

HIDROTEHNIČKE GRAĐEVINE

Akad.god 2009/10.

45+30

Sadržaj:

- 1.Uvod
- 2.Istraživanja-geološka, hidrogeološka, geofizička, geomehanička,hidrološka
- 3.Temeljenje
4. Brane
5. Objekti za evakuaciju velikih voda-preljevi, ispusti
6. Građevine za transport vode
- 7.Riječne građevine

PREDAVANJA:

	Datum	
1	15.10.	Uvod, istražni radovi (3)
2	22.10.	Temeljenje hidrotehničkih građevina-nosivost,deformabilnost, stabilnost; Uvod u brane, podjele, proračunske metode (6)
3	29.10.	Nasute brane (9)
4.	5.11.	Gravitacijske brane (12)
5.	12.11	Olakšane gravitacijske, raščlanjene, (15)
6.	19.11.	Lučne, višelučne brane (18)
7.	26.11.	1. KOLOKVIJ , Promatranje i rušenje brana(21)
8.	3.12	Riječne brane (24)
9.	10.12.	Objekti za evakuaciju velikih voda; Preljevi (27)
10	17.12.	Ispusti, zaštita gradilišta od velikih voda(30)
11.	7.1.2010.	Građevine za transport vode(33)
12.	14.1.	Građevine za zahvat vode, vodne komore(36)
13	21.1.	Riječne građevine(39)
14	28.1.	2.KOLOKVIJ (42)

VJEŽBE:

	Datum	
1	14.10.	Uvodne vježbe
2	21.10.	Auditorne vježbe
3	28.10	Auditorne vježbe, Podjela programa
4	4.11	Konstrukcijske vježbe
5	11.11	Konstrukcijske vježbe
6	18.11.	Konstrukcijske vježbe
7	25.11.	Konstrukcijske vježbe
8	2.12	Konstrukcijske vježbe
9	9.12.	Konstrukcijske vježbe
10	16.12.	Konstrukcijske vježbe
11	13.1.2010.	Konstrukcijske vježbe
12	20.1.	Konstrukcijske vježbe
13	27.1.	Predaja programa -30.siječnja 2010.

- LITERATURA:
- P. Stojić: Hidrotehničke građevine 1, 2, 3
- E. Nonweiller: Nasute brane
- Predavanja . Web GF Osijek
- Web GF Zagreb

1.UVOD

- Hidrotehničke građevine su složeni inženjerski zahvati koji se provode s ciljem zaštite od štetnog djelovanja voda, uređenje vodotoka i korištenje voda

- A) korištenja voda- zahvaćanje, crpljenje i uporaba površinskih i podzemnih voda za različite namjene, vodoopskrbu, energetske svrhe, navodnjavanje za uzgoj riba, plovidbu, sport i rekreaciju
- B) zaštite od štetnog djelovanja voda- mjere za obranu od poplava, zaštitu od leda, erozija i bujica, melioracijska odvodnja, regulacije vodotoka
- C) zaštite voda kao prirodnog resursa (kvalitativno i kvantitativno)- mjere zaštite voda od onečišćenja u cilju zaštite života i zdravlja ljudi i zaštite okoliša (odvodnja otpadnih voda, uređaji za pročišćavanje, revitalizacija vodotoka)

POTREBNA ZNANJA

- HIDROLOGIJA I HIDROMEKANIKA
- Geologija i hidrogeologija
- Mehanika i otpornost materijala
- Statika i dinamika konstrukcija
- Mehanika tla i stijena, temeljenje
- Seizmologija
- Građevinski materijali
- Tehnologija građenja

INŽENJERSKE GRAĐEVINE

a) SLOŽENOST:

- U uskoj su vezi s prirodom (okolišem), ali i prethodnim ljudskim aktivnostima
- Potrebni su obimni istražni radovi
- Potreban je timski rad većeg broja ljudi različitih specijalnosti – neprestano se povećava
- Višenamjenske građevine - zadovoljavaju potrebe različitih korisnika

b) OSJETLJIVOST

- Pogreške imaju velike posljedice koje se mogu javiti zbog:
- inženjerskih propusta
- Kvantitativne pogreške
- Zbog nepredviđenih okolnosti (potresi)
- Zbog loše interpretacije rezultata istraživanja ili nedostatnosti istraživanja (najčešće)
- Zbog općeg stanja znanja i znanosti

c)UTJECAJ NA OKOLIŠ

- Socijalno-ekonomski
- Hidrološki režim
- Živi svijet

POZITIVNI UČINCI

- Obrana od poplava
 - Mogućnost prihranjivanja malih voda
 - Racionalno korištenje voda
 - Socijalno-ekonomski efekti
 - Promjena mikroklimе
-
- Prednost imaju male akumulacije i brane

NEGATIVNI UČINCI

- Promjene namjene površina
- Redukcija prihranjivanja podzemnih voda (zadržavanjem poplavnih voda)
- Zadržavanje nanosa
- Socijalno-ekonomski efekti
- Promjena mikroklimе

PODJELA:

- Prema različitim kriterijima:
 1. Riječne, jezerske i morske
 2. Usporne (pragovi, pregrade i brane)
 3. Regulacijske (valobrani, ledorezi)
 4. Transportne(kanali, tuneli, cjevovodi)

METODE:

- Teorijska istraživanja
- Laboratorijska ispitivanja
- Fizikalno modeliranje
- Matematičko modeliranje
- Eksperimentalna istraživanja “in situ”
- Varijantno projektiranje
- Metoda analogije - proučavanje povijesnih rješenja

