

Izbor metode podzemnog otkopavanja iznad XIX horizonta u masivnom ležištu bakra

Sanja Aleksić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Izbor metode podzemnog otkopavanja iznad XIX horizonta u masivnom ležištu bakra | Sanja Aleksić || 2022 ||

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0006497>

**Univerzitet u Beogradu
Rudarsko-geološki
fakultet**



Završni rad

Osnovne akademske studije

**Izbor metode podzemnog otkopavanja iznad XIX horizonta
u masivnom ležištu bakra**

Kandidat

Sanja Aleksić R106-17

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:

Rezime

Nakon mnogih geoloških istraživanja i eksploatacije, pristupiće se otkopavanju rudnog ležišta iznad XIX horizonta, sa ciljem dobijanja rude bakra. To će se vršiti u odnosu na već postojeći jamski sistem.

Da bi se postigli najbolji rezultati prilikom eksploatacije ležišta, primenjena je komorno stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa pastom. Metoda je uticala i na odabir primenjene mehanizacije, koja je u ovom slučaju većinom dizel. Usklađivanjem radnih operacija tehnologije otkopavanja, postižaće se veliki kapacitet dobijanja rude.

Ključne reči: Bakar, podzemna eksploatacija, otvaranje rudnika, metoda otkopavanja.

Sadržaj:

1	UVOD.....	1
2	GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA.....	2
2.1	Geološke karakteristike i opis rudnog tela.....	2
2.2	Tektonske i hidrogeološke karakteristike	5
2.3	Fizičko-mehaničke karakteristike	6
2.4	Eksplozivne karakteristike i sklonost samozapaljenju	6
2.5	Rudne rezerve	7
3	IZRADA PODZEMNIH OBJEKATA	8
3.1	Određivanje lokacije objekta otvaranja.....	8
3.2	Podela eksploatacionog zahvata	9
3.3	Redosled i smer otkopavanja	11
3.4	Tehnologija izrade horizontalnih i kosih jamskih prostorija	12
3.4.1	Određivanje stabilnosti horizontalnih i kosih jamskih prostorija	12
3.4.2	Podgrađivanje horizontalnih i kosih prostorija	13
3.5	Bušenje i miniranje	14
3.6	Utovar i transport iskopine iz hodnika.....	15
3.7	Provetravanje	16
3.8	Odvodnjavanje	16
3.9	Tehnologija izrade vertikalnih prostorija.....	16
3.9.1	Oblik poprečnog preseka vertikalnih prostorija	17
3.9.2	Podgrađivanje vertikalnih prostorija	18
3.10	Bušenje i miniranje	19
3.11	Utovar i odvoz iskopine iz okna	20
3.12	Provetravanje okna u fazi izrade	20
3.13	Odvodnjavanje	21
4	KONCEPT PODZEMNOG OTKOPAVANJA	22
4.1	Izbor metode otkopavanja	22
4.2	Komorno stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa	23
4.2.1	Dimenzije otkopnog polja.....	23
4.3	Način otkopne pripreme	25
4.4	Opis metode otkopavanja	27
5	RADNE OPERACIJE TEHNOLOŠKOG PROCESA	31
5.1	Bušenje i miniranje	31
5.1.1	Proračun bušenja i miniranja.....	32
5.2	Specifična potrošnje eksploziva.....	33

5.2.1	Količina eksploziva	33
5.3	Prečnik bušenja	33
5.4	Određivanje broja i rasporeda minskih bušotina	34
5.5	Proračun stvarne količine eksploziva.....	35
5.5.1	Količina eksploziva na 1 m bušotine	36
5.5.2	Pokazatelji bušenja	36
5.6	Utovar i transport rude	37
5.7	Zasipavanje otkopa pastom.....	40
5.8	Potrebna količina vazduha za provetravanje.....	45
5.9	Odvodnjavanje rudnika	49
6	MERE ZAŠTITE NA RADU.....	51
6.1	Osnovne odredbe	51
6.2	Opšta uputstva i posebne mere bezbednosti i tehničke zaštite	51
6.2.1	Kontrola i osiguranje radilišta	52
6.2.2	Mere zaštite na bušenju i miniranju	52
6.2.3	Mere zaštite na utovaru i transport.....	53
6.2.4	Mere protivpožarne zaštite	53
7	TEHNO–EKONOMSKA OCENA OPRAVDANOSTI IZGRADNJE.....	54
7.1	Investiciona ulaganja	55
7.1.1	Izrada prostorija otvaranja	55
7.1.2	Oprema na otkopavanju	55
7.1.3	Spravljenje i distribucija paste	56
7.1.4	Oprema na drobljenju i transport.....	56
7.1.5	Oprema za odvodnjavanje.....	56
7.1.6	Ulaganja u flotaciju	57
7.2	Ukupna investiciona ulaganja.....	57
7.3	Troškovi materijala i energije eksploatacije	57
8	ZAKLJUČAK.....	58
9	LITERATURA.....	59

1 UVOD

Cilj ovog rada je bolje razumevanje karakteristika ležišta bakra, ali i određivanje načina eksploatacije ležišta. Rad obrađuje način otvaranja, metodu otkopavanja, organizaciju rada i troškove eksploatacije rudnog tela.

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

Drugo poglavlje obrađuje geološke karakteristike ležišta, kao i rudne rezerve koje će biti otkopavanje.

Treće poglavlje je fokusirano na određivanje lokacije objekta otvaranja, konstrukciju jame i izradu podzemnih prostorija.

Četvrto poglavlje je od najvećeg značaja jer se odnosi na temu rada, pokazuje izbor metode otkopavanja i njen opis.

Poglavlje broj pet opisuje tehnologiju podzemnog otkopavanja, kao i organizaciju rada, uzimajući u obzir usvojenu metodu otkopavanja.

Šesto poglavlje se odnosi na mere zaštite na radu kod podzemne eksploatacije.

Sedmo poglavlje se odnosi na procenu operativnih troškova usled izabranog načina eksploatacije ležišta bakra.

Osmo poglavlje, ujedno je i završno poglavlje u kojem se sumira prethodno urađeno u radu. Daje se kratak pregled na način eksploatacije i primenjena sredstva i time donosi konačni zaključak.

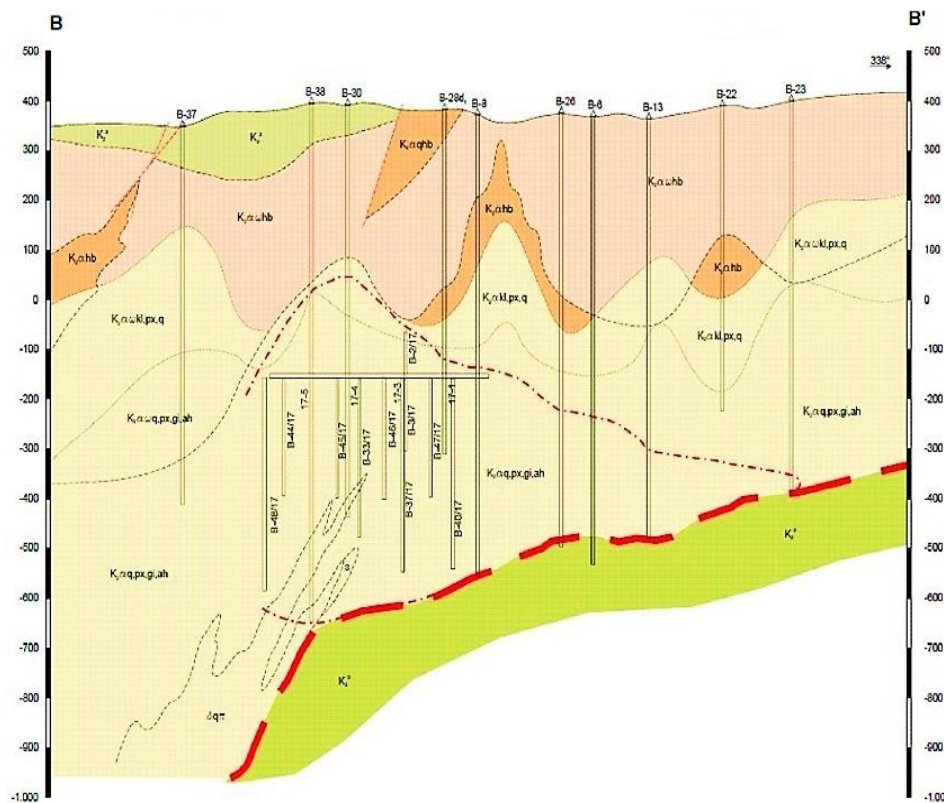
2 GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA

2.1 Geološke karakteristike i opis rudnog tela

Na osnovu rezultata dobijenih izradom istražnih radova, mogu se izdvojiti dve različite zone stena koje učestvuju u geološkoj građi ležišta. Površinska zona izgrađena je od stena koju čine peliti, tufovi, tufiti, laporci i breče i koje su zastupljene u zapadnom delu ležišta. Drugu zonu čine intenzivno hidrotermalno izmenjene stene andezitskog sastava, koje se nalaze ispod prve zone. Granica između hidrotermalno izmenjenih stena i konglomerata je tektonska.

U zoni izmenjenih stena, gornji deo nije mineralizovan izuzev neposredne krovine rudnog tela gde je sadržaj bakra vrlo nizak. Donji deo izmenjene zone, koji naleže na konglomerate predstavlja rudno telo. Podinu rudnog tela čine konglomeati. U konturama rudnog tela silifikacija i sulfatizacija su nešto jače izražene. Orudnjenje pripada porfirskom tipu mineralizacije sa impregnacijama, žilicama, žicama i nagomilanjima pirita, halkopirita, ređe halkozina, kovelina i bornita. Dakle, orudnjenje je najčešće povezano za silifikovane, sulfatisane, kaolinisane i piritisane vulkanite andezitskog sastava, a ređe i za dajkove kvarcdioritporfirita.

Iz navedenih podataka se vidi da se rudno telo nalazi duboko ispod površine terena. Dubina mu se povećava u pravcu zaleganja. Po pružanju rudnog tela dubina se povećava u pravcu severozapada. 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 2. 2. Podužni profil B-B' rudnog tela

Mineralni sastav porfirskog orudnjenja rudnog tela je kao i kod većine ležišta tog tipa relativno jednostavan. Ispitivanjima utvrđeni su sledeći rudni minerali: halkopirit, kovelin, halkozin, bornit, rutil, hematit, magnetit, sfalerit, galenit, tetraedrit, tenantit, digenit, kubanit i samородno zlato. Najzastupljeniji rudni mineral je pirit, a od minerala bakra dominira halkopirit. [2]

2.2 Tektonske i hidrogeološke karakteristike

Zapažaju se dva tipa jasno izraženih raseda i to: longitudinalni, sa pravcem pružanja SZ-JI (paralelno sa pravcem pružanja rudnog tela) i transverzalni tip sa pravcem pružanja SI-JZ. Pored ova dva markantna tipa zapaženi su i rasedi dijagonalnog pravca I-Z ali izrazito ređe zastupljenosti.

Dakle, u prostoru rudnog tela došlo je do stvaranja pukotina, prslina i do horizontalnih kretanja. Istraženo je da su glavni prilivi podzemnih voda vezani za pukotinski tip izdani u konglomeratima. Ukupna izdašnost podzemnih voda koje ističu u vidu izvora i mlazeva iz konglomerata iznosi oko 0,45- 0,5l/s, sa temperaturom 21,8⁰. Svi pomenuti podaci ukazuju na to da, u okviru većih tektonskih zona mogu biti akumulirane znatne količine podzemnih voda, koje kao takve mogu, u velikoj meri, uticati na prilive u rudarske radove, bez obzira što je njihovo prisustvo konstatovano u znatno plićim nivoima u odnosu na samo rudno telo. Razradom rudnog tela treba očekivati povećanu infiltraciju podzemnih voda iz plićih nivoa (nadrudni deo) u rudarske radove.[2]

Takođe, najbitniji veštački faktor koji utiče na ovodnjenost je sam proces razrade i eksploatacije rudnog tela, pri čemu može doći do ostvarivanja hidrauličke veze između površinskih i podzemnih voda.

2.3

Fizičko-mehaničke karakteristike

Ispitivane su fizičko-mehaničke karakteristike okolnih stena i mineralne sirovine. Rezultati, odnosno srednje vrednosti, su dati u sledećoj tabeli.

Tabela 2. 1. Rezultati ispitivanja fizičko-mehaničkih karakteristika

	Okolne stene	Mineralna sirovina
Specifična masa (t/m^3)	2,83	2,86
Zapreminska masa (t/m^3)	2,75	2,76
Poroznost (%)	3,1	2,6
Vlažnost (%)	2,10	1,62
Čvrstoća na pritisak ($10^5 N/m^2$)	719	763
Koeficijent čvrstoće po Protođakonovu	7,3	7,8
Čvrstoća na istezanje ($10^5 N/m^2$)	76	82
Čvrstoća na smicanje ($10^5 N/m^2$)	81	132
Kohezija ($10^5 N/m^2$)	169	222
Ugao unutrašnjeg trenja ($^{\circ}$)	40	39
Modul elastičnosti ($10^5 N/m^2$)	325.300	388.150
Modul deformacije ($10^5 N/m^2$)	295.400	359.700
Poasonov koeficijent	0,223	0,213

2.4

Eksplzivne karakteristike i sklonost samozapaljenju

Nije uočeno izdvajanje samorodnog sumpora, sem veoma retkih, sporadičnih pojava, ne postoji opasnost od samozapaljivanja mineralne sirovine. Rude bakra ne karakterišu se spontanom fisijom (cepanjem), koja bi dovela do radioaktivne emisije. Pomenuta mineralna sirovina ne poseduje eksplozivna svojstva.

