



SPECIFIČNOST INŽENJERSKOGEOLOŠKIH ISTRAŽIVANJA ZA RAZLIČITE NAMJENE I OBJEKTE

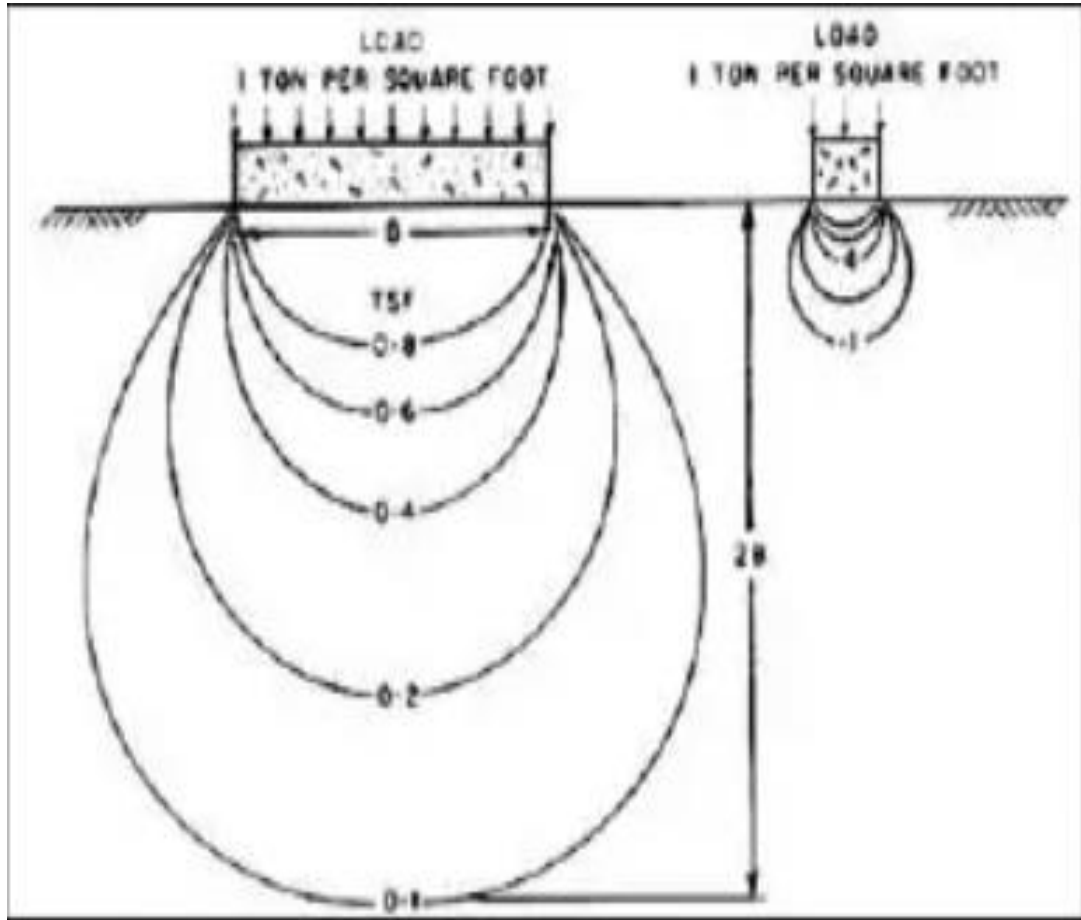
TEMELJENJE

- Osnovna funkcija temelja neke građevine je **prenošenje opterećenja objekta na podlogu**, uz traženu stabilnost i sigurnost.
- U projektiranju i gradnji temelja bitne su **inženjersko značajke terena** – riješiti probleme deformacija i eventualnog slijeganja, te odrediti dopušteno opterećenje koje podloga može preuzeti bez loma ispod građevine.
- U tome bitnu ulogu imaju **parametri otpornosti na smicanje**:
 - Kohezija (c)
 - Kut unutarnjeg trenja (φ)

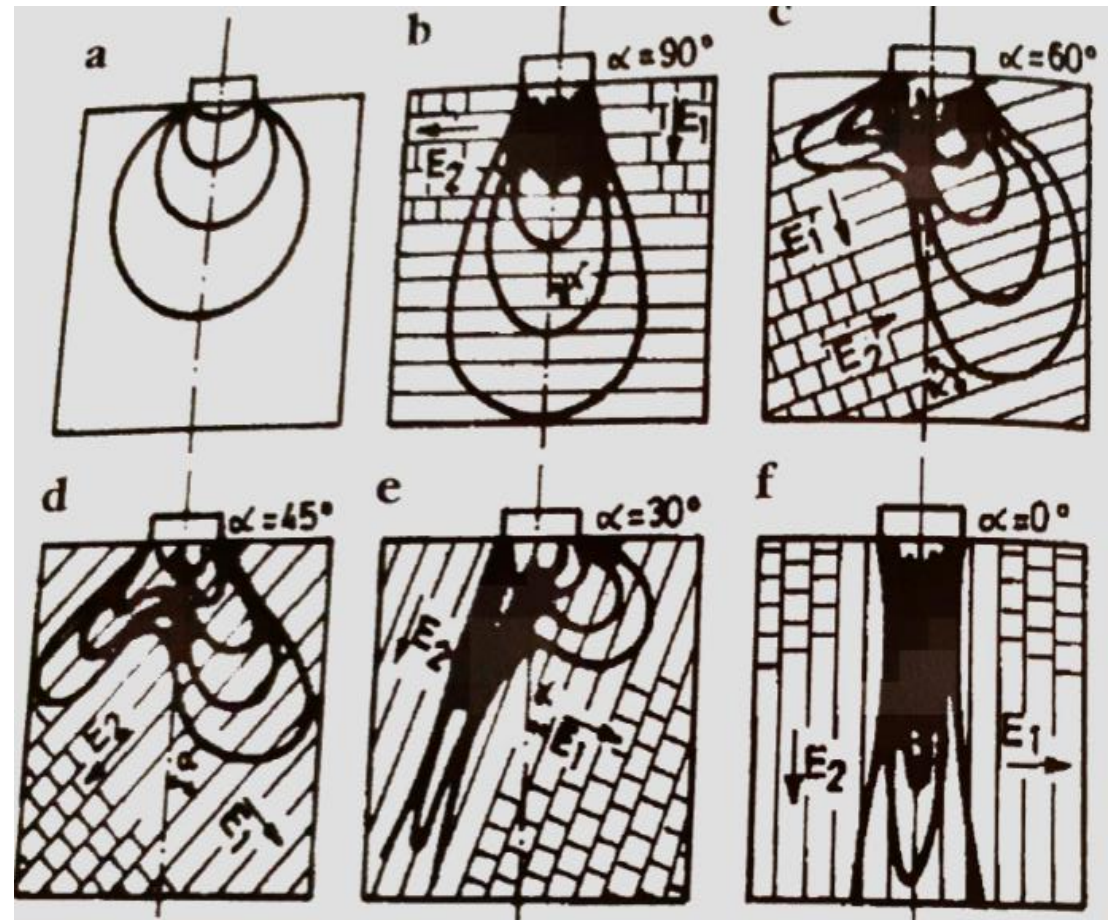
TEMELJENJE

- Inženjersko geološkim istraživanjem se određuje:
 - **litološke značajke stijena,**
 - **položaj slojeva,**
 - **položaj diskontinuiteta i njihov međusobni odnos,**
 - **pukotinska ispuna i njezine značajke,**
 - **uzimaju se intaktni i poremećeni uzorci za laboratorijska ispitivanja.**
 - Na uzorcima se određuje **otpornost na smicanje** - dobiju se podaci za projektiranje dopuštenog opterećenja i dimenzije temelja

TEMELJENJE



Raspodjela napona ispod temelja na homogeni izotropni elastični poluprostor



Razlike raspodjele napona ispod temelja, za homogeni izotropni elastični poluprostor (a) i za stijenske mase s diskontinuitetima pod različitim kutovima (b–f) (prema pokusu Gazieva 1971, preuzeto iz: Jašarević, 1983.)

TEMELJENJE

- Kod temeljenja treba uzeti u obzir ulogu podzemne vode, koja može mijenjati koheziju (glinovite stijene, škriljavcima) i neke minerale (ionska izmjena, mineralne pretvorbe).
- Da bi se dobio kompletan uvid u deformabilnost stijenske mase u tu svrhu su bitni podaci o diskontinuitetima, njihovim sustavima i međusobnom odnosu.
- **Koeficijent oštećenosti stijenske mase** može se izračunati iz **omjera brzine** prostiranja elastičnih longitudinalnih seizmičkih valova **kroz stijene u prirodnom stanju** (m/s) i brzine prostiranja elastičnih longitudinalnih seizmičkih valova kroz **monolitni uzorak stijene** (m/s).



PROSTORNO PLANIRANJE

- Kod prostornog planiranja u domeni geoloških disciplina potrebno je odrediti:
 - Inženjerskogeološke značajke
 - Fizičko-mehanička svojstva terena
 - Hidrogeološke značajke terena
 - Seizmotektonske značajke terena
 - Seizmološke značajke terena
 - Geomorfološke značajke terena

PROSTORNO PLANIRANJE

Tablica: Povoljnost terena za izgradnju u odnosu na suvremene inženjersko geološke procese i pojava.

