

# Tehno-ekonomska ocena podzemnog otkopavanja sulfidnog ležišta bakra

Nataša Raič



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

**[ДР РГФ]**

Tehno-ekonomska ocena podzemnog otkopavanja sulfidnog ležišta bakra | Nataša Raič | | 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0006457>



**Univerzitet u Beogradu**  
**Rudarsko-geološki fakultet**



**Završni rad**

**Master akademske studije**

**Tehno-ekonomska ocena podzemnog otkopavanja**  
**sulfidnog ležišta bakra**

**Kandidat**

**Nataša Raič R559/21**

**Mentor**

**Prof. dr Branko Gluščević**

**Beograd, septembar, 2022.**

**Komisija:**

1. Dr Branko Gluščević, redovni profesor, mentor

Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

2. Dr Čedomir Beljić, redovni profesor, član

Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

3. Dr Zoran Gligorić, redovni profesor, član

Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

**Datum odbrane: 26.09.2022.**

## Rezime

Nakon mnogih geoloških istraživanja i eksploatacije Jame – Bor, pristupiće se otkopavanju sulfidnog ležišta bakra „Borska reka“ iznad XIX horizonta.

Da bi se postigli najbolji rezultati prilikom eksploatacije ležišta, primenjena je komorno-stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa pastom.

Tehno-ekonomska ocena opravdanosti eksploatacije rude bakra iz ležišta „Borska reka“ sa očuvanjem površine terena, urađena je na bazi projektovanih parametara datih u tehničkom projektu. Analiziran je i ocenjen vek projekta – prvih 10 godina od 25 godina, koje predstavljaju ukupni vek trajanja eksploatacije.

Procenjeno je da je investicioni projekat u celini rentabilan i ekonomski potpuno opravdan.

***Ključne reči: tehno-ekonomska ocena, investicioni projekat, sulfidno ležište bakra, „Borska reka“, podzemna eksploatacija, otvaranje rudnika, metoda otkopavanja.***

## Sadržaj:

1. UVOD.....	1
2. OSNOVNI POJMOVI TEHNO–EKONOMSKE OCENE INVESTICIONOG PROJEKTA.....	3
3. PODACI O SULFIDNOM LEŽIŠTU BAKRA „BORSKA REKA“ .....	9
3.1. Opis rudnog tela .....	9
3.2. Eksploatacione rezerve .....	11
3.3. Rovna ruda .....	12
4. POLAZNI PARAMETRI TEHNO–EKONOMSKE OCENE.....	15
5. IZRADA PODZEMNIH OBJEKATA .....	17
5.1. Određivanje lokacije objekta otvaranja .....	17
5.2. Konstrukcija jame .....	17
5.3. Podzemne prostorije .....	21
6. KONCEPT PODZEMNOG OTKOPAVANJA .....	28
6.1. Izbor metode otkopavanja.....	28
6.2. Komorno-stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa.....	29
6.3. Dinamika otkopavanja rude .....	33
7. INVESTICIONA ULAGANJA.....	35
7.1. Izrada prostorija otvaranja .....	35
7.2. Oprema na otkopavanju .....	38
7.3. Spravljenje i distribucija paste .....	41
7.4. Oprema na drobljenju i transportu .....	42
7.5. Oprema za ventilaciju i odvodnjavanje .....	44
7.6. Ulaganja u flotaciju .....	44
7.7. Ukupna investiciona ulaganja .....	44

7.8. Finansijska konstrukcija .....	45
8. TROŠKOVI NA EKSPLOATACIJI RUDE .....	47
8.1. Normativi i troškovi otkopavanja rude.....	47
8.2. Normativi i troškovi na pripremi rude.....	52
8.3. Ukupni troškovi eksploatacije rude.....	56
9. TEHNO – EKONOMSKA OCENA OPRAVDANOSTI IZGRADNJE .....	57
9.1. Cena koštanja .....	57
9.2. Bilans uspeha .....	61
9.3. Finansijski novčani tok.....	62
9.4. Ekonomski novčani tok .....	65
9.5. Analiza osetljivosti, rizika i prelomne tačke.....	68
9.6. Zaključna ocena o ekonomskoj opravdanosti.....	70
10. ZAKLJUČAK.....	73
LITERATURA.....	75

# 1. UVOD

Cilj ovog rada je bolje razumevanje karakteristika sulfidnog ležišta bakra „Borska reka“, određivanje načina eksploatacije, ali i analiza ekonomske isplativosti investicionog projekta i troškova eksploatacije rudnog tela „Borska reka“.

Rad je podeljen na deset poglavlja. Prvo poglavlje je uvod u kojem se daje opis strukture rada.

Drugo poglavlje daje pregled osnovnih pojmova ekonomije preduzeća, ujedno i tehno-ekonomske ocene opravdanosti izgradnje.

Geološke karakteristike, opis rudnog tela i rudne rezerve koje će biti otkopavane su obrađene u trećem poglavlju rada.

Četvrto poglavlje je fokusirano na polazne parametre tehno-ekonomske ocene, gde su navedeni opšti parametri, parametri obračuna prihoda, kao i parametri obračuna rashoda.

Poglavlje broj pet opisuje određivanje lokacije objekta otvaranja, konstrukciju jame i izradu podzemnih prostorija.

U šestom poglavlju je prikazan izbor metode otkopavanja, njen opis i dinamika otkopavanja rude sa pratećim elementima.

Sedmo poglavlje se odnosi na procenu investicionih ulaganja i finansijsku konstrukciju otplate bankarskih kredita.

Troškovi eksploatacije rude, odnosno troškovi na otkopavanju i pripremi rude, detaljno su obrađeni u poglavlju broj osam.

Deveto poglavlje, koje je od najvećeg značaja jer se odnosi na temu rada, pokazuje analizu stepena ekonomske uspešnosti investicionog projekta kroz ekonomsko-finansijske projekcije i pokazatelje, i to: cenu koštanja, bilans uspeha, finansijski i ekonomski novčani tok, analizu osetljivosti i prelomne tačke. Zatim, uzimajući u obzir sve navedeno, data je zaključna ocena o ekonomskoj opravdanosti.



Deseto poglavlje, ujedno je i završno poglavlje u kojem se sumira prethodno urađeno u radu. Daje se kratak pregled na primenjene metode i rezultate tehnološko-ekonomske ocene i time donosi konačni zaključak.

## **2. OSNOVNI POJMOVI TEHNO–EKONOMSKE OCENE INVESTICIONOG PROJEKTA**

Rudnici su privredne organizacije u kojima se obavlja ekstrakcija mineralnih sirovina sa ciljem da se njihovom pripremom i realizacijom na tržištu, omogući što potpunije zadovoljenje društvenih potreba, u svrhu dalje prerade ili potrošnje. Specifičnost poslovanja rudnika kao mezoekonomskog sistema proističe upravo iz uloge da se u procesu društvene reprodukcije eksploatiše ležište jedne vrste sirovina, koja su data od prirode i koja se mogu eksploatisati dok ih ima u ležištu. Rudno blago se ne regeneriše, jednom otkopana ruda se više ne može nadoknaditi, već se novim istraživanjima mogu obezbediti nova ležišta za eksploataciju. Kako je rudno ležište dobro od opšteg interesa, kod otkopavanja se posebno mora voditi računa da se rudna tela sa nižim sadržajem metala ne smeju ostavljati neotkopana, već naprotiv, njihovu eksploataciju treba kombinovati sa eksploatacijom rudnih tela bogatijeg sadržaja. Geološke karakteristike rudnih ležišta i njihove osobine u pogledu kvantiteta rude, kvaliteta rude – sadržaja metala u rudi i prostorna orijentacija su prirodno definisani i time je ljudski uticaj zanemarljiv. Uticaj prirodnih uslova je značajan na rezultate koji se postižu u radu rudarskih preduzeća, gde je ležište mineralnih sirovina polazni element rudarske proizvodnje. Značajno je i dejstvo faktora vremena koje izgradnju rudnika uslovljava u rezultatima poslovanja. Na ostvarenje stepena ekonomske uspešnosti (odnos rezultata i ulaganja) rudarskih preduzeća pored ekonomskih zakonitosti procesa reprodukcije, utiču razni faktori različitog intenziteta delovanja i različitog kvaliteta, koji se obično grupišu u objektivne i subjektivne faktore.

Ekonomska uspešnost (kvalitet ekonomije) u rudnicima kao i pogonima za flotacijsku i metaluršku preradu, zavisi u mnogome od tehničkih faktora. Oni se ogledaju: u primenjenim metodama eksploatacije ležišta mineralnih sirovina, karakteristikama tehnološkog procesa prerade rude i koncentrata, tehničkoj opremljenosti rada, sredstava za rad, kvaliteta ulazne sirovine – rude, kvalitetu proizvoda – koncentrata, odnosno metala u proizvedenom koncentratu.

Analizom tehničkih faktora (tačnije tehničko-eksploatacionih faktora) još pre početka rada rudnika može se utvrditi da li je tehnički moguće i ekonomski opravdano eksploatirati određeno ležište uz optimalnu kombinaciju ekonomije mineralne sirovine i ekonomije novčanih sredstava. U tom cilju se utvrđuju:

- troškovi eksploatacije, i uticaj izbora metode (sistema) eksploatacije i veličine proizvodnog kapaciteta na veličinu i strukturu troškova,
- obezbeđene optimalne racionalnosti iskorišćavanja mineralne sirovine pri eksploataciji, sa posebnim osvrtom na gubitke i razblaženje korisne komponente u ležištu.

Problematika investiranja obrađuje pitanja vezana za formiranje, pokretljivost i upotrebu sredstava društvene akumulacije, kao jednog od ključnih činilaca proizvodnje i razvoja. S toga, investiciona odluka je odluka o upotrebi sredstava društvene akumulacije u toku koje dolazi do različitih kombinacija ostalih činilaca proizvodnje. Investiciona odluka uključuje niz različitih odluka, iz kojih ona zapravo i proističe.

Tehno-ekonomska ocena investicionog projekta obuhvata definisanje kriterijuma i izbor metoda za ocenu mogućih i prihvatljivih investicionih rešenja, izradu analitičko-dokumentacijske osnove za izbor projekata, te donošenje investicione odluke.

Jedna od tehno-ekonomskih karakteristika projekta je plan investicionog ulaganja. Investiciona ulaganja u osnovna sredstva imaju tu specifičnost da postepeno prenose svoju vrednost na proizvode, što se u strukturi troškova izražava kroz troškove amortizacije. Dok su ulaganja u trajna obrtna sredstva drugi deo potrebnih investicija za realizaciju projekta. Izvor investiranja su uglavnom bankarski krediti. Uslovi vraćanja kredita se procenjuju u odnosu na rok otplate i kamatnu stopu, kako bi bio poznat obračun anuiteta odnosno rate kredita. Kamatna stopa je godišnji procenat od količine pozajmljenog novca (glavnice) koji se plaća zbog korišćenja novca određeni vremenski period.

Amortizacija je proces koji označava postepeno trošenje osnovnih sredstava, pri čemu se deo njihove vrednosti postepeno prenosi na proizvedena dobra i usluge, te akumulira u odgovarajućim fondovima. Obračunom amortizacije osnovnih sredstava se postiže:

- pravilno utvrđivanje troškova proizvodnje,
- pravilno utvrđivanje prihoda,
- efikasno vođenje politike korišćenja i reprodukcije osnovnih sredstava.

Ono što posebno treba izdvojiti kao izvor informacija za planiranje investicionih projekata je bilans uspeha. Bilans uspeha prikazuje prihode i rashode projekta sa ciljem utvrđivanja rezultata poslovanja (ostvarene dobiti ili gubitka) u veku trajanja projekta.

Struktura cene koštanja u planiranju investicionog projekta je veoma bitna stavka. Ona obično obuhvata materijalne i ostale troškove, amortizaciju, lične dohotke, poreze i doprinose iz dohotka i ugovornih obaveza, ali i iznose obaveznih i rezervnih fondova. Navedeni fondovi se tretiraju kao troškovi, koji se moraju nadoknaditi kroz prodajnu cenu i to na nivou minimalnog zahteva. Opravdanje za ovakav pristup formiranju cene koštanja ogleda se ne samo u strožem zahtevu na efikasnost investicionog projekta, već u sebi sadrži pored toga i principe stvarnog planiranja one visine dohotka iz koje će se pokriti ne samo lični dohoci, porezi i doprinosi iz dohotka i ugovorne obaveze, već i delovi bruto programirane akumulacije.

Prilivi novca povećavaju materijalnu osnovu preduzeća, a odlivi istovremeno deluju na smanjenje materijalne osnove. Prema tome, razlika priliva i odliva u ekonomskom novčanom toku projekta pokazaće da li je u određenom veku projekta došlo do povećanja ili smanjenja materijalne osnove investicionog projekta. Razlika priliva i odliva predstavlja vrednost neto ekonomskog toka. U ekonomskom novčanom toku projekta se najčešće prvo pojavljuju negativni neto prilivi, a kasnije neto prilivi postaju pozitivni.

U finansijskom novčanom toku projekta se izražavaju vrednosti proizvodnih faktora, ali i vrednost finansijskih sredstava koja je potrebno imati na raspolaganju da bi se proizvodni faktori okrenuli u proces reprodukcije. Dakle, stavke u finansijskom toku projekta uključuju sve stavke iz ekonomskog toka, koje izražavaju vrednosti proizvodnih faktora, a na to i iznos finansijskih sredstava u projektu. Neto finansijski tok se dobija kao razlika ukupnih priliva i odliva novca za finansijski novčani tok.

Neto sadašnja vrednost je razlika između sadašnjih vrednosti budućih priliva i odliva gotovine projekta. Drugim rečima godišnji novčani tokovi se diskontuju po unapred određenoj diskontnoj stopi na nultu godinu, godinu implementacije. To se može izraziti jednačinom:

$$NPV = NCF_0 + (NCF_1 \cdot a_1) + (NCF_2 \cdot a_2) + \dots + (NCF_n \cdot a_n) \quad (2.1)$$

gde je:

NPV – neto sadašnja vrednost;

NCF – neto gotovinski tok projekta u godinama 0,1,2,...,n;

a – diskontni faktor u godinama 1,2,3,...,n.

Sažetiji oblik jednačine (2.1) će biti:

$$NPV = \sum_{t=0}^n (CI_t - CO_t) \cdot a_t \quad (2.2)$$

gde je:

n – godina projekta,

CI<sub>t</sub> – gotovinski priliv u godini t,

CO<sub>t</sub> – gotovinski odliv u godini t,

a<sub>t</sub> – diskontni faktor u godini t.

Interna stopa rentabilnosti (ISR) projekta se koristi kao mera njegove efikasnosti. ISR projekta je diskontna stopa koja neto sadašnju vrednost investicionog projekta svodi na nulu. Kod metode interne stope rentabilnosti, nepoznanica je diskontna stopa, a poznate veličine su neto ukupni prilivi, broj godina u veku projekta, neto sadašnja vrednost projekta, koja je unapred zadana kao 0. Pa je u procesu određivanja ISR potrebno pronaći onu diskontnu stopu, koja svodi sadašnju vrednost projekta na 0 i ta diskontna stopa je interna stopa rentabilnosti investicionog projekta:

$$i_r = \sum_{t=0}^n (CI_t - CO_t) \cdot a_t \quad (2.3)$$

Simboli su isti kao i u jednačini (2.2). A projekat se vrednuje kao prihvatljiv ako je:

$$i_r \geq i_{min} \quad (2.4)$$

gde je:

$i_r$  – interna stopa rentabilnosti,

$i_{min}$  – minimalno prihvatljiva stopa kapitalizacije investicija (granična stopa).

Granična stopa je jednaka stvarnoj kamatnoj stopi na dugoročne zajmove na tržištu kapitala ili kamatnoj stopi plaćenju zajmodavcu.

Za ocenu uspešnosti investicionog projekta, sa aspekta ulagača, neophodno je uzeti u obzir faktor vremena, tj. primeniti diskontni račun. Osnovu diskontnog računa čini diskontna stopa. Diskontna stopa je cena odricanja od potrošnje, kao oportunitetni trošak ulaganja u projekat istog nivoa rizika ili prinos koji se očekuje od ulaganja u projekat istog nivoa rizika. Ona se ne primenjuje direktno (kao delilac ili množilac) prilikom izračunavanja diskontnog računa, već se prvo izračunavaju diskontni faktori, pomoću kojih se diskontuju budući prinosi na sadašnju vrednost. Diskontni faktor predstavlja sadašnju vrednost jedne novčane jedinice u budućim godinama ili vrednost iz finansijske tablice.

Koncept sadašnje vrednosti bazira na tome da 1 jedinica primljena danas potencijalno više vredi od 1 jedinice primljene godinu dana kasnije. Tvrdnja bazira na činjenici da novac ima moć da oplodi kamatu (zaradu), a može se izraziti koeficijentom:

$$q^n = (1 + p)^n \quad (2.5)$$

gde je:

p – kamata,

$q^n$  – faktor složenog interesa,

n – godina.

Diskontni faktor je recipročna vrednost faktora složenog interesa, ili izraženo jednačinom:

$$1/q^n \quad (2.6)$$

Diskontna stopa se obično izjednačava sa kamatnom stopom, međutim ta veza nije jednostavna i važi samo u nekim specijalnim slučajevima.

U svakom investicionom projektu je prisutna neizvesnost, koja može dovesti u pitanje prihvatljivost projekta i za investitora i za društvo. Zbog toga je potrebno oceniti neizvesnost projekta, što znači sagledati njegovu prihvatljivost pri najnepovoljnijim okolnostima poslovanja. Analiza osetljivosti projekta ima za cilj da proceni prihvatljivost projekta, ukoliko vrednost kritičnih parametara projekta budu drugačije nego što je to planirano u toku dosadašnje analize. Proces primene analize osetljivosti projekta možemo podeliti u sledeće faze:

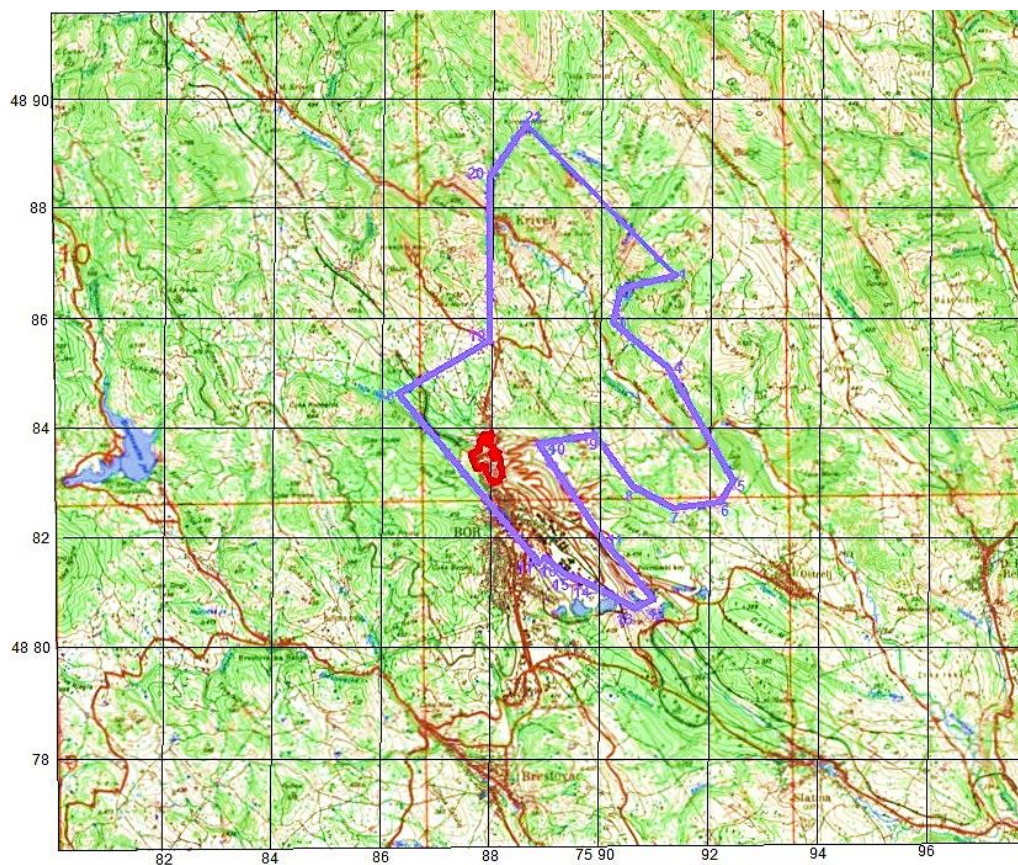
- definisanje kritičnih parametara projekta,
- određivanje intervala mogućeg kretanja vrednosti kritičnih parametara u budućnosti,
- određivanje verovatnih vrednosti kritičnih parametara,
- ocena projekta uz primenu verovatnih vrednosti kritičnih parametara.

### 3. PODACI O SULFIDNOM LEŽIŠTU BAKRA „BORSKA REKA“

#### 3.1. Opis rudnog tela

Sulfidno ležište bakra „Borska reka“ nalazi se u krajnjim severozapadnim delovima eksploatacionog polja Bor, ispod doline Borske reke (Slika 3.1.). Okolina ležišta odlikuje se blago zatalasanim reljefom sa nadmorskim visinama od 350 do 600 m.

