

10. PRIPREMNE RADNJE

Eksploataciji primarnih blokova piljenjem s dijamantnom žičnom pilom prethode pripremne radnje. Pod tim radnjama podrazumijeva se izrada horizontalnih i vertikalnih bušotina kroz koje se provlači dijamantna žica. Zato se krajevi bušotina moraju sjeći u jednoj točki. Kad su čela etaža dobro razvijena tako da su tri plohe primarnog bloka slobodne, a preostale tri vezane za stijensku masu, potrebno je te tri plohe ispiliti dijamantnom žičnom pilom. Da bi se dijamantnom žicom obuhvatila svaka od te tri površine piljenja potrebno je blok ograničiti s bušenjem tri međusobno okomite bušotine (dvije horizontalne i jedna vertikalna), koje se spajaju u jednoj točki. Za to je važno prije početka bušenja točno usmjeriti i centrirati bušilicu kako ne bi došlo do mimoilaženja bušotina. Pripremni radovi moraju uvijek napredovati pred piljenjem, tj. treba unaprijed izbušiti što više bušotina (slika 10.1.), kako bi dijamantna pila što više radila, a ne da ima zastoje između ostalog zbog čekanja na završetak bušenja. Potrebna je otprilike minimum jedna bušilica za opsluživanje dvije pile, što naravno ovisi o mnogo čimbenika kao što su razvijenost etaža, veličine horizontalnih i vertikalnih rezova, udaljenost radilišta, i samoj organizaciji rada na radilištu, te vrijeme premještanja pile, učinku piljenja ovisno o kompaktnosti stijene itd. Za te radove su se na kamenolomima ustalile, zbog izuzetne mobilnosti, prikladnih gabarita i učinkovitosti lagane hidraulične rotacijske bušače garniture - sonde.

Jedna od takvih hidrauličnih bušačkih garnitura (sondi) prikazana je na slici 10.2., a jedna na slici 10.3. Bušilice su namijenjene za bušenje bušotina promjera 90 do 205 mm, te za bušotine $\Phi 90$ do 240 mm, a po potrebi i 360 mm. Na prve su ugrađeni glavni pogonski motori snage oko 6 kW, a na druge oko 8 kW. Hidraulična bušača garnitura - sonda sastoji se od dvije odvojene jedinice, bušilice i hidrauličnog agregata. Motor u sastavu hidrauličnog agregata pogoni hidrauličnu pumpu koja tlači ulje do hidrauličnog cilindra, a ovaj pretvara dopremljenu energiju u pravocrtno gibanje - potisak bušačkog pribora. Rotacijsko gibanje bušačkog pribora ostvaruje se preko rotacijske stezne glave. Glavni pogonski elektromotor pokreće rotacijsku steznu glavu lančanim prijenosom preko lančanika. Rotacijska stezna glava se diže i spušta pomoću hidraulike klizeći po dva cilindra (vodilice). Komandni dio je povezan s bušilicom električnim kabelom i dva (dovodno i povratno) hidraulična voda -crijeva. Na komandnom dijelu nalazi se regulator brzine bušenja i manometar.

Zamjenom bušače krune s potisnim koturom i dodatnim postavljanjem ulaznog orijentacijskog kotura na vrh bušilice, bušilica se može koristiti kao potisni stup pri piljenju stražnjih zatvorenih rezova dijamantnom žičnom pilom po metodi zatvaranja žice obrnutog lanca. Na ovim bušilicama se, uz malu prilagodbu, može koristiti i kruna za jezgrovanje (s pet widia pločica), tako da se s njom može vaditi jezgra s dubine 10 do 20 m. Znači istovremeno s bušenjem za provlačenje dijamantne žice može se nastaviti s istraživačkim bušenjem i točno ustanoviti kvalitetu stijene u slijedećim etažama.

Većinu bušačkih pripremnih radnji za dijamantnu žičnu pilu zadovoljavaju bušotine promjera 30, 50, 70, 90 i 150 mm. Samo za posebne namjene koriste se bušotine promjera 205 mm i 240 mm, a samo iznimno za specijalna piljenja promjer 360 mm. Najčešće se ipak buši promjer od 90 mm s trokrilnom krunom. Na kvalitetu bušenja utječe i dobro ispiranje bušotina. Naročitu pozornost treba posvećivati ispiranju pri vertikalnom bušenju, koje treba započeti nakon izbušenih 70 cm. Ovisno o dubini bušotina dodatno ispiranje treba trajati 10 do 30 minuta, inače može doći do začepjenja otvora u kruni. Potrebna količina vode iznosi 400 do 500 l/sat. Dužnu

