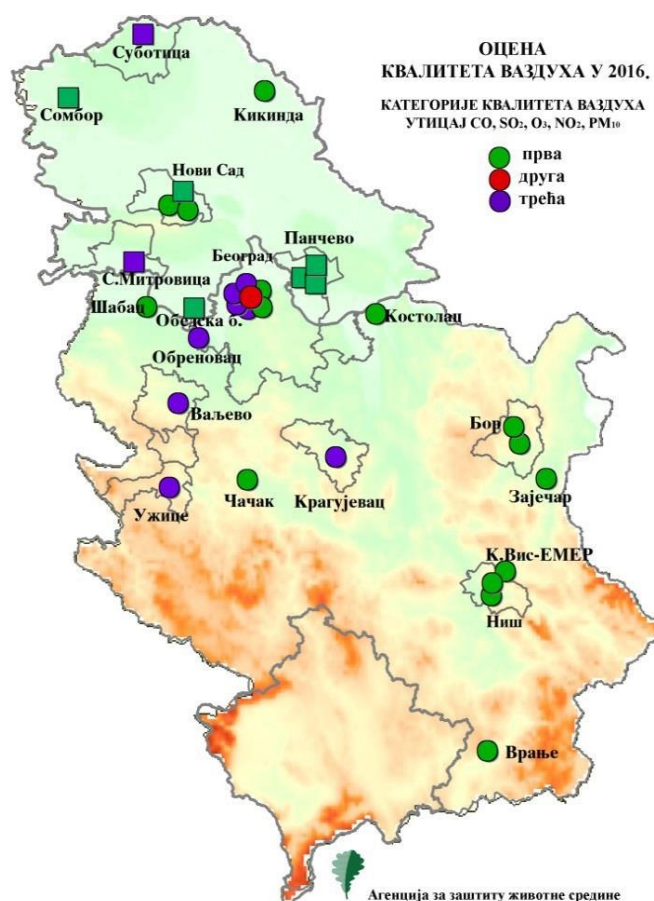
- Statistički prikaz koncentracije SO_2 ($\mu g/m^3$) tokom 2016. godine-Dnevna granična vrednost od $125 \mu g/m^3$ bila prekoračena u Boru. U Boru na stanici Gradski park bio je 21 dan, a na stanici Institut 5 dana sa prekoračenjem dnevne granične vrednosti
- Statistički prikaz indikativnih merenja RM_{10} u 2016. godini-U Boru, na obe stanice (Bor 1 -Institut RIM i Bor 2 -Gradski park) godišnje vrednosti bile su po $32 \mu g/m^3$, a u Čupriji, $37 \mu g/m^3$.

- Teški metali u frakciji PM₁₀ suspendovanih čestica-Najveći sadržaj olova na godišnjem nivou bio je u Boru, na obe stanice-na stanici Bor 2 (Gradski park) srednja godišnja vrednost iznosila je 129 ng/m³, a na stanici Bor 1 (Institut RIM) 84 ng/m³. Maksimalne dnevne vrednosti olova takođe su zabeležene u Boru, 936,6 ng/m³ (Institut RIM). Srednje godišnje vrednosti arsena u PM₁₀ u Boru su prekoračile ciljnu vrednosti i iznosile su 74 ng/m³ i 53 ng/m³ na stanicama Bor 1 (Gradski park) i Bor 2 (Institut RIM). Ovo je jedini grad u kome su zabeležena prekoračenja ciljne vrednosti za arsen dok na ostalim stanicama srednja godišnja vrednost nije prelazila 3 ng/m³ što je upola manje od ciljne vrednosti. Najveće godišnje koncentracije kadmijuma izmerene su takođe u Boru. Na stanici Gradski park, u 2016. godini, srednja godišnja vrednost bila je 3,7 ng/m³, a na stanici Institut RIM, 2,8 ng/m³. Maksimalna dnevna vrednost nikla bila je 80,3 ng/m³ i izmerena je u Boru na stanici Gradski park. Prikaz srednje godišnje vrednosti sadržaja teških metala u PM₁₀ u 2016. godini u Boru data je na slici 5.3.2.

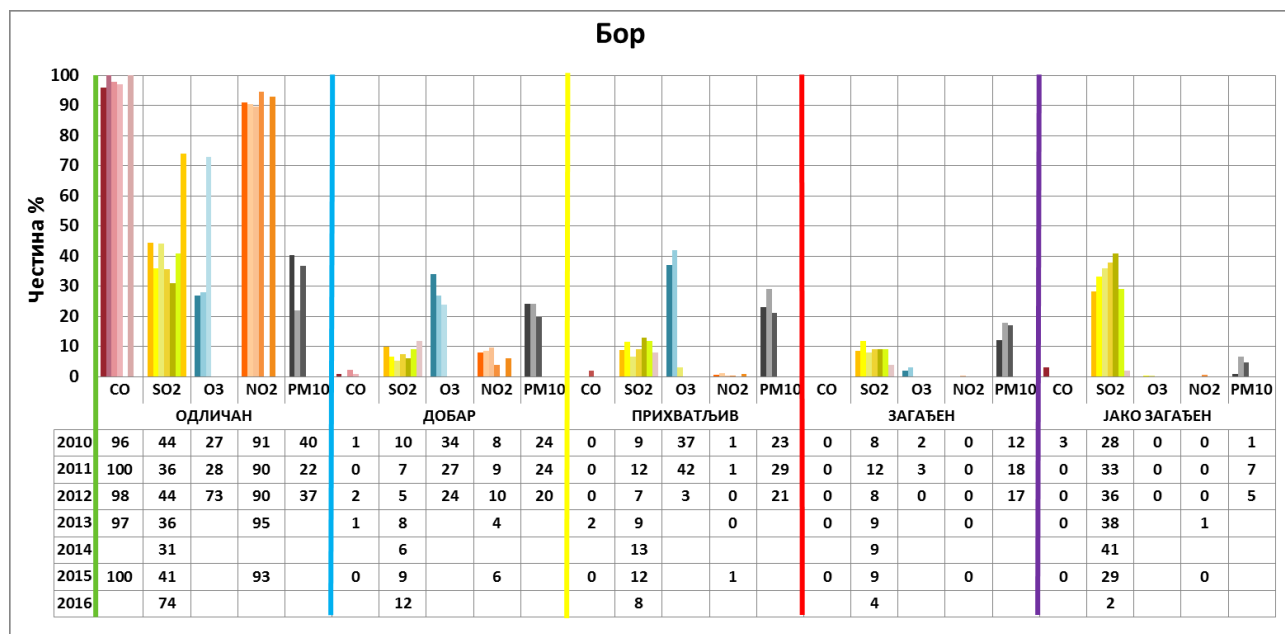
U aglomeracijama Bor vazduh je tokom 2016. godine bio I kategorije, čist ili neznatno zagađen vazduh, jer godišnje granične vrednosti nisu prekoračene ni za jedan parametar (slika 5.3.3.). Dominantna su prekoračenja sumpor-dioksida uz prisutan porast čestine prekoračenja dnevnih GV od 2010. do 2016. godine (slika 5.3.4.). Treba naglasiti da je u 2016. godini došlo do smanjenja pojave jako zagađenog vazduha za 27% dok je procenat situacija bio za 5% manji kada je vazduh bio zagađen. Bor je dugi niz godina imao status prekomerno zagađenog grada zbog visokog nivoa koncentracija sumpor-dioksida, a 2016. godine prvi put je svrstan u prvu kategoriju.



Slika 5.3.2. Srednje godišnje koncentracije teških metala u Boru u 2016. godini (ng/m³)



Slika 5.3.3. Kategorije kvaliteta vazduha 2016 – ocena u skladu sa Zakonom o zaštiti vazduha



Slika 5.3.4. Strukturna ocena kvaliteta vazduha u aglomeraciji Bor u periodu 2010 - 2016. godina.

5.4. KLIMATSKI ČINIOCI

Područje na kome se nalazi projekta karakteriše kontinentalna klima.

Pod klimom se podrazumevaju meteorološki uslovi uključujući temperaturu, padavine, i vetar i dr. Na mikroklimu u okolini flotacijskog jalovišta utiče položaj brane 1 polja 1, koji je upravan na udare vetra iz severozapadnog pravca, pa je velika površina izložena vetru sa koje se podiže prašina, zatim blizina površinskog kopa Veliki Krivelj, flotacija Veliki Krivelj, odlagališta raskrivke površinskog kopa Bor na čijim površinama osim mestimično uspehlih zasađenih sadnica bagrema, nema biljnog pokrivača pa je insolacija na njima povećana. Nepovoljna mikroklima utiče na izbor biljnih vrsta za rekultivaciju.

Temperatura

Srednja godišnja temperatura vazduha u Boru i okolini prema merenjima meteorološke stanice Instituta za bakar Bor je +10,7 °C, dok je srednja mesečna temperatura najniža u januaru 0,4 °C i decembru +1,3 °C. Najtopliji mesec je jul, sa srednjom temperaturom vazduha +22,9 °C.

Vetar

Prema merenjima Meteorološke stanice Instituta za bakar Bor, nisu zabeleženi izrazito jaki vetrovi. Zbog vetrova nema zastoja u proizvodnji. Vetrovi u sušnom periodu mogu da utiču na podizanje već istaložene prašine na flotacijskom jalovištu. U Boru i okolini najčešća su severozapadna strujanja, a zatim istočna. Južna strujanja su iza navedenih, dok su najređi vetrovi sa severa. Severozapadni, južni i istočni vetrovi su u svim godišnjim dobima, pa i po mesecima, najčešći. Najveće srednje brzine se javljaju kod severozapadnih strujanja.

Padavine

Količine padavina u meteorološkoj stanici Bor 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. Srednja godišnja količina padavina u Boru i okolini iznosi 588 mm, a najbogatiji mesec sa padavinama je jun mesec, sa srednjom količinom 66,1 mm. Mart je mesec sa najmanjom količinom padavina od 26,1 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.

Erozije

Na području obuhvaćenom projektom nije prisutna erozija zemljišta. Međutim, jaki pljuskovi u letnjem periodu i topljenje snega stvaraju bujice koje dovode do erozije kosina jalovišta. Spira se površinski rastresiti materijal i na kosinama se formiraju sitne jaruge. Intezivna površinska i linearna spiranja jalovine sa kosina odlagališta dovodi i do formiranja skeletnog zemljišta na kosinama i stvaranja nanosa u podnožju jalovišta. Da bi se sprečilo zagađivanje okolnog zemljišta nanosom od jalovine u podnožju odlagališta formirani su zaštitni nasipi.

Erozija na flotacijskom jalovištu je svakodnevna pojava i može biti unutrašnja i spoljašnja. Unutrašnja erozija je opasnija jer se ne vidi dok se ne pojavi na spoljnoj kosini, a tada je stanje kritično. Karakteriše se pojavom izvora i bara i iznošenjem materijala iz flotacijskog jalovišta. Spoljašnja erozija može biti pod dejstvom vetra i jakih kiša kao i naglog topljenja snega. Unutrašnja erozija nastaje kao posledica dejstva vetra i padavina. Erozija vetra na jalovištu prisutna je tokom

cele godine sa slabijim ili jačim intenzitetom. Usled štetnog dejstva vetra na jalovištu geometrija brana 1 i 2 je svakodnevno ugrožena pri čemu najviše stradaju krune brana, a manje delovi plaža jer su zaklonjene delimično samim branama.

Erozija nastala usled dejstva kako atmosferske vode tako i procednih voda iz samog akumulacionog prostora jalovišta prouzrokuje školjkanje spoljašnje kosine i obrušavanje.

Usled dejstva procednih voda dolazi do iznošenja čestica peska usled čega nastaju depresije i nakon toga, kada koeficijent stabilnosti padne ispod kritičnog dolazi do obrušavanja delova spoljašnje kosine. Kasnije usled jačih padavina nastaju veće ili manje jaruge tokom čitave dužine spoljašnje kosine, što može lokalno ili čak i generalno uticati na smanjenje koeficijenta stabilnosti na brani 1.

Poplave

Površinske vode koje nastaju usled velikih atmosferskih padavina su opasnost za životnu sredinu. Deo korita Kriveljske reke na zapadnoj strani 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 dospeju 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, gde se prečišćavaju (talože se suspenzovane čestice), a zatim odvode do pumpne stanice odakle se kao sveže vode šalju u flotaciju „Veliki Krivelj“ za potrebe tehnološkog procesa. Hidrografska mreža Kriveljske reke je srednje razvijena, sa podjednakom razvijenošću leve i desne strane sliva. Po obodu sliva raspoređeno je više planinskih vrhova nadmorske visine oko 1000 m, koji pripadaju Crnom Vrhcu odnosno Velikom Kršu.

Gornji deo sliva je pretežno pokriven šumom, oko 70% površine, dok su u donjem delu sliva šume iskrčene i preovladavaju pašnjaci, livade i obradive površine. Ispred brane 1A flotacijskog jalovišta „Veliki Krivelj“, uliva se Borska Reka čiji tok je izmešten i tunelom sproveden u Kriveljsku reku. Površina sliva pre stupanja u zonu rudarskih radova iznosi 74,7 km², a po izlasku iz zone rudarskih radova 111,9 km².

Objekti flotacije ne mogu biti ugroženi od nadiranja velikih voda Kriveljske reke jer su smešteni na mnogo većoj nadmorskoj visini u odnosu na korito reke.

Pojava sufozije

Sufozija je fenomen kojim infiltraciona strujanja pokreću najsitnije čestice materijala bez pokretanja osnovnog kostura od krupnozrnog materijala. Ispiranjem sitnih čestica raste zapremina međuprostora, a time i propustljivost i brzina infiltracije. Intenziviranjem fenomena sufozije može doći do stvaranja većih praznina u masi nakon čega sledi neravnomerno sleganje nasipa jalovišta. Ovo može da ima nesagledive posledice ukoliko se ne otkrije na vreme. Otkrivanje ovog fenomena je moguće vizuelnim osmatranjem i kontrolom suspendovanih čestica u podzemnoj vodi. Ukoliko se utvrdi pojava sufozije moraju se preduzeti hitne mere sanacije flotacijskog jalovišta. Obilaskom polja 1 jalovišta VK u periodu maj 2016 - maj 2017 god., primećena pojava sufozije na spoljašnjoj kosini brane 1 u zoni zaštitne brane i donje drenaže. Sufozija je veoma opasna i njoj se u nerednom periodu mora posvetiti odgovarajuća pažnja kroz pojačan nadzor tehničkog osoblja kao i svih

zaposlenih na jalovištu jer se ona ne vidi spolja, a može dovesti do nekontrolisanih obrušavanja i destabilizacije brane koja se kasnije više ne može kontrolisati.

Zemljotresi

Za Kriveljsko područje od važnosti su potresi koji nastaju aktivnostima sredozemne ploče i u trusnoj oblasi Ploeshtia u Rumuniji. Granica sredozemne ploče prolazi duž Srbije, od Vardarske doline preko Kopaonika, Kosmaja i Posavine. Karta seizmičke regionalizacije, za teritoriju Srbije i bivšu Jugoslaviju, prvi put je urađena 1950. na osnovu podataka o zemljotresima koji su se desili na tom području od 306. do 1950. godine. Prvi propisi u Srbiji za građenje na trusnim terenima propisani su posle katastrofalnog zemljotresa u leto 1963. godine u Skoplju u bivšoj Jugoslaviji. Od tada počinje period izrade karata seizmičke regionalizacije. Ovakve karte služe projektantima i graditeljima građevinskih, hidrotehničkih, rudarskih i drugih struka kao osnova za izbor zaštite objekata od maksimalnog stepena jačine zemljotresa koji se može pojaviti na terenu. Svi objekti koji pripadaju pogonu flotacije „Veliki Krivelj” projektovani su i građeni sa stepenom stabilnosti (otpornosti) 9 stepeni.

5.5. NEPOKRETNOSTI, KULturna DOBRA, ARHEOLOŠKA NALAZIŠTA I AMBIJENTALNE CELINE

U selu Veliki Krivelj nalazi se Dom kulture, osnovna škola, obdanište, ambulanta, Pravoslavna crkva i privatni stambeni objekti koji su van Zone sanitarne zaštite i nisu ugroženi radovima sa kopa. Od važnih nepokretnih kulturnih dobara na području Krivelja su i objekti narodne arhitekture, koji su zaštićeni, a koji pripadaju tipu moravske kuće rasprostranjene i u Negotinskom kraju.

Uslovi za preduzimanje mera tehničke zaštite za očuvanje istorijskih spomenika pri daljem geološkim istraživanjima na lokalitetu Velikog Krivelja dati su u Obaveštenju Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš da na predmetnom prostoru nema utvrđenih nepokretnih kulturnih dobara, br. 1011/2 od 24.08.2017.god (prilog Studije).

Pre otvaranja površinskog kopa „Veliki Krivelj” vršena su arheološka i druga istraživanja i registrovana su i zaštićena sva značajnija kulturna dobra koja su prikazana u Prostornom planu zone uticaja rudnika “Veliki Krivelj – Cerovo”. U granicama Prostornog plana evidentirano je 5 arheoloških lokaliteta. Tri lokaliteta se nalaze na potezu od Velikog do Malog Krivelja (Kojak, Ciglana, Morminc), dok su dva lokaliteta bliža površinskom kopu „Veliki Krivelj” (Vršec, Vlačede). Svi ovi lokaliteti su zaštićeni i ne nalaze se u radnoj zoni gde se izvode rudarski radovi.

Kuće su u selima Veliki i Mali Krivelj i najčešće su građene na kosom terenu, dvodelne ili trodelne, sa krovovima na četiri vode i tremovima -“čindama”. U prizemlju, ispod cele ili dela zgrade, nalaze se podrumi. Izgrađene su od brvana i talpi, a zatim oblepljene blatom. Ognjište sa dimnjakom -“koš” smešteno je uz pregradni zid i odvaja dnevni boravak -“kasa” od soba. Ova kulturna dobra se nalaze izvan I zone uticaja (Zona sanitarne zaštite). Sanitarnom zaštitnom zonom se smatra prostor između mesta na kojem se emituju opasne i štetne materije i stambenih i javnih zgrada lociranih u naseljima (utvrđuje se na oko 250 m). Sanitarna zaštitna zona se ne može smatrati rezervnom zonom rudnika i koristiti za proširenje aktivnosti, a mogućnost da se zemljište koristi za gajenje poljoprivrednih kultura treba posebno utvrditi.

Zona sanitarne zaštite koja obuhvata zaštitni pojas oko svih rudarskih objekata u Velikom Krivelju:

- površinskog kopa,
- odlagališta raskrivke,
- drobilnog postrojenja,
- flotacije i flotacijskog odlagališta.

Nepokretna kulturna dobra opštine Bor obuhvataju arheološka nalazišta (60), jednu prostornu kulturno-istorijsku celinu i spomenike kulture, među kojima je deo zaštićen, ali ni jedno dobro nije kategorisano.

Dosadašnja zaštita nepokretnih kulturnih dobara na teritoriji Opštine dominantno je vezana za istorijsku prospekciju borskog rudarstva i metalurgije, što je pre svega zasluga Muzeja rudarstva i metalurgije u Boru. Najznačajnija zaštićena arheološka praistorijska nalazišta od ranog eneolita do poznog bronzanog doba su: Čoka lu Balaš kod Krivelja, Lazareva pećina kod Zlota, Kučajna u Boru i Trnjane kod Brestovačke banje, sa ostacima praistorijskih naselja i rudarenja. Od ostalih praistorijskih nalazišta, među zaštićenim dobrima ističu se nalazišta u Brestovcu, Šarbanovcu i Zlotu, a među evidentiranim su nalazišta u Boru i Brestovačkoj banji. Od zaštićenih nalazišta iz rimskog perioda, značajnija su u Tandi, Donjoj Beloj Reci, Brestovcu, Metovnici i Zlotu, a od evidentiranih nalazišta, značajnija su na Stolu, u Donjoj Beloj Reci i u Boru. Od zaštićenih srednjevekovnih nalazišta značajnija su u Gornjanu i Luci, a od evidentiranih su nalazišta u Gornjanu, D. Beloj Reci i Zlotu.

Posebnu celinu nepokretnih kulturnih dobara čini zaštićena prostorna kulturno-istorijska celina užeg područja Brestovačke banje, sa zaštićenim objektima Konakom Kneza Miloša i Kneževim dvorcem (uz obuhvatanje objekata turskog hamama i kupatila). Kulturna dobra savremene istorije datiraju od početka XX veka, a među njima su u Boru zaštićeni spomenici kulture zgrada "Francuske kasine" (danas Tehnički fakultet) i tri memorijalna spomenika (srpskim i francuskim vojnicima 1912-1918., P. Radovanoviću i M. Radnotiju). Evidentirana su: crkva u Boru, rudarska stambena kolonija, jevrejsko spomen obeležje i spomenik palim borcima i žrtvama fašističkog terora (uz jedan broj objekata koje takođe treba evidentirati), crkva u Slatini, a u 12 sela evidentirane su 4 crkve i 21 memorijalni spomenik kulture.

Tradicionalni stambeni objekti narodne arhitekture u Opštini samo su delimično evidentirani (u Zlotu i Luci), ali na njima nikad nije obavljen sistematski postupak tehničkog dokumentovanja i restauracije, te je ovaj fond nasleđa u procesu potpunog nestajanja ili utapanja u savremene seoske strukture.

U Boru rade tri ustanove kulture u državnoj svojini: Narodna biblioteka sa ograncima u četiri sela (Brestovac, Zlot, Donja Bela Reka, Krivelj) koji koriste prostorije u mesnim zajednicama; Muzej rudarstva i metalurgije sa četiri izložbena prostora; i Centar za kulturu koji radi u zgradi muzičke škole. U svim seoskim naseljima (osim sela Topla) postoje namenski građeni objekti za kulturne aktivnosti (domovi kulture). Svi objekti su višenamenski i koriste se za različite vrste javnih usluga (administracija, MZ, kultura itd). Ovi objekti predstavljaju značajan resurs lokalnih zajednica i potencijal za organizovanje velikog broja aktivnosti od interesa za stanovništvo (dnevni centri, komercijalne aktivnosti itd.). Pojedini su već rekonstruisani (objekat u Bučju rekonstruisan 2011. godine), ali je većina u lošem stanju, neodržavana i sa nerešenim organizacionom i upravljačkom strukturom.

