

GEOTEHNIČKO ISTRAŽIVANJE



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR

terenska geotehnička istraživanja

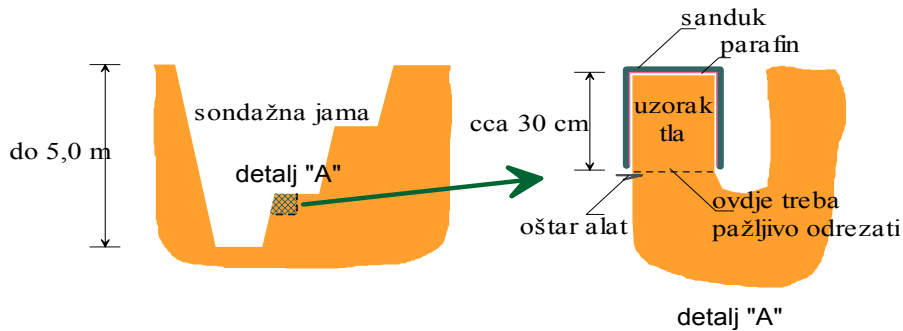
- iskopi i bušotine
- uzimanje uzoraka (uzorkovanje)
- mjerenje razine podzemne vode



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR

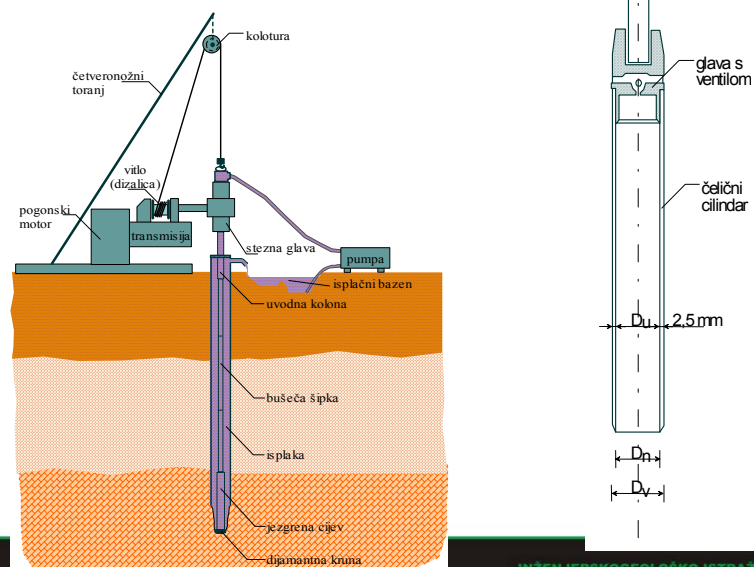
Vađenje uzoraka iz sondažnih jama



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Metoda nastave: ERR

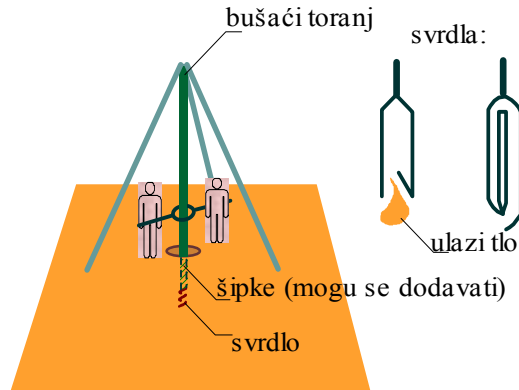
Vađenje uzoraka iz bušotina – motorna granitura i tankostijeni cilindar za vađenje neporemećenih uzoraka



GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalic
Metoda nastave: ERR

Bušenje i vađenje uzoraka iz bušotina



Sveučilište u Zagrebu
**RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKU**

