

8. UKLANJANJE OTKRIVKE

Eksploatacijski sloj kamena prekriven je najčešće jalovinskim pokrovom. Pri površinskoj eksploataciji prva tehnološka operacija je uklanjanje tog jalovinskog pokrova. Od naravi i debljine otkrivke ovisi i način njenog uklanjanja. Najčešći slučaj su ležišta s dvojakom otkrivkom koja se u površinskom tanjem dijelu sastoji od rastrošnog kamena pomiješanog s zemljom, a u donjem debljem sloju od čvršćeg kamena. U takvim se slučajevima površinska raskrivka uklanja pomoću utovarača ili kad to nije moguće buldozerom ili hidrauličnim bagerom, kao i na ležištima drugih mineralnih sirovina. Donji kameni sloj se uklanja, ovisno o njegovoj debljini strojno ili miniranjem. Ukoliko ta otkrivka ima manju debljinu (par metara) poželjno ju je uklanjati mehanički pomoću stroja s hidrauličnim otkopnim čekićem, znači bez uporabe eksplozivnih sredstava. Radne operacije neophodne za efikasno uklanjanje jalovine bez oštećivanja eksploatacijskog sloja su: dubinsko bušenje i masovno miniranje s prethodnim podsjecanjem po granici otkrivke i eksploatacijskog sloja s lančanom sjekačicom ili dijamantnom žičnom pilom uz vertikalna piljenja pomoću dijamantne žične pile. Na ležištima kojima otkrivka predstavlja tanki jalovinski sloj čvrstog kamena, ona se obično posebno ne uklanja, već se izdvaja tijekom eksploatacije zajedno s otpadom iz eksploatacijskog sloja. Na slici 8.1. vidi se kamenolom kojemu se otkrivka sastojala od tankog humusnog sloja, koji je uklonjen strojnim izguravanjem do granice otkopavanja, a gornji tanki jalovinski sloj čvrstog kamena će se izdvojiti tijekom eksploatacije kao i jalovina iz eksploatacijskog sloja.

8.1. UKLANJANJE OTKRIVKE MINIRANJEM

Krovinske naslage, i naslage iz rasjednih zona koje se ne mogu ukloniti pomoću rudarskih strojeva, odstranjuju se miniranjem. Ovisno o položaju i mogućnostima primjenjuju se različite metode ukupnog uklanjanja otkrivke uz prethodno piljenje ili podrezivanje po granici otkrivke i eksploatacijskog sloja i zatim miniranjem otkrivke. Prethodno odvajanje piljenjem ili podrezivanjem otkrivke od eksploatacijskog sloja, sprečava prijenos štetnog djelovanja eksploziva do zdrave blokovske mase. Na nekim se kamenolomima zadržalo uklanjanje otkrivke miniranjem s podsjecanjem po granici otkrivke i eksploatacijskog sloja, ali uz ostavljanje zaštitnog jalovinskog sloja.

8.1.1. Uklanjanje otkrivke miniranjem s ostavljanjem zaštitnog sloja

Jedan od načina uklanjanja debele otkrivke je uklanjanje u dvije faze i to gornji dio otkrivke se uklanja masovnim miniranjem, a ostatak jalovinskog pokrova debljine obično oko 2 m služi kao zaštitni sloj za zdravu blokovsku stijensku masu i on se naknadno skida plitkim miniranjem. Uobičajeni parametri bušenja i miniranja za masovno otpucavanje u našim ležištima iznosili su: izbojnica, razmak između bušotina, kao i razmak između redova 3 m. Dužina čepa minimalno 2 m, specifična potrošnja eksploziva 400 g/m^3 . Otpucavanje milisekundno s otvaranjem u obliku klina, tzv. miniranje u susret. Nadalje pri miniranju s dubokim minskim bušotinama primjenjuje se također izduženi ili stupni eksplozivni naboj. Punjenje je s međučepovima. U svaku bušotinu umeće se prije punjenja s eksplozivom komad drveta ili gume da amortizira udarac eksplozije u smjeru osi bušotine. Plitko miniranje ima vertikalne bušotine promjera 28–32 mm, dubine 1.8 m, izbojnica i razmak između bušotina 1.0 m, razmak između redova (ako se minira višeredno)

0.85 m. Količina eksploziva po bušotini 0.3–0.5 kg. Nakon masovnog miniranja, kad se izminirana jalovina deponira na jalovnik, uklanja se preostali dio jalovine, koja je služila kao zaštita od seizmičkog djelovanja, plitkim miniranjem uz prethodno potpilavanje. Cijela površina ili dijelovi zaštitnog sloja odvoje se vertikalnim i horizontalnim piljenjem od eksploatacijskog sloja. Nakon toga dio se zaštitnog sloja, koji je potpuno sa svih strana odvojen od eksploatacijskog sloja, minira plitkim miniranjem. Ovaj način uklanjanja otkrivke pokazao se potpuno sigurnim, tako da je zdravi kamen zaštićen od negativnog seizmičkog djelovanja miniranja.

