



CONTRACTOR

GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA - STUDIJE - PROJEKTOVANJE - TEHNIČKI NADZOR

PIB 101745588 ; MAT.BR. 07487436 ; TR 160-337352-21 ; BRDANSKA 458 ; CONTRACTOR_SR@YAHOO.COM

GLAVNI RUDARSKI PROJEKAT EKSPLOATACIJE KREČNJAKA KAO TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA NA LEŽIŠTU „VIS“ U SELU BOSUTA KOD ARANĐELOVCA

KNJIGA II – SVESKA II

Tehnički projekat bušenja i miniranja

BEOGRAD, 2020.



CONTRACTOR

GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA - STUDIJE - PROJEKTOVANJE - TEHNIČKI NADZOR

PIB 101745588 ; MAT.BR. 07487436 ; TR 160-337352-21 ; BRDANSKA 458 ; CONTRACTOR_SR@YAHOO.COM

TEHNIČKI PROJEKAT BUŠENJA I MINIRANJA

Izrada projekta:

CONTRACTOR D.O.O.

Beograd

Mirko Maksimović, dipl. inž. građ.

Nosilac projekta:

GRAMAR-NISKOGRADNJA D.O.O.

Arandelovac

Miloje Martinović, direktor

BEOGRAD, 2020.



CONTRACTOR

GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA - STUDIJE - PROJEKTOVANJE - TEHNIČKI NADZOR

PIB 101745588 ; MAT.BR. 07487436 ; TR 160-337352-21 ; BRDANSKA 458 ; CONTRACTOR_SR@YAHOO.COM

PODACI O INVESTITORU I PROJEKTANTU

Investitor:

- GRAMAR-NISKOGRADNJA D.O.O. – ARANĐELOVAC

Glavni projekant:

- Mirko Maksimović, dipl. inž. rudarstva, br. uverenja 588/R

Odgovorni projekant

- Vučković Dragiša, dipl. inž. rudarstva, br. uverenja 05-2951/2



CONTRACTOR

GEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA - STUDIJE - PROJEKTOVANJE - TEHNIČKI NADZOR

PIB 101745588 ; MAT.BR. 07487436 ; TR 160-337352-21 ; BROJANSKA 458 ; CONTRACTOR_SR@YAHOO.COM

GLAVNI RUDARSKI PROJEKAT EKSPLOATACIJE KREČNJAKA KAO TEHNIČKO-GRAĐEVINSKOG KAMENA NA LEŽIŠTU „VIS“ U SELU BOSUTA KOD ARANĐELOVCA

KNJIGA II – SVESKA II
Tehnički projekat bušenja i miniranja

SADRŽAJ

1	Uvod.....	1
1.1	Obaveze specijalizovanih preduzeća za bušenje i miniranje	1
1.2	Tehnički opis projektnog rešenja tehnološkog procesa eksploatacije.....	1
1.3	Način otvaranja i razrada radova	2
1.4	Bušenje minskih bušotina u tehnologiji eksploatacije sa gravitacionim transportom na istočnom polju 3	
1.5	Bušenje minskih bušotina	6
1.5.1	Prednosti tehnologije eksploatacije gravitacionim transportom materijala	7
2	Uvod u elemente bušenja i miniranja.....	8
2.1	Prezentacija osnovnih parametara.....	8
2.2	Potrebne tehničke karakteristike bušačih garnitura.....	8
2.3	Potreban broj bušilica za bušenje minskih bušotina	10
3	Privredni eksplozivi	11
3.1	ANFO smeše.....	11
3.2	Emulzione smeše	12
3.3	Količina energije eksploziva.....	12
3.4	Specifična potrošnja eksploziva.....	15
4	Geometrija bušenja i miniranja	18
4.1	Nagib kosih minskih bušotina.....	19
4.2	Prečnik minske bušotine - D	20
4.3	Rastojanje između bušotina – A	21
4.4	Otpor sredine - W	21
4.5	Nabušenje minskih bušotina - N	22
4.6	Dužina minskog čepa - $Lč$	24
4.7	Ukupna dužina minske bušotine - Lu	24
4.8	Maksimalni prečnik eksplozivnog punjenja.....	26
4.9	Optimalni prečnik eksplozivnog punjenja	26
4.10	Rastojanja između redova bušotina – B	26
5	Konstrukcija i količina minskog punjenja	27
5.1	Količina eksploziva po m' bušotine.....	27
5.2	Količina eksploziva u minskoj bušotini.....	27
5.3	Raspored eksploziva u bušotini.....	28
5.4	Raspored sredstava za iniciranje	28
5.4.1	Materijal za čep u minskim bušotinama	29
5.4.2	Proračun dužine bušenja minskih bušotina	29
6	Sredstva za iniciranje	30
6.1	Funkcija iniciranja	30
6.2	Vrste sistema iniciranja.....	30
6.3	Neelektrični sistemi iniciranja	31
6.4	Sistemi sa sporogorećim štapinima.....	31
6.4.1	Sporogoreći štapin	31
6.4.2	Detonirajuće kapisle.....	31
6.5	Sistemi sa detonirajućim štapinom	31
6.6	Sistemi sa neelektričnim iniciranjem sa plastičnim cevima.....	31
6.6.1	NONEL – neelektrični sistem iniciranja	32
6.6.2	Usporivači, detonatori, spojnice, starter.....	34
7	Mreža minskih bušotina.....	36
7.1	Šeme miniranja minskim bušotinama	36
7.2	Izbor milisekundnog intervala usporenja.....	38

7.3	Mreža bušenja	39
7.4	Vreme usporenja u procesu rušenja	40
7.4.1	Šema iniciranja.....	40
7.4.2	Način usporenja	40
7.5	Položaj minirane mase	42
7.6	Širina etažne ravni.....	43
8	Proračun vremena rada na bušenju	44
9	Zaštita površinskog kopa od efekata miniranja.....	45
9.1	Određivanje sigurnosnih rastojanja usled dejstva seizmičkih talasa.....	45
9.2	Sigurnosna rastojanja usled razletanja komada pri miniranju.....	47
9.3	Sigurnosna zona od vazdušnih udarnih talasa.....	50
9.4	Određivanje radijusa gasnoopasne zone	52
10	Priprema miniranja.....	53
10.1	Priprema terena za bušenje	53
10.2	Lociranje bušotina.....	54
10.3	Bušenje bušotina	54
10.4	Kontrola bušotina i priprema za punjenje	54
10.5	Punjenje bušotina eksplozivom.....	56
10.5.1	Punjenje minerskim štapovima	56
10.6	Začepeljivanje bušotina	56
10.7	Zaštita okoline od letećih komada	57
11	Normativi na bušenju i miniranju	58
11.1	Normativi goriva i maziva na bušenju	58
11.2	Potreban broj radnika	58
11.3	Normativ materijala za bušenje i miniranje	59
11.4	Pregledni spisak parametara bušenja i miniranja	60
12	Mere zaštite pri miniranju na istočnom i zapadnom polju površinskog kopa “Vis”.....	61
12.1	Osnovne odredbe u korišćenju eksploziva i eksplozivnih sredstava.....	61
12.2	Plan miniranja	61
12.3	Opšte mere bezbednosti koje se sprovode pre početka bušenja-pregled terena.....	62
12.4	Mere zaštite pri lociranju bušilica i bušenju eksploatacionih minskih bušotina	64
12.5	Mere zaštite prilikom rukovanja i manipulisanja eksplozivom i eksplozivnim sredstvima..	65
12.6	Mere zaštite pri punjenju eksploatacionih minskih bušotina eksplozivom.....	66
12.7	Pravilno začepeljivanje minskih bušotina.....	68
12.8	Mere zaštite u rukovanju sa udarnim patronama	68
12.9	Mere zaštite pri intervencijama kod saniranja neeksploziviranih mina	69
12.10	Mere zaštite od statičkog i drugih vrsta naelektrisanja	71
12.11	Mere zaštite pri rukovanju detonirajućim štapinom.....	72
12.12	Mere zaštite pri rukovanju sporogorećim štapinom.....	73
12.13	Opšte mere zaštite od statičkog i drugih vrsta naelektrisanja	73
12.14	Zdravstvena zaštita i uslovi rada učesnika u procesu bušačko-minerskih radova na površinskom kopu	75
13	Literatura.....	76

1 Uvod

1.1 Obaveze specijalizovanih preduzeća za bušenje i miniranje

Preduzeće GRAMAR-NISKOGRADNJA iz Arandjelovca će u toku eksploatacije krečnjaka u ležištu Vis za bušačko-minerske radove angažovati specijalizovana preduzeća za tu vrstu posla. Odgovorno lice preduzeća je obavezno da pre izvođenja bušačko-minerskih radova dostavi ovaj projekat specijalizovanoj firmi pošto je projekat deo obaveznih tehničkih projekata u okviru Glavnog rudarskog projekta.

U toku razvoja firme preduzeće GRAMAR-NISKOGRADNJA će razvijati svoju operativu i u okviru toga će formirati ekipu za bušačko-minerske radove, što je vrlo logično, s obzirom na potencijal firme.

Ovaj projekat je obavezan za sve firme koje će izvoditi bušačko-minerske radove na ležištu „Vis”. Za svaku seriju miniranja bušačko-minersko preduzeće (BMP) je obavezno da na terenu izvrši kartiranje i analizu inženjersko-geološke problematike. U skladu sa ovim projektom potrebno je da se uradi operativni projekat miniranja koji će verifikovati odgovarajući državni organ SUP-a, koji će dati dozvolu za nabavku eksploziva, inicirajućih kapisli, itd. Projekat je istovremeno neophodan Investitoru radi praćenja i korelacije svih elemenata koji se tiču direktnih troškova miniranja radi racionalnog poslovanja. Projekat bušačko-minerskih radova tretira problematiku oba polja, istočno i zapadno polje površinskog kopa “Vis”, selo Bosuta.

Sadržaj Projekta je urađen u skladu sa Zakonskom regulativom i obuhvatio je savremen pristup u miniranju, zaštiti okoline, opreme, objekata i ljudi. Radi što ilustrativnijeg pristupa celoj problematici eksploatacije i bušačko-minerskih radova, posebno je dato poglavlje koje tretira problematiku otvaranja ležišta u kojoj je tehnologija eksploatacije krečnjaka sa gravitacionim transportom mineralne sirovine na osnovnu etažu, osnovni metod rada. Radna etaža je svo vreme eksploatacije prijemna etaža za krečnjak, utovar i transport krečnjaka sa površinskog kopa.

1.2 Tehnički opis projektnog rešenja tehnološkog procesa eksploatacije

Projektno rešenje tehnološkog procesa eksploatacije TG kamena je u osnovi jednostavno i izvodi se sa jednom ili kad-kad dve rudarske mašine. Imovinski odnosi su nametnuli formalno-pravni aspekt cele problematike tako da je celo ležište podeljeno na dva polja: istočno i zapadno polje. Eksploatacija se prvo odvija na istočnom polju (11,2 god) a nakon toga počinje eksploatacija na zapadnom polju. Tehnološki na oba polja se eksploatacija vrši na različite načine. Na istočnom polju se vrši eksploatacija u visinskom radu sa tehnologijom miniranja stenskih masa sa obaranjem na najnižu etažu - što je tehnologija transporta stenskih masa gravitacionim putem.

Na zapadnom polju eksploatacija se vrši u dubinskom radu. Projektovano je da traje 10,2 godine, a napredovanje se vrši na klasičan način produbljivanjem transportnog puta do zapadnog polja i razvijanjem fronta etaža po dužini ležišta.

Izvesno različiti pristupi zbog problema u eksploataciji ili miniranju posebno će se obrađivati u problematici bušačko-minerskih radova.

Na površinskom kopu neće biti stacionarnih objekata, što je logično, jer se radionica i domaćinstvo vlasnika preduzeća nalazi na 300 (*m*) od istočnog polja, a oko 450 (*m*) od zapadnog polja. Ovo je logično i zbog toga što kapacitet iznosi 80.000 (*t/god*). Oprema kojom će se vršiti eksploatacija je građevinskih performansi, bager i buldozer su težina do 20 (*t*). Bušenje i miniranje će imati koncept miniranja sa rastresanjem stenske mase i odbacivanje dela materijala na nižu etažnu ravan, što znači da će rastrešeni deo stenske mase ostajati na miniranoj etaži a drugi deo devastiranog materijala će gravitaciono padati na donju etažu. Nakon svake serije miniranja, konkretna situacija na terenu će uticati na izbor mašine za dalje rudarske radove. Ukoliko na miniranoj etaži ostane više materijala, taj materijal će se ukloniti bagerom i transportovati na nižu etažu. Kada ima manje stenskog materijala biće angažovan buldozer.

Rovnu rudu će bager utovarati u kamion a nakon toga se vrši transport do kupaca koji poseduje opremu za PMS. Pogonska energija će isključivo biti nafta, s obzirom na to da sve mašine rade na pogon sa SUS motorima.

1.3 Način otvaranja i razrada radova

Prema koncepciji rada prvo se otvara istočni deo ležišta – istočno polje, a nakon završetka eksploatacije na istočnom polju prelazi se na zapadno polje. Istočno polje se otvara i razrađuje na površinskom kopu u visinskom radu. Površinski kop se otvara tako što se razvoj radova odvija formiranjem tranšeje širine $3,0 \div 3,5$ (*m*) a dužine koliko zahtevaju uslovi eksploatacije, oko 180 – 200 (*m*). Razaranje stenske mase se odvija od ulaska na istočno polje preko etaže E390, a zatim se postepeno, nakon 100 (*m*), formira definitivna etažna ravan E395 koja će biti osnovna radna etaža.

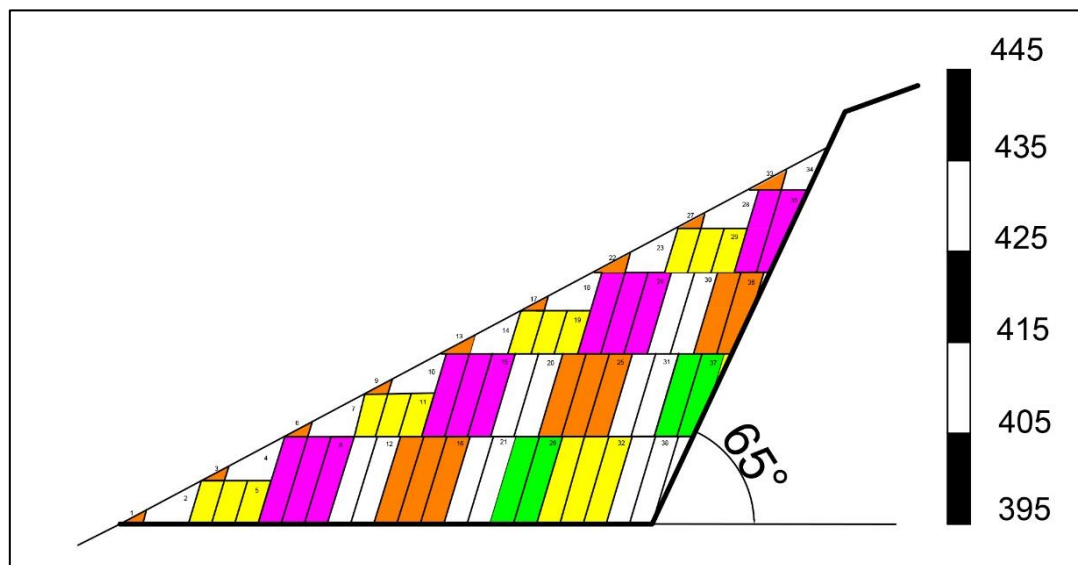
Stenski materijal se razara radnim organom bagera, koliko to dozvoljava stenska masa. Devastirani kamen bager utovara u kamion, a zatim buldozer plugom obrađuje etažnu ravan.

1.4 Bušenje minskih bušotina u tehnologiji eksploatacije sa gravitacionim transportom na istočnom polju

Sledeća radna operacija je bušenje niza horizontalnih bušotina na međusobnom rastojanju od 4m, visina između redova je 2 (m), a dužina bušenja 3 (m) i 5 (m). Nakon miniranja cele serije bager duž celog fronta radova utovari izminirani materijal u kamione. Nakon otvaranja ležišta, duž cele tranšeje bagerom se ponavlja radna operacija izrade nove tranšeje na visini od 5 (m) u odnosu na etažnu ravan. Tranšeje predstavljaju podetažne ravni.

U daljem tekstu miniranje podetažnih i etažnih ravni prikazano je na shematskom prikazu na slici br. 1.

Slika br. 1 – Šematski prikaz metode diskontinualne eksploatacije sa gravitacionim transportom krečnjaka



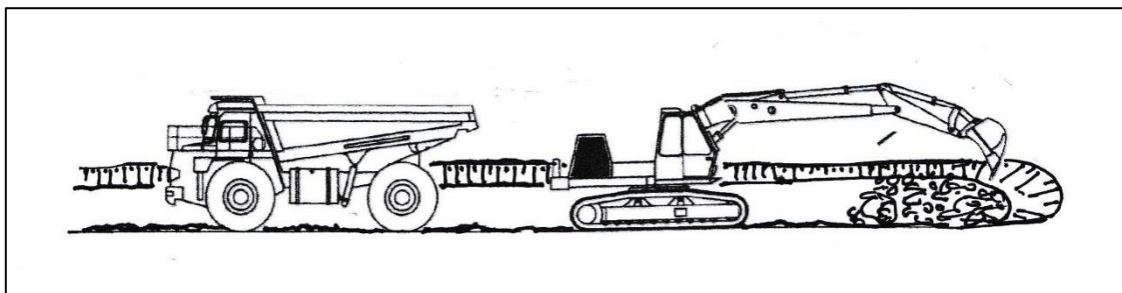
Radi boljeg razumevanja tehnologije eksploatacije krečnjaka gravitacionim transportom prezentiraće se sledeći redosled aktivnosti:

1. Izrada tranšeje duž horizontalne ravni po etaži E395. Razaranje stenske mase se vrši bagerom uz pomoć radnih organa (zuba bagera) i formira se površina širine 3m do kraja otvaranja etaže E395. Eventualne neravnine buldozer će ripperom razoriti i poravnati ceo prostor
2. Buše se dva reda horizontalnih bušotina radi proširenja etažne ravni. Nakon završenog bušenja vrši se miniranje duž celog fronta radova. Minirani materijal bager utovara u kamion, a eventualne neravnine buldozer ravna.
3. Ponovo se formira tranšeja duž celog fronta radova prve podetaže na koti 400. Bager istim radnim operacijama razara kamen i devastirani materijal tovari u kamion
4. Na horizontalnoj površini tranšeje postavlja se bušilica koja buši dva reda horizontalnih bušotina duž celog fronta radova. Donji red bušotina je dužine 5m a gornji 3m. Rastojanje između bušotina je 2m. Minirani materijal bager tovari u kamion a ukoliko je potrebno buldozer ripperima razara neravnine a plugom "pegla" ravan
5. Na površini prve podetaže buši se dva reda kosih bušotina sa kote 400 do kote 395. Minira se cela serija dužine oko 190m. bager utovaruje miniranu stensku masu i dobija se radna etažna ravan širine oko 15m.
6. Formira se tranšeja duž celog fronta radova druge podetaže. Materijal po istom sistemu se tovari bagerom u kamione i odvozi do kupca. Radovi se izvode na koti 405
7. Buše se dva reda horizontalnih bušotina, minira se ceo front radova a zatim bagermaterijal tovari u kamione. Buldozer dodatno "pegla" površinu formirane etažne ravni E405
8. Na formiranoj etažnoj ravni E405 buši se dva reda kosih bušotina duž celog fronta radova. Kada se minirani materijal utovari dobija se radna etaža širine oko 24m.
9. Radi se treća tranšeja nanivou treće podetaže (kota 410). Utovar i sve ostale radne operacije se odvijaju kao u prethodnim slučajevima)
10. Buše se dva reda horizontalnih bušotina. Minira se cela serija, a bager tovari minirani materijal.
11. Deo materijala sa minirane etaže pada na osnovnu radnu etažu a drugi deo se zadržava na koti na etaži E405. tehnologija daljeg rada je takva da se materijal sa etaže E395 (odbaćeni materijal) utovari duž celog fronta radova a zatim se sa etaže E405 stenski materijal gura pomoću buldozera na etažu E395. Radi što bolje produktivnosti predlaže se rad u paru: bager na donjoj koti tovari kamen u kamione a buldozer sa gornje kote obara materijal na nižu etažu. Potrebno rastojanje u frontu napredovanja je minimum 80m između bagera i buldozera.
12. Buši se jedan red bušotina. Bager tovari sav izminirani materijal
13. Radi se nova tranšeja i sve radne operacije su iste kao kod prethodnih tranšeja.
14. Buše se dva reda horizontalnih bušotina sa nivoa etaže E415, materijal se minira i odvozi kamionima i sve redne operacije se ponavljaju kao pod brojevima 2, 4, 7 i 10.
15. Miniraju se dva reda bušotina i deo stenske mase se obara na radnu etažu a deo materijala ostaje na gornjoj etaži. Dalje operacije se izvode kao pod br. 11

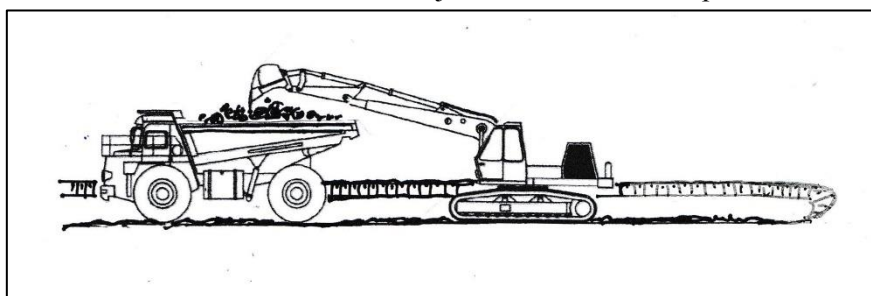
16. Buše se na nivou etaže E405 dva reda kosih bušotina. Cela serija se minira, bager utovara sav materijal i dobija se širina radne etaže od 38m. Ukoliko je potrebno buldozer “pegla” celu radnu etažu radi što kvalitetnijeg rada jer će se kamioni kretati po celoj radnoj etaži.
17. Dalji redosled rudarskih aktivnosti ide po uhodanoj šemi a redosled je 17., 18., 19., 20. pa 21.

Slike br. 2, 3 i 4 ilustruju tehnologiju početka otvaranja svake podetaže.

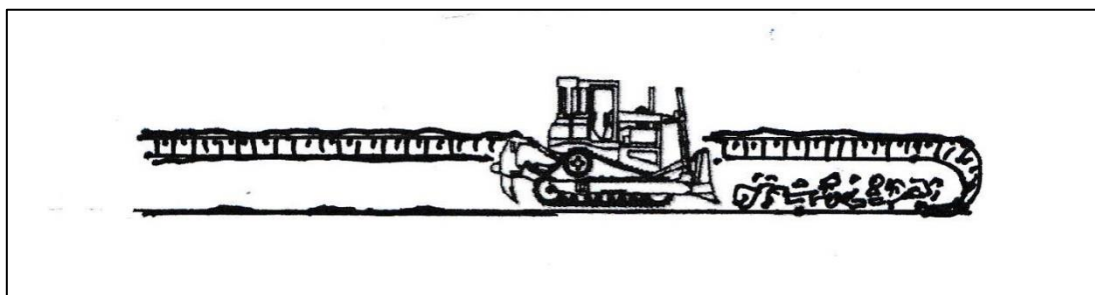
Slika br. 2 - Razaranje krečnjaka zubima bagera – izrada tranšeje



Slika br. 3 - Utovar krečnjaka u kamion za transport



Slika br. 4 - Rad buldozera na ravnanju tranšeje – buduće eksploatacione ravni



1.5 Bušenje minskih bušotina

Bušenje minskih bušotina, s obzirom na fizičko-mehaničke karakteristike krečnjaka, se odvija bušilicama koje buše minske bušotine prečnika $70 \div 90$ (mm) i dubine do 30 (m). Na površinskom kopu “Vis”, pored kosih bušotina koje su osnovne u eksploataciji za otvaranje podetaža radiće se serije horizontalnih bušotina u fazi otvaranja novih etaža. Ovaj Projekat daje akcenat na proračune parametara geometrije bušotina, dubine bušotina kao i prečnika.

