

8. Metode istraživanja i ispitivanja u stijenama

- Plan i program istraživanja
- Metode istraživanja i ispitivanja u stijenama
- Istražno bušenje i ispitivanje u bušotini
- Ostali istražni radovi
- "In situ" metode ispitivanja



Plan i program istraživanja

- Plan i program istraživanja ovisi o vrsti radova (zahvata), veličini i značaju objekata
- Vrste radova
 - Temeljenja
 - Kosine u stijenama
 - Podzemni radovi
 - Veliki iskopi u stijenama
 - Lučke i ostale podmorske građevine
- Primjena odgovarajućih i dostupnih metoda istraživanja i ispitivanja u stijenama
- Utvrdjivanje geomehaničkih značajki stijenske mase svih inženjerskogeoloških sredina u području zahvata

Metode istraživanja i ispitivanja u stijenama

- Preliminarna istraživanja
 - Geodetske podloge
 - Prospekcija terena
 - Daljinske metode istraživanja (satelitsko snimanje i snimanje iz aviona)
- Geološke studije i kartiranje
- Geofizičke metode istraživanja
 - Seizmičke metode
 - Geoelektrične metode
 - Georadarske metode
 - Geomagnetske metode
 - Geotermalne metode
 - Gravimetrijske metode

Metode istraživanja i ispitivanja u stijenama

- Istražno bušenje
- Ostali istražni radovi
 - Istražni raskopi
 - Istražna okna
 - Istražni tuneli
- "In situ" metode ispitivanja
 - Određivanje naprezanja u stijenskoj masi
 - Određivanje deformabilnosti stijenske mase
 - Postupak direktnog smicanja
 - Ostale metode ispitivanja

Istražno bušenje

- Utvrđivanje položaja, nagiba i dubine bušotine
- Mehaničko bušenje (udarno, rotacijsko)
- Bušenje uz jezgrovanje (orijentirane i neorijentirane jezgre)
- Izvještaj bušenja
- Određivanje značajki jezgre (determinacija jezgre)
- Prikaz profila istražne bušotine
- Ispitivanja u bušotini

Određivanje značajki jezgre

- Geološki opis jezgre
- Ukupni postotak dobivene jezgre
- RQD (Rock Quality Designation)
- FF (Fracturing Factor) – ukupan broj diskontinuiteta po metru dužnom (linijski stupanj ispucanosti)
- Značajke diskontinuiteta (razmak, hrapavost stijenki, čvrstoća stijenki, zijeve i ispuna)
- Jednostavna ispitivanja jezgre (PLT, čvrstoća Schmidtovim čeličem)
- Uzimanje uzoraka za laboratorijska ispitivanja

Značajke jezgre istražnog bušenja

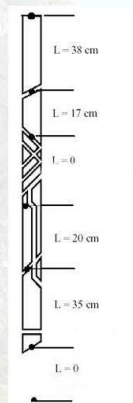
- Primjer jezgre istražnog bušenja u vapnencima
- Primjer jezgre istražnog bušenja u dolomitima



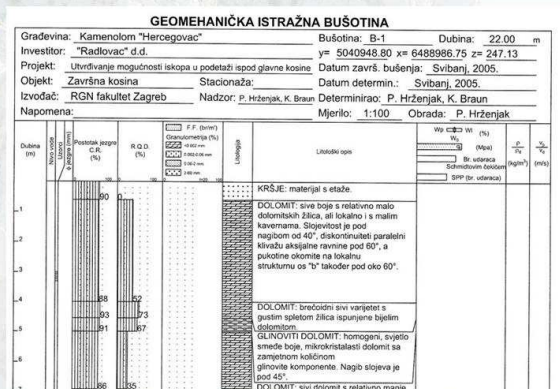
RQD (Rock Quality Designation)

- Modificirani postotak jezgre
 - Uzimaju se komadi jezgre dulji od 10 cm
 - Izražava se u %

$$RQD = \frac{\sum X_{10}}{\sum X} \cdot 100$$



Prikaz profila istražne bušotine



Ispitivanja u bušotini

- TV snimanje kanala bušotine
- Geofizičke metode ispitivanja (seizmičke i geoelektrične metode ispitivanja)
- Presiometarska ispitivanja (određivanje deformabilnosti stijene oko bušotine)
- Vodopropusnost (utiskivanjem ili crpljenjem vode)
- Ostala ispitivanja