8.1.2. Podsjecanje i miniranje cjelovitih jalovinskih prizmi

Metodu karakterizira istovremeno uklanjanje sve otkrivke uz prethodno piljenje ili podrezivanje po granici otkrivke i eksploatacijskog sloja i zatim miniranjem otkrivke. Prethodno odvajanje piljenjem ili podrezivanjem otkrivke od eksploatacijskog sloja, sprečava prijenos štetnog djelovanja eksploziva do zdrave blokovske mase. Horizontalnim i vertikalnim piljenjem izdvajaju se prizme (blokovi) koji se razaraju masovnim miniranjem. Visina prizmi odgovara visini etaže (otkrivke). U prizmama se buše vertikalne bušotine promjera 85 ili 90 mm, tako da završavaju približno 1 m iznad horizontalnog reza. U praksi treba uvijek prije početka bušenja kompletnu prizmu detaljno pregledati (raspored pukotina, veće kaverne, strukturni sklop), te na temelju pukotinskog sustava korigirati broj i raspored bušotina. Ovisno o broju pukotina, broj bušotina smanjiti do 30 %. Raspored bušotina pomaknuti između vidljivih pukotina, kako bi se dobilo što manje krupnijih komada i tombolona, koje zbog otežanog utovara treba naknadno sekundarno minirati. Dubina bušotina je manja za 1 m od visine etaže, tj. prizme. Veći broj bušotina, uz istu količinu eksploziva, omogućava kvalitetniji raspored eksploziva po bušotini, bolje usitnjavanje i smanjivanje mogućnosti štetnog prijenosa detonacije.

Pri otvaranju i razradi krovinske jalovinske etaže, neophodno je, kao i pri eksploataciji kamena, izrađivati usjeka. Otvaranje usjeka u krovinskim naslagama omogućava formiranje dugih radnih čela, što je preduvjet stalnog i pravovremenog udaljavanja radnog čela krovine od radnog čela eksploatacijske etaže. U većini slučajeva se krovinski usjek otvara u sredini etaže ili samo s jednog boka. Izrada usjeka po sredini etaže zahtijeva izradu jedne vertikalne bušotine $\Phi 150$ mm i dvije horizontalne do spoja s vertikalnom bušotinom, tako da je to usjek tipa “V”. Nakon piljenja horizontalnog i dva vertikalna reza, minira se masa u usjeku na isti način, kao i pri uzdužnom miniranju otkrivke. Horizontalne bušotine se buše na takvom razmaku da međusobno zatvaraju minimalno kut od 90° (slika 8.2.). Pravilno postavljanje i piljenje ovakvih usjeka većih dimenzija omogućava zbog prihvatljivog kuta od 90° , lakše čišćenje odminiranog materijala. Što je stražnji kut manji, čišćenje je teže, a u pojedinom dijelu nemoguće, a nastavak pripremnih radova iz novootvorenog prostora usjeka ograničen. Horizontalne bušotine pri izradi “V” usjeka buše se pod nagibom po vertikali $1^\circ\text{--}3^\circ$, ovisno o dužini bušotina. Nakon otvaranja središnjeg dijela krovinske etaže, treba forsirati napredovanje u toj jalovinskoj etaži u pravcu radnih eksploatacijskih etaža. Krovinsku etažu znači razvijati po dužini paralelno s eksploatacijskom etažom. Za naredni usjek u novootvorenom prostoru treba, ovisno o uočenim karakteristikama stijenske mase (raspucalost, veće pukotine, kaverne), definirati metodu izrade, tj. odlučiti se, koristiti za piljenje isključivo dijamantnu žičnu pilu ili kombinaciju pile i lančane sjekačice. U koliko se procjeni da je strukturni sklop takav, da može pri piljenju

lančanom sjekačicom doći do blokade ruke (mača) sjekačice, sve rezove treba piliti dijamantnom žičnom pilom. U koliko se za podrezivanje krovinskih naslaga primjeni lančana sjekačica, treba težiti za što dužim radnim frontama (50–100 m). Koristiti maksimalne mogućnosti sjekačice, obzirom na dubinu reza (više od 3 m).