2.5 Rudne rezerve

Projektnim rešenjem eksploatacijom ležišta iznad XIX horizonta komorno stubnom metodom sa zasipavanjem pastama u konturi definisanih otkopnih blokova zahvaćene su sledeće rudne rezerve.

Prema projektnom zadatku rezerve rude u konturi g.s = 0,3% Cu iznad XIX horizonta iz nose preko 82Mt rude sa srednjim sadržajem bakra u rudi 0,47% Cu ili ekvivalentni sadržaj sa zlatom i srebrom od 0,55 % Cu a u konturi g.s=0,4% Cu u ležištu iznad XIX horizonta (K-235 m) iznose 52.696.163 t rude sa srednjim sadržajem bakra u rudi 0,53 % Cu i pratećim elementima. Ekvivalentni sadržaj bakra u rudi kada se uzme u obzir zlato i srebro iznosi 0,62% Cu.

Eksploatacione rezerve rude u projektovanom zahvatu iz ležišta su definisane na osnovu geoloških rezervi .

Na osnovu dobijenih podloga iz blok modela za definisane nivoe otkopavanja ležišta, definisane su i eksploatacione konture u granicama većim od 0,4 % Cu odnosno zahvaćene su rudne rezerve iznad datog sadržaja bakra u rudi.

Eksploatacija ležišta, zbog potrebnih kapaciteta i kvaliteta kompozita (sadržaj bakra u rudi) obavlja se paralelno od XIX horizonta (K-240 m) do XVII horizonta (K-150 m) i od XVII horizonta (K-150 m) do XV horizonta (K-75 m).

3 IZRADA PODZEMNIH OBJEKATA

3.1 Određivanje lokacije objekta otvaranja

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

Dakle, ležište je otvoreno 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 odvijace 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 $g_{gk} = 150 \text{ mm}$, odakle će se sistemom trakastih transportera transportovati ka izvoznom sistemu.

3.2 Podela eksploatacionog zahvata

Na osnovu metode otkopavanja definisana je geometrija u eksploatacionom zahvatu u ležištu, koju diktiraju horizontalni preseki iz postojećeg blok modela, koji je urađen primenom softvera GEMCOM, prema čemu su definisani i otkopni blokovi za otkopavanje.

Kako se i visina otkopnih blokova poklapa sa visinom interpretiranih rezervi u blok modelu koje su predstavljene u kockama dimenzija 20 x 20 m a što se poklapa sa visinom otkopnih blokova (pojasa) odnosno visinom otkopnih komora. Geometrija u oba eksploatacina zahvata je takva da iznosi po 60 m sa po tri otkopna bloka (pojasa) visine od po 20 m. Eksploatacioni zahvati su visinski odvojeni zaštitnom pločom moćnosti 15 m.

Otkopavanje rude u generalnom eksploatacionom zahvatu od XV do XIX odnosno iznad XIX horizonta obavlja se u dva eksploataciona zahvata sa pojedinačnim ili paralelnim radom, to su:

- Prvi eksploatacioni zahvat od XVII do XV horizonta i
- Drugi eksploatacioni zahvat od XIX do XVII horizonta.

Oba eksploataciona zahvata su podeljena na po tri horizontalna pojasa odnosno otkopna bloka sa visinama od po 20 m. Horizontalne dimenzije (površina) otkopnih blokova se razlikuju i one su diktirane eksploatacionom konturom graničnog sadržaja bakra u rudi (g.s. = 0,4 % Cu).

Otkopna polja su tako orijentisana u prostoru da su po dužini generalno u pravcu sever jug odnosno sa blagim otklonom ka zapadu odnosno istoku a što je skoro paralelno sa pravcem linije spajanja servisnog i izvoznog okna.

Otkopni blokovi su podeljeni nizom paralelnih komora visine 20 m, širine od po 12 m i dužine koju diktira eksploataciona kontura graničnog sadržaja rudnog tela od 0,4 % Cu na početku i na kraju komore a koje su usmerene poprečno u odnosu na pružanje rudnog ležišta.

Komore u otkopnim blokovima se otkopavaju sa podetaža koje se rade u dnu odnosno na vrhu istih, gde se bušenje i miniranje obavlja sa gornje podetaže a utovar iz podetaže na dnu otkopnog bloka. Podetaže se nalaze na visinskom rastojanju od 20 m prateći visinsko rastojanje otkopnih blokova i lociraju se u podu na dnu bloka i iznad vrha bloka za sva tri bloka svakog eksploatacionog zahvata.

Na etažnom nivou, etažni hodnici lociraju se na rastojanju od oko 20 m od eksploatacione konture otkopnih blokova tj. van eksploatacione konture g.s. 0,4 % Cu, prateći istu po dužini otkopnog polja. Iz etažnih hodnika na svakom etažnom nivou izrađuju se otkopni hodnici kroz sredinu svake komore – stuba, za svaki otkopni blok. Dužina otkopnih hodnika je definisana rastojanjem etažnog hodnika od konture horizontalnog pojasa odnosno otkopnog bloka i dužine komore kroz koju se otkopni hodnik izrađuje.

Otkopni hodnici iznad gornjeg otkopnog bloka imaju prvenstveno funkciju hodnika bušenja za isti blok. Otkopni hodnici na dnu donjeg otkopnog bloka imaju prvenstveno funkciju hodnika utovara, dok otkopni hodnici na dnu srednjeg i gornjeg otkopnog bloka imaju dvostruku funkciju, prvo služe kao hodnici bušenja donjeg otkopnog bloka a zatim kao hodnici utovara gornjeg otkopnog bloka.[2]

3.3 Redosled i smer otkopavanja

Uzmajući to u obzir svako otkopno polje podeljeno je na generalno četiri sektora. Ova podela se ostvaruje izradom etažnih hodnika kroz otkopne blokove i to na svakoj etaži.

Redosled izrade prostorija otvaranja i pripreme bi bio 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.

Smer otkopavanja je od krajnje podužne konture otkopnih blokova prema etažnom hodniku gde se na ulaznoj podužnoj konturi otkopavanje završava. Otkopni hodnici su kao što je rečeno rade 20-tak metara od etažnog hodnika do ulazne granične konture od 0,4 % Cu. Postizanje punog kapaciteta proizvodnje moguće je čim se ispuni uslovi da se vrši otkopavanje u najmanje 5 komora.

3.4 Tehnologija izrade horizontalnih i kosih jamskih prostorija

Tehnologija izrade 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

Treba naglasiti da se provetravanje i odvodnjavanje radilišta za vreme izrade vrši neprekidno.

Utovar i odvoz iskopine tretiraće se sistemu: Dizel jamski utovarivač – dizel jamski kamion

3.4.1 Određivanje stabilnosti horizontalnih i kosih jamskih prostorija

Za proračun dimenzija poprečnih preseka prostorija (odnosi se na svetli presek), neophodno je prethodno izvršiti statički proračun stabilnosti prostorija i na bazi toga izbor i proračun podgrade. Na osnovu podataka fizičko mehaničkih osobina radne sredine, usvojena su tri tipa radne sredine (navdene sa čvrstoćom na pritisak):

1. Ruda $\approx 90.000 \text{ KN/m}^2$ (f = 9)

2. Krovina $\approx 80.000 \text{ KN/m}^2$ (f = 8)

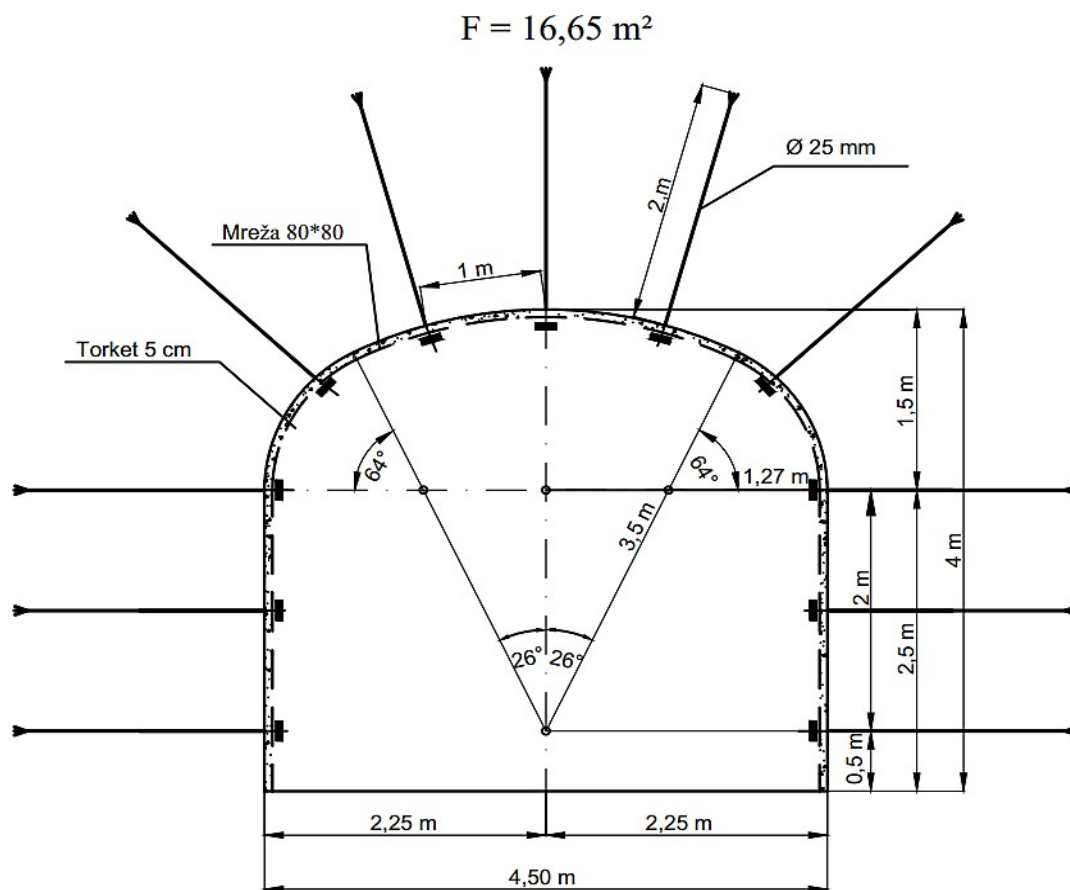
3. Podina $\approx 60.000 \text{ KN/m}^2$ (f = 7)

3.4.2 Podgrađivanje horizontalnih i kosih prostorija

Na osnovu dobijenih rezultata proračuna stabilnosti prostorija, može se zaključiti da su prostorije relativno stabilne, ali zbog sigurnosti prostorije treba podgraditi sledećom vrstom podgrade: torkret + anker + mreža + torkret.

Horizontalne prostorije pripreme će se raditi sa:

- podgradom od prskanog betona debljine 4 cm (osnovno) i u kombinaciji,
- prskani beton + ankeri (za svod ankeri od $l = 1,6$ do $2,4$ m) i
- prskani beton + mreža ($80 \times 80 \times \varnothing 2,8$ mm) + ankeri.



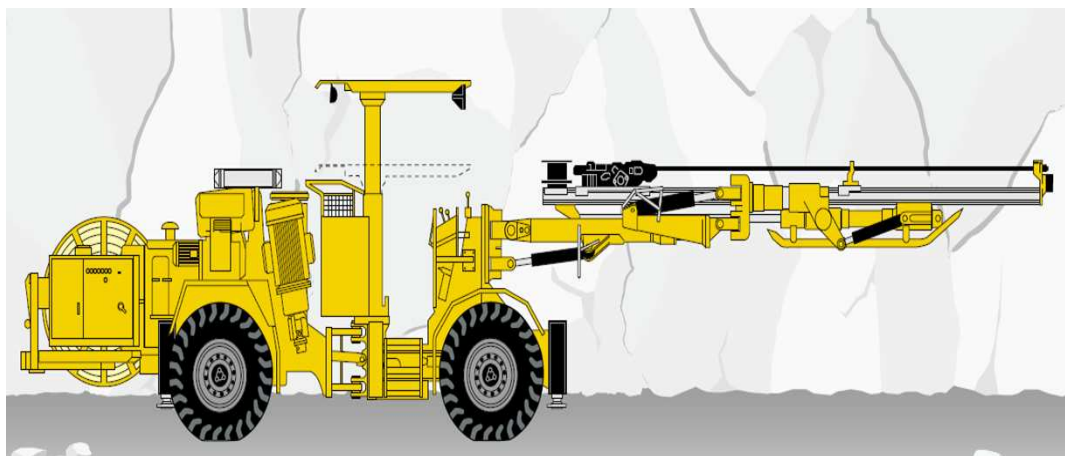
Slika 3. 1. Poprečni presek horizontalnih i kosih prostorija (prskani beton + mreža + anker)

Podgrađivanje se mora sprovesti odmah nakon obavljenog iskopa profila u maksimalnoj dužini od 10 do 20 m, kako se ne bi dozvolilo steni da oksidiše i počne sa raspadanjem. Prskani beton će se po potrebi ugrađivati i nakon ugradnje ankera i mreže, koristeći odgovarajuću mehanizovanu opremu za prskani beton ili pumpom za beton tipa ALIVA 300. Marka betona za prskani beton je MB30.