5.6. PEJZAŽ

Sam Bor i okolina po svojim prirodnim obeležjima predstavljaju jednu od najinteresantnijih geografskih celina u Srbiji. Takve karakteristike ima zahvaljujući: geološkom sastavu, morfologiji i geologiji terena, klimatskim uslovima i složenom istorijskom razvoju živog sveta. Zapadni deo Borske opštine pripada planinskom kompleksu Južnog Kučaja. Svojom atraktivnošću i raznovrsnošću površinskih i podzemnih oblika reljefa ističe se kraška površ Dubašnica, površine 70km². Dosad je istraženo 116 pećina i 14 jama. Za turističke posete uređene su dve pećine: Lazareva pećina i Vernjikica. Istočni deo zahvataju planine: Stol, Mali i Veliki Krš, Deli Jovan i Gornjanska visoravan. Površina ovih krečnjačkih grebena i prostora iznosi 50km². Na ovom prostoru istraženo je 88 pećina i 14 jama. Šumsko zemljište zahvata 45% površine opštine, odnosno 43098 ha. Od ukupne površine opštine Bor, 86% je pod izrazitim antropogenim uticajem, a 14% je prostor očuvane prirode.

Jalovište Veliki Krivelj je formirano u dolini Kriveljske reke. Akumulacioni prostor jalovišta dobijen je pregrađivanjem doline branama izgrađenim od ciklonskog peska. Okruženje flotacijskog jalovišta, na udaljenosti od 1000 metara, isključivo čine nenaseljene obradive poljoprivredne površine, kao i površine prekrivene niskim žbunastim listopadnim rastinjem.

Eksplatacija ležišta bakra u PK „Veliki Krivelj” i PK „Kriveljski Kamen”, kao i jalovišta u Todorovom i Saraka potoku, uslovlila je izmene prirodnog ambijenta, za sada prvenstveno u smislu degradacije prirodnog reljefa, uz stvaranje inverznih oblika, u vidu depresije – kratera (površinski kopovi), s jedne strane, i sa druge strane uzvišenja od nagomilanih materijala stenske jalovine (otkrivke), kao i flotacijske jalovine posebno opasne po prirodni ambijent. Prirodni ambijent ugrožavaju i rudničke vode i vode rudničkih jalovišta, zatim vode koje dospevaju u površinske tokove odvodnjavanjem rudarskih radova. Usled rudarske aktivnosti dreniraju se podzemne vode iz samog ležišta i njegove šire okoline, presušuju pojedini izvori, izmeštaju se pojedini rečni tokovi iz svojih prirodnih korita, pa dolazi do promene hidrografske mreže.

Topografija terena Velikog Krivelja odlikuje se smenom brda i dolina manjih dimenzija na kratkom rastojanju i bez posebnih pejzažnih vrednosti i atraktivnih lokaliteta. Nema posebnih prirodnih retkosti i geomorfoloških lokaliteta, kao ni makro lokalitete sa očuvanim prirodnim zajednicama, koji bi se stavili pod režimom “strogih” prirodnih rezervata.

Vegetacija spada u brdsko-planinsku i odlikuje se pašnjacima, livadama, voćnjacima i manjim zabranima. Kvalitet vegetacije je slab, jedino je u dolini Kriveljske Reke nešto bolji, a uslovljen je morfologijom terena. Rastresiti površinski pokrivač je neravnomerno zastupljen. Pre otvaranja površinskog kopa, teren iznad ležišta “Velikog Krivelja” bio je pošumljen retkom cerovom šumom i žbunastim rastinjem. Zemljište u dolini Kriveljske reke se obrađivalo i gajile su se poljoprivredne kulture. Na toj lokaciji su sada degradirane površine. Površine na kojima je formirano flotacijsko jalovište predstavljale su dolinu tj. korito Kriveljske reke. Ukupne površine koje su degradirane da bi se formiralo flotacijsko jalovište Veliki Krivelj iznose 255250 m² ili 255,250 ha. Istočno i jugoistočno od površinskog kopa nalaze se uzvišenja: Mala Tilva, Faca Mare (784 mnv), Čoka Čuruluj sa Šeredom. Na ovim lokalitetima sa pretežno šumskim tlom rasprostire se jedna fitocenološka zajednica, koja je zbog devastacije tih šuma, mestimično promenila svoj spoljni izgled, uslovljavajući sekundarne promene u vidu lokacijski određenih asocijacija. Jugoistočni deo doline Kriveljske reke karakterišu degradirani tereni i kamenjari sa proređenim žbunastim vrstama. Severno od površinskog kopa nalazi se lokalitet Kornjetu Al Mare (Veliki Krš) i planina Stol.

Severozapadno od površinskog kopa nalazi se lokaliteti Banjica, Subovac, Duboka i Drenova. Od severozapada prema jugoistoku pruža se Kriveljska dolina. Severozapadni deo Kriveljske doline je pitomiji. Površine su pod poljoprivrednim kulturama, sa manjim zabranama i ostacima šuma. U ovom delu se nalazi i vidikovac Kriveljski Kamen, koji pripada krečnjačkim predelima istočne Srbije, planinama Karpatsko – balkanskog planinskog sistema. Veliki Krš i Kriveljski Kamen su tipični primeri merokasta (nepotpun kras).

Zapadno od površinskog kopa Veliki Krivelj nalaze se lokaliteti: Kormaroš, Bare i Brezonik. Prema prostornom planu, na području radne zone rudnika Veliki Krivelj, ne nalaze se prirodna dobra.

5.7. MEĐUSOBNI ODNOS NAVEDENIH ČINILACA

Jedan od važnih koraka kod istraživanja postojećeg stanja životne sredine je istraživanje postojećih potencijala, koje se sastoji u analizi prostorne celine u široj zoni planiranog projekta sa zadatkom da se ocene mogućnosti ekološkog rizika u smislu njihovog povećanja, umanjenja ili potpunog gubljenja. Karakteristike ekoloških potencijala čine kombinacije međusobnih uticaja prirodnih činilaca kao što su tlo, voda, vazduh, reljef, flora i fauna.

Na površinama (365 ha) koje zahvata površinski kop sa odlagalištima i pratećim objektima, odnosno na površini od 313 ha, ekosistemi su potpuno uništeni. Delimično oštećenje ekosistema je na površini od 52 ha u industrijskom krugu i na trasi transportnog sistema na površini od 14 ha. Umesto šuma, voćnjaka, livada i obradivih površina, rudarskim aktivnostima formirane su goleti sa pustinjским karakteristikama bez osnovnih uslova za samoobnavljanje eko-sistema. Uticaj površinske eksploatacije na ekosisteme je veliki, a za njihovo obnavljanje i dovođenje degradiranih površina u prvobitni oblik, potreban je dug vremenski period.

Prostorni plan zone uticaja rudnika "Veliki Krivelj - Cerovo" područja posebne namene, ukupne površine 10621 ha, obuhvata celo područje KO Krivelj, deo naselja Brezonik (KO Bor II) i manje delove KO Bučje i KO Oštrelj u delu flotacijskog jalovišta. Prostorni plan je utvrdio planska rešenja za razvoj planiranih rudarskih aktivnosti u zoni Velikog Krivelja i Cerova, kao i propozicije za uređenje prostora i mere zaštite životne sredine.

Prostornim planom nije bilo predviđeno preseljenje čitave naseljske zajednice Krivelj (koja se sastoji od centralnog naselja i 17 zaselaka), već samo delovi naselja koji su direktno ugroženi rudarskim aktivnostima. U vezi s tim ustanovljena je tzv. sanitarna zona i zona monitoringa oko kopova u čijem se obuhvatu u principu predviđa preseljenje postojećih domaćinstava, kao i sprovođenje rigoroznih mera zaštite životne sredine. Rizici izmeštanja naselja ili dela naselja van područja KO Krivelj bili bi mnogo veći, troškovi takvog poduhvata nepotrebno visoki a, pokazalo se, da većina meštana Krivelj ne želi da napusti postojeću lokaciju.

Uslovi i mere za ostvarivanje plana u domenu izgradnje, uređenja i korišćenja prostora dati su za celokupni prostor naseljske zajednice Krivelj i po pojedinačnim prostornim celinama, odnosno za: zone istražnih radova (preseljenje ugroženih domaćinstava pre otpočinjanja radova na eksploataciji, nije dozvoljeno formiranje novih domaćinstava doseljavanjem); sanitarne zone (preseljenje stanovništva – I faza u roku od dve godine od donošenja plana i II faza pre otpočinjanja radova na E-100 na PK "Veliki Krivelj", zabrana korišćenja zone za bilo kakve rudarske aktivnosti, formiranje zaštitnog zelenog pojasa), monitoring zone (stalna i potpuna kontrola uticaja površinskih kopova, flotacijskih jalovišta, transporta jalovine trakama i transportnih puteva, na stanovništvo, zemljište, vodotoke i izvorišta, snimanje građevinskih objekata radi praćenja uticaja rudarskih i

drugih aktivnosti, javno objavljivanje podataka, preseljavanje ugroženih domaćinstava na način utvrđen za domaćinstva koja se preseljavaju iz sanitarne zone); zaštićenu zonu Veliki Krivelj – Banjica (proširenje groblja, uređenje sanitarne deponije, izmeštanje fudbalskog terena...); novo naselje Banjica (formiranje 150 građevinskih parcela veličine 15 ari bruto, komunalno opremanje naselja, izgradnja centralnih naseljskih sadržaja i uređenje zelenih i sportsko-rekreativnih površina); i postojeće i buduće "rudničke prostore".

6. OPIS MOGUĆIH ZNAČAJNIH UTICAJA PROJEKTA NA ŽIVOTNU SREDINU

Uticaj Projekta "PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALOVIŠTA VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE" na životnu sredinu obuhvata kvalitativni i kvantitativni prikaz mogućih promena u životnoj sredini:

- tokom izvođenja radova
- u toku redovnog rada projekta i nakon zatvaranja odlagališta i
- u slučaju udesa

kao i procenu u kojoj meri se ovi uticaji odražavaju na kvalitet vazduha, vode, zemljišta, nivoa buke, zauzimanja površine, floru, faunu i mikroklimu.

6.1. UTICAJ TOKOM IZVOĐENJA RADOVA

Uticaj u toku izvođenja radova odnose se na uticaje koji će biti ispoljeni tokom:

- izgradnje kolektora za devijaciju rečnih tokova Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka,
- izmeštanja vodovoda Surdup – Bor,
- izmeštanja nadzemnog srednjenaponskog dalekovoda 10kV SN SKS i
- tokom svih etepa (I-V) izgradnje objekata i istaliranja opreme na nultom polju.

U toku izvođenja pripremnihi radova i izgradnje objekata dolaziće do povećanja koncentracije prašine, emitovanja zagađujućih materija nastalih prilikom sagorevanja dizel goriva u motorima građevinske mehanizacije, stvaranja buke, čvrstog građevinskog otpada, komunalnog otpada i sanitarno-fekalnih otpadnih voda.

Do povećanja koncentracije prašine dolaziće u dnevnom periodu na prostoru i u neposrednoj okolini izvođenja građevinskihi radova. Količina emitovane prašine zavisice od vrste radova i vremenskih uslova. Prilikom iskopavanja zemljišta i radova na pripremi terena u letnjem periodu za vreme suša i vetra koncentracija prašine biće veća u odnosu na vlažne period proleća i jeseni i periode bez vetra.

Buka i emisija zagađujućih materija od sagorevanja goriva u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem javljaće se za vreme rada građevinske mehanizacije, biće privremenog karaktera i ispoljavaće se u periodu vremena neophodnom za izgradnju objekta na kome se radi.

Kako ne bi došlo do zagađivanja zemljišta otpadom koji nastaje tokom izgradnje objekata, izvođač radova sakuplja, razvrstava i privremeno odlaže nastali otpad s ciljem predavanja ovlašćenim operaterima.

Na lokaciji nultog polja se ne skladišti i ne pretače dizel gorivo, a u slučaju izlivanja goriva iz rezervoara građevinske mehanizacije, izvođača radova će zagađeno zemljište sanirati.

Za sakupljanje komunalnog otpada i sanitarne potrebe zaposlenih, obaveza izvođača radova je da postavi kontejner i mobilni gradilišni toalet.

Kontejner sa komunalnim otpadom i sanitarno-fekalnom otpadnom iz mobilnog gradilišnog toaleta, preuzimaće nadležno JKP.

S obzirom na to da je izvođenje radova na izgradnji objekata na nultom polju vremenski ograničeno i njihov uticaj na parametre životne sredine biće **privremenog karaktera, ispoljavaće se na prostoru izgradnje objekta i u vremenskom periodu neophodnom za izgradnju objekta na kome se radi.**

6.2. UTICAJ TOKOM REDOVNOG RADA

6.2.1. Kvalitet vazduha, voda, zemljišta, nivoa buke, intenzitet vibracija, toplote i zračenja

Flotacijska odlagališta jalovine, bilo da su u funkciji odlaganja ili su zatvorena, predstavljaju stalnu opasnost po ekološke faktore životne sredine. Kao i svako odlagalište tako i novoprojektovano Nultog polje, imaće direktne posledice po životnu sredinu, koje se mogu ogledati kroz:

- uticaji na kvalitet vazduha,
- uticaji na kvalitet površinskih i podzemnih vode i
- uticaji na kvalitet zemljišta

6.2.1.1. Uticaji na kvalitet vazduha

S obzirom na geografski položaj, u pogledu zagađenja, lokaciju novoprojektovanog odlagališta flotacijske jalovine prati opšte stanje zagađenja životne sredine Bora. Najveća zagađenja u okruženju već su nastala radovima na kopu i eksploatacijom polja 1 i 2 za odlaganje flotacijske jalovine, koja se nalaze u neposrednom okruženju Nultog polje.

Emisija prašine sa brana u toku eksploatacije, kao i emisija prašine sa brana i sa suvih površina nakon zatvaranja, predstavlja najveći problem zagađenja vazduha u toku i nakon zatvaranja odlagališta flotacijske jalovine. **Ovaj uticaj je konstantan. Ispoljavaće se u toku redovnog rada projekta i nakon zatvaranja odlagališta.**

Nivo zagađenja vazduha prašinom sa brana i sa površine odlagališta flotacijske jalovine Nultog polja zavisiće od više faktora od kojih su najznačajniji:

- osobine odložene jalovine,
- klimatski i meteorološki uslovi,
- tehnika i tehnologija deponovanja jalovine i
- efikasnost primenjenih metoda zaštite od zagađivanja vazduha.

Nasipi brana Nultog polja grade se od peska iz hidrociklona. Izdižu se u etapama od po 10 metra do konačne kote deponovanja od K+393 nastupnom metodom. Izabrana tehnologija nadgradnje brana na Nultom polju flotacijskog jalovišta odstupnom metodom omogućava izgradnju brana sa visokim koeficijentima stabilnosti i predstavlja manju mogućnost emisije sitnih frakcija peska sa brana u okolni prostor. S obzirom na to da se za izgradnju brane koristi pesak iz hidrociklona, na osnovu rezultata ispitivanja prikazanih u tabeli 3.2.1., u emitovanoj prašini flotacijske jalovine, očekuje se prisustvo oksida silicijuma, gvožđa, aluminijuma, kalcijuma, magnezijuma kao i prisustvo teških metala: Cu, Zn, Pb, Fe, Cr, Ni, Pb, Cd, As.

Kako je Nulto polje odlagalište dolinskog tipa, u prvim godinama odlaganja jalovine zagađivanje vazduha prašinom biće manje izraženo. Problem zagađenja biće povećan sa povećanjem zapunjenosti prostora odlagališta, sve do konačnog ispunjavanja akumulacije flotacijskom jalovinom do kote K+387.

Površine mulja na plažama i u samoj akumulaciji održavaće se uvek dovoljno vlažnim, tako da će emisija prašine sa ovih prostora biti minimalizovana.

Emitovana prašina sa flotacijskog odlagališta ugrožavaće u najvećoj meri prostor površina u smeru dominantnog vetra iz pravca sever, severseverozapad i severozapad, koji predstavljaju najčešće pravace vetra na razmatranom području. Prosečna brzina ovih vetrova veća je od kritične brzine vetra pod čijom se dinamičkom silom može podići prašina sa brane flotacijskog jalovišta (>2 m/s).

Za prikazivanje zone uticaja emitovane prašine Nultog polje biće iskorišćeni rezultati prikazani u naučnom radu "Uticaj flotacijskog jalovišta na životnu sredinu Bora i mere zaštite" (Izvor: Mining & Metallurgy Engineering Bor, ISSN: 2334-8836 UDK: 622; <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/2334-8836/2013/2334-88361302097L.pdf>). Izvedeni proračuni se u potpunosti mogu primenljivi s obzirom na to da se Nulto polje nadovezuje na polje 1 i 2 tj. nalazi se u zoni uticaja potpuno istih klimatskih parametara, a sastav odlagane flotacijske jalovine je identičan.

Zone uticaja emisije prašine može se prikazati na osnovu specifičnog podizanja prašine po formuli:

$$q = g \cdot F, \text{ (mg/s)}$$

gde su:

g - vrednost specifičnih podizanja prašine za različite brzine vetra preko otvorenih površina, ($g = 0,2 \div 0,5$)

F - otvorena površina preko koje duva vetar brzinom $V > 2$ (m/s)

q - emisija prašine sa površine jalovišta, mg/s

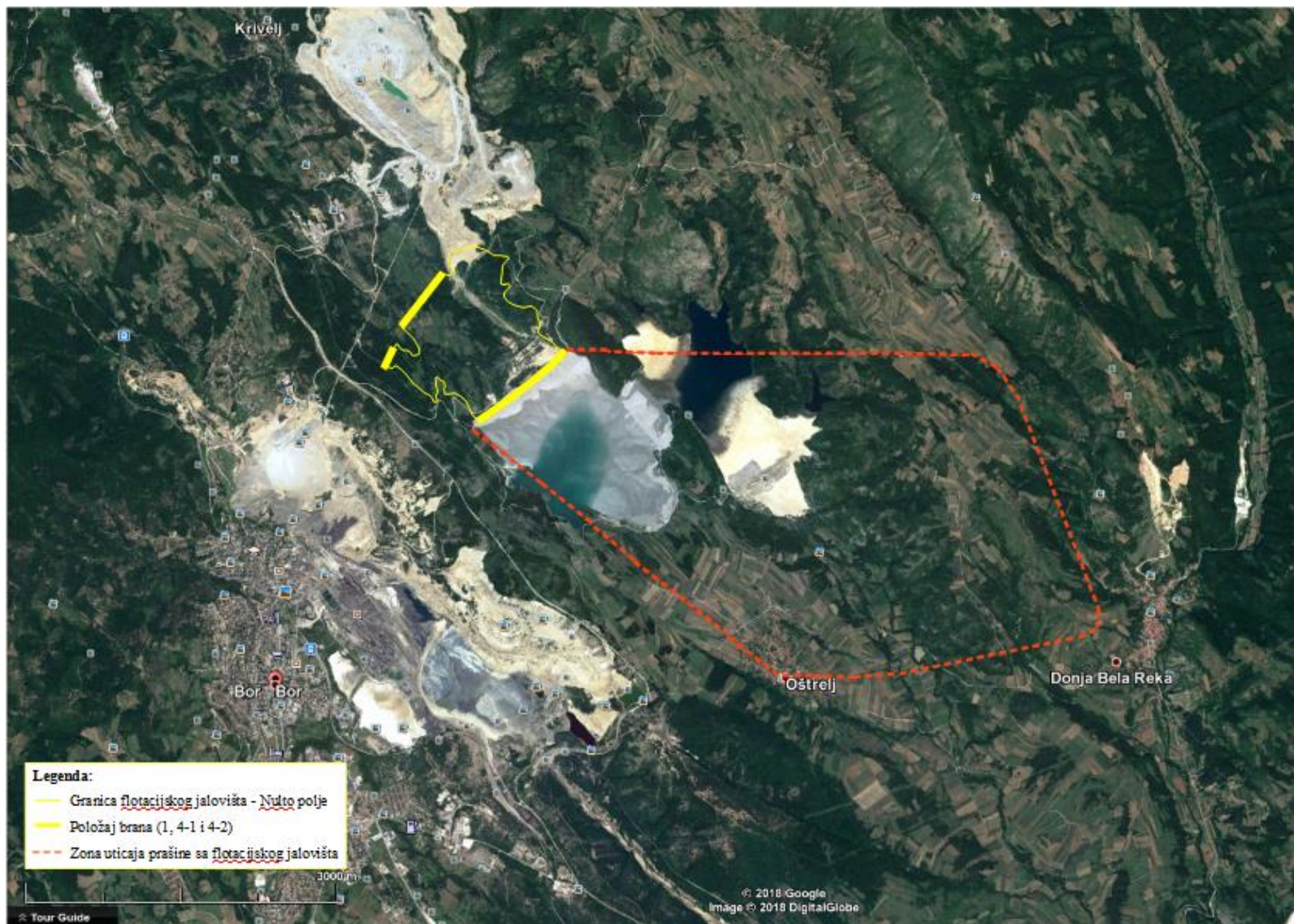
Emisija prašine jalovišta iznosi $q = 105.000$ mg/s.

Domet koncentracije prašine iznad $C > 0,12$ mg/m³ u dominantnim pravcima vetrova prikazan je u tabeli 6.2.1.

Tabela 6.2.1. Domet prašine u životnoj sredini

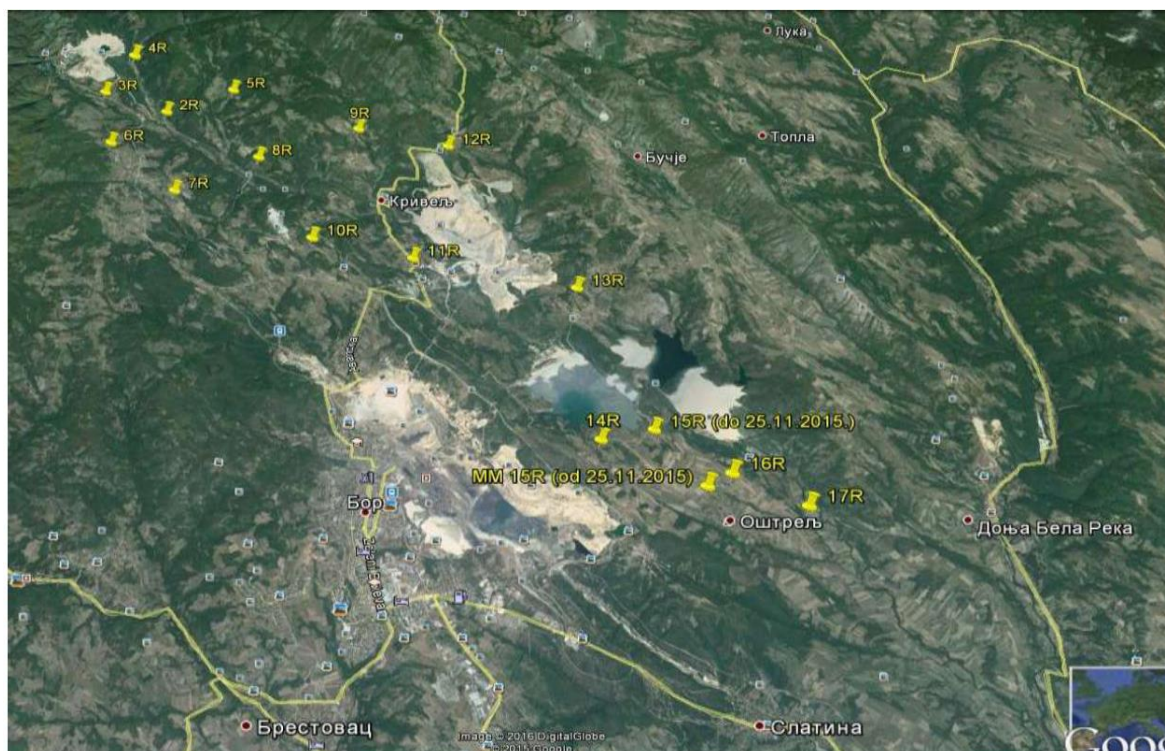
Pravac vetra	Brzina vetra W_s (m/s)	$K \cdot \sum q$ (mg/s)	ψ	L (m)
W	2,06	136450	0,3127	485
WNW	2,54	338625	0,3343	594
NW	2,5	273000	0,3325	600
Pravac vetra	$C_{\text{MDK}} - C_0$ (mg/m ³)	X (m)	U pravcu	q (mg/s)
W	0,11	3970,5	E	46150
WNW	0,11	6103,4	ESE	112875
NW	0,11	4976,1	SE	91000

Zona uticaja prašine sa flotacijskog jalovišta Nultog polja prikazana je na slici 6.2.1.



