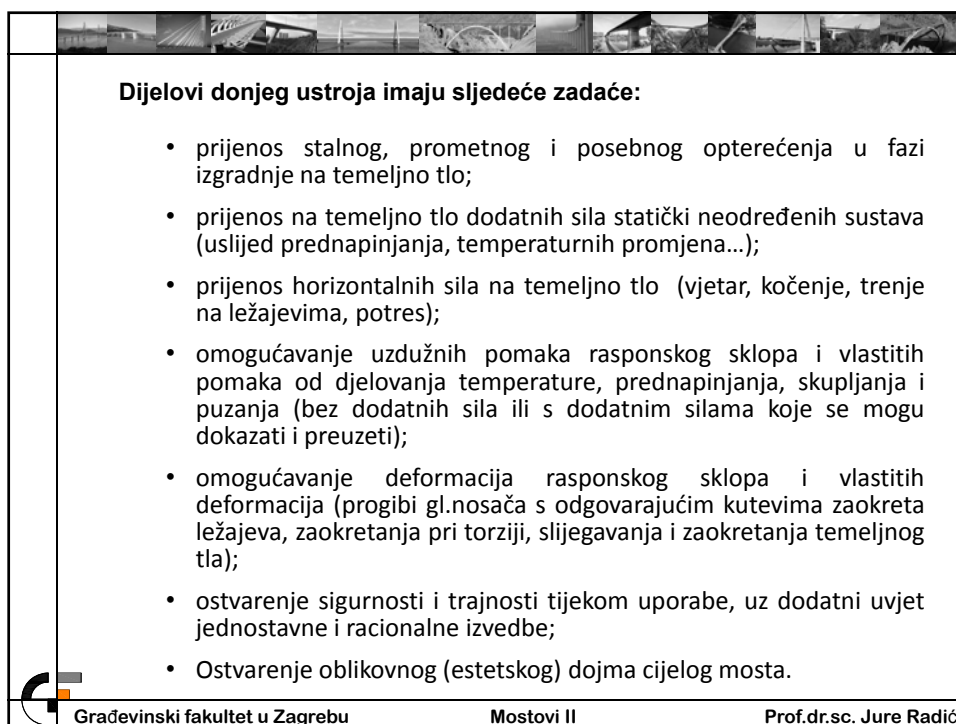
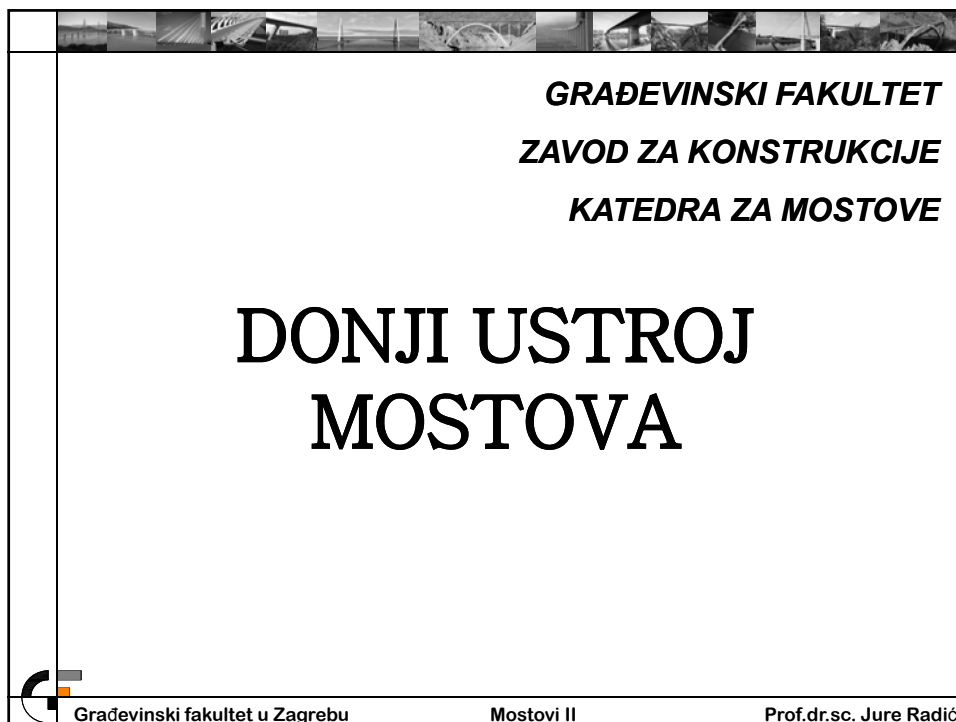




Dijelovi donjeg ustroja imaju sljedeće zadaće:

- prijenos stalnog, prometnog i posebnog opterećenja u fazi izgradnje na temeljno tlo;
- prijenos na temeljno tlo dodatnih sila statički neodređenih sustava (uslijed prednapinjanja, temperaturnih promjena...);
- prijenos horizontalnih sila na temeljno tlo (vjetar, kočenje, trenje na ležajevima, potres);
- omogućavanje uzdužnih pomaka rasponskog sklopa i vlastitih pomaka od djelovanja temperature, prednapinjanja, skupljanja i puzanja (bez dodatnih sila ili s dodatnim silama koje se mogu dokazati i preuzeti);
- omogućavanje deformacija rasponskog sklopa i vlastitih deformacija (progibi gl.nosača s odgovarajućim kutevima zaokreta ležajeva, zaokretanja pri torziji, slijegavanja i zaokretanja temeljnog tla);
- ostvarenje sigurnosti i trajnosti tijekom uporabe, uz dodatni uvjet jednostavne i racionalne izvedbe;
- Ostvarenje oblikovnog (estetskog) dojma cijelog mosta.



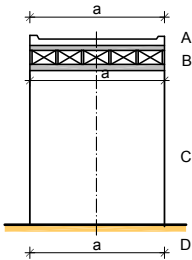
Oblikovanje stupova

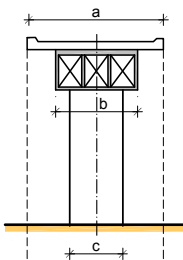
Na oblike stupova ponajprije utječe širina mosta i potrebna površina plohe na koju se oslanja rasponski sklop.

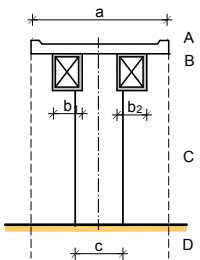
Razlikujemo:

- širinu prometne plohe,
- širinu rasponskog sklopa,
- širinu stupova i
- širinu vrha temelja.









Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje stupova

Pri odabiru pogodnog rješenja za stupove valja udovoljiti različitim zahtjevima:

- uvjetima nosivosti,
- konstrukcijskim uvjetima,
- estetskim vrijednostima,
- ostvarenjem ekonomičnosti.

Uvjeti nosivosti:

Odnosi u stupovima obzirom na nosivost ovise o:

- visini rasponske konstrukcije nad tlom,
- o odnosu vertikalnih i horizontalnih sila koje se na tom mjestu predaju na donji ustroj i
- o mogućnostima temeljenja.

Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova

I u oblikovno najjednostavnijem stupu potrebno je provjeriti stanje naprezanja jer stupovi u mostovima dobivaju znatna horizontalna opterećenja u oba glavna smjera pa je obično potrebno ispitati:

- stanje u ležaju,
- gornji kvader u glavi stupa, uzdužno i poprečno,
- ležajnu gredu u glavi stupa,
- tijelo stupa, bez i sa izvijanjem,
- donji kvader u podnožju, uzdužno i poprečno,
- donji ležaj,
- donju ležajnu gredu.

Građevinski fakultet u Zagrebu
 Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova

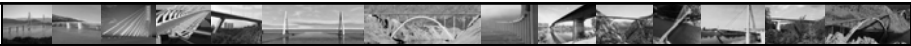
Konstruktivski uvjeti:
 Za prikladnost stupova važni su konstruktivski zahtjevi koje stup mora optimalno zadovoljiti u glavi. Ti su zahtjevi:

- prostor na glavi stupa;
- provođenje odvodnje;
- zaštita protiv udaraca;
- osiguranje trajnosti.

Uvjetovanost glave stupa oslanjanjem gornjeg ustroja i primjeri nekih konstruktivskih rješenja takvih zadataka

Građevinski fakultet u Zagrebu
 Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova






Oblikovanjem stupova može se znatno podići ukupna estetska vrijednost mosta.

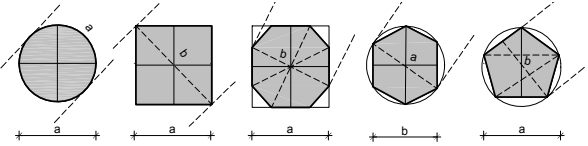
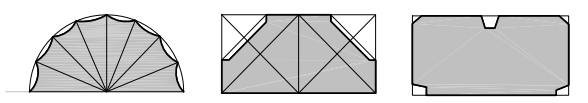
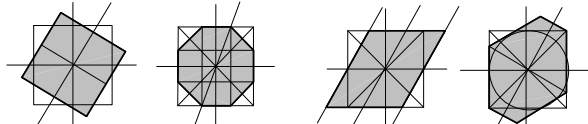
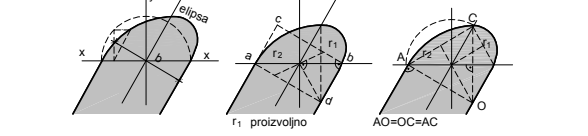



Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova



Poprečni presjeci stupova, osnovni oblici i oblikovne intervencije

Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova

Poprečni presjeci stupova, osnovni oblici i oblikovne intervencije





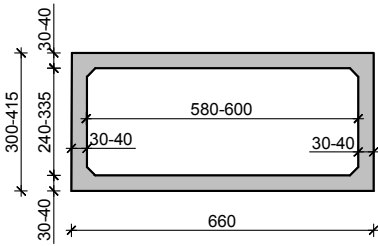
Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

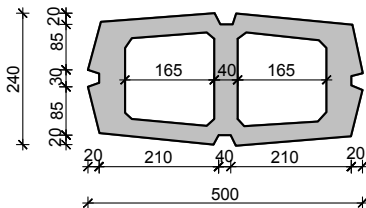
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova

Poprečni presjeci stupova



a)



b)

Sandučasti poprečni presjeci visokih stupova:
a) most Dobra – Vrbovsko;
b) viadukt Dubračina

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova



Poprečni presjeci stupova




Sandužasti poprečni presjeci visokih stupova:

- a) most Dobra – Vrbovsko;
- b) viadukt Dubračina

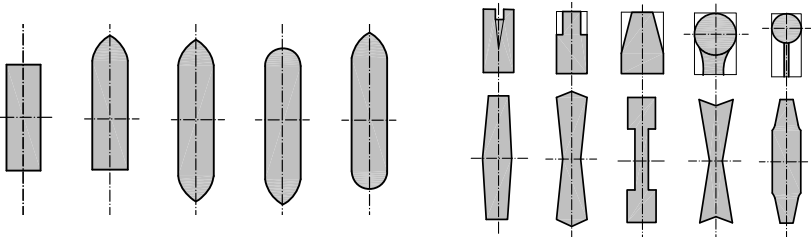


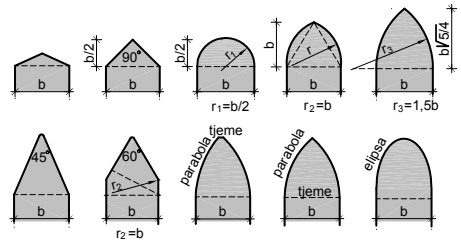
Građevinski fakultet u Zagrebu
 Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova



Poprečni presjeci stupova u vodi

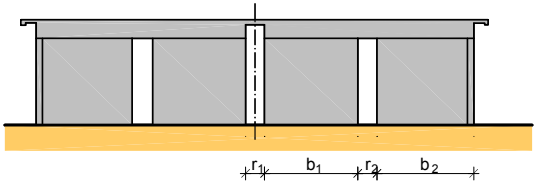
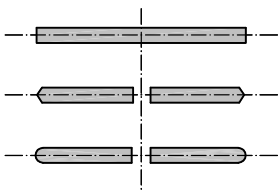






Građevinski fakultet u Zagrebu
 Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova			
	Poprečni presjeci stupova u vodi		
			
			
	Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić		

Oblikovanje stupova			
	Poprečni presjeci stupova		
	 		
	Stupovi oblikovani kao lake stijene		
			
Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić			



Oblikovanje stupova

Stupovi konstantnog presjeka na osnovni oblik možemo utjecati užljebinama, rebrima, okrenutosti plohe prema izvoru svjetla, udubljenosti ili izbočenosti plohe i sl.



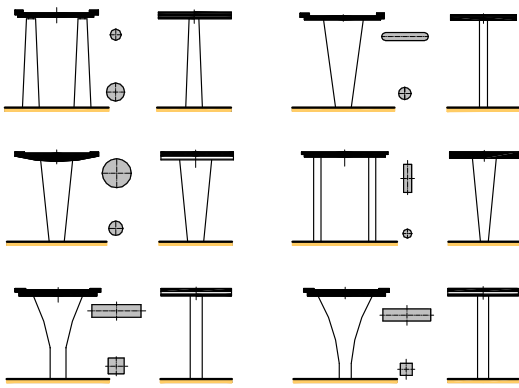

Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje stupova

Stupovi promjenjivih presjeka ovdje smo slobodniji jer glavu stupa možemo oblikovati prema njenim potrebama, deblo po njegovim, a spoj s temeljima urediti prema pogodnostima u temeljima.



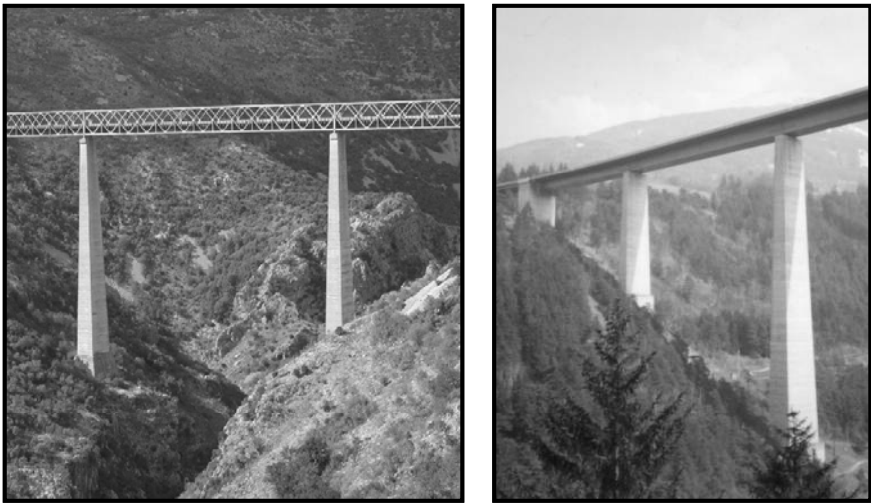


Promjena presjeka uzduž visine


Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje stupova



Povećanje izmjera presjeka prema dnu stupa optimalno je rješenje kod vrlo visokih stupova kod kojih je na dnu znatno veća uzdužna sila i moment savijanja.


Građevinski fakultet u Zagrebu

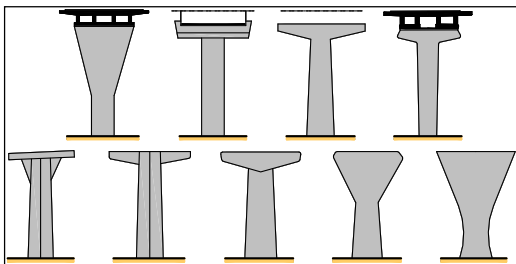
Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje stupova

Stupovi s poprečnim istakama u suvremenim širokim mostovima kada u donjem prostoru moramo zauzeti što manji prostor







Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

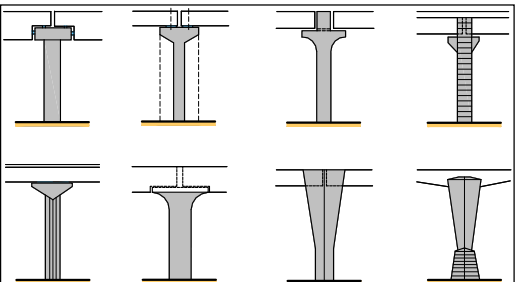
Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje stupova

Stupovi s uzdužnim istakama
obično su posljedica odabira uskih osnovnih izmjera stupova, a potrebnih širokih prostora za ležajeve.





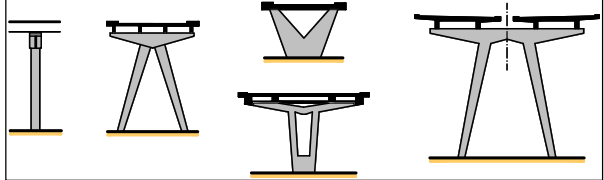



Građevinski fakultet u Zagrebu
 Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić



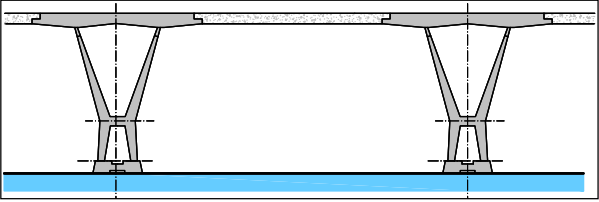
Oblikovanje stupova

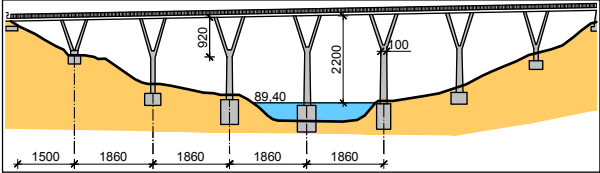
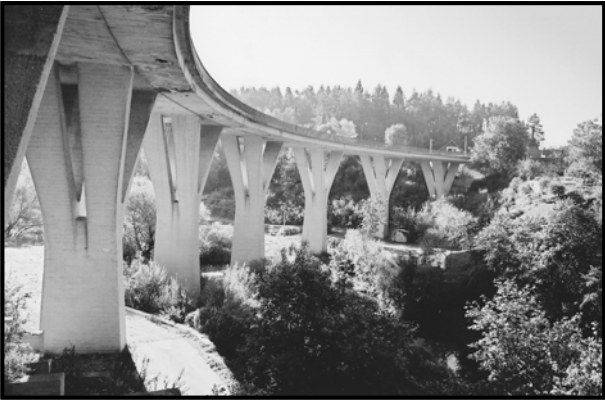
Poprečno razgranati stupovi



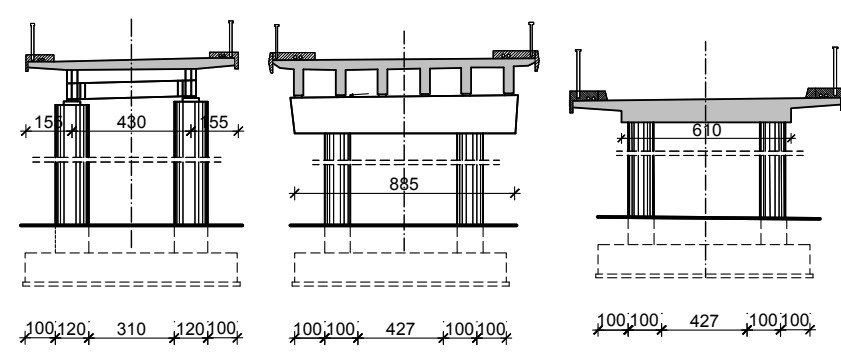



Građevinski fakultet u Zagrebu
 Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova	
	Uzdužno razgranati stupova most Maracaibo   
Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić	

Oblikovanje stupova	
	Most preko Korane u Slunju - prostorni rašljasti stupovi s četiri pločasta kraka  
Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić	

Oblikovanje stupova



Višedijelni stupovi:

- dva pojedinačna stupa bez naglavne grede
- dva stupa povezana zajedničkim plitkim temeljem i naglavnom gredom
- oslanjanje ploče na stupove s naglavnica skrivenim u ploči

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

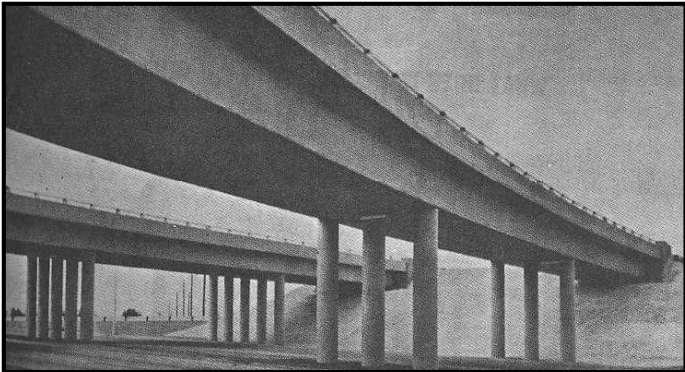
Oblikovanje stupova



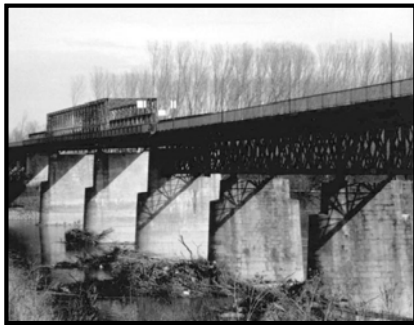
Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

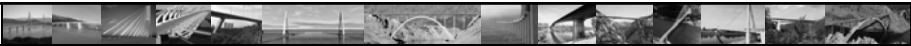
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova	
	Kod ukupnog dojma mosta važno je imati u vidu različite poglede na most. - U pogledu iskosa na most velik broj stupova u stupištu može stvoriti privid miješanja stupova i šume stupova koja skriva otvor mosta. Stoga i kod vrlo širokih mostova nije povoljan broj stupova $n > 4$. 
	Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova	
	Kod ukupnog dojma mosta važno je imati u vidu različite poglede na most. • Kada se niži stupovi povezani prečkama, valja razmake između prečki predvidjeti jednake i mjeriti ih od vrha. 
	Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje stupova	
	Kod ukupnog dojma mosta važno je imati u vidu različite poglede na most. Dugi i široki stupovi u pogledu iskosa mogu potpuno zakloniti otvor mosta.  
Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić	

Oblikovanje stupova	
	Kod ukupnog dojma mosta važno je imati u vidu različite poglede na most. - Da li je oblikovno bolje rješenje sa ili bez naglavnica? - Kako će isticanje plohe stupa ispred plohe rasponske konstrukcije (ili obrnuto) biti uklopljeno u cjelinu mosta?  
Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić	



Oblikovanje upornjaka





Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

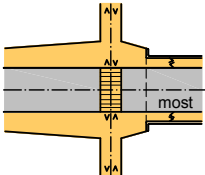
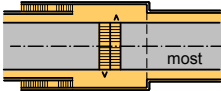
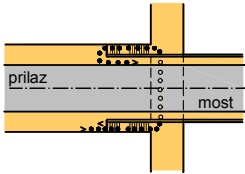
Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje upornjaka

Tokovi prometa u spoju dviju razina

- konstruiranje na osnovi rasponskog sklopa
- pješački spoj gornje i donje razine - kosine i stubišta
- prikladna proširenja prometnih ploha
- pješačke staze nužno je voditi do kraja krila upornjaka


Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje upornjaka

Oblikovanje krila upornjaka - tlocrtni položaj krila

paralelna
kosa
okomita

zaobljena
zaobljena

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje upornjaka

Usporedba paralelnih i okomitih krila

Okomita krila
Paralelna krila

Pogled

pokos nasipa
(uzeti npr. 1:1,5)

Presjek kroz upornjak
s pogledom na krilo

uzdužna os mosta

Tlocrt upornjaka

paralelno krilo

odvojeni temelji
okomitog krila

okomito krilo

temelj zida

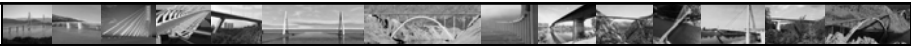
temelj krila

zid upornjaka

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje upornjaka

Okomita krila




Paralelna krila



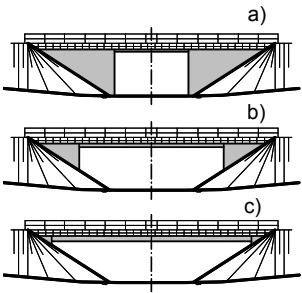

Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić



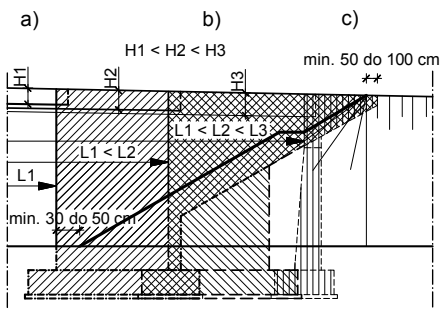
Oblikovanje upornjaka

Oblikovanje krila upornjaka - različiti položaji upornjaka u nasipu

Duljina usporednih krila ovisi o nagibu stošca nasipa i položaju krila u nasipu, a što je vezano uz veličinu i tip upornjaka u odnosu na izmjere rasponskog sklopa:



a)
b)
c)



a) b) c)

$H1 < H2 < H3$

$L1 < L2$ $L1 < L2 < L3$

min. 30 do 50 cm min. 50 do 100 cm


Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje upornjaka

Detalj oslanjanja i završetka rasponske konstrukcije

- završetak pločaste konstrukcije

Mali rasponi, temeljno tlo ne suviše kruto - na oba se upornjaka mogu izraditi nepokretni linijski ležajevi.

Pločasta konstrukcija naliže direktno na ležajnu klupu.

Uzdužni pomaci omogućeni su zakretanjem zidova upornjaka i deformacijama tla.

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje upornjaka

Detalj oslanjanja i završetka rasponske konstrukcije

- završetak klinom

Na upornjacima mostova manjih raspona na sporednim cestama dovoljno je iza upornjaka izraditi klin od bitumeniziranog materijala, koji omogućuje pomake.

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

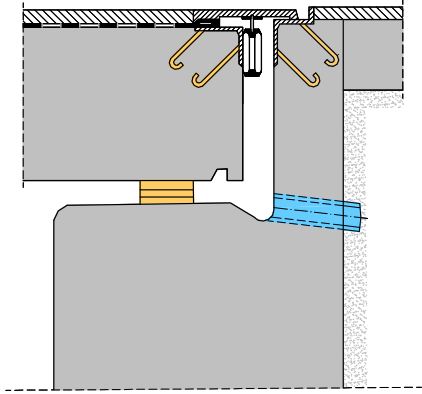
Oblikovanje upornjaka



Detalj oslanjanja i završetka rasponske konstrukcije - zidić

$h > 0,5\text{m}$, na brzim cestama - zaštitni zidić

Zidići se redovito armiraju kao konzolni nosači opterećeni horizontalnim silama u prijelaznim napravama i pritiskom tla.



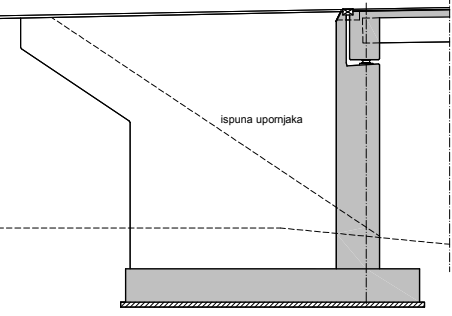


Građevinski fakultet u Zagrebu
 Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje upornjaka



Masivni upornjaci - svojim izmjerama i masom osigurava stabilnost i nepomičnost rasponskog sklopa. Temelji se ispod razine tla, a krila su mu najčešće upeta i na vlastitim temeljima.







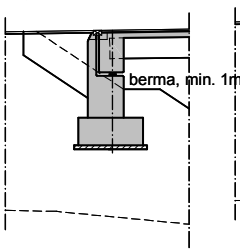
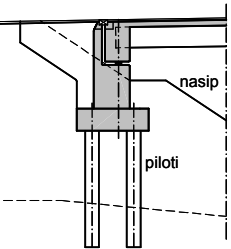
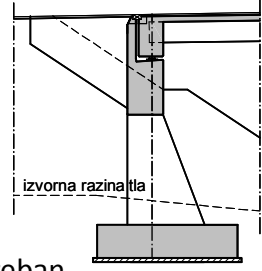
Građevinski fakultet u Zagrebu
 Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje upornjaka	
	Masivni upornjaci - svojim izmjerama i masom osigurava stabilnost i nepomičnost rasponskog sklopa. Temelji se ispod razine tla, a krila su mu najčešće upeta i na vlastitim temeljima. 
	Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje upornjaka	
	Masivni upornjaci - svojim izmjerama i masom osigurava stabilnost i nepomičnost rasponskog sklopa. Temelji se ispod razine tla, a krila su mu najčešće upeta i na vlastitim temeljima. 
	Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje upornjaka

Minimalni upornjaci - kad je niveleta mosta posve blizu nosivog tla, ali i kad je nasip kod upornjaka oblikovan tako da se u njemu nalazi čitav stup, te van viri samo mali dio stupa. Ovakvi su upornjaci prikladni kod nadvožnjaka u kojima je poželjan što veći i pregledniji otvor te što manje buke pri prolazu vozila.

- temeljenje na stijeni - dublji iskop nije potreban,
- temeljenje na nasipu - ispravno propisati materijal i postupak zbijanja
- temeljenje na pilotima
- upornjak s propuštenim nasipom

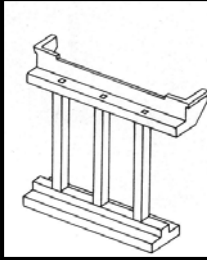
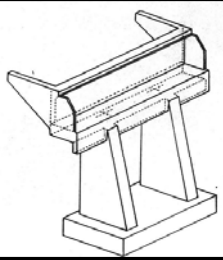
Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Oblikovanje upornjaka

Minimalni upornjaci

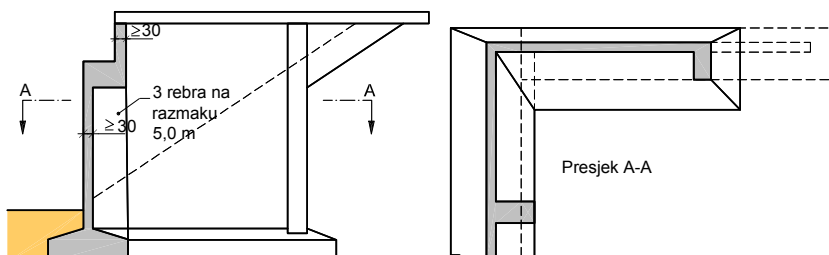



Građevinski fakultet u Zagrebu

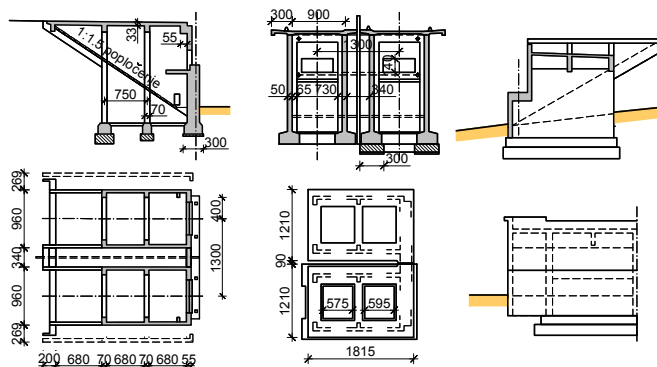
Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

H>5 m i pri velikoj težini mosta - upornjaci kao tanki zidovi ojačani rebrima.



Iza zida upornjaka moguće je ostaviti prazne prostore bez nasipa, koji se mogu iskoristiti u razne svrhe. Konstrukcija kolnika u tom slučaju može biti samo ploča oslonjena na krila, zaštitni zidić i završni poprečni nosač. Na mostovima velikih širina ili kod visokih upornjaka dodaju se sustavi uzdužnih i poprečnih nosača i zidova pomoću kojih se smanjuju rasponi ploče kolnika.

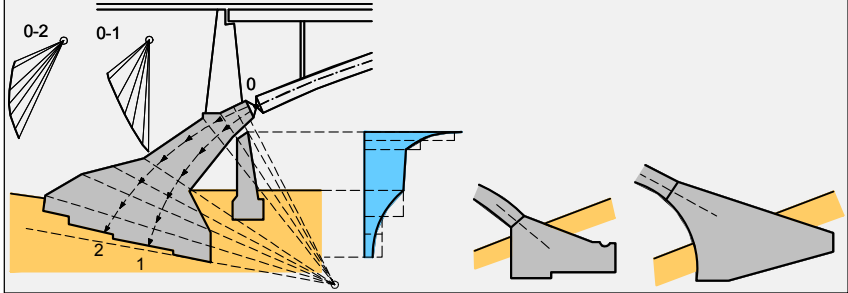




Oblikovanje upornjaka

Upornjaci svođenih i lučnih mostova

- predaju na tlo uz vertikalne sile i velike potiske
- rezultanta tih sila u peti je ukoso usmjerena
- oblik se odabire prema opterećenju koje se kroz njega odvija sve do dna temelja - daje im se oblik koji slijedi tijekom potporne linije iz svoda ili luka




 Građevinski fakultet u Zagrebu

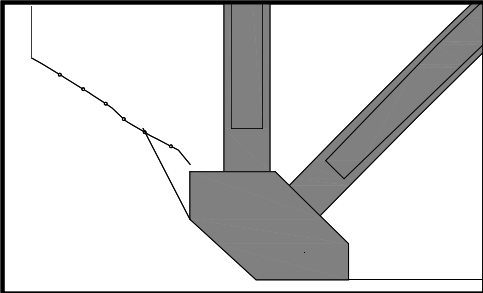
Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje upornjaka

Upornjaci svođenih i lučnih mostova






 Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje upornjaka

Upornjaci svođenih i lučnih mostova




Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić



Oblikovanje upornjaka

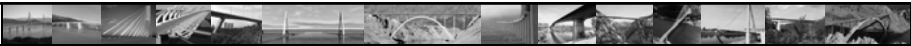
Sile u potporama

Na potpore mostova djeluju **vertikalne** sile,
horizontalne sile usljed djelovanja:

- **vjetra** (sile od djelovanja vjetra na rasponsku konstrukciju, koje otpadaju na stupove proporcionalne su krutostima stupova, a djelovanje vjetra na sam stup $H > 20$ m);
- **prometa** (kočne i vučne sile, udar vozila u stup);
- **deformacija** rasponske konstrukcije (deformacijski otpori stupova zbog promjene dužine i promjene kuta zaokreta rasponske konstrukcije, zbog trenja pokretnih ležaja);
- **potresa** (sile će biti to manje što je most fleksibilnije oslonjen)

te **momenti** (kad su potpore i rasponska konstrukcija kruto povezane, momenti savijanja pojavit će se još i usljed promjene kuta zaokreta rasponske konstrukcije).


Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić



Izbor načina oslanjanja

⇒ **1.pravilo**

Sve dok stupovi mogu slijediti pomake rasponske konstrukcije izazvane prednapinjanjem, skupljanjem i puzanjem betona, temperaturnim promjenama i dr., moraju biti s rasponskom konstrukcijom povezani kruto, bez umjetnih ležaja ili zglobova.

⇒ **2.pravilo**

Ako se ne može ostvariti kruta veza, nego je potrebna zglobna veza prvo se ispituje prikladnost betonskog zgloba.

⇒ **3.Pravilo**

Kada su pomaci rasponske konstrukcije toliko veliki da nije moguće izvesti zglobnu vezu, tada se na stupove postavljaju pomični ležajevi.


Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

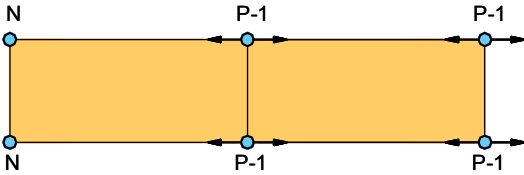
Prof.dr.sc. Jure Radić



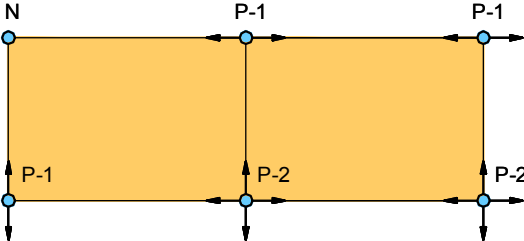
Izbor načina oslanjanja

Tlocrtni raspored ležaja mosta;

uži most,



širi most



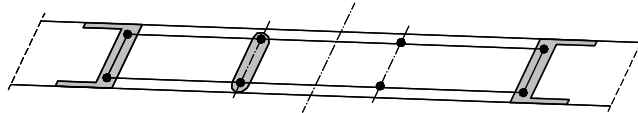

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

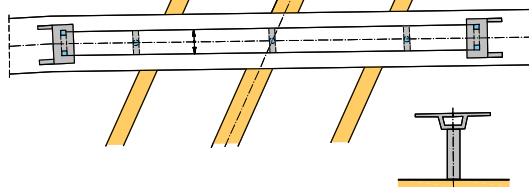
Prof.dr.sc. Jure Radić

Potpore mostova pri kosim križanjima

kose – upornjaci i stupovi postavljaju se koso, usporedno s donjom preprekom, rasponska konstrukcija je torzijski meka, vjetar se pružima pločom kolnika od upornjaka do upornjaka, ploča se armira okomito na glavne nosače;

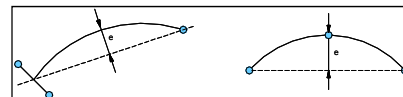


okomite – upornjaci se postavljaju više unatrag, primjenjuje se torzijski kruta konstrukcija i između upornjaka izvode se pojedinačni stupovi u osi mosta.

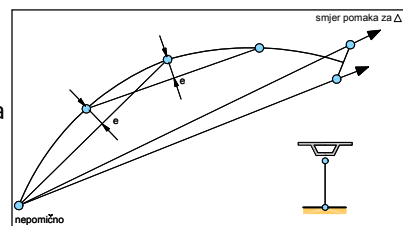


Potpore zakrivljenih mostova

Zakrivljeni nosač preko jednog polja i zakrivljeni nosač preko dva polja statički je određen ako se oslanja na 3 točkasta ležaja.

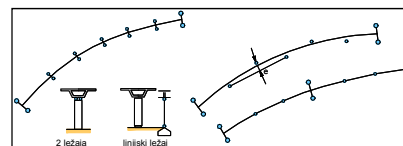


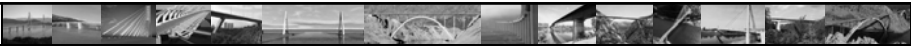
Oslanjanje zakrivljenog grednog kontinuiranog mosta s torzijski krutom rasponskom konstrukcijom i malim $R \rightarrow$ samo na točkaste ležajeve, ali zbog prijelaznih naprava na upornjacima mosta obično se bira torzijski kruto oslanjanje.



Kada je e malen - 3 mogućnosti

1. Stupovi su kruti na savijanje u poprečnom smjeru i na njima su linijski ili dvostruki točkasti ležajevi.
2. Stupovi se izvode vitki s točkastim ležajevima postavljenim naizmjenice pokraj osi mosta.
3. Svaki drugi ili treći stup s točkastim ležajem zamjenjuje se dvostrukim stupom ili širim stupom s dvostrukim ležajem.





Proračun donjeg ustroja - LEŽAJEVI

Zadaća: reakcije rasponske konstrukcije prihvatiti i usmjeriti tako da pravci njihova djelovanja budu određeni.

Nepokretni ležajevi:

- preuzeti vertikalna opterećenja i horizontalne sile:
 - sile kočenja,
 - vjetra,
 - trenja pokretnih ležaja,
 - otpora elastično deformirajućih stupova,
 - otpora u dilatacijskom reškama ili napravama i
 - potresa
- predaja sile - tijela ležaja treba dobro usidriti u rasponsku konstrukciju i potpore

Pokretni ležajevi:

- omogućiti promjenu duljine rasponske konstrukcije koja nastaje od promjene temperature, skupljanja i puzanja betona te skraćivanja od prednapinjanja i progibanja
- dobro usidriti u rasponsku konstrukciju i potpore da se sa sigurnošću mogu prihvatiti sile trenja ili drugi otpori pomacima

 Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić



Za dimenzioniranje ležajeva potrebno je odrediti:

- maksimalne reakcije rasponskog sklopa
- pomake ležajeva (skupljanje, puzanje, promjena temperature) i sile u ležajevima

Za dugotrajno opterećenje sile se računaju po formuli

$$H_x = \frac{f}{\frac{n \cdot t}{AG} + \frac{h_s^3}{3EI_s}}$$

pomak neoprenskog ležaja od jedinične sile

pomak vrha stupa

f - pomak vrha stupa ili upornjaka od skraćivanja nosača: $f_i = \Delta \epsilon_{\infty} (s - l_i)$
 l_i - udaljenost do promatrane potpore,
 s - udaljenost do težišne točke pomaka (točka kojoj se položaj pri skraćivanju rasponske konstrukcije ne mijenja)
 k_i - horizontalne krutosti pojedinih stupova

$$s = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n k_i}$$

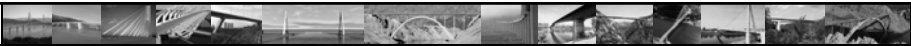
Za kratkotrajno opterećenje određuju se sile od vjetra, kočenja, potresa te se vrši raspodjela

- uzdužnih horizontalnih sila i računaju pripadni pomaci ležajeva
- poprečnih horizontalnih sila i pripadni pomaci ležajeva

$$H_i = H \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n k_i}$$

Vrijednost sile na svakom pojedinom stupu odredit će se pomoću relativnih krutosti (krutosti oslonaca okomito na smjer mosta razlikuju se od onih u smjeru mosta).

 Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić



Proračun donjeg ustroja – OPTEREĆENJA UPORNJAKA

Vertikalna opterećenja

- vlastita težina elemenata
- ispun tla iza upornjaka
- stalno opterećenje na upornjaku (hodnik + vijenac + ograda + instalacije)
- opterećenje rasponskom konstrukcijom
- opterećenje vozilom
- jednoliko raspoređeno opterećenje iza upornjaka
- vozilo iza upornjaka

Horizontalne sile na upornjaku

Smjer x – x

- pritisak ispun na zid upornjaka ($\varphi, \gamma, \lambda=1-\sin\varphi$)
- pritisak od korisnog opterećenja
- pritisak od vozila iza upornjaka
- sila trenja na ležaju
- sila kočenja

Smjer y – y

- vjetar
- potres



Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić



Proračun donjeg ustroja – PROVJERE UPORNJAKA

- provjeriti **rubna naprezanja** ispod temeljne stope
- sigurnost na **klizanje** za sve slučajeve opterećenja

$$\gamma = \frac{\mu \cdot V}{H}$$

- stabilnost na **prevrtanje**

$$\gamma = \frac{M_H}{M_V}$$


Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Proračun donjeg ustroja – STUPOVI

Potrebno je proračunati:

Naglavnicu stupišta

kao greda s prepustima u poprečnom presjeku, s brojem raspona jednakim broju stupova u stupištu manje jedan.

Tijelo stupa

Za mjerodavne kombinacije opterećenja

- osnovna + dodatna opterećenja (stalno, prometno, kočenje, vjetar)
- osnovna + naročita (stalno, potres, udar vozila o stup)

provodi se dimenzioniranje ekscentrično opterećenih stupova koristeći dijagrame interakcije. Ovdje se uzima u obzir i ukupan ekscentricitet pri izvijanju, ako je ono moguće.

Temelj stupa

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Proračun donjeg ustroja

Potrebno je proračunati:

Ležajni kvadar - proračunati

- armaturu kvadra u oba smjera za silu:

$$Z_1 = 0,3 \cdot R_{\max} \cdot \left(1 - \frac{a}{d}\right)$$

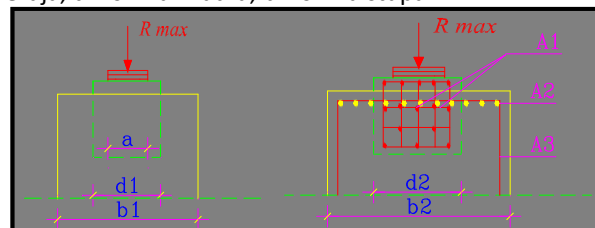
- armaturu ispod kvadra – kraći smjer:

$$Z_2 = 0,3 \cdot R_{\max} \cdot \left(1 - \frac{d_1}{b_1}\right)$$

- armaturu ispod kvadra – duži smjer:

$$Z_3 = 0,3 \cdot R_{\max} \cdot \left(1 - \frac{d_2}{b_2}\right)$$

a – širina ležaja, d – širina kvadra, b – širina stupa



Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Proračun donjeg ustroja





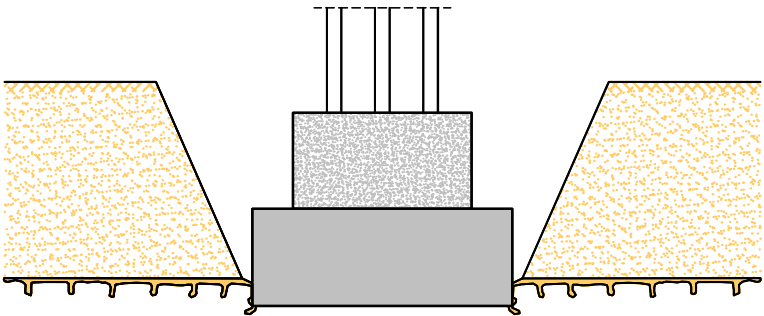

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Postupci izvedbe donjeg ustroja – TEMELJI

Plitki temelji su blizu površine tla. Ako je temeljenje na šljunku treba voditi računa o podlokavanju. Potrebno je osigurati crpljenje i kanaliziranje podzemne vode.





Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Postupci izvedbe donjeg ustroja – TEMELJI

Temelji na bunarima i sanducima mogu se izvoditi tako da se prsteni bunara betoniraju iznad površine tla i mehanizirano spuštaju ili se prsteni betoniraju u tlu gdje debljina prstena ovisi o pritisku tla.

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

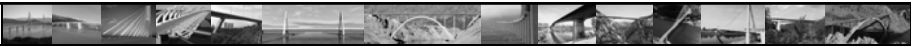
Postupci izvedbe donjeg ustroja – TEMELJI

Temelji na bušenim pilotima koriste se kod lošije kvalitete tla kad je nosivo tlo dosta duboko. Promjeri pilota su od 80 – 300 cm. U nosivo tlo treba ući barem za $1,5 \phi$ ako pilot ne nosi i na trenje. Spuštaju se po istom principu kao i bunari, a betoniranje se obavlja kontraktor postupkom.

Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić



Postupci izvedbe donjeg ustroja – UPORNJACI

Upornjaci mostova obično su takvi da ih je najpovoljnije izvesti na klasičan način u oplatama i ako su ostali dijelovi mosta izvedeni nekim drugim postupkom.

Upornjaci se mogu izvesti i u posebnim oplatama i standardnim pločama oplata, ako takvim raspolažemo. Moguća je i izgradnja zidova, stupova, naglavnice i temelja upornjaka od predgotovljenih elemenata.

Prostorije unutar upornjaka obično se rade na jednostavnim drvenim ili čeličnim cijevnim skelama, slično kao što se radi u visokogradnji.

Za vijence, obradu ploha, stubišta i ostale djelove upornjaka potrebne su obično samo radne skele i postolja.



Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić



Postupci izvedbe donjeg ustroja – UPORNJACI






Građevinski fakultet u Zagrebu
Mostovi II
Prof.dr.sc. Jure Radić

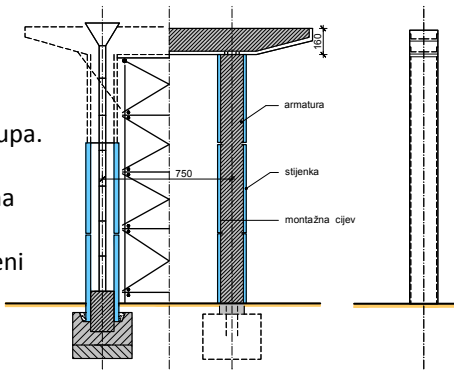
Postupci izvedbe donjeg ustroja - STUPOVI

Potpuna oplata

Oplata je ovdje cjelovito sastavljena za čitavu visinu stupa pa se ovakva oplata koristi za stupove male visine. Beton se ubacuje ili sa strane kroz otvore radi segregacije ili odozgo, ali kroz cijev.

Potpuna oplata od čelika ili betona može se izvesti tako da ostane trajna obloga ili nosivi dio presjeka stupa.

Prednost je rada u potpunim oplatama što oplata i njihovi sastavci mogu biti izrađeni vrlo precizno, a oblici ostvareni zaista pravilno.





Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

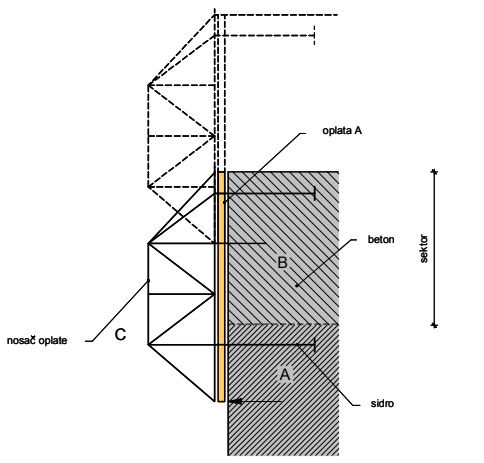
Prof.dr.sc. Jure Radić

Postupci izvedbe donjeg ustroja - STUPOVI

Sektorska oplata

Kad su stupovi visoki, izrađujemo ih u sektorima visine 3 do 5 metara. Prednost je ovakve izgradnje jednolična boja betona i uobičajena tehnologija izrade. Oplate se premještaju po visini u fazama građenja po raznovrsnim patentima.

načelo izvedbe stupova po odsječcima



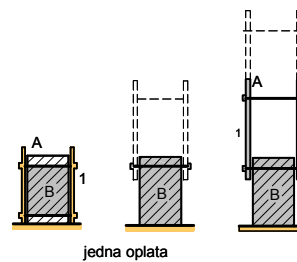


Građevinski fakultet u Zagrebu

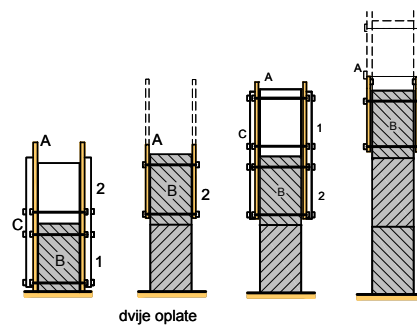
Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Tijek rada s jednom sektorskom oplatom i s dvije



jedna oplata



dvije oplata

Građevinski fakultet u Zagrebu

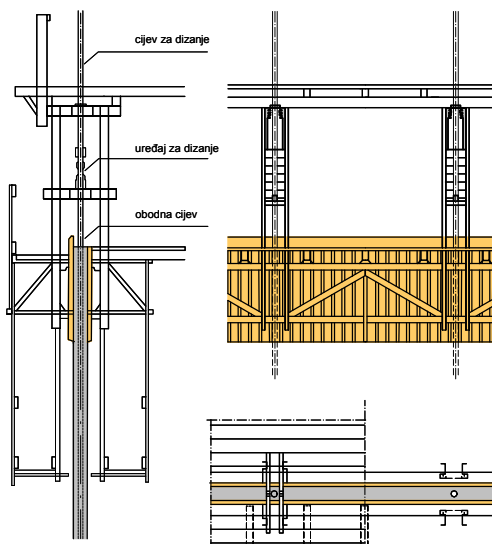
Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Klizna oplata

Dijelovi klizne oplata su:

- cijev za dizanje
- hidraulični uređaj za dizanje (pneumatski ili mehanički) s obodnom cijevi za dizanje
- crpka i razvodne tlačne cijevi
- okviri, najčešće metalni
- oplata, drvena glatka ili metalna
- gornji radni pod za odlaganje armature
- donji radni pod za ubacivanje betona i polaganje armature
- viseća skela za popravke na površinama betona.



Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić

Postupci izvedbe donjeg ustroja - STUPOVI

Klizna oplata

Visina klizne oplata obično je 1,00 – 1,50 m.
 Brzina dizanja 3–5m/24h, a može i brže. Na Krku 8–10m/24 h.
 Beton je rebrasta izgleda zbog drugačijih uvjeta rada danju i noću.

Formiranje koničnog oblika oplata i najčešće pogreške oplata

Postupci izvedbe donjeg ustroja - STUPOVI

Šest je pravila za izvedbu stupova u kliznoj oplati:

1. Radovi u kliznoj oplati bit će valjano obavljani ako se ovi poslovi povjere ne samo iskusnoj radnoj organizaciji, već i ekipi s iskustvom na takvim radovima
2. Za smanjenj trenja betona o oplatu, klizna oplata mora biti glatka i ne sasvim vertikalna, već malo nagnuta.
3. Radove je bolje izvoditi plastičnijim betonima, koji pri tom sadrže i veći postotak sitnijih zrna agregata.
4. Za betoniranje u kliznoj oplati bolje je primjeniti beton spravljen na mjestu gradnje, nego transportni beton.
5. Brzina podizanja oplata funkcija je brzine otvrdnjavanja betona, stoga se mogu bitno razlikovati brzine dizanja oplata ljeti i zimi, odnosno danju i noću.
6. Kad oplata počne povlačiti beton, radove treba prekinuti da bi se utvrdili uzroci, jer nastavak radova može dovesti do teških posljedica.

Postupci izvedbe donjeg ustroja - STUPOVI

Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Postupci izvedbe donjeg ustroja - STUPOVI

Kliznom oplatom mogu se izvoditi i stupovi konična oblika.

Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Postupci izvedbe donjeg ustroja - STUPOVI

Montažni stupovi

Ako su stupovi manje visine i težine, izrađuju se u jednom komadu i polažu u temelje s posebno pripremljenom čašicom. Postavljaju se pomoću autodizalice ili portalne dizalice.

Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Postupci izvedbe donjeg ustroja - STUPOVI



Montažni stupovi




 Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

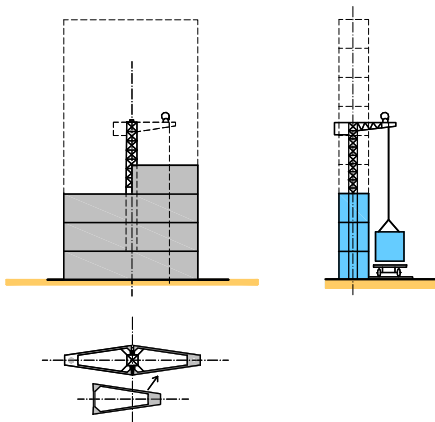
Prof.dr.sc. Jure Radić

Postupci izvedbe donjeg ustroja - STUPOVI



Montažni stupovi

Ako su stupovi veće visine slažu se od kratkih elemenata. Na određenim mjestima treba provući vertikalnu armaturu ili kabele za prednapinjanje.




 Građevinski fakultet u Zagrebu

Mostovi II

Prof.dr.sc. Jure Radić



KRAJ