pozornost pokloniti i oštrenju krune. Čim se osjeti da kruna loše buši (sporije napredovanje i pojava vibracija) treba izvući pribor, prekontrolirati zaoštrenost krune i ako ona ne zadovoljava krunu zamijeniti. Ne smije se forsirati bušenje tupom krunom (u koliko npr. preostane za izbušiti samo još desetak centimetara), jer baš to forsiranje najčešće uništi krunu. Krune nije dobro oštriti ručno, jer je teško kvalitetno jednako naoštriti sve widia pločice, a nejednolika izbrušenost pločica (zbog nejednolikog opterećenja) dovodi do njihovog oštećenja i loma. Za oštrenje treba koristiti brusilicu s ugrađenom šablonom pomoću koje se krune ili samo widia pločice bruse na pravilan kut oštrenja. Pri bušenju vrtina promjera 90 mm broj okretaja krune ne treba prijeći 120 min^{-1} . Kruna promjera $\Phi 205 \text{ mm}$ ima za osnovu krunu $\Phi 90$ s dodatna dva reda po tri nosača widia pločica. Za dobro ispiranje ovih bušotina treba 1000 l vode na sat. Radi dobrog "bućkanja" isplake dobro je koristiti uz vodu i manje količine komprimiranog zraka. Na krajnju cijev sonde postavi se dvokraki ventil i na jedan priključak se postavi dovod vode, a na drugi komprimirani zrak. Količinu zraka treba regulirati tako da se dobije ubrzano bućkanje. Pri radu s krunom $\Phi 205 \text{ mm}$ treba pripaziti da broj okretaja ne prelazi 65 min^{-1} . Kruna promjera 240 mm sastoji se od vodeće krune $\Phi 70 \text{ mm}$ i od tri reda nosača s widia pločicama. Pri radu s krunom $\Phi 240 \text{ mm}$ treba pripaziti da broj okretaja ne prelazi 63 min^{-1} . Za dobro ispiranje treba oko 1200 l/sat vode uz uobičajenu dodatnu uporabu komprimiranog zraka. Kruna $\Phi 150 \text{ mm}$ po satavu odgovara kruni $\Phi 205 \text{ mm}$, a koristi se uglavnom za bušenje rupa kod rada s dijamantnom žičnom pilom i to kao centralna bušotina. Broj okretaja ne treba prijeći 75 min^{-1} , a za dobro ispiranje treba 800 l vode na sat uz također uobičajeni dodatak komprimiranog zraka. Bušača kruna $\Phi 360 \text{ mm}$ upotrebljava se samo iznimno kod izrade zatvorenog reza dijamantnom žičnom pilom. Sastoji se od vodeće krune $\Phi 90$ s tri dodatna reda od po pet nosača widia pločica. Maksimalni broj okretaja je 43 min^{-1} , a za dobro ispiranje treba 2000 l vode na sat uz uporabu komprimiranog zraka. Prikladnim zahvatom vode s posebnom sisaljkom može se vraćati vodu na bušilicu i time smanjiti potrošnju vode.

Da ne dođe do mimoilaženja bušotina potrebno je pravilno centrirati i postaviti bušilicu kako za vertikalnu tako poglavito za horizontalne bušotine. Za vertikalno postavljanje bušilice izbuše se dvije rupe (najbolje pomoću šablona) $\Phi 50 \text{ mm}$ dubine 16 cm u koje se postavljaju noge bušilice (vodilice-stošci). Zatim se izbuše 4 bušotine dubine 10 do 15 cm za uporne klinove (sidrišta). Bušilica se pomoću potpornih kosnika ili lanaca i dvojnih vijčanih zatezača dovede u točan okomiti položaj (slika 10.4.). Treba paziti da zatezači ne ometaju hod glave pri kretanju k gornjem položaju. Namještanje bušilice za izradu horizontalne bušotine izvodi se na sličan način. Nakon što se točno odredi potrebni položaj za horizontalno bušenje izbuše se na obilježenom mjestu rupe za umetanje nogu bušilice promjera 5 cm dubine 15 do 16 cm. Bušilica na svom prednjem dijelu ima tri kućišta za noge (stošce), od kojih se za vertikalno bušenje koriste dva vanjska kućišta, a za horizontalno bušenje najčešće samo srednje. U nekim slučajevima dva ili samo jedno vanjsko ovisno o potrebnom položaju bušilice. U izbušenu rupu postavi se bušilica s učvršćenom nogom (stošcem), a iza zadnjeg slobodnog dijela podupre se bušilica podmetačima kojim se mogu izregulirati nagibi bušilice. Zatim se postave zatezači. Obično su dovoljna dva zatezača sa svake strane po jedan. Ovi zatežu bušilicu prema dolje i naprijed. Svaki i najmanji pomak podmetača i zatezača može prouzročiti odstupanja od predviđenog smjera bušenja, tj. dovesti do greške uslijed koje neće doći do probušenja vertikalne bušotine. Najčešće se i horizontalne i vertikalne bušotine buše bušačom krunom $\Phi 90 \text{ mm}$, koja se navija na bušaće cijevi promjera 80

mm. Dužina jedne šipke je obično 1.25 m, a spajaju (nastavljaju) se navijanjem (muško-ženski navoj na krajevima cijevi).

Na slici 10.5. prikazana je izgled hidraulične bušilice mod.MPH-500, te bušilica mod. HDM 025 postavljena u položaj za horizontalno bušenje.

Pravac bušenja određuje se, ovisno o prilikama na terenu, pomoću: viska i letve, teodolita, laserski ili kombinirano.

U jednostavnim slučajevima kod manjih dužina bušenja, kad su etaže potpuno ravne, te vertikalna i horizontalna ploha potpuno okomita, može se pravac bušenja odrediti jednostavnim mjerenjem. Od mjesta predviđenog za vertikalnu bušotinu razvuče se konopac u pravcu do ruba etaže i ta točka spusti viskom na donju etažu, gdje će se učvrstiti bušilica i izregulirati joj nagib. Konopac s viskom se ne spušta preko ruba etaže direktnim kontaktom sa stijenom već preko čavla na jednoj dasci učvršćenoj kamenom na gornjoj etaži. U trenutku kad je bušilica spremna za rad provjeri se ponovo je li horizontalni konopac u vertikalnoj crti sa simetralom bušilice. Kontrolira se preko dvije točke, jer se konopac ne spušta okomito samo do ušća bušotine nego se preko daske postavljene na gornju etažu izvuče od ruba etaže za oko 1.5 m i viskom spusti na stražnju stranu bušilice (slika 10.6.).

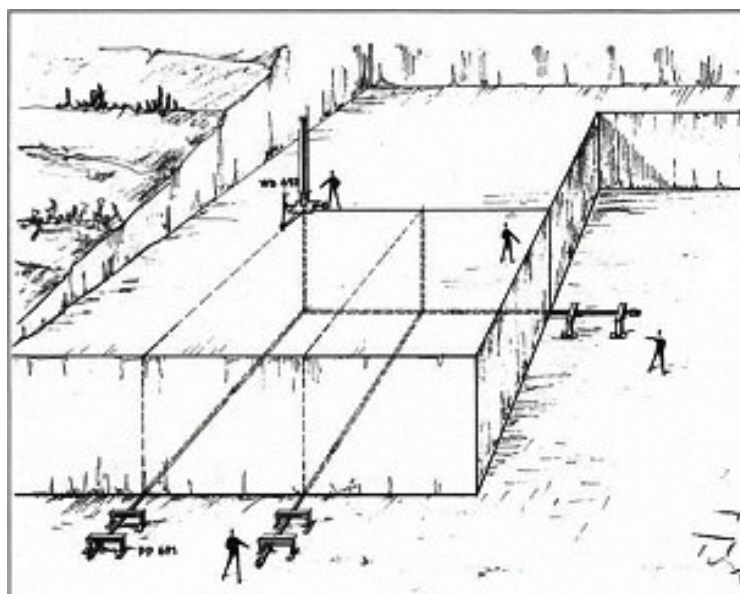
Pri centriranju bušilice teodolitom (slika 10.7.), instrument se postavi u pravac bušenja, a trasirka nad vertikalnom bušotinom. Teodolitom se spusti vizura na mjesto horizontalne bušotine te pomoću letve i libele ucrtta horizontalna i vertikalna crta pravca bušenja. Kad se bušilica učvrsti, zadnji kraj joj se pomoću zatezača dotjera u pravcu teodolita, a odvrtnjem ili zavrtanjem podmetača regulira joj se nagib. Prati se početak bušenja kako bi se eventualno korigirao pravac bušilice, prije nego se izbuši par metara, kad ta korekcija više nije moguća. U slučaju kad se bušilica ne može centrirati samo teodolitom ili samo ručno pomoću konopca koristi se kombinirani način centriranja. Takav je primjer prikazan na slici 10.8. Kad je bušilica npr. smještena u usjeku, zbog visine etaže i male udaljenosti od bušilice ista se ne može centrirati samo teodolitom. S druge strane na gornjoj etaži nalazi se prepreka (npr.hrpa materijala koji onemogućava rastegnuti po pravcu konopac s viskom). U tom slučaju se teodolitom vizira pravac bušenja preko signala nad vertikalnom bušotinom i spuštanjem vizure odredi mjesto horizontalne bušotine. Također se teodolitom na više mjesta od prepreke prema rubu etaže i na samom rubu etaže odrede i označe točke pravca bušenja. Po tim točkama razvuče se konopac od prepreke prema rubu etaže i preko čavla na dasci spusti viskom u vertikalnu ravninu. Konopac se teodolitom dovodi u potrebni pravac bušenja, a bušilica centrirna uobičajenim načinom pomoću konopca i viska.

Jednostavniji i brži način određivanja pravca bušenja je pomoću lasera. Laserski uređaj služi za centriranje jedne bušotine kad je jedna već izbušena, za istovremeno centriranje dviju bušotina i za pravilno pozicioniranje bušača. Napaja se s baterijom od 12 V (za 6 sati rada), a smješta se na nosač s mikrometrijskom regulacijom na dvije osi. Na slici 10.9. prikazan je način centriranja horizontalne bušotine. Na udaljenosti 20 do 25 cm od ruba etaže (da se ne bi dobila sjena točno u točki bušotine) vizira se letva (ili tanja plastična cijev) umetnuta u vertikalnu bušotinu. Snop lasera se usmjeri u centar letve (pa kad je ova u vidokrugu usmjeri se laserski snop po cijeloj dužini cijevi, uvijek po sredini (okretanjem). Ovo centriranje je važno, jer što je preciznije centriranje s letvom biti će bolje locirana točka sjecišta bušotina. Okretanjem laserske cijevi za 270° vizira se crta na kojoj će biti bušilica u horizontalnom položaju. Postupak je potpuno isti i kad se istovremeno određuje položaj dvije bušotine. Kako se laserski snop može okretati za 360° na ovaj način se može centrirati bušilica i u najnepovoljnijem položaju kad je smještena u usjek. Zbog

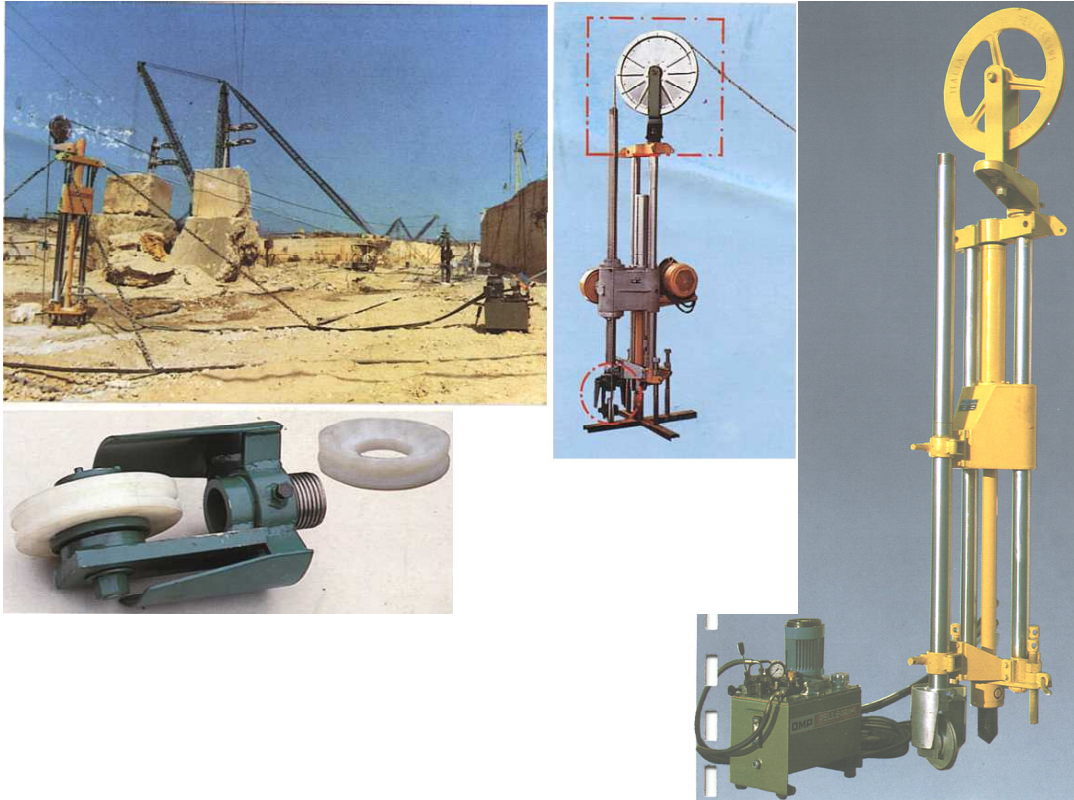
mogućnosti potpunog zakretanja lasera svejedno je hoće li se laser smjestiti na jednu ili drugu stranu usjeka (slika 10.10.). Laserom se može pravilno odrediti horizontalni i vertikalni položaj bušilice, a također i vertikalni, horizontalni i ukošeni pregled svih radova u kamenolomu na udaljenosti od 40 m. Ne smije se gledati direktno u laserski snop.

