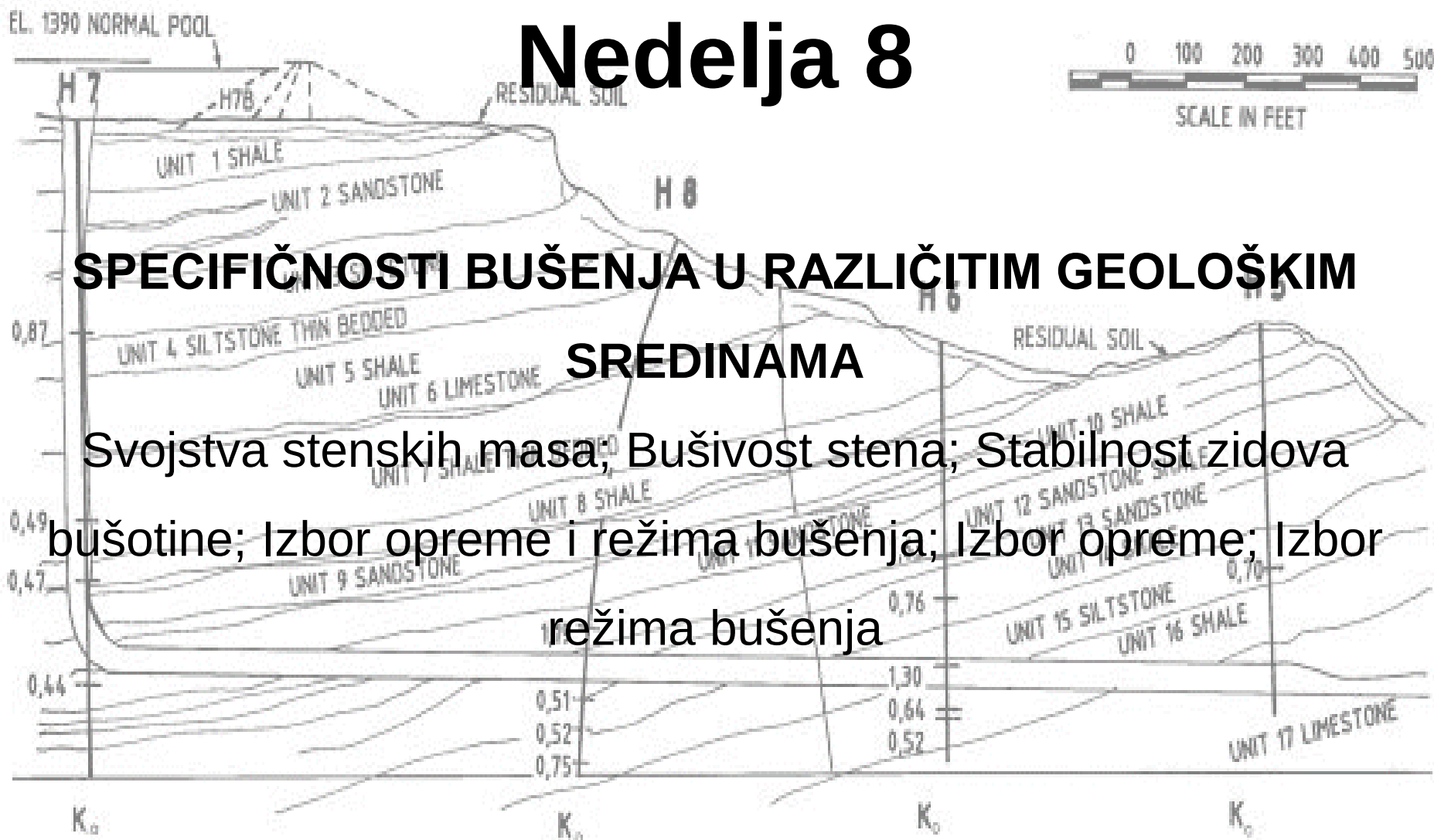


Nedelja 8



Sadržaj:

Nedelja 1. OPŠTE O ISTRAŽNOM BUŠENJU - Kratak istorijat istražnog bušenja; Istražno bušenje i pojam istražne bušotine, nove tehnologije, karakter bušača

Nedelja 2, 3. TEHNOLOGIJA BUŠENJA - Tehnički postupci bušenja; Principi mehaničkog bušenja; Princip rotacionog bušenja; Princip udarnog bušenja; Princip ručnog bušenja; Kombinovano bušenje; Pribor za bušenje

Nedelja 4. UPOTREBA RADNIH FLUIDA PRI BUŠENJU - Bušenje čistom vodom; Upotreba glinenih isplaka; Svojstva isplake; Isplaka na bazi nafte; Polimerne isplake; Upotreba komprimovanog vazduha; Upotreba hemijskih preparata - pena; Dodaci isplaci za brže bušenje; Pumpa za isplaku

Nedelja 5. KRIVLJENJE BUŠOTINE (DEVIJACIJA) I USMERENO BUŠENJE - Uzroci krivljena bušotine; Merenje iskrivljenosti bušotine; Devijacija bušotine

Nedelja 6. TAMPONIRANJE I CEMENTACIJA ISTRAŽNIH BUŠOTINA i ZAGLAVE I HAVARIJA U TOKU BUŠENJA - Spašavanje zaglavljenog bušačkog pribora; Otklanjanje havarija u bušotini

Nedelja 7. UZORKOVANJE IZ ISTRAŽNIH BUŠOTINA i ISPITIVANJA NA JEZGRU i U ISTRAŽNIM BUŠOTINAMA - Ispitivanja na jezgru istražnih bušotina; Osmatranja merenja i ispitivanja u bušotinama; Praćenje osnovnih parametara bušenja; Hidrogeološka osmatranja i merenja u bušotinama; Geofizička merenja u bušotinama; Geotehnička osmatranja i ispitivanja u bušotinama

Nedelja 8. SPECIFIČNOSTI BUŠENJA U RAZLIČITIM GEOLOŠKIM SREDINAMA - Svojstva stenskih masa; Bušivost stena; Stabilnost zidova bušotine; Izbor opreme i režima bušenja; Izbor opreme; Izbor režima bušenja

Nedelja 9. OSTALE PRIMENE BUŠENJA U GEOTEHNICI - Priprema uzoraka i mernih mesta za "in situ" ispitivanja; Iskop čvrstih stenskih masa miniranjem; Izrada bušenih šipova; Poboljšanje svojstava stenskih masa; Bušotine specijalnih namena

Nedelja 10. ISTRAŽNI ISKOPI - Plitki istražni iskopi; Istražne jame; Istražni rovovi; Istražne raskrivke; Duboki istražni iskopi; Istražna okna, šahte; Istražne galerije, potkopi

Nedelja 11. PRAKTIČNA NASTAVA - Obilazak gradilišta gde se vrši istražno bušenje i upoznavanje sa osnovnim elementima bušačkog pribora i tehnologijom bušenja; Kartiranje i izrada profila istražne bušotine u AutoCad-u

10. SPECIFIČNOSTI BUŠENJA U RAZLIČITIM GEOLOŠKIM SREDINAMA

Istražno bušenje se izvodi u **stenskim masama** koje se po svojstvima međusobno **bitno razlikuju**. Svojstva stenskih masa presudno utiču na **izbor tehnologije i režim bušenja**. Ona se direktno odražavaju na brzinu bušenja, procenat i kvalitet jezgra, devijaciju bušotine, mere zaštite u toku bušenja i dr. Takođe, od svojstava stenskih masa zavisi i mogućnost primene određenih metoda ispitivanja na jezgru i u samim bušotinama.

10.1. Svojstva stenskih masa

Na uspešnost bušenja ne utiču podjednako sva svojstva stenskih masa, već ona pre svega zavisi od:

- mineraloških, petroloških i sedimentoloških karakteristika,
- fizičkih svojstava,
- vodno-fizičkih svojstava,
- fizičko-strukturnih svojstava,
- mehaničkih svojstava, i
- tehničko-tehnoloških svojstava.