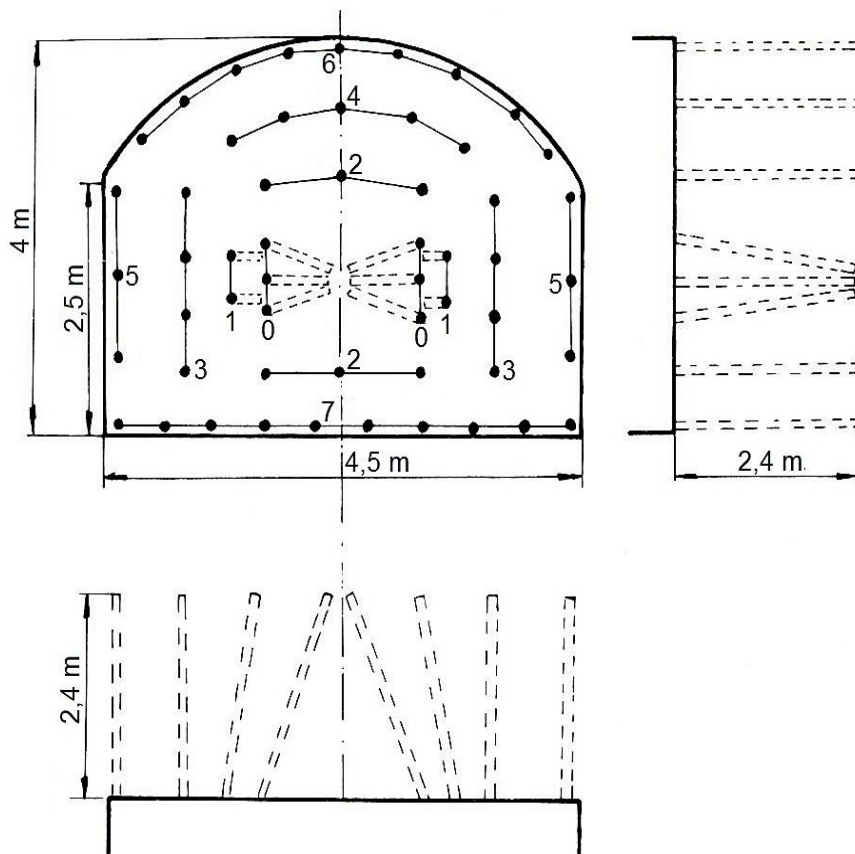
Za bušenje bušotina za ankere u stropu koristeće se mehanizovana oprema za bušenje i ankerisanje ili bušaći uskopni čekić. Istim čekićem se vrši i nabijanje ankera, stavljanjem nabijača ankera umesto dleta. Za ankerisanje svoda koristeće se SN ankeri sa rascepom i klinom, podloškom i navrtkom na spoljašnjem delu kao i cevasti ankeri koji su već uvedeni u jami.

3.5 Bušenje i miniranje

Bušenje se vrši elektro hidrauličnim bušaćim kolima tipa Boomer 282 – Atlas Copco (*Slika 3. 2.*). Za bušenje se koriste monoblok dleta i bušaći pribor, šipke dužine $L = 2,4$ m i krune prečnika $\varnothing 45$ mm.



Slika 3. 2. Hidraulična bušaća kola Boomer 282



Slika 3. 3. Raspored minskih bušotina i redosled iniciranja

Na osnovu uobičajenog proračuna rasporeda minskih bušotina, došlo se do šematskog prikaza istog (Slika 3.3.).

3.6 Utovar i transport iskopine iz hodnika

Odmirani materijal se tovari samohodnom utovarno-transportno-istovarnom mašinom tipa Wagner ST-6C kojim se puni jamski kamion tipa Atlas Copco Wagner MT-420, a kojim jama raspolaže.

3.7 Provetravanje

Određivanje potrebne količine vazduha izvršeno je u odnosu na količinu eksploziva za miniranje i pri upotrebi dizel utovarača. U tu svrhu, izabrana su dva aksijalna ventilatora snage 15 kW.

3.8 Odvodnjavanje

Zbog priliva vode koji treba očekivati kako iz same radne sredine, tako i zbog rada opreme u fazi izbijanja prostorije, izradiće se po potrebi kanal za odvodnjavanje. Hodnik se izrađuje pod usponom ili nagibom od 5 ‰ najmanje 3 ‰, u hodniku treba izraditi kanal za vodu, tako da voda nesmetano otiče.

3.9 Tehnologija izrade vertikalnih prostorija

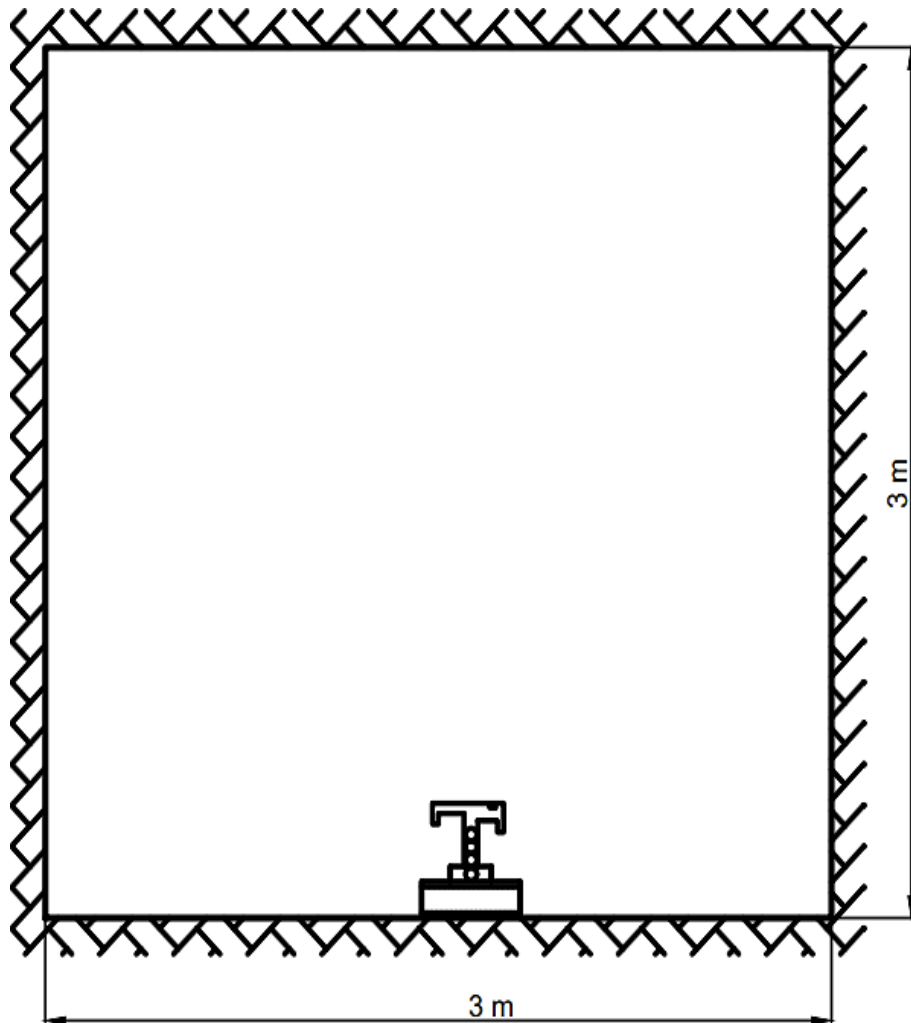
Tehnologija izrade vertikalnih prostorija zasnovana je na klasičnom sistemu iskopa stenskog materijala metodom bušačko-minerskih radova. Tehnologija izrade sastoji se od sledećih operacija:

- bušenje i punjenje minskih bušotina sa samohodne platforme
- miniranje iz komore sa propisanog i sigurnog mesta
- provetravanje i obaranje vodenom maglom otrovnih i zagušljivih gasova kao i prašine
- utovar i transport materijala u sistemu dizel utovarivač - kamion.

Treba reći da je obavezna kontrola vertikalnosti i pravca okna od strane jamskih merača.

Kada je reč o stabilnosti vertikalnih prostorija, možemo je poistovetiti sa radnom sredinom koja je ispitivana u svrhu izrade horizontalnih i kosih prostorija.

3.9.1 Oblik poprečnog preseka vertikalnih prostorija

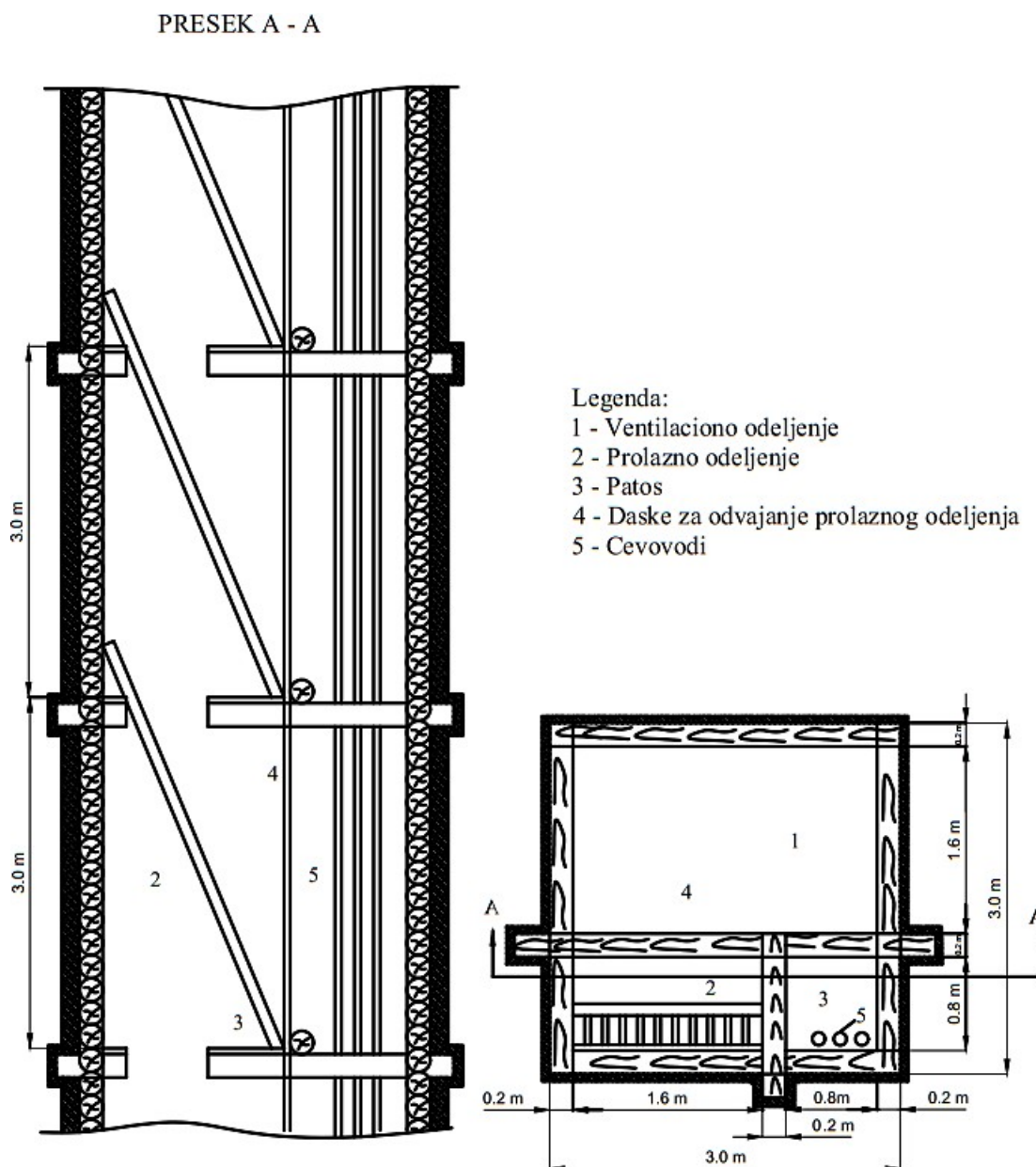


Slika 3. 4. Poprečni presek izbijanja okna

Usvojeni oblik poprečnog preseka je kvadrat, a veličina poprečnog profila izrade okna je sa osnovnim dimenzijama 3 x 3 m tj. $P = 9 \text{ m}^2$ (Slika 3.4.). Okno je vertikalnog pravca. Izrada okana poprečnog preseka $9,0 \text{ m}^2$ vrši se uskopnom platformom tipa Alimak.

3.9.2 Podgrađivanje vertikalnih prostorija

Obzirom na namenu okana, kao i to da se okna izrađuju u čvršćim stenama ležišta, rudna okna se rade bez podgrađivanja. Ukoliko eventualno dođe do potrebe podgrađivanja isto će se vršiti anker-mrežom.