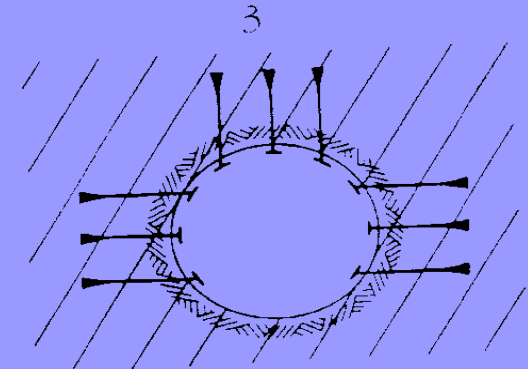
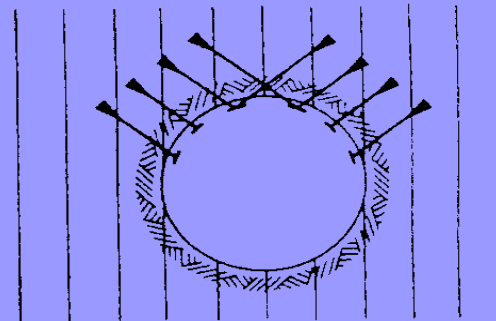
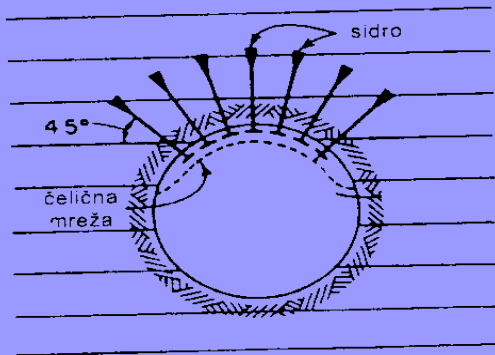
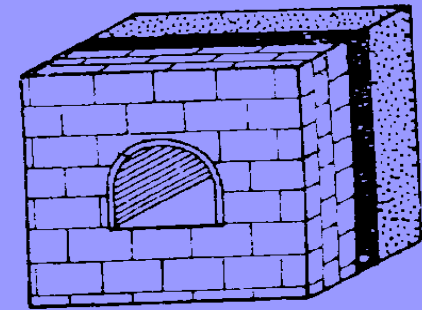
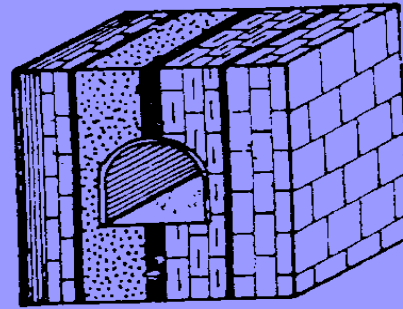
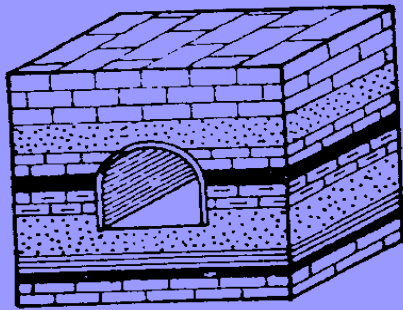
2.GEOLOŠKA I HIDROGEOLOŠKA ISTRAŽIVANJA

- O njima ovisi stabilnost, sigurnost i trajnost
- H.građevine mogu izazvati poremećaj geološke i hidrogeološke ravnoteže koja je postojala prije izgradnje zahvata
- Stvaranje novih hidrogeoloških i hidrauličkih uvjeta

1. u aluvijalnom tlu – jednostavniji problem
2. U stijenskom masivu dominantan utjecaj imaju strukturni diskontinuiteti koji utječu na fizičko-mehanička svojstva stijena s dominantnim utjecajem pukotina koje su uglavnom otvorene na dubinama na kojima se vrši temeljenje
3. Posebnost krških terena gdje postoje podzemni kanali prema zonama istjecanja

- Geološku struktura stijenskih masa treba smatrati kao najpostojaniju karakteristiku stijenskog masiva, a o kojoj ovise karakteristike h. građevina
- Nužno je poznavanje prostornih geometrijskih karakteristika slojeva i pukotina

Utjecaj karakteristika slojevitosti na iskop temelja- **NAJPOVOLJNIJI?**



1

2

3

slike 1 2 13 Utjecaj karakteristika slojevitosti na iskop temelja

3 karakteristična položaja tunela

1. Može se očekivati odvajanje u tjemenu tunela → sidrenje u tjemenu

2. Odvajanje u bokovima tunela

-u oba slučaja geotehnički uvjeti su const. po osi tunela ali se javljaju teškoće kod miniranja

3. Geotehnički uvjeti su promjenjivi duž osi, ali su uvjeti stabilnosti povoljniji

- Na hidrotehničkim građevinama primjenjuje se oko 120 istražnih postupaka
- 3 skupine istraživanja:

1. Daljinske detekcije

2. Geofizička istraživanja

3. Statička ispitivanja deformacijskih karakteristika otpornosti “in situ”

2.1. DALJINSKE DETEKCIJE

1. Aerosnimke (na visinama do 24km sa slikama 25km x 25km)
2. Satelitske slike (preko 24 km)

- Multispektralna daljinska detekcija -svaki predmet na zemlji ima određeni intenzitet zračenja u spektralnoj skali i različito upija, odražava i prelama svjetlost