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
 metoda nastave: ERR

Cilindar s fiksnim klipom, za vađenje neporemećenih uzoraka

$$C_a = \frac{D_v^2 - D_n^2}{D_n^2} \leq 0,15$$

$$C_i = \frac{D_u - D_n}{D_n} \leq 0,015$$

C_a - koeficijent površine (EC 7/3),

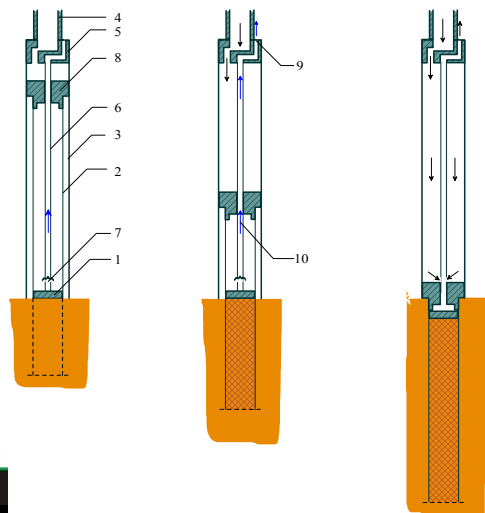
C_i - koeficijent unutrašnjeg otvora:

gdje je:

D_n ... unutrašnji rub noža cilindra,

D_v ... najveći vanjski promjer cil.,

D_u ... unutrašnji promjer cilindra.



**RUDARSKO
 GEOLOŠKO
 NAFTNI FAKU**

metoda nastave: ERR

in situ pokusi

- pokusi u bušotinama
- standardni penetracijski pokus (SPP ili SPT)
- mjerenje propusnosti

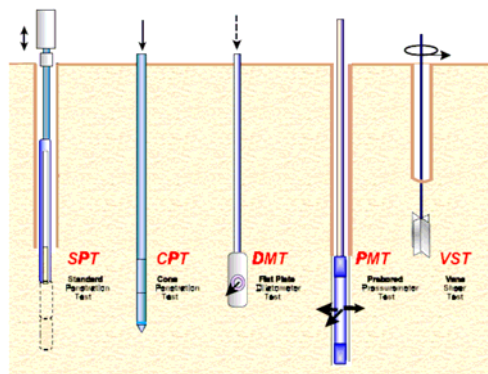


Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR

Mjerenje osobina tla in situ

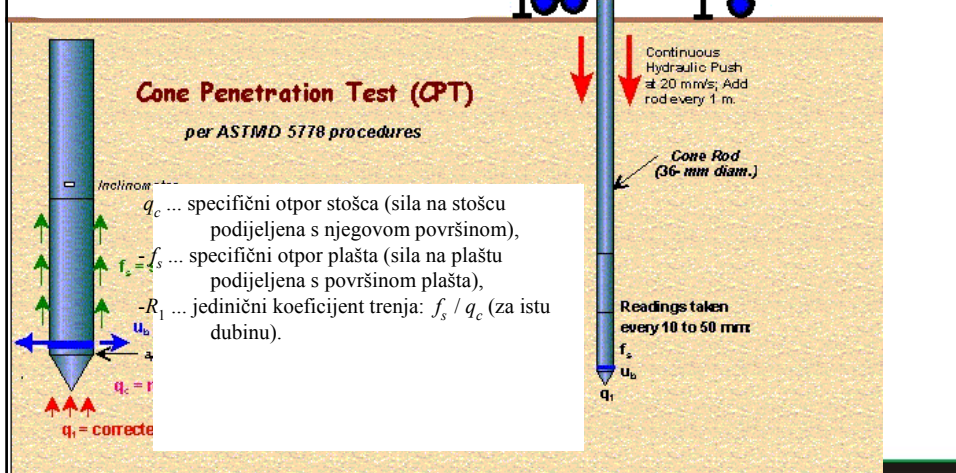
- **statički penetracijski pokus i piezokon (oznaka, eng.: CPT i CPTU)**
- **presiometerski pokus,**
- **standardni penetracijski pokus (SPP, eng. SPT),**
- **terenska krilna sonda,**
- **plosnati dilatometrom, DMT i**
- **mjerenja u podzemnoj vodi.**