Praksa nakon nekoliko serija pokazuje koliko je projekat u proračunima u skladu sa operativnim rezultatima.

Za svaku seriju mora da se izvrši kartiranje, izrada operativnih projekata sa šemom miniranja, šemom iniciranja, količinom eksploziva, načinom punjenja, načinom iniciranja, predviđenom količinom eksploziva i eksplozivnih sredstava. Operativni Projekat se daje MUP-u na saglasnost koji daje Dozvolu za trebovanje eksploziva i eksplozivnih sredstava.

1.5.1 Prednosti tehnologije eksploatacije gravitacionim transportom materijala

Tehnologija miniranja sa gravitacionim transportom na osnovnu radnu etažu je usvojena iz sledećih razloga:

- ☐ konfiguracija terena ležišta je idealna kosa ravan površine 250x80 m, nagiba 26° i kao takva se eksploatiše u visinskom radu pošto to morfologija terena praktično nameće
- ☐ obaranje stenske mase na radnu etažu miniranjem delimično se vrši energijom eksploziva a drugim delom rudarskom mašinom, bagerom ili buldozerom
- ☐ energija eksploziva je jeftinija nego energija pokretanja mašina sa SUS motorima
- ☐ tehnologija miniranja sa gravitacionim transportom stenskih masa se ogleda u tome što se uvek teži obaranju materijala sa gornje na donju etažu
- ☐ velike uštede na transportnim sredstvima (kamionima) pošto se sav utovar materijala vrši sa najniže etaže
- ☐ obaranje stenskog materijala na osnovnu radnu etažu daje dobre rezultate i u međusobnom usitnjavanju komada kamena prilikom gravitacionog transporta
- ☐ u ovoj tehnologiji rada, u većem delu radnog vremena radi samo bager, što pojednostavljuje organizaciju rada
- ☐ etaže visine od 10m koje su izabrane za ovaj Projekat posebno su povoljne, jer se lakše kontroliše miniranje
- ☐ ova tehnologija se u praksi se primenjuje kod eksploatacije jeftinih mineralnih sirovina, u ovom slučaju to je krečnjak

Sa izradom prve tranšeje počinje izrada radnog platoa za parkiranje opreme. Plato za parkiranje opreme je dimenzija 60 x 30 (m). Pre nego što se odloži materijal za formiranje platoa površina će se buldozerom očistiti od jalovinskih masa radi bolje statike terena. Nakon toga jalovinske mase izmešane sa kamenom i kamenom sitneži koje se skidaju u fazi otvaranja i razvoja prve etaže se odlažu na plato. Odloženu masu buldozer ravna u slojevima i više puta prelazi preko nje radi što boljeg sabijanja. Cela tehnologija formiranja platoa se odvija na identičan način. Jalovinske mase pre početka miniranja se odlože na plato a buldozer ravna u slojevima materijal i preko njega prelazi više puta. Kompletna operacija se odvija do nivelete radnog platoa od 392 (mnv).

2 Uvod u elemente bušenja i miniranja

2.1 Prezentacija osnovnih parametara

Elementi koji određuju način bušenja i miniranja se ustanovljavaju u skladu sa projektovanim kapacitetom, zahtevom za krupnoću krečnjaka kao rude i tehničkim karakteristikama utovarne opreme. Bušačko-minerski radovi treba da omoguće bezbedno miniranje, što se reflektuje na kvalitetan rad utovarne opreme, kao i minimalni uticaj rudarskih radova na okruženje površinskog kopa. Lokacija istočnog polja je udaljena preko 300 (m) od domaćinstva vlasnika preduzeća GRAMAR-NISKOGRADNJA. Front rudarskih radova nije usmeren u pravcu domaćinstva. Posebna pažnja, kada je u pitanju kvalitet miniranja, poklanja se dejstvu seizmičkih talasa. Tektonika ležišta u anizotropnoj stenskoj masi kakva je u ležištu TG kamena "Vis" mora da se stručnim prilazom neutrališe. Zato se pored analiza, kada su u pitanju svi fizičko-mehanički parametri, u obzir uzimaju i parametri miniranja. U skladu sa izabranom tehnologijom eksploatacije obaranjam miniranih stenskih masa na niže etaže - usvaja se miniranje NONEL sistemom. NONEL sistem omogućava bezbedno miniranje i dobre rezultate miniranja.

Bušenje i miniranje oba polja površinskog kopa "Vis" vršiće se u krečnjaku:

☐ visine etaže	$H = 10 \text{ (m)}$
☐ nagiba radnih kosina	$\alpha = 75^\circ$
☐ završna kosina površinskog kopa	$\beta = 65^\circ$
☐ zapreminska masa krečnjaka	$\gamma = 2,64 \text{ (g/cm}^3\text{)}$
☐ pritisna čvrstoća	$\sigma_c = 209 \text{ (MPa)}$
☐ koeficijent rastresitosti	$k_r = 1,3$

Vrsta eksploziva, geometrija bušenja, specifična potrošnja eksploziva, konstrukcija minskog punjenja i mnogi drugi parametri su od značaja za korelaciju sa fizičko-mehaničkim parametrima radne sredine, radi dobijanja krupnoće koju zahtevaju preduzeća koja vrše drobljenje kamena. Projektuje se orijentaciono da će ggk biti 450 (mm).

2.2 Potrebne tehničke karakteristike bušačih garnitura

Kako bi se radovi na bušenju i miniranju obavljali kvalitetno potrebno je da bušaće garniture zadovolje zadate tehničke parametre. Bušačko minerska preduzeća, kao i Investitor, će imati mogućnosti da utiču na izbor odgovarajuće bušaće garniture za bušenje u krečnjacima što će direktno uticati na ukupne troškove rudnika. U Srbiji se u bušačko-minerskoj praksi primenjuju dva tipa bušačih garnitura:

- ☐ hidrauličke samopokretne bušilice sa dubinskim čekićima- najsavremenije
- ☐ bušaće garniture sa odvojenim kompresorima

Hidrauličke samopokretne bušilice sa dubinskim čekićima COP 32, COP 36, COP 44, itd. se koriste za površinske kopove većeg kapaciteta, većeg radnog prostora i za prečnike bušotina od 80-130 mm, maksimalne dubine bušenja do 36 m. Ove bušace garniture imaju veliku brzinu bušenja, koja se zahvaljujući hidrauličkim tehničkim rešenjima kreću od 25-30 m/h. Površinski kop "Vis" nije adekvatan rudnik za primenu takvih bušaćih garnitura.

Bušace garniture na točkovima sa odvojenim kompresorom se koriste za površinske kopove manjih kapaciteta (do 300.000 t/god), nepristupačnim terenima, manjeg prečnika bušenja, manje brzine bušenja itd.

U ovom poglavlju obradiće se ovaj tip bušilica i tehnologija rada sa tim bušaćim garniturama. U daljem tekstu se daju podaci osim bitnim parametrima za ovaj tip bušaćih garniture.

Potrebna širina bušenja

prečnik bušenja	.....	86 ÷ 92 (mm)
maksimalna dužina bušenja	.....	36 (m)

Kompresor

radni pritisak	.....	12 – 14 (bar)
FAD	.....	200 – 220 (l/s)
potrošnja vazduha	.....	10 – 14 (m ³ /min)

Lančani lafet

ukupna dužina	.....	5 (m)
kretanje lafeta	.....	4 (m)
snaga lafeta	.....	700 – 800 (kg)
bušaća cev	.....	76x3.000 (mm)

Motor

snaga pri 2000 (o/min)		180 – 200 (kW)
------------------------	-------	----------------

Rezervoar za gorivo

kapacitet		380 – 400 (l)
-----------	-------	---------------

Transportne dimenzije

Mehanizam kretanja gusenicama		
težina sa standardnom opremom	.....	8.000 – 13.000 (kg)
maksimalna brzina vožnje	.....	3 – 4 (km/h)
širina	.....	2 – 2,5 (m)
ukupna dužina	.....	do 8 (m)
visina	.....	do 3 (m)

2.3 Potreban broj bušilica za bušenje minskih bušotina

Potreban broj bušilica za bušenje minskih bušotina je teorijski relevantan podatak vezan za broj bušilica za realizaciju godišnje proizvodnje krečnjaka i za zadati kapacitet. Međutim, anizotropan materijal kakav je krečnjak u ležištu Vis u praktičnoj realizaciji miniranja dosta odstupa od teorijskih postavki. U istočnom polju ležišta "Vis" razvoj rudarskih radova se odvija miniranjem uz pomoć horizontalnih i kosih bušotina. Važan momenat u sagledavanju ovog problema je i taj što Investitor može da angažuje specijalizovano bušačko-minersko preduzeće koje ima 3÷5 bušilica koje su različitih tehničkih performansi. Potreban broj bušilica za godišnju proizvodnju od 80.000(t) krečnjaka, za brzinu bušenja koja može da se postigne u krečnjacima sa garniturom čije karakteristike će se definisati u sledećem poglavlju računaju se putem sledećeg obrasca:

a) potreban broj bušilica za kose bušotine

$$N_k = \frac{Q_{god}}{\frac{V}{L_k} \cdot v \cdot T} = \frac{30.303}{\frac{120}{11.5} \cdot 10 \cdot 400} = \frac{30.303}{41.739} = 0,72 \text{ (kom)}$$

b) potreban broj bušilica za horizontalne bušotine

$$N_h = \frac{Q_{god}}{\frac{V}{L_h} \cdot v \cdot T} = \frac{30.303}{\frac{60}{4} \cdot 10 \cdot 400} = \frac{30.303}{60.000} = 0.5 \text{ (kom)}$$

gde je:

- Q_{god} – godišnji kapacitet površinskog kopa (m^3)
- V – zapremina miniranog materijala po jednoj bušotini ($m^3\text{čm}$)
- L_k – dužina kosih bušotina (m)
- v – prosečna brzina bušenja (m/h)
- T – orijentacioni godišnji fond vremena za bušenje (h)

Potreban ukupan broj bušilica

$$N_u = N_k + N_h = 0.72 + 0.5 = 1,22 \text{ (kom)}$$

Usvaja se jedna bušilica za bušenje minskih rupa sa fondom od 400 (h) za kose bušotine i 400 (h) za horizontalne bušotine.

Brzina bušenja na osnovu prezentiranih formula je teorijska postavka. U toku eksploatacije krečnjaka utvrdiće se realni parametri za sve važnije radne operacije a time i za bušačko-minerske radove. Proračun u ovom poglavlju ne uzima u obzir niz parametara koji moraju biti u korelaciji sa osnovnim zahtevom, a to je količina bušenja koja će zadovoljiti ispunjenje kapaciteta površinskog kopa. Ceo proračun treba prihvatiti kao empirijski prilaz praktičnom problemu.

3 Privredni eksplozivi

U miniranju na površinskim kopovima tehničko-građevinskog kamena u Srbiji koriste se privredni eksplozivi i eksplozivna sredstva domaće proizvodnje. Na površinskom kopu „Vis“ takođe će se koristiti eksplozivi i eksplozivna sredstva dva domaća proizvođača:

- Miloje Zakić eksplozivi, Kruševac
- RUDEX, Beograd

Od eksploziva koristiće se:

1. Eksplozivi na bazi ANFO smeše
2. Emulzione smeše

Od eksplozivnih sredstava koristiće se sledeća sredstva:

1. sporogoreći štapin
2. detonirajući štapin
3. detonatori neelektičnih inicijalnih sistema
4. površinski detonatori sa usporivačem
5. bušotinski detonatori sa usporivačem
6. spojnice za povezivanje cevčica
7. starteri

U Srbiji se sva miniranja izvode savremenim sredstvima miniranja, gde dominiraju sistemi sa neelektričnim inicijalnim pokretanjem eksploziva.

Iniciranje neelektričnim sistemima ne izaziva nikakvo razbacivanje minirane mase iz bušotine s obzirom na to da se kompletna energija manifestuje u masivu, a time ne ugrožava okolinu. Nema izbacivanja, letećih komada, nema izduvavanja miniranog materijala iz bušotine, što danas proračune ovih parametara svodi na sekundarnu stvar.

3.1 ANFO smeše

ANFO eksplozivne smeše su dobile naziv po svoje dve osnovne komponente:

- ☐ AN – amonijum nitrat i
- ☐ FO – dizel ulje.

Eksplozivne smeše nemaju u svom sastavu brizantne komponente, nisu osetljive na standardna sredstva iniciranja pa se kao takve iz razloga bezbednosti najviše i koriste. ANFO smeše imaju vrlo malu gustinu koja se kreće u rasponu od $0,8 \div 1,1$ (kg/l). ANFO smeše imaju odlične karakteristike za vrstu eksploziva koja ima vrlo malu cenu. Rezultati koji se ostvaruju ANFO smešama zahvaljujući velikoj količini gasova koji se razvijaju usled detonacije daju izvanredne rezultate u miniranju.

3.2 Emulzione smeše

Emulzione smeše predstavljaju najnoviju generaciju eksploziva, a mogu se primenjivati kod vodoplastičnih eksploziva, a mogu se primenjivati u svim uslovima. Spadaju u grupu najefikasnijih i najsigurnijih prevrednih eksplozivnih materija. Sigurnost kada je u pitanju vlaga u bušotinama, praktično je ista kao i kod vodoplastičnih eksploziva.

Zahvaljujući njihovoj efikasnosti predviđeno je u određenim uslovima, u zavisnosti od procene minera, korišćenje emulzione smeše kao udarne patrone na dnu bušotine.

3.3 Količina energije eksploziva

Za izbor vrste eksploziva važna su tri kriterijuma:

- ☐ minerske karakteristike eksploziva tj. kompatibilnost eksploziva sa random sredinom koja će se minirati
- ☐ radni uslovi odnosno efikasne reakcije eksploziva u konkretnim radnim uslovima
- ☐ cena bušačko minerskih radova

Adekvatno navedenim kriterijumima potrebno je izabrati privredni eksploziv koji će postići najbolje rezultate miniranja u krečnjaku:

- ☐ izbor eksploziva prisutnih na tržištu sa odgovarajućim minerskim karakteristikama
- ☐ upoređivanje i izbor eksploziva na bazi ponude na domaćem tržištu
- ☐ upoređivanje troškova primene eksploziva za konkretnu situaciju

Naveden pristup izvoru eksploziva poštujući elemente koji opredeljuju vrstu eksploziva mora se reći da na domaćem tržištu eksploziva veoma sužen.

Parametri eksploziva od kojih zavisi drobljenje stenske mase su:

- ☐ gustina eksploziva
- ☐ brzina detonacije
- ☐ pritisak gasovitih produkata i potencijalna energija

Pritisak gasovitih produkata eksplozije je osnovni pokazatelj od čije vrednosti zavisi sposobnost rušenja i razaranja stena. Približno je proporcionalan gustini eksploziva i kvadratu brzine detonacije.

U ovom projektu navode se važni parametri i određene teorijske postavke na osnovu kojih će bušačko-minerska firma i Investitor pratiti rezultate miniranja, potrošnju eksploziva, geometriju između redova i rastojanje između bušotina a sve u cilju racionalnog izvođenja bušačko-minerskih radova i kontrolisanja troškova.

Zapremina gasova koja se oslobađa pri eksploziji vrlo je važan faktor u poslednjem stadijumu rušenja stenske mase, naročito pri miniranju tektonski i strukturno ispucalih stena kakva je stenska masa u ležištu "Vis".

Intenzitet drobljenja stenske mase rešava se povećanjem ili smanjenjem količine utrošene energije eksploziva, u odnosu na jedinicu zapremine minirane stenske mase.

Specifična energija eksplozivnog punjenja može se povećati/smanjiti:

- ☐ promenom geometrije mreže eksploziva pri konstantnom prečniku punjenja
- ☐ izborom energetski jačeg/slabijeg eksploziva

Za izbor eksploziva se često vrši selekcija na osnovu količine energije koju eksploziv može da postigne za željeni stepen drobljenja stenske mase. Kao najjednostavniji način utvrđivanja količine energije nekog eksploziva uzima se na osnovu formule:

$$q = \frac{Q_e}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

gde su:

- q - specifična potrošnja eksploziva (kg/m^3)
- Q_e - količina eksploziva utrošena za miniranje
- V - zapremina miniranog materijala (m^3)

Navedenom formulom prema zakonima drobljenja eksplozivima specifična potrošnja se smatra konstantom i mineri među prvim pitanjima postavljaju kolika je specifična potrošnja eksploziva u nekoj stenskoj masi. Najjednostavnije rečeno specifična potrošnja eksploziva definiše otpor stene na drobljenje eksplozivom.

Švedska škola miniranja za specifičnu potrošnju konkretnog eksploziva preporučuje formulu:

$$q = \frac{0,7}{W} + C + 0,004 \cdot W = \frac{0,7}{4} + 0,4 + 0,016 = 5,59 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

gde je:

- W - otpor sredine
- C - konstanta za većinu vrsta stena kod etažnog miniranja, $C \approx 0,4$

Iskorišćenje energije eksplozije kod miniranja zavisi od odnosa akustične impedance stene (Z_s) i akustične impedance eksploziva (Z_e), odnosno ako su fizičke osobine radne sredine i eksploziva u steni, ako je:

$$V_u \cdot \gamma = D \cdot \Delta$$

Ako to nije slučaj onda se na granici eksploziva i radne sredine reflektuje jedan deo energije u obliku naponskog talasa, dok se drugi prenosi u radnu sredinu i koristi za drobljenje. U praksi je veoma teško da se ostvari odnos $Z_s = Z_e$, a razlog tome je heterogenost radne sredine.

Strukturno i tektonski izlomljeni krečnjak sa prslinama i pukotinama igra veliku ulogu kod brzine kretanja uzdužnih (longitudinalnih) talasa.

Poslednji obrazac, kada se uzmu u obzir svi nabrojani faktori dobija sledeći oblik:

$$D = \frac{V_u \cdot \gamma \cdot k}{\Delta} = \frac{2,7 \cdot 3400 \cdot 0,6}{1,05} = 5.246 \text{ (ms)}$$

gde je:

- D – detonaciona brzina eksploziva (m/s)
- V_u – brzina longitudinalnih talasa (3.400 ms)
- γ – zapreminska masa ($2,7/m^3$)
- k – koeficijent refleksije ($0,6 \div 0,9$)
- Δ – gustina eksploziva (g/cm^3)

Na osnovu prethodnog obrasca može se usvojiti emulzioni eksploziv RioHit i ANFO smeše, pri čemu je RioHit sa karakteristikama udarnih patrona čime će preneti detonaciju na osnovno punjenje a ANFO manje brizantan eksploziv sa relativno manjim brzinama prostiranja talasa

Karakteristike emulzionog eksploziva RioHit su sledeće:

- ☐ gustina emulzionog eksploziva 1,1 odnosno 1,10 (g/cm^3)
- ☐ brzina detonacije 3.000 – 6.000 (m/s)
- ☐ toplota eksplozije 4.000 – 4.500 (kJ/kg)
- ☐ gasna zapemina 920 (l/kg)
- ☐ inicira se sa detonatorskom kapislom br. 8

Karakteristike brizantnog eksploziva ANFO:

- ☐ gustina eksploziva 0,9 – 0,95 (g/cm^3)
- ☐ brzina detonacije 2.800 – 4.800 (m/s)
- ☐ toplota eksplozije 2.500 – 2.600 (kJ/kg)
- ☐ gasna zapremina 980 – 1.000 (dm^3/kg)
- ☐ inicira se rudarskom kapislom br. 8

3.4 Specifična potrošnja eksploziva

Preduzeće mora da vodi evidenciju o potrošnji eksploziva, a proračunima će se proveravati specifična potrošnja i drugi parametri miniranja.

Na ležištu “Vis” koje je u fazi otvaranja, nisu vršeni eksperimenti u cilju dobijanja odgovarajućih parametara na osnovu kojih će se za neki vremenski period i na određenoj površini ležišta ustrojiti elementi koji će se koristiti u operativnoj primeni bušačko-minerskih radova.

Analogija u primeni iskustvenih parametara u miniranju krečnjačkog masiva oko planine Bukulje je karakterističan za region Aranđelovca. Pet bušačko-minerskih preduzeća u region

raspolaze sa dosta podataka o rezultatima miniranja i ti podaci su najmerodavniji kada je primena eksploziva i eksplozivnih sredstava vezana za region Bukulje.

Kod otvaranja ležišta i razvoja prvih etaža preduzeće GRAMAR-NISKOGRADNJA će zajedno sa bušačko-minerskom firmom doći do egzaktnijih podataka o bušačko-minerskim radovima. Svi empirijski obrazci su formirani na bazi praktičnih rezultata.

Specifična potrošnja eksploziva je količina eksploziva potrebna da se izminira jedan (m^3) stenske mase do željene granulacije i izražava se u (kg/m^3).

Specifična potrošnja eksploziv (q) zavisi od niza faktora od kojih su najvažniji:

- ☐ karakteristike stenskog materijala koji se minira;
- ☐ karakteristike odabranog eksploziva koji se koristi za miniranje;
- ☐ metode miniranja.

Specifična potrošnja eksploziva može se odrediti na tri načina:

- ☐ praktično - eksperimentalnom metodom
- ☐ iskustveno - radom u sličnim uslovima
- ☐ teorijski - proračunom preko empirijskih obrazaca

Proračun specifične potrošnje eksploziva se vrši na osnovu karakteristika radne sredine, predviđenog eksploziva i radne sposobnosti eksploziva i vrši se po Laresu:

a) za RioHit

$$q = q_1 \cdot v \cdot s \cdot \frac{e}{g} \cdot d = 0,4 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{1,07}{0,9} \cdot 0,9 = 0,38 (kg/m^3)$$

b) za ANFO

$$q = q_1 \cdot v \cdot s \cdot \frac{e}{g} \cdot d = 0,4 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot \frac{1,26}{0,9} \cdot 0,9 = 0,45 (kg/m^3)$$

gde je:

q_1 - koeficijent otpornosti stene (deo čvrstoće na pritisak stene) usvojen kao 2.000

$$q_1 = \frac{\sigma}{2.000} = \frac{800}{2.000} = 0,4$$

e - koeficijent radne sposobnosti dobija se po formuli

$$e = \frac{A}{A_1}$$

A - radna sposobnost eksploziva po Trauclu 480 (cm^3)

A_1 - radna sposobnost eksploziva za ANFO 380 (cm^3)

A_1 - radna sposobnost eksploziva za RioHit 450 (cm^3)

za ANFO:

$$e = \frac{480}{380} = 1,26$$

za RioHit:

$$e = \frac{480}{450} = 1,07$$

gde je:

- s - koeficijent karakteristike stenske mase (ispucalosti, pukotine, pukotinski sistemi)
- v - koeficijent stišnjenosti mine ($v = 1$ za dve slobodne površine)
- d - koeficijent kvaliteta začpljenosti bušotine (usvojeno 0,9)
- g - koeficijent zbijenosti eksploziva - kvalitet punjenja (usvaja se

$g = 0,9$)

S obzirom na to da postoji veliki broj veliki broj formula za izračunavanje specifične potrošnje eksploziva, navodi se još jedan primer proračuna:

za ANFO:

$$q = \frac{70}{A} \sqrt[3]{f} = \frac{70}{380} \sqrt[3]{8} = 0,37 \text{ kg/m}^3$$

4 Geometrija bušenja i miniranja

Najvažniji elementi u bušačko-minerskim radovima su visina etaže (H), nagib radne etaže, nagib bušotina i otpor sredine koja se minira (W)

Za proračun geometrije bušenja minskih bušotina na ležištu "Vis" operiše se sa sledećim elementima.