Navedena svojstva stenskih masa **izučavaju se u okviru drugih predmeta**: mehanike tla, mehanike stena, tehničke petrografije, strukturne geologije, sedimentologije i dr. Zato se u narednom tekstu samo u kraćim crtama iznose osnovne napomene, vezane

za ovu problematiku, a da bi se istakao značaj njihovog poznavanja za postupak bušenja.

Većina svojstva stenskih masa u direktnoj su zavisnosti od vrste, oblika, krupnoće i prostornog rasporeda mineralnih zrna, a kod klastičnih stena i od vrste i količine veziva. Sklop stena, strukturne i teksturne karakteristike, odraz su kristalizacije, sedimentacije i cementacije kao i stepena metamorfizma.

U cilju odabiranja odgovarajuće krune ili dleta za bušenje od posebnog značaja je *krupnoća zrna osnovnih sastojaka i vrsta veziva*. U tabeli br. 10. data je jedna od klasifikacija stena prema krupnoći zrna. Osnovna zrna stena mogu biti međusobno spojena glinovito-laporovitim, karbonatnim i silicijskim vezivom.

Tabela 10. Klasifikacija stena po krupnoći zrna /21/

Grupa	Ocena krupnoće zrna	Krupnoća zrna u (mm)	
		magmatske stene	sedimentne stene
I	Grubozrne	> 15	> 4
II	Vrlo krupnozrne	10 - 15	2 - 4
III	Krupnozrne	5 - 10	1,25 - 2,00
IV	Srednjezrne	3 - 5	0,75 - 1,25
V	Sitnozrne	2 - 3	0,25 - 0,75
VI	Vrlo sitnozrne	< 2	< 0,25
VII	Jedre	zrna se ne vide golim okom	

Specifična i zapreminska težine posredno ukazuju o kakvoj se steni radi odnosno, o njenim mehaničkim svojstvima. Litostatički pritisak (težina nadsloja), na određenoj dubini bušotine, direktno je zavisn od zapreminske težine stenske mase. *Od litostatičkog pritiska i čvrstoće stene zavisi stabilnost zidova bušotine.* Ukoliko je stabilnost zidova bušotine narušena ona se može obezbediti, poboljšati, korišćenjem teške isplake. Isplaka hidrostatičkim pritiskom, deluje na zidove bušotine, usled čega dolazi do povoljnije preraspodele napona u zoni bušotine. Hidrostatički pritisak, kojim isplaka deluje na zidove bušotine zavisi od zapreminske težine i visine stuba isplake.

Toplotna, magnetna, električna i dr. fizička svojstva, o kojima se sluša u okviru drugih predmeta, bitna su sa aspekta *mogućnosti primene određenih metoda u cilju istraživanja i ispitivanja* u toku i nakon završetka bušenja.

Poroznost stena utiče na *upijanje, zadržavanje i gubljenje vode* odnosno, isplake u toku bušenja. Takođe, od *strukturnog tipa i veličine pora* u velikoj meri *zavisi razorivost stena alatom*, a samim tim i bušivost stena.

Vodopropustljivost stena direktno je zavisna od njene poroznosti. Pri bušenju značajna je zbog mogućnosti gubljenja isplake iz bušotine ili prodora vode i gasova u bušotinu. Takođe, od vodopropustljivosti zavisi:

- izdašnost izdani, što je značajno ako se bušenje izvodi za vodosnabdevanje,
- priliv vode, ako se radi o podzemnom objektu,
- mogućnost injektiranja, ako se želi smanjiti gubitak vode ili sprečiti priliv na radilište
- mogućnost dreniranja, radi poboljšanja svojstva stena u sklopu terena i sl.

U toku bušenja koeficijent gubljenja vode ili isplake (Kg) sračunava se na osnovu sledeće jednačine:

$$Kg = \frac{Q}{\sqrt{\Delta H}}$$

gde je:

ΔH – pad pritiska (m)

Q – količina infiltriranog fluida (m^3/sat)

U tabeli br. 11. prikazan je izbor isplake u zavisnosti od koeficijenta gubljenja fluida.

Tabela 11. Izbor fluida i mere zaštite pri bušenju u zavisnosti od koeficijenta gubljenja /5/

Kategorija	Kg	Izbor fluida za bušenje i mere zaštite
I	1	Bušenje vodom zameniti lakom isplakom
II	1 - 3	Laka isplaka
III	3 - 5	U bušotini izvršiti tamponiranje ili oblaganje
IV	5 - 15	
V	15 - 25	Tamponiranje, teža isplaka ili oblaganje
VI	> 25	Oblaganje obložnim kolonama

Bubrenje je svojstvo stena da upijajući vodu povećavaju zapreminu. Bubrenju su posebno sklone stene sa povećanim sadržajem glina. Tako, gline povećavaju zapreminu od 80 - 100%, a montmorionitske gline čak i do 1200%. Glineni škriljci i glinci mogu povećati zapreminu i od 20 - 30%.

Poznavanje bubrivosti stena ima veliki praktični značaj pri bušenju, jer usled bubrenja otežano je manevrisanje, a često dolazi do zaglavlja bušačeg pribora.

Neke vrste **stene u prisustvu vode znatno menjaju svojstva**, što najčešće dovodi do izvesnih poteškoća u toku bušenja. Tako na primer, gline, laporovite gline, glinci i dr. stene sa povećanim sadržajem glinenih minerala, sklone su, **promeni plastičnosti, lepljivosti i lako su erodibilne**. Neke stene se **rastvaraju u vodi**, kamena so na primer, tako da je učinak pri bušenju u ovim stenama veliki.

Stene su najčešće postojane u odnosu na dejstvo vode, tj. ne menjaju značajnije svoja svojstva, mada ima i takvih koje bivaju znatno mekše za bušenje u prisustvu vode.

Sve stene, a prema **postojanosti u prisustvu vode** tokom bušenja, mogu se svrstati u 4 kategorije, tabela br. 12.

Tabela 12. Klasifikacija stena prema uticaju isplake i vibracija bušačkog pribora

Kategorija stena	Ocena postojanosti	Procenat jezgra	Potreba zaštite
I - Rastvorljive	Lako se rastvaraju i ispiraju pod uticajem isplake	Bez jezgra	Potrebna zaštita
II - Erodibilne	Lako se mehanički razaraju pod dejstvom mlaza isplake (slabo i poluvezane stenske mase)	Mali	Potrebna zaštita
III - Polupostojane	Razaraju se pod dejstvom mlaza isplake i vibracija bušačkog pribora (polukamenite, jako ispucale, sekundarno izmenjene stenske mase)	Umeren	Mestimično
IV - Postojane	Čvrste, kompaktne i neznatno ispucale stenske mase	Veliki	Bez zaštite

Ispucalost stena. Na efikasnost bušenja, procenat i kvalitet izvađenog jezgra, u velikoj meri utiče ispucalost stena. Izdeljenost stena na sitnije i krupnije monolite, prslinama i pukotinama različitog genetskog porekla, naročito dolazi do izražaja u procesu bušenja. U **ispucalim stenama učinak bušenja znatno je manji**, takođe procenat i kvalitet jezgra. Zidovi bušotina po pravilu su nestabilni, a česte su zaglave i havarije. Poznavanje ispucalosti stena je veoma važno, radi preventivne pripreme i preduzimanja adekvatnih mera za efikasno bušenje kroz ispucaliye zone.

Kao pokazatelj ispucalosti stena za bušenje uobičajeno se koristi parametar RQD (koji je bio definisan ranije). Pored toga, koristi se koeficijent specifične izdeljenosti jezgra (K_i) odnosno, broj komada jezgra na 1 m dužine jezgrovanja. Pored koeficijenta specifične izdeljenosti, kao parametar ispucalosti, koristi se odnos $u = l/d$, dužine komada (l) prema prečniku jezgra (d). Dati odnos ukazuje na mogućnost zaglavlivanja jezgra u jezgrenoju cevi.