„Borska reka“ pripada kategoriji ležišta velikih razmera, sa nešto povišenim srednjim sadržajem bakra. Pravac pružanja rudnog tela je SZ-JI, a zaleže prema zapadu, odnosno, jugozapadu pod uglom od  $45^{\circ}$ - $55^{\circ}$ .



Slika 3. 1. Geografski položaj ležišta „Borska reka“:

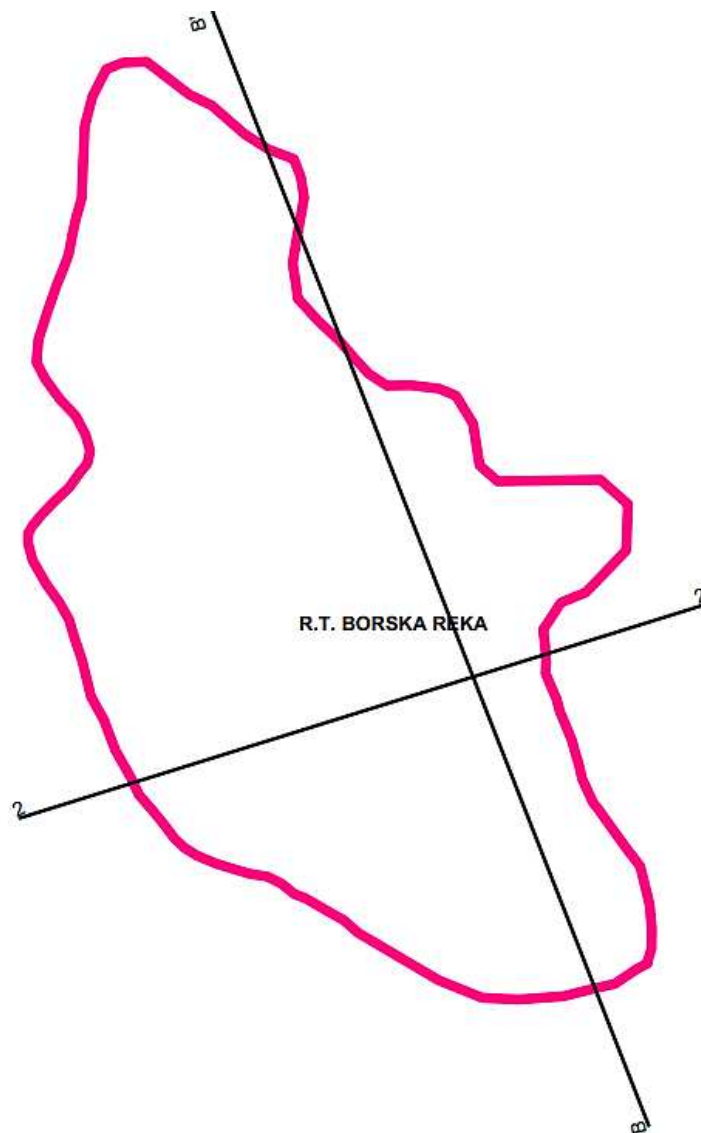
*plava boja – kontura eksploatacionog polja Bor,*

*crvena boja – kontura rudnog tela „Borska reka“*



Maksimalna dužina rudnog tela je 1410 m izmerena na K-395. Maksimalna širina od 635m izmerena je na istom nivou, a prosečna širina je oko 360 m. Prva veća kontinuirana površina rudnog tela se nalazi na K-75, a zadnja na K-715. Ovako okontureno rudno telo ima nepravilan oblik i podseća na deformisanu spljoštenu oborenu kupu sa bazisom prema jugoistoku a vrhom ka severozapadu (Slika 3.2.).

Konture rudnog tela prema istoku i severozapadu su jasno definisane, dok prema zapadu ostaju i dalje otvorene iz razloga što rudno telo u tom pravcu zaleže vrlo duboko. U konturama rudnog tela silifikacija i sulfatizacija su nešto jače izražene.



Slika 3. 2. Prikaz rudnog tela „Borska reka“

Nije uočeno izdvajanje samorodnog sumpora, sem veoma retkih, sporadičnih pojava, ne postoji opasnost od samozapaljivanja mineralne sirovine. Pomenuta mineralna sirovina ne poseduje eksplozivna svojstva.

### 3.2. Eksploatacione rezerve

Rudno telo „Borska reka“ svrstano je u prvu grupu rudnih tela u koju se uvršćuju ležišta i rudna tela bakra porfirskog tipa, veoma velikih do velikih razmera i izometričnog oblika, kod kojih je raspodela bakra ravnomerna do neravnomerna.

Kako će se otkopavati ruda iznad XIX horizonta (K-235 m), projektovana su dva eksploataciona bloka, sa zaštitnom pločom između njih, i zaštitnom pločom u krovinskom delu. Prvi eksploatacioni zahvat je predviđen od nivoa K-150 do K-90 m, a drugi eksploatacioni zahvat je predviđen od nivoa K-225 do K-165 m, tako da je ukupno visinsko rastojanje od K-235 do K-75. Zbog očuvanja funkcija XV i XVII horizonta definišu se zaštitne ploče za XV horizont od K-75 m do K-90 m (moćnost 15 m) i za XVII horizont od K-150 m do K-165 m (moćnost 15 m). Videti *Tabelu 3.1.* i *3.2.*

*Tabela 3. 1. Eksploatacione rezerve I eksploatacionog zahvata od K-90 do K-150*

Otkopni blok	Srednji sadržaj bakra Cu > 0.40 %								
I eksploatacioni zahvat	Ruda (t)	Cu (%)	Cu (t)	S (%)	S (t)	Au (g/t)	Au (kg)	Ag (g/t)	Ag (kg)
Gornji OB -90/-110	6.045.840	0,469	28.355	7,197	435.119	0,175	1.058	1,763	10.659
Srednji OB -110/-130	6.894.720	0,487	33.577	7,305	503.659	0,177	1.220	1,702	11.735
Donji OB -130/-150	7.536.240	0,506	38.133	7,307	550.673	0,187	1.409	1,612	12.148
<b>Σ</b>	<b>20.476.800</b>	<b>0,489</b>	<b>100.066</b>	<b>7,274</b>	<b>1.489.451</b>	<b>0,180</b>	<b>3.688</b>	<b>1,687</b>	<b>34.542</b>

Tabela 3. 2. Eksploatacione rezerve II eksploatacionog zahvata od K-165 do K-225

Otkopni blok	Srednji sadržaj bakra Cu > 0.40 %								
II eksploatacioni zahvat	Ruda (t)	Cu (%)	Cu (t)	S (%)	S (t)	Au (g/t)	Au (kg)	Ag (g/t)	Ag (kg)
Gornji OB -165/-185	9.039.600	0,534	48.271	7,649	691.439	0,196	1.772	1,689	15.268
Srednji OB -185/-205	10.730.880	0,543	58.269	7,806	837.652	0,203	2.178	1,819	19.519
Donji OB -205/-225	11.411.280	0,556	63.447	7,825	892.933	0,209	2.385	1,827	20.848
<b>Σ</b>	<b>31.181.760</b>	<b>0,545</b>	<b>169.987</b>	<b>7,767</b>	<b>2.422.024</b>	<b>0,203</b>	<b>6.335</b>	<b>1,784</b>	<b>55.636</b>

Eksploatacione rezerve rude u konturi graničnog sadržaja 0,4% Cu u ležištu „Borska reka“ iznad XIX horizonta (K-235 m) iznose oko 50 Mt rude sa srednjim sadržajem bakra u rudi 0,53 % Cu i pratećim elementima (Tabela 3.3.).

Tabela 3. 3. Ukupne eksploatacione rezerve u eksploatacionim zahvatima I i II

Otkopni blok	Ruda (t)	Cu (%)	Cu (t)	S (%)	S (t)	Au (g/t)	Au (kg)	Ag (g/t)	Ag (kg)
I	20.476.800	0,489	100.066	7,274	1.489.451	0,180	3.688	1,687	34.542
II	31.181.760	0,545	169.987	7,767	2.422.024	0,203	6.335	1,784	55.636
<b>(I + II)</b>	<b>51.658.560</b>	<b>0,523</b>	<b>270.053</b>	<b>7,572</b>	<b>3.911.476</b>	<b>0,194</b>	<b>10.023</b>	<b>1,746</b>	<b>90.178</b>

### 3.3. Rovna ruda

Tokom tehnološkog procesa otkopavanja, neminovno je mešanje čiste otkopane rude ( $Q_e$ ) sa delom jalovine. Ta smeša je zapravo rovna ruda ( $Q_r$ ). Kako bismo odredili količine rovne rude, biće nam potreban koeficijent iskorišćenja ( $K_i = 0,9$ ) i koeficijent osiromašenja  $O_s$  (koji je u ovom slučaju uzet kao 0). Pogledati Tabelu 3.4.

Tabela 3. 4. Određivanje količina rovne rude uz pomoć koeficijenta iskorišćenja

Otkopni blok	Qe (t)	Ki	Os	Qr (t)
I EZ				
GOB-90/-110	6.045.840	0,9	0	5.441.256
SOB-110/-130	6.894.720	0,9	0	6.205.248
DOB-130/-150	7.536.240	0,9	0	6.782.616
Σ	<b>20.476.800</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	<b>18.429.120</b>
II EZ				
GOB-165/-185	9.039.600	0,9	0	8.135.640
SOB-185/-205	10.730.880	0,9	0	9.657.792
DOB-205/-225	11.411.280	0,9	0	10.270.152
Σ	<b>31.181.760</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	<b>28.063.584</b>
(I+II)	<b>51.658.560</b>	<b>0,9</b>	<b>0</b>	<b>46.492.704</b>

Tabela 3. 5. Količine rovne rude u I eksploatacionom zahvatu od K-90 do K-150

Otkopni blok	Srednji sadržaj bakra Cu > 0.40 %								
	Rovna ruda (t)	Cu (%)	Cu (t)	S (%)	S (t)	Au (g/t)	Au (kg)	Ag (g/t)	Ag (kg)
I eksploatacioni zahvat									
Gornji OB -90/-110	5.441.256	0,469	25.519	7,197	391.607	0,175	952	1,763	9.593
Srednji OB -110/-130	6.205.248	0,487	30.220	7,305	453.293	0,177	1.098	1,702	10.561
Donji OB -130/-150	6.782.616	0,506	34.320	7,307	495.606	0,187	1.268	1,612	10.934
Σ	<b>18.429.120</b>	<b>0,489</b>	<b>90.059</b>	<b>7,274</b>	<b>1.340.506</b>	<b>0,180</b>	<b>3.319</b>	<b>1,687</b>	<b>31.088</b>

U Tabeli 3.5. i 3.6. su prikazane količine rovne rude u konturi graničnog sadržaja 0,4% Cu i prateći elementi za eksploatacioni zahvat I i II.

*Tabela 3. 6. Količine rovne rude u II eksploatacionom zahvatu od K-165 do K-225*

Otkopni blok	Srednji sadržaj bakra Cu > 0.40 %								
II eksploatacioni zahvat	Rovna ruda (t)	Cu (%)	Cu (t)	S (%)	S (t)	Au (g/t)	Au (kg)	Ag (g/t)	Ag (kg)
Gornji OB -165/-185	8.135.640	0,534	43.444	7,649	622.295	0,196	1.595	1,689	13.741
Srednji OB -185/-205	9.657.792	0,543	52.442	7,806	753.887	0,203	1.961	1,819	17.568
Donji OB -205/-225	10.270.152	0,556	57.102	7,825	803.639	0,209	2.146	1,827	18.764
<b>Σ</b>	<b>28.063.584</b>	<b>0,545</b>	<b>152.988</b>	<b>7,767</b>	<b>2.179.822</b>	<b>0,203</b>	<b>5.702</b>	<b>1,784</b>	<b>50.072</b>

Eksploatacijom “Borske Reke” iznad XIX horizonta komorno-stubnom metodom sa zasipavanjem pastom u konturi g.s = 0,4 % Cu, može se dobiti oko 46 Mt rovne rude sa srednjim sadržajem bakra u rudi od 0,523 % Cu (Tabela 3.7.).

*Tabela 3. 7. Ukupne količine rovne rude u eksploatacionim zahvatima I i II*

Otkopni blok	Rovna ruda (t)	Cu (%)	Cu (t)	S (%)	S (t)	Au (g/t)	Au (kg)	Ag (g/t)	Ag (kg)
I	18.429.120	0,489	90.059	7,274	340.506	0,180	3.319	1,687	31.088
II	28.063.584	0,545	152.988	7,767	179.822	0,203	5.702	1,784	50.072
<b>(I + II)</b>	<b>46.492.704</b>	<b>0,523</b>	<b>243.047</b>	<b>7,572</b>	<b>3.520.328</b>	<b>0,194</b>	<b>9.020</b>	<b>1,746</b>	<b>81.160</b>

## 4. POLAZNI PARAMETRI TEHNO–EKONOMSKE OCENE

Kao direktne podloge za izradu ekonomske analize i ocene korišćeno je sledeće:

- Projektni zadatak dat od strane investitora RTB Bor – Grupa, DOO „Rudnici bakra Bor“,
- Tehnički projekti urađeni od strane Instituta za rudarstvo i metalurgiju Bor.

Ekonomska analiza i ocena su usklađene sa zakonodavstvom i to pre svega sa sledećim važećim zakonima, pravilnicima i uredbama:

- Novi Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima (Službeni glasnik Republike Srbije, br.101/2015. Od 16.12.2015.),
- Pravilnik o sadržini rudarskih projekata (Službeni glasnik Republike Srbije broj 27/97),
- Izmena Zakon o porezu na dobit pravnih lica (Službeni glasnik Republike Srbije broj 112/15).

Polazni parametri tehno-ekonomske analize i ocene se odnose na opšte parametre, parametre obračuna prihoda i parametre obračuna rashoda. Dakle, opšti parametri su:

- Vek trajanja projekta: 10 godina
- Valuta obračuna: USD
- Investicioni period: 2 godine

Obračun prihoda izvršen je na bazi projektovanih količina i cena finalnih proizvoda pre svega bakra, a onda i zlata i srebra. Projektovane količine preuzete su iz projektnog zadatka i tehničkog dela projekta. Dok su projektovane prodajne cene uzete su iz podloga datih od strane investitora.

Obračun rashoda izvršen je po fazama procesa proizvodnje po godinama i zbirno za vek projekta:

- Troškovi normativnog materijala obračunati su na osnovu projektovanih fizičkih utrošaka i cena po jedinici datih u tehničkom delu projekta.
- Bruto zarade radnika su obračunate za projektovani broj radnika u visini od 1.000 USD mesečno.
- Troškovi finansiranja: ukupan iznos kredita 19.975.400 USD.
- Troškovi osnovnih sredstava: troškovi amortizacije ukalkulisani su shodno veku projekta za koji se vrše ulaganja i to: 10 % godišnje od vrednosti opreme za otkopavanje, 4 % godišnje od vrednosti opreme za drobljenje, transport, odvodnjavanje, provetravanje i pasta zasip, 2,5 % godišnje od vrednosti rudarskih prostorija. Troškovi osiguranja obračunati su po stopi od 0,5 % vrednosti osnovnih sredstava. Troškovi održavanja ukalkulisani su u iznosu od 10 % vrednosti osnovnih sredstava.
- Ostali troškovi: Naknada za korišćenje mineralnih sirovina obračunata je prema važećoj zakonskoj regulativi u iznosu od 5 % tržišne vrednosti mineralne sirovine (umanjenu za topioničke troškove). Porez na dobit je obračunat po važećoj stopi od 15 % bruto dobiti. Ostali neobuhvaćeni troškovi su procenjeni na osnovu tehničkog dela projekta i učestvuju sa 5% u ceni rudarske proizvodnje. Obrtna sredstva su uključena u iznosu od 3.000.000 USD godišnje.

## **5. IZRADA PODZEMNIH OBJEKATA**

### **5.1. Određivanje lokacije objekta otvaranja**

Rudno ležište „Borska reka“ biće otvoreno u odnosu na ukupni postojeći podzemni proizvodni sistem Jame - Bor, sistemom etažnih hodnika iz servisnih niskopa i uskopa i određenim brojem vertikalnih okana namenjenih provetranju, odvodnjavanju i transportu rude.

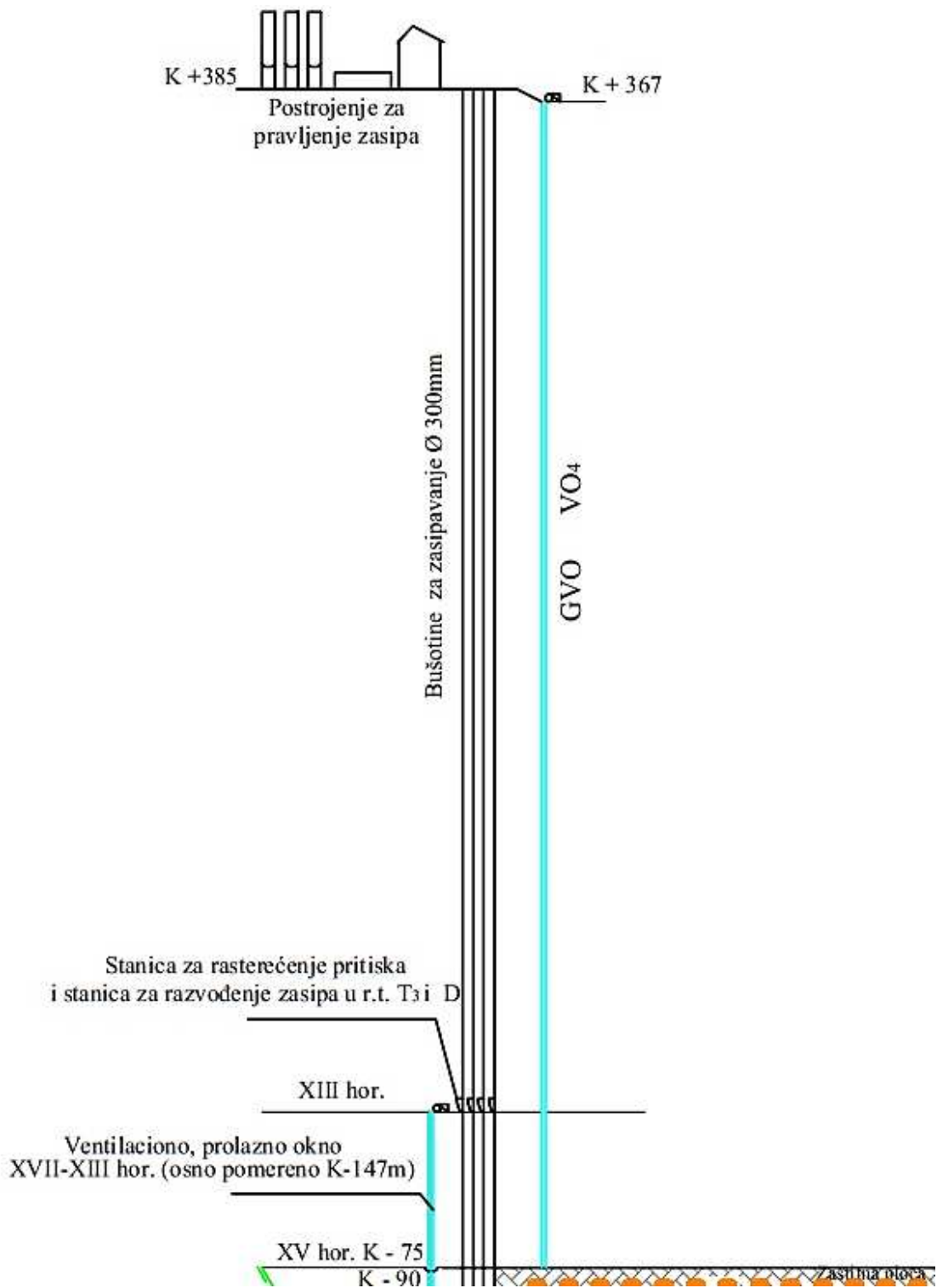
Dakle, ležište je otvoreno je na XVII horizontu mrežom istražnih hodnika, pristupnih i transportnih puteva izgrađenog transportno – sabirnog horizonta sa primarnim drobljenjem rude. Na nivou XIX horizonta, do ležišta su izrađeni glavni transportni putevi sa trakastim transporterima, objekti odvodnjavanja, prostorije za prolaz, ventilaciju, servisiranje i obezbeđeno je snabdevanje energijom. Otvaranje, razrada, priprema i otkopavanje rudnog tela „Borska reka“ odvijaće se paralelno od XIX do XVII horizonta i od XVII do XV horizonta. Zbog očuvanja funkcija XV i XVII horizonta ostavljaju se zaštitne ploče ispod oba horizonta moćnosti od po 15 m.

Ovakav pristup rešavanju osnovnog koncepta omogućava da se za otkopavanje rude iznad XVII horizonta koristi postojeće primarno drobljenje na istom horizontu, a za otkopavanje rude iznad XIX izgradiće se primarno drobljenje ispod rudnih okana sa čeljusnim drobilicama. Izgradnja primarnog drobljenja za rudu iznad XIX horizonta obuhvata izradu dve hale drobljenja sa čeljusnim drobilicama, gde će se ruda koja se gravitaciono spušta preko rudnih okana drobiti na ggk = 150 mm, odakle će se sistemom trakastih transportera transportovati ka izvoznom sistemu.