- ☐ visina etaže 10 (m)
- ☐ nagib radne etaže 75°
- ☐ nagib bušotina 75°
- ☐ prečnik bušenja 86 (mm)
- ☐ max veličina komada 400 (mm)

Na osnovu empirijskog iskustva na miniranju na etažama utvrđene su granice na kojima treba da se kreću veličine pojedinih geometrijskih parametara za etažno miniranje, ta empirijska iskustva mogu da posluže kao kontrola rezultata minerskih radova bušačkih firmi.

Tabela br. 1 - Odnos važnih geometrijskih parametara

Red.br	Parametar	Kritičan odnos	Granice
	1	2	3
1	W	H/W	2,0-5,0
2	De	W/Dc	20-60
3	A	A/W	1,0-2,0
4	N	N/W	0,2-0,5
5	Lč	Lč/W	0,8-1,2

U tabeli br. 1 su prezentirani parametri koji ukazuju da li je miniranje dobro, iz tabele je važno utvrditi u kojim granicama se kreću kritični odnosi koji će potvrditi da li je miniranje kvalitetno (Bušačko-minerski radovi na površinskim kopovima, prof. M. Savić)

Tabela br. 2 – Empirijski parametri ocene kvaliteta miniranja

H/W	Granulacija	Vazdušni udari	Razletanje komada	Potresi tla	Komentar
	1	2	3	4	5
1	Loša	Izrazito jaki	Izrazito	Izrazito jaki	- Izrazito raspucavanje oko serije - Ne minirati već menjati geometriju
2	Osrednja	Osrednju	Osrednji	Osrednji	- Promeniti geometriju ako je moguće
3	Dobra	Mali	Mali	Mali	- Dobro očuvanje kosine i drobljenje stenske mase
4	Odlična	Najmanji	Retko	Najmanji	- Efekti miniranja izvanredni, - Nema bitnog poboljšanja efekta kod daljeg povećanja odnosa H/W

4.1 Nagib kosih minskih bušotina

Švedska škola miniranja preporučuje uglavnom kose bušotine iz sledećih razloga:

- ☐ veća stabilnost etaža na površinskom kopu
- ☐ bolje iskorišćenje eksploziva u nožici etaže
- ☐ ravnomerniji raspored eksploziranja eksploziva u stenskoj masi
- ☐ kod nižih etaža dobijaju se veće količine stenske mase, za životnu sredinu je važno da su potresi okoline veoma malog intenziteta ili čak da ne postoje
- ☐ bolja kontrola dobijanja materijala odgovarajuće krupnoće
- ☐ miniranje kosim bušotinama daje dobre rezultate za niže etaže, kao na primer od 10m

Navedene prednosti koje daju kose minske bušotine opredeljuju Projektanta za izbor kosih minskih bušotina na površinskom kopu "Vis". Posebno dobri rezultati miniranja se dobijaju kada su kose bušotine istog nagiba kao i kosine radne etaže. Stoga se usvaja nagib bušenja kosih bušotina od 75°.

Dužina bušenja za kose bušotine se može izračunati za visinu etaže od 10 m po sledećoj formuli:

$$Lb = \frac{H}{\sin \alpha} + pr = \frac{10}{\sin 75^\circ} + 1 = 11,42 \text{ (m)}$$

Usvaja se da je bušotina dužine 11,50 m.

4.2 Prečnik minske bušotine - D

Prečnik minskih bušotina je prvi parametar kod definisanja budućeg kvaliteta miniranja. Od veličine prečnika direktno zavisi otpor (W) i svi ostali geometrijski parametri.

Kvalitet bušačko-minerskih radova vezan za pravilan izbor optimalnog prečnika bušotine.

Prečnik bušenja treba da omogući sledeće prednosti:

- ☐ bolji prostorni raspored energije
- ☐ kvalitetno usitnjavanje stenske mase
- ☐ manje vangabaritnih komada
- ☐ manja potrošnja sredstava za iniciranje
- ☐ manji stepen štetnih uticaja na životnu okolinu

Optimalni prečnik minske bušotine predstavlja prečnik sa kojim se ostvaruju najmanji troškovi bušačko-minerskih radova za konkretnu radnu sredinu.

Veoma važno je da kvalitet bušačko-minerskih radova vezan za pravilan izbor optimalnog prečnika bušotine.

Prečnik bušenja treba da omogući sledeće:

- ☐ bolji prostorni raspored energije
- ☐ veoma kvalitetno usitnjavanje stenske mase
- ☐ manje vangabaritnih komada
- ☐ realna potrošnja sredstava za iniciranje
- ☐ prečnik bušotine direktno projektuje veličinu komada kao i usitnjavanje kamena
- ☐ manji stepen štetnih uticaja na životnu okolinu

Prečnik minske bušotine se često određuje na bazi sledeće formule:

$$D = k \cdot D_e = 0,25 \cdot 350 \div 400 = 88 \div 100 \text{ (mm)}$$

gde je:

- | | |
|------------|---|
| $k = 0.2$ | - koeficijent proporcionalnosti za teško drobljive stene |
| $k = 0.25$ | - koeficijent proporcionalnosti srednje drobljive stene |
| $k = 0.30$ | - za lako drobljive stene |
| D_e | - maksimalna veličina bloka u miniranoj seriji
$350 \div 400 \text{ (mm)}$ |

4.3 Rastojanje između bušotina – A

Rastojanje između bušotina u redu minerske serije je takođe važan parametar koji se pre svega praksom proverava i usvaja. To je slučaj i sa miniranjem krečnjaka u okolini Bosuta.

Za kose bušotine za visinu etaže $H = 10$ (m) rastojanje između bušotina se može računati po sledećoj formuli:

$$A = m \cdot W = 4,02 \text{ (m)}$$

Za šahovski raspored bušotina usvaja se rastojanje između bušotina

$$A = 4 \text{ (m)}.$$

4.4 Otpor sredine - W

Po definiciji otpor sredine ili kako se često u praksi kaže linija najmanjeg otpora je najkraće rastojanje od centra smeštaja eksplozivnog punjenja u bušotini do slobodne površine. Kod kosih bušotina jednaka je duž cele bušotine pošto se buši paralelno nagibu visine etaže. Vrednost ovog parametra zavisi od fizičko-mehaničkih i strukturnih karakteristika radne sredine, snage i količine eksplozivnog punjenja i rasporeda minskih bušotina.

Postupak proračuna otpora sredine je u osnovi vrlo složen jer bazira na velikom broju emoijskih parametara, postoje dve grupe formula:

- a) Vrednost otpora daje kao funkciju specifične potrošnje
- b) Vrednost otpora kao funkcija eksplozivnog punjenja

Proračun otpora sredine u novoj sredini gde ne postoje minerska iskustva se obično sprovodi po navedenim metodologijama, međutim najpouzdaniji parametar za jedan region su minerska iskustva vezana za problem otpora u sredini (misli se na kamen) gde preduzeća raspolažu sa podacima koji se analogno mogu koristiti na svakom novom lokalitetu. Naglašava se da je ustaljena praksa u krečnjačkom masivu oko planine Bukulje, gde je anizotropja materijala veoma izražena, je da se otpor uzima $W = 3 \div 4$ (m). Usvaja se otpor za krečnjake na površinskom kopu "Vis"

$$W = 4,0 \text{ (m)}$$

Po Ash Ričardu za šahovski raspored bušenja otpor sredine se može dobiti iz relacije:

$$W = (25 \div 40) \times d \text{ (mm)}$$

gde je:

d - prečnik minske bušotine

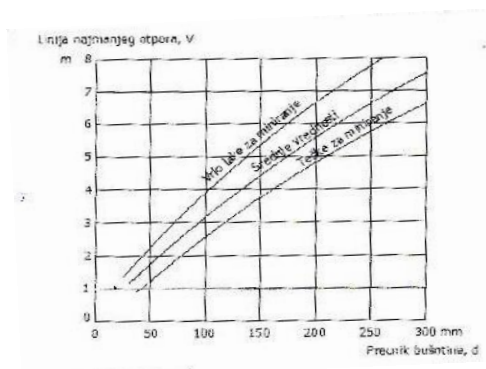
To znači da je za eksploatacione bušotine

$$W = (25 \div 40) \times 0,086 = 3,45$$

S obzirom na to da je krečnjački masiv tektonski veoma izlomljen a s druge strane u novim delovima ležišta pokazuje i slojevitost ima stručnog opravdanja da se počne miniranje sa ovim parametrom. Praksa će pokazati u prve dve tri serije da li je izbor otpora sredine $W = 4,0$ dobar.

AtlasCopco kao firma koja proizvodi najbolje bušaće garniture na bazi svojih iskustava dala je dijagram zavisnosti linije otpora sredine u odnosu na prečnik bušotine. Iz dijagrama koji ne obuhvata veliki niz parametara može se zaključiti da prečnik od 0,86 mm daje mogućnost da otpor sredine na površinskom kopu "Vis" bude $W = 4$ na oba eksploataciona polja.

Slika br 5 – Dijagram zavisnosti linije otpora u odnosu na prečnik bušotine



Od svih geometrijskih parametara miniranja, greška u određivanju otpora je najmanje tolerantna i može da bude presudna za kvalitet miniranja.

Ako je otpor mali stenska masa će biti jako izdrobljena i granulacija će biti sitna. Stenska masa će biti odbačena na velikom rastojanju i biće rasejana po etaži. Pri tome mora da se vodi računa da je vazdušni udarni talas najjači u pravcu odbacivanja materijala.

Ako je otpor veliki dolazi do pojave vertikalnih krater ana gornjoj etažnoj ravni. Veliki otpor znači veliko opterećenje bušotina minskim punjenjem, a ono izaziva pojačano raspucavanje stena u svim pravcima.

Prva miniranja na površinskom kopu "Vis" moraju da se izvedu sa otporom koji je usvojen i da se izvrši analiza rezultata miniranja. Navedeni primeri mogu da pomere otpor u pravcu većeg ili manjeg rastojanja, što opet u sledećem miniranju treba proveriti.

4.5 Nabušenje minskih bušotina - N

Pod nabušenjem se podrazumeva dubina (dužina) minske bušotine ispod nivoa nožice etaže, u prostor nabušenja treba da se smesti eksploziv da bi se osiguralo drobljenje stene do nivoa nožice etaže. Nedovoljna dužina nabušenja uslovljava pojavu neravnina na etažnoj ravni.

Neravnine na etažnoj ravni ometaju normalan rad utovarne mehanizacije kao i nepovoljne uslove transporta tehničko građevinskog kamena. Često zbog neadekvatnog nabušenja dolazi do smanjenja visine etaže.

Nabušenje se može proračunati po sledećim relacijama:

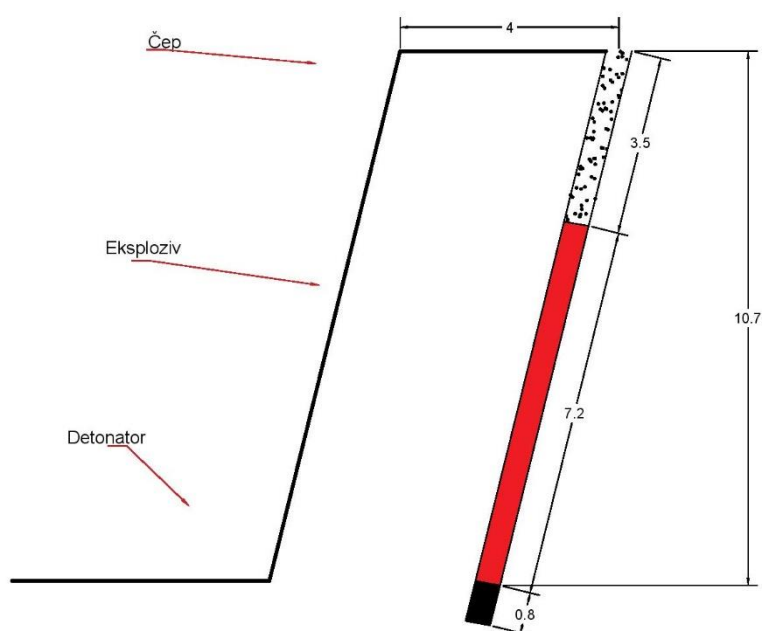
$$L_n = W \cos \alpha = 3,5 \cdot 0,26 = 0,91 \text{ (m)}$$

$$L_n = 0.3 \cdot W = 1,05 \text{ (m)}$$

Usvaja se nabušenje od 0,8 (m). Razlog manjem nabušenju je to što su kose bušotine povoljnije za miniranje, a istovremeno je ukupna dužina bušenja veća. U nabušenju će se uvek stavljati emulzioni eksploziv (RioHit) kao udarna patrona.

U tehnologiji miniranja na istočnom i zapadnom polju površinskog kopa „Vis“ RioHit (ekspanzione smeše) se stavljaju na dno bušotine u prostor nabušenja gde imaju funkciju udarne patrone. Za ostali deo bušotine do začepljenja koriste se ANFO smeše.

Slika.br 6 Šematski prikaz konstruktivnih elemenata bušotine



4.6 Dužina minskog čepa - $L_{\check{c}}$

Dužina čepa ima i sledeći zadatak:

- ☐ usmerava vazdušne udare u pravcu odbacivanja stenskih masa
- ☐ sprečavaju pojavu letećih komada
- ☐ usporava nekontrolisano podizanje stenske mase.
- ☐ kvalitetno nabacivanje kamena preko odbačenog stenskog materijala
- ☐ povoljnije miniranje sa aspekta zaštite životne sredine
- ☐ ukupno utiče na smanjenje troškova miniranja

Prema eksperimentalnim iskustvima miniranja u krečnjaku opšte je prihvaćena formula da se dužina čepa proračunava iz relacije:

$$L_{\check{c}} = (0.8 - 1.0) \cdot W = 0,9 \times 4,0 = 3,6 \text{ (m)}$$

Usvaja se dužina minskog čepa 3,5 (m)

4.7 Ukupna dužina minske bušotine - L_u

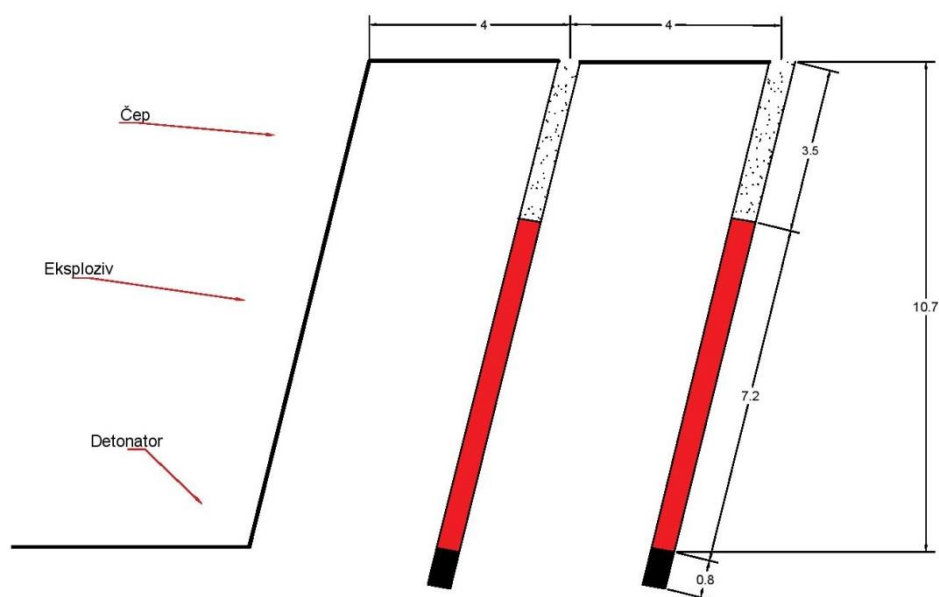
Na osnovu poznatih količina eksploziva u bušotini i procentualnih odnosa delova minskog punjenja za različite dužine bušotina, može se konstruisati minsko punjenje.

$$L_u = L_n + L_p + L_{\check{c}} = 0,8 + 7,2 + 3,5 = 11,5 \text{ (m)}$$

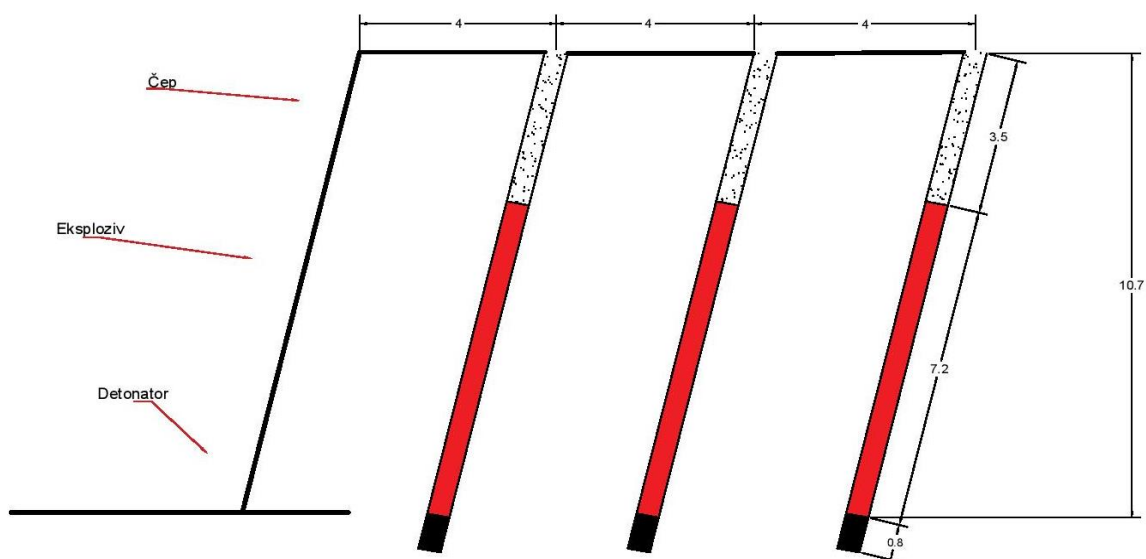
Eksplozivno punjenje u minskim bušotinama biće izduženo, koncentrisano i kontinualno u dva dela (patrone su u neposrednom dodiru jedna sa drugom).

Minska punjenja se izvode tako što se na dno svakog dela (gornjeg, donjeg) stavlja udarna patrona. Udarne patrone se rade od emulzionih smeša, a na tržištu "Miloje Zakić" nudi udarnu patronu Gelex, a "Rudex" nudi patronu Emulgit. Svaki deo punjenja se inicira NONEL detonatorima. Prikaz konstrukcije minskog punjenja, kod dvorednog i trorednog miniranja dat je na slikama br. 7 i 8.

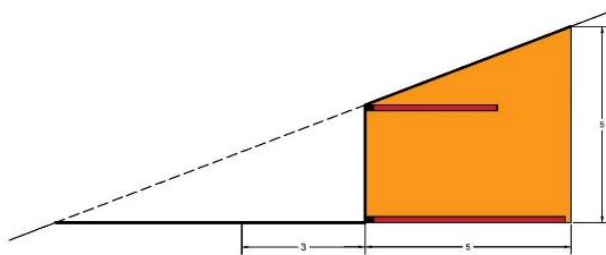
Slika br. 7 – Konstrukcija minskog punjenja kod dvorednog rasporeda bušotina



Slika br. 8 - Konstruktivni elementi punjenja kod trorednog rasporeda bušotina



Slika br. 9 – Šematski prikaz položaja horizontalnih bušotina



4.8 Maksimalni prečnik eksplozivnog punjenja

Maksimalni prečnik eksplozivnog punjenja podrazumeva najveći prečnik koji obezbeđuje maksimalne efekte miniranja. Empirijski se dobija iz relacije:

$$\frac{H}{W} \geq 2,5 ; \frac{10}{4,0} \geq 2,5 = 2,5$$

Proračunati maksimalni prečnik eksplozivnog punjenja odgovara izabranom (usvojenom prečniku minske bušotine).

4.9 Optimalni prečnik eksplozivnog punjenja

Optimalni prečnik eksplozivnog punjenja je prečnik koji omogućuje najmanje troškove za potreban stepen usitnjavanja. To je ustvari najveći prečnik za željenu granulaciju kada se uspostavi sledeći odnos između etaže i otpora.

$$\frac{H}{W} = 2,5 ; \frac{10}{4,0} = 2,5 = 2,5$$

Kroz navedene empirijske formule se ne vrši provera specifične potrošnje eksploziva. Taj parameter se egzaktno utvrđuje operativno u toku određenog vremenskog perioda bušačko-minerskih radova.

4.10 Rastojanja između redova bušotina – B

U miniranju na ležištu “Vis” primenjujuće se jednoredno, dvoredno i troredno miniranje.

Za dvoredno i troredno miniranje rastojanje između redova, za visinu etaže $H = 10$ m, usvaja se empirijski odnos je:

$$B = W = 4,0 (m)$$

U prvim serijama miniranja, proveravau se usvojeni parametri; otpor sredine(W), rastojanje između buštona u redu (B) usvojenu dimenziju rastojanja između redova (A)

5 Konstrukcija i količina minskog punjenja

Pod konstrukcijom minskog punjenja podrazumeva se raspored eksploziva u bušotini i broj i položaj inicijatora u minskom punjenju. Konstrukcija minskog punjenja obzirom da je u pitanju isti materijal u istom ležištu sa istim karakteristikama biće identičan za oba polja. U okviru konstrukcije minskog punjenja figurišu sledeći elementi:

☐ visina etaže	$H = 15 \text{ m}$
☐ dužina kose bušotine	$Lb = 11,5 \text{ m}$
☐ dužina horizontalne bušotine	$3,5 - 5,0 \text{ m}$
☐ ugao nagiba radne etaže	$\alpha = 75^\circ$
☐ ugao nagiba kosih bušotina	$\beta = 75^\circ$
☐ dužina probušnja	$0,80 \text{ m}$
☐ dužina minskog čepa	$3,5 \text{ m}$
☐ dužina eksploziva u bušotini	$7,2 \text{ m}$

5.1 Količina eksploziva po m' bušotine

Količina eksploziva po m' bušotine je funkcija gustine eksploziva u bušotini i prečnika eksplozivnog stuba.