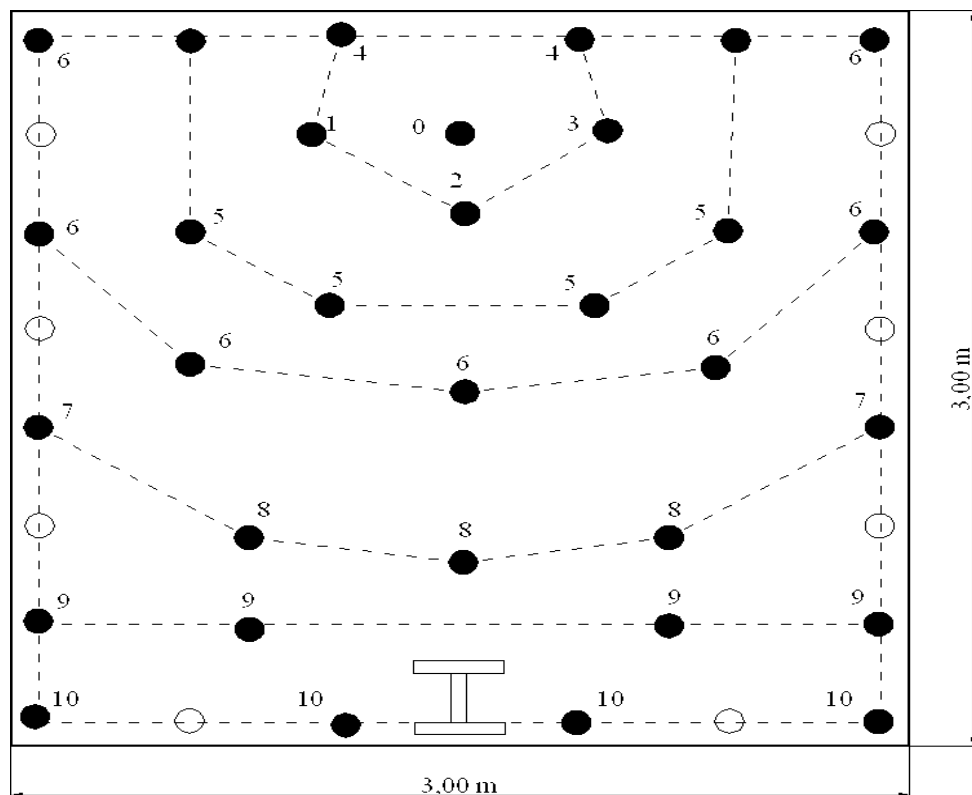


Slika 3. 5. Vertikalni i poprečni presek VPO sa drvenom podgradom

Za podgrađivanje ventilaciono prolaznog okna (VPO) koristiće se retka venačna drvena podgrada tj. podgrada drvenim oblicama - kranjčevima, sa zubom na oba kraja (*Slika 3.5.*). Po potrebi se, u slabijim delovima radne sredine može ova podgrada pojačati ugradnjom podužnih greda u četiri ćoška okna. Pošto se primenjuju i kao pralazna okna, onda se uređuju na adekvatan način ugradnjom prolaznog odeljenja sa stajalištima i stubama. Poprečni presek drvene podgrade je kružni, dok se usvaja prečnik drvene podgrade od $D = 20$ cm, radi veće sigurnosti podgrađivanja.

3.10 Bušenje i miniranje

Bušenje se vrši uskopnim bušaćim čekićem tipa BBD 46W (Falcon). Za bušenje se koriste bušaće šipke dužine $L = 1,6$ m prečnika $\varnothing 32$ mm i $L = 2,4$ m istog prečnika.



Slika 3. 6. Raspored minskih bušotina, način iniciranja i punjenja 0 – prazna, 1 – zalomna, 2 – odbojna, 3 – konturna

Za miniranje se upotrebljava eksploziv Amonex 1. Primenuju se patrone Ø 28 mm od 200 gr dužine 30 cm i od 100 gr dužine 15 cm.

Iniciranje se vrši polusekundnim elektrodetonatorima PSED-A12 x 3 m' serije 0-10. Vezivanje elektrodetonatora je serijsko. Kao izvor struje za paljenje elektrodetonatora koristi se kondenzatorska tranzistorska mašina za paljenje mina TKU-750V, maksimalnog napona 750 V, struje pražnjenja 1,47A pri otporu spoljne mreže od 500Ω, može da odminira oko 200 serijski vezanih normalnih elektro detonatora. Za kontrolu elektro provodnika vezanih električnih upaljača koristi se sigurnosni OM-metar.

3.11 Utovar i odvoz iskopine iz okna

Po završetku miniranja u oknu, odminirani materijal se tovari samohodnom utovarno-transportno-istovarnom mašinom (UTI mašina) tipa WAGNER ST-6C u jamski kamion tipa Atlas Copco Wagner MT-420, a kojim jama raspolaže.

3.12 Provetranje okna u fazi izrade

Posle miniranja, pusti se vazduh i voda sa glavnih ventila na čelu radilišta radi obaranja gasova i prašine nastalih prilikom eksplozije. Vazduh i voda po izlasku iz kanala vođica udaraju u zaštitnu kapu, mešaju se i izlaze kroz otvore na ploči obrazujući maglu, koja obara prašinu i eksplozivne gasove. Za pospešivanje provetranja u hodniku na horizontu se postavlja i ventilator.

Određivanje potrebne količine vazduha izvršeno je u odnosu na količinu otrovnih gasova (produkata miniranja) i u odnosu na rad dizel motora Alimaka. Izabrana su četiri aksijalna ventilatora snage 15 kW. Primeniće se vetrene cevi Ø 800 mm.

Okno će se provetravati nakon miniranja velikom količinom vazduha. Pri otvorenom ventilu na cevovodu komprimiranog vazduha na čelu okna, dobija se oko 45 m³/min vazduha za provetravanje okna, koji sa čela okna nastale gasove od miniranja spušta naniže.

3.13 Odvodnjavanje

Ne predviđa se veliki priliv vode. U slučaju pojave izvora vode ista će se gravitacijski spuštati na dno okna i dalje voditi kanalima u hodnicima do vodosabirnika.

4 KONCEPT PODZEMNOG OTKOPAVANJA

4.1 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 hidrozasiipavanjem ciklonisanom flotacionom jalovinom imaju malu produktivnost i nisku ekonomičnost. Troškovi transporta i ugradnje zasipa sa odvodnjavanjem su veliki. Nosivost zasipa za otkopavanje stubova i za kretanje mehanizacije je nedovoljna.

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.[1]

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.**

4.2 Komorno stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa

4.2.1 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 m², 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 ≈ 610 m x širina ≈ 320 m.
2. Srednji otkopni blok od -110 do -130 sa 127.680 m², 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 ≈ 640 m x širina ≈ 360 m.
3. Donji otkopni blok od -130 do -150 sa 139.560 m², 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 ≈ 670 m x širina ≈ 380 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 m², 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 ≈ 820 m x širina ≈ 400 m.
2. Srednji otkopni blok od -185 do -205 sa 198.720 m², 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 ≈ 830 m x širina ≈ 400 m.
3. Donji otkopni blok od -205 do -225 sa 211.320 m², 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 porečnog preseka komore	240 m ²
• Površina poprečnog preseka otkopnih hodnika	16,65 m ²
• Površina miniranja čeonog porečnog preseka komore	223,35 m ²
• 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
• Osiromašenje rude	0 %
• Iskorišćenje rude	90 %
• Prosečni sadržaj bakra u rovnoj rudi	0,523%

4.3 Način otkopne pripreme

Otkopna priprema se sastoji iz izrade otkopnih hodnika 4,5 x 4 m. Izrađuju se dva otkopna hodnika za pristup komori (na dnu (utovar) i na vrhu (busenje i miniranje) po osi komore).

Prva treba da se stvori vertikalni otvor (zasek) između etaža koje definišu planiranu površinu čela komore visine 20 m i širine 12 m. Formiranje komore se ostvaruje miniranjem lepeza minskih bušotina između dve etaže, ali za početno otvaranje fronta ili čela komore, potrebno je uraditi početni otvor tj. proširenje koje daje dovoljnu prazninu za kompenzaciju rude miniranjem početne lepeze minskih bušotina.

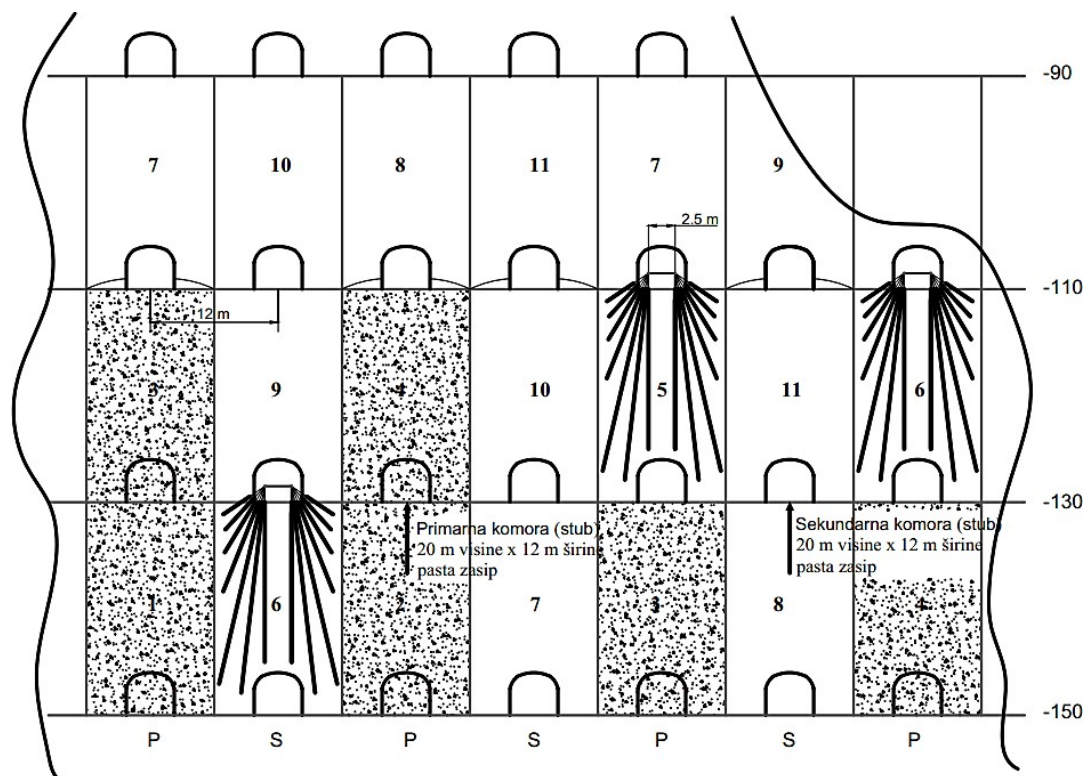
Otvor ili kompenzaciona komora se obično nalazi vertikalno u sredini ili na strani komore na početnoj napadnoj tački u rudnom telu. Kompenzaciona komora se formira u punoj visini komore u ovom slušaju ona spaja gornji otkopni hodnik bušenja sa donji utovarnim hodnikom.

Na ovaj način se započinje formiranje komore u nastavku otkopavanja s tim što se mora voditi računa da se ne ošteti zasipna masa u predhodnom segmentu komore. To se može postići tako što se ostavlja tzv. čist prsten (pojas) između pojasa odsecanja u kojem se izrađuje (razbušuje) kompenzacioni otvor kao i bušenje lepeze minskih bušotina. Miniranje se onda vrši po redosledu počev od bušotina u neposrednoj blizini razbušenja i završavajući sa miniranjem bušotina u prstenu čišćenja. Ovaj postupak obezbeđuje minimum razblaženja zasipom iz predhodnog segmenta zapunjene komore. Oblik projektovane komore se postiže miniranjem redova lepeza od početne lepeze pored kompenzacione komore a zatim se ostalim redovima lepeza komora preseca od gornje do donje etaže. Minske bušotine se miniraju u sekvencama uz sinhronizovan utovar na nivou utovara.

Ne postoji posebna prethodna priprema dna komore, već se bušenjem i miniranjem dubokih minskih bušotina iz hodnika bušenja obavlja ravno odsecanje dna komore, na čijem dnu je već izrađen hodnik utovara tako da je u sredini komore već formiran ravan deo od 4,5 m i ostaje po 3,5 m levo i desno od hodnika.[2]

4.4 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.[1]



Slika 4. 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, predhodna etaža bušenja postaje sledeći nivo proizvodnje tj. transporta. Redosled otkopavanja otkopnih blokova je odozdo naviše.

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.

Metoda zahteva veoma dobru kontrolu stabilnosti kako iznad komora tako i na čelu zbog preraspodele napona u otvorenim sekvencama komore. Zbog formiranja napona u komorama potrebno je minimizirati propuste na svakoj etaži. Potrebna je podgrađivanje odgovarajućom podgradom (prskani beton+ankerni+mreža). U slučaju pojave slabije radne sredine mora se minimizirati veličina komore po dužini da bi se radovi odvijali bezbedno.

Bušenje eksploatacionih, dubokih, minskih bušotina je iz hodnika iznad vrha donjeg otkopnog bloka odnosno dna srednjeg otkopnog bloka, a utovar se vrši iz hodnika na dnu donjeg otkopnog bloka.