Kad se radi o plićim horizontalnim bušotinama one se mogu bušiti i s ručnim bušačim čekićem, jer se dijamantna žica može provući kroz takvu bušotinu manjeg promjera ($\Phi 32$ mm). Spajanje horizontalne i vertikalne bušotine je olakšano zbog različitih promjera bušotina. Malim promjerom horizontalne bušotine od 32 mm lakše je nabušiti vertikalnu bušotinu promjera 90 mm, nego kad bi promjeri obje bušotine bili 32 mm. Međutim, nepoklapanje bušotina nastaje kao rezultat većeg skretanja dljetca bušačeg čekića iz pravca, a i zbog pogrešnog i težeg postavljanja bušačeg čekića u pravac. Zato je kod primjene bušačeg čekića potrebno besprijekorno orijentirati čekić preko kliznih vodilica (slika 10.11.). Monolitne vodilice (uređaj Horizon) od profilnog čelika (U-profil) sadrže pneumatski cilindar za potiskivanje bušačeg čekića. Vodilica je učvršćena za teren klinasto sidrenim sustavom. Usidrene šipke čine jednu crtu, što omogućava izradu horizontalne bušotine gotovo u nivou etaže (6 cm). Dužina vodilice je 4 m, a radni hod čekića 900 mm.

U koliko, iz bilo kojih razloga, ipak dođe do nepoklapanja bušotina, pogreška odnosno veličina odstupanja se može ustanoviti pomoću digitalnog uređaja - tragača bušotina (slike 10.12. i 10.13.). Na temelju utvrđenih odstupanja korigira se mjesto i pravac bušenja i buši nova bušotina. Greška u položaju izbušene horizontalne (1) od vertikalne bušotine (2), određuje se tako da se u bušotine umetnu dubinomjeri (odašiljač i primač) kabelom povezani s računalom. Na ekranu računala očita se odstupanje (d) horizontalne bušotine lijevo ili desno od vertikalne bušotine kao i odstupanja po visini. Promjer dubinomjera je 35 mm, za bušotinu od 50 mm na više, a 18 mm za bušotine manjeg promjera.



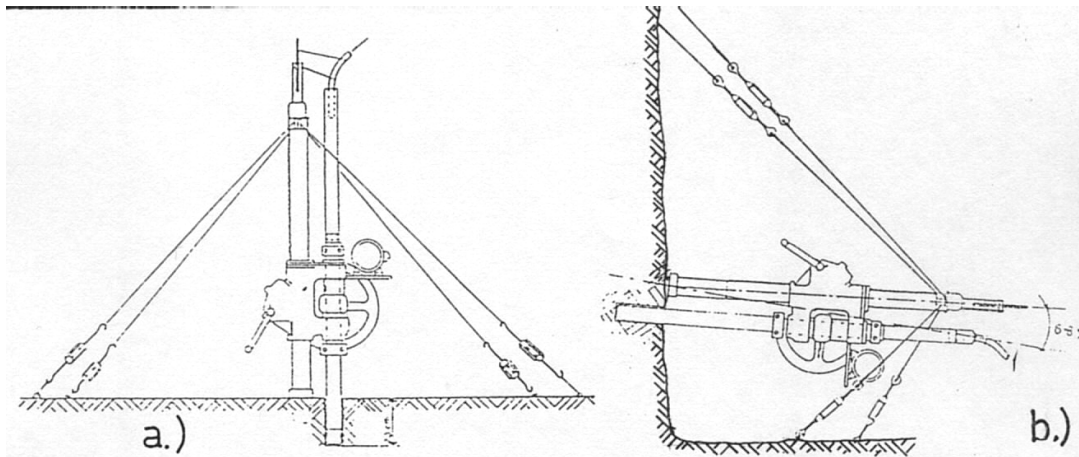
Slika 10.1. - Pripremne radnje za piljenje primarnih blokova dijamantnom žičnom pilom



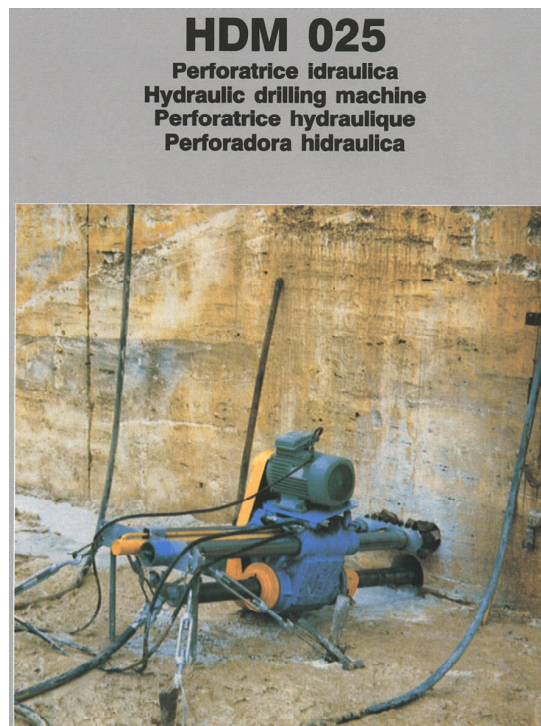
Slika 10.2. - Hidraulična bušilica (sonda) namijenjena za izradu pripremnih bušotina dijamantne žične pile