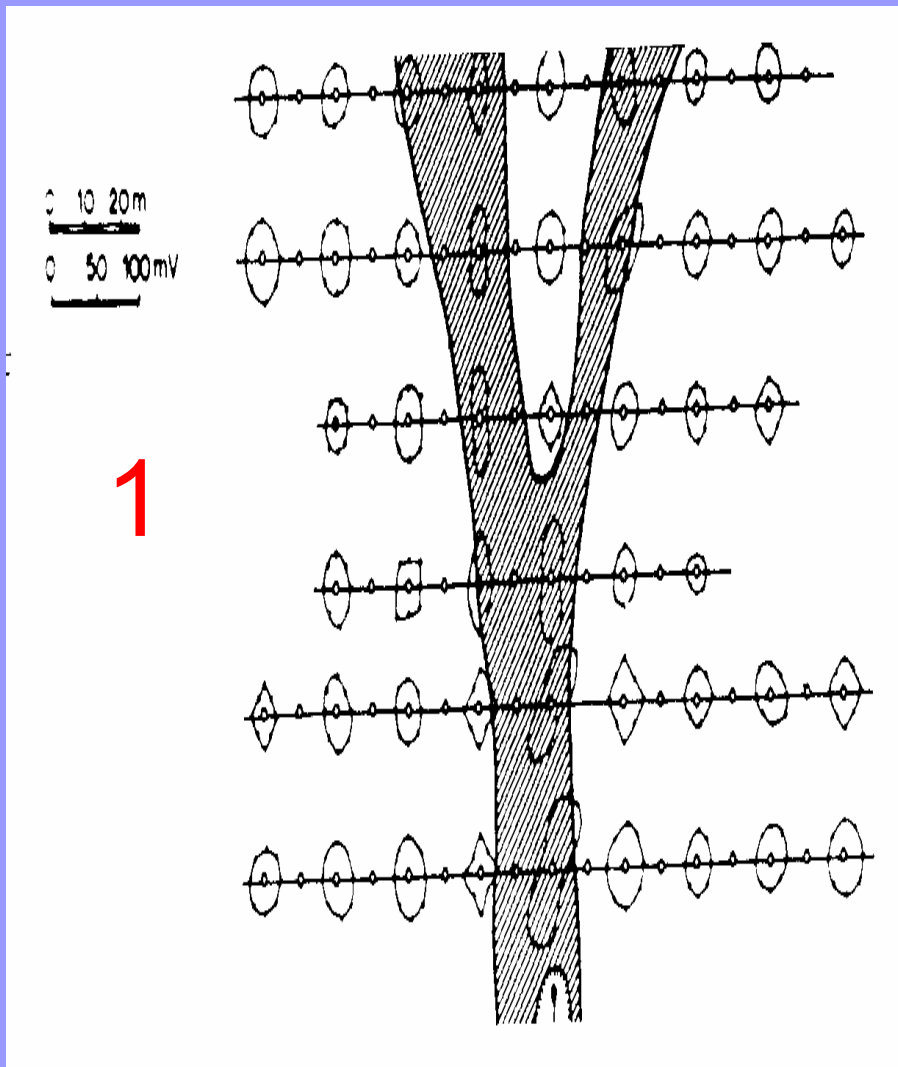
- Elektromagnetska radijacija - svaka slika ima 250 tonova . Svaki ton predstavlja određenu geološku formaciju ili neku drugu karakteristiku zemljine kore

- **Infracrvena termografija** – zasniva se na činjenici da tijela različite temperature različito zrače (osjetljivost od 0,2°C)
- **PRIMJENJIVOST:** litologija, strukture, rasjedi i pukotine, poroznost, vrulje, ponorske zone u rijekama i akumulacijama, izvorske zone u rijekama i akumulacijama, detektiranje trase podzemnog toka, pronos onečišćenja

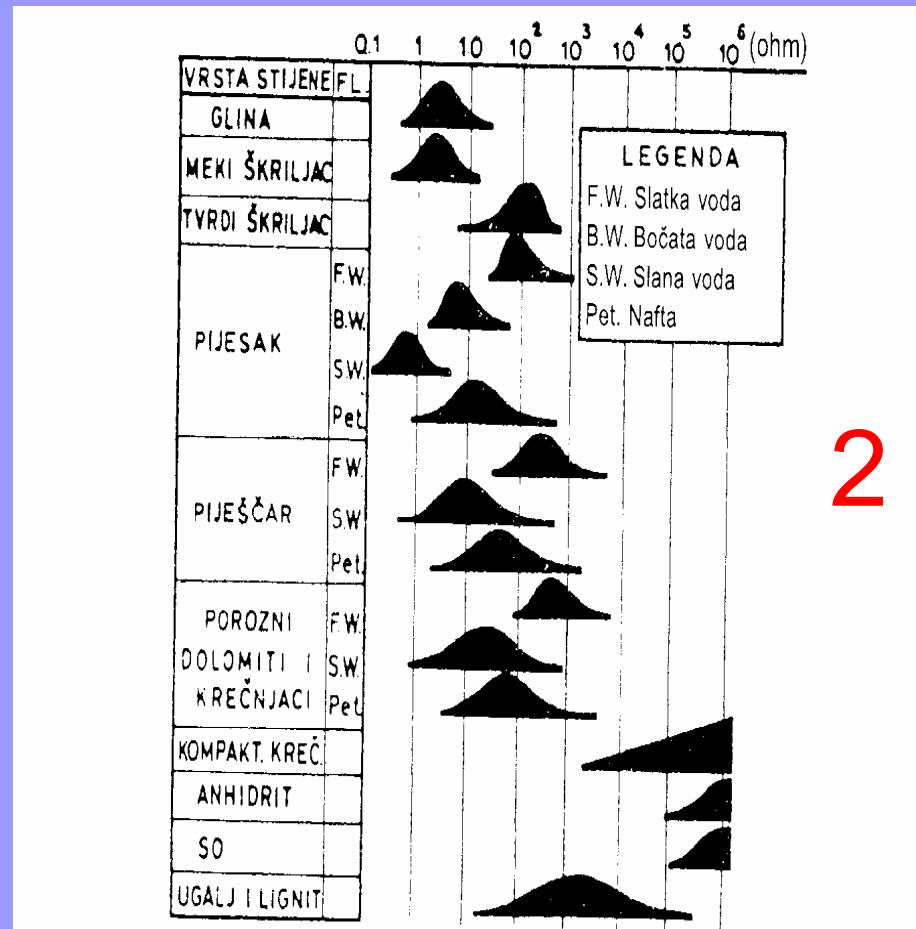
2.2. GEOFIZIČKA ISTRAŽIVANJA

- Inženjerska geofizika = područje geoloških znanosti koje proučava karakteristike zemljine kore i to njenih gornjih horizonata

METODA	KARAKTERISTIKA KOJA SE MJERI
GRAVITACIJSKA	Grav.polje- za otkrivanje pukotina i kaverni zbog deficita mase
MAGNETSKA	Stalno ili inducirano magnetsko polje- za otkrivanje metala, cjevovoda isl
SEIZMIČKA	Brzina seizmičnih valova
RADIOMETRIJSKA	Spontana ili izazvana dezintegracija
EL.POTENCIJALA	Razlika el.potencijala-za otkrivanje podzemne vode, starih riječnih korita – SLIKA 1
SPECIFIČNOG EL.OTPORA	Razlika el.potencijala i jačina struje-temelji se na činjenici da stijene različito provode struju (1-milijun ohma)- SLIKA 2
ELEKTROMAGNETSKA	Prostiranje elektromag.valova
TERMALNA	Razlika temperatura-položaj rasjedne zone
SONIČNA	Brzina zvučnih valova



**METODA VLASTITOG
ELEKTRIČNOG POTENCIJALA**

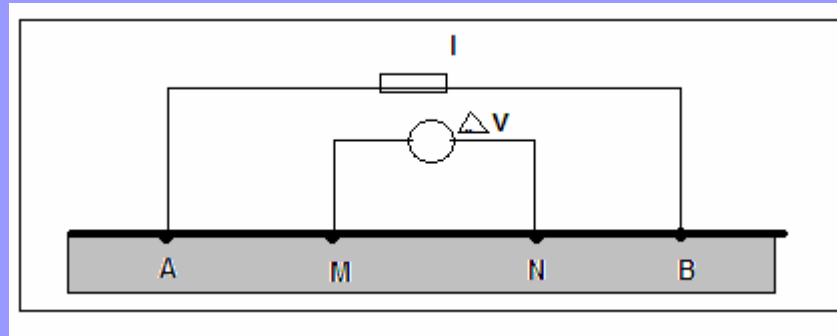


Slika 1.2.17. Specifični električni otpor stijena (SEO)

**METODA SPECIFIČNOG
ELEKTRIČNOG OTPORA**

1

- Direktna metoda
- Mjerenja s površine
- Koristi prirodni el. potencijal koji mora biti izražen
- Stari tokovi i doline, podzemni tokovi



2

- Indirektna metoda
- Različite stijene različito provode struju,
- Specif. otpor – najizraženija karakteristika stijena

$$\rho_p = \frac{\Delta V}{I} K$$

- ρ_p = prividna vrijednost spec. el. otpora, odnosno električna otpornost homogene izotropne zone
- ΔV = razlika potencijala između elektroda
- I = jakost struje
- K = koef. ovisan o rasporedu elektroda

ISTRAŽNE BUŠOTINE

KAROTAŽ BUŠOTINA

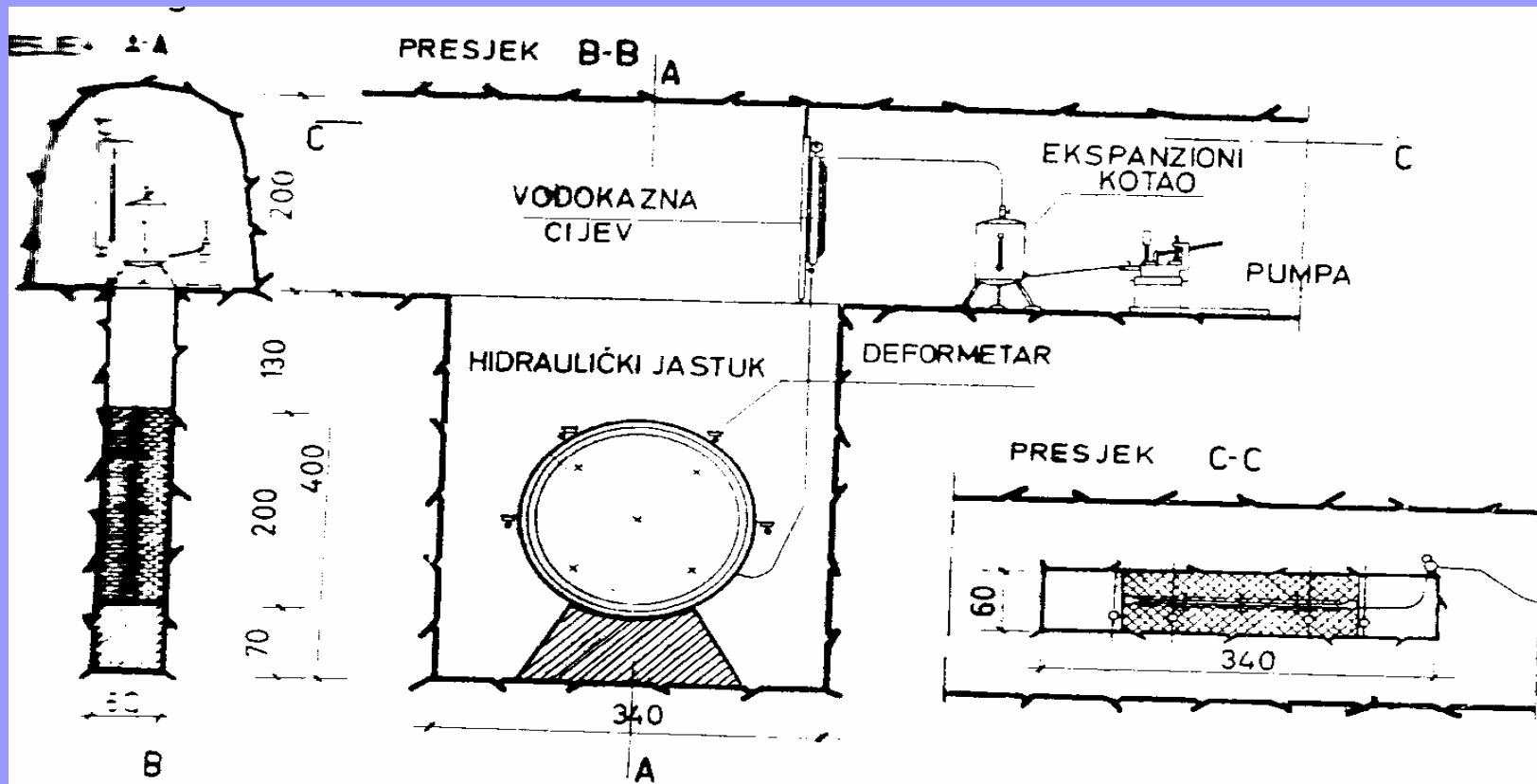
- Mjerenje ispod površine terena kojim se mogu odrediti:
- Dubina i rasprostiranje vodonosnog sloja
- Njegov kontinuitet, poroznost, vodopropusnost, stupanj zasićenosti, struktura, kem. karakteristike vode, dimenzije prirodnih otvora

- Postupci:
- El.otpornost stijena
- Vlastiti el.potencijal
- Prirodni intenzitet gama zračenja
- Inducirana radioaktivnost
- Temperaturni gradijent

2.3. STATIČKA ISTRAŽIVANJA

1. Hidraulički tlačni jastuk - jeftina, može se ostvariti tlak do 100 bara

- Nedostatak: točkasto istraživanje, odabir mjernih mjesta presudan
- Program ispitivanja- veći broj kratkotrajnih ili manji broj dugotrajnih opterećenja

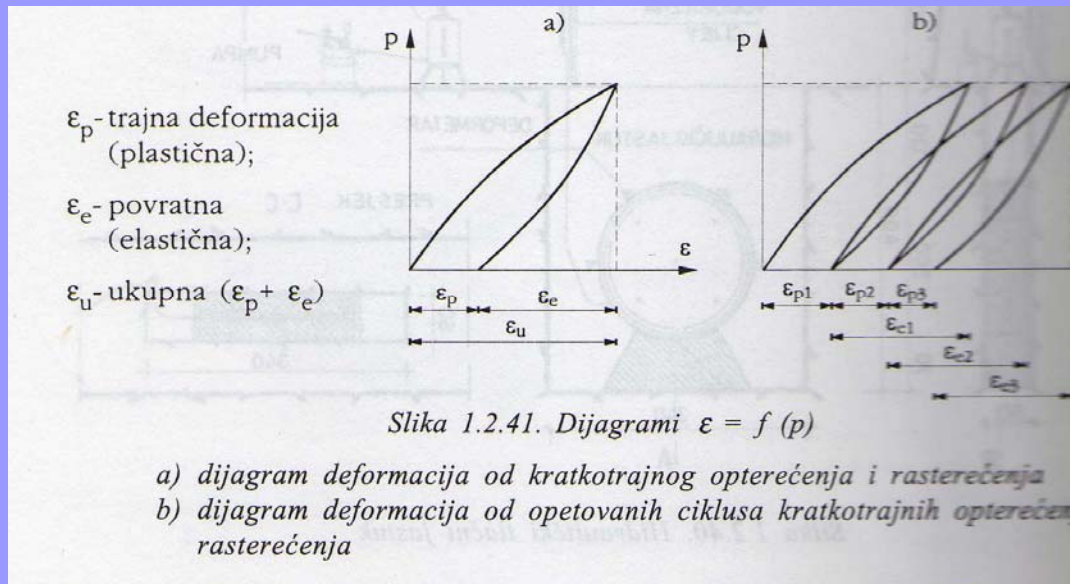


Slika 1.2.40. Hidraulički tlačni jastuk

Postupak

- U stijeni se iskopa prorez u koji se postavi limeni jastuk promjera 2m i međuprostor između jastuka i stijene ispuni betonom
- Orijehtacija proreza ovisi o tome u kojem smjeru u odnosu na slojeve ili pukotine želimo ostvariti opterećenje

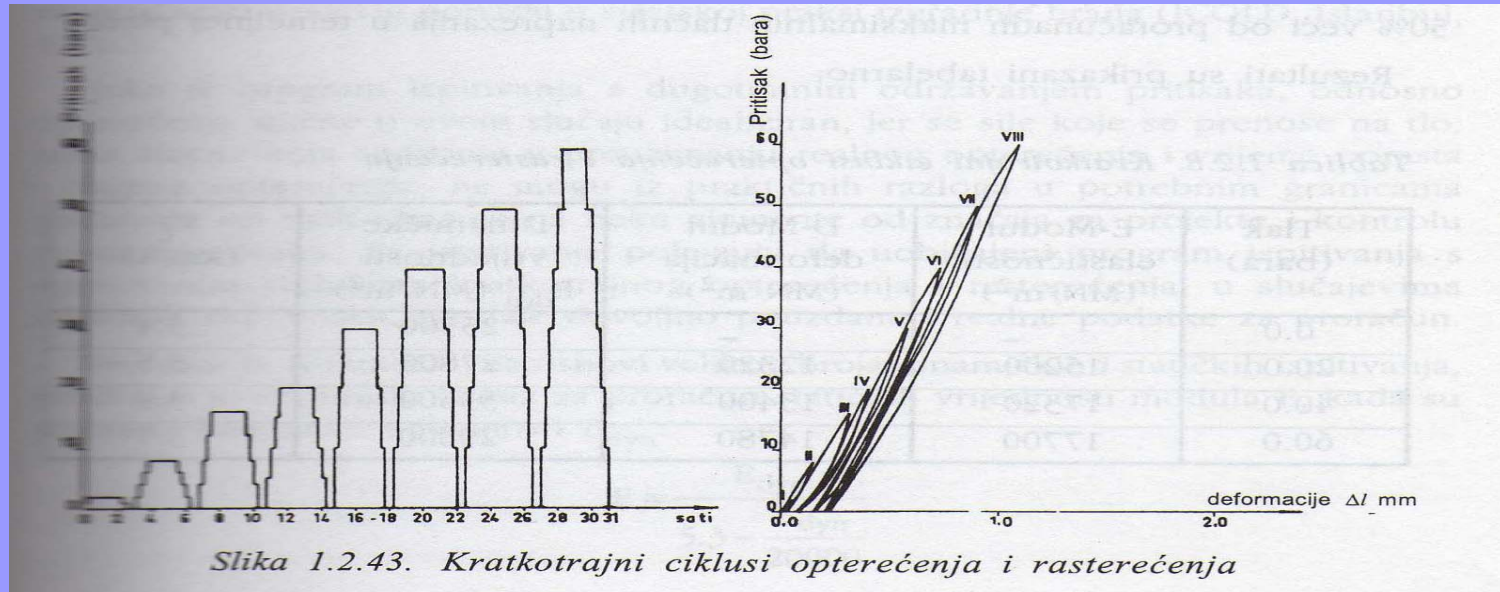
- Ručnom pumpom se voda tlači u limeni jastuk i preko betonske ispune prenosi na stijenu
- Mjerenje deformacija vrši se defometrima koji se postavljaju na obod
- Proračun modula elastičnosti (E) i modula deformacija (D)



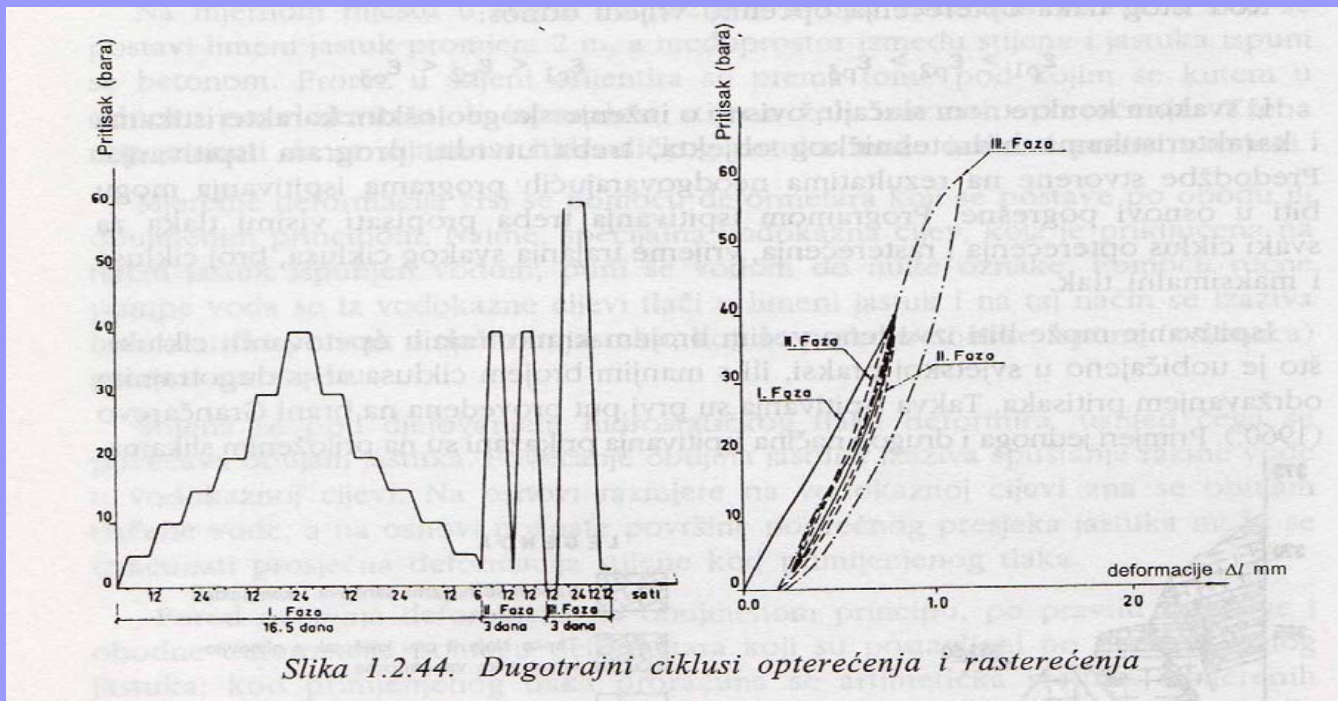
$$\varepsilon_{p1} \geq \varepsilon_{p2} \geq \varepsilon_{p3}$$

$$\varepsilon_{e1} \leq \varepsilon_{e2} \leq \varepsilon_{e3}$$

PRIMJER:



- 31 sat –opterećenje u 8 ciklusa nakon iskopa temelja i prije konsolidacijskog injektiranja stijenske mase
- Pri svakom opterećivanju zaostao je dio plastične deformacije



Slika 1.2.44. Dugotrajni ciklusi opterećenja i rasterećenja

- Dugotrajni ciklusi (22,5 dana) do dubine 15m i tlakom od max 60 bara (50% više od proračunatih tlačnih naprezanja)

- Plastična deformacija u 1.fazi koja odgovara izgradnji brane i punjenju do određene razine ispod normalne kote Trajne deformacije u 80% slučajeva događaju se u 1. fazi (16,5 dana)
- 2. faza= faza eksploatacije (potpuno u elastičnom području)
- 3.faza= eventualno preopterećenje (20% trajnih deformacija)

- Empirijska veza između statičkog i dinamičkog modula elastičnosti
- D = modul deformacija
- K = koeficijent ispucanosti
- $K < 0,25$ izvrsna kvaliteta
- $K = 0,25 - 0,5$.. dobra
- $K > 0,8$ vrlo loša kvaliteta stijene

$$E_{st} = \frac{E_{dyn}}{5,3 - \frac{E_{dyn}}{20000}}$$

$$D = 9,25 \times 10^{-2} E_{st}^{1,189}$$

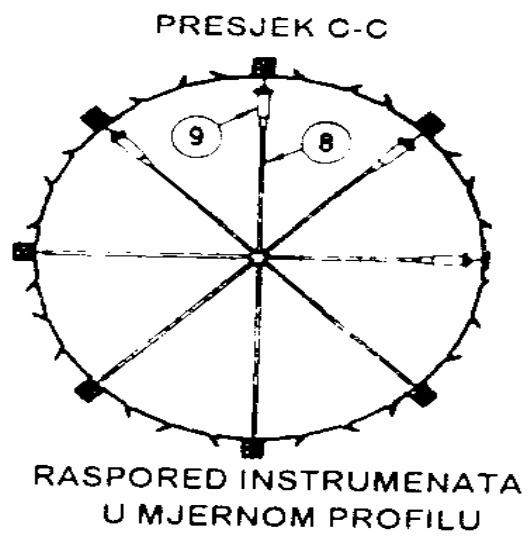
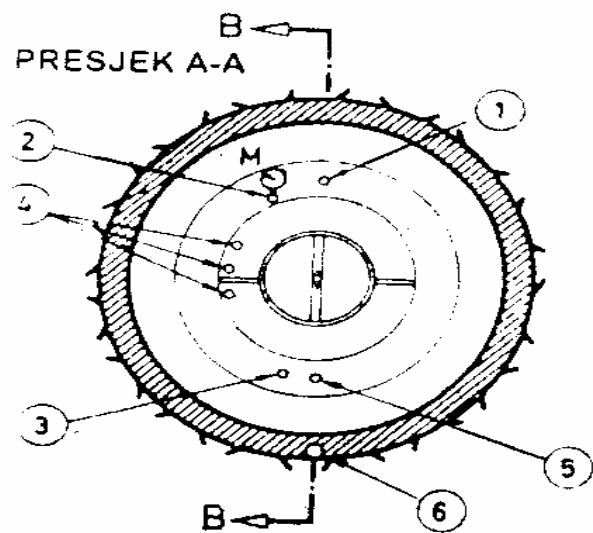
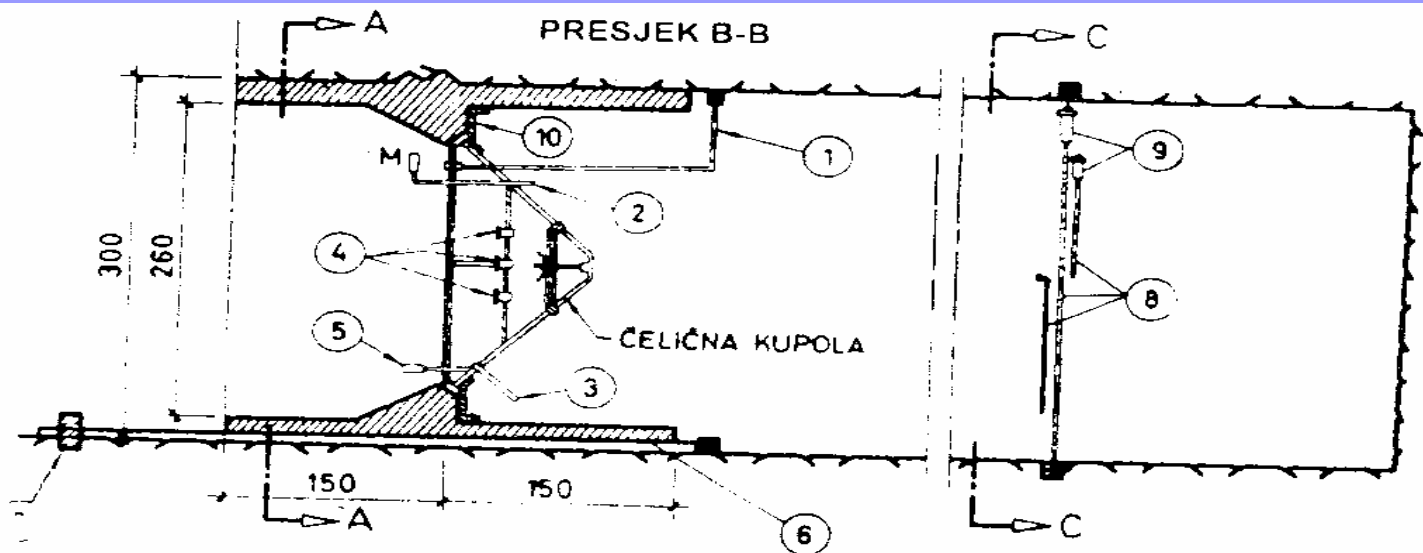
$$K = 1 - \frac{E_{st}}{E_{dyn}}$$

2. Vodna komora – najstarija metoda istraživanja deformabilnosti stijenskih masa (i za okna pod tlakom) i vodopropusnosti

-tuneli kružnog poprečnog presjeka promjera 2-3m i dužine do 5m

-u stijeni bez oblaganja ili s betonskom oblogom

-Tlakovi do 10 bara

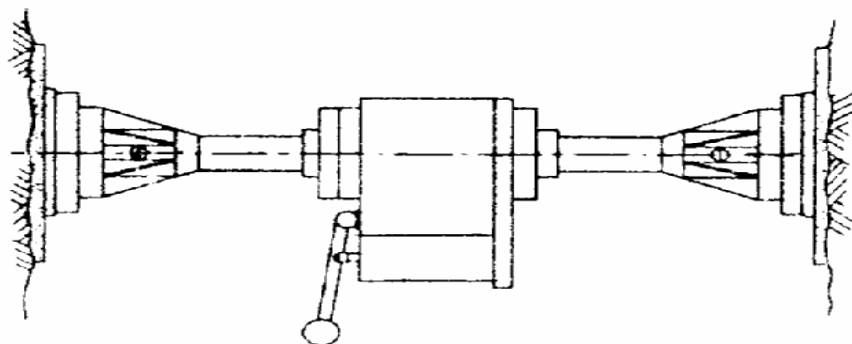


Slika 1.2.50. Probna komora

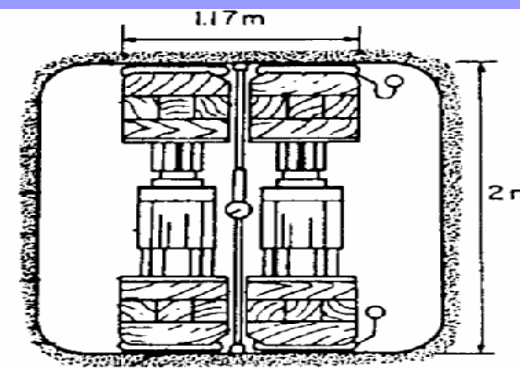
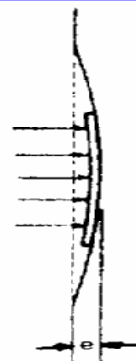
3. Radijalna presa

- tlak se prenosi preko čelične ploče ili malog tlačnog jastuka
- Za stvaranje tlaka koristi se hidraulička
- uljna presa
- Deformacije se mjere u zadanom pravcu koji se može mijenjati

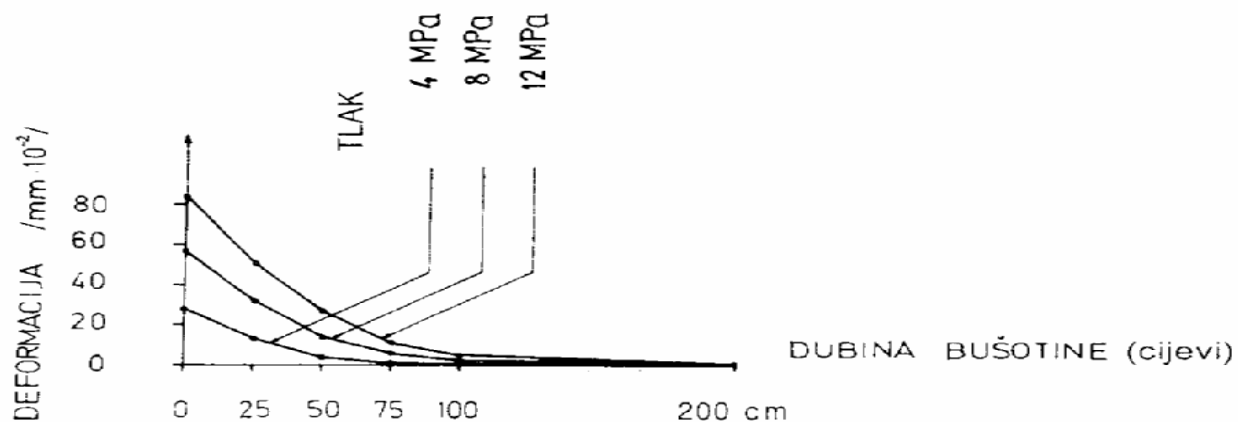
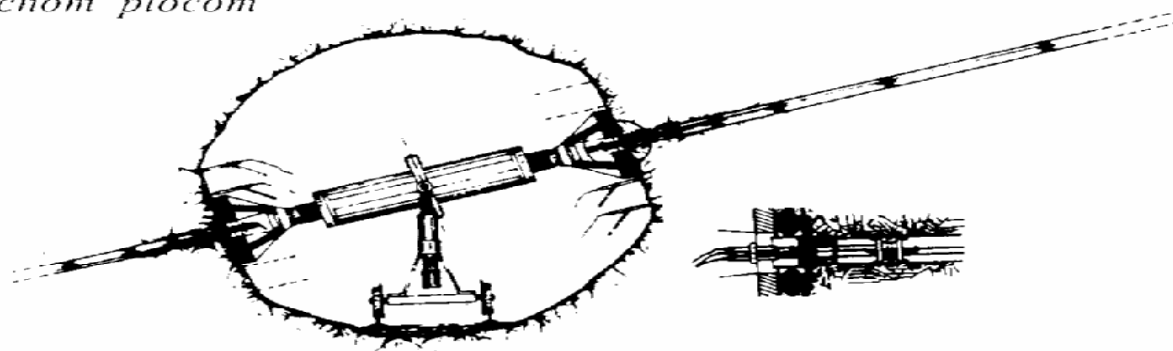
može mijenjati i po dubini.



Slika 1.2.53. Radijalna presa s čeličnom pločom



Radijalne prese s tlačnim jastucima



Slika 1.2.54. Radijalna presa (ISMES)