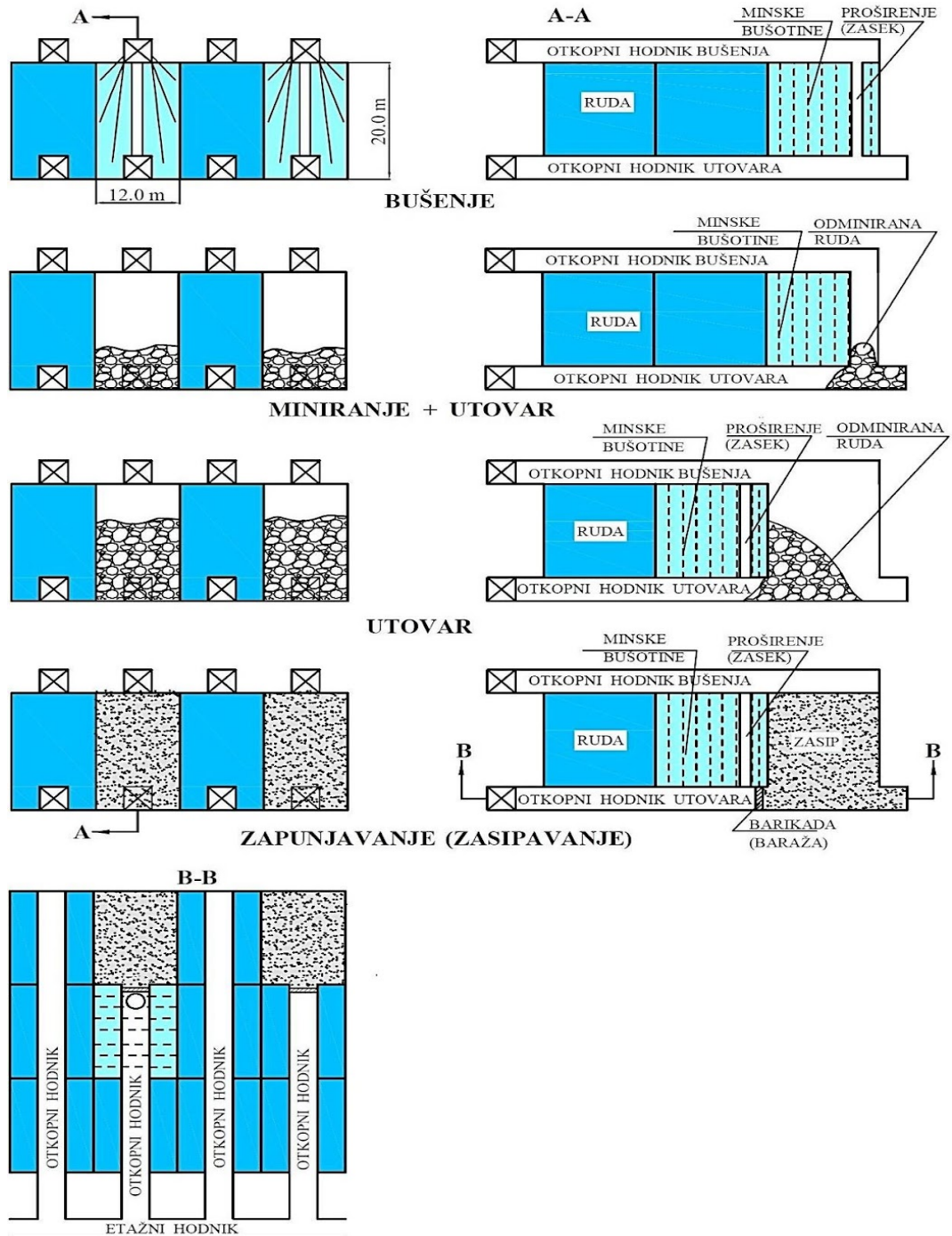
Redosled otkopavanja otkopnih blokova je odozdo naviše. Nivo bušenja za prethodni (donji) otkopni blok postaje nivo utovara za sledeći (gornji) otkopni blok.

Otkopavanje rude iz komora u otkopnim blokovima obavlja se u dve faze, primarno (P, svaka druga komora - stub) i sekundarno (S).

U prvoj primarnoj 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 sekundarnoj fazi otkopavaju se preostale komore koje su imale funkciju stubova i posle otkopavanja zasipavaju pasta zasipom.

Bušenje dubokih eksploatacionih bušotina prečnika 76 mm obavlja se iz otkopnog hodnika gornjeg narednog otkopna nivoa u lepezastom rasporedu u vertikalnoj ravni. Bušenje "lepeza" se izvodi iz dva centra na razmaku od 2,5 m. Rastojanje između "lepeza" je 2 m.[1]



Slika 4. 1. Komorno – stubna metoda sa blokovskim otkopavanjem i zasipavanjem otkopa pasta zasipom

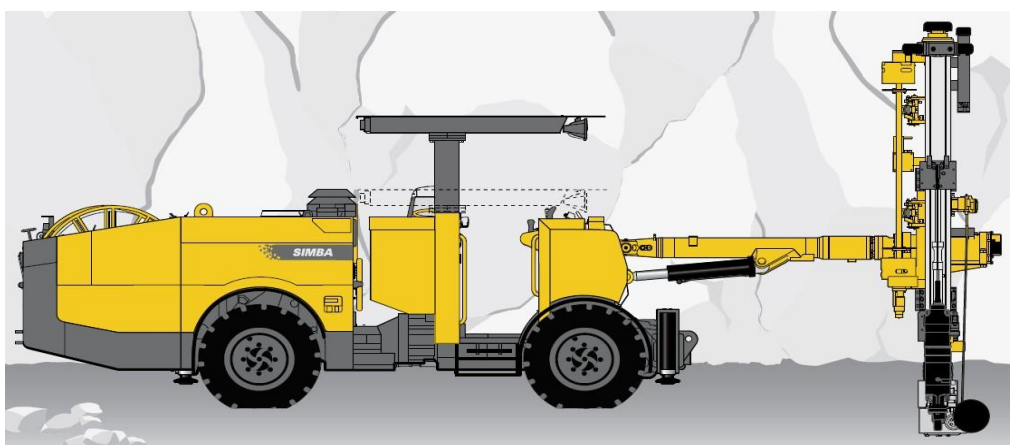
5 RADNE OPERACIJE TEHNOLOŠKOG PROCESA

5.1 Bušenje i miniranje

Bušenje i miniranje u komorama uključuje interakciju stenske mase, raspored bušotina, vrste eksploziva, i iniciranja sekvence.

U slučaju odabrane komorno-stubne metode iz grupe podetažnog zarušavanja, miniranje se vrši dugačkim minskim bušotinama sa lepezastim rasporedom. Lepeze su orijentisane pod uglom od 90 ° u odnosu na horizontalu, odnosno buše se vertikalno naniže iz otkopnih hodnika bušenja.

Bušenje minskih bušotina prečnika 76 mm se vrši iz otkopnog hodnika (OH), koji su u otkopnom bloku postavljeni na visinskom odstojanju od 20 m, odozgo na dole. Otkopni hodnik se locira na sredini otkopne komore, tako da se bušotine u lepezi mogu pravilno i simetrično rasporediti u odnosu na osu hodnika ili otkopne komore. Bušenje lepeza iz dva centra na razmaku od 2,5 m, se koristi zbog povoljnijeg rasporeda bušotina u lepezi. Rastojanje između lepeza je 2 m. Za bušenje koristiće se garntura za bušenje dugačkih bušotina Atlas Copco - SIMBA S7D sa spoljnim bušaćim čekićem COP 1838ME i krunom \varnothing 76 mm.



Slika 5. 1. Garntura za bušenje dugačkih bušotina SIMBA S7D

Za minsko punjenje se koristi ANFO eksplozivna smeša, koja se mehanizovano ubacuje u bišotine pomoću pneumatskih punilica. Punjenje se obavlja pomoću servisnog vozila ROCMEC (Nitro Nobel) .

5.1.1 Proračun bušenja i miniranja

Parametri bušenja i miniranja zavise od geomerije metode otkopavanja, odnosno geometrije otkopnih blokova i fizičko mehaničkih i strukturnih svojstava rude.

Dimenzije otkopne komore su:

- širina (\check{S}) 12 m
- visina (H) 20 m
- srednje dužine (L) oko 50 m

Dimenzije otkopnog hodnika su:

- širina (a) 4,5 m
- visina (h) 4 m
- poprečni presek 16,65 m²

Površina lepeze za bušenje i miniranje u otkopnoj komori:

$$P_{lm} = \check{S} \times H - P_{OH} = 12 \times 20 - 16,65 = 240 - 16,65 = 223,35 \text{ m}^2$$

$$P_{lm} = 223,35 \text{ m}^2$$

5.2 Specifična potrošnje eksploziva

$$q = 0,79 \text{ kg/m}^3$$

Srednja vrednost zapreminske mase rude je oko 2,7 t/m³, pa je specifična potrošnja eksploziva po toni:

$$q_t = \frac{q}{t} = \frac{0,79}{2,7} = 0,29 \text{ kg/t}$$

5.2.1 Količina eksploziva

Ako usvojimo da je linija najmanjeg otpora $W = 2$ m, količina eksploziva po lepezi za celu visinu bloka iznosi:

$$Q_e = q \times V = q \times P_b \times W, \text{ kg}$$

$$Q_e = 352,89 \text{ kg}$$

gde je:

V – zapremina rude u bloku jedne lepeze miniranja ($P_b \times W$) P_b – površina miniranja jedne lepeze (223,35 m²)

W – linija najmanjeg otpora (2 m)

q – specifična potrošnja eksploziva (0,79 kg/m³)

5.3 Prečnik bušenja

Prema standardu bušaćih krana usvaja se: $d_b = 76$ mm.

5.4 Određivanje broja i rasporeda minskih bušotina

Tabela 5. 1. Neke od dimenzija (bušenje lepezi sa 10 bušotina)

Broj bušotine	Duzina bušenja L_b (m)	Dužina punjenja L_{mp} (m)	Dužina prazne L_p (m)
1	4,00	3,00	1,00
2	5,50	4,50	1,00
3	11,50	8,50	3,00
4	18,50	11,00	7,50
5	15,00	15,00	0,00
6	15,00	15,00	0,00
7	18,50	11,00	7,50
8	11,50	8,50	3,00
9	5,50	4,50	1,00
10	4,00	3,00	1,00
Ukupno:	109,00	84,00	25,00

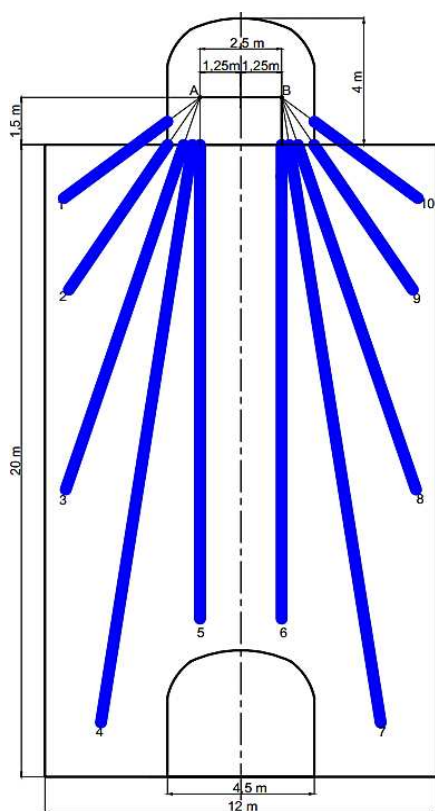


Tabela bušenja

Bušotina	Centar	Dužina (m)	Broj šipki	Ugao	90°	Rastojanje od centra
1	A	4,0	2 3/4	141	37	1,25 L
2	A	5,5	3 3/4	121	57	1,25 L
3	A	11,5	7 3/4	106	72	1,25 L
4	A	18,5	12 1/2	97	81	1,25 L
5	A	15,0	10	90	90	1,25 L
6	B	15,0	10	90	90	1,25 D
7	B	18,5	12 1/2	81	81	1,25 D
8	B	11,5	7 3/4	72	72	1,25 D
9	B	5,5	3 3/4	57	57	1,25 D
10	B	4,0	2 3/4	37	37	1,25 D

L - Premeštanje levo od centralne linije m
D - Premeštanje desno od centralne linije m

Slika 5. 3. Šema bušenja minskih bušotina

5.5 Proračun stvarne količine eksploziva

Na osnovu grafički dobijene ukupne dužine minskog punjenja (L_{mp}) može se odrediti količina eksploziva Q_e :

$$Q_e = \frac{d_b^2}{4} \times \pi \times L_{mp} \times \rho \times K_p, \text{ kg}$$

$$Q_e = 362,01 \text{ kg}$$

gde je:

Q_e – količina eksploziva u lepezi, kg

L_{mp} – dužina minskog punjenja, 84 m

d_b – prečnik bušenja, 0,076 m

ρ - zapreminska masa eksploziva, 1.000 kg/m³

K_p – koeficijent punjenja minskih bušotina, 0,95

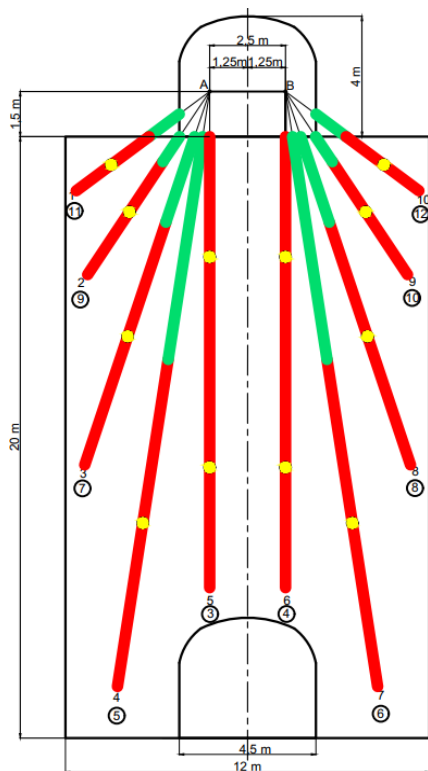
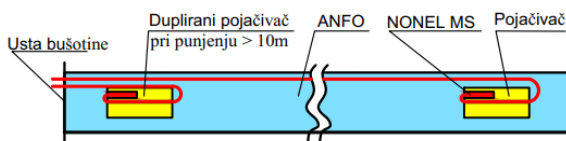