Može se izraziti po sledećoj relaciji:

$$p = \frac{\pi \times D^2}{4} \cdot \rho \cdot 1000 = 0.0055 \times 1000 = 5,5 \text{ (kg/m')},$$

gde je:

- D – prečnik bušotine (0,086 m),
 ρ – koeficijent punjenja bušotine (kg/m³),

Koeficijent punjenja (ρ) zavisi od relacije prečnika bušotine i prečnika patrone eksploziva

$$\rho = \frac{D}{D_b} = \frac{0,086^2}{0,086^2} = 1$$

5.2 Količina eksploziva u minskoj bušotini

Količina eksploziva u bušotini zavisi od:

- ☐ dužina minske bušotine (m),
- ☐ količina eksploziva po (m')
- ☐ količine eksploziva po intervalu iniciranja

Za kose bušotine za visinu etaže $H = 10 \text{ m}$

$$Q_{bk} = p \cdot (L_b - L_{\check{c}} - L_n) = 4,0 \cdot (11,5 - 3,5 - 0,8) = 28,8(kg)$$

gde je:

Za ANFO : p - gustina eksploziva ($0,95 \text{ g/cm}^3$)

Za RioHit: p - gustina eksploziva ($1,10 \text{ g/cm}^3$)

Za horizontalne bušotine za visinu etaže $H = 10 \text{ m}$

$$Q_{bh} = p \cdot (L_b - L_{\check{c}}) = 4,0 \cdot (4 - 0,4) = 14,4 (kg)$$

Na tržištu su patronirani eksplozivi (emulzione smeše) prečnika:

- ☐ $\varnothing 60 \text{ mm}$ - dužina patrone 600 mm - težina patrone $2,1 \text{ kg}$ -m dužine bušotine $3,5 \text{ kg}$
- ☐ $\varnothing 65 \text{ mm}$ - dužina patrone 600 mm -težina patrone $2,4 \text{ kg}$ –m dužine bušotine $4,0 \text{ kg}$

5.3 Raspored eksploziva u bušotini

Raspored eksploziva u bušotini može biti različit, zavisno od uslova miniranja. U praksi se najviše koristi stubno punjenje koje može biti:

- ☐ ravnomerno punjenje sa jednom vrstom eksploziva
- ☐ sa jednom vrstom eksploziva sa različitim količinskim podnim i stubnim punjenjem
- ☐ sa dve vrste eksploziva

Ravnomerno punjenje ima osnovni zadatak da ravnomerno drobi stensku masu pod uslovom da je otpor u stenskoj masi ravnomeran po celoj visini etaže i eventualno dubini. U praksi se ravnomerno punjenje najviše primenjuje, tako će biti i na površinskom kopu "Vis" jer generalno na taj način se obezbeđuje najbolji prostorni raspored energije u stenskoj masi, a time i ravnomerno drobljenje. Na dno bušotina se stavljaju eksplozivne smeše (RioHit) koje daju dobre rezultate, što je praksa i pokazala u krečnjačkim masivima u okolini Arandjelovca.

5.4 Raspored sredstava za iniciranje

Za iniciranje uzdužnih eksplozivnih punjenja postoje dva načina:

- ☐ uzdužno iniciranje pomoću detonirajućeg štapina postavljenog uzduž bušotine, kada se eksplozivni stub inicira po celoj dužini
- ☐ tačkasto iniciranje pomoću detonatora sa ili bez detonirajućeg štapina, kada se eksplozivno punjenje inicira u jednoj ili više tačaka

Inicijalno sredstvo može biti postavljeno pri vrhu eksplozivnog stuba, na sredini ili na dnu. Praksa je pokazala da je tzv. "podno iniciranje" najbolje kada su u pitanju rezultati miniranja.

5.4.1 Materijal za čep u minskim bušotinama

Začepljenje može biti od raznog materijala. Kvalitetno miniranje je veoma zavisno od kvaliteta začepjenja. Naglašavaju se sledeće karakteristike materijala za čep:

- ☐ optimalna veličina zrna $5 \div 6$ (%) od prečnika bušotine
- ☐ dobar materijal za začepljenje je zrnasti materijal dobijen iz materijala bušotine
- ☐ potrebno je izbegavati samo prašinu, daleko je pogodniji u tom slučaju prosejani materijal iz bušotine
- ☐ pogodan materijal za začepljenje treba da bude sa oštrim ivicama
- ☐ u praksi se začepljenje vrši nabušanim materijalom iz bušotine, obavezno je da se poslednjih $0,5 - 0,6$ m začepljenje usta bušotine vrši sa glinovito-plastičnim materijalima
- ☐ horizontalne bušotine zatvarati čepom $0,4$ (m)

Prilikom eksplozije minske serije potiskivanje gaasova je u pravcu zidova bušotine. Čepovi i začepjenja sprečavaju da gasovi odu u pravcu usta bušotine, ka površini etaže.

5.4.2 Proračun dužine bušenja minskih bušotina

Za proračun dužine bušenja potrebno je razdvojiti proračune za horizontalne bušotine i kose bušotine.

Za kose bušotine dužina bušenja:

Za visinu etaže $H = 10$ (m)

$$L_{bk} = \frac{H}{\sin \alpha} + L_n = \frac{10}{0,96} + 0,8 = 11,4 \text{ (m)}$$

gde je:

H	– visina etaže	10 (m)
α	– nagib bušotine	75°
L_n	– dužina nabušnja	0,8 (m)

Usvojena dužina bušenja kose bušotine je $11,5$ (m)

Proračun potvrđuje da su usvojene dimenzije ukupne dužine konstrukcije minskog punjenja odgovarajućih dimenzija.

Za horizontalne bušotine dužina bušenja je $L_{bh} = 4,5 - 4,8$ (m).

Horizontalne bušotine se buše prema uslovima na podetažama, gde se uvek rade dva reda bušotina. Stoga je usvojena prosečna dužina bušenja od $4,5$ (m).

6 Sredstva za iniciranje

6.1 Funkcija iniciranja

Zadatak sredstava za iniciranje eksplozivnih punjenja je u savremenoj tehnologiji miniranja sledeći:

- ☐ da pouzdano i sigurno iniciraju eksplozivno punjenje
- ☐ da obezbede tačno projektovani redosled iniciranja pojedinih eksplozivnih punjenja
- ☐ da obezbede projektovani vremenski razmak između početka dejstva pojedinih eksplozivnih punjenja

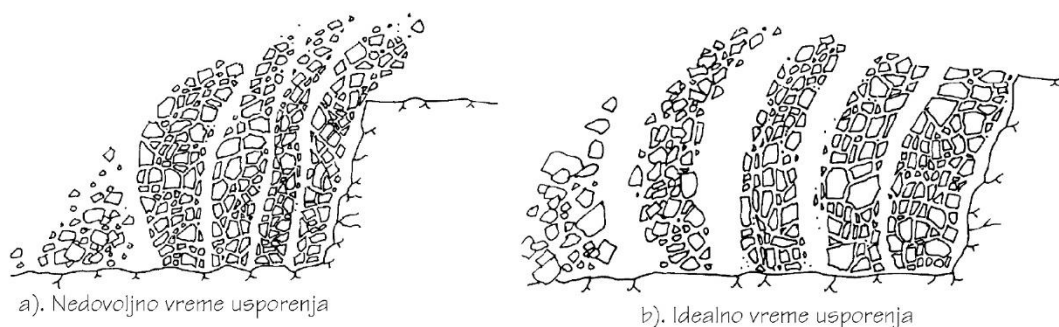
Za postizanje ovih zadataka primenjuju se različita sredstva iniciranja. Sva sredstva pri pripremi miniranja se povezuju u mrežu za paljenje, po tačno određenom redosledu ili položaju, sa precizno određenom funkcijom u procesu iniciranja.

Sistemi za iniciranje su u suštini kombinacija eksplozivnih sredstava i dodatnih komponenti koji uvek prenose inicijalni impuls sa bezbednog rastojanja radi iniciranja minskog punjenja.

6.2 Vrste sistema iniciranja

Prema karakteru inicijalnog impulsa, koji se prenosi kroz sistem za iniciranje, od mesta za davanje impulsa od strane minera do inicijatora minskog punjenja razlikuju se električni i neelektrični sistemi.

Slika br. 10 – Šematski prikaz miniranja sa usporenjem



Kod električnih sistema za iniciranje impuls za iniciranje se prenosi kroz mrežu provodnika do električnih detonatora sa strujama male jačine, a koja može biti jednosmerna ili naizmenična.

Neelektrični sistemi koriste hemijsku reakciju za eksplozivne materije, postavljene kontinuirano unutar provodnika kao eksplozivno punjenje malog prečnika ili male mase po m` provodnika.

6.3 Neelektrični sistemi iniciranja

Neelektrični sistemi iniciranja se danas primenjuju u vrlo visokom procentu. Oni su:

- ☐ sporogoreći štapin
- ☐ detonirajuća kapisla
- ☐ sistemi sa cevima

6.4 Sistemi sa sporogorećim štapinima

6.4.1 Sporogoreći štapin

Sporogoreći štapin, iako se već decenijama primenjuje, ne izbacuje se iz upotrebe iz praktičnih razloga. Sastoji se iz barutne srži i omotača od pamučnog konca. Vreme gorenja sporogorećeg štapina se kreće $100 \div 150$ (m/s) na otvorenom. Za upotrebu u vlažnim uslovima proizvedeni su štapini sa spoljnim omotačem od PVC mase.

6.4.2 Detonirajuće kapisle

Iniciranje eksplozivnog punjenja ili drugog sredstva za iniciranje sa brizantnim eksplozivima vrši detonatorska kapisla. Detonatorska kapisla se razlikuje od drugih sredstava po tome što je izrađena od Al ili Cu čaura. Eksplozivno punjenje smešteno je u dnu čaure. Sva eksplozivna punjenja u bušotinama na površinskom kopu "Vis" biće detonirajuće kapisle.

6.5 Sistemi sa detonirajućim štapinom

Detonirajući štapin je eksplozivno sredstvo koje služi za prenos inicijalnog impulsa detonacijom od mesta iniciranja detonirajućeg štapina do određenog mesta na minskom polju. Ima oblik elastičnog kanapa. Sastoji se iz srži, pamučnog omotača i PVC izolacije. Ima veliku čvrstoću na istezanje i ima veliki otpor na abrazivna dejstva što je veoma važno kod stena koje imaju dosta kvarca.

Detonirajući štapin je sve više u upotrebi jer je lak za rukovanje, može da se savija, vezuje u čvorove a prenos detonacije je uvek siguran. Detonirajući štapin nakon dugog stajanja može da izgubi svoje karakteristike pa ga treba proveriti pre upotrebe.

6.6 Sistemi sa neelektričnim iniciranjem sa plastičnim cevima

Sistemi sa cevima su u novije vreme najviše primenjivani sistemi za inicijalni impuls prilikom miniranja. Sistemi sa cevima su karakteristični po tome što su vodovi kroz koje se prenosi inicijalni impuls od plastičnih cevčica. U njima je ugrađen sloj reaktivne smeše i impuls se sprovodi burnom reakcijom smeše u cevi u formi udarnog talasa. U ovoj oblasti ima nekoliko proizvođača u svetu sa zaštićenim licencama a kod nas se najviše primenjuju NONEL sistemi koji su Švedske proizvodnje.

6.6.1 NONEL – neelektrični sistem iniciranja

NONEL – neelektrični sistem iniciranja eksplozivnih punjenja predstavlja najsavremeniji način iniciranja eksplozivnih punjenja u minskim rupama ili minskim bušotinama.

Primenom vremenskih detonatora na krajevima NONEL cevčica, Nonel sistem predstavlja kombinaciju električnog načina iniciranja i iniciranja detonirajućim štapinom. Razlika se ogleda u tome što se umesto detonirajućeg štapina (razornogd ejstva) koristi niskoenergetska NONEL vatroprovodna cevčica.

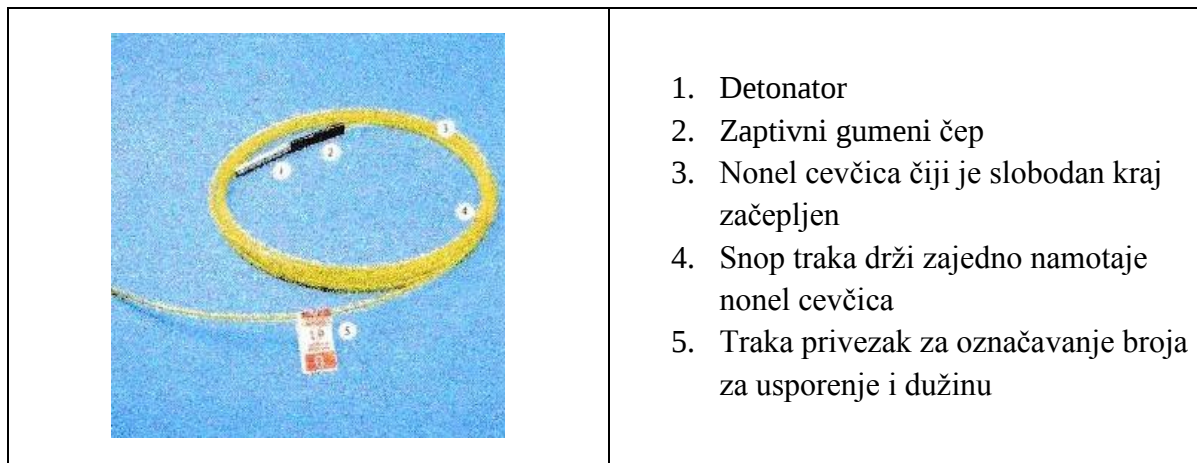
Specijalizovana preduzeća za bušačko-minerske radove racionalnim pristupom u tehnologiji miniranja koriste sve savremenije sisteme iniciranja eksplozivnih punjenja čime postižu izvanredne rezultate u miniranju stenskih materijala u različitim rudarskim uslovima. Zato je važno da svaka bušačko-minerska firma prouči ovo poglavlje o NONEL sistemu iz razloga dobrih rezultata u miniranju i potpune bezbednosti za rudnik i okolinu rudnika.

U ovom projektu ćemo opisati osnovne prednosti NONEL sistema iniciranja u odnosu na druge sisteme iniciranja:

- ❑ NONEL sistem omogućava iniciranje eksplozivnih punjenja iz željene tačke (najčešće sa dna) kod svih vrsta eksploziva, čime se pritisak eksploziva, gasovi i energija duže zadržavaju u miniranoj steni i time postiže bolje drobljenje. Time se postiže i maksimalno iskorišćenje energije eksploziva u stenskoj masi.
- ❑ NONEL sistem iniciranja vrši iniciranje eksploziva iz željene tačke, kasnije se eksploziv inicira međusobnim kontaktom pa detonacioni - udarni talas ide u željenom pravcu i na sve strane. Tačka iniciranja može se ovim sistemom birati zavisno od dubine bušotine.
- ❑ Kod iniciranja eksploziva detonirajućim štapinom, od položaja detonirajućeg štapina u bušotini zavisi u kom pravcu će se usmeriti udarni talas. Iniciranje eksploziva Nonel sistemom ne izaziva nikakvo razbacivanje minirane mase iz čepa jer se energija koja kreće sa dna redukuje u masivu i time ne ugrožava okolinu. To znači da nema “izbacivanja” odnosno “izduvavanja” iz bušotine miniranog materijala što je u bezbedonosnom smislu najvažnije za svako miniranje.
- ❑ NONEL sistem iniciranja eksplozivnih punjenja je posebno važan za zaštitu životne sredine, spomenike kulture kao i bezbednost opreme i ljudstva na površinskom kopu.
- ❑ Kod iniciranja eksploziva NONEL sistemom vatroprovodna cevčica provodi detonacionu vatru bez štetnih uticaja na eksploziv, ne oštećujući ga, što je naročito važno kod eksploziva koji nisu osetljivi na RK 8, ili detonirajući štapin.
- ❑ Iniciranje eksploziva NONEL sistemom smanjuje intenzitet seizmičkih potresa nastalih miniranjem jer je iniciranje eksploziva sa dna bušotine. Detoniranjem sa dna ka vrhu vibracije i seizmički potresi se kreću ka slobodnoj površini i izlaze napolje iz masiva. Nema u velikoj meri razlaganja talasa po okolini. Deo seizmičkih talasa se amortizuje u slobodnoj površini van masiva, deo u miniranoj stenskoj masi a deo u prirodnom masivu.

- ❑ Kada se iniciranje vrši detonirajućim štapinom naročito kod eksploziva koji su na njega osetljivi, vibracije i seizmički potresi se kreću od vrha ka dnu, tako da se talasi razlažu u svim pravcima i imaju mnogo veći prečnik delovanja. Ne izlaze iz masiva sem u miniranoj masi gde se amortizuju. Seizmički talasi se međusobno sudaraju i ubrzavaju jer im je prisustvo u masivu duže.
- ❑ NONEL sistem iniciranja, a naročito vatroprovodna cevčica, spada u grupu energetski slabih inicijalnih sredstava, pa pri detonaciji ne izaziva veliku buku već slab prasak koji se i ne čuje. Da bi se zvučni efekti sveli na minimum, spoljni vodovi se aktiviraju detonatorom snage RK 6, koji je dalje prigušen plastičnom spojnicom u kojoj je detonator smešten. Ova osobina je izuzetno bitna kod miniranja u blizini objekta i opreme koji su osetljivi na zvučne i vazdušne udarne talase.
- ❑ NONEL sistem iniciranja omogućava neograničeni broj kombinacija u šemi miniranja, pa je minsku seriju moguće povezati na idealan način. Naime, kada je u bušotini potrebna veća količina eksploziva od ograničenja punjenje se može razdvojiti tako da svako detonira sa svojim usporanjem, nezavisno jedno od drugog.
- ❑ Kod miniranja i gde postoji ograničenje količine eksploziva po bušotini kada se minira blizu objekata, opreme i gde postoji opasnost od dejstava seizmičkih talasa, neophodno je smanjiti količinu eksploziva do dozvoljene (izmerene seizmografima). Kod bušotina koje se pune spratno nemoguće je razdvojeno iniciranje jer se detonirajućim štapinom aktiviraju trenutno. Štapini ne omogućavaju posebna iniciranja eksploziva u bušotini sa vremenskim razdvajanjem. To je jedino moguće uraditi ugradnjom usporivača na štapinu u bušotini, u međučepu, što je komplikovan i nesiguran način. Ubacivanjem za svako punjenje poseban vod štapina kod bušotina manjeg prečnika može dovesti do trenutnog iniciranja svih vodova zbog međusobne blizine.
- ❑ Rad sa NONEL sistemom je veoma jednostavan, brz, praktičan i zato je obaveza bušačko-minerskih firmi koje izvođe bušačko-minerske radove na ležištu "Vis" da primenjuju NONEL sistem aktiviranja eksplozivnih punjenja. NONEL sistem se može koristiti za sva miniranja bez obzira na složenost minskih polja. Ovaj sistem je bezbedan i zaštićen od svih spoljnih uticaja. Nema upotrebe pomoćnih alata za ugradnju kao što su nož, klešta i slično. Povezivanje je jednostavno, brzo i veoma lako.
- ❑ Preduzeće koje izvođa radove sa detonirajućim štapinom pri iniciranju eksplozivnih punjenja je jednostavan, ali sa ograničenim mogućnostima. Rad sa električnim detonatorima za iniciranje je pouzdan ali veoma komplikovan i složen. Iniciranje elektro detonatorima zahteva dobru obučenosť minera, dobru pripremu i proveru ispravnosti svih elemenata ovog sistema. Zbog svega ovoga iniciranje elektro detonatorima nije našlo veliku primenu za masovnu upotrebu i neće se primenjivati na poljima rudnika "Vis".

Slika br 11 - Prikaz NONEL snopa cevčica



6.6.2 Usporivači, detonatori, spojnice, starter

Usporivači

Usporivači se koriste u kombinaciji sa detonirajućim štapinom za milisekundna miniranja. Osnovni zadatak usporivača je da uspore prenos detonacije kroz vodove detonirajućeg štapina. Oni obezbeđuju redosled iniciranja i vremenski razmak u iniciranju pojedinih minskih punjenja. Usporivači su uglavnom izrađeni od Al cevčice koja je sa obe strane otvorena radi stavljanja inicijatora.

Detonatori

Konstrukcija neelektričnih detonatora sastoji se od detonatorske kapisle sa produženom čaurom. Detonatori na površinskim kopivima se koriste u zavisnosti od toga da li su namenjeni za primenu u spoljnoj mreži ili u bušotinama. Kod NONEL-a varijanta sistema namenjena za primenu na površinskim kopovima označava se kao NONEL-unidet i sadrži detonatore za spoljnu mrežu i detonatore za primenu u bušotinama. Detonatori za spoljnu mrežu su slabije snage i proizvode se sa usporenjima 0 – 25 – 50 ms. Detonatori predviđeni za ugradnju u bušotine su po konstrukciji duži od površinskih detonatora i isporučuju se sa usporenjima od 475 – 500 – 525 – 550 (ms).

Detonatori za spoljnu mrežu se isporučuju sa odgovarajućom plastičnom spojnicom za spajanje i do 8 cevi. Na spojnici mora da piše vreme usporenja. Detonatori za bušotine se isporučuju bez spojnica.

Spojnice

Povezivanje cevi u spoljnoj mreži vrši se spojnicama različitih vrsta. Npr. nastavljjanje cevi u glavnom vodi i vezivanje bušotinskih vodova na glavni vod vrši se uz pomoć spojnice.

Slika br 12 - Spojnica



Starteri

Minsko polje kod sistema neelektričnog iniciranja može da se aktivira primenom detonirajuće kapisle br. 6 i detonirajuće kapisle br. 8. Pri primeni startera mora se od minskog polja do skloništa minera razvući magistralna cev potrebne dužine, koja na kraju ima detonator na koji se povezuje početak mreže ili nastavak magistralnog voda.

7 Mreža minskih bušotina

Bušenje i vertikalnih i horizontalnih minskih bušotina se vrši u dva reda u trougaonom rasporedu. Koeficijent zbliženja predstavlja odnos rastojanja između bušotina u redu (A) i linije najmanjeg otpora (W).

U minerskoj praksi najčešće se kreće od $0.8 \div 1.2$. Usvaja se $m = 1,15$ (m)

7.1 Šeme miniranja minskim bušotinama

Na istočnom polju površinskog kopa "Vis" koristiće se frontalna šema miniranja sa dva i tri reda minskih bušotina. Ukoliko bude bilo potrebe, miniraće se bušotinama u jednom redu.

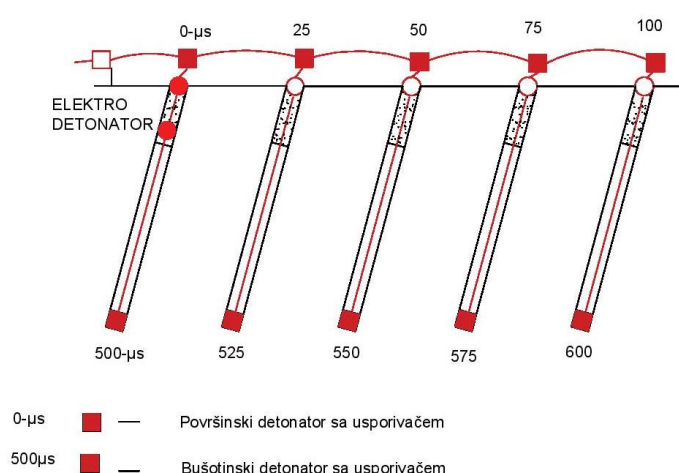
Šema iniciranja kao deo ukupne šeme miniranja treba da obezbedi:

- ☐ odgovarajući redosled iniciranja bušotina kako bi se postigla željena šema miniranja stenske mase
- ☐ iniciranje odgovarajućeg broja bušotina u jednom vremenskom intervalu u cilju ograničenja seizmičkih potresa.