### **5.2. Konstrukcija jame**

Na svakom etažnom nivou iz servisnih niskopa XV-XVII horizont i XVII-XIX horizont izrađuju se etažni hodnici. Iz etažnih hodnika na svim nivoima izrađuju se otkopni hodnici (4,5 x 4 m) po osi komora – stuba, koji služe po potrebi za utovar, bušenje ili zasipavanje. Otkopni hodnici se osiguravaju podgradom od prskanog betona i fiberglas ankera i po potrebi fiberglas mrežom.





Slika 5. 1. Prikaz prvog dela konstrukcije jame

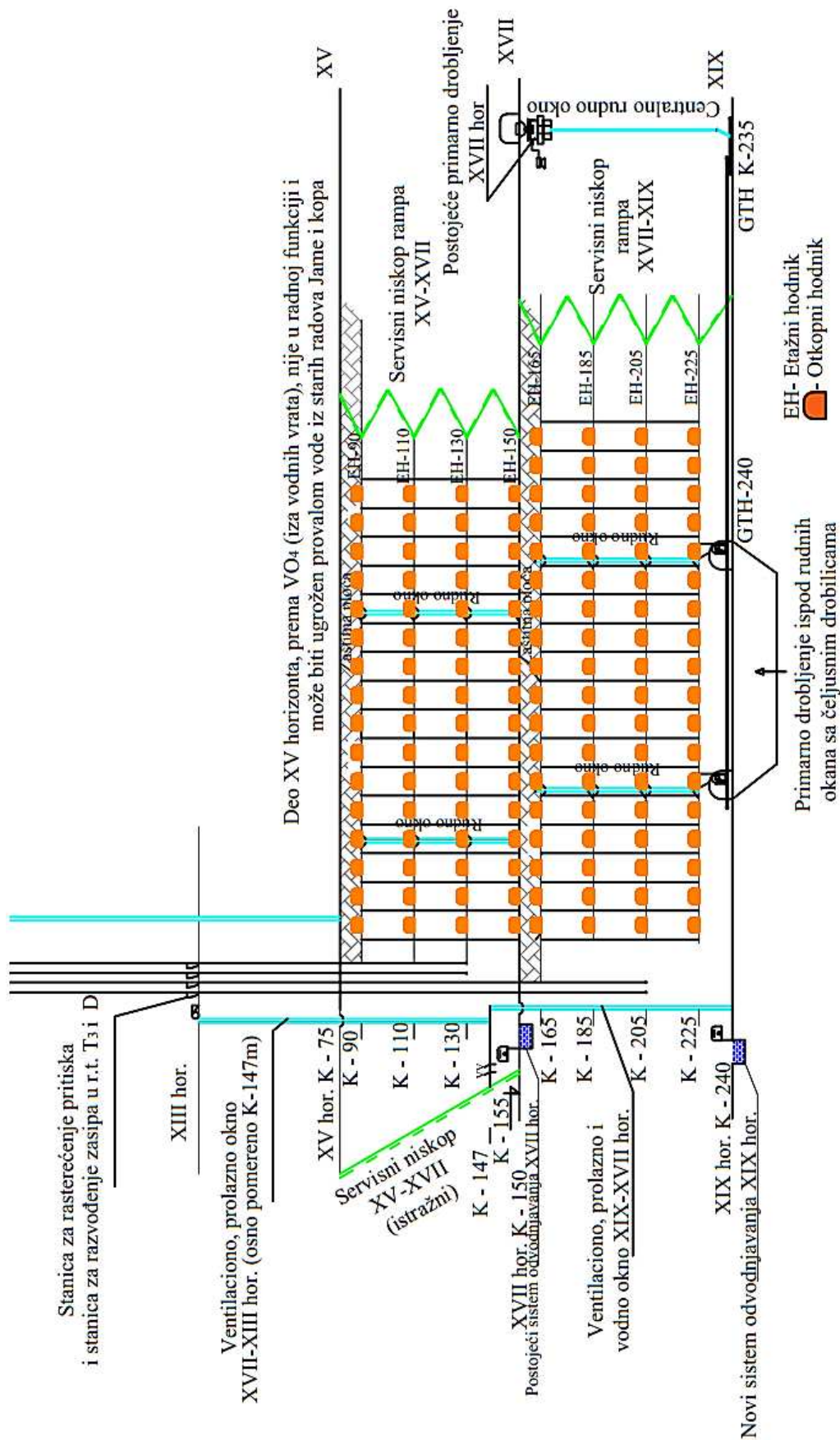
Na K-150 m i K-225 m izrađuju se otkopni hodnici koji služe samo za utovar rude iz komora, na K-90 m i K-165 m izrađuju se otkopni hodnici koji služe za bušenje minskih bušotina u komorama a koji služe i za zasipavanje istih. Na K-110,

K-130, K-185 i K-205, izrađuju se otkopni hodnici koji prvo služe za bušenje a potom za utovar narednog otkopnog nivoa.

Za eksploatacioni nivo iznad XVII horizonta, iskoristiće se postojeći servisni niskop XV-XVII horizont iz koga će se izrađivati etažni hodnici na blokovskim nivoima. Od XVII horizonta (K-150 m) do zaštitne ploče, odnosno galerije (K-90 m) izradiće se dva rudna okna dužine po 65 m profila 3 x 3 m i jedno prolazno ventilaciono okno do XIII horizonta dužine 140 m i profila 3 x 3 m. Na XIII horizontu se radi galerija za provetravanje i prenos zasipa prema starim otkopanim rudnim telima za koje postoji mogućnost zasipavanja preko ovog horizonta.

Za eksploatacioni nivo XIX-XVII horizont, iskoristiće se postojeći servisni niskop XVII- XIX horizont iz koga će se izrađivati etažni hodnici na blokovskim nivoima. Na nivou XIX horizonta, u nastavku glavnog transportnog hodnika GTH na K-235 m, izrađuje se transportni hodnik GTH-240 dužine 1040 m, 5 x 3,5 m, pad  $\alpha=5\%$  u koji se ugrađuje trakasti transporter istih karakteristika kao i transporter u GTH-235. Od XIX horizonta do XVII horizonta odnosno do zaštitne ploče na galeriji K-165 izradiće se dva rudna okna dužine po 65 m profila 3 x 3 m i jedno prolazno ventilaciono odvodno okno dužine 95 m i profila 3 x 3 m.

Za otkopne nivoe iznad XVII horizonta koristiće se postojeće primarno drobljenje na XVII horizontu, a za otkopne nivoe iznad XIX horizonta izgradiće se dva primarna drobljenja ispod rudnih okana sa čeljusnim drobilicama od K-225 m do K-240 m. Za primarno drobljenje na nivou K-225 m izrađuju se istovarne stanice (istresišta) za ruda sa etaže K-225 m i točišta (sa pneumatskim ili hidrauličnim zatvaračem) na rudnim oknima K-225/-165 (-145), sa skliznicom do bunkera koji su pokriveni stacionarnim rešetkama. Bunker se izrađuju ispod K-225 m iz kojih ruda gravitacijski pada na vibro dodavače koji hrane čeljusne drobilice (u izrađenim halama drobljenja, HD1-240 i HD2-240, na K-240 m) a iz njih preko dozera – vibro dodavača na trakaste transportere koji vode od hale drobljenja kroz transportne hodnike, TH1-240 i TH2-240, do GTH-240. Ruda se drobi do ggk = 150 mm.



Slika 5. 2. Prikaz drugog dela konstrukcije jame

### **5.3. Podzemne prostorije**

Redosled izrade prostorija otvaranja i pripreme biće takav da se prvenstveno moraju uraditi etažni hodnici, van konture otkopnih blokova, koji spajaju servisne niske sa prolazno vetrenim oknima a zatim se iz njih rade rudna okna i samo dva ili tri otkopna hodnika kroz zadnja tri sektora koji se na kraju četvrtog sektora spajaju etažnim hodnikom koji se radi u otkopnom bloku. Iz tog etažnog hodnika se izrađuju svi otkopni hodnici koji su projektovani u tom delu sektora i to prvenstveno oni u primarnim komorama.

Navedene prostorije se po ovom rasporedu rade na dve etaže paralelno tako da sa njihovim završetkom tj. izradom otkopnih hodnika do izlaska iz konture otkopnog bloka, može da se započne otkopavanje primarnih komora (svaka druga komora). Dakle, dok traje otkopavanje u komorama, nastavljaju se radovi na otvaranju i pripremi otkopnog bloka iznad (srednjeg otkopnog bloka) a zatim i gornjeg otkopnog bloka.

Kako je već rečeno, rudno telo je podeljeno na I i II eksploatacioni zahvat (blok).

#### **Prostorije otvaranja i pripreme – I eksploatacioni zahvat**

Prvi (gornji) eksploatacioni zahvat od XVII horizonta (K-150 m) do XV horizonta (K-75 m), odnosno zaštitne ploče K-75/-90, podeljen je na tri horizontalna pojasa odnosno otkopna bloka:

1. Donji otkopni blok od K-150 do K-130 m (DOB-150/-130),
2. Srednji otkopni blok od K-130 do K-110 m (SOB-130/-110) i
3. Gornji otkopni blok od K-110 do K-90 m (GOB-110/-90).

U tabelama koje slede, nalazi se spisak prostorija otvaranja i pripreme.

Tabela 5. 1. Prostorije otvaranja Prvog eksploatacionog zahvata -150/-90

Red. broj	NAZIV POZICIJE OBJEKTA	Pop. presek (m <sup>2</sup> )	Količina (m)
<b>XIII HORIZONT</b>			
1	Ventilaciono transportni hodnik XIII	16,65	120
2	Ventilacioni hodnik XIII	16,65	228
<b>ETAŽA K-150</b>			
1	Ventilaciono odvodni hodnik -150 (VOH-150)	16,65	350
2	Prolazno ventilaciono okno -150/XIII (PVO-150/XIII)	9,00	140
3	Rudno okno 1 -150/-90 (RO1 -150/-90)	9,00	60
4	Rudno okno 2 -150/-90 (RO2 -150/-90)	9,00	60
<b>Ukupno:</b>			<b>958</b>

Tabela 5. 2. Prostorije pripreme Prvog eksploatacionog zahvata -150/-90

Red. broj	NAZIV POZICIJE OBJEKTA	Pop. presek (m <sup>2</sup> )	Količina (m)
<b>ETAŽA K-150 (DOB-150/-130)</b>			
1	Etažni hodnik -150 (EH-150)	16,65	537
2	Istovarni hodnik 1 -150 (IH1-150)	16,65	37
3	Otkopni hodnici OH (Od OH1-150 do OH56-150)	16,65	13.130
4	Etažni hodnik 1 -150 (EH1-150)	16,65	375
5	Etažni hodnik 2 -150 (EH2-150)	16,65	130
6	Etažni hodnik 3 -150 (EH3-150)	16,65	160
7	Etažni hodnik 4 -150 (EH4-150)	16,65	110
<b>ETAŽA K-130 (DOB-150/-130)</b>			
1	Etažni hodnik -130 (EH-130)	16,65	924
2	Istovarni hodnik 1 -130 (IH1-130)	16,65	37
3	Pristupni hodnik zasipa -130 (PHZ-130)	16,65	35
4	Istovarni hodnik 2 -130 (IH2-130)	16,65	37

5	Otkopni hodnici OH (Od OH1-130 do OH56-130)	16,65	14.031
6	Etažni hodnik 1 -130 (EH1-130)	16,65	375
7	Etažni hodnik 2 -130 (EH2-130)	16,65	260
8	Etažni hodnik 3 -130 (EH3-130)	16,65	305
9	Etažni hodnik 3a -130 (EH3a-130)	16,65	60
10	Etažni hodnik 4 -130 (EH4-130)	16,65	130
<b>ETAŽA K-110 (SOB-130/-110)</b>			
1	Etažni hodnik -110 (EH-110)	16,65	1.020
2	Istovarni hodnik 1 -110 (IH1-110)	16,65	37
3	Pristupni hodnik zasipa -110 (PHZ-110)	16,65	35
4	Istovarni hodnik 2 -110 (IH2-110)	16,65	37
5	Otkopni hodnici OH (Od OH4-110 do OH56-110)	16,65	12.361
6	Etažni hodnik 1 -110 (EH1-110)	16,65	350
7	Etažni hodnik 2 -110 (EH2-110)	16,65	236
8	Etažni hodnik 3 -110 (EH3-110)	16,65	330
9	Etažni hodnik 4 -110 (EH4-110)	16,65	60
<b>ETAŽA K-90 (GOB-110/-90)</b>			
1	Etažni hodnik -90 (EH-90)	16,65	816
2	Istovarni hodnik 1 -90 (IH1-90)	16,65	37
3	Pristupni hodnik zasipa -90 (PHZ-90)	16,65	35
4	Istovarni hodnik 2 -90 (IH2-90)	16,65	37
5	Otkopni hodnici OH (Od OH6-90 do OH56-90)	16,65	11.030
6	Etažni hodnik 1 -90 (EH1-90)	16,65	240
7	Etažni hodnik 2 -90 (EH2-90)	16,65	187
8	Etažni hodnik 3 -90 (EH3-90)	16,65	330
9	Etažni hodnik 4 -90 (EH4-90)	16,65	45
<b>Ukupno:</b>			<b>57.896</b>

## Prostorije otvaranja i pripreme – II eksploatacioni zahvat

Drugi (donji) eksploatacioni zahvat od XIX horizonta (K-240 m) do XVII horizonta (K-150 m) odnosno zaštitne ploče K-150/-165 m podeljen je takođe na tri horizontalna pojasa odnosno otkopna bloka:

1. Donji otkopni blok od K-225 do K-205 m (DOB-225/-205),
2. Srednji otkopni blok od K-205 do K-185 m (SOB-205/-185) i
3. Gornji otkopni blok od K-185 do K-165 m (GOB-185/-165).

Tabela 5. 3. Prostorije otvaranja Drugog eksploatacionog zahvata -225/-165

Red. broj	NAZIV POZICIJE OBJEKTA	Pop. presek (m <sup>2</sup> )	Količina (m)
<b>-240 NIVO TRANSPORTA</b>			
1	Glavni transportni hodnik -240 (TH-240)	16,65	1.040
2	Transportni hodnik 1 (TH1-240)	16,65	50
3	Transportni hodnik 2 (TH2-240)	16,65	47
4	Hala drobljenja 1 (HD1-230/-240)	70,30	7
5	Hala drobljenja 2 (HD2-230/-240)	70,30	7
6	Komora vibrododavača 1 -230 (KVD1 -230)	11,53	7
7	Komora vibrododavača 2 -230 (KVD2 -230)	11,53	7
8	Bunker 1 -235/-230 (B1-235/-230)	19,01	5
9	Bunker 2 -235/-230 (B2-235/-230)	19,01	5
10	Servisni niskop drobljenja 1 (SND1-225/-240)	16,65	95
11	Servisni niskop drobljenja 2 (SND2-225/-240)	16,65	95
12	Pristupni hodnik oknu -240 (PHO-240)	16,65	26
13	Prolaz. ven. odvod. okno -240/-145 (PVOO-240/-145)	9,00	95
14	Taložni niskop 1 (TN1)	16,65	30
15	Taložni niskop 2 (TN2)	16,65	30
16	Vodosabirnik (VS)	16,65	55
17	Pristupni niskop pumpnoj komori 1 (PNPK1)	16,65	25

18	Pristupni niskop pumpnoj komori 2 (PNPK2)	16,65	25
19	Pumpna komora (PK)	16,65	30
20	Vezni uskop -240/-225 (VU-240/-225)	16,65	80
<b>ETAŽA K-225</b>			
1	Rudno okno 1 (RO1-225/-160)	9,00	65
2	Rudno okno 2 (RO2-225/-160)	9,00	65
3	Istovarna stanica 1 (IS1)	37,46	7
4	Istovarna stanica 2 (IS2)	37,46	7
<b>Ukupno:</b>			<b>1.905</b>

*Tabela 5. 4. Prostorije pripreme Drugog eksploatacionog zahvata -225/-165*

Red. broj	NAZIV POZICIJE OBJEKTA	Pop. presek (m <sup>2</sup> )	Količina (m)
<b>ETAŽA K-225 (DOB-225/-205)</b>			
1	Etažni hodnik (EH-225)	16,65	1.237
2	Istovarni hodnik 1 (IH1-225)	16,65	55
3	Istovarni hodnik 2 (IH2-225)	16,65	55
4	Otkopni hodnici OH (Od OH1-225 do OH71-225)	16,65	19.942
5	Etažni hodnik 1 -225 (EH1-225)	16,65	504
6	Etažni hodnik 2 -225 (EH2-225)	16,65	450
7	Etažni hodnik 3 -225 (EH3-225)	16,65	445
8	Etažni hodnik 4 -225 (EH4-225)	16,65	440
9	Etažni hodnik 5 -225 (EH5-225)	16,65	164
<b>ETAŽA K-205 (DOB-225/-205)</b>			
1	Etažni hodnik -205 (EH-205)	16,65	1.056
2	Istovarni hodnik 1 -205 (IH1-205)	16,65	98
3	Istovarni hodnik 2 -205 (IH2-205)	16,65	98
4	Pristupni hodnik zasipa -205 (PHZ-205)	16,65	35
5	Otkopni hodnici OH (Od OH1-205 do OH71-205)	16,65	20.439



6	Etažni hodnik 1 -205 (EH1-205)	16,65	504
7	Etažni hodnik 2 -205 (EH2-205)	16,65	450
8	Etažni hodnik 3 -205 (EH3-205)	16,65	445
9	Etažni hodnik 4 -205 (EH4-205)	16,65	440
10	Etažni hodnik 5 -205 (EH5-205)	16,65	164
<b>ETAŽA K-185 (SOB-205/-185)</b>			
1	Etažni hodnik -185 (EH-185)	16,65	1.140
2	Istovarni hodnik 1 -185 (IH1-185)	16,65	102
3	Istovarni hodnik 2 -185 (IH2-185)	16,65	102
4	Pristupni hodnik zasipa -185 (PHZ-185)	16,65	35
5	Otkopni hodnici OH (Od OH2-185 do OH71-185)	16,65	18.496
6	Etažni hodnik 1 -185 (EH1-185)	16,65	504
7	Etažni hodnik 2 -185 (EH2-185)	16,65	450
8	Etažni hodnik 3 -185 (EH3-185)	16,65	445
9	Etažni hodnik 4 -185 (EH4-185)	16,65	310
10	Etažni hodnik 5 -185 (EH5-185)	16,65	150
11	Etažni hodnik 6 -185 (EH6-185)	16,65	40
<b>ETAŽA K-165 (GOB-185/-165)</b>			
1	Etažni hodnik -165 (EH-165)	16,65	1.076
2	Istovarni hodnik 1 -165 (IH1-165)	16,65	102
3	Istovarni hodnik 2 -165 (IH2-165)	16,65	102
4	Pristupni hodnik zasipa -165 (PHZ-165)	16,65	35
5	Otkopni hodnici OH-165 (Od OH4-165 do OH71-165)	16,65	17.775
6	Etažni hodnik 1 -165 (EH1-165)	16,65	435
7	Etažni hodnik 2 -165 (EH2-165)	16,65	450
8	Etažni hodnik 3 -165 (EH3-165)	16,65	445
9	Etažni hodnik 4 -165 (EH4-165)	16,65	250
10	Etažni hodnik 5 -165 (EH5-165)	16,65	40
<b>Ukupno:</b>			<b>89.505</b>

Pojas od K-240 do K-225 m ne eksploatiše se i služi za izradu postrojenja primarnog drobljenja i postrojenja transporta trakastim transporterima. Između K-150 m i K-165 m ostavlja se zaštitna ploča za očuvanje funkcija XVII horizonta.

## 6. KONCEPT PODZEMNOG OTKOPAVANJA

### 6.1. Izbor metode otkopavanja

Ruda i okolne stene su čvrste, a ruda umereno vredna. Iznad ležišta na površini terena nalazi se naselje sa objektima od značaja i infrastrukturom.

Metode otkopavanja sa zarušavanjem karakterišu mala iskorišćenja rude iz ležišta i visoka osiromašenja, takođe, ovde se ne mogu primeniti jer zahtevaju velika ulaganja za izmeštanje objekata na površini terena.

Metode otkopavanja sa hidrozasipavanjem ciklonisanom flotacionom jalovinom imaju malu produktivnost i nisku ekonomičnost. Troškovi transporta i ugradnje zasipa sa odvodnjavanjem su veliki.

Otkopavanje rude metodama sa ostavljanjem praznih prostora obezbeđuje visoke kapacitete i produktivnost bez osiromašenja rude. Nedostaci ovih metoda su visoki gubici rude u sigurnosnim stubovima i pločama, statička nesigurnost i ugroženost stabilnosti celoga sistema.