Tabela punjenja

Bušotina	Dužina (m)	Punjenje (m)	Prazna (m)	Eksploziv	Detonator	Količina eksploziva (kg)	Buster (kom)
1	4,0	3,0	1,0	ANFO	MS-11	12,9	1
2	5,5	4,5	1,0	ANFO	MS-9	19,4	1
3	11,5	8,5	3,0	ANFO	MS-7	36,6	1
4	18,5	11,0	7,5	ANFO	MS-5	47,4	1
5	15,0	15,0	0,0	ANFO	MS-3	64,6	2
6	15,0	15,0	0,0	ANFO	MS-4	64,6	2
7	18,5	11,0	7,5	ANFO	MS-6	47,4	1
8	11,5	8,5	3,0	ANFO	MS-8	36,6	1
9	5,5	4,5	1,0	ANFO	MS-10	19,4	1
10	4,0	3,0	1,0	ANFO	MS-12	12,9	1

Pojačivač tip: Pentonski pojačnik (buster) PP-300, težina 300g
Detonator tip: Nonel MS



Slika 5. 4. Šema punjenja minskih bušotina

5.5.1 Količina eksploziva na 1 m bušotine

$$q_{mp} = 4,31 \text{ kg/m}$$

5.5.2 Pokazatelji bušenja

Miniranjem jedne lepeze obori se:

$$Q_{rl} = P_m \times W \times \gamma, t \quad Q_{rl} = 223,35 \times 2 \times 2,7 = 1.206,1 t$$

Ukupna dužina bušenja jedne lepeze je:

$$L_b = L_{mp} + L_p, m \quad L_b = 109 m$$

gde je:

L_{mp} – dužina minskog punjenja u bušotini, (84 m), dobijena grafičkim putem

L_p – dužina prazne bušotine, (25 m), koja je takođe dobijena grafičkim putem

Koeficijent obaranja rude pri jednom miniranju u otkopnom bloku po metru bušotine onda iznosi:

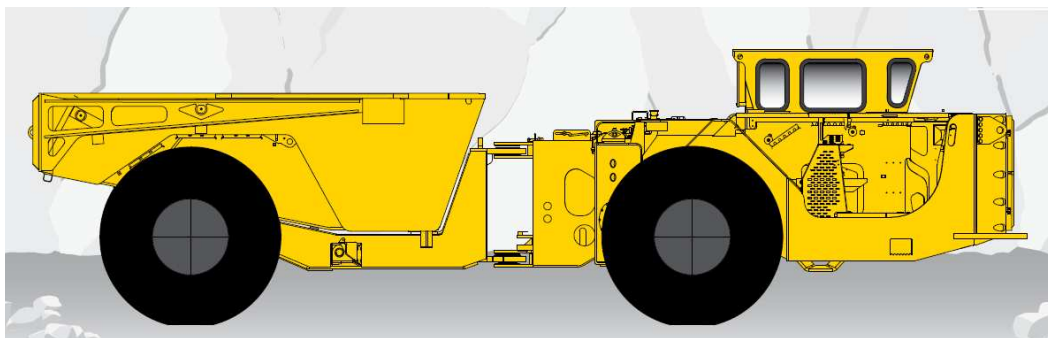
$$K_{ob} = Q_{rl}/L_b = 1.206,1/109 = 11,06 t/m \text{ bušotine}$$

5.6 Utovar i transport rude

Za izbor načina transporta i odvoza uzimajući u obzir varijantu otvaranja, razrade i metodu otkopavanja, steklo se saznanje da je odvoz rude iz otkopa i njen dalji transport najbolje organizovati na sledeći način:

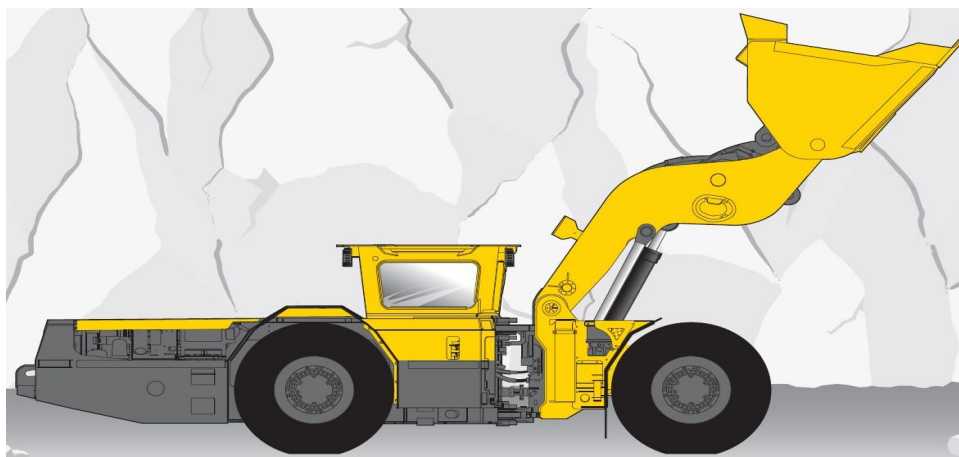
- odvoz rude iz otkopa vrši se dizel utovarno-transportnom mehanizacijom
- transport rude na ostalim dužim distancama vrši se dizel jamskim kamionima

Odvoz rude iz otkopa vrši se dizel utovarno-transportnom mehanizacijom (utovarivačima) tipa Atlas Copco Scooptram ST7.



Slika 5. 2. Jamski kamion Atlas Copco Minetruck MT2010

Transport rude na dužim distancama vrši dizel jamskim kamionom Atlas Copco Minetruck MT2010.



Slika 5. 3. Jamski utovarač Atlas Copco Scooptram ST7

Utovar odminirane rude vrši se u otkopnim utovarnim hodnicima pomoću dizel utovarivača zapremine kašike 5 m³ i na utovarnim rampama tovari se u jamske dizel kamione zapremine sanduka 10 m³, kojima se dalje transportuje i istovaruje u bunker istovarne stanice ili u rudna okna.

Posle izrade okana, ruda koja se dobija izradom prostorija na etažama spušta se na utovarno transportni etažu.

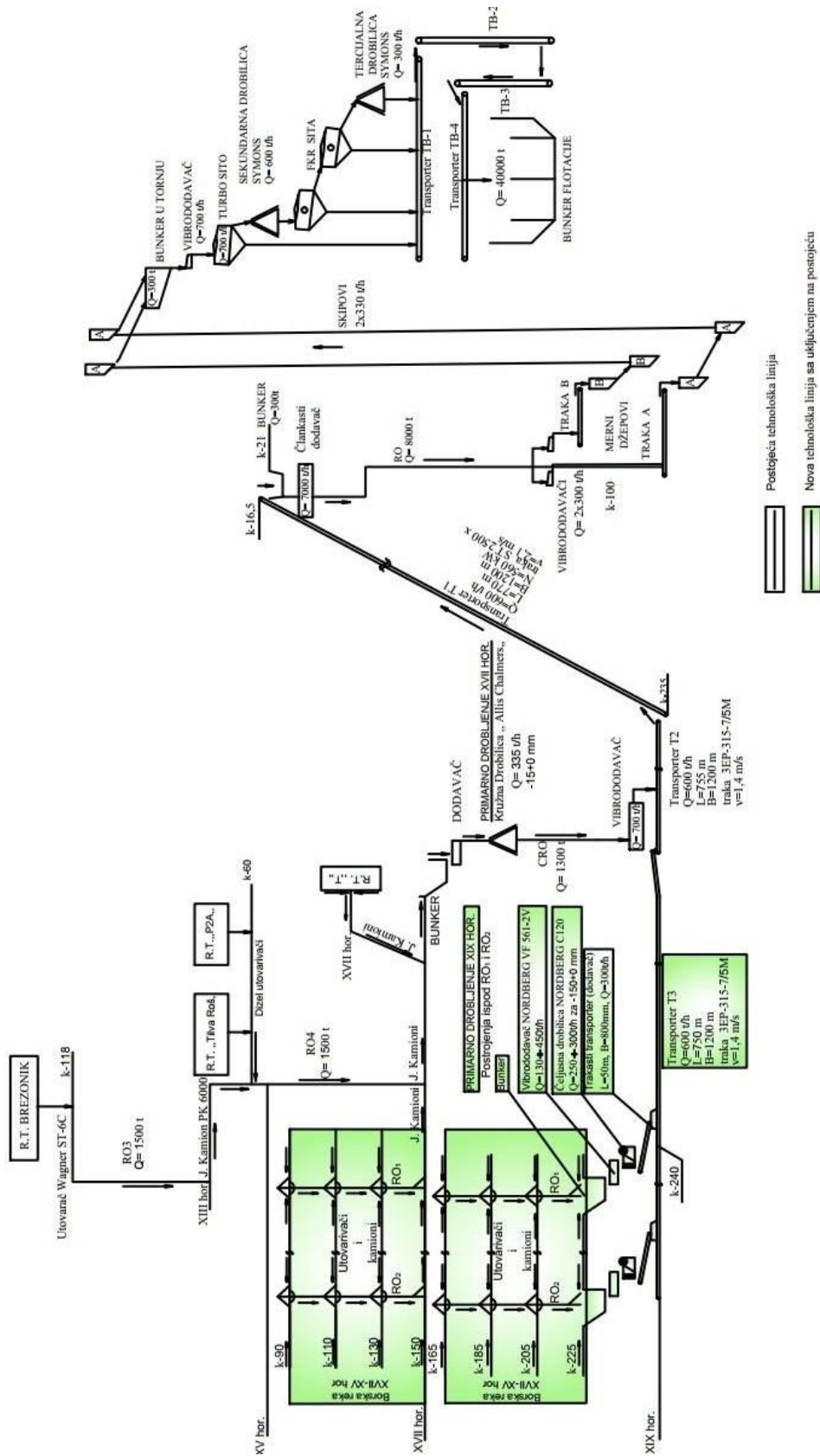
Za prvi eksploatacioni zahvat od -150/-90, etaža na nivou K-150 m je utovarno transportna, a za etaže gornjih otkopnih nivoa K-130, -110 i -90 je sabirno transportna. Ruda se na utovarno transportnom horizontu donjeg otkopnog nivoa na etaži -150 utovaruje utovarivačima u kamione i transportuje do bunkera primarnog drobljenja CRO na XIX horizontu odakle se gravitaciono spušta na glavni trakasti transporter na GTH-235.

Na višim nivoima, ruda se takođe utovarivačima utovaruje u kamione kojima se transportuje do rudnih okana RO1-150/-90 i RO2-150/-90, preko kojih se gravitaciono spušta na K-150 gde se istače u kamione i transportuje do bunkera primarnog drobljenja CRO.

Za drugi eksploatacioni zahvat od -225/-165, etaža na nivou K-225 je utovarno transportni, a za etaže gornjih otkopnih nivoa K-205, -185 i -165 je sabirno transportni za primarno drobljenje. Ruda se na utovarno transportnom horizontu donjeg otkopnog nivoa na etaži -225 utovaruje utovarivačima u kamione i transportuje do bunkera primarnog drobljenja sa čeljusnim drobilicama ispod K-225, odakle se trakastim transporterom dodaje na glavni trakasti transporter na GTH-240.

Na višim nivoima, ruda se takođe utovarivačima utovaruje u kamione kojima se transportuje do rudnih okana RO1-225/-165 i RO2-225/-165, preko kojih se gravitaciono spušta na K-225 gde se istače u bunkere primarnog drobljenja čeljusnih drobilica.

Od bunkera primarnog drobljenja transport i izvoz rude vrši se postojećim sistemom.

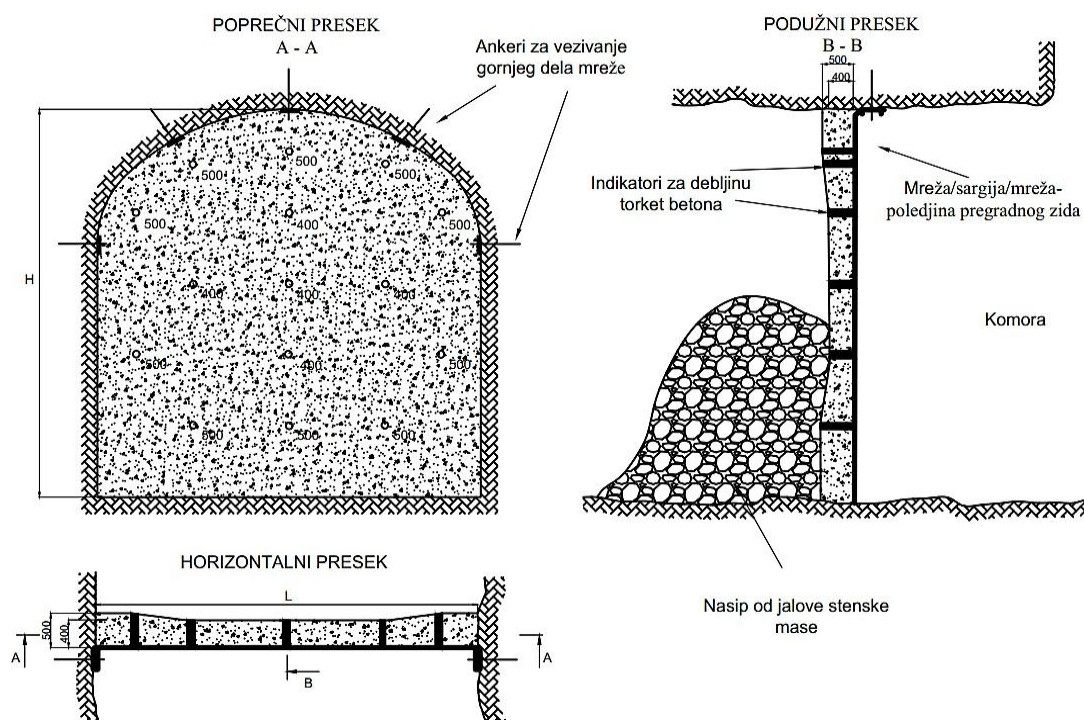


Slika 5. 4. Šema transporta rude

5.7 Zasipavanje otkopa pastom

Otkopani prostor se zasipava pastom, koja se sastoji od flotacijske jalovine, portland cementa i vode. Sadržaj čvrste komponente u smeši iznosiće 80 % (sadržaj jalovine kreće se od 74 – 77 %, a sadržaj cementa od 3 – 6 %).