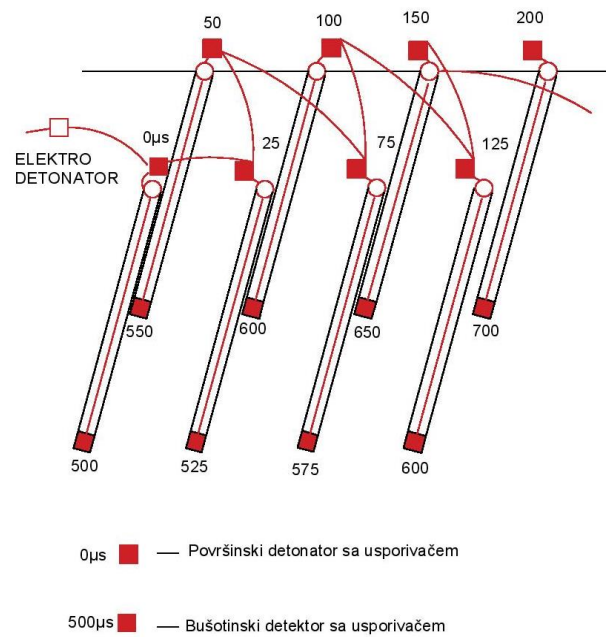
Miniranja na površinskom kopu "Vis" izvođiće se daleko od bilo kakvog naselja. Najbliže domaćinstvo je domaćinstvo Investitora na rastojanju 300 m na istočnom i 450 m od zapadnog polja.

Na slikama br. 13, 14 i 15 dat je prikaz iniciranja eksploziva sa usporivačima.

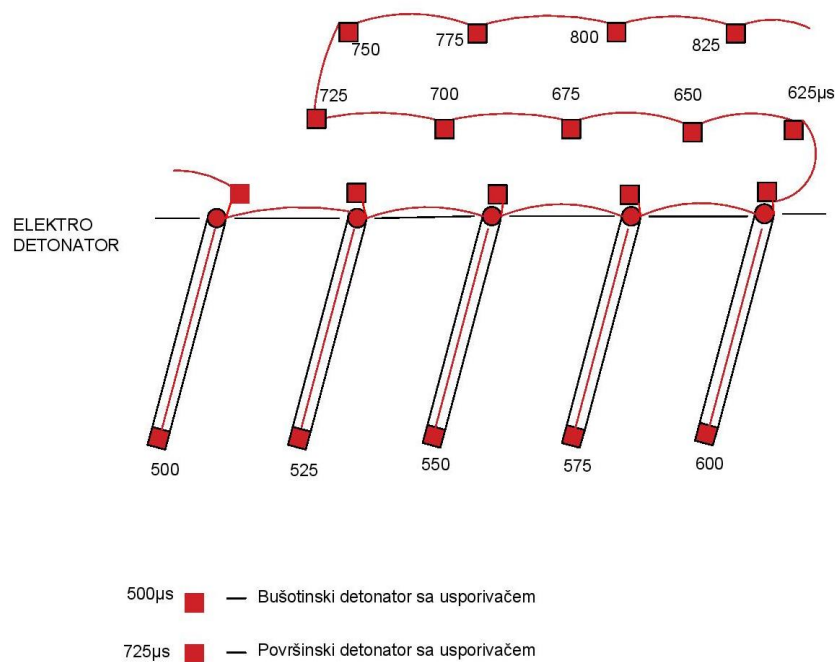
Slika br. 13 – Šema jedorednog miniranja



Slika br. 14 – Šema dvorednog miniranja



Slika br. 15 – Šema trorednog miniranja



Iniciranje minskih punjenja na površinskom kopu "Vis" vrši se sistemom neelektričnog iniciranja - (NONEL sistemom).

7.2 Izbor milisekundnog intervala usporenja

Iniciranje minskih punjenja u minskim bušotinama može se izvesti na sledeće načine:

- ☐ trenutno
- ☐ usporeno (vremensko)
- ☐ kraktousporeno (milisekundno)

Kratko usporeno (milisekundno) iniciranje sastoji se u tome da se između dva susedna minska punjenja stavljaju milisekundni usporivači, od najmanje 5 pa do nekoliko desetina milisekundi (*ms*). Veličina milisekundnog intervala usporenja je funkcija fizičko–mehaničkih karakteristika sredine i geometrije miniranja. Kod ovog načina iniciranja veličina seizmičkih oscilacija ne zavisi od količine eksploziva, već je rezultat uzajamnog dejstva eksplozije ograničenog broja minskih punjenja. Seizmičke oscilacije dostižu određenu veličinu i ostaju na tom nivou do kraja eksplozije.

Priproračunu vrednosti za (*t*) polazi se od zahteva da eksplozija pojedinog minskog punjenja treba da otpočne pre nego što do njega stigne udarni talas eksplozije prethodnog punjenja,

$$t \leq \frac{W}{V} \text{ (ms)}$$

Optimalnu veličinu (antiseizmičkog) intervala usporenja (*t*) za datu tehnologiju rada, geometriju miniranja i radnu sredinu možemo odrediti eksperimentalno i pomoću empirijskih obrazaca.

Preporučene vrednosti intervala usporenja za krečnjake sličnih karakteristika kreću se od $15 \div 50$ (*ms*), što će biti preciznije utvrđeno nakon tri četiri serije miniranja na istočnom polju površinskog kopa “Vis”.

Generalno za orijentaciono utvrđivanje intervala usporenja za više redno miniranje koristi se sledeći empirijski obrazac:

$$t = (1,5 \div 2,0) \cdot A_k \cdot W = (1,5 \times 5 \times 4) = 30 \text{ ms}$$

gde je:

- A_k – koeficijent koji zavisi od čvrstoće stene i karakteriše radnu sredinu i njegove vrednosti su date u tabeli br. 3;
- W – linija najmanjeg otpora (*m*)

Tabela br. 3 – Vrednosti koeficijenta koji karakteriše radnu sredinu

R. br.	Klasifikacija stena prema čvrstoći	Vrsta stene	Koeficijent A_k
	1	2	3
1	Čvrste	Peščari, metamorfisani čvrsti krečnjaci i kvarciti	4
2	Srednje čvrste	krečnjak, mermer, magnezit, serpentini	5
3	Meke	Meki krečnjaci, glinci, ugalj	6

Za visinu etaže $H = 10 \text{ m}$

$$t = 1,5 \cdot 4 \cdot 4,0 = 24 \text{ (ms)}$$

Milisekundni interval se može izračunati i po obrazcu Johansona:

$$t = 3,3 \cdot K \cdot W = 3,3 \cdot 1,5 \cdot 4,0 = 19,8 \text{ (ms)}$$

gde je:

K - koeficijent koji prvenstveno karakteriše radnu sredinu: $K = 1,0 - 2,0$
 usvajamo $K = 1,5$

Tabela br. 4 - Zavisnost milisekundnog intervala od čvrstoće stene i prečnika bušotine

Red.br	Prečnik bušotine (mm)	Koeficijent čvrstoće	
	1	2	3
1	do 100	20-25	10-20

Na bazi proračuna po dve metodologije usvajaju se intervali usporenja od 15 i 25 (ms), što garantuje da je istovremeno aktiviranje samo po jedne bušotine.

7.3 Mreža bušenja

Redosled iniciranja na šemu rušenja stenske mase može se u mreži navesti kao sledeći:

- ☐ mreža bušenja prilagođena željenom načinu rušenja stenske mase u minskom polju ili mreža bušenja primenjena na odgovarajući redosled iniciranja koji može dati najbolje rezultate.
- ☐ mreža bušenja mora da se podesi na osnovu proračunate geometrije rušenja i željenog pravca devastiranog miniranog materijala.

S obzirom na to da se ceo projekat miniranja na površinskom kopu „Vis“ na istočnom polju bazira na rastresanju i odbacivanju, tako će se i dalje vršiti iniciranja i usporenja ustenskoj masi.

7.4 Vreme usporenja u procesu rušenja

Uvođenje vremenske komponente u proces rušenja stenske mase, preko vremena usporenja pri iniciranju susednih minskih punjenja omogućava sledeće:

- ☐ višeredno miniranje pri čemu prethodni red otvara slobodnu površinu u narednom redu.
- ☐ masovno miniranje sa velikim minskim poljima (neće se primenjivati)
- ☐ višeredno miniranje koje će omogućiti ujednačeno drobljenje stenske mase pri rušenju etaže

Na bazi proračuna usvojena su milisekundna vremenska usporenja od 15 i 25 (*ms*) za površinski kop “Vis”, za oba polja.

7.4.1 Šema iniciranja

Šema iniciranja za svaku novu seriju miniranja predstavlja izvođačku šemu kojom se za konkretnu situaciju definiše sledeće:

- ☐ mesto otvaranja minskog polja-bušotina koja se prva aktivira
- ☐ redosled iniciranja pojedinih bušotina čime se postiže odgovarajuća šema rušenja stenske mase i pravac odbacivanja miniranog materijala
- ☐ broj bušotina koje se eventualno istovremeno iniciraju, čime se postiže kontrola nivoa potresa
- ☐ vreme iniciranja pojedinih bušotina od momenta aktiviranja do ukupnog vremena trajanja procesa rušenja.

7.4.2 Način usporenja

Način usporenja, vezano za proces rušenja stenske mase, je od značaja za podelu usporenja prema funkciji i može biti:

- ☐ usporenje između redova
- ☐ usporenje uredu
- ☐ usporenje između razdvojenog punjenja
- ☐ bušotinsko usporenje jednako za sve mine u bušotinama

Za minerske radove na oba polja površinskog kopa “Vis” usvojena su usporenja između redova.

7.4.2.1 Usporenje između redova

Usporenje između redova omogućuje otvaranje bušotina u narednom redu čime se stvara slobodna površina za naredni red da bi se slobodna površina formirala. Vreme usporenja između redova treba da bude dovoljno dugo da se omogući razvoj razorenog sistema do sledeće površine, normalno govori se o tome da su gasovi ti koji i u jednom i u drugom redu vrše svoju razornu funkciju. Na površinskim kopovima se nastoji da se postigne pokretanje

stenske mase iz narednog reda dok je odbačena masa iz prethodnog reda u vazduhu. To omogućava da se eliminišu prekomerna razletanja komada iz narednog reda.

Usporenje u redu determinišu vreme usporenja između susednih bušotina u jednom redu, zadatak ovog usporenja je da omogući formiranje dodatne inertne slobodne površine između bušotina i smanjenja količine eksploziva koja se u jednom trenutku inicira.

7.4.2.2 Bušotinsko usporenje

Bušotinsko usporenje je karakteristično za sisteme iniciranja sa malom brzinom prenosa inicijalnog punjenja, za ove sisteme su vezani sistemi sa cevčicama (Nonel sistem). Kod bušotinskog usporenja se stavlja isto usporenje koje ima zadatak da zadrži proces rušenja dok se inicijalni impuls prenese kroz mrežu na dovoljnom rastojanju od kidanja površinske mreže.

Na bazi određenih iskustava smatra se da minimalno bušotinsko usporenje treba da bude tri puta veće od usporenja između redova. Za usporenje između bušotina u jednom redu preporučuje se da bude i četiri puta veća, misli se na bušotinsko usporenje.

7.4.2.3 Proračun vremena usporenja

Proizvođači eksploziva i eksplozivnih sredstava u prodajnom programu imaju kompletnu ponudu za bušačko minerska preduzeća i rudnike koji sa sopstvenim kadrom vrše bušenje i miniranje.

Ovo se naglašava iz razloga što je proračun vremena usporenja u praksi teško realizovati već se od proizvođača kupuju direktno. Praktično najvažnija funkcija u procesu rušenja stenske mase je funkcija usporenja između redova i usporenje u redu, iz toga se može izvesti sledeći zaključak:

- ☐ vreme usporenja zavisi od osobina stenske mase
- ☐ u istoj stenskoj masi usporenje zavisi od geometrije miniranja pošto se zna da dva puta veći otpor treba da ima dva puta duže vreme za razvoj eksploziva kroz pukotinske sisteme do slobodne površine.

Više radi stručnog inženjerskog pristupa prikazuje se jednostavan princip za određivanje vremena usporenja i ono se računa po sledećoj formuli:

$$\tau = k \cdot S \text{ (ms)}$$

gde su:

- τ - vreme usporenja (ms)
- k - vremenska konstanta (m/s/m)
- S - odgovarajući geometrijski parametar (m)

Kao rezime problematike proračuna usporenja naglašava se da ima mnogo pristupa kod određivanja vremena usporenja.

Ovom problematikom se bave poznati naučnici:

- ☐ Langefors,
- ☐ Hanukajev
- ☐ Pokrovski
- ☐ Dadečkin itd

Za usvajanje vremena usporenja ipak je najvažniji operativni pristup na terenu gde se u nekoliko serija može utvrditi najoptimalnije vreme usporenja prim s miniranjem.

7.5 Položaj minirane mase

Usvojena tehnologija rastresanja sa odbacivanjem materijala u cilju gravitacionog transporta stenske mase je veoma važna kod determinacije položaja minirane mase, zbog toga je procena položaja minirane mase teško merljiva veličina već se ona može grubo proceniti kroz nekoliko principa miniranja:

- ☐ minirani materijal treba uvek da se odbacuje u pravcu najmanjeg otpora-tako se najlakše kontrološu rezultati miniranja
- ☐ iniciranje po redovima paralelnim čelu etaže omogućuje dalje odbacivanje materijala od iniciranja koje daje miniranje veće visine razorenog materijala
- ☐ daljina odbacivanja bitno utiče na vremensko usporenje između redova

Uopšte ova problematika kada se sagledava izgled poprečnog preseka minirane etaže je vrlo kompleksan problem, razlog tome je veliki broj činilaca koji utiču na položaj minirane mase duž etaže. Za tehnologiju koja se u eksploataciji sprovodi na površinskom kopu šematski je prikazana slika poprečnog profila i istovremeno je data i formula koja se kao empirijska dosta koristi kod obaranja masa na niže etaže u jednodrednom miniranju:

$$\check{S}_1 \approx k_b \cdot k_\beta \cdot \sqrt{q} \cdot H = 4 \cdot 4 \cdot \sqrt{0,4} = 16 \cdot 0,63 = 10,8 \text{ (m)},$$

gde su:

- k_b - koeficijent otpora stene za miniranje srednje teških stena (3.5 – 4)
- k_β - nagib bušotine prema horizontali
- q - specifična potrošnja eksploziva (g/m^3)
- H - visina etaže
- $\check{S}_n$ - širina minirane mase (po prof. M. Savić) iznosi:

$$\check{S}_n \approx K_1 \cdot \check{S}_1 + (n - 1) \cdot Wp = 0,9 \cdot 3,5 \cdot 1 \cdot 4 = 12,6 \text{ (m)}$$

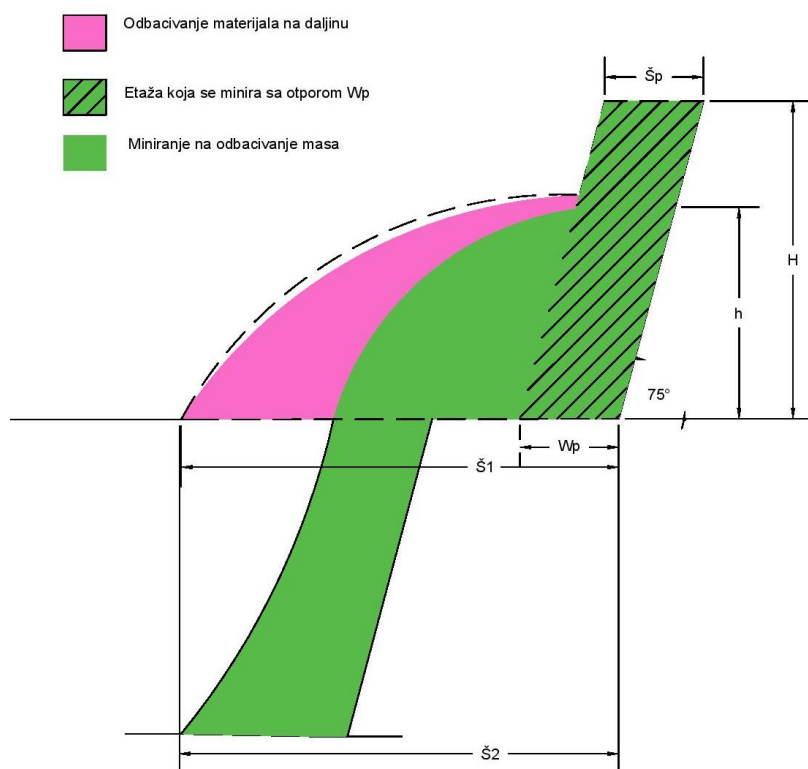
gde su:

- $\check{S}_1$ - širina minirane mase $3,5 (\check{S}_n/H)$
- K_1 - 0,9 za 25 (ms)
- Wp - otpor sredine po podu etaže 4 (m)

Proračuni po empirijskim formulama datim u dva pristupa problemu obaranja minirane mase na donju etažu, potvrđuju da će u praksi da će se u praksi dešavati manifestacije u opsegu prikazanom na dva primera.

Na šematskom prikazu (slika br. 16) se potvrđuje da je tehnologija miniranja rastresanja sa odbacivanjem masa na nižu etažu veoma ekonomična. Posebno je prihvatljiva u uslovima kada morfologija ležišta predisponira izabranu tehnologiju miniranja.

Slika br. 16 – Šematski prikaz minirane mase kod obaranja na donju etažu prema tehnologiji gravitacionog transporta



7.6 Širina etažne ravni

Širine etažne ravni je direktno vezana za tehnologiju eksploatacije koja je u konkretnom slučaju specifična po gravitacionom transportu. Takva tehnologija eksploatacije određuje i redosled miniranja minskih polja a time i širinu etažena kojoj se buše serije bušotina. Minska polja mogu biti sa jednorednim, dvorednim i trorednim serijama bušotina.

Širina etažne ravni obezbeđuje pre svega bezbednost u eksploataciji, a zatim i olakšano manipulisanje opremom u uslovima kakvi su u ležištu krečnjaka "Vis".

Širina etažne ravni treba da bude pogodna i za etažnu ravan na kojoj se buše minske bušotine kao i za etažnu ravan preko koje je oborena stenska masa sa gornje etaže.

Usvaja se širina etažne ravni na donjoj etaži $L_d = 4 \text{ (m)}$ – trasa za širinu prolaza bagera.

Usvaja se širina etažne ravni za gornju etažu $L_g = 8 \text{ (m)}$ – prostor za formiranje serije bušotina.

Na kraju eksploatacije, s obzirom na to da je završna kosina površinskog kopa 65° sve etažne ravni su istih dimenzija $L_z = 3 - 3,5 \text{ (m)}$

8 Proračun vremena rada na bušenju

Kao što je rečeno na poljima površinskog kopa „Vis“ nema uslova za rad savremenih samohodnih hidrauličkih bušilica koje imaju izuzetno velike kapacitete bušenja. U proračunu će se uzeti u obzir da za 11,2 godine eksploatacije ima devet podetaža koje znatno smanjuju količinu izminiranog krečnjaka po metru bušotine (m^3/m).

Takođe će se iz navedenih razloga, obzirom da ima dosta manipulacija kod dve horizontalne bušotine (dve bušotine/ 4 m) eksploataciono vreme bušenja znatno umanjiti tako da će prema ustaljenoj praksi u regionu Aranđelovca vreme bušenja biti: $L = 8 \text{ m /h}$.

Dosadašnji proračuni su bili bazirani na vremenu bušenja (400 h) za 50 dana rada po 8h.

Potrebno vreme rada bušilice u godini iznosi:

- a) prosečna količina materijala (m^3/m) iznosi:

$$Q_1 = \frac{120 - 40}{10} \approx 8 \text{ m}^3 \text{ čm}^3$$

- b) potreban broj bušenja u toku godine iznosi:

$$Q_2 = \frac{29.600}{8} \approx 3.700 \text{ m' /god}$$

- c) broj radnih časova na bušenju:

$$T = \frac{3.700}{8} = 463 \text{ h/god}$$

- d) potreban broj bušilica za proizvod. krečnjaka:

$$N = 463 / (50 \cdot 8) = 463 / 400 = 1.16 \text{ bušilica /god}$$

Proračun pokazuje da sa jednom bušilicom i eventualno produžetkom od nekoliko dana rada može da se ostvare dobri rezultati na bušenju za 50 radnih dana.

9 Zaštita površinskog kopa od efekata miniranja

9.1 Određivanje sigurnosnih rastojanja usled dejstva seizmičkih talasa

Određivanje rastojanja usled dejstva seizmičkih potresa može se obaviti:

- ☐ instrumentalnim merenjem "in situ"
- ☐ empirijskim formulama.

Kod seizmičkih potresa treba naglasiti da se razlikuju dve vrste talasa:

- ☐ zapreminski talasi
- ☐ površinski talasi

Kod zapreminskih talasa razlikujemo dva osnovna tipa:

- ☐ longitudinalni talasi-uzdužni
- ☐ longitudinalni-poprečni

Transferzalni talasi izazivaju pokretanje čestica napred-nazad po liniji koja određuje pravac prostiranja talasa, na taj način se elastične deformacije koje se dešavaju usled transferzalnih talasa najkraćim putem prenose na stensku masu.

Brzina prostiranja uzdužnih talasa se određuje iz odnosa:

$$Vu = \sqrt{\frac{E \cdot g}{y}}, \left(\frac{m}{s}\right)$$

gde su:

- Vu - brzina prostiranja uzdužnih talasa – (3.400 m/s)
- E - modul elastičnosti materijala (dN/cm^3)
- g - ubrzanje sile zemljine teže ($9,81 m/s^2$)
- y - zapreminska težina stenskog materijala ($2,7 g/cm^3$)

Osobina da se javljaju poprečni elastični talasi se naziva i osobina smičućih talasa. Njihova brzina prostiranja je manja od longitudinalnih koji stižu do mernog mesta direktno na merno mesto. Odnos brzina uzdužnih i poprečnih longitudinalnih talasa je:

$$Vu = \sqrt{3} \cdot Vp$$

Brzina prostiranja elastičnih talasa u steni zavisi od elastičnih osobina stene i njene gustine. Ovo se najbolje može videti iz tabele br.

Tabela br 5

Red. br	Vrsta stene	Vu (m/s)
	1	2
1	Krečnaji	2500-4500
2	Peščari	2500-4000
3	Laporac	1700-2300
4	Šljunak	900-1100
5	Pesak	60-1100

Brzina prostiranja poprečnog talasa može se odrediti iz sledećeg odnosa:

$$V_p = \sqrt{\frac{E \cdot g}{2 \cdot \gamma \cdot (1 + \mu)}}, (m/s)$$

gde je:

- V_p - brzina prostiranja poprečnog talasa, m/s
 E - modul elastičnosti materijala (dN/cm^2),
 μ - Poisanov koeficijent 0,2 – 0,4,
 g - ubranje sile zemljine teže (m/s^2),

Uzdužni elastični talasi (p) se prostiru u čvrste, tečne i gasovite a poprečni kroz čvrste stene. Instrumentalna merenja "in situ" daju tačnije i bolje rezultate i obaveza je Investitora da izvrši merenja u toku prvih miniranja, posebno serije horizontalnih bušotina.

Pomoću formula, seizmičko bezopasno rastojanje se može odrediti iz odnosa:

$$r_s = K_s \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q} (m)$$

gde je:

- r_s – radijus seizmički opasne zone, m;
 K_s – koeficijent koji zavisi od fizičko – mehaničkih karakteristika radne sredine gde se objekat nalazi;
 α – koeficijent koji zavisi od pokazatelja dejstva eksplozije;
 Q – količina eksplozivnog punjenja za celu seriju, $Q = 2.760 (kg)$.