Određivanje naprezanja u stijenskoj masi

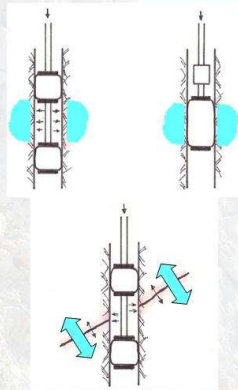
- Hidrauličke metode
 - Hidrauličko frakturiranje
 - Metoda frakturiranja s tlačnim jastukom
 - HTPF metoda
- Metode rasterećenja stijenske mase
 - Površinska
 - Bušotinske
- Metode tlačnih jastuka
- Metode oslobađanja deformacija
 - ASR (Anelastic Strain Recovery) metoda
 - DSCA (Differential Strain Curve Analysis) metoda
- Metoda sloma bušotine
- Ostale metode

Određivanje deformabilnosti stijenske mase

- Metode površinskog opterećenja (kružna ploča)
- Metode tlačnih jastuka
- Metode radijalnog opterećenja
- Bušotinske metode
 - Metoda opterećenja dna bušotine
 - Metoda opterećenja stijenki bušotine
- Ostale metode

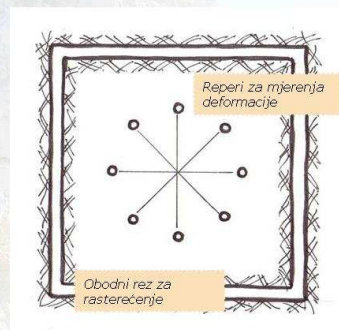
Hidrauličke metode (određivanje naprezanja u stijenskoj masi)

- Hidrauličko frakturiranje
 - Fluidom tlačno djelovanje na dijelu bušotine pakerima odvojenom
- Metoda frakturiranja s tlačnim jastukom
 - Tlačno djelovanje gumenim jastukom
- HTPF (Hydraulic Test on Pre-existing Fractures) metoda
 - Fluidom tlačno djelovanje u području pukotine poznate orijentacije



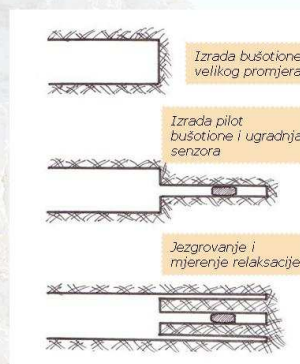
Površinska metoda rasterećenja (određivanje naprezanja u stijenskoj masi)

- Mjerenje deformacije (relaksacije) materijala bloka nakon njegovog rasterećenja od naprezanja
- Mjerenje deformacije u četiri smjera u središnjem dijelu bloka
- Potrebno je poznavanje modula elastičnosti da bi se na temelju izmjerene relaksacije odredile komponente naprezanja



Bušotinske metode rasterećenja (određivanje naprezanja u stijenskoj masi)

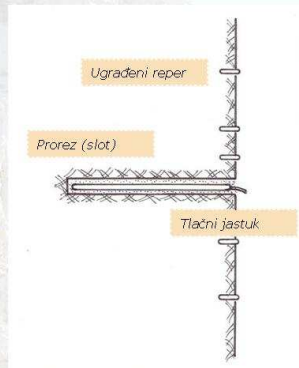
- Overcoring metoda
 - Mjerenja deformacija unutar pilot bušotine nakon rasterećenja materijala jezgrovanjem u bušotini
- CSIR Doorstopper metoda
 - Mjerenja deformacija materijala na dnu bušotine nakon rasterećenja materijala jezgrovanjem



Metode tlačnih jastuka

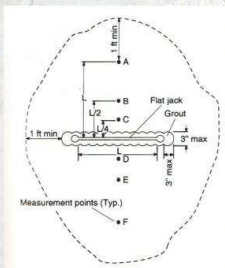
(određivanje naprezanja i deformabilnosti stijenske mase)

- ❑ Određivanje naprezanja u okomitom smjeru u odnosu na izrađeni prorez i djelovanje tlačnog jastuka te određivanje deformabilnosti stijene
- ❑ Vrijednost naprezanja predstavlja direktno potreban tlak jastuka da se deformacije vrate na nulu



Metoda tlačnog jastuka (ASTM D4729 – 87, 92)

- ❑ Standardni postupak za određivanje "In situ" naprezanja i modula deformacija primjenom tlačnog jastuka
- ❑ Određivanje modula deformacija stijenske mase provodi se u području većih naprezanja od vrijednosti postojećeg



Postupak direktnog smicanja

- ❑ Određivanje veličina posmične čvrstoće na značajnim ploham diskontinuiteta
- ❑ Provođenje postupka na unaprijed pripremljenu bloku na licu mjesta
- ❑ Ostvarivanje sila pomoću hidrauličnih potisnih cilindara