Naš glavni cilj je da iskorišćenje rude bude maksimalno, a osiromašenje minimalno. Ruda je umerene vrednosti i može da plati zasip. Dakle, iskoristićemo neku od metoda sa zasipavanjem praznih prostora pasta zasipom odgovarajućih fizičko-mehaničkih i tehnoloških karakteristika. Uzimajući u obzir prethodne principe, analizu radne sredine i iskustva u oblasti podzemne eksploatacije usvaja se: **Komorno-stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa pasta zasipom.**

Budući način eksploatacije ležišta neće uticati na životnu sredinu, jer je komorno stubna metoda sa zasipavanjem otkopa pastom najbolji način zaštite životne sredine. Što se tiče deponovanja jalovine, dobijene flotacijskom preradom rude, ona će se preko 80 % koristiti kao sirovina za spravljanje pasta zasipa i zasipavanje otkopa u Jami i samo mali deo odlagaće se na jalovištu. Dakle, ovaj projekat je, u postojećim uslovima rudarenja, čist ekološki projekat.

## **6.2. Komorno-stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa**

### **Dimenzije otkopnog polja**

Otkopavanje rude će se odvijati iznad XIX horizonta u eksploatacionom zahvatu između XV i XIX horizonta. Obavlja se u dva eksploataciona zahvata.

Prvi eksploatacioni zahvat je između XV i XVII horizonta od nivoa K-90 do K-150 m sa podelom na tri otkopna bloka sa sledećim dimenzijama horizontalnih površina jamskih polja:

1. Gornji otkopni blok od -90 do -110 sa  $111.960 \text{ m}^2$ , sastoji se od 51 paralelne komore (numerisane od 6 do 56). Komora je širine 12 m i visine 20 m. Dimenzije otkopnog polja su: dužina  $\approx 610 \text{ m}$  x širina  $\approx 320 \text{ m}$ .
2. Srednji otkopni blok od -110 do -130 sa  $127.680 \text{ m}^2$ , sastoji se od 53 paralelnih komora (numerisanih od 4 do 56). Komora je širine 12 m i visine 20 m. Dimenzije otkopnog polja su: dužina  $\approx 640 \text{ m}$  x širina  $\approx 360 \text{ m}$ .
3. Donji otkopni blok od -130 do -150 sa  $139.560 \text{ m}^2$ , sastoji se od 56 paralelnih komora (numerisanih od 1 do 56). Komora je širine 12 m i visine 20 m. Dimenzije otkopnog polja su: dužina  $\approx 670 \text{ m}$  x širina  $\approx 380 \text{ m}$ .

Drugi eksploatacioni zahvat je između XVII i XIX horizonta od nivoa K-165 do K-225 m sa podelom na:

1. Gornji otkopni blok od -165 do -185 sa  $167.400 \text{ m}^2$ , sastoji se od 68 paralelnih komora (numerisane od 4 do 71). Komora je širine 12 m i visine 20 m. Dimenzije otkopnog polja su: dužina  $\approx 820 \text{ m}$  x širina  $\approx 400 \text{ m}$ .
2. Srednji otkopni blok od -185 do -205 sa  $198.720 \text{ m}^2$ , sastoji se od 69 paralelnih komora (numerisane od 2 do 70). Komora je širine 12 m i visine 20 m. Dimenzije otkopnog polja su: dužina  $\approx 830 \text{ m}$  x širina  $\approx 400 \text{ m}$ .

3. Donji otkopni blok od -205 do -225 sa 211.320 m<sup>2</sup>, sastoji se od 71 paralelne komore (numerisane od 1 do 71), širine 12 m i visine 20 m. Dimenzije otkopnog polja su: dužina ≈ 850 m x širina ≈ 400 m.

Etaže za prvi eksploatacioni zahvat su na svakih 20 m visinskog rastojanja i to su: Etaža -90, Etaža -110, Etaža -130 i Etaža -150.

Etaže za drugi eksploatacioni zahvat su takođe na svakih 20 m visinskog rastojanja i to su: Etaža -165, Etaža -185, Etaža -205 i Etaža -225.

Zbog očuvanja funkcija XV i XVII horizonta definišu se zaštitne ploče moćnosti od po 15 metara za:

- a) XV horizont od K-75 m do K-90 m i
- b) XVII horizont od K-150 m do K-165 m.

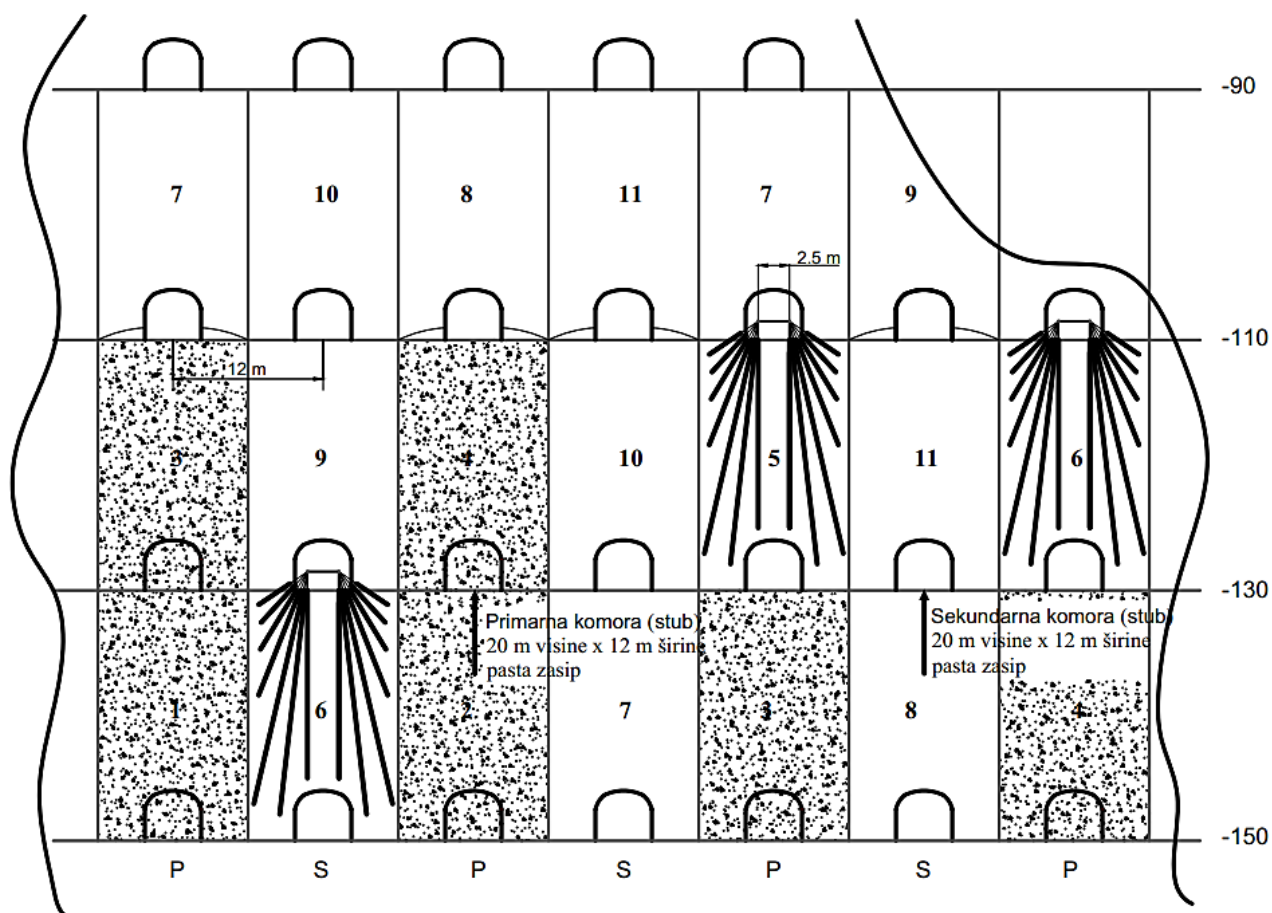
Dakle, otkopna polja su definisana konturama otkopnih blokova na etažnim nivoima sa visinskim rastojanjem od po 20 m između etaža. Otkopni blokovi su podeljeni komorama širine 12 m koje su orijentisane poprečno (istok - zapad) u odnosu na pružanje rudnog ležišta koje je po prostiranju sever - jug.

Osnovni parametri metode:

- Širina komora (otkopnog bloka).....12 m
- Visina komora .....20 m
- Dužina komora promenljiva.....30 – 50 m
- Površina čeonog poprečnog preseka komore.....240 m<sup>2</sup>
- Površina poprečnog preseka otkopnih hodnika.....16,65 m<sup>2</sup>
- Površina miniranja čeonog poprečnog preseka komore.....223,35 m<sup>2</sup>
- Visina zaseka u bloku.....16 m
- Količina rude u bloku.....32.400 t
- Količina rude iz jednog segmenta (prstena) miniranja.....1.206 t
- Moćnost pojasa (prstena) miniranja.....2 m
- Osromašenje rude.....0 %
- Iskorišćenje rude.....90 %
- Prosečni sadržaj bakra u rovnoj rudi.....0,523 %

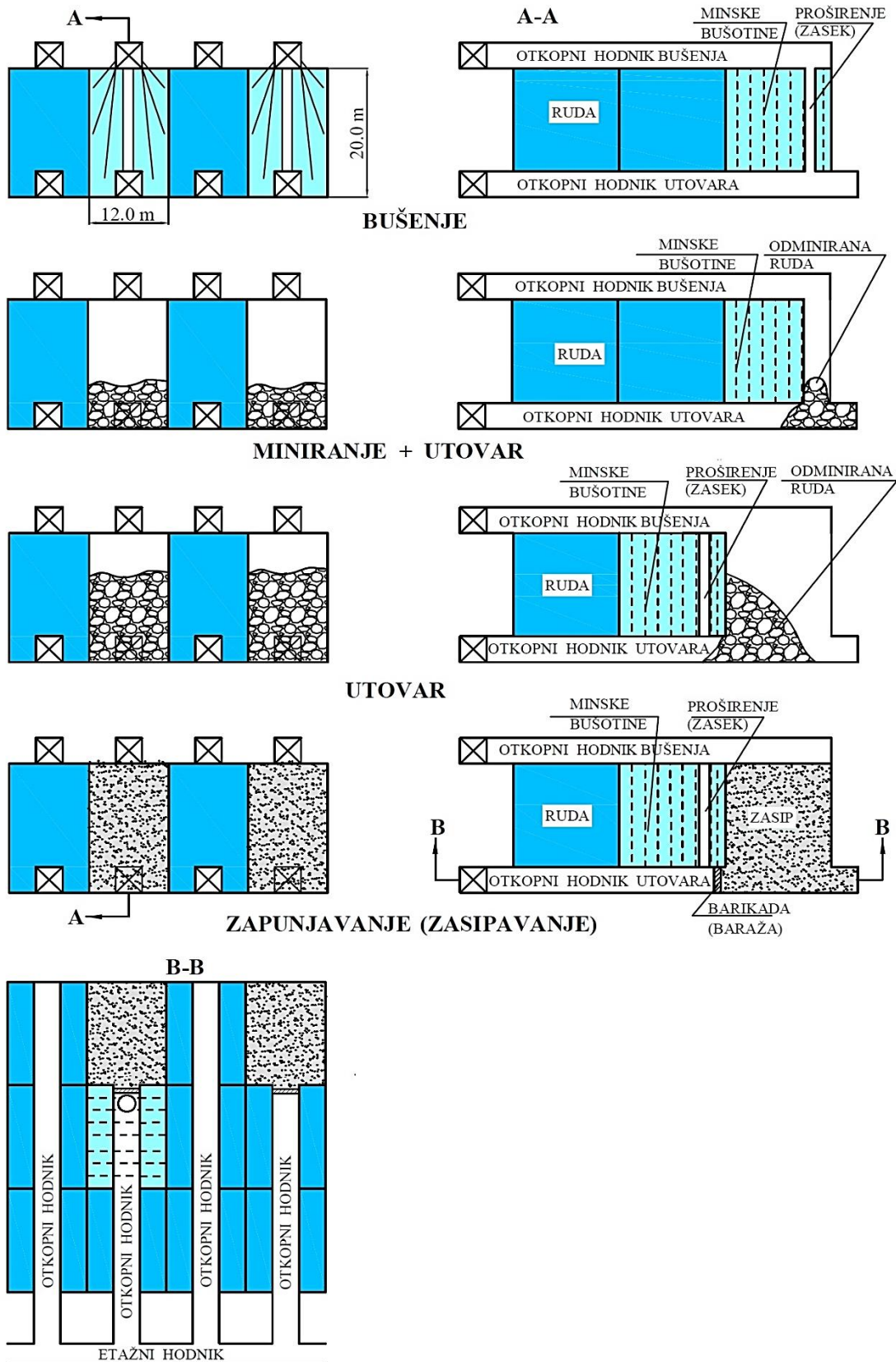
## Opis metode otkopavanja

Otkopavanje komorno-stubnom metodom se vrši fazno. U prvoj fazi otkopava se svaka druga komora, a neotkopane komore imaju funkciju stubova i formira se privremena samonoseća konstrukcija. Otkopane komore u prvoj fazi zapunjavaju se pasta zasipom koji posle očvršćavanja zasipa postaju sastavni deo noseće konstrukcije. U drugoj fazi otkopavaju se preostale komore koje su imale funkciju stubova i posle otkopavanja zasipavaju pasta zasipom.



Slika 6. 1. Prikaz metode otkopavanja sa rasporedom komora u otkopnim blokovima i redosledom otkopavanja tj. zasipavanja

Osnovni postupak kod ove metode je to da se sa gornje etaže vrši se bušenje i miniranje, a sa donje proizvodnja tj. utovar i odvoz. Nakon zapunjavanja otkopane (prazne) komore, prethodna etaža bušenja postaje sledeći nivo proizvodnje tj. transporta. Redosled otkopavanja otkopnih blokova je odozdo naviše.



Slika 6. 2. Komorno–stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa pasta zasipom

Otkopavanje rude vrši se u otkopnim komorama upravno orijentisanim na pružanje rudnog tela. Osnova komora je pravougaonog oblika dimenzija 12 m širine x 20 m visine, a dužina komore je u zavisnosti od širine rudnog ležišta odnosno od kontura istog tako da se kreće od minimum 20 m do 400 m. Otkopavanje komora po dužini se vrši u segmentima (etapama) dužine od 30 m do 50 m. Dužina otkopavanja komore zavisi od stabilnosti zidova komore.

Kad se dođe do kritične dužine, otkopavanje se prekida i nakon pražnjenja komore odvozom izminirane rude, pristupa se blindiranju otkopnog hodnika odnosno utovarnog hodnika na dnu komore. Hodnik se na samom izlazu iz otkopane komore blindira ugradnjom odgovarajuće barikade (baraže) koja čim dostigne određeni stepen čvrstoće omogućava da se započne zasipavanje otkopane komore iz otkopnog hodnika na gornjoj etaži koji ima trenutnu funkciju hodnika bušenja.

Etažnim hodnicima i otkopnim hodnikom bušenja, cevovodima se vrši doprema pasta zasipa do krovinskog dela otkopanog segmenta komore i ista puni do nivoa podine hodnika. Nakon završetka punjenja do nivoa gornje etaže i očvršćavanja zasipa može se nastaviti po utvrđenom redosledu sledeći segment komore i tako redom dok se komora ne otkopa po celokupnoj dužini. Tako zapunjena komora predstavlja stub za otkopavanje susednih komora po istom principu otkopavanja.

### **6.3. Dinamika otkopavanja rude**

Procenjeno je da će vek eksploatacije obuhvatati period od 25 godina. S tim u vezi, u *Tabeli 6.1.* prikazana je dinamika otkopavanja rude sa pratećim elementima. Proizvodnja rude će se vršiti po principu:

- iz Prvog eksploatacionog zahvata od 700.000 t godišnje i
- iz Drugog eksploatacionog zahvata od 1.300.000 t godišnje.



*Tabela 6. 1. Dinamika otkopavanja rude*

God.	Ruda (t)	Cu (%)	Cu (t)	S (%)	S (t)	Au (g/t)	Au (kg)	Ag (g/t)	Ag (kg)
1	Otvaranje								
2	1.200.000	0,531	6.372	7,566	90.792	0,198	238	1,720	2.063
3	1.800.000	0,531	9.558	7,566	136.188	0,198	356	1,720	3.095
4	2.000.000	0,539	10.770	7,644	152.874	0,201	403	1,752	3.504
5	2.000.000	0,539	10.770	7,644	152.874	0,201	403	1,752	3.504
6	2.000.000	0,539	10.770	7,644	152.874	0,201	403	1,752	3.504
7	2.000.000	0,539	10.770	7,644	152.874	0,201	403	1,752	3.504
8	2.000.000	0,539	10.770	7,644	152.874	0,201	403	1,752	3.504
9	2.000.000	0,539	10.770	7,644	152.874	0,201	403	1,752	3.504
10	2.000.000	0,539	10.770	7,644	152.874	0,201	403	1,752	3.504
11	2.000.000	0,530	10.601	7,631	152.627	0,197	395	1,747	3.493
12	2.000.000	0,523	10.468	7,631	152.613	0,194	388	1,778	3.556
13	2.000.000	0,523	10.468	7,631	152.613	0,194	388	1,778	3.556
14	2.000.000	0,523	10.468	7,631	152.613	0,194	388	1,778	3.556
15	2.000.000	0,523	10.468	7,631	152.613	0,194	388	1,778	3.556
16	2.000.000	0,523	10.468	7,631	152.613	0,194	388	1,778	3.556
17	2.000.000	0,523	10.468	7,631	152.613	0,194	388	1,778	3.556
18	2.000.000	0,523	10.468	7,631	152.613	0,194	388	1,778	3.556
19	2.000.000	0,518	10.351	7,529	150.572	0,189	379	1,694	3.387
20	2.000.000	0,518	10.351	7,529	150.572	0,189	379	1,694	3.387
21	2.000.000	0,511	10.225	7,491	149.816	0,189	377	1,715	3.430
22	2.000.000	0,511	10.225	7,491	149.816	0,189	377	1,715	3.430
23	2.000.000	0,511	10.225	7,491	149.816	0,189	377	1,715	3.430
24	2.000.000	0,487	9.746	7,324	146.487	0,181	362	1,742	3.484
25	1.492.704	0,469	7.001	7,197	107.430	0,175	261	1,763	2.632
<b>Σ</b>	<b>46.492.704</b>	<b>0,523</b>	<b>243.321</b>	<b>7,577</b>	<b>3.522.525</b>	<b>0,194</b>	<b>9.034</b>	<b>1,748</b>	<b>81.248</b>

## 7. INVESTICIONA ULAGANJA

### 7.1. Izrada prostorija otvaranja

U poglavlju 5.3. se nalazi *Tabela 5.1*, gde su navedene prostorije otvaranja Prvog eksploatacionog zahvata -150/-90. Na osnovu toga, u *Tabeli 7.1.* su prikazane vrednosti prostorija otvaranja I eksploatacionog zahvata.

*Tabela 7. 1. Ulaganja za I eksploatacioni zahvat -150/-90*

Red. broj	NAZIV POZICIJE OBJEKTA	Količina (m)	Jedin. cena (USD)	Vrednost (USD)	Vreme izrade	
					m/mes	mes
<b>XIII HORIZONT</b>						
1	Ventilaciono transportni hodnik XIII	120	650	78.000	130	0,92
2	Ventilacioni hodnik XIII	228	650	148.200	130	1,75
<b>ETAŽA K-150</b>						
3	Ventilaciono odvodni hodnik -150 (VOH-150)	350	650	227.500	130	2,69
4	Prolazno ventilaciono okno -150/XIII (PVO-150/XIII)	140	600	84.000	75	1,87
5	Rudno okno 1 -150/-90 (RO1 -150/-90)	60	450	27.000	100	0,60
6	Rudno okno 2 -150/-90 (RO2 -150/-90)	60	450	27.000	100	0,60
<b>Ukupno:</b>		<b>958</b>		<b>591.700</b>		

Takođe u poglavlju 5.3. se nalazi *Tabela 5.3*, gde su navedene prostorije otvaranja Drugog eksploatacionog zahvata -225/-165. Na osnovu toga, u *Tabeli 7.2.* su prikazane vrednosti prostorija otvaranja II eksploatacionog zahvata.