STUPANJ POVOLJNOSTI		POJAVA KLIZIŠTA, SIPARA, ODRONA I BUJIČNIH NANOSA	POJAVE PLAVLJENJA	SEIZMIČNOST TERENA PREMA MCS LJESTVICI (u stupnjevima)
1		2	3	4
I.	Optimalan teren	bez pojave klizišta, odrona i bujičnih nanosa	bez pojave plavljenja	< 5
II.	Povoljan teren	s veoma rijetkim i malim pojavama	s veoma rijetkim pojavama	5 — 6
III.	Uvjetno povoljan teren	s rijetkim većim i brojnim manjim pojavama	s rijetkim pojavama	6 — 9
IV.	Nepovoljan teren	s učestalim i velikim pojavama	s učestalim pojavama	> 9

Tablica: Povoljnost terena za izgradnju prema litološkom sastavu

STUPANJ POVOLJNOSTI		LITOLOŠKI SASTAV TERENA
1		2
I.	Optimalni tereni (tereni bez ikakvog ograničenja za izgradnju)	Tereni izgrađeni od kamenitih stijenskih masa i tereni izgrađeni od grupa GM, GP, SW i SP USCS klasifikacije
II.	Povoljni tereni (tereni s manjim ograničenjima, koja se mogu riješiti bez većih teškoća)	Tereni izgrađeni od grupa GM, GC, SM, SC, ML i SL USCS klasifikacije
III.	Uvjetno povoljni tereni (tereni s većim teškoćama koje se ekonomično mogu riješiti)	Tereni izgrađeni od grupa MH, CH, CL i CI USCS klasifikacije
IV.	Nepovoljni tereni (tereni s veoma velikim teškoćama koje zahtijevaju velike i skupe tehničke intervencije)	Tereni izgrađeni od svih lako topljivih stijena i grupe Pt USCS klasifikacije

PROSTORNO PLANIRANJE

- Bitno je definirati **geotektonske i neotektonske pojave** u cilju prognoziranja mogućih seizmičkih efekata na teren i objekte
- U morfološkom smislu proučiti značajke **reljefa i nagibe padina**

STUPANJ POVOLJNOSTI		NAGIB TERENA U %
1		2
I.	Optimalan teren	1 — 5
II.	Povoljan teren	< 1 i 5 — 10
III.	Uvjetno povoljan teren	10 — 20
IV.	Nepovoljan teren	> 20

Povoljnost terena s obzirom na nagib padine

PROSTORNO PLANIRANJE

STUPANJ POVOLJNOSTI		DOPUŠTENA OPTEREĆENJA [kN/m ²]	STABILNOST	OTPOR PRI RADU — KOEFIČIJENT PROTOĐAKONOVA (f)
1		2	3	4
I.	Optimalan teren	> 1000	iznimno stabilan	0,5 — 2
II.	Povoljan teren	200 — 1000	stabilan	2 — 8
III.	Uvjetno povoljan teren	50 — 200	labilan	8 — 20
IV.	Nepovoljan teren	< 50	nestabilan	< 0,5

Povoljnost terena prema dopuštenoj nosivosti i stabilnosti stijena u odnosu na zahvate u njima

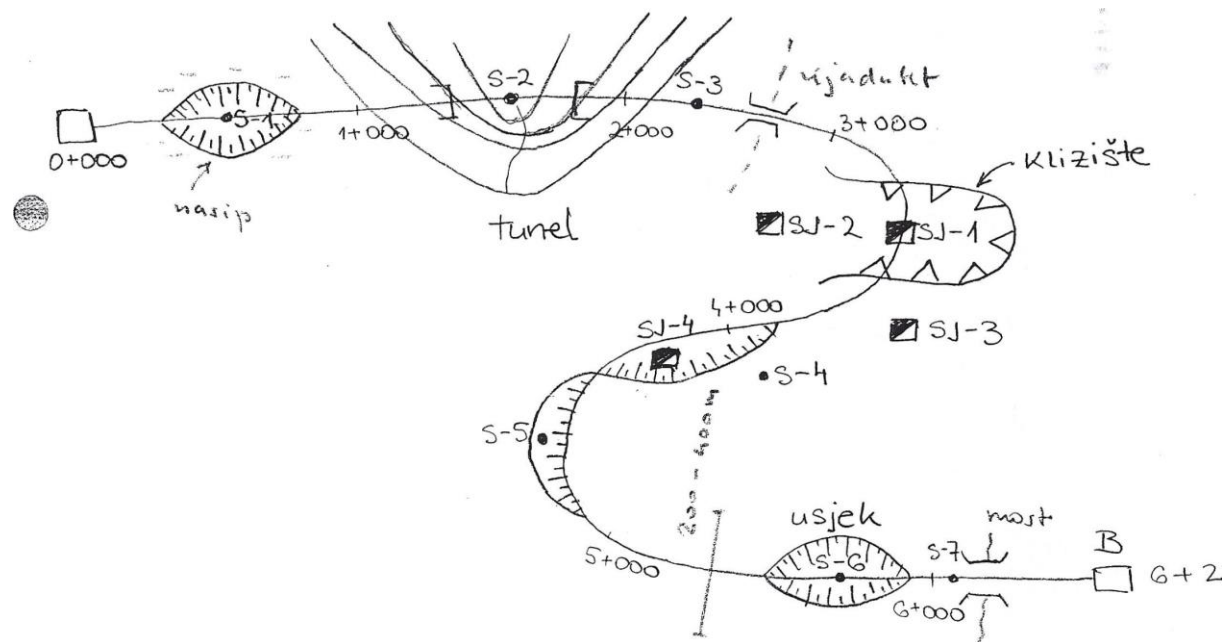
PROSTORNO PLANIRANJE

- Rezultati cjelovitih geoloških istraživačkih radova mogu u pet različitih karata prezentirati model prirodnog sustava kojeg želimo urbanizirati
 - **litološka** (vrsta stijena, njihov odnos, fizičko-mehaničke značajke stijena neovisno o starosti)
 - **inženjerskogeološka** (prognozu stabilnosti i nosivosti, prognosu mogućih promjena na terenu tijekom izgradnje i eksploatacije objekata, preporuke o očuvanju prirodnih uvjeta)
 - **Hidrogeološka** (registira sve pojave vode, mogućnosti zagađenja vode i zaštita)
 - **seizmotektonske-seizmološka** (interpretacija tektonskih evolucija terena uz procjenu djelovanja seizmičkih sila na predviđenom prostoru)
 - **Sintetizirana** (najznakovitije elemente koji izravno utječu na izradu prostornog plana)

PROSTORNO PLANIRANJE

- Provedena istraživanja omogućuju rajonizaciju urbanih cjelina za objekte različite namjene:
 - stambena područja
 - industrijska zona
 - područja za sport i rekreaciju,
 - prometnice

PROMETNICE– Cestovne prometnice

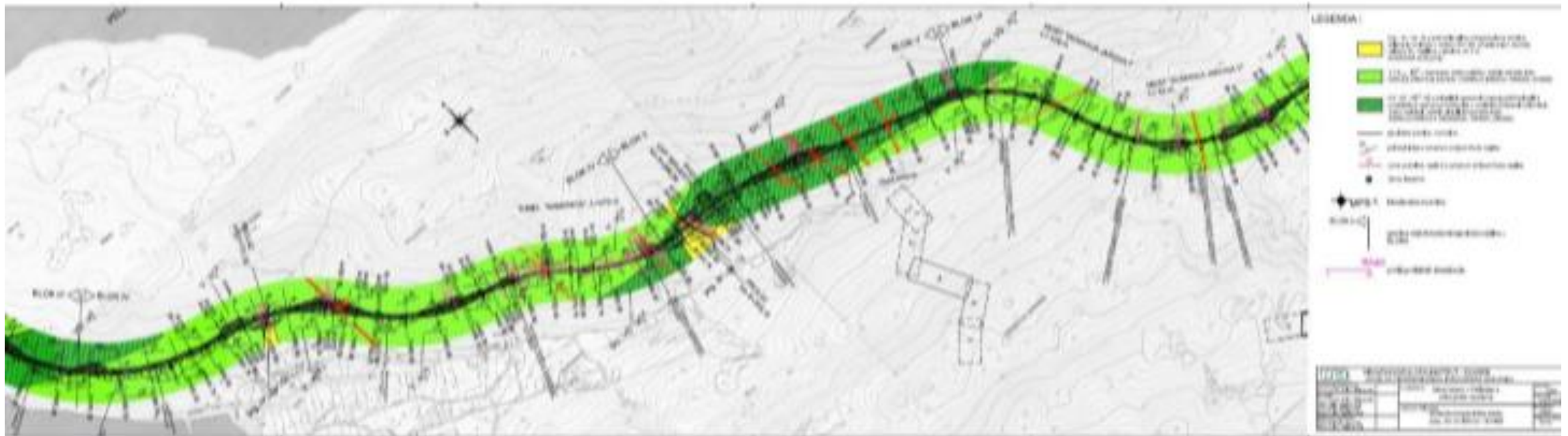


Slika: Istraživanje za projektiranje neke prometnice između mjesta A i B (istraživanja u fazi idejnog projekta).

- Idejno rješenje trase prometnice daju građevinari (projektanti)
- Trasa se ucrtava na postojeću geološku kartu jednakog mjerila i uočava se geološka građa terena – određuje najpovoljnije područje (važno za brdoviti teren i vijadukt)
- Inženjerskogeološko istraživanje najčešće zahvaća koridor 200 do 400 m zavisno o geološkim prilikama.
- U geotehničkom smislu neka prometnica a u ovom smislu auto cesta dijeli se na: **Trasu - objekte – tunele**
- **Trasa** – nasipi usjeci i zasjeci (nosivosti nasipa i stabilnosti kosina)
- **Objekti** – vijadukti, mostovi, čvorišta, prolazi (temeljenje)
- **Tuneli** – (iskopi)

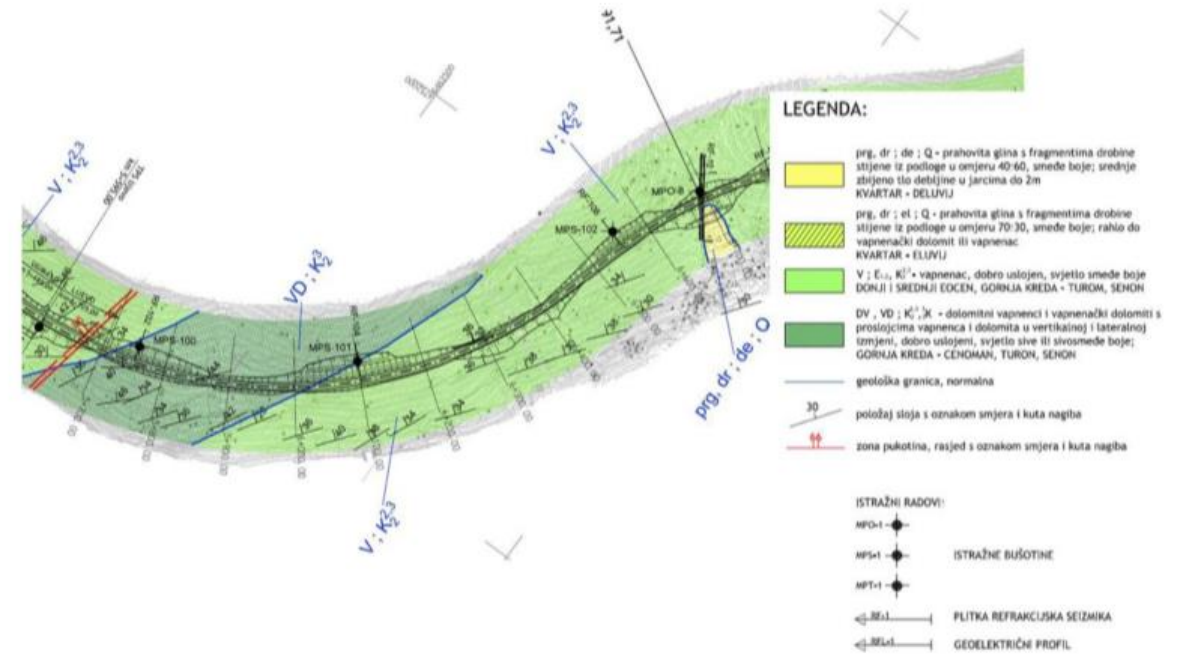
Cestovne prometnice

- Preliminarna istraživanja za potrebe projektiranja i gradnje prometnica sadrže - Geološko rekognosciranje terena šireg područja trase,
- Rezultiraju: programom geoloških, hidrogeoloških, inženjerskogeoloških i drugih istraživačkih radova.
- Opseg radova ovisi će o **geološkoj građi terena**.
- Podaci se obrađuju po **dionicama**.
- Rezultati istraživanja prikazuju se na kartama u mjerilu od **1:200 do 1:1000**.



Cestovne prometnice

- geološka istraživanja rezultiraju spoznajama o:
 - litološkim i tektonskim značajkama,
 - klizištima,
 - labilnim padinama i lokacijama mogućih odrona
- u suradnji sa stručnjacima iz područja mehanike stijena, programira se istraživačko bušenje i kopanje istraživačkih jama.
- Ako je potrebno duž trase obavljaju se probna usijecanja i zasijecanja radi određivanja nagiba kosina.
- Dobivene rezultate analizira tim stručnjaka: projektant, geolog i stručnjak iz područja mehanike stijena koji daju **prijedlog o prihvatanju trase**, odnosno o potrebi njezinog **premještanja** (cijela ili dionica).



Željezničke pruge



Pruga Zagreb – Rijeka (kanjon na Gornjoj Vežici)

- Velika se pozornost poklanja - reljefu.
- Potrebno je istražiti teren – **stabilnost, suvremene inženjerskogeološke egzodinamski procese, pojavu bujičnih vodotokova** i njihovih **nanosa**, kao na djelovanje **podzemnih i površinskih voda**
- U okršenim terenima nužno je otkriti eventualno **postojanje podzemnih šupljina** plitkog svoda ispod trupa pruge da bi se izbjegla pojava proloma.
- Najpovoljnije značajke za gradnju: svježe magmatske stijene, vezane sedimentne stijene i metamorfne stijene (ne škriljave teksture).
- U tunelima, usjecima i zasjecima- obratiti pozornost na plohe diskontinuiteta.
- izvedba nasipa – odabrati kamen male zornosti ne stišljiv, velike čvrstoće i žilavosti, otporan na atmosferilije i druge vanjske čimbenike.

TUNELI

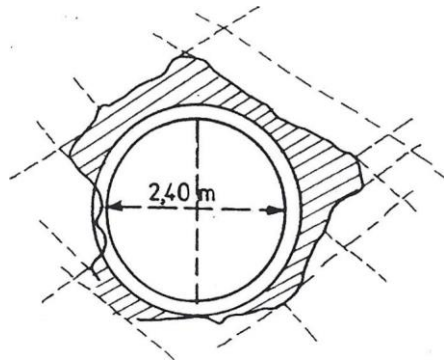
- Tuneli su **podzemni objekti** koji se grade **u sklopu prometnica i hidrotehničkih objekata**
- Izbijanje tunela ovisi o većem broju čimbenika(inženjerskogeološko stajalište):
 - otpornost stijenskih masa (pri radu s njima),
 - zasićenost stijenskih masa vodom,
 - stabilnost stijenskih masa nakon iskopa,
 - pojava podzemnih pritisaka i prolomi,
 - povišene temperature,
 - pojava škodljivih plinova,
 - pojave agresivnih podzemnih voda

TUNELI

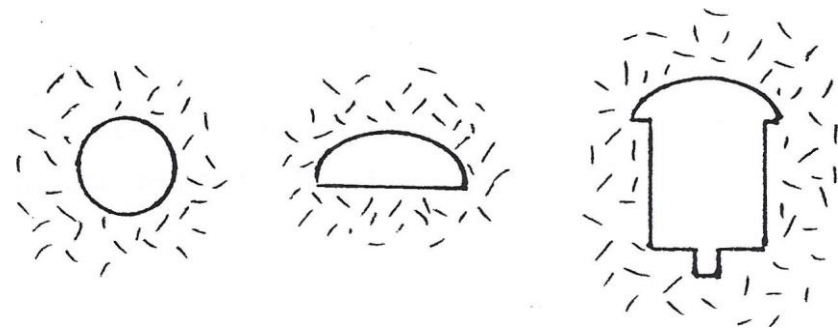
- Tuneli se, ovisno o geološkim značajkama stijenske mase u kojoj se planira izgradnja dijele na:
 - lake tunele** – u čvrstim stijenama, velike tvrdoće žilavosti (svježe magmatske stijene, kompaktni vapnenci)
 - srednje teške tunele** – u polukamenim stijenama manje čvrstoće, jače oštećenim čvrstim stijenama u procesu raspadanja
 - teške tunele** – u slabo vezanim, plastičnim veoma raspadnutim i razlomljenim stijenama.
 - veoma teške tunele** - u slabo vezanim i nevezanim stijenama sa znatnim količinama vlage i vode.

TUNELI

- Dopušteni višak izbijanja za:
 - lake tunele iznosi 10%,
 - srednje teške tunele prosječne do 10%,
 - teške u kaloti (svodu) od 10% do 20%, u blokovima od 5% do 10%,
 - veoma teške tunele u kaloti iznosi 20% do 40%, a u bokovima od 10% do 20%.
- Pri **projektiranju i izgradnji tunela**, inženjerskogeološka istraživanja su od najveće važnosti jer moraju rezultirati **podacima za najpovoljniju trasu, mogućim teškoćama u vrijeme izvedbe i eksploatacije objekta.**

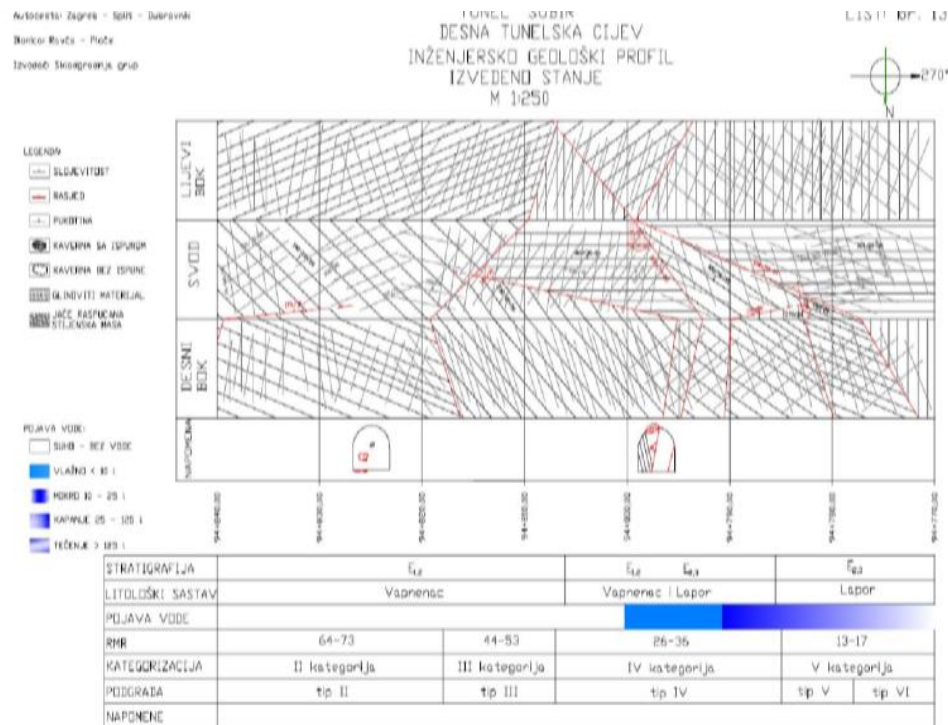


Slika: Višak izbijanja (profila) zbog raspucanosti stijenske mase



Slika. Profili podzemnih prostorija, a—hidrotehnički tunel; b — cestovni tunel; c — strojarnica (kaverna)

TUNELI



Inženjersko-geološki razvijeni profil desne tunelske cijevi tunela „Šubir“ od stacionaže 94+770 – 94+840 (izradio: Katić, M. 2011)

- Istraživanja se izvode u tri faze:
- Istraživanja prije izbijanja tunela**
 - rezultiraju ocjenom o mogućnostima i ograničenjima predloženih varijanti.
 - rezultati su prikazani u Elaboratu o inženjerskogeološkim uvjetima izgradnje tunela, u sklopu se kojeg nalazi inženjersko geološki profil.

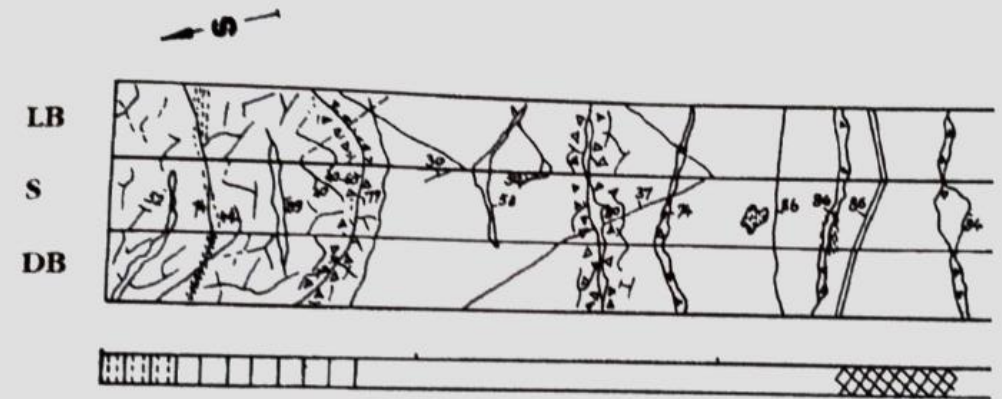
TUNELI

2. Istraživanje tijekom izgradnje tunela

- sadrži praćenje radova, uz detaljno registriranje svih relevantnih geoloških značajki i njihovo ucrtavanje na razvijenom geološkom profilu tunela (M 1:100 do 1: 200)
- izrađuje se završni Elaborat o istraživanjima tijekom izgradnje tunela
- Služi kao podloga za gradnju tunela u sličnim geološkim uvjetima



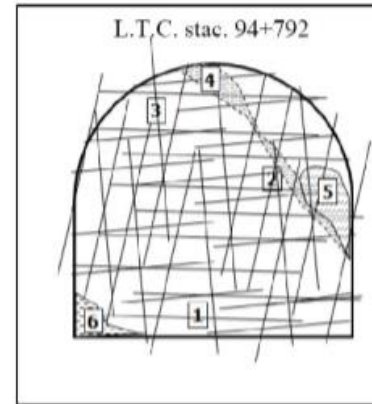
Slika br. 4-29 Geološki sklop čela u tunelu lijeve tunelske cijevi na stacionaži. 94+794 i desne tunelske cijevi na stacionaži 94+783.



Slika 5.18. Inženjerskogeološki profil tunela (LB - lijevi bok, S - svod, DB - desni bok); (prema: Magdalentić, 1983)

TUNELI

- Primjer: izgradnje drugog hidrotehničkog tunela za HE Zakućac II, paralelno s prvim na udaljenosti od 60 m, gdje je bilo i znatnih razlika u geološkim okolnostima na relativno maloj udaljenosti



Diskontinuiteti:

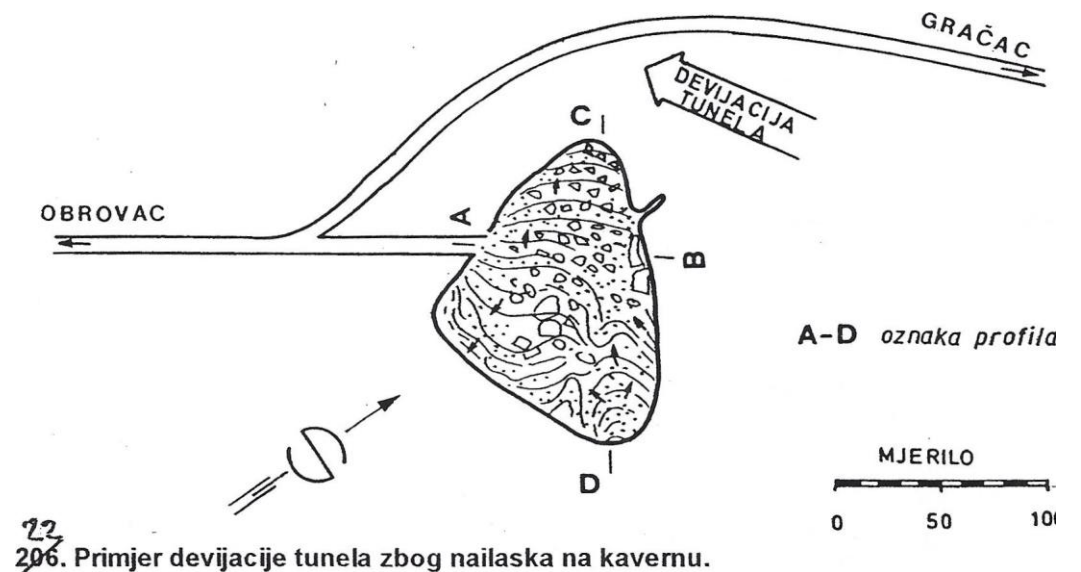
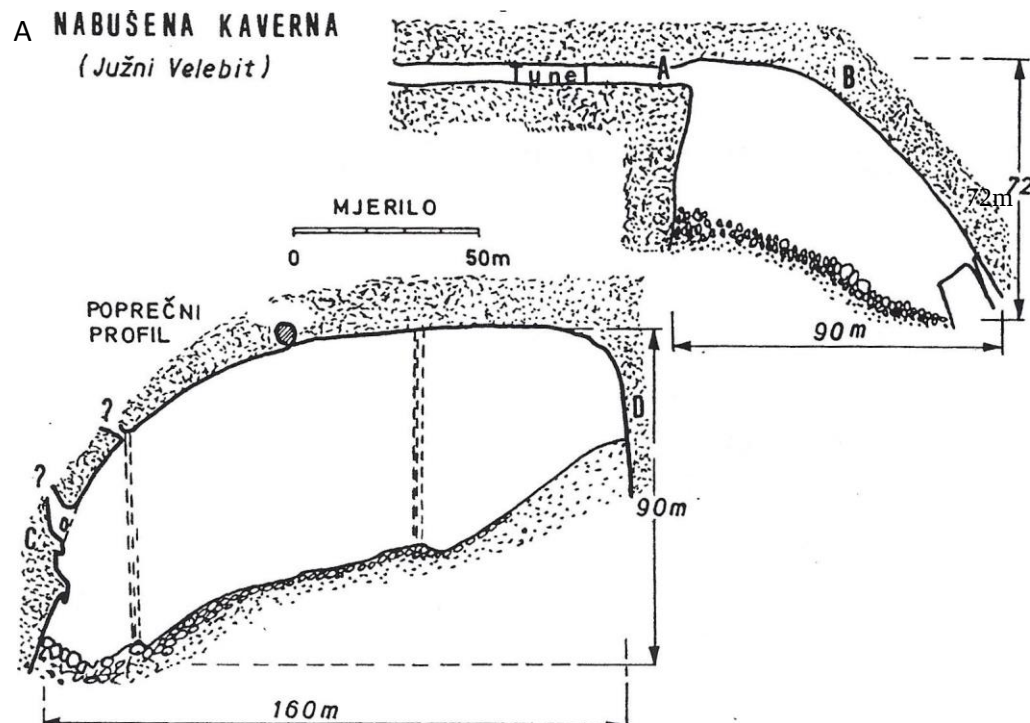
1. 0-10/10-20 do 350/20 – slojevitost
2. 290-300/80-90 – sistem pukotina
3. 15/70 – sistem pukotina
4. proslojak gline
5. zdrobljena stijena

Slika br. 4-40 Geološko kartiranje čela tunela lijeve tunelske cijevi na stacionaži 94+792
(Ženko, T. 2010).

Npr.: na stacionaži 94+792 (slika br. 4-40) čelo tunela izgrađuje foraminiferski vapnenac svijetle sivosmeđe boje, jače raspucan (RQD 25-50%, mjestimično <25%), ponegdje zdrobljen, a blokovi međusobno odvojeni diskontinuitetima ispunjenim glinom, mjestimično okršen naročito duž diskontinuiteta. Pojava proslojka gline debljine 5-20cm. Na prijelazu lijevi bok/podnožni svod pojava škriljavog lapora.

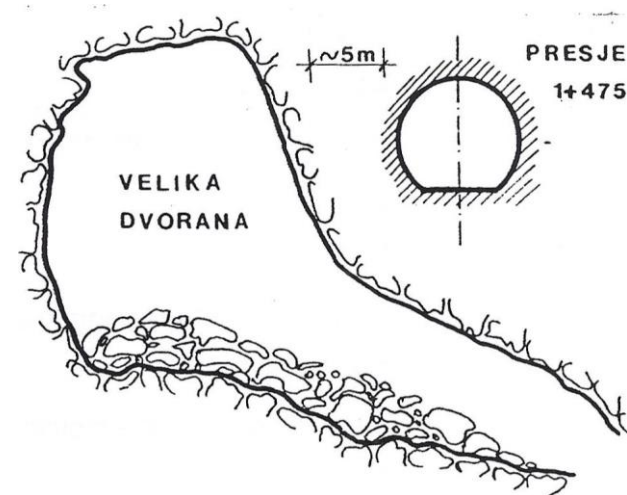
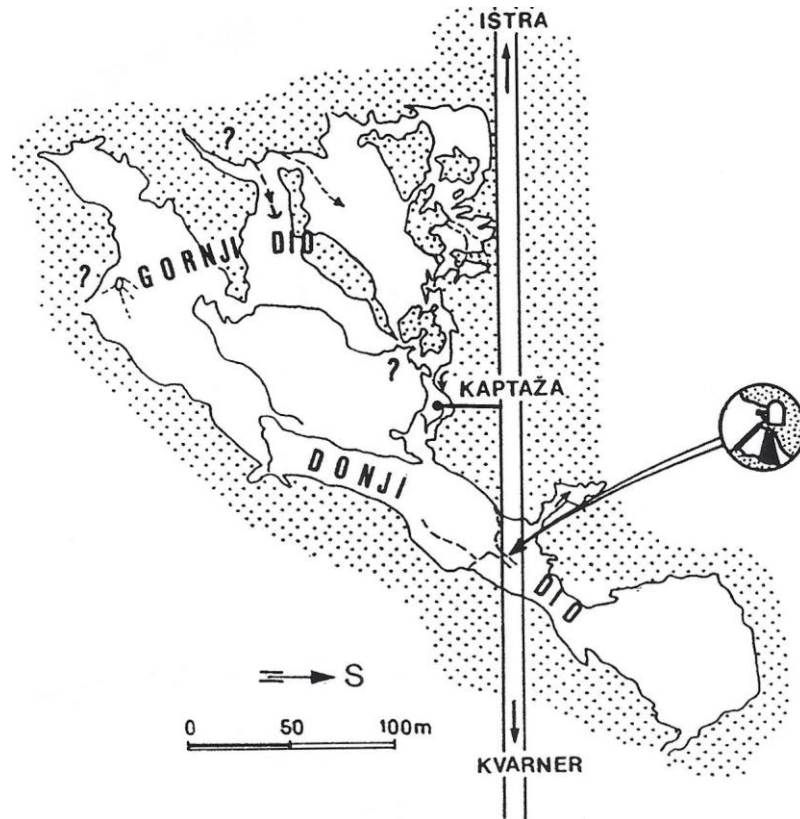
TUNELI

- Primjer: Nailazak na kaverne pri gradnji tunela: Dovodni tuneli RHE Čapljina i RHE Obrovac (danas Velebit); (RHE — reverzibilna hidroelektrana).
- devijaciju trase tj. zaobilaženje kaverne



TUNELI

- Primjer: Tunel Učka - u kojem se s tunelskom cijevi prošlo tik uz razgranati spiljski sustav s protočnom vodom (voda uključena u Opatijski vodovod 20 l/s).



Slika. Tlocrt tunela Učka na dionici "dodira" s kavernom.

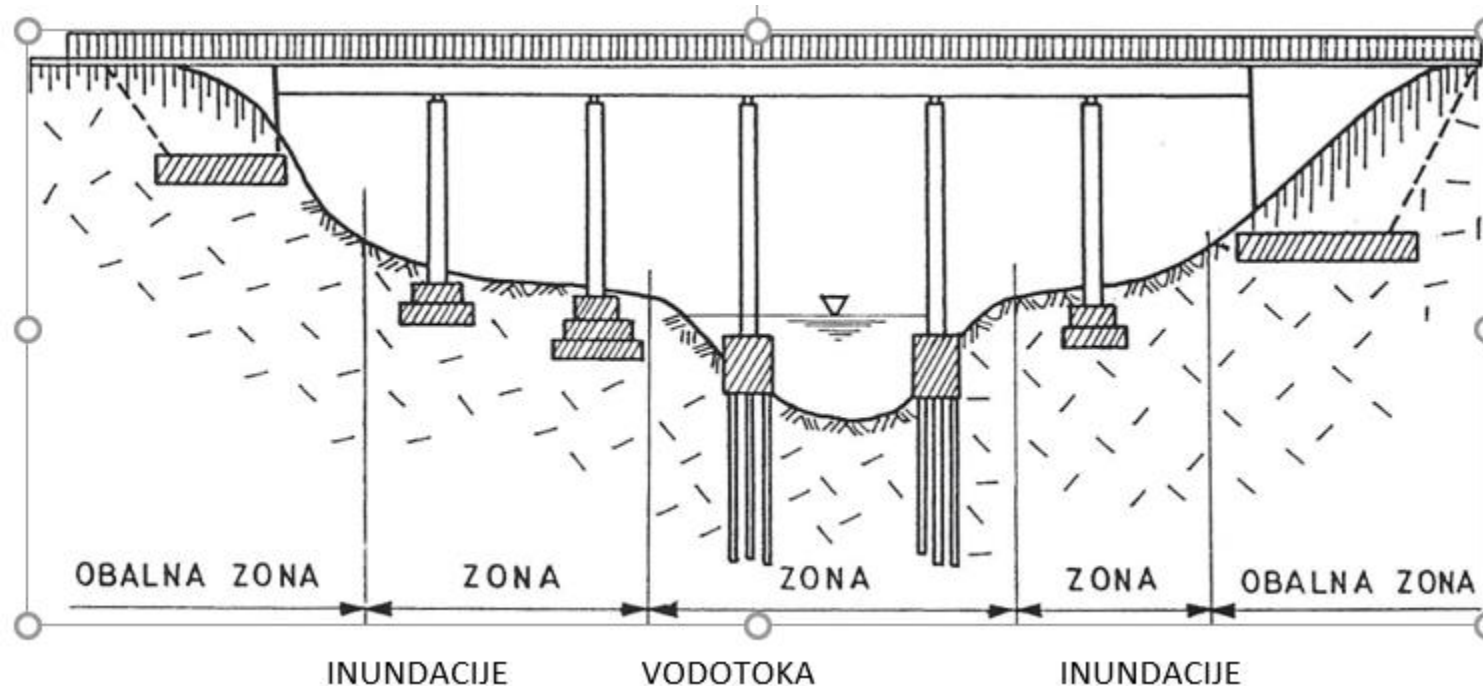
TUNELI

3. Istraživanja tijekom eksploatacije tunela

- sastoje se u instrumentalnom praćenju svih relevantnih značajki glede stabilnosti i postojanosti objekta,
- dokazano da i nakon niza godina, može doći do pucanja i deformiranja obloge kao i do pomicanja trase tunela izgrađenog u vrlo nepovoljnim stijenama (primjerice u jako boranim, poremećenim i degradiranim niskometamorfoziranim škriljavcima).

MOSTOVI I VIJADUKTI

- mostovi i vijadukti izvode se u sklopu prometnica, zbog morfoloških značajki terena.
- **most** objekt koji spaja obale neke rijeke
- **vijadukt** objekt koji premošćuje suhu dolinu zbog skraćivanja puta (troškovi, poboljšanje prometnih značajki)
- Kod izgradnje mostova ključna su ona mjesta na kojima se most oslanja na stijensku masu – na suhom ili pod vodom.



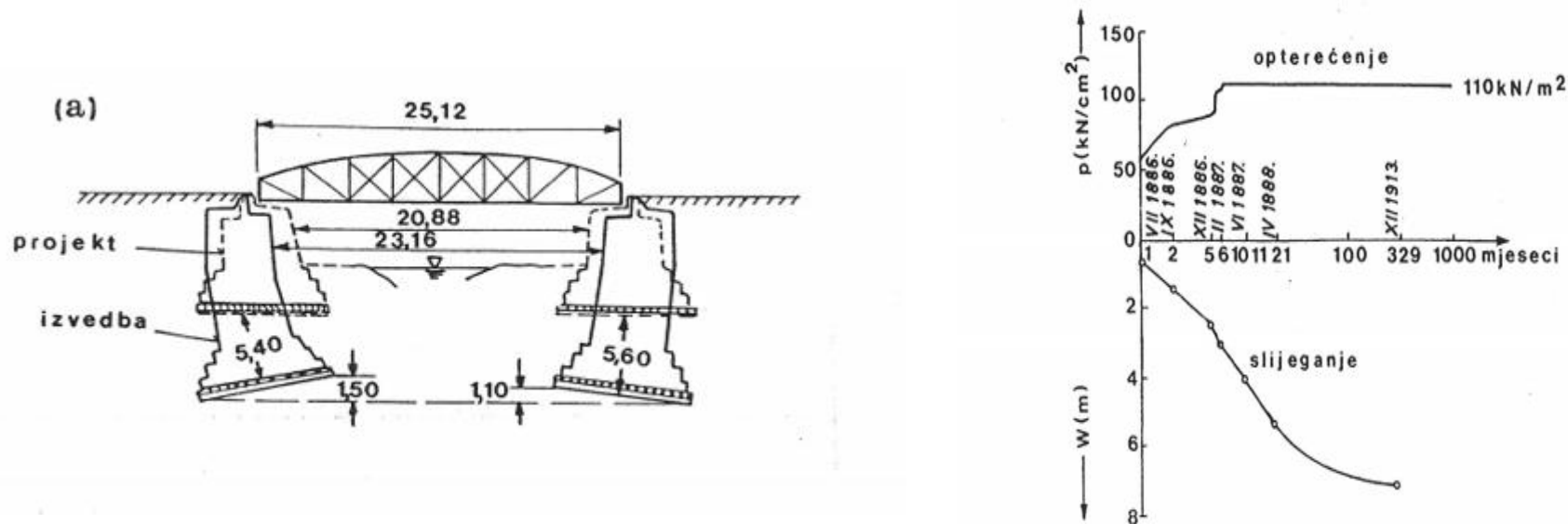
Slika: Geotehničko zoniranje uzdužne dispozicije mosta

MOSTOVI I VIJADUKTI

- Relevantni geološki podaci za projektiranje i izvedbu mostova i vijadukta su:
 - litološki sastav terena** (sviježe stijene koje odgovaraju kriterijima nosivosti)
 - tektonske i strukturgeološke značajke** (nepovoljne stijene koje su razlomljene i trošne)
 - fizičko- mehanička svojstva** (čvrstoća na tlak, gustoća, prostorna masa poroznost, žilavost, otpornost na smrzavanje, udar i utjecaj vode)
 - hidrogeološke značajke** (podzemni tokovi i veličina slivnog područja s kojeg voda gravitira lokacijama stupova, razina kolebanja)
 - utjecaj suvremenih inženjerskogeoloških procesa i pojava** (fluvijalna erozija, odronjavanje, djelovanje stjenske mase, osipanje, klizanje po plohama diskontinuiteta)

MOSTOVI I VIJADUKTI

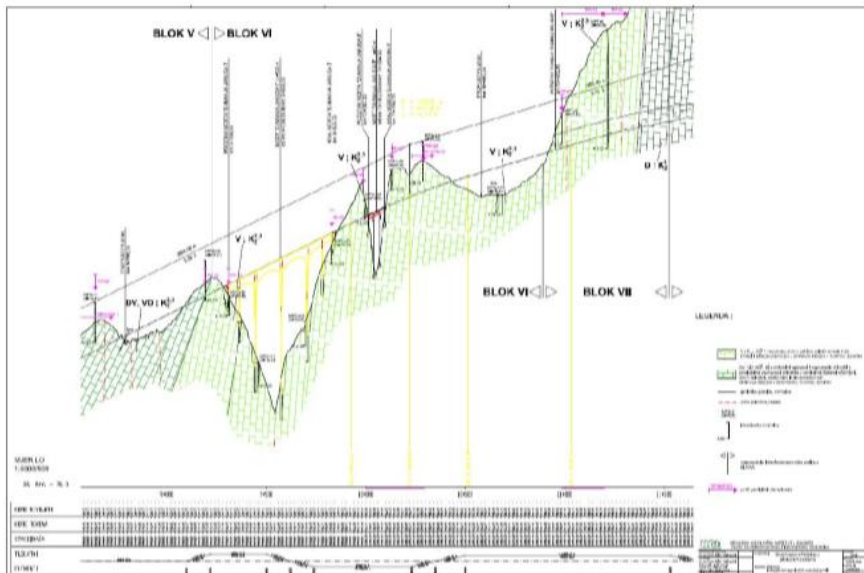
- Primjer: pruga Split-Knin (1886)
- Temelji upornjaka su u sloju gline, a građeni su na nedovoljno istraženom tlu
- Već tijekom građenja stupovi su se slijegali i dozidavani su, što je dovelo do ukupnog slijeganja od gotovo 7 m do konačnog oblika temelja 1913.



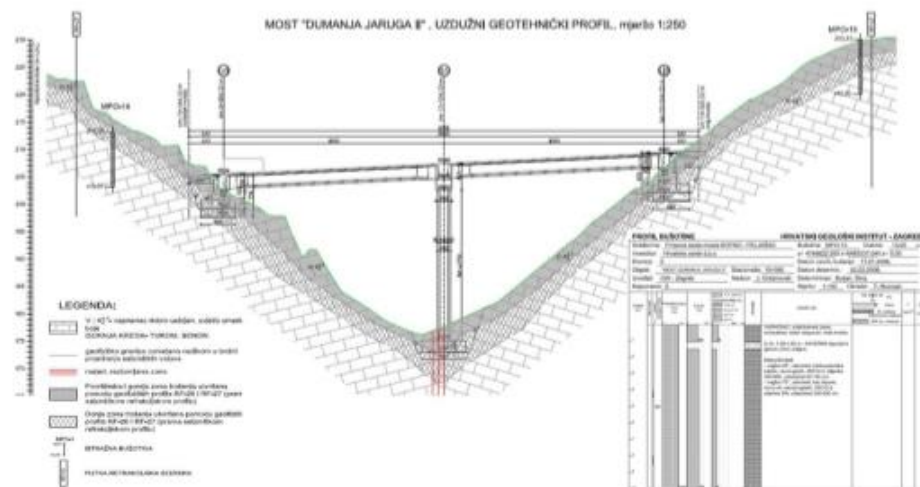
Slika: Slijeganje upornjaka mosta preko Orešnice kod Knina a) presjek mosta i temelja; b) dijagram opterećenja i slijeganje

VIJADUKTI

GLAVNI PROJEKTI u mjerilu M 1:1000

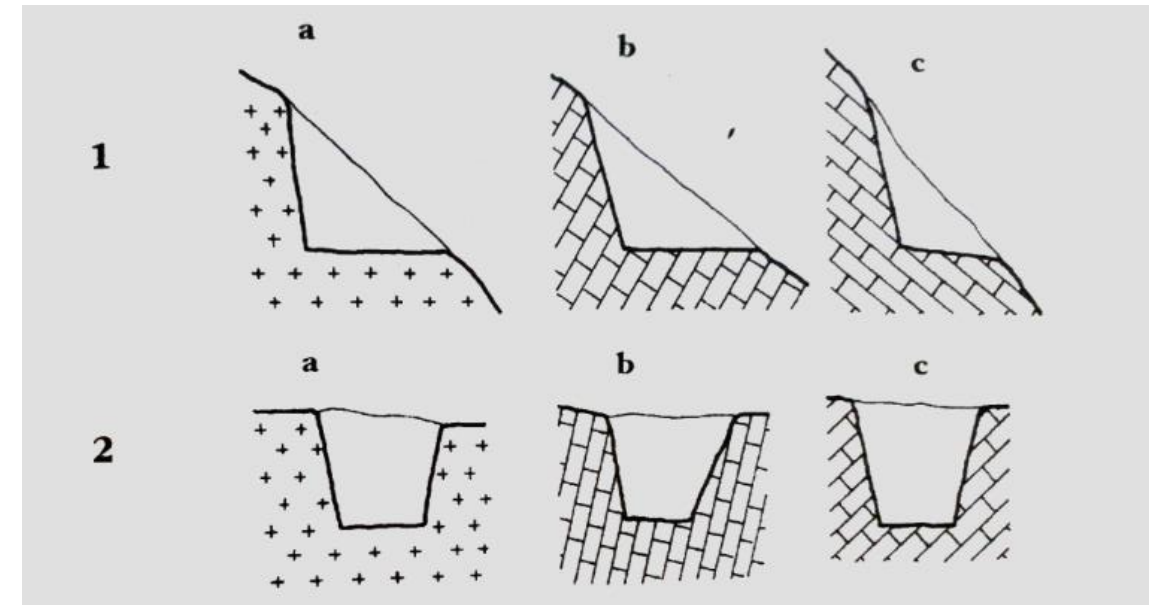


MOSTOVI



ZASJECI, USJECI I NASIPI

- Zasijecanje i usjecanje terena, ako i nasipavanje pojedinih njegovih dijelova, u funkciji su realizacije cestovnih prometnica i željezničkih pruga
- Cilj je postizanje **projektirane nivelete u visokom i prostornom smislu**
- **Zasjeci i usjeci** se izvode u morfološki razvedenom terenu, kada je kota nivelete trase ispod kote terena, neposredno u **padini (zasjeci)** ili području **niskih brežuljka (usjeka)**.
- U čvrstim stijenama izvedba zasjeka i usjeka odnosno određivanja nagibe kosine ovisi o: **litološkom sastavu, razlomljenosti stijenske mase, prostornom položaju pukotina i njihovom međusobnom odnosu.**

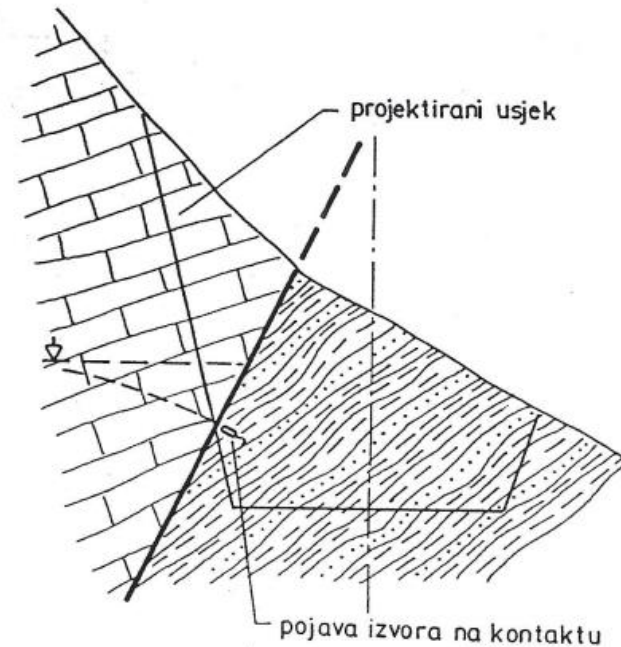


Slika: Stabilnost zasjeka i usjeka u ovisnosti o geološkim značajkama stijena:

1. a- zasjek u magmatskim stijenama, stabilan pri vrlo strmom nagibu
b- zasjek u vapnencima stabilan s obzirom na slojevitost u odnosu na pružanje trase
c- zasjek u vapnencima, nestabilan s obzirom na nagib slojeva prema trasi prometnice
2. a- usjek u magmatskim stijenama s oba stabilna boka
b- usjek u vapnencima, nesimetričan radi postizanja stabilnosti oba boka u odnosu na slojevitost
c- usjek u vapnencima sa stabilnim lijevim bokom i desnim bokom sklonim klizanju po slojnim plohama

ZASJECI, USJECI I NASIPI

- Posebno su zanimljivi kontakti između stijenskih masa različitih fizičkih i mehaničkih svojstava, tada redovito dolazi do razlike u parametrima čvrstoće smicanja, kojima treba prilagoditi nagib kosine zasjeka



Slika: Hidrogeološke okolnosti na kontaktima fliša i vapnenca

ZASJECI, USJECI I NASIPI



Slika: Gabionski zid

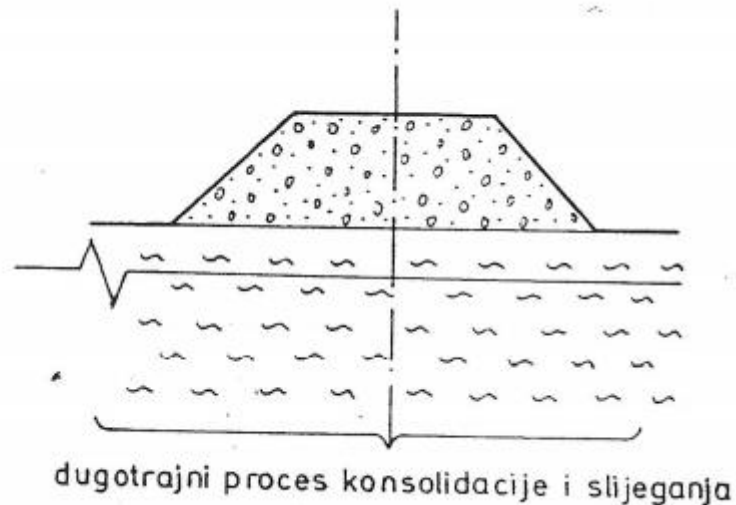
- **Zaštita kosina** od utjecaja erozija, odronjavanja, osipanja provodi se izvedbom **potpornih i obložnih zidova**, **usidrene žičane mreže**, **gabionski zid**.
- U terenima izgrađenim od nevezanih i poluvezanih sedimenata stabilnost ovisi o: granulometrijskom i petrografskom sastavu, poroznosti, vodonepropusnosti, smrzavanju, RPV..
- Nagibi u takvim stijenama se grade blagim prilagođeni njihovim značajkama glede otpornosti na smicanje

NASIPI

- Građevine koje imaju široku i raznoliku namjenu.
- Ovisno o namjeni nasipa, za svaki je pojedini nasip potrebno prilagoditi obim i vrstu proračuna.
- Prema namjeni se mogu podijeliti na nasipe:
 - **za prometnice** (autoceste, gradske obilaznice, lokalne ceste, zaštitu od buke, parkirališta)
 - **za željeznice** (velikih brzina, kolodvore, remontne pogone)
 - **za hidrotehničke objekte** (brane, kanale, obrane od poplava, regulaciju vodotoka, u lukama i plovnim putovima)
 - **za posebne potrebe** (kontejnerske terminale, platoe, umjetne otoke)

NASIPI

- Kod podizanja nasipa valja voditi računa o vrsti tla ispod nasipa s obzirom na konsolidaciju građevinskog tla, jer je i nasip objekt s opterećenjem ispod kojega će trajati proces konsolidacije.
- Za izvedbu nasipa najpovoljniji je lomljeni, dobro složeni kamen, povoljnih petrografskih i fizičomehaničkih značajki.



Slika: Nasip na glinenom tamponu

NASIPI



Slika 6.1 Zračna luka u Kobe-u, Japan, izgrađena na umjetnom otoku (nasipu)



Slika 6.2 Cestovni nasip s bitnim dijelovima



Slika 6.3 Zračna luka u Nici, Francuska, izvedena na nasipu u moru

NASIPI



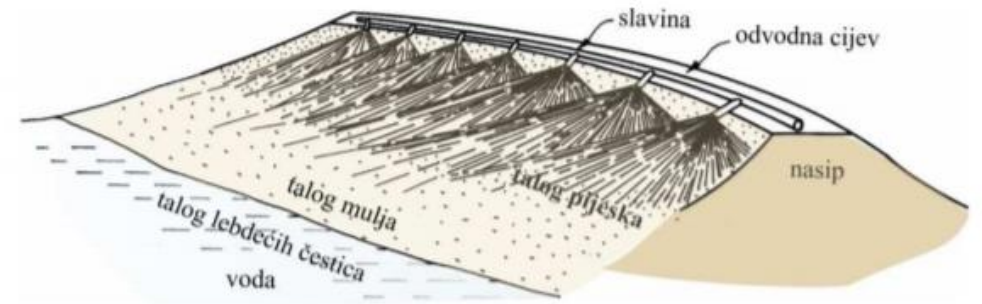
Izgradnja nove pruge za prigradski promet na dionici Gradec-Sveti Ivan Žabno | HŽ Infra...
hznfra.hr



Slika 6.4 Hidrotehnički nasip s bitnim dijelovima



Slika 6.9 Željeznički nasip ujedno nasip za obranu od poplave



Slika 6.11 Nasip za zadržavanje krajnjeg ostatka industrijskog otpada (Fell i dr. 2015.)

HIDROTEHNIČKI OBJEKI

- Geološka su istraživanja za potrebe izgradnje hidrotehničkih objekata **kompleksna i raznovrsna**
- Istražni radovi provode se u četiri faze:
 - 1.Preliminarna istraživanja**
 - 2.Istraživanja za potrebe izrade osnovnog projekta**
 - 3.Istraživanja za potrebe izrade glavnog projekta**
 - 4.Istraživanja tijekom izvedbi radova**

HIDROTEHNIČKI OBJEKTI

1. Preliminarna istraživanja

- Uz pribavljanje postojeće dokumentacije obavlja se izbor lokacija povoljnih za akumuliranje vode i za eksploataciju
- **Inženjerska studija** koja je rezultat istraživanja ove faze, mora sadržavati spoznaje o:
 - Lokacijama povoljnim za akumulaciju vode
 - Geološkoj građi i vizualnoj ocjeni kvalitete stijena
 - Kemijskim svojstvima vode i mogućim gubicima procjeđivanjem
 - Nestabilnim padinama i klizištima
 - Akumuliranju materijala u izvedenim objektima
 - Radovima koje treba obaviti za izradu osnovnog projekta

HIDROTEHNIČKI OBJEKTI

2. Istraživanja za potrebe izrade Idejnog projekta

- Istražuju se lokacije koja su odabrane kao povoljne za hidrotehničke objekte (karte i profili 1:100 do 1: 5000).
- Rezultat istraživanja ove faze, mora sadržavati spoznaje o:
 - Hidrogeološkim značajkama (RPV, smjer i kretanje PV, izdašnost izvora, kemizam vode, glavna područja gubitaka procjeđivanja u području akumulacije te oko brane i ispod nje)
 - Inženjerskogeološkim značajkama (minerološko-petrografske, fizičko i mehaničke značajke stijena, debljina površinskog trošenja pokrivača, postojanost kosina usjeka i zasjeka)
 - Geofizičkim parametrima
 - Rezultatima različitih probnih opterećenja
- projektom se definira **konačni izbor lokacije** najpovoljnije za hidrotehnički objekt.
- Određuje se tip hidrotehničkog objekta, materijal za izvedbu, način izvedbe...

HIDROTEHNIČKI OBJEKTI

3. Istraživanja za potrebe izrade glavnog projekta

- Obavljaju se dopunska detaljna istraživanja na lokacijama pojedinih dijelova objekta. Dobiveni rezultati koriste se kao temelj za glavni projekt cjelovitog investicijskog zahvata.

4. Istraživanja tijekom izvedbi radova

- Kontroliraju se ocjene prethodnih faza istraživanja i zaključci, jer naknadno uočeni detalji mogu vrijediti za prilagodbu realnom stanju.

AKUMULACIJSKA JEZERA

- Za izradu akumulacijskih jezera nužno je proučiti:
 - Morfološke značajke terena
 - Veličinu slivnog područja
 - Hidrogeološke odlike stijena i terena (odrediti vodonepropusnost terena naobodima i dnu akumulacije, stabilnost oboda s obzirom na djelovanje vode)
 - Hidrološke odlike (prosječnu količinu dotoka u akumulaciju od oborina, podzemnih i površinskih tokova)
 - Klimatološke i meteorološke značajke
 - Utjecaj egzodinamičkih i endodinamičkih procesa
 - Količinu nanosa (deponira u akumulacijsko jezero)
- U morfološkom smislu akumulacijska jezera se najčešće izvode u proširenim djelovima riječnih dolina te područja krških polja

Primjer: Butoniga

- Jezero izgrađeno 1988 godine
- Glavni pritoci jezera su rijeka Butoniga, Dragučki i Račički potok
- Površina sliva 73 km²
- Površina jezera 2,45 km²
- Obujam akumulacije 19,7 milijuna m³
- Prag preljevaje na 41m/n/m
- Voda iz sustava Butoniga distribuira se prema potrošačima u Pazinu, Poreču i Rovinju
- Kapacitet vodoopskrbe je 1000 /s



Preljev brane jezera Butonige.

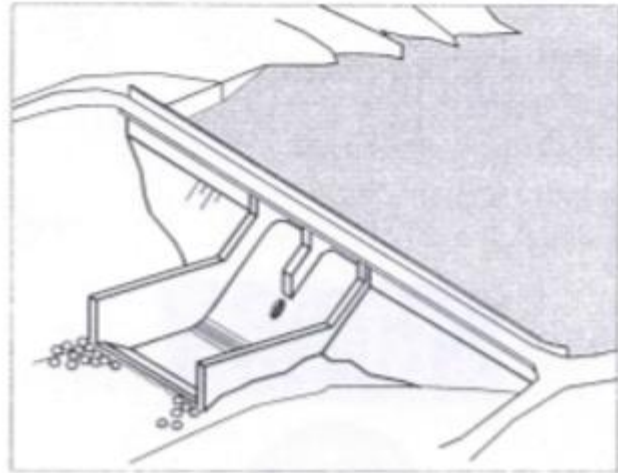


BRANE

- Brane su hidrotehnički objekti kojima se omogućava zadržavanje vode u nekom području
- **Morfologija terena i inženjerskogeološke odlike stijena** imaju vrlo važnu ulogu
- U morfološkom smislu se izvode u suženim dijelovima riječnih dolina (vrsta materijala za gradnju ovisi o morfologiji)
- Inženjerske značajke koje treba proučiti pri odabiru lokacije i tipu brane su:
 - razlomljenost terena (sprečavanje gubitka vode),
 - seizmičnost (osjetljivost brane na potres),
 - dopušteno opterećenje (zbog tlaka kojim brana djeluje na stijenu svojom masom) i
 - mogućnost smicanja brane po temeljnoj stijeni i s temeljnom stijenom (događa se po plohama diskontinuiteta).

BRANE

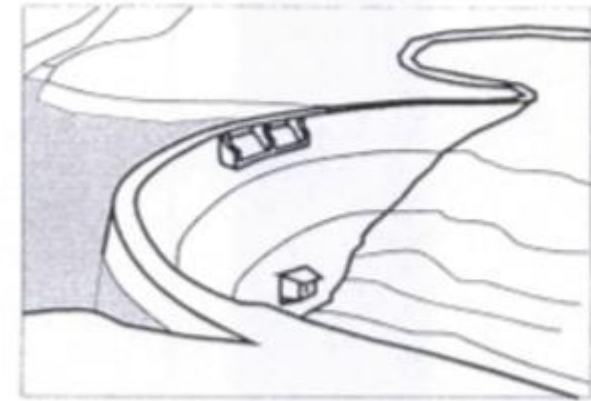
- Najučestaliji tipovi brana su:



Betonska gravitacijska



Brana Grand Coulee je primjer gravitacijske brane

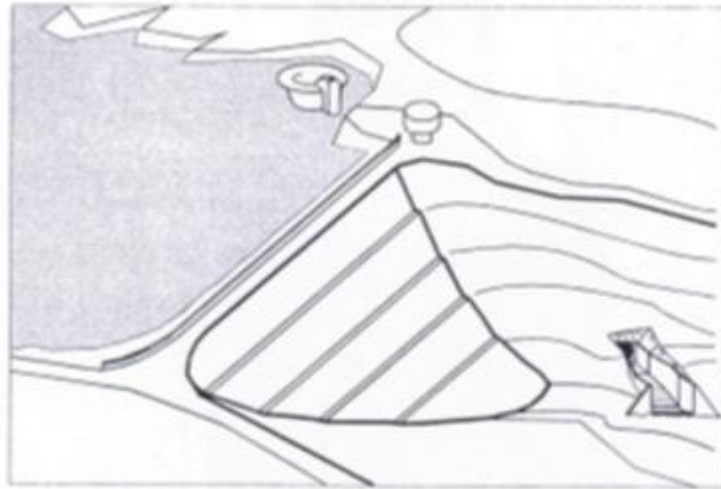


b) Lučna



Brana Gordon na Tasmaniji je lučna brana

BRANE



c) Nasuta



Brana Daniel-Johnson, Quebec, Kanada,  je rasčlanjena brana sa lukovima

KANALI

- Kanali su dovodni i odvodni objekti hidrotehničkih sustava za potrebe energetike i poljoprivrede (mogući i kao plovni)
- Kanali mogu biti:
 - Obloženi (čak i u vodonepropusnom terenu)
 - Neobloženi
 - Pravokutnog ili trapeznog oblika
 - S različitim stupnjem nagiba osi blokova
- Svi nabrojeni elementi ovisiti će o: **inženjerskogeološkim, hidrogeološkim, hidrološki, klimatskim, morfološkim** i dr. uvjetima.
- Od inženjerskogeoloških radova potrebno je provest: **kartiranje, određivanje diskontinuiteta, geofizička istraživanja, istraživačka bušenja, laboratorijska ispitivanja**

Primjer: Akumulacijskog jezera i sustava kanala

- Crpna stanica Buško Blato je sastavni dio HE Orlovac, smještena u JI dijelu Livanjskog polja na području općine Livno i Tomislavgrad
- Izgrađena krajem šezdesetih godina, a službeni početak proizvodnje je bio 1974.
- Proizvedena energija proizvodi se za potrebe općine Livno i općine Glamoč
- Akumulacijsko jezero Buško Blato jedno je od najvećih umjetnih jezera u Evropi
- Zapremina akumulacije je 800 milijuna m³ i površine 57 km², zajedničkog tunela sa HE Orlovac dužine 12 100m, sustava kanala sa pripadajućim ustavama dužine oko 25km
- Procjeđivanje vode je znatno jer se radi o krškom terenu s velikim brojem ponora
- Dosadašnje sanacije nisu bitno utjecale na smanjenje gubitaka

KANALI

- Primjer akumulacija Buško Blato



HEP Proizvodnja d.o.o. - CS Buško blato
hep.hr

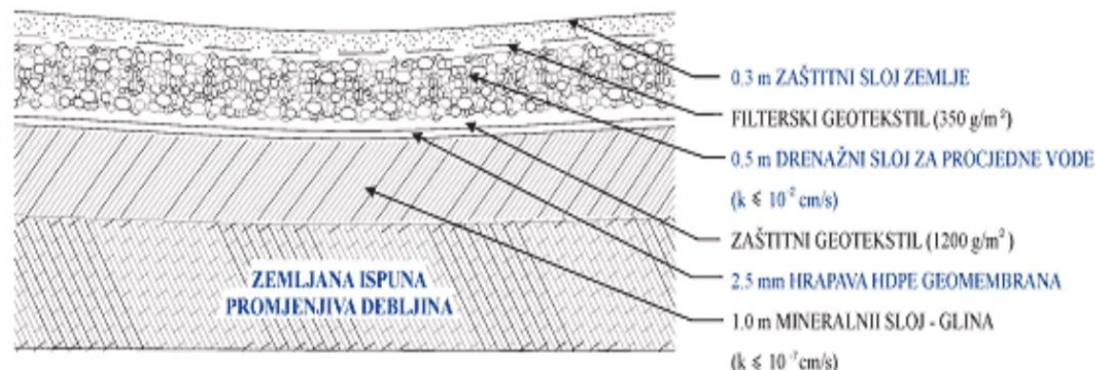


ODLAGALIŠTA OTPADA

- U domeni geologije, veliko značenje u traženju optimalnog rješenja lokacije odlagališta imaju dvije specijalističke discipline koje su sa graditeljstvom najviše povezane:
 - **hidrogeologija i inženjerska geologija**– daje podatke o mogućim kretanjima zagađenja u podzemnoj vodi, definira slivno područje podzemnih voda, vodonepropusnost terena, brzinu i smjer kretanja zagađivala
- Da bi se studiozno pristupilo istraživanju problema zagađenja potrebno je:
 1. Izdvojiti teren koji pripada slivu crpilišta pitke vode i voda za potencijalnu opskrbu naselja i industrije (odbacuje se kao potencijalno područje)
 2. Izdvojiti teren povoljan za lokaciju odlagališta

- Kako se izrađuje vodonepropusna podloga?

SUSTAV ZA DETEKCIJU I KONTROLU OŠTEĆENJA GEOMEMBRANE



ODLAGALIŠTE OTPADA

- Kod pripremanja podloga potrebno je adekvatnim zahvatima osigurati odvodnju odlagališta i odabrati mjesta za prihvrat procjednih voda iz odlagališta u cilju njihovog evakuiranja.
- Kako je vrlo teško u morfološki pogodnom terenu naći prirodnu, vodonepropusnu podlogu, treba ugraditi odgovarajuće materijale u podlogu, da bi se u bilo kojoj fazi eksploatacije odlagališta potpuno onemogućilo prodiranje zagađivača u podzemlje.



Izvedba brtvenog sloja



Ugradnja drenažnih cijevi

ODLAGALIŠTA OTPADA

- U tehnologiji odlaganja otpada značajno mjesto zauzima potreba svakodnevnog prekrivanja otpada slojem **inertnog materijala**, odgovarajuće kvalitete. Inženjerskogeološkim istraživanjem se zahvaća širi okoliš u cilju određivanja količine i kvalitete takvog materijala.
- **Inertni materija** se ispituje **laboratorijski** (gustoća, prostorna masa, vlažnost, kut unutarnjeg trenja, kohezija i vodonepropusnost) te se prvenstveno rabe **prah i glina** koji se pri prostiranju nabija strojevima.



GROBLJA

- Groblja su objekti koji se izvode na periferijama urbaniziranih cjelina.
- pretežito se izvode u nevezanim i poluvezanim sedimentima, ali i površinskim vrlo razlomljenim stijenama krša.
- U inženjerskogeološkom smislu kod izbora novih lokacija za groblja ili u slučajevima proširenja postojećih, nužno je odrediti: elemente stabilnosti terena (izbjeći klizišta), parametre o kojima ovisi promjena volumena i sadržaja vode (u glinovitim stijenama), debljinu razlomljenog dijela u čvrstima stijenama, pukotine i pukotinske sustave, njihovu ispunu i mogućnosti komuniciranje površinskih i podzemnih voda.
- Groblja se ne bi smjela izvoditi na lokacijama unutar slivnih područja, gdje postoji direktna veza s izvorima pitke vode ili crpilišta za pitku vode, sve u cilju sprečavanja zagađivanja podzemnih voda