



GRAĐEVINSKI FAKULTET
ZAVOD ZA KONSTRUKCIJE
KATEDRA ZA MOSTOVE

DONJI USTROJ MOSTOVA





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, skupljanja i puzanja);
- 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.



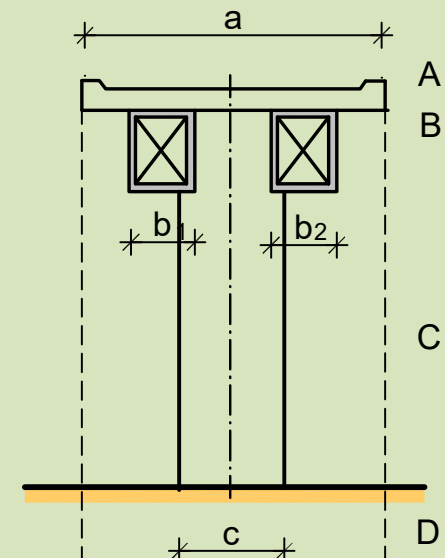
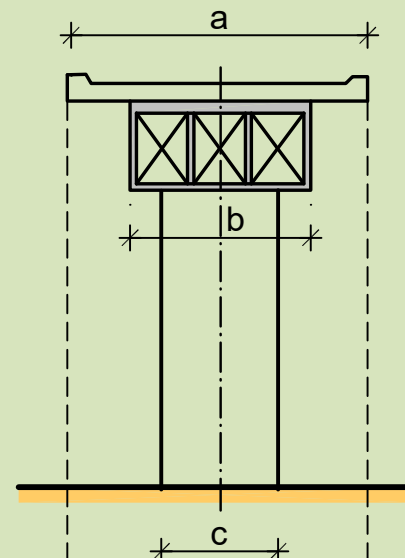
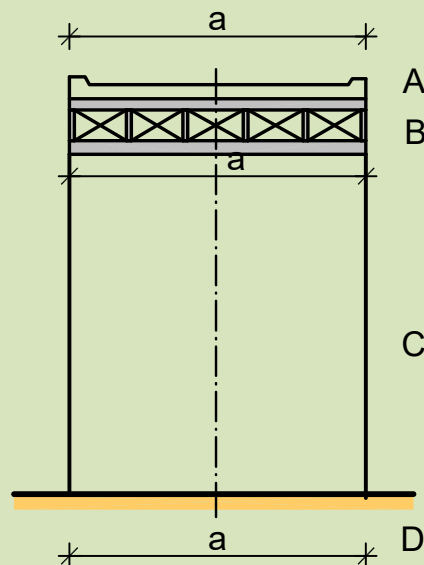


Oblikovanje stupova

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 plohe oslanjanja sklopa
- širinu stupova i
- širinu vrha temelja.





Pri odabiru pogodnog rješenja za stupove valja udovoljiti različitim zahtjevima:

- uvjetima nosivosti (dimenzije stupa, površina presjeka...)
- konstrukcijskim uvjetima (ležajni prostori, prostori za dodatne preše, antiseizmički blokovi...),
- estetskim vrijednostima (oblik stupa, promjena oblika, vođenje linija...),
- ostvarenjem ekonomičnosti (potrošnja materijala, složenost oplata i armature, racionalni i brzi postupci izvedbe...).

Uvjeti nosivosti

Odnosi u stupovima obzirom na nosivost ovise o:

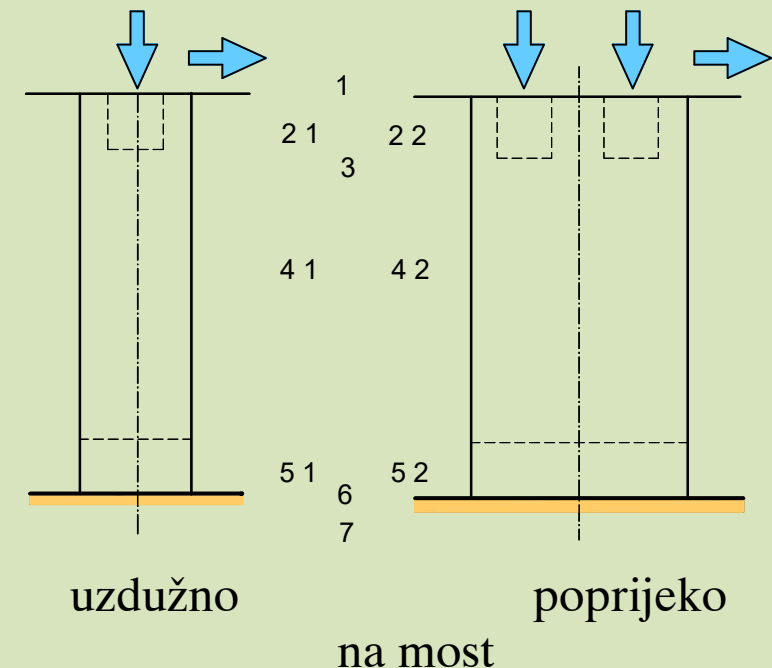
- visini rasponske konstrukcije nad tlom,
- o odnosu vertikalnih i horizontalnih sila koje se na tom mjestu predaju na donji ustroj i
- o mogućnostima temeljenja.



Uvjeti nosivosti:

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 ležajni kvadar u glavi stupa, uzdužno i poprečno,
- ležajnu gredu u glavi stupa,
- tijelo stupa, bez i sa izvijanjem,
- temelj stupa
- tlo ispod stupa

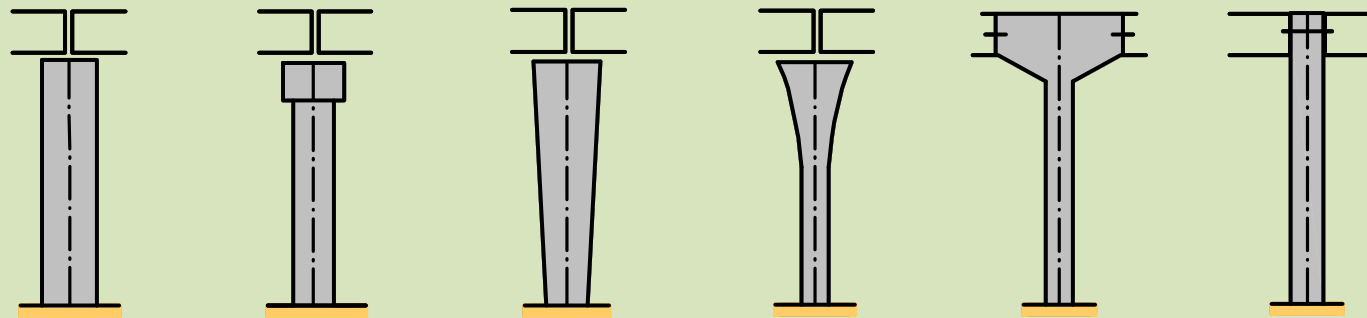




Konstruktivski uvjeti

Za prikladnost stupova važni su konstrukcijski zahtjevi koje stup mora optimalno zadovoljiti. Ti su zahtjevi:

- prostor na glavi stupa (ležaj, odizanje ležaja, ulaz u sklop, instalacije...);
- provođenje odvodnje (odvodnja uz ili unutar stupa, oblikovne istake...);
- zaštita protiv udaraca (odbojnici, ograde, ledobrani...);
- osiguranje trajnosti (obloge, premazi, gradivo...)



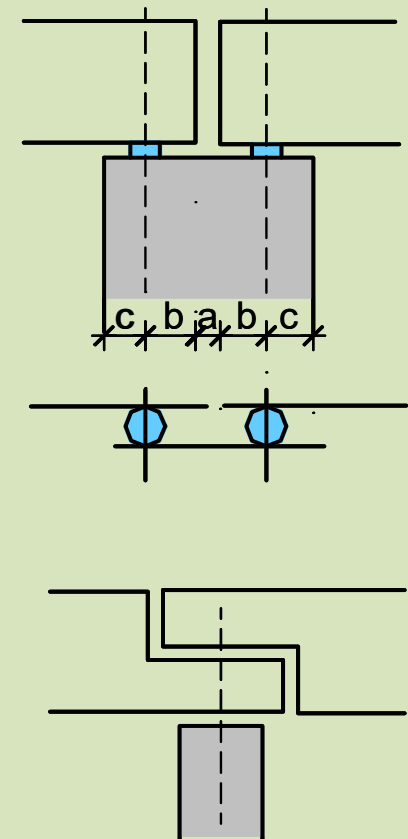
bez
promjena

kapitel

linearno

promjene
ubrzano

kombinacije



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



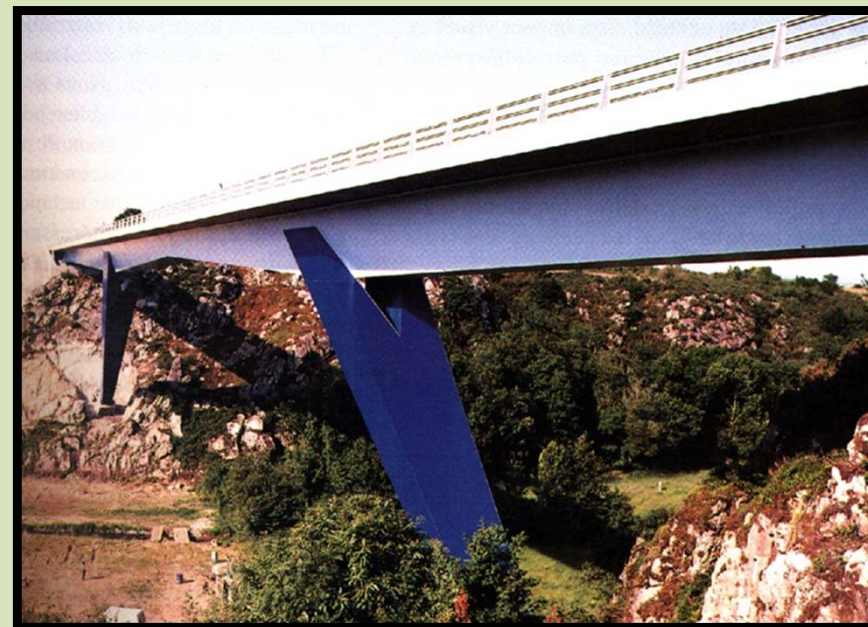
Uvjeti oblikovanja

- Oblici stupova obično proizlaze iz rješenja nosivoga sklopa, ali ponekad je i obratno.
- Pogodni oblik stupova ovisan je o:
 - okolnostima u prostoru mosta
 - sustavu i tipu rasponske konstrukcije
 - visini
 - opterećenju
- Za ocjenu oblikovne vrijednosti stupa odlučni su:
 - opći oblik stupa, njegove promjene uzduž visine, tip stupa, proporcije i razvedenost njegovih elemenata,
 - razmještaj stupova u prostoru, sastav stupa, razmještaj stupova u stupa,
 - oblik stupova u odnosu na druge dijelove mosta i prilaza, dojmovi stupa i pojedinih stupova s različitih motrišta.





Oblikovanjem stupova može se znatno podići ukupna estetska vrijednost mosta.





Tipovi stupova

- Prema složenosti sastava stupova možemo razlikovati:
 - stupove zdepasta oblika, konstantnih ili promjenljivih poprečnih presjeka
 - stupove s istakama,
 - razgranate stupove,
 - višedijelne stupove,
 - posebne forme stupova



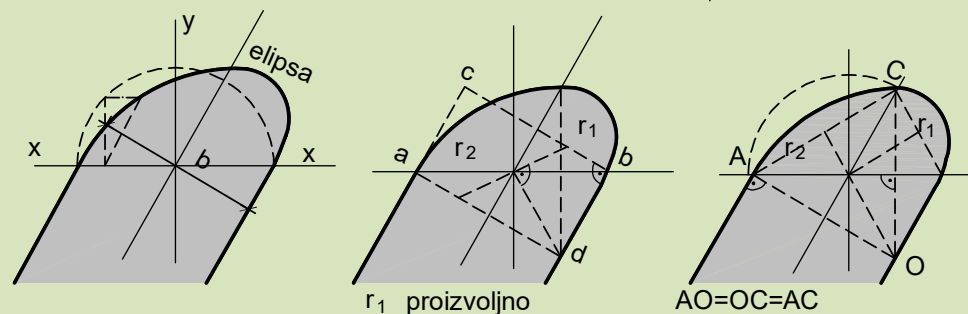
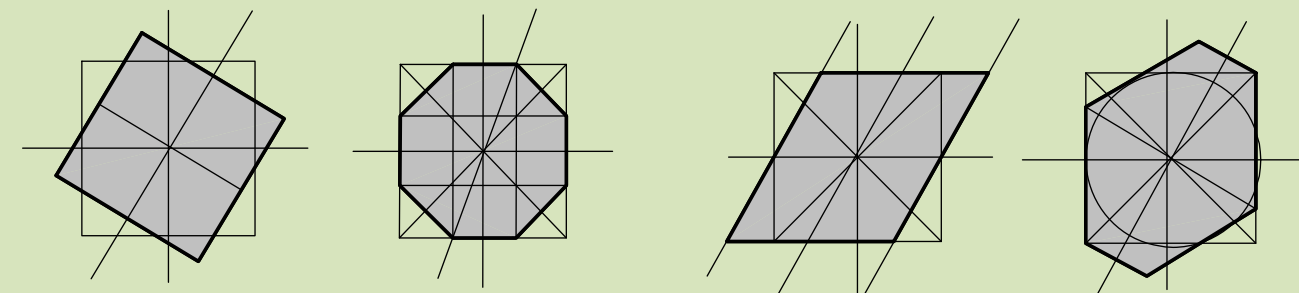
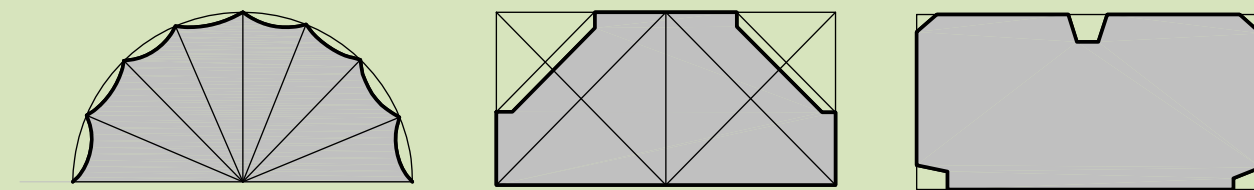
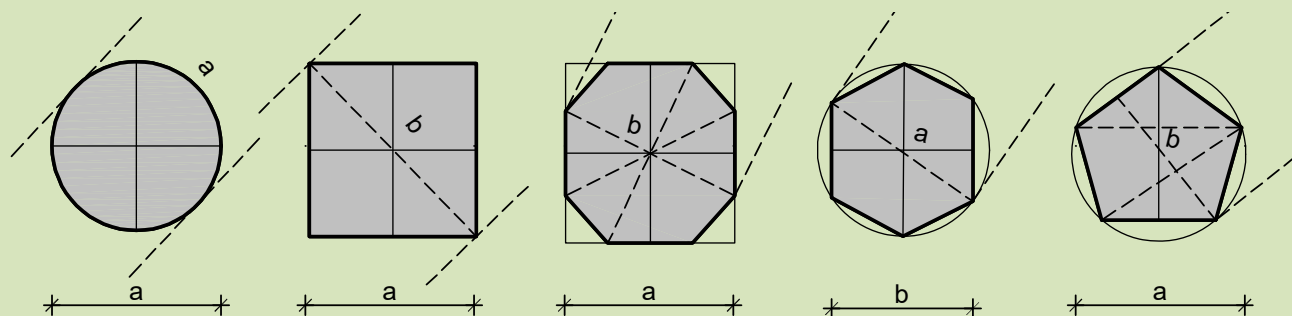
- U raznim projekcijama stupovi mogu imati različite oblike pa su, recimo, u smjeru uzduž mosta zbijeni, a poprijeko na most razgranati.
- Podjela stupa po visini na glavu, tijelo i podnožje može biti skrivena, može biti naglašena, a u nekim su slučajevima ti dijelovi i različito oblikovani.





Poprečni presjeci

Jednostavni poprečni presjeci (puni štapovi ili stijene) olakšavaju izvedbu uz povećani utrošak gradiva, dok složeniji oblici (šuplji) ostvaruju veću krutost uz isti utrošak gradiva.

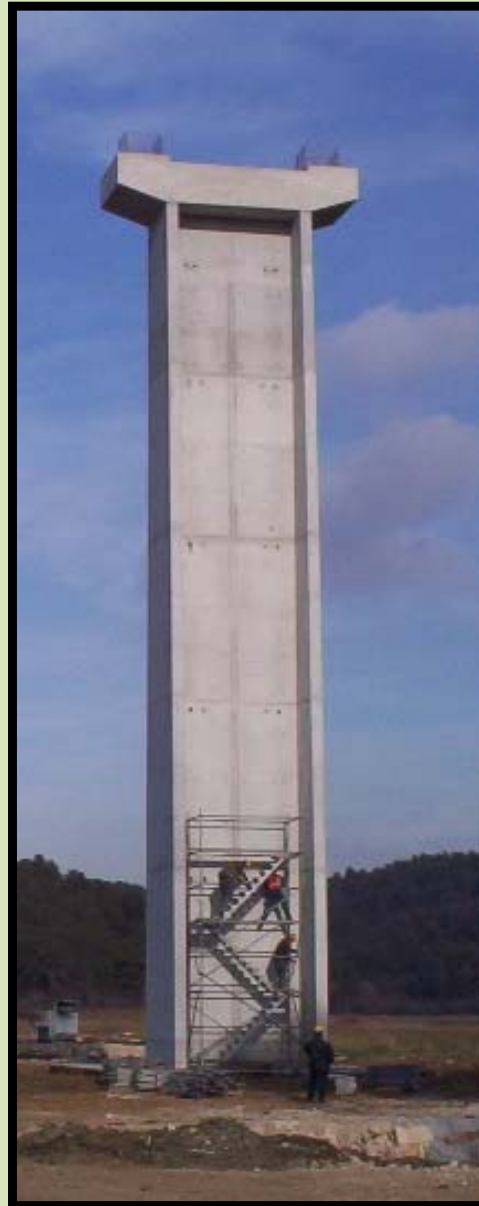




Poprečni presjeci

Oblikovanje stupova

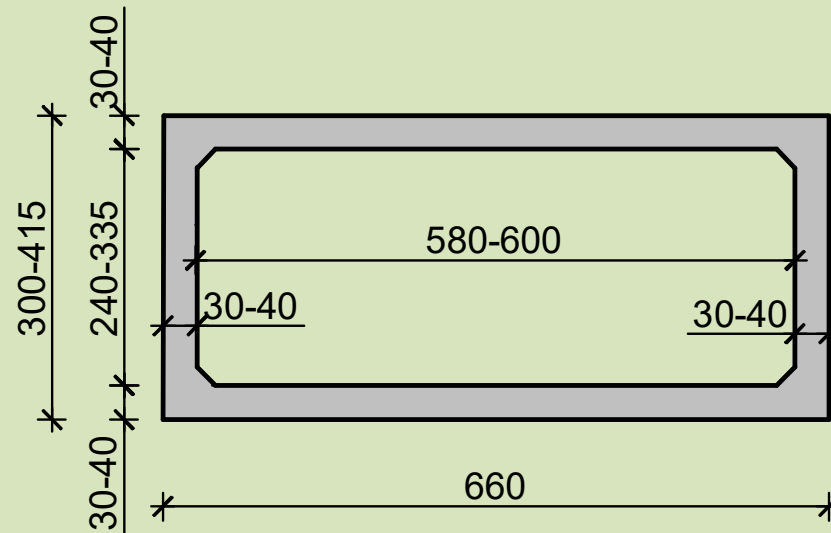
Poprečni presjeci stupova moraju biti prilagođeni konstrukcijskim zahtjevima (nosivost, vitkost, vlastita težina)



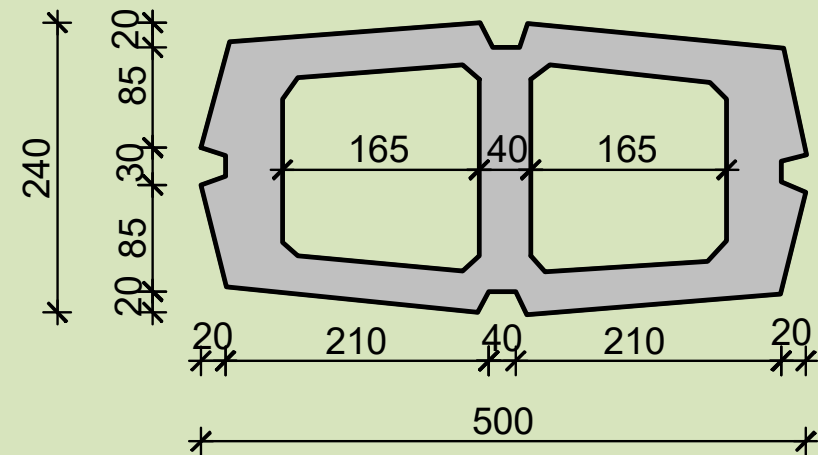


Poprečni presjeci

- Na visokim vijaduktima se koriste šupli poprečni presjeci (veliki moment tromosti presjeka), uz promjenu vanjskih dimenzija i zadržavanje debljina stijenki, a kod vrlo visokih stupova i debljina stijenki se može mijenjati.



a)



b)

Sandučasti poprečni presjeci visokih stupova:

a) most Dobra – Vrbovsko;

b) viadukt Dubračina



Poprečni presjeci

Oblikovanje stupova



Sandučasti poprečni presjeci visokih stupova:

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

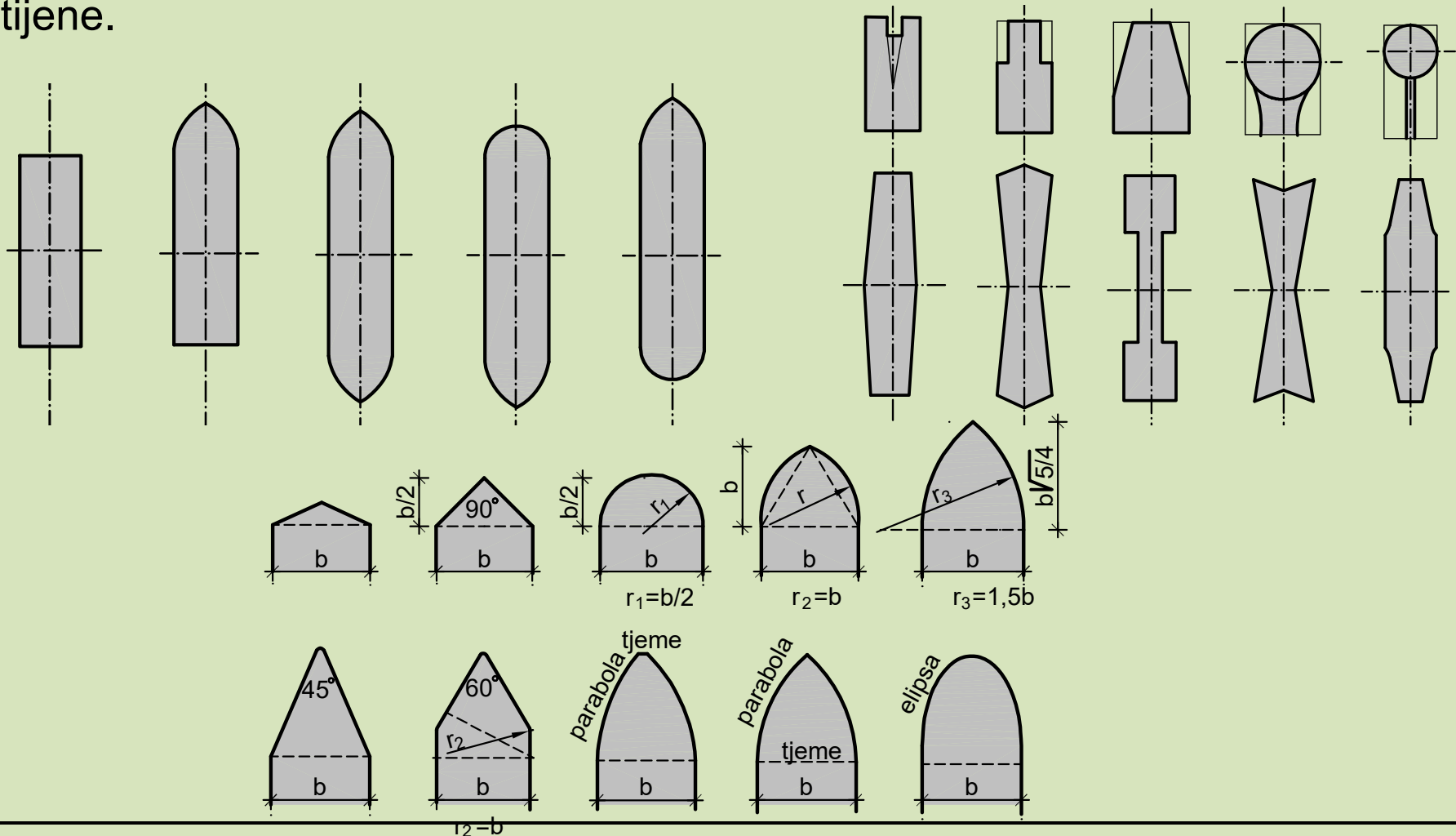




Poprečni presjeci

- Stupovi, koji se nalaze u vodi, trebaju imati posebno oblikovane dijelove na krajevima kako bi što bolje smirili tokove vode pri stupu.
- U plovnim vodotocima najbolje je, zbog mogućnosti udara plovila, koristiti masivne zidove, a na neplovnim vodotocima lake armiranobetonske stijene.

Oblikovanje stupova





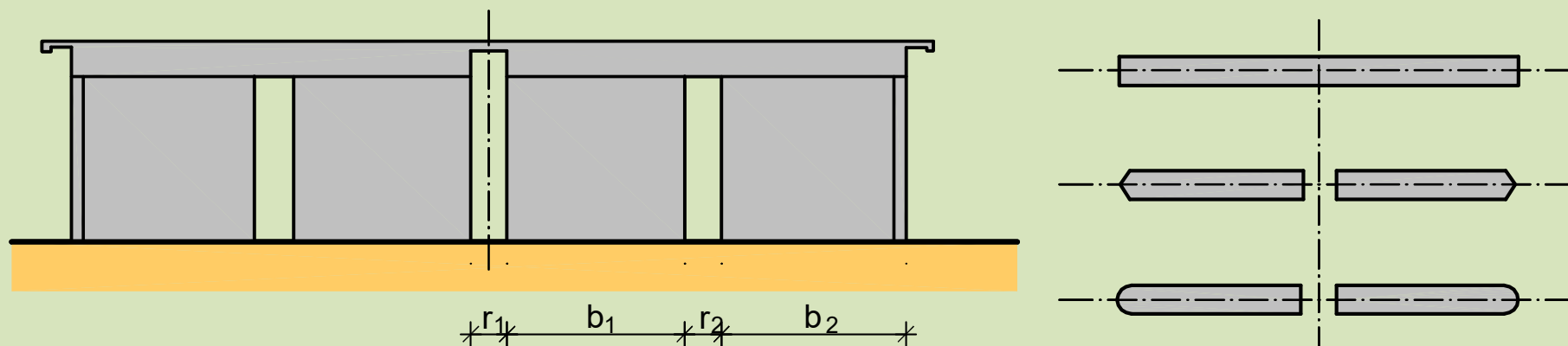
Poprečni presjeci stupova u vodi

Oblikovanje stupova





Poprečni presjeci



Stupovi oblikovani kao lake stijene





Poprečni presjeci

Stupovi konstantnog presjeka

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





Poprečni presjeci

Stupovi promjenjivih presjeka

- ovdje smo slobodniji jer glavu stupa možemo oblikovati prema njenim potrebama, tijelo po njegovim, a spoj s temeljima urediti prema pogodnostima u temeljima.
- Promjene se mogu odvijati tako da:
 - oblik presjeka ostaje jednak, mijenjaju se dimenzije (u jednom ili oba smjera);
 - zakon promjene jednak je ili različit u oba glavna smjera;
 - stup može biti podijeljen na sektore i promjene su skokovite;
 - oblik presjeka mijenja se proizvoljno pa stup ima potpuno različite poprečne presjeke u podnožju i glavi.
- Na uskim i visokim mostovima stupovi se obično šire prema podnožju
- Suprotno će biti uslijed potrebe prihvaćanja široke rasponske konstrukcije kod nižih stupova



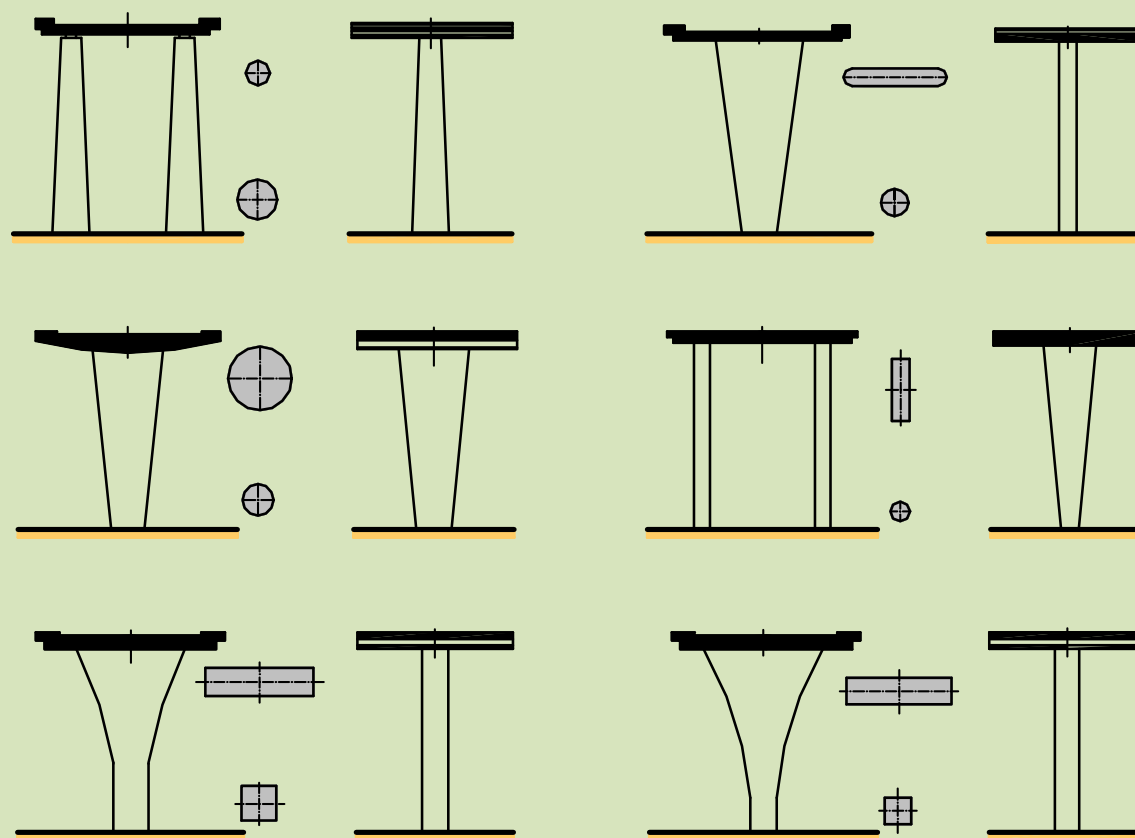
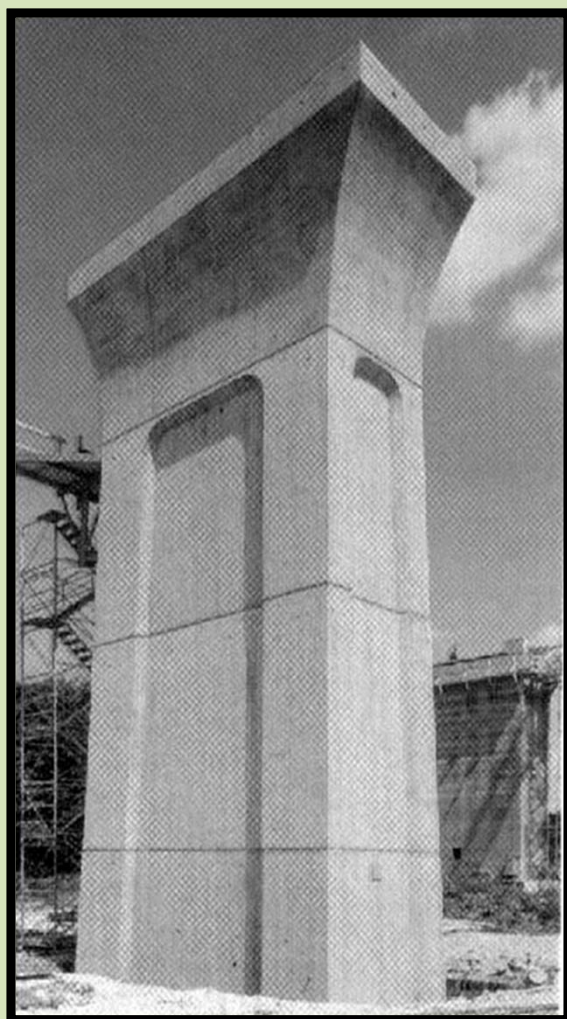


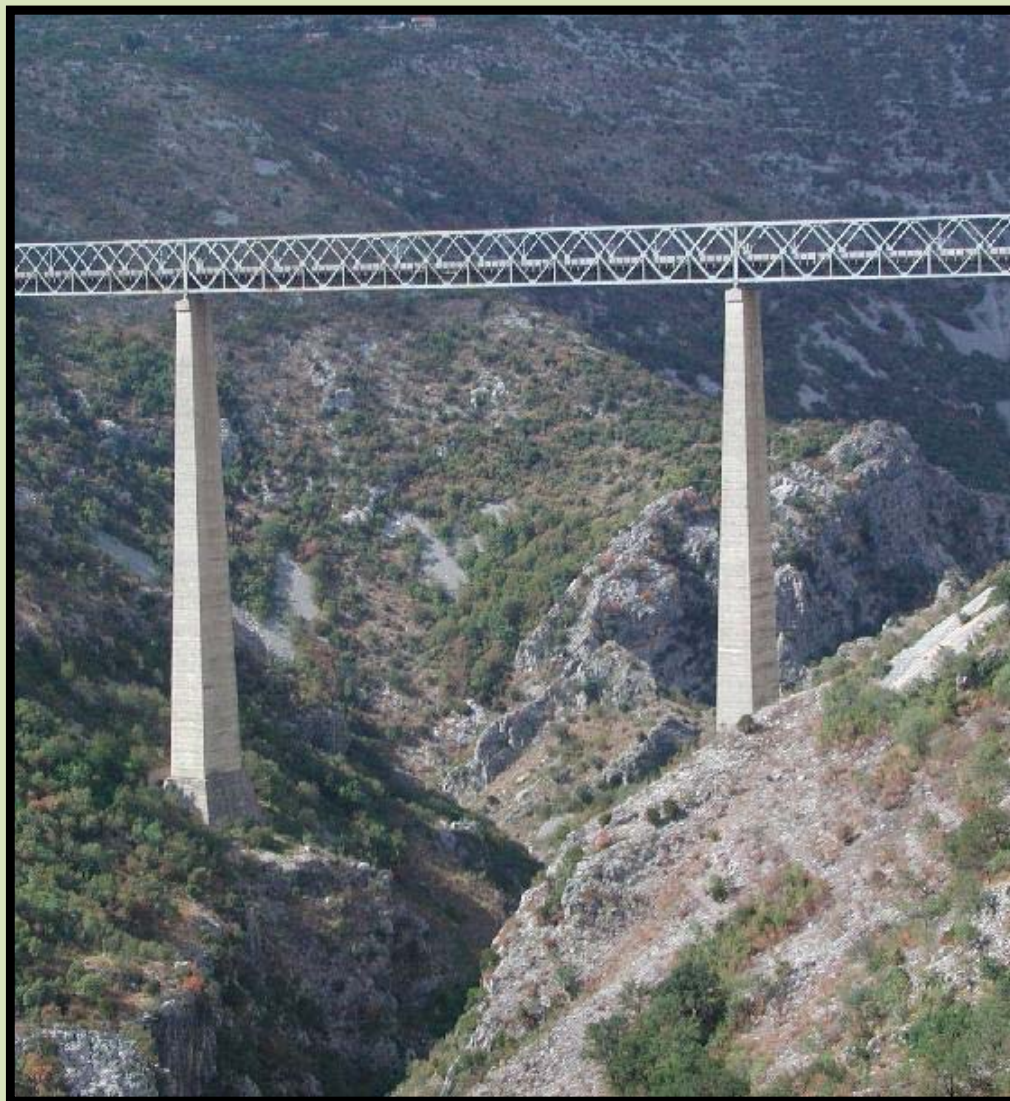
Poprečni presjeci

Stupovi promjenjivih presjeka

Promjena presjeka uzduž visine

Oblikovanje stupova



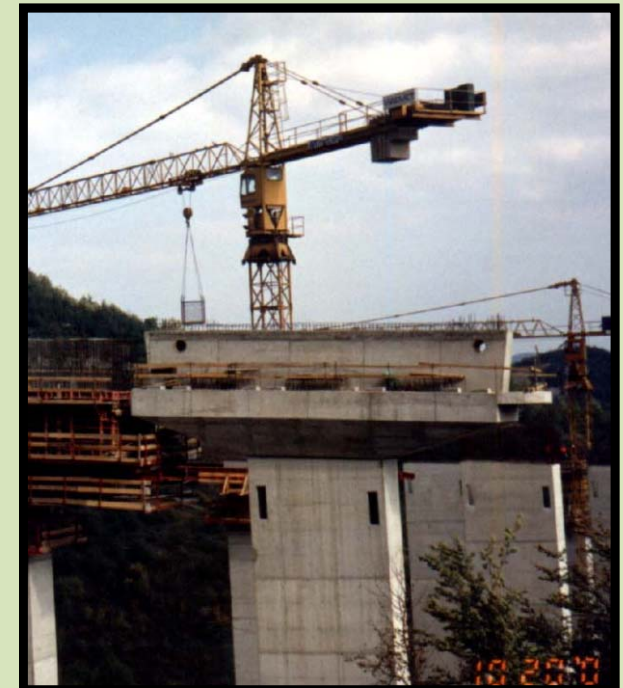
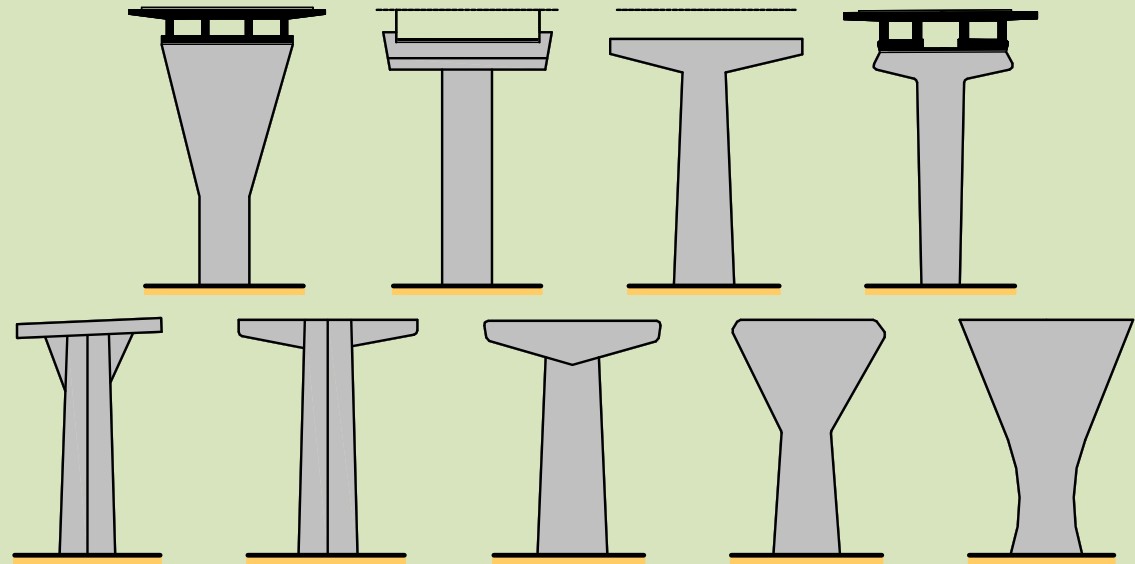


Povećanje izmjera presjeka prema dnu stupa optimalno je rješenje kod vrlo visokih stupova kod kojih je na dnu znatno veća uzdužna sila i moment savijanja.



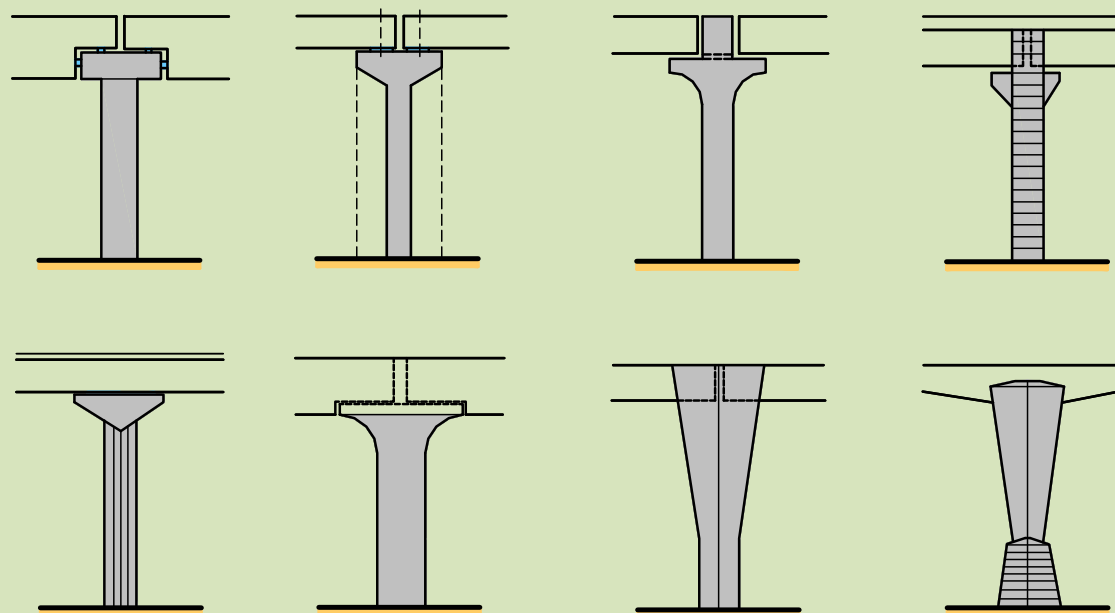


Stupovi s poprečnim istakama u suvremenim širokim mostovima kada u donjem dijelu moramo zauzeti što manji prostor.





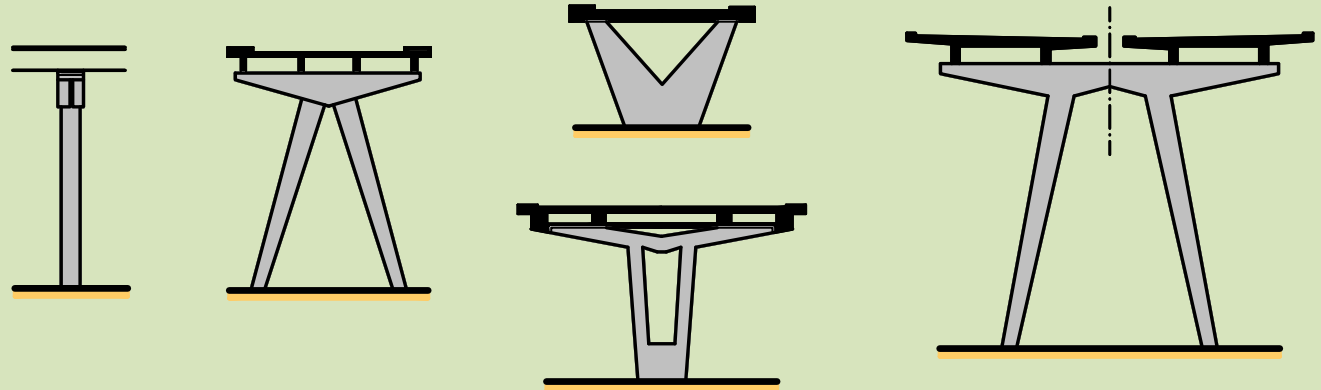
Stupovi s uzdužnim istakama obično su posljedica odabira uskih osnovnih izmjera stupova, a potrebnih širokih prostora za ležajeve.





Prostorne istake

- Poprečno razgranati stupovi

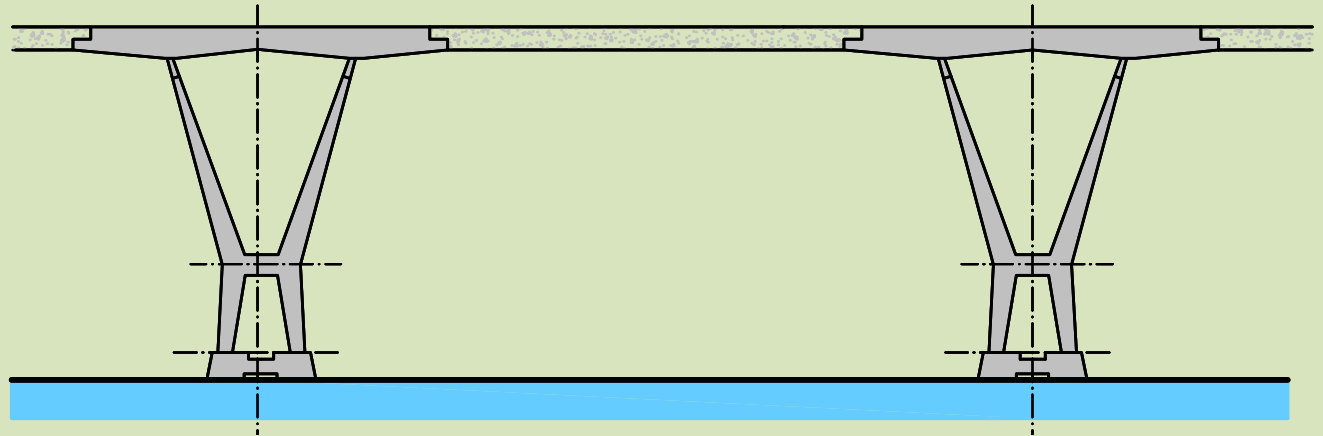




Prostorne istake

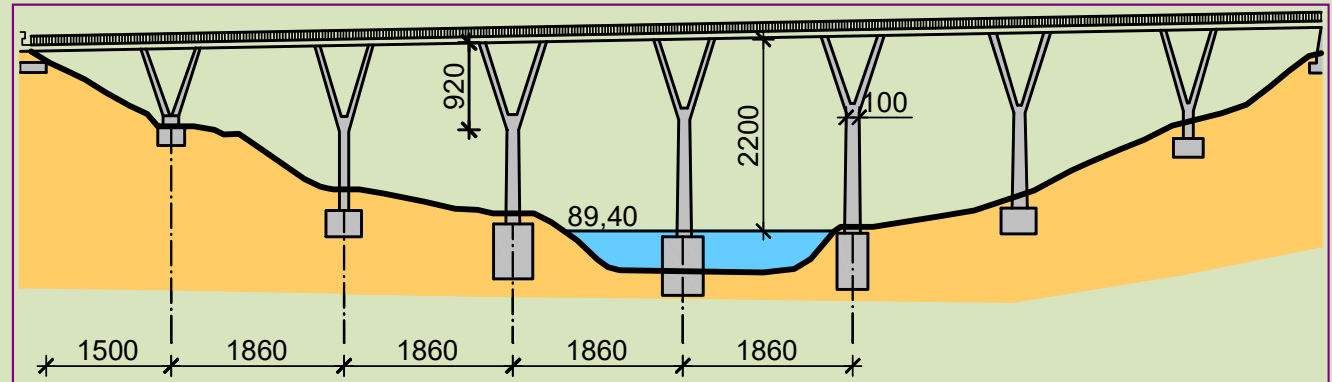
- Uzdužno razgranati stupovi

(most Maracaibo)





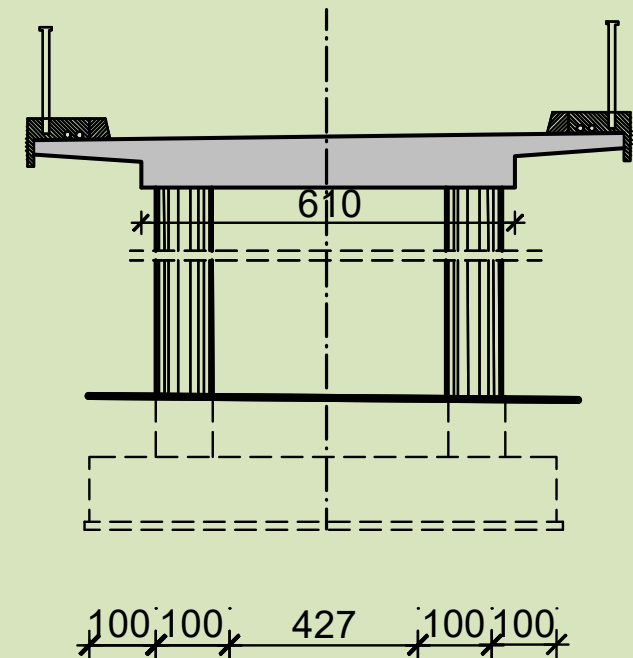
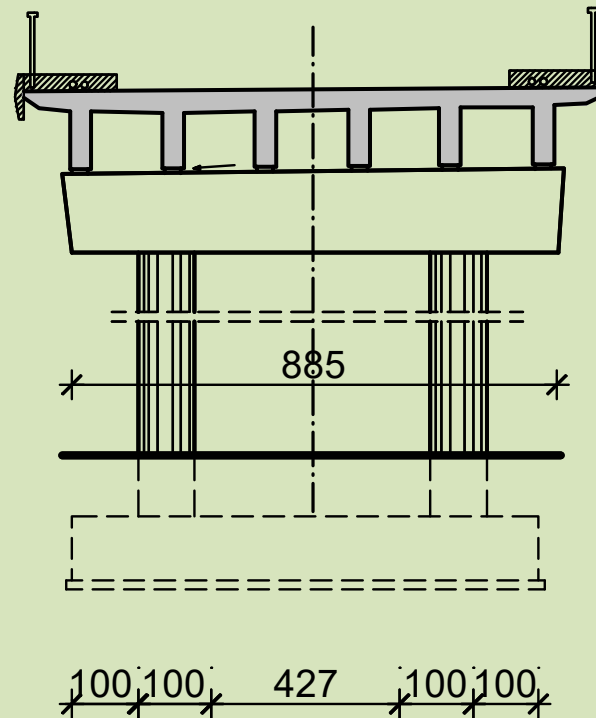
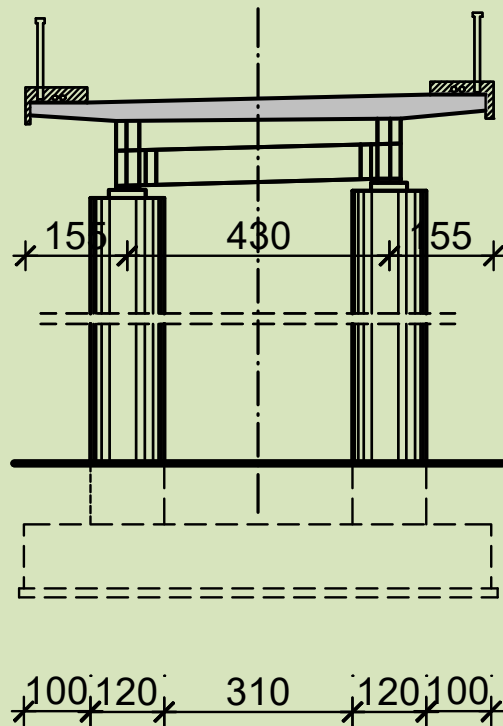
Most preko Korane u Slunju - prostorni rašljasti stupovi s četiri pločasta kraka

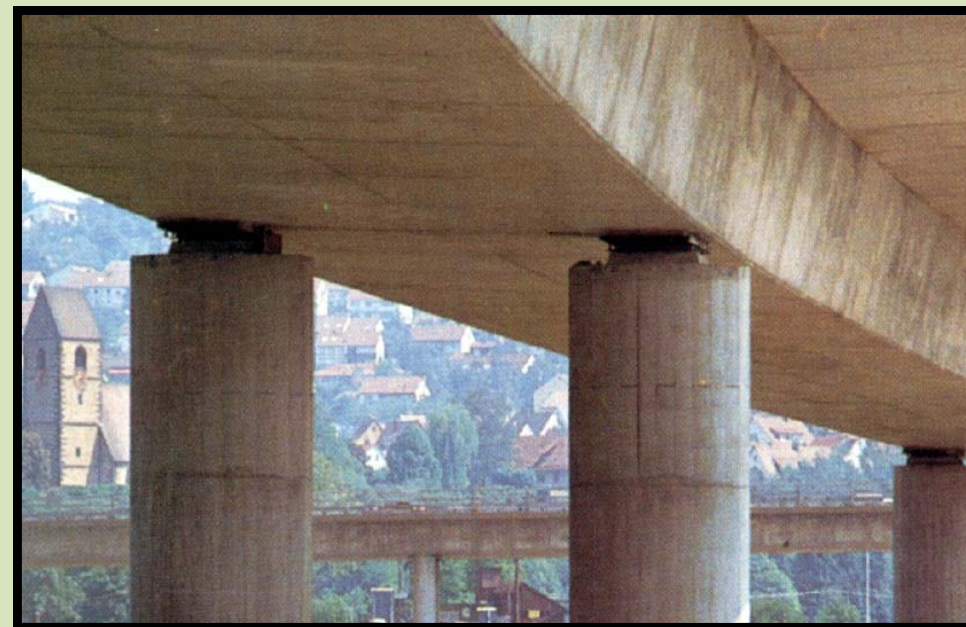




Višedijelni stupovi (stupišta):

- više pojedinačnih stupova bez naglavne grede
- više stupova stupa povezanih zajedničkim plitkim temeljem i naglavnom gredom
- oslanjanje ploče na stupove s naglavnicama skrivenim u ploči (skrivena greda)

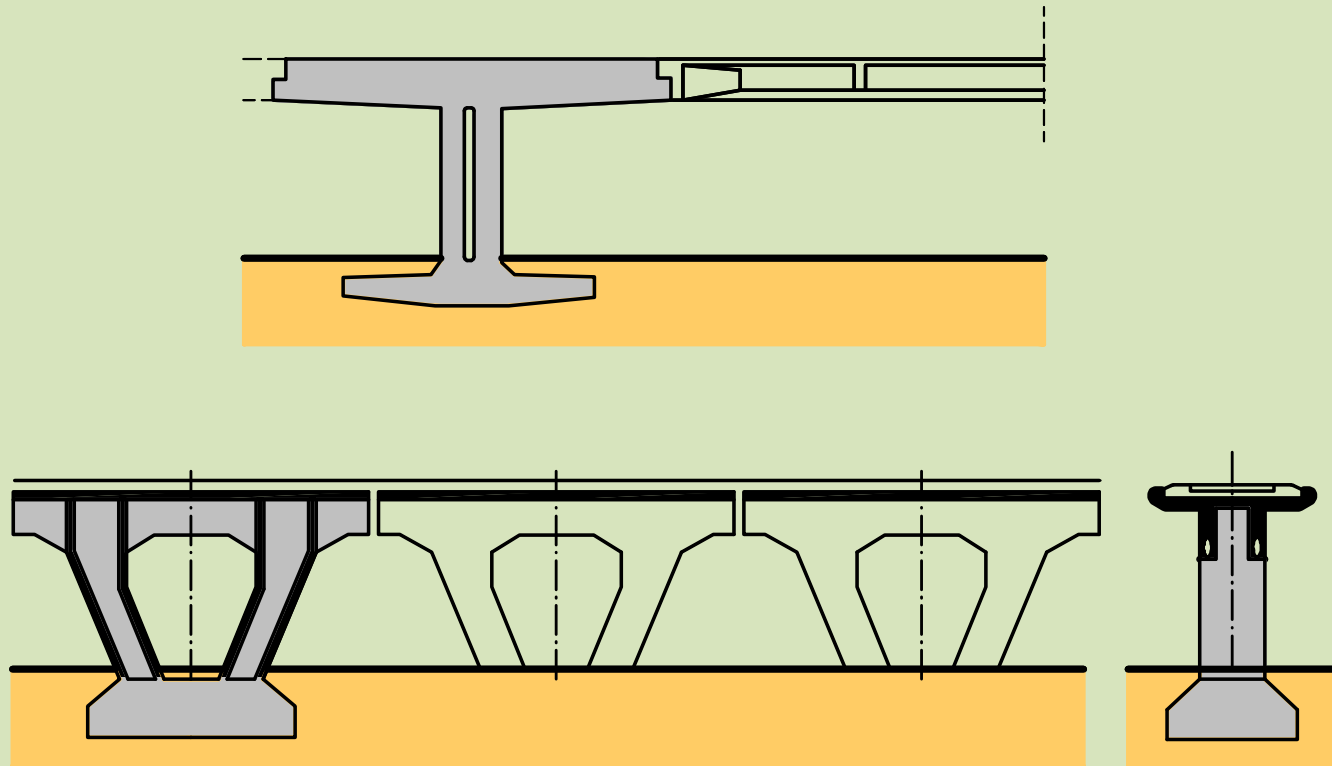






Posebni sklopovi u kojima je donji i gornji ustroj mosta povezan u konstrukcijsku cjelinu.

Oblikovanje stupova





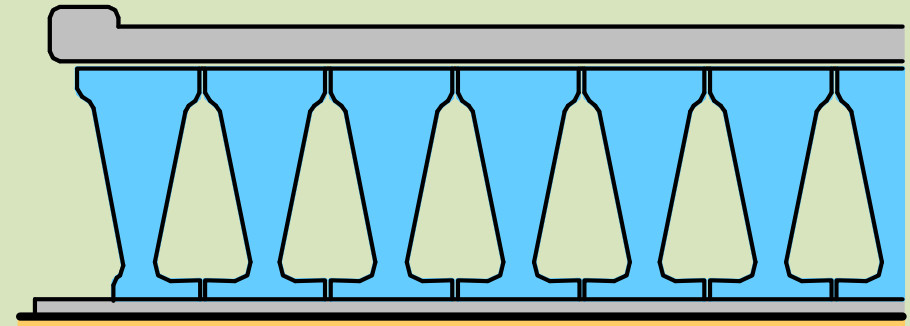
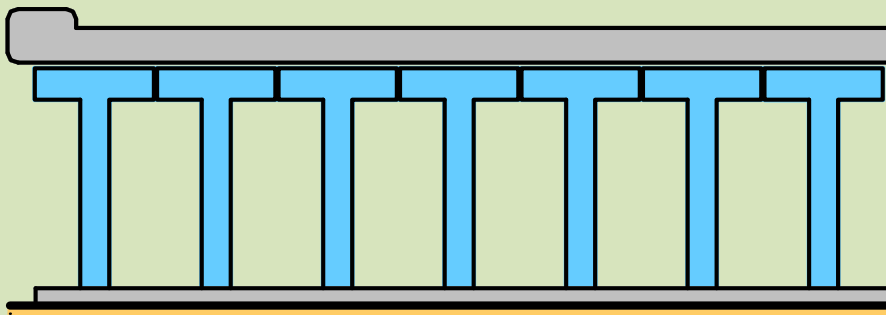
Posebni sklopovi u kojima je donji i gornji ustroj mosta povezan u konstrukcijsku cjelinu.





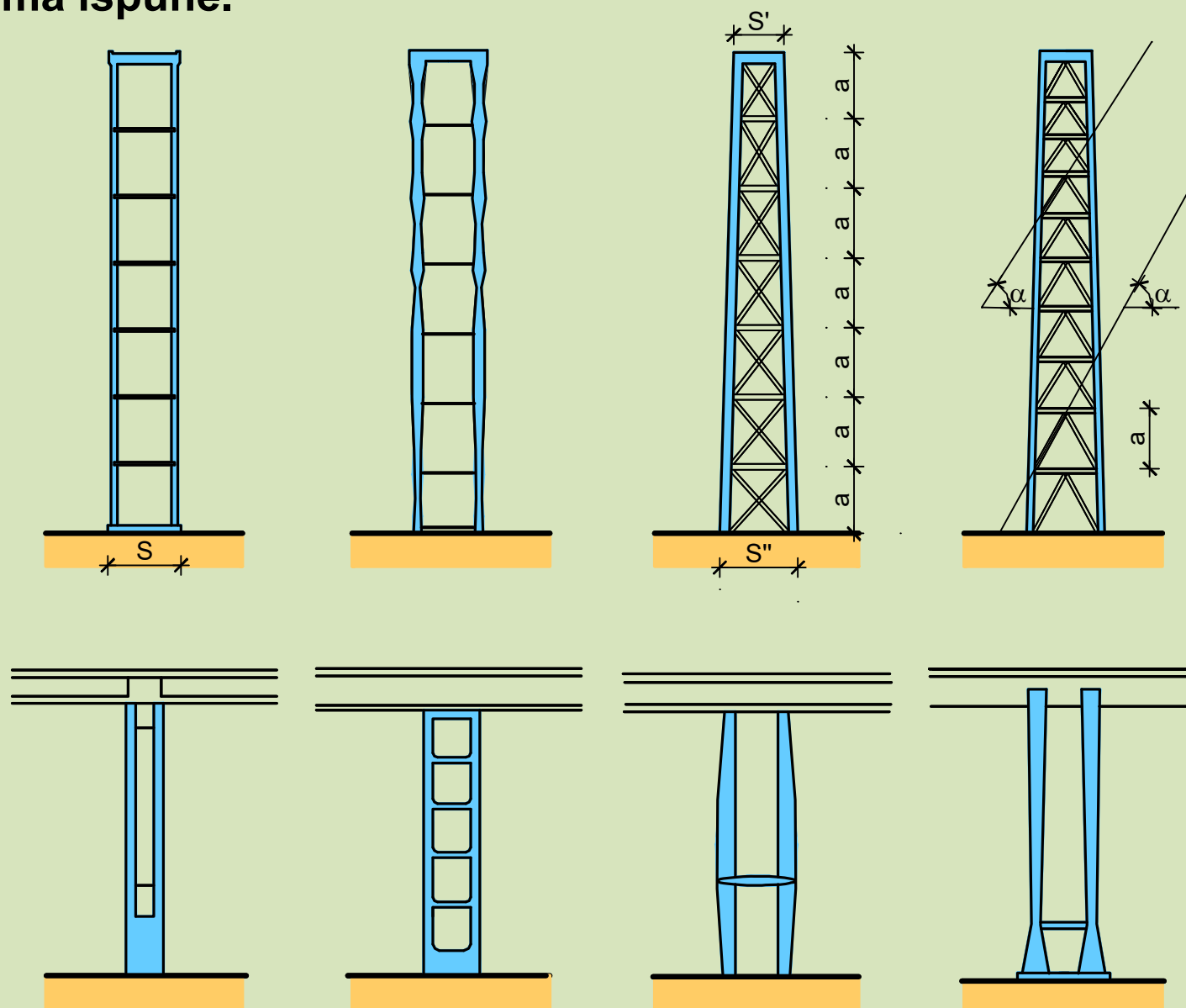
Nizanje jednakih elemenata montažnih stupova koji ostavljaju dojam perforirane stijene.

Oblikovanje stupova





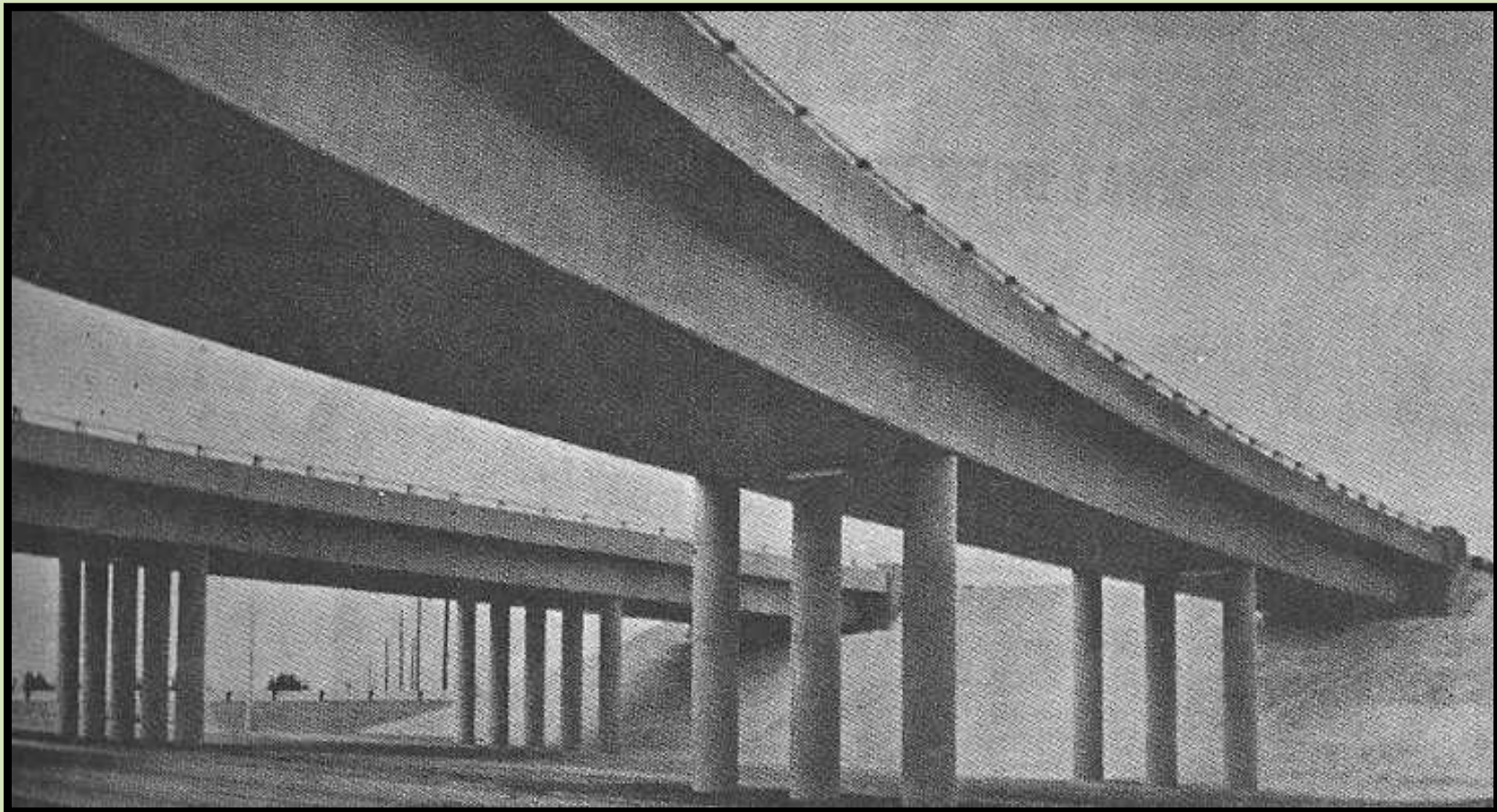
Dvojni stupovi u uzdužnome smjeru, spojeni prečkama i drugim elementima ispune.





Kod ukupnog dojma mosta važno je imati u vidu različite poglede na most.

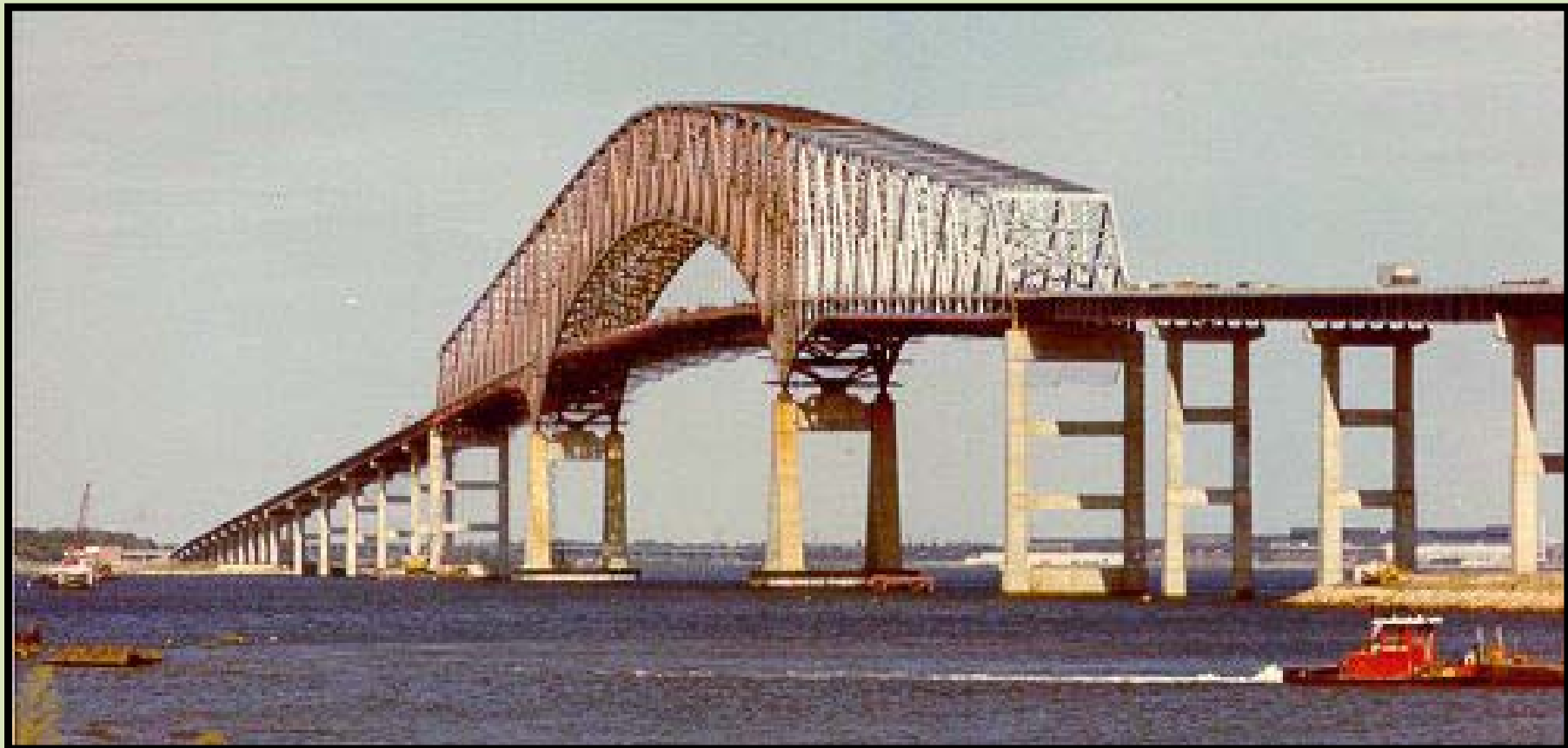
- U pogledu koso na most velik broj stupova u stupištu može stvoriti privid miješanja stupova i šume stupova koja skriva otvor mosta. Stoga i kod vrlo širokih mostova nije povoljan broj stupova $n > 4$.





Kod ukupnog dojma mosta važno je imati u vidu različite poglede na most

- Kada se nižu stupovi povezani prečkama, valja razmake između prečki predvidjeti jednake i mjeriti ih od vrha.





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.





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?





Oblikovanje upornjaka



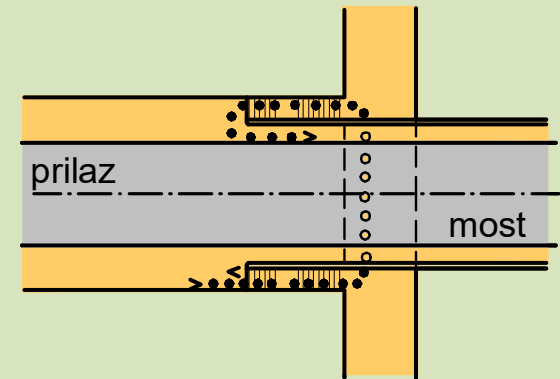
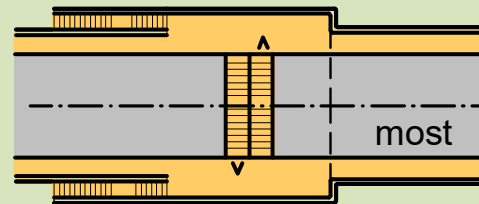
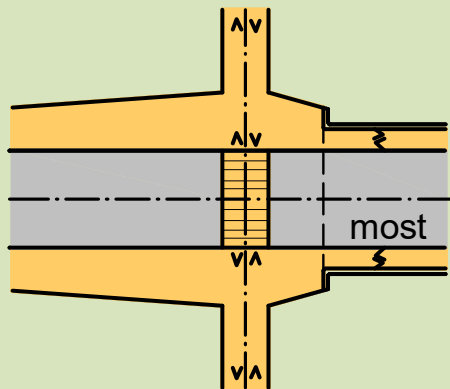
- Upornjaci kao krajnji dijelovi mosta s jedne strane predstavljaju oslonac rasponske konstrukcije, a s druge strane su potporni zid tlu nasipa koji se nastavlja na most.
- Upornjaci grednih mostova prihvataju vertikalna opterećenja, ali i znatne horizontalne sile koje djeluju uzduž mosta
- Upornjaci svođenih i lučnih mostova moraju predati na tlo velike potiske. Stoga su ove vrste upornjaka bitno oblikovno različite.





Tokovi prometa u spoju dviju razina

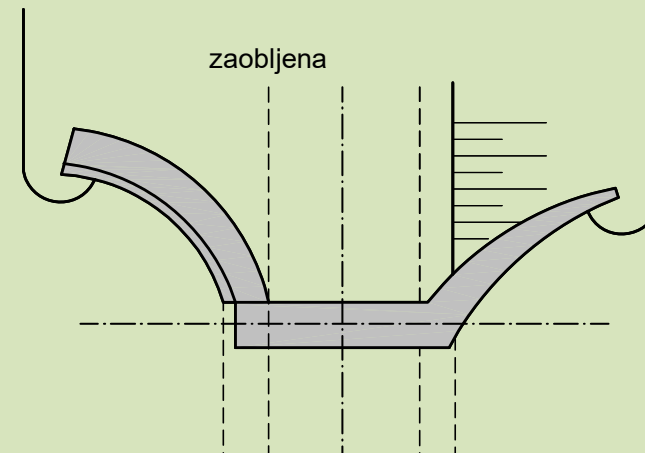
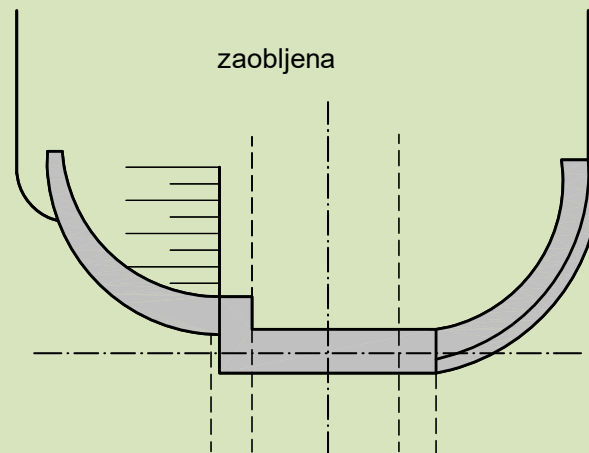
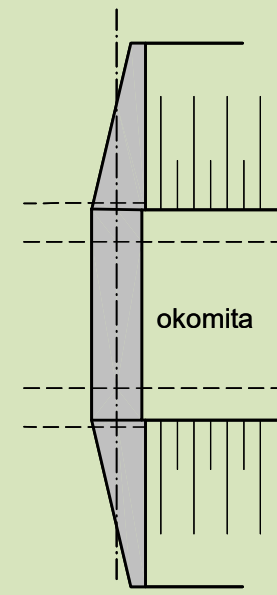
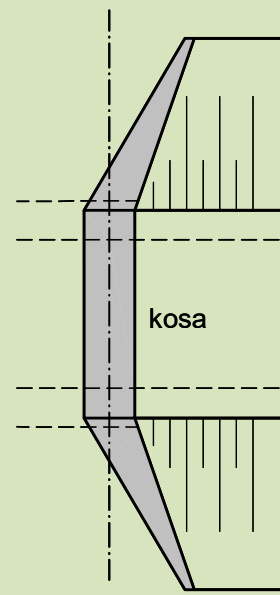
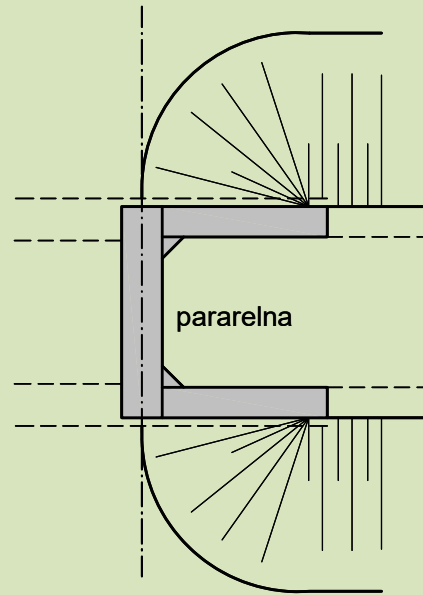
- konstruiranje na osnovi rasponskog sklopa ali može biti i uži i širi
- pješački spoj gornje i donje razine - kosine i stubišta
- prikladna proširenja prometnih ploha – zadržavanje i kanaliranje pješačkog prometa
- pješačke staze nužno je voditi do kraja krila upornjaka





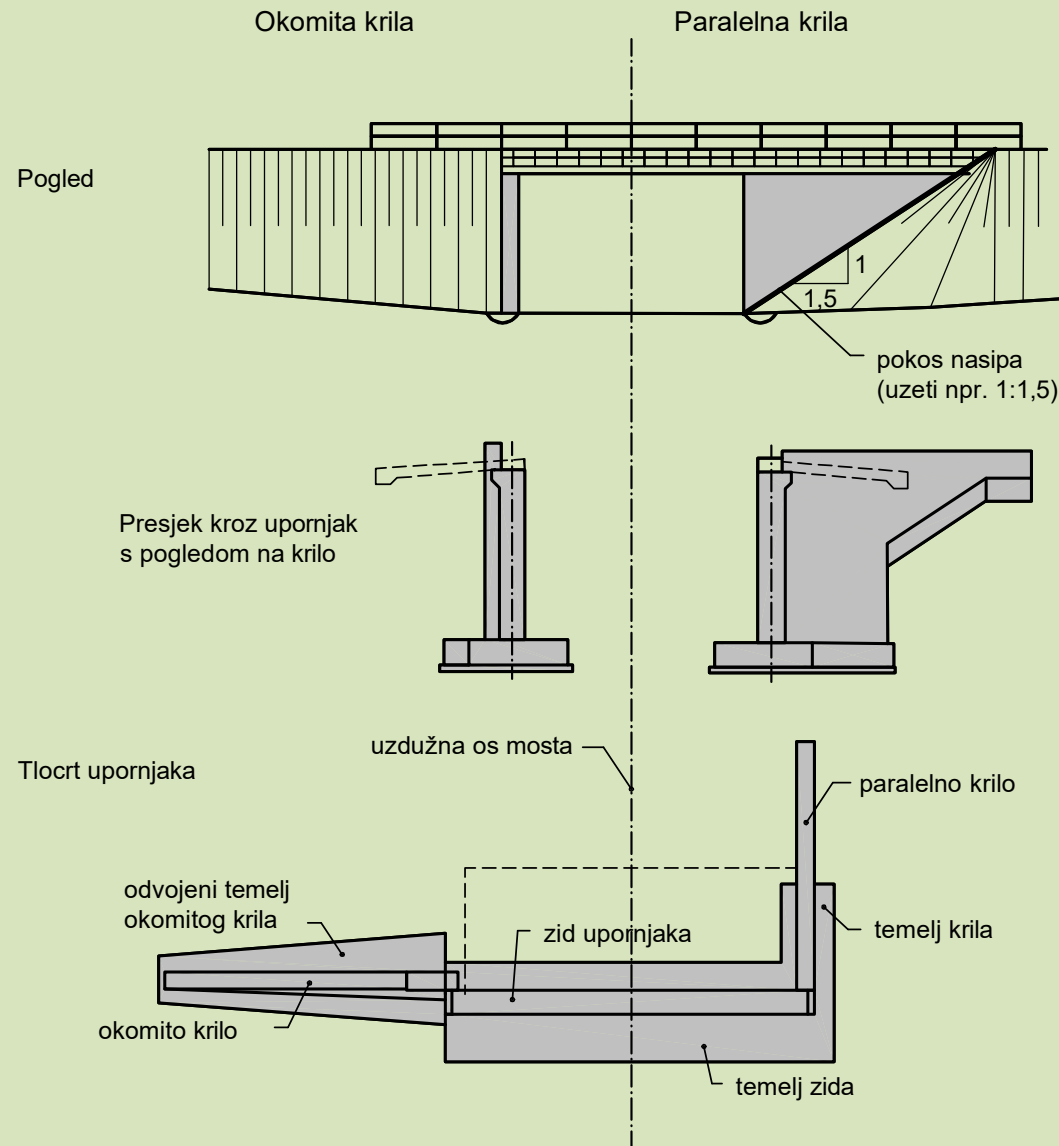
Oblikovanje krila upornjaka - tlocrtni položaj krila

Oblikovanje upornjaka





Usporedba paralelnih i okomitih krila





Kosa krila



Okomita krila



Paralelna krila



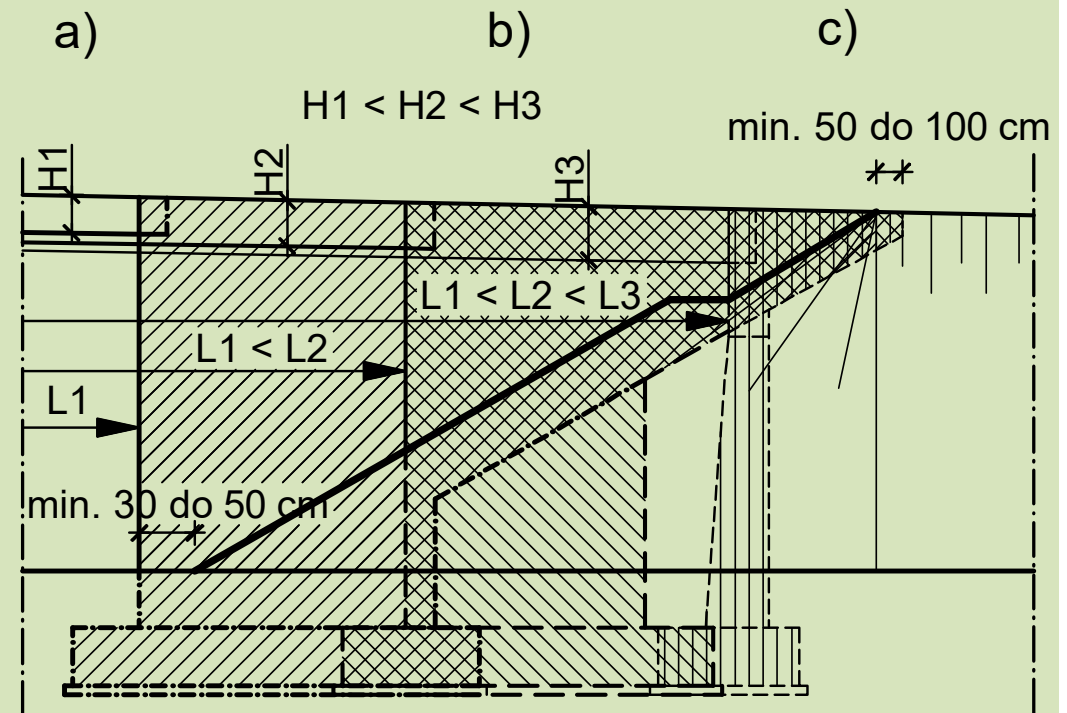
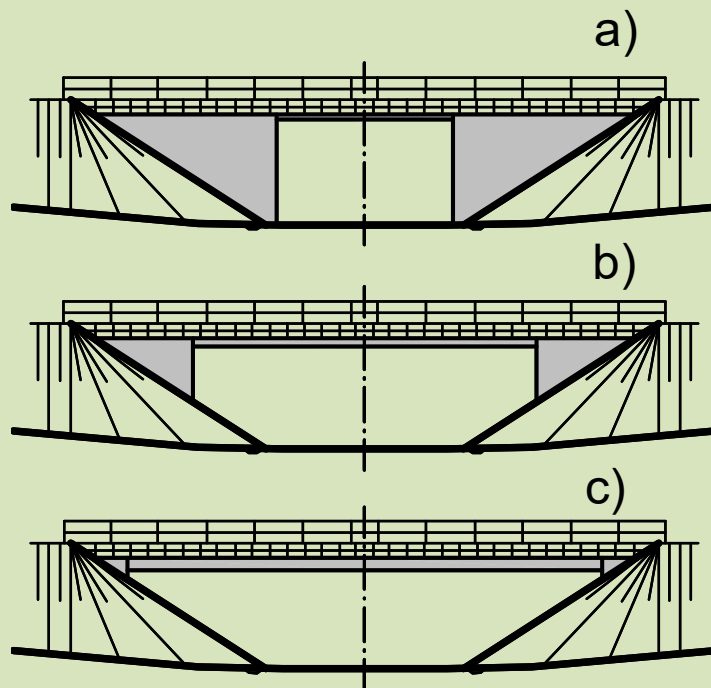


Oblikovanje krila upornjaka - različiti položaji upornjaka u nasipu

Duljina usporednih krila ovisi o:

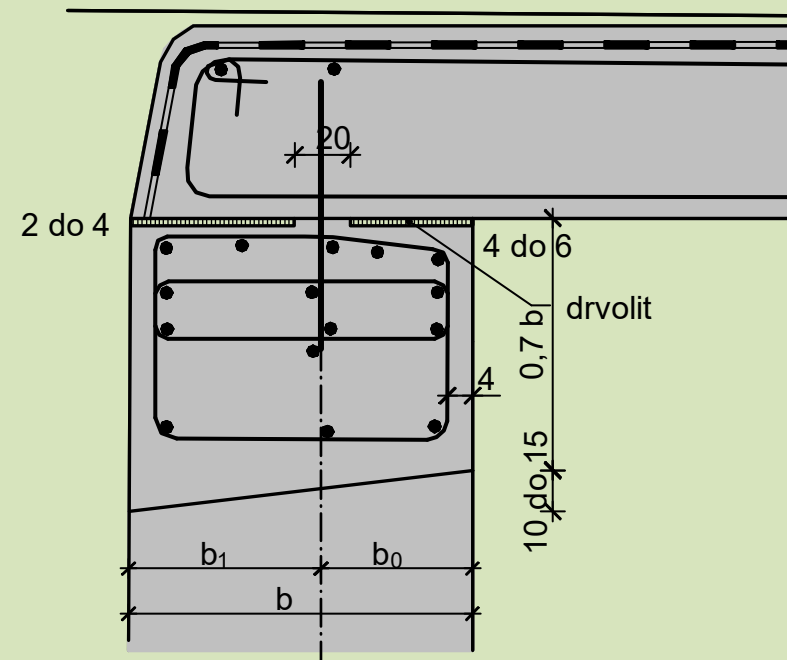
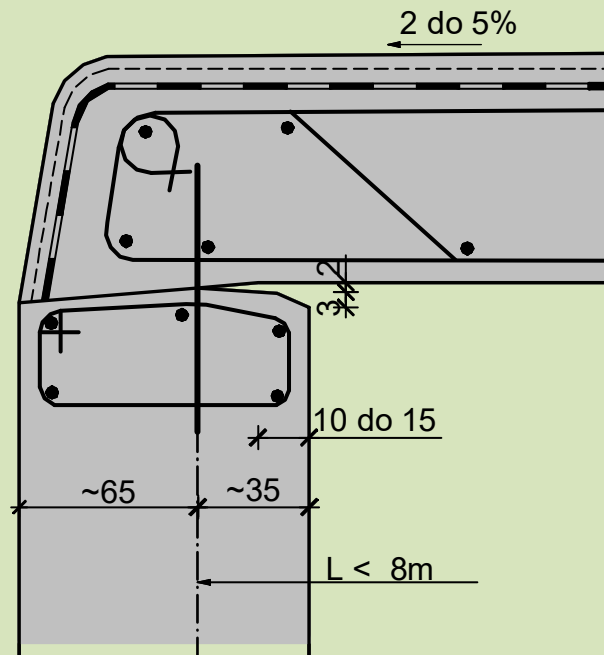
- nagibu stošca nasipa
- položaju krila u nasipu
- veličini i tipu upornjaka u odnosu na izmjere rasponskog sklopa

Oblikovanje upornjaka





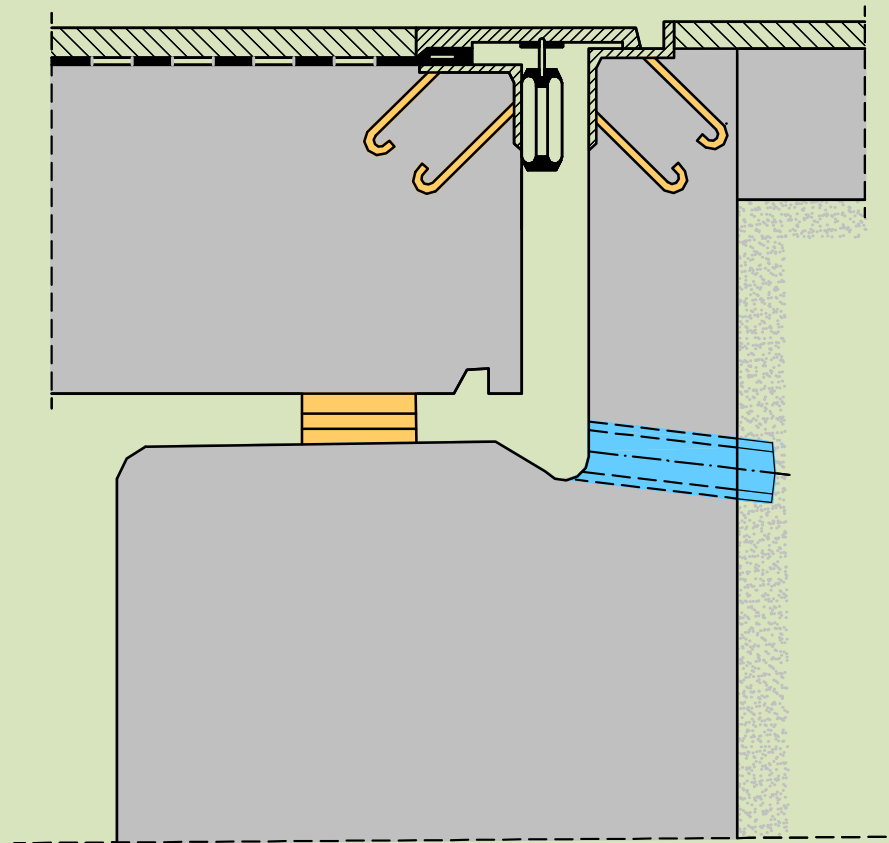
- Mali rasponi, temeljno tlo ne suviše kruto - na oba se upornjaka mogu izraditi nepokretni linijski ležajevi.
- Pločasta konstrukcija naliježe direktno na ležajnu klupu.
- Uzdužni pomaci omogućeni su zakretanjem zidova upornjaka i deformacijama tla.





Detalj oslanjanja i završetka rasponske konstrukcije – zidić

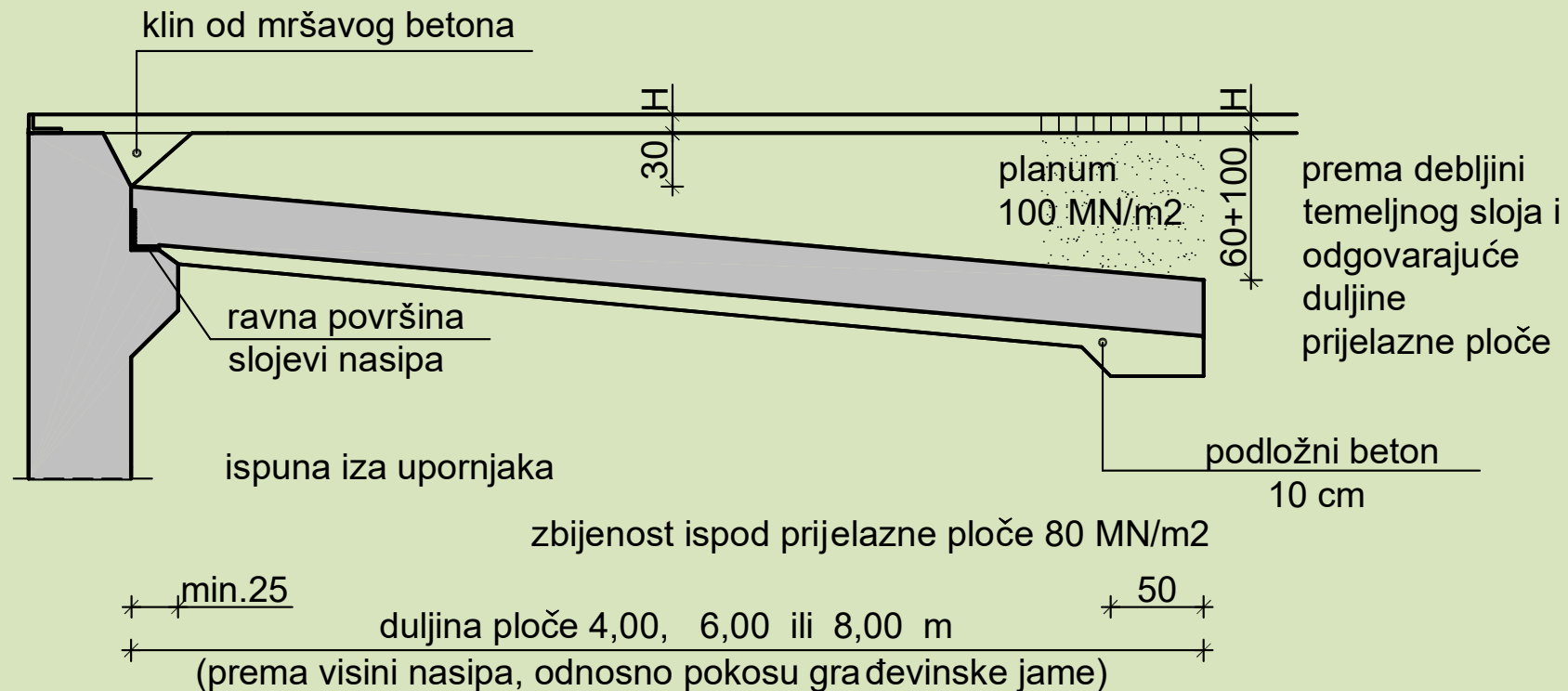
- kada je rasp. sklop $h > 0,5\text{m}$ ili je na brzim cestama radi se zaštitni zidić
- zidić odjeljuje nasip od rasponske konstrukcije – ovdje se uređuje prijelaz sa rasponske konstrukcije na tlo – ugradnja prijelazne naprave
- Zidići se redovito armiraju kao konzolni nosači opterećeni horizontalnim silama u prijelaznim napravama i pritiskom tla.





Prijelazne ploče

- Kako bi se osigurao što neprimjetniji prijelaz s tvrde podloge, na kojoj se nalazi zastor na mostu, na podatnu podlogu, koju tvori nasip otvorene prometnice, koriste se prijelazne ploče.
- Ova se ploča s jedne strane oslanja na zidić upornjaka, a s druge je ukopana. Može biti smještena tako da se između ploče i kolničkog zastora nalazi šljunčani klin ili se ploča nalazi neposredno ispod kolničkog zastora.

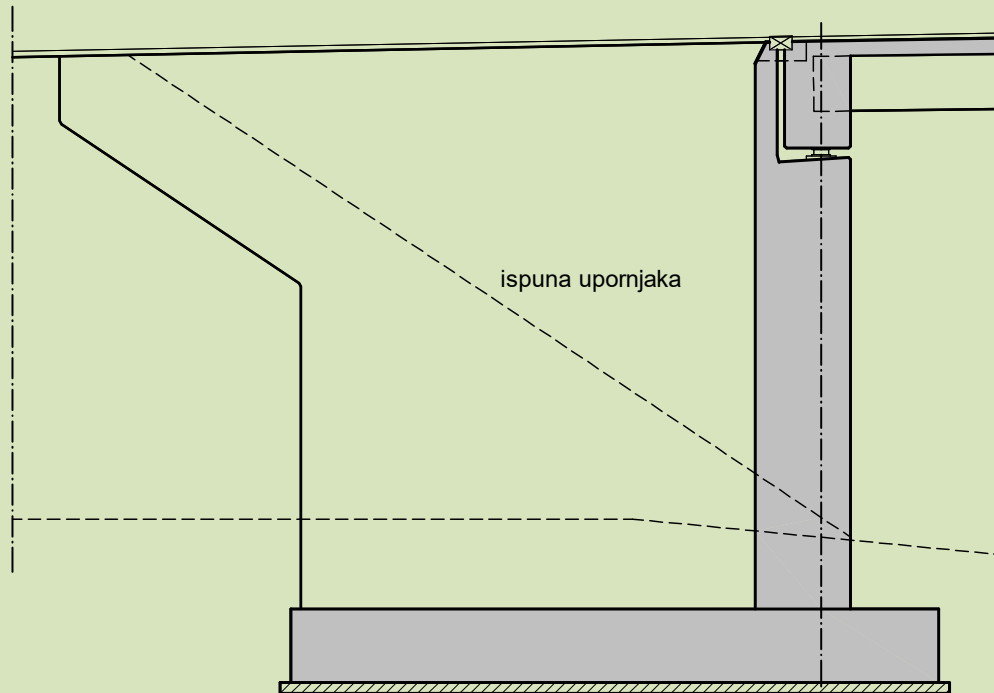




Tipovi upornjaka

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.

Oblikovanje upornjaka





Tipovi 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.

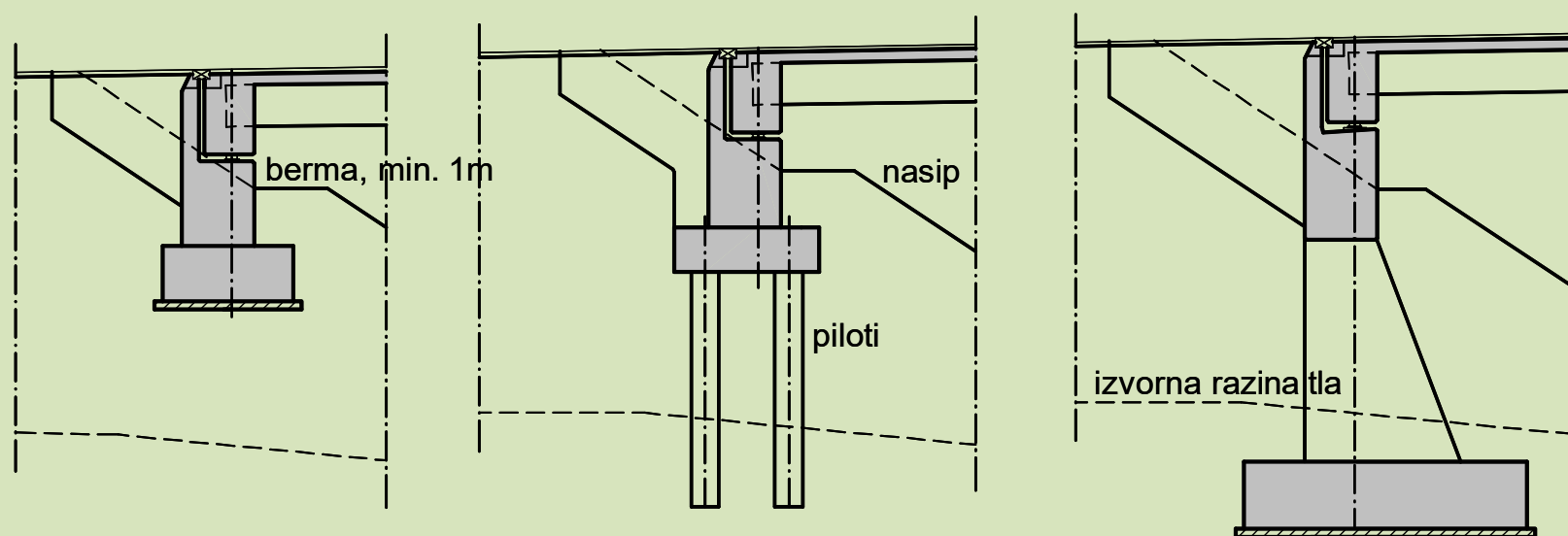




Tipovi upornjaka

Minimalni upornjaci

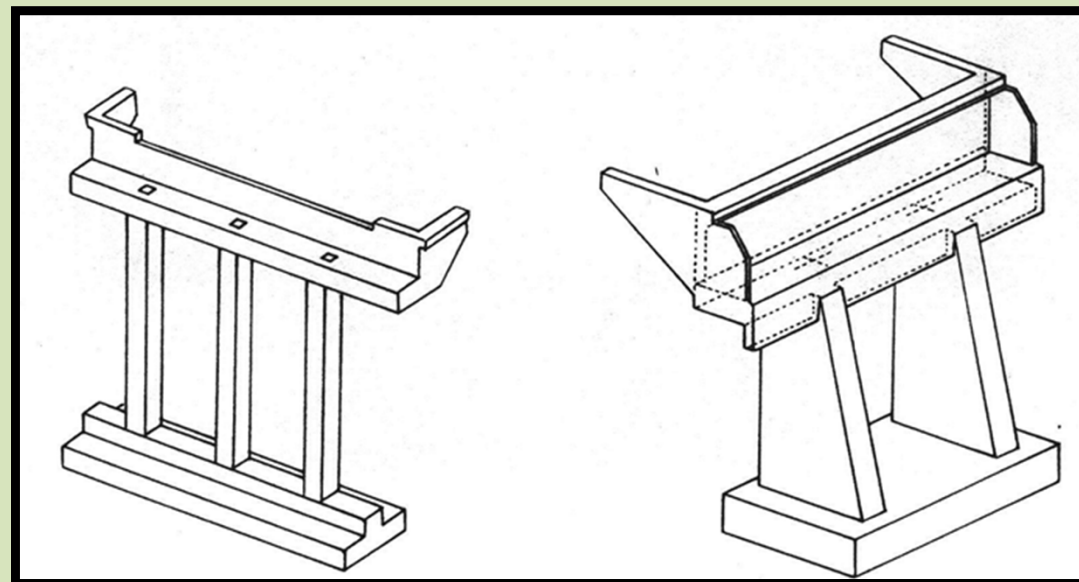
- Kad je niveleta mosta posve blizu nosivog tla, ali i kad je nasip kod upornjaka oblikovan tako da se u njemu nalazi čitav upornjak, te van viri samo njegov mali dio.
- Ovakvi su upornjaci prikladni kod nadvožnjaka u kojima je poželjan što veći i pregledniji otvor te što manje buke pri prolazu vozila.



- temeljenje na stijeni - dublji iskop nije potreban,
- temeljenje na nasipu - ispravno propisati materijal i postupak zbijanja
- temeljenje na pilotima
- upornjak s propuštenim nasipom – oslonjen na stupove koji imaju temelj



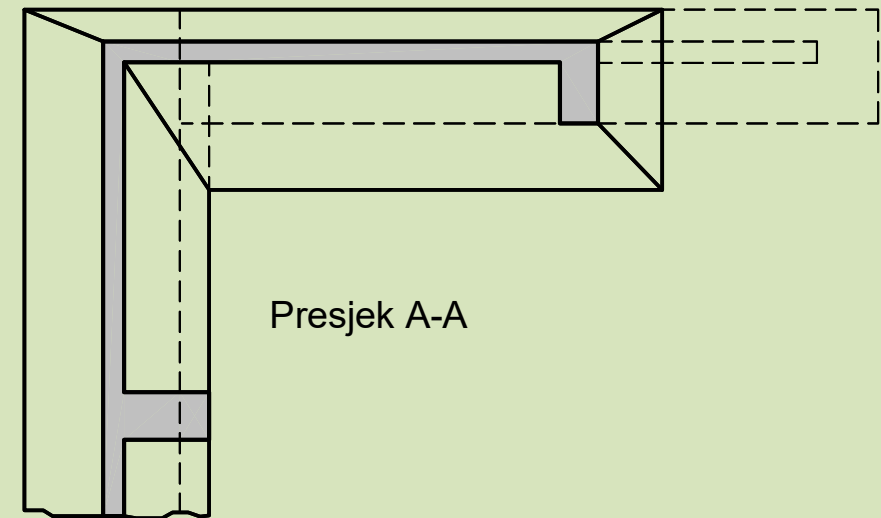
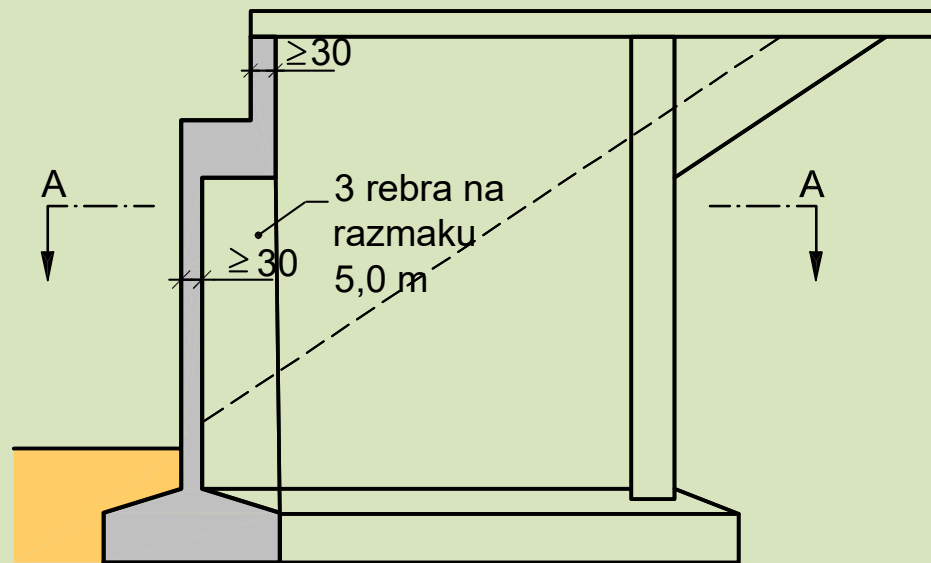
Minimalni upornjaci





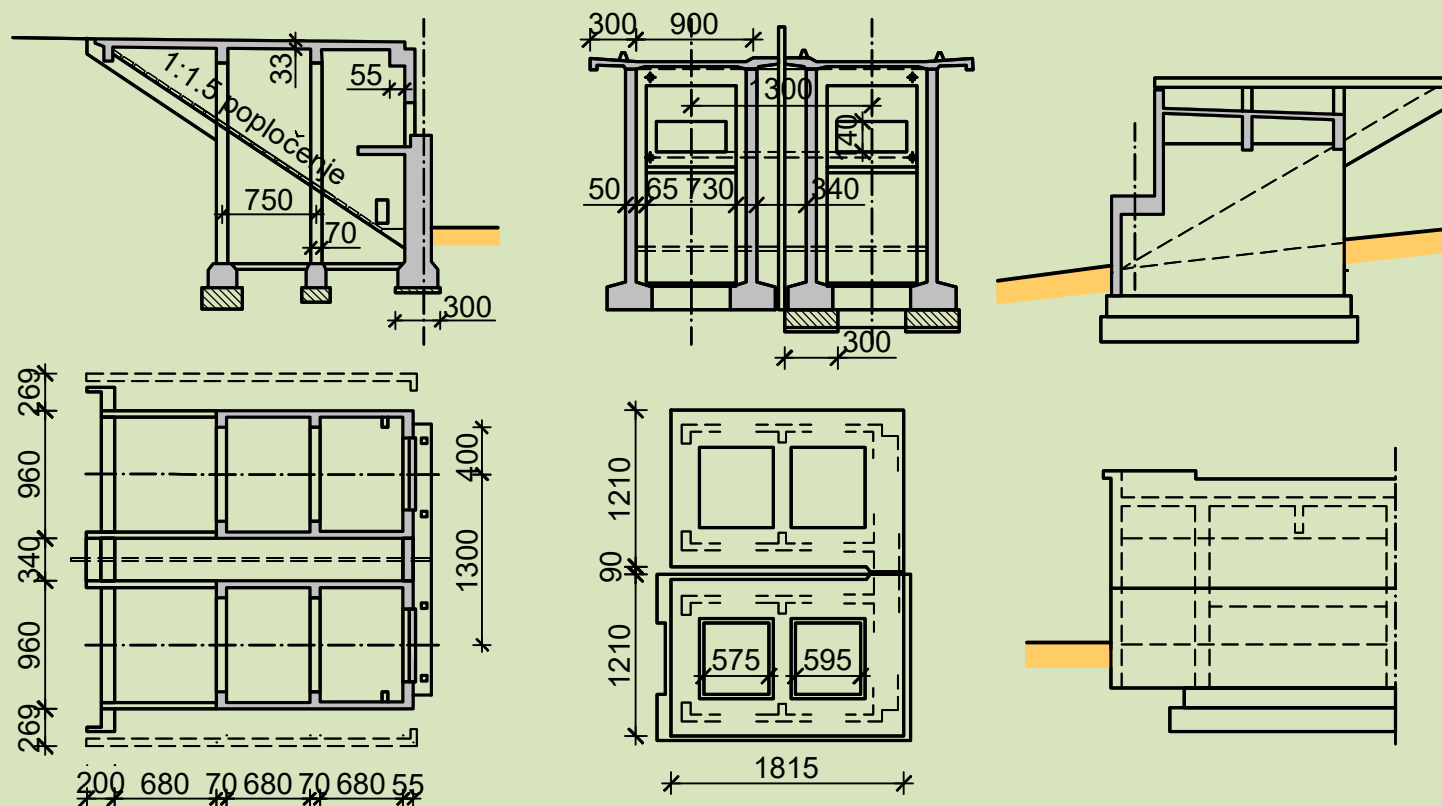
Olakšani i šuplji upornjaci mostova velikih raspona

- Upornjaci viši od 5 m i pri velikoj težini mosta mogu se izvesti kao tanki zidovi ojačani rebrima.
- Ovdje će ušteda na količini betona zahtijevati veće troškove oplate i izradbe pa treba voditi računa o optimalnom rješenju.
- Kod velikih mostova, a kako bi ležajevi i prijelazne naprave bili pristupačni za pregled i održavanje, upornjak se izvodi kao šuplji s organiziranim prostorom za komuniciranje.



Olakšani i šuplji upornjaci mostova velikih raspona

- Znatnije olakšanje upornjaka postići će se ako se iza zida upornjaka ostave prazni prostori bez nasipa, koji se mogu iskoristiti u razne svrhe.
- Konstrukcija kolnika u tom slučaju može biti samo ploča oslonjena na krila, zidić i završni poprečni nosač.
- Na mostovima velikih širina ili kod visokih upornjaka dodaju se sustavi uzdužnih i poprečnih rebara i zidova pomoću kojih se smanjuju rasponi ploče kolnika.





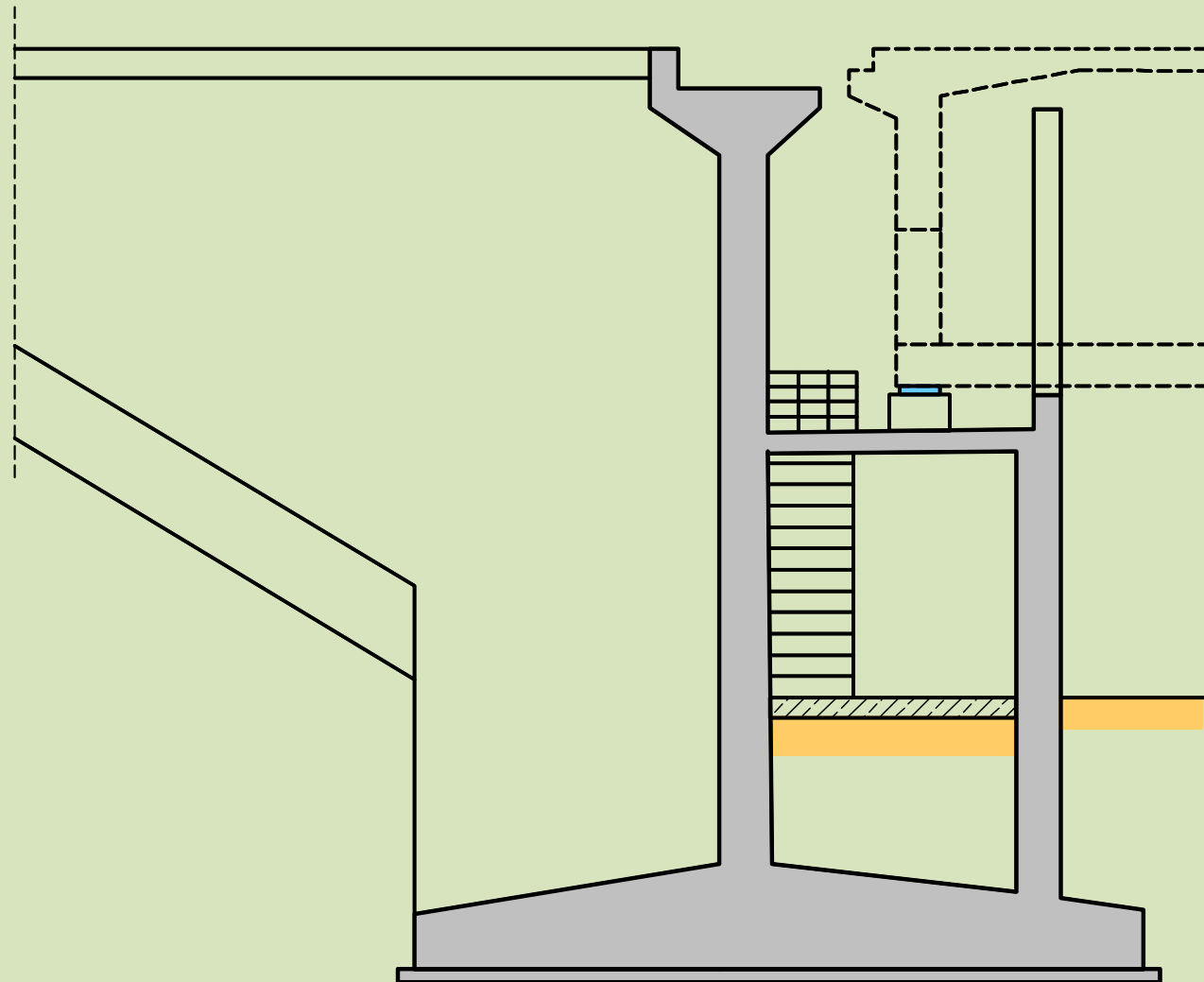
Olakšani i šuplji upornjaci mostova velikih raspona





Olakšani i šuplji upornjaci mostova velikih raspona

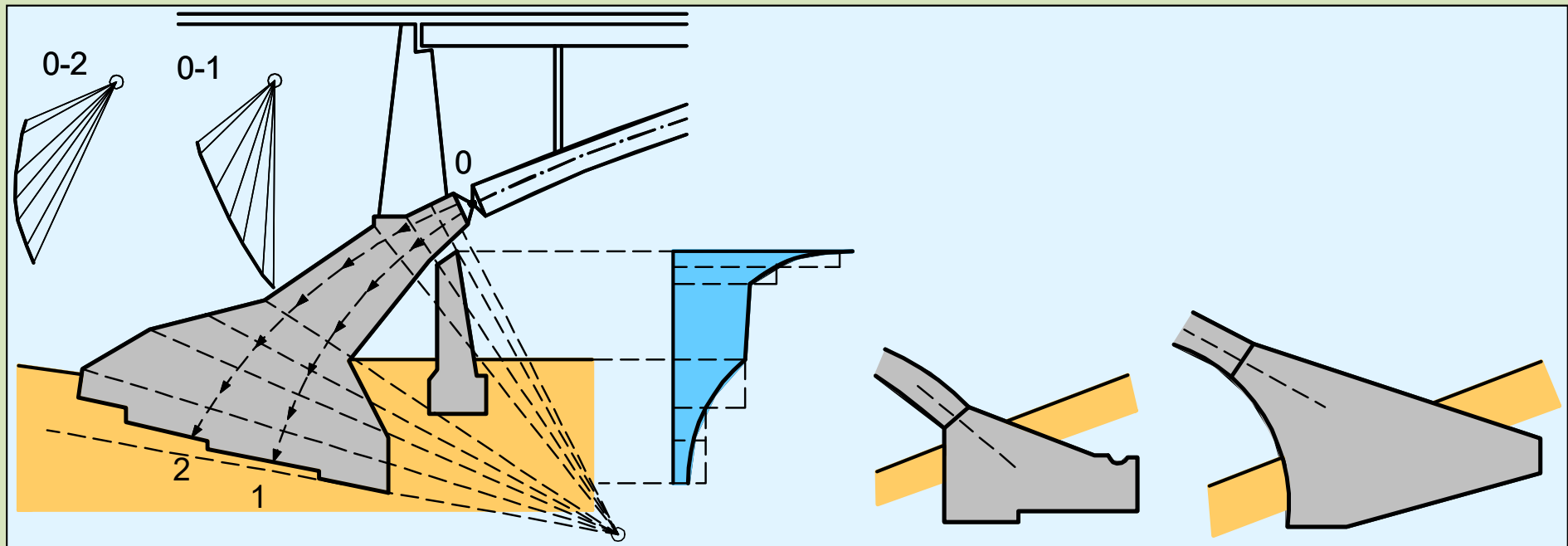
Oblikovanje upornjaka





Upornjaci svođenih i lučnih mostova

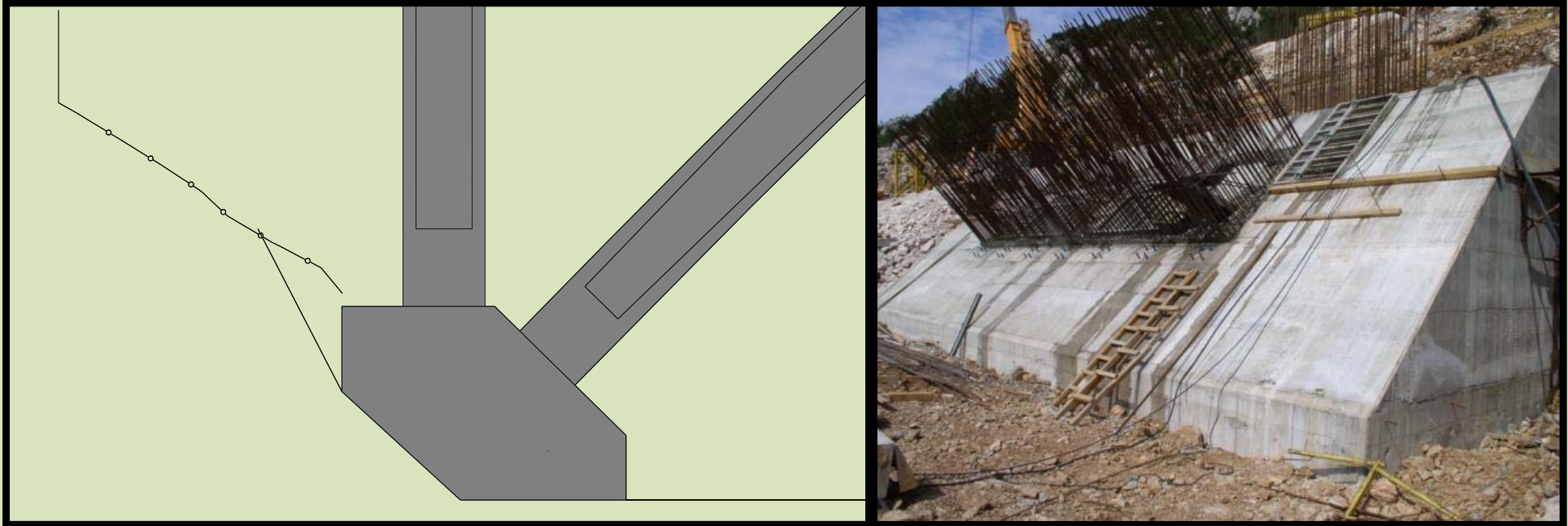
- predaju na tlo uz vertikalne sile i velike potiske
- rezultanta tih sila u peti je ukoso usmjerena
- oblik se odabire prema opterećenju koje se kroz njega odvija sve do dna temelja - daje im se oblik koji slijedi tijek tlačne linije iz svoda ili luka





Upornjaci svođenih i lučnih mostova

Oblikovanje upornjaka





Upornjaci svođenih i lučnih mostova





Proračun donjeg ustroja





Sile u potporama

- Na potpore mostova djeluju **vertikalne i horizontalne sile** usljed djelovanja:
 - **vjetra** (sile od djelovanja vjetra na rasponsku konstrukciju, koje otpadaju na stupove proporcionalne su krutostima stupova, i 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)
- **momenti** djeluju kad su potpore i rasponska konstrukcija kruto povezane, momenti savijanja pojavit će se uslijed promjene kuta zaokreta rasponske konstrukcije





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 dodatnih 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.

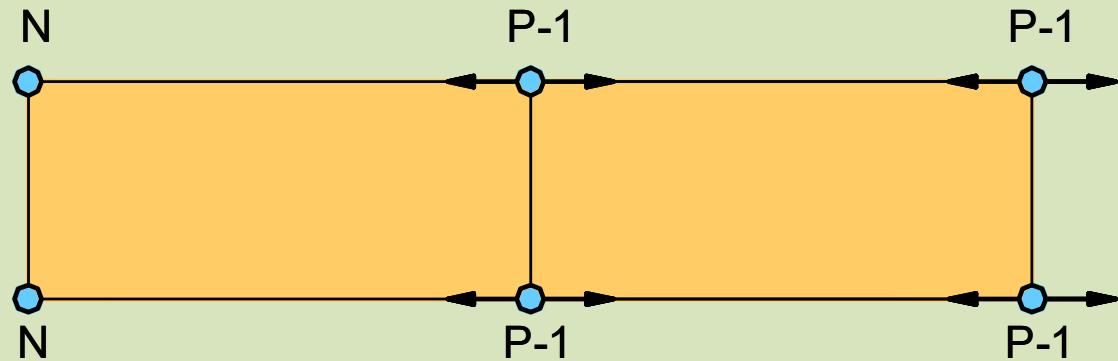




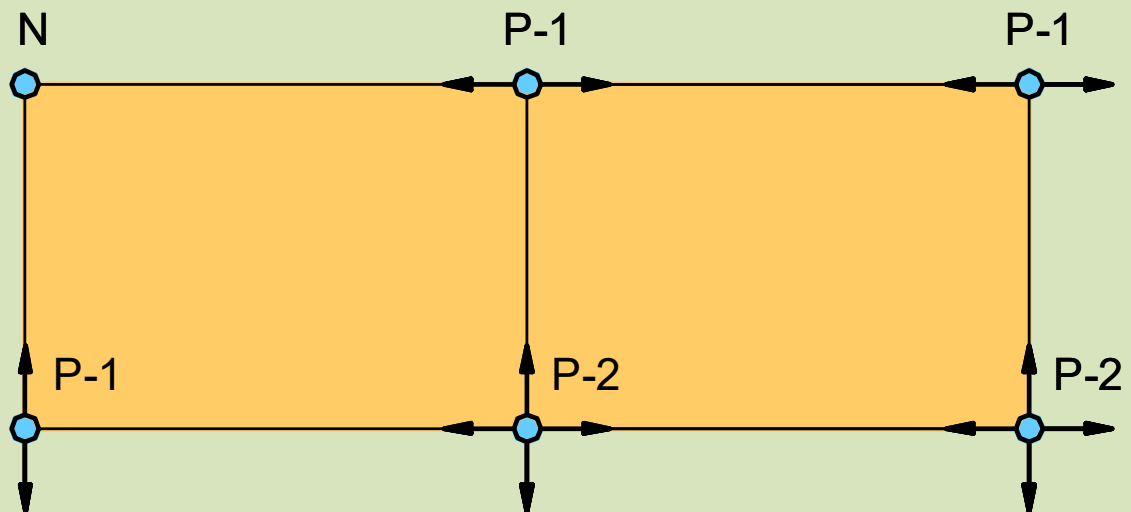
Izbor načina oslanjanja

Tlocrtni raspored
ležaja mosta:

uži most



širi most



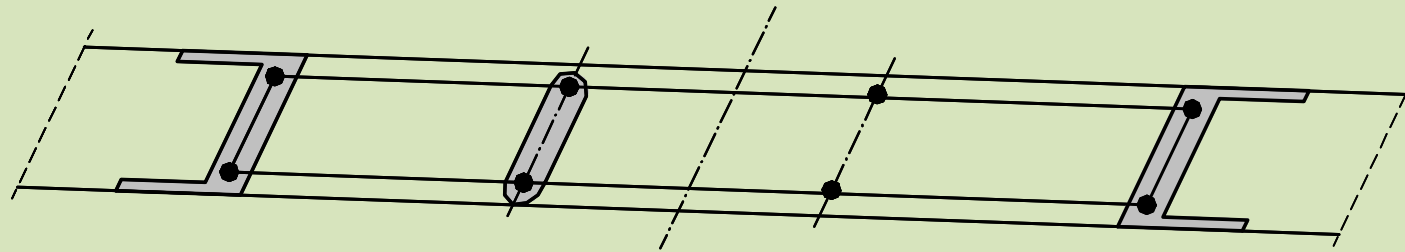
Proračun donjeg ustroja



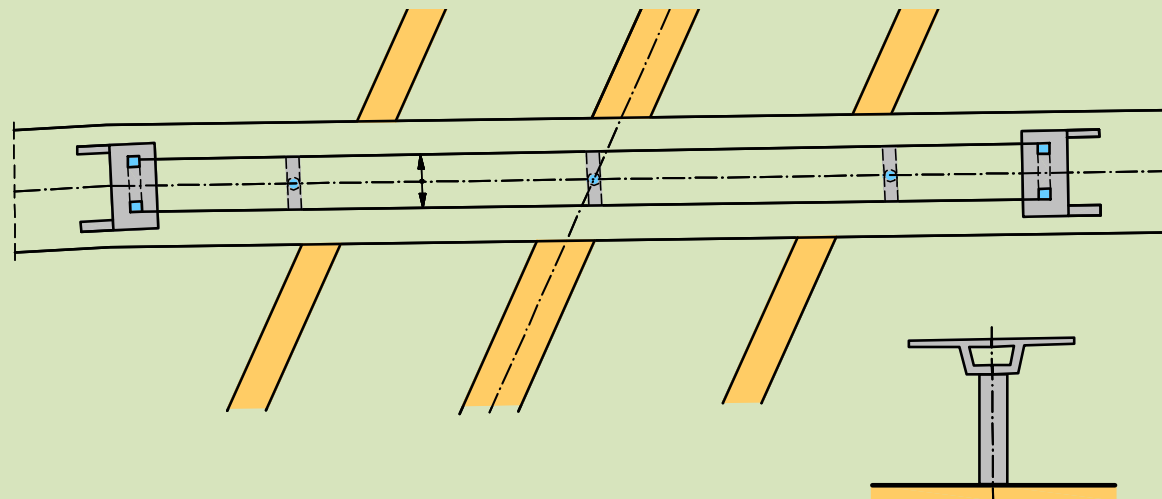


Potpore mostova pri kosim križanjima

- **kose** – upornjaci i stupovi postavljaju se koso, usporedno s donjom preprekom, rasponska konstrukcija je torzijski meka, ploča se armira okomito na glavne nosače



- **okomite** – upornjaci se postavljaju više unatrag, primjenjuje se torzijski kruta konstrukcija i izvode se pojedinačni uski stupovi u osi mosta





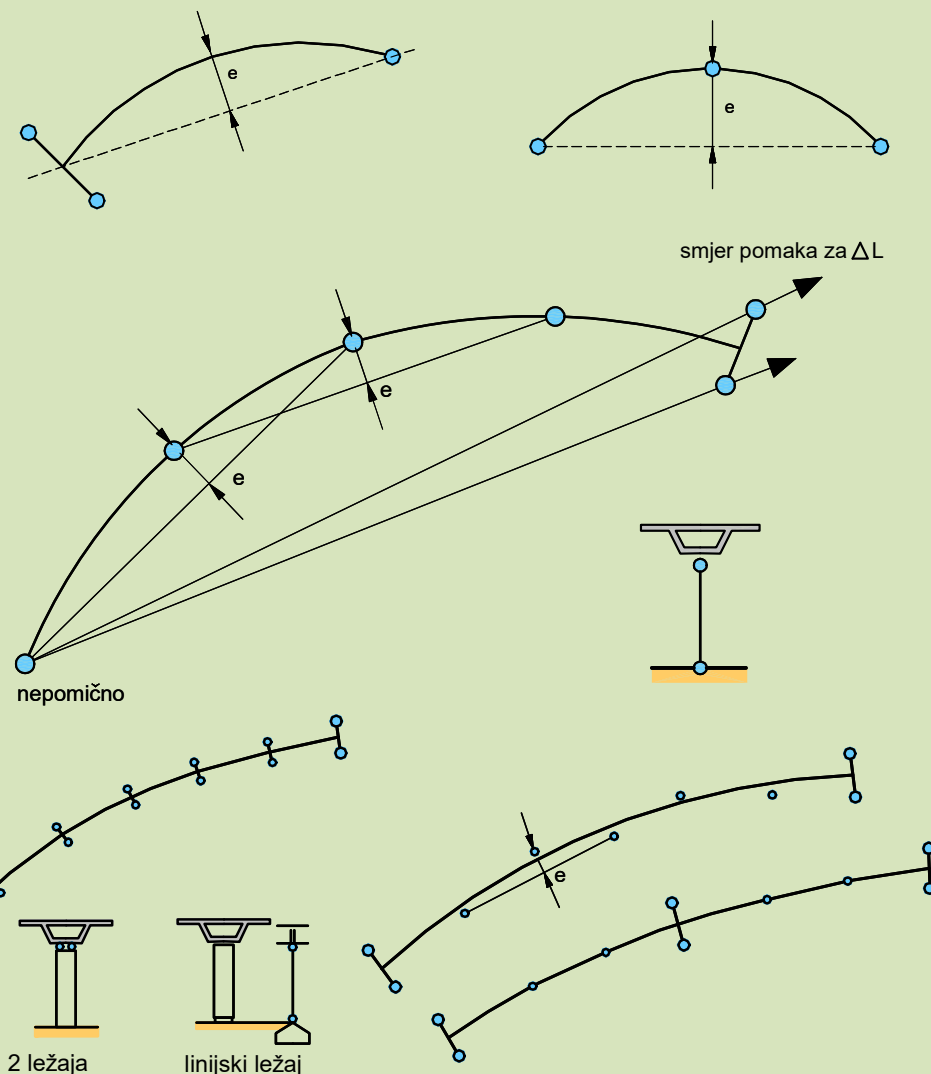
Potpore zakrivljenih mostova

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.





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 skraćanja od prednapinjanja i progibanja
- dobro usidriti u rasponsku konstrukciju i potpore da se sa sigurnošću mogu prihvatiti sile trenja ili drugi otpori pomacima



Opterećenja upornjaka

Vertikalna opterećenja

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

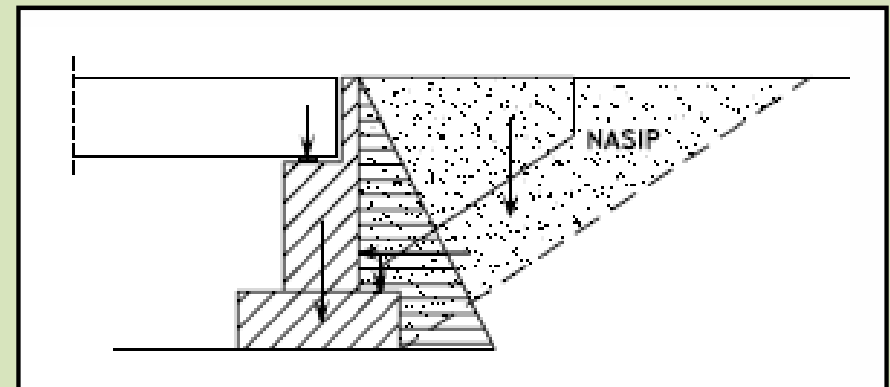
Horizontalne sile na upornjaku

Smjer $x - x$

- pritisak ispunjene 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



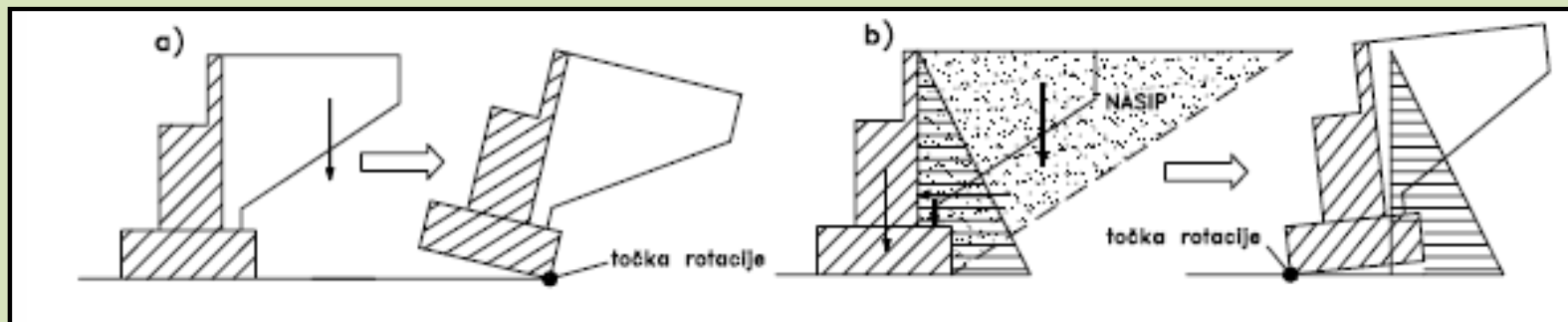


Stabilnost upornjaka

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

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

- stabilnost na **prevrtanje**



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

γ – koeficijent sigurnosti na klizanje i prevrtanje (>1,5)





Dimenzioniranje dijelova upornjaka

Potrebno je proračunati i dimenzionirati:

➤ **Krilo upornjaka**

- na vertikalno opterećenje kao konzola upeta u zid upornjaka
- na horizontalno opterećenje potiska od tla i od vozila iza upornjaka proračunava se kao konzolna ploča

➤ **Zid upornjaka**

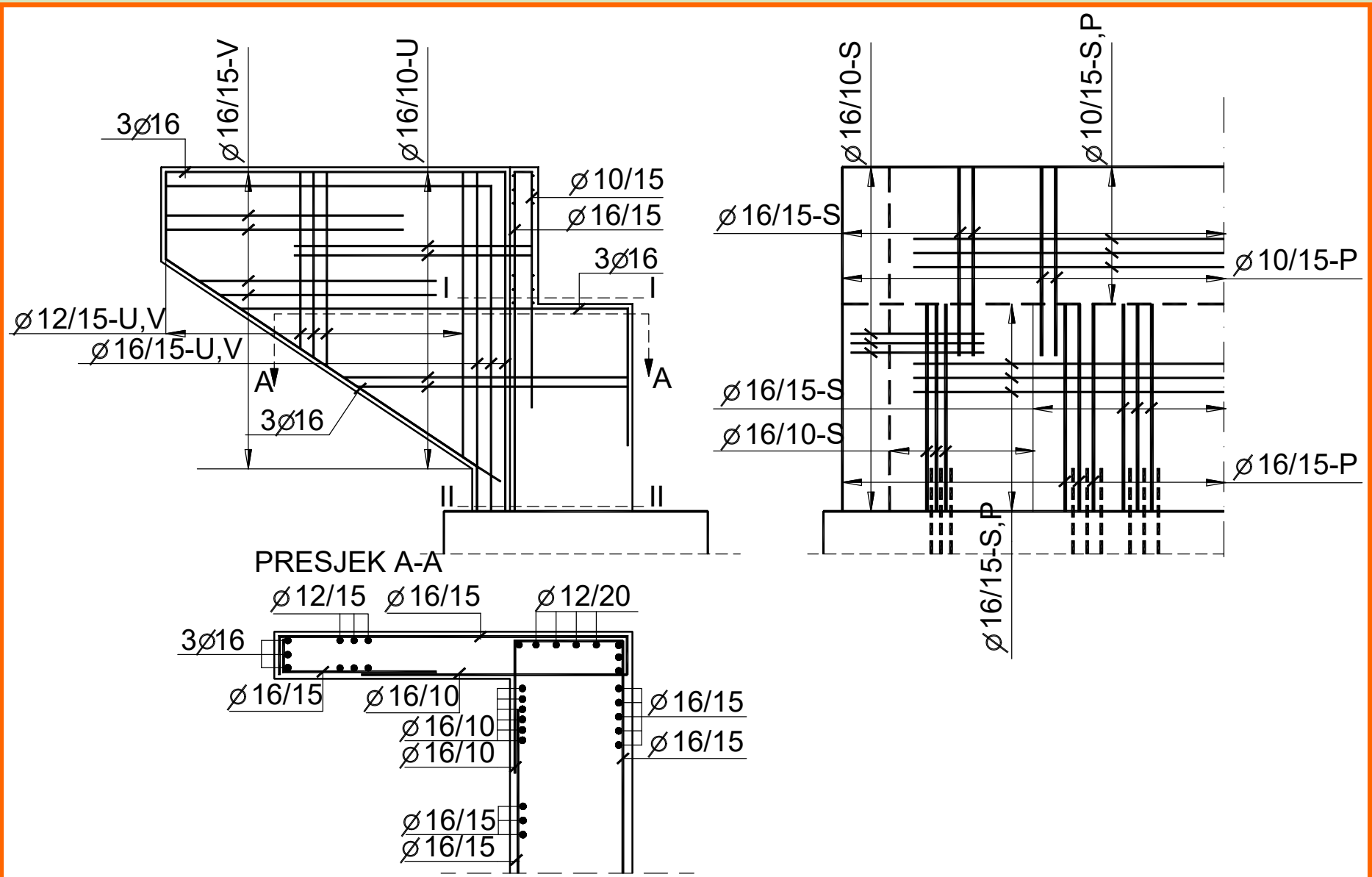
- proračunava se kao konzolni zid, upet u temelj i to opterećen:
 1. potiskom od tla
 2. potiskom od vozila iza upornjaka
 3. linijskim opterećenjem uslijed kočenja
 4. krilom
 5. rasponskom konstrukcijom
 6. bočnom horizontalnom silom uslijed potiska tla iza krila

➤ **Temelj upornjaka**





Armatura upornjaka





Proračun stupova

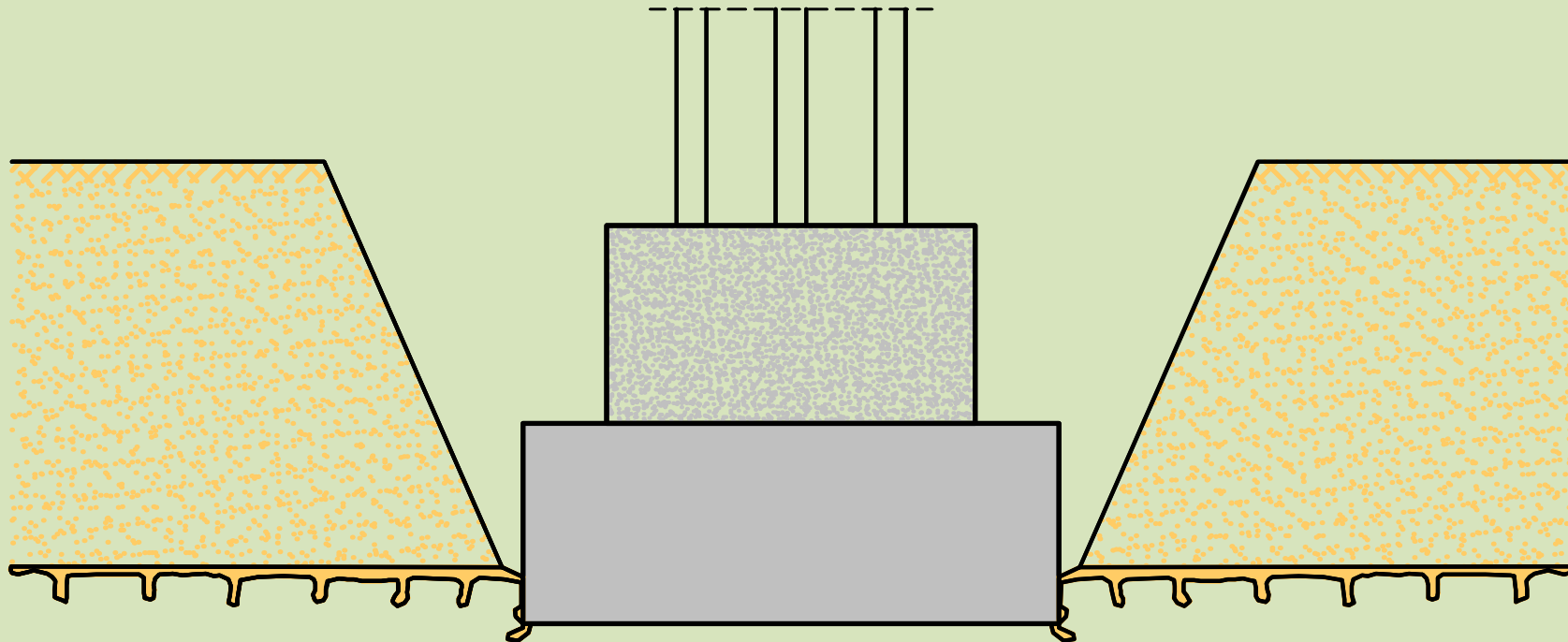
- Sile koje djeluju na stup
 - Vertikalne sile
 - vlastita težina naglavnice i stupa
 - stalno opterećenje
 - prometno opterećenje
- Horizontalne sile – uzdužno
 - uslijed skupljanja i promjene temperature
 - Kočenje
 - vjetar
 - potres
 - udar vozila (okomito na smjer vožnje, $H = 500 \text{ kN}$)
- Horizontalne sile – poprečno
 - vjetar
 - udar vozila (u smjeru vožnje, $H = 1000 \text{ kN}$)
 - potres





Izvedba temelja

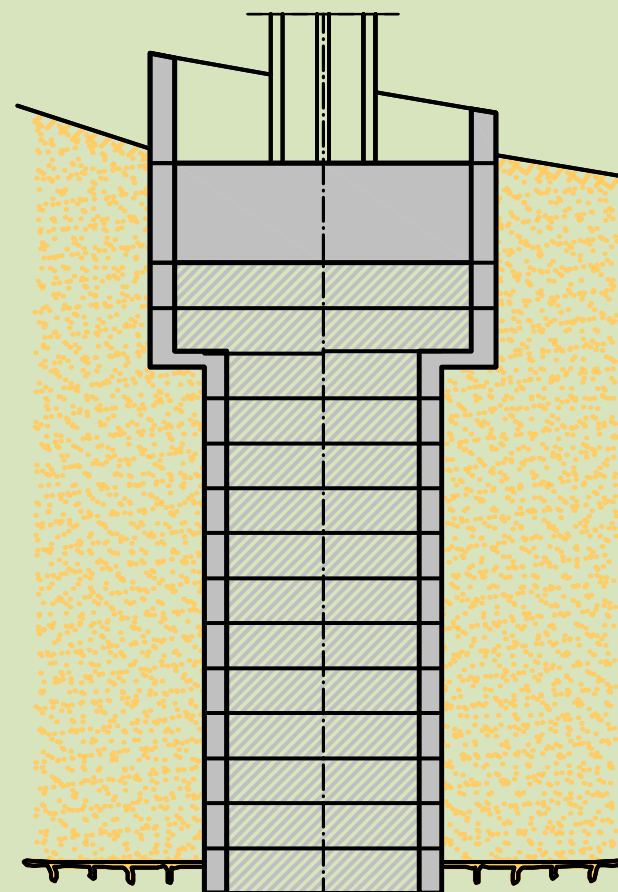
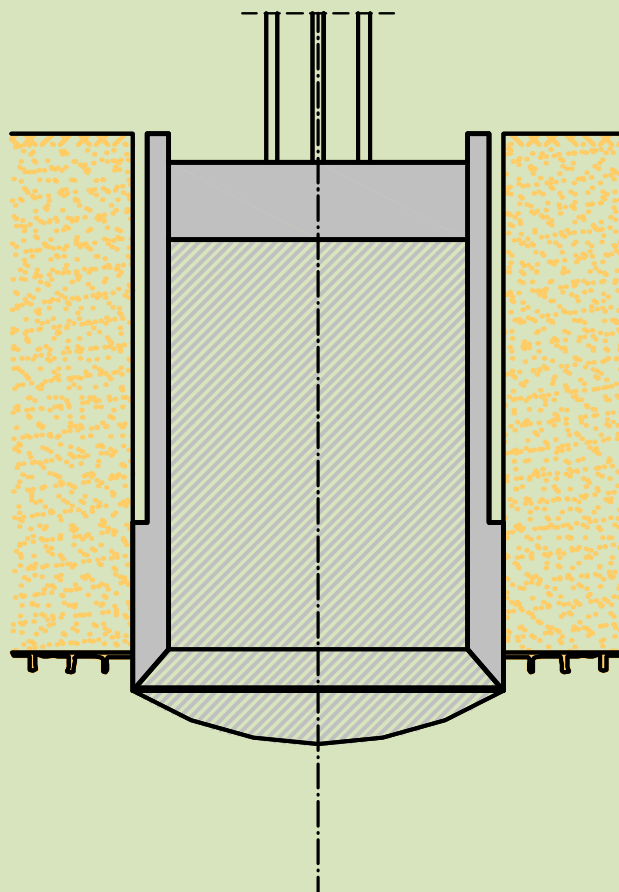
Plitki temelji su blizu površine tla. Ako je temeljenje na šljunkku treba voditi računa o podlokavanju. Potrebno je osigurati crpljenje i kanaliziranje podzemne vode.





Izvedba temelja

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.

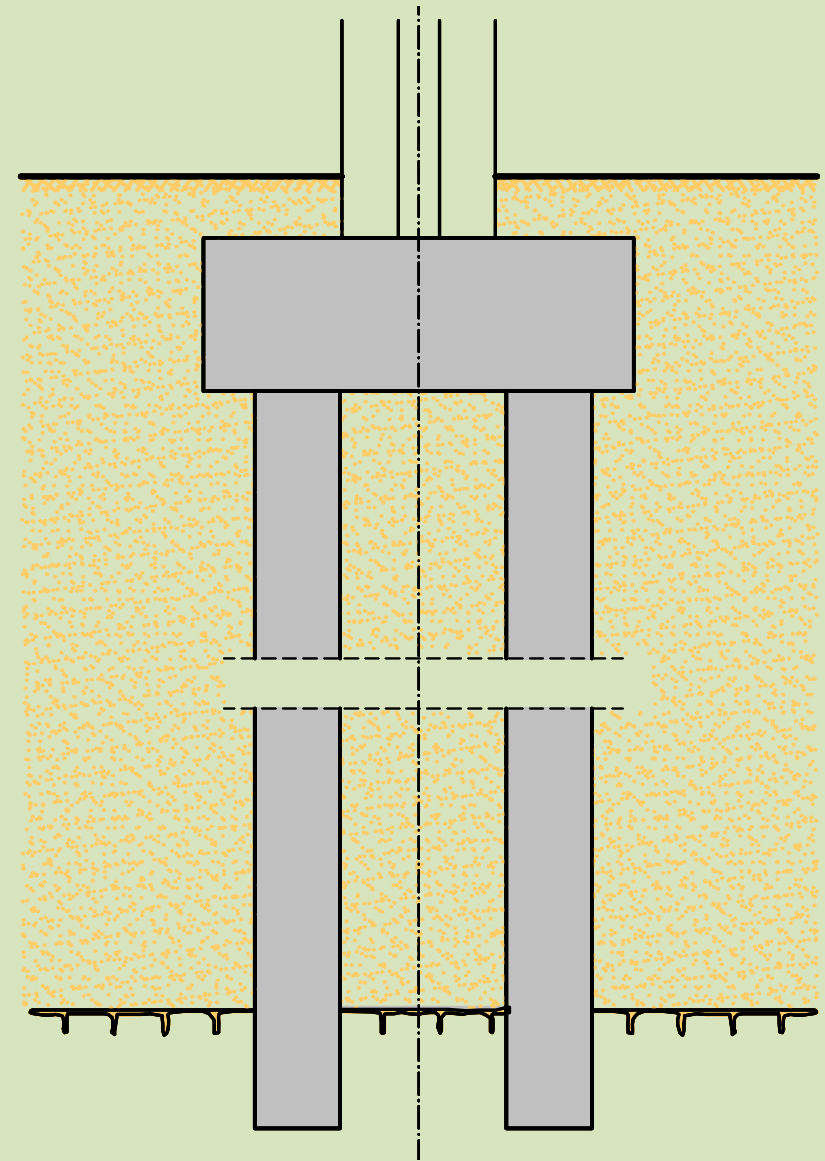




Izvedba temelja

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.





Izvedba upornjaka

- 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 dijelove upornjaka potrebne su obično samo radne skele i postolja.





Izvedba upornjaka





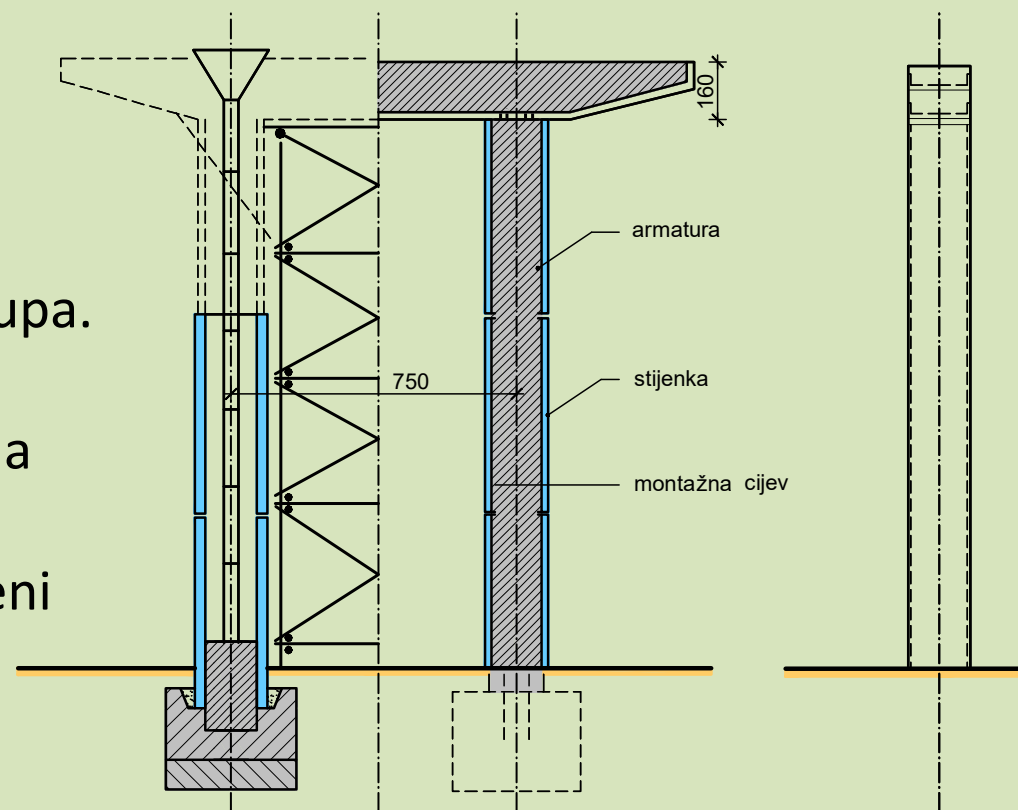
Izvedba stupova

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 oplate i njihovi sastavci mogu biti izrađeni vrlo precizno, a oblici ostvareni zaista pravilno.

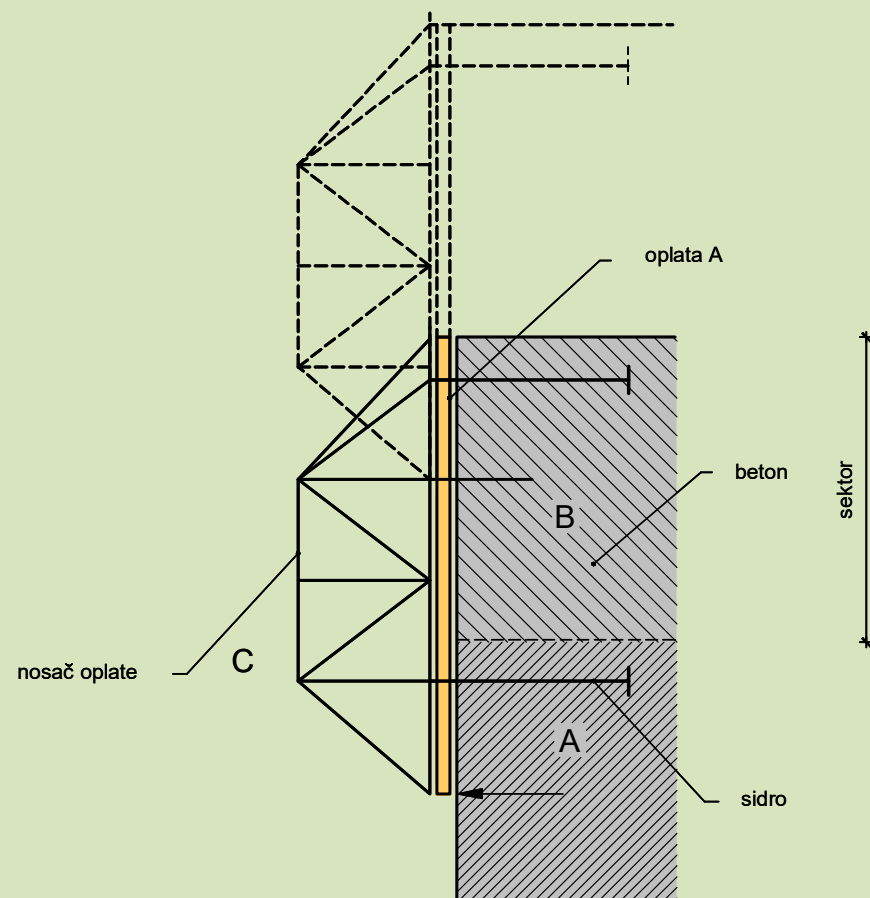




Izvedba stupova

Sektorska oplata

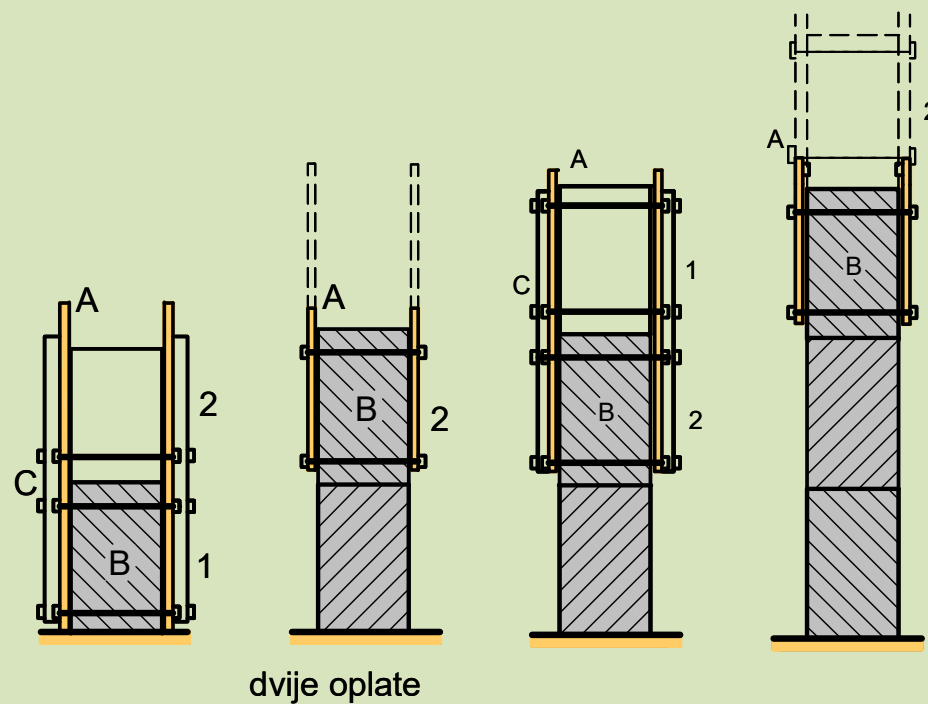
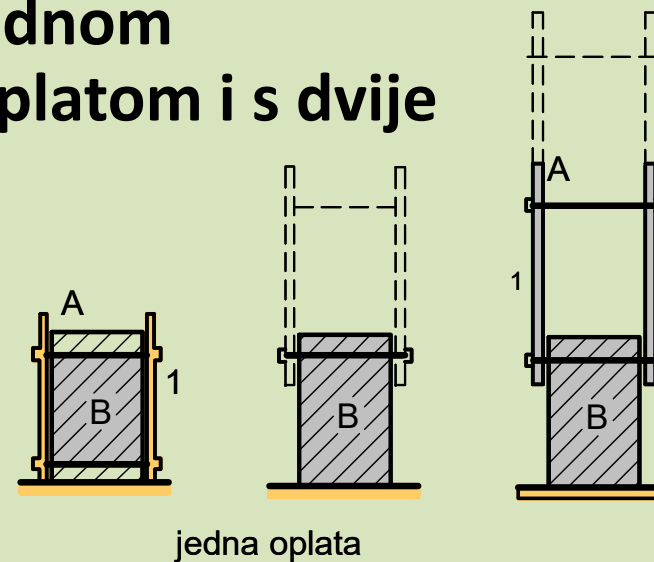
Kad su stupovi visoki, izrađujemo ih u sektorima visine 3 do 5 metara. Prednost je ovakve izgradnje jednolična boja betona i uobičajena tehnologija izrade. Oplate se premještaju po visini u fazama građenja po raznovrsnim metodama (obično toranjskim dizalicama).





Izvedba stupova

Tijek rada s jednom sektorskom oplatom i s dvije



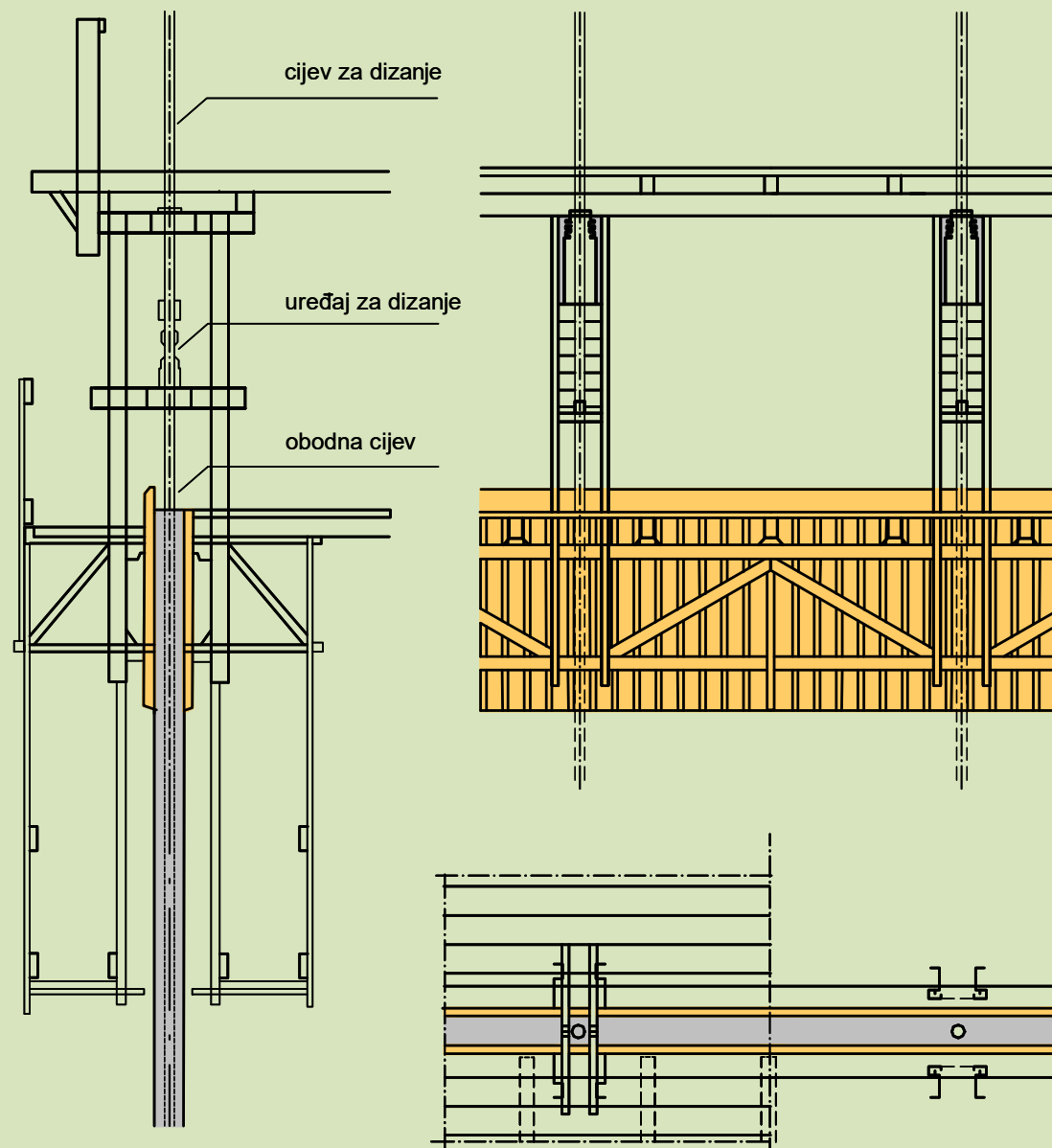


Izvedba stupova

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.



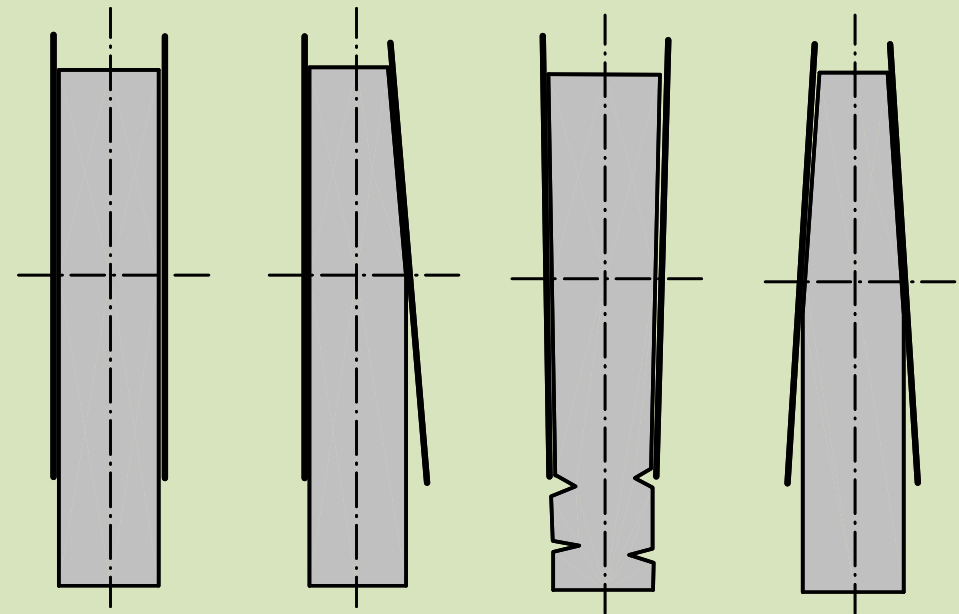
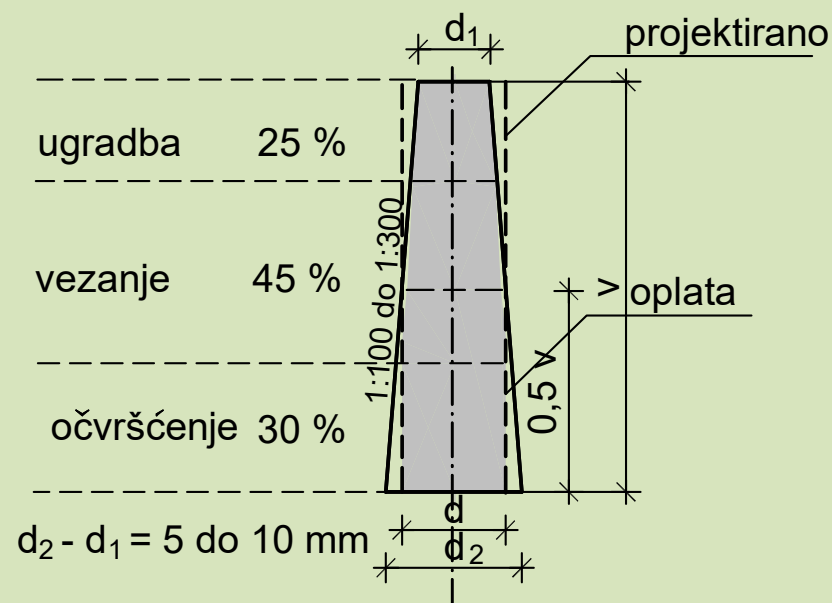


Izvedba stupova

Klizna oplata

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.

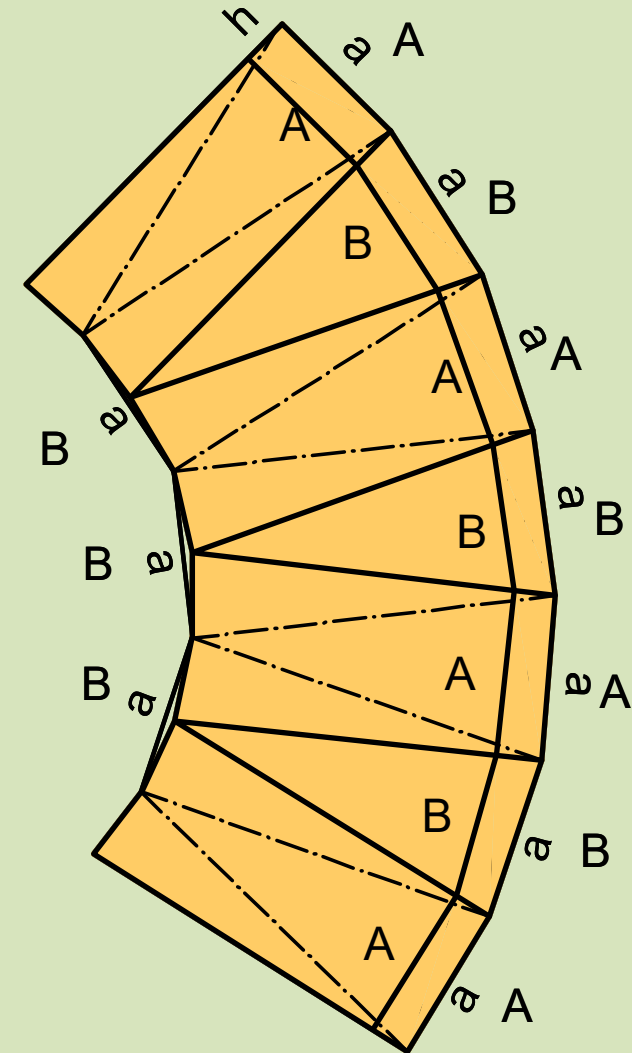
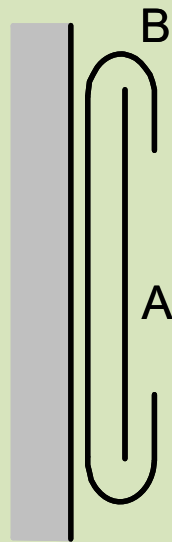
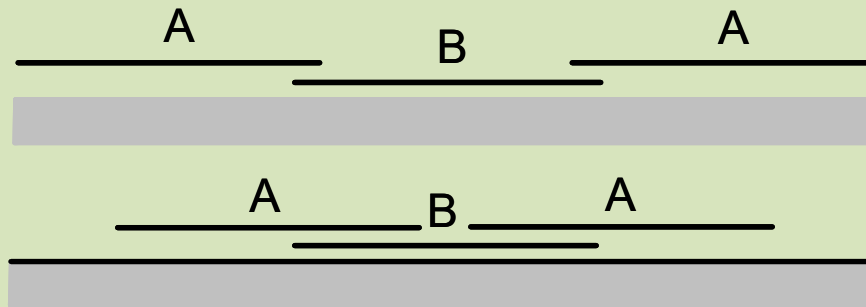


Formiranje koničnog oblika oplata i najčešće pogreške oplata



Kliznom oplatom mogu se izvoditi i stupovi konična oblika.

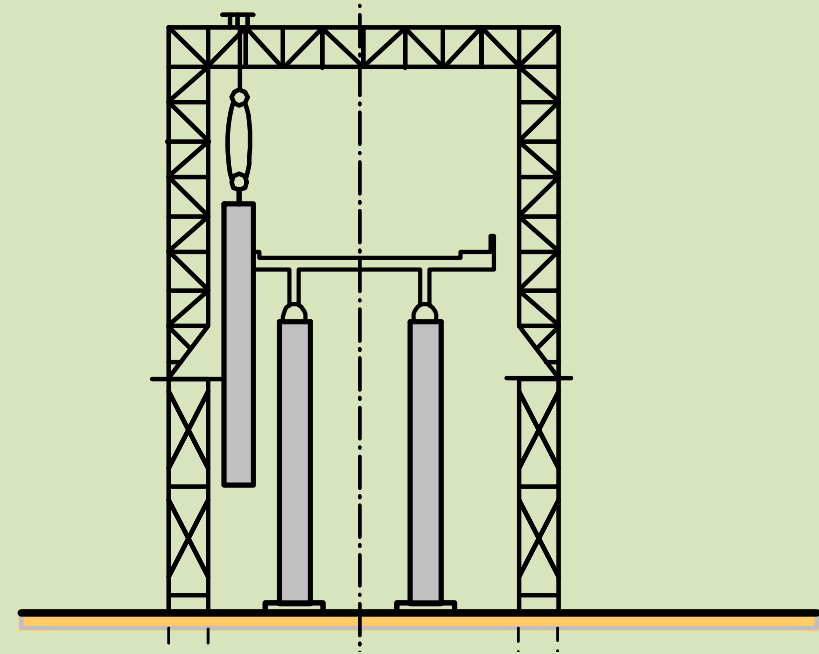
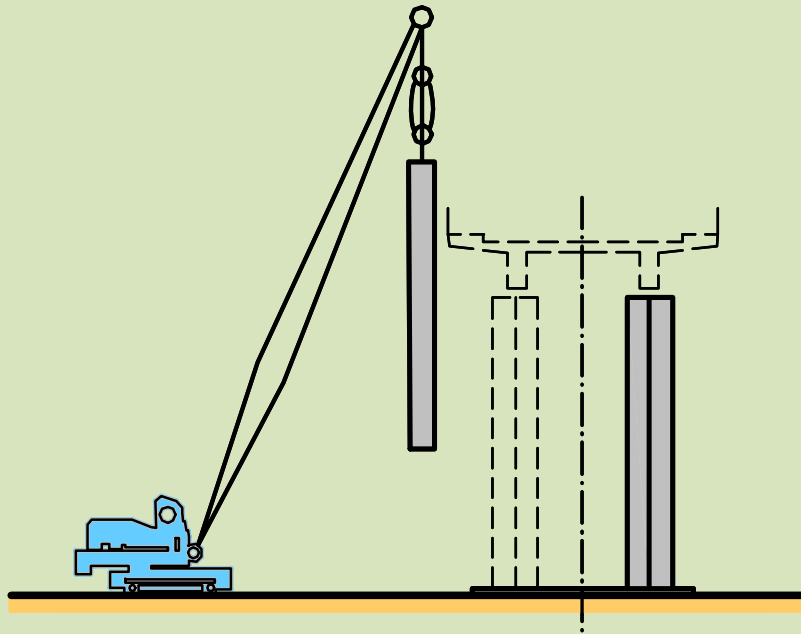
Postupci izvedbe donjeg ustroja





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.





Montažni stupovi





Montažni stupovi

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