Tabela 7. 2. Ulaganja za II eksploatacioni zahvat -225/-165

Red. broj	NAZIV POZICIJE OBJEKTA	Količina (m)	Jedin. cena (USD)	Vrednost (USD)	Vreme izrade	
					m/mes	mes
<b>-240 NIVO TRANSPORTA</b>						
1	Glavni transportni hodnik -240 (TH-240)	1.040	650	676.000	130	8,00
2	Transportni hodnik 1 (TH1-240)	50	650	32.500	130	0,38
3	Transportni hodnik 2 (TH2-240)	47	650	30.550	130	0,36
4	Hala drobljenja 1 (HD1-230/-240)	7	2.150	15.050	45	0,16
5	Hala drobljenja 2 (HD2-230/-240)	7	2.150	15.050	45	0,16
6	Komora vibrododavača 1 -230 (KVD1 -230)	7	1.150	8.050	70	0,10
7	Komora vibrododavača 2 -230 (KVD2 -230)	7	1.150	8.050	70	0,10
8	Bunker 1 -235/-230 (B1-235/-230)	5	1.950	9.750	35	0,14
9	Bunker 2 -235/-230 (B2-235/-230)	5	1.950	9.750	35	0,14
10	Servisni niskop drobljenja 1 (SND1-225/-240)	95	650	61.750	130	0,73
11	Servisni niskop drobljenja 2 (SND2-225/-240)	95	650	61.750	130	0,73
12	Pristupni hodnik oknu -240 (PHO-240)	26	650	16.900	130	0,20

13	Prol. vet. odv. ok. -240/-145 (PVOO-240/-145)	95	600	57.000	75	1,27
14	Taložni niskop 1 (TN1)	30	650	19.500	130	0,23
15	Taložni niskop 2 (TN2)	30	650	19.500	130	0,23
16	Vodosabirnik (VS)	55	650	35.750	130	0,42
17	Pristupni niskop pumpnoj komori 1 (PNPK1)	25	650	16.250	130	0,19
18	Pristupni niskop pumpnoj komori 2 (PNPK2)	25	650	16.250	130	0,19
19	Pumpna komora (PK)	30	650	19.500	130	0,23
20	Vezni uskop -240/-225 (VU-240/-225)	80	650	52.000	130	0,62
<b>ETAŽA K-225</b>						
21	Rudno okno 1 (RO1-225/-160)	65	450	29.250	100	0,65
22	Rudno okno 2 (RO2-225/-160)	65	450	29.250	65	1,00
23	Istovarna stanica 1 (IS1)	7	1.450	10.150	65	0,11
24	Istovarna stanica 2 (IS2)	7	1.450	10.150	130	0,05
<b>Ukupno:</b>		<b>1.905</b>		<b>1.259.700</b>		

Ukupna ulaganja za prostorije otvaranja I i II eksploatacionog zahvata su prikazana u *Tabeli 7.3.*

*Tabela 7. 3. Ukupna ulaganja u prostorije otvaranja*

Red. broj	Naziv	Dužina (m)	Vrednost (USD)	Godina 1
1	Prostorije otvaranja I EZ -150/-90	958	591.700	591.700
2	Prostorije otvaranja II EZ -225/-165	1.905	1.259.700	1.256.700
<b>Ukupno:</b>		<b>2.863</b>	<b>1.851.400</b>	<b>1.851.400</b>

## 7.2. Oprema na otkopavanju

Tehnologija otkopavanja i izrade prostorija zasnovana je na klasičnom sistemu iskopa stenskog materijala metodom bušačko-minerskih radova. Tehnologija izvođenja radova pri izradi objekata obuhvata:

- bušenje minskih bušotina,
- punjenje bušotina eksplozivnim materijalom,
- miniranje,
- provetravanje,
- osiguravanje radilišta,
- utovar,
- odvoz otpucanog materijala i
- podgrađivanje radilišta.

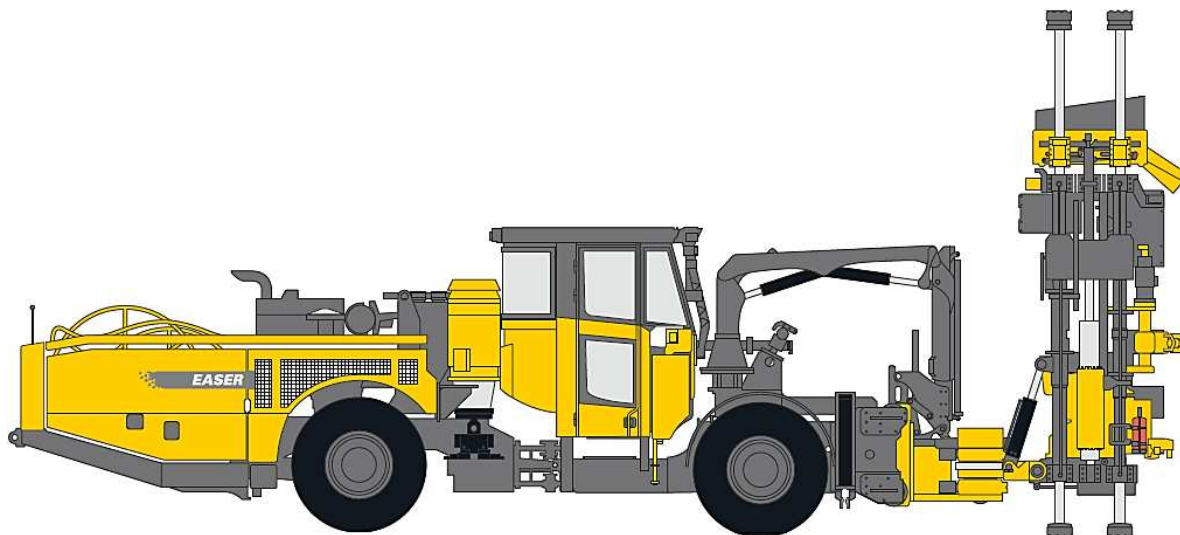
Za bušenje minskih bušotina koristiće se garnitura za bušenje dugačkih bušotina Atlas Copco – SIMBA S7D sa spoljnim bušačim čekićem COP 1838ME i krunom  $\varnothing 76$  mm (Slika 7.1.).



Slika 7. 1. Garnitura za bušenje dugačkih bušotina SIMBA S7D

Atlas Copco mobilna mašina tipa EASER za razbušenje (Slika 7.2.) se uspešno primenjuje u jamama sa ovom metodom. Karakteristike ove mašine su sledeće:

- Buši pilot bušotine od  $\varnothing$  229 mm do 200 metara dužine,
- Razbušuje bušotinu do prečnika od 750 mm, dužine do 60 metara,
- Ukupna instalisana snaga (kapacitet postrojenja u idealnim uslovima) je 183 kW,
- Brzina napredovanja je 2 m/min.



*Slika 7. 2. Mobilna mašina za razbušenje EASER*

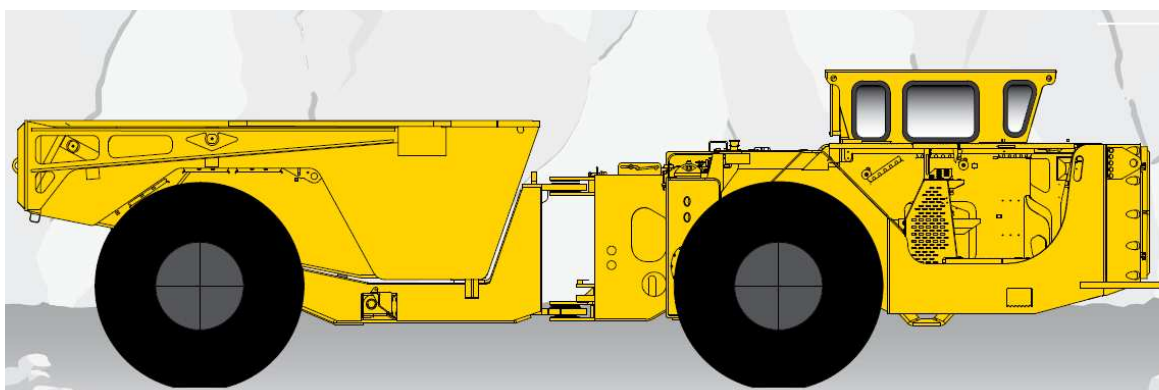
Za minsko punjenje se koristi ANFO eksplozivna smeša, koja se mehanizovano ubacuje u bušotine pomoću pneumatskih punilica. Punjenje se obavlja pomoću servisnog vozila ROCMEC (Nitro Nobel) za automatsko punjenje minskih bušotina. Ovo vozilo je opremljeno pneumatskom ANFO punilicom tipa ANOL.

Takođe, biće i potrebna mašina za elektronsko iniciranje minskog punjenja, mašina za oštrenje bušaćih krana, ali i sigurnosni om-metar za kontrolu mreže miniranja, odnosno kontrolu elektro provodnika vezanih električnih upaljača.

Odvoz rude iz otkopa vrši se dizel utovarno-transportnom mehanizacijom (utovarivačima) tipa Atlas Copco Scooptram ST7 (Slika 7.3.), dok se transport rude na ostalim dužim distancama vrši dizel jamskim kamionom Atlas Copco Minetruck MT2010 (Slika 7.4.).



*Slika 7. 3. Jamski utovarač Atlas Copco Scooptram ST7*



*Slika 7. 4. Jamski kamion Atlas Copco Minetruck MT2010*

Utovar odminirane rude vrši se u otkopnim utovarnim hodnicima pomoću dizel utovarivača zapremine kašike 5 m<sup>3</sup> i na utovarnim rampama tovari se u jamske dizel kamione zapremine sanduka 10 m<sup>3</sup>, kojima se dalje transportuje i istovaruje u bunker istovarne stanice ili u rudna okna.

Uzimajući u obzir postojeći sistem ventilacije Jame i primenu dizel mašina na otkopima, za potrebe ventilacije otkopa koristiće se tri ventilatora za separatno provetravanje.

Što se tiče dopreme repromaterijala i prevoza ljudi, predviđeno je nekoliko vozila. A sva ulaganja na opremi za otkopavanje su prikazana u *Tabeli 7.4.*

*Tabela 7. 4. Ulaganja na opremi za otkopavanje*

Red. broj	Naziv opreme	Kom.	Cena/kom. (USD)	Ukupno (USD)
1	Mašina za bušenje dubok. min. buš. SIMBA	2	380.000	760.000
2	Mašina za razbušenje EASER	1	900.000	900.000
3	Mašina za pneumatsko punjenje eksploz. smeše	1	300.000	300.000
4	Mašina za elektronsko iniciranje min. punjenja	1	1.000	1.000
5	Om-metar za kontrolu mreže miniranja	1	1.000	1.000
6	Mašina za oštrenje bušaćih kruna	1	2.000	2.000
7	Jamski dizel utovarivač, 5 m <sup>3</sup> (9 t)	3	450.000	1.350.000
8	Jamski dizel kamion, 10 m <sup>3</sup> (18 t)	6	350.000	2.100.000
9	Ventilator za separatno provetravanje	3	25.000	75.000
10	Vozilo za dopremu eksploziva	1	55.000	55.000
11	Vozilo cisterna za gorivo	1	45.000	45.000
12	Vozilo za dopremu materijala	1	55.000	55.000
13	Vozilo za prevoz ljudi	2	40.000	80.000
	<b>Ukupno:</b>			<b>5.724.000</b>

### 7.3. Spravljenje i distribucija paste

Postrojenje za spravljenje pasta zasipa, distribuciona mreža na površini, u jami i tehničke bušotine koštaće: **10.500.000 USD**. Planirana je izgradnja u prvoj i drugoj godini projekta, a aktiviranje i puni kapacitet postrojenja od treće godine do kraja projekta. U prvoj godini, planirana investicija za ovo postrojenje je **5.000.000 USD**, a ostatak u drugoj godini.



## 7.4. Oprema na drobljenju i transportu

Troškovi opreme na drobljenju i transportu obuhvataju troškove objekata za drobljenje i transport, kao i troškove osnovne i pomoćne tehnološke opreme (*Tabela 7.5, 7.6. i 7.7.*). U *Tabeli 7.8.* prikazana ukupna ulaganja na opremi za drobljenje i transport.

*Tabela 7. 5. Ulaganja za prostorije i objekte drobljenja i transporta*

Red. broj	Naziv	Vrednost (USD)
1	Istovarne stanice -225 – armirano liveni beton	3.600
2	Veza hale drobljenja sa istovarnim stanicama – armirano liveni beton	5.400
3	Produžetak Glavnog transportnog hodnika GTH-235	1.300
4	Iskop nadvišenja za ugradnju pretovarne sipke na spoju TH1/GTH-240, TH2/GTH-240 i GTH-240/GTH-235	11.700
	<b>Ukupno:</b>	<b>22.000</b>

*Tabela 7. 6. Ulaganja na osnovnoj tehnološkoj opremi*

Red. broj	Naziv	Kom.	Cena/kom. (USD)	Ukupno (USD)
1	Čeljusna drobilica Nordberg C120	2	240.000	480.000
2	Vibrododavač Nordberg VF561-2V	2	90.000	180.000
3	Vibrodozer FORDERTECHNIC	2	60.000	120.000
4	Trakasti dodavač L = 65 m	2	32.500	65.000
5	Trakasti transporter-240 L = 700 m	1	350.000	350.000
	<b>Ukupno:</b>			<b>1.195.000</b>

Tabela 7. 7. Ulaganja na pomoćnoj tehnološkoj opremi

Red. broj	Naziv	Kom.	Cena/kom. (USD)	Ukupno (USD)
1	Točišta sa lancima za RO1 i RO2 (-225/-230)	2 kompleta	15.000	30.000
2	Stacionarna rešetka (5 x 4,5 m) na bunkerima drobljenja B1 (RO1), B2 (RO2)	2	8.000	16.000
3	Hidraulični razbijač rude na bunkerima drobljenja B1 (RO1), B2 (RO2)	2	78.500	157.000
4	Jednošinski kran u hali drobljenja HD1 ispod RO1, HD2 ispod RO2	2	10.000	20.000
5	Pretovarne sipke sa transporterima TH1 i TH2 na transporter GTH-240 i na GTH-235	3	10.000	30.000
6	Komandni pult, komunikacijske veze, noseće i radne konstrukcije i platforme, sipke, stepeništa ograde, dr.	2	15.000	30.000
<b>Ukupno:</b>				<b>283.000</b>

Tabela 7. 8. Ukupna ulaganja na drobljenju i transportu

Naziv	Cena (USD)
1. Prostorije i objekti	22.000
2. Osnovna tehnološka oprema	1.195.000
3. Pomoćna tehnološka oprema	283.000
<b>Ukupno:</b>	<b>1.500.000</b>

Za stabilan proizvodni kapacitet Jame od 2,5 Mt rude godišnje (proizvodnja rude u ležištu „Borska reka“ i drugim rudnim telima), potrebno je izvršiti revitalizaciju objekata i opreme postojeće tehnološke linije transporta i izvoza i drobljenja sa investicionim ulaganjima od: **1.000.000 USD**.

## 7.5. Oprema za ventilaciju i odvodnjavanje

Investiciona ulaganja na opremi za odvodnjavanje iznosiće: **300.000 USD**. Oprema se sastoji iz četiri pumpe za odvodnjavanje od 110 kW/h i kompleta cevne armature. U *Tabeli 7.9.* prikazana je vrednost ventilacione opreme u koju spada ugradnja ventilatora i sređivanje ventilacione stanice.

*Tabela 7. 9. Vrednost ventilacione opreme*

Naziv opreme	Komada	Cena/kom. (USD)	Ukupno (USD)
Pomoćni ventilator "Zitron" ZVN 1-18-315/4	1	100.000	100.000
<b>Ukupno:</b>			<b>100.000</b>

## 7.6. Ulaganja u flotaciju

Za stabilan proizvodni kapacitet prerade rude Jame u Flotaciji Bor, na godišnjem nivou od 2,5 Mt, potrebno je izvršiti revitalizaciju postrojenja sa investicionim ulaganjima od: **2.000.000 USD**.

## 7.7. Ukupna investiciona ulaganja

Dakle, investiciona ulaganja iznosiće **22.975.400 USD**, s tim što će dinamika investiranja za prvu godinu biti **12.575.400**, a za drugu **10.400.000 USD**. To bi iznosilo **4,60 USD** po toni rude. Takođe, treba uzeti u obzir iznos obrtnih sredstava koji se procenjuje na **3.000.000 USD**, a koji je neophodan za normalno funkcionisanje aktivnosti preduzeća. Pa je iznos ukupnih investicionih ulaganja **25.975.400 USD**. Videti *Tabelu 7.10.*

Tabela 7. 10. Ukupna investiciona ulaganja i dinamika investiranja

Red. broj	NAZIV	Vrednost (USD)	Procent. učešće (%)	Dinamika investiranja	
				I godina	II godina
1	Izrada prostorija otvaranja	1.851.400	8,06	1.851.400	
2	Oprema na otkopavanju	5.724.000	24,91	5.724.000	0
3	Postrojenje pasta zasipa	10.500.000	45,70	5.000.000	5.500.000
4	Oprema na drobljenju i transportu	1.500.000	6,53	0	1.500.000
5	Revitalizacija transporta i izvoza	1.000.000	4,35	0	1.000.000
6	Oprema za ventilaciju i odvodnjavanje	400.000	1,74	0	400.000
7	Revitalizacija postrojenja za flotaciju	2.000.000	8,70	0	2.000.000
	<b>Ukupno:</b>	<b>22.975.400</b>	<b>100,00</b>	<b>12.575.400</b>	<b>10.400.000</b>

## 7.8. Finansijska konstrukcija

Ukupna investiciona ulaganja u prostorije i opremu (dakle, bez revitalizacije od **3.000.000 USD**) finansiraće se iz bankarskih kredita prema dinamici ulaganja tokom veka projekta. Pa su projektovani uslovi kredita sledeći:

- Ukupan iznos kredita **19.975.400 USD** (u I godini **12.575.400 USD**, u II godini **7.400.000 USD**);
- Rok otplate 8 godina, jednaki godišnji anuiteti (rate) – deo glavnice i deo kamate;
- Kamatna stopa 6 % godišnje;
- Grejs period 2 godine za I kredit i 1 godina za II kredit, bez obračunavanja interkalarne kamate.

Troškovi finansiranja prikazani su u *Tabeli 7.11.*

*Tabela 7. 11. Plan otplate kredita*

Godina	Anuitet	Kamata	Otplata
3	3.216.757	1.198.524	2.018.233
4	3.216.757	1.077.430	2.139.327
5	3.216.757	949.070	2.267.687
6	3.216.757	813.009	2.403.748
7	3.216.757	668.784	2.547.973
8	3.216.757	515.906	2.700.852
9	3.216.757	353.855	2.862.903
10	3.216.757	182.081	3.034.677
<b>Ukupno:</b>	<b>25.734.059</b>	<b>5.758.659</b>	<b>19.975.400</b>

## 8. TROŠKOVI NA EKSPLOATACIJI RUDE

### 8.1. Normativi i troškovi otkopavanja rude

#### Troškovi materijala na izradi pripremnih prostorija

U *Tabeli 8.1.* su prikazana ulaganja na izradi pripremnih prostorija. Koeficijent pripreme od **0,00317 m/t** i trošak od **1,27 USD** po toni rude, sračunati su u odnosu na godišnju proizvodnju rude u ležištu „Borska reka“: **2.000.000 t**.

*Tabela 8. 1. Ulaganja na izradi pripremnih prostorija*

Naziv	Dužina (m)	Jedin. cena (USD/m)	Koef. pripreme (m/t)	Trošak (USD/t)	Vrednost (USD)
Prostorije pripreme ležišta „Borska reka“	6.340	400	0,00317	1,27	2.536.000
<b>Ukupno:</b>	<b>6.340</b>			<b>1,27</b>	<b>2.536.000</b>

#### Normativi potrošnog materijala i energije na otkopavanju

Za minsko punjenje se koristi ANFO eksplozivna smeša, a biće potrebni i detonatori, cevčice i konektori. Što se tiče bušenja minskih bušotina, materijal koji ćemo koristiti su krune za bušenje  $\varnothing$  76 mm i bušaće šipke. Takođe, sračunati su i troškovi goriva, ulja, maziva, tehnološke vode, električne energije i guma za utovarnu, transportnu, bušaću i servisnu opremu. Navedeni troškovi su dati u *Tabeli 8.2.*

Tabela 8. 2. Normativi potrošnog materijala i energije na otkopavanju

Red. broj	Naziv materijala	Jed. mere	Normativ (j.m./t)	Jedin. cena (USD/j.m.)	Vrednost (USD/t)	God. potrošnja	Vrednost normativa (USD)
1.	Eksplozivna ANFO smeša	kg	0,3	1,3	0,39	600.000	780.000
2.	Nonel detonatori	kom	0,007	1,4	0,01	14.000	19.600
3.	Nonel cevčice	m'	0,143	0,47	0,07	286.000	134.420
4.	Nonel konektori	kom	0,0008			1.600	-
5.	Krune za buš. Ø 76 mm	kom	0,00054	116	0,063	1.080	125.280
6.	Bušaće šipke	kom	0,0002	245	0,049	400	98.000
7.	Dizel gorivo	l	0,6	1,1	0,66	1.200.000	1.320.000
8.	Ulje i mazivo	kg	0,06	2,8	0,168	120.000	336.000
9.	Gume za utovar. opremu	kom	0,00006	3.300	0,198	120	396.000
10.	Gume za trans. opremu	kom	0,00006	3.000	0,18	120	360.000
11.	Gume za bušaću i servis. opremu	kom	0,00004	1.500	0,06	80	120.000
12.	Tehnološka voda	m <sup>3</sup>	0,2	0,22	0,044	400.000	88.000
13.	El. energija	kWh	5	0,06	0,3	10.000.000	600.000
14.	Ostalo 10 %				0,22		437.730
				<b>Ukupno:</b>	<b>2,41</b>		<b>4.820.000</b>

## Normativi na spravljanju i distribuciji pasta zasipa u jamu

Otkopani prostor se zasipava pastom, koja se sastoji od flotacijske jalovine Bora, portland cementa i vode. Priprema otkopa za zasipavanje, vrši se izradom barikade odnosno pregradnog zida. Izgradnja barikade iziskuje demontažu kablova za napajanje električnom energijom. Svi troškovi su prikazani u *Tabeli 8.3.*

*Tabela 8. 3. Normativi na spravljanju i distribuciji pasta zasipa*

Red. broj	Naziv materijala	Jed. mere	Normativ (j.m./t)	Jedin. cena (USD/j.m.)	Vrednost (USD/t)	God. potrošnja	Vrednost normativa (USD)
1.	Cement	kg	38,3	0,076	2,91	76.600.000	5.820.000
2.	El. energija	kWh	5	0,06	0,30	10.000.000	600.000
3.	Tehnološka voda	m <sup>3</sup>	0,17	80.000	80.000	80.000	80.000
4.	Ostalo 10 %				0,32		640.000
<b>Ukupno:</b>					<b>3,57</b>		<b>7.140.000</b>

## Normativi na primarnom drobljenju, transportu trakastim transporterima, izvozu i spoljnom drobljenju rude

*Tabela 8. 4. Normativi na drobljenju, transportu i izvozu rude*

Red. broj	Naziv materijala	Jed. mere	Normativ (j.m./t)	Jedin. cena (USD/j.m.)	Vrednost (USD/t)	God. potrošnja	Vrednost normativa (USD)
1.	Ulje i maziva	kg	0,035	2,8	0,1	70.000	196.000
2.	El. energija	kWh	21	0,06	1,26	42.000.000	2.520.000
3.	Tehnološka voda	m <sup>3</sup>	0,01	0,22	0,0022	20.000	4.400
4.	Ostalo 10 %				0,14		272.040
<b>Ukupno:</b>					<b>1,50</b>		<b>2.992.440</b>



## Troškovi radne snage na eksploataciji rude

Organizacija eksploatacija rude bakra planirana je za 365 radnih dana godišnje i 3 smene na dan. Rad se obavlja kontinuirano trosmenski u četvorbrigadnom sistemu rada.