Sa gledišta uticaja ispucalosti na bušenje, stene se mogu svrstati u tri grupe, tabela 13.

Tabela 13. Klasifikacija stena prema koeficijentu specifične izdeljenosti

Grupa stena	Ocena ispucalosti	K_i	l/d	Kvalitet i % dobijenog jezgra (TCR)	Poteškoće pri bušenju
I	Monolitne i slabo ispucale	1-10	$> 2,5$	Kompaktno, ili izdeljeno na dva do tri dela, 75 - 100 % jezgra	Nema zaglava niti posebnih poteškoća
II	Srednje ispucale	10-30	0,6 - 2,5	Jezgro iz više delova koji često mogu biti manji od prečnika bušenja, 40 - 75 % jezgra	Zaglavljivanje jezgra u sržnoj cevi, stvaranje veće količine semple, sporo napredovanje, učinak slab
III	Jako ispucale	> 30	$< 0,6$	Jezgro jako izdeljeno, komadi manji od prečnika jezgrovanja, 20 - 40 %	Samozaglavljivanje jezgra veoma često, brojni su prekidi zbog nenapredovanja pribora, stvaranje velike količine semple

Pod pojmom **čvrstoća** podrazumeva se napon u trenutku loma. U zavisnosti da li je lom stenske mase usled napona pritiska, zatezanja, smicanja ili torzije možemo govoriti i o odgovarajućim čvrstoćama na pritisak, zatezanje, smicanje ili torziju. Čvrstoća, pre svega, zavisi od tvrdoće, oblika i veličine mineralnih zrna, dodirnih površina, vrste veziva, poroznosti, vrsta i stepena alterisanosti stena.

Čvrstoća na pritisak definisana je izrazom $\sigma_p = P/F$ (MPa) gde je P sila pritiska, a F površina. Varira u širokom intervalu od 0,1 do 300 MPa. Čvrstoća na pritisak je najveća i po pravilu je nekoliko desetina puta veća od čvrstoće na zatezanje.

Takođe treba imati na umu da se **stene različito ponašaju pri statičkom opterećenju od ponašanja pri dinamičkom opterećenju**. Čvrstoća stenskih masa na dinamičko opterećenje dosta je manja i u mnogome se razlikuje od čvrstoća pri statičkom opterećenju. Ona je, pre svega, uslovljena cepljivošću odnosno, postojanjem ravni duž kojih dolazi do lakog otkidanja usled dinamičkog udara. Za udarno i kombinovano bušenje od posebnog značaja je poznavanje koeficijenta *dinamičke čvrstoće*.

Dinamička čvrstoća određuje se laboratorijski na uzorcima stenskih masa. Stena se mehaničkim putem usitni u monolite veličine ivica 1,5 - 2,0 cm. Od usitnjene stene odaberu se 5 proba od kojih je svaka 15 - 20 cm³ zapremine. Odabrane probe stavljaju se u specijalne cilindre, a zatim se **10 puta udara tegom mase 2,4 kg, sa visine od 0,6 m**. Po završetku navedenog postupka zdrobljeni materijal proseje se kroz sito otvora 0,5 mm. Prosejani materijal od svih proba sipa se u menzuru prečnika 23 mm, protresanjem se malo sabije i izmeri se visina usitnjene stene. Koeficijent dinamičke čvrstoće računa se na osnovu relacije:

$$\sigma_d = 20 n/l,$$

gde je:

- n broj udaraca (najčešće iznosi 10)
- l visina stuba zdrobljene stene (mm).

Prema koeficijentu dinamičke čvrstoće sve čvrste stene mogu se svrstati u 6 grupa, tabela 14.

Tabela 14. Klasifikacija stenskih masa prema dinamičkoj čvrstoći /18/

Grupa stena	Koeficijent čvrstoće (σ_d)	Ocena stepena dinamičke čvrstoće	Neke vrste stena
I	8 i manje	Mala	Mermeri, peščari, dioriti, kvarc, porfiri, tufobreče, graniti, gabrovi, dolomiti, škriljci
II	8 - 16	Umerena	Kvarcdioriti, epidoti, kvarc-biotitski peščari, tufovi kiselih efuziva, amfiboliti,
III	16 - 24	Srednja	Epidotski peridotiti, sijenitporfiri, kvarc-biotitski rožnaci
IV	24 - 32	Čvrste	Piroksensko-plagioklasne stene, dijabaz-porfiriti, kvarc-plagioklasni porfiriti, skarnovi epidotsko-granitsko-hloritsko-piroksenskog sastava
V	32 - 40	Vrlo čvrste	Gabrodioriti, neki tipovi porfiritita
VI	40 i više	Veoma čvrste	Kvarcni dijabazi

Tvrdoća stena. Pod pojmom tvrdoća podrazumeva se **otpor stene na pritisak drugog čvrstog tela**. U toku procesa bušenja, radnim priborom prodire se u stenu i vrši se njeno razaranje. Zato je njena tvrdoća od velikog značaja za izbor krana ili dleta i njihovu efikasnost. Slično čvrstoći i tvrdoća stena, u prvom redu, zavisi od tvrdoće mineralnih zrna koji je izgrađuju, njihove krupnoće, oblika, načina povezivanja, vrste veziva, uslova nastanka i sl.

Za određivanje tvrdoće stena postoji više metoda, mada ni jedna od njih nije idealna. Najčešću primenu ima **“skleroskopska metoda”**. Ona se bazira na merenju visine odskoka tega sa zaobljenim dijamantskim vrhom, koji na uzorak slobodno pada sa određene visine. Pri ogledu meri se visina odskakanja sa uglačane površine uzorka. Na osnovu skale, koja ima 130 podeoka, određuje se tvrdoća stene kao srednja vrednost više merenja i izražava se u **“Šorovim” jedinicama (SH)**.

Klasifikacija stena prema tvrdoći, na osnovu vrednosti skleroskopske tvrdoće, prikazana je u tabeli 15.

Tabela 15. Klasifikacija stena prema skleroskopskoj tvrdoći /3/

Skleroskopska tvrdoća (SH)	Ocena tvrdoće
< 15	Meke stene
15 - 30	Umereno tvrde
30 - 50	Tvrde
> 50	Jako tvrde

Za određivanje **relativne tvrdoće minerala** koristi se Mohs-ova skala, tabela 16.

Tabela 14. Mohs-ovoj skala tvrdoće minerala /16/

Moshova skala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Talk	Gips	Kalcit	Fluorit	Apatit	Ortoklas	Kvarc	Topaz	Korund	Dijamant

Abrazivnost stena. Pod abrazivnošću podrazumeva se **svojstvo stena da bruse metale odnosno**, da habaju bušači pribor u toku bušenja. Abrazivnost stena zavisi, pre svega, od tvrdoće mineralnih zrna i veziva. Prema nekim istraživanjima utvrđena je **jača abrazivnost kod stena sa većom tvrdoćom osnovnih mineralnih zrna i mekšim vezivom odnosno**, veći je uticaj tvrdoće zrna od uticaja tvrdoće veziva na abrazivnost stena.

Poznavanje abrazivnosti stena od velikog je praktičnog značaja za proces bušenja. To se, pre svega, ogleda u racionalnom izboru bušačkog pribora i primeni adekvatnog režima bušenja. U protivnom, kod abrazivnih stena znatno se umanjuje učinak bušenja, a radni vek bušačkog pribora znatno se smanjuje.

Koeficijent abrazivnosti K_{ar} određuje se u laboratorijskim uslovima **habanjem olovnih kuglica komadima stene ivica manjih od 5 mm**, preostalih nakon određivanja dinamičke čvrstoće. U posudu se ubaci 2 cm^3 zdrobljene stene, zajedno sa 8 olovnih kuglica prečnika 4,2 - 4,3 mm. Posuda se postavlja na vibracioni aparat, koji se pušta u rad 20 minuta. Posle opita olovne kuglice se očiste i premeri se njihova težina, a koeficijent abrazivnosti određuje se kao:

$$K_{ar} = \Delta G / 100$$

gde je:

ΔG - razlika težina olovni kuglica pre i posle opita.