Priprema otkopa za zasipavanje, vrši se izradom barikade – pregradnog zida. Barikade se izrađuju u otkopnim ili etažnim hodnicima na svakom izlazu iz otkopne komore (u donjem delu) koja se priprema za zasipavanje. One se koriste da se zatvori pristup otkopanim komorama, kako bi se sprečilo izlivanje paste iz prostora komore. Barikade se prave upravno na hodnike.



Slika 5. 5. Izgled barikade u presecima

Izgradnja barikade uključuje:

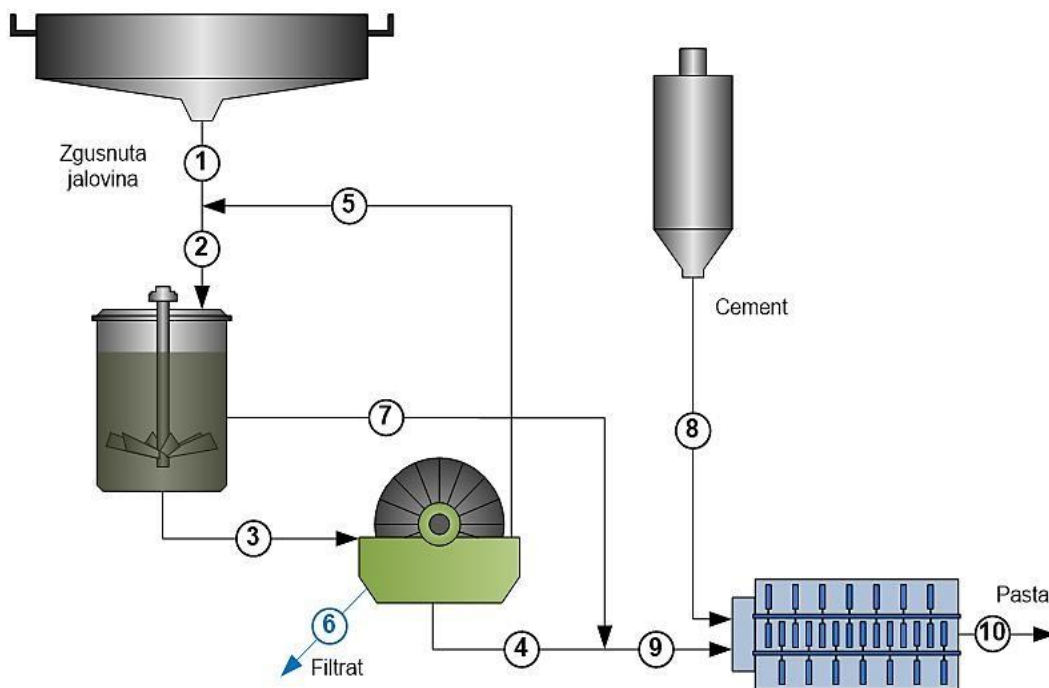
1. Merenje mesta ugradnje barikade
2. Demontaža kablova za napajanje el. energijom, cevovoda za vodu i vazduh
3. Čišćenje poda prostorije (za izradu praga) sve do zdrave neoštećene stene
4. Obeležavanje rupa za ankere
5. Bušenje rupa za ankere
6. Postavljanje ankera i mreže 50 x 50 x 5 mm
7. Izgradnja oplata (okvira) sa čeličnom mrežom i sargijom – da se torkret beton ne bi rasturao po profilu hodnika iza ankera prema otkopu
8. Instaliranje kontrolnih indikatora debljine prskanog betona
9. Prskanje barikade sa prskanim betonom debljine 20 cm
10. Nasipavanje (nagomilavanje) jalovine ispred pregade

Tehnološki proces pripreme i distribucije paste za zasipavanje otkopanog prostora u obuhvata:

- prijem zgušnjute hidromešavine (jalovine) koja se sistemom hidrottransporta (cevi) doprema iz postrojenja za flotacijsku koncentraciju minerala bakra do lokacije na kojoj se nalazi postrojenje za pripremu paste
- odvodnjavanje flotacijske jalovine postupkom filtriranja do željenog sadržaja vlage od 20%
- skladištenje i transport cementa koji se u pastu dodaje u svojstvu vezivnog materijala
- mešanje komponenata i transport pripremljene paste do podzemnih prostorija uz pomoć klipne pumpe (poz. KPU-1).

Postrojenje za pripremu paste smešteno je na površini, iznad ležišta.

Ono je kapaciteta 900.000 m³ (paste u očvrslom stanju) na godišnjem nivou, sa mogućnošću dogradnje. Postrojenje čine: pasta zgušnjivači, sistem za hranjenje zgušnjivača, sistem za doziranje komponenti, rezervoar za vodu, pumpe za transport paste, uređaj za regulaciju gustine, energetska postrojenje, kompresor, pult za merno regulacione instrumente i upravljanje sistemom.[3]



Slika 5. 6. Proces pripreme paste

Od nivoa postrojenja sa površine terena do eksploatacionog zahvata ležišta, izgrađuju se četiri tehničke bušotine za distribuciju zasipa. Bušotine su dužine oko 500 odnosno 600 m i prečnika 300 mm. Obložene su čeličnim cevima. Od postrojenja do bušotina ugrađuje se cevovod (krož obložene bušotine) za transport paste. Cevovod je instaliran u plafonu hodnika. Glavni cevovod čine čelične cevi koje su u plafonu pristupnih etažnih hodnika. A od glavnog cevovoda do otkopanih komora, transport se vrši polietilenskim cevima.

Dve bušotine koje se izrađuju do K-130 snabdevaju pastom nivoe na K-130,-110 i -90, gde se povezuju sa etažnim hodnicima i preko otkopnih hodnika (na nivou bušenja) do otkopanih komora.

Druge dve bušotine se izrađuju do nivoa K-205 i snabdevaju kako nivo K-205 tako i nivoe K-185 i K-165.

Za godišnju proizvodnju od 2.000.000 t rude, zapreminske težine 2,7 t/m³, potrebno je otkopati i zapuniti sledeću zapreminu:

$$V_0 = 2.000.000/2,7 = 740.740 \text{ m}^3.$$

Ulazne prostorije za vazduh su:

1. Servisno okno je površine poprečnog profila 32 m² kroz koje se uvodi 90 m³/s.
2. Izvozno okno "Novo okno", je površine poprečnog profila 25,5 m² kroz koje se uvodi 40 m³/s.

Izlazne prostorije su:

1. Vetreno okno VO4 je površine poprečnog profila 6,2 m² i kroz njega se izvodi 85 m³/s
2. Vetreno okno VO1 je površine poprečnog profila 9 m², sada nije u funkciji zbog zarušavanja dela cevi okna
3. Vetreno okno "Novo okno" uključuje se po potrebi, prilikom obilaska starih radova

Dakle, sveža vazдушna struja na radne nivoe etaža dovodiće se preko servisnih niskopa (XV-XVII i XVII-XIX) i etažnih hodnika, a istrošena izvoditi preko ventilacionog okna na XIII horizontu i GVO VO4.

Regulacija razvođenja vazduha na etažnim nivoima izvodi se vetrenim pneumatskim "balon" pregradama i vetrenim zavesama, koje se prema potrebi aktiviraju i premeštaju.

5.8 Potrebna količina vazduha za provetravanje

Potrebna količina vazduha računa se po više kriterijuma:

- po zahtevu zaposlenih radnika
- po zahtevu minimalne brzine vazduha
- u odnosu na količinu eksploziva za miniranje
- pri upotrebi mašina sa dizel motorima

Najveće količine vazduha troše se na razređenje izduvnih gasova dizel motora koji imaju dvostepeno sagorevanje sa vrtložnim komorama.

Kada se obezbede dovoljne količine vazduha po zahtevu razređenja izduvnih gasova dizel motora, obezbeđene su potrebne količine i po svim drugim zahtevima kao što su efektivna brzina vazduha, razređenje gasova i prašine nastale miniranjem, razređenje prašine pri utovaru.

Najnepovoljniji kriterijum za određivanje potrebne količine vazduha, je ona količina koja je potrebna za odvođenje otrovnih gasova, produkata miniranja i dizel mašina.

Nakon proračuna količina vazduha po navedenim zahtevima, vrši se određivanje količina vazduha na otkopavanju i ukupno potrebne količine vazduha za provetravanje celog rudnog ležišta.

Tako da ćemo na osnovu toga dati ukupnu potrebnu količinu vazduha na otkopavanju i transportu rude.

5.9 Odvodnjavanje rudnika

Odvodnjavanje jame se sastoji od dva nezavisna sistema odvodnjavanja. Voda se sakuplja i ispumpava na površinu preko: servisnog okna (objekti odvodnjavanja i pumpno postrojenje XV horizonta na K-76 m) i izvoznog okna (objekti odvodnjavanja i pumpno postrojenje na K-100).

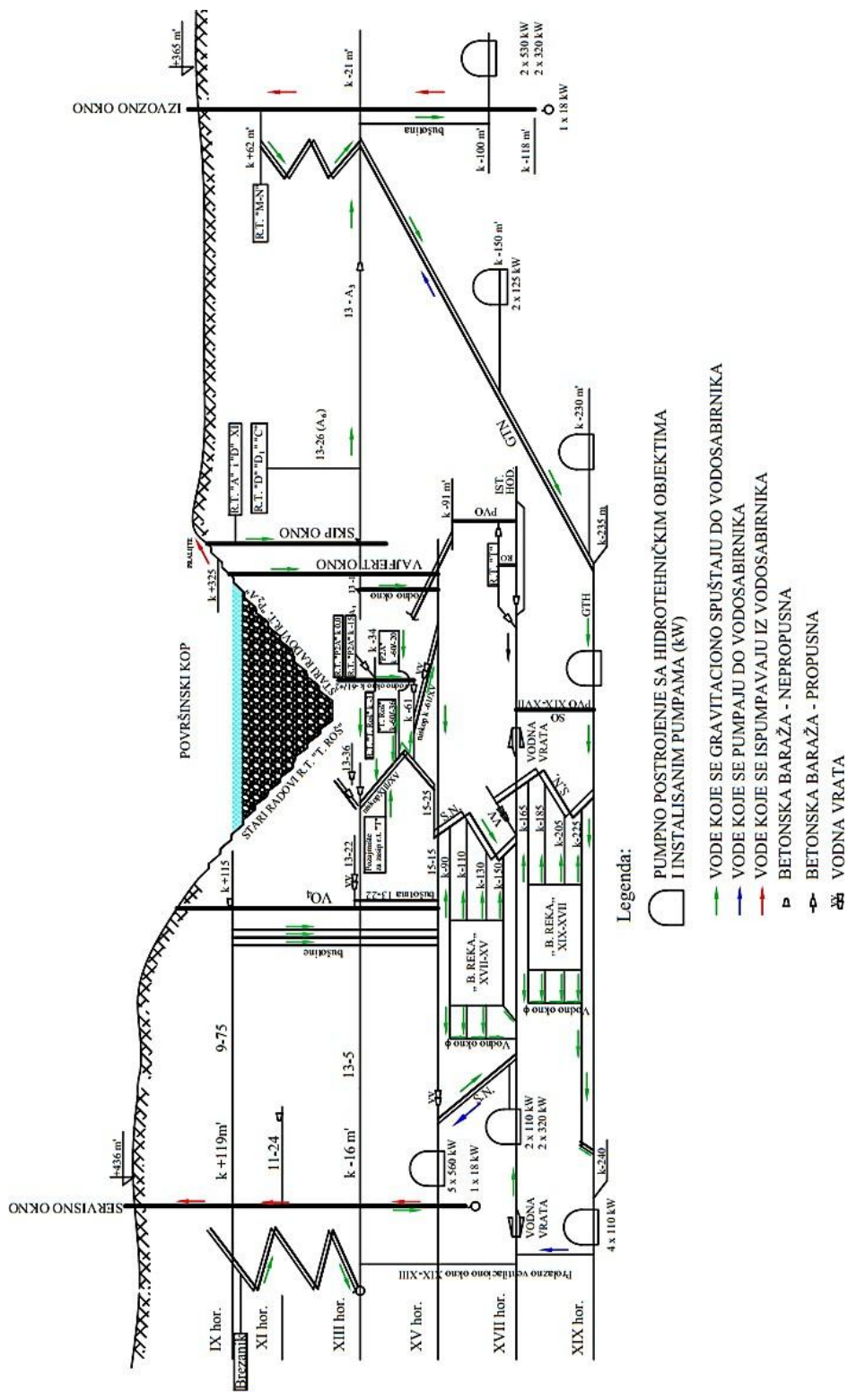
Sva jamska voda (podzemna i površinska), iznad XV horizonta, gravitaciono se spušta na XV horizont K-76 m, gde se prihvata hodnikom 15-15. Na XV horizontu kod Servisnog okna izgrađena je glavna pumpna stanica odakle se voda ispumpava direktno napolje.