Proizvodnja rude u ležištu Borska Reka: **2,0 Mt/godišnje ili mesečno 166.667 t**

Proizvodnja rude u drugim rudnim telima: **0,5 Mt/godišnje ili mesečno 41.666 t**

**Ukupno: 2,5 Mt/godišnje ili mesečno 208.333 t**

*Tabela 8. 5. Broj radnika po organizacionim delovima pogona Jama*

Naziv	Broj izvršilaca
Opšti poslovi	20
Izrada jamskih prostorija u ležištu Borska Reka	60
Otkopavanje rude u ležištu Borska Reka	120
Eksploatacija rude u drugim rudnim telima	65
Spravljanje pasta zasipa i distribucija u jamu	30
Transport izvoz i drobljenje rude	100
Servisiranje jame	35
Ventilacija	25
Odvodnjavanje	15
Jamsko mašinsko održavanje	60
Spoljno mašinsko održavanje	40
Elektro održavanje	40
<b>Ukupno:</b>	<b>610</b>

Za obračun zarada radnika uzima se prosečna bruto plata radnika od **1.000 USD** mesečno. Za 610 radnika, bruto plata iznosi **610.000 USD** mesečno.

Troškovi radne snage po toni rude iznose: **610.000 USD : 208.333 t = 2,93 USD/t.**

## Troškovi glavnog provetravanja, odvodnjavanja i servisiranja

Tabela 8. 6. Troškovi provetravanja, odvodnjavanja i servisiranja

Red. broj	Naziv materijala	Jed. mere	Normativ (j.m./h)	Jedin. cena (USD/j.m.)	Trošak (USD/t)	Godišnja proizvodnja rovne rude (t)	Vrednost (USD)
1.	Provetranje (24 h x 30 d)	kW	500	0,06	0,10	2.000.000	5.624.000
2.	Odvodnjavanje (24 h x 30 d)	kW	1.600	0,06	0,33	2.000.000	840.000
3.	Servisiranje (24 h x 30 d)	kW	700	0,06	0,15	2.000.000	220.000
4.	Ostali troškovi				0,25	2.000.000	668.400
<b>Ukupno:</b>					<b>0,83</b>	<b>2.000.000</b>	<b>1.660.000</b>

Trošak materijala za održavanje mašina, postrojenja i instalacija će iznositi: **3.000.000 USD.**

### Ukupni normativi i troškovi na otkopavanju rude

Što se tiče troškova amortizacije, neamortizovani su samo oprema i objekti utvrđeni ovim projektom u iznosu (odnosno investiciona ulaganja):

- postrojenje za spravljenje pasta zasipa, distribuciona mreža na površini, u jami i tehničke bušotine, **10.500.000 USD**;
- opremi za pripremne radove i otkopavanje, **5.700.000 USD**;
- oprema za primarno drobljenje XIX horizont i transport, **1.500.000 USD**;
- provetravanje i odvodnjavanje, **400.000 USD**;
- investicione prostorije i objekti (GTH-240, PVO XIX-XIII, rudna okna, objekti drobljenja i odvodnjavanja), **2.000.000 USD.**

Ukupni troškovi amortizacije iznosiće: **20.000.000 USD**, sa godišnjom stopom amortizacije od **10%**. Odnosno: 
$$\frac{20.000.000 \times 0.1}{2.000.000}$$

što bi značilo da će godišnji troškovi amortizacije iznositi: **2.000.000 USD**.

*Tabela 8. 7. Ukupni troškovi na otkopavanju rude*

NAZIV	Vrednost (USD)	Trošak (USD/t)
1. Troškovi materijala na izradi pripremnih prostorija	2.536.000	1,27
2. Troškovi materijala na otkopavanju rude	4.820.000	2,41
3. Troškovi materijala na spravljanju i distribuciju pasta zasipa	7.140.000	3,57
4. Troškovi materijala na transportu, izvozu i drobljenju	2.992.440	1,50
5. Troškovi radne snage	5.860.000	2,93
6. Troškovi glavnog provetranja, glavnog odvodnjavanja i servisiranja	1.660.000	0,83
7. Materijal za održavanje mašina, postrojenja i instalacija	3.000.000	1,50
8. Amortizacija	2.000.000	1,00
9. Ostali (neobuhvaćeni) troškovi +5 %	1.520.000	0,76
<b>Ukupno:</b>	<b>31.528.440</b>	<b>15,77</b>

Dakle, ukupni troškovi na otkopavanju rude iznosiće **31.528.440 USD**, odnosno **15,77 USD** po toni rude, što se može videti iz *Tabele 8.7.*

## **8.2. Normativi i troškovi na pripremi rude**

### **Troškovi normativnog materijala u flotaciji**

Primarno izdrobljena ruda u primarnoj drobilici u Jami Bor, izvozi se skip koševima koji se prazne u prihvatni bunker, koji je smešten u izvoznom tornju. Zatim, ruda se transportuje na kružno oscilatorno sito, na primarno prosejavanje. Prosev, kao gotov proizvod drobljenja, dalje pada na trakasti transporter. Odsevi sita se

transportuju na sekundarno drobljenje, a nakon toga i na sekundarno prosejavanje. Ukoliko je to potrebno, pristupa se tercijernom drobljenju i prosejavanju rude.

Definitivno izdrobljena ruda iz bunkera **40.000 t**, transportnim trakama se doprema do bunkera ispred mlinske sekcije, zapremine oko **1.500 t**. Mlevenje je dvostadijalno, odvija se u mlinu sa šipkama i mlinu sa kuglama koji radi u zatvorenom ciklusu sa klasiranjem. Proizvod mlina sa šipkama i kuglama, se spaja u ciklonskoj pumpi i uz dodatak vode klasira u hidrociklonu. Preliv hidrociklona je gotov proizvod i isti se gravitacijski transportuje na osnovno flotiranje. Pesak hidrociklona se vraća u mlin sa kuglama i predstavlja kružnu šaržu.

Preliv hidrociklona se gravitacijski preko razdeljivača pulpe deli na dve linije flotacijskih mašina. U razdeljivač se dodaju kolektor i penušač. Na kaskadi mašina (na prelazu između prve i druge četiri komore) dodaje se kolektor.

*Tabela 8. 8. Troškovi normativnog materijala u flotaciji*

Red. broj	Naziv materijala	Jed. mere	Normativ (j.m./t)	Jedin. cena (USD/j.m.)	Trošak (USD/t)	God. potrošnja	Vrednost normativa (USD)
1	Čelične šipke	kg	0,7	0,82	0,574	1.400.000	1.145.455
2	Čelične obloge	kg	0,1	1,91	0,191	200.000	381.818
3	Čelične kugle	kg	0,6	0,91	0,546	1.200.000	1.088.727
4	Gumene obloge	kg	0,007	9,28	0,06496	14.000	129.958
5	Kreč	kg	4	0,09	0,36	8.000.000	730.909
6	Kolektor	kg	0,06	1,68	0,1008	120.000	201.556
7	Penušač	kg	0,006	3,15	0,0189	12.000	37.831
8	Filter platno	m <sup>2</sup>	0,0006	7,31	0,004386	1.200	8.767
9	Ulja i maziva	kg	0,01	2,79	0,0279	20.000	55.818
10	Ind. voda	m <sup>3</sup>	0,6	0,22	0,132	1.200.000	261.818
11	El. energija	kWh	22,3	0,06	1,338	44.600.000	2.821.964
<b>Ukupno:</b>					<b>3,36</b>		<b>6.864.621</b>

Definitivni koncentrat flotacijske koncentracije rude rudnog tela „Borska reka“, zajedno sa definitivnim koncentratom flotacijske koncentracije topioničke šljake pumpom se transportuje do pogona filtraže. Jalovina iz procesa flotacijske koncentracije rude ležišta Borska reka (zajedno sa jalovinom flotacijske koncentracije šljake) koristiće se za spravljanje stvrdnjavajućeg pasta zasipa za zapunjavanje prostora nastalog otkopavanjem ležišta Borska reka u Jami.

U *Tabeli 8.8.* dat je prikaz troškova materijala na flotaciji rude. Vrednosti za normativni materijal uzete su iz dokumenata koje je Investitor dao kao podlogu: Glavni rudarski projekat eksploatacije rude bakra u Jami Bor do K-235 m – Tehnički projekat flotacijske prerade rude.

### **Troškovi radne snage na vođenju tehnologije i održavanje flotacije**

*Tabela 8. 9. Broj radnika na pogonu Flotacija*

Naziv	Broj izvršilaca
Opšti i upravni poslovi	7
Drobljenje	18
Flotacija	81
Pomoćni poslovi	7
Jalovište	8
Filtraža	15
Tehnička priprema	9
Mašinsko održavanje	88
Elektro održavanje	27
MRT	7
Tehnička priprema EMO	13
<b>Ukupno:</b>	<b>280</b>

Organizacija eksploatacije rude bakra planirana je za 365 radnih dana godišnje i 3 smene na dan. Rad se obavlja kontinuirano tromenski u četvorbrigadnom sistemu rada.

Proizvodnja rude u ležištu Borska Reka: **2,0 Mt/godišnje ili mesečno 166.667 t**

Proizvodnja rude u drugim rudnim telima: **0,5 Mt/godišnje ili mesečno 41.666 t**

**Ukupno: 2,5 Mt/godišnje ili mesečno 208.333 t**

U *Tabeli 8.9.* prikazana je radna snaga potrebna za rad na usitnjavanju i flotiranju rude rudnog tela „Borska reka“.

Za obračun zarada radnika uzima se prosečna bruto plata radnika od **1.000 USD** mesečno. Za 280 radnika, bruto plata iznosi **280.000 USD** mesečno.

Troškovi radne snage po toni rude iznose: **280.000 USD : 208.333 t = 1,34 USD/t.**

### **Ukupni troškovi materijala i radne snage na preradi rude u flotaciji**

*Tabela 8. 10. Ukupni troškovi na pripremi rude*

NAZIV	Vrednost (USD)	Trošak (USD/t)
1. Troškovi materijala u flotaciji	6.864.621	3,36
2. Troškovi radne snage na preradi rude	2.680.000	1,34
3. Ostali (neobuhvaćeni) troškovi +5 %	480.000	0,24
<b>Ukupno:</b>	<b>10.024.621</b>	<b>4,94</b>

Dakle, ukupni troškovi na pripremi rude iznosiće **10.024.621 USD**, odnosno **4,94 USD** po toni rude, što se može videti iz *Tabele 8.10.*

### 8.3. Ukupni troškovi eksploatacije rude

Ukupni troškovi na eksploataciji rude iznoseće **41.553.061 USD**, što je **20,71 USD** po toni rude, sa godišnjom proizvodnjom rude od **2.000.000 t**. Od toga, **75,87 %** iznose troškovi na otkopavanju rude, a **24,13 %** troškovi na pripremi rude. Sve navedeno je prikazano u *Tabeli 8.11*.

*Tabela 8. 11. Ukupni troškovi eksploatacije rude*

NAZIV	Vrednost (USD)	Trošak (USD/t)	Procent. učešće (%)
1. Ukupni troškovi na otkopavanju rude	31.528.440	15,77	75,87
2. Ukupni troškovi na pripremi rude	10.024.621	4,94	24,13
<b>Ukupno:</b>	<b>41.553.061</b>	<b>20,71</b>	<b>100,00</b>

## 9. TEHNO – EKONOMSKA OCENA OPRAVDANOSTI IZGRADNJE

U ovom poglavlju biće prikazane ekonomsko-finansijske projekcije i pokazatelji, i to: cena koštanja, bilans uspeha, finansijski novčani tok, kao i ekonomski novčani tok. Nakon toga, sledi analiza osetljivosti, rizika i prelomne tačke.

### 9.1. Cena koštanja

Na osnovu *Tabele 8.7.* sračunati su materijalni troškovi normativa na otkopavanju rude po godinama i fazama procesa otkopavanja rude. Materijalni troškovi su procenjeni na **158.495.346 USD**, što se može videti u *Tabeli 9.1.*

*Tabela 9. 1. Materijalni troškovi normativa na otkopavanju rude po fazama i veku projekta*

God.	Dinamika (t)	Priprema	Otkopavanje	Pasta zasip	Drobljenje, transport, izvoz	Provetranje, odvodnjavanje i servisiranje	Σ
1	Otvaranje						
2	1.200.000	1.521.600	2.892.000		1.795.464	996.000	<b>7.205.064</b>
3	1.800.000	2.282.400	4.338.000	6.436.116	2.693.196	1.494.000	<b>17.243.712</b>
4	2.000.000	2.536.000	4.820.000	7.140.000	2.992.440	1.660.000	<b>19.149.510</b>
5	2.000.000	2.536.000	4.820.000	7.140.000	2.992.440	1.660.000	<b>19.149.510</b>
6	2.000.000	2.536.000	4.820.000	7.140.000	2.992.440	1.660.000	<b>19.149.510</b>
7	2.000.000	2.536.000	4.820.000	7.140.000	2.992.440	1.660.000	<b>19.149.510</b>
8	2.000.000	2.536.000	4.820.000	7.140.000	2.992.440	1.660.000	<b>19.149.510</b>
9	2.000.000	2.536.000	4.820.000	7.140.000	2.992.440	1.660.000	<b>19.149.510</b>
10	2.000.000	2.536.000	4.820.000	7.140.000	2.992.440	1.660.000	<b>19.149.510</b>
Σ	<b>17.000.000</b>	<b>21.556.000</b>	<b>40.970.000</b>	<b>56.416.116</b>	<b>25.435.740</b>	<b>14.110.000</b>	<b>158.495.346</b>



Takođe u *Tabeli 8.7.* imamo prikaz godišnjih troškova radne snage na otkopavanju rude odnosno godišnje zarade, koje iznose **5.860.000 USD**. Dok za period od **10 godina**, zarade će iznositi: **58.600.000 USD**.

Ostali materijalni troškovi obuhvataju (*Tabela 9.2.*):

- ostale neobuhvaćene troškove obračunate u iznosu od **0,76 USD/t** rude,
- troškove flotacije obračunate u iznosu od **4,94 USD/t** suve rude,
- troškove metalurške prerade obračunate u iznosu od: **600 USD/t** bakra, **600 USD/kg** zlata, **30 USD/kg** srebra.

*Tabela 9. 2. Ostali materijalni troškovi*

God.	Dinamika (t)	Ostali neobuhvaćeni troškovi	Troškovi flotacije	Troškovi metalurške prerade	Σ
1	Otvaranje				
2	1.200.000	912.000	4.800.548	3.389.249	<b>10.101.797</b>
3	1.800.000	1.368.000	7.201.535	5.087.025	<b>15.155.847</b>
4	2.000.000	1.520.000	10.024.621	5.732.572	<b>16.920.152</b>
5	2.000.000	1.520.000	10.024.621	5.732.572	<b>16.920.152</b>
6	2.000.000	1.520.000	10.024.621	5.732.572	<b>16.920.152</b>
7	2.000.000	1.520.000	10.024.621	5.732.572	<b>16.920.152</b>
8	2.000.000	1.520.000	10.024.621	5.732.572	<b>16.920.152</b>
9	2.000.000	1.520.000	10.024.621	5.732.572	<b>16.920.152</b>
10	2.000.000	1.520.000	10.024.621	5.732.572	<b>16.920.152</b>
<b>Σ</b>	<b>17.000.000</b>	<b>12.920.000</b>	<b>82.174.430</b>	<b>48.604.278</b>	<b>143.698.708</b>

U nematerijalne troškove uračunavamo naknadu za korišćenje mineralnih sirovina (NKMS), koja je u zakonom propisanom iznosu od 5 % tržišne vrednosti mineralne sirovine, umanjene za troškove topionice (*Tabela 9.3.*).

Tabela 9. 3. Trošak naknade za korišćenje mineralnih sirovina

God.	Dinamika (t)	NKMS
1	Otvaranje	
2	1.200.000	1.346.492
3	1.800.000	2.020.982
4	2.000.000	2.277.253
5	2.000.000	2.277.253
6	2.000.000	2.277.253
7	2.000.000	2.277.253
8	2.000.000	2.277.253
9	2.000.000	2.277.253
10	2.000.000	2.277.253
<b>Σ</b>	<b>17.000.000</b>	<b>19.308.242</b>

Zakonska obaveza porez na dobit ukalkulisana je u zakonom propisanom iznosu od 15% bruto dobiti.

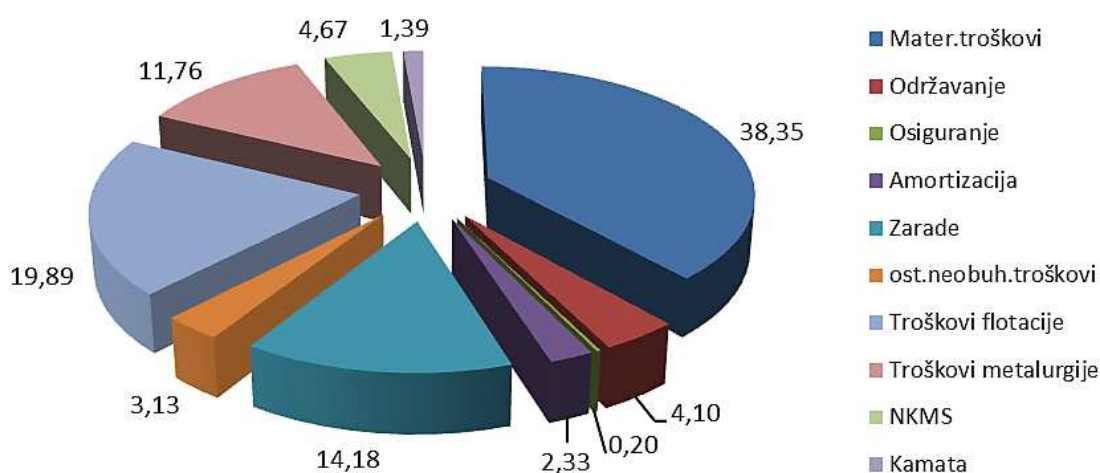
Troškovi osnovnih sredstava se odnose na troškove amortizacije, održavanja i osiguranja. Troškovi amortizacije ukalkulisani su shodno veku projekta za koji se vrše ulaganja i to: 10 % godišnje od vrednosti opreme za otkopavanje, 4 % godišnje od vrednosti opreme za drobljenje, transport, odvodnjavanje, provetravanje i pasta zasip, 2,5 % godišnje od vrednosti rudarskih prostorija. Troškovi održavanja ukalkulisani su u iznosu od 10 % vrednosti opreme i objekata godišnje. Troškovi osiguranja obračunati su po stopi od 0,5 % vrednosti opreme i objekata godišnje.

Ostali neobuhvaćeni troškovi su procenjeni na osnovu tehničkog dela projekta i učestvuju sa 5% u ceni rudarske proizvodnje.

Svi navedeni troškovi dati su u *Tabeli 9.4*, sa ukupnim rashodima i poslovnim rashodom. Takođe, struktura cene koštanja je data na pita grafikonu (*Slika 9.1.*).