Prema koeficijentu abrazivnosti sve stene se mogu svrstati u šest kategorija, tabela 17.

Kao kriterijum za ocenu fizičko-mehaničkih svojstava stena kod kojih je izraženo habanje, koristi se zajednički pokazatelj dinamičke čvrstoće i abrazivnosti (ρ_m), koji se sračunava preko relacije

$$\rho_m = 3 \sigma_d^{0.8} \cdot K_{ar}$$

gde je:

σ_d - koeficijent dinamičke čvrstoće,

K_{ar} - koeficijent abrazivnosti

S obzirom da je abrazivnost posledica uticaja više fizičko-mehaničkih svojstava samim tim, pokazatelj ρ_m uzima u obzir i stepen sekundarnih promena stena, pa je otuda tesno vezan sa bušivošću stena.

Prema ovom pokazatelju mogu se izdvojiti tri velike grupe stena i to:

- *I grupa* - $\rho_m = 2 - 10$ - karakteristična je za meke stene odnosno, nevezane i slabovezane, kod kojih se jezgro lako razara isplakom (stene prve i druge kategorije po bušivosti)

- *II grupa* - $\rho_m = 10 - 22,5$ - karakteristična za srednje tvrde stene (treća i četvrta kategorija po bušivosti), kod kojih veliki značaj ima odnos komponenata različite tvrdoće, zrna i veziva.

- *III grupa* - $\rho_m > 22,5$ - karakteristična za najtvrdje stene odnosno, tvrde i veoma tvrde stene za bušenje (peta i šesta kategorija po bušivosti).

Tabela 17. Klasifikacija stenskih masa po abrazivnosti /4/

Grupa	Koeficijent abrazivnosti $i (K_{ar})$	Ocena abrazivnosti	Vrste stena
I	0,5 i manji	Malo abrazivne	Mermeri, krečnjaci, anhidriti
II	0,5 - 1,0	Umereno abrazivne	Magneziti, tufovi, breče, dolomiti, sericitski škriljci, skarnovi
III	1,0 - 1,5	Srednje abrazivne	Neki skarnovi, dijabazi, tufozni peščari, tufovi, kvarcporfiri, hloritsko-epidotske stene
IV	1,5 - 2,0	Abrazivne	Dioriti, orudnjeni skarnovi, granodioriti, porfiriti, gabrodijabazi, peščari
V	2,0 - 2,5	Jako abrazivne	Kvarcne žice, graniti, granosijenit porfiri, kvarcni peščari, silikatne magmatske stene, rožnaci
VI	preko 2,5	Veoma abrazivne	Kvarciti, sitnozrni graniti, stene koje sadrže korund

10.2. Bušivost stena

Pod bušivošću se podrazumeva sveukupni uticaj svojstava stenskih masa na brzinu prodiranja bušaćeg pribora. Izražava se u jedinicama **brzine; m/sat , cm/min** i sl. Poznavanje ovog pokazatelja je veoma važno pri normiranju, planiranju i projektovanju bušačkih radova. S obzirom da su **efekti bušenja uslovljeni** širokim spektrom svojstava stena (**tvrdocom, čvrstocom, poroznošću, abrazivnošću i dr.**) to oni, i kod jedne te iste litološke vrste stene, mogu varirati u širokom dijapazonu. Manji efekti bušenja stena uslovljeni su većom tvrdocom, čvrstocom, žilavošću, abrazivnošću i obrnuto. Veći efekti bušenja karakteristični su za mekše, krupnozrnije, poroznije stena i sl.

Bušivost stena određuje se “in situ” merenjima, kako bi se definisao optimalan režim bušenja. Pored fizičko-mehaničkih svojstava, na efekte bušenja stena bitno utiču i **tehnogeni faktori**; metoda bušenja, kvalitet dleta ili krune za bušenje, prečnik bušenja, režim bušenja (osovinski pritisak i brzina rotacije), vrsta isplake, kao i obučenost tehničkog osoblja.

Postoji više klasifikacija stena po bušivosti za rotaciono, udarno ili kombinovano bušenje. Uglavnom sve se one baziraju na učinku bušenja sa krunama i dletima od tvrdih legura ili dijamanta. Prema većini poznatih klasifikacija sve stene, prema bušivosti rotacionom metodom, mogu se svrstati u šest grupa, tabela br 18. Ovde se napominje da je učinak *Wire line* sistemom daleko veći i može iznositi od nekoliko desetina do nekoliko stotina metara na dan. Sa dubinom ovaj učinak opada.

Tabela 18. *Klasifikacija stena po bušivosti rotacionom metodom /6/

Kategorija stena	Tipične stene	Mesečni učinak (m)
I	Gline, peskovi, šljunkovi, gips, kamena so, ugalj, glinci, mekani škriljci, slabovezani peščari, tufovi, alevroliti	> 350
II	Peščari i konglomerati sa karbonatnim vezivom, glineni škriljci, filiti, argilošisti, laporci, fliš, hloritski škriljci, jače kaolinisane magmatske stene	300 - 350
III	Kompaktni i tvrdi škriljci, kompaktni dolomiti i krečnjaci, sijeniti dioriti, andeziti, daciti, dijabazi, slabometamorfisane magmatske stene, serpentinit	250 - 300
IV	Silifikovane magmatske, sedimentne i metamorfne stene, graniti, gabrovi, rioliti, trahiti, porfiriti, peridotiti,	150 - 250
V	Kvarcni konglomerati i peščari, bazalti, mikrogranat, mikrogabrovi, granodioriti, kvarcdioriti, granitognajsevi, kvarcni pegmatiti	100 - 150
VI	Kvarciti, hidrokvarciti, rožnaci, korundske stene	< 50

* Prikazani mesečni učinak treba prihvatiti uslovno, jer on može biti i veći, što zavisi od kvaliteta bušaće garniture i samog bušačkog pribora

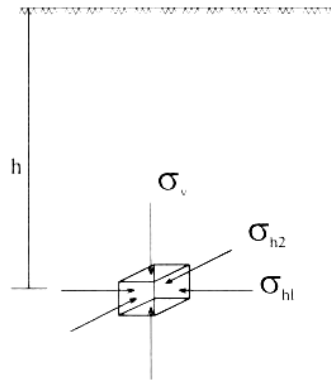
10.3. Stabilnost zidova bušotine

Za uspešno izvođenje istražne bušotine neophodno je obezbediti stabilnost njenih zidova odnosno, sprečiti njeno zarušavanje. **Stabilizaciju zidova** bušotine moguće je obezbediti **na više načina, obložnim kolonama, cementacijom, tamponiranjem, injektiranjem i sl.** Međutim, ukoliko je moguće, najracionalnije je da se stabilizacija zidova bušotine ostvari **upotrebom odgovarajuće isplake.**

Stabilnost zidova bušotine zavisi od više prirodnih faktora, a među osnovne mogu se ubrojati: **čvrstoća, stepen cementacije i vrsta veziva, vlažnost, ispucalost i oštećenost, prirodna napregnutost i dr.**

U terenu, pre izvođenja bušotine, stenske mase se nalaze u složenom, prirodnom naponskom stanju. **Prirodno naponsko stanje rezultat je delovanja: gravitacije, tektonike, erozije nadsloja, fizičko-hemijskih i termodinamičkih procesa.** Izradom bušotine dolazi do preraspodele napona u njenoj neposrednoj blizini odnosno, do nastanka sekundarnog naponskog stanja. Ukoliko su čvrstoće stena male, u odnosu na sekundarne napone, doći će do plastifikacije ili loma stene na zidovima i u neposrednoj zoni oko bušotine. **Usled plastifikacije** ili loma stene doći će do **pomeranja zidova** ka osi bušotine, sužavanja njenog kanala. Ukoliko su izražena pomeranja zidova bušotine i na vreme se ne spreče može doći i do zarušavanja bušotine.

Šematski prikaz prirodnog naponskog stanja u nekoj tački na dubini h dat je na sl. 124.



$$\sigma_z = h \cdot \gamma_s$$

$$\sigma_h = \sigma_{h1} = \sigma_{h2} = \lambda \cdot \sigma_z$$

$$\lambda = \nu / (1 + \nu)$$

gde je,

h - visina nadsloja (m)

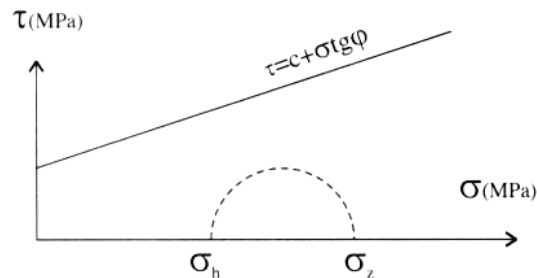
γ_s - zapreminska težina (kN/m^3)

σ_z - napon u vertikalom pravcu

$\sigma_h, \sigma_{h1}, \sigma_{h2}$ - naponi u horizontalnoj ravni

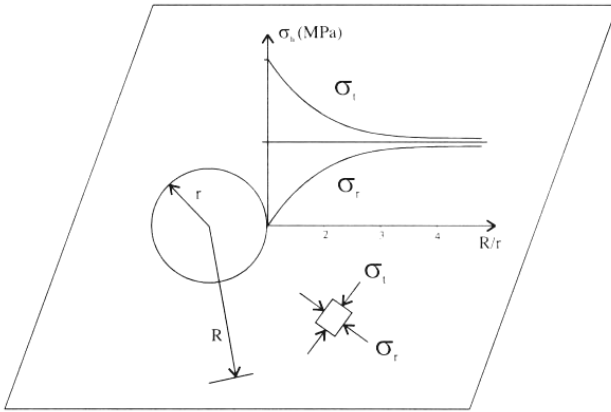
λ - koeficijent bočnog pritiska

ν - Poasonov koeficijent



Slika 124. Šematski prikaz primarnih napona na elementarnom deliću stene i njihovo grafičko predstavljanje Morovim krugom.

Izradom bušotine menja se primarno naponsko stanje odnosno, oko bušotine formira se sekundarno naponsko stanje. Dijagrami sekundarnih napona, u horizontalnoj ravni, oko bušotine prikazani su na sl 125.



$$\sigma_r = \sigma_h \cdot (1 - r^2 / R^2);$$

$$\sigma_\tau = \sigma_h \cdot (1 + r^2 / R^2)$$

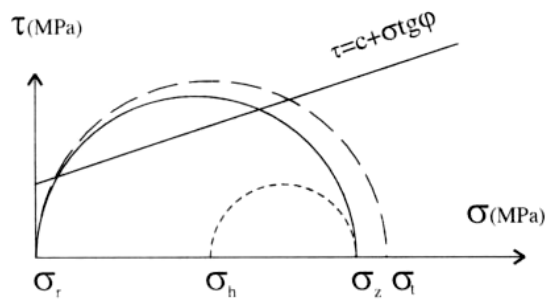
gde je,

σ_r - napon u radijalnom pravcu

σ_τ - napon u tangencijalnom pravcu

Na zidu bušotine kao što se sa dijagrama vidi: $\sigma = 0$, $\sigma_\tau = 2\sigma_h$

Slika 125. Dijagrami sekundarnih napona u horizontalnoj ravni oko bušotine



Ako se usvoji da je $\nu > 1/3$, onda je

$$\sigma_\tau > \sigma_z,$$

jer u tom slučaju je

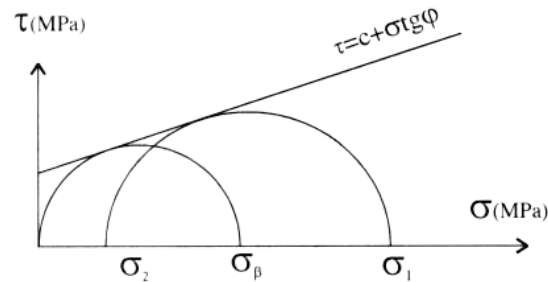
$$2\sigma_h > \sigma_z \Rightarrow 2\lambda\sigma_z = \sigma_z \text{ odnosno,}$$

$$2\nu/1-\nu > 1 \Rightarrow \nu > 1/3$$

Slika 126. Morovi krugovi sekundarnih napona oko bušotine, u horizontalnoj i vertikalnoj ravni

Kao što je već i rečeno, ukoliko su čvrstoće stena male, u odnosu na sekundarne napone, doći će do plastifikacije ili loma stene na zidovima i u neposrednoj zoni oko bušotine. Uslov plastičnosti, tj. granično stanje, grafički je prikazan Morovim krugovima na sl. 127, i glasi:

$$\sigma_1 - \frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi} \cdot \sigma_2 - \sigma_\beta = 0, \text{ ako zamenimo } \frac{1+\sin\varphi}{1-\sin\varphi} = \xi$$

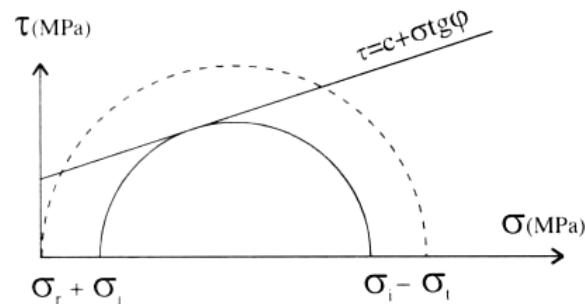


uslov plastičnosti možemo napisati u obliku

$\sigma_1 - \xi \cdot \sigma_2 = \sigma_\beta$, gde su,
 σ_1 i σ_2 - glavni naponi
 σ_β - jednoaksijalna čvrstoća
 φ - ugao smičuće otpornosti

Slika 127. Granično stanje napona prikazano Morovim krugovima

Sprečavanje ovog neželjenog efekta, zarušavanja bušotine u toku bušenja, može se postići korišćenjem isplake. Isplaka svojim hidrostatičkim pritiskom smanjuje σ_τ a povećava σ_r napone, kao što je ilustrovano na sl. 128., što doprinosi stabilizaciji zidova bušotine. Potreban pritisak isplake može se sračunati na osnovu relacija:



$\sigma_\tau - \sigma_i - \xi \cdot \sigma_r + \sigma_i \leq \sigma_\beta$
 pošto je na zidovima bušotine

$\sigma_r = 0$, a $\sigma_\tau = 2\lambda \cdot \sigma_z$, sledi

$$\sigma_i \geq \frac{\sigma_\tau - \sigma_\beta}{1 + \xi} \text{ odnosno,}$$

$$\sigma_i \geq \frac{2\lambda\sigma_z - \sigma_\beta}{1 + \xi}$$

Slika 128. Morovi krugovi sekundarnih napona oko bušotine, bez i sa isplakom u njoj

10.4. Izbor opreme i režima bušenja

Brzina bušenja uslovljena je, pre svega, fizičko-mehaničkim i strukturnim svojstvima stenskih masa i adekvatnim izborom opreme i parametara režima bušenja.

10.4.1. Izbor opreme

Za uzimanje neporemećenih uzoraka u nevezanim i poluvezanim stenskim masama **koriste se pistoni**. U zavisnosti od vrste stena iz kojih je potrebno uzeti neporemećeni uzorak postoje pistoni sa različitim konstruktivnim rešenjima. Jedno konstruktivno rešenje, i postupak uzimanja uzorka, prikazano je na sl. 100. Pored pistona, za uzimanje neporemećenih uzoraka iz muljevitih i nevezanih sedimentima ponekad se mogu upotrebiti i *ventil kašike*, sl. 49.

Da bi se dobio što veći procenat kvalitetnog jezgra, pri bušenju u tvrdim i kompaktnim stenskim masama koriste se jednostruke **sržne cevi**. Dok za bušenje u mekim i fizičko-mehanički oštećenim stenama primenjuju se dvostruke, a u nekim slučajevima i trostruke sržne cevi.