Slika 6.2.1. Zona uticaja prašine sa flotacijskog jalovišta Nultog polja

Zona uticaja prašine sa flotacijskog jalovišta Nultog polja delom se poklapa sa zonom uticaja prašine sa odlagališta jalovine, Polja 1 i 2. Na ovom prostoru su vršena ispitivanja taložnih materija u vazduhu od strane Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, Laboratorija za hemijska ispitivanja-HZK. Rezultati analize pokazali su da, u toku 2017. godine, nisu zabeležene povećane srednje godišnje vrednosti ukupne taložne materije na ispitanim mernim mestima (Tabela 5.3.1.). Na slici 6.2.2. dat je prikaz mernih mesta u okolini pogona RBB.



Slika 6.2.2. Lokacija mernih mesta u okolini pogona RBB

6.2.1.2. Uticaji na kvalitet površinskih i podzemnih voda

Voda u taložnom jezeru je visokoalkalna, pH oko 8,0, s obzirom da se tehnološki proces flotacije minerala bakra odvija u alkalnoj sredini, uz dodatak kolektora i penušavaca (reagensi za izdvajanje bakra) u količinama od nekoliko desetina grama po toni prerađene rude. Ovi reagensi u najvećoj meri ostaju u koncentratu bakra koji se prerađuje u topionici, a manji deo ostaje u flotacijskoj jalovini koja se odlaže na flotacijskom jalovištu.

Unutar flotacijskog jalovišta formira se jezero u kome dolazi do sedimentacije mulja iz pulpe i izdvajanja čiste vode. Izbistrena voda iz jezera se ponovo vraća u proces pomoću pumpi koje plutaju na splavu u jezeru.

Pored povratne vode u flotacijskom jalovištu se formiraju i procedne vode. Procedne vode se formiraju ceđenjem jalovine na putu od mesta izlivanja u jalovište do jezera, kao i procedivanjem iz jezera prema spoljašnjim kosinama jalovišta. Procedne vode iz jalovišta se prikupljaju ispred zaštitne brane preko drenažnog sistema i ponovo se vraćaju u jezero.

Način odlaganja jalovine predviđa da put proticaja voda ka spoljnim kosinama jalovišta bude veoma dug. Prilikom istakanja jalovine, slobodno ili posredstvom ciklona, hidromešavina

dolazi u dodir sa vazduhom i prima kiseonik. Kiše i sneg takođe unose kiseonik u procednu vodu koja se na svom dugom putu ka spoljnim kosinama (brzina oko $5,0 \times 10^{-5}$ cm/s) neutrališe.

Neblagovremena kontrola procedne vode može da dovode do razmekšavanja nožica nasipa, oštećenja brana i prodiranja povratnih ili procednih voda na okolno zemljište površinske ili podzemne vode.

Do prodiranja flotacijske jalovine u površinske i podzemne vode može doći i usled oštećenja kolektorskog sistema Borske i Kriveljeke reke i Saraka potoka, koji se nalazi ispod flotacijskog jalovišta Nultog polja.

Područje na kom su smešteni objekti flotacije „Veliki Krivelj se zapaža pojava malih količina podzemne vode, koja se pojavljuje u vidu malih izvora. U vreme suše ovi izvori veoma često presuše. Nivo podzemne vode je oko 1,1 m računajući od površine terena, a visina vodenog stuba je 3-4 m.

U terenu duž tokova Kriveljske reke, a delimično i Saraka potoka nema slobodne podzemne vode. Navedene sredine su najčešće vodonepropusne i bezvodne. Izuzetak mogu biti delovi stenovitih formacija koje su intenzivno ispucale ili degradirane. U takvim sredinama, lokalnog karaktera, pod uticajem vodotokova može formirati razbijeni tip izdani.

U toku 2016.god. vršena su kvartalna ispitivanja površinskih i otpadnih voda od strane Institut za bezbednost, kvalitet i zaštitu životne sredine i zdravlja 27.januar doo, Niš. Uzorkovanja površinskih voda su vršena na lokacijama: provirne vode sa brane 3a, Kriveljska reka posle uliva svih otpadnih voda, provirne vode sa brane 1a, Kriveljska reka pre uliva u kolektor. Ispitivanje otpadnih voda vršeno je za otpadne vode flotacije Veliki Krivelj.

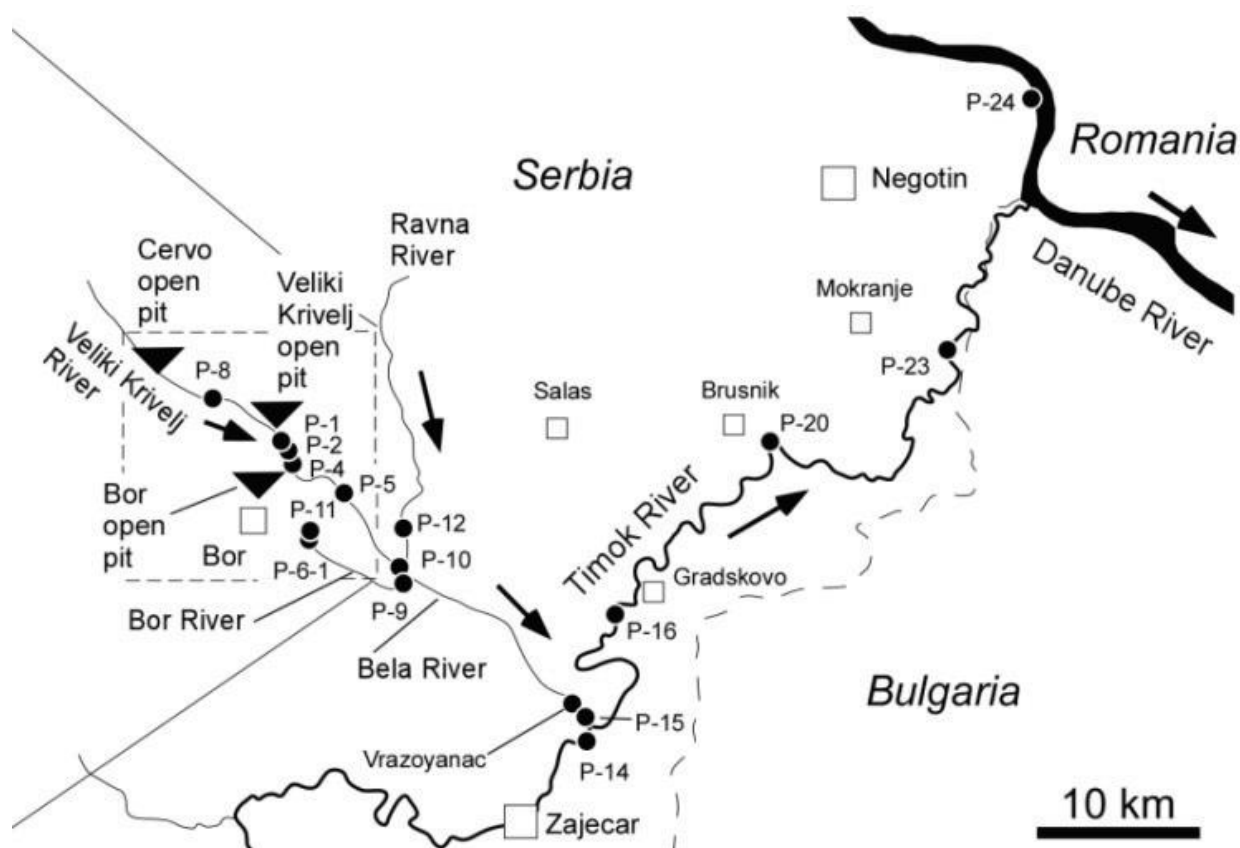
Na osnovu rezultata ispitivanja, izvršena je ocena kvaliteta Kriveljske reke, upoređivanjem rezultatima hemijskih analiza uzoraka pomenutog vodotoka, posle uliva otpadnih voda i njihovog potpunog mešanja sa vodama prijemnika i maksimalno dozvoljenih koncentracija pokazatelja kvaliteta reke II klase.

Kako Kriveljska reka nije kategorisana, ocena kvaliteta izvršena je u odnosu na krajnji recipijent, Borsku reku.

Rezultati ispitivanja površinske vode iz Kriveljske reke, posle uliva otpadnih voda sa flotacije i brana 1a i 3a, pokazuju da su koncentracije ispitivanih parametara iznad graničnih vrednosti za: sususpendovane materije, sulfate, amonijak, nitrite, bakar, kadmijum, hrom i nikl.

Prodiranje povratnih ili provirnih voda, iz novoprojektovanog flotacijskog odlagališta-Nultog polja, u površinske ili podzemne vode imalo bi za posledicu povećanje koncentracije zagađujućih materija u već zagađeni vodotok Kriveljske reke, što može imati za posledicu i prekogranični i regionalni problem zagađenja vodotoka reke Dunav.

Na slici 6.2.3. prikaza je put zagađujućih materija kroz površinske vode (Izvor: Procena uticaja rudničkih drenažnih i komunalnih otpadnih voda na kvalitet površinskih voda u Boru i okolini).



Slika 6.2.3. Put zagađujućih materija kroz površinske vode

(Izvor: <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0367-598X/2015/0367-598X1400031G.pdf>)

Zagađujuće materije iz procednih voda flotacijske jalovine dovode do izmene fizičko-hemijskih i bioloških osobina rečne vode, njenog sastava, temperature, gasnog režima i drugih uslova vezanih za život vodenih organizama. Ove promene se mogu pojačavati složenim sekundarnim promenama, nastalim pri međusobnoj reakciji zagađujućih supstanci ili sa osnovnim sastojcima vode, pri čemu dolazi do obrazovanja novih supstanci, koje štetno deluju na vodene organizme. Pri tome može doći do truljenja i vrenja organskih sedimenata sa obrazovanjem toksičnih supstanci, pojačanja ili slabljenja mineralizacije voda, biohemijskih procesa u vodi i zemljištu. Navedene promene mogu da dovedu do pogoršanja hidrohemijskog režima voda i uslova života vodenih organizama od protozoa do riba. Usled povećane toksičnosti vode može doći do izumiranja vrlo osetljivih organizama, nastajanja i razmnožavanje sve otpornijih organizama, kao bioindikatora, što dovodi do raspadanja prirodnih biocenoza. Sve to dovodi do snižavanja biološke produktivnosti voda, a vremenom i do uništavanja flore i faune zagađenog rečnog toka.

Predviđenom tehnologijom rada na jalovištu Veliki Krivelj obezbeđena je recirkulacija povratnih i drenažnih voda, čime se štite okolni površinski vodotokovi od zagađenja. Obezbeđivanjem retenzionog prostora od 7.147.600 m³ (retenzioni prostor se nalazi od kote K+390 mnv do K+393 mnv) i sigurnosno prelivnog organa na kraju eksploatacije nultog polja (kota prelivnog organa je K+392 mnv), postićiće se zaštita jalovišta od havarije koje mogu nastati usled priliva velikih voda, prouzrokovanih padavinama jakog intenziteta.

Izgradnjom novog kolektorskog sistema Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka,

predviđenim načinom odlaganja flotacijske jalovine, odgovarajućom drenažom i transportom povratne vode iz jezera u proces flotacije, isključuje se mogućnost prodiranja jezerske vode iz jalovišta u okolne vodotokove i podzemne vode.

6.2.1.3. Uticaji na kvalitet zemljišta

Zemljište kao složeni ekološki sistem reaguje na vrlo male promene, pri čemu u slučaju zagađenja, dolazi do degradacije njegovih osnovnih karakteristika.

Uticaj formiranih odlagališta flotacijska jalovišta, u toku eksploatacije kao i kada više nisu u operativnom periodu, a na kojima nije izvršena rekultivacija, ogleda se u povećanoj kiselosti materijala i povećanom sadržaju toksičnih elemenata koji se, u zavisnosti od poroznosti i vodopropusnosti jalovine, distribuiraju po dubini jalovišta i u okolnom zemljištu.

Zemljišta na kome se planira formiranje flotacijskog odlagališta, kao i zemljište u okruženju predstavlja zemljište VI, V, VI, i VII katastarske klase, koje se ne obrađuje i ne koristi se u poljoprivredne svrhe.

Prema stepenu zagađenosti i degradiranosti životne sredine opština Bor je jedna od 12 najugroženijih područja u Republici Srbiji. Za zemljište u Boru i neposrednoj okolini, karakterističan je povećani sadržaj bakra, posebno u katastarskim opštinama Oštrelj, Slatina i Bučje, dok je u ostalim prostorima blizu graničnih vrednosti. Pored bakra, u zemljištu je povećan i sadržaj arsena, azota, fosfora i kalijuma. Najveće zagađenje zemljišta bakrom i arsenom zabeleženo je u KO Krivelj, Oštrelj, Brezonik, Slatina i Bučje.

6.2.2. Uticaj na zdravlje stanovništva

Za područje Velikog Krivelja na kome se nalazi projekat Nulto polje ne postoje ispitivanja i ne raspolaže se podacima o uticaju kvaliteta vazduha, vode, zemljišta i buke u životnoj sredini na ljudsko zdravlje.

Veza između zdravstvenog stanja stanovništva i stanja životne sredine nije direktna, jer postoji mnoštvo drugih faktora koji utiču na ljudsko zdravlje. Ipak u nizu faktora koji određuju zdravstveni status stanovništva, faktor životne sredine kotira se visoko, pored nasleđa i individualnih karakteristika, životnog stila, dostupnost i delotvornosti zdravstvenih službi, a nisu bez značaja ni socijalno-ekonomske determinante.

Faktori životne sredine od posebnog su značaja za ljudsko zdravlje uključuju: uslove stanovanja, ishranu, radne uslove, snabdevalnje bezbednom vodom za piće, pravilno odlaganje otpadnih materija i kontrolu zagađenja životne sredine.

Promene u životnoj sredini prilikom odvijanja predmetne delatnosti na lokaciji projekta, ogledaju se kroz promenu sadržaja zagađujućih materija, pre svega teških metala, sledećih faktora životne sredine:

- zagađivanje vazduha,
- zagađenje zemljišta i
- zagađivanje vode.

Pri normalnim uslovima postoje tri načina ulaska teških metala u organizam, preko kože, preko gastrointestinalnog trakta i preko respiratornog trakta.

Za resorpciju iz vazduha najznačajniji je unos preko respiratornog trakta. Teški metali se inhalacijom unose u obliku aerosola ili pare u pluća gde se apsorbuju u krvotok.

Usled povećanih koncentracija teških metala u zemljištu i vodi dolazi do njihovog akumuliranja u biljkama, a time i u lanac ishrane životinja i ljudi. Zbog svoje toksičnosti, činjenice da nisu biorazgradivi i da imaju veoma dugo vreme poluživota u zemljištu, teški metali spadaju među najštetnijim nutritijentima po zdravlje čoveka, kao krajnjeg konzumenta biljnih i životinjskih proizvoda.

Putem kontaminirane hrane teški metali dospevaju u digestivni trakt, zatim apsorpcijom prelaze u krv i u pojedinačne organe gde se deponuju (npr. jetra, pankreas). Resorpcija preko kože se odvija prelaskom teškog metala iz vazduha na kožu i prolaskom kroz epidermis ili kroz folikule korena dlake ili kanale lojnih žlezda.

Nakon unošenja hranom teški metali se u organizmu deponuju u različitim organima i to:

- bakar u bubrezima,
- gvožđe u jetri,
- kadmijum u jetri i bubrezima,
- olovo u kostima i
- arsen u koži.

Uticaj bakar (Cu)

Čovek je uticaju bakra izložen putem kontakta sa vazduhom, vodom i zemljištem, i to preko respiratornog sistema udisanjem, preko digestivnog trakta hrana i voda i preko kože. Veći deo apsorpcije bakra je putem tankog creva i pluća. Organizam odraslog čoveka sadrži i 100-150 mg bakra, u većim količinama on postaje toksičan za organizam.

Prekomerno nagomilani bakar oštećuje jetru i mozak, što dovodi do pojave hepatitisa, psihičkih i neuroloških simptoma. Dokazano je da hronično izlaganje visokim koncentracijama bakra najviše pogađa jetru (ciroza jetre), bubrežne kanaliće i mozak.

Uticaj gvožđe (Fe)

Gvožđe ne predstavlja opasnost po čovekovu okolinu, iako čovekov organizam ima solidne mehanizme za regulaciju količine gvožđa, u nekim situacijama može doći do oboljenja hemohromatoze. To oboljenje se javlja usled prevelike doze gvožđa u organizmu, odnosno nemogućnosti unutrašnjih organa (pretežno creva) da spreče apsorpciju prekomernih količina gvožđa. Srednja vrednost koncentracije gvožđa u krvi iznosi 21,8 $\mu\text{mol/l}$ za muškarce, odnosno 18,5 $\mu\text{mol/l}$ za žene, dok je maksimalna koncentracija gvožđa u krvi 35,9 $\mu\text{mol/l}$ za muškarce i 30,1 $\mu\text{mol/l}$ za žene.

Uticaj cink (Zn)

Cink deluje kao sastavni deo ili kofaktor u funkcionisanju nekoliko enzima, učestvuje u sintezi proteina i ugljenih hidrata, metabolizmu nukleinske kiseline i lipida. Formira komplekse sa DNA i RNA i utiče na njihovu stabilnost. Dermalno izlaganje cinku može izazvati bolove u nogama, zamor, anoreksiju i gubitak telesne težine. U slučaju gutanja može izazvati probleme u digestivnom traktu poput stegnutosti u grlu, mučninu, povraćanje, dijareju, gubitak apetita, malaksalost, bolove itd. Udisanje cinkove prašine i isparenja može dovesti do iritacije respiratornog trakta i sluzokože praćene kašljem i bolovima u grudima. Toksikološka svojstva ove supstance još uvek nisu u potpunosti ispitana.

Uticaj olova (Pb)

Olovo nema pozitivnih učinaka na ljudski metabolizam. Udisanje olovnih čestica je primarni

put okupacione izloženosti olovu, dok je gutanje primarni oblik izloženosti u generalnoj populaciji. Apsorpcija olova kod dece je 8 puta jača nego kod odraslih.

Zbog sličnosti sa kalcijumom, veći deo apsorbovanog olova se skladišti u kostima dece i odraslih gde može ostati decenijama. Uslovi za oslobađanje kalcijuma iz kostiju (lomljenje, trudnoća, godine) takođe mogu pokrenuti olovo u kostima, omogućavajući ulazak u krvotok i u druge organe.

Pored ometanja metabolizma kalcijuma, olovo može podražavati i pomeriti magnezijum i gvožđe iz nekih enzima koji grade DNK (nukleotidi) i ometati cink u sintezi hema (nosioca kiseonika u eritrocitima) Hronična, niska izloženost (nivoi u krvi manji od 10 µg/dL) je u vezi sa većim rizikom sa hipertenzijom oslabljenim radom bubrega. Veća izloženost olovu utiče na endokrine žlezde (promena nivoa tiroidnih hormona [nivoi olova u serumu preko 40-60 µg/dL]; reproduktivni hormoni [nivoi olova u serumu preko 30-40 µg/dL]; uz smanjenje nivoa vitamina D), mozak (uzrokujući lezije, kognitivne poremećaje i promene ponašanja), uzrokuje anemiju. Kod dece, nizak nivo (<10 µg/dL) izloženosti olovu rezultuje kroz nekoliko razvojnih poremećaja (ubrzani rast skeleta, kognitivni poremećaj i pad koeficijenta inteligencije, usporen rast i odloženo seksualno sazrevanje) dok visoki nivoi (60-100 µg/dL) mogu uzrokovati stomachne grčeve (ATSDR 2007b) Međunarodna organizacija za istraživanje raka (International Agency for Research on Cancer, u daljem tekstu IARC) svrstava ga u grupu 2 mogućih kancerogena, dok je Američka agencija za zaštitu životne sredine (Environmental Protection Agency, u daljem tekstu EPA) utvrdila da MDK u pijaćoj vodi bude 0.

Uticaj arsena (As)

Arsen ima karakteristiku da se brzo resorbuje u organizam preko digestivnog trakta (oko 80 procenata), a dobra je i resorpcija preko kože. Raspodeljuje se po svim tkivima, a najviše u kosima, noktima i površinskom sloju kože, gde se dugo zadržava. Napada gotovo sve organe, a akutno trovanje arsenom može u roku od 30 minuta izazvati šok i kolaps svih organa. Dugotrajna izloženost niskim dozama izaziva niz problema koji započinju glavoboljama, neurološkim ispadima, disfunkcijom jetre, koštane srži, srca i krvnih sudova.

Hronični efekti mogu se ispoljiti i na nervnom sistemu, inhibira aktivnost enzima (sulfhidridne grupe), može da ugrozi metabolizam joda, a negativno utiče i na metabolizam masti i ugljenih hidrata. Prema IARC klasifikaciji, arsen spada u grupu 1 humanih kancerogena. EPA ga je klasifikovala kao jedinjenje kancerogeno za ljude pri unošenju inhalacijom i ingestijom.

6.2.3. Uticaj na meteorološke parametre i klimatske karakteristike

Promene mikroklimatskih karakteristika u području koje je obuhvaćeno analizom nastale kao posledica izgradnje objekata mogu se posmatrati samo u domenu striktno lokalnih obeležja. Radi se o mikroklimatskim karakteristikama koje su posledica egzistencije objekata u prostoru i nastaju prvenstveno zbog veštačkih tvorevina koje svojim volumenom ne izazivaju posledice i promene u relativno ustaljene mikroklimatske režime.

Osnovni mikroklimatski pokazatelji koji se mogu registrovati iznad objekata i sa jedne i druge strane (temperatura, vlažnost, evaporacija, zračenje), a bez uticaja izraženih veštačkih objekata, pokazuju ustaljene zakonitosti, koje važe i u konkretnim prostornim odnosima.

Negativan uticaj eksploatacije odlagališta jalovine ogleda se kroz emisiju prašine i ogoljenost terena koji mogu uticati na promenu mikroklimе povećanjem insolacije u toku leta.

6.2.4. Uticaj na ekosistem

Prostor Nultog polja za odlaganje flotacijske jalovine nalazi se u dolini Kriveljske reke u brdsko-planinskom predelu koji se odlikuje pašnjacima, livadama, voćnjacima i manjim zabranima. Pre otvaranja površinskog kopa, zemljište u dolini Kriveljske reke se obrađivalo i gajile su se poljoprivredne kulture.

Teren doline Kriveljske reke na kome će biti formirano Nulto polje je neravan, ispresecan jarugama i udubljenjima, delimično prekriven niskim žbunastim listopadnim rastinjem sa degradiranim biljnim prekrivačem. Neposredno uz lokaciju Nultog polja su površine na kojima je već formirano flotacijsko jalovište, Polje 1 i 2, predstavljale su dolinu tj. korito Kriveljske reke koja je degradirana da bi se formiralo flotacijsko jalovište Veliki Krivelj površine 255250 m² ili 25,525ha.

Uticaj realizacije Projekta ogledaće se u efektima na prirodna staništa biljnih i životinjskih vrsta izazvanim tehnološkim procesom odlaganja jalovine, koji će dovesti do uništavanja biljnog pokrivača i migracije faune (naročito ptica, gmizavaca i insekata), što za posledicu ima trajno uništenje postojećeg ekosistem, formiranje goleti sa pustinjским karakteristikama bez osnovnih uslova za samoobnavljanje. Uticaj aktivnosti odlaganja jalovine na ekosisteme je veliki, a za njihovo obnavljanje i dovođenje degradiranih površina u prvobitni oblik, potreban je dug vremenski period. Iz tog razloga Nosilac projekta će izvršiti rekultivaciju degradirane površine flotacijskog jalovišta i to najpre spoljšnje kosine i kruna brana 1 i nulte brane i male brane a zatim i površine akumulacionog prostora sprovesti rekultivaciju, prema Projektu rekultivacije.

6.2.5. Uticaj na naseljenost, migraciju i koncentraciju stanovništva

Okruženje Nultog polja čine nenaseljene površine. U navedenom okruženju nema povredivih objekata poput škola, vrtića, opština i sličnih objekata.

Uzvodno dolinom uz Kriveljsku reku nema objekata stanovanja sem samih objekata rudnika i flotacije „Veliki Krivelj“ sve do sela Veliki Krivelj. Selo Veliki Krivelj je udaljeno 4,4 km vazdušnom linijom.

Nizvodno se nalaze sela Oštrelj (udaljeno oko 1,5 km i na 320 m.n.v.) i selo Rgotina (na udaljenosti oko 11,8 km i na oko 150 m n.v.).

U prethodnom periodu izvršeno je preseljenje stanovništva iz zone uticaja RTB-a, pri čemu je najveći obim preseljenja bio u Boru (MZ Sever) i na području zajednice naselja Krivelj. Prema evidencijama stručnih službi RTB-a, od 1980. god. do danas su preseljena 133 domaćinstva.

Realizacija Projekta neće dovesti do novih migracija i promene koncentracije stanovništva.

6.2.6. Uticaj na namenu i korišćenje površina

Poremećaj životne sredine je jedan od najvidljivijih posledica rudarskih aktivnosti nastalih odvijanjem tehnoloških procesa eksploatacije i odlaganja jalovine. Prema istraživanjima životne sredine, rudarske aktivnosti negativno utiču na konfiguraciju reljefa, litologiju, klimu, vodu, zemljinu površinu, živi svet itd.

Formiranje Nultog polja, neće imati značajnog uticaja na namenu i korišćenje zemljišta s obzirom da je površina na kojoj se planira formiranje odlagališta prekrivena niskim žbunastim i listopadnim rastinjem sa kvalitetom zemljišta (uvidom u katastar) VI, V, VI, i VII katastarske klase, a u neposrednom okruženju se nalaze već postojeća odlagališta jalovine-Polja 1 i 2.

6.2.7. Uticaj na komunalnu infrastrukturu

U cilju formiranja prostora Nultog polja površine 25,525ha koji će biti zauzet flotacijskom jalovinom potrebna je izgradnja novog glavnog kolektora za devijaciju toka Kriveljske reke, izgradnja kolektora za devijaciju Saraka potoka i izgradnja kolektora za devijaciju Borske reke.

Osim izgradnje gore navedenih kolektora, planirano je:

- izmeštanje Vodovoda Surdup – Bor, koji prolazi blizu nožice zaštitne zemljane brane, prema tehničkom rešenju obrađenom u tehničkoj dokumentaciji, koja se izrađuje u sklopu DRP-a i
- elektroenergetske mreže, koja prolazi preko Nultog polja i služi za napajanje električnom energijom domaćinstava u selu Bučje.

6.2.8. Uticaj na prirodna dobra posebnih vrednosti i nepokretna kulturna dobra i njihove okoline i sl.

Na širem i užem području budućeg Nultog polja, za smeštaj flotacijske jalovine, nema zaštićenih vrsta biljnog i životinjskog sveta, niti objekata od kulturnog značaja.

Rešenje Zavoda za zaštitu prirode Srbije potvrđuje činjenicu da Nulto polja flotacijskog jalovišta nije unutar zaštićenog područja za koje je sproveden ili pokrenut postupak zaštite, ne nalazi se u prostornom obuhvatu ekološke mreže, ni u prostoru evidentiranih prirodnih dobara.

6.2.9. Uticaj na pejzažne karakteristike područja i sl.

Topografija terena Velikog Krivelja odlikuje se smenom brda i dolina manjih dimenzija na kratkom rastojanju i bez posebnih pejzažnih vrednosti i atraktivnih lokaliteta.

Eksploatacija ležišta bakra u PK „Veliki Krivelj” i PK „Kriveljski Kamen”, kao i jalovišta u Todorovom i Saraka potoku, uslovlila je izmene prirodnog ambijent, prvenstveno u smislu degradacije prirodnog reljefa, uz stvaranje inverznih oblika, u vidu depresije – kratera (površinski kopovi), s jedne strane, i sa druge strane, uzvišenja od nagomilanih materijala stenske jalovine (otkrivke), kao i flotacijske jalovine.

U okruženju lokacije Projekta nalaze se polja 1 i 2 za odlaganje flotacijske jalovine. Polja su formirana u dolini Kriveljske reke. Akumulacioni prostor jalovišta dobijen je pregrađivanjem doline branama izgrađenim od ciklonskog peska, a izgled predela u zoni u kojem se planira izgradnja projekta, uklapa se u kontekst šireg područja, tako da nema ograničenja za realizaciju planiranog postrojenja u smislu proporcije, topografije, vizuelne ravnoteže i tekstone sa aspekta izgleda predela i karakteristika pejzaža.

7. PROCENA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU U SLUČAJU UDESA

7.1. IDENTIFIKACIJA OPASNOSTI OD UDESA

Havarija ili udesi na flotacijskim jalovištima nastaju usled prirodnih nepogoda, tehničkih nedostataka i kombinacijom ova dva uzroka. Tom prilikom dolazi do pojave opasnih rizika po životnu sredinu gde se zagađuju vode, zemljište, biljke, uništava se stanište životinja i plave kuće ljudima. U cilju predviđanja obima pojedinih udesa potrebno je odmah pri projektovanju flotacijskih jalovišta izvršiti procenu verovatnoće nastajanja havarija i štete na terenu. To se vrši na osnovu matematičke statistike i korelacije sa zbivanjima na sličnim jalovištima i primenom teorema iz teorije verovatnoće i pouzdanosti flotacijskih odlagališta, pri radu u uslovima delovanja tehničkotehnoloških nedostataka i prirodnih nepogoda (atmosferskih padavina, poplava, oluja, zemljotresa) i ratnih dejstava.

U cilju procene opasnosti od udesa i od zagađivanja životne sredine izvršiće se identifikacija mogućih rizika od udesa koji se javljaju pri funkcionisanju proizvodnog procesa odlaganja jalovine, a mogu značajno uticati na kvalitet i stanje životne sredine, kao i na bezbednost i zdravlje zaposlenih i ostalih ljudi koji se nalaze u njegovoj neposrednoj okolini.

Mogući udesi do kojih može doći na lokaciji projekta zavise od količina i karakteristike opasne materije koje se skladišti, kao i od vrste opreme koja se koristi u toku realizacije tehnološkog postupka odlaganja jalovine.

7.1.1. Količina i karakteristika opasne materije

Opasna materija koja će se skladišti na lokaciji Nultog polja je flotacijska jalovina, rudarski otpad, koja nastaje u procesu flotacijske koncentracije minerala bakra.

Tabela 7.1.1. Prikaz količine opasne materije

Red. br	Hemijski naziv	CAS/UN	Naziv po međunarodno priznatoj nomenklaturi IUPAC	Trivijalni-uobičajeni naziv	Maksimalna količina na odlagalištu
1.	-	- / 3390	-	Flotacijska jalovina	115,30 Mm ³

Tabela 7.1.2. Karakteristike opasne materije

Element	Uzorak Jdef	Uzorak Kdef
%Cu	0,08	13,46
%Cu-ox	0,065	0,281
%Cu-sulf	0,073	13,17
%S	3,24	33,70
%SiO ₂	58,52	28,68
%Fe	4,58	32,74
%Fe ₃ O ₄	0,56	0,10
%Al ₂ O ₃	15,70	2,76
%CaO	5,08	1,59
MgO	2,16	0,54
K ₂ O	1,95	0,32
Na ₂ O	1,39	0,22
Pb	<0,02	<0,04
Zn	0,0078	0,19
As	<0,0030	<0,0030
Se	<0,0040	0,13
Mo	0,0016	0,046
TiO ₂	0,45	0,22
V ₂ O ₅	0,030	0,0095
Ti	0,27	0,13
g/t Ag	<0,5	11,4
g/t Au	<0,1	1,3

CAS broj: -
 UN broj: 3390 ; Klasa opasnosti -
 ADR/RID klasa: -
 Znaci opasnosti: N (opasno po životnu sredinu), Xn (štetno)



Napomena: za flotacijsku jalovinu ne postoji Bezbednosni list (SDS list)

7.1.2. Identifikacija kritičnog događaja i kritičnih tačaka

Identifikacija opasnosti obuhvata identifikaciju kritičnog događaja i kritičnih tačaka, odnosno događaje i mesta u procesu ili na postrojenju koja predstavljaju najslabije tačke, i kao takve mogu predstavljati izvore opasnosti sa aspekta nastajanja udesa.

Uzimajući u obzir fizičko-hemijske karakteristike, količinu i mesto skladištenja opasne materije, kao kritični događaj koji može da dovede do udesa sa dugoročnim štetnim posledicama na životnu sredinu i živi svet uopšte, identifikovano je: izlivanje flotacijske jalovine.

Analizom proizvodnih aktivnosti, opreme i uređaja koje predstavljaju izvore opasnosti sa aspekta nastajanja udesa na predmetnoj lokaciji, identifikovane su sledeće kritične tačke:

- kanal za transport jalovine,
- brane jalovišta (geometrija brane i/ili dinamika curenja),

- kolektor (urušavanje kolektora može izazvati ispuštanje jalovine i/ili blokiranje kolektora, kao i nemogućnost odvođenja uzvodnih bujica od poplava),
- samo jalovište:
 - potencijalni nedostatak nadvišenja ili preveliko jezero (laguna) usled lošeg upravljanja, kao i kontrola voda jezera na platou i opasnost od erozije brane,
 - erozija tla od vetra i kiše sa bočnih kosina brane i grebena,
 - drenaža podnožja brane i „slivnih polja“ uključujući i rizik od suberozije, erozije i urušavanja spoljnih stranica nasipa brane,
 - zagađenje životne sredine izazvano curenjem odvoda za povratne vode i
 - zagađenje vazduha prašinom.

7.1.3. Uzroci nastajanja udesa

Istraživanjem i analizom udesa na odlagalištima flotacijske jalovine zaključeno je da su najčešći uzroci havarija:

- tehnički nedostaci i
- prirodne nepogode

Od šesnaest zabeleženih havarija na flotacijskim odlagalištima na prostoru bivše Jugoslavije, devet slučajeva se odnosi na oštećenje betonske obloge kolektora i prodor flotacijske jalovine kroz betonsku oblogu kolektora (neotporanu na kiselu sredinu). Jedan slučaj se odnosi na oštećenje obloge tunela i jedan slučaj kroz betonsku cev za vodu, dok se dva slučaja odnose na prelivanje poplavnog talasa atmosferske vode preko istaložene flotacijske jalovine u jalovištu i brane, dva slučaja isticanja vode ispod tela brane i jedan slučaj kroz “odžak” karstnog terena i pećinu.

Havarije nastaju usled istovremene pojave opasnih stanja izazvanih tehničkim nedostacima i prirodnim pojavama na odlagalištima usled kojih dolazi do proboja flotacijskog mulja i njegovog oticanja u obliku poplavnog talasa u slivu područja.

Opasna stanja mogu da dovedu do iznenadnih klizanja podloge i kvarova na drenažnom sistemu i prelivnom organu na flotacijskom odlagalištu, pojave pukotina na kolektoru usled pritisaka sedimentovane jalovine, propadanja obloge kolektora usled dejstva kisele sredine i destabilizacije čitavog jalovišnog sistema.

Najčešći uzroci nastanka havarija na flotacijskim jalovištima su tehnički nedostaci (propusti) i prirodne nepogode. Često ova dva uslova se kombinuju i tada štete od nastalih udesa su većih razmera.

Tehničkim nedostacima kao uzroci havarija na flotacijskim odlagalištima izazvane su:

- nepoštovanjem projektnih rešenja (nepouzdana gradnja: brana, kolektora ispod jalovišta i brana, drenažnih sistema i prelivnog organa) i
- odsustvom kontrole i nepoštovanema propisa.

Nepoštovanje projektnih rešenja

Verovatnoća pojave havarije pri normalnim uslovima rada sistema na flotacijskim odlagalištima i ugrožavanje životne sredine može nastati usled nepoštovanja projektnih rešenja (npr. loš izbor vrste i količine cementa za spravljanje betona, potgrešan način spravljanja i ugrađivanje betona ili loš kvalitet primenjene armature) odnosno do odstupanja radnih parametara od projektovanih pri čemu dolazi do:

- pojave kvarova na drenažnom sistemu na brani (odsustva poroznog drenirajućeg sloja iznad kolektora ili smanjenja poroznosti usled sabijanja),
- kvarova na sistemu za povratnu vodu iz taložnog jezera (plovećoj pumpnoj stanici),
- nefunkcionisanja prelivnog (ispusnog) organa,
- pojave pukotina i oštećenja na kolektoru ispod jalovišta ili njegovog rušenja celom dužinom ili samo na pojedinim delovima zbog uštede u materijalu i nesolidne gradnje i dejstva hemijske erozije i
- nefunkcionisanja sistema za orošavanje suvih površina brana.

Odsustvo kontrole i nepoštovanja propisa

Havarije izazvane tehničkim nedostacima (ljudskim faktorom) u normalnim (projektovanim) uslovima rada na flotacijskim odlagalištima, smatraju se kao havarije grešaka ili havarije usled odsustva kontrole i nepoštovanja propisa. One nastaju zbog nepoštovanja tehnologije odlaganja flotacijske jalovine predviđene projektom, nepažljivog rada i upravljanja nivoom vode taložnog jezera unutar jalovišta, nepravilnog dimenzionisanja ili nepouzdanosti gradnje kolektora (primenom betona neotpornog na kiselu sredinu) ispod polja i brane jalovišta i sistema odlaganja u celini.

Prirodne nepogode (katastrofe) kao uzroci havarija na flotacijskim odlagalištima su:

- klizanje podloge, odnosno promene fizičkih i geoloških procesa koji dovode do klizanja obala u akumulacioni prostor i stvaranja poplavnog talasa koji može ugroziti branu i dovesti do njenog rušenja, što takođe dovodi do zatrpavanja prelivnog organa),
- pojava pukotina i kaverni u kraškom terenu,
- dugotrajne kiše i naglo otapanje snega u vidu velikih voda koje dovode do erozije brana i obodnih nasipa jalovišta,
- zemljotresi (tektonski, vulkanski, urvinski i veštački usled miniranja),
- vetrovi orkanske jačine koji izazivaju peščane oluje i eroziju brane ili premeštanje ciklonskog peska sa brana u okolinu i
- ratna dejstva na prostoru flotacijskih odlagališta, koja bombardovanjem dovode do oštećenja kolektora i flotacijskih brana.

Uzimajući u obzir opremu koja se koristi u procesu odlaganja flotacijske jalovine (oprema za rad-pumpe, trafostanica i sl.), kao moguća udesna situacija, sa ktarkotrajnim i lokalnim uticajem na parametre životne sredine može se identifikovati i pojava požara.

7.2. PROCENA OPASNOSTI OD IZLIVANJA JALOVINE USLED PUCANJA BRANE

U sklopu izrađene projektne dokumentacije za potrebe proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na Nulto polje izrađen je i PROJEKAT PROBOJA BRANA I POPLAVNOG TALASA, Elaborat o prolomu brana flotacijskog jalovišta "Veliki Krivelj" po proširenju jalovišta na nulto polje. Projekat je izrađen od strane Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, novembra 2017. god.

Statistički podaci, komentari, analiza scenarija i zaključci u ovom proglavlju preuzeti su iz gore navedenog dokumenta.

Statistički podaci o učestalosti i uzrocima rušenja brana

U svetu postoji veliki broj visokih brana od jalovine i one pripadaju, zajedno sa drugim visokim branama, grupi najvećih objekata na svetu. Iako su planirane da trajno postoje, često se dešavaju havarije na ovim branama. Katastrofalne havarije izazivaju ispuštanje velike količine jalovine što može dovesti do dugoročne ekološke katastrofe.

Prolomi i rušenja brana na jalovištima nisu retkost u svetu. Kod nas je u prošlosti bilo nekoliko incidenata na jalovišnim branama.

Podaci zabeleženi u svetskoj literature pokazuju da se jalovišne brane ruše po stopi koja je značajno viša od stope rušenja ostalih brane, koje formiraju akumulacije za vodu. Uzroci viših učestalosti pojave rušenja jalovišnih brana u odnosu na brane za akumulisanje vode najverovatnije su posledica sledećih faktora:

- tipovi jalovišnih brana su statistički više podložni oštećenjima i rušenju;
- činjenica da se jalovišne brane najčešće izgrađuju u sekvencijalnim "liftovima"-slojevima, tokom nekoliko godina, što čine kontrolu kvaliteta izvođenja radova izazovnijom i mnogo težom, u odnosu na brane za akumulisanje vode, koje se, sa druge strane, grade kontinualno u par godina. Ovakva tehnologija izgradnje je takva da novi slojevi, u potpunosti ili delimično, počivaju na relativno slabo nosećim slojevima iz prethodnog ciklusa nasipanja, što umanjuje opštu stabilnost objekta;
- brane na jalovištima se najčešće formiraju od homogenog materijala (bez glinenog jezgra), tako da je nivo provirnih voda visok, a nedovoljna ili oštećena drenaža, često može biti uzrok oštećenja ili rušenja brane;
- loše dimenzionisani ili zapušteni derivacioni i/ili evakuacioni objekti mogu dovesti do prelivanja brane u periodu intenzivnih padavina;
- zbog toga što su izrađeni od jalovišnog materijala, usled likvefakcije, zemljotresi deluju izuzetno razorno na ove brane;
- nizvodne kosine ovih brana se po pravilu ne štite od erozije;
- osmatranje deponija je generalno na tehnološki nezadovoljavajućem nivou, bez mogućnosti automatizovanog, ranog upozorenja.

Konvencionalne brane generalno ne moraju biti dizajnirane da traju zauvek, jer imaju ograničen život. Jalovišne brane imaju barem dve faze u svom životnom veku : fazu zatvaranja kao i operativnu fazu. One moraju biti dizajnirane i izgrađene da traju „zauvek“, i zahtevaju određeni stepen nadzora i održavanja dugo pošto se prekine sa rudarskim operacijama, a generisanje novčanih tokova i profita prestane.

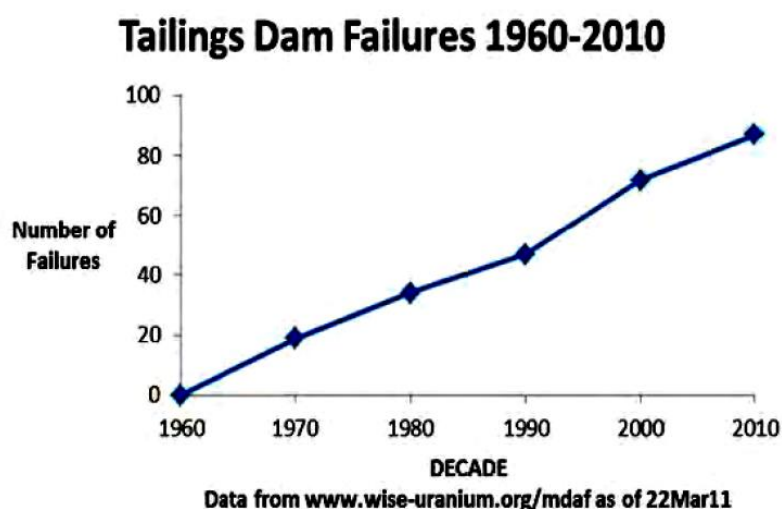
Konvencionalne brane se posmatraju kao imovina. Kao rezultat toga, njihova konstrukcija,

rad, i održavanje dobijaju visoke standarde nege i pažnje od vlasnika. Suprotno od toga, jalovišne brane su posmatrane od vlasnika kao neprofitabilni, troškovni deo rudarskih operacija. Značaj ovog aspekta je taj da sa takvim stavovima rudarske operacije prirodno nisu bile sklone proširenju napora u upravljanju objektima jalovišta, pa i jalovišnih brana, nego kao što je to slučaj kod vlasnika konvencionalnih brane.

Statistika govori da u svetu postoji više od 3500 registrovanih jalovišnih brana. (Davies, M.P. i T.E. Martin, 2000), između 25.420 i 48.000 velikih brana (World Commission on Large Dams, 2000.). Zbog alarmantno velikog broja oštećenja jalovišnih brana, Međunarodna komisija za visoke brane (ICOLD) je posvetila nekoliko studija ispitivanju uzroka rušenja jalovišnih brana.

Ispitivanja su pokazala da je najveći broj rušenja brana uzrokovan pojavom zemljotresa, poplava i strukturalnim problemima objekta.

U poslednjih 15 godina, od izveštaja ICOLD-a 2001. godine, evidentirano je prosečno jedno rušenje jalovišne brane na svakih 8 meseci (3 rušenja u dve godine).



Slika 7.2.1. Broja rušenja jalovišnih brana u poslednjih 50 godina

Scenariji rušenja brane na jalovištu "Veliki Krivelj"

Rušenja jalovišnih brana koja su se desila u prošlosti, kod nas i u svetu, i koja su bila dokumentovana, poslužili su da se pretpostave scenariji eventualnog rušenja brana jalovišta "Veliki Krivelj". Obzirom da u jalovištu "Veliki Krivelj" postoje tri Polja, broj i raspored Polja je osnovni kriterijum za izbor scenarija. Izabrana su 5 scenarija za koja su izvršeni proračuni hidrauličkih posledica u ugroženom području.

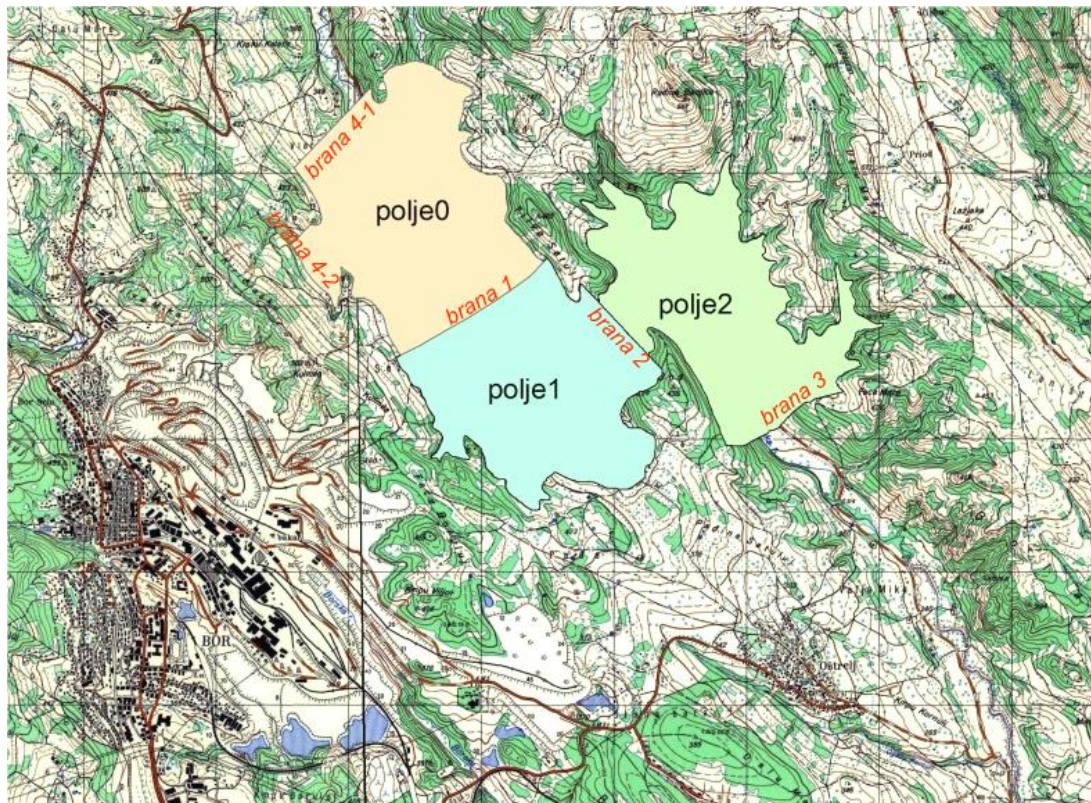
Prema **prvom scenariju**, brana 3 se ruši i poplavni talas, nastao isticanjem $4,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ vode i jalovine iz polja 2, širi se nizvodno. Početni protok u koritu Kriveljske reke nizvodno od brane 3 jalovišta, odgovara kapacitetu kolektora kojim se Kriveljska reka i pritoke prevode sa deonice uzvodno od jalovišnih deponija, nizvodno od brane 3, od $15 \text{ m}^3/\text{s}$ ($30,2 \text{ m}^3/\text{s}$). Ovaj početni protok će važiti za sve scenarije.

Prema **drugom scenariju** pretpostavlja se rušenje brane 2, čime se voda iz Polja 1 preliva u Polje 2 a usled rušenja brane 3 ova zapremina se izliva nizvodno dolinom Kriveljske reke. Zapremina poplavnog talasa u tom slučaju iznosi $8,5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Prema **trećem scenariju**, rušenjem brane 1, voda iz "Nultog" Polja, čija je zapremina

procenjena na $4 \times 106 \text{ m}^3$, se izliva u Polje 1, čija je zapremina oko $4 \times 106 \text{ m}^3$, a zatim se posle rušenja brane 2 izliva u Polje 2, čija je zapremina vode $4,5 \times 106 \text{ m}^3$, a zatim se ukupna zapremina vode od oko $12,5 \times 106 \text{ m}^3$ iz sva tri Polja, posle rušenju brane 3, ističe u dolinu Kriveljske reke nizvodno od brane 3.

U svim slučajevima brana 3 se ruši parcijalno i postepeno.



Slika. 7.2.2. Raspored Polja u jalovištu "Veliki Krivelj"

Četvrti scenario je isti kao i treći scenario, ali se posmatra tečenje mešavine vode i jalovine.

Peti scenario se odnosi na rasprostiranje talasa uzvodno od brane 3, koja se ruši simultano sa branom 1, pa se ukupna zapremina mešavine iz "Nultog" Polja i Polja 1 od $8 \times 106 \text{ m}^3$ može proširiti uzvodno u pravcu površinskog kopa "Veliki Krivelj". U ovom scenariju se pretpostavlja koincidencija poplavnog talasa sa uzvodnog slivnog područja verovatnoće 0,01 % i rušena gore pomenutih brana. Zapremina prirodnog poplavnog talasa je oko od $13,4 \times 106 \text{ m}^3$ i sa zapreminom izlivena mešavine iz gore pomenutih polja će činiti zapreminu od oko $21,4 \times 106 \text{ m}^3$ koja će ispuniti rečnu dolinu i površinski kop, uzvodno od brane 4.

Za potrebe proračuna rasprostiranja poplavnog talasa nastalog rušenjem korišćen je hidrodinamički numerički model HEC-RAS (USA – COE -Hydrologic Engineering Center) koji se koristi od 2002 godine, kada je implementirana opcija za proračune neustaljenog tečenja u do tada standardni model. Ovaj model predstavlja naslednika programa HEC-2 koji se koristi poslednjih 30 godina u USA a i u celom svetu kao jedan od standardnih programa za hidrauličke proračune. Za proračun rasprostiranja poplavnog talasa razmatrane su pet računske varijante. Sve varijante proračuna se odnose na rasprostiranje talasa u nizvodnom pravcu, pošto analiza rasprostiranja talasa pri rušenju brane 4 na uzvodnoj deonici nema mnogo smisla, obzirom da u ovoj zoni nema

naseljenih mesta i da se tu nalazi i površinski kop.

Najkritičniji rezultati sa aspekta obaveštavanja i uzbunjivanja stanovništva, kao i obeležavanja zone plavljenja dobijene su za varijante proračuna 3 i 4.

Detaljan opis numeričkog modela i svih varijanti proračuna date su u PROJEKT-u PROBOJA BRANA I POPLAVNOG TALASA, Elaborat o prolomu brana flotacijskog jalovišta "Veliki Krivelj" po proširenju jalovišta na "NULTO" polje.

Rezultati proračuna i njihova analiza

Treća varijanta proračuna

Rezultati ove varijante, u kojoj se razmatra kretanje talasa vode, daju se posebno za profil brane 3 i za područje nizvodno od ove brane. Ovi rezultati su merodavni za određivanje brzine prostiranja čela talasa.

U Prilozima 24.2. i 24.3. Grafičkog dela Projekta proboja brane i poplavnog talasa (*Prilog 24 Studije - U daljem tekstu prilozi 24.1-24.14*) prikazani su hidrogrami u izabranim karakterističnim poprečnim presecima nizvodno od brane 3., koji nastaju po rušenju ove brane, a prema trećem i četvrtom scenariju (ruše se brane 1, 2 i 3), za trajanje razvoja breše na brani 3 od 30 min.

U Prilogu 24.4. prikazani su hidrogram i nivogram u poprečnom preseku brane 3, kada se ova brana ruši po opisanom scenariju.

Oblik dobijenih hidrograma pokazuje da se maksimalni proticaji ostvaruju u trenutku završetka razvoja breše, kada je dostignuta njena konačna dubina. Posle tog vremena, promena protoka je nešto blaža, u odnosu na uzlaznu granu hidrograma, jer odražava postepenije pražnjenje akumulacije kroz brešu konstantnog poprečnog preseka.

U slučaju razvoja breše za 30 minuta, najveći proticaj za Varijantu 3 proračuna iznosi oko 1550 m³/s. Vremenska osnova hidrograma u profilu brane iznosi preko 200 minuta.

Rezultati proračuna se detaljnije prikazuju u 9 izabranih, karakterističnih poprečnih preseka, nizvodno od brane 3, čiji je položaj definisan u Tabeli 7.2.1.

Tabela 7.2.1.: Karakteristični poprečni preseki nizvodno od brane 3

Oznaka	Ime poprečnog preseka	Stacionaža (km)
55.8	Brana 3	0+000
42	400 m uzvodno od ušća Borske reke	8+668
38	Uzvodno od ulaza u Rgotski tesnac	10+393
37	Ulaz u Rgotski tesnac	10+757
22	Uzvodno od naselja Rgotina	14+934
19	Naselje Rgotina	16+521
18	Nizvodno od naselja Rgotina	17+056
7	Uzvodno od naselja Vražogrnac	23+389
4	Naselje Vržogrnac	24+988
1	Nizvodno od naselja Vržogrnac	26+326

Na situaciji plavnog područja u Prilogu 24.5. brojevi karakterističnih poprečnih preseka su posebno naznačeni.

Hidrogami koji prikazuju prostiranje talasa nizvodno od brane 3 dati su u Prilogu 4. Može se primetiti da se u zoni ušća Borske reke formira široka dolina, uzvodno od ušća Rgotskog tesnaca, što značajno utiče na smanjenje maksimalnih protoka, sa jedne strane, dok se uzvodno od ulaza u tesnaca javlja značajan uspor. Na ulazu u pomenutu dolinu, maksimalni protok, koji je na mestu brane iznosio oko $1550 \text{ m}^3/\text{s}$, opada do $1300 \text{ m}^3/\text{s}$, a zatim, zbog značajnog proširenja opada na nešto više od $1000 \text{ m}^3/\text{s}$. Ovaj proticaj praktično dolazi do ulaza u tesnac. Protoci nizvodno od tesnaca zavise od njegove propusne moći, jer je u hidrauličkom smislu tesnac kontrolni presek. Zato je smanjenje maksimalnog protoka nizvodno od tesnaca vrlo malo.

U poprečnom preseku 1., poslednjem računskom poprečnom preseku, nizvodno od naselja Vražognac, maksimalni protok iznosi $991 \text{ m}^3/\text{s}$ i značajno je manji je od stogodišnje velike vode reke Timok, koja iznosi $1340 \text{ m}^3/\text{s}$, tako da se prema Uredbi o sistemu osmatranja i obaveštavanja, hidraulička analiza posledica rušenja brane može se zaustaviti u navedenom poprečnom preseku, neposredno uzvodno od ušća Bele reke u Timok.

U prilogu 24.9. su prikazane anvelope maksimalnih pojavljenih proticaja duž toka.

Nivogrami, odnosno promena dubine u izabranim karakterističnim poprečnim presecima, koji prikazuju prostiranje talasa nizvodno od brane 3 u slučaju rušenja ove brane (Varijanta 3), dati su u Prilogu 24.6. Kao i u slučaju hidrograma, primećuje se uticaj velikog proširenja rečne doline u zoni ušća Kreveljske reke u Borsku reku, kao i Rgotskog tesnaca na transformaciju talasa. Anvelope maksimalnih nivoa za Varijante 3 i 4 su prikazane u Prilogu 24.8.

Na dijagramu u Prilogu 24.10. prikazana su vremena pojave čela talasa a u Prilogu 11. vremena pojave maksimalnih nivoa i vremena pojave maksimalnih proticaja duž toka.

Čelo talasa stiže do Rgotskog tesnaca, na stacionaži 10+7570 km nizvodno od brane (poprečni presek 37.), za oko 80 min. Prosečna brzina prostiranja čela talasa na ovoj deonici iznosi oko 3 m/s. Ova brzina se održava na sličnom nivou duž već dela Rgotskog tesnaca, da bi na najnižvodnijem delu tesnaca porasla na preko 7 m/s, a dalje nizvodno, brzina mu se ponovo smanjuje i prosečno iznosi oko 2 m/s.

Talas stiže u naselje Rgotina za nešto više od 100 min, a u naselje Vražognac, za oko 210 min.

U poprečnom preseku brane (poprečni presek 55.8), maksimalna kota nivoa javlja se posle 6 min, a 400 m uzvodno od ušća Borske reke (poprečni presek 41), posle 90 min. Uspor koji izaziva Rgotski tesnac prostire se uzvodno do ušća Borske reke (poprečni presek 41), a njegovo formiranje zahteva određeno vreme, tako da se maksimalna kota nivoa na ušću Borske reke javlja tek 164 min posle rušenja brane 3. Rgotski tesnac, odnosno uspor koji ovaj tesnac prouzrokuje, utiče na vreme pojave maksimalnih kota nivoa na celoj deonici nizvodno od tesnaca. Maksimalna kota nivoa može se očekivati u naselju Rgotina (poprečni presek 19) za oko 196 min, a u naselju Vražognac (poprečni presek 4), za oko 277 min posle rušenja brane.

Maksimalne srednje brzine u poprečnim presecima nizvodno od brane 3 su prikazane u Prilogu 24.12.

Kriva proticaja u najnižvodnijem poprečnom preseku je prikazana u Prilogu 24.13.

Četvrta varijanta proračuna

Rezultati ove varijante, u kojoj se razmatra kretanje talasa mešavine, merodavni su za određivanje maksimalnih kota nivoa i obeležavanje plavnog područja.

I u ovoj varijanti se posmatra rušenje brana na način kao i kod Varijante 3. Za ovu varijantu važi isti hidrogram u profilu brane kao i u prethodnoj varijanti, sa vremenom otvaranja breše od 30 min (Prilog 24.3.).

Hidrogrami koji prikazuju prostiranje talasa nizvodno od brane 3 dati su u Prilogu 24.4. Indentično kao što je to slučaj i u prethodnoj Varijanti 3 proračuna, može se konstatovati da proširenje rečne doline na spoju Kriveljske i Borske reke i Rgotski tesnac značajno utiču na smanjenje maksimalnih proticaja talasa.

Na ulazu u pomenutu dolinu, maksimalni protok, koji je na mestu brane iznosio oko 1550 m³/s, opada do 1250 m³/s, a zatim, zbog značajnog proširenja opada na nešto više od 965 m³/s. Ovaj proticaj praktično dolazi do ulaza u tesnac. Protoci nizvodno od tesnaca zavise od njegove propusne moći, jer je u hidrauličkom smislu tesnac kontrolni presek. Zato je smanjenje maksimalnog protoka nizvodno od tesnaca vrlo malo.

U Prilogu 24.9. su prikazane anvelope maksimalnih pojavljenih proticaja duž toka.

Nivogrami koji prikazuju prostiranje talasa nizvodno od brane 3 dati su u Prilogu 24.7., a anvelope maksimalnih pojavljenih kota nivoa, u Prilogu 24.8.

Kao u prethodnoj varijanti, oblik nivograma (promene dubina) ima strmiji oblik na deonici između brane i proširenja rečne doline u zoni ušća Borske u Kriveljsku reku, a glatkiji zaobljen vrh u svim ostalim nizvodnim poprečnim presecima (Prilog 24.7.). Ovo je posledica formiranja privremene akumulacije uzvodno od Rgotskog tesnaca i njenog postepenog praznjenja.

Na uzdužnom profilu maksimalnih kota, odnosno anvelopi maksimalnih nivoa (Prilog 24.8.) može se uočiti da talas mešavine (Varijanta 4) generalno daje više kote nivoa od talasa vode (Varijanta 3). To je naročito izraženo neposredno nizvodno od brane i uzvodno od Rgotskog tesnaca (u zoni privremene akumulacije), gde je maksimalna razlika nivoa 1,93 m, a minimalna razlika je 0,3 m, dok je srednja vrednost razlika oko 0,66 m.

U Rgotskom tesnacu, ove razlike nivo se postepeno smanjuju, a dalje na najnižvodnijoj deonici ove razlike ne prelaze značajno 0,3 m.

U Prilozima 24.10. i 24.11. prikazana su vremena pojave čela talasa i vremena pojave maksimalne kote nivoa i vreme pojave maksimalnih proticaja. Za vremena pojave čela talasa i maksimalnih kota nivoa merodavni su rezultati iz prethodne varijante proračuna (Varijanta 3).

Na situaciji u Prilogu 24.5. prikazana je zona plavljenja za ovu Varijantu 4, koja se koristi za obeležavanje ugroženog područja na terenu. Na ovom prilogu prikazana je stacionaža toka po minor koritu, pozicija računskih poprečnih preseka, naznačeni su izabrani karakteristični poprečni preseki i na stacionaži su data vremena pojave čela talasa duž toka.

Zona plavljenja u dolini Kriveljske reke do ušća Borske reke ima širinu između 200 i 300 m. Poplavnim talasom ugrožena je lokalna saobraćajnica duž desne obale i most na lokalnom putu Oštrej-Donja Bela Reka. Na ovoj deonici nema ugroženih naslja, a naselje Oštrej se nalazi na bezbednoj visini. Dalje gledano nizvodno širina zone plavljenja se održava na širini do 300 m, do stacionaže od oko 4+000 km, kada se ova zona širi na preko 300 m, da bi dalje nizvodno u zoni, između ušća Borske reke (stacionaža oko 8+700 km) i Rgotskog tesnaca (stacionaža 10+756 km), širina zone plavljenja porasla na preko 400 m na nekim delovima. Ovo je posledica formiranja privremene akumulacija koja, pored doline Kriveljske reke, delimično potapa i doline Borske reke i Ravne reke. Na ovoj deonici plavljenjem je ugrožena železnička pruga Bor-Zaječar, put donja Bela Reka-Rgotina duž leve obale, kao i magistralni put Bor-Zaječar koji se pruža duž desne obale.

Širina zone plavljenja se znatno smanjuje duž Rgotskog tesnaca u kome ne postoje naselja i

saobraćajnice. Nizvodno od Rgotskog tesnaca širina zone plavljenja je između 100 i 200 m. Na levoj obali je ugrožena železnička pruga Bor-Zaječar. U naselju Rgotina širina zone plavljenja je između 250 i 500 m. U naselju su, unutar tog pojasa, ugroženi svi stambeni i drugi objekti. Na potezu između naselja Rgotina i Vražogrnac plavna zona se širi, od 450 do 800 m. Put Bor-Zaječar na desnoj obali je ugrožen, naročito kod Tolovačkog potoka. Železnička pruga je ugrožena na više mesta. Put Zaječar-Negotin nije ugrožen, jer dolinu prelazi visokim i masivnim betonskim mostom, koji je van domašaja poplavnog talasa. Na ovoj deonici unutar zone plavljenja nema naselja.

U naselju Vražogrnac širina zone plavljenja je između 400 i 750 m. Unutar te zone ugroženi su svi stambeni objekti, kao i pruga Bor-Zaječar.

U Tabeli 9.2. (*Prilog 25. Studije*) date su koordinate tačaka-belega za obeležavanje plavnog područja i kote dopiranja talasa koji nastaje usled rušenja brane 3, za merodavnu Varijantu 4 proračuna, kao vreme dopiranja čela talasa za merodavnu Varijantu 3 proračuna.

Maksimalne srednje brzine u poprečnim presecima nizvodno od brane 3 su prikazane u Prilogu 24.12.

Kriva proticaja u najnižvodnijem poprečnom preseku je prikazana u Prilogu 24.13.

Tačke za obeležavanje zone plavljenja nizvodno od brane 3 prikazana u Prilogu 24.14.

Peta varijanta proračuna

Plavno područje, uzvodno od jalovišta, tačnije uzvodno od "Nultog" Polja, prikazano je u Prilogu 24.14. Najviša kota nivoa vode u plavnoj zoni je 311.1 mm, a u kopu se formira akumulacija sa kotom nivoa 210 mm, ako se posmatra zbirna kriva zapremine površinskog kopa i uzvodne doline i zbirna kriva zapremine poplavnog talasa i talasa nastalog rušenjem brana jalovišta ($21,4 \times 10^6 \text{ m}^3$). Kota u plavnoj zoni odgovara najnižoj koti terena duž granice površinskog kopa pri kojoj se voda, odnosno mešavina preliva u kop. Zapremina kopa definisana na osnovu topografskih podloga iz oktobra 2017. godine u odnosu na prethodno izrađenu dokumentaciju iz 2007. godine dimenzije površinskog kopa su se značajno promenile i zapremina kopa je takva da može kompletno primiti zapreminu poplavnog talasa i talasa nastalog rušenjem brane.

Koncept kontrolisanog ispuštanja velikih voda u kop je i ranije razmatran kao jedno od rešenja pri regulaciji Kriveljske reke, a u ovom slučaju i u slučaju pojave talasa nastalog rušenjem brane.

Uzvodna zona plavljenja ima dimenzije 200x1800 m. U Tabeli 9.3. (*Prilog 26. Studije*) prikazane su koordinate tačaka-belega za obeležavanje plavnog područja i kote dopiranja talasa uzvodno od brane 4.

Rezime i zaključci

Na osnovu predhodnih rezultata proračuna mogu se izvesti sledeći glavni zaključci:

- Najnepovoljnije hidrauličke posledice za dolinu Kriveljske reke i Bele reke, nizvodno od brane 3, nastaju kada se jedna za drugom ruše brane 1, 2 i 3 i kada je zapremina poplavnog talasa, koji se formira u poprečnom preseku brane 3, $12,5 \times 10^6 \text{ m}^3$.
Pretpostavljeno je da se brana 3 ruši postepeno i delimično, za 30 min.
- Poplavni talas prostire se prosečnom brzinom od oko 2,2 m/s do Rgotskog tesnaca, a nizvodno od Rgotskog tesnaca do naselja Vražogrnac njegova brzina opada na 1,6 m/s.

- Talas do naselja Rgotina stiže za oko 100 min, a do naselja Vražogrnac 210 min.
- Rgotiski tesnac je kontrolni presek koji izaziva uspor i formiranje privremene akumulacije, od ulaza u tesnac do ušća Borske reke.
- Privremena akumulacija se postepeno prazni kroz Rgotski tesnac, ugrožavajući puteve i železničku prugu, kao i naselja Rgotina i Vražogrnac.
- Domen uticaja poplavnog talasa usled rušenja brane 3, Prema Uredbi o sistemu osmatranja i obaveštavanja, završava se na izlasku iz naselja Vražogrnac neposredno uzvodno od ušća Bele reke u Timok.
- Zapremina kopa definisana na osnovu topografskih podloga iz oktobra 2017. godine. u odnosu na prethodno izrađenu dokumentaciju iz 2007. godine su se značajno promenile i zapremina kopa je takva da može kompletno primiti zapreminu poplavnog talasa i talasa nastalog rušenjem brane uzvodno od jalovišta.

7.3. PROCENA OPASNOSTI OD POŽARA

Verovatnoća nastanka požara kao udesne situacije na lokaciji flotacijskog odlagališta nultog polja je veoma mala s obzirom na karakteristike tehnološkog procesa, karakteristike flotacijske jalovine koja se odlaže i vrstu opreme koja se koristi.

Do pojave požara može doći usled neispravnosti elektroinstalacija, nepravilnog rukovanja uređajima, nepažnjom, nemarom, sabotazom ili u slučaju požara na nekoj od susednih parcela i ne reagovanja na njega, pri čemu postoji mogućnost da požar zahvati nisko rastinje na predmetnoj lokaciji.

Na osnovu procene ugroženosti od požara i fizičko hemijskih osobina materija koje se koriste u ovom projektu, moguća je pojava požara na električnim instalacijama.

U požare na električnim instalacijama spadaju požari na uređajima i instalacijama pod električnim naponom, najčešće na elektromotorima, transformatorima, razvodnim postrojenjima i sl. Za gašenje ove klase požara kao sredstvo za gašenje koristi se suvi prah i ugljendioksid.

Produkti sagorevanja odlaze u atmosferu i privremeno je zagađuju. Kakva će biti distribucija polutanata, direktno zavisi od trenutnih klimatskih uslova.

Ukoliko je tiho vreme, bez vetra, prenošenje polutanata dalje od mesta nastanka je sporo, kao i smanjenje njihove koncentracije, kao posledica mešanja sa vazduhom.

Ukoliko je vreme vetrovito, od smera, intenziteta i dužine duvanja vetra, zavisice smer prenosa polutanata i njihova raspodela u lokalnom i globalnom prostoru, a brzina smanjenja njihove koncentracije biće veća.

Toplotno dejstvo požara izaziva povrede i opekotine, a emisija dima koji se oslobađa pri požaru u proizvodnom postrojenju mogu dovesti do gušenja ili do smrtnog ishoda zaposlenih. Prilikom požara u atmosferu se oslobađaju različiti štetni gasovi, najčešće ugljendioksid, ugljenmonoksid i dr.

Pri normalnim uslovima ugljendioksid je bezbojan gas, bez mirisa i blagog kiselog ukusa. Nije zapaljiv, ne gori, inertan je i nije toksičan. Pri udisanju većih količina nastaju smetnje u organizmu koje mogu dovesti do smrtnosti. Koncentracija od 5% ugljendioksida u atmosferi (tj. 5000 ppm) može da prouzrokuje zastajanje daha i glavobolju, ali nisu zapaženi štetni hronični efekti pri ponovnom izlaganju gasu. Najveća opasnost je gušenje. U koncentraciji od 10% ugljendioksid izaziva nesvest, a lice koje je bilo izloženo umire usled nedostatka kiseonika, ako se ne prenese u normalnu atmosferu ili ne dobije kiseonik. Ugljendioksid se jedva oseća i čovek može ne znajući da

stupi u prostor u kome je koncentracija gasa dovoljno velika da izazove prestanak disanja.

U atmosferi ugljendioksida ne mogu sagorevati zapaljive materije. Sa razvijanjem sve veće količine ugljendioksida, sagorevanje slabi i ukoliko nema dovoda kiseonika vatra se može ugasiti.

Pri nepotpunom sagorevanju na otvorenom, pri požaru i manjku kiseonika biće izraženija produkcija ugljenmonoksida (CO). Najveću frakciju pri nepotpunom sagorevanju predstavlja ugljenmonoksid i to u količini od 60-70%.

Ugljenmonoksid je bezbojan gas, bez ukusa je i mirisa. Nešto je lakši od vazduha, sa tačkom topljenja -199°C i tačkom ključanja 190°C . Ugljenmonoksid nastaje u svim slučajevima kada nema potpunog sagorevanja, zbog nedostatka kiseonika, a najčešće pri požarima u zatvorenom prostoru, u automobilskim motorima i u pećima za sagoerevanje uglja i slično. Pored toga što je zapaljiv on sa vazduhom gradi eksplozivne smeše. Ugljenmonoksid je veoma štetan po ljudski organizam, otrovan je, u atmosferi koja sadrži 0,3% CO nastupa smrt kod ljudi. Njegova otrovnost potiče od toga što se veoma lako jedini sa hemoglobinom u krvi.

U cilju zaštite od požara a na osnovu procene o mogućima klasama požara i izbora odgovarajućih sredstava za gašenje tih požara, u objektima na Nultom polju se predviđa postavljanje aparata za gašenje požara tipa "S", "CO2-5" i aparata punjenih inertnim gasom.

Broj i raspored aparata za gašenje požara određen je na osnovu požarnog opterećenja i površine objekta prikazanim u projektoj dokumentaciji zaštite od požara.

Ako uzmemo u obzir količinu i materije koje imaju gorive osobine, štetnost podukata sagorevanja, klimatske karakteristike na posmatranom lokalitetu, toplota koja se oslobađa pri sagorevanju, kao i brzinu samog sagorevanja, može se pretpostaviti da u slučaju požara može doći do lokalnog i kratkotrajnog zagađivanja vazduha.

8. OPIS MERA PREDVIĐENIH U CILJU SPREČAVANJA, SMANJENJA I OTKLANJANJA SVAKOG ZNAČAJNIJEG ŠTETNOG UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

S obzirom na sve razmatrane posledice i njihov značaj, zapaža se da će Projekat PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALOVIŠTA VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE, imati određene uticaje, za koje je neophodno preduzeti mere zaštite, kako bi se moguće negativne posledice svele u prihvatljive granice.

Opis mere za sprečavanje, smanjenje i otklanjanje svakog značajnog štetnog uticaja na životnu sredinu obuhvata mere koje se mogu sistematizovati u okviru sledećih grupa:

- mere koje su predviđene zakonskim i drugim propisima, normativima i standardima i rokovi za njihovo ostvarivanje,
- mere za sprečavanje nastanka mogućih udesa i mere za reagovanje u slučaju udesa i planovi i tehnička rešenja zaštite životne sredine i
- druge mere koje mogu uticati na sprečavanje ili smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu.

8.1. MERE KOJE SU PREDVIĐENE ZAKONOM I DRUGIM PROPISIMA, NORMATIVIMA I STANDARDIMA I ROKOVIMA ZA NJIHOVO SPROVOĐENJE

Ove mere podrazumevaju primenu zakona, normativa i standarda koji moraju da ispunjavaju odlagališta flotacijske jalovine.

U cilju svođenja mogućih negativnih uticaja u granice prihvatljivosti i zaštite životne sredine, uz istovremeno ostvarenje planiranog obima rada projekta, obaveza Nosioca Projekta je da svaku aktivnost prilikom izvođenja radova planira i sprovodi u skladu sa važećom zakonskom regulativom i podzakonskim aktima.

U fazi pribavljanja uslova i saglasnosti za radove koji se planiraju u fazi izgradnje objekata na predmetnom Projektu, u skladu Zakon o planiranju i izgradnji ("Sl. glasnik RS" br. 72/09, 81/09 (ispravka), 64/10 (US), 24/11, 121/12, 42/13 (US), 5013 (US), 98/13 (US), 132/14, 145/14), Nosioc Projekta **je pribavio:**

- Informaciju o lokaciji za prostor planiranog nultog polja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj u KO Krivelj
- Uslovice zaštite prirode iz Zavoda za zaštitu prirode Republike Srbije
- Obaveštenje Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš
- Vodne uslove

U skladu sa odredbama Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima ("Sl. glasnik RS" br. 101/2015), Zakona o planiranju i izgradnji, (Sl.Gl.R.Srbije, br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10-US, 24/11, 121/12 i 43/13-US, 50/13-US, 54/13-US i 98/13-US), Pravilnika o sadržini Projekata geoloških istraživanja i Elaborata o rezultatima istraživanja, (Sl.Gl.R.Srbije br. 51/96), izvršeno je geotehničko istraživanje s ciljem definisanja litološko geotehnička i hidrogeološka građa i sklop terena po dubini, i **izrađeni su:**

- Elaborat o geotehničkim uslovima izgradnje trasa kolektora u polju "o" u okviru proširenja flotacijskog jalovišta "Veliki Krivelj"
- Projekat geomehaničkih, inženjersko-geoloških i geoloških istraživanja na jezgrima istražnih bušotina na trasi kolektora u polju "o" u okviru proširenja flotacijskog jalovišta "Veliki

Krivelj“,

- Elaborat geotehničkim uslovima izgradnje pregradne brane u polju “o” u okviru proširenja flotacijskog jalovišta “Veliki Krivelj” i
- Dopuna projekta geomehaničkih, inženjersko-geoloških i geoloških istraživanja na jezgrima istražnih bušotina na trasi kolektora u polju “o” u okviru proširenja flotacijskog jalovišta “Veliki Krivelj“, lokacije za gradnju pregradnih brana “PB - 1“, “PB - 2“ i “PB - 3“.

Nakon završetka istraživačkih radova i izrade predviđene dokumentacije, u skladu sa odredbama Zakona o rudarstvu i geološkim istraživanjima (“Sl. glasnik RS” br. 101/2015), Zakona o zaštiti životne sredine (“Sl. glasnik RS” br. 135/04 i 36/09 i 14/16) i Pravilnika o sadržini rudarskih projekata (“Sl. glasnik RS” br. 27/97), **Nosilac projekta je izradio:**

- Dopunski rudarski projekat proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na nultu polje u okviru kojeg su izrađeni:
- Konceptijsko rešenje proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na nultu polje (Knjiga 1)

u okviru kojeg je definisan projektni zadatak, prikazano postojećeg stanja na lokaciji, obrazloženi podaci o potrebi proširenja flotacijskog jalovišta i dato konceptijsko rešenje sa tehničkim opisima faza tehnološkog procesa.

U okviru Dopunskog rudarskog projekta izrađeni su tehnički projekti za pojedine objekte ili delove tehnološkog procesa, izvršeno je usaglašavanje sa postojećim sistemom eksploatacije i predviđena organizacija izvođenja radova, dat je predmer i predračun i izrađena grafička dokumentacija. Od predviđenih tehničkih projekata **izrađeni su:**

- Tehnički hidrograđevinski projekat (Knjiga 2)
- Tehnički projekat pumpne stanice drenažne vode brane IV-1 (Knjiga 3)
- Tehnički hidrograđevinski projekat hidrottransporta jalovine od flotacije Veliki Krivelj do nulte brane (Knjiga 4)
- Tehnički projekat snabdevanja flotacije Veliki Krivelj povratnom vodom sa jalovišta (Knjiga 5)
- Tehnički elektro projekat (Knjiga 6)
- Tehnički projekat izmeštanja vodovodne mreže Surdup – Bor (Knjiga 7)
- Tehnički projekat izmeštanja elektroenergetske mreže (Knjiga 8)
- Projekat proboja brana i poplavnog talasa (Knjiga 9)
- Projekat uzbunjivanja i obaveštavanja (Knjiga 10)
- Projekat oskultacije (Knjiga 11)
- Projekat rekultivacije (Knjiga 12)
- Glavni projekat zaštite od požara objekata na nultom polju (Knjiga 13)
- U skladu sa Zakonom o zaštiti od požara (“Sl.glasnik SRS” br.111/09 i 20/15)
 - Glavni projekat ZOP za pontonske pumpne stanice u okviru flotacijskog jalovišta.
 - Glavni projekat ZOP za relejna pumpna stanica u okviru flotacijskog jalovišta.
 - Glavni projekat ZOP za trafostanicu TS35/6kV u okviru flotacijskog jalovišta.
- U skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji (“Sl. gl. RS”, br.72/09, 81/09, 24/11, 121/12, 42/13, 50/13, 132/14 i 145/14) i Pravilnikom o sadržaju elaborata o uređenju gradilišta (“Sl. gl. RS”, br.121/12 i 102/15), Izvođač radova je izradio: Elaborat o uređenju gradilišta i bezbednosti na radu.

U toku eksploatacije i nakon zatvaranja jalovišta, obaveza Nosioca projekta je da:

- U skladu sa odredbama Zakona o zaštiti vazduha ("Sl.glasnik RS" br. 36/09 i 10/13) i važećim podzakonskim aktima vrši periodičnu kontrolu kvaliteta ambijentalnog vazduha,
- U skladu sa Zakonom o vodama ("Sl.glasnik RS" br. 30/2010, 93/2012 i 101/2016) i važećim podzakonskim aktima vrši periodičnu kontrolu kvaliteta površinskih i podzemnih voda,
- U skladu sa Zakonom o zaštiti zemljišta ("Sl. glasnik RS", br. 112/2015) i važećim podzakonskim aktima vrši periodičnu kontrolu kvaliteta zemljišta,
- U skladu sa Zakonom o zaštiti od buke u životnoj sredini („Sl. glasnik RS“ br. 39/09 i 88/10) i važećim podzakonskim aktima izvršiti merenje buke u životnoj sredini i pribaviti izveštaj o merenju buke od strane ovlašćene organizacije,
- U skladu sa Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS" br.101/05 i 91/15) i važećim podzakonskim aktima vrši periodični pregled i proveru opreme za rad na flotacijskom jalovištu,
- U skladu sa Zakonom o zaštiti od požara ("Sl. glasnik RS" br.101/05 i 91/15) i važećim podzakonskim aktima vrše pregled i ispitivanje električnih i gromobranskih instalacija i kontrolisanje sistema i uređaja za zaštitu od požara.

8.2. MERE ZA SPREČAVANJE NASTANKA MOGUĆIH UDESA I MERE ZA REAGOVANJE U SLUČAJU UDESA

8.2.1. Mere za sprečavanje nastanka mogućih udesa

Uzimajući u obzir fizičko-hemijske karakteristike, količinu i mesto skladištenja opasne materije, kao kritični događaji koji mogu da dovedu do udesa sa dugoročnim štetnim dejstvom na životnu sredinu i živi svet uopšte, identifikovani su:

- izlivanje flotacijske jalovine i
- pojava požara.

U cilju sprečavanja nastanka mogućih akcidentnih situacija, obaveza Nosioca Projekta je da:

- Ispoštuje uslove predviđene izrađenom Projektnom dokumentacijom.
- Izgradnju kolektorskog sistema izvede u svemu prema merama i dimenzijama, opisa radova i uslova predviđenih projektom, kao i prema eventualnim izmenama projekta.
- Kvalitet materijala i uslovi ugrađivanja moraju da odgovaraju kvalitetu i načinu ugradnje propisanom u projektnoj dokumentaciji.
- Izgradi drenažni sistem i sistem prelivnih šahtova sa prelivnim kolektorom.
- Deponovanje flotacijske jalovine na predviđenoj lokaciji mora se obavljati u svemu prema Dopunskom rudarskom projektu proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na nultu polje, za koji se pribavlja Odobrenje za izvođenje rudarskih radova od Ministarstva rudarstva i energetike.
- Kanal za transport jalovine drži stalno u funkciji.
- Drenažni sistem održava uvek u funkciji.
- Obezbedi pravilan i kontinualan rad pontonske i relejne pumpne stanice.
- Vršiti monitoring stabilnosti tela odlagališta jalovine.
- Prema izrađenoj projektnoj dokumentaciji zaštite od požara, izvršiti ugradnju i razmeštaj instalacija i sredstava za zaštitu od požara, a u skladu sa propisanim tehničkim normativima i standardima za gašenje požara.

- Izradi Plan zaštite od požara ili Pravila zaštite od požara sa Planom evakuacije sa uputstvom za postupanje u slučaju požara, u zavisnosti od kategorije ugroženosti od požara.
- Organizuje poslove zaštite od požara, na osnovu kategorije ugroženosti od požara, u skladu sa Zakonom o zaštiti od požara (Sl.gl. RS br.111/09 i 20/15).
- Organizuje poslove bezbednosti i zdravlja na radu u skladu sa Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. gl. br 101/05 i 91/15).
- Izvrši stručno osposobljavanje određenog broja zaposlenih za organizovanje i pružanje prve pomoći, u skladu sa članom 5 Pravilnika o načinu pružanja prve pomoći, vrsti sredstava i opreme koji moraju biti obezbeđeni na radnom mestu, načinu i rokovima osposobljavanja zaposlenih za pružanje prve pomoći ("Sl.gl. RS", br. 109/16). Za pružanje prve pomoći moraju biti osposobljeni rukovodioci, kao i najmanje 2% od ukupnog broja izvršilaca u jednoj radnoj smeni ili lokacijski odvojenoj jedinici, za osnovno ili napredno osposobljavanje za pružanje prve pomoći u zavisnosti od procenjenih rizika. Za svaku radnu smenu i lokacijski odvojenu jedinicu mora da bude prisutan najmanje jedan zaposleni koji ima završeno osnovno osposobljavanje za pružanje prve pomoći. Članom 12 Pravilnika, propisano je da zaposleni na radnim mestima sa povećanim rizikom u toku osposobljavanja za bezbedan i zdrav rad moraju biti osposobljeni da sami sebi pomognu, ukoliko im stanje to dozvoljava.
- Da obezbedi da na radnom mestu sa povećanim rizikom bude prisutan najmanje jedan zaposleni sa završenim naprednim osposobljavanjem za pružanje prve pomoći.
- Obezbedi opremu za pružanje prve pomoći u skladu sa Pravilnikom o načinu pružanja prve pomoći, vrsti sredstava i opreme koji moraju biti obezbeđeni na radnom mestu, načinu i rokovima osposobljavanja zaposlenih za pružanje prve pomoći ("Sl.gl. RS", br. 109/16).
- Obezbedi opremu za zaštitu od elementarnih nepogoda i drugih nesreća u skladu sa Uredbom o obaveznim sredstvima i opremi za ličnu, uzajamnu i kolektivnu zaštitu od elementarnih nepogoda i drugih nesreća (Sl. gl. RS br. 03/11).
- U slučaju izmena u tehničko-tehnološkom procesu, kao i u utvrđenim periodima, nosioc projekta je u obavezi da saglasno Zakonu, tehničkim propisima i standardima izvrši potrebne ispitivanja uslova radne okoline i životne sredine, kao i preglede i ispitivanja objekata, instalacija i tehnološke opreme.

8.2.2. Mere reagovanja u slučaju proboja brane i stvaranja poplavnog talasa

U cilju sprečavanja i umanjeća posledica ovakve vrste udesa Nosioca Projekta je izradio PROJEKAT PROBOJA BRANE I POPLAVNOG TALASA (Knjiga 9) i PROJEKAT UZBUNJIVANJA I OBAVEŠTAVANJA (Knjiga 10).

Na osnovu izvršene analize i odabranih scenarija rušenja brana jalovišta "Veliki Krivelj", ugroženo područje uzvodno od brane 4 prostire se do otvorenog kopa, u blizini naselja Krivelj, dok se ugroženo područje nizvodno od brane 3 prostire do naselja Vražognac.

Na području ugroženom od pojave poplavnog talasa do sada su preduzete određene mere u cilju realizacije sistema osmatranje i obaveštavanje (OiO).

Urađen je elaborat o obaveštavanju i uzbuñivanju stanovništva na području ugroženom od rušenja brana 4 i 3, kojim je definisana zona ugroženosti uzvodno od brane 4 i nizvodno od brane 3

i lokacije belega kojima se obaveštava stanovništvo o liniji plavljenja (Knjiga 1: Opšti deo sa hidrauličkim proračunima Elaborat o prolomu brana flotacijskog jalovišta "Veliki Krivelj" po proširenju jalovišta na "NULTO" polje Opšti deo sa hidrauličkim proračunima).

Stanje opreme sistema OiO na ugroženom području je sledeće:

- Opštinski centar u Boru radi , ali nema opremu koja bi omogućila priključenje alarmnih stanica na ugroženom području.
- Osmatranje stanja brana vrši se preko mreže ugrađenih piezometara, koji se lokalno očitavaju.
- Potrebno je formirati Glavni podcentar sistema OiO u dispečerskom centru RBB u Boru, čime će se postići efikasniji pristup u oceni stanja brana. Ujedno Glavni podcentar treba da predstavlja rezervno mesto opštinskom centru OiO u Boru.
- Za veze između opštinskog centra i Glavnog podcentra treba koristiti postojeće TK veze, uključujući i optičke kablovske veze gradske telekomove mreže.
- Planirano je postavljanje podcentra na brani 3 u postojeći objekat na desnoj strani krune brane.

Da bi stanovništvo na ugroženom području znalo granice ugrožene zone, odnosno koji prostor treba da napuste u slučaju pojave poplavnog talasa, birajući najkraće i najbezbednije puteve, planirano je da se granice ugrožene zone obeležavaju. Obeležavanje će biti izvršeno uočljivim belegama, stubićima koji će na terenu biti postavljeni tako da se nalaze u zoni međusobne vidljivosti.

Za oznaku ugrožene zone na terenu je usvojena belega napravljena od metalne cevi $f=159$ mm, debljine 5 mm. Cev je bele boje sa zavojnom crvenom trakom, širine 5 cm. Dužina cevi je 210 cm, od čega je vidna dužina 140 cm. Cev će biti postavljena u betonsku cev $f=350$ mm, dužine 90 cm i zalivena cementnim malterom. U mekom zemljištu metalna cev može da se ugradi u betonsku stopu. U stenovitom terenu metalna cev se postavlja u bušotinu $f=250$ mm, dubine 50 cm, zalivena cementnim malterom. Na vrhu belege biće postavljena pločica sa ispisanim brojem belege i kotom terena. Moguće je samo pri vrhu belege upisati vertikalno broj belege crnom bojom.

Celo ugroženo područje je pokriveno signalima mobilne telefonije, što olakšava govorno povezivanje učesnika u sistemu osmatranje i obaveštavanje (OiO).

Postojeći repetitori na lokacijama Kulmea i Kosa, mogu se koristiti za potrebe postavljanja repetitorskih uređaja sistema OiO. Potrebno je da predstavnici RTB zatraže uslove i saglasnost od postojećih korisnika repetitorskih stanica za korišćenje ovih repetitora za postavljanje i rad opreme za sistem OiO.

Sistem osmatranja i obaveštavanja (OiO) za jalovišne brane 4 i 3 „Veliki Krivelj“ treba da obezbedi blagovremeno obaveštavanje stanovništva na ugroženom području i osoblja opštinskog centra u Boru o pojavi poplavnog talasa.

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

- Osmatračke mreže
- Podcentara na branama 4 i 3
- Glavnog podcentra u dispečerskom centru u Boru
- Opštinskog centra u Boru
- Alarmnih stanica na ugroženom području
- Telekomunikacionog sistema i
- Oznaka za obeležavanje na ugroženom području.

Ovaj sistem treba da je sastavni deo jedinstvenog sistema za osmatranje i obaveštavanje, što se ostvaruje uklapanjem u postojeće sisteme opštinskog centra u Boru.

Osmatračka mreža treba da omogući stalno praćenje stanja na brani i akumulaciji. Ovu funkciju ostvaruju služba za oskultaciju i merenja na branama i akumulaciji, stručne službe zadužene za ocenu stanja brana i akumulacija i dežurno osoblje službe obezbeđenja.

Podcentri na branama 4 i 3, odnosno glavni podcentar u dispečerskom centru u Boru, obrađuje podatke i signale koje dobije od službe za oskultaciju i na osnovu njih formiraju signale pripravnosti i signale opšte uzbune. Na osnovu ukupnih rezultata i izvršenih uviđaja dežurni u glavnom podcentru donosi odluke.

Signale predalarmnog stanja (stanje pripravnosti) i alarmnog stanja (stanje opšte uzbune) glavni podcentar prosleđuje do opštinskog centra. Ukoliko se u slučaju nastanka stanja opšte uzbune (alarmnog stanja) pojave smetnje na vezama sa opštinskim centrom, glavni podcentar tada prosleđuje alarmne signale do svih alarmnih sirena u ugroženom području.

Opštinski centar je kontrolno i upravljačko mesto sistema za OiO. On preuzima sve informacije od glavnog podcentra, od službi za osmatranje raznih drugih opasnosti (vazdušne, požarne, RBH, poplave, zemljotresi i dr.) i drugih službi čiji je zadatak da prate i obaveštavaju centar o nastalim opasnostima ili kriznim situacijama. Operativni deo centralnog uređaja je RS računar, koji se preko komunikacionog modema i sistema radio veza povezuje sa glavnim podcentrom i alarmnim stanicama.

Po dobijanju informacije ili signala o nastalom alarmnom stanju, u centru se vrši predviđena provera i preko uređaja za daljinsko aktiviranje sirena (uređaj DAS-a) automatski prosleđuje alarmne signale do alarmnih stanica.

Opštinski centar šalje i govorne poruke ugroženom području. Govorne poruke je moguće emitovati direktno sa najavne konzole ili emitovanjem već unapred pripremljenih poruka snimljenih na SO-u ili na drugom elektronskom zapisu.

Opštinski centar imaće govorne veze sa osobljem službe održavanja sistema OiO i sa pripadnicima jedinice za ručno aktiviranje alarmnih stanica na ugroženom terenu.

Govorne veze će se ostvariti pomoću radio veze kroz službeni/servisni govorni kanal. Uz svaku radio stanicu biće isporučena MT kombinacija za ostvarivanje govornih veza. Centralni uređaj DAS-a vršiće permanentnu kontrolu stanja alarmnih stanica i prenosnih puteva. Za alarmne stanice centralni uređaj može da ima potvrdu spremnosti sirene da emituje signale i govorne poruke, kao i da ima potvrdu o nivou emitovanog signala.

Predviđeno je da se sistemom radio veza ostvari osnovni prenosni put. Na svakoj lokaciji u sistemu OiO biće radio uređaj, koji će obezbeđivati upravljanje i signalizaciju u okviru sistema OiO, prenos govornih poruka i obezbeđenje službenog kanala za govorno povezivanje. Pošto ne postoji direktna vidljivost između baznih i krajnih stanica u radio mreži, predviđeno je korišćenje dve repetitorske stanice, Kulmea i Kosa.

Alarmne stanice se postavljaju u ugroženom području i služe da obaveste stanovništvo o opasnostima koje im prete od pojave poplavnog talasa. Pored toga, alarmne stanice služe da obaveste stanovništvo i o svim ostalim opasnostima koje im prete iz vazduha, kopna ili od elementarnih nepogoda. Alarmne stanice se koriste u mirnodopskim i ratnim uslovima.

Aktiviranje sirena na ugroženom području biće moguće ručno i automatski iz opštinskog centra. Sa podcentra biće moguće ručno i automatsko aktiviranje sirena ali samo za signal elementarne nepogode.

Ugroženo područje od pojave poplavnog talasa sa akumulacije stvorene izgradnjom brana 4 i 3 biće obeleženo na terenu postavljanjem tipskih belega. Belege su metalne cevi, belo obojene sa piralnom crvenom trakom, postavljene u betonsko postolje.

8.2.3. Mere u slučaju pojave požara

Bilo koja osoba koja primeti požar, treba da proceni veličinu požara i na osnovu nje preduzme dalje aktivnosti:

1. Ukoliko je požar manjih razmera (početna faza udesa - može da se ugasi od strane prisutnih osoba i raspoloživim sredstvima), potrebno je:
 - izolovati izvor goriva, toplote ili dotok kiseonika ako je dovoljno bezbedno, upotrebiti prenosni i/ili prevozni aparat za gašenje početnih požara pri čemu treba obratiti pažnju na smer vetra (prilaz niz vetar) i da je put za evakuaciju stalno slobodan
 - obavestiti lice zaduženo i osposobljeno za zaštitu od požara ili neposrednog rukovodioca
 - postupiti prema nalogima lica zaduženog i osposobljenog za zaštitu od požara
 2. Ukoliko je požar većih razmera (razvijena faza udesa - ne može da se ugasi od strane prisutnih osoba i pomoću raspoloživih sredstava) potrebno je:
 - alarmom, sirenom ili povikom obavestiti o požaru i uzbuniti sve osobe na kompleksu
 - odmah obavestiti najbližu Vatrogasno spasilačku jedinicu i alarmirati neposrednog rukovodioca
- Javljanje o požaru mora da bude kratko i treba da sadrži:
- ime i prezime zaposlenog koji javlja o požaru
 - mesto gde je izbio požar ili gde pretila opasnost od širenja požara ili eksplozije
 - obim požara, odnosno opasnost od njegovog

8.3. PLANOVI I TEHNIČKA REŠENJA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE I DRUGE MERE KOJE MOGU UTICATI NA SPREČAVANJE ILI SMANJENJE ŠTETNIH UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

8.3.1. Mere u toku izvođenja radova

U ciju sprečavanja zagađenja i smanjenja štetnog uticaja na životnu sredinu, u toku izvođenja radova na izgradnji objekata u funkciji odlagališta flotacijske jalovine, obaveza izvođača radova je da:

- Ogradi gradilište i definiše lokaciju za skladištenje građevinskog materijala, odredi prostor za privremeni smeštaj opasnih materija, odredi lokaciju za privremeno skladištenje opasnog i neopasnog otpada, kao i sve druge lokacije neophodne za funkcionisanje gradilišta.
- Vršiti redovno kvašenje materijala i zaprašenih površina i sprečiti rasipanje građevinskog materijala tokom transporta.
- Materijal iz iskopa koji se ne upotrebi na predmetnoj lokaciji, odvozi na unapred definisanu lokaciju, za koju je pribavljena saglasnost nadležnog organa.
- Transport iskopanog materijala vrši vozilima koja poseduju propisane koševe i sistem zaštite od prosipanja materijala.

- Otpadni materijal koji nastane u procesu izgradnje objekta (komunalni otpad, građevinski materijali, metalni otpad, plastika, papir i sl.) propisno sakupi, razvrsta i odloži na za to predviđenu i odobrenu lokaciju.
- Neopasan otpad koji ima upotrebnu vrednost (sekundarne sirovine), propisno skladišti, do predaje licu, koje ima dozvolu za upravljanje tom vrstom otpada, uz popunjavanje Dokumenta o kretanju otpada.
- U slučaju da dođe do curenja ili izlivanja opasnih materija pokupi ih pomoću apsorbenta. Ovakav apsorbent odloži u propisno obeležene posude, i privremeno skladišti na lokaciji za privremeni smeštaj opasnog otpada, sve do predaje ovlašćenom operateru, koji ima dozvolu za postupanje sa tom vrstom otpada.
- Opasan otpad na lokaciji gradilišta ne može biti privremeno skladišten duže od 12 meseci.
- Izvršiti sanaciju zemljišta, u slučaju izlivanja ulja i goriva tokom rada građevinskih mašina i mehanizacije.
- Ako se u toku izvođenja građevinskih i drugih radova naiđe na arheološka nalazišta ili arheološke predmete, izvođač radova je dužan da odmah prekine radove i obavesti nadležnu organizaciju za zaštitu spomenika kulture.
- Ako se u toku radova naiđe na prirodno dobro koje je geološkopaleontološkog tipa i minerološko-petrografskog porekla, za koje se pretpostavlja da ima svojstvo prirodnog spomenika, izvođač radova je dužan da o tome obavesti nadležnu organizaciju za zaštitu prirode

8.3.2. Tehničke mere zaštite životne sredine

8.3.2.1. Mere zaštite životne sredine od emisije zagađujućih materija u vazduh

U cilju zaštita životne sredine od štetnog uticaja emisije zagađujućih materija u vazduh, obaveza Nosioc Projekta da:

- Nadgradnju brana na nultom polju flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj vrši odstupnom metodom čime se omogućava izgradnja brana sa visokim koeficijentima stabilnosti i predstavlja manju mogućnost emisija sitnih frakcija peska sa brana u okolni prostor.
- Obezbedi sistem za orošavanje osušene površine brana, obodnog nasipa i plaža flotacijskog jalovišta, koji će predstavljati dodatnu meru zaštite od aerozagađenja do konačne biološke rekultivacije predviđene Projektom rekultivacije nultog polja. (Optimalni stepen kvašenja spoljašnje kosine brane u sušnom periodu treba da zadovoljava uslov 24 mm/dan/m^2 , odnosno održavanje određene vlažnosti u površinskom sloju hidrocikloniranog peska).
- Održava da površine mulja na plažama i u samoj akumulaciji uvek budu dovoljno vlažne.
- Izvrši rekultivaciju ravnih i kosih površina obodnih nasipa i flotacijskih brana dok je flotacijsko jalovište aktivno.
- Izvrši konačnu rekultivaciju ravnih i kosih površina jalovišta nakon završetka eksploatacije predviđenog prostora u skladu sa Projektom rekultivacije nultog polja.

8.3.2.2. Mere zaštite životne sredine od negativnih uticaja na površinske, podzemne vode i zemljište

U cilju zaštite životne sredine od negativnih uticaja na površinske, podzemne vode i zemljište, Nosioc Projekta je u obavezi da u skladu sa izrađenom projekatom dokumentacijom primeni sledeće mere:

- Izgradi novi "glavni" kolektora za devijaciju toka Kriveljske reke kroz novo nulto polje.
- Izgradi drenažni sistem i prateće objekte za sakupljanja procednih voda.
- Obezbedi povratak procedne vode unutar flotacijskog jalovišta.
- Izvršiti ugradnju oskultacionih uređaja, pijeziometara i hidrometrijske letve u cilju praćenja položaja podzemnih i provirnih voda kroz brane i vode u jezeru.
- Na lokaciji deponovanja jalovine ne sme odlagati drugi otpad osim flotacijske jalovine.
- Ne sme ispuštati flotacijsku jalovinu van akumulacionog prostora.
- Pri postavljanju cevovoda po kruni brana i obodnog nasipa radi deponovanja flotacijske jalovine, treba obezbediti gornje ivice kosina od urušavanja.
- Vršiti svakodnevnu vizuelnu kontrolu na branama i obodnom nasipu, a naročita u toku i posle obilnih atmosferskih padavina radi otkrivanja mogućih klizišta, ulegnuća, spiranja ili jaruženja spoljašnjih kosina.
- Radi zaštite zemljišta nizvodno od jalovišta od zagađenja flotacijskom jalovinom potrebno je Nosilac Projekta da obezbediti sigurnost pri nadgradnji brana i obodnog nasipa i stabilnost terena u celini, tj. da ispoštuje projektovane parametare i nagibe kosina brane i obodnih nasipa prilikom nadgradnje, kako bi se sačuvala stabilnost celog objekta.
- Na završnim površinama jalovišta sprovesti rekultivaciju prema Projektu rekultivacije.
- Izvršiti rekultivaciju degardirane površine flotacijskog jalovišta posle završetka odlaganja jalovine i to najpre spoljašnje kosine i kruna brana 1 i nulte brane i male brane, a zatim i površine akumulacionog prostora.
- Rekultivacija degradiranih površina nultog polja mora da zadovolji sledeće pejzažne uslove:
 - da se novo oblikovani prostor ambijentalno uklopi u okolinu,
 - na spoljašnjim kosinama brane 4-1 i 4-2 podići pojaseve trave i žbunastog rastinja,
 - na unutrašnjim kosinama brane 4-1, 4-2 i 1 rekultivirati travno leguminoznom smešom,
 - na kruni brane 4-1, 4-2 i 1 podići vetrozaštitni pojas pošumljavanjem i izvršiti zatravljivanje
 - na ravnim površinama - plaže akumulacionog prostora flotacijskog jalovišta izvršiti pošumljavanje
 - na površinama taložnog jezera i akumulacionog jezera podsticati razvoj barskog bilja (autorekultivaciju).
- Naizmenični pojasevi trave i žbunja na spoljašnjim kosinama jalovišta omogućavaju ravnomerno poniranje vode u tlo čime se sprečava eroziono dejstvo atmosferskih voda

8.3.3. Mere obezbeđivanja stabilnosti brane

Mere za obezbeđivanje stabilnosti tela Nultog polja propisane su u Dopunskom rudarskom projektu proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj na nulto polje, Knjiga 11, Projekat

oskultacije.

S obzirom da brane na flotacijskom jalovištu po svojim tehničkim karakteristikama spadaju u kategoriju visokih nasutih brana za njih je, u skladu sa postojećim pravilnikom, propisano kontinualno tehničko osmatranje (oskultacija), kako za vreme izgradnje, tako i u vreme eksploatacije jalovišta.

Osnovni cilj osmatranja je :

- da omogući eksploataciju flotacijskog jalovišta u projektovanim uslovima,
- spreči moguće havarije blagovremenim otkrivanjem fenomena i pojava koje nepovoljno utiču na stabilnost,
- utvrđivanje programa radova za delimičnu sanaciju i popravku jalovišta, tekuće održavanje i generalnu sanaciju.

Vrsta i način osmatranja propisan je Pravilnikom o projektovanju nasutih brana i hidrotehničkih nasipa (SRPS U.C5.020).

U skladu sa pravilnikom propisana su :

- vizuelna osmatranja i
- merenja (geodetska, geomehanička, hidrometrijska, seizmička i meteorološka).

Rezultati osmatranja i merenja služe kao podloga za izradu izveštaja, studija i projekata. Tokom eksploatacije jalovišta neophodno je redovno pratiti karakteristike flotacijske jalovine, jer bi promene u hemijsko-mineraloškom sastavu mogle značajno uticati na tehnologiju transporta i deponovanja.

Vizuelno osmatranje

Vizuelno osmatranje ima za cilj direktno osmatranje fenomena vezanih za uslove eksploatacije, režim infiltracije i stabilnosti jalovišta. Prilikom vizuelnih osmatranja neophodno je obratiti pažnju na pojave kao što su :

- Deformacije osnovnog terena ili spoljnih i unutrašnjih kosina na pojedinim etažama kao i same brane,
- Pojavu izvora, bara ili vlažnih zona,
- Pojavu fenomena sufozije,
- Pojavu erozije,
- Taložno jezero, veličina, visina i položaj,
- Ravnomernost zapunjavanja i dostignuta visina akumulacije jalovine

Merenja

Cilj merenja je pravovremeno kvantitativno i kvalitativno sagledavanje pouzdanosti i stabilnosti brana i jalovišta u celini. Sva merenja i ispitivanja su podeljena u pet grupa:

- geodetska,
- geomehanička,
- hidrometrijska,

Merenja se vrše uređajima i opremom ugrađenom na samim branama i okolni teren.

Oskultacioni uređaji koji se obavezno ugrađuju:

- Geodetski reperi,
- Pijezometri,
- Hidrometrijske letve.

Oskultacioni uređaji koji se ugrađuju prema potrebi

- Inklinometri

Na brani 4-1, “nultog polja” flotacijskog jalovišta, predviđena je ugradnja sledećih vrsta oskultacionih uređaja:

- geodetski reperi za merenje pomeranja tačaka na zaštitnoj brani
- pijeometri za merenje nivoa podzemnih i provirnih voda
- pijeometri za praćenje kvaliteta podzemnih voda
- inklinometri za praćenje horizontalnih deformacija nasipa

Geodetska merenja

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

Geodetska merenja horizontalnih i vertikalnih pomeranja obuhvaju merenja na:

1. mikrotrigonometrijskoj mreži
2. profilnim tačkama
3. repnim tačkama

Cilj geodetskih osmatranja je utvrđivanje apsolutnog ili relativnog pomeranja odgovarajućih repera u horizontalnoj i vertikalnoj ravni, odnosno relativna promena rastojanja repera.

Na zaštitnoj brani 4-1 “nultog polja” flotacijskog jalovišta predviđa se uspostavljanje 3 merna profila sa jednim primarnim u sredini, a na glavnoj brani i uzvodnoj kosini dodatno još 4 merna profila. Merne tačke - reperi postavljaju se na etažama brane u okviru projektovanih profila, pored predviđenih pijeometara. Ukupan broj mernih tačaka je 11. Očitavanje svake merne tačke vrši se sa najmanje dve stajne tačke.

Na brani 4-2 “nultog polja” flotacijskog jalovišta predviđa se uspostavljanje 1 primarnog mernog profila u sredini sa 3 repne merne tačke. Položaj nizvodnog pijeometra treba da bude uskladen sa projektom drenažnog bunara i odgovarajuće PS, kao i rešenjima za evakuaciju površinske vode koja dolazi sa nizvodnog područja te brane. Oblik merne tačke - repera i način ugradnje dat je na crtežu PO.15 ovog projekta (*Prilogu 27. Studije*).

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

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

Geomehanička ispitivanja deponovane jalovine

Da bi se pratio kvalitet materijala od kojeg se fazno formiraju nasipi i koji se odlaže, potrebno je periodično ispitivati geomehaničke osobine deponovanog peska. Ova ispitivanja treba obavljati najmanje jedanput godišnje.

Uzorke za geomehanička ispitivanja treba uzeti po profilima. Na svakom profilu treba uzeti minimum tri uzorka jalovine jedan iz nasipa brane i dva iz zasićenog dela jalovišta (plaža). Na

ovako uzetim i propisno obeleženim uzorcima treba uraditi sledeća ispitivanja:

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

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

Hidrotehnička merenja

Taložno jezero

Stabilnost jalovišta može biti ugrožena samo nepredviđenim delovanjem vode. Zbog toga taložno jezero treba da ima veličinu koju zahteva proces taloženja čvrstih čestica i izbistravanja vode. Vezano za taložno jezero potrebno je meriti i kontrolisati:

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

Drenažna voda

Za praćenje provirnih voda kroz branu neophodno je odabrati karakteristične profile na kojima se pijeometri postavljaju na etažama projektovanih brana. Sa ovako raspoređenim pijeometrima dolazi se do tačnog položaja provirne linije i sa predhodno izvršenim laboratorijskim ispitivanjima i sa rezultatima ostalih osmatranja i merenjima predstavljaju jednu zaokruženu celinu merenih vrednosti na osnovu kojih će se proračunavati stabilnost svake etaže.

Za praćenje provirnih voda kroz zaštitnu branu 4 - 1 odabrana su 3 merna profila, od kojih je jedan na levoj obali - u kopovskoj jalovini. Središni merni profil je primarni sa 3 merne tačke.

Tek nakon završetka glavne peščane brane 4-1 do konačne kote deponovanja, moguće je uspostaviti merne profile na njoj. Predviđena su još četiri merna profila u dva reda, na kruni brane i na spoljnoj kosini, sa ugradnjom dubokih pijeometara. Svaki pijeometarski profil ima najmanje po 1 pijeometar.

Ukupan broj plitkih i dubokih pijeometara koji će se ugraditi na etažama brane 4 - 1 je 11.

Pomenuti pijeometarski profili prikazani su na situacionoj karti na crtežu PO.02 (*Prilog 28. Studije*), kao i na poprečnim profilima (crteži PO.06 - 12) u projektu oskultacije.

Na brani 4 - 2 "nultog polja" flotacijskog jalovišta predviđa se uspostavljanje 1 primarnog mernog profila u sredini sa 2 pijeometarske merne tačke. Pomenuti pijeometarski profil prikazan je na situacionoj karti na crtežu PO.03 (*Prilog 29. Studije*), kao na poprečnim profilom (crtež PO.13 - *Prilog 30. Studije*).

Položaj pijeometara, prikazan preko koordinata državnog geodetskog premera, prikazan je u narednim tabelama.

Tabela 8.3.3.1. Koordinate položaja piježometara na zaštitnoj brani 4-1

	Z.BRANA 4-1	Koordinate piježometara	
Profili	Piezometri	X	Y
PP1	P 1.1	589888.7152	4885689.5184
	P 1.2	7589874.5182	4885703.3161
PP2	P 2.1	7589908.0760	4885709.5773
	P 2.2	7589873.5305	4885743.0945
	P 2.3	7589942.4910	4885731.9530
PP3	P 3.1	7589935.5220	4884669.2022

Tabela 8.3.3.2. Koordinate položaja piježometara na glavnoj pešćanoj brani 4-1

	G.BRANA 4-1	Koordinate piježometara	
Profili	Piezometri	X	Y
PP4	P 4.1	7589916.3512	4885313.1965
PP5	P 5.1	7590027.3179	4885429.4374
	P 5.2	7589955.1537	4885498.6645
PP6	P 6.1	7590010.2258	4885556.3542
PP7	P 7.1	7589916.3512	4885313.1965
	P 7.2	7590065.6347	4885614.3967

Tabela 8.3.3.3. Koordinate položaja piježometara na glavnoj brani 4-2

	BRANA 4-2	Koordinate piježometara	
Profili	Piezometri	X	Y
PP4	P 8.1	7589419.5647	4884636.5485
	P 8.2	7589338.2540	4884681.3140

Ukoliko se neki od postavljenih i označenih piježometara ošteti mehanički ili usled oštećenja filterskog dela zapuši, neophodno ga je zameniti sa novim postavljenim u blizini postojećeg.

U slučaju da se u toku eksploatacije na branama uoče pojave koje bi mogle ugroziti stabilnost kosina, potrebna je ugradnja dopunskih instrumenata – inklinometara za merenje horizontalnih pomeranja u telu deponije. Projektom oskultacije su predviđeni inklinometri na zaštitnim branama u primarnim mernim profilima - po zahtevu Nosioca projekta.

Vertikalno ugrađene inklinacijske cevi pružaju mogućnost merenja otklona cevi od vertikale pomoću tzv. vertikalne inklinometarske sonde. Na temelju merenja otklona cevi omogućeno je praćenje horizontalnih deformacija.

Tipski detalj vertikalnog uređaja prikazan je na crtežu PO.12 (*Prilog 31. Studije*).

Podzemne vode

U cilju praćenja kvaliteta podzemnih voda potrebno je uspostaviti tri merna profila na zaštitnoj brani, odnosno od pravca strujanja podzemnih voda. Utvrđivanje kvaliteta podzemnih voda treba vršiti kako za vreme aktivne faze jalovišta, tako i po prestanku odlaganja jalovine.

Za ovu svrhu može se iskoristiti planirani piježometar u dnu projektovane zaštitne brane P2.3.

Dinamika merenja na oskultacionim uređajima

- Geodetsko osmatranje repera

2 x godišnje

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

8.4. DNEVNIK OSMATRANJA I PERIODIČNO IZVEŠTAVANJE

Pri osmatranju flotacijskog jalovišta neophodno je voditi dnevnik osmatranja. Dnevnik osmatranja vodi glavni inženjer za jalovište i njegov saradnik. Zapažanja o jalovištu u dnevnik treba da unesu pri obilasku od strane projektanta i inspekcijskih organa. U dnevniku obavezno treba voditi sledeće rubrike:

- datum,
- meteorološke prilike,
- vreme osmatranja,
- tehnološke aktivnosti na jalovištu i
- vizuelna zapažanja vezana za jalovište i sve objekte na jalovištu.

Dnevnik osmatranja čini podlogu za izradu periodičnih izveštaja.

Osnovni periodični izveštaj je mesečni izveštaj o oskultaciji brane i jalovišta. Po pravilu ga obrađuje vodeći inženjer za jalovište ili odgovarajuće stručno preduzeće. Ovaj izveštaj sadrži rezultate svih merenja na jalovištu i sve vizuelno uočene nedostatke.

Kroz ovaj izveštaj mora se dati komentar svih rezultata i, eventualno, predlog mera za sanaciju uočenih nedostataka. Ukoliko problem prevazilazi mogućnosti obrađivača kroz izveštaj se mora naznačiti problem i zahtevati njegovo studijsko rešavanje. Kroz mesečni izveštaj mora se konstatovati svako odstupanje eksploatacije jalovišta od projektovanog stanja.

Polugodišnji izveštaj se pravi na bazi mesečnih izveštaja. Ovaj izveštaj, pored izmerenih rezultata i vizuelnih zapažanja, treba da sadrži sistematizovane podatke i poređenje sa parametrima iz projektne dokumentacije i proračun stabilnosti.

Godišnji izveštaji se prave na bazi mesečnih i polugodišnjih izveštaja. Obradu vrši, po pravilu, specijalizovana ustanova van preduzeća, u saradnji sa službom koja vrši snimanja i pravi prethodne izveštaje. Ovaj izveštaj sadrži sistematizovane podatke iz predhodnih izveštaja, komentare, proveru stabilnosti, predlog eventualnih mera i aktivnosti na sanaciji deponije jalovine. Takođe, ovaj izveštaj sadrži predlog dodatnih ispitivanja, kao i zahtev za inoviranje tehničke dokumentacije ako za to postoji potreba.

Za izradu polugodišnji i godišnji izveštaja Nosilac Projekta angazuje ovlašćena preduzeća.

Za izradu izveštaja za 2018.god. angazovan je Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor iz Bora.

9. PROGRAM PRAĆENJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU

Program praćenja uticaja Projekta na životnu sredinu ima za cilj preventivno delovanje i primenu mera zaštite.

Postoje tri osnovna razloga zašto se radi monitoring:

- Da se ustanovi da li su i koliko su priroda i čovek ugroženi usled emisija,
- Radi provere da li su emisije u okviru dozvoljenih graničnih vredosti i
- Radi obezbeđenja relevantnih podataka o nivou zagađenja koji se potom stavlja na uvid zainteresovanim stranama.

9.1. PARAMETRI NA OSNOVU KOJIH SE MOGU UTVRDITI ŠTETNI UTICAJI NA ŽIVOTNU SREDINU, MESTA, NAČIN I UČESTALOST MERENJA UTVRĐENIH PARAMETARA

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

9.1.1. Monitoring kvaliteta vazduha

Agencija za zaštitu životne sredine vrši kontinualni operativni monitoring kvaliteta vazduha na teritoriji opštine Bor, u okviru državne mreže za praćenje kvaliteta vazduha na nivou Republike Srbije.

U skladu sa odredbama Zakona o zaštiti vazduha ("Sl. glasnik RS" 36/09 i 10/13), Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima za kvalitet vazduha ("Sl. glasnik RS" 75/10,11/10 i 63/13), Nosilac projekta vrši kontrolu kvaliteta vazduha, 12 puta godišnje, u okolini pogona RTB-a, a na osnovu već uspostavljenog programa monitoringa ambijentalnog vazduha u kome su definisani:

1. Parametri ispitivanja
2. Broj i razmeštaj mernih mesta
3. Učestalost uzimanje uzoraka i
4. Obrada podataka i izveštavanje

Nosilac projekta nastaviće sa praćenjem kvaliteta vazduha prema ustaljenoj periodici.

Broj i razmeštaj mernih mesta ažurirati u skladu sa novoprojektovanom širinom povredive zone.

9.1.2. Monitoring površinskih i podzemnih 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. 33/16).

Uzorkovanje površinskih voda vršiće se **4 puta godišnje** u skladu sa SRPS 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 5667-10 Kvalitet vode-Uzimanje uzoraka-Deo 10: Smernice za uzimanje uzoraka.

Uzorkovanje površinskih voda vršiće se iz Kriveljske reke pre uliva u kolektor, Borske reke pre uliva u kolektor i Saraka potoka pre uliva u kolektor, provirnih voda sa Brane 4-1 i 4-2 i Kriveljske reke posle uliva svih otpadnih voda i otpadne vode flotacije "Velili Krivelj".

Kvalitet otpadnih voda mora da zadovoljava kriterijume propisane u Uredbi o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje Prilog 1, Tabela 1 i 3 ("Sl. glasnik RS" 50/12) i Uredbi o graničnim vrednostima prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje, Prilog , Tabela 1 ("Sl. glasnik RS" 24/14).

Uzorkovanje podzemnih voda za fizičko – hemijska ispitivanja vršiće se **2 puta godišnje** u skladu sa SRPS ISO 5667-11 osim tačaka 4.2.3, 4.2.4 i 4.2.5.

Uzorkovanje podzemnih voda vršiće se na tri merne tačke (pijezometra) uzvodno od brana odnosno od pravca strujanja podzemnih voda i dve tačke nizvodno od jalovišta (ako ih nema).

Periodičnost ispitivanja, broj uzoraka, položaj i raspored mernih mesta određen je Projektom oskultacije - Knjiga 11. (Piježometar u dnu projektovane zaštitne brane P2.3.).

Praćenje kvaliteta podzemnih voda vršiće se za vreme aktivne faze jalovišta i po prestanku odlaganja jalovine.

9.1.3. Monitoring zemljišta

Praćenje stanja i izveštavanje o kvalitetu zemljišta, vrši se u skladu sa Zakonom o zaštiti životne sredine ("Sl. glasnik RS" 135/04, 36/09 i 14/16), Uredbom o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa ("Sl. glasnik RS" 88/10) i Pravilnikom o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama za njihovo ispitivanje ("Sl. glasnik RS" 23/94).

Uzorkovanje zemljišta vršiće se **jednom godišnje** u skladu sa smernicama za uzimanje uzoraka zemljišta ISO 10381.

Merna mesta uzorkovanja zemljišta u okolini flotacijskog jalovišta odrediti prema programu monitoringa, u skladu sa ISO 16133.

Praćenje kvaliteta zemljišta vršiće se za vreme aktivne faze jalovišta i po prestanku odlaganja jalovine.

9.1.4. Monitoring buke u životnoj sredini

Nosilac Projekta je u obavezi da izvrši merenje buke u životnoj sredini i pribavi izveštaj o merenju buke od strane ovlašćene organizacije, a prema članu 24, Zakona o zaštiti od buke u životnoj sredini („Sl. glasnik RS“ br. 39/09 i 88/10) i važećim podzakonskim aktima.

Merenje buke u životnoj sredini izvršiti pre početka rada i nakon instaliranja kompletne

opreme za odlaganje flotacijske jalovine prilikom rada Projekta.

Ponovno merenje buke vršiti po potrebi, nakon bilo kakve promene koja bi mogla da dovede do promene nivoa ukupne buke u okruženju.

10. NETEHNČKI KRAĆI PRIKAZ PODATAKA

Realizacija projekta "PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALoviŠTA VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE" ima za cilj pregrađivanje doline Kriveljske reke i obezbeđenje prostora za odlaganje 115,30 Mm³ jalovine iz flotacije Veliki Krivelj, čime bi se obezbedio njen nesmetan kontinualni rad do 2027. god.

Od početka svoga rada 1982. god. pa do 1989. god. flotacija Veliki Krivelj je deponovala jalovinu u starom jalovištu - polje 1. Polje 1 je nastalo zatvaranjem doline Kriveljske reke dvema pregradnim peščanim branama, uzvodnom branom 1 i nizvodnom branom 2. Radi evakuacije vode Kriveljske reke prokopan je tunel Ø=3 m kroz originalni teren, sa leve obale reke. Dužina tunela je 1414 m.

Godine 1990. se jalovište proširuje nizvodno zauzimajući dodatni prostor u koritu Kriveljske reke-novo jalovište ili polje 2. Za okonturenje novog jalovišta bilo je dovoljno izgraditi samo jednu branu-branu 3. Za odvođenje voda Kriveljske reke izgrađen je po dnu korita Kriveljske reke, kolektor Ø=3 m i dužine 2075 m, koji predstavlja nastavak postojećeg tunela.

Nakon zapunjavanja polja 2 tokom 2007. god. kako bi se obezbedili sigurni uslovi za prelazak na staro polje 1 izrađen je DRP-a proširenja flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj - polje 1, brane 1 i brane 2 do kote K+385 mnv, IRM Bor 2007. god. Na osnovu ovog projekta kao i pratećih hidrograđevinskih projekata koje je izradio RI iz Beograda, izvršena je sanacija brana 1 i 2 izgradnjom 2 drenaže na brani 1 (donja i gornja drenaža) kao i jedne drenaže na brani 2. Nadvišenjem brana 1 i 2 do kote K+385/380 mnv dobijen je slobodni akumulacioni prostor za odlaganje jalovine u polju 1 od oko 48,5 Mm³. Ovaj slobodni akumulacioni prostor u nadvišenom polju 1 omogućio je eksploataciju ovog polja u periodu od početka 2008. do sredine 2016. god.

Kako bi se obezbedio adekvatan prostor za dalje odlaganje jalovine iz flotacije Veliki Krivelj početkom 2015. god. RBB je sa IRM Bor zaključio ugovor o izradi DRP-a novog nultog polja uzvodno od polja 1. Nulto polje predstavljaće akumulaciju formiranu između postojeće brane 1 i nove nulte brane 4-1. Takođe, biće izrađena manja brana - brana 4-2, na severozapadu akumulacije koja će imati ulogu da štiti postojeći trakasti transporter. Proširenje postojećeg flotacijskog jalovišta na prostor nultog polja, pored ostalog podrazumeva i zaštitu tokova Kriveljske reke, Borske reke i Saraka potoka. Zaštita se odnosi na provođenje rečnih i potočnih tokova ispod nataložene flotacijske jalovine. U tu svrhu će se izgraditi kolektori na celoj dužini predmetnih tokova na prostoru budućeg pokrivanja talogom iz flotacijske jalovine.

Osim izgradnje kolektora za devijaciju rečnih tokova Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka, potrebno je izmestiti još dva važna objekta sa lokacije novog nultog polja i to su Vodovod Surdup - Bor koji prolazi blizu nožice zaštitne zemljane brane i Elektroenergetske mreže koja prolazi preko nultog polja i služi za napajanje električnom energijom domaćinstva u selu Bučje.

Flotacijska jalovina u obliku pulpe sa prosečnim sadržajem čvrstog ostatka od 24,5% gravitacijski se transportuje od pogona flotacije do jalovišta Veliki Krivelj betonskim kanalom.

Za potrebe realizacije tehnološkog odlaganja jalovine na lokaciji Projekta biće izgrađeni osnovi i pomoćni, odnosno prateći objekti i to:

- Brana 1, brana 4-1, brana 4-2, sigurnosni prelivni organ (zaštitne brane),

- Sistem za povratnu vodu (ploveće pumpne stanice, potisni cevovod za povratnu vodu),
- Sistem za svežu tehničku vodu,
- Sistem za gravitacijski transport jalovine od flotacije do jalovišta,
- Drenažne pumpne stanice PS1 i PS2 na brani 1,
- Pumpna stanica DOS za prepumpavanje jalovine i
- Kolektori reka.

U toku realizacije Projekta koristi se sledeći energenti, sirovine i materije:

- električna energija,
- voda,
- jalovina i
- materijal za izgradnju (građevinski materijal, pesak, zemlja).

Realizacije Projekta dovešće do određenih uticaja na kvalitet životne sredine koji obuhvata kvalitativni i kvantitativni prikaz mogućih promena u toku:

- izvođenja radova,
- redovnog rada projekta i nakon zatvaranja odlagališta i
- u slučaju udesa.

Uticaj u toku izvođenja radova odnose se na uticaje koji će biti ispoljeni tokom:

- izgradnje kolektora za devijaciju rečnih tokova Kriveljske i Borske reke i Saraka potoka,
- izmeštanja vodovoda Surdup – Bor,
- izmeštanja nadzemnog srednjenaponskog dalekovoda 10kV SN SKS i
- tokom svih etepa (I-V) izgradnje objekata i instaliranja opreme na nultom polju.

Tokom redovnog rada i nakon zatvaranja, jalovište može imati direktne posledice po životnu sredinu, koje se ogledaju kroz:

- uticaji na kvalitet vazduha,
- uticaji na kvalitet površinskih i podzemnih vode i
- uticaji na kvalitet zemljišta

a koji sa svoje strane mogu da dovedu do uticaja na:

- zdravlje stanovništva
- meteorološke parametre i klimatske karakteristike
- ekosistem
- naseljenost, migraciju i koncentraciju stanovništva
- namenu i korišćenje površina
- prirodna dobra posebnih vrednosti i nepokretna kulturna dobra i njihove okoline
- pejzažne karakteristike područja i sl. i
- uticaj na komunalnu infrastrukturu

Uzimajući u obzir karakteristike materije koja se skladišti, količinu uskladištene materije i opremu koja se pri tom koristi, kao moguće udesne situacije na ovoj vrsti objekata, identifikovane su:

- izlivanje flotacijske jalovine i
- požar.

Izlivanje flotacijske jalovine, usled pucanje brane i stvaranje poplavnog talasa, imalo bi dugoročno štetno dejstvo na životnu sredinu i živi svet.

U slučaju požara može doći do lokalnog i kratkotrajnog zagađivanja vazduha bez trajnih

posledica.

U cilju sprečavanja nastanka udesa i svođenja uticaja rada Projekta u okviru zakonskih propisa predložene su:

- mera predviđene zakonom i drugim propisima, normativima i standardima i rokovima za njihovo sprovođenje
- mere predviđene za sprečavanje nastanka mogućeg udesa, reagovanje u slučaju udesa i
- planovi i tehnička rešenja zaštite životne sredine i druge mere koje mogu uticati na sprečavanje ili smanjenje štetnih uticaja na životnu sredinu, kao i program praćenja uticaja na životnu sredinu.

Na osnovu svih razmatranja, izvedenih zaključka i obaveza predviđenih zakonskim propisima i važećim podzakonskim aktima u cilju sistematskog praćenja parametara životne sredine predviđen je:

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

11. PODACI O TEHNIČKIM NEDOSTACIMA ILI NEPOSTOJANJU ODGOVARAJUĆIH STRUČNIH ZNANJA I VEŠTINA ILI NEMOGUĆNOSTI DA SE PRIBAVE ODGOVARAJUĆI PODACI

Obradivači Studije o proceni uticaja Projekta “PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALoviŠTA VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE” na životnu sredinu, izlaskom na teren i uvidom u dokumentaciju, prikupili su neophodne relevantne podatke za izradu Studije.

U toku izrade Studije nije bilo nedostaka u pogledu dostupnosti podataka, tehničkih problema ili nepostojanja odgovarajućih stručnih znanja i veština da se ova Studija izradi stručno i kvalitetno, po svim Zakonskim odredbama.

11.1. ZAKLJUČAK

Analizirajući sve parametre tehnološkog procesa i procesa rada Projekta “PROŠIRENJE FLOTACIJSKOG JALoviŠTA VELIKI KRIVELJ NA NULTO POLJE”, Nosioca projekta “RUDARSKO-TOPIONIČARSKI BASEN GRUPA RUDNICI BAKRA” DOO, koji mogu biti od uticaja na kvalitet životne sredine, uz primenu svih mera predviđenih ovom studijom, procenjuje se da predmetni Projekat neće izazivati negativne promene u ekosistemu na razmatranoj lokaciji, niti značajnije uticati na kvalitet faktora životne sredine na predmetnom području.

U IZRADI STUDIJE O PROCENI UTICAJA PROJEKTA NA ŽIVOTNU SREDINU
UČESTVOVALI

odgovorni projektant: **Vladan Ilinčić, dipl. inž. maš.** _____

projektanti saradnici:

dr Božidar Raković, dipl. el. inž. _____

Cvetanka Dimitrov, dipl. hem. _____

dr Maja Ljubić, dipl. inž. zžs. _____

Zoran Milojević, dipl. hem. _____

PRILOZI

1. Izvod iz APR-a
2. Rešenjem o obimu i sadržaju Studije o proceni uticaja na životnu sredinu
3. Informacija o lokaciji
4. Opšta situacija projekta, razmera 1:10000
5. Situaciona karta nultog polja-projektovano stanje na K+393/390 mnv
6. Karta parcela nultog polja
7. Geološka karta - Situacija terena
8. Položaj brane 1 i brana 4-1 i 4-2 nultog polja - zameniti sa originalom
9. Projektovano završno stanje flotacijskog jalovišta Veliki Krivelj - nulto polje- zameniti sa originalom
10. Šema tehnološkog procesa odlaganja jalovine u nulto polje
11. Situacija jalovišta sa ucrtanim položajem PPS3, RPS2, branama i potisnim cevovodima
12. Šema dovoda i razvoda jalovine u nultom polju
13. Situacioni prikaz postojećeg stanja devijacija reka
14. Situacioni prikaz položaja „nultog“ polja
15. Situacioni prikaz produžetka kolektora Kriveljske reke od postojećeg tunela do brane 4
16. Situacioni prikaz produžetka kolektora Borske i uvođenje u kolektor Kriveljske reke
17. Situacioni prikaz produžetka kolektora Saraka potoka i uvođenje u kolektor Kriveljske reke
18. Rešenjem Zavoda za zaštitu prirode Srbije
19. Obaveštenje Zavoda za zaštitu spomenika kulture
20. Vodni uslovi
21. Ugovor o završetku kolektora u nultom polju jalovišta Veliki Krivelj, između investitora RTB Bor Grupa rudnici bakra Bor doo, Bor sa izvođačem Sloga Construction doo, Kragujevac, br. 126/109 od 19.09.2017.god.
22. Izveštaj o ispitivanju otpadnih i površinskih voda
23. Godišnji izveštaju o ispitivanju taložnih materija u vazduhu u okolini pogona RBB za 2017.god.
24. Grafički deo Projekta proboja brane i poplavnog talasa (Prilozi 1-14)
 - Prilog 24.1. Kriva zapremine polja 0, 1 i 2 koja se prazni kroz brešu brane 3 jalovišta Veliki Krivelj
 - Prilog 24.2. Hidrogrami u karakterističnim poprečnim presecima-Varijanta 3
 - Prilog 24.3. Hidrogrami u karakterističnim poprečnim presecima-Varijanta 4
 - Prilog 24.4. Hidrogram i nivogram u poprečnom preseku brane 3
 - Prilog 24.5. Situacija plavnog područja nizvodno od jalovišta
 - Prilog 24.6. Nivogrami-promene dubine u karakterističnim poprečnim presecima-Varijanta 3
 - Prilog 24.7. Nivogrami-promene dubine u karakterističnim poprečnim presecima-Varijanta 4
 - Prilog 24.8. Anvelopa maksimalnih nivoa duž toka
 - Prilog 24.9. Anvelopa maksimalnih proticaja duž toka
 - Prilog 24.10. Vremena pojave čela talasa duž toka
 - Prilog 24.11. Vremena pojave maksimalnih proticaja i nivoa duž toka
 - Prilog 24.12. Maksimalne srednje brzine u poprečnim presecima

- Prilog 24.13. Kriva proticaja u najnižvodnijem poprečnom preseku
 - Prilog 24.14. Situacija plavnog područja uzvodno od jalovišta
25. Tabela 9.2.: Tačke za obeležavanje zone plavljenja nizvodno od brane 3
 26. Tabela 9.3.: Tačke za obeležavanje zone plavljenja uzvodno od brane 4
 27. Tipski detalj geodetskog repera
 28. Situacija brane 4-1
 29. Situacija brane 4-2
 30. Pijezometarski profil PP8
 31. Pijezometarski profil PP7