Tabela 9. 4. Cena koštanja

Naziv	Σ	Procent. učešće (%)
Materijalni troškovi	<b>158.495.346</b>	38,35
Zarade	<b>58.600.000</b>	14,18
Ostali neobuhvaćeni troškovi	<b>12.920.000</b>	3,13
Troškovi flotacije	<b>82.174.430</b>	19,89
Troškovi metalurške prerade	<b>48.604.278</b>	11,76
NKMS	<b>19.308.245</b>	4,67
Održavanje	<b>16.927.860</b>	4,10
Osiguranje	<b>846.393</b>	0,20
Amortizacija	<b>9.609.195</b>	2,33
Kamata (FINANSIJSKI RASHODI)	<b>5.758.659</b>	1,39
<b>UKUPNI RASHODI</b>	<b>413.244.406</b>	<b>100,00</b>
<b>POSLOVNI RASHOD (bez kamate)</b>	<b>407.485.747</b>	<b>92,61</b>
<b>Cena koštanja po t Cu</b>	<b>5.243,62</b>	
<b>Cena koštanja po t suve rude</b>	<b>24,84</b>	



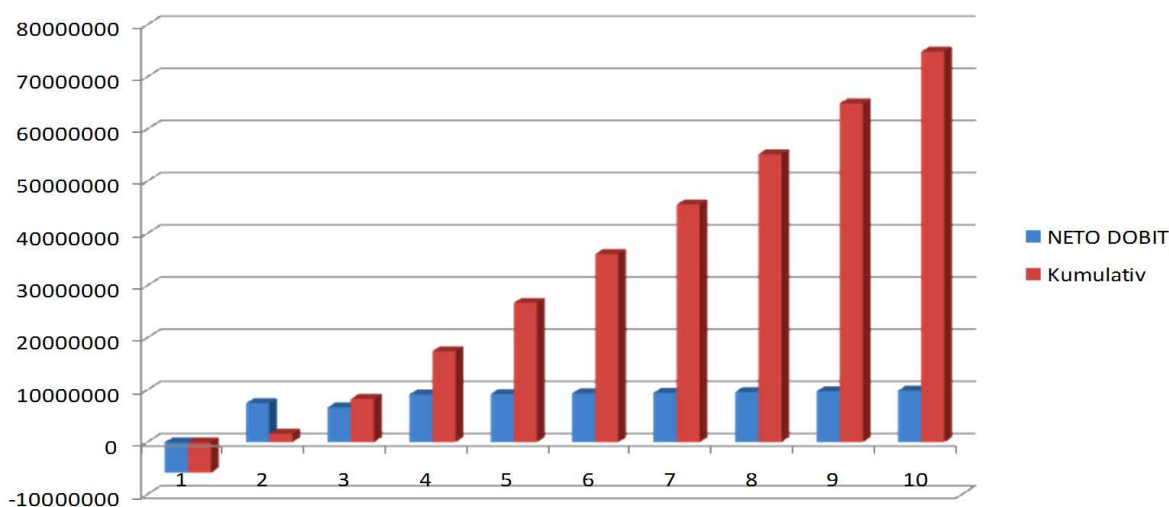
Slika 9. 1. Struktura cene koštanja

## 9.2. Bilans uspeha

Bilans uspeha prikazuje prihode i rashode ovog projekta sa ciljem utvrđivanja rezultata poslovanja (ostvarene dobiti ili gubitka) u vremenskom periodu od 10 godina. U *Tabeli 9.5.* je prikazana bruto i neto dobit koja se ostvaruje.

*Tabela 9. 5. Bilans uspeha*

God.	UKUPNI PRIHOD	UKUPNI RASHODI	BRUTO DOBIT	Porez na dobit	NETO DOBIT	Kumulativ
1		5.860.000	<b>-5.860.000</b>		<b>-5.860.000</b>	<b>-5.860.000</b>
2	35.021.515	26.202.625	<b>8.818.890</b>	1.322.834	<b>7.496.057</b>	<b>1.636.057</b>
3	52.565.523	44.690.837	<b>7.874.686</b>	1.181.203	<b>6.693.483</b>	<b>8.329.540</b>
4	59.253.382	48.496.117	<b>10.757.265</b>	1.613.590	<b>9.143.675</b>	<b>17.473.215</b>
5	59.253.382	48.367.757	<b>10.885.625</b>	1.632.844	<b>9.252.781</b>	<b>26.725.996</b>
6	59.253.382	48.231.696	<b>11.021.686</b>	1.653.253	<b>9.368.433</b>	<b>36.094.429</b>
7	59.253.382	48.087.471	<b>11.165.911</b>	1.674.887	<b>9.491.024</b>	<b>45.585.453</b>
8	59.253.382	47.934.593	<b>11.318.789</b>	1.697.818	<b>9.620.971</b>	<b>55.206.424</b>
9	59.253.382	47.772.542	<b>11.480.840</b>	1.722.126	<b>9.758.714</b>	<b>64.965.138</b>
10	59.253.382	47.600.768	<b>11.652.614</b>	1.747.892	<b>9.904.722</b>	<b>74.869.860</b>
<b>Σ</b>	<b>502.360.712</b>	<b>413.244.406</b>	<b>89.116.306</b>	<b>14.246.446</b>	<b>74.869.860</b>	



*Slika 9. 2. Grafikon neto dobiti i kumulativa*

Slika 9.2. prikazuje grafikon neto dobiti i kumulativa, neto dobit je jedino negativna u prvog godini, a ukupna neto dobit iznosi **74.869.860 USD** za 10 godina.

### 9.3. Finansijski novčani tok

Finansijski novčani tok je cirkulacija gotovine, koja prikazuje prilive i odlive kapitala preduzeća kao rezultat njegove ekonomske aktivnosti.

Ukupni novčani priliv za finansijski tok obuhvata ukupni prihod (**502.360.712**), sopstvena sredstva (**3.000.000 USD**), kredit u iznosu od **19.975.400 USD** (čiji plan otplate je dat u poglavlju 7.8.), ostatak vrednosti (**13.366.205 USD**), osnovna sredstva (**10.366.205 USD**) i obrtna sredstva (**3.000.000 USD**). Videti *Tabelu 9.6.*

*Tabela 9. 6. Ukupni novčani priliv za finansijski novčani tok*

God.	UKUPNI PRIHOD	Sopstvena sredstva	Krediti	Ostatak vrednosti	Osnovna sredstva	Obrtna sredstva	UKUPNI PRILIV
1		3.000.000	12.597.400				<b>15.597.400</b>
2	35.021.515		7.378.000				<b>42.399.515</b>
3	52.565.523						<b>52.565.523</b>
4	59.253.382						<b>59.253.382</b>
5	59.253.382						<b>59.253.382</b>
6	59.253.382						<b>59.253.382</b>
7	59.253.382						<b>59.253.382</b>
8	59.253.382						<b>59.253.382</b>
9	59.253.382						<b>59.253.382</b>
10	59.253.382			13.366.205	10.366.205	3.000.000	<b>72.619.587</b>
<b>Σ</b>	<b>502.360.712</b>	<b>3.000.000</b>	<b>19.975.400</b>	<b>13.366.205</b>	<b>10.366.205</b>	<b>3.000.000</b>	<b>538.702.317</b>

Ukupni novčani odliv za finansijski tok obuhvata troškove investicije odnosno vrednost kredita i sopstvenih sredstava (**22.975.400 USD**), zamene (**3.000.000 USD**), materijalne rashode (**339.276.552 USD**), lične dohotke odnosno zarade (**58.600.000**), zakonske obaveze odnosno porez na dobit u iznosu od **14.246.446 USD**, finansijske

rashode odnosno kamatu (**5.758.659 USD**) i otplatu kredita (**19.975.400 USD**).

Pogledati *Tabelu 9.7.*

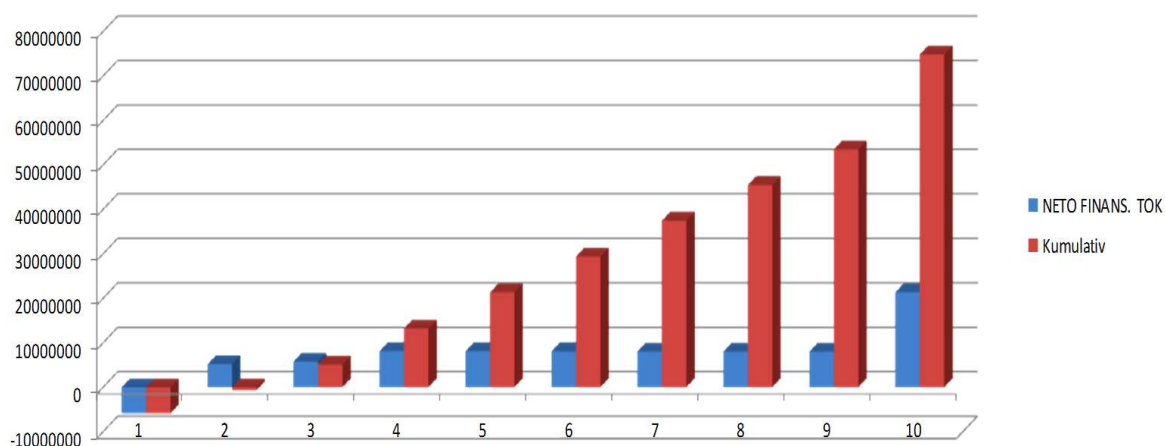
*Tabela 9. 7. Ukupni novčani odliv za finansijski novčani tok*

God.	Investicije	Zamene	Materijalni rashodi	Lični dohoci
1	15.597.400			5.860.000
2	7.378.000	3.000.000	19.648.270	5.860.000
3			36.517.958	5.860.000
4			40.444.332	5.860.000
5			40.444.332	5.860.000
6			40.444.332	5.860.000
7			40.444.332	5.860.000
8			40.444.332	5.860.000
9			40.444.332	5.860.000
10			40.444.332	5.860.000
<b>Σ</b>	<b>22.975.400</b>	<b>3.000.000</b>	<b>339.276.552</b>	<b>58.600.000</b>
God.	Zakonske obaveze	Finansijski rashodi	Otplate	UKUPNI ODLIV
1				<b>21.457.400</b>
2	1.322.834			<b>37.209.104</b>
3	1.181.203	1.198.524	2.018.233	<b>46.775.918</b>
4	1.613.590	1.077.430	2.139.327	<b>51.134.679</b>
5	1.632.844	949.070	2.267.687	<b>51.153.933</b>
6	1.653.253	813.009	2.403.748	<b>51.174.342</b>
7	1.674.887	668.784	2.547.973	<b>51.195.976</b>
8	1.697.818	515.906	2.700.852	<b>51.218.908</b>
9	1.722.126	353.855	2.862.903	<b>51.243.215</b>
10	1.747.892	182.081	3.034.677	<b>51.268.982</b>
<b>Σ</b>	<b>14.246.446</b>	<b>5.758.659</b>	<b>19.975.400</b>	<b>463.832.457</b>

Neto finansijski tok sa kumulativom je prikazan u *Tabeli 9.8.* i ukupno iznosi **74.869.860 USD**. Takođe u navedenoj tabeli se prikazuje i diskontovana vrednost i to redom sa 4, 6 i 8 % (jednačine (2.5) i (2.6)). Dok je na *Slici 9.3.* prikazan grafikon neto finansijskog toka i kumulativa, koji je jedino negativan u prvog godini.

*Tabela 9. 8. Finansijski novčani tok*

God.	UKUPNI PRILIV	UKUPNI ODLIV	NETO FIN. TOK	Kumulativ	Diskontovana vrednost		
					sa 4,00 %	sa 6,00 %	sa 8,00 %
1	<b>15.597.400</b>	<b>21.457.400</b>	<b>-5.860.000</b>	<b>-5.860.000</b>	-5.860.000	-5.860.000	-5.860.000
2	<b>42.399.515</b>	<b>37.209.104</b>	<b>5.190.412</b>	<b>-669.589</b>	4.990.780	4.896.615	4.805.937
3	<b>52.565.523</b>	<b>46.775.918</b>	<b>5.789.605</b>	<b>5.120.016</b>	5.352.815	5.152.728	4.963.653
4	<b>59.253.382</b>	<b>51.134.679</b>	<b>8.118.703</b>	<b>13.238.719</b>	7.217.497	6.816.619	6.444.888
5	<b>59.253.382</b>	<b>51.153.933</b>	<b>8.099.449</b>	<b>21.338.168</b>	6.923.443	6.415.522	5.953.337
6	<b>59.253.382</b>	<b>51.174.342</b>	<b>8.079.040</b>	<b>29.417.208</b>	6.640.382	6.037.128	5.498.459
7	<b>59.253.382</b>	<b>51.195.976</b>	<b>8.057.406</b>	<b>37.474.614</b>	6.367.885	5.680.153	5.077.533
8	<b>59.253.382</b>	<b>51.218.908</b>	<b>8.034.474</b>	<b>45.509.088</b>	6.105.540	5.343.384	4.688.039
9	<b>59.253.382</b>	<b>51.243.215</b>	<b>8.010.167</b>	<b>53.519.255</b>	5.852.950	5.025.678	4.327.644
10	<b>72.619.587</b>	<b>51.268.982</b>	<b>21.350.605</b>	<b>74.869.860</b>	15.000.652	12.637.391	10.680.618
<b>Σ</b>	<b>538.702.317</b>	<b>463.832.457</b>	<b>74.869.860</b>		58.591.945	52.145.218	46.580.106



*Slika 9. 3. Grafikon neto finansijskog toka i kumulativa*

## 9.4. Ekonomski novčani tok

Analiza ekonomskog novčanog toka ukazuje na ekonomsku snagu projekta. Neto ekonomski tok je dobijen kao razlika između ukupnih priliva i odliva koje stvara projekat u ekonomskom veku.

Ukupni novčani priliv za ekonomski tok obuhvata ukupni prihod (**502.360.712**), ostatak vrednosti (**13.366.205 USD**), osnovna sredstva (**10.366.205 USD**) i obrtna sredstva (**3.000.000 USD**) – *Tabela 9.9.*

*Tabela 9. 9. Ukupni novčani priliv za ekonomski novčani tok*

God.	UKUPNI PRIHOD	Ostatak vrednosti	Osnovna sredstva	Obrtna sredstva	UKUPNI PRILIV
1					
2	35.021.515				<b>35.021.515</b>
3	52.565.523				<b>52.565.523</b>
4	59.253.382				<b>59.253.382</b>
5	59.253.382				<b>59.253.382</b>
6	59.253.382				<b>59.253.382</b>
7	59.253.382				<b>59.253.382</b>
8	59.253.382				<b>59.253.382</b>
9	59.253.382				<b>59.253.382</b>
10	59.253.382	13.366.205	10.366.205	3.000.000	<b>72.619.587</b>
<b>Σ</b>	<b>502.360.712</b>	<b>13.366.205</b>	<b>10.366.205</b>	<b>3.000.000</b>	<b>515.726.917</b>

Ukupni novčani odliv za ekonomski tok obuhvata troškove investicije odnosno vrednost kredita i sopstvenih sredstava (**22.975.400 USD**), zamene (**3.000.000 USD**), poslovne troškove odnosno materijalne rashode (**339.276.552 USD**), lične dohotke odnosno zarade (**58.600.000 USD**), zakonske obaveze odnosno porez na dobit u iznosu od **14.246.446 USD**. Sve navedeno je dato u *Tabeli 9.10.*



Tabela 9. 10. Ukupni novčani odliv za ekonomski novčani tok

God.	Investicije	Zamene	Materijalni rashodi	Zarade	Zakonske obaveze	UKUPNI ODLIV
1	15.597.400			5.860.000		<b>21.457.400</b>
2	7.378.000	3.000.000	19.648.270	5.860.000	1.322.834	<b>37.209.104</b>
3			36.517.958	5.860.000	1.181.203	<b>43.559.161</b>
4			40.444.332	5.860.000	1.613.590	<b>47.917.922</b>
5			40.444.332	5.860.000	1.632.844	<b>47.937.176</b>
6			40.444.332	5.860.000	1.653.253	<b>47.957.585</b>
7			40.444.332	5.860.000	1.674.887	<b>47.979.219</b>
8			40.444.332	5.860.000	1.697.818	<b>48.002.150</b>
9			40.444.332	5.860.000	1.722.126	<b>48.026.458</b>
10			40.444.332	5.860.000	1.747.892	<b>48.052.224</b>
<b>Σ</b>	<b>22.975.400</b>	<b>3.000.000</b>	<b>339.276.552</b>	<b>58.600.000</b>	<b>14.246.446</b>	<b>438.098.398</b>

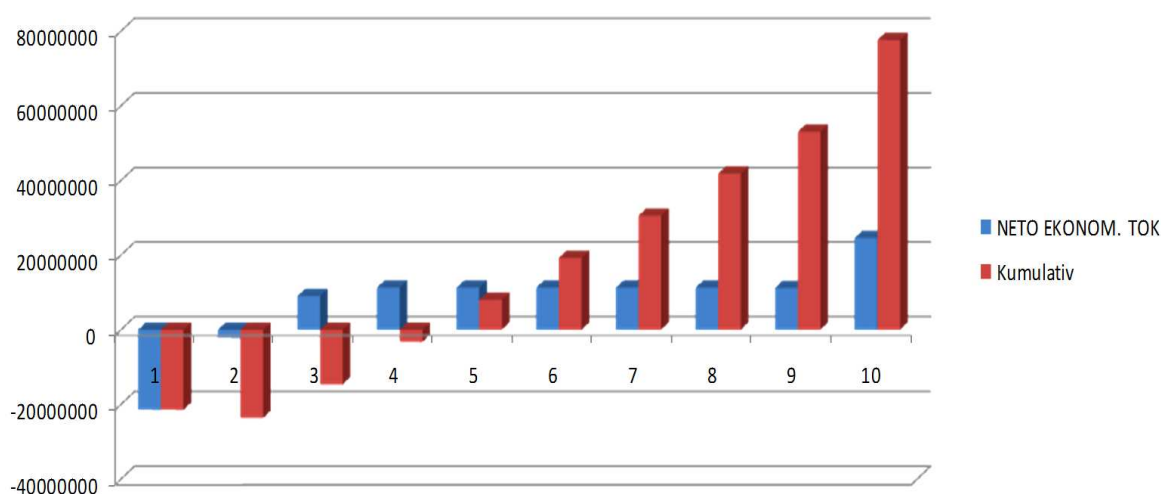
Tabela 9. 11. Ekonomski novčani tok

God.	UKUPNI PRILIV	UKUPNI ODLIV	NETO EKONOM. TOK	Kumulativ
1		<b>21.457.400</b>	<b>-21.457.400</b>	<b>-21.457.400</b>
2	<b>35.021.515</b>	<b>37.209.104</b>	<b>-2.187.589</b>	<b>-23.644.989</b>
3	<b>52.565.523</b>	<b>43.559.161</b>	<b>9.006.362</b>	<b>-14.638.626</b>
4	<b>59.253.382</b>	<b>47.917.922</b>	<b>11.335.460</b>	<b>-3.303.166</b>
5	<b>59.253.382</b>	<b>47.937.176</b>	<b>11.316.206</b>	<b>8.013.040</b>
6	<b>59.253.382</b>	<b>47.957.585</b>	<b>11.295.797</b>	<b>19.308.837</b>
7	<b>59.253.382</b>	<b>47.979.219</b>	<b>11.274.163</b>	<b>30.583.001</b>
8	<b>59.253.382</b>	<b>48.002.150</b>	<b>11.251.232</b>	<b>41.834.232</b>
9	<b>59.253.382</b>	<b>48.026.458</b>	<b>11.226.924</b>	<b>53.061.156</b>
10	<b>72.619.587</b>	<b>48.052.224</b>	<b>24.567.363</b>	<b>77.628.519</b>
<b>Σ</b>	<b>515.726.917</b>	<b>438.098.398</b>	<b>77.628.519</b>	

Neto ekonomski tok je prikazan u *Tabeli 9.11.* i ukupno iznosi **77.628.519 USD**. Njegove diskontovane vrednosti i interna stopa rentabilnosti (jednačina (2.3)) sa 32,85 % su date u *Tabeli 9.12.* Dok je na *Slici 9.4.* prikazan grafikon neto ekonomskog toka i kumulativa, koji je negativan u prve dve godine, dok je kumulativ negativan prve četiri godine.

