

## **9. DONJI USTROJ**

### 9.1. STUPOVI

### 9.2. UPORNJACI

- donjem ustroju pripadaju dijelovi (ispod) ležišta glavne rasponske konstrukcije



odnosi se na smjer pružanja sila

#### ZADATAK DONJEG USTROJA:

- prenijeti u tlo sile od djelovanja na konstrukciju
- omogućiti predviđene pomake i deformacije strukture
- ostvariti jednostavan i neprimjetan prijelaz prometnice s mosta na tlo

#### DODATNI ZAHTJEVI KOJE MORA ZADOVOLJITI DONJI USTROJ:

- slobodni profili ispod mosta
- preglednost za odvijanje prometa
- protok vode ispod mosta
- estetski odgovarati gornjem ustroju

**OBLIK I DIMENZIJE STUPOVA I UPORNJAKA OVISE O:**

- strukturi, dimenzijama (poprečno i uzdužno) i tipu rasponske konstrukcije
- načinu njena oslanjanja na dotični dio donjeg ustroja
- gradivu od kojeg su sagrađeni
- osobinama tla i načinu temeljenja
- visini nivelete nad terenom, osobito s obzirom na visinu dijelova donjeg ustroja
- broju glavnih nosača, odnosno tipu poprečnog presjeka strukture
- postojanju i osobinama vodotoka odnosu horizontalnih i vertikalnih opterećenja
- planiranom načinu građenja
- oblikovanju, itd.

➤ bitan faktor pri oblikovanju donjeg ustroja je uređenje okoliša mosta – pokosi nasipa, obale vodotoka, korito rijeke...

**9.1. STUPOVI****MOGU BITI:**

- opetovani elementi koji se ponavljaju više desetaka ili stotina puta
- visoke strukture

**STATIČKE VARIJANTE:**

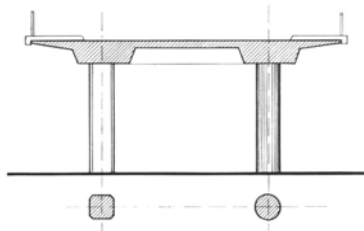
| VEZE DOLJE | VEZE GORE |
|------------|-----------|
| upeto      | upeto     |
|            | zglob     |
|            | pokretno  |
| zglob      | zglob     |

**KONSTRUKTIVNE VARIJANTE:**

- stup obuhvaća čitav poprečni presjek
- u poprečnom presjeku se nalazi više stupaca - stupište

U SVOM POPREČNOM PRESJEKU STUPOVI MOGU BITI:

- puni (štapovi ili stijene)
- šuplji (olakšani) – za vrlo visoke strukture – veća krutost uz istu količinu gradiva
- ako se nalaze u vodotoku moraju biti prilagođeni tekućoj vodi



okrugli i poligonalni poprečni presjek stupa



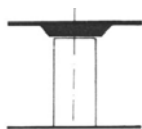
*visoki stupovi konstantnog poprečnog presjeka na mostu autoceste (Bechtel)*

VARIJACIJE PRESJEKA PO VISINI STUPA:

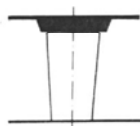
- zadebljanja odozgo prema dolje



- konstantan presjek



- zadebljanja odozdo prema gore

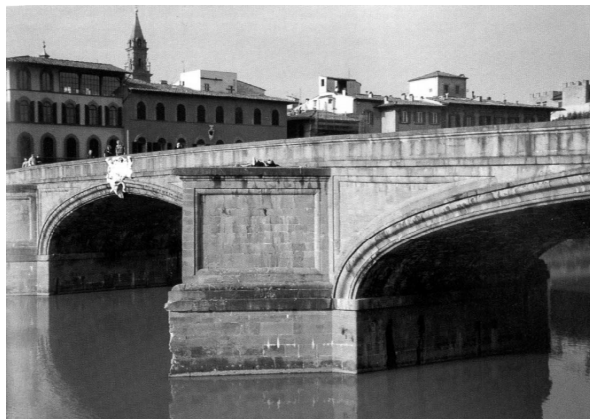


- u poprečnom smjeru
- u pogledu na most
- prostorno

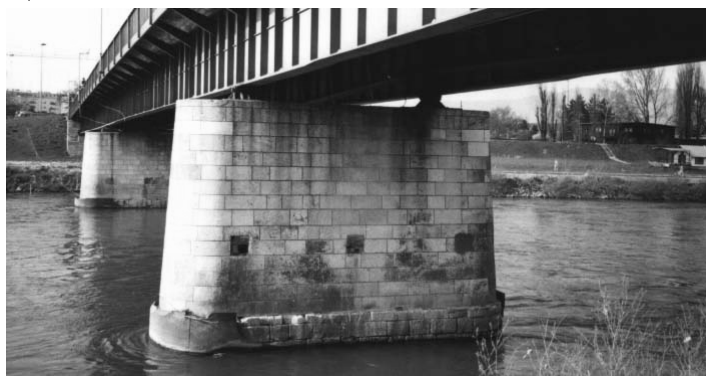
### 9.1.1. Masivni stupovi

➤ karakteriziraju ih velike uzdužne i poprečne dimenzije

KLASIČNE GRADNJE: - prirodni kamen, opeka, beton  
- svođeni i gredni mostovi



DANAS: - za stupove u plovnom vodotocima da podnesu udar plovila  
- oblažu se kamenom, opekom

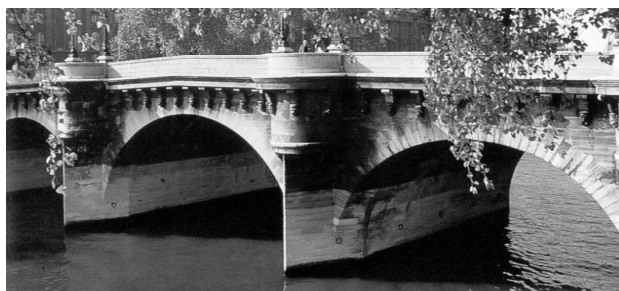


#### OBLIKOVANJE POPREČNO NA MOST:

- iste širine kao i most, uži ili širi od mosta
- konstantnog poprečnog presjeka ili prošireni prema dnu  
(nagibi 1:10 do 1:30)

**OBLIKOVANJE U POGLEDU NA MOST:**

- konstantne dimenzije po čitavoj visini
  - zadebljani od vrha prema dnu – linearno, po krivulji ili skokovito
- stupovi u vodotocima – zašiljeni s uzvodne a zaobljeni s nizvodne strane
- gornji dijelovi stupova se često proširuju radi lakšeg prihvaćanja strukture
- povijesni masivni stupovi su često imali detaljno oblikovane glave sa mnoštvom skulpturalnih ukrasa i vijenaca

**9.1.2. Olakšani stupovi**

- rade se radi uštede gradiva i smanjenja vlastite težine

**OSTVARUJU SE:**

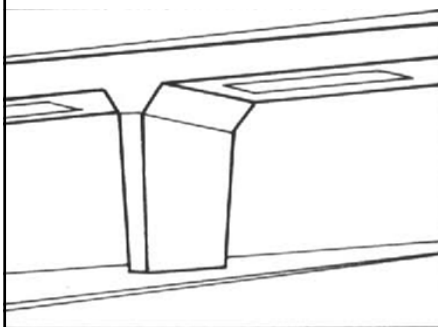
- umetanjem štednih otvora →
- izvana vidljivim ili nevidljivim šupljinama

← **ARMIRANO BETONSKI:**

- s ležajnim gredama pri vrhu
- s betonskim stijenkama i znatnim šupljinama u sredini
- ako su visoki grade se u kliznoj oplati

### 9.1.3. Stupovi stijene

- male dimenzije u pogledu na most, a poprečno odgovaraju širini mosta – dojam tunela u prolazu
- konstrukcijski jednostavna ali ne nailaze na širu primjenu



### 9.1.4. Laki pojedinačni stupovi

#### KORISTE SE KOD:

- nadvožnjaka
- grednih mostova nižih ili srednje visokih niveleta nad tlom
- pomosta lučnih mostova

#### PREDNOSTI:

- smanjeni utrošak gradiva
- bolja preglednost pod mostom

#### IZVEDENI KAO:

- pojedinačni stupci – kod sandučastih, torziski krutih rasponskih sklopova (pogodni za krivine)
- stupašta sastavljena od više stupaca poprečno
  - kod rebrastih ili pločastih mostova
  - sa ili bez naglavnice

#### POPREČNI PRESJECI:

- kvadratični, pačetvorinski, poligonalni, kružni, ovalni, složeni
- najčešće konstantni po visini



### 9.1.5. Razgranati stupovi

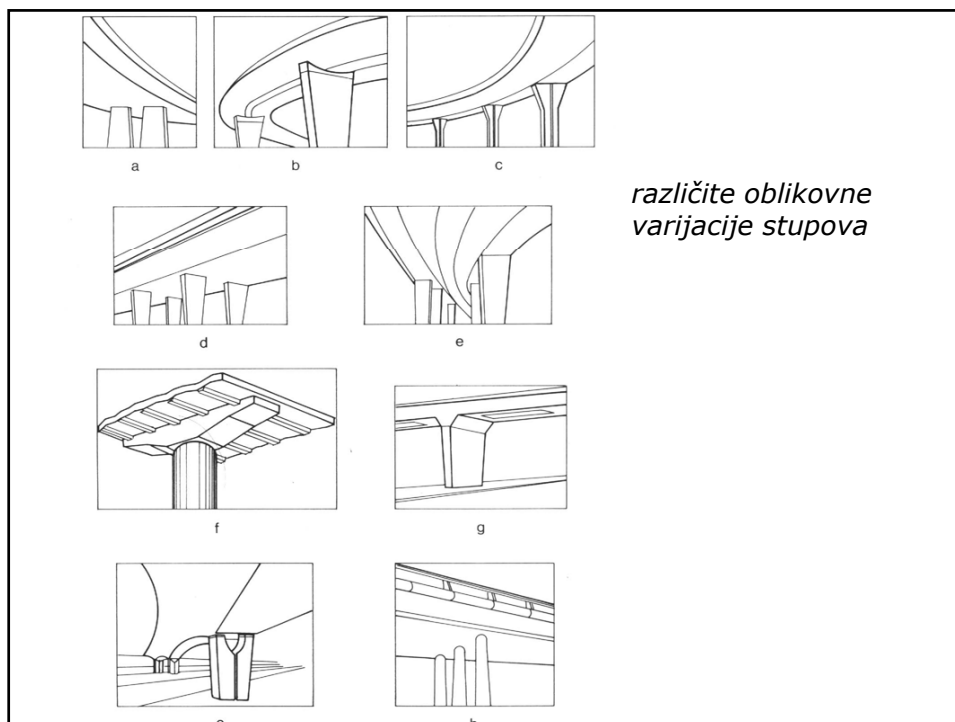
- oblikovno složeniji oblici stupova

#### PODRAZUMJEVAJU:

- različite promjene presjeka po visini
- oblike A, V, H, Y itd.
- varijacije pojedinačnih stupaca

- moraju tvoriti sklad sa elementima podgleda i s elementima i bridovima strukture





## 9.2. UPORNJACI

- rubni dijelovi mosta na kojima se ostvaruje prometni prijelaz ili predaja sila s mosta na nasip ili sraslo tlo

### RASPONSKA KONSTRUKCIJA NA NJIH PREDAJE:

- kod grednih mostova – vertikalne i horizontalne sile
- kod lukova - potiske

- na njih djeluje i pritisak od nasipa

### MOGU IMATI FUNKCIJU:

- prometnih preplitanja – proširenja, stubišta i rampe
- rasplitanja vodova

### RAZLIČITOST UPORNJAKA OVISI O:

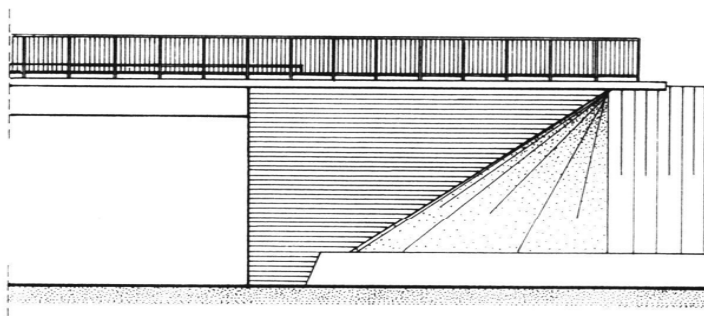
- tipu rasponske konstrukcije – gredni, svođeni, viseći, ovješeni...
- konfiguracije terena
- visine nivelete nad tlom
- dimenzijama mosta
- veličini i vrsti sile koju preuzimaju
- vrsti tla i nasipu iza njih

UPORNJACI GRADSKIH MOSTOVA I ATRAKTIVNIH PRIJELAZA:

- proširenja za zaustavljanje vozila i pješaka

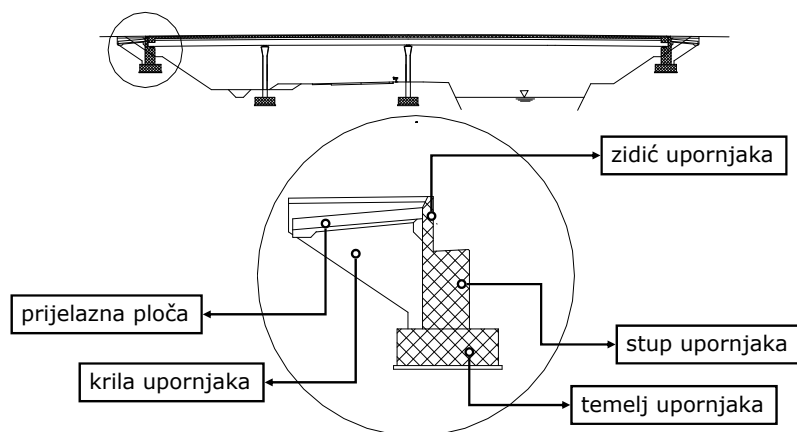
UPORNJACI OSTALIH MOSTOVA:

- što neprimjetniji prijelaz s okolnog tla na most



*klasičan primjer upornjaka*

### 9.2.1. Dijelovi upornjaka



- ovi dijelovi ne moraju biti prisutni kod svih mostova – u nekim slučajevima mogu izostati ili biti svedeni na minimum

STUPOVI UPORNJAKA:

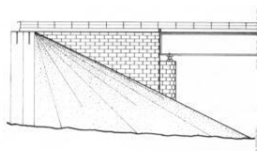
- na njih se predaje opterećenje rasponske konstrukcije i nasutog tla iza njih
- oslanjanje konstrukcije

ZA MANJE MOSTOVE

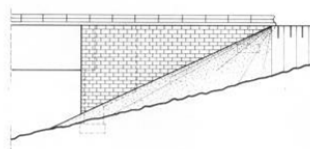
- izravno nalijeganje konstrukcije pa se pomaci ostvaruju deformiranjem strukture

ZA VEĆE MOSTOVE

- ležaj
- prijelazna naprava (omogućuje pomake)
- prijelazna ploča oslonjena na zidić upornjaka (ima zadatak osigurati postupan prijelaz sa tvrde na podatnu podlogu)



vidljiv ležaj



skriven ležaj

KRILA UPORNJAKA:

- zidovi koji s bočnih strana prihvaćaju nasip uz most
- mogu biti:

*paralelna*

- osi su im međusobno paralelne i paralelne s osi mosta, a okomite na os zida upornjaka

*okomita*

- na istom pravcu s osi zida upornjaka i međusobno, a okomita na os mosta

*kosa*

- u odnosu na os zida i os upornjaka

*zaobljena*

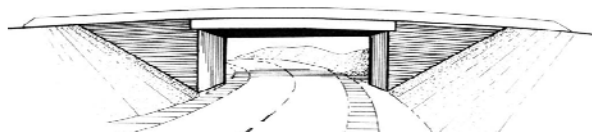
- raznih zakrivljenih oblika

- moguće su i različite varijacije ali su najčešća simetrična krila

KRILA UPORNJAKA:*primjer okomitih krila upornjaka*KRILA UPORNJAKA:

## • varijacije u duljini krila:

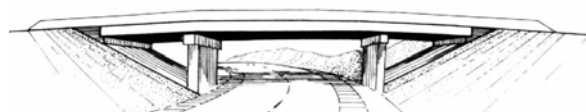
- duga krila – manji raspon mosta i pokos nasipa počinje izvan otvora



- kratka krila – s većim otvorom i prodorom dijela nasipa u otvor pa i pred zid upornjaka



- minimalna krila – obično obješena o stup s nasipom koji gotovo dodiruje rasponsku konstrukciju



### 9.2.2. Tipovi upornjaka

- s obzirom na glavne konstrukcijske osobitosti upornjake razvrstavamo na...

#### 1. Masivni upornjaci

- upornjaci sa masivnim punim zidom i masivnim punim krilima s obje strane



#### KARAKTERISTIKE MASIVNIH UPORNJAKA:

- klasični oblik upornjaka
- zidovi od kamena, opeke ili betona
- najčešće s paralelnim krilima svako na svojem temelju
- pokosi nasipa - blagi (1:1,5 do 1:1) i s dugim krilima ili  
- s podnožnim zidićem
- vijenac mosta uvučen min 0,5m prema terenu



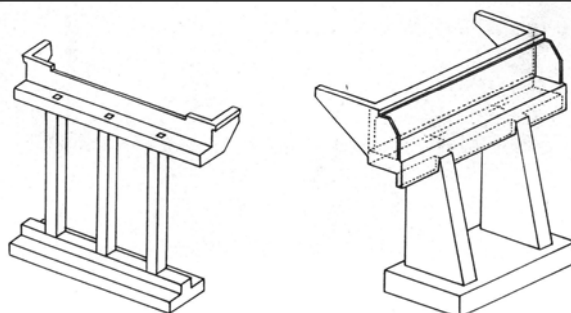
*primjer betonskog  
masivnog upornjaka*

## 2. Minimalni upornjaci

- upornjaci s najmanjim mogućim dimenzijama zida i krila

### KARAKTERISTIKE MINIMALNIH UPORNJAKA

- zid upornjaka je zamijenjen s nekoliko stupova povezanih na vrhu poprečnom gredom gdje je ležište konstrukcije
- niveleta mosta je sasvim blizu tla ili nasipi zadiru duboko u otvor
- samo glava upornjaka i mali dio krila je izvan pokosa nasipa
- povećana preglednost
- smanjena buka pri prijelazu vozila



## 3. Olakšani i šuplji upornjaci

- ušteda materijala uz istu nosivost

### KARAKTERISTIKE:

- zidovi i krila s raznim profilacijama, rebrima, udubinama, otvorima
- puno više oplata za izradu – potrebna je analiza isplativosti
- pogodni za montažne elemente

### ŠUPLJI UPORNJACI:

- šupljine i prostorije unutar upornjaka zamjenjuju nasip
- ti prostori služe u funkciji mosta (provođenje vodova, održavanje) ili u javnoj funkciji (lokali...)

#### 4. Upornjaci svođenih mostova

➤ u tlo predaju potiske i vertikalne sile – koso usmjerena rezultanta

##### KARAKTERISTIKE:

- oblik upornjaka određen analizirajući anvelopu rezultanti djelujućih sila
- to su obično zakrivljeni oblici sa kosim dnom
- kod plićih svodova i slabo nosivog tla moraju biti velikih dimenzija
- obično služe i kao oslonac strukture pomosta tj. povezani su s njima u jednu cjelinu



*upornjak  
Masleničkog  
mosta*