Pri izboru **bušaćih šipki** mora se voditi računa o **konstruktivnim elementima bušotine, prečniku bušenja i dubini**. Prečnik bušaće šipke, unutarjni i spoljni, treba da omogući nesmetanu cirkulaciju isplake kroz nju i oko nje. Istovremeno, poprečni presek i kvalitet materijala bušaćih šipki treba da obezbede neophodnu čvrstoću i krutost bušaće kolone za optimalan rad. U suprotnom, pri bušenju na većim dubinama, pod dejstvom osovinskog pritiska i rotacije, česte su pojave vibracija bušaće kolone. One se

negativno odražavaju na kvalitet i procenat jezgra, stabilnost zidova bušotine, zaglave jezgra u sržnoj cevi, prekomerno habanje krune, a često dolazi i do krivljenja i kidanja bušaće kolone.

Vidija krune (sa tvrdim legurama) najčešće se koriste za bušenje u mekim i polu tvrdim stenama. Mogu se koristiti za bušenje i u tvrdim stenama ako su one bez kvarca, na primer bazalti, gablo, diorit i dr.

Ranije je napomenuto da postoje vidija krune raznovrsnih konstruktivnih elemenata za bušenje u različitim geološkim sredinama. Najčešće se razlikuju po: broju, obliku, veličini, rasporedu, kao i leguri od kojih su zubci napravljeni. U zavisnosti od svojstava stena kroz koje se buši, bira se odgovarajući tip vidija krune, kao što je, u principu, i preporučeno u tabeli 19.

Tabela 19. Izbor vidija krune u zavisnosti od tvrdoće stene

Vrste stena		Mekše i polu tvrde	Tvrde
Konstruktivni elementi vidija krune	ispust zubaca (spoljni i unutarnji)	veći	manji
	nagib zubaca	30 - 35°	⊥
	oblik zubaca	pločast (pravougaoni)	prizmatični (šestougaoni)
	veličina zubaca	krupniji	sitniji
	broj zubaca	manji	veći
	zaoštrenost zubaca	zaoštreni	samozaoštrevanje (mikro zubci)
	ojačanje tela krune	bez ojačanja	specijalna ojačane

Veličina, položaj i broj kanala za isplaku, u telu vidija krana, zavisi u prvom redu od količine, vrste i brzine kretanja isplake, neophodne za efikasno iznošenje nabušanih čestica, hlađenje i podmazivanje bušaćeg pribora.

Zbog velike raznovrsnosti svojstava stena izrađuju se *dijamantske krane* sa različitim konstruktivnim elementima, a da bi se: povećala brzina bušenja, produžio radni vek krane, poboljšao kvalitet i povećao procenat izvađenog jezgra. Pri izboru tipa dijamantske krane mora se prvenstveno voditi računa o tvrdoći, abrazivnosti, strukturi, ispucalosti i dr. svojstvima stena kroz koje se buši.

Zrnaste krane, sa manjim brojem krupnijih dijamantskih zrna, koriste se za bušenje u mekim, polutvrdim i tvrdim slabo ispucalim stenama. Impregnirane krane, sa velikim brojem sitnijih dijamantskih zrna, koriste se za bušenje tvrdih i jako tvrdih, jako ispucalih stena sa sitnozrnastom strukturom. Kod ovih krana radna površina ima veći broj reznih tačaka koje olakšavaju bušenje u jako tvrdim stenskim masama.

Oblik matrica dijamantskih krana takođe je prilagođen za bušenje u stenama različitih fizičko-mehaničkih svojstava. Impregnirane krane, sa ravnim matricama, koriste se za bušenje tvrdih stena male abrazivnosti. Zbog male rezne površine, njima se postiže znatna brzina bušenja. Blago zaobljen oblik matrice omogućuje ugradnju većeg broja dijamantskih zrna i veće iskorišćenje krane po spoljnom i unutarnjem obodu. Primenuju se za bušenje sa jednostrukim sržnim cevima. Polusferični oblik matrica omogućuje ugradnju još većeg broja dijamantskih zrna na čelu i ojačanja perifernih delova krane, koji su posebno izloženi velikom habanju. Koriste se za

bušenje tvrdih, ispucalih i veoma abrazivnih stena. Kod matrica sa spoljnim, ravnim ili stepenastim konusom, nesimetrične su unutrašnje i spoljne ivice. One se obično izrađuju kao debelozidne krune i koriste se sa duplim sržnim cevima. Ovakav oblik matrice i korišćenje duple sržne cevi omogućava veći procenat i bolji kvalitet jezgra pri bušenju u lako lomljivim stenama.

Tankozidne krune (sa uzanom reznom površinom) koriste se da bi se povećala brzina napredovanja. Smanjenjem širine sečiva povećava se brzina bušenja, ali se znatno smanjuje vek trajanja krune. Zbog toga se ove krune preporučuju za bušenje u jako tvrdim stenskim masama.

Debelozidne krune koriste se za bušenje u jako ispucalim, heterogenim i stenama sklonim bubrenju. Njima se obezbeđuje veća stabilnost i ravnomerniji rad, čime se produžuje vek trajanja krune. Takođe, miran i ravnomeran rad bušačkog pribora je od posebnog značaja pri bušenju u ispucalim i lako lomljivim stenama, iz kojih se teško vadi jezgro.

Pri normalnom radu krune troši se matrica, nešto brže od dijamantskih zrna. Da bi se obezbedio optimalan učinak, pri bušenju u stenama različitih fizičko-mehaničkih i strukturnih svojstava, koriste se matrice različite tvrdoće. **Obična, normalna, matrica koristi se za bušenje u skoro svim vrstama stena**, izuzev u lako lomljivim i abrazivnim stenama. Za bušenje **u srednje abrazivnim stenama preporučuju se krune sa tvrdim matricama**. **Jako tvrde matrice** primenjuju se za bušenje u **jako ispucalim, lako lomljivim i veoma abrazivnim stenama**.

Izbor odgovarajućeg tipa dijamantske krune, u zavisnosti od svojstava stena kroz koje se buši, u principu moguć je prema tabeli 20.

Oblik veličina, položaj i broj kanala za isplaku, kao i kod vidija krune, zavisi u prvom redu od količine, vrste i brzine kretanja isplake, neophodne za efikasno iznošenje nabušenih čestica. Ukupan broj kanala za isplaku je različit, obično se kreće od 2 - 8, a zavisi od prečnika krune i svojstava stene kroz koju se buši. Tako, na primer, krune za bušenje u mekšim stenama imaju veći broj kanala za isplaku i obrnuto, manji broj kanala kod krune namenjenih za bušenje u tvrdim stenama. Za bušenje duplom sržnom cevi koriste se krune kod kojih kanali za isplaku prolaze kroz telo i venac krune. Na taj način sprečen je kontakt i nepovoljno delovanje isplake na nabušeno jezgro.

Tabela 20. Izbor dijamantskih kruna za stenske mase različitih vrsta i svojstava /26/

Vrste stena	Ocena tvrdoće	Tvrdoća po Moshu	Ispucalost	Postojanost	Abrazivnost	Preporuka za krunu	Potrebna ojačanja
I Meke gline, glinci, talk, gips, lapori, meki krečnjaci, vulkanski tufovi, tufiti	Grebe ih nakit ili nož	1 - 3	monolitne	ispiraju se		krupnoznaste sitnoznaste	
			ispucale	erodibilne	umereno	sitnoznaste	
II Polutvrde laporci, krečnjaci, dolomiti, peščari, meki škriljci	Grebe ih nož ili turpija	3 - 5	monolitne	polupostojane	abrazivne	sitnoznaste impregnirane meke	
			ispucale	erodibilne	srednje	impregnirane meke i tvrde	da
III Tvrde silifikovani krečnjaci i mermeri, granit, andezit, dijabaz, bazalt, peridotiti, gabro, gnajs, tvrđi škriljci	Grebe ih turpija ili čelik	5 - 7	monolitne	postojane	srednje	impregnirane tvrde i jako tvrde	da
			ispucale	polupostojane	jako	impregnirane jako tvrde	da
IV Vrlo tvrde Granit, kvarcit, granodiorit, riolit, rožnaci, kvarcni peščari, breče i konglomerati	Grebu čelik ili staklo	7 - 5	monolitne	postojane	jako	impregnirane jako tvrde	da
			ispucale	postojane	veoma	impregnirane jako tvrde	da

10.4.2. Izbor režima bušenja

Osnovni cilj istražnog bušenja je da se dobije **što kvalitetnije i u što većem procentu jezgro**. To uslovljava da su i sve operacije u toku procesa bušenja prevashodno podređene tom cilju. Na rad krune utiču tri osnovna faktora, poznati pod nazivom **parametri režima bušenja: pritisak na krunu, broj obrtaja i količina isplake**. Od njihove usklađenosti u velikoj meri zavisi uspešnost bušenja.