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR

Statička penetracijska sonda - CPT



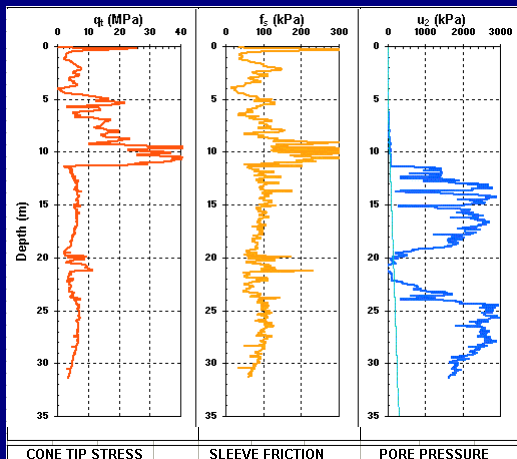
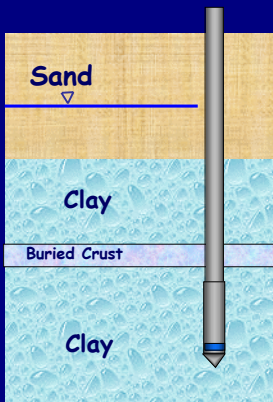
Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalic
Metoda nastave: ERR

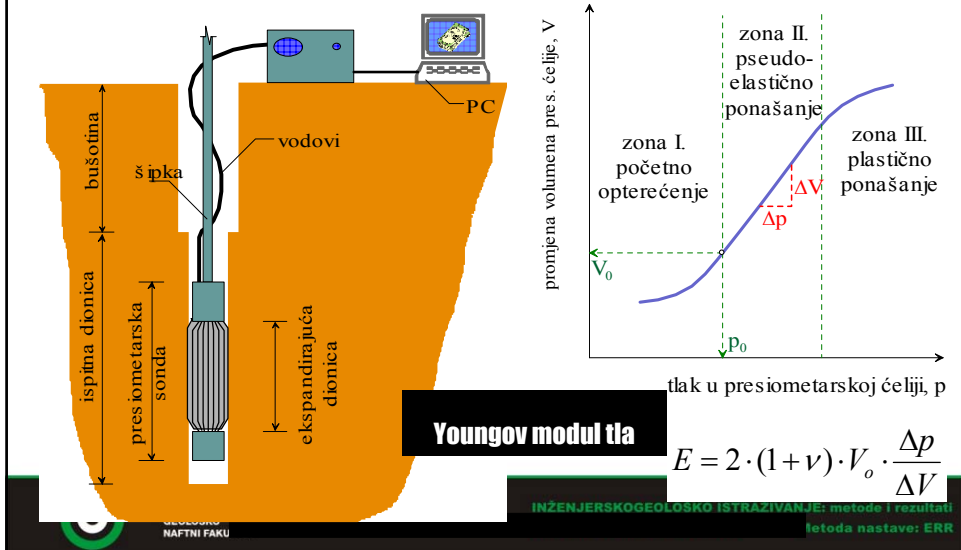
Cone Penetration Testing (CPT)

Real-Time readings in computer screen

Penetration at 2 cm/s



Presiometarski pokus (Menardov presiometar)



Standardni penetracijski pokus, SPP (standard penetration testing, SPT)

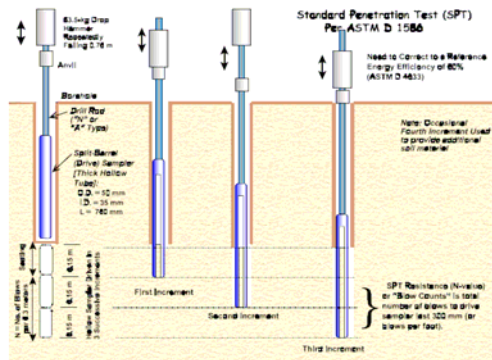
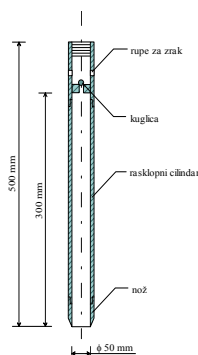