Pri korištenju lančane sjekačice za podrezivanje krovinskih naslaga, posebnu pozornost treba obratiti, zbog nemirnog rada sjekačice, na montažu, tj. dobro učvršćenje sjekačice za matičnu stijenu. Potrebno je pravovremeno osigurati da ne dođe do slijeganja i pritiska stijenske mase na ruku sjekačice, uvlačenjem klinova i odgovarajućih podmetača u rez. Najpovoljnija površina reza pri podsjecanju s lančanom sjekačicom je 100–200 m². Pri piljenju krovinskih naslaga, posebnu pozornost treba također obratiti na pad i pružanje eksploatacijskog sloja, jer je to temeljni uvjet za određivanje visina i dužina etaža. Na terenu se uočava trenutak kad dođe do prijelaza iz krovinskih naslaga u sloj eksploatacijskog kamena i prema toj se granici određuje pravac pružanja etaža

Pored miniranja podsječenih ili ispiljenih prizmi s vertikalnim minskim bušotinama efikasnije je miniranje s kosim bušotinama. S takvim načinom miniranja postiže se veći odlom po metru bušotine uz manju specifičnu potrošnju eksploziva, izbjegava se stvaranje stepenica i zakola pozadi ušća minskih bušotina, a smanjuju se i seizmički efekti miniranja.

Nagib minskih bušotina pri takvom miniranju krovinske jalovine iznosi 75°, dok je radna kosina eksploatacijske etaže 90°. Iskustveno se došlo do najpovoljnije veličine probušenja ispod predviđene razine bušenja, koje iznosi do 90 cm, odnosno uzima se, da je probušenje 0.2–0.35 visine etaže. Probušanjem se ne zahvaća eksploatacijski sloj već ono ulazi u dio krovinskih naslaga od 1 m dužine, koji se inače ne zahvaća bušenjem. Podsječeni dio otkrivke minira se dvorednim aktiviranjem. Izbojnica obično iznosi 3.0 m, razmak između bušotina 3.5 m, razmak između redova 2.5 m, a prosječni specifični utrošak eksploziva 0.22 kg/m³.

8.1.3. Uklanjanje otkrivke prespliting miniranjem

Osim prikazanog načina uklanjanja otkrivke, na nekim se kamenolomima arhitektonskog kamena, izdvojeni djelovi otkrivke nakon horizontalnog podsjecanja i vertikalnog piljenja, uklanjaju pomoću prespliting miniranja. Najprije se lančanom sjekačicom podsječe cijela fronta jednog jalovinskog bloka u dubini reza lančane sjekačice. U rezu iza lančane pile ostaje uglavnom krupnozrnati mulj koji služi kao nekakav nosač za blok odrezane otkrivke, jer otkrivka prilikom svog odvajanja ne smije oštetiti banak ispod sebe.

Ako ne postoje vertikalne pukotine, mora se raditi bočni vertikalni rez pomoću dijamantne žične pile. Za izradu reza treba najprije izbušiti dvije vertikalne bušotine i dvije horizontalne bušotine, kroz koje će se provlačiti žica dijamantne žične pile. Vertikalne bušotine imaju promjer 64 mm, a buši se do granice krovine i eksploatacijskog sloja na udaljenosti obično oko 10 m od fronte etaže. Horizontalne bušotine buše se po granici otkrivke i korisnog sloja od fronte etaže do izrađene vertikalne bušotine. Kad se vertikalnom bušotinom pogodi horizontalna moguće je provlačenje dijamantne žice, a samim tim i piljenje stijenske mase, dijamantnom žičnom pilom. Zatim se ispiljena kamena masa minira po metodi dvostrukog otpucavanja minskih bušotina. Prvo se otpucaju bušotine za prespliting miniranje, kako bi se blok odvojio od ostatka stijenske mase otkrivke, a nakon toga masovno se minira blok otkrivke.