*Tabela 9. 12. Diskontovana vrednost*

God.	NETO EKONOM. TOK	Diskontovana vrednost			
		sa 4,00 %	sa 6 %	sa 8,00 %	sa 32,65 % (ISR)
1	<b>-21.457.400</b>	-21.457.400	-21.457.400	-21.457.400	-21.457.400
2	<b>-2.187.589</b>	-2.103.450	-2.063.763	-2.025.545	-1.649.098
3	<b>9.006.362</b>	8.326.888	8.015.630	7.721.504	5.118.128
4	<b>11.335.460</b>	10.077.183	9.517.471	8.998.454	4.856.035
5	<b>11.316.206</b>	9.673.141	8.963.495	8.317.749	3.654.470
6	<b>11.295.797</b>	9.284.322	8.440.877	7.687.730	2.749.928
7	<b>11.274.163</b>	8.910.135	7.947.840	7.104.635	2.069.044
8	<b>11.251.232</b>	8.550.011	7.482.712	6.564.986	1.556.562
9	<b>11.226.924</b>	8.203.403	7.043.911	6.065.558	1.170.868
10	<b>24.567.363</b>	17.260.703	14.541.384	12.289.798	1.931.464
<b>Σ</b>	<b>77.628.519</b>	56.724.936	48.432.158	41.267.468	0



*Slika 9. 4. Grafikon neto ekonomskog toka i kumulativa*

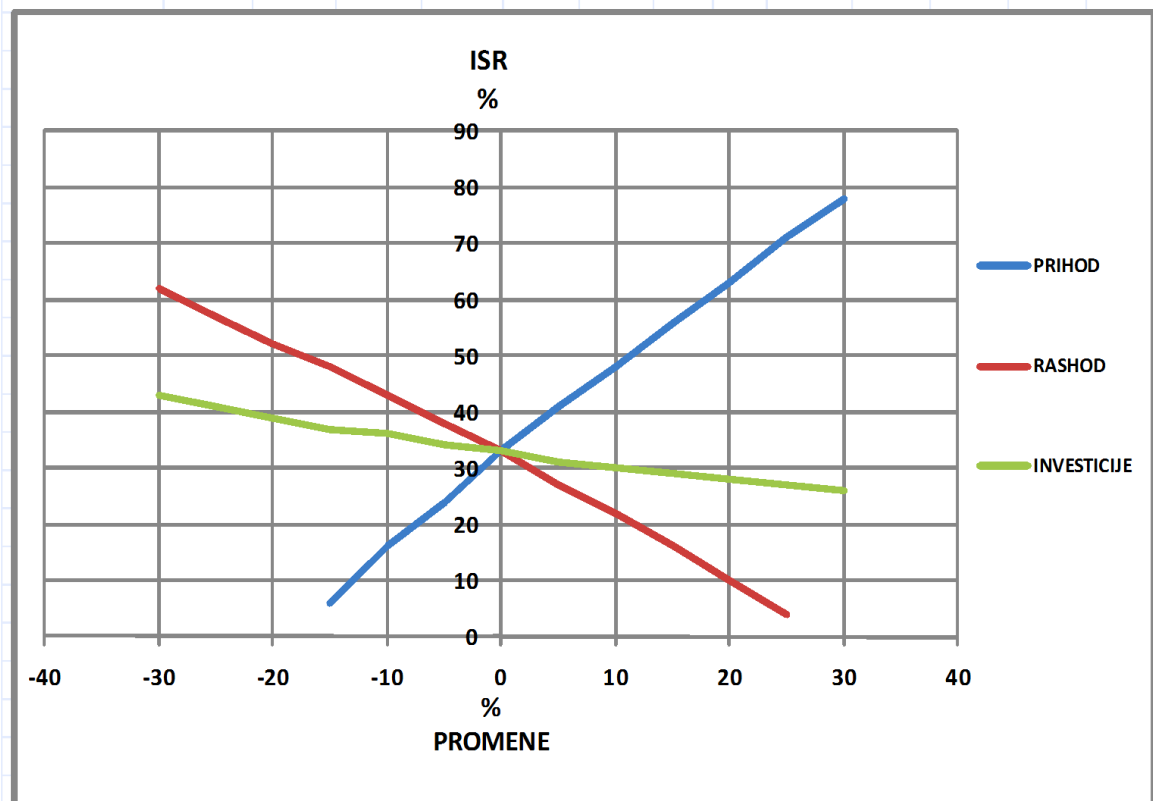
## 9.5. Analiza osetljivosti, rizika i prelomne tačke

### Analiza osetljivosti

Osetljivost interne stope rentabilnosti projekta je sledeća (Slika 9.5.):

- Projekat i njegova rentabilnost su najosetljiviji na promene prihoda. Sa svakom sukcesivnom promenom prihoda za +/- 5% ISR se menja za +/- 7-10 pp.
- Relativno velika osetljivost postoji i na promene vrednosti rashoda. Sa svakom sukcesivnom promenom rashoda za +/- 5% ISR se menja za oko -/+ 6-5 pp.
- Najmanju osetljivost rentabilnosti projekat pokazuje na promene investicija. Svakom sukcesivnom promenom investicija za +/- 5% ISR se menja za oko -/+ 1-2 pp.

Promene %	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30
<b>PRIHOD</b>				6	16	24	33	41	48	56	63	71	78
<b>RASHOD</b>	62	57	52	48	43	38	33	27	22	16	10	4	
<b>INVESTICIJE</b>	43	41	39	37	36	34	33	31	30	29	28	27	26



Slika 9. 5. Osetljivost interne stope rentabilnosti projekta

## Analiza prelomne tačke

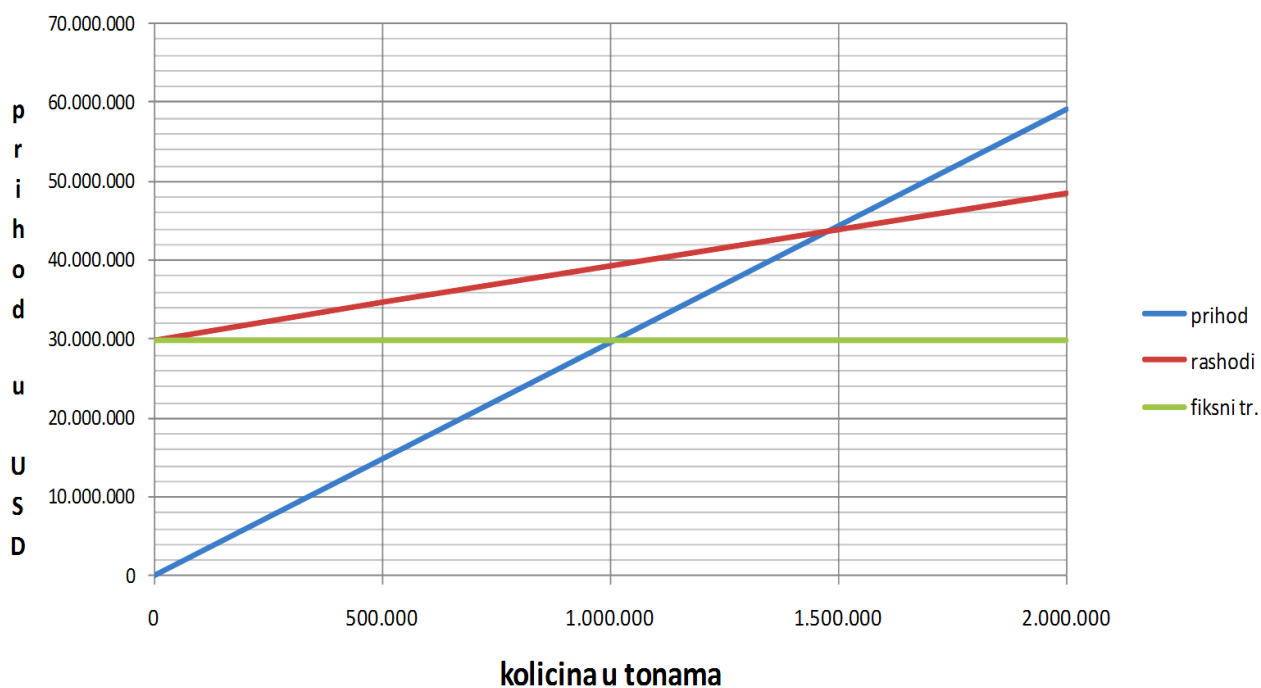
Prelomna tačka je utvrđena na sledeći način:

$$Q = \frac{\text{Ukupni fiksni troškovi} \cdot 100}{\text{Ukupan prihod} - \text{Ukupni varijab. troškovi}} \quad (9.1)$$

$$Q = \frac{254749060 \cdot 100}{343865366} = 74,08 \%$$

Za projektovani kapacitet rudnog tela „Borska reka“ od **2.000.000** tona rude godišnje, sledi da je mrtva tačka rentabiliteta **1.481.600 t**.

$$2.000.000 \text{ t} \cdot 74,08 \% = 1.481.600 \text{ t}$$



Slika 9. 6. Analiza prelomne tačke

Sa ovom proizvodnjom se pokrivaju samo troškovi, a ne ostvaruje nikakva dobit.

$$Q = \frac{\text{Prosečni godišnji fiksni troškovi}}{\text{Ukupan prihod}/t - \text{Ukupni varijab. troškovi}/t} \quad (9.2)$$

$$Q = \frac{29970478}{29,55 - 9,32} = 1.481.487 t$$

Pošto su dobijene vrednosti približne, za prelomnu tačku možemo uzeti količinu od **1.481.600 t** rude (*Slika 9.6.*).

## 9.6. Zaključna ocena o ekonomskoj opravdanosti

Ekonomska ocena opravdanosti eksploatacije rude bakra iz ležišta „Borska reka“ iznad XIX horizonta (K-235m) sa očuvanjem površine terena, urađena je na bazi projektovanih parametara datih u tehničkom projektu. Analiziran je i ocenjen vek projekta od prvih **10 godina** ukupnog veka trajanja eksploatacije na ovoj dubini od **25 godina**.

Ukupna investiciona ulaganja neophodna za proces proizvodnje u iznosu od **19.975.400 USD** finansiraju se iz kredita tokom investicionog perioda od **2 godine**. Početak proizvodnje i razrada je planirana u drugoj godini, kada se očekuje ostvarenje **60%** od punog kapaciteta proizvodnje.

Revitalizaciju postojeće jamske i flotacijske opreme u ukupnom iznosu od **3.000.000 USD** kao i godišnja obrtna sredstva u iznosu od **3.000.000 USD** investitor će finansirati iz sopstvenih sredstava.

Sa projektovanom visinom i dinamikom proizvodnog kapaciteta, projektovanim troškovima proizvodnje i projektovanim prodajnim cenama Cu, Au i Ag, ostvaruju se zadovoljavajuće performanse poslovanja. Na osnovu dobijenih rezultata projektovanog bilansa uspeha i tokova novca možemo zaključiti da je projekat ekonomski opravdan:

- Projekat je profitabilan pošto u bilansu uspeha ostvaruje dobit tokom celog perioda, tj. počev od druge godine kada kreće probna proizvodnja pa nadalje do punog kapaciteta. Prosečna godišnja neto dobit iznosi **8.318.873 USD**.

- Projekat je likvidan obzirom da u finansijskom toku ostvaruje permanentno pozitivan neto finansijski tok. Ukupni kumulirani iznos neto finansijskog toka odnosno gotovine na kraju perioda iznosi **74.869.860 USD**.
- Projekat je rentabilan pošto u ekonomskom toku počev od treće godine ostvaruje permanentno pozitivan neto novčani tok.

Osnovni pokazatelji rentabilnosti ulaganja u projekat su:

- Interna stopa rentabilnosti iznosi **32,65 %**.
- Neto sadašnja vrednost diskontovana sa **6%** iznosi **48.432.158 USD**.
- Period povraćaja uloženi sredstava iznosi **4 godine**.

Interna stopa rentabilnosti je za ovu vrstu proizvodnje zadovoljavajuća, s obzirom na to da je znatno iznad granične od oko **10 %** i kamatne stope na uzete kredite. To ukazuje na mogućnost korišćenja kredita i sa višom kamatnom stopom, a da projekat i dalje bude rentabilan.

Neto sadašnja vrednost je takođe zadovoljavajuća nakon diskontovanja sa stopom u visini kamatne stope od **6%**.

Period povraćaja uloženi sredstava od **4 godine** je prihvatljiv u odnosu na vek projekta od **10 godina** i na investicioni period od **2 godine**.

Konačan opšti zaključak je da su projektovana investiciona ulaganja i projekat u celini rentabilni i ekonomski potpuno opravdani.

Procenjuje se da bi projekat u celini, pod istim uslovima za **25 godina** (nepromenjene cene proizvoda i normativa kao i zakonska regulativa, zamena rudarske opreme na **10 godina** iz sopstvenih sredstava), ostvario:

- ukupan priliv gotovine od **195.627.858 USD**,
- internu stopu rentabilnosti od **33,84%** i
- neto sadašnju vrednost (diskontovanu sa stopom od **6%**) od **92.373.491 USD**.

Na kraju treba naglasiti da projekat osim što je ekonomski opravdan ima veliki značaj i sa aspekta zaštite životne sredine. Projektovano tehničko rešenje blokovskog otkopavanja rude u jami sa naknadnim zapunjavanjem pasta zasipom omogućiti će potpunu eksploataciju rudnog tela i trajno rešiti problem odlaganja flotacijske jalovine, a time sprečiti dalje širenje zagađenja vode, zemlje i vazduha na teritoriji opštine Bor i šire.

Sumirani parametri odnosno pokazatelji ekonomske opravdanosti investicionog projekta su prikazani u *Tabeli 9.13*.

*Tabela 9. 13. Rezime tehno-ekonomske analize opravdanosti izgradnje*

<b>PARAMETAR/POKAZATELJ</b>	<b>VREDNOST</b>	<b>JEDINICA</b>
<b>1. VEK PROJEKTA I PROIZVODNJE</b>	<b>10 / 9</b>	<b>Godina</b>
<b>2. UKUPAN KAPACITET PROIZVODNJE</b>	<b>17.000.000</b>	<b>Tona</b>
<b>3. UKUPNE INVESTICIJE</b>	<b>22.975.400</b>	<b>USD</b>
Rudarske prostorije i oprema	<b>9.475.400</b>	<b>USD</b>
Oprema za pasta zasip	<b>10.500.000</b>	<b>USD</b>
<b>4. FINANSIRANJE I ULAGANJA sopstvena/kredit</b>	<b>0 / 100</b>	<b>%</b>
<b>5. PRIHOD</b>		
Ukupan prihod	<b>502.360.712</b>	<b>USD</b>
Prosečni godišnji prihod	<b>55.817.857</b>	<b>USD</b>
Prosečan prihod po toni rude	<b>29,55</b>	<b>USD</b>
<b>6. RASHOD – CENA KOŠTANJA</b>		<b>USD</b>
Ukupan rashod	<b>413.244.406</b>	<b>USD</b>
Prosečan godišnji rashod	<b>45.916.045</b>	<b>USD</b>
Prosečan rashod po jedinici proizvoda	<b>24,31</b>	<b>USD</b>
<b>7. DOBIT</b>		
Ukupna bruto dobit	<b>89.116.306</b>	<b>USD</b>
Prosečna godišnja bruto dobit	<b>9.901.812</b>	<b>USD</b>
Prosečna bruto dobit po toni rude	<b>5,24</b>	<b>USD</b>
Ukupna neto dobit	<b>74.869.860</b>	<b>USD</b>
Prosečna godišnja neto dobit	<b>8.318.873</b>	<b>USD</b>
Prosečna neto dobit po toni rude	<b>4,40</b>	<b>USD</b>
<b>8. OSTATAK VREDNOSTI PROJEKTA</b>	<b>77.628.519</b>	<b>USD</b>
<b>9. POKAZATELJI USPEŠNOSTI</b>		
Interna stopa rentabilnosti	<b>32,65</b>	<b>%</b>
Period povraćaja sredstava	<b>4</b>	<b>Godina</b>
Neto sadašnja vrednost (diskontovana sa 6 %)	<b>48.432.158</b>	<b>USD</b>

## 10. ZAKLJUČAK

Analiza u ovom radu ukazuje na specifičnost rudnika kao preduzeća, sagledavajući uticaj prirodnih i tehničkih faktora na ekonomsku uspešnost rudarskih preduzeća. Imajući u vidu da su mineralne sirovine neobnovljivi resursi, nameće se i potreba visokog iskorišćenja ležišta pod ekonomskim prihvatljivim uslovima, što zahteva izbor savremenih metoda i visokoproduktivnu tehnologiju rada, sa visokim stepenom mehanizacije, kao i mogućnost ostvarenja većih tehnoloških iskorišćenja u flotaciji i metalurškoj preradi. Različitim merama u pravcu povećanja proizvodne snage rada, investicionim ulaganjem u nove tehničke faktore kao i opštim promenama u privrednom i društvenom okruženju, može se uticati na povećanje ekonomske uspešnosti. Spoznaja dejstva objektivnih faktora u rudarskoj proizvodnji čije je dejstvo na ukupna ulaganja u konkretnoj ekonomiji značajno, neophodno je kako bi se na najefikasniji način njima upravljalo u vremenu i tako uticalo na ekonomsku uspešnost rudarskih preduzeća.

Za otkopavanje ležišta „Borska reka“, a na osnovu fizičko-mehaničkih i geoloških karakteristika, nagiba, dubine i sl, izabrana je: **Komorno-stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa pastom**. Ukupne rezerve bakra ovog ležišta iznose **51.658.560 t**, dok godišnji kapacitet iznosi **2.000.000 t** (iz I eksploatacionog zahvata **700.000 t**, dok iz II eksploatacionog zahvata **1.300.000 t** godišnje).

Analiziran je i ocenjen vek projekta od prvih **10 godina** ukupnog veka trajanja eksploatacije na ovoj dubini od **25 godina**.

Ukupna investiciona ulaganja neophodna za proces proizvodnje u iznosu od **19.975.400 USD** finansiraju se iz kredita tokom investicionog perioda od **2 godine**. Početak proizvodnje i razrada je planirana u drugoj godini, kada se očekuje ostvarenje **60%** od punog kapaciteta proizvodnje.



Ukupni troškovi na otkopavanju rude iznosiće **31.528.440 USD** (**15,77 USD** po toni rude), dok ukupni troškovi na pripremi rude iznose **10.024.621 USD** odnosno **4,94 USD** po toni rude.

Interna stopa rentabilnosti je zadovoljavajuća, s obzirom na to da je znatno iznad granične od oko **10 %** i kamatne stope na uzete kredite.

Neto sadašnja vrednost je takođe zadovoljavajuća nakon diskontovanja sa stopom u visini kamatne stope od **6%**.

Period povraćaja uložениh sredstava od **4 godine** je prihvatljiv u odnosu na vek projekta od **10 godina** i na investicioni period od **2 godine**.

Konačan opšti zaključak je da su projektovana investiciona ulaganja i projekat u celini rentabilni i ekonomski potpuno opravdani.

Procenjuje se da bi projekat u celini, pod istim uslovima za **25 godina** (nepromenjene cene proizvoda i normativa kao i zakonska regulativa, zamena rudarske opreme na **10 godina** iz sopstvenih sredstava), ostvario:

- ukupan priliv gotovine od **195.627.858 USD**,
- internu stopu rentabilnosti od **33,84%** i
- neto sadašnju vrednost (diskontovanu sa stopom od **6%**) od **92.373.491 USD**.

## LITERATURA

1. Barbić, J., Bendeković, D, Bendeković J., Brković, D., Gorupić, D., 1981. Priručnik za planiranje investicijskih projekata, Udruženje banaka Jugoslavije, Beograd
2. Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, 2010. Dopunski rudarski projekat eksploatacije rude bakra iz ležišta Borska reka iznad XIX horizonta (K-235 m) sa očuvanjem površine terena, Bor
3. Savić, Lj., Radovanović, V., Savić, Lj., Janković, R., 2012. Faktori ekonomske uspešnosti u rudnicima, Institut za rudarstvo i metalurgiju Bor, Bor
4. Torbica, S., Lapčević, V., 2020. Metode podzemnog otkopavanja, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd

## ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента Наташа Раич

Број индекса Р559/21

### И з ј а в љ у ј е м

да је завршни рад под насловом

Техно-економска оцена подземног о

---

---

---

---

---

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да завршни рад у целини ни у деловима није био предложен за стицање друге дипломе на студијским програмима Рударско-геолошког факултета или других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, 15.09.2022.

Потпис студента

---

**ИЗЈАВА**  
**О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ**  
**ЗАВРШНОГ РАДА**

Име (име родитеља) и презиме студента Наташа, Јовица, Раич

Број индекса Р559/21

Студијски програм Рударско инжењерство - Подземна експлоатација ЛМС (МПД)

Наслов рада Техно-економска оцена  
сулфидног ле

Ментор проф. др Бранко Глушчевић

Изјављујем да је штампана верзија мог завршног рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради одлагања у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Рударско-геолошког факултета.

У Београду, 15.09.2022.

**Потпис студента**

---

## ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

Овлашћујем библиотеку Рударско-геолошког факултета да у Дигитални репозиторијум унесе мој завршни рад под насловом:

Техно-економска оцена

сулфидног ле

који је моје ауторско дело.

Завршни рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Мој завршни рад одложен у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета је *(заокружити једну од две опције)*:

I. редуковано доступан кроз наслов завршног рада и резиме рада са кључним речима;

II. јавно доступан у отвореном приступу, тако да га могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се уз сагласност ментора одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

*(Заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве.)*

У Београду, 15.09.2022.

Потпис ментора

Потпис студента

1. **Ауторство.** Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
  2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
  3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
  4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
  5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
  6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољавање умножавања, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.
-

Библиотека Рударско-геолошког факултета

---

**ПОТВРДА**

**О ПРЕДАЈИ ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ЗАВРШНОГ РАДА**

Потврђује се да је студент Наташа, Јовица, Раич,  
(*име (име родитеља) презиме*)

бр. индекса Р559/21 предао/ла електронску верзију завршног рада на  
основним/мастер академским студијама под насловом:

Техно-економска оцена  
сулфидног ле

---

који је урађен под менторством Др Бранко Глушчевић, редовни професор  
(*име, презиме и звање*)

за Дигитални репозиторијум завршних радова РФФ-а.

Потврда се издаје за потребе Одељења за студентска и наставна питања и не може се  
користити у друге сврхе.

У Београду, 15.09.2022.

**Библиотекар**

---