Na režim bušenja utiče veliki broj činilaca o kojima se mora voditi računa pri izboru parametara režima bušenja u svakom konkretnom slučaju. Uspešnost bušenja odnosno, **izbor optimalnih parametara režima bušenja, između ostalog, uslovljen je:**

- geološkim uslovima u terenu odnosno, svojstvima i stanjem stenskih masa,
- stanjem i kvalitetom bušačkog pribora i garniture, kao i
- iskustvom, obučenošću i disciplinom rukovaoca bušačom garniturom.

Zbog toga je nemoguće dati pouzdane i opštevažeće parametre režima bušenja, unapred za sve moguće slučajeve. Najčešće se, na bazi poznatih saznanja, okvirno izaberu parametri režima bušenja, a u toku samog bušenja parametri se koriguju u cilju postizanja boljeg kvaliteta jezgra i većeg učinka.

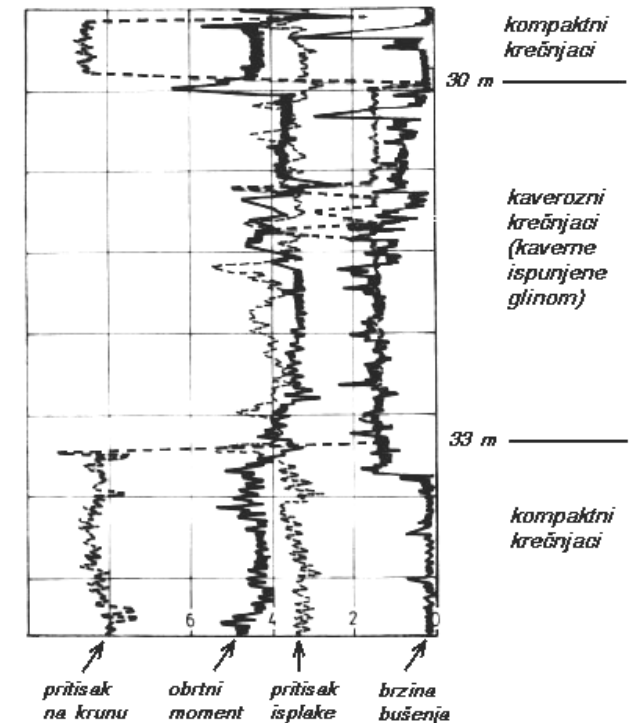
Upravo iz tih razloga, **savremene garniture poseduju poseban uređaj koji kontinualno registruje sve parametre režima i brzinu bušenja** u toku napredovanja. Primera radi, na sl. 129. prikazani su dijagrami parametara režima i brzine bušenja kroz različite sredine. Pomenuti dijagrami jasno odražavaju promene, posebno pritiska na krunu i brzine napredovanja, pri bušenju kroz kompaktne i kaverozne krečnjake.

Pri izboru *radnog fluida (isplake)* treba imati u vidu njeno, moguće *štetno ili povoljno, delovanje* na jezgro i zidove bušotina, zagađenje sredine, smanjenje vodopropustljivosti produktivnih slojeva i sl. Takođe se mora voditi računa i o racionalnosti odnosno, *ceni i utrošcima*, sa jedne strane, i *efektima* koji se ostvaruju korišćenjem određene vrste isplake, sa druge strane.

Za efikasno iznošenje nabušanih čestica, hlađenje i podmazivanje bušačkog pribora potrebna je odgovarajuća brzina kretanja isplake. Neophodna brzina isplake, između ostalog, uslovljena je brzinom bušenja, veličinom nabušanih čestica i njenim viskozitetom odnosno, sposobnošću da iznese nabušene čestice.

Sa povećavanjem brzine bušenja, osovinskog pritiska i broja obrtaja, povećava se i količina nabušenog materijala koji treba izneti. Zbog toga je potrebno povećati brzinu cirkulacije isplake. Međutim, njenim povećavanjem, u mekšim stenama, često dolazi do povećanog ispiranja zidova bušotine, a po pravilu, i do smanjenja procenta izvađenog jezgra.

Pri bušenju dijamantskim krunama, za razliku od bušenja vidija krunama, nabušene čestice su sitnije te su za njihovo iznošenje potrebne manje brzine kretanja isplake. Za



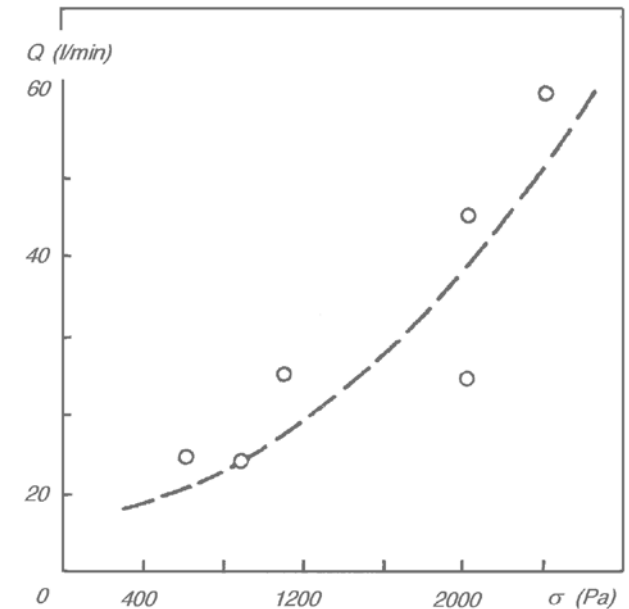
Slika 129. Dijagrami parametara režima bušenja u različitim sredinama /44/

iznošenje čestica istih veličina, brzine isplaka manjeg viskoziteta moraju biti veće od brzina isplaka sa većim viskozitetom.

Na dijagramu, sl. 130 ilustrovana je **zavisnost neophodne količine isplake u zavisnosti od osovinskog pritiska pri konstantnom broju obrtaja odnosno**, brzine bušenja koja je direktno zavisna od pritiska na krunu. Slična zavisnost postoji i između količine isplake i broja obrtaja pri konstantnom osovinskom pritisku na krunu.

Maksimalni učinci bušenja, najveće brzine napredovanja uz minimalno habanje krune, postižu pri optimalnoj brzini cirkulacije isplake. Ako je brzina i količina isplake koja cirkuliše **manja od optimalne** onda dolazi do neželjenih pojava; **pregrevavanja i prekomernog habanja krune, zaglavlja, samozaklinjavanja jezgra** u sržnoj cevi i dr. Obrnuto, ako je **brzina cirkulacije isplake prevelika** onda dolazi do **prekomernog brušenja matrice i poliranja dijamantskih zrna**, a samim tim i smanjenja brzine bušenja. Pri optimalnoj brzini cirkulacije isplake izvesna količina nabušenih čestica ostaje ispod krune. Zbog toga, kruna nije čitavom reznom površinom u stalnom direktnom kontaktu sa stenom, te je tada smanjeno trošenje krune, a brzina bušenja je povećana.