Nakon što se otkrivku odvoji s pet strana, potrebno je još odvojiti zadnju tj. šestu stranu pomoću prespliting miniranja. Bušotine za prespliting i masovno miniranje buše se s promjerom bušenja 64 mm. Udaljenost od čela etaže za prespliting miniranje odgovara dubini reza lančane sjekačice, a razmak između bušotina obično 70 cm. Buši se paralelno s frontom s otklonom bušotine 75-80° od horizontale, do dubine od 0.5 m iznad eksploatacijskog sloja. Ovaj zaštitni sloj ostavlja se radi zaštite od prijenosa razarajućeg djelovanja eksploziva. Preciznost bušenja je veoma važna, jer u koliko je ono neprecizno na fasadi nakon miniranja ostaju zubi i neće doći do kalanja po cijeloj površini. Nakon bušenja bušotine se moraju ispuhati pomoću komprimiranog zraka, jer za ovaj način miniranja moraju biti potpuno čiste. Nakon završenog bušenja za prespliting miniranje, odmah se nastavlja s bušenjem otkrivke za masovno miniranje. Razmak između bušotina za masovno miniranje je najmanje 2 m, a dužina izbojnice je jednaka polovici debljine bloka (slika 8.3.). Bušotine za masovno miniranje također se rade s otklonom od vertikale. Primjer parametara jednog prespliting miniranja prikazan je na slici 8.4. Punjenje bušotine je razdjelno, a iniciranje s detonirajućim štapinom. Paljenje je milisekundno s obično 20 ms usporenja mine za minom. Detonirajući štapin povezuje se u serijski spoj s retarderima između bušotina. Pri miniranju otkrivke, odlom materijala mora uvijek biti prema slobodnom prostoru i s što manjim razbacivanjem materijala. Slijedeći blok se minira tek nakon što je sav materijal od prethodnog miniranja odstranjen s čela radilišta. Uklanjanje otkrivke prespliting miniranjem na kamenolomu Kanfanar vidi se na slikama 8.5. i 8.6.

8.1.4. Modificirani način uklanjanja otkrivke prespliting miniranjem

Svi prikazani načini uklanjanja otkrivke zadovoljavaju temeljni zahtjev postavljen za ove radove, a to je očuvanje eksploatacijskog sloja kamena od štetnog djelovanja eksploziva. Sa sigurnosnog gledišta, one su također, ukoliko se provode sve potrebne zaštitne mjere, također svrhovite. Navedene metode se primjenjuju dugo vremena i u praksi su se potvrdile i uhodale. Međutim, sve one imaju izvjesne nedostatke, koji se modificiranim načinom primjene tih metoda mogli izbjeći. Ti nedostaci su izraženiji pri metodi frontalnog podsjecanja između otkrivke i eksploatacijskog sloja pa zatim miniranje otkrivke prespliting miniranjem. Najskuplji dio pri miniranju otkrivke je bušenje minskih bušotina. Kod prespliting metode prvi se dio minira presplitingom za koji je potreban manji razmak između bušotina (70-80 cm), što iziskuje veći broj minskih bušotina pri miniranju jednog bloka. Prespliting miniranje, koje spada u konturno miniranje, ima svrhu dobivanja glatkih i neraspucalih površina i odvajanja bloka otkrivke poguravajućim djelovanjem eksploziva od ostatka stijenske mase. Zbog male koncentracije eksplozivnog punjenja minskih bušotina ne dolazi do drobljenja stijenske mase i stvaranja radijalnih pukotina, jer su tlačna i vlačna naprezanja stijene manja od tlačne i vlačne čvrstoće stijene. Međutim, trenutnim otpucavanjem minskih bušotina i uzajamnim djelovanjem eksplozivnih naboja susjednih bušotina nastaje pukotina po crti minskih bušotina, kao rezultat djelovanja rezultantnih vlačnih naprezanja. Ovakvim miniranjem dobiva se glatka površina, koja prilikom ovakve eksploatacije nema bitne važnosti, jer se stijenska masa koja nije odvojena i onako kasnije opet minira masovnim miniranjem. Pored toga otkrivka je kompaktna pa podnosi nagibe i do 90° tako da nema bojazni od klizanja etaže otkrivke i ugrožavanja radnika i strojeva. Prilikom odvajanja presplitingom ukupna masa otkrivke u čvrstom stanju pada na

eksploatacijski sloj. Sila koja pri padu tog dijela otkrivke djeluje na eksploatacijski sloj može prouzročiti oštećenja na samom eksploatacijskom sloju.

Kod metode s prespliting miniranjem, kao i kod ostalih prikazanih metoda karakteristično je i to da se ostavlja zaštitni sloj visine od 0.5–1 m od horizontalnog reza. Izbojnica ili crta najmanjeg otpora, računa se kao najkraća udaljenost slobodne površine na mjestu maksimalnog odloma od uzdužne osi eksplozivnog naboja. Ako se izbojnica uzme samo kao crta najmanjeg otpora, onda je zaštitni sloj od 0.5–1 m zapravo crta najmanjeg otpora, pa se uslijed toga povećava i mogućnost oštećenja eksploatacijskog sloja pri miniranju otkrivke.

Ostavljanje zaštitnog sloja uzrokuje pojavu većeg broja izvangabaritnih komada. Radi utvrđivanja načina miniranja kod kojeg ne dolazi do oštećenja eksploatacijske stijenske mase, rađena su pokusna istraživanja pri kojima su bušotine bušene do samog podrezanog dijela između otkrivke i eksploatacijskog sloja. Eksplozivni naboj se postavljao 0.25 m iznad reza, a taj razmak se ostavljao praznim, zapunjavao sitnim kamenom i pijeskom. Pokazalo se, da sloj pijeska najbolje prigušuje seizmičke valove i u tom slučaju su se dobile najmanje jačine potresa.

Zbog svega navedenog svrhovito je isprobati modificirani načina uklanjanja otkrivke za slučaj frontalnog podsijecanja otkrivke lančanom sjekačicom i za slučaj horizontalnog odvajanja piljenjem dijamantnom žičnom pilom. Obe metode ss navode uz konkretne veličine kakve se mogu primijeniti u većini kamenoloma s velikom debljinom otkrivke.

Frontalno podsijecanje otkrivke

Uklanjanje otkrivke po ovoj metodi odvija se nakon podrezivanja otkrivke lančanom pilom i piljenja vertikalnih bočnih rezova dijamantnom žičnom pilom, kao što je prikazano i kod primjene prespliting miniranja.

Za primjenu ovog načina neophodno je posjedovati lančanu sjekačicu s mogućnošću piljenja reza dubine više od oko 3.4 m.

Da bi se izbjegli svi nedostaci koji se pojavljuju prilikom dvostrukog otpucavanja tj. prespliting i masovnog miniranja otkrivke, povoljnije je dvoredno masovno milisekundno miniranje bez presplitinga. Izrada bočnih rezova i piljenje bloka otkrivke ostaje isto kao i kod metode s prespliting miniranjem. Nakon što se blok podreže i ispile bočne stranice, buše se minske bušotine. Geometrija bušenja mijenja se u odnosu na prijašnju metodu, tako da razmak između bušotina iznosi obično 2.5 m, veličina izbojnice ostaje ista tj. obično 1.7 m, što je ograničeno dubinom reza lančane pile, a dubina bušotine odgovarati će kosoj visini otkrivke. Promjena dubine minske bušotine uzrokovana je time, što se ne ostavlja zaštitni sloj od 0.5 m, nego se buši do samog eksploatacijskog sloja, tj. do reza ispiljenog lančanom pilom. Umjesto zaštitnog sloja od 0.5 m ili 1.0 m, kojeg je činila stijenska masa otkrivke, kao zaštitni sloj, u bušotinu se nasipava pijesak do visine 0.5 m od eksploatacijskog sloja (slika 8.7.). Kao pijesak za izradu zaštitnog sloja može se koristiti osušeni ostatak stijenske mase, nastao piljenjem lančanom sjekačicom. Raspored bušotina je po sustavu cik-cak, to znači da će u svakom idućem redu bušotine biti pomaknute za polovicu razmaka između bušotina u odnosu prema prethodnom redu.

Potpilavanje dijamantnom žičnom pilom uz prethodnu izradu usjeka

Značajka ove metode je, da se otkrivka podrezuje dijamentnom žičnom pilom, pa je potrebno izraditi usjek kako bi se omogućilo provlačenje dijamentne žice za piljenje rezova. Skidanje zemljanih naslaga ostaje u svim fazama potpuno isto kao i kod svih dosad prikazanih načina uklanjanja otkrivke.

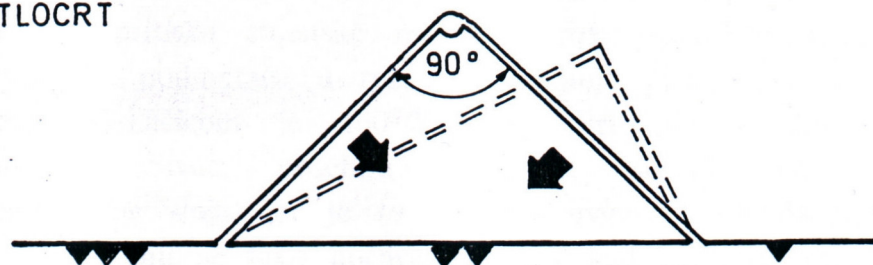
Kod ove metode umjesto podsjekačice za podrezivanje otkrivke, tj. izradu horizontalnog reza, upotrebljava se dijamentna žična pila. Zbog korištenja dijamentne žice potrebno je najprije izraditi središnji ili bočni usjek. Usjek se izrađuje, kako bi se omogućilo piljenje stražnjeg vertikalnog reza dijamentnom žičnom pilom i bušenje horizontalnih bušotina. Ove bušotine služe za provlačenje žice dijamentne žične pile, kod piljenja horizontalnog reza po granici otkrivke i korisnog sloja. Širina bočnog usjeka trebala bi biti na početku bar 5 m, a na kraju 4 m, tako da će se usjek sužavati prema kraju. Dimenzije usjeka moraju omogućiti nesmetano postavljanje bušilice za bušenje horizontalnih bušotina, kao i provlačenje dijamentne žice. Visina usjeka određena je visinom otkrivke. Prema tome, usjek će se izrađivati do visine na kojoj je granica između otkrivke i eksploatacijskih slojeva, miniranjem, red po red, minskih bušotina. Donju površinu usjeka nije potrebno posebno odvajati, u koliko se ispod te površine ne nalaze eksploatacijski slojevi (slika 8.8.). Bočne stranice također ne treba odvajati, u koliko postoje zemljani kanali, koji odvajaju sloj od štetnog djelovanja eksploziva.

Pri skidanju otkrivke jedan bočni rez zamijeniti će izrađeni bočni usjek, a drugi bočni rez će se piliti. Za prikazani primjer skidanja otkrivke u četiri dijela (slika 8.9.), mora se ispiliti i jedan vertikalni rez po sredini fronte jalovinske etaže. Ovaj rez služi kao bočni rez pri miniranju otkrivke. Bočni rezovi se, kao i kod prve metode, rade bušenjem horizontalne i vertikalne bušotine za provlačenje dijamentne žice i piljenjem dijamentnom žičnom pilom po cijeloj visini otkrivke. Za piljenje ova dva reza, potrebno je izbušiti dvije vertikalne i dvije horizontalne bušotine. Otkrivka se podrezuje piljenjem dijamentnom žičnom pilom po granici otkrivke i eksploatacijskog sloja, tj. po podini drugog sloja (slika 8.10). Podrezivanje je, za prikazani primjer, u četiri zahvata, jer je optimalna površina kod piljenja horizontalnih rezova oko 50-60 m². Za provlačenje dijamentne žice potrebno je izbušiti još dvije horizontalne bušotine uz već ispiljene bočne rezove. Zbog uštede vremena i troškova kod premještanja dijamentne pile, bočni i jedan horizontalni rez pile se iz istog položaja. Nakon podrezivanja prvog dijela otkrivke, taj dio se minira i očisti odminirani materijal. Tek nakon toga podrezuje se drugi dio otkrivke. Bušotine se buše do eksploatacijske etaže, tj. do reza dijamentnom pilom. Nagib bušotine je obično 80° u odnosu na horizontalu. Bušotine imaju cik-cak raspored, tako da će u prvom i trećem redu biti šest bušotina, a u drugom pet. Način punjenja i vezanja minskih bušotina, kao i način iniciranja mreže je kao i kod prve metode. Dakle nasipava se zaštitni sloj pijeska od 0.5 m, bušotina se puni u potpunosti, čep je dužine oko 2.5 m.

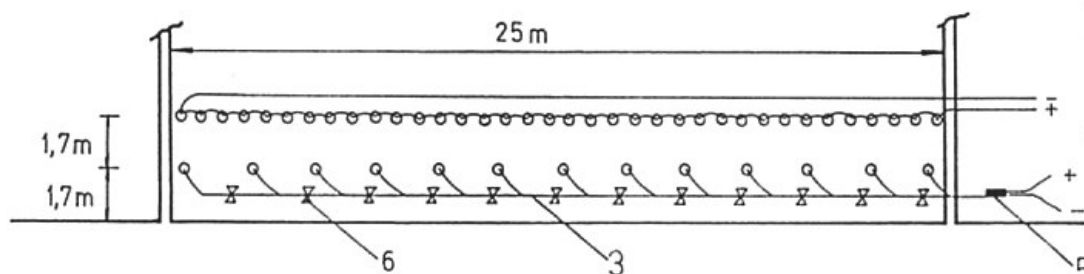


Slika 8.1. - Kamenolom s tankim jalovinskim humusnim slojem i tankim jalovinskim slojem čvrstog kamena

TLOCRT



Slika 8.2. - Pravokutni oblik "V" usjek u jalovinskoj etaži

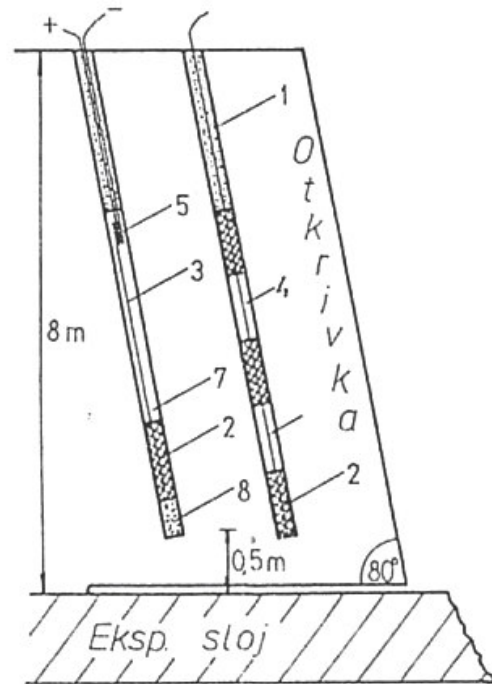


Raspored i povezivanje minskih bušotina kod prespliting metode

Slika 8.3. - Shema uklanjanja otkrivke prespliting miniranjem

LEGENDA:

1. Čep od zemljastog materijala
2. Eksplozivno punjenje
3. Detonirajući štapin
4. Međuzapuna
5. Električni trenutni detonator
6. Milisekundni usporivač (25ms)
7. Prazan prostor
8. Nasipani pijesak



Izgled minskih bušotina kod metode s presplitingom

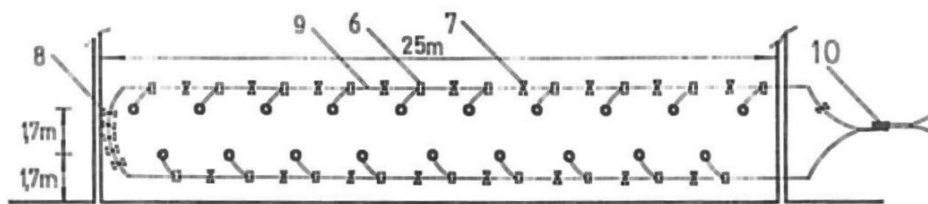
Slika 8.4. - Primjer parametara prespliting miniranja



Slika 8.5. - Podsjecanje otkrivke lančanom sjekačicom u kamenolomu Kanfanar



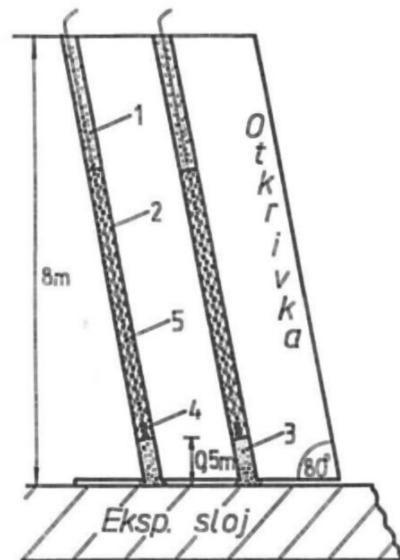
Slika 8.6. - Odminirana otkrivka prespliting miniranjem u kamenolomu Kanfanar



Raspored i povezivanje minskih bušotina

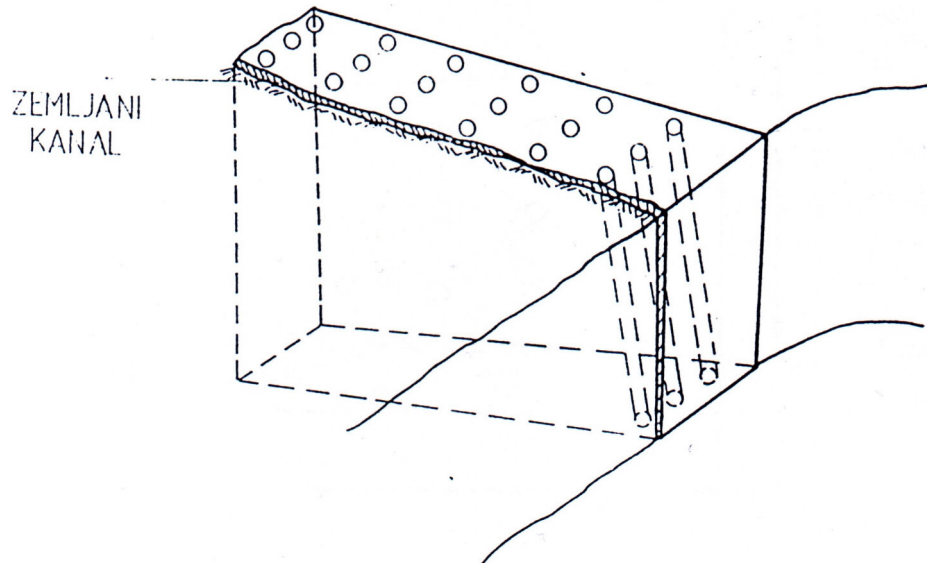
LEGENDA:

1. Čep od zemljastog materijala
2. Eksplozivno punjenje
3. Nasuti pijesak
4. KNIS detonator
5. Udarna cijevčica
6. Spjalica
7. Milisekundni usporivač (25 ms)
8. Milisekundni usporivač (50 ms)
9. Detonirajući štapin
10. Električni trenutni detonator

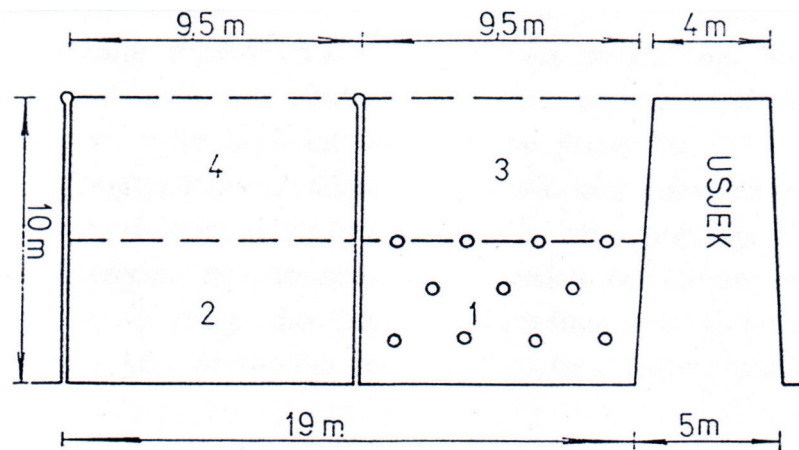


Izgled minske bušotine

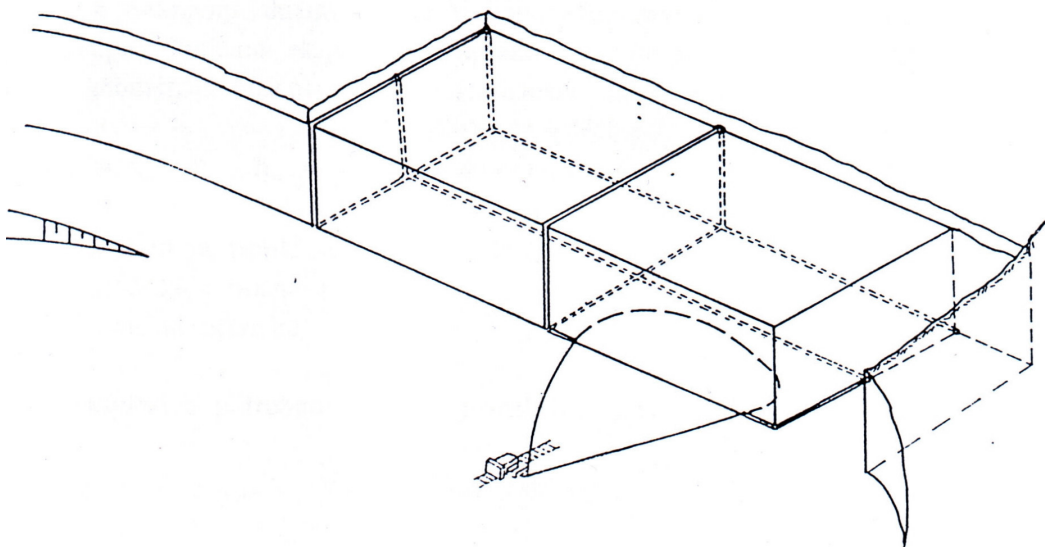
Slika 8.7. - Primjer konstrukcije mine i shema vezanja minskog polja za slučaj s pješčanom zaštitom



Slika 8.8. - Izrada bočnog jalovinskog usjeka za slučaj kad je on smješten izvan granica eksploatacijskog sloja



Slika 8.9. - Tlorisna shema uklanjanja otkrivke iz jalovinskog bočnog usjeka



8.10. - Potpilavanje otkrivke