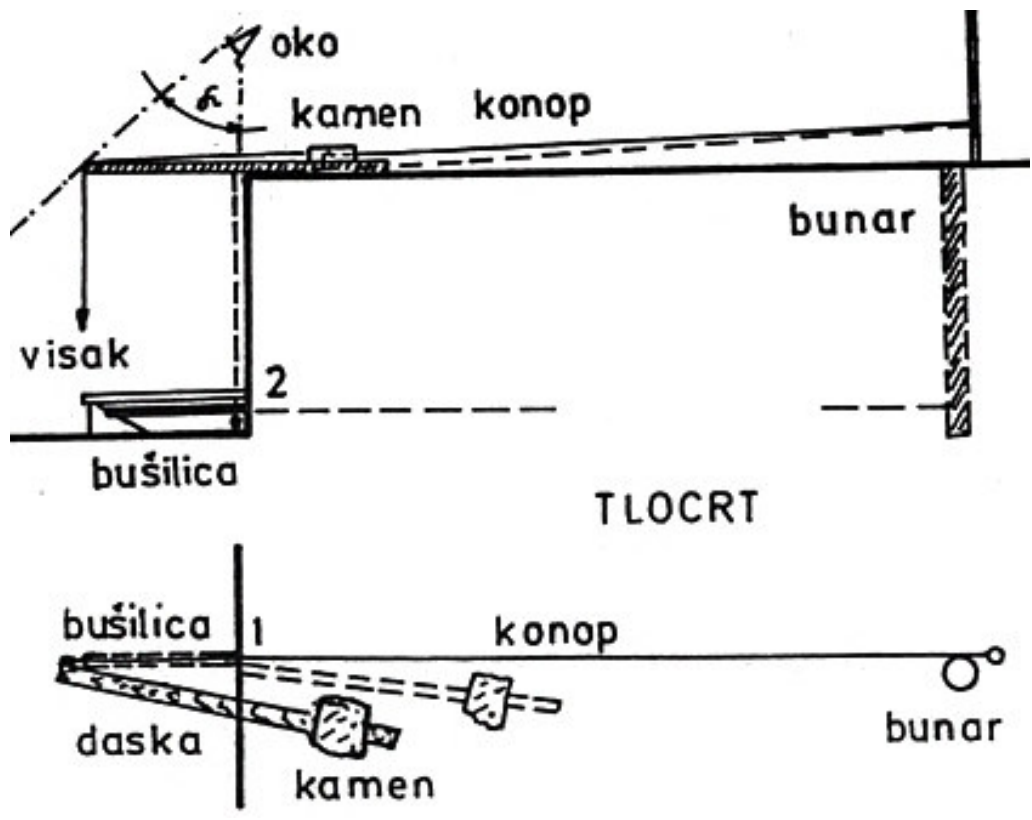
Slika 10.3. - Hidraulična bušilica - sonda u kamenolomu Punta-Barbakan (film)



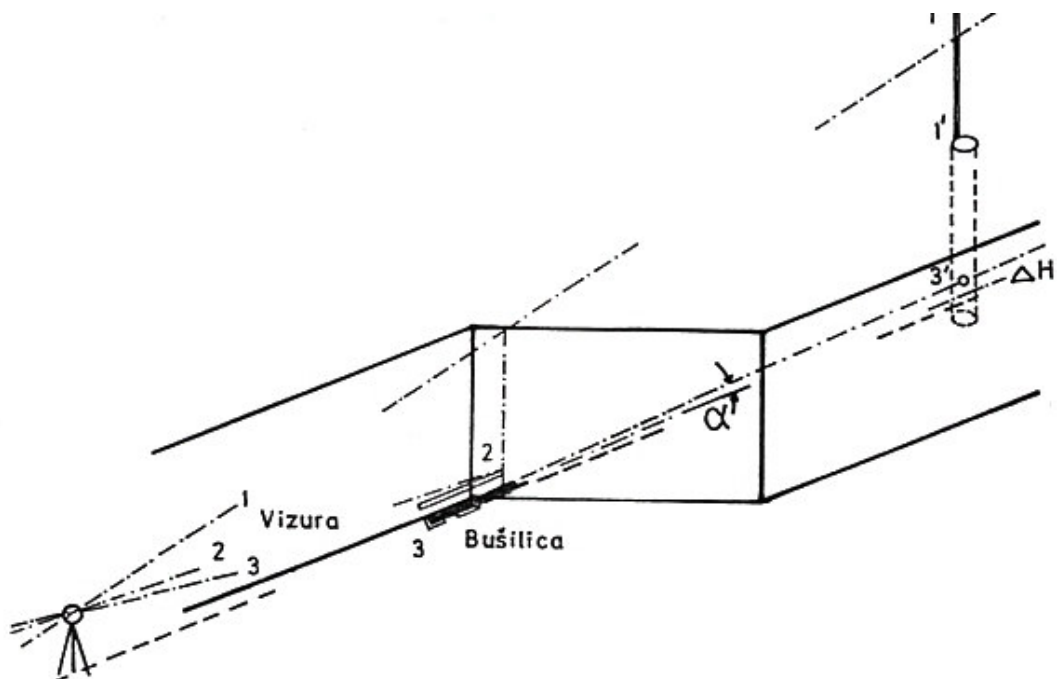
Slika 10.4. - Postavljanje bušilice a) vertikalno bušenje, b) horizontalno bušenje