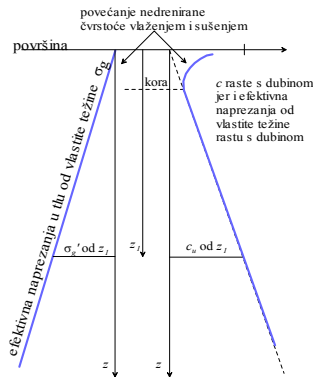
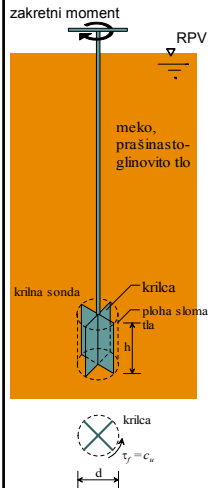
Figure 5-3. Sequence of Driving Split-Barrel Sampler During the Standard Penetration Test.

$$N_{60} = \frac{ER_T}{60} \cdot \lambda \cdot C_N \cdot N$$

Popravni koeficijenti za duljinu šipke i vertikalno naprezanje

Krilna sonda

- određivanje nedrenirane čvrstoće tla na terenu



$$\tau_f = c_{fv} = \frac{2M}{\pi d^2 \left(h + \frac{d}{3} \right)} = 0,273 \frac{M}{d^3}$$

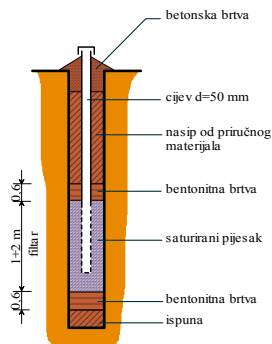


RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalic Metoda nastave: ERR

Podobnost sustava za mjerenja u podzemnoj vodi, ovisno o vremenu njihova odziva i svrsi mjerenja

Piezometar (otvoreni sustav)



uvjeti u temeljnom tlu	šljunak, krupan pijesak	sitan pijesak, krupan prah	sitan prah, glacijalni nanos, glina
Svrha mjerenja			
mjerenje razine podzemne vode ili raspodjele pornog tlaka i njihovih kolebanja	bušotina za opažanje, otvorena cijev, filter na vrhu cijevi	otvorena cijev, filter na dnu cijevi, piezometar (hidraulički, pneumatski, električni)	filter na dnu cijevi, piezometar (hidraulički, pneumatski, električni)
mjerenje promjena pornog tlaka uslijed njegovih kolebanja, crpenja, iskopa, opterećenja ili rasterećenja, učinaka zabijanja pilota, ili radi praćenja npr. kosina	filter na vrhu cijevi, piezometar (hidraulički, pneumatski, električni)	filter na vrhu cijevi, piezometar (hidraulički, pneumatski, električni)	piezometar (hidraulički, pneumatski, električni)



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalic Metoda nastave: ERR

laboratorijski pokusi na uzorcima

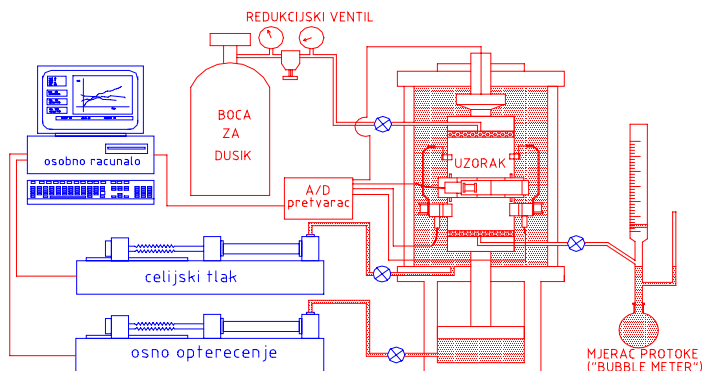
- poremećeni/neporemećeni uzorci



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR

Troosni uređaj s mogućnošću mjerjenja pomaka (deformacija) na uzorku



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR

vrste geotehničkih istraživanja

- terenska geotehnička istraživanja
- in situ pokusi
- laboratorijski pokusi na uzorcima (geomehanički pokusi)
- inženjerskogeološki opis stijena/tala



inženjerskogeološki opis stijena/tala

- obrađeno u poglavljima 7 za tlo i 10 za stijenu





**INŽENJERSKOGEOLOŠKI OPIS
STIJENE/TLA**

- determinacija jezgre bušotine



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR



Primjer 1 - TLO:

20.20 – 25.40 m:

materijal: GLINOVITI ŠLJUNAK S PIJESKOM I OBLUTCIMA

(GC)—Približno 50% sitno do krupnozrnatog, poluzaobljenog šljunka; približno 30% sitno do krupnozrnatog, poluuglastog pijeska; približno 20% sitnozrnate frakcije (prah i glina) srednje plastičnosti; slaba reakcija na HCl; originalni uzorak sadrži oko 5% (volumnih) poluzaobljenih oblutaka, maksimalne veličine 150 mm.

masa: čvrst, homogen, suh, smeđ.

interpretacija geneze: aluvijalna lepeza.

geomehanički simbol: (GC)sc.



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR



Primjer 2 – STIJENA:

20.20 – 25.40 m:

KVARCNI PJEŠČENJAK. Srednje zrnat (0.25 do 0.5 mm), dobro sortiran, poluzaobljena do zaobljena zrna kvarca dobro su cementirana silicijem; hematit slabo zastupljen u cementu i kao tanka prevlaka na zrnima. Srednje crvenkasto-smeđi (10R 6/6). Srednje uslojen, debljina slojeva 250 do 310 mm, nagib slojeva 210/15 do 250/30. Slabo trošan. Tvrd, ne može ga se grebati nožem, jezgra se raspada po slojevitosti pod jakim udarcem čekića. Srednje raspucan. Uzet uzorak jezgre.



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR



INŽENJERSKOGEOLOŠKI OPIS STIJENE/TLA

- inženjerskogeološki opis diskontinuiteta
na izdancima – VIDLJIVI SETOVI
DISKONTINUITETA

**INŽENJERSKOGEOLOŠKI OPIS
STIJENE/TLA**

-inženjerskogeološki opis diskontinuiteta na
izdancima

-na slici mjerenje **POJEDINAČNOG
DISKONTINUITETA** po kojemu se dogodio
PLANARNI SLOM



geotehnička istraživanja: istraživanja za projektiranje i gradnju

- **bušenja i vađenja uzoraka**
- **mjerenja osobina tla in situ**
- **geofizička ispitivanja,**
- **inženjerskogeološko kartiranje**



Geofizička ispitivanja

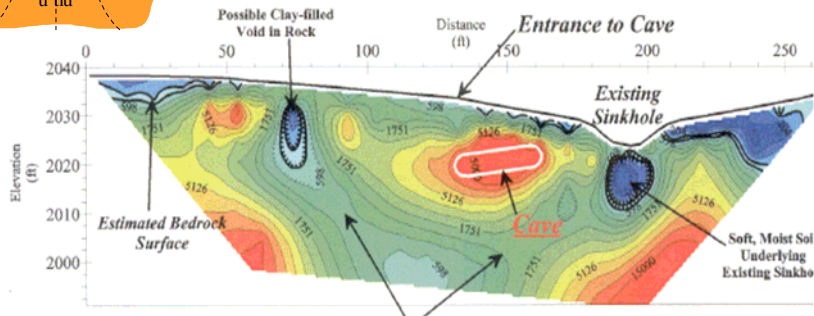
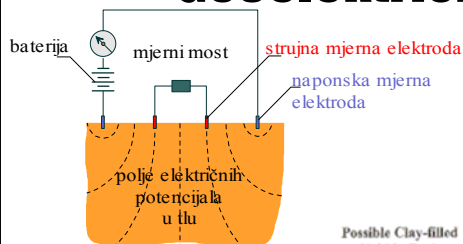
- geoelektrična
- seizmička



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalic Metoda nastave: ERR

Geoelektrična ispitivanja

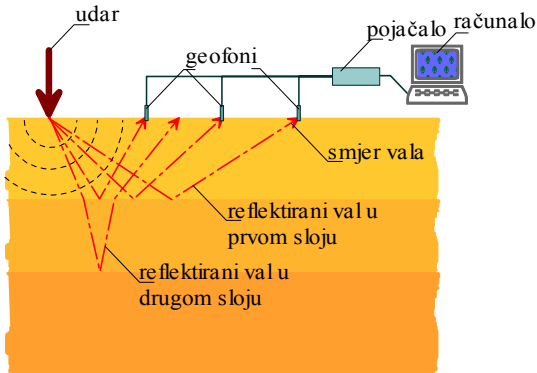


Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalic Metoda nastave: ERR

Seizmička ispitivanja

Mjerenja brzina valova s površine



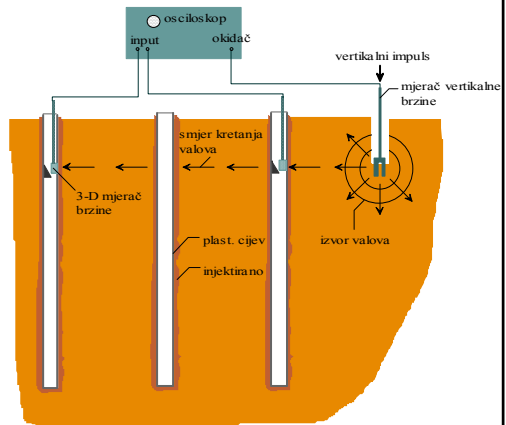
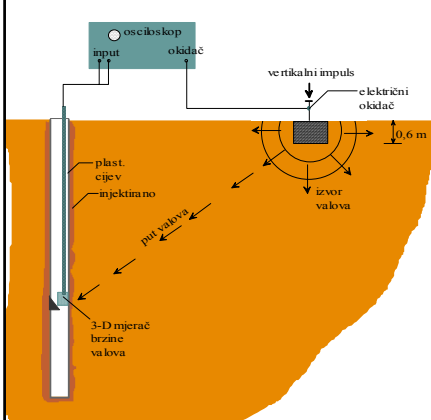
- refleksija
- refrakcija



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR

Mjerenje brzina valova između bušotina: Down-hole Cross-hole



Sveučilište u Zagrebu
RUDARSKO
GEOLOŠKO
NAFTNI FAKULTET

INŽENJERSKOGEOLOŠKO ISTRAŽIVANJE: metode i rezultati
Nastavnik: doc. dr. S. Mihalić Metoda nastave: ERR

Karakteristične vrijednosti v_s brzina za neke geomaterijale:

Iz v_s , možemo odrediti, primjerice, modul posmika: $G = \rho \cdot v_s^2$, gdje je ρ

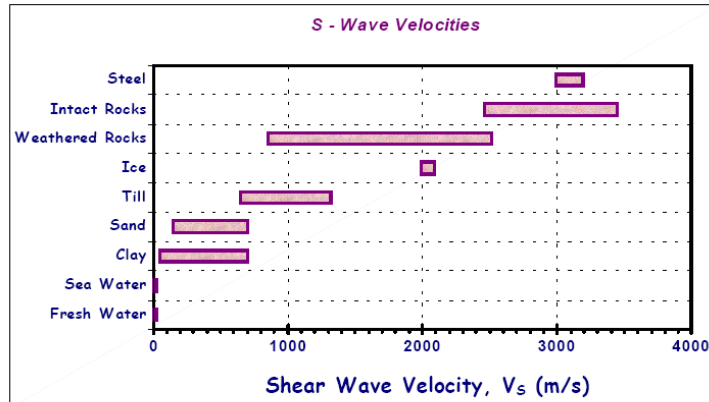


Figure 5-22. Representative Shear Wave Velocities of Various Soil and Rock Materials.

GEOTEHNIČKO ISTRAŽIVANJE: metode dobivanja podataka

- GEOLOŠKE
- inženjerskogeološko kartiranje
- Opis diskontinuiteta (značajke i raspucanost)
- GEOTEHNIČKE
- Istraživačko bušenje
- Istraživački raskop
- In situ pokusi (npr. SPP)
- Mjerenje RPV
- Geomehanička laboratorijska ispitivanja
- GEOFIZIČKE
- Seizmika (refleksija i refrakcija)
- Georadar
- Geoelektrika



ZADACI INŽENJERSKOG GEOLOGA U OKVIRU GEOTEHNIČKOG ISTRAŽIVANJA