Tabela br. 6 – Vrednosti koeficijenta K_s

R. br.	Vrsta stene	K_s
	1	2
1	Čvrste kompaktne stene	3
2	Čvrste raspucale stene	5
3	Čvrste krečnjačke i dolomitne stene	5

Tabela br. 7 – Vrednosti koeficijenta α

R. br.	Pokazatelji dejstva eksplozije (n)	α	Pokazatelji dejstva eksplozije (n)	α	Pokazatelji dejstva eksplozije (n)	α
	1	2	3	4	5	6
1	0,5	1,20	1,7	0,86	2,4	0,76
2	1,0	1,00	1,8	0,84	2,5	0,75
3	1,1	0,98	1,9	0,82	2,6	0,74
4	1,2	0,96	2,0	0,80	2,7	0,73
5	1,3	0,94	2,1	0,79	2,8	0,72
6	1,4	0,92	2,2	0,78	2,9	0,71
7	1,5	0,88	2,3	0,77	3,0	0,70

Iz tabele za čvrste raspucale stene vidi se da je $K_s = 5$, a koeficijent α , koji zavisi od pokazatelja dejstva eksplozije n, uzet je za $\alpha = 1$.

Maksimalna količina eksploziva koja će se koristiti pri jednoj minskoj seriji (miniranju) je $Q = 2.760 \text{ kg}$

$$r_s = K_s \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q} = 5 \cdot 1 \cdot 14 = 70 \text{ (m)}$$

Dejstvo seizmičkih potresa a pre svega njihove stvarne vrednosti treba pouzdano utvrditi konkretnim merenjima na terenu prilikom izvođenja miniranja. Na taj način treba proveriti i verifikovati projektovanu geometriju, količinu eksploziva, intervale milisekundnog usporenja i ostale potrebne parametre koji su dati u Projektu.

U okolini površinskog kopa "Vis" postoje objekti na udaljenosti od oko 300m koji su u vlasništvu Investitora. Ovi objekti nisu u zoni dejstva seizmičkih talasa.

Obaveza preduzeća GRAMAR-NISKOGRADNJA je da prilikom prvog miniranja izvrši merenja kompletne seizmike. Pri tome treba voditi računa da se za svaku seriju jednorednog, dvorednog i trorednog miniranja mora vršiti merenje seizmičkih talasa za front radova od $L_{min} = 180 \text{ (m)}$

9.2 Sigurnosna rastojanja usled razletanja komada pri miniranju

Savremene metode miniranja su veoma pouzdane u pogledu bezbednosti radnika na rudnicima, bezbednosti opreme i okoline rudnika, smanjenja buke, sigurnosti usled vazдушnih udara na ljude i životnu sredinu.

Daljina razbacivanja komada stena u toku miniranja zavisi od niza uticajnih parametara kao što su:

- ☐ tehnologija eksploatacije
- ☐ vrsta upotrebljenog eksploziva
- ☐ količina upotrebljenog eksploziva
- ☐ geometrija rasporeda eksplozivnog punjenja
- ☐ veličina linije najmanjeg otpora
- ☐ ugao odbacivanja
- ☐ reljef zemljišta i dr.

Određivanje daljine razbacivanja komada minirane mase može da se vrši na više načina, zavisno od toga šta se uzima kao baza za izračunavanje. Ako se uzima u obzir energija eksplozije i energija odbačenih komada, onda se za određivanje daljine mogu koristiti balistički proračuni brzine leta komada i njihov domet. Ako se koristi pokazatelj dejstva eksplozije i veličina linije najmanjeg otpora, onda se konstruišu tabele iz kojih se ta rastojanja mogu očitati, kao što je tabela br. 8, iz koje se vidi da sigurnosne zone zavise od linije najmanjeg otpora i pokazatelja dejstva eksplozije (n).

Tabela br. 8– Sigurnosna rastojanja u zavisnosti od LNO i pokazatelja dejstva eksplozije

R. br.	R = f (n)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1		1,0	1,5	2,0	3,0	1,0	1,5	2,0	3,0
2	W (m)	za ljude				za mehanizaciju			
3	1,5	200	300	350	400	100	150	250	300
4	2	200	400	500	600	100	200	350	400
5	3	250	450	600	700	125	225	425	475
6	4	300	500	700	800	150	250	500	550
7	6	300	600	800	1000	150	300	550	650

Komadi stene izbačeni iz masiva pri detonaciji eksploziva mogu imati brzinu u granicama $120 \div 150$ (m/s). Miniranje sa usporivačima omogućava međusobno devastiranje stenske mase u samoj bušotini i između bušotina. Gasovi u takvoj konstalaciji fizike celog procesa nemaju snagu da odbace komade stena dalje od same nožice etaže. Razne formule su toliko neprihvatljive pošto nijedna ne obuhvata veliki međusobni uticaj eksploziva sa jedne strane i stenske mase a druge strane. Više se ne prave eksplozivi koji će da razbacuju stensku masu već se savremenim metodama omogućava samo miniranje na tzv. “rastresanje”.

Daljina razbacivanja komada pri miniranju može se odrediti po formuli:

$$L = 253 \cdot m^{3/4} \cdot W^{1/3} = 253 \cdot 0,75 \cdot 1,33 = 252 \text{ (m)}$$

gde je:

m - pokazatelj dejstva eksplozije

W - linija najmanjeg otpora (m),

Dobijena vrednost eventualnog razbacivanja komada u daljini od $L = 252 \text{ (m)}$ odnosi se na rastojanje u smeru direktno na front radova, dok su razbacivanja komada u drugim smerovima znatno manja.

Tabela br. 9 - Sigurnosna rastojanja u funkciji prečnika minskog punjenja i LNO

R br.	W (m)	R=f (d), (mm)					
		1	2	3	4	5	6
		100	150	200	250	300	400
1	1,0	200	300	400	500	/	/
2	1,5	200	250	330	420	500	/
3	2,0	200	220	280	360	430	/
4	3,0	200	200	240	300	350	470
5	4,0	200	200	200	250	300	400

Dobijene uporedne vrednosti u osnovi bazirane na empirijskim postulatima su približno iste i to:

- ☐ prema proračunu za daljinu razbacivanja komada dobijena je distanca $L = 252 \text{ (m)}$
- ☐ prema tabeli br. 12 za daljinu razbacivanja komada prema prečniku minskog punjenja dobijena je daljina $L = 200 \text{ (m)}$

U svakom slučaju i jedan i drugi podatak potvrđuju bezbednost domaćinstva Investitora od razbacivanja komada prilikom miniranja. Domaćinstvo se nalazina 300 m od istočnog polja površinskog kopa.

Investitor će morati da se pridržava zvučnih signala za objavljivanje miniranja na površinskom kopu "Vis", što znači da će u tom vremenskom periodu biti na bezbednom mestu.

9.3 Sigurnosna zona od vazdušnih udarnih talasa

Dozvoljeno povećanje vazdušnog pritiska na čelu vazdušnog udara određuje se empirijski prema podacima iz tabele br. 10:

Tabela br. 10– Najveće dozvoljeno povećanje vazdušnog pritiska

R. br.	Učestalost detonacija (miniranja)	Maksimalno dozvoljeno povećanje vazdušnog pritiska kod detonatora
	1	2
1.	Svakodnevno po više detonacija	Mora se izvršiti kontrolno merenje jačine vazdušnog udara i utvrditi granica koja ne sme biti veća od 1 milibara
2.	Najviše do dva miniranja nedeljno	do 1 milibara
3.	Dva miniranja nedeljno	do 2 milibara
4.	Dva miniranja mesečno	do 3 milibara
5.	Dva miniranja godišnje	do 5 milibara

Za smanjenje jačine vazdušnog udara prilikom miniranja minskim bušotinama potrebno je preduzeti sledeće tehničke mere:

- ☐ kvalitetno začepljivanje svih minskih bušotina napunjenih eksplozivom-pridržavati se proračuna tih dimenzija za začepljivanje bušotina
- ☐ pravilno i stručno određivanje potrebne količine eksploziva za svaku minsku bušotinu
- ☐ pravilno usporenje između minskih bušotina kako po vremenu usporenja tako i po redosledu aktiviranja mina

Sigurnosna rastojanja usled dejstva vazdušnih udarnih talasa od mesta miniranja do sigurnosnog objekta zavise od:

- ☐ karakteristika rasporeda bušotina
- ☐ smeštaja eksplozivnog punjenja
- ☐ količine eksploziva koji detonira u jednom vremenskom interval
- ☐ sigurnosno rastojanje od dejstva vazdušnih udarnih talasa računa se po formulama:

$$r_v = k_v \cdot \sqrt[3]{Q} \text{ ili } r_v = K_v \cdot \sqrt[3]{Q}$$

gde su:

Q - količina eksploziva (kg),

r - sigurnosno rastojanje (m)

k_v, K_v - koeficijenti proporcionalnosti čija vrednost zavisi od uslova smeštaja količine eksplozivnog punjenja, usvaja se vrednost 20 za istočno polje površinskog kopa.

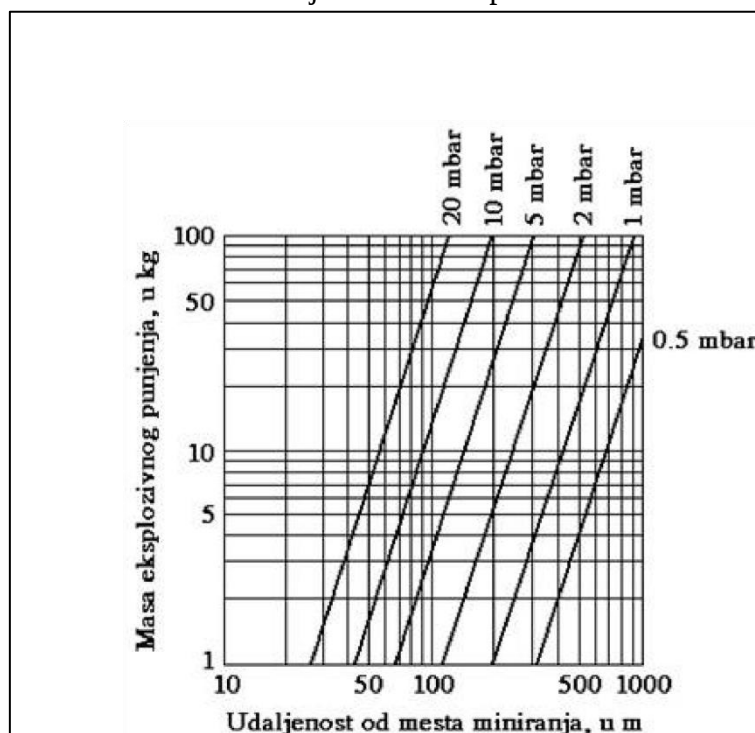
i

Na osnovu izvršenog proračuna sigurnosno rastojanje usled dejstva vazdušnih udarnih talasa, za proračunate dozvoljene količine eksploziva koje mogu biti inicirane u jednom vremenskom interval prikazane su u tabeli br. 11.

Tabela br. 11 - Sigurnosno rastojanje usled dejstva vazdušnih udarnih talasa

R. broj	Količina eksploziva po intervalu iniciranja Q (kg)	Sigurnosno rastojanje usled dejstva vazdušnih i udarnih talasa r (m)
	1	2
1	18	52
2	25	58
3	33	63
4	41	68
5	51	73
6	62	78
7	73	82
8	86	87

Slika br. 17 – Dijagram za određivanje vazdušnog nadpritiska u funkciji količine eksploziva



Poluprečnik sigurnosne zone od dejstva vazdušnih udarnih talasa na površini, u odnosu na ljude, određuje se na osnovu formule:

$$r = K_v \cdot \sqrt[3]{Q} = 81,98 \approx 113,7 \text{ (m)}$$

9.4 Određivanje radijusa gasnoopasne zone

Radijus gasnoopasne zone usled miniranja se računa prema dopuštenoj koncentraciji štetnih gasova (preračunato na CO) na granici opasne zone. Za utvrđivanje radijusa gasnoopasne zone treba poznavat klimatske prilike na mestu miniranja (pravac i brzinu vetra). Miniranje će se uvek vršiti kada klimatske prilike budu povoljne (bez kiše i vetra).

Radijus gasnoopasne zone usled eksplozije računa se na osnovu dopuštene koncentracije štetnih gasova na granici gasnoopasne zone i može se dobiti iz odnosa:

$$r_g = K_g \cdot \sqrt{C \cdot Q} = 1 \cdot \sqrt{10 \cdot 1000} = 100 \text{ (m)}$$

gde je:

- r_g – radijus gasnoopasne zone, m;
- Q – količina upotrebljenog eksploziva, $Q = 2.205 \text{ (kg)}$;
- C – količina štetnih gasova (preračunatih na CO),
 $C = 10 \text{ (l/kg)}$ - najnepovoljniji slučaj;
- K_g – eksperimentalni koeficijent, $K_g = 0 \div 1,5$. Usvojeno $K_g = 1$

Za određivanje radijusa gasnoopasne zone treba poznavati klimatske karakteristike na mestu miniranja, veoma je važno registrovati promene pravca duvanja vetra u toku miniranja. Vetar može dvostruko da poveća radijus gasnoopasne zone a kada vetra nema svi proračuni su predimenzionirani u odnosu na manifestacije koje se dešavaju za vreme miniranja. Prvenstveno se misli na subjektivni osećaj doživljaja gasnoopasne zone kao i njeno registrovanje.

10 Priprema miniranja

Priprema miniranja predstavlja složenu i po bezbednost miniranja osetljivo procedure kojom se predviđa tehnologija miniranja u konkretnim uslovima. Priprema miniranja obuhvata sledeće aktivnosti:

- ☐ čišćenje terena za bušenje
- ☐ lociranje bušotina po predviđenoj mreži minskih bušotina
- ☐ bušenje minskih bušotina
- ☐ kontrola bušotina
- ☐ punjenje bušotina po predviđenoj konstrukciji punjenja
- ☐ začepljenje bušotina
- ☐ povezivanje elemenata za sisteme miniranja
- ☐ zaštita okoline od letećih komada
- ☐ aktiviranje minskog polja

10.1 Priprema terena za bušenje

Priprema terena za bušenje podrazumeva čišćenje i ravnjanje etažne ravni, uklanjanje gomila stenskog materijala čime se omogućava precizno lociranje bušotina po predviđenoj mreži. lak pristup bušilice i njeno usmeravanje na lokaciju svake bušotine.

Pre početka radova na pripremi terena potrebnio je geodetski obeležiti prostor koji će se čistiti od drveća i korenja radi preglednosti terena – kose ravni koja će imati dimenzije 220x45 (m). Otvaranje prve etaže obuhvata prostor od glavnog transportnog puta uz kosu ravan 45 (m) i taj prostor geometer obeležava praktično u obliku pravougaonika dimenzija 220x45 (m) sa koordinatama K1-K4.

U tabeli br. 14 prikazane su koordinate prostora otvaranja površinskog kopa “Vis” – istočno polje. Pored transportog puta radi se prva tranšeja širine 3 – 3,5 (m) i dobija se horizontalna površina širine 5 (m) što je ustvari osnovna etaža na koti 395 (mnv)

Tabela br.12 – Koordinate prostora otvaranja istočnog polja površinskog kopa

	X	Y
K1	4 898 860	7 458 622
K2	4 898 456	7 458 575
K3	4 898 130	7 458 535
K4	4 898 130	7 458 567

Nakon otvaranja etažne ravni na koti 395 razvija se podetaža na koti 400 a dalje etaža na koti 405. Razvoj fronta radova je sve vreme paralelan sa glavnim transportnim putom a istovremeno su i etaže zbog tehnologije diskontinuelne eksploatacije sa transportom

miniranih masa sa viših etaža na niže etaže. Na slici je šematski prikazan razvoj svih radova do kraja eksploatacije istočnog polja.

10.2 Lociranje bušotina

Lociranje bušotina ima važan uticaj na rezultate miniranja, greške u geometrijskom rasporedu bušotina mogu da daju veoma pogubne rezultate. Ukoliko se ne sprovedu pravilne aktivnosti lociranja bušotina ne mogu se otkloniti negativni efekti koji su takvim rasporedom bušotina uslovljeni.

Raširena je praksa na površinskim kopovima da se bušotine lociraju odbrojavanjem koraka, što je veoma loš način lociranja bušotina. Mrežu bušenja treba da odradi odgovorno lice za miniranje, ne bazi prethodno sagledane šeme rušenja stenske mase. Sve to je neophodno da se interpretira na situacionoj karti odgovarajuće razmere za dimenzije površinskog kopa. Npr, kod prieme kosih bušotina jedino se na karti može odrediti pravilan azimuth pravca bušenja koji se zadaje kao parametar bušenja u određenom minskom polju. Tako određena mreža bušenja se sa karte, geodetskim putem, prenosi na teren sa minimalnim greškama. Markeri za lociranje bušotina treba da budu obeleženi i ofarbani da bi bili uočljivi a ne da se lokacije bušotina obeležavaju komadima kamena.

Naglašava se da površina duž transportnog puta i tranšeje treba da bude horizontalna ravan.

Bušenjem horizontalnih bušotina površinski kop ulazi u fazu otvaranja, pri čemu će se dobiti radna etaža na koti 395 (*mnv*) širine 220x10 (*m*).

10.3 Bušenje bušotina

Prilikom bušenja eksploatacionih minskih bušotina mora se voditi računa o sledećim geometrijskim parametrima bušotina:

- ☐ lokacija usta bušotine
- ☐ pravac i nagib bušotine
- ☐ dubina ili dužina bušotine
- ☐ prečnik bušotine

Bušači su često skloni da zbog raznoraznih razloga pomeraju i podešavaju mesto bušenja radi podešavanja bušenja kako njima odgovara. Ukoliko se polje obeleži markerima improvizacije neće biti, a time će i rezultati miniranja biti kvalitetni.

10.4 Kontrola bušotina i priprema za punjenje

Stanje bušotina pre početka punjenja eksplozivnim sredstvom treba proveriti. Provera je vrlo važna, posebno u situaciji kada su bušotine neko vreme stajale prazne. Kontrola je vizuelna ili određena alatima. Pre miniranja potrebno je proveriti pojedinačno stanje svake bušotine od usta do dna bušotine. Posebno je važno da se utvrdi da li u bušotini ima vode ili ne.

Kontrola bušotina je izuzetno važna i kod horizontalnih bušotina. Dubina bušenja od 3 (m) u gornjem redu do 5 (m) u donjem redu koncipirana je da se miniranjem dobije stenska masa visine 5 (m) gledano na front radova duž radne etaže. PRaktično se miniranje završava na koti 400 (mnv). Sa tog nivoa se formira nova tranšeja kojom počinje priprema za formiranje etažne ravni E405

10.5 Punjenje bušotina eksplozivom

Punjenje bušotina eksplozivom se vrši posle postavljanja sredstva za iniciranje u bušotine. Osnovni zadatak kod punjenja bušotine je da se obezbedi kontinuirani eksplozivni stub u bušotini i odgovarajuća brzina punjenja, što se postiže odgovarajućim načinom punjenja.

Način punjenja bušotina i sredstava koji se za tu svrhu koriste zavise od prečnika i dubine bušotine, vrste i količine eksploziva koji se smešta u bušotine, prostorne orijentacije bušotine, itd.

Kose bušotine srednjeg prečnika, kao što je na površinskom kopu "Vis" (86 – 92mm), se pune patronama ili ANFO smešama u rinfuzu. Prduzeće "Miloje Zakić" proizvodi patrone različitih prečnika od 50 – 70 (mm) a "Rudex" puni bušotine rinfuzom ANFO smeša.

Znatno je teže proveravati regularnost punjenja u rinfuzu.

Horizontalne bušotine se pune isključivo pomoću minerskog štapa, koji istovremeno predstavlja i kontrolu ispunjenosti.

10.5.1 Punjenje minerskim štapovima

Punjenje minerskim štapovima se obavlja najviše kod bušotina srednjeg prečnika a male dubine (do 10m). Dozvoljena primena štapova je od drveta ili plastike. Prečnik štapa treba da je oko 10mm manji od prečnika bušotine. Punjenje se obavlja laganim potpiskivanjem patrone ka dnu bušotine. Posebno će na površinskom kopu "Vis" biti potrebno korišćenje punjenja uz pomoć minerskih štapova iz razloga što se kose bušotine često i zaglavljaju usled cepanja patrone ili devastiranja bušotine. Drugi razlog korišćenja minskih štapova je korišćenje za guranje patrona kod horizontalnih bušotina koje se još češće zaglavljaju nego vertikalne. S toga je od važnosti za rad na punjenju horizontalnih bušotina da se one pažljivo pune i da se patrone dodiruju.

10.6 Začepeljivanje bušotina

Začepeljivanje bušotina je jedna od najproblematičnijih faza u pripremi miniranja. Razlog tome je što se zahteva kod kvalitetnog začepeljivanja veliki procenat ljudskog rada.

Problematika začepeljivanja se svodi na dva problema:

- ☐ obezbeđivanje kvalitetnog materijala za čep
- ☐ izradu kvalitetnog čepa

Investitor, bilo da izvodi sam bušačko-minerske radove, ili to zanjegov račun izvodi specijalizovano preduzeće, treba da pripremi dobar materijal za začepljenje.

Na površinskom kopu “Vis”, gde nema sem kamena drugih komponenti, potrebno je dopremiti glinoviti materijal pre početka punjenja.

O ovom problemu je bilo reči u prethodnom delu projekta.

10.7 Zaštita okoline od letećih komada

Savremene metode miniranja eliminišu problematiku letećih komada. Tehnologija miniranja “na rastresanje” apsolutno ostavlja kompletan materijal na mestu miniranja. Radi eventualnih problema u slučaju da se pojave leteći komadi mineri treba da preduzimaju mere pokrivanja dela ili celog minskog polja. Pokrivanje se izvodi starim gumama, komadima starih transpornih traka, raznim mrežama, itd. U praksi je ovaj problem praktično eliminisan tako da na površinskom kopu “Vis” neće biti opasnosti od letećih komada s obzirom na usvojenu tehnologiju miniranja.

11 Normativi na bušenju i miniranju

11.1 Normativi goriva i maziva na bušenju

Snaga pogonskog motora bušilice treba da bude oko 200 (*kW*), specifična potrošnja je 0,19 (*l/kWh*). Preduzeće GRAMAR-NISKOGRADNJA treba da vodi evidenciju o potrošnji goriva i maziva za svoj vozni park.

Snaga pogonskih motora, bušilica koje koriste bušačko-minerske firme su od 180-200 Kw. Bušačka preduzeća koja se bave tom problematikom daju podatak da je potrošnja goriva za bušilice 0,19 – 0,20 *l/kWh*. Norm. za maziva: $n_m = n_g(3 - 5\%) = 0,0011 - 0,98 \text{ (l/m}^3\text{)}$

11.2 Potreban broj radnika

Preduzeće koje će izvoditi bušačko-minerske radove mora da ima odgovarajuću strukturu radnika sa odgovarajućom stručnom spremom. S obzirom na to da je projektovano miniranje na dužim frontovima između 180÷190m neophodno je da se problematici miniranja priđe stručno. Posebno je nepoznanica horizontalno bušenje bušotina u dva reda, a i bušenje kosih bušotina se manje primenjuje kod ležišta sa manjim kapacitetima.

Potreban broj radnika na bušenju je:

VK bušač-miner	1 izvršilac
KV bušač-miner	1 izvršilac
Pomoćni radnik	1 izvršilac

11.3 Normativ materijala za bušenje i miniranje

Spisak normativnog materijala sa specifičnom potrošnjom dat je u tabeli br. 13.

Tabela br. 13 – Normativni materijali za bušenje i miniranje

R. br.	Parametri	Jedinica mere	Normativ (t/m ³ čm)	Cena (din)
	1	2	3	4
1	Dizel gorivo	l	1,9500	165,00
2	Ulje i maziva	kg	0,0970	550,00
3	Bušaće krune	kom	0,00023	35.000,00
4	Bušaće cevi (L=3 m)	kom	0,00018	22.000,00
5	Eksploziv (ANFO)	kg	0,3500	80,00
6	NONEL detonatori	kom	0,0190	390,00
7	NONEL cevčice	m		
8	NONEL usporivač	kom	0,0038	175,00
9	Kapisla br.8	kom	0,0030	70,00
10	Sporogoreći štapin	m	0,0009	90,00

11.4 Pregledni spisak parametara bušenja i miniranja

U tabeli br. 14. dat je pregled parametara bušenja i miniranja

Tabela br. 14 – Rekapitulacija bušačko-minerskih radova

R. Br.	Parametri	Jedinice mere	Količina
	1	2	3
1	Prečnik bušotine - Φ	mm	86-92
2	Nagib bušotine - α	°	75
3	Vrsta eksploziva	/	ANFO smeše
4	Vrsta emulzione smeše	/	/
5	Inicijalni eksploziv	/	/
6	Spec. potrošnja eksploziva - q	kg/m ³	0,35
7	Količina eksploziva po m' bušotine	kg/m'	4
8	Dužina bušotina sa nabušenjem - L_n	m	11,5
9	Dužina nabušenja kosih bušotina - L_n	m	0,8
10	Dužina probušenja hor. bušotina - L_{pr}	m	0,3-0,4
11	Rastojanje između bušotina u redu - A	m	4,0
12	Rastojanje između redova bušotina - B	m	4,0
13	Linija otpora - W	m	4,0
14	Dužina minskog čepa kosih bušotina - $L_{\check{c}k}$	m	3,5
15	Dužina minskog čepa hor. bušotina - $L_{\check{c}h}$	m	0,4
16	Količina eksploziva u bušotini - $Q_{buš}$	kg	28,8
17	Konstrukcija punjenja	m	3,5+7,2+0,8
18	Količina miniranog materijala po bušotini - Q	m ³ /buš	110

12 Mere zaštite pri miniranju na istočnom i zapadnom polju površinskog kopa "Vis"

12.1 Osnovne odredbe u korišćenju eksploziva i eksplozivnih sredstava

- ☐ Prilikom izvođenja bušačko-minerskih radova na miniranju krečnjaka na površinskom kopu „Vis“ specijalizovano preduzeće za izvođenje bušačko-minerskih radova ili Investitor kada formira službu za miniranje je obavezno da se pridržava mera zaštite pri miniranju.
- ☐ Koristiti isključivo eksplozive i sredstva za njihovo iniciranje za koje postoje dozvole za promet i upotrebu od strane nadležnih Ministarstava unutrašnjih poslova.
- ☐ Eksplozivom se može minirati samo do najnižih temperatura koji su navedeni u uputstvu proizvođača eksploziva.
- ☐ Detonatorske kapisle i električne detonatore u količinama manjim od količina u originalnim pakovanjima, moraju se prenositi u kutijama od drveta ili u odgovarajućoj metalnoj kutiji ili torbi koja mora biti čvrsta.
- ☐ Inicijalna sredstva u kutiji ili torbi moraju biti smeštena tako da njihovo pomeranje nije moguće čak i pri trešenju torbe ili kutije.
- ☐ Izvođač bušačko-minerskih radova je obavezan da sprovodi mere zaštite po propisima i aktima o B.Z.P. kao i P.P.Z i ZŽS
- ☐ Plan miniranja, Tehnički Projekat miniranja (u okviru GRP-a) i Dozvolu za miniranje nadležnog organa SUP-a.
- ☐ Radnje miniranja sprovoditi u skladu sa Pravilnikom o tehničkim normativima pri rukovanju eksplozivnim sredstvima i miniranju u rudarstvu („Službeni list SFRJ“, broj 26/88 i 63/88)

12.2 Plan miniranja

- ☐ Za svaku seriju miniranja bušačko-minersko preduzeće ili vlasnik površinskog kopa mora da sačini plan-projekat miniranja koji će obuhvatiti sve zakonske prerogative na osnovu kojih se dobija saglasnost od SUP-a za dobijanje eksploziva i miniranje serije za koju je napravljen plan miniranja.
- ☐ Plan miniranja mora da obuhvati nekoliko elemenata bitnih za bezbednost rukovalaca i okoline i kvalitet miniranja
- ☐ Projektant koji sačinjava plan miniranja mora da izvrši proračun potrebne količine eksploziva za svaku bušotinu
- ☐ Miniranje na površinskom kopu „Vis“ treba da se uskladi sa tehničkim projektom miniranja
- ☐ Nadalje će se nabrojati svi elementi koje plan miniranja mora da obuhvati i na osnovu kojih će se dobiti saglasnost za miniranje
- ☐ Na geodetskim osnovama (planovima) je potrebno ograničiti prostor gde se minira
- ☐ Na geodetskoj skici se beleže geološke specifičnosti i bušotine predviđene za miniranje konkretne serije

- ☐ Plan miniranja mora da obuhvati pojedinačni raspored minskih bušotina (prema projektovanom otporu, rastojanju između redova i rastojanja između bušotina u samom redu)
- ☐ Plan mora da obuhvati način punjenja minskih bušotina
- ☐ Plan miniranja mora da obuhvati način spajanja-vezivanja minskog polja
- ☐ Način ugrađivanja detonatora i usporivača u minsko polje
- ☐ Način iniciranja minskih punjenja odnosno aktiviranja mina
- ☐ Bušačko-minersko preduzeće i preduzeće za koje je izvršeno miniranje mora da vodi knjige o potrošnji eksploziva i inicijalnih materijala
- ☐ Bušačko-minerska firma sastavlja izveštaj o izvršenom miniranju sa prikazanim adminiranim količinama materijala u m³ čvrste stenske mase (čm)

12.3 Opšte mere bezbednosti koje se sprovode pre početka bušenja-pregled terena

- ☐ Mere bezbednosti prilikom pregleda terena na kome će se vršiti bušačko-minerski radovi je prva aktivnost koju bušač i odgovorno lice moraju da izvrše.
- ☐ Specifičnosti zapažene na terenu obavezno registrovati u **knjizi nadzora**
- ☐ Na površinskom kopu obavezno je kretanje samo po tranšejama, etažama i pripremljenim površinama za transport eksploziva i bušačkih garnitura
- ☐ Obavezno proveriti prečnik, dubinu i zakošenost minskih bušotina u prvom redu do ivice etaže, eliminisanje opasnosti od nepredviđeno velikog odbacivanja miniranjem oslobođenog materijala u situacijama kada je linija najmanjeg otpora smanjena ispod minimalne veličine.
- ☐ Koristiti isključivo eksplozive i sredstva za njihovo iniciranje za koje postoje dozvole za njihov promet i upotrebu u našoj zemlji, dobijene od nadležnih ministarstava
- ☐ Kretati se samo po površinama površinskog kopa koje su izvedene po preračunatim vrednostima geomehničke stabilnosti parametrima sigurnosti.
- ☐ Pre bušenja i miniranja proučiti Uputstvo za bušenje i miniranje rukovodioca rudnika ili inženjering projektantske firme
- ☐ Ne započinjati novu bušotinu iz zaostalog otvora prethodne bušotine zbog opasnosti od zaostalog eksploziva u njoj
- ☐ Prema potrebi pregledati radilište etažu i transeje
- ☐ Uvek držati bezbednu udaljenost bušačko-minerske opreme i kamiona za snabdevanje eksplozivom od ivica, izbočina, padina, odrona, rizičnih podloga, električnih vodova, neobezbeđene opreme i drugih opasnosti
- ☐ Prekinuti sa bušenjem u uslovima kada je nebezbedno (jake padavine, promenljivi sastav tla, smanjena vidljivost, loše vremenske prilike, odronjavanje stenske mase, kvar na uređaju, loše zdravstveno stanje i dr.)
- ☐ Kada se moraju kretati palioci preko vertikalnih ili kosih ivica, onda se moraju preduzeti mere zaštite od pada sa visine (koristiti užad za vezivanje, užad za izvlačenje)
- ☐ Posebno biti oprezan pri radovima oko uklanjanja visećih komada sa kosine etaže

- ☐ Uvek održavati bezbednu udaljenost od ivica, izbočina, padina, odrona, rizičnih podloga, električnih vodova, nebezbedenje opreme i drugih opasnosti
- ☐ Prekinuti sa bušenjem u uslovima kada je nebezbedno (jake padavine, promenljivi sastav tla, smanjena vidljivost, loše vremenske prilike, odronjavanje stenske mase, kvar na uređaju, loše zdravstveno stanje i dr)
- ☐ Nositi po potrebi rudarski čekić za eventualno proveravanje stabilnosti tla, etaže i pravca kretanja.
- ☐ Pri približavanju ivicama ili ulegnućima, sa kojih se može pasti kretanje dalje sprovoditi uz udaljenje od tih ivica sve nepogodne površine zaobilaziti prilikom bušenja.
- ☐ Kretanje po površinskom kopu pešački, vozilima i mašinama vršiti samo po putevima previđenim za transport.
- ☐ Na putevima na kojima je dopušteno kretanje potrebno je istaknuti znake obaveštenja, upozorenja, izričite zabrane za postojeću rudarsku opremu i bušaću garniture.
- ☐ Putevi za kretanje i opasna mesta moraju biti osvetljena noću
- ☐ Prilikom prinošenja, istovara eksploziva, pravljenje udarnih patrona i njihovog spuštanja u minsku bušotinu, punjenje minskih bušotina patronama eksplozivom koje se nalaze do same ivice etaže onda se moraju preduzeti mere zaštite od pada sa visine (postaviti zaštitnu ogradu na ivici etaže, koristiti zaštitni pojas, užad za vezivanje).
- ☐ Površinski kop treba da bude obezbeđen na pogodan način da bi se sprečio pad ljudi životinja u rudarske radove (postavljanjem tabli upozorenja o zabrani pristupa ivici kopa na rastojanju najmanje 10m i ograđivanjem).
- ☐ Na odgovarajućem rastojanju od ivice etaže treba postaviti vidnu oznaku ili podići nasip da bi se sprečilo opasno približavanje ivici etaže.
- ☐ Ne vršiti radnje prinošenja, istovara, istovara eksploziva, pravljenje udarnih patrona i njihovog spuštanja u minsku bušotinu, punjenje minske bušotine patronama eksploziva i granulisanim eksplozivom koje se nalaze do same ivice etaže, na rastojanju manjem od bezbednog rastojanja, ukoliko nisu za palioca obezbeđeni zaštitni pojas i zaštitno uže.
- ☐ Obratiti pažnju pri radu u ovim prostorijama pri saginjanju i usporavanju.
- ☐ Prilikom kretanja po snegu i ledu, preduzeti sve mere pažnje i načina kretanja, kako bi se izbeglo klizanje i pad zaposlenih. Koristiti adekvatnu obuču.
- ☐ Bušačko-minerski radovi se moraju planirati i izvoditi tako da otklone ili smanje rizici od odrona i klizišta.
- ☐ Transportni putevi, etaže i površine za transport na površinskom kopu moraju da budu dovoljno stabilni, izgrađeni i održavani tako da se po njima može bezbedno transportovati krečnjak i ostala mehanizacija.
- ☐ Pre početka ili nastavka radova posle duže pauze, mora se proveriti da li postoji opasnost od odrona, klizišta ili pada neučvršćenog materijala sa viših etaža.
- ☐ Pri manuelnom rukovanju, prenošenju, raznošenju i istovaru pomoćnog pribora, alata i opreme u bušaću garnituru, intervenciji oko bušaću garniture u toku njenog rada, kretati se, stajati u mestu i raditi samo po radnim i završnim kosinama površinskog

kopa koje su izvedene prema proračunatim vrednostima geomehničke stabilnosti i predviđenim tehničkim parametrima sigurnosti.

- ☐ Pre početka rada, proučiti Uputstvo za miniranje odgovornog lica na površinskom kopu i ove zaštitne mere.

12.4 Mere zaštite pri lociranju bušilica i bušenju eksploatacionih minskih bušotina

- ☐ Palioc mina i odgovorno lice moraju utvrditi pogodnost terena i teren za bušačko-minerske radove uz pomoć geometra
- ☐ Poželjno je (nije zakonski predviđeno da geometar obeleži mikrolokacije eksploatacionih-minskih bušotina radi boljih rezultata miniranja.
- ☐ Pre početka rada pregledati, bušaču garnituru (kompresor, cevi za bušenje, krune za bušenje, cevovodi, creva, bušački čekići, dubinski bušači čekići i drugo).
- ☐ Proveriti ispravnost uređaja za kočenje, hidrauličkog sistema, osvetljenja, signalnih uređaja, sigurnosnih sistema i drugih sklopova.
- ☐ Kontrolisati nivoe ulja, količinu pogonskog goriva, rashladne tečnosti, hidrauličke tečnosti i drugih tečnosti.
- ☐ Ove mere zaštite se određuju u cilju sprečavanja akcidentnih situacija pri radu bušačkih garnitura koje su obavezne za sve izvođače bušačkih radova.
- ☐ Kretanje bušaće garniture se obavlja na ravnom terenu kretati se tako da nosač lafeta bude maksimalno skupljen, a donja tačka držača bušačkih šipki udaljena od tla 50cm.
- ☐ Kretanju bušaće garniture uzbrdo zahteva da se obavezno izvuče nosač lafeta u horizontalni položaj i koristiti ga kao protivteg.
- ☐ Kretanje bušaće garniture nizbrdo, skupiti nosač lafeta prema bušačkoj garnituri.
- ☐ Pri kretanju bušačom garniturom duž terena sa bočnim nagibom, obavezno pre kretanja proveriti u kakvom je stanju teren po kome će krenuti bušača garnitura. Rizik od proklizavanja mnogo veći mnogo veći prilikom kretanja po terenu koji ima nagib.
- ☐ Ne koristiti vitlo prilikom kretanja bušaće garniture, ukoliko nema čvrstu i sigurnu tačku učvršćenja.
- ☐ Ne koristiti vitlo prilikom kretanja bušaće garniture, ukoliko je na dobošu ostalo manje od tri namotaja užeta.
- ☐ Ne koristiti vitlo prilikom kretanja garniture, ukoliko su uža i kuka oštećeni.
- ☐ Uvek treba isključiti kutiju daljinskog upravljanja kada nije u upotrebi.
- ☐ Vitlo ne treba koristiti u bilo koje druge svrhe.
- ☐ Obrtni stalak puniti obavezno u kombinaciji majstor i pomoćnik.
- ☐ Držati cilindre za oscilovanje gusenice blokiranim tokom pripreme za bušenje.
- ☐ Ne treba manevrisati sa blokiranom oscilacijom gusenice.
- ☐ Ne treba previše spuštati hidraulički oslonac, zadnji deo bušilice mora stajati čvrsto oslonjen na tlo.
- ☐ Ne podizati prednji deo bušilice pomoću lafeta.
- ☐ Nikada ne treba odblokirati cilindar za oscilovanje dok je u toku priprema bušilica za bušenje.

- ☐ Uslovi za kretanje nizbrdo/uzbrdo/bočno ne mogu se kombinovati.
- ☐ Ne treba prekoračiti dozvoljene uglove (pomeranje u pravcu kretanja pomoću vitla)
- ☐ Nikada ne treba daljinskim upravljačem upravljati radom ukoliko se nalazite na nizbrdici ispod bušaćih kola.
- ☐ Zatvarati kabine i uvek vezati pojas.
- ☐ Uverite se da se sva nezaposlena lica nalaze van radne zone.
- ☐ Spustiti hidraulički oslonac i čvrsto ga osloniti na tlo bez odizanja šasijske guseničara od tla kod pripreme za bušenje.
- ☐ Pri bušenju na uzbrdici, bušilica treba da bude što je moguće bliže horizontalnoj ravni..
- ☐ Prekinuti rad u slučaju vremenskih nepogoda (jaka električna pražnjenja)
- ☐ Proizvođač bušilice odgovara za ispravnost mašina za bušenje primenom procedura koje je propisao ukoliko je rukovalac bušaću garniture pravilno radio.
- ☐ Rukovalac bušaću garniture vrši pranje i osnovno održavanje mašine za bušenje
- ☐ Rukovaoci bušaćih garnitura obavezno dopremaju bušaću opremu na lokaciju za bušenje (nije dozvoljeno da pomoćnik transportuje bušilicu).
- ☐ Rukovalac bušaću garniture isključivo odgovara za bušenje eksploatacionih bušotina.
- ☐ Pomoćnik na bušilici zatvara minske bušotine da ne dođe do zarušavanja
- ☐ Obaveštava odgovorno lice o završetku svojih radova na pripremi serije za miniranje
- ☐ Za vreme rada bušilice i rada bagera i ostalih rudarskih mašina je zabranjeno je kretanje ljudi u zoni rada bušaću garniture izuzev bušaća i njegovih pomoćnika koji se moraju nalaziti van domašaja lafeta.
- ☐ Za vreme rada kretanje ostalih rudarskih mašina na površinskom kopu zabranjeno je kretanje ljudi u zoni rudarskih mašina
- ☐ Za vreme rada ili pauza u radu ne zadržavati se na mestima gde može doći do povređivanja usled osipanja stenske mase, bilo usled njenog slučajnog pokretanja, bilo da to pokretanje izazove neka životinja.

12.5 Mere zaštite prilikom rukovanja i manipulisanja eksplozivom i eksplozivnim sredstvima

- ☐ Ukoliko je potrebno prenositi eksploziv na način da je izvađen iz originalnog pakovanja treba ga preneti tako da ambalaža odgovara u potpunosti ambalaži izvođača u pogledu sigurnosti, vibracije i drugog.
- ☐ Palioc mina vrši pripremu eksploziva detonatorima i štapinom za paljenje izvlačenje štapina izvan bušotine i njihovo povezivanje u mreži
- ☐ Povezuje inicijalne elemente sa mašinom za startovanje
- ☐ Zatvara bušotine određenim materijalom (može i glina)
- ☐ Proverava postavljanje mreže za miniranje
- ☐ Obaveštava tehničkog rukovodioca o završetku pripremnih radnji, udaljavanje bušaća iz zone miniranja uz još jednu proveru terena da nije ostalo još nešto od eksplozivnih i inicijalnih materijala

- ☐ Aktivira minsko polje, primarno i ponovno da bi se uverio da nije neko punjenje ostalo neeksplodirano
- ☐ Nakon eksplozije obilazi zone miniranja i pregleda uspešnost miniranja i obaveštava odgovorno lice
- ☐ Manipulacija sa eksplozivom se vrši samo danju a izuzetno uveče uz osvetljenje koja nema plamen.
- ☐ Osobe koje manipulišu eksplozivom ne smeju pušiti i ne smeju kod sebe imati duvan pakovanje, upaljač, šibicu i druga zapaljiva sredstva, mobilni telefon, vatreno oružje.
- ☐ Eksploziv pažljivo istovariti, spuštati, utovarati i podizati.
- ☐ Manipulisati eksplozivom u originalnom pakovanju u neoštećenoj ambalaži.
- ☐ Eksplozivna sredstva koja nisu ispravna ne upotrebljavati za miniranje.
- ☐ Minerski radovi se ne mogu izvoditi u sredini gde bi izazvali požar i eksploziju.
- ☐ Kod pružanja usluga aktiviranja napunjenih minskih bušotina palilac mina, rudarski tehničar ili rudarski inženjer mora pre punjenja i aktiviranja iskontrolisati izbušene bušotine (broj, raspored, dimenzije, nagnutost), kvalitet i količinu eksploziva i inicijalnih sredstava, opremljenost i povezanost inicijalnih sredstava (nonela).
- ☐ Skloniti zaposlene i pokretnu opremu na sigurnu udaljenost i zaklone pre punjenja minskih bušotina i za vreme miniranja.
- ☐ Pre aktiviranja minskog polja zabraniti pristup i prolaz i osigurati pristupne puteve na radilište postavljanjem straže radi sprečavanja i nekontrolisanog ulaska ljudi, životinja i materijalnih sredstava u zoni miniranja

12.6 Mere zaštite pri punjenju eksploatacionih minskih bušotina eksplozivom

- ☐ Prilikom kontrolnog merenja otpora elek. detonatora mora se obezbediti posebno mesto takvo da eventualna detonacija električnog detonatora koji se kontroliše ne može da izazvati opasnost po ljude i materijalna dobra.
- ☐ Ostali detonatori se moraju nalaziti iza pregrade preko koje se ne može preneti detonacija sa ispitivanog detonatora.
- ☐ Detonatore pričvršćivati za sporogoreći štapin ili detonirajući štapin isključivo pomoću specijalnih minerskih klešta predviđenih za tu svrhu.
- ☐ Obavezno isprobati brzinu gorenja sporogorećeg štapina pre vezivanja za minsko polje.
- ☐ Za vreme punjenja minskih bušotina pored palioca mina smeju biti samo zaposleni koji rade na miniranju, ostali se moraju povući toliko daleko da su sigurni za svoju zaštitu i zaštitu drugih.
- ☐ Ako se punjenje vrši grupno, razmak između radnih grupa treba da bude najmanje 20m.
- ☐ Minske bušotine puni palilac mina, rudarski tehničar i rudarski inženjer sa položenim ispitom za miniranje.
- ☐ Patrone u minske bušotine ne smeju se gurati na silu i gnječiti već se moraju umetati pojedinačno i lako utiskivati drvenim ili plastičnim štapom.

- ☐ Obratiti pažnju na očuvanje štapina, elek.vodova detonatora, NONEL cevčica i paziti da se ne lomi i ne ošteti.
- ☐ Pre početka punjenja bušotina proveriti da li je prečnik patrona eksploziva manji od prečnika bušotine, tako da patrona može proći do dna bušotine.
- ☐ Eksploziv i sredstva za iniciranje ekspl. dopreмати u područje u kome se izvodi miniranje neposredno pre punjenja bušotina

12.7 Pravilno začepljivanje minskih bušotina

- ☐ Naručilac miniranja mora da zahteva od palioca mina dopremu odgovarajućeg materijala za začepljenje-glina, zemljasti materijali, plastični materijali.
- ☐ Praksa je da bušačko-minerska preduzeća koriste isključivo nabušeni stenski materijal iz bušotina (nije samo on dovoljan)-što nije dobro za dobro za rezultate miniranja.
- ☐ Začepljivanje mina je veoma važno za rezultat miniranja jer se začepljenjem sačuva energija gasova koji se dešavaju u toku procesa miniranja.
- ☐ Najkvalitetniji materijal za začepljivanje je glina, zemlja i drugi plastični materijali koji omogućuju izvanredno zatvaranje usta minske bušotine.
- ☐ Čep unutar minske bušotine koji odvaja pojedine delove razdvojenog eksplozivnog punjenja mora biti izrađen od inertnog materijala.
- ☐ Svaka bušotina ispunjena eksplozivom mora se začepiti osim ako proizvođač tog eksploziva nie odredio drugačiju upotrebu.
- ☐ Kao materijal za začepljivanje može se koristiti znasti i prašinasti materijal od bušenja koji ne sme da varniči, što može da bude slučaj kod miniranja granita koji imaju kvarca.
- ☐ Oštećene minske bušotine i minske bušotine koje nisu pravilno raspoređene ili koje su izbušene u neotpornom materijalu ne smeju se puniti eksplozivom.
- ☐ Vlažne ili vodom ispunjene minske bušotine koje nisu pravilno raspoređene ili koje su izbušene u neotpornom materijalu ne smeju se puniti eksplozivom koji nije otporan na delovanje vode ili koji nije na odgovarajući način zaštićen od delovanja vode.
- ☐ Pojedini delovi minskog punjenja smeju biti međusobno odvojeni vazduhom, odnosno vazдушnim čepom.
- ☐ Dužina čepa se obično projektuje prema dimenziji otpora, u principu ne sme da bude duži od veličine otpora.

12.8 Mere zaštite u rukovanju sa udarnim patronama

- ☐ Udarne patrone se pripremaju isključivo pre punjenja bušotina.
- ☐ Kapice krajeva provodnika el. detonatora skidaju se neposredno pre spajanja pojedinačnih eksplozivnih punjenja u mreži za elek. paljenje mina.
- ☐ Na mokrim radilištima se mine smeju inicirati samo električnim detonatorima otpornim prema vodii čiji provodnici imaju izolaciju protiv vlage ili pomoću vodootpornog sporogorećeg štapina.
- ☐ Svaku bušotinu pre punjenja udarnom patronom ili patronama eksploziva pregledati vizuelno i akustički (osluškivanjem zvuka) izmeriti mernim kontrolnim instrumentima u smislu utvrđivanja prečnika, nagiba, vertikalnosti, ukošenosti, krivudavosti, eventualne napunjenosti vodom (kamenom) ili začepljenosti bušotne.
- ☐ Provera udarne patrone se vrši radi njenog pravilnog postavljanja u bušotinu.
- ☐ Udarne patrone mase veće od 1 kg ne smeju se spuštati u bušotinu držanjem za provodnike električnih detonatora ili za sporogoreći štapin
- ☐ Za svaku seriju pripema se odgovarajući broj udarnih patrona koliko je potrebno za bušenje.

- ☐ Udubljenje u patroni ekspl. za smeštaj inicijalnog sredstva dozvoljeno je izrađivati samo šiljkom izrađenim od materijala koji ne stvara varnice (bakar, drvo).
- ☐ Zabranjena je upotreba čeličnih predmeta.
- ☐ Kod pružanja usluga aktiviranja napunjenih minskih bušotina palilac mina, rudarski tehničar ili rudarski inženjer mora pre punjenja i aktiviranja iskontrolisati izbušene bušotine (broj, raspored, dimenzije, nagnutost), kvalitet i količinu eksploziva i inicijalnih sredstava, opremljenost i povezanost inicijalnih sredstava (nonela).
- ☐ Skloniti zaposlene i pokretnu opremu na sigurnu udaljenost i zaklone pre punjenja minskih bušotina i za vreme miniranja.
- ☐ Pre aktiviranja minskog polja zabraniti pristup i prolaz i osigurati pristupne puteve na radilište postavljanjem straže radi sprečavanja i nekontrolisanog ulaska ljudi, životinja i materijalnih sredstava u zoni miniranja.
- ☐ Pri pripremanju udarnih patrona i uvek kada se radi sa eksplozivom ne smeju se upotrebljavati svetiljke sa otvorenim plamenom niti se sme pušiti.
- ☐ Udarne patrone stavljaju se po pravilu na dno minske bušotine.
- ☐ Udarne patrone pripremaju se pomoću detonirajućeg štapina.

12.9 Mere zaštite pri intervencijama kod saniranja neeksploziviranih mina

- ☐ Ako neka mina ne eksplozivira ili postoji sumnja u skloništu se mora sačekati najmanje 20 minuta. Isto važi i ako neka mina ne detonira pravilno tj. ako se čuje slabija detonacija ili ako izlazi dim iz bušotine neuobučajene boje (žućkasto sivi ili crvenkast dim)
- ☐ Obustaviti rad odmah ukoliko primeti eksplozivnu materiju, obezbeđujući to mesto i o tome odmah obavestiti neposrednog rukovodioca miniranja.
- ☐ Udaljenost paralelne minske bušotine zatajene mine, ne sme biti manji od 1m, za bušotine dubine do 10m odnosno 3m, za bušotine dublje od 10m.
- ☐ Nova minska bušotina ne sme seći pravac neeksploziviranih mina.
- ☐ Minske bušotine raspoređivati tako da se eksplozivna punjenja ne mogu spajati niti dodirivati.
- ☐ Obustaviti bušenje minskih bušotina ukoliko se, prilikom bušenja primeti da iz njih izlaze gasovi pod pritiskom ili u opasnoj koncentraciji.
- ☐ U cilju eliminisanja neeksploziviranih mina minske bušotine puniti eksplozivom, neposredno pre izvođenja miniranja radi bezbednosti na minskom polju
- ☐ Svako aktiviranje mina, kao i početak i kraj izvođenja, moraju se pravovremeno objaviti predviđenim postupkom i signalnim sredstvima utvrđenim u uputstvu o miniranju.
- ☐ Eksplozivom napunjene bušotine pre aktiviranja treba pokriti pleterom, starim transportnim trakama i sličnim elastičnim zaštitnim materijalom.
- ☐ Aktivirati zajedno sa paliocem mina, neeksploziviranu minu, jer njih dvojica najbolje poznaju pravac prethodne bušotine.

- ☐ Ne bušiti novu bušotinu iz zaostalog otvora prethodne bušotine zbog opasnosti zastalog eksploziva u njoj.
- ☐ Prilikom aktiviranja mina pomoću sporogorećeg štapina, kraj štapina koji se stavlja u detonatorsku kapislu odseče se malo normalno na osu štapina oštrim nožem i zatim se u kapisli pričvrsti minerskim kleštima.
- ☐ Neeksplozirane mine sa nepatroniranim eksplozivom za čije iniciranje je upotrebljen samo detonirajući štapin bez električnog detonatora u minskoj bušotini, smeju se uništiti samo ispiranjem vodom.
- ☐ Neeksplozirane mine čije se začepljenje ne može ukloniti ispiranjem vodom ili izduvavanjem komprimovanim vazduhom tj bez upotrebe alata, smeju se uništavati pomoću udarne patrone postavljene u blizinu ili neposredno na neeksplozirano eksplozivno punjenje.
- ☐ Neeksplozirane mine sa ugrađenim električnim detonatorima moraju se uništavati na taj način što se pre postavljanja udarne patrone za uništavanje neeksploziranog eksplozivnog punjenja krajevi električnih detonatora neeksplozirane mine i nove udarne patrone spoje na kratko.
- ☐ Na površinskim kopovima, odlagalištima i jalovištima ne sme se raditi na način koji može da izazove nestabilnost.
- ☐ Ako neeksplozirane mine nije moguće uništiti na jedan od načina opisanih u ovim zaštitnim merama, neeksplozirane mine se moraju uništavati eksplozivnim punjenjima smeštenim u pomoćne minske bušotine koje se moraju izbušiti paralelno sa minskim bušotinama u kojoj se nalazi neeksplozirana mina i to na udaljenosti većoj od 1m, za bušotine dubine 10m a na udaljenosti od 3m za bušotine dublje od 10m.
- ☐ U pripremi za rad mora se obezbediti da visina i nagib radnih i završnih kosina kopa na kojima se vrši uklanjanje jalovine i eksploatacija mineralnih sirovina bude izvedena po proračunatim vrednostima geomehaničke stabilnosti i predviđenim tehničkim parametrima sigurnosti.
- ☐ Pre početka ili nastavka radova posle duže pauze mora se proveriti da li postoji opasnost od odrona, klizišta ili pada neučvršćenog materijala sa viših etaža
- ☐ Gde je neophodno moraju se vršiti merenja
- ☐ Ako je do neeksploziranja mina došlo pri aktiviranju mina vremenskim električnim detonatorima, na radilište se sme otići tek po isteku vremena od 20 min od trenutka kad su provodnici odvojeni od stezaljki uređaja za električno paljenje mina.
- ☐ Kada mine neeksploziraju pri miniranju u zagrejanj sredini (stene sa povišenom temperaturom) vreme čekanja u skloništu mora iznositi najmanje 60 min .
- ☐ Nakon aktiviranja mina i čekanja u skloništu 20 min, mora se proveriti da li su uklonjeni gasoviti produkti detonacije eksploziva i kontrolisati sigurnost radilišta.
- ☐ Osvetljavanjem i okucavanjem podzemnih i drugih radilišta mora se utvrditi da li su tavanice i bokovi prostorije ili radilišta sigurni, zatim se moraju oboriti (skinuti) labavi viseći komadi (blokovi stena) i utvrditi da li su u preostalim (ne odvaljenim) minskim bušotinama ima ili nema neeksploziranih mina ili ostatka eksploziva.

- ☐ Ako se utvrdi da pojedine mine nisu eksplodirale, one se moraju na uočljiv način obeležiti i moraju se odmah preduzeti potrebne mere da se unište.
- ☐ svakoj neeksplodiranoj mini mora se voditi evidencija sve dok se mina ne uništi.
- ☐ Dok se ne unište neeksplodirane mine ne smeju se obavljati nikakvi radovi koje bi neeksplodirana mina mogla ugroziti, izuzev neophodnih radova za uništavanje neeksplodirane mine.
- ☐ Ako se prilikom pregleda radilišta ne može utvrditi da su sve mine eksplodirale, uklanjanje nestabilnog materijala se mora obavljati pod kontrolom.
- ☐ Neeksplodirane mine ne smeju se uklanjati novom minom, zapunjenom u minskoj bušotini paralelno izbušenoj na rastojanju najmanje osmostruke vrednosti prečnika.
- ☐ Isto tako se mora postupiti sa odminiranim materijalom pri uklanjanju neeksplodirane mine.
- ☐ Sa eksplozivnim sredstvima koja se pronađu u odminiranom materijalu mora se postupiti prema uputstvu.
- ☐ Eksplozivno punjenje minskih bušotina malog prečnika sme biti stubno (kontinuirano) ili razdvojeno (diskontinuirano).
- ☐ Bušotine se smeju puniti patroniranim eksplozivom ili eksplozivom u rasutom stanju.
- ☐ Minske bušotine smeju se puniti patroniranim eksplozivom ili eksplozivom u rasutom stanju.
- ☐ Minske bušotine smeju se puniti ručno i mehanizovano (pneumatski ili upumpavanjem).

12.10 Mere zaštite od statičkog i drugih vrsta naelektrisanja

- ☐ Na mestima na kojima postoji opasnost od lutajućih struja mora se obezbediti niz mera koje se dalje nabrajaju u ovom poglavlju
- ☐ Sva električna oprema se mora propisno uzemljiti
- ☐ Dobro održavati izolaciju provodnika električne mreže i mreže za električno aktiviranje mina
- ☐ Za vreme aktiviranja minskih bušotina eksplozivom, mora se isključiti električna struja iz mreže koja služi za napajanje radnih mašina i drugih uređaja koji rade u neposrednoj blizini mesta na kome se vrši miniranje.
- ☐ Kod ručnih izvora za aktiviranja mina električni detonatori se ne smaju spajati paralelno sa izvorom.
- ☐ Za aktiviranje više mina smeju se upotrebljavati samo detonatori istog tipa.
- ☐ Prilikom aktiviranja mina sporogorećim štapinom ili vremenskim električnim detonatorima, moraju se pratiti i brojati eksplozije pojedinih mina da bi se utvrdilo da li su sve mine eksplodirale.
- ☐ Ako prilikom električnog aktiviranja mina pokretanjem poluge ili ključa - uređaja za električno aktiviranje mina ne usledi eksplozija trenutak ili milisekundnih električnih detonatora, mora se još jednom pokušati da se mine aktiviraju okretanjem poluge odnosno ključa. Zatim se mora uzeti ključ ili poluga uređaja za aktiviranje i proveriti ispravnost provodnika za električno aktiviranje mina i ispravnost uređaja za merenje

električnog otpora, pa tek onda utvrđivati uzrok neeksplozivnih mina. Ako ni posle toga ne usledi eksplozija mina, provodnici za električno aktiviranje moraju se odmah odvojiti sa stezaljki uređaja za aktiviranje i kratko spojiti

- ☐ Ako se mine aktiviraju isključivo električnim detonatorima bez detonirajućeg štapina, za svaku minsku bušotinu moraju se upotrebiti po dva električna detonatora (na dnu minske bušotine i kod čepa od inertnog materijala).
- ☐ Minske bušotine koje su ispunjene vodom moraju se pre aktiviranja ispumpati i puniti samo vodootpornim eksplozivom ili eksplozivom koji je na odgovarajući način zaštićen od delovanja vode.
- ☐ Prilikom upotrebe patroniranog eksploziva u mokrim (vlažnim) minskim bušotinama mora se računati sa povećanim učinkom razaranja i potresanje mineralne sirovine i okoline
- ☐ Ako se posle aktiviranja mina utvrdi da je zbog prekida mreže za električno aktiviranje došlo do neeksploziviranja mina, pre pristupanja njihovom uništavanju mora se proveriti da li je prilikom detonacije susednih mina smanjena linija najmanjeg otpora neeksplozivirane mine.
- ☐ Ako ne postoji opasnost od nepredviđeno velikog odbacivanja miniranjem oslobođenog materijala mora se ponovo uspostaviti strujno kolo u mreži za električno aktiviranje mina i dovesti do detonacije (aktiviranja) neeksplozivirane mine.

12.11 Mere zaštite pri rukovanju detonirajućim štapinom

- ☐ Detonirajući štapin se pre uvođenja minske bušotine mora izrezati na komade potrebne dužine i to nožem na oštroj podlozi od drveta i to normalno na osu štapina.
- ☐ Krajevi rezanog štapina se moraju na pogodan način zaštititi da ne bi došlo do ispadanja eksplozivnog punjenja (lepljivom trakom).
- ☐ Detonirajući štapin se mora rezati jednim potezom noža na podlozi od tvrdog drveta.
- ☐ Prilikom rezanja kotur sa štapinom se mora razvući tako da od mesta rezanja bude udaljen najmanje 25m.
- ☐ Međusobno spajanje dva komada detonirajućeg štapina ili spajanje odvojka štapina ili spajanje odvojka štapina na glavni vod štapina moraju se obavljati preklapanjem ili na drugi način prema uputstvu proizvođača.
- ☐ Krajevi detonirajućeg štapina sa metalnom oblogom moraju se spajati pomoću specijalnih čaura za spajanje detonirajućeg štapina.
- ☐ Spojeni krajevi detonirajućeg štapina se ne smeju postavljati u bušotine.
- ☐ Mreža detonirajućeg štapina se inicira pomoću električnog detonatora, odnosno pomoću detonatorske kapisle opremljene sporogorećim štapinom.
- ☐ Pre miniranja na površini, mreža detonirajućih štapina se mora zaštititi od delovanja Sunčevih zraka ako temperatura vazduha prelazi 30°C.
- ☐ Pri maksimalno dozvoljenoj otpornosti strujnog kola priključenih električnih detonatora, električni uređaj za aktiviranje mina mora osigurati strujni impuls intenziteta najmanje 1 A.
- ☐ Svi međusobni spojevi krajeva provodnika električnih detonatora, kao i spojevi sa vodovima za električno aktiviranje mina moraju se propisno izolovati.

- ☐ Mreža za električno aktiviranje mina mora biti što više udaljena od svih predmeta koji mogu biti naelektrisani.
- ☐ Punjenje minskih bušotina eksplozivom se mora prekinuti, a ljudi se moraju skloniti u zaklon čim se primeti da se minskom polju približava oluja sa grmljavinom.
- ☐ Već zapunjene minske bušotine se moraju aktivirati, a ako nije moguće, onda se zapunjene serije mina moraju kratko spojiti.
- ☐ Sa radom nastaviti tek kad oluja prođe.

12.12 Mere zaštite pri rukovanju sporogorećim štapinom

- ☐ Sporogoreći štapin za aktiviranje mina mora biti toliko dugačak da nakon aktiviranja štapina bude dovoljno vremena za povlačenje u sklonište.
- ☐ Pri pojedinačnom aktiviranju mina svaki sporogoreći štapin koji se ranije zapali mora biti najmanje 10m duži od onog koji se pali sledeći.
- ☐ Najkraći sporogoreći štapin mora biti duži 1m a najduži 4m.
- ☐ Štapini se mogu aktivirati kada sve minske bušotine budu pripremljene za aktiviranje i kada bude obezbeđeno povlačenje lica koja aktiviraju mine.
- ☐ Ako se pojedinačno aktivira veći broj mina jedno stručno lice sme aktivirati najviše 5 štapina.
- ☐ Na jednom gradilištu mine smeju aktivirati najviše dva lica istovremeno.
- ☐ Krajevi sporogorećeg štapina koji se aktiviraju otvorenim plamenom moraju se koso odseći i malo uzdužno zarezati.
- ☐ Krajevi sporogorećeg štapina mogu biti dugački najmanje 20cm izvan minske bušotine i međusobno odmaknuti najmanje 10cm.
- ☐ Krajevi sporogorećeg štapina koji viri iz minske bušotine ne smeju se savijati, ispreplitati već se moraju ostaviti da slobodno vise.
- ☐ Kada se na jednom radilištu mora aktivirati više od 10 sporogorećih štapina aktiviranje se mora izvršiti pomoću minerskih čaura ili minerskog saća.
- ☐ Jedan palilac sme paliti najviše pet čaura ili saća.
- ☐ Sporogoreći štapin se sme upotrebljavati u podzemnim prostorijama s nagibom većim od 30°
- ☐ Dozvoljena je upotreba na radilištima gde je zabranjena upotreba otvorenog plamena
- ☐ Sporogoreći štapin se sme koristiti na radilištima gde se pri aktiviranju mina ne može u propisanom roku skloniti ili povući ljudstvo u skloništa.

12.13 Opšte mere zaštite od statičkog i drugih vrsta naelektrisanja

- ☐ Sprovoditi mere zaštite od statičkog naelektrisanja pri stavljanju savremenih vrsta eksploziva specijalnim mašinama u bušotine.
- ☐ Odeća zaposlenih ne sme biti izrađena od svile niti sme u sebi sadržati vlakna od sintetičkog materijala mora biti pamučna.
- ☐ Odeća zaposlenih mora biti od kože ili od provodljive gume.
- ☐ U donove cipela se ugrađuje mesingana pločica u svrhu uspostavljanja stalne galvanske veze između zaposlenog i zemlje.

- ☐ U blizini visokonaponskih dalekovoda i drugi objekata visokog napon, električno aktiviranje mina se sme izvoditi samo kad ne postoji opasnost da će zbog blizine vodova visokog naponu u provodnicima mreže za električno aktiviranje mina, indukovati opasna električna struja.
- ☐ Prilikom električnog aktiviranja mina u blizini stabilnih i pokretnih radio-predajnika i radarskih stanica i uređaja koji stvaraju toliko elektromagnetno polje da ono može u provodnicima za aktiviranje mina indukovati električnu struju dovoljnu za aktiviranje električnih detonatora smeju se upotrebiti samo električni detonatori deklarirani veličinama struje koje ih ne smeju aktivirati i koje moraju biti veće od indukovanih veličina struje u provodnicima električnih detonatora, a koje ni u kom slučaju ne smeju prelaziti 0.5 A.
- ☐ Ako se miniranje obavlja u blizini visokonaponskih dalekovoda i vodova za napajanje električnih mašina električnom energijom i u blizini elektrifikacionih pruga i transformatorskih stanica koje se ne smeju isključiti za vreme izvođenja minerskih radova, mine se po pravilu moraju aktivirati sporogorećim ili detonirajućim štapinom.
- ☐ U svim tim slučajevima mora se predvideti i pouzdana zaštita od miniranog materijala.
- ☐ Na patronirani eksploziv (praškasti, granularni, kašasti i vodoplastični) sme se sipati, uduvavati ili upumpavati u minske bušotine samo ako je namenjen za takav način punjenja i ako uređaji za mehaničko punjenje odgovaraju za te svrhe.
- ☐ Obaveza je preduzeća da izvrši ispitivanja i preglede radne okoline na hemijske štetnosti, prašina a stručne nalaze radi ovlašćena ustanova.
- ☐ Električni uređaj za aktiviranje mina mora imati poseban ključ ili polugu kojom se uključuje električna struja za aktiviranje mina.
- ☐ Kondenzatorski električni uređaj za aktiviranje mina mora imati ugrađen signalni uređaj koji optički i akustički upozorava na to da je uređaj spreman za aktiviranje.
- ☐ Električni uređaj za aktiviranje mina mora biti tako konstruisan da ne može doći do nehotičnog aktiviranja.
- ☐ Provodnik električne struje za aktiviranje električnih detonatora sa električnim uređajem za aktiviranje mina je od bakra, koji obavezno mora biti izolovan.
- ☐ Krajevi žice provodnika i električnih detonatora moraju se pre spajanja očistiti tako da se sjaje. Krajevi se čvrsto međusobno opletu i spojena mesta izoluju.
- ☐ Ne smeju se koristiti provodnici od aluminijuma. Električni provodnici za druge svrhe (signalizacija, osvetljenje) ne smeju se koristiti kao provodnici za spajanje električnih detonatora sa električnim uređajem za aktiviranje mina.
- ☐ Krajevi žica električnog provodnika koji se vezuju sa električnim uređajem za paljenje mina moraju biti kratko spojeni.
- ☐ Krajevi se mogu odvojiti neposredno pre vezivanja sa električnim uređajem za paljenje mina.
- ☐ Stacionarni provodnici za električno aktiviranje moraju se polagati tako da se ne dodiruju sa ostalim električnim provodnicima, kablovima, električnim uređajima i metalnim predmetima.

- ☐ Stalno vizuelno kontrolisati ispravnost izolacije provodnika za električno aktiviranje mina, oštećene provodnike isključiti iz upotrebe.
- ☐ Korišćenje ispravnih električnih aparata i uređaja, njihova pravovremena popravka od strane stručnih lica (električara) i dupla provera isključenosti električnih uređaja i aparata kada se oni ne koriste.
- ☐ Za miniranje u blizini dalekovoda visokog napona i elektrifikacione železničke pruge dužina provodnika za miniranje odredi se tako da prilikom miniranja ne može doći do dodirivanja odbačenog provodnika za miniranje i vodova visokog napona i izazivanja na njima kratkog spoja.
- ☐ Provodnici voda za paljenje mina moraju biti ankerima pričvršćeni za tlo.

12.14 Zdravstvena zaštita i uslovi rada učesnika u procesu bušačko-minerskih radova na površinskom kopu

- ☐ Za rad pri smanjenoj vidljivosti (noć, magla), bušača garnitura mora imati odgovarajuća svetla
- ☐ Sva mesta na površinskom kopu i mehanizacija moraju biti osvetljeni na prostoru gde se buši i minira
- ☐ Zaštititi palioca mina pri ekstremno visokih ili niskih temperatura od direktnog sunčevog zračenja
- ☐ Palioci mina treba se oblačiti u skladu sa vremenskim uslovima i odećom koja nema sintetike
- ☐ Radnici se obavezno upućuju na prethodni lekarski pregled prilikom postavljanja na radno mesto
- ☐ Palioci mina se upućuju na periodični lekarski pregled zaposlenih u skladu sa Aktom o proceni rizika
- ☐ U slučaju pogoršanja zdravstvenog stanja radnika na bušilici ili u toku pripreme za miniranje potrebno je da se odmah pošalje kod odgovornog lica na površinskom kopu, ako odgovorno lice utvrdi da je u pitanju ozbiljan zdravstveni problem, obavezno je uputiti radnika u prvu zdravstvenu ustanovu.

13 Literatura

1. Miniranje na površinskim kopovima, M. Savić, RMF Bor, 2009.
2. Upravljanje rizicima, 6. Savetovanje 2018. godina, Požarevac
3. Upravljanje rizicima, 7. Savetovanje 2019. godina, Požarevac
4. Seizmika miniranja, L. Kričak, RGF Beograd, 2006.
5. Bušenje i miniranje, N. Purtić, RGF Beograd, 1991.