

REPUBLIKA SRBIJA
PROJEKAT REHABILITACIJE TRANSPORTA

**PRIRUČNIK ZA PROJEKTOVANJE
PUTEVA U REPUBLICI SRBIJI**

9. PROJEKTOVANJE MOSTOVA

9.9 STUBOVI MOSTOVA

BEOGRAD, 2012.

Izdavač: Javno preduzeće Putevi Srbije, Bulevar kralja Aleksandra 282, Beograd

Izdanja:

Br.	Datum	Opis dopuna i promena
1	30. 04. 2012.	Početno izdanje

SADRŽAJ

9.9.1	UVODNI DEO	1
9.9.1.1	PREDMET SMERNICE	1
9.9.1.2	REFERENTNI NORMATIVI	1
9.9.1.3	TERMINOLOGIJA	1
9.9.1.4	KORIŠTENE SKRAĆENICE	3
9.9.2	UOPŠTENO O STUBOVIMA MOSTOVA	3
9.9.3	KRAJNJI – OBALNI STUBOVI MOSTOVA (OPORCI)	4
9.9.3.1	UVOD	4
9.9.3.2	KRAJNJI STUBOVI MANJIH MOSTOVA, PODVOŽNJAKA I NADVOŽNJAKA	5
9.9.3.3	KRAJNJI STUBOVI VIADUKATA	8
9.9.3.4	OBALNI STUBOVI MOSTOVA	11
9.9.4	SREDNJI (REČNI) STUBOVI MOSTOVA	13
9.9.4.1	UVOD	13
9.9.4.2	REČNI STUBOVI MOSTOVA	14
9.9.4.3	SREDNJI STUBOVI VIADUKATA I NADVOŽNJAKA	18
9.2.4.3.1	Stubovi AB platna (zidovi, stene) visine do 15 m	18
9.2.4.3.2	Stubovi koncentrisanog punog preseka visine do 15 m (20 m)	19
9.2.4.3.3	Visoki stubovi olakšanog preseka	21

9.9.1 UVODNI DEO

9.9.1.1 Predmet smernice

Predmet smernice SRDM 9.9. su potporna konstrukcija – stubovi mostova, koju čine krajnji (obalni) stubovi i srednji (rečni) stubovi). U tački 9.9.2 je dat uopšten prikaz stubova mostova sa elementima koji utiču na njihovu koncepciju i konstrukciju.

U poglavlju 9.9.3 obrađeni su krajnji – obalni stubovi mostova prema nameni i nosećem sistemu:

- krajnji stubovi manjih mostova, podvožnjaka i nadvožnjaka,
 - krajnji stubovi vijadukata,
 - obalni stubovi mostova.
- U poglavlju 9.9.4 obrađeni su srednji (rečni) stubovi mostova u dve celine:
- rečni stubovi mostova
 - srednji stubovi vijadukta i nadvožnjaka.

Vrhovi obalnih stubova usaglašeni su sa dužinom dilatacionih spojnica mostova i rešenjima krajeva RK.

9.9.1.2 Referentni normativi

Kod korišćenja smernice 9.9 Potporna konstrukcija – stubovi mostova potrebno je proučiti i koristiti:

SRDM	9	1	0	0	Opšta smernica za projektovanje mostova
SRDM	9	2	0	0	Nosećii (statički) sistemi mostova
SRDM	9	3	0	0	Koncipiranje, projektovanje i konstruisanje mostova
SRDM	9	4	0	0	Manji mostovi i podvožnjaci
SRDM	9	5	0	0	Nadvožnjaci
SRDM	9	6	0	0	Mostovi i vijadukti
SRDM	9	7	0	0	Rasponske konstrukcije betonskih mostova
SRDM	9	8	0	0	Rasponske konstrukcije spregnutih mostova
SRDM	9	10	0	0	Prednaprezanje mostova
SRDM	9	11	0	0	Tehnologije zgradnje
SRDM	9	12	7	0	Prelaz sa puta na most
SRDM	9	12	7	1	Nasipi iza krajnjih stubova
SRDM	9	12	7	2	Prelazne ploče
SRDM	9	12	7	3	Krilni zidovi
SRDM	9	12	7	4	Uređenje prostora oko krajnjih stubova
SRDM	9	12	8	0	Oplate, obrada i oblaganje vidnih površina betona
SRDM	10	1	0	0	Temeljenje na šipovima
SRDM	10	2	0	0	Temeljenje na bunarima

9.9.1.3 Terminologija

Objekat jeste građevina spojena sa tlom, koja predstavlja fizičku, funkcionalnu, tehničko – tehnološku celinu.

Objekti na putevima su: mostovi, vijadukti, nadvožnjaci, podvožnjaci, pešački mostovi, pešački prolazi, propusti, konstrukcije u pokrivenim usecima, galerije, tuneli, potporni zidovi i konstrukcije.

Mostovi u širem značenju su svi objekti (mostovi, vijadukti, nadvožnjaci, podvožnjaci) koji služe bezbednom vođenju puteva preko prirodnih i veštačkih prepreka.

Mostovi u užem značenju su objekti koji služe za prelaz puteva preko vodenih prepreka (potoci, reke, kanali, jezera, morski zalivi) sa otvorom $\geq 5,0$ m.

Vijadukti su objekti koji služe za prelaz puteva preko prirodnih, pretežno suvih prepreka odnosno dolina. Razlikujemo dolinske vijadukate koji premošćuju doline i padinske vijadukate koji su locirani paralelno sa padinom doline.

Nadvožnjaci su objekti koji denivelisano prevode puteve preko AP ili VP ili ŽP..

Podvožnjaci su objekti koji denivelisano prevode puteve ispod AP ili VP ili ŽP.

Mostove kao objekte čine tri celine:

- potporna konstrukcija,
- rasponska konstrukcija,
- oprema mosta.

Potpornu konstrukciju mostova čine:

- krajnji - obalni stubovi sa krilnim zidovima
- srednji – rečni stubovi.

Opremu mostova čine:

- ležišta i zglobovi,
- dilatacione spojnice RK,
- ograde,
- hidroizolacije kolovozne ploče i hodnika,
- asfaltni kolovoz,
- odvodnjavanja kolovoza uključujući kanalizirani odvod padavinskih voda,
- venci, ivičnjaci i hodnici,
- komunalne instalacije,
- opreme za održavanje mostova,
- table za informisanje.

Noseća konstrukcija je zajednički naziv za potpornu i rasponsku konstrukciju mostova.

Krajnji - obalni stubovi podupiru rasponsku konstrukciju na krajevima objekta i obezbeđuju prelaz sa objekta na trup puta.

Srednji - rečni stubovi podupiru rasponsku konstrukciju objekta između krajnjih stubova, ako gornja konstrukcija ima dva ili više raspona.

Krilni zidovi su deo konstrukcije krajnjih stubova, a služe za bočno ograničavanje trupa ceste na prelazu sa mosta na trup puta.

Temeljenje mostova može da bude:

- plitko temeljenje do dubine 6 m na temeljima samcima ili temeljnim trakama i
- duboko temeljenje na bušenim šipovima i (ili) bunarima na dubinama većim od 6 m.

Ležišta i zglobovi mostova su konstruktivni elementi koji učestvuju u prenosu vertikalnih i horizontalnih sila i deformacija iz rasponske konstrukcije na potpornu konstrukciju.

Dilatacione spojnice mostova predstavlja opšti naziv za uređaj koja omogućuje rad objekta i preuzimanje deformacija – pomaka i rotacija. Obično se ugrađuju na krajnjim stubovima rasponske konstrukcije.

Prelazne ploče su konstruktivni elementi krajnjih stubova i služe za obezbeđenje kontinuiranog prelaza sa trupa puta na most.

Osovina puta na mostu je identična sa osovinom trase puta, s tim da nije obavezno identična sa osovinom rasponske konstrukcije.

Visina mosta je visina merena od odgovarajuće ravnine terena do nivelete objekta.

Ukupna visina krajnjeg oslonca je visina merena od dna temelja do nivelete objekta.

Ukupna visina srednjih stubova je visina merena od dna temelja do donje ivice rasponske konstrukcije.

Svetla visina je slobodna visina od terena (Nivoa srednje vode, nivelete donje saobraćajnice) do donje ivice RK.

Konstrukciona visina je visina RK koja može da bude promenljiva ili konstantna.

Zaštitna visina ispod mosta je visinska razlika od najniže donje površine rasponske konstrukcije do merodavnog nivoa visoke vode.

Ukupna dužina mosta je odstojanje između osovine ležišta ili osovina krajnjih stubova, kod okvirnih konstrukcija bez ležišta.

Ukupna širina mosta je odstojanje između spoljnih ivica ivičnih venaca.

Statički rasponi mostova su razmaci između osovine susednih stubova.

Niveleta mosta je identična niveleti trase puta na mostu.

Ukupna površina mosta je proizvod ukupne dužine i ukupne širine mosta, a služi kao pokazatelj veličine mosta.

Gredni sistemi mostova su sistemi kod kojih je rasponska konstrukcija odvojena od stubova sa ležištima.

Okvirni (ramovski) sistemi mostova su sistemi kod kojih je rasponska konstrukcija fiksirano ili zglobovima povezana sa potpornom konstrukcijom.

Lučni mostovi su objekti kod kojih osnovni noseći element ima oblik zakrivljenog nosača – luka ili svoda.

Viseći sistemi mostova su sistemi kod kojih noseću konstrukciju čine parabolični kablovi koji preko pilona i vešaljki nose gredu za

ukrućenje koja direktno preuzima pokretno opterećenje.

Mostovi sa kosim zategama su sistemi kod kojih je gredna rasponska konstrukcija pomoću kosih kablova – zatega obešena (elastično poduprta) na pilone.

Glavna konstrukcija mosta premošćuje aktivno korito širokih (plovnih) reka.

Inundacione konstrukcije premošćuju inundacione otvore između aktivnog korita i odbrambenih nasipa.

9.9.1.4 Korištene skraćenice

AP – autoput
 ABP – armirani betonski prednapregnuti (most, konstrukcija)
 VP – višetračni put (brzi put)
 M/R/L – magistralni, regionalni i lokalni putevi
 BM – betonski most
 SM – spregnuti most
 RK – rasponska konstrukcija (mosta)
 BIM – betonski integralni most
 BRK – betonska rasponska konstrukcija
 SRPS – srpski standard
 EC – Evrokod – evropski standard
 EN – evropska norma
 ŽP – železnička pruga

9.9.2 UOPŠTENO O STUBOVIMA MOSTOVA

Mostove kao funkcionalne saobraćajne objekte čine tri celine:

- rasponska konstrukcija,
- potporna konstrukcija – stubovi mostova,
- oprema mostova.
- Predmet ove smernice su potporne konstrukcije mostova koje čine krajnji (obalni) stubovi i srednji (rečni) stubovi. Duboko temeljenje stubova na bušenim šipovima i bunarima je obrađeno u smernicama 10.1 i 10.2.
- Rasponske konstrukcije betonskih mostova obrađene su u smernici 9.7, a RK spregnutih mostova u smernici 9.8.
- Oprema mostova je obrađena u smernici 9.12 pod nazivom sekundarni elementi i oprema mostova.
- Bez obzira na materijal od kojeg je izgrađena rasponska konstrukcija (AB ili ABP, čelik, spregnuti preseći) stubovi

mostova se grade od armiranog i nearmiranog betona, a samo u izuzetnim prilikama od kamena ili čelika. U ovoj smernici težište je na stubovima grednih i okvirnih mostova, jer je više od 80 % svih mostova na savremenim putevima sa grednim i okvirnim sistemima

Prema položaju i funkciji u konstrukciji grednih i okvirnih sistema mostova razlikujemo:

- krajnje ili obalne stubove i
- srednje ili rečne stubove.

Kod zasvođenih i lučnih mostova razlikujemo:

- stubove svodova i lukova,
- krajnje stubove nadlučne konstrukcije,
- stubove nadlučne konstrukcije.

Kod visećih i mostova sa kosim zategama razlikujemo:

- krajnje stubove,
- ankerske blokove za noseću užad odnosno zatege,
- stubove pilona.

Kod nekih rešenja visećih i mostova sa kosim zategama konstrukcije krajnjih stubova i ankerskog bloka mogu da budu objedinjene.

Krajnji i srednji stubovi mostova preuzimaju od rasponskih konstrukcija i na temeljno tlo prenose:

- gravitacione sile od sopstvene mase noseće konstrukcije, stubova, opreme i instalacija na mostu,
- uticaje korisnog – pokretnog opterećenja,
- uticaje od prirodnih sila (promena temperature, vetar, sneg, led, tekuća i mirna voda, zemljotres, potisak sila, sleganje oslonaca),
- uticaje koji nastaju zbog intervencija na mostovskoj konstrukciji u svrhu kontrolisane izmene naponskih stanja (prednaprezanje, sprezanje, denivelacije),
- uticaje koji nastaju kao posledica reoloških osobina betona,
- otpori trenja u ležištima konstrukcija mostova,
- sile i uticaji u toku građenja i montaže mostova,
- ekscresni uticaji (udari vozila, udari brodova itd),
- vanredna opterećenja.

Pored preuzimanja i prenosa uticaja i sila, stubovi treba da ispune funkcionalne zahteve:

- da omoguće poduzna izduženja i skraćenja rasponske konstrukcije i stubova usled promene temperature,

- prednaprezanja, skupljanja i tečenja betona,
- da omoguće deformacije rasponske konstrukcije i stubova i uglove rotacije na osloncima, rotacije usled torzije i sleganja oslonaca,
 - da budu sigurni, trajni, pouzdani, dobro oblikovani i pogodni za gradnju i održavanje.

Oblik, konstrukciju i dimenzije stubova određuju:

- noseći sistem mosta (gredni, okvirni, lučni, viseći i mostovi sa kosim zategama),
- morfologija i karakter prepreke (vodena prepreka, suva prepreka),
- ukupna visina stubova i visina stubova iznad terena,
- dubina i osobine nosivog tla na kome se temelje stubovi mosta i način temeljenja,
- način oslanjanja i veze rasponske konstrukcije, krajnjih stubova i stubova mosta,
- broj i veličina raspona noseće konstrukcije mosta,
- konstrukcija i ukupna širina rasponske konstrukcije mosta,
- odabrani položaj stubova u dispozicionom rešenju mosta,
- ugao ukrštanja osovine mosta i osovine prepreke,
- odnosi vertikalnih i horizontalnih sila na mostu odnosno stubovima mosta,
- materijal za stubove i tehnologija izgradnje stubova,
- materijal rasponske konstrukcije i tehnologija izgradnje,
- skladnost rešenja stubova u celini mosta,
- veština, znanje i iskustvo projektanta.

Osnovne razlike u konstrukciji krajnjih stubova i stubova proizlaze iz njihove funkcije. Krajnji stubovi pored preuzimanja uticaja od rasponske konstrukcije zatvaraju nasip na spoju sa putem i odupiru se potisku tla. Konstrukcijom krajnjih stubova rešavaju se i krilni zidovi. Srednji stubovi mosta uglavnom preuzimaju uticaje sa rasponske konstrukcije što predodređuje njihovu simetričnu formu i konstrukciju.

Veza i oslanjanje rasponskih konstrukcija zavisi od:

- nosećeg sistema mosta,
- ukupne dužine mosta, broja i veličine raspona,
- visine stubova i krajnjih stubova,
- kvaliteta nosivog tla, dubine i vrste temeljenja,
- materijala rasponske konstrukcije.

Razlikuju se tri osnovna načina oslanjanja i veze rasponskih i potpornih konstrukcija:

- kruta, homogena veza (uklještenje),
- zglobna veza ili zglobno oslanjanje,
- linijski ili tačkasti oslonci (ležišta) sa potpunom ili ograničenom pokretljivošću.

Detaljnije informacije o vezama i oslanjanju rasponskih i potpornih konstrukcija date su u tački 9.3.5 Smernice za koncipiranje, projektovanje i konstruisanje mostova.

9.9.3 KRAJNI – OBALNI STUBOVI MOSTOVA (OPORCI)

9.9.3.1 Uvod

Krajni-obalni stubovi imaju dvostruku funkciju, da preuzmu uticaje (sile) sa rasponske konstrukcije i da zatvore nasipe iza objekta i uspostave geometrijsku, funkcionalnu, konstruktivnu i oblikovno – estetsku vezu i prelaz sa puta na most.

Krajnji ili obalni (ako se premošćuje reka) stub predstavlja oslonac grednih, okvirnih ili nadlučnih konstrukcija lučnih mostova. Krajnji stub zadržava – poduhvata trup (nasip) puta u prelazu na konstrukciju mosta i predstavlja krajnji oslonac rasponskih konstrukcija. U celini konstrukcije krajnjih stubova najčešće se rešava i poduhvatanje bočnih strana nasipa puta u dužini do 10 m. Navedene tri funkcije: čono zadržavanje nasipa, bočno poduhvatanje nasipa i oslanjanje RK predodređuju konstrukciju i dimenzije krajnjih stubova. U zavisnosti od morfologije terena u zoni krajnjih stubova, tipa rasponske konstrukcije, dimenzija trupa puta (nasip, usek, zasek), uslova temeljenja zavisi visina, funkcija i konstrukcija krajnjih stubova. Prisustvo i međuzavisnost velikog broja činilaca koji se menjaju shodno prirodnim i veštačkim uslovima, razlog su različitih rešenja.

Izbor lokacije krajnjeg stuba predodređuje bitne elemente njegove konstrukcije i načina temeljenja. U zavisnosti od ugla ukrštanja saobraćajnice i prepreke, krajnji stubovi mogu da budu izvedeni za vodoravan most ili za kosi most. Kosi krajnji stubovi imaju složenu geometriju i teži su za gradnju. Ukupna visina krajnjeg stuba (visina od nivelete do dna temelja) treba da bude u granicama od 8 do 10 m (15 m), a ukupna dužina od osovine stuba do kraja uklještenih krila do 10 m (14 m).

Kod izbora širine krajnjeg stuba moguća su tri slučaja:

- širina krajnjeg stuba manja je od ukupne širine mosta,
- širina krajnjeg stuba ista je kao i ukupna širina mosta,
- širina krajnjeg stuba veća je od ukupne širine mosta.

Krajnji stubovi mogu da budu direktno temeljeni ako je noseće tlo na dubini do 4 (6) m ili indirektno na bušenim šipovima ili bunarima za dubine temeljenja veće od 4 (6) m.

Kod konstruisanja krajnjih stubova nisu poželjna konzolna krila duža od 6 m i kraća od 3 m. Svi ostali podaci, koji se odnose na konstruisanje krilnih zidova, data su u poglavlju 9.12.1.3. Smernice 9.12.7 Prelaz sa puta na most.

Na krajnjim stubovima na kojima su predviđene veće dilatacijske spojnice (dužina dilatiranja veća od 100 m), potrebno je izvesti kanal (komoru) za montažu, odvodnjavanje i kontrolu dilatacijskih spojnica (kontrolna komora) minimalnih dimenzija 100/150.

Krajnji stub treba da se konstruiše tako da omogućuje jednostavno ugrađivanje i zamenu ležišta i dilatacijskih spojnica i delova iz sistema kišne kanalizacije koja je priključena na krajnji stub ili prolazi kroz krajnji stub.

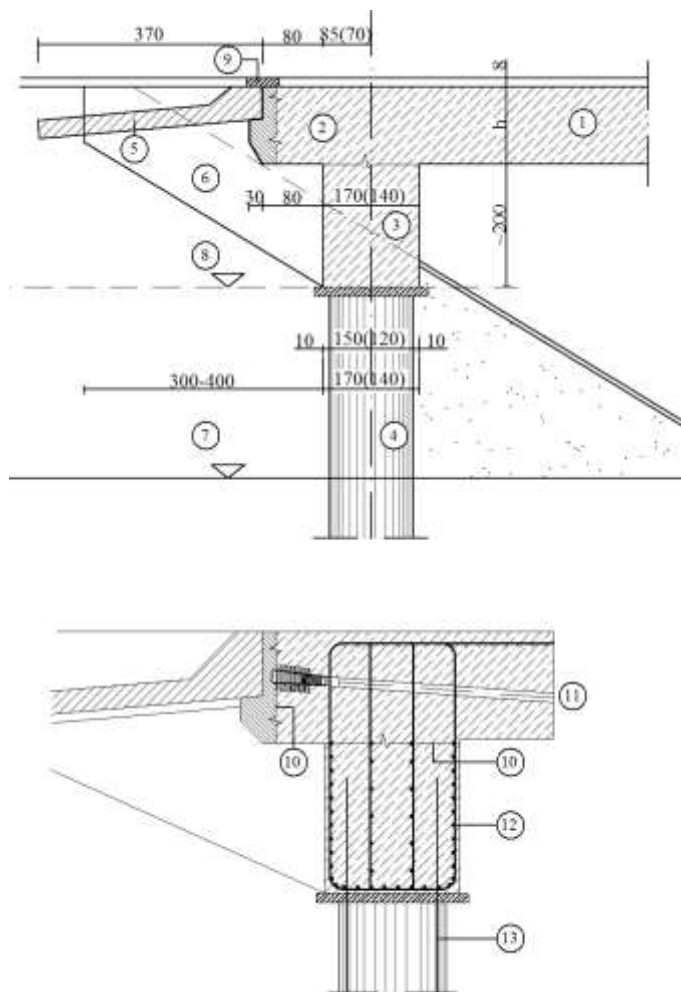
U zavisnosti od namene, vrste objekta i nosećeg statičkog sistema mogu da budu:

- krajnji stubovi manjih mostova, podvožnjaka i nadvožnjaka,
- krajnji stubovi vijadukata,
- obalni stubovi mostova.

9.9.3.2 Krajnji stubovi manjih mostova, podvožnjaka i nadvožnjaka

Manji mostovi, podvožnjaci i nadvožnjaci dužine do 80 m su uglavnom integralne okvirne AB konstrukcije sa krutom vezom (uklještenjem) krajnjih stubova i rasponskih konstrukcija. Principi konstrukcija krute veze RK i krajnjih stubova na prelazu sa okvirne AB konstrukcije integralnog mosta na trup puta obrađeni su detaljno u smernici 9.3 Koncipiranje, projektovanje i konstruisanje mostova i u smernici 9.4 Manji mostovi i podvožnjaci.

Kod dužih nadvožnjaka i drugih objekata, kod kojih se predviđa projektovanje integralne konstrukcije bez ležišta i dilatacijskih spojnica, konstruišu se elastični obalni stubovi sa propuštenim nasipom i bušenim šipovima ϕ 120 ili ϕ 150 cm. Šipovi se izvode sa nasipa izgrađenog na približno 3,0 m ispod nivelete puta prema slici 9.9.1. Iznad šipova betonira se greda širine 1,40 m odnosno 1,70 m, armirana prema emi sa slike, do radne spojnice na spoju sa rasponskom konstrukcijom. Konceptija konstrukcije je vrlo racionalna jer su šipovi istovremeno temelj i telo krajnjeg stuba.

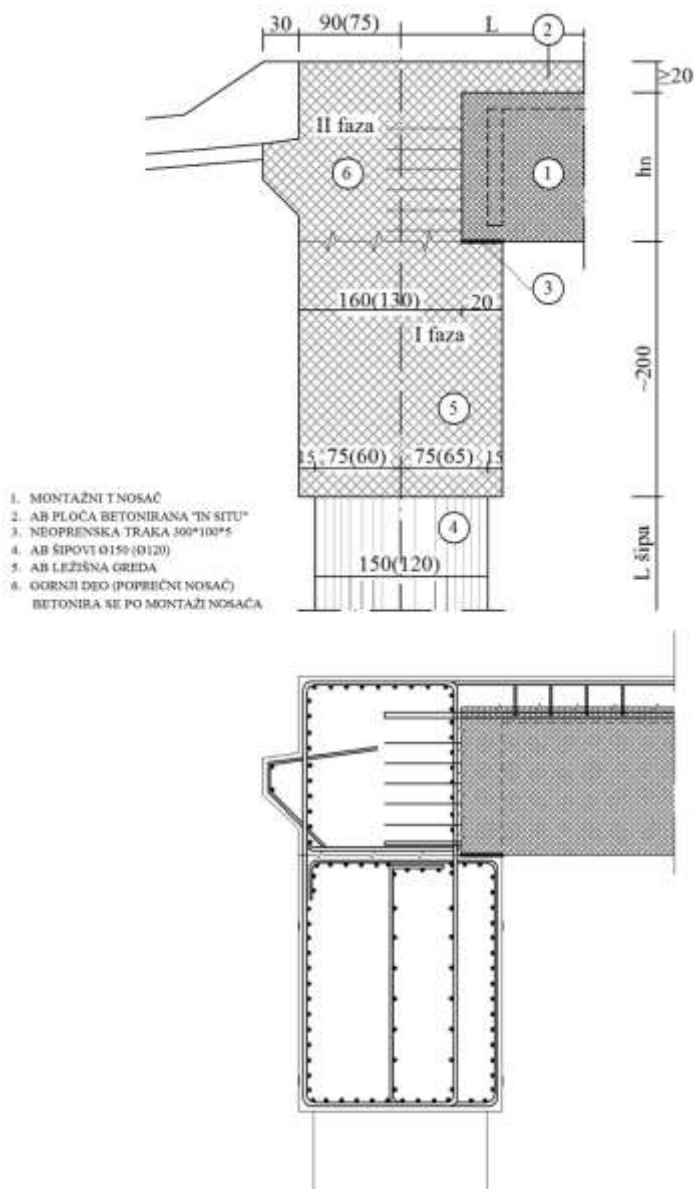


1. AB prednapregnuta rasp. konstr.
2. propust rasp. konstrukcije
3. greda iznad šipova
4. AB šipovi ϕ 150 (f 120)
5. prelazna ploča
6. konzolni krilni zidovi
7. nivo terena
8. nivo nasipa za izradu šipova
9. asfaltna dilat. poliestiren 10-30 cm
10. radne spojnice
11. kablovi za prednaprezanje
12. armatura grede
13. armatura šipova

Slika 9.9.1: Elastični krajnji stub sa propuštenim nasipom

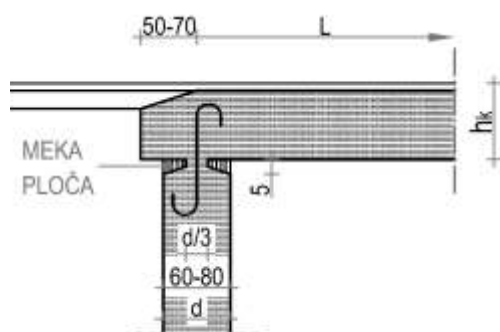
Rasponska konstrukcija se propusti za 80 (80 + 30) cm, čime se izbegava kolizija armature grede iznad šipova i glava kablova RK. Spoljna armatura iz grede produžava se i povezuje sa gornjom armaturom rasponske konstrukcije. Po zatezanju kablova betonira se čeona površina propusta i oslonac prelazne ploče.

Integralna konstrukcija objekta može da se izgradi i sa rasponskom konstrukcijom od prefabrikovanih AB prednapregnutih T nosača sa širokim tankim gornjim pojasom. Betoniranjem ploče i poprečnih nosača na licu mesta ostvaruje se spregnuta montažno monolitna okvirna – integralna konstrukcija. Na slici 9.9.2 je pokazan detalj takve konstrukcije na krajnjim stubovima.



Slika 9.9.2: Konstrukcija vrha krajnjih stubova sa montažnom RK

Kod oslanjanje AB rasponskih konstrukcija manjih mostova i podvožnjaka otvora do 15 m na krute, niske krajnje stubove preporučuje se konstruisanje AB zglobova (slika 9.9.3).



Slika 9.9.3: Zglobna veza AB rasponske konstrukcije i krajnjeg stuba

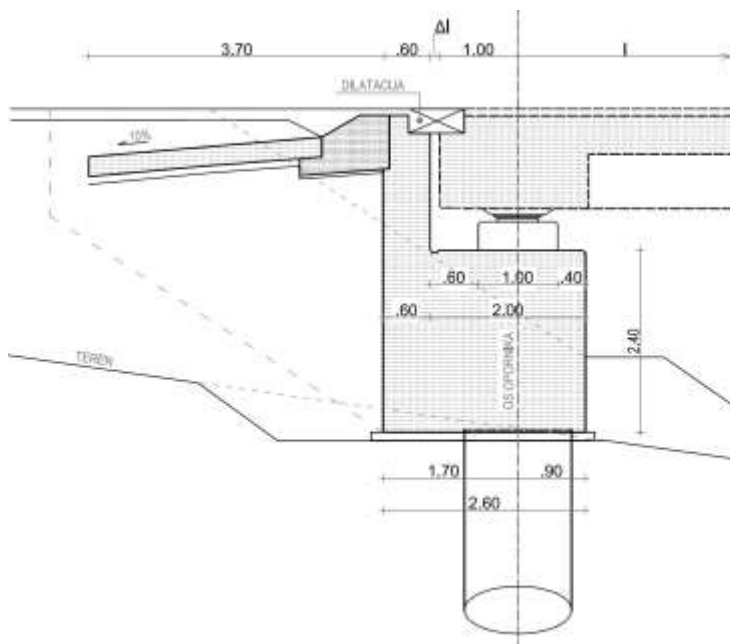
Armirani betonski linijski zglobovi širine $d/3$ (20 – 30 cm), visine 5 cm formiraju se na oba obalna stuba pomoću mekih ploča (stiropor ili bitumenske ploče). Moguća je primena zglobova i za raspone do 20 m ako su temelji krajnjih stubova relativno uži i temeljeni u manje krutom tlu (moguća rotacija). Rasponska konstrukcija treba da pređe preko osovine stuba 50 – 70 cm.

Za objekte otvora od 15 (20) m na regionalnim i lokalnim putevima na krutim stubovima koje nije moguće projektovati kao integralne konstrukcije, potrebno je da se oslanjanje konstruiše preko ležišta. Jednostavna konstrukcija veze AB rasponske konstrukcije i krajnjih stubova data je na slici 9.9.4.



Slika 9.9.4: Oslanjanje RK i krajnjeg stuba preko ležišta

Kod objekata veće dužine koje nije moguće projektovati kao integralne konstrukcije sa krutom vezom rasponskih konstrukcija, projektuju se kao kvazi-integralne ili kontinualne konstrukcije sa pokretnim ležištem na krajnjim stubovima, kao što pokazuje slika 9.9.5. Propust AB konstrukcije preko osovine ležišta treba da bude 60 – 70 cm, a za AB prednapregnute konstrukcije 80 – 100 cm da se omogući pravilan unos reakcije u krajeve RK, pravilno armiranje i da se zaštiti glava kabla od korozije.



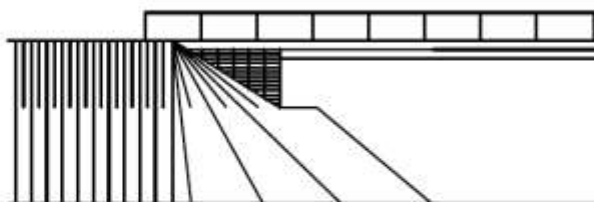
Slika 9.9.5: Konstrukcija vrha krajnjeg elastičnog stuba sa ležištem, dilatacionom spojnicom i prelaznom pločom

9.9.3.3 Krajnji stubovi viadukata

Kod viadukata, dugih nadvožnjaka i dugih inundacionih konstrukcija mostova na rekama, konstrukcija krajnjih stubova (oporaca) zavisi od oblika terena, uslova

temeljenja ukupne visine stuba i dužine viadukata.

Ako se krajnji stub projektuje na ravnom terenu preporučuje se konstrukcija sa propuštenim nasipom (slika 9.9.6) koja omogućuje ekonomično rešenje bez pune čeone stene veće debljine.



Slika 9.9.6: Propušteni nasip na krajnjem stubu vijadukta

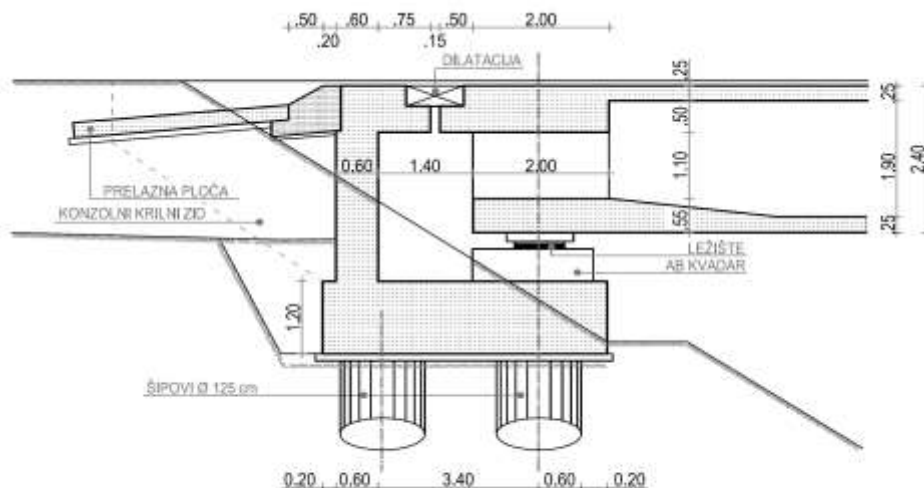
Ako je nosivo tlo na manjoj dubini do 4,0 m sa direktnim temeljenjem konstruišu se podupirači (slika 9.9.7). Za veće dubine

nosećeg tla i temeljenje na bušenim šipovima nasipa se, do određene visine, izvodi pre bušenja šipova.

Za duže vijadukte kod kojih se na krajnjim stubovima ugrađuju veće dilatacione spojnice kojima su potrebni kanali (komore) dimenzija 100/150 ležišna greda se proširuje za 100 cm, iz 2,60 na 3,60 m tako da ne dolazi u obzir rešenje sa punim čeonim stenama. Konstrukcija krajnjeg stuba sa komorom na vrhu slična je konstrukciji sa

slike 9.9.7, s tim da su širina ležišne grede i dimenzije preseka podupirača prilagođene i usklađene.

Za visoke krajnje stubove vijadukata sa komorama koje moraju duboko da se temelje, treba primeniti rešenje sa dva reda šipova i propuštenim nasipom (slika 9.9.8).

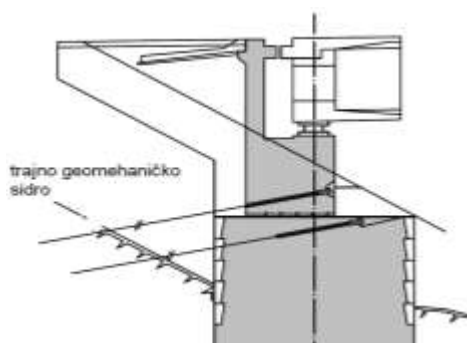


Slika 9.9.8: Konstrukcija vrha krajnjeg stuba sa dubokim temeljenjem, propuštenim nasipom i komorom za instalacije

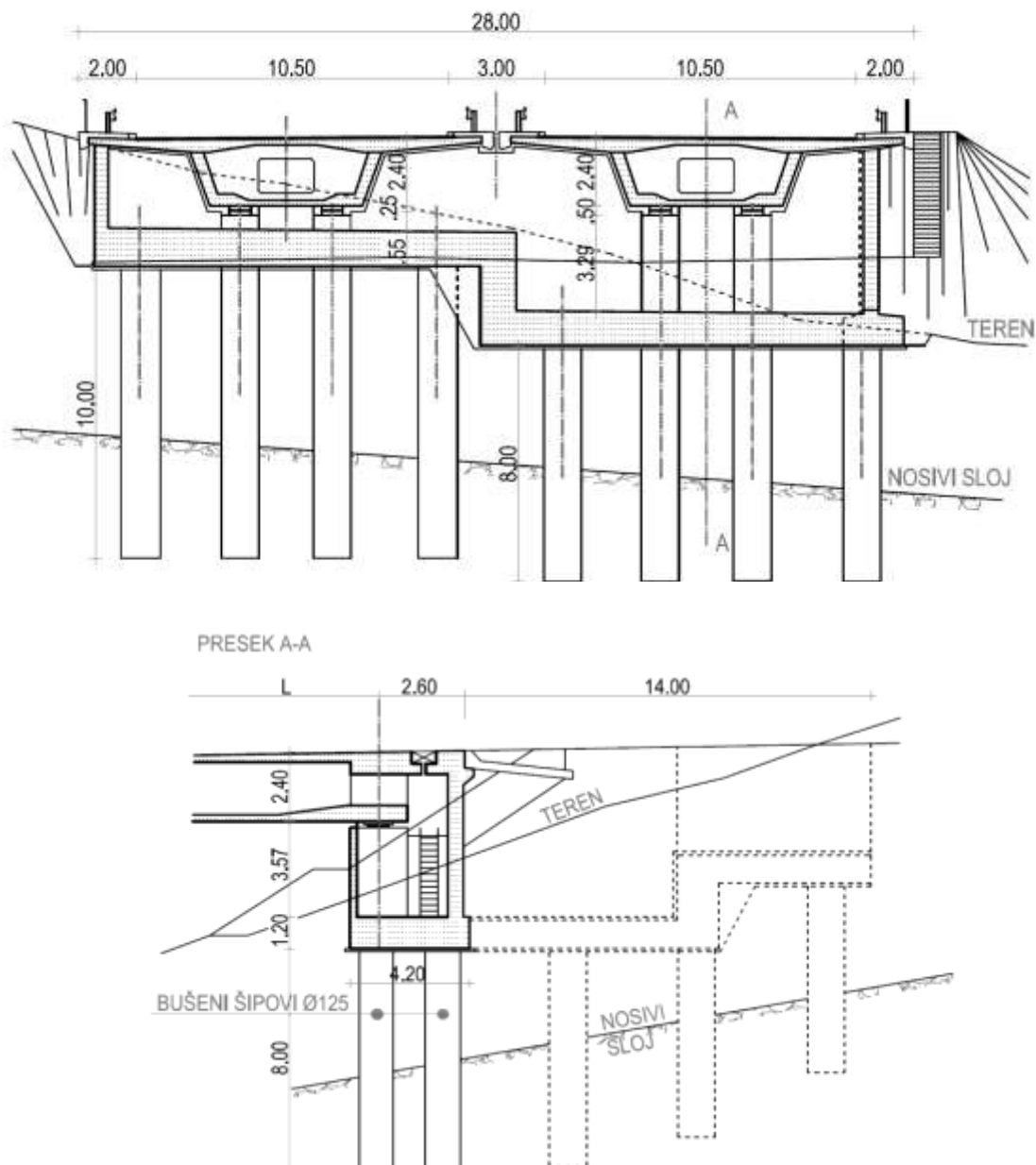
Veliki broj vijadukata ima krajnje stubove na strmim padinama. Poželjno je da ukupna visina tih stubova bude što manja. Vidljiva visina krajnjih stubova ne bi trebalo da bude veća od 5 – 7 m, tako da krajevi vijadukta zalaze u teren.

Na strmim padinama sa debljim pokrivačima nisu poželjni veći iskopi koji ugrožavaju stabilnost i skupe mere zaštite iskopa. Na slici 9.9.9 vidi se relativno nizak krajnji stub vijadukta koji je na strmoj padini temeljen pomoću bunara i dodatno obezbeđen trajnim geotehničkim ankerima.

Specifična je konstrukcija krajnjih stubova vijadukata na padinama koje imaju nagibe u pravcu osovine vijadukta i nagibe približno pod pravim uglom na osu objekta. Ako je noseći sloj na većoj dubini i potrebno je duboko temeljenje, konstrukcija stuba se mora tome da se prilagodi. Na slici 9.9.10 pokazan je uzoran primer konstrukcije krajnjeg stuba na vijaduktu autoputa. Padine su strme u obe ravni, a noseći sloj je na dubini 8,0 – 10,0 m od površine terena.



Slika 9.9.9: Krajnji stub vijadukta na strmoj padini



Slika 9.9.10: Konstrukcija krajnjeg stuba vijadukta na autoputu na strmim padinama i dubokom temeljenju

9.9.3.4 Obalni stubovi mostova

U ovoj tački biće obrađeni obalni stubovi većih i dužih mostova bez propuštenih nasipa. Ako postoje i inundacioni otvori tada nema izrazitih obalnih stubova. Krajnji stubovi su na krajevima inundacionih otvora i konstruišu se kao krajnji stubovi vijadukata sa propuštenim nasipom.

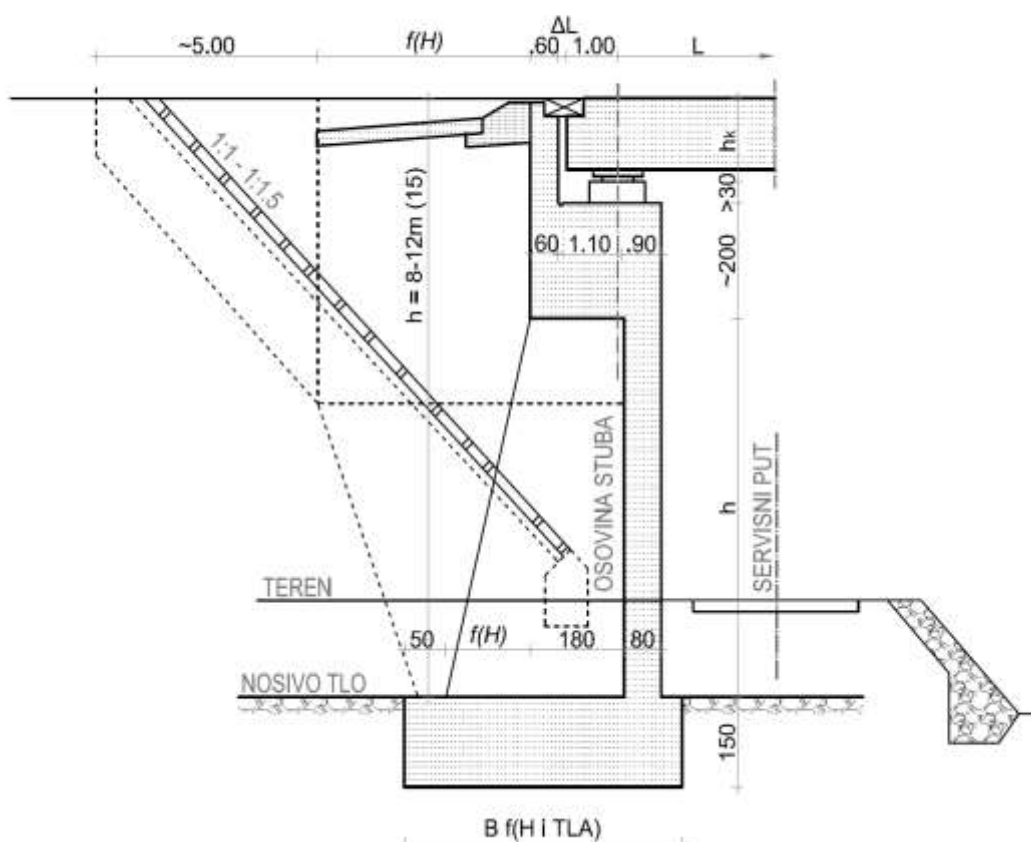
Obalni stubovi mostova konstruišu se tako da zadovolje sve tri osnovne funkcije: preuzimanje opterećenja i omogućavanje deformisanja rasponske konstrukcije, prihvatanje čela nasipa puta i prihvatanje

bočnih strana nasipa na racionalnoj dužini. Oblik, dimenzije i konstrukcija obalnih stubova zavisi od više činilaca koji su naznačeni u tački 9.9.2. Visina obalnih stubova varira u širokim granicama od 6,0 – 15,0 m i najneposrednije utiče na izbor konstrukcije obalnih stubova. Obalni stubovi se najčešće konstruišu sa paralelnim krilnim zidovima. Racionalna mera ukupne dužine paralelnih krilnih zidova koji se projektuju u celini sa čeonim zidom je 10,0 m. Vrh ili glava obalnog stuba, koji čine ležišna greda i nadzidak, sa osloncem za prelaznu ploču, konstruiše se u skladu sa: dimenzijama i tipom poprečnog preseka rasponske konstrukcije, veličini propusta rasponske

konstrukcije preko teoretske osovine oslanjanja obalnog stuba, veličine dilatiranja, tipa dilatacijske spojnice i ležišta.

Vrhovi obalnih stubova za mostove sa dužinom dilatiranja manjom od 100 m nemaju komore. Propust preko teoretske osovine oslanjanja može da bude 70 cm za AB rasponsku konstrukciju ili 100 cm za AB prednapregnutu RK. Širina ležišne grede je 2,70 odnosno 3,00 m i ova širina uslovljava debljinu čeonog zida. Debljina nadzidka ne sme da bude manja od 50 – 60 cm da može da preuzme dinamičke sile od udara vozila na dilatacionu spojnicu. Puni čeon zid postaje previše masivan i neekonomičan. Na slici 9.9.11 pokazan je presek konstrukcije

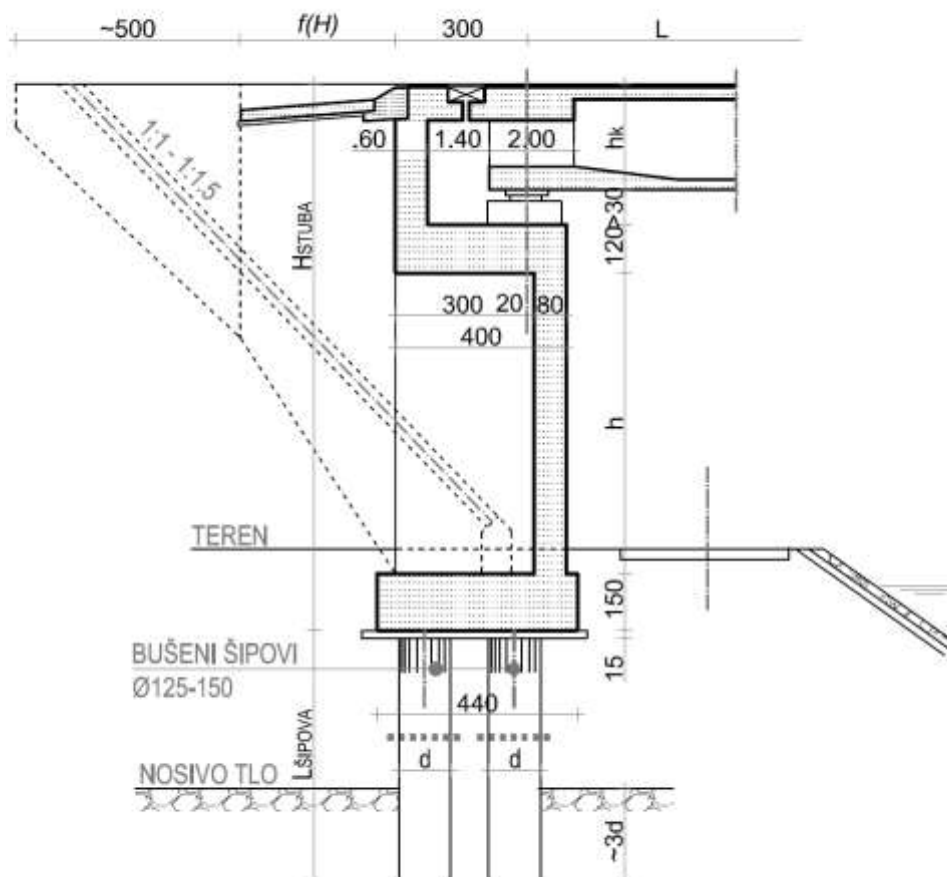
obalnog stuba ukupne visine 8,0 – 12 (15) m koji je direktno temeljen u noseće tlo na dubini 4 – 6 m od površine terena. Telo obalnog stuba čine čeon zid debljine 60 – 80 cm, podupirači debljine 60 – 80 cm promenljive visine i temeljna ploča debljine 1,20 – 1,50 m i širine u zavisnosti od ukupne visine stuba i nosivosti temeljnog tla. Broj i dimenzije podupirača zavise od ukupne širine mosta. Širina obalnog stuba jednaka je širini mosta, tako da ivični podupirači čine celinu sa paralelnim krilnim zidovima. Nagib kupe je 1:1 do 1:1,5 i prilagođava se slobodnoj visini stuba i dužini krilnih zidova. Obalne stubove je korisno postaviti najviše 6 – 10 m od ivice rečnog korita, tako da se omogućuje i ne prekida komunikacija duž reke ispod mosta.



Slika 9.9.11: Presek obalnog stuba mosta visine 8 - 12 (15) m za mostove sa dužinom dilatiranja do 100 m

Kod mostova sa dužinom dilatiranja većom od 100 m dilatacijske spojnice su veće i komplikovanije konstrukcije pa je potrebno predvideti komore širine 1,00 – 1,40, minimalne visine 1,50 m za ugradnju i servisiranje dilatacijskih spojnica i ležišta i za ulaz u sandučaste RK mostova. Širina ležišne grede je 4,00 m pa se obalni stub konstruiše u skladu sa presekom na slici 9.9.12. Na slici je dat obalni stub sa dubokim temeljenjem na dva reda bušenih šipova ϕ 120 – 150 cm. Naglavna ploča iznad šipova

debljine 1,50 – 1,80 m spuštena je 0,50 – 1,00 m ispod površine terena. Bušeni šipovi se ankerišu približno 3 m u noseće tlo i konstruišu se u skladu sa SRDM 10.1 Temeljenje na bušenim šipovima. Sa bočne strane obalnih stubova treba predvideti stepenice i vrata za kontrolisan ulaz u komoru i unutrašnjost RK. Ako se kroz unutrašnjost sandučaste konstrukcije sprovedu instalacije, dimenzije komore se prilagođavaju tim uslovima.



Slika 9.9.12: Presek obalnog stuba mosta visine 8 – 12 (15) m za mostove sa dužinom dilatiranja većom od 100 m i dubokim temeljenjem na bušenim šipovima.

9.9.4 SREDNJI (REČNI) STUBOVI MOSTOVA

9.9.4.1 Uvod

U tački 9.9.2 Uopšteno o potpornim konstrukcijama – stubovima mostova, navedeno je koje sve uticaje stubovi preuzimaju od rasponskih konstrukcija i prenose u temeljno tlo.

Osnovni zahtevi koje stubovi mostova treba da ispune:

- da preuzmu od RK sve uticaje (sile i momente u obe ravni) i da ih prenesu u temeljno tlo,
- da omoguće podužnu deformaciju i uglove rotacije RK,
- stubove i njihove temelje treba konstruisati tako da njihova gradnja i održavanje bude izvodljivo i ekonomično,
- stubovi i temelji treba da budu sigurni, trajni i pouzdani.

Od svih delova noseće konstrukcije mosta, stubovi projektantu pružaju najviše mogućnosti za konstruisanje, oblikovanje i

skladan izgled mosta kao celine. Znanje i iskustvo oslobađaju kreativne potencijale projektanta da kod konstruisanja stubova iskoristi komparativne prednosti lokacije mosta. Do dobrih rešenja dolazi se kroz više varijanti prema obliku, konstrukciji, načinu veza i oslanjanja sa RK, načinu temeljenja i građenja.

Elementi koji utiču na izbor oblika, konstrukcije i dimenzije stubova:

- noseći sistem mosta,
- morfologija i karakter prepreke,
- visina stubova,
- način temeljenja, dubina i kvalitet temeljnog tla,
- izbor veze i oslanjanja rasponske konstrukcije na stubove,
- ugao ukrštanja mosta i prepreke, tehnologija i organizacija građenja.

U savremenoj mostogradnji, stubovi se grade od armiranog betona. Kvalitetan kamen koristi se kao obloga kod rečnih stubova. Čelični ili spregnuti stubovi mogući su kao rešenja kod nadvožnjaka, visokih ulica i nadlučnih konstrukcija lukova. Kod većine mostova stubovi se grade, betoniraju „in situ“,

a samo u nekim slučajevima, kod manjih mostova i nadvožnjaka i u montažnoj izvedbi, koja nije poželjna zbog manje trajnosti.

Kod izgradnje grupe mostova na novim putevima korisno je i ekonomično ujednačavanje formi i dimenzija stubova, čime se utiče na ekonomičnost izgradnje. Unifikacija oblika ima više smisla kod mostova koji nisu izloženi pogledu. Kompaktna i lepa površina stubova može se postići samo sa dobrim oplatama.

Kod izgradnje stubova, posebno visokih stubova, neophodna je geodetska i geometrijska kontrola. Greške u dimenzijama i vertikalnosti moraju da ostanu u dozvoljenim granicama. Najveći dodatni uticaji visokih stubova dolaze od građevinskih grešaka.

Srednji stubovi su podeljeni i obrađeni u dve osnovne grupe:

- rečni stubovi mostova i
- srednji stubovi vijadukata i nadvožnjaka.

9.9.4.2 Rečni stubovi mostova

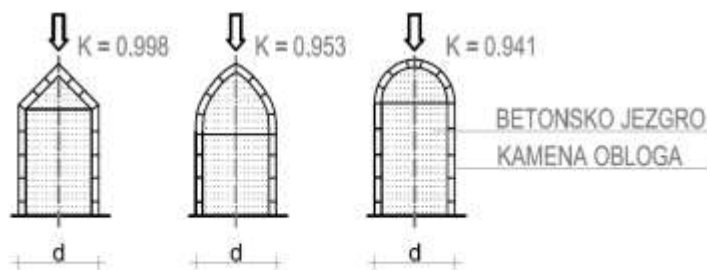
Mostovi na rekama su najstarija i izvorna kategorija mostova. Uprkos svim prednostima, reke su uvek bile velika prepreka u slobodnom kretanju ljudi i dobara. Premošćavanje reka otvaralo je puteve potreba i želja. Temeljenje i izgradnja rečnih

stubova bili su i ostali prva i jedna od najtežih prepreka u izgradnji mostova. Teškoće rastu sa veličinom reke, dubinom i brzinom vode i sa položajem i kvalitetom nosećeg tla za temeljenje. U poslednja dva veka najveća evolucija i napredak je postignut u načinu, tehnici i tehnologiji temeljenja, a manji u formi i dimenzijama stubova. Kamen i nearmirani beton ustupili su mesto armiranom betonu.

Za razliku od drugih stubova, rečni stubovi su izloženi i silama vodenog toka, uz abrazivno, erozivno i hemijsko dejstvo, kao i udaru leda i udaru brodova. Sva ova dejstva bitno utiču na dimenzije, masu i oblik rečnih stubova.

Konstruisanje, oblikovanje i gradnja rečnih stubova usklađuje se sa režimom izmene nivoa vode. Temelji rečnih stubova su ispod dna rečnog korita. Vrh temelja ne sme da bude iznad dna rečnog korita. Glave stubova, ležišne grede i kvadri su minimum 0,50 – 1,0 m iznad nivoa $H \ 1/100$. Veštačko ostrvo i pomoćne skele za izgradnju rečnih stubova su na nivou radne vode u predviđenom periodu izgradnje i moraju da se uklone po završenoj izgradnji.

Prednja strana rečnih stubova u smeru toka konstruiše se na način koji stvara najpovoljnije uslove protoka (minimalna konstrukcija), što zavisi od brzine toka, dimenzija i materijala stubova (slika 9.9.13).



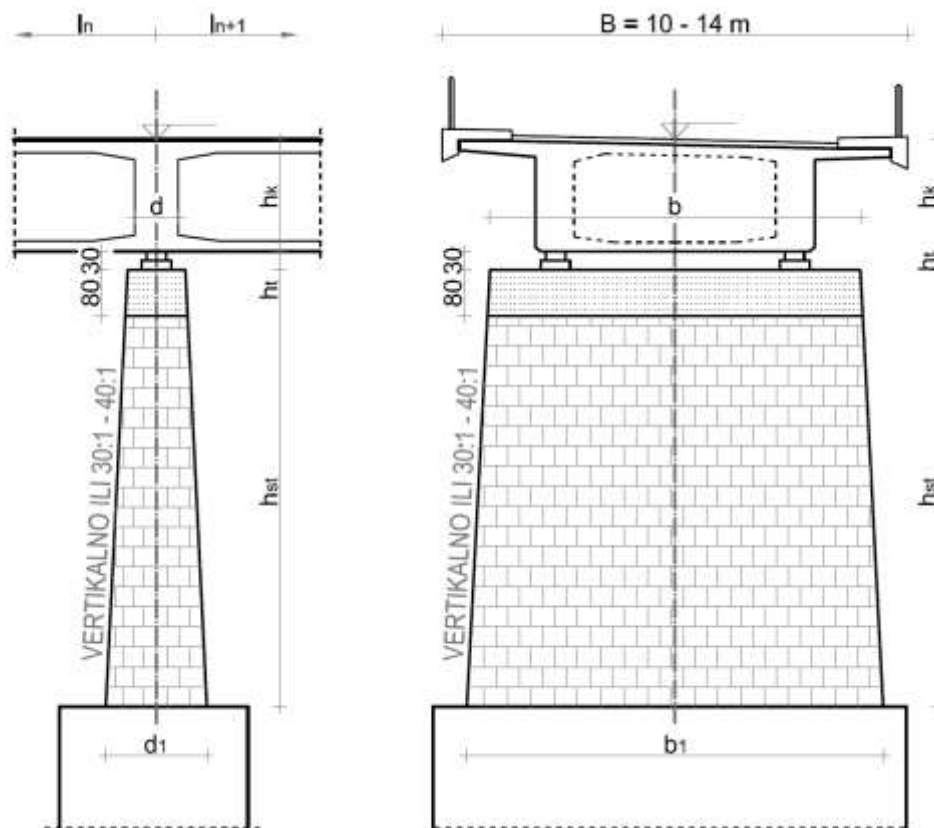
Slika 9.9.13: Oblikovanje preseka rečnