



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

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



ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ У КАТЕГОРИЈИ M81

**MODEL ZA OPTIMIZACIJU I PLANIRANJE OTKOPAVANJA
ЛЕŽИШТА ОЛОВА И СИНКА У РУДНОМ ПОЛJУ БРСКОВО,
РЕПУБЛИКА ЦРНА ГОРА У ЦИЛJУ МАКСИМИЗАЦИЈЕ ПРОФИТА**

April, 2021



S A D R Ž A J

ZAHTEV ZA POKRETANJE POSTUPKA ZA VALIDACIJOM I VERIFIKACIJOM TEHNIČKOG REŠENJA.....	1
ODLUKA O POKRETANJU POSTUPKA ZA VALIDACIJOM I VERIFIKACIJOM TEHNIČKOG REŠENJA I IMENOVANJU RECENZENATA	2
1) IME I PREZIME AUTORA REŠENJA	3
2) NAZIV TEHNIČKOG REŠENJA	3
3) KLJUČNE REČI.....	3
4) ZA KOGA JE REŠENJE RAĐENO (PRAVNO LICE ILI GRANA PRIVREDE) - KORISNIK.....	3
5) GODINA KADA JE REŠENJE KOMPLETIRANO.....	3
6) GODINA KADA JE POČELO DA SE PRIMENJUJE I OD KOGA	4
7) OBLAST I NAUČNA DISCIPLINA NA KOJU SE TEHNIČKO REŠENJE ODNOŠI	4
8) PROBLEM KOJI SE TEHNIČKIM REŠENJEM REŠAVA	4
9) STANJE REŠENOSTI TOG PROBLEMA U SVETU	5
10) OPIS TEHNIČKOG REŠENJA.....	5
10.1. UVOD.....	5
10.2. SOFTVERSKO MODELIRANJE LEŽIŠTA BRSKOVO I VIŠNJICA-ŽUTA PRLA- RAZVRŠJE	8
10.3. EKONOMSKI MODEL ZA OPTIMIZACIJU GRANICE KOPOVA	10
10.4. OPTIMIZACIJA KONAČNIH GRANICA SA ANALIZOM OPTIMALNIH KONTURA FAZNOG RAZVOJA POVRSINSKIH KOPOVA ZPV I BRSKOVO	12
10.4.1. Analiza optimalnih kontura površinskog kopa Žuta Prla – Višnjica (ZPV).....	13
10.4.2. Konačna granica i fazni razvoj površinskog kopa ZPV	14
10.4.3. Analiza optimalnih kontura površinskog kopa Brskovo	16
10.4.4. Konačna granica i fazni razvoj površinskog kopa Brskovo	17
10.4.5. Prostorno ograničenje površinskih kopova ZPV i Brskovo	19
10.4.6. Karakteristike izabranih Faza razvoja površinskih kopova ZPV i Brskovo	21
10.5. OPTIMIZACIJA DINAMIKE OTKOPAVANJA	32
10.6. NETO SADAŠNJA VREDNOST (NSV).....	35



10.7. ZAKLJUČAK	36
11) TEHNIČKA DOKUMENTACIJA (VALIDAN DOKAZ O PRIMENI TEHNIČKOG РЕШЕЊА-POTVRDA USTANOVE /KOMPANIJE KOJA GA KORISTI I DR.), LISTA RANIJE PRIHVAĆENIH TEHNIČKIH REŠENJA ZA SVAKOG OD AUTORA POJEDINAČNO.....	38
11.1. VALIDAN DOKAZ O PRIMENI TEHNIČKOG REŠENJA - UGOVOR I ANEKS UGOVORA O POSLOVNO-TEHNIČKOJ SARADNJI IZMEĐU INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR I KOMPANIJE BRSKOVO MINE D.O.O. PODGORICA, CRNA GORA	38
11.2. LISTA RANIJE PRIHVAĆENIH TEHNIČKIH REŠENJA.....	60
12) LITERATURA	64
13) IZVEŠTAJI RECENZENATA	66
14) ODLUKA NAUČNOG VEĆA INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR O PRIHVATANJU TEHNIČKOG REŠENJA	72

**SPISAK TABELA**

Tabela 1. Sumarna tabela optimizacije granice kopa ZPV	14
Tabela 2. Sumarna tabela NPV analize za optimalne granice površinskog kopa ZPV	15
Tabela 3. Sumarna tabela optimizacije granice kopa Brskovo.....	16
Tabela 4. Sumarna tabela NPV analize za optimalne granice površinskog kopa Brskovo	18
Tabela 5. Dinamika otkopavanja na površinskom kopu Brskovo sa sumarnim prikazom količina rude, jalovine, iskopina i sadržaja metala.....	34
Tabela 6. Dinamika otkopavanja na površinskom kopu ZPV sa sumarnim prikazom količina rude, jalovine, iskopina i sadržaja metala.....	34

SPISAK SLIKA

Slika 1. Kružni tok optimizacije proizvodnje na površinskom kopu (Sevim i Lei, 1998)	6
Slika 2. Algoritam za optimizaciju i planiranje otkopavanja ležišta (Rajković i dr., 2014).....	7
Slika 3. Blok model ležišta rude olovo-cinka Žuta Prla-Višnjica	9
Slika 4. Blok model ležišta rude olovo-cinka Brskovo	10
Slika 5. Skript koju koristi softver Gems za razdvajanje definisanih tipova rude.....	12
Slika 6. Grafik NPV analize za optimalne granice površinskog kopa ZPV	16
Slika 7. Grafik NPV analize za optimalne granice površinskog kopa Brskovo	19
Slika 8. Izgled konačne konture površinskog kopa ZPV sa prikazom bilansnih rezervi za ležište Višnjica-Žuta Prla-Razvršje (softver Gems)	20
Slika 9. Izgled konačne konture površinskog kopa Brskovo sa prikazom bilansnih rezervi za ležište Brskovo (softver Gems)	21
Slika 10. Izgled završne konture ZPV - Faza 1 (2D prikaz).....	22
Slika 11. Izgled završne konture ZPV - Faza 1 (3D prikaz).....	22
Slika 12. Izgled završne konture ZPV - Faza 2 (2D prikaz).....	23
Slika 13. Izgled završne konture ZPV - Faza 2 (3D prikaz).....	24
Slika 14. Karakterističan tehnološki poprečni profil sa prikazom blok modela (sadržaj Zn+Pb) i faza otkopavanja površinskog kopa ZPV	25



Slika 15. Karakterističan tehnološki uzdužni profil sa prikazom blok modela (sadržaj Zn+Pb) i faza otkopavanja površinskog kopa ZPV	26
Slika 16. Izgled završne konture Brskovo - Faza 1 (2D prikaz).....	27
Slika 17. Izgled završne konture Brskovo - Faza 1 (3D prikaz).....	28
Slika 18. Izgled završne konture Brskovo - Faza 2 (2D prikaz).....	29
Slika 19. Izgled završne konture Brskovo - Faza 2 (3D prikaz).....	29
Slika 20. Karakterističan tehnološki poprečni profil sa prikazom blok modela (sadržaj Zn+Pb) i faza otkopavanja površinskog kopa Brskovo.....	30
Slika 21. Karakterističan tehnološki uzdužni profil sa prikazom blok modela (sadržaj Zn+Pb) i faza otkopavanja površinskog kopa Brskovo.....	31
Slika 22. Grafik diskontovanog novčanog toka	35
Slika 23. Grafik diskontovanog novčanog toka – kumulativ	36



ZAHTEV ZA POKRETANJE POSTUPKA ZA VALIDACIJOM I VERIFIKACIJOM TEHNIČKOG REŠENJA



НАЗИВ ЗАПИСА	РЕДНИ БРОЈ:	Ознака:
Молба за покретање поступка за валидацију и верификацију техничког решења	МАТ.ДОК.:	

Датум: 12. 04. 2021.

Научном већу Института за рударство и металургију Бор

У складу са *Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача* ("Сл. гласник РС", бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017) обраћам се Научном већу Института за рударство и металургију Бор са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења под називом:

МОДЕЛ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ И ПЛАНИРАЊЕ ОТКОПАВАЊА ЛЕЖИШТА ОЛОВА И ЦИНКА У РУДНОМ ПОЉУ БРСКОВО, РЕПУБЛИКА ЦРНА ГОРА У ЦИЉУ МАКСИМИЗАЦИЈЕ ПРОФИТА

из категорије M81 - Ново техничко решење (метода) примењено на међународном нивоу.

Аутори:

- 1) Др Даниел Кржановић, дипл. инж. рударства
- 2) Mr Радмило Рајковић, дипл. инж. рударства
- 3) Mr Игор Свркота, дипл. инж. рударства
- 4) Миомир Микић, дипл. инж. рударства
- 5) Dr Дејан Стевановић, дипл. инж. рударства
- 6) Dr Ненад Вушовић, дипл. инж. рударства
- 7) Миленко Јовановић, дипл. инж. геологије

Техничко решење (M81) резултат је рада на пројекту за компанију Tara Resources AG, која се бави минералним ресурсима, са седиштем у Швајцарској, и поседује 100% власништва над предузећем Brskovo Mine d.o.o., које је регистровано у Црној Гори.

За рецензенте предлажем:

- 1) Dr Мевлудина Авдића, дипл. инж. руд. - редовног професора на Рударско Геолошко Грађевинском Факултету, Универзитета у Тузли
- 2) Dr Владимира Малбашића, дипл. инж. руд. - редовног професора на Рударском факултету Приједор, Универзитета у Бањој Луци.

Подносилац захтева

др Даниел Кржановић, дипл. инж. руд.



ODLUKA O POKRETANJU POSTUPKA ZA VALIDACIJOM I VERIFIKACIJOM TEHNIČKOG REŠENJA I IMENOVANJU RECENZENATA

	NAZIV ZAPISA: ОДЛУКА НАУЧНОГ ВЕЋА	MATIČNI DOKUMENT/ BROJ PRILOGA:	Oznaka: P031.-501.21.III/3
--	---	------------------------------------	--------------------------------------

ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР
НАУЧНО ВЕЋЕ
Број: III/3.
Од 21.04.2021.

На основу Правилника о стицању истраживачких и назчних звања („Сл. гласник РС“ 159/20), Научно веће Института за рударство и металургију Бор је на III-ој седници одржаној дана 21.04.2021. године донело:

ОДЛУКУ о покретању поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења

I

На захтев др Даниела Кржановића, научног сарадника Института за рударство и металургију Бор, Научно веће је донело Одлуку о покретању поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом:

„МОДЕЛ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ И ПЛАНИРАЊЕ ОТКОПАВАЊА ЛЕЖИШТА ОЛОВА И ЦИНКА У РУДНОМ ПОЉУ БРСКОВО, РЕПУБЛИКА ЦРНА ГОРА У ЦИЉУ МАКСИМИЗАЦИЈЕ ПРОФИТА“

аутори:

- 1) др Даниел Кржановић, дипл. инж. рударства
- 2) мр Радмило Рајковић, дипл. инж. рударства
- 3) мр Игор Свркота, дипл. инж. рударства
- 4) Миомир Микић, дипл. инж. рударства
- 5) мр Дејан Стевановић, дипл. инж. рударства
- 6) др Ненад Вушовић, дипл. инж. рударства
- 7) Миленко Јовановић, дипл. инж. геологије

Предложени рецензенти:

- 1) Др Мевлудин Авдић, дипл. инж. руд. - редовни професор на Рударско Геолошко Грађевинском Факултету, Универзитета у Тузли
- 2) Др Владимир Малбашић, дипл. инж. руд. - редовни професор на Рударском факултету Приједор, Универзитета у Бања Луци.

ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА
А.Костов
Др Ана Костов, дипл.инж.мет.
Научни саветник



1) IME I PREZIME AUTORA REŠENJA

- 1.1) Dr Daniel Kržanović, dipl. inž. rudarstva
- 1.2) Mr Radmilo Rajković, dipl. inž. rudarstva
- 1.3) Mr Igor Svrkota, dipl. inž. rudarstva
- 1.4) Miomir Mikić, dipl. inž. rudarstva
- 1.5) Dr Dejan Stevanović, dipl. inž. rudarstva
- 1.6) Dr Nenad Vušović, dipl. inž. rudarstva
- 1.7) Milenko Jovanović, dipl. inž. geologije

2) NAZIV TEHNIČKOG REŠENJA

Model za optimizaciju i planiranje otkopavanja ležišta olova i cinka u rudnom polju Brskovo, Republika Crna Gora u cilju maksimizacije profita

3) KLJUČNE REČI

Softversko modeliranje ležišta, optimizacija granice kopa, optimizacija dinamike otkopavanja, planiranje, maksimizacija neto sadašnje vrednosti.

4) ZA KOGA JE REŠENJE RAĐENO (PRAVNO LICE ILI GRANA PRIVREDE) - KORISNIK

Tara Resources AG (Tara) je kompanija koja se bavi mineralnim resursima, sa sedištem u Švajcarskoj. Poseduje 100% vlasništva nad preduzećem Brskovo Mine d.o.o. (ranije North Mining d.o.o.), koje je registrovano u Crnoj Gori i koje ima 100% udela u odobrenju za istraživanje i eksploataciju koje pokriva koncesiju za Brskovo. Odobrenje je izdato 10. decembra 2010. godine i važi 30 godina.

5) GODINA KADA JE REŠENJE KOMPLETIRANO

Rešenje je kompletirano 2021. godine.



6) GODINA KADA JE POČELO DA SE PRIMENJUJE I OD KOGA

2021. godina, preduzeće Brskovo Mine d.o.o.

7) OBLAST I NAUČNA DISCIPLINA NA KOJU SE TEHNIČKO REŠENJE ODNOŠI

Eksplotacija ležišta čvrstih mineralnih sirovina i priprema mineralnih sirovina.

8) PROBLEM KOJI SE TEHNIČKIM REŠENJEM REŠAVA

Ležišta rudnog polja Brskovo eksplorisana su u periodu 1976.-1987. godina, površinskim i jamskim načinom. Otkopano je oko 960.000 t rude iz ležišta Brskovo i oko 2.020.000 t rude iz ležišta Žuta Prla. Eksplotacija pomenutih ležišta obustavljena je usled loših ekonomskih efekata, prouzrokovanih visokim troškovima eksplotacije i niskim iskorišćenjima korisnih elemenata iz ležišta rude olova i cinka.

Predloženo tehničko rešenje obezbeđuje profitabilnu eksplotaciju ležišta, primenujući sveobuhvatno sagledavanje procesa planiranja eksplotacije na površinskim kopovima primenom savremenih softverskih alata, koji se baziraju na optimizacionim algoritmima kao što su Lerchs – Grossmann algoritam, Milawa algoritam, i drugim postupcima zasnovаниh na kompjuterskim programima. Rezultat takvog pristupa jeste unapređenje eksplotacije ležišta rude olova i cinka Žuta prla-Višnjica i Brskovo, koji se odlikuju prisustvom visokog sadržaja žive u pojedinim partijama ležišta u složenim radnim uslovima, a koje se ogleda u ostvarivanju boljih finansijskih efekata u poslovanju rudnika.

Sagledavajući složenu strukturu i međusobne interakcije mnogobrojnih ulaznih parametara kod definisanja procesa površinske eksplotacije, nov pristup koji pruža predloženo tehničko rešenje doprinosi ostvarivanju optimalnih rešenja rudarskog procesa, čijom se implementacijom ostvaruje maksimizacija vrednosti neto sadašnje vrednosti i unapređuje iskorišćenje prirodnog resursa u realnim uslovima procesa eksplotacije rude na površinskim kopovima.



9) STANJE REŠENOSTI TOG PROBLEMA U SVETU

Proces globalizacije svetskog tržišta posebno je izražen u sferi proizvodnje mineralnih sirovina. Najveći svetski rudarski investitori, projekte po pravilu razvijaju van svojih matičnih država, a eksploatisane mineralne sirovine najčešće su predmet globalne tržišne ekonomije.

Osnovni pokretački cilj projekta svakako je ostvarenje profita, ali pored ovoga eksploatacija mineralnih sirovina može biti motivisana i drugim specifičnijim faktorima kao što su:

- maksimalno (ili što veće) iskorišćenje resursa,
- ekonomski (industrijski) razvoj lokalne zajednice na čijem prostoru je lociran projekat, itd.

Problem optimizacije kopa zahteva kompleksnu analizu koja uključuje veliki broj značajnih parametara. Po pravilu tačna vrednost mnogih parametara je nepoznata ili je neizvesna. Iz ovih razloga optimizacija granica kopa je po pravilu dugotrajan i iterativan proces.

Računarske metode zasnovane su na kompleksnim matematičkim algoritmima inkorporiranim u specijalizovane rudarske softvere. Postoji više matematičkih algoritama za određivanje optimalne konture površinskog kopa. Polovinom prošlog veka razvijena je Lerchs-Grossmann (LG) metoda (Lerchs and Grossmann, 1965) koja za zadati set parametara garantuje nalaženje optimalne konture. Danas se LG metoda najčešće koristi i smatra industrijskim standardom u procesu evaluacije rudarskih projekata u svetu.

10) OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

10.1. UVOD

Osnovni, primarni input u procesu planiranja i projektovanja površinskog kopa predstavlja geološki blok model rudnog tela. Geološki modeli se kreiraju na osnovu podataka istražnog bušenja, koje se izvodi po određenoj mreži i gustini bušenja. Svakom mini bloku u blok modelu ležišta dodeljuje se nivo poverenja koji podržavaju podaci istražnih radova u tom području. Veoma je važno je da se tačno izračuna vrednost bloka kod optimizacije, jer pogrešni proračun dovodi do pogrešne optimalne konture kopa.

Najčešće prihvaćen cilj, kod ovako složenih proizvodnih sistema, u optimizaciji granice kopa je maksimizacija neto sadašnje vrednosti budućih novčanih tokova. Da bi se postigao ovaj cilj, mora se uzeti u obzir prostorna povezanost varijabli u ležištu (kao što su geografska lokacija

ležišta i njegova geološka svojstva), kao i vremenska povezanost varijabli (uključujući redosled kojim će ruda biti otkopana i prerađena), i shodno tome proistekli novčani tok.

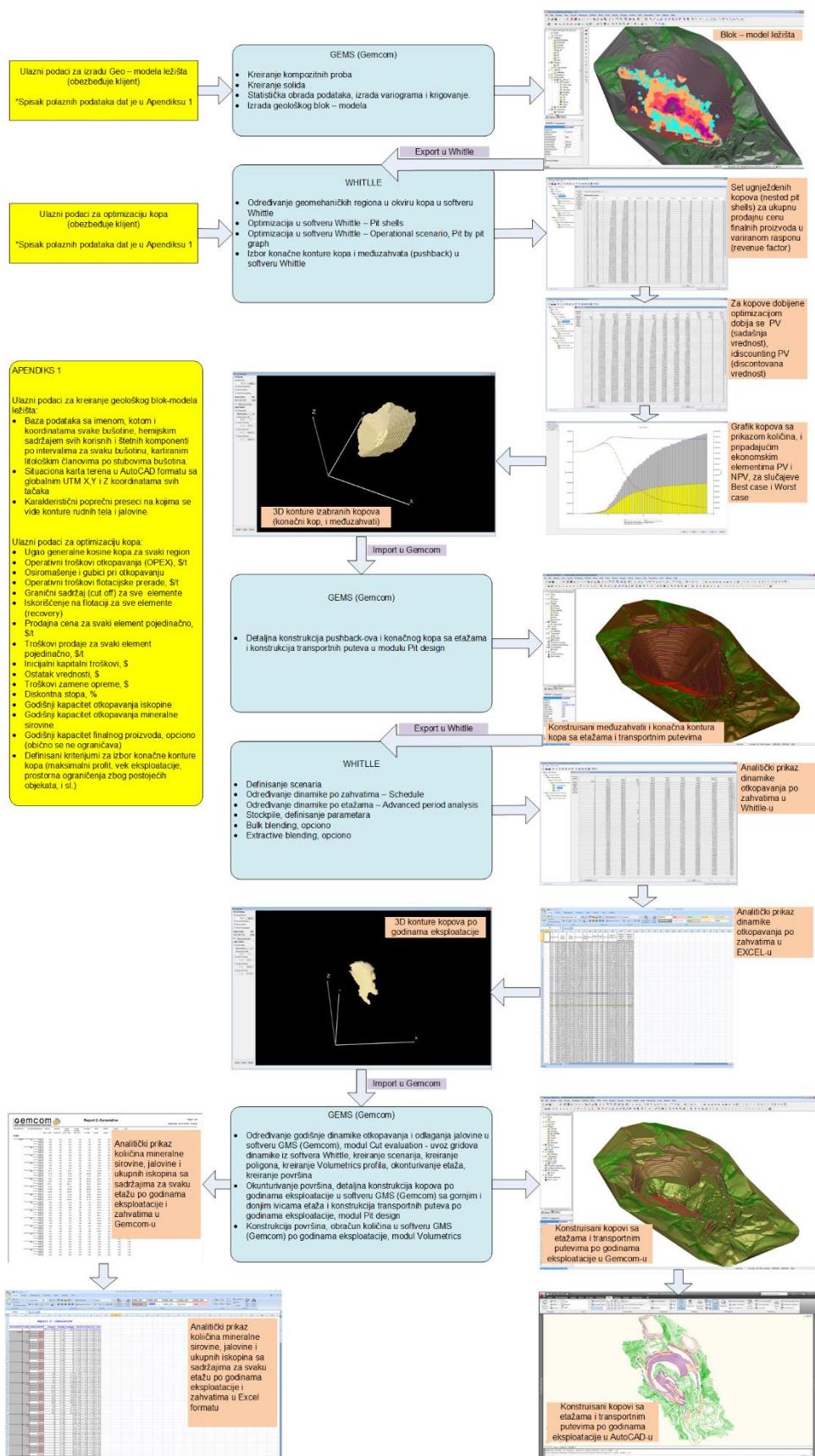
Promenljive veličine relevantne za optimizaciju i planiranje proizvodnje na površinskom kopu interaguju na cikličan način. Bez poznavanja jedne promenljive, vrednost naredne promenljive u ciklusu nije moguće odrediti (slika 1). Vreme potrebno za otkopavanje svih kopova u sekvenci predstavlja životni vek kopa, dok oblik poslednjeg kopa u sekvenci određuje krajnju granicu kopa. Kako bi se izvršila podela između rude i jalovine, potrebno je odrediti granični sadržaj za preradu koji je funkcija finalne cene proizvedenih dobara, kao i cena otkopavanja i prerade.

Na slici 1, može se uočiti da je prvo potrebno ustanoviti troškove i prihode i na osnovu toga, granični sadržaj rude, kako bi se dalje prostorno definisalo rudno telo i izračunala ekonomski vrednost blokova. Potom se, definiše završna granica kopa koja se potom koristi kako bi se napravio plan proizvodnje koji uključuje godišnju proizvodnju i plan otkopavanja. Dalje se odabrani plan godišnje proizvodnje i plana otkopavanja koriste kako bi se revidirali troškovi i prihodi.



Slika 1. Kružni tok optimizacije proizvodnje na površinskom kopu (Sevim i Lei, 1998)

Na slici 2 prikazan je primjenjeni algoritam za optimizaciju i planiranje otkopavanja ležišta olova i cinka u rudnom polju Brskovo.



Slika 2. Algoritam za optimizaciju i planiranje otkopavanja ležišta (Rajković i dr., 2014)



10.2. SOFTVERSKO MODELIRANJE LEŽIŠTA BRSKOVO I VIŠNJICA-ŽUTA PRLA-RAZVRŠJE

Interpretacija ležišta i njegove neposredne okoline preko odgovarajućeg blok modela, podrazumeva njihovu podelu na blokove pravilnih dimenzija. Veličina bloka zavisi od brojnih faktora matematičko-statističkog karaktera, stepena složenosti geološke građe ležišta i dr. Blokovi u opštem slučaju ne smeju da budu isuviše mali, jer se na taj način povećava greška proračuna ukupne zapremine orudnjenog prostora („procene“), ali ne i suviše veliki, zato što moraju da budu prilagođeni karakteristikama planirane metode eksploatacije. Imajući prethodno u vidu, usvojena je veličina blokova od $10 \times 10 \times 5$ m.

Blok modeli za ležišta rude olovo-cinka Žuta Prla-Višnjica (dalje u tekstu ZPV) i Brskovo su urađeni u programskom paketu *Gems* i predstavljaju blok modele sa regularnim blokovima dimenzija $10 \times 10 \times 5$, slike 3 i 4. Ekonomска vrednost ležišta određena je na osnovu vrednosti prisutnih metala u rudi, tj. olova, cinka, bakra i srebra. Ekonomski efekti eksploatacije rude obračunati su na osnovu prodajne cene plativih metala u rudi, tj. olova, cinka, bakra i srebra. Na osnovu ovoga određen je granični sadržaj ekvivalentnog metala olovo i cinka ($Pb+Zn$) u rudi koji iznosi GS = 0,6 % Pb+Zn. Blokovi čiji je sadržaj za $Pb+Zn$ ispod GS tretiraju se kao jalovina.

Za ležište Brskovo je formiran blok model sa:

- 160 redova
- 115 kolona
- 110 nivoa (+1300/+1295 do +510/505).

Za ležište Višnjica-Žuta Prla-Razvršje je formiran blok model sa:

- 125 redova
- 150 kolona
- 110 nivoa (+1300/+1295 do +510/505).

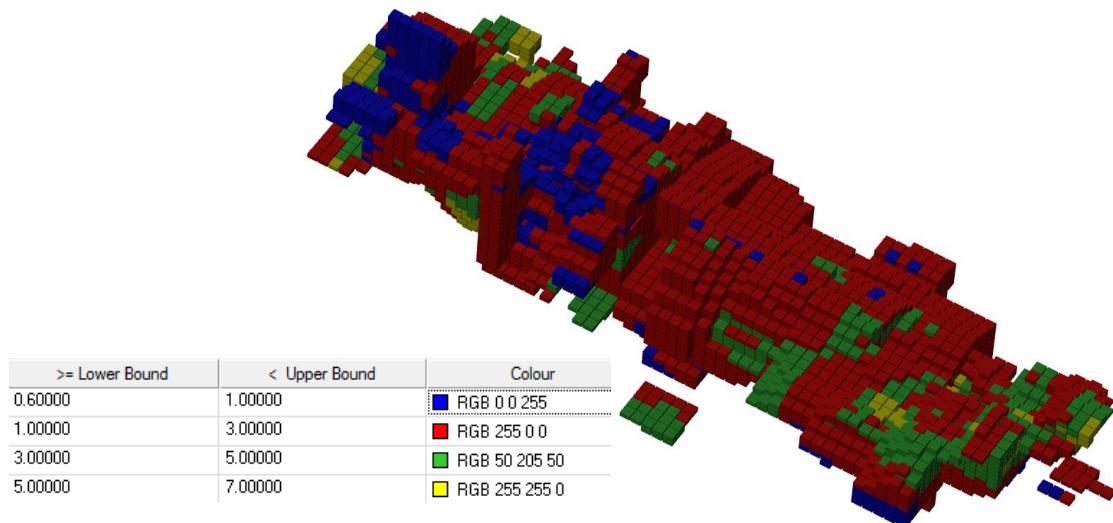
Izradom blok modela definisane su za svaki blok sledeće vrednosti:

- Vrsta stene;
- Zapreminska masa;

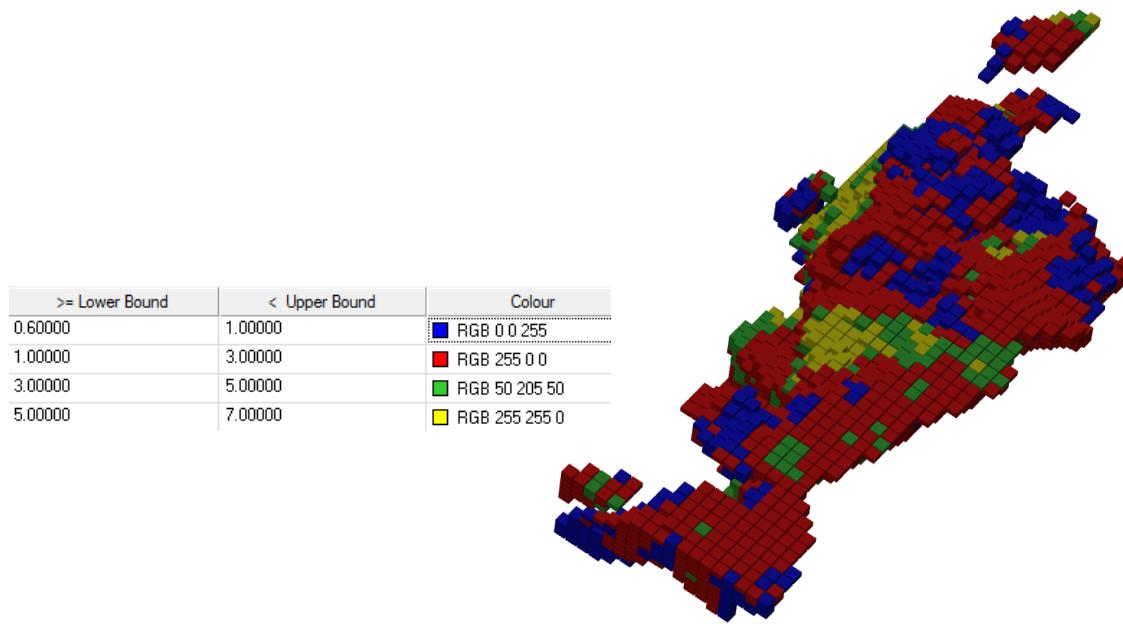
- Sadržaj korisnih komponenati: Pb (%), Zn (%), Zn+Pb (%), Au (g/t), Ag (g/t), Cu (%) i štetnih komponenti: Hg (g/t), As (g/t), Sb (g/t), Bi (g/t) i Cd (g/t).

Određivanje sadržaja navedenih komponenata u blokovima, započeto je izradom variograma, koji predstavljaju osnovu za proračun („procenu“) sadržaja.

Variograme je moguće uraditi iz svih ili odabranih pojedinačnih ili kompozitnih proba. Za ležišta Brskovo i Višnjica-Žuta Prla-Razvrsje su napravljene „ekstrakt datoteke“, koje u sebi sadrže podatke o tačnoj lokaciji podatka u prostoru, kao i vrednosti o kvalitetu mineralne sirovine i tipu hidrotermalne izmene. Ekstrakt datoteke su napravljene za kompozitne probe (Pb, Zn, Au, Ag, Cu, Hg, As, Sb, Bi i Cd), za ležište Brskovo, kao i zasebno za Višnjicu i Žutu Prlu-Razvrsje, kako bi se utvrdila distribucija korisnih komponenti u svakoj izmeni. Kao referentne tačke svih ekstrakt fajlova, bilo pojedinačnih bilo kompozitnih proba, uzete su sredine proba, kako bi se što korektnije izvršila trodimenzionalna interpretacija predmetnih orudnjjenih prostora.



Slika 3. Blok model ležišta rude olovo-cinka Žuta Prla-Višnjica-Razvrsje



Slika 4. Blok model ležišta rude olovo-cinka Brskovo

Ukupno proračunate rezerve rude iznose:

- u ležištu Brskovo 28.953.697 t
- u ležištu Višnjica-Žuta Prla 45.335.256 t

10.3. ЕКОНОМСКИ МОДЕЛ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ГРАНИЦЕ КОПОВА

Razvijanje ekonomskog modela za optimizaciju granice površinskog kopa osnova je za generisanje ekonomskog blok modela. Ekonomski blok model ima za cilj da se za svaki blok model izračuna očekivana neto vrednost bloka, koja bi nastala u slučaju njegovog otkopavanja.

Ekonomski blok model kreiran je u softveru Whittle, koji je specijalizovan za analizu površinske eksploatacije i optimizaciju projektnih rešenja.

Ekonomski model bazira se na sledećim ekonomskim i tehnološkim parametrima:

- Operativni troškovi
- Troškovi otkopavanja jalovine
- Troškovi otkopavanja rude
- Ukupni PMS troškovi (uključuju drobljenje, sortiranje, mlevenje, flotiranje i ostale generalne i administrativne troškove)



- Troškovi prodaje metala (topionički, rafinacija, transport koncentrata i naknada za korišćenje min. res./rudna renta)
- Cene metala
- Diskontna stopa
- Kapitalne investicije
- Kapacitet otkopavanja rude
- Iskorišćenja i osiromašenja na otkopavanju
- Iskorišćenja metala (na sortiranju, flotaciji, metalurško + plativost metala)

Savremeni postupci planiranja podrazumevaju mogućnost razmatranja varijantnih rešenja i izbor optimalnog rešenja. Standradna ekonomска mera za optimizaciju granice kopa jeste neto sadašnja vrednost (NSV).

Neto sadašnja vrednost (engl. Net Present Value - NPV) računa se diskontovanjem procenjenih godišnjih novčanih tokova na sadašnje vreme korišćenjem diskontne stope, koja predstavlja rizik investiranja.

$$\text{Neto sadašnja vrednost (NPV)} = \sum_{t=0}^N \frac{\text{Novčani tok (CF)}}{(1+k)^t} \quad (1)$$

gde je: k – disontna stopa

t – broj godina.

Jedan od ključnih faktora kod kreiranja ekonomskog modela za ležišta ZPV i Brskovo jeste procena sadržaja žive u koncentratu, odnosno ograničenje vrednosti na 900 ppm.

Za procenu sadržaja žive u koncentratu razvijena je, na osnovu sprovedenih eksperimentalnih istraživanja, sledeća formula:

$$Hg_{CON} = \left(\frac{Hg[\text{ppm}]}{Zn[\%] \cdot 0,01} \right) \cdot 0,406 \quad [\text{ppm}] \quad (2)$$

Formula se bazira na srednjim sadržajima žive (Hg, ppm) i cinka (Zn, %) u rovnoj rudi.



Sledeći korak je da se kreira novi atribut sadržaja žive pod nazivom ZnHg, koji sadrži $\leq 900\text{ppm}$ Hg.

Korišćenjem skriptnog jezika piše se skript, kojim se definiše ruda sa sadržajem žive $\leq 900\text{ppm}$.

Na panelu na slici 5 prikazan je skript koji koristi softver Gems za razdvajanje na rudu sa sadržajem žive $\leq 900\text{ppm}$ i rudu sa sadržajem žive $>900\text{ppm}$.

```
ZnHg-skripta - Notepad
File Edit Format View Help
Dim RT, HG, ZN, ZnHg, real
RT=BlockModel.Model( "Standard", "Rock Type", Column, Row, Level )
HG=BlockModel.Model( "Standard", "HG", Column, Row, Level )
ZN=BlockModel.Model( "Standard", "ZN", Column, Row, Level )
ZnHg=BlockModel.Model( "Standard", "ZnHg", Column, Row, Level )
If RT>0 And ZN>0 And HG>0 Then
    ZnHg=(HG*0.9452*0.7)/(ZN*0.01*0.9452*0.8782/0.5395)
    BlockModel.Model( "Standard", "ZnHg", Column, Row, Level )=ZnHg
End If

Ln 1, Col 1 100% Windows (CRLF) UTF-8
```

Slika 5. Skript koju koristi softver Gems za razdvajanje definisanih tipova rude

10.4. OPTIMIZACIJA KONAČNIH GRANICA SA ANALIZOM OPTIMALNIH KONTURA FAZNOG RAZVOJA POVRŠINSKIH KOPOVA ZPV I BRSKOVO

Optimizacija površinskih kopova na lokalitetu Brskovo izvršena je na osnovu dva blok modela ležišta i definisanih ulaznih tehnno-ekonomskih parametara.

Optimizacija površinskih kopova je izvršena na bilansnim rezervama korišćenjem softvera **Geovia Whittle 4.7**, koji je industrijski standard za ovu oblast. Programski paket Whittle u procesu optimizacije koristi modifikovani *Lerch Grosmman*-ov algoritam, po kome se optimalna kontura kopa dobija na osnovu ekonomske vrednosti pojedinih mini blokova u ležištu. Softver ima mogućnost da primenom koeficijenta prihoda (*eng. Revenue Factor*) na cene metala menja veličinu prihoda i time generiše više mogućih kontura kopova.

U procesu optimizacije generišu se rezultati za pojedine granice kopa, tj. prikazan je obračunati profit kao sadašnja vrednosti PV (*Present value*) za tri varijante analize – „best case“, „worst case“ i „specified case“ koje definišu način prostornog razvoja kopa.



„Best case“ podrazumeva fazno otkopavanje pri čemu svaka od generisanih granica kopa unutar određenog kopa predstavlja jednu fazu otkopavanja, odnosno radni ugao kopa je maksimalno mogući. Ovakav slučaj ima najpovoljniji NPV, ali je u praksi veoma retko moguć, između ostalog i zbog neadekvatnog rastojanja između sukcesivnih pushback-ova.

„Worst case“ podrazumeva otkopavanje po dubini sukcesivno etažu po etažu, pri čemu se svaka etaža otkopa do konačne granice kopa, odnosno radni ugao kosina kopa je približno jednak nuli. NPV za ovaj slučaj je najniži mogući.

„Specified case“ predstavlja kombinaciju prethodna dva scenarija.

Optimizacija podrazumeva softversku analizu u cilju određivanja konačnog površinskog kopa i adekvatnih međuzahvata (*eng. Pushbacks*) na osnovu sledećih kriterijuma:

- Maksimalno mogući profit (NPV),
- Optimalni vek eksploatacije,
- Optimalni koeficijent raskrivke,
- Maksimalno moguće iskorišćenje ležišta (bilansnih rezervi)

U praksi su pomenuti kriterijumi međusobno zavisni i konačni rezultat podrazumeva njihov optimalni odnos.

10.4.1. Analiza optimalnih kontura površinskog kopa Žuta Prla – Višnjica (ZPV)

U tabeli 1 prikazani su rezultati optimizacije na osnovu modifikovanog Lerch-Grosmanovog algoritma. Iz ove tabele se vidi da su promenom cena metala tj. mogućeg prihoda, primenom faktora prihoda definisane različite granice kopova označene brojevima u prvoj koloni. Iz tabele se takođe vidi ukupna količina iskopina (rude i jalovine) koje su zahvaćene kopom, kao i količine rude čiji je granični sadržaj veći od 0,6 % Pb+Zn. Takođe su prikazani i sadržaji i količine metala u rudi. Količine rude i sadržaji prikazani u tabeli se odnose na rovnu rudu sa uračunatim iskorišćenjem i osiromašenjem.



Tabela 1. Sumarna tabela optimizacije granice kopa ZPV

Kop	Faktor prihoda	Iskopine t	Ruda t	Koef. raskrivke t/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	As ppm	Hg ppm	Sb ppm	Cd ppm
1	0,36	1.257	1.254	0	21,8114	0,23	1,07	1,97	391,861	9,763	287,700	60,239
2	0,38	43.063	38.882	0,11	11,3515	0,22	1,08	2,06	371,209	34,822	161,165	20,186
3	0,4	458.299	204.358	1,24	15,6521	0,19	1,27	2,23	547,670	20,352	263,152	38,853
4	0,42	3.640.237	1.386.181	1,63	18,3924	0,19	1,21	2,03	455,835	16,261	226,694	46,798
5	0,44	6.184.056	2.462.507	1,51	17,6413	0,18	1,07	1,89	426,307	15,724	202,325	43,839
6	0,46	7.322.119	2.882.503	1,54	17,573	0,18	1,03	1,86	415,572	15,474	195,828	43,633
7	0,48	8.457.727	3.335.268	1,54	17,4093	0,17	0,98	1,81	398,407	15,462	188,977	42,860
8	0,5	9.818.483	3.782.344	1,6	17,2902	0,17	0,94	1,77	387,275	15,848	183,411	42,249
9	0,52	10.473.315	4.033.371	1,6	17,1003	0,17	0,91	1,74	382,255	15,884	181,349	41,676
10	0,54	10.951.106	4.218.770	1,6	16,9062	0,16	0,89	1,72	379,863	16,204	179,838	41,065
11	0,56	30.477.529	9.446.533	2,23	15,6292	0,15	0,64	1,61	381,247	18,706	170,294	38,340
12	0,58	31.275.859	9.683.259	2,23	15,5975	0,15	0,64	1,6	383,435	18,795	170,325	38,124
13	0,6	33.087.426	10.105.761	2,27	15,5497	0,15	0,63	1,6	385,612	19,412	170,133	38,210
14	0,62	34.375.484	10.424.108	2,3	15,4189	0,15	0,62	1,59	385,505	19,886	169,256	38,137
15	0,64	37.331.292	10.912.606	2,42	15,5166	0,15	0,61	1,6	392,627	20,804	170,676	38,301
16	0,66	38.225.069	11.110.908	2,44	15,4326	0,15	0,6	1,6	392,463	21,330	170,250	38,280
17	0,68	38.380.082	11.156.188	2,44	15,4197	0,15	0,6	1,59	392,206	21,297	170,026	38,243
18	0,7	39.047.185	11.258.922	2,47	15,4654	0,15	0,6	1,59	393,486	21,429	170,314	38,227
19	0,72	41.639.052	11.630.494	2,58	15,4845	0,15	0,59	1,59	400,756	21,632	171,547	38,226
20	0,74	50.749.237	12.975.217	2,91	15,0204	0,15	0,54	1,61	431,258	25,940	182,998	38,839
21	0,76	51.333.723	13.067.503	2,93	15,0242	0,15	0,54	1,6	432,904	25,888	183,203	38,783
22	0,78	52.834.373	13.284.830	2,98	15,0179	0,15	0,54	1,6	438,232	26,123	185,201	38,854
23	0,8	57.781.121	13.814.988	3,18	14,984	0,15	0,53	1,61	454,462	27,689	192,068	39,029
24	0,82	58.215.984	13.873.291	3,2	14,9875	0,15	0,53	1,61	454,739	27,704	192,034	39,042
25	0,84	58.332.369	13.898.697	3,2	14,9695	0,15	0,52	1,61	454,469	27,679	191,916	39,022
26	0,86	61.385.897	14.219.749	3,32	14,9015	0,14	0,52	1,61	465,601	28,250	196,448	39,101
27	0,88	62.292.026	14.321.317	3,35	14,887	0,14	0,51	1,61	468,501	28,401	197,708	39,177
28	0,9	63.015.741	14.413.894	3,37	14,8687	0,14	0,51	1,61	470,620	28,403	198,199	39,181
29	0,92	63.219.097	14.432.134	3,38	14,8766	0,14	0,51	1,61	471,240	28,389	198,362	39,186
30	0,94	63.642.665	14.476.655	3,4	14,863	0,14	0,51	1,61	473,049	28,462	199,109	39,232
31	0,96	64.223.826	14.525.468	3,42	14,8932	0,14	0,51	1,61	473,274	28,503	199,124	39,252
32	0,98	64.892.366	14.582.029	3,45	14,8752	0,14	0,51	1,61	475,038	28,601	200,001	39,281
33	1,02	70.711.282	14.899.125	3,75	14,7851	0,14	0,5	1,63	483,788	29,554	209,744	39,463
34	1,04	70.771.297	14.903.684	3,75	14,7838	0,14	0,5	1,63	483,782	29,548	209,719	39,459
35	1,06	71.393.428	14.941.435	3,78	14,7843	0,14	0,5	1,63	485,235	29,654	210,457	39,497
36	1,08	71.421.752	14.946.030	3,78	14,781	0,14	0,5	1,63	485,176	29,646	210,399	39,491
37	1,1	71.516.366	14.958.929	3,78	14,7787	0,14	0,5	1,63	485,106	29,635	210,396	39,480
38	1,12	72.619.115	14.996.555	3,84	14,7787	0,14	0,5	1,64	485,740	29,777	211,593	39,491
39	1,14	73.001.697	15.020.987	3,86	14,7818	0,14	0,5	1,64	485,768	29,753	211,597	39,482
40	1,18	73.211.025	15.042.166	3,87	14,7738	0,14	0,5	1,64	486,203	29,758	211,747	39,478
41	1,2	73.568.535	15.061.646	3,88	14,7715	0,14	0,5	1,64	486,188	29,756	211,660	39,471
42	1,22	73.728.098	15.075.400	3,89	14,7769	0,14	0,5	1,64	486,240	29,771	211,636	39,460
43	1,24	74.300.267	15.109.072	3,92	14,79	0,14	0,5	1,64	486,547	29,756	211,621	39,482
44	1,26	74.801.925	15.166.868	3,93	14,803	0,14	0,5	1,63	486,207	29,725	211,631	39,423
45	1,32	74.873.987	15.170.222	3,94	14,8042	0,14	0,5	1,63	486,187	29,725	211,624	39,427
46	1,38	75.163.614	15.180.308	3,95	14,8106	0,14	0,5	1,63	486,130	29,757	211,676	39,425
47	1,4	75.496.677	15.203.398	3,97	14,8138	0,14	0,5	1,63	486,138	29,738	211,619	39,412
48	1,42	75.535.327	15.210.520	3,97	14,8087	0,14	0,5	1,63	486,068	29,726	211,537	39,400
49	1,48	75.678.226	15.228.774	3,97	14,794	0,14	0,5	1,63	485,716	29,696	211,355	39,378
50	1,54	75.719.322	15.231.735	3,97	14,7962	0,14	0,5	1,63	485,717	29,698	211,386	39,377

10.4.2. Konačna granica i fazni razvoj površinskog kopa ZPV

Uzimajući u obzir količinu eksploracionih rezervi zahvaćenu kopom sa koeficijentom faktorom prihoda 1, koji odgovara optimalnom kopu na osnovu nediskontovanog profita, kapacitet otkopavanja rude, minimalnu širinu između faza od 50 m, usvojeno je rešenje da se konačna granica optimalnog kopa za diskontovani profit odredi na osnovu otkopavanja konačnog kopa u dve faze, gde druga faza predstavlja optimalnu konačnu konturu kopa.



Na osnovu ovog rešenja izvršena je analiza potencijalnih kontura prve faze i optimalne konačne konture površinskog kopa ZPV. Rezultati izvršene analize su prikazane u tabeli 2 i grafički na slici 6.

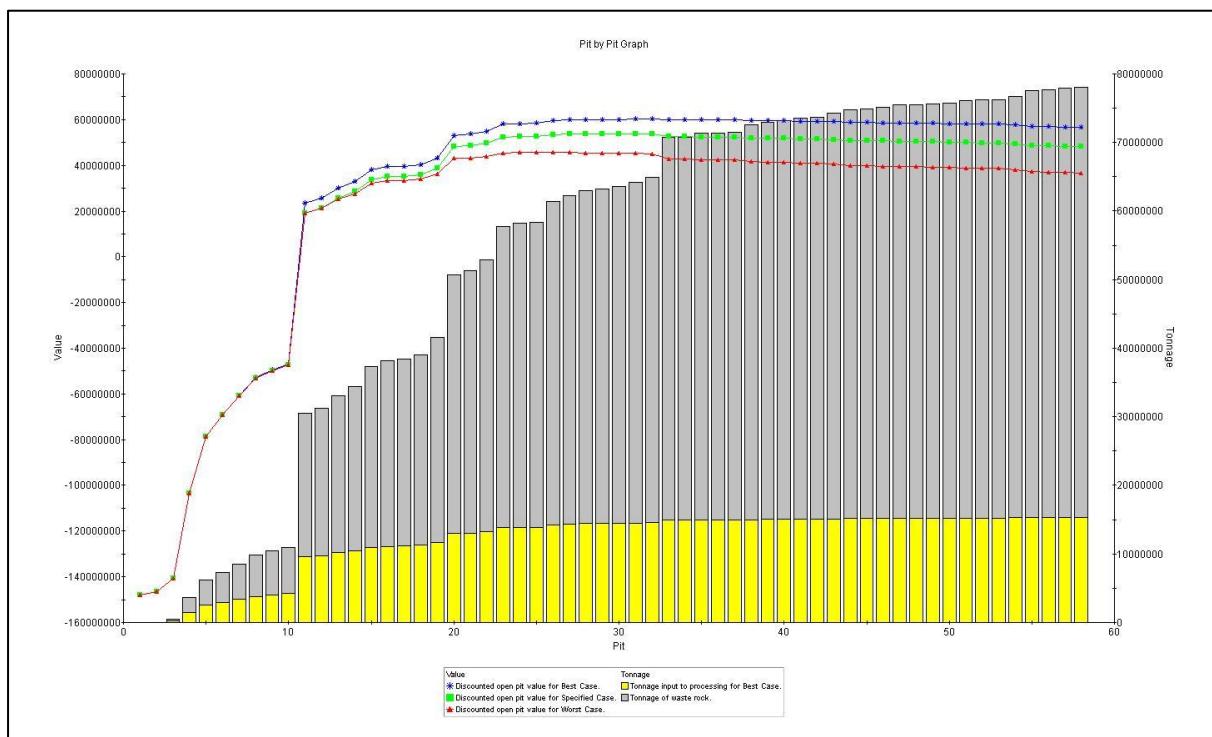
Tabela 2. Sumarna tabela NPV analize za optimalne granice površinskog kopa ZPV

<i>Kop</i>	<i>Diskontovani novčani tok (\$)</i>			<i>Ruda</i>	<i>Jalovina</i>	<i>Koef. raskrivke</i>	<i>Vek eksploracije</i>
	<i>"Best case"</i>	<i>"Specified case"</i>	<i>"Worst case"</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>t/t</i>	<i>God.</i>
1	(147.953.406)	(147.953.406)	(147.953.406)	1.254	3	0	0,0004
2	(146.649.898)	(146.649.898)	(146.649.898)	38.884	4.181	0,11	0,01
3	(140.503.672)	(140.503.672)	(140.503.672)	205.880	252.419	1,23	0,01
4	(103.436.609)	(103.436.609)	(103.436.609)	1.406.630	2.233.610	1,59	0,40
5	(78.576.304)	(78.578.162)	(78.578.162)	2.493.946	3.690.117	1,48	0,71
6	(69.169.069)	(69.206.486)	(69.206.486)	2.911.729	4.410.389	1,51	0,83
7	(60.737.676)	(60.879.602)	(60.879.602)	3.361.394	5.096.341	1,52	0,96
8	(52.881.665)	(53.172.692)	(53.172.692)	3.816.821	6.001.669	1,57	1,09
9	(49.323.401)	(49.712.411)	(49.712.411)	4.051.522	6.421.798	1,59	1,16
10	(46.924.570)	(47.397.190)	(47.397.190)	4.232.151	6.718.960	1,59	1,21
11	23.284.112	19.046.474	19.046.474	9.579.402	20.898.147	2,18	2,74
12	25.556.227	21.168.630	21.168.630	9.774.930	21.500.949	2,2	2,79
13	30.051.254	25.644.256	25.180.483	10.175.361	22.912.084	2,25	2,91
14	32.859.651	28.438.526	27.627.664	10.469.037	23.906.464	2,28	2,99
15	38.002.159	33.558.628	32.092.002	10.938.536	26.392.777	2,41	3,13
16	39.433.008	34.980.721	33.227.868	11.123.247	27.101.846	2,44	3,18
17	39.667.019	35.212.853	33.418.236	11.162.997	27.217.110	2,44	3,19
18	40.419.032	35.960.080	34.005.094	11.264.329	27.782.884	2,47	3,22
19	43.197.155	38.724.372	36.094.581	11.634.559	30.004.516	2,58	3,32
20	53.142.880	48.183.428	43.023.556	12.976.603	37.772.648	2,91	3,71
21	53.651.377	48.639.166	43.340.499	13.067.543	38.266.188	2,93	3,73
22	54.827.782	49.669.688	43.999.781	13.284.867	39.549.518	2,98	3,80
23	58.014.552	52.361.655	45.498.161	13.815.027	43.966.119	3,18	3,95
24	58.267.753	52.561.836	45.603.382	13.873.330	44.342.684	3,2	3,96
25	58.337.640	52.615.858	45.645.770	13.898.736	44.433.661	3,2	3,97
26	59.546.417	53.425.058	45.628.342	14.219.790	47.166.123	3,32	4,06
27	59.825.197	53.579.984	45.572.573	14.321.359	47.970.682	3,35	4,09
28	60.018.624	53.664.101	45.481.628	14.413.933	48.601.826	3,37	4,12
29	60.052.167	53.671.093	45.437.716	14.432.173	48.786.941	3,38	4,12
30	60.118.339	53.677.956	45.349.259	14.476.695	49.165.987	3,4	4,14
31	60.167.587	53.652.966	45.196.243	14.525.504	49.698.343	3,42	4,15
32	60.179.026	53.576.233	44.972.877	14.582.067	50.310.313	3,45	4,17
33	59.915.215	52.608.277	42.696.410	14.899.161	55.812.144	3,75	4,26
34	59.909.746	52.594.992	42.671.958	14.903.719	55.867.601	3,75	4,26
35	59.840.467	52.447.736	42.392.970	14.941.470	56.451.982	3,78	4,27
36	59.834.492	52.436.349	42.376.941	14.946.064	56.475.712	3,78	4,27
37	59.811.786	52.393.156	42.308.515	14.958.963	56.557.427	3,78	4,27
38	59.602.794	52.060.488	41.736.020	14.996.587	57.622.553	3,84	4,28
39	59.506.131	51.913.152	41.502.402	15.021.018	57.980.699	3,86	4,29
40	59.433.393	51.800.671	41.331.572	15.042.197	58.168.846	3,87	4,30
41	59.318.521	51.645.675	41.121.882	15.061.678	58.506.873	3,88	4,30
42	59.257.972	51.556.775	40.988.862	15.075.430	58.652.686	3,89	4,31
43	59.037.696	51.254.612	40.547.604	15.109.104	59.191.181	3,92	4,32
44	58.804.061	50.898.907	39.982.122	15.166.900	59.635.042	3,93	4,33
45	58.772.082	50.857.225	39.923.550	15.170.253	59.703.753	3,94	4,33
46	58.630.860	50.682.581	39.689.418	15.180.339	59.983.296	3,95	4,34
47	58.446.175	50.449.374	39.390.297	15.203.428	60.293.269	3,97	4,34
48	58.416.232	50.412.832	39.353.163	15.210.551	60.324.796	3,97	4,35
49	58.308.699	50.278.477	39.191.202	15.228.806	60.449.439	3,97	4,35
50	58.281.504	50.243.390	39.141.077	15.231.765	60.487.576	3,97	4,35

Analiza optimalnog razvoja površinskog kopa ZPV, za slučaj razvoja sa jednom fazom (kop 12 u analizi), dala je rezultat da je optimalna konačna kontura površinskog kopa ZPV, kop pod rednim brojem 30 (koeficijent prihoda = 0,94). Kop 30 obezbeđuje maksimalni diskontovani novčani tok (NPV za "Specified case") za analizirani fazni razvoj. Veći kopovi, pored toga što

ne pružaju povećanje profita, takođe, ne ostvaruju benefit na povećanju veka eksploracije u trenutnim uslovima bilansnih rezervi. NPV analiza za kop ZPV je uračunala procenjenu kapitalnu investiciju od 148 mUSD.

Bilansne rezerve u okviru ležišta Višnjica-Žuta Prla iznose 25.009.360 t, tako da je optimalnim konačnim kopom ZPV zahvaćeno 57,9% bilansnih rezervi.



Slika 6. Grafik NPV analize za optimalne granice površinskog kopa ZPV

10.4.3. Analiza optimalnih kontura površinskog kopa Brskovo

Na osnovu istog postupka primjenjenog za površinski kop ZPV, u tabeli 3 prikazani su rezultati na osnovu modifikovanog Lerch-Grosmanovog algoritma za površinski kop Brskovo. Takođe, iz ove tabele se vidi da su promenom cena metala tj. mogućeg prihoda, primenom faktora prihoda definisane različite granice kopova označene brojevima u prvoj koloni. Iz tabele se takođe vidi ukupna količina iskopina (rude i jalovine) koje su zahvaćene kopom, kao i količine rude čiji je granični sadržaj veći od 0,6 % Pb+Zn. Takođe su prikazani i sadržaji i količine metala u rudi. Količine rude i sadržaji prikazani u tabeli 3 se odnose na rovnu rudu sa uračunatim iskorišćenjem i osiromašenjem.

Tabela 3. Sumarna tabela optimizacije granice kopa Brskovo

Kop	Faktor prihoda	Iskopine t	Ruda t	Koef. raskrivke t/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	As ppm	Hg ppm	Sb ppm	Cd ppm
-----	----------------	---------------	-----------	------------------------	-----------	---------	---------	---------	-----------	-----------	-----------	-----------



1	0,32	21.699	21.645	0	6,2977	0,25	3,13	3,53	446,336	12,805	178,566	32,967
2	0,34	114.681	98,769	0,16	6,8426	0,25	3,07	3,31	496,874	12,780	196,373	33,269
3	0,36	261.512	197,349	0,33	8,6801	0,24	2,72	2,95	735,441	15,372	257,771	32,364
4	0,38	420.139	285,404	0,47	8,9682	0,21	2,49	2,81	718,351	14,593	254,689	33,770
5	0,4	631.051	397,868	0,59	9,4779	0,2	2,25	2,63	790,225	15,344	269,952	33,185
6	0,42	1.122.795	605,952	0,85	11,2257	0,18	1,98	2,44	924,327	16,375	296,855	33,020
7	0,44	1.714.070	749,743	1,29	16,5549	0,17	1,84	2,31	1.243,223	18,181	359,350	31,235
8	0,46	3.520.407	1.278,616	1,75	22,8991	0,14	1,48	2,03	1.475,778	20,150	411,501	30,346
9	0,48	4.211.510	1.485,651	1,83	24,0344	0,13	1,4	1,94	1.555,522	20,757	477,732	29,553
10	0,5	5.061.486	1.723,926	1,94	24,025	0,13	1,33	1,87	1.537,309	20,935	503,578	29,317
11	0,52	5.289.352	1.809,390	1,92	23,3438	0,13	1,31	1,85	1.494,087	20,817	491,094	29,591
12	0,54	8.619.688	2.470,028	2,49	23,5837	0,13	1,28	1,78	1.428,969	21,670	568,650	32,159
13	0,56	9.871.298	2.801,916	2,52	22,0995	0,12	1,25	1,74	1.326,206	21,472	530,423	32,218
14	0,58	10.030.345	2.891,021	2,47	21,7013	0,12	1,24	1,72	1.306,245	21,196	522,174	31,862
15	0,6	10.284,979	2.983,158	2,45	21,4287	0,12	1,22	1,69	1.291,435	20,887	517,101	31,676
16	0,62	22.470.450	5.265,075	3,27	15,1804	0,11	1,26	1,62	869,093	15,932	368,727	32,532
17	0,64	22.768.909	5.352,810	3,25	14,9952	0,11	1,25	1,62	858,926	15,787	364,290	32,341
18	0,66	24.304,977	5.606,718	3,33	14,7856	0,11	1,25	1,61	843,834	15,499	358,654	32,294
19	0,68	24.784,290	5.731,553	3,32	14,5741	0,11	1,24	1,6	832,970	15,517	354,181	32,117
20	0,7	26.356,273	5.983,179	3,41	14,3225	0,1	1,24	1,59	812,926	15,297	346,582	31,979
21	0,72	27.629,611	6.175,169	3,47	14,1156	0,1	1,23	1,58	798,240	15,176	340,874	31,948
22	0,74	28.139,813	6.336,371	3,44	13,8871	0,1	1,22	1,56	787,859	15,059	335,392	31,589
23	0,76	28.281,514	6.379,024	3,43	13,841	0,1	1,21	1,56	784,442	15,021	333,908	31,516
24	0,78	28.327,872	6.431,226	3,4	13,7527	0,1	1,2	1,55	780,075	14,954	331,815	31,349
25	0,8	30.545,368	6.701,451	3,56	13,535	0,1	1,2	1,54	765,292	14,883	325,296	31,231
26	0,82	32.886,301	6.918,565	3,75	13,4119	0,1	1,2	1,55	753,504	14,842	320,504	31,301
27	0,84	35.783,303	7.254,006	3,93	13,2486	0,1	1,2	1,54	737,414	14,781	314,064	31,129
28	0,86	36.119,542	7.335,954	3,92	13,1324	0,1	1,19	1,53	732,243	14,676	311,267	30,916
29	0,88	38.098,074	7.637,946	3,99	12,8606	0,1	1,17	1,51	717,543	14,585	304,723	30,598
30	0,9	38.102,273	7.697,299	3,95	12,7756	0,09	1,17	1,5	713,105	14,499	302,561	30,410
31	0,92	38.407,796	7.749,462	3,96	12,7396	0,09	1,16	1,5	711,618	14,540	301,742	30,343
32	0,94	39.022,122	7.844,238	3,97	12,7599	0,09	1,16	1,49	714,167	14,539	302,371	30,120
33	0,96	44.453,454	8.307,135	4,35	12,72	0,09	1,15	1,48	704,203	14,723	300,518	30,069
34	0,98	48.113,527	8.670,608	4,55	12,6113	0,09	1,14	1,47	693,116	14,643	297,391	29,918
35	1	49.197,476	8.728,253	4,64	12,7807	0,09	1,14	1,48	696,400	14,706	299,761	29,970
36	1,02	49.288,811	8.737,107	4,64	12,7734	0,09	1,14	1,47	696,005	14,705	299,663	29,966
37	1,04	49.351,923	8.745,598	4,64	12,7701	0,09	1,14	1,47	695,858	14,710	299,561	29,948
38	1,06	50.905,088	8.827,735	4,77	12,8932	0,09	1,14	1,48	695,178	14,729	301,406	30,093
39	1,08	58.461,117	9.191,768	5,36	13,7516	0,09	1,14	1,48	700,019	14,784	313,852	30,455
40	1,12	58.547,421	9.199,392	5,36	13,7467	0,09	1,14	1,48	699,787	14,790	313,773	30,447
41	1,14	58.560,189	9.202,268	5,36	13,7438	0,09	1,14	1,48	699,844	14,791	313,721	30,442
42	1,16	58.950,562	9.210,882	5,4	13,767	0,09	1,14	1,49	700,157	14,788	314,189	30,455
43	1,18	63.640,373	9.375,054	5,79	14,2701	0,09	1,14	1,49	702,569	14,764	320,640	30,674
44	1,2	63.685,035	9.379,322	5,79	14,2654	0,09	1,14	1,49	702,379	14,764	320,545	30,663
45	1,22	63.721,901	9.380,768	5,79	14,2756	0,09	1,14	1,49	702,684	14,765	320,595	30,661
46	1,26	63.996,830	9.411,214	5,8	14,268	0,09	1,14	1,49	702,500	14,779	320,349	30,642
47	1,28	64.327,844	9.439,805	5,81	14,2543	0,09	1,14	1,49	702,342	14,811	320,574	30,592
48	1,3	64.872,537	9.481,974	5,84	14,2332	0,09	1,14	1,49	701,329	14,820	320,207	30,509
49	1,32	64.925,136	9.486,371	5,84	14,2361	0,09	1,14	1,49	701,555	14,820	320,278	30,499
50	1,36	65.271,820	9.505,287	5,87	14,2207	0,09	1,14	1,49	701,058	14,830	320,120	30,496

10.4.4. Konačna granica i fazni razvoj površinskog kopa Brskovo

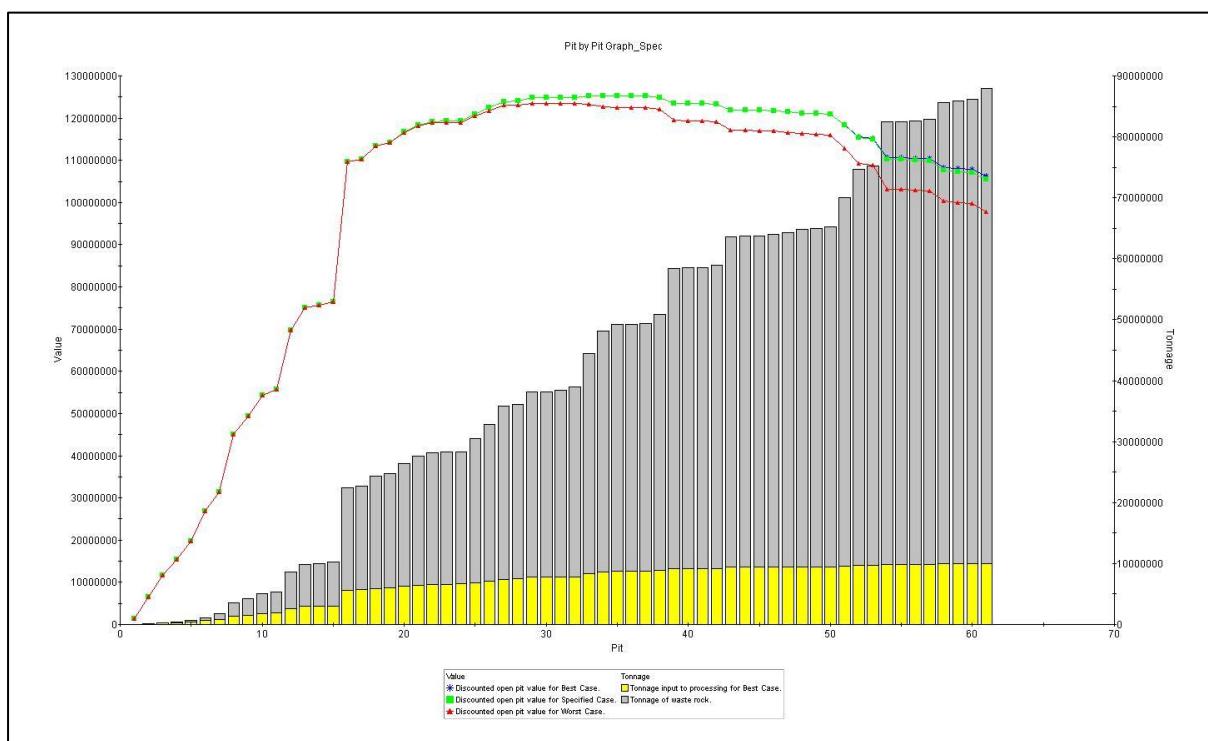
Uzimajući u obzir količinu eksploracionih rezervi zahvaćenu kopom sa koeficijentom (faktorom) prihoda 1, koji odgovara optimalnom kopu na osnovu nediskontovanog profita, kapacitet otkopavanja rude, minimalnu širinu između međuzahvata od 50m, usvojeno je rešenje da se konačna granica optimalnog kopa za diskontovani profit odredi na osnovu otkopavanja konačnog kopa u dve faze, gde druga faza predstavlja optimalnu konačnu konturu kopa.

Na osnovu ovog rešenja izvršena je analiza potencijalnih kontura prve faze i optimalne konačne konture površinskog kopa Brskovo. Rezultati izvršene analize su prikazane u tabeli 4. i grafički na slici 7.



Tabela 4. Sumarna tabela NPV analize za optimalne granice površinskog kopa Brskovo

Kop	Diskontovani novčani tok (\$)	Ruda	Jalovina	Koef. raskrivke	Vek eksploracije		
	"Best case"	"Specified case"	"Worst case"	t	t	t/t	God.
1	1.466.519	1.466.519	1.466.519	21.645	55	0,003	0,01
2	6.573.295	6.573.295	6.573.295	107.833	6.849	0,06	0,03
3	11.562.785	11.562.785	11.562.785	215.157	46.352	0,22	0,06
4	15.477.005	15.477.005	15.477.005	318.104	102.032	0,32	0,09
5	19.698.762	19.698.762	19.698.762	438.759	192.283	0,44	0,13
6	26.796.738	26.796.738	26.796.738	671.270	451.511	0,67	0,02
7	31.329.681	31.329.681	31.329.681	812.436	901.617	1,11	0,23
8	45.073.505	45.073.505	45.073.505	1.346.098	2.174.290	1,62	0,38
9	49.455.869	49.455.869	49.455.869	1.558.865	2.652.625	1,70	0,45
10	54.295.043	54.295.043	54.295.043	1.780.190	3.281.276	1,84	0,51
11	55.643.561	55.643.561	55.643.561	1.856.559	3.432.772	1,85	0,53
12	69.813.124	69.813.124	69.813.124	2.640.231	5.979.418	2,26	0,75
13	75.002.675	75.002.675	75.002.675	2.947.947	6.923.313	2,35	0,84
14	75.656.821	75.656.821	75.656.821	3.000.057	7.030.249	2,34	0,86
15	76.506.930	76.506.930	76.506.930	3.074.970	7.209.973	2,34	0,88
16	109.575.433	109.575.433	109.575.433	5.636.817	16.833.604	2,99	1,61
17	110.304.495	110.304.495	110.289.711	5.685.549	17.083.330	3,00	1,62
18	113.383.624	113.383.624	113.314.852	5.923.349	18.381.589	3,10	1,69
19	114.274.074	114.274.074	114.200.437	6.013.787	18.770.467	3,12	1,72
20	116.745.654	116.745.654	116.589.151	6.262.659	20.093.576	3,21	1,79
21	118.427.137	118.427.137	118.185.436	6.462.740	21.166.835	3,28	1,85
22	119.125.910	119.125.910	118.842.572	6.598.128	21.541.646	3,26	1,89
23	119.270.110	119.270.110	118.979.399	6.619.696	21.661.781	3,27	1,89
24	119.325.358	119.325.358	119.031.476	6.633.826	21.694.008	3,27	1,90
25	120.958.035	120.958.035	120.493.769	6.880.143	23.665.187	3,44	1,97
26	122.407.419	122.407.419	121.743.558	7.105.895	25.780.363	3,63	2,03
27	123.963.605	123.963.605	123.012.471	7.449.459	28.333.804	3,80	2,13
28	124.125.034	124.125.034	123.131.060	7.495.527	28.623.978	3,82	2,14
29	124.766.940	124.766.940	123.534.626	7.734.145	30.363.897	3,93	2,21
30	124.767.696	124.767.696	123.534.315	7.736.936	30.365.305	3,92	2,21
31	124.831.859	124.831.859	123.566.172	7.770.731	30.637.033	3,94	2,22
32	124.899.488	124.899.488	123.570.680	7.857.001	31.165.086	3,97	2,24
33	125.238.885	125.238.885	123.282.793	8.314.332	36.139.074	4,35	2,38
34	125.225.435	125.225.435	122.698.656	8.672.063	39.441.417	4,55	2,48
35	125.207.278	125.207.278	122.542.150	8.728.235	40.469.190	4,64	2,49
36	125.197.235	125.197.235	122.516.017	8.737.089	40.551.669	4,64	2,50
37	125.184.685	125.184.685	122.498.474	8.744.128	40.607.742	4,64	2,50
38	124.945.634	124.945.634	122.029.702	8.826.271	42.078.763	4,77	2,52
39	123.525.265	123.525.265	119.458.848	9.190.297	49.270.760	5,36	2,63
40	123.494.948	123.494.948	119.414.855	9.197.921	49.349.439	5,37	2,63
41	123.487.419	123.487.419	119.403.531	9.200.798	49.359.330	5,36	2,63
42	123.366.906	123.366.906	119.226.895	9.209.412	49.741.091	5,40	2,63
43	121.850.578	121.844.389	117.098.367	9.373.583	54.266.735	5,79	2,68
44	121.831.792	121.824.788	117.073.581	9.377.850	54.307.130	5,79	2,68
45	121.818.890	121.811.581	117.057.975	9.379.296	54.342.550	5,79	2,68
46	121.677.292	121.663.325	116.873.303	9.408.330	54.588.446	5,80	2,69
47	121.501.127	121.478.791	116.646.355	9.436.924	54.890.867	5,82	2,70
48	121.204.240	121.168.152	116.301.533	9.477.661	55.394.822	5,84	2,71
49	121.174.586	121.136.726	116.263.804	9.482.058	55.443.025	5,85	2,71
50	120.972.265	120.926.529	116.009.925	9.499.464	55.772.303	5,87	2,71



Slika 7. Grafik NPV analize za optimalne granice površinskog kopa Brskovo

Analiza optimalnog razvoja površinskog kopa Brskovo, za slučaj faznog razvoja sa jednom fazom (kop 16 u analizi), dala je rezultat da je optimalna konačna kontura površinskog kopa Brskovo, kop pod rednim brojem 33 (koeficijent prihoda = 0,96). Kop 33 obezbeđuje maksimalni NPV ("Specified case") za analizirani fazni razvoj. Veći kopovi, pored toga što ne pružaju povećanje profita, takođe, ne ostvaruju benefit na povećanju veka eksploatacije u trenutnim uslovima bilansnih rezervi. NPV analiza za kop Brskovo nije uzimala u obzir kapitalnu investiciju iz razloga njenog uključivanja u analizu kopa ZPV. Takođe, rezultat analize kopa Brskovo pokazao je malu osetljivost na NPV u izboru potencijalnih faza koja je evidentna u maloj razlici NPV vrednosti između "Best case" i "Worst case" analiza. Razlog za malu razliku u NPV vrednostima između analiziranih varijanti je mali vek eksploatacije za kop Brskovo.

Bilansne rezerve u okviru ležišta Brskovo iznose 11.066.906 t, tako da je optimalnim konačnim kopom Brskovo zahvaćeno 75,13% bilansnih rezervi.

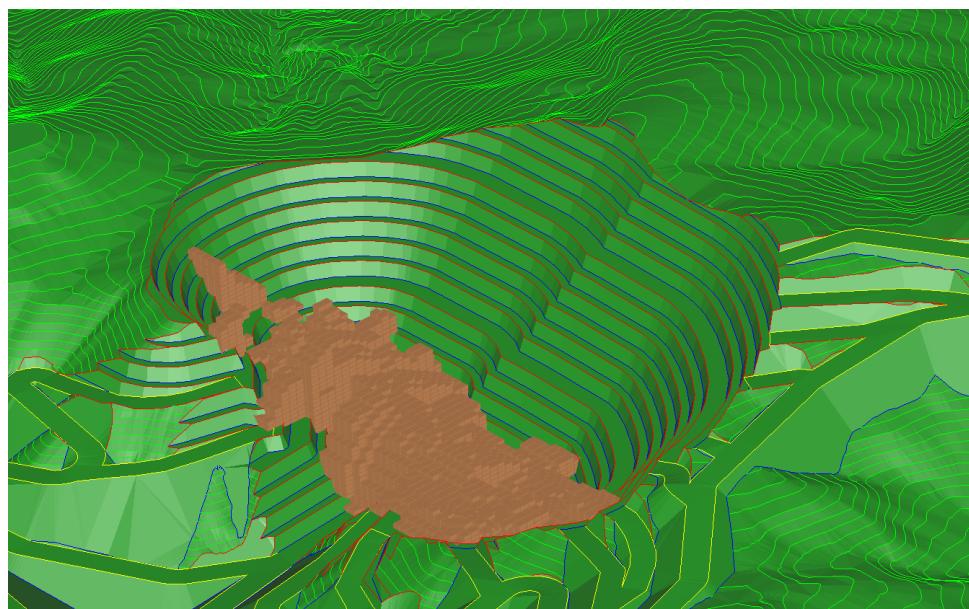
10.4.5. Prostorno ograničenje površinskih kopova ZPV i Brskovo

Rezultati analize za kopove ZPV i Brskovo u pogledu konačnih kontura i faza razvoja daju zadovoljavajuću osnovu za dizajn. Obzirom da konture konačnih kopova i faza razvoja iz

softvera *Whittle* predstavljaju generisane školjke koje ne sadrže konstruktivne elemente (kosine etaža, rampe) konačne količine rude i jalovine, obračunate za dizajnirane konture, će se razlikovati od prikazanih iz softvera *Whittle*.

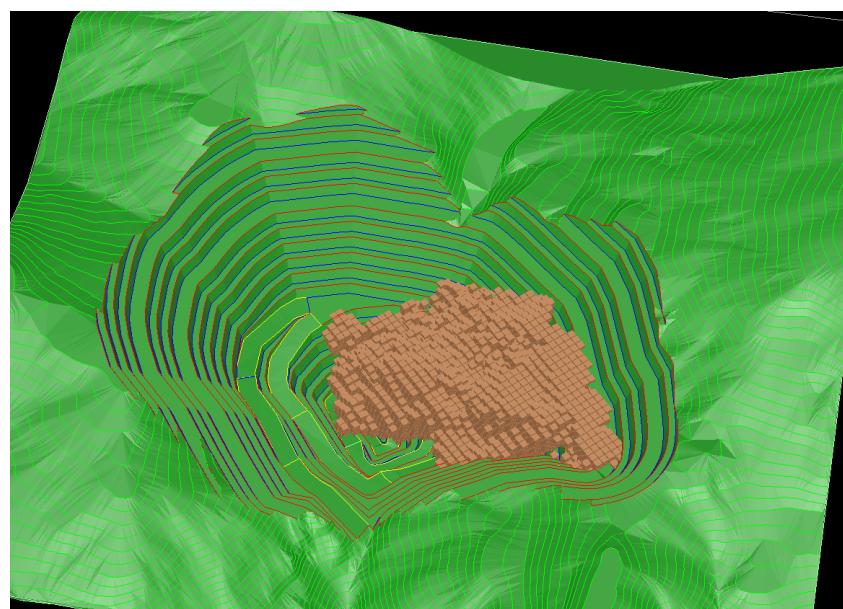
Konstrukcija površinskog kopa ZPV, odnosno Brskovo, po definisanim fazama razvoja izvršena je u softveru *Gems*. Kao polazna osnova za konstrukciju poslužile su konture kopova (konačni kopovi i faza razvoja) koje su dobijene u procesu optimizacije ležišta u softveru *Whittle*.

Izgled površinskog kopa ZPV na kraju eksploracije je prikazan na slici 8.



Slika 8. Izgled konačne konture površinskog kopa ZPV sa prikazom bilansnih rezervi za ležište Višnjica-Žuta Prla-Razvrsje (softver *Gems*)

Izgled površinskog kopa Brskovo na kraju eksploracije je prikazan na slici 9.



Slika 9. Izgled konačne konture površinskog kopa Brskovo sa prikazom bilansnih rezervi za ležište Brskovo (softver Gems)

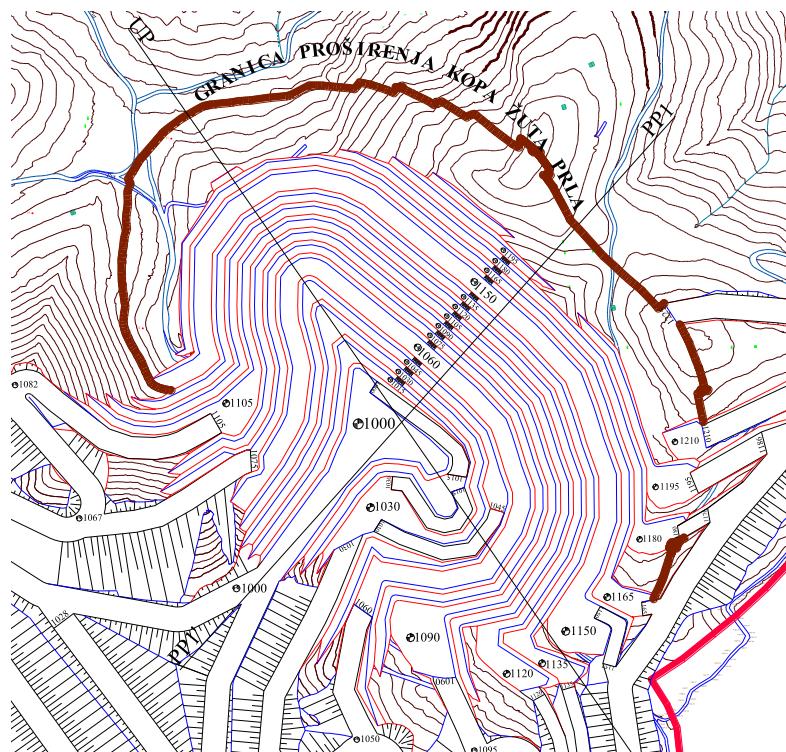
10.4.6. Karakteristike izabranih Faza razvoja površinskih kopova ZPV i Brskovo

10.4.6.1. ZPV - Faza 1

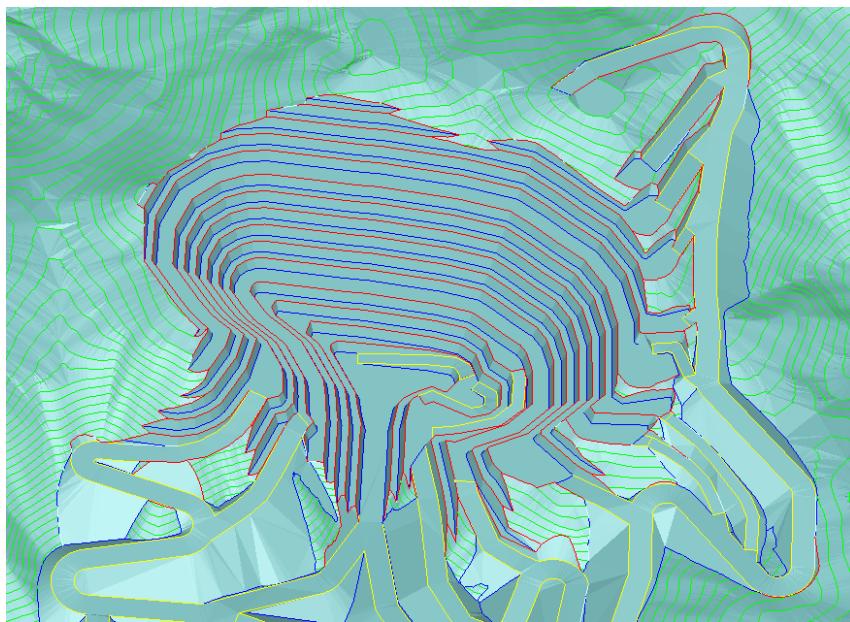
Na slikama 10 i 11, dat je prikaz završne konture Faze 1 za površinski kop ZPV.

Osnovne karakteristike ZPV - Faze 1, na osnovu „insitu“ blok modela, su:

- ukupna količina iskopina, t 31.091.584
- količina jalovine, t 24.951.727
- količina rude, t 6.139.857
- granični sadržaj olovo+cink u rudi, % Pb+Zn 0,60
- prosečan sadržaj olova u rudi, % Pb 0,534
- prosečan sadržaj cinka u rudi, % Zn 1,527
- prosečan sadržaj bakra u rudi, % Cu 0,151
- prosečan sadržaj srebra u rudi, g/t Ag 15,102
- koeficijent otkrivke, t/t 4,06



Slika 10. Izgled završne konture ZPV - Faza 1 (2D prikaz)



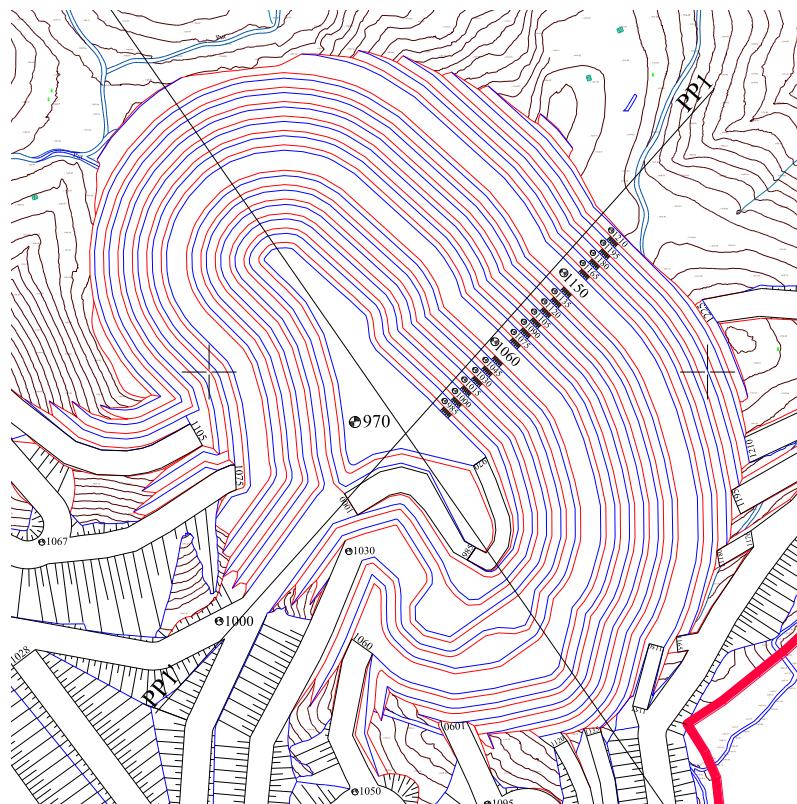
Slika 11. Izgled završne konture ZPV - Faza 1 (3D prikaz)

10.4.6.2. ZPV - Faza 2

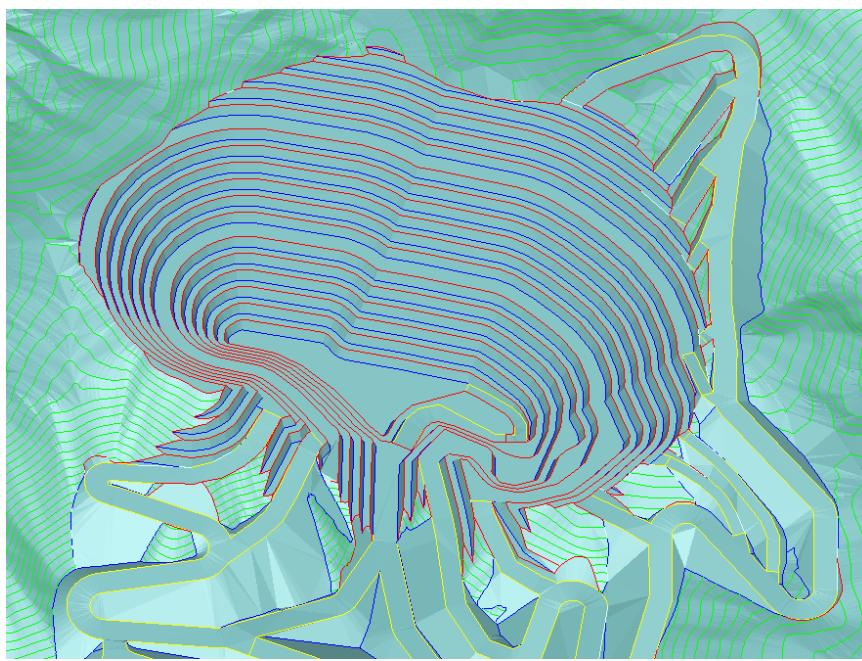
Prikaz završne konture ove Faze, a ujedno i završne konture razvoja površinskog kopa ZPV dat je na slikama 12 i 13.

Osnovne karakteristike ZPV- Faze 2, na osnovu „insitu“ blok modela, su:

- ukupna količina iskopina, t 38.258.616
- količina jalovine, t 30.167.764
- količina rude, t 8.090.852
- granični sadržaj olovo+cink u rudi, % Pb+Zn 0,60
- prosečan sadržaj olova u rudi, % Pb 0,534
- prosečan sadržaj cinka u rudi, % Zn 1,794
- prosečan sadržaj bakra u rudi, % Cu..... 0,150
- prosečan sadržaj srebra u rudi, g/t Ag 15,905
- koeficijent otkrivke, t/t 3,73

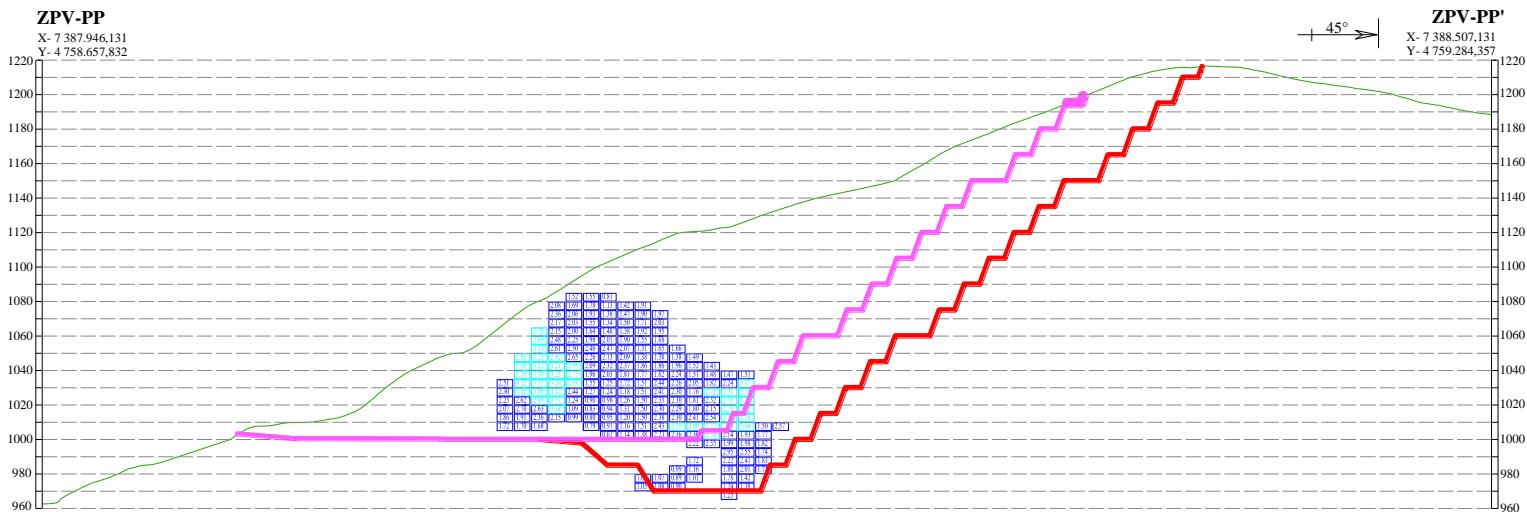


Slika 12. Izgled završne konture ZPV - Faza 2 (2D prikaz)



Slika 13. Izgled završne konture ZPV - Faza 2 (3D prikaz)

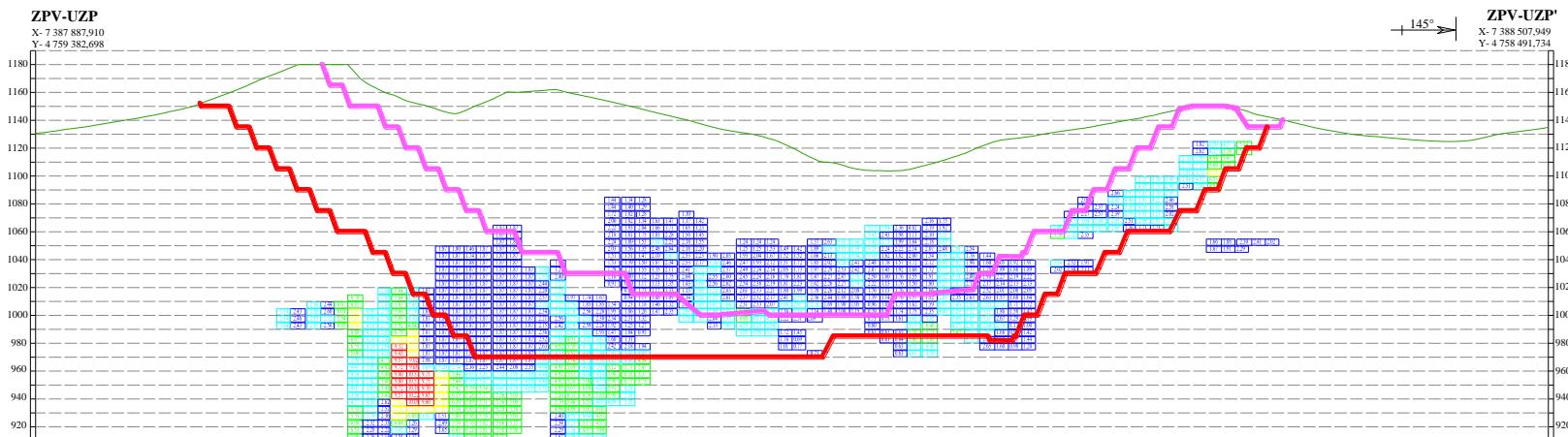
Na narednim slikama 14 i 15 prikazani su karakteristični uzdužni i poprečni tehnološki profili kroz ležišta ZPV i Brskovo sa prikazom faza razvoja površinskih kopova.



LEGENDA

- Teren
- ZPV-FAZA 1
- ZPV-FAZA 2 (Konacni kop)
- 1.18 — 0.60 - 2.68 % Zn+Pb
- 3.21 — 2.68 - 4.76 % Zn+Pb

Slika 14. Karakterističan tehnološki poprečni profil sa prikazom blok modela (sadržaj Zn+Pb) i faza otkopavanja površinskog kopa ZPV



LEGENDA

- Teren
- ZPV-FAZA 1
- ZPV-FAZA 2 (Konacni kop)
- 2.0 — 0.60 - 2.68 % Zn+Pb
- 3.1 — 2.68 - 4.76 % Zn+Pb
- 5.7 — 4.76 - 6.84 % Zn+Pb
- 7.7 — 6.84 - 8.92 % Zn+Pb
- 19.5 — Zn+Pb >8.92 %

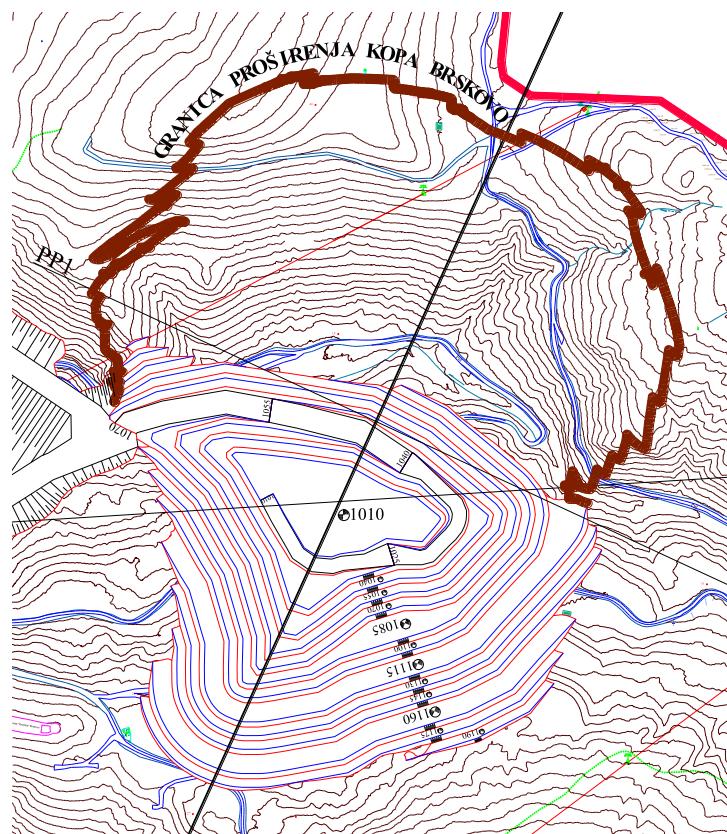
Slika 15. Karakterističan tehnološki uzdužni profil sa prikazom blok modela (sadržaj Zn+Pb) i faza otkopavanja površinskog kopa ZPV

10.4.6.3. Brskovo - Faza 1

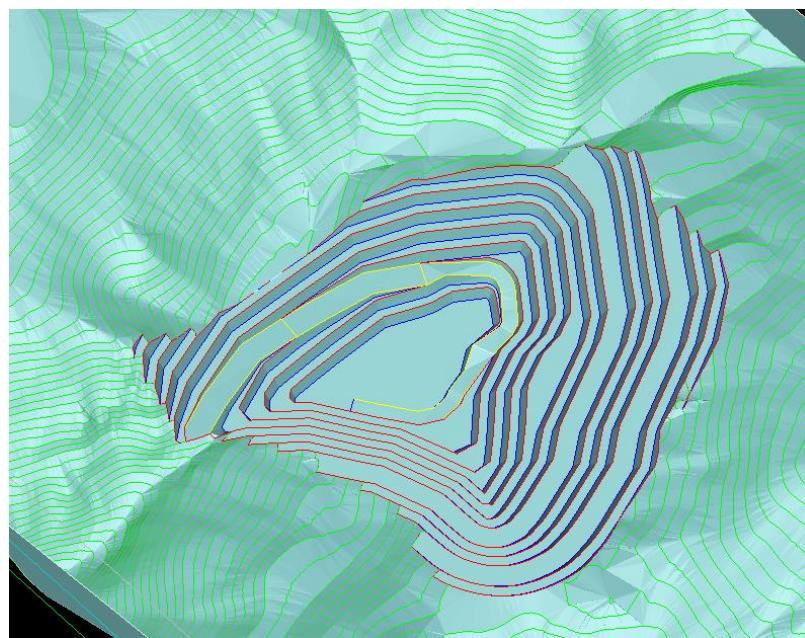
Na slikama 16 i 17 dat je prikaz završne konture Faze 1 za površinski kop Brskovo.

Osnovne karakteristike Brskovo- Faza 1, na osnovu „insitu“ blok modela, su:

- ukupna količina iskopina, t 23.232.204
- količina jalovine, t 18.112.517
- količina rude, t 5.119.687
- granični sadržaj olovo+cink u rudi, % Pb+Zn 0600
- prosečan sadržaj olova u rudi, % Pb 1,112
- prosečan sadržaj cinka u rudi, % Zn 1,479
- prosečan sadržaj bakra u rudi, % Cu..... 0,098
- prosečan sadržaj srebra u rudi, g/t Ag 15,781
- koeficijent otkrivke, t/t 3,54



Slika 16. Izgled završne konture Brskovo - Faza 1 (2D prikaz)



Slika 17. Izgled završne konture Brskovo - Faza 1 (3D prikaz)

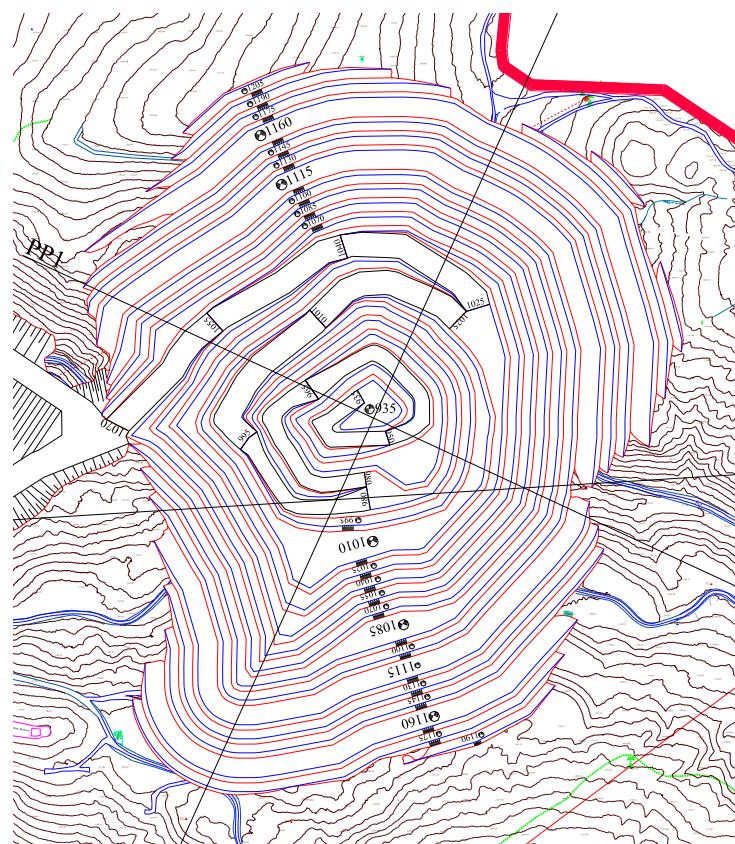
10.4.6.4. Brskovo - Faza 2

Prikaz završne konture ove Faze, a ujedno i završne konture razvoja površinskog kopa Brskovo dat je na slikama 18 i 19.

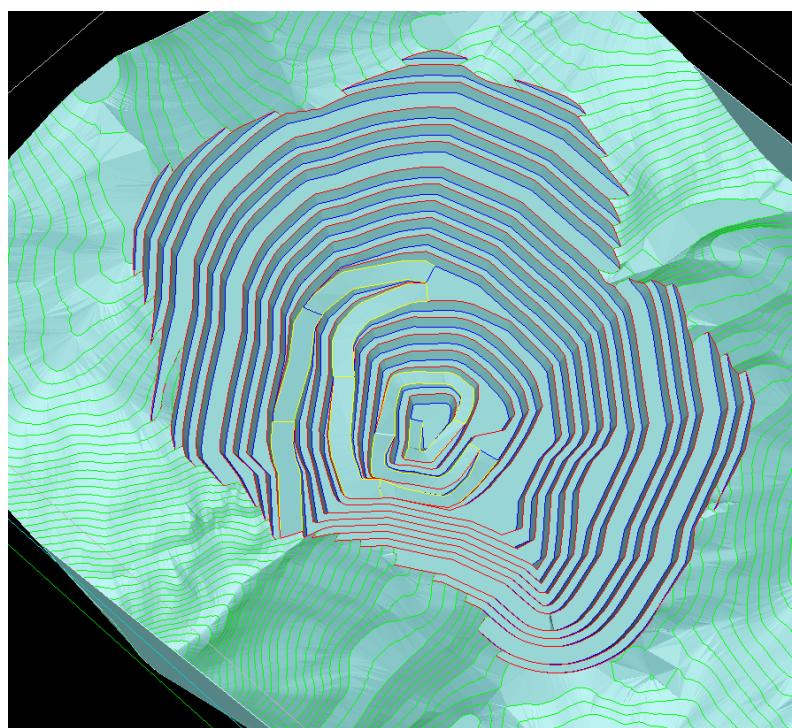
Osnovne karakteristike Brskovo- Faza 2, na osnovu „insitu“ blok modela, su:

- ukupna količina iskopina, t 32.588.286
- količina jalovine, t 29.464.573
- količina rude, t 3.123.713
- granični sadržaj olovo+cink u rudi, % Pb+Zn 0,60
- prosečan sadržaj olova u rudi, % Pb 1,348
- prosečan sadržaj cinka u rudi, % Zn 1,649
- prosečan sadržaj bakra u rudi, % Cu..... 0,091
- prosečan sadržaj srebra u rudi, g/t Ag 9,139
- koeficijent otkrivke, t/t 9,43

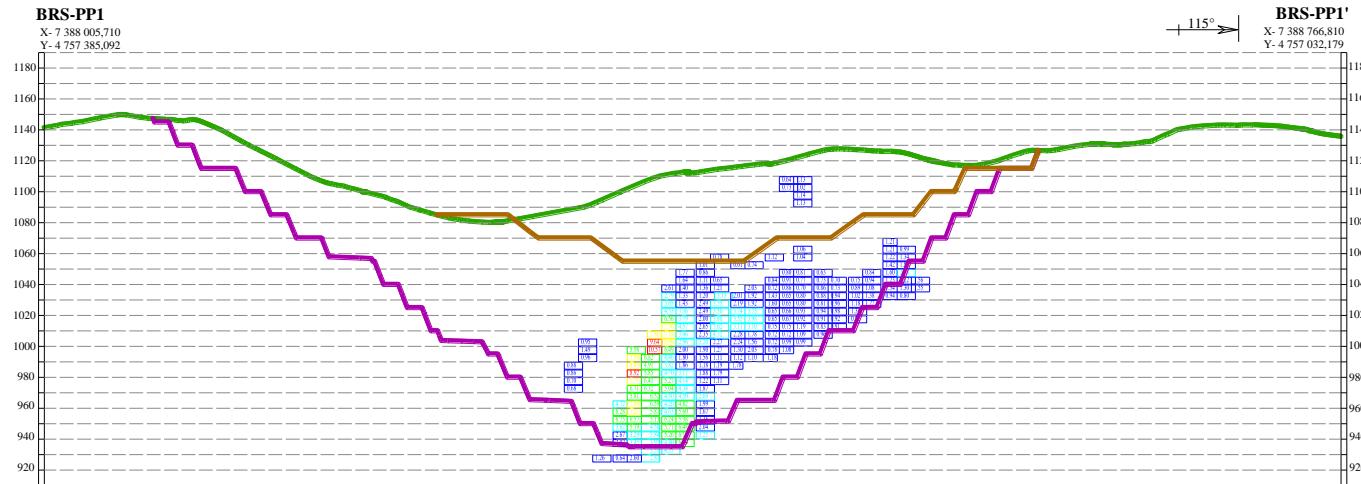
Na slikama 20 i 21 prikazani su karakteristični uzdužni i poprečni tehnološki profili kroz ležišta ZPV i Brskovo sa prikazom faza razvoja površinskih kopova.



Slika 18. Izgled završne konture Brskovo - Faza 2 (2D prikaz)



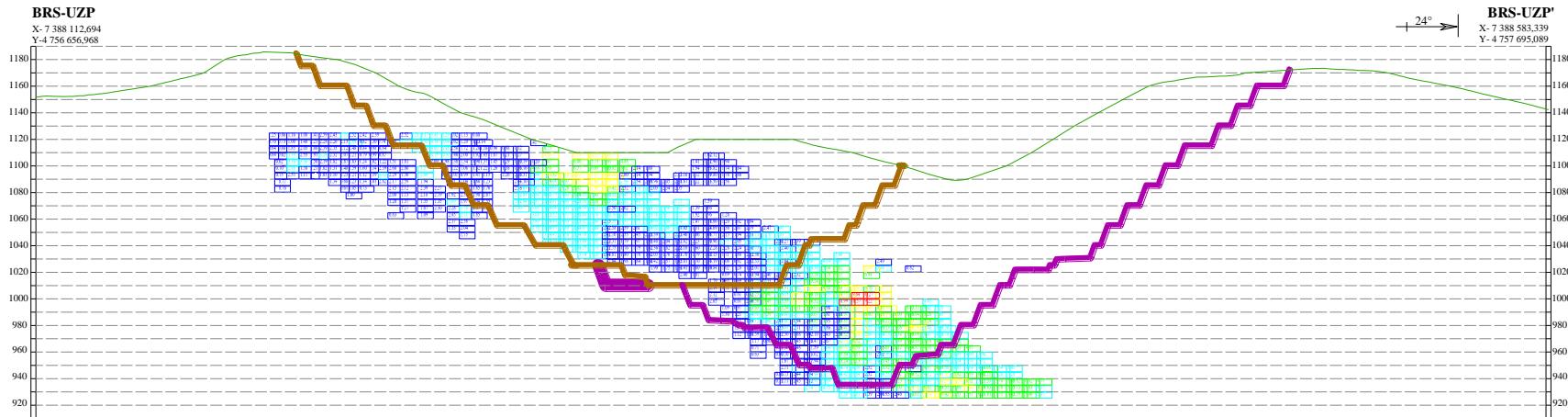
Slika 19. Izgled završne konture Brskovo - Faza 2 (3D prikaz)



LEGENDA

- Teren
- BRS-FAZA 1
- BRS-FAZA 2 (Konačni kop)
- 1.60 — 0.60 - 2.68 % Zn+Pb
- 3.79 — 2.68 - 4.76 % Zn+Pb
- 6.32 — 4.76 - 6.84 % Zn+Pb
- 7.04 — 6.84 - 8.92 % Zn+Pb
- 9.64 — Zn+Pb >8.92 %

Slika 20. Karakterističan tehnološki poprečni profil sa prikazom blok modela (sadržaj Zn+Pb) i faza otkopavanja površinskog kopa Brskovo



LEGENDA

- Teren
- BRS-FAZA 1
- BRS-FAZA 2 (Konacni kop)
- 1,70 — 0,60 - 2,68 % Zn+Pb
- 3,04 — 2,68 - 4,76 % Zn+Pb
- 5,34 — 4,76 - 6,84 % Zn+Pb
- 6,88 — 6,84 - 8,92 % Zn+Pb
- 10,51 — Zn+Pb >8,92 %

Slika 21. Karakterističan tehnološki uzdužni profil sa prikazom blok modela (sadržaj Zn+Pb) i faza otkopavanja površinskog kopa Brskovo



10.5. OPTIMIZACIJA DINAMIKE OTKOPAVANJA

Kada se odredi završna kontura površinskog kopa, neophodno je da se definiše redosled po kome će se otkopavati blokovi unutar završne konture kopa, odnosno da se definiše dinamika otkopavanja. Ona se može posmatrati kao redosled otkopavanja po kome treba da se uklanjuju blokovi tokom životnog veka kopa, kako bi se povećao ukupan profit, u skladu sa nizom operativno-tehnoloških i fizičkih ograničenja.

Pošto znamo sve detalje realnih blokova koji su na svakoj etaži, odnosno između školjki kopova, može da se izvrši obračun količina, sadržaja metala u rudi i novčanim tokova za svaki takav slučaj preseka školjki. Zbog toga, ako se odredi poseban redosled otkopavanja po kome će se vršiti otkopavanje, *Whittle* softver može da izračuna životni vek rudnika sa ukupnim količinama rude i jalovine, sadržajem metala, novčanim tokovima, i diskontovanim novčanim tokovima, odnosno NPV, u skladu sa zadatim limitima od strane korisnika.

Sledeći korak u *Whittle* procesu jeste da se izabere niz praktičnih faza razvoja kopa i da se pokuša da se maksimizira vrednost rudnika. Nakon toga koristi se *Milawa algoritam* za generisanje dinamike otkopavanja. Algoritam može da radi ili u režimu NPV, gde će tražiti da se maksimalizuje NPV ili u režimu balansiranja, gde će tražiti da se maksimalno iskoriste kapaciteti proizvodnih postrojenja u početnim godinama životnog veka rudnika.

Milawa algoritam koji radi u režimu balansiranja obezbeđuje postojanost proizvodnje rudnika što se može videti u tabelama 5 i 6.

Dinamika otkopavanja je izrađena u softveru *Gems* u cilju poštovanja zahteva Investitora za održavanje kontinuiteta na otkopavanju za definisan kapacitet prerade rovne rude od 3,5 Mt godišnje.

Dinamika otkopavanja obuhvata period raskrivanja na površinskom kopu ZPV (Period 0) i dodatnih 7 godina otkopavanja na površinskim kopovima ZPV i Brskovo. Početak radova na površinskom kopu Brskovo je u trećoj godini eksploracije.

Dinamikom otkopavanja uzeta su u obzir iskorišćenja (95%) i osiromašenja (5%) rude pri otkopavanju i prikazane količine rude i jalovine i sadržaja metala se zato razlikuju od onih prikazanih kao „*insitu*“.



U naznačenom periodu eksploracije na površinskim kopovima ZPV i Brskovo otkopaće se ukupno 22.421.065 t rovne rude i 102.799.976 t jalovine, odnosno 125.221.041 t iskopina. Srednji koeficijent otkrivke iznosi 4,58 t/t.



Tabela 5. Dinamika otkopavanja na površinskom kopu Brskovo sa sumarnim prikazom količina rude, jalovine, iskopina i sadržaja metala

Period / Godina	Aktivne faze	Količine rude, jalovine i koeficijent raskrivke						Sadržaji metala u rovnoj rudi						
		Iskopine t	Jalovina t	Kr t/t	Rovna ruda t	Zn %	Pb %	Cu %	Ag g/t	Hg ppm	As ppm	Sb ppm	Cd ppm	Bi ppm
0 (PS)														
1														
2														
3	Faza 1+2	6.767.026	6.415.466	18,25	351.560	1,432	0,944	0,124	23,083	23,793	1895,463	493,431	22,347	3,651
4	Faza 1+2	11.959.678	10.208.435	5,83	1.751.243	1,663	1,121	0,131	23,712	21,532	1483,517	591,099	28,884	3,213
5	Faza 1+2	16.018.124	13.671.542	5,83	2.346.582	1,323	1,073	0,071	10,441	14,048	540,582	280,119	29,715	2,840
6	Faza 1+2	18.034.402	15.583.014	6,36	2.451.387	1,181	0,989	0,067	5,474	8,667	302,056	125,828	26,322	2,059
7	Faza 2	3.091.610	1.766.450	1,33	1.325.161	2,013	1,637	0,109	12,343	12,213	381,497	207,656	43,110	2,562
Total		55.870.841	47.644.907	5,79	8.225.933	1,469	1,143	0,091	12,633	14,159	702,521	297,788	30,370	2,677

Tabela 6. Dinamika otkopavanja na površinskom kopu ZPV sa sumarnim prikazom količina rude, jalovine, iskopina i sadržaja metala

Period / Godina	Aktivne faze	Količine rude, jalovine i koeficijent raskrivke						Sadržaji metala u rovnoj rudi						
		Iskopine t	Jalovina t	Kr t/t	Rovna ruda t	Zn %	Pb %	Cu %	Ag g/t	Hg ppm	As ppm	Sb ppm	Cd ppm	Bi ppm
0 (PS)														
1	Faza 1	15.071.207	14.799.783	54,53	271.425	1,053	0,244	0,094	8,850	42,781	598,661	200,930	11,938	25,786
2	Faza 1+2	19.330.227	15.836.759	4,53	3.493.468	1,399	0,576	0,136	14,205	15,047	333,374	150,122	33,391	40,327
3	Faza 1+2	18.372.137	14.877.049	4,26	3.495.088	1,613	0,591	0,152	14,443	20,065	419,853	171,324	38,993	39,308
4	Faza 2	11.347.385	7.849.426	2,24	3.497.959	1,620	0,589	0,155	16,537	25,183	519,039	225,481	44,746	49,981
5	Faza 2	3.004.013	896.951	0,43	2.107.062	1,735	0,307	0,140	14,491	49,701	558,586	239,660	43,679	52,588
6														
7														
Total		69.350.201	55.155.069	3,89	14.195.132	1,597	0,509	0,143	14,814	28,213	474,239	198,981	39,314	44,839

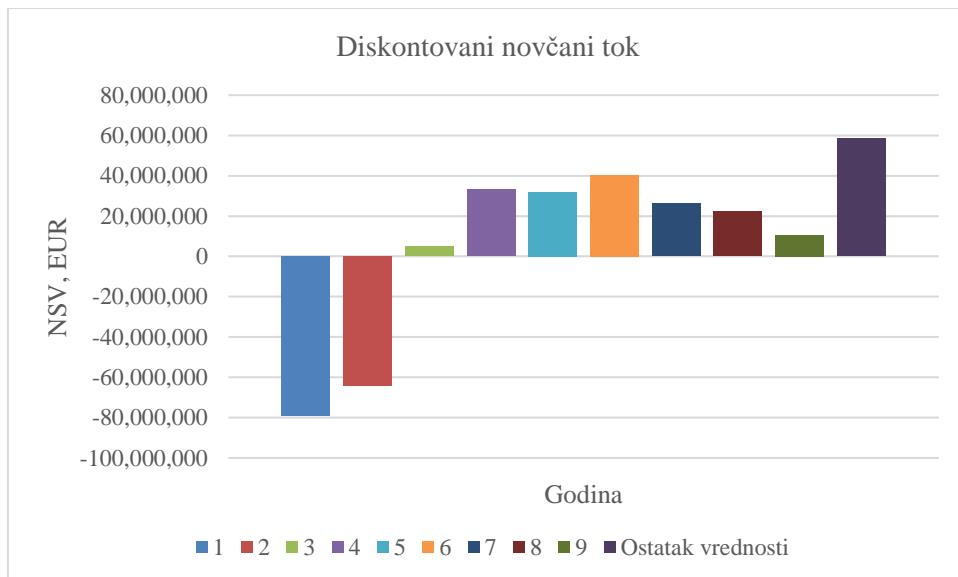
10.6. NETO SADAŠNJA VREDNOST (NSV)

Analiza diskontovanog toka novca (DCF analiza) predstavlja univerzalno korišćen metod za evaluaciju ekonomskih performansi u projektu. Kao takva često je inkorporirana u algoritme, za optimizaciju i planiranje proizvodnje, komercijalnih programskih paketa (*Whittle*). Najčešći vid ekonomske analize svodi se na projekciju kretanja novčanog toka tokom života projekta.

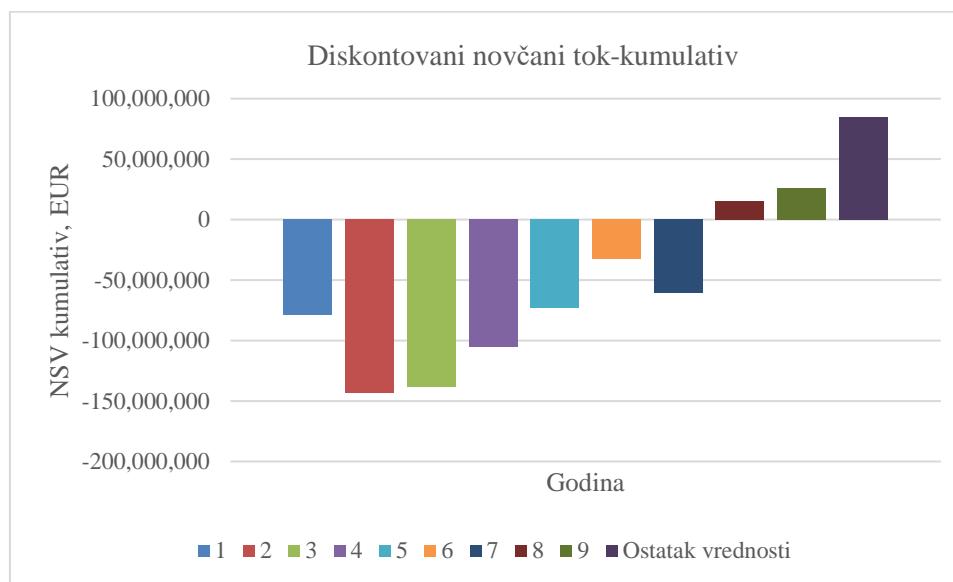
Rezultat sprovedene DCF analize prikazan je na graficima diskontovanog novčanog toka i kumulativa diskontovanog novčanog toka na slikama 22 i 23.

Na osnovu prikazanih grafika može da se zaključi da će uložena sredstva biti vraćena u osmoj godinieksploatacije.

Ostvarena neto sadašnja vrednost eksploracijom rude olova i cinka u rudnom polju Brskovo iznosi **84.746.781 EUR-a** (diskontovana sa 10%).



Slika 22. Grafik diskontovanog novčanog toka



Slika 23. Grafik diskontovanog novčanog toka – kumulativ

Na osnovu vrednosti NSV-a zaključuje se da je eksploracija rude profitabilna i rentabilna.

10.7. ZAKLJUČAK

Osnovni, primarni input u procesu planiranja i projektovanja površinskog kopa predstavlja geološki blok model rudnog tela. Iz tog razloga veoma je važno je da se tačno izračuna vrednost bloka kod optimizacije, jer pogrešni proračun dovodi do pogrešne optimalne konture kopa.

Blok modeli za ležišta rude olovo-cinka dalje u tekstu ZPV i Brskovo su urađeni u programskom paketu *Gems*. Granični sadržaj ekvivalentnog metala olovo i cinka (Pb+Zn) u rudi iznosi GS = 0,6 % Pb+Zn.

Ukupno proračunate rezerve rude iznose:

- u ležištu Brskovo 28.953.697 t
- u ležištu ZPV 45.335.256 t.

Za optimizaciju završne konture kopa korišćen je Whittle algoritam, inkorporiran u softver *Whittle*, koji je modifikacija Lerchs i Grossmann algoritma, i Milawa algoritam za optimizaciju dinamike otkopavanja.

Uzimajući u obzir količinu eksploracionih rezervi zahvaćenih kopovima Brskovo i ZPV sa koeficijentom (faktorom) prihoda 1, koji odgovara optimalnim kopovima na osnovu nediskontovanog profita, kapaciteta otkopavanja rude, minimalne širine između faza od 50 m,



usvojeno je rešenje da se kop razvija u dve faze, gde druga faza predstavlja optimalnu konačnu konturu kopa.

Konstrukcija površinskog kopa ZPV, odnosno Brskovo, po definisanim fazama razvoja izvršena je u softveru *Gems*. Kao polazna osnova za konstrukciju poslužile su konture kopova (konačni kopovi i faza razvoja) koje su dobijene u procesu optimizacije ležišta u softveru *Whittle*.

Količine rude u definisanim fazama razvoja kopova Brskovo i ZPV i ukupne količine rude u završnim konturama iznose:

• Brskovo:	Faza 1	5.119.687 t
	Faza 2	3.123.713 t
	Ukupne količine rude	8.243.400 t
• ZPV:	Faza 1	6.139.857 t
	Faza 2	8.090.852 t
	Ukupne količine rude	14.230.709 t

Analiza diskontovanog novčanog toka (DCF metoda) pokazuje da se ostvaruje neto sadašnja vrednost u iznosu od **84.746.781 EUR-a**. Na osnovu toga sledi zaključak da se primenom prikazanog modela za optimizaciju i planiranje otkopavanja ležišta olova i cinka u rudnom polju Brskovo postiže osnovni postavljeni cilj - maksimizacija profita.



11) TEHNIČKA DOKUMENTACIJA (VALIDAN DOKAZ O PRIMENI TEHNIČKOG REŠENJA-POTVRDA USTANOVE /KOMPANIJE KOJA GA KORISTI I DR.), LISTA RANIJE PRIHVAĆENIH TEHNIČKIH REŠENJA ZA SVAKOG OD AUTORA POJEDINAČNO

**11.1. VALIDAN DOKAZ O PRIMENI TEHNIČKOG REŠENJA - UGOVOR I ANEKS
UGOVORA O POSLOVNO-TEHNIČKOJ SARADNJI IZMEĐU INSTITUTA ZA
RUDARSTVO I METALURGIJU BOR I KOMPANIJE BRSKOVO MINE D.O.O.
PODGORICA, CRNA GORA**



SERVICE AGREEMENT

between

Brskovo Mine doo
/as Client

and

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
/as Consultant

THIS SERVICE AGREEMENT ("Agreement") is entered into on [insert date] by and between

1) Brskovo Mine d.o.o., having its seat at Dalmatinska 176, Podgorica, Montenegro, with corporate identification number 50555184, and tax ID number 02770440, hereby represented by Richard Boffey in his capacity as executive director ("Client"); and

2) Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, having its seat at 35 Zeleni bulevar, 19210 Bor, Serbia, with registration number 07130279, and tax ID number 100627146, hereby represented by Mile Bugarin in his capacity as General Manager. ("Consultant");

The Client and the Consultant are individually referred to as a "Party", and collectively as the "Parties".

RECITALS:

A. The Client entered into the Concession Agreement with the Government of Montenegro and holds a concession for detailed exploration and exploitation of sulphide polymetallic ores (Pb, Zn, Cu, FeS2 and other accompanying metal sulphides) at the exploration-exploitation area of the former "Brskovo" mine deposits near Mojkovac, Montenegro ("Project").

UGOVOR O USLUGAMA

izmedu

Број 143/20
28.01. 2020 год.
БОР, Зелени булевар 35

Brskovo Mine doo
/kao Klijent

i

Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor
/kao Konsultant

OVAJ UGOVOR O USLUGAMA ("Ugovor") sklapa se [ubaciti datum] od strane i između

1) Brskovo Mine d.o.o., sa sedištem u ulici Dalmatinska 176, Podgorica, Crna Gora, sa registarskim brojem 50555184, i poreskim identifikacionim brojem 02770440, koje zastupa Richard Boffey u svojstvu izvršnog direktora ("Klijent"); i

2) Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor, sa sedištem u ulici Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, Srbija, sa registarskim brojem 07130279, i poreskim identifikacionim brojem 100627146, koji zastupa Mile Bugarin u svojstvu izvršnog direktora. ("Konsultant");

Klijent i Konsultant pojedinačno se nazivaju "Strana", a kolektivno "Strane".

UVODNE ODREDBE:

A. Klijent je sa Vladom Crne Gore zaključio Ugovor o koncesiji i drži koncesiju za detaljno istraživanje i eksploataciju sulfidnih polimetaličnih ruda (Pb, Zn, Cu, FeS2 i drugih pratećih metalnih sulfida) na istraživačko-eksploatacionom području nekadašnjeg rudnika "Brskovo" blizu Mojkovca, Crna Gora ("Projekat").



B. In accordance with the Concession Agreement, the Client is obliged to prepare mining technical documents and obtain approvals, permits and consents for the fulfilment of requirements for the exploitation of mineral raw material and for the execution of works by the main mining project of the exploitation at explored deposits.

C. The Consultant is a scientific-research organization and, inter alia, provides relevant professional services in the fields of geology, mining, metallurgy, and technology, and the Client agrees to obtain and the Consultant agrees to provide the services related to the Project on the terms set out in this Agreement.

THE PARTIES HAVE THEREFORE
AGREED AS FOLLOWS

I DEFINITIONS AND INTERPRETATIONS

1.1 Definitions

In this Agreement:

"Concession Agreement" means the concession agreement between the Government of Montenegro and the Client for detailed exploration and exploitation of sulphide polymetallic ores (Pb, Zn, Cu, FeS2 and other accompanying metal sulphides) at the exploration-exploitation area of the former "Brskovo" mine deposits near Mojkovac, entered into on 10 December 2010;

"Fees" means the Consultant's fees as set out in Schedule 2;

"Governing Law" means the laws and regulations of Montenegro;

"Notice" has the meaning ascribed to that term in Article 13.1;

"Project" has the meaning as ascribed to that term in Recital A;

"Proposal" means the Consultant's proposal for services No. QF-957-14-375/20 from 7 October 2019;

"Services" means the services set out in the Schedule 1, including services which are incidental or ancillary to such services;

"Warranties" means the Consultant's warranties from Article 9.

1.2 Construction

B. U skladu sa Ugovorom o koncesiji, Klijent je dužan da pripremi rudarsku tehničku dokumentaciju i dobije odobrenja, dozvole i saglasnosti za ispunjavanje uslova za eksploataciju mineralnih sirovina i za izvođenje radova po glavnom rudarskom projektu o eksploataciji na istraženim ležištima.

C. Konsultant je naučno-istraživačka organizacija i, između ostalog, pruža relevantne profesionalne usluge u oblastima geologije, rудarstva, metalurgije, i tehnologije, a Klijent se slaže da primi i Konsultant se slaže da pruži usluge vezane za Projekat prema uslovima utvrđenim u ovom Ugovoru.

PREMA TOME, STRANE SU DOGOVORILE
SLEDEĆE:

I DEFINICIJE I TUMAČENJA

1.1 Definicije

U ovom Ugovoru:

„Ugovor o koncesiji“ označava ugovor o koncesiji između Vlade Crne Gore i Klijenta za detaljno istraživanje i eksploataciju sulfidnih polimetaličnih ruda (Pb, Zn, Cu, FeS2 i drugih pratećih metalnih sulfida) na istražno-eksploatacionom području bivšeg rudnika „Brskovo“ blizu Mojkovca, koji je zaključen 10. decembra 2010. godine;

„Naknade“ su naknade Konsultanta kao što je navedeno u Prilogu 2;

„Merodavno pravo“ označava zakone i propise Crne Gore;

„Obaveštenje“ ima značenje koje je tom terminu dodeljeno u članu 13.1;

„Projekat“ ima značenje koje je tom terminu dodeljeno u Uvodnoj odredbi A;

„Predlog“ znači predlog Konsultanta o uslugama br. QF-957-14-375/20 od 7. oktobra 2019. godine;

„Usluge“ znače usluge navedene u Prilogu 1, uključujući usluge koje su sporedne ili pomoćne takvim uslugama;

„Garancije“ znače garancije Konsultanta iz člana 9.

1.2 Tumačenje



In this Agreement, unless the context otherwise requires or otherwise has been explicitly stipulated:

1.2.1 the headings are for convenience only and do not affect the interpretation of this Agreement;

1.2.2 words denoting the singular include the plural and vice versa;

1.2.3 a reference to a person includes any individual, private entrepreneur, company, other legal entity or unincorporated partnership and any governmental authority or organization, public institution or agency;

1.2.4 a reference to Article, Section, paragraph or Schedule is a reference to Article, Section, paragraph of or Schedule to this Agreement;

1.2.5 a reference to an agreement or a document is a reference to that agreement or document as it may be amended, supplemented or assigned from time to time, but disregarding any amendment, variation, supplement, or assignment made in breach of this Agreement; and

1.2.6 a reference to a party to an agreement or another document includes that party's successors and permitted assignees.

1.3 Priority of documents

If there is an inconsistency between any of the provisions of this Agreement and the provisions of its Schedules or any document referred to in or incorporated into this Agreement, the order of priority for the purposes of interpretation is:

- (i) Agreement;
- (ii) Schedules;
- (iii) Proposal.

2 OBLIGATIONS OF THE CONSULTANT

2.1 The Consultant is obliged to perform the Services in relation to the Project, as described in the Schedule 1, in accordance with the terms and conditions of this Agreement.

2.2 In performing the Services, the Consultant must exercise all the reasonable skill, care and diligence to be expected of an appropriately qualified and competent consultant, experienced in carrying out equivalent services for projects of a similar size, scope, complexity, value and purpose as the Project.

U ovom Ugovoru, osim ako kontekst upućuje na nešto drugačije ili je nešto drugo izričito propisano:

1.2.1 naslovi se koriste samo zbog praktičnosti i preglednosti i ne utiču na tumačenje Ugovora;

1.2.2 reči koje označavaju jedinu uključuju množinu i obrnuto;

1.2.3 pozivanje na neko lice uključuje bilo kojeg pojedinaca, privatnog preduzetnika, kompaniju, drugo pravno lice ili neinkorporisani ortakluk, i bilo koji državni organ ili organizaciju, javnu instituciju ili agenciju;

1.2.4 pozivanje na član, odeljak, stav ili prilog znači pozivanje na član, odeljak, stav ili prilog ovog Ugovora;

1.2.5 pozivanje na sporazum ili dokument odnosi se na taj sporazum ili dokument sa svim njegovim izmenama, dopunama, ustupanjima, koja mogu biti obavljena s vremena na vreme, ali ne uključujući bilo kakvu izmenu, dopunu, ili ustupanje obavljeno u suprotnosti sa ovim Ugovorom; i

1.2.6 pozivanje na stranu nekog sporazuma ili drugog dokumenta podrazumeva pravne sledbenike i zakonite prijemnike.

1.3 Prioritet dokumenata

Ako postoji nedoslednost između bilo koje odredbe ovog Ugovora i odredbi njegovih priloga ili bilo kog dokumenta na koji se upućuje ili koji je sastavni deo ovog Ugovora, redosled prioriteta u svrhu tumačenja je:

- (i) Ugovor;
- (ii) Prilozi;
- (iii) Ponuda.

2 OBAVEZE KONSULTANTA

2.1 Konsultant je dužan da izvrši Usluge u vezi sa Projektom, kako je opisano u Prilogu 1, u skladu sa uslovima i odredbama ovog Ugovora.

2.2 Prilikom obavljanja Usluga, Konsultant mora primeniti najveći razuman nivo veštine, brige i marljivosti koji se očekuje od konsultanta odgovarajućih kvalifikacija i kompetencija, iskusnog u obavljanju ekvivalentnih usluga za projekte slične veličine, obima, složenosti, vrednosti i namene kao Projekat.



2.3 The Consultant must co-operate with the Client in all matters relating to the Services and comply with the Client's instructions, and must provide support to the Client during any subsequent statutory audit or governmental approval process in Montenegro in relation to any document prepared by the Consultant in accordance with this Agreement.

2.4 The Consultant is obliged to keep the Client timely informed on the progress of the Services and to provide fortnight updates on each study/document unless the Parties agree in writing otherwise.

2.5 The Consultant does not have the authority to act in the name and/or on behalf of the Client without the prior written authorization of the Client.

2.6 The Consultant must not publicly disclose any material relating to the Services without a prior written approval of the Client.

3 COMPLIANCE WITH LAWS

3.1 When performing the Services, the Consultant is obliged to comply with the Governing Law.

3.2 Any document produced by the Consultant under this Agreement must comply with the legal and technical requirements for such document as prescribed by the Governing Law.

4 CONSULTANT'S PERSONNEL

4.1 The Consultant must ensure that its personnel engaged in relation to the Services are properly qualified, competent and experienced in the fields relevant for the provision of the Services.

4.2 Without prejudice to Article 4.1, the Consultant will ensure that the personnel specified in the Proposal is engaged for the performance of the Services. If it is necessary to replace any engaged person, the Consultant will immediately arrange for replacement by a person of comparable competence and will inform the Client on such replacement without delay.

5 REPRESENTATIVES

5.1 For the administration of the Agreement each Party will designate a person, or several persons, to be its representative(s).

5.2 The Client will designate certain number of internal or external representatives, industry experts in their fields, to be involved in the progressive review of each document prepared by the Consultant. The Consultant will inform and consult these representatives on the progress, conclusions,

2.3 Konsultant mora saradivati sa Klijentom u svim pitanjima koja se odnose na Usluge i postupati u skladu s Klijentovim uputstvima, i mora pružiti podršku Klijentu tokom bilo kojeg narednog postupka obavezne revizije ili procesa odobrenja od strane vlade u Crnoj Gori u vezi sa bilo kojim dokumentom pripremljenim od strane Konsultanta u skladu sa ovim Ugovorom.

2.4 Konsultant je dužan da Klijenta redovno obaveštava o napretku Usluga i da obezbeđuje na svake dve nedelje informacije o svakoj studiji/dokumentu, osim ako se Strane ne saglase drugačije u pisanoj formi.

2.5 Konsultant nema ovlašćenje da deluje u ime i/ili za račun Klijenta bez prethodnog pisanih odobrenja Klijenta.

2.6 Konsultant ne sme javno objaviti bilo koji materijal koji se odnosi na Usluge bez prethodnog pisanih odobrenja Klijenta.

3 USKLAĐENOST SA ZAKONIMA

3.1 Pri vršenju Usluga, Konsultant je dužan da se pridržava Merodavnog prava.

3.2 Svaki dokument koji Konsultant izradi na osnovu ovog Ugovora mora biti u skladu sa zakonskim i tehničkim zahtevima za takav dokument kako je propisano Merodavnim pravom.

4 OSOBLJE KONSULTANTA

4.1 Konsultant mora osigurati da njegovo osoblje angažovano u vezi sa Uslugama poseduje potrebne kvalifikacije, kompetencije i iskustvo u oblastima relevantnim za pružanje Usluga.

4.2 Ne dovodeći u pitanje član 4.1, Konsultant će osigurati da osoblje određeno u Predlogu bude angažovano za obavljanje Usluga. Ako je potrebno da se zameni bilo koja angažovana osoba, Konsultant će odmah organizovati zamenu od strane osobe slične kompetencnosti i bez odlaganja će o tome obavestiti Klijenta.

5 PREDSTAVNICI

5.1 Za potrebe upravljanja izvršenjem Ugovora, svaka Strana će odrediti osobu ili više osoba kao svoje predstavnike.

5.2 Klijent će odrediti određeni broj internih ili eksternih predstavnika, stručnjaka iz oblasti industrije, koji će biti uključeni u progresivni pregled svakog dokumenta koji priprema Konsultant. Konsultant će Ove predstavnike informisati i konsultovati o napretku,

LLC

PB



recommendations and decision points taken within each major study/document.

6 OBLIGATIONS OF THE CLIENT

6.1 The Client will, so as not to delay the Services and within a reasonable time, give to the Consultant free of cost all information in its power which may pertain to the Services.

6.2 On all matters properly referred to it by the Consultant the Client will give its decision in writing within a reasonable time, so as not to delay the Services.

7 PAYMENT

7.1 Subject to fulfilment of, and absence of breach of, the Consultant's obligations under this Agreement, the Client is obliged to pay the Consultant the Fees for the Services in accordance with the payment schedule set out in the Schedule 2.

7.2 The payment currency is Euro.

7.3 The Client will pay any amount due to the Consultant within 15 days from the receipt of the appropriate Consultant's invoice.

7.4 If any part of an invoice submitted by the Consultant is contested by the Client, the Client is obliged to give prompt notice to the Consultant with reasons and not to delay payment on the remainder of the invoice.

7.5 In the event the Client contests an invoice, or a part of an invoice, the Parties will endeavour to settle any differences within 15 days from the receipt of the objection by the Client.

8 COMMENCEMENT AND COMPLETION OF THE AGREEMENT

8.1 The Agreement is effective as of the date of signing by both Parties.

8.2 The Consultant is obliged to commence and complete the Services at the times and within the deadlines stated in the Schedule 1.

8.3 Time is of the essence in relation to performance dates for the Consultant. If the Consultant fails to meet the relevant deadlines given in Schedule 1, then, without prejudice to the Client's right to terminate this Agreement and any other rights it may have, the Client may:

8.3.1 refuse to accept any subsequent performance of the Services which the Consultant attempts to make;

zaključcima, препорукама и одлука донесеним у оквиру сваке велике студије/документа.

6 OBAVEZE KLIJENTA

6.1 Клијент ће, у разумном roku, како не би одлагao izvršenje Usluga, pružiti Konsultantu бесплатно sve informacije, koliko je to u njegovoj моћи, које se mogu odnositi na Usluge.

6.2 О свим питањима упућеним од стране Konsultanta, Klijent ће донети своју одлуку у писаном облику у разумном roku, како Usluge ne bi kasnile.

7 PLAĆANJE

7.1 Под uslovom испуњења и неизрчења обавеза Konsultanta у складу с овим Ugovorom, Klijent je dužan da Konsultantu plati Naknade za Usluge u skladu sa rasporedom plaćanja navedenim u Prilogu 2.

7.2 Valuta plaćanja je evro.

7.3 Клијент ће платити било који износ Konsultantu у roku od 15 дана од пријема одговарајуће fakture Konsultanta.

7.4 Ако Klijent osporava bilo koji deo fakture koji je dostavio Konsulant, Klijent je dužan да blagovремено обавести Konsultanta о razlozima i да не kasni sa plaćanjem ostatka fakture.

7.5 У slučaju да Klijent ospori fakturu ili deo fakture, Strane će nastojati да реše sve nesuglasice у roku od 15 дана од пријема prigovora od стране Klijenta.

8 POČETAK I ZAVRŠETAK UGOVORA

8.1 Ugovor stupa na snagu danom потписивања од стране обе Strane.

8.2 Konsultant je obavezan да почиње и заврши Usluge u vremenu i rokovima navedenim u Prilogu 1.

8.3 Vreme je od suštinske важности за Konsultanta у pogledu datuma izvršenja. Ako Konsultant ne ispuni relevantne rokove date u Prilogu 1, тада, ne dovodeći u pitanje Klijentovo право да raskine ovaj Ugovor i bilo koja druga prava koja ima, Klijent može да:

8.3.1 odbije да приhvati свако naknadno izvršenje Usluga које Konsultant покуша да izvrši;

LL

BB



8.3.2 purchase substitute services from elsewhere and reclaim from the Consultant any additional costs incurred as a result of procuring such services from a third party instead of the Consultant;

8.3.3 terminate the Agreement in accordance with Article 11.

9 CONSULTANT'S WARRANTIES

9.1 The Consultant warrants to the Client that the following statements are true, not misleading and correct on the date of this Agreement:

9.1.1 The Consultant is a duly registered legal entity validly existing under the law of its jurisdiction of registration;

9.1.2 The Consultant has the power to enter into, deliver and perform, the Agreement and the Services and has taken all necessary action to authorize its entry into, delivery and performance of the Agreement and the Services.

9.1.3 The Consultant has obtained all required or desirable authorizations, licenses, or approvals to enable it to enter into the Agreement and perform the Services in accordance with the Governing Law. Any such authorisations, licenses, or approvals are in full force and effect.

10 LIABILITY AND INSURANCE

10.1 If one of the Parties commits a breach of this Agreement, it shall be liable to compensate the other Party for any and all damages caused as a result of the breach.

10.2 During the term of this Agreement, and for a period of twelve months after the completion or termination of this Agreement, the Consultant must maintain in force, with a reputable insurance company, professional indemnity insurance at an amount not less than EUR 500,000 to cover the liabilities that may arise under or in connection with this Agreement and must produce to the Client on request the insurance policy containing details of cover.

11 ASSIGNMENT

11.1 The Consultant must not assign or sub-contract to any third person the performance of any of the Services, without a prior written consent of the Client.

8.3.2 nabavi zamenske usluge od strane drugog izvršioca i povrati od Konsultanta sve dodatne troškove nastale kao rezultat nabavke takvih usluga od treće strane umesto od Konsultanta;

8.3.3 raskine Ugovor u skladu s članom 11.

9 GARANCIJE KONSULTANTA

9.1 Konsultant garantuje Klijentu da su sledeće izjave istinite, neobmanjujuće i tačne na dan ovog Ugovora:

9.1.1 Konsultant je uredno registrovano pravno lice koje obavlja delatnost u skladu sa zakonom jurisdikcije u kojoj je registrovano;

9.1.2 Konsultant ima pravo da zaključi, isporuči i izvrši Ugovor i Usluge i preduzeo je sve potrebne radnje da odobri zaključivanje, isporuku i izvršenje Ugovora i Usluga.

9.1.3 Konsultant je dobio sva potrebna ili poželjna ovlašćenja, licence ili odobrenja kako bi mogao da zaključi Ugovor i izvrši Usluge u skladu s Merodavnim pravom. Sva takva ovlašćenja, licence ili odobrenja su na snazi.

10 ODGOVORNOST I OSIGURANJE

10.1 Ako jedna od Strana prekrši ovaj Ugovor, dužna je da obešteći drugu stranu za bilo kakvu i sve štete nastale usled kršenja.

10.2 Tokom trajanja ovog Ugovora i za period od dvanaest meseci nakon završetka ili raskida ovog Ugovora, Konsultant mora da zadrži na snazi, kod uglednog osiguravajućeg društva, osiguranje od profesionalne odgovornosti u iznosu ne manjem od 500.000 evra za pokrivanje obaveza koje mogu nastati na osnovu ili u vezi s ovim Ugovorom, i mora da dostavi Klijentu na zahtev polisu osiguranja koja sadrži detalje o pokriću.

11 PRENOS UGOVORA

11.1 Konsultant ne sme dodeliti ili podugovoriti nekom trećem licu obavljanje bilo koje od Usluga, bez prethodnog pisanih odobrenja Klijenta.

**12 TERMINATION**

12.1 Without affecting any other right or remedy available to it, either Party may terminate this agreement with immediate effect by giving a written notice to the other Party if:

12.1.1 the other Party fails to pay any amount due under this Agreement on the due date for payment and remains in default not less than 15 days after being notified in writing to make such payment; and

12.1.2 the other Party commits a material breach of any provision of this Agreement which breach is irremediable or (if such breach is remediable) fails to remedy that breach within a period of 15 days after being notified in writing to do so.

12.2 Without affecting any other right or remedy available to it (including the right to claim damages), the Client may terminate this agreement with immediate effect by giving written notice to the Consultant if:

12.2.1 the Consultant commits a breach of Article 3 (Compliance with laws);

12.2.2 the Consultant fails to meet any deadline for delivery of the Services from Schedule 1;

12.2.3 The Consultant breaches the Warranties.

12.3 Notwithstanding any other right, the Client has a discretionary right to cancel all or part of the Services at any time, and terminate the Agreement without a cause, by notice of at least 15 days to the Consultant who shall immediately stop the Services. In the case of cancellation of the Services the Consultant will be entitled to compensation for the work done, and related costs incurred, in relation with performance of the Services until the moment of cancellation.

12.4 On termination of this Agreement, the following Articles shall continue in force: Article 10 (Liability and Insurance), Article 14 (Governing Law), and Article 15 (Dispute Resolution).

12.5 Termination of this Agreement shall not affect any rights, remedies, obligations or liabilities of the Parties that have accrued up to the date of termination, including the right to claim damages in respect of any breach of the Agreement which existed at or before the date of termination.

13 NOTICES

13.1 Any notice, application or other communication between the Parties under this Agreement ("Notice") shall be in writing. Except as otherwise provided in this

12 RASKID

12.1 Bez uticaja na bilo koje drugo pravo ili pravni lek koji su joj na raspolaaganju, bilo koja Strana može da raskine ovaj Ugovor sa trenutnim dejstvom, pisanim obaveštenjem drugoj Strani ako:

12.1.1 druga Strana ne plati iznos po ovom Ugovoru na dan dospeća za plaćanje i ostane u docnji najmanje 15 dana nakon što je pisanim putem obaveštena da izvrši takvu uplatu; i

12.1.2 druga Strana počini bitno kršenje bilo koje odredbe ovog Ugovora, čije kršenje je neotklonjivo ili (ako je takvo kršenje moguće otkloniti) ne uspe da otkloni takvo kršenje u roku od 15 dana nakon što je o tome pisano obaveštena.

12.2 Bez uticaja na bilo koje drugo pravo ili pravni lek koji su mu na raspolaaganju (uključujući pravo na naknadu štete), Klijent može raskinuti ovaj ugovor sa trenutnim dejstvom, pisanim obaveštenjem Konsultantu ako:

12.2.1 Konsultant učini povredu Člana 3 (Usklađenost sa zakonima);

12.2.2 Konsultant ne ispuni bilo koji rok za dostavljanje Usluga iz Priloga 1;

12.2.3 Konsultant krši garancije.

12.3 Bez obzira na bilo koje drugo pravo, Klijent ima diskreciono pravo da otkaže sve ili deo Usluga u bilo kom trenutku i raskine Ugovor bez razloga, slanjem obaveštenja najmanje 15 dana ranije Konsultantu koji će odmah obustaviti Usluge. U slučaju otkazivanja Usluga, Konsultant će imati pravo na nadoknadu za obavljeni posao i nastale troškove u vezi sa obavljanjem Usluga do momenta otkazivanja.

12.4 Nakon raskida ovog Ugovora, sledeći članovi ostaju na snazi: član 10 (Odgovornost i osiguranje), član 14 (Merodavno pravo) i član 15 (Rešavanje sporova).

12.5 Raskid ovog Ugovora neće uticati na bilo koja prava, pravne lekove, obaveze ili odgovornosti Strana koje su nastale do dana raskida, uključujući pravo na zahtev za naknadu štete u vezi sa bilo kojim kršenjem Ugovora koje je postojalo na datum ili pre datuma raskida.

13 OBAVEŠTENJA

13.1 Svako obaveštenje, prijava ili druga komunikacija između Strana u skladu sa ovim Ugovorom („Obaveštenje“) mora biti u pisanoj formi



Agreement or applicable law, such Notice shall be deemed to have been duly given or made when it is delivered by e-mail or prepaid post or courier to the Party to the e-mail address or, as the case may be, address specified in Clause 13.4 below or at such other e-mail address or, as the case may be, address as such Party designates in the manner set forth in this Clause 13 to the Party giving or making a Notice.

13.2 A notice given in accordance with Clause 13.1 shall be deemed received:

13.2.1 if sent by prepaid, certified or registered post or courier service, on the day of the receipt of the Notice as designated on the confirmation of the relevant postal/courier service;

13.2.2 if sent by e-mail, on the day following the day when the e-mail was sent, unless the sender has received an automatically generated message that the recipient's server has not received the message.

13.3 The contact details for the Parties for receipt of the Notices are as follow:

For the Client:

Attention: Richard Boffey
E-mail: Richard.boffey@tararesources.com
Address: Dalmatinska 176, Podgorica,
Montenegro

For the Consultant:

Attention: Igor Srvkota
E-mail: igor.srvkota@irmbor.co.rs
Address: Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, Serbia

13.4 Unless otherwise agreed between the Parties, any Notice given under or in connection with this Agreement must be in English.

14 GOVERNING LAW

This Agreement shall be governed by the laws of Montenegro.

15 DISPUTE RESOLUTION

Any dispute, controversy or claim arising out of or relating to this Agreement shall be finally settled by arbitration organised in accordance with the Arbitration Rules of the Belgrade Arbitration Centre ("Belgrade Rules"). The number of arbitrators shall be three, one appointed by each Party, and the third, who shall be the chairman, selected by the two appointed arbitrators which have been appointed by the Parties.

Osim ako ovim Ugovorom ili važećim propisom nije drugačije određeno, smatraće se da je takvo Obaveštenje propisno dato ili učinjeno kada je dostavljeno putem e-maila ili preporučene pošte ili kurira Strani na adresu e-pošte ili, zavisno od slučaja, na adresu navedenu u članu 13.4, ili na takvu drugu e-mail adresu ili, zavisno od slučaja, adresu onako kako je Strana odredila na način naveden u ovoj tački 13 Strani koja daje ili čini Obaveštenje.

13.2 Obaveštenje dato u skladu sa članom 13.1 smatra se primljenim:

13.2.1 ako je unapred plaćenom, overenom ili registrovanom poštom ili kurirskom službom, na dan prijema Obaveštenja kako je naznačeno na potvrdi odgovarajuće poštanske/kurirske službe;

13.2.2 ako je poslato e-poštom, dan nakon dana kada je e-pošta poslata, osim ako pošiljalac nije primio automatski generisanu poruku da server primaoca nije primio poruku.

13.3 Kontakt detalji za Strane za prijem Obaveštenja su sledeći:

Za Klijenta:

Att.: Richard Boffey
E-mail: Richard.boffey@tararesources.com
Adresa: Dalmatinska 176, Podgorica,
Montenegro

Za Konsultanta:

Att.: Igor Srvkota
E-mail: igor.srvkota@irmbor.co.rs
Adresa: Zeleni bulevar 35, 19210 Bor, Srbija

13.4 Osim ako nije drugačije ugovoren između Strana, svako Obaveštenje dato u skladu ili u vezi sa ovim Ugovorom mora biti na engleskom jeziku.

14 MERODAVNO PRAVO

Na ovaj Ugovor primenjuje se pravo Crne Gore.

15 REŠAVANJE SPOROVA

Svaki spor, neslaganje ili potraživanje iz ili u vezi sa ovim Ugovorom biće konačno razrešeni arbitražnim postupkom organizovanim u skladu sa pravilima arbitraže Arbitražnog Centra Beograda ("Beogradskala pravila"). Broj arbitara biće tri, jednog imenuje svaka Strana, a trećeg koji će biti predsedavajući, biraju dva imenovana arbitra koje su imenovale Strane.

leč

BR



If the two appointed arbitrators cannot agree on a chairman within 15 Business Days after each Party appointed its arbitrator, the third arbitrator shall be appointed in accordance with the Belgrade Rules.

16 LANGUAGE

This Agreement shall be executed in both English and Montenegrin/Serbian languages. In the event of any discrepancy, the Montenegrin/Serbian language version of this Agreement shall be the governing version.

17 REMEDIES AND WAIVERS

No failure to exercise, nor any delay in exercising, on the part of a Party of any right or remedy under this Agreement shall operate as a waiver thereof, nor shall any single or partial exercise of any right or remedy prevent any further or other exercise or the exercise of any other right or remedy. The rights and remedies herein are cumulative and not exclusive of any rights or remedies provided by law.

18 WRITTEN FORM; ENTIRE AGREEMENT

18.1 This Agreement is concluded in written form and may be amended or supplemented only in written form.

18.2 Any prior or simultaneous written or oral agreements between the Parties regarding the subject-matter of this Agreement are no longer valid.

19 COPIES

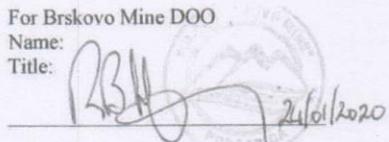
This Agreement has been executed in [four (4) identical copies, [two (2)]] for each Party.

THIS AGREEMENT HAS BEEN ENTERED INTO ON THE DATE STATED AT THE BEGINNING OF THIS AGREEMENT.

For Brskovo Mine DOO

Name:

Title:

 24/01/2020.

For Mining and Metallurgy Institute Bor

Name:

Title:

  24/01/2020.

Ako se dva imenovana arbitra ne mogu dogovoriti o predsedniku u roku od 15 radnih dana nakon što je svaka Strana imenovala svog arbitra, treći arbitar biće imenovan u skladu sa Beogradskim pravilima.

16 JEZIK

Ovaj Ugovor će se potpisati na engleskom i crnogorskom/srpskom jeziku. U slučaju bilo kakvih odstupanja, verzija ovog Ugovora na crnogorskom/srpskom jeziku biće merodavna verzija.

17 ПРАВНИ ЛЕКОВИ И ОДРИЦАЊА

Nikakvo neizvršavanje, niti bilo kakvo odlaganje izvršavanja od strane Strane bilo kojeg prava ili pravnog leka u skladu sa ovim Ugovorom, neće delovati kao odricanje od njega, niti će bilo koja pojedinačna ili delimična primena bilo kojeg prava ili pravnog leka sprečiti svako dalje ili drugo vršenje ili ostvarivanje bilo kog drugog prava ili pravnog leka. Prava i pravni lekovi u ovom dokumentu su kumulativni i ne isključuju nijedno pravo ili pravni lek predviđen zakonom.

18 ПИСАНИ ОБЛИК; CEO UGOVOR

18.1 Ovaj Ugovor je zaključen u pisanim oblicima i može se menjati ili dopunjavati samo u pisanim oblicima.

18.2 Svi prethodni ili istovremeni pisani ili usmeni sporazumi između Strana u vezi sa predmetom ovog Ugovora više nisu validni.

19 КОПИЈЕ

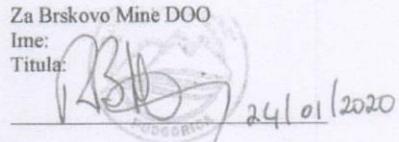
Ovaj Ugovor je sačinjen u [četiri (4) identične kopije, [dve (2)]] za svaku Stranu.

ОВАЈ УГОВОР ЈЕ СТАПИО НА СНАГУ
ДАТУМА УТВРЂЕНОГ НА ПОЧЕТКУ ОВОГ
УГОВОРА.

Za Brskovo Mine DOO

Ime:

Titula:

 24/01/2020.

Za Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor

Ime:

Titula:

  24/01/2020.



**INSTITUT ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR
19210 BOR, ul. Zeleni bulevar 35
PAK : 602001**

PIB 100627146

MB 07130279

Tel/Fax. 030 / 454 - 127; Faks: 030 / 436 - 731

Tkući račun - 160 - 42434 - 38

e-mail: tanja.mihajlovic@irmbor.co.rs



61	007/02
KUPAC	
BRSKOVO MINE D.O.O.	
<i>Dalmatinska 176 Podgorica</i>	
Crna Gora	

**R A Č U N br.
INVOICE No.**

92200062-20

Mesto izdavanja : BOR

Datum izdavanja : 11.02.2020.

Datum prometa : 11.02.2020.

Valuta :

Šifra projekta	Naziv / Description	Ukupno EUR / Total EUR
	<i>Izrada projektne dokumentacije - Elaborat o rezervama, Studija izvodljivosti, Glavni rudarski projekat, Studija uticaja na životnu sredinu</i>	79.500,00
	<i>Development of project documentation-Reserve Study, Feasibility Study, Main Mining Project, Study environmental impacts</i>	
	Plaćeno po Predračunu br.92200003/ Paid by Pro forma invoice No. 92200003 11.02.2020.	79.500,00
	Za uplatu/For payment	0,00
UKUPNO / TOTAL EUR		79.500,00

Note on tax exemption:

Exempt from VAT payment pursuant to Art.12th, 4th of the VAT Law

Fakturisao

Tanja Mihajlović



Rukovodilac

Vesna Florić, dipl.ecc.



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

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

**BANCA INTESA**

Izvod deviznog računa 160005080000503252 br. 11/2020 / FX

Account Statement

Za datum: 13.02.2020 / Date

Račun: 160005080000503252 / Account

820/11-11

EUR INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU
ZELENI BULEVAR 3519210 Bor
MB:07130279
IBAN:RS35160005080000503252

R. br. No	Transakcija Transaction	Iznos / duguje Dobit	Iznos/potražuje Credit	Din.protivvredn Counter in RSD	Datum knjiženja Booking date
					Datum valute Value date
					Datum prijema Entry date

EUR/ Konto: / Subaccount: 5002202 - Devizni računi pravnih lica

Početno stanje

/Previous balance:

1	Plaćanje prema inostranstvu <u>/ES0900810447070001297940 FIRE ASSAY</u> <u>/INV/INVOICE No 45</u> Nalog br. 955PLA3200440076 Referenca OB797905	36,790.00	0.00	4,324,844.77	2020.02.13 2020.02.13 2020.02.13
2	Priliv iz inostranstva /ME25520042000000429819 <u>BRSKOVO MINE DOO /INV/92200003</u> Nalog br. 000PRPL200426412 Referenca ASW10851/110220	0.00	79,500.00	9,345,614.55	2020.02.13 2020.02.13 2020.02.13
3	Priliv iz inostranstva /104100121301EUR 1/PLEJADES <u>GMBH INVOICE NO. 89110050-20 + 89110051-20</u> Nalog br. 000PRPL200440322 Referenca 03FH200212174389	0.00	17,616.50	2,070,905.90	2020.02.13 2020.02.13 2020.02.13

Novo stanje:
/New balance:

451840



**INSTITUT ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR**
19210 BOR, ul. Zeleni bulevar 35
PAK : 602001

PIB 100627146

MB 07130279

Tel/Fax. 030 / 454 - 127; Faks: 030 / 436 - 731

Tkući račun - 160 - 42434 - 38

e-mail: tanja.mihajlovic@irmbor.co.rs

440 08/07
KUPAC 401840

BRSKOVO MINE D.O.O.

Dalmatinska 176

Podgorica

Crna Gora

**R A C U N br.
INVOICE No.**

92200444-20

Mesto izdavanja : BOR

Datum izdavanja : 31.07.2020.

Datum prometa : 31.07.2020.

Valuta : čl.7 Ugovora

Ugovor br. / Contract No. 143/20 od 28.01.2020.

Šifra projekta	Naziv / Description	Ukupno EUR / Total EUR
	<i>Izrada projektne dokumentacije - Studija izvodljivosti</i> <i>Development of project documentation-Feasibility Study</i>	21.206,00
	<i>Avans/ Advance 30%</i>	14.206,00
	<i>din. 823.120,20</i>	
ZA UPLATU / FOR PAYMENT - TOTAL EUR		7.000,00

Note on tax exemption:

Exempt from VAT payment pursuant to Article 12th, 4th of the VAT Law

Fakturisao

Tanja Mihajlović



Rukovodilac

Vesna Florić, dipl.ecc.



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

19210 Бор, Зелени булевар 35 |
Тел:(030) 436-826; факс:(030)435-175; E-mail:institut@irmbor.co.rs**BANCA INTESA**

Izvod deviznog računa 160005080000503252 br. 37/2020 / FX

Account Statement

Za datum: 12.08.2020 / Date

Račun: 160005080000503252 / Account

822 / 37

EUR INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU

ZELENI BULEVAR 3519210 Bor

MB:07130279

IBAN:RS35160005080000503252

R. br. No.	Transakcija Transaction	Iznos / duguje Debit	Iznos/potražuje Credit	Din.protivvredn Counter. in RSD	Datum knjiženja Booking date
					Datum valute Value date
					Datum prijema Entry date

EUR/ Konto: / Subaccount: 5002202 - Devizni računi pravnih lica

Početno stanje

/Previous balance:

1 Prihod iz inostranstva /ME25520042000000429819 BRSKOVO MINE DOO INVOICE 92200444-20	0.00	7,000.00	823,091.50	2020.08.12 2020.08.12 2020.08.12
Nalog br. 000PRPL202250583 Referenca 888088803359572				

Novo stanje:

/New balance:

Datum / Date: 13/08/2020

Ovaj dokument je elektronski generisan i validan je bez pečata i potpisa
/ This document is electronically generated and valid without the seal and signature

Strana / Page 1 of 1



**INSTITUT ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR**
19210 BOR, ul. Zeleni bulevar 35
PAK : 602001

PIB 100627146

MB 07130279

Tel/Fax. 030 / 454 - 127; Faks: 030 / 436 - 731

Tkući račun - 160 - 42434 - 38

e-mail: tanja.mihajlovic@irmbor.co.rs

Записан 2009. 11.04. 2016. год
274
007/05

KUPAC	401840
BRSKOVO MINE D.O.O.	
Dalmatinska 176	
Podgorica	
Crna Gora	

**R A C U N br.
INVOICE No.**

92200295-20

Mesto izdavanja : BOR

Datum izdavanja : 31.05.2020.

Datum prometa : 31.05.2020.

Valuta : čl.7 Ugovora

Ugovor br. / Contract No. 143/20 od 28.01.2020.

Šifra projekta	Naziv / Description	Ukupno EUR / Total EUR
	<i>Izrada projektne dokumentacije - Elaborat o rezervama</i> <i>Development of project documentation-Reserve Study</i>	25.672,00
	<i>Avans/ Advance 30%</i>	9.672,00
ZA UPLATU / FOR PAYMENT - TOTAL EUR		16.000,00

Note on tax exemption:

Exempt from VAT payment pursuant to Art.12th, 4th of the VAT Law

Fakturisao

Tanja Mihajlović



Rukovodilac

Vesna Florić, dipl.ecc.



BANCA INTESA

Izvod deviznog računa 160005080000503252 br. 27/2020 / FX

Account Statement

Za datum: 30.06.2020 / Date

Račun: 160005080000503252 / Account

820/27 - 27

EUR INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU
ZELENI BULEVAR 3519210 Bor
MB:07130279
IBAN:RS35160005080000503252

R. br. No	Transakcija Transaction	Iznos / duguje Debit	Iznos/potražuje Credit	Din.protivvredn Counterf. in RSD	Datum knjiženja Booking date
					Datum valute Value date
					Datum prijema Entry date

EUR/ Konto: / Subaccount: 5002202 - Devizni računi pravnih lica

Početno stanje
/Previous balance:

1	Priliv iz inostranstva /ME25520042000000429819 BRSKOVO MINE DOO RACUN/INVOICE 92200295-20 Nalog br. 000PRPL201780490 Referencia ASW41508/260620	0.00	16,000.00	1,881,216.00	2020.06.30 2020.06.30 2020.06.30
2	Priliv iz inostranstva /MK07280101010058248 JOVANOV KIRIL /INV/95140358.20 DTD 30062020/ROC /63255 Nalog br. 000PRPL201828004 Referencia A075320630G3C9S2	0.00	50.00	5,878.80	2020.06.30 2020.06.30 2020.06.30

Novo stanje:
/New balance:



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

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

**BANCA INTESA**

Izvod deviznog računa 160005080000503252 br. 50/2020 / FX

Account Statement

Za datum: 22.09.2020 / Date

Račun: 160005080000503252 / Account

820 / 50

EUR INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU
ZELENI BULEVAR 3519210 Bor
MB:07130279
IBAN:RS35160005080000503252

R. br. No	Transakcija Transaction	Iznos / duguje Debit	Iznos/potražuje Credit	Din.protivredn Counterv. in RSD	Datum knjiženja Booking date
					Datum valute Value date
					Datum prijema Entry date

EUR/ Konto: / Subaccount: 5002202 - Devizni računi pravnih lica

Početno stanje

/Previous
balance:

1	<u>Prilik iz inostranstva /ME2552004200000429819 BRSKOVO MINE DOO INVOICE 95210549-20</u>	0.00	9,804.00	1,152,832.75	2020.09.22 2020.09.21 2020.09.22
Nalog br. 000PRPL202620303 Referenca ASW67015/180920					
2	<u>Gotovinska isplata pravno lice Ilić Biljana</u>	700.00	0.00	82,311.60	2020.09.22 2020.09.22 2020.09.22
Nalog br. 420CHWC202660001 Referenca FJB2026615319763					

Novo stanje:
/New balance:



**INSTITUT ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR**
19210 BOR, ul. Zeleni bulevar 35
PAK : 602001

PIB 100627146

MB 07130279

Tel/Fax. 030 / 454 - 127; Faks: 030 / 436 - 731

Tekući račun - 160 - 42434 - 38

e-mail: tanja.mihajlovic@irmbor.co.rs

186 1007/103

KUPAC	401840
BRSKOVO MINE D.O.O.	
Dalmatinska 176	
Podgorica	
Crna Gora	

**R A Č U N br.
INVOICE No.**

95210200-21

Mesto izdavanja : BOR

Datum izdavanja : 23.03.2021.

Datum prometa : 23.03.2021.

Valuta : 23.04.2021.

Šifra projekta	Naziv / Description	Ukupno EUR / Total EUR
1.	<i>Laboratorijska geomehanička ispitivanja uzoraka stena Brskovo - II tura</i> <i>Laboratory geomechanical testing of rock samples Brskovo - II round</i>	30.320,00
2.	<i>Laboratorijska geomehanička ispitivanja uzoraka stena Brskovo - III tura</i> <i>Laboratory geomechanical testing of rock samples Brskovo - III round</i>	4.480,00
<i>Σ 4.092.098,48</i>		34.800,00
ZA UPLATU / FOR PAYMENT - TOTAL EUR		

Prilog/Attachment :Specifikacija izvršenih radova / Specification of performed works

Note on tax exemption:

Exempt from VAT payment pursuant to Art.12th, 4th of the VAT Law

Fakturisao

Tanja Mihajlović



Rukovodilac

Vesna Florić dipl.ecc.

**BANCA INTESA**

Izvod deviznog računa 16000508000503252 br. 30/2021 / FX

Account Statement

Za datum: 13.04.2021 / Date

Račun: 16000508000503252 / Account

820 / 30

EUR INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU
ZELENI BULEVAR 3519210 Bor
MB:07130279
IBAN:RS3516000508000503252

R. br. No	Transakcija Transaction	Iznos / duguje Debit	Iznos/potražuje Credit	Din.protivvredn Counter. in RSD	Datum knjiženja Booking date
					Datum valute Value date
					Datum prijema Entry date

EUR/ Konto: / Subaccount: 5002202 - Devizni računi pravnih lica

Početno stanje

/Previous
balance:

1	Priliv iz inostranstva /ME25520042000000429819 BRSKOVO MINE DOO INVOICE 95210200-21 Nalog br. 000PRPL210990644 Referencia ASW63186/090421	0.00	34,800.00	4,091,436.00	2021.04.13 2021.04.13 2021.04.13
2	Gotovinska isplata pravno lice Biljana Ilić Nalog br. 420CHWC211030001 Referencia FJB2110323689339	300.00	0.00	35,271.00	2021.04.13 2021.04.13 2021.04.13

Novo stanje:
/New balance:



**INSTITUT ZA RUDARSTVO
I METALURGIJU BOR**
19210 BOR, ul. Zeleni bulevar 35
PAK : 602001

PIB 100627146

MB 07130279

Tel/Fax. 030 / 454 - 127; Faks: 030 / 436 - 731

Tkući račun - 160 - 42434 - 38

e-mail: tanja.mihajlovic@irmbor.co.rs

211	007/03
KUPAC	
401840	
BRSKOVO MINE D.O.O.	
<i>Dalmatinska 176</i>	
<i>Podgorica</i>	
Crna Gora	

**R A Č U N br.
INVOICE No.**

92200224-21

Mesto izdavanja : BOR

Datum izdavanja : 31.03.2021.

Datum prometa : 31.03.2021.

Valuta : čl.7 Ugovora

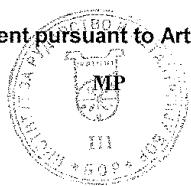
Ugovor br. / Contract No. 143/20 od 28.01.2020.

Šifra projekta	Naziv / Description	Ukupno EUR / Total EUR
	<i>Studija uticaja na životnu sredinu</i> <i>Environmental impact study</i>	15.123,00
	<i>Avans/ Advance 30%</i>	5.041,00
<i>$\Sigma = 1.185.442,54$</i>		
ZA UPLATU / FOR PAYMENT - TOTAL EUR		10.082,00

Note on tax exemption:

Exempt from VAT payment pursuant to Art.12th, 4th of the VAT Law

Fakturisao,

Tanja Mihajlović

Rukovodilac

Vesna Florić, dipl.ecc.

 **BANCA INTESA**

Izvod deviznog računa 160005080000503252 br. 37/2021 / FX

Account Statement

Za datum: 06.05.2021 / Date

Račun: 160005080000503252 / Account

82/37

EUR INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU
ZELENI BULEVAR 3519210 Bor
MB:07130279
IBAN:RS35160005080000503252

R. br. No.	Transakcija Transaction	Iznos / duguje Dabit	Iznos/potražuje Credit	Din.protivvredn Counterv. in RSD	Datum knjiženja Booking date
					Datum valute Value date
					Datum prijema Entry date

EUR/ Konto: / Subaccount: 5002202 - Devizni računi pravnih lica

Početno stanje
/Previous balance:

2021.05.0
2021.05.0
2021.05.0

Nalog br. 000PRPL211252336 Referenca ASW30454/040521

Novo stanje:
/New balance:



11.2. LISTA RANIJE PRIHVAĆENIH TEHNIČKIH REŠENJA

11.2.1. Dr Daniel Kržanović, dipl. inž. rudarstva

1. **Daniel Kržanović**, Ivana Jovanović, Radmilo Rajković, Milenko Ljubojev, Sanja Petrović, Ljubiša Obradović, Vesna Conić, Bitno poboljšano tehničko rešenje za odvodnjavanje čiste vode, uklanjanje mulja i sedimenta na površinskom kopu Južni revir Rudnika bakra Majdanpek, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M84, 2020
2. **Daniel Kržanović**, Dragan Milanović, Daniela Urošević, Milenko Ljubojev, Ivana Jovanović, Bojan Drobnijaković, Sanja Petrović, Novo tehničko rešenje procesa pripreme (drobljenje i prosejavanje) rude bakra u Rudniku bakra Majdanpek (RBM) u cilju povećanja kapaciteta prerade, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M82, 2019
3. I. Jovanović, **D. Kržanović**, S. Petrović, D. Milanović, M. Ljubojev, D. Urošević, V. Conić, Bitno poboljšano tehničko rešenje procesa mlevenja i klasiranja u rudniku bakra Majdanpek u cilju povećanja kapaciteta prerade, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M84, 2019.
4. Miomir Mikić, Milenko Ljubojev, Radmilo Rajković, **Daniel Kržanović**, Daniela Urošević, Ivana Jovanović, Lidija Đurđevac-Ignjatović, Dragan Ignjatović, Zoran Vaduvesković, Nova tehnologija pripreme deponije pepela-kaseta br. III termoelektrane Gacko na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Gračanica u cilju rekultivacije, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M81, 2014
5. Milenko Ljubojev, Miomir Mikić, Ružica Lekovski, **Daniel Kržanović**, Analiza naponsko deformacijskog stanja deonice kolektora sa prelivnim organom ispod Polja 2 flotacijskog odlagališta Veliki Krivelj MKE, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M83, 2012
6. **Daniel Kržanović**, Zoran Vaduvesković, Miodrag Žikić, Radoje Pantović, Saša Stojadinović, Nenad Vušović, Bitno poboljšanje iskorišćenja raspoloživih geoloških rezervi ležišta Južni revir Majdanpek u novo definisanoj optimalnoj konturi kopa primenom softverskih paketa Whittle i Gemcom, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M84, 2012
7. **Daniel Kržanović**, Bitno poboljšana tehnologija miniranja na površinskom kopu Zagrađe



5 u cilju dobijanja potrebne granulacije krečnjaka za dalji tehnološki tretman u krećnim pećima, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M84, 2010

8. **Daniel Kržanović**, Zoran Vaduvesković, Izbor optimalne konture površinskog kopa Veliki Krivelj iz uslova ostvarivanja maksimalnog profita za period od dvadeset godina eksploatacije, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M84, 2010
9. **Daniel Kržanović**, Zoran Vaduvesković, Bitno poboljšana tehnologija otkopavanja tehnogenog ležišta Depo šljake 1 u Boru u cilju ostvarivanja optimalnih kapaciteta prerade i smanjenja troškova otkopavanja, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M84, 2010
10. Zoran Vaduvesković, **Daniel Kržanović**, Koncepcijsko rešenje odlaganja kopovske jalovine i odvodnjavanja u funkciji zaštite životne sredine pri eksploataciji ležišta bakra "Kraku Bugaresku –Cementacija" i „Cerovo“, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M84, 2010
11. Zoran Vaduvesković, **Daniel Kržanović**, Dugoročno planiranje optimalnih kontura površinskih kopova (Cementacija 1, Cementacija 2, Cerovo Primarno i Drenova) sa aspekta ekonomске opravdanosti proizvodnje rude bakra primenom Whittle i Gemcom softverskih paketa, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M84, 2010

11.2.2. Mr Radmilo Rajković, dipl. inž. rudarstva

1. Miomir Mikić, Milenko Ljubojev, **Radmilo Rajković**, Bojan Drobnjaković, Ivana Jovanović, Daniela Urošević, Ljubiša Obradović, Srđan Milović, Boško Vuković, Sreten Beatović, Risto Milošević, Novak Pušara: Izrada nove linije odlaganja pepela iz termoelektrane "Gacko" u fazu 2 kasete III deponije pepela; Tehničko rešenje M82; Odluka Naučnog veća IRM Bor o prihvatanju rešenja br. XXVIII/7.1 od 14.08.2015.
2. **Radmilo Rajković**, Goran Angelov, Borivoje Petrović, Ljubiša Obradović, Daniela Urošević, Ivana Jovanović, Miomir Mikić, Bojan Drobnjaković, Sreten Beatović, Risto Milošević, Novak Pušara: Izgradnja Kasete br. III faze 1 deponije pepela TE "Gacko" primenom nove tehnologije konstrukcije deponije, u cilju smanjenja negativnog uticaja deponije na životnu sredinu; Tehničko rešenje M81; Odluka Naučnog veća IRM-a o prihvatanju Tehničkog rešenja br. XXIV/2.2. od 26.12.2014.
3. Miomir Mikić, Milenko Ljubojev, **Radmilo Rajković**, Daniel Kržanović, Daniela Urošević, Ivana Jovanović, Lidija Đurđevac-Ignjatović, Dragan Ignjatović, Zoran



Vaduvesković: Nova tehnologija pripreme deponije pepela – kaseta br. III termoelektrane Gacko na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Gračanica u cilju rekultivacije; Tehničko rešenje M81; Odluka Naučnog veća IRM-a o prihvatanju Tehničkog rešenja br. XXIII/7. od 02.12.2014.

4. Ružica Lekovski, Mile Bugarin, Miomir Mikić, **Radmilo Rajković**, Ljubiša Obradović: Remedijacija na flotacijskom jalovištu Bor primenom kategorija polurekultivacije i autorekultivacije; Tehničko rešenje M82; Odluka Naučnog veća IRM-a o prihvatanju Tehničkog rešenja br. X/7.5. od 09.10.2012.
5. Mile Bugarin, Ljubiša Obradović, **Radmilo Rajković**, Vladan Marinković, Zoran Stevanović: Trodimenzionalni model Oštreljskog planira u funkciji analize uticaja kiselih otpadnih voda na životnu sredinu; Projekat MNTR TR-37001 TR-1; Tehničko rešenje M84; Odluka Naučnog veća IRM Bor o prihvatanju rešenja br. X/7.1, 2012.
6. Miroslav Ignjatović, **Radmilo Rajković**, Miroslava Maksimović, Dragan Ignjatović: Određivanje završnih uglova novoprojektovanog površinskog kopa pri eksploataciji uljnih škriljaca sa lokaliteta Aleksinačkog ležišta programom GeoStudio 2007 – Slope/W, Projekat MNTR TR-17005 TR-1, Tehničko rešenje M83; IRM Bor br. 543, 2010.
7. Miroslav Ignjatović, **Radmilo Rajković**, Vladan Marinković, Dragan Ignjatović: Određivanje optimalne konture novoprojektovanog površinskog kopa pri eksploataciji uljnih škriljaca sa lokaliteta Aleksinačkog ležišta programom Minex 5.2.3.; Projekat MNTR TR-17005 TR-2; Tehničko rešenje M83; IRM Bor br. 543/2, 2010.
8. **Radmilo Rajković**, Mile Bugarin, Zoran Stevanović, Ljubiša Obradović: Tehnologija čišćenja taložnog materijala iz filter taložnika postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda Ogranka "Prerada" – Vreoci., Projekat DRP čišćenja taložnog materijala iz filter taložnika postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda Ogranka "Prerada" – Vreoci, Tehničko rešenje M83; IRM Bor br. 760, 2010.

11.2.3. Miomir Mikić, dipl. inž. rudarstva

1. **Miomir Mikić**, Milenko Ljubojev, Radmilo Rajković, Bojan Drobnjaković, Ivana Jovanović, Daniela Urošević, Ljubiša Obradović, Srđan Milović, Boško Vuković, Sreten Beatović, Risto Milošević, Novak Pušara: Izrada nove linije odlaganja pepela iz termoelektrane "Gacko" u fazu 2 kasete III deponije pepela; Tehničko rešenje M82; Odluka Naučnog veća IRM Bor o prihvatanju rešenja br. XXVIII/7.1 od 14.08.2015.



2. Ivana Jovanović, Sanja Petrović, Dragan Milanović, Bojan Drobnjaković, **Miomir Mikić**, Daniela Urošević, Lidija Đurđevac-Ignjatović, Implementacija nove linije osnovnog flotiranja minerala bakra iz ležišta "Cerovo" u flotaciji Veliki Krivelj. Tehničko rešenje M82; Odluka Naučnog veća IRM Bor o prihvatanju rešenja br. XXVIII/6 od 14.08.2015.
3. Radmilo Rajković, Goran Angelov, Borivoje Petrović, Ljubiša Obradović, Daniela Urošević, Ivana Jovanović, **Miomir Mikić**, Bojan Drobnjaković, Sreten Beatović, Risto Milošević, Novak Pušara: Izgradnja Kasete br. III faze 1 deponije pepela TE "Gacko" primenom nove tehnologije konstrukcije deponije, u cilju smanjenja negativnog uticaja deponije na životnu sredinu; Tehničko rešenje M81; Odluka Naučnog veća IRM-a o prihvatanju Tehničkog rešenja br. XXIV/2.2. od 26.12.2014.
4. **Miomir Mikić**, Milenko Ljubojev, Radmilo Rajković, Daniel Kržanović, Daniela Urošević, Ivana Jovanović, Lidija Đurđevac-Ignjatović, Dragan Ignjatović, Zoran Vaduvesković: Nova tehnologija pripreme deponije pepela – kaseta br. III termoelektrane Gacko na unutrašnjem odlagalištu površinskog kopa Gračanica u cilju rekultivacije; Tehničko rešenje M81; Odluka Naučnog veća IRM-a o prihvatanju Tehničkog rešenja br. XXIII/7. od 02.12.2014.
5. Ružica Lekovski, Mile Bugarin, **Miomir Mikić**, Radmilo Rajković, Ljubiša Obradović: Remedijacija na flotacijskom jalovištu Bor primenom kategorija polurekultivacije i autorekultivacije; Tehničko rešenje M82; Odluka Naučnog veća IRM-a o prihvatanju Tehničkog rešenja br. X/7.5. od 09.10.2012.
6. dr Milenko Ljubojev, dr Ružica Lekovski, **Miomir Mikić**, Daniel Kržanović: Analiza naponsko deformacijskog stanja deonice kolektora sa prelivnim organom ispod polja 2 flotacijskog odlagališta Veliki Krivelj MKE. Tehničko rešenje M83; Odluka Naučnog veća IRM-a o prihvatanju Tehničkog rešenja br. VI/5.14. od 31.01.2012.

11.2.4. Dr Nenad Vušović, dipl. inž. rударства

1. Daniel Kržanović, Zoran Vaduvesković, Miodrag Žikić, Radoje Pantović, Saša Stojadinović, **Nenad Vušović**, Bitno poboljšanje iskorišćenja raspoloživih geoloških rezervi ležišta Južni revir Majdanpek u novo definisanoj optimalnoj konturi kopa primenom softverskih paketa Whittle i Gemcom, Institut za rудarstvo i metalurgiju Bor, Tehničko rešenje M84, 2012



12) LITERATURA

- [1] Main mining project of excavation of lead and zinc ore in Brskovo ore deposits, Mining and Metallurgy Institute Bor, 2021
- [2] Feasibility study of exploitation of lead, zinc and supporting useful components in Brskovo ore deposits, Mining and Metallurgy Institute Bor, 2020
- [3] A preliminary economic assessment on the Brskovo zinc lead project, Montenegro, SRK Consulting (UK) Limited, 2019
- [4] Elaborat o rezervama i resursima, olova, cinka i pratećih korisnih komponenti, u ležištima rudnog polja Brskovo (ležišta Brskovo, Žuta prla - Razvrsje - Višnjica), sa stanjem 31.12.2019. godine, Institut za rударство I metalurgiju Bor, 2019
- [5] Daniel Kržanović, Radmilo Rajković, Nenad Vušović, Milenko Jovanović, Selection of the optimal contour of the open pit in mining the lead and zinc ore deposit with the increased mercury content, Mining and Metallurgy Engineering Bor, 1-2/2021, Mining and Metallurgy Institute Bor
- [6] Daniel Kržanović, Nenad Vušović, Milenko Ljubojev, Selection of the optimum pushbacks in a long-term planning process of the Open Pit – a condition for maximization the Net Present Value: Case study: the Open Pit Veliki Krivelj, Serbia, Mining and Metallurgy Engineering Bor, 1-2/2018, Mining and Metallurgy Institute Bor, pp. 37-44
- [7] Daniel Kržanović, Nenad Vušović, Milenko Ljubojev, Radmilo Rajković, Analysis the profitability of the copper ore exploitation on the Cerovo Primarno-Drenova deposit for the capacities of flotation ore processing of 6.0 and 12.0 million tons annually, Mining and Metallurgy Engineering Bor, No. 3-4, 2018, pp.9–18.
- [8] Zoran Vaduvesković, Daniel Kržanović, Milenko Ljubojev, Nenad Vušović, The use of script in the software Gemcom, Mining and Metallurgy Engineering Bor, 4/2015, Mining and Metallurgy Institute Bor, pp. 53-60.
- [9] Radmilo Rajković, Zoran Vaduvesković, Lazar Stojanović, Daniel Kržanović, Algorithm of optimization the open pits using the computer programs Whittle and Gemcom; Mining and Metallurgy Engineering Bor 2/2014, Mining and Metallurgy Institute Bor, pp. 45-60



- [10] Zoran Vaduvesković, Daniel Kržanović, Nenad Vušović, Analysis the possibility of improving the economic indicators of exploitation the deposit Cementacija Kraku Bugaresku-ore field Cerovo, Mining and Metallurgy Engineering Bor, 1/2014, Mining and Metallurgy Institute Bor, pp.13-24.



13) IZVEŠTAJI RECENZENATA

INSTITUT ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR NAUČNOM VEĆU

RECENZIJA TEHNIČKOG REŠENJA POD NAZIVOM

MODEL ZA OPTIMIZACIJU I PLANIRANJE OTKOPAVANJA LEŽIŠTA OLOVA I CINKA U RUDNOM POLJU BRSKOVO, REPUBLIKA CRNA GORA U CILJU MAKSIMIZACIJE PROFITA

Autora:

1. Dr Daniel Kržanović, dipl. inž. rударства, Institut za rударство i metalurgiju Bor
2. Mr Radmilo Rajković, dipl. inž. rударства, Institut za rударство i metalurgiju Bor
3. Mr Igor Srvkota, dipl. inž. rударства, Institut za rударство i metalurgiju Bor
4. Miomir Mikić, dipl. inž. rударства, Institut za rударство i metalurgiju Bor
5. Dr Dejan Stevanović, dipl. inž. rударства, Rudarsko geološki fakultet Univerziteta u Beogradu
6. Dr Nenad Vušović, dipl. inž. rударства, Tehnički fakultet u Boru Univerziteta u Beogradu
7. Milenko Jovanović, dipl. inž. geologije, Institut za rударство i metalurgiju Bor

Odlukom Naučnog veća IRM Bor, broj III/3.1 od 21.04.2021. godine određen sam za recenzenta tehničkog rešenja pod nazivom: *Model za optimizaciju i planiranje otkopavanja ležišta olova i cinka u rudnom polju Brskovo, Republika Crna Gora u cilju maksimizacije profita.*

Predloženo tehničko rešenje je rađeno za „Tara Resources AG“, kompaniju koja se bavi mineralnim resursima, sa sedištem u Švajcarskoj, i poseduje 100% vlasništva nad preduzećem „Brskovo Mine d.o.o.“ (ranije „North Mining d.o.o.“), koje je registrovano u Crnoj Gori.

Na osnovu priložene tehničke dokumentacije iznosim sledeći

RECENZENTSKI IZVEŠTAJ

Predloženo tehničko rešenje sadrži ukupno 70 strana u okviru kojih su osim tekstualnog dela, sadržane ukupno 6 tabela i 23 slike.

Tehničko rešenje je prikazano kroz sledeća pripadajuća poglavlja:

- Zahtev za pokretanje postupka za validacijom i verifikacijom tehničkog rešenja
- Odluka o pokretanju postupka za validacijom i verifikacijom tehničkog rešenja i imenovanju recenzenata



1. Ime i prezime autora rešenja
2. Naziv tehničkog rešenja
3. Ključne reči
4. Za koga je rešenje rađeno (pravno lice ili grana privrede) - korisnik
5. Godina kada je rešenje kompletirano
6. Godina kada je počelo da se primenjuje i od koga
7. Oblast i naučna disciplina na koju se tehničko rešenje odnosi
8. Problem koji se tehničkim rešenjem rešava
9. Stanje rešenosti tog problema u svetu
10. Opis tehničkog rešenja
 - 10.1. Uvod
 - 10.2. Softversko modeliranje ležišta Brskovo i Višnjica-Žuta Prla-Razvršje
 - 10.3. Ekonomski model za optimizaciju granice kopova
 - 10.4. Optimizacija konačnih granica sa analizom optimalnih kontura faznog razvoja površinskih kopova ZPV i Brskovo
 - 10.4.1. Analiza optimalnih kontura površinskog kopa Žuta Prla – Višnjica (ZPV)
 - 10.4.2. Konačna granica i fazni razvoj površinskog kopa ZPV
 - 10.4.3. Analiza optimalnih kontura površinskog kopa Brskovo
 - 10.4.4. Konačna granica i fazni razvoj površinskog kopa Brskovo
 - 10.4.5. Prostorno ograničenje površinskih kopova ZPV i Brskovo
 - 10.4.6. Karakteristike izabranih Faza razvoja površinskih kopova ZPV i Brskovo
 - 10.5. Optimizacija dinamike otkopavanja
 - 10.6. Neto sadašnja vrednost (NSV)
 - 10.7. Zaključak
11. Tehnička dokumentacija (validan dokaz o primeni tehničkog rešenja-potvrda ustanove /kompanije koja ga koristi i dr.), lista ranije prihvaćenih tehničkih rešenja za svakog od autora pojedinačno
 - 11.1. Validan dokaz o primeni tehničkog rešenja - ugovor i aneks ugovora o poslovno-tehničkoj saradnji između Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor i kompanije Brskovo Mine d.o.o.
 - 11.2. Lista ranije prihvaćenih tehničkih rešenja
12. Literatura

Autori su na osnovu geološkog modela ležišta, i tehnokratičkih parametara eksploatacije, koristeći softverske pakete *Gems* i *Whittle*, razvili ekonomski model za optimizaciju otkopavanja ležišta. Kroz fazni razvoj radova, i dinamiku otkopavanja, obezbeđena je profitabilna i rentabilna eksploatacija sa maksimalnom neto sadašnjom vrednošću ležišta.

Kroz navedena poglavља, na jasan i prihvatljiv način je objašnjena i obrađena tematika optimizacije otkopavanja ležišta uz dovoljno informacija o upotrebljivosti predloženog tehničkog rešenja.



ZAKLJUČAK

Tehničkim rešenjem obezbeđuje se profitabilna eksploataciju ležišta, uz sveobuhvatno sagledavanje procesa planiranja eksploatacije na površinskim kopovima primenom savremenih softverskih alata, što je standard u svetskim okvirima. Rezultat takvog pristupa jeste unapređenje eksploatacije ležišta rude olova i cinka Žuta Prla-Višnjica i Brskovo, koji se odlikuju prisustvom visokog sadržaja žive u pojedinim partijama ležišta u složenim radnim uslovima, a koje se ogleda u ostvarivanju boljih finansijskih efekata u poslovanju rudnika.

Izložena materija može veoma korisno da posluži rudarskim inženjerima i svim drugim stručnjacima koji su profesionalno vezani za tehnološke procese eksploatacije ležišta mineralnih sirovina.

Na osnovu izloženog, predlažem Naučnom veću IRM Bor da se tehničko rešenje pod nazivom: *Model za optimizaciju i planiranje otkopavanja ležišta olova i cinka u rudnom polju Brskovo, Republika Crna Gora u cilju maksimizacije profita*, prihvati i svrsta u kategoriju M81.

Datum: 02.06.2021. god.

RECENZENT

dr Mevludin Avdić, dipl. inž. rud.

redovni profesor
Rudarsko Geološko Građevinski Fakultet,
Univerzitet u Tuzli



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО И МЕТАЛУРГИЈУ БОР НАУЧНОМ ВИЈЕЋУ

19 210 Бор

Ул. Зелени булевар 35

Предмет: Извјештај о рецензији Техничког рјешења под називом

МОДЕЛ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ И ПЛАНИРАЊЕ ОТКОПАВАЊА ЛЕЖИШТА ОЛОВА И ЦИНКА У РУДНОМ ПОЉУ БРСКОВО, РЕПУБЛИКА ЦРНА ГОРА У ЦИЉУ МАКСИМИЗАЦИЈЕ ПРОФИТА

чији су аутори:

- 1) Др Даниел Кржановић, дипл. инж. рударства
- 2) Mr Радмило Рајковић, дипл. инж. рударства
- 3) Mr Игор Свркота, дипл. инж. рударства
- 4) Миомир Микић, дипл. инж. рударства
- 5) Др Дејан Стевановић, дипл. инж. рударства
- 6) Др Ненад Вушовић, дипл. инж. рударства
- 7) Миленко Јовановић, дипл. инж. Геологије

Образложение:

Одлуком Научног вијећа ИРМ Бор број: број III/3.1 од 21.04.2021. године, одређен сам за рецензента горе наведеног Техничког рјешења, те сагласно томе и на основу анализе расположиве документације, дајем своје мишљење.

Техничко рјешење је урађено у складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно – истраживачких резултата истраживача (Сл. гласник РС 24/2016, 21/2017 и 38/2017).

Основни подаци о Техничком рјешењу су:

- 70 страна текста,
- 23 слике и
- 6 табела,

Садржај Техничког рјешења је приказан кроз следећа припадајућа поглавља:

- 1) Увод
- 2) Софтверско моделирање лежишта Брсково и Вишњица-Жута Прла-Развршије



- 3) Економски модел за оптимизацију границе копова
- 4) Оптимизација коначних граница са анализом оптималних контура фазног развоја површинских копова ЗПВ и Брсково
 - 4.1. Анализа оптималних контура површинског копа Жута Прла – Вишњица (ЗПВ)
 - 4.2. Коначна граница и фазни развој површинског копа ЗПВ
 - 4.3. Анализа оптималних контура површинског копа Брсково
 - 4.4. Коначна граница и фазни развој површинског копа Брсково
 - 4.5. Просторно ограничење површинских копова ЗПВ и Брсково
 - 4.6. Карактеристике избраних Фаза развоја површинских копова ЗПВ и Брсково
- 5) Оптимизација динамике откопавања
- 6) Нето садашња вриједност (HCB)
- 7) Закључак

Сва наведена поглавља у садржају су на јасан и научно утемељен начин објашњена и обрађена.

Аутори су у Техничком рјешењу дали приказ развијеног модела за оптимизацију и планирање производње руде олова и цинка на локалитету рудног поља Брсково.

Полазну основу, односно основне улазне податке и параметре представљају геолошки блок модели рудних лежишта Брсково и Жута Прла-Вишњица. Софтверско моделирање рудних лежишта урађено је у програмском пакету *Gems*.

Аутори су у Техничком рјешењу приказали параметре економског модела и развили формулу за процјену садржаја живе у концентрату, која је је ограничавајући фактор код процеса оптимизације.

За дефинисање оптималних контура површинских копова Жута Прла – Вишњица и Брсково примјењен је свјетски признат рачунарски програмски пакет за оптимизацију и дугорочко планирање *Whittle*. У истом рачунарском програму извршен је избор фаза развоја површинских копова и оптимизација динамике откопавања са циљем максимизације нето садашње вриједности (HCB).

На основу добијене вриједност HCB-а закључује се да постављен модел обезбеђује профитабилну експлоатацију руде олова и цинка у рудном пољу Брсково.



Закључак

Техничко рјешење под називом:

МОДЕЛ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ И ПЛАНИРАЊЕ ОТКОПАВАЊА ЛЕЖИШТА ОЛОВА И ЦИНКА У РУДНОМ ПОЉУ БРСКОВО, РЕПУБЛИКА ЦРНА ГОРА У ЦИЉУ МАКСИМИЗАЦИЈЕ ПРОФИТА

представља производ рада на пројекту експлоатације руде олова и цинка за предузеће Brskovo Mine д.о.о, које је у власништву компаније Tara Resources AG.

Аутори су примјеном савремених метода науке о рударском инжењерству, односно геомоделирања и методама математичког програмирања и оптимизације, приступили разматрању проблема дефинисања оптималних контура копова и дугорочне експлоатације руде.

У том смислу, развијени модел пружа могућност да се имплементацијом оптималних рјешења оствари максимизација вриједности НСВ у реалним условима процеса експлоатације руде на површинским коповима.

На основу напријед наведеног, препоручујем Научном вијећу ИРМ Бор да се Техничко рјешење прихвати и сврста у категорију M81 поменутог правилника.

У Приједору, 15.06.2021. године

Рецензент Техничког рјешења

др Владимир Малбашић, ред.професор

Рударски факултет Приједор
Универзитета у Бањој Луци



14) ODLUKA NAUČNOG VEĆA INSTITUTA ZA RUDARSTVO I METALURGIJU BOR O PRIHVATANJU TEHNIČKOG REŠENJA



ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
И МЕТАЛУРГИЈУ БОР

НАУЧНО ВЕЋЕ

Број: V/3.

Од 16.06.2021. године

На основу Правилника о стицању истраживачких и научних звања, прилог 2 (Сл.гласник РС бр.159/2020), Научно веће је на V-ој седници одржаној дана 16.06.2021. године донело:

ОДЛУКУ о прихватању техничког решења

I

На основу покренутог поступка за валидацијом и верификацијом техничког решења под називом: „МОДЕЛ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ И ПЛАНИРАЊЕ ОТКОПАВАЊА ЛЕЖИШТА ОЛОВА И ЦИНКА У РУДНОМ ПОЉУ БРСКОВО, РЕПУБЛИКА ЦРНА ГОРА У ЦИЉУ МАКСИМИЗАЦИЈЕ ПРОФИТА“, аутори: др Даниел Кржановић, мр Радмило Рајковић, мр Игор Свркота, Миомир Микић, мр Дејан Стевановић, др Ненад Вушовић, Миленко Јовановић, и мишљења рецензената и корисника о наведеном техничком решењу, Научно веће је донело Одлуку о прихватању наведеног техничког решења.



ПРЕДСЕДНИК НАУЧНОГ ВЕЋА
А.Костов
Др Ана Костов, дипл.инж.мет.
Научни саветник