U postojeći sistem odvodnjavanja uključuje se i voda sa XVII horizonta (K-155 m), gde je izgrađen vodosabirnik u kome je instalisana pumpa snage 110kW.

Sve vode koje gravitiraju ka izvoznom oknu (stari radovi D, Novo Okno, M-N, GTN, deo XIII horizonta i objekti okna) spuštaju se na K-100 m odakle se deo voda ispumpava na površinu.

Pomoćni sistem odvodnjavanja je na glavnom transportnom niskopu (GTN).

Prostorije na XVII horizontu (etažni hodnik) i glavni transportni hodnik na XIX horizontu, izrađuju se sa padom prema Servisnom oknu zbog odvodnjavanja eksploatacionog zahvata preko glavnog odvodnjavanja. Takođe, otkopni i podetažni hodnici izrađuju se sa nagibom oko 5 %.



Slika 5.8. Šema odvodnjavanja ležišta sa starim radovima

6 MERE ZAŠTITE NA RADU

6.1 Osnovne odredbe

Pravilnikom o tehničkim normativima za podzemnu eksploataciju propisuju se:

1. uslovi i zahtevi koje moraju ispunjavati podzemni objekti u jamama namenjeni za istraživanje i dobijanje metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina
2. radni i drugi postupci pri izvođenju radova na istraživanju i dobijanju metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina
3. tehničke mere zaštite u rudarskim objektima pri izvođenju radova na istraživanju i dobijanju metaličnih i nemetaličnih mineralnih sirovina
4. postupak i način vršenja obavezne tehničke kontrole izgradnje rudarskih objekata, uređaja i postrojenja u podzemnim rudarskim objektima. [5]

6.2 Opšta uputstva i posebne mere bezbednosti i tehničke zaštite

Radovi se izvode po projektovanoj tehnologiji. Svakodnevne radne zadatke smenskim nadzornicima određuje poslovođa u rudniku kroz knjigu naređenja. Za sprovođenje radnih zadataka i obezbeđenje sigurnosti prilikom izvođenja radova odgovorni su smenski nadzornici.

6.2.1 Kontrola i osiguranje radilišta

Prilikom odlaska na radilišta, smenski nadzornik je dužan da proveri ispravnost puteva za dolazak i odlazak zaposlenih radnika sa radilišta, kao i da ispita ispravnost opreme i proveri sigurnost radilišta u pogledu zarušavanja i dužan je da proveri kvalitet janskog vazduha zbog moguće zagađenosti od štetnih gasova.

Pre započinjanja bilo kakvih poslova na radilištu, zaposleni radnici moraju isto tako detaljno pregledati radilište, kako bi ustanovili da li postoje uslovi za siguran rad na njemu. Tu se u prvom redu misli na ocenjivanje dali je potrebno prethodno okucavanje krovine i bokova radilišta i prolaznih prostorija i proveru ispravnost ventilatora za provetravanje rudnika.

6.2.2 Mere zaštite na bušenju i miniranju

Bušenje minskih bušotina na pripremi i otkopavanju vrši se bušaćim kolima. Prilikom izvođenja radova na bušenju minskih bušotina zaposleni radnici moraju koristiti sva propisana lična zaštitna sredstva. Pre početka radova na miniranju, sa radilišta se mora ukloniti sva oprema na sigurno mesto.

Iniciranje eksplozivnih punjenja obavlja se električnim detonatorima, a u svemu kako je propisano Pravilnikom o tehničkim normativima pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu i pisanom uputstvu tehničkog rukovodioca rudnika.

Posebno se mora obratiti pažnja na odredbu, da se prilikom punjenja minskih bušotina na radilištu ne smeju zadržavati radnici koji ne učestvuju direktno na miniranju. To znači da osim palioca mina i njegovog pomoćnika svi ostali zaposleni radnici moraju biti udaljeni na sigurno mesto.

6.2.3 Mere zaštite na utovaru i transport

Za utovar i transport rude i jalovine sa otkopa i pripremnih radilišta koristi se jamski dizel utovarač. Nafta koja se koristi za pogon dizel utovarača mora zadovoljavati uslove date Pravilnikom o tehničkim normativima za mašine sa dizel motorima koje se koriste pri podzemnim rudarskim radovima u nemetanskim jamama.

Pre početka rada, treba da se proverí ispravnost kočionog i upravljačkog sistema, osvetljenje, pogonskog i ostalih agregata i sve eventualne neispravnosti prijaviti elektro ili mašinskoj službi koje rade na održavanju opreme. Prečistači izduvni gasova moraju se održavati u skladu sa uputstvom proizvođača opreme.

Pri kretanju mašine niz vetrenu struju brzina mašine ne sme biti ista kao i brzina vetrene struje radi izbegavanja formiranja tzv. gasnog čepa u kome koncentracija štetnih gasova vrlo lako može da pređe dozvoljenu granicu.

Na svakoj mašini mora se nalaziti pokretni aparat za gašenje požara odgovarajuće konstrukcije.

6.2.4 Mere protivpožarne zaštite

Svi zaposleni radnici u rudniku moraju biti upoznati sa Planom odbrane i spasavanja od udesa u jami i učestvovati u šestomesečnim i ostalim vežbama u slučaju požara u jami.

Na svim mestima koja su potencijalno ugrožena od mogućnosti izbijanja požara moraju biti postavljeni protivpožarni aparati.

U blizini radilišta i na drugim mestima u jami mora se nalaziti dovoljan broj samospasioca vidno obeleženih. Rukovaoci mašina i radnici na održavanju samospasioce nose sa sobom.[6]

7 TEHNO–EKONOMSKA OCENA OPRAVDANOSTI IZGRADNJE

Za proračun tehno - ekonomske ocene koriste se ulazni podaci koji su dati u sledećoj tabeli.

Tabela 6. 1. Osnovni parametri projektovanog sistema eksploatacije

Eksploatacione rezerve iznad XIX horizonta	51.658.708 t
I eksploatacioni zahvat -150/-90	20.476.800 t
II eksploatacioni zahvat -225/-165	31.181.760 t
Količina rovne rude iznad XIX horizonta	46.492.704 t
I eksploatacioni zahvat -150/-90	18.429.120 t
II eksploatacioni zahvat -225/-165	28.063.584 t
Godišnji kapacitet	2.000.000 t/god.
I eksploatacioni zahvat -150/-90	7.000.000 t/god.
II eksploatacioni zahvat -225/-165	1.300.000 t/god.
Vek eksploatacije	25 godina
Broj zaposlenih radnika na otkopavanju	610
Broj zaposlenih radnika na pripremi rude	280
Bruto prosečna plata mesečno	1.000 USD
Cena bakra u katodi	5.500 USD/t
Cena zlata	40.000 USD/kg
Cena srebra	600 USD/kg
Troškovi metalurške prerade bakra	600 USD/t
Troškovi metalurške prerade zlata	600 USD/kg
Troškovi metalurške prerade srebra	30 USD/kg
Iskorišćenje bakra	90 %
Iskorišćenje zlata	50 %
Iskorišćenje srebra	55 %

7.1 Investiciona ulaganja

7.1.1 Izrada prostorija otvaranja

Tabela 6. 2. Ukupna ulaganja za prostorije otvaranja

Red. broj	Naziv	Duzina m	Vrednost (USD)	Godina 1
1	Prostorije otvaranja I eksploatacionog zahvata -150/-90	958	591.700	591.700
2	Prostorije otvaranja II eksploatacionog zahvata -225/-165	1.905	1.259.700	1.256.700
	Ukupno:	2.863	1.851.400	1.851.400

7.1.2 Oprema na otkopavanju

Tabela 6. 3. Ulaganja na opremi za otkopavanje

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

7.1.3 Spravljenje i distribucija paste

Postrojenje za spravljenje pasta zasipa, distribuciona mreža na površini, u jami i tehničke bušotine koštaće: **10.500.000 USD**.

7.1.4 Oprema na drobljenju i transport

Za stabilan proizvodni kapacitet jame od 2,5 Mt rude godišnje, potrebno je izvršiti revitalizaciju objekata i opreme postojeće tehnološke linije transporta i izvoza i drobljenja sa investicionim ulaganjima od: **1.000.000 USD**

Tabela 6. 4. Ukupna ulaganja na drobljenju i transport

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

7.1.5 Oprema za odvodnjavanje

Investiciona ulaganja na opremi za odvodnjavanje iznosiće: **300.000 USD**.

7.1.6 Ulaganja u flotaciju

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

7.2 Ukupna investiciona ulaganja

Uzimajući u obzir sve prethodno sračunato, ukupna 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.

7.3 Troškovi materijala i energije eksploatacije

Tabela 6. 5. Troškovi materijala i energije

Red. broj	Vrsta troškova	Trošak (USD/t)	Vrednost (USD)
1	Materijal za izradu prostorija pripreme	1,27	2.536.000
2	Materijal i energija za otkopavanje	2,41	4.820.000
3	Materijal i energija za zasipavanje	3,57	7.140.000
4	Materijal i energija za drobljenje, transport i izvoz	1,50	2.992.440
5	Materijal za flotaciju rude	3,36	6.864.621
6	Amortizacija opreme i postrojenja	1,00	2.000.000
7	Materijal za održavanje mašina, postrojenja i instalacija	1,50	3.000.000
8	Glavno provetravanje, odvodnjavanje i servisiranje	0,83	1.660.000
9	Ostali troškovi 10%	1,00	2.000.000
	Ukupno:	16,44	33.013.061

8 ZAKLJUČAK

Za otkopavanje ležišta bakra, 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 Mt.

Rudno telo je otvoreno glavnim ventilacionim oknom, servisnim oknom, izvoznim oknom i ventilacionim oknom "Novo okno". Takođe u svrhu otvaranja izrađeno je ventilaciono prolazno okno XIII-XVII i ventilaciono prolazno odvodno okno XVII-XIX horizont.

Podgrađivanje horizontalnih podzemnih prostorija vrši se kombinacijom torkret betona, ankera i mreže. Dok se vertikalne prostorije podgrađuju anker-mrežom i venačnom drvenom podgradom.

Otkopni ciklus čine bušenje i miniranje, utovar i transport rude, zasipavanje otkopa pastom, ventilacija, kao i odvodnjavanje rudnika.

Bušenje se izvodi garniturom SIMBA S7D, a za minsko punjenje se koristi ANFO eksplozivna smeša.

Utovar se vrši dizel utovaračem Atlas Copco Scooptram ST7, a transport dizel jamskim kamionom Atlas Copco Minetruck MT2010.

Ukupna investiciona ulaganja iznose **22.975.400 USD**, dok su ulaganja po toni rude **4,60 USD**.

Ukupni troškovi materijala i energije pri eksploataciji su **33.013.061 USD**, a troškovi po toni rude iznose **16,44 USD/t**.

9 LITERATURA

1. Gluščević, B., 1974. Otvaranje i metode podzemnog otkopavanja rudnih ležišta, Rudarsko-geološki fakultet, 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. Jovanović, P., 1990. Izrada jamskih prostorija, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
4. Torbica, S., Lapčević, V., 2020. Metode podzemnog otkopavanja, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
5. Pravilnik o tehničkim normativima za podzemnu eksploataciju metaličnih i nemetalicnih mineralnih sirovina.
URL:
https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_tehnickim_normativima_za_podzemnu_eksploataciju_metalicnih_i_nemetalicnih_mineralnih_sirovina.html
[16.09.2022.]
6. Knjiga II ,2021. Tehnički projekat eksploatacije, OM company , Dušana Vukasovića 47, Novi Beograd, str.88-95.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента Сања Алексић

Број индекса Р106/17

Изјављујем

да је завршни рад под насловом

Избор методе подземног откопавања изнад
XIX хоризонта у масивном ланцишту
Багра

- 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, 19.09.2022

ИЗЈАВА
О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ЗАВРШНОГ РАДА

Име (име родитеља) и презиме студента Сања (Станоје) Алексић
Број индекса Р106/17
Студијски програм Рударско инжењерство
Наслов рада Избор методе подземног
отржавања изнад XIX хоризонта
у масивном леништу Бахра
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, 19.09.2022

Потпис студента

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

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

Избор методе подземног откопавања
изнад XIX хоризонта у Масивном лениншту
Бајра

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, 19.09.2022

Потпис ментора

Потпис студента

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, 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.** Дозвољаваате умножавање, 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.** Дозвољаваате умножавање, 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.** Дозвољаваате умножавање, 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.** Дозвољаваате умножавање, 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.** Дозвољаваате умножавање, 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.
-

ПОТВРДА

О ПРЕДАЈИ ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ЗАВРШНОГ РАДА

Потврђује се да је студент Сана (Станоје) Алексић,
(име (име родитеља) презиме)

бр. индекса РЈ06 / 14 предао/ла електронску верзију завршног рада на
основним/мастер академским студијама под насловом:

Избор методе подземног откопавања
изнад XIX хоризонта у масивном
лежишту Багра

који је урађен под менторством Проф др. Бранко Глушчевић
(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, 19.09.2022

Библиотекар