Srednje brzine isplake, u prstenastom prostoru između zida bušotine i kolone bušaćih šipki, pri bušenju dijamantskim krunama, variraju od **0,35 - 0,60 m/s**, a **najčešće su 0,45 m/s**.

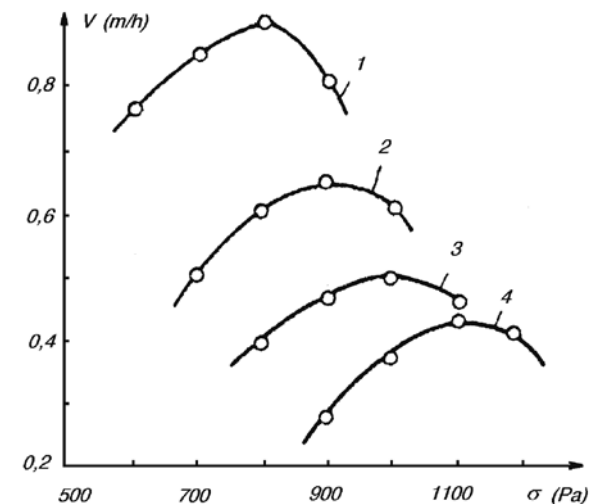


Slika 130. Zavisnost količine isplake od osovinskog pritiska na krunu /29/

Osovinski pritisak na krunu utiče na dubinu utiskivanja i broj dijamantskih zrna ili zubaca koji učestvuju u razaranju stene, a takođe i na intenzitet habanja bušačkog pribora. U opštem slučaju, da bi došlo do utiskivanja zubaca ili dijamantskih zrna krune, što je preduslov za bušenje, kontaktni pritisak zubaca ili zrna (σ_o) na stenu mora biti veći od čvrstoće stene (σ_s). Sa druge strane, kontaktni pritisak zubaca na stenu mora biti manji od čvrstoće dijamantskih zrna ili vidija zubaca (σ_d), jer u protivnom dolazi do prekomernog habanja, zatupljivanja i lomljenja krune. Takođe, ako je osovinski pritisak prevelik dolazi do krivljenja kolone bušačkog pribora i pojava nepoželjnih vibracija. Zbog toga, pri izboru osovinskog pritiska, pre svega, treba uzimati u obzir mehaničke karakteristike stena i konstruktivne elemente kruna i ostalog bušačkog pribora odnosno, treba se pridržavati relacije:

$$(\sigma_s) \leq (\sigma_o) \leq (\sigma_d)$$

Po pravilu, za postizanje maksimalnih učinaka pri bušenju, u tvrdim stenama, koriste se veći osovinski pritisci i obrnuto, u mekšim stenama manji, kao što je i ilustrovano dijagramima na sl. 131. Pomenuti dijagrami odnosno, njihovi maksimumi, ukazuju na postojanje optimalnih osovinskih pritiska na krunu pri bušenju u stenama različitih kategorija čvrstoća. Ako je osovinski pritisak manji od optimalnog, pri bušenju ne dolazi do usecanja, već samo do trenja o stenu zubaca ili



Slika 131. Zavisnost brzine bušenja od pritiska na krunu u: 1 - mekim, 2 - polu-tvrdim, 3 - tvrdim, 4 - jako tvrdim stenama /29/

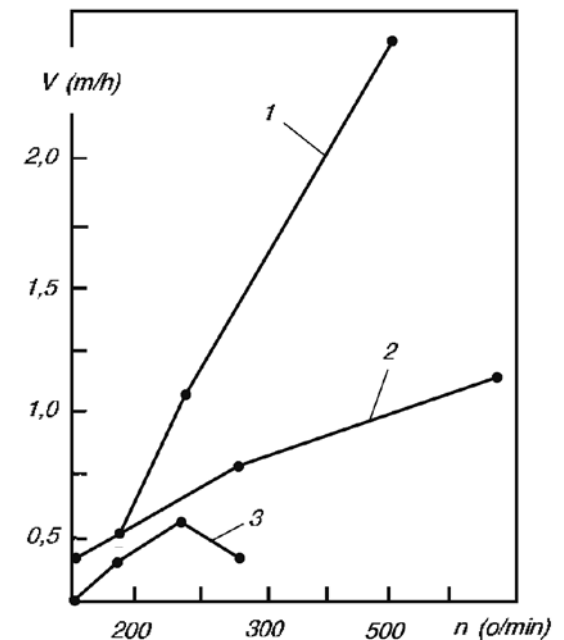
dijamantskih zrna. Zbog toga je učinak bušenja mali. Zubci se zatupljuju, dijamantska zrna poliraju, a habanje krune je prekomerno.

Obrnuto, ako je osovinski pritisak veći od optimalnog, usecanje zubaca i dijamantskih zrna je preveliko. Energija se troši na prekomerno razaranje stena i na povećano trenje, jer i oni delovi krune koji ne seku dolaze u kontakt sa stenom. Sve ovo dovodi do ubrzanog tupljenja zubaca i trošenja dijamantskih zrna, habanja bušačkog pribora, i na kraju rezultira smanjenjem kvaliteta i brzine bušenja.

Brzina rotacije krune veoma je važan parametar režima bušenja. Od broja obrtaja ne **zavisi samo brzina bušenja već i stabilnost kolone bušačkog pribora**, koja u velikoj meri utiče na kvalitet jezgra i habanje krune.

Dijagrami zavisnosti brzine bušenja od broja obrtaja krune, prikazani na sl. 131. Oni ukazuju na različit priraštaj brzina bušenja sa povećanjem broja obrtaja kod stena različitih kategorija tvrdoće. Tako naprimer, **kod polutvrđih stena, povećanje brzine bušenja sa porastom broja obrtaja**, znatno je intenzivnije nego kod tvrdih stena. **Kod jako tvrdih, silifikovanih stena, maksimalni učinci se postižu pri mnogo manjem broju obrtaja** u odnosu na polutvrde i tvrde stene.

Obično, **obodne brzine kod dijamantskih krune variraju od 1,5 - 3,5 m/s** a kod vidija krune od 0.8 - 2,0 m/s. U praksi se



Slika 131. Zavisnost brzine bušenja od broja obrtaja u: 1 - polutvrđim 2 - tvrdim, 3 - jako tvrdim stenama /29/

najčešće primenjuju brzine rotacije krune u intervalu **od 200 - 800 o/min.**

Povećane brzine rotacije primenjuju se pri bušenju plitkih bušotina, malih prečnika do 56 mm, u polutvrdim i tvrdim, kompaktnim i slabo abrazivnim stenama.

Broj obrtaja krune smanjuje se u slučaju bušenja u: vrlo tvrdim, silifikovanim, abrazivnim, jako heterogenim ili ispucalim stenama. Takođe, broj obrtaja treba smanjiti ako se uoči: vibracija bušaćeg pribora, povećano habanje krune, smanjen kvalitet i procenat jezgra.

Brzine rotacija, u principu, su manje ako se buši krunama sa krupnijim i malobrojnim zubcima ili dijamantskim zrnima. Obrnuto, pri bušenju sitnozupčastim, sitnozrnastim ili impregniranim krunama primenjuju se veće brzine rotacija.

Pri bušenju sa sitnozrnim i impregniranim krunama sposobnost rezanja, pod normalnim radnim uslovima, zadržava se sve dok se ne istroši matrica. Međutim, ako se prema promeni svojstava stena ne podešavaju parametri režima bušenja, kruna gubi sposobnost rezanja odnosno, dolazi do poliranja ili zatvaranja dijamantskih zrna. Promenom parametara režima bušenja, osovinskog pritiska i broja obrtaja, može se povratiti sposobnost rezanja krune. Ukoliko se na ovaj način ne postigne željeni efekat, kruna se može naoštрити (otvoriti) na jedan od sledećih načina:

- rotiranjem krune za nekoliko obrtaja na suvo, bez prisustva isplake,
- zabušivanjem u jako abrazivan beton (25% cementa i 75% abrazivnog peska),
- potapanjem čela krune u mešavinu hlorovodonične, fluorovodonične i azotne kiseline.