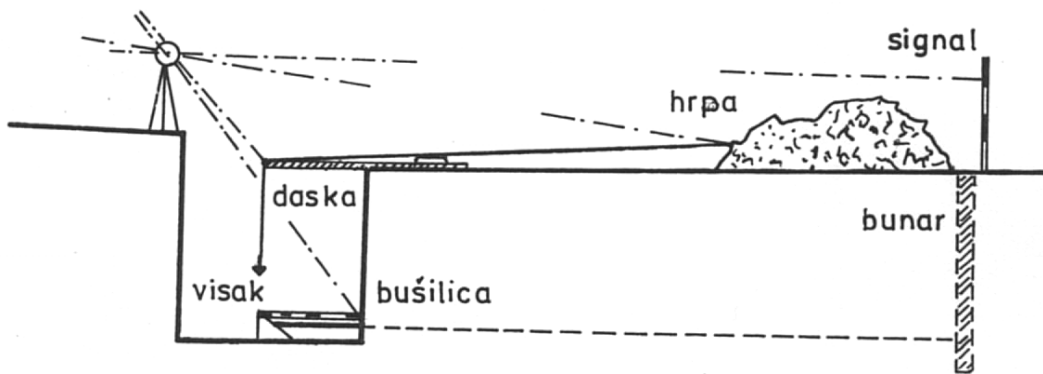
Slika 10.5. - Hidraulične bušilice mod. MPH-500 i mod. HDM 025.



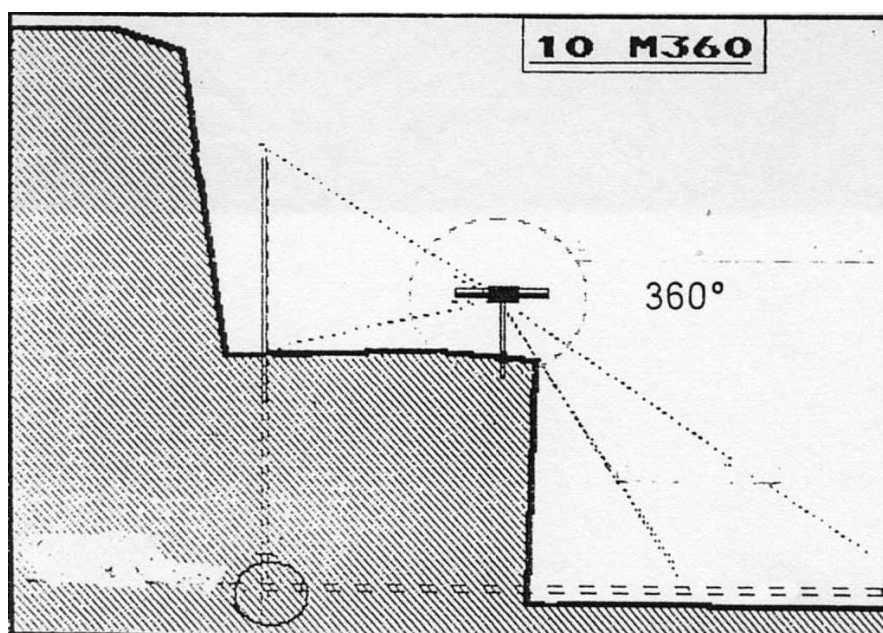
Slika 10.6. - Usmjeravanje bušotina pomoću konopca i viska



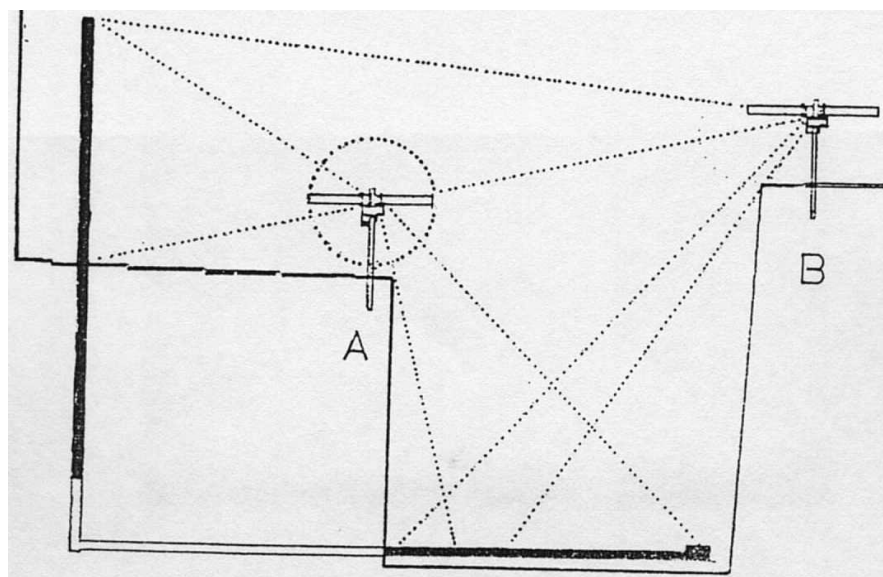
Slika 10.7. - Usmjeravanje bušotina pomoću teodolita



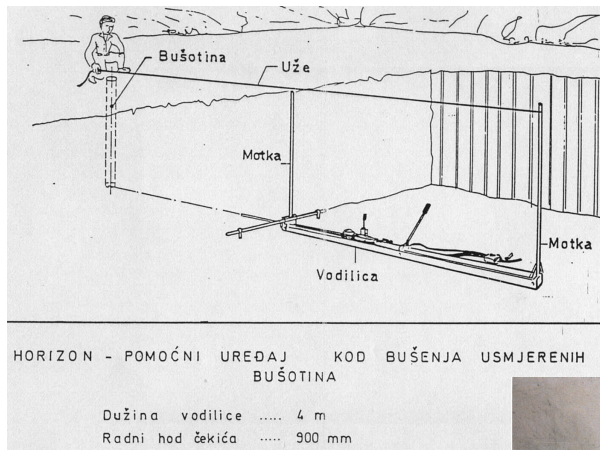
Slika 10.8. - Kombinirano centriranje pomoću teodolita i konopca s viskom



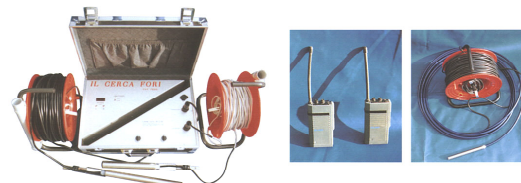
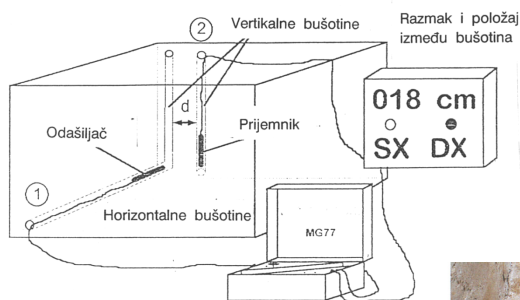
Slika 10.9. - Lasersko centriranje horizontalne bušotine



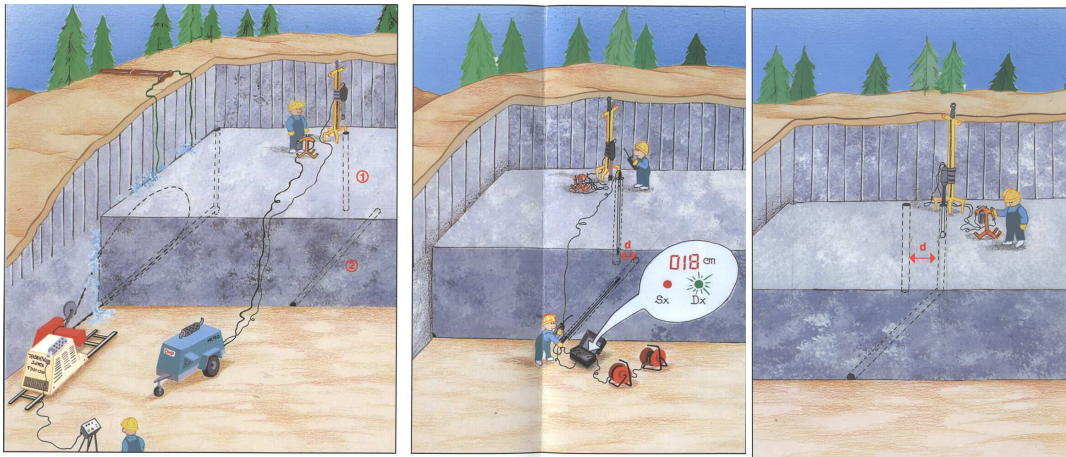
Slika 10.10. Mogući položaji lasera pri centriranju bušotine



Slika 10.11. - Horizon - pomoćni uređaj pri bušenju horizontalnih bušotina bušačim čekićem



Slika 10.12. - Digitalni tragač bušotina MG 77



Slika 10.13. - Način korištenja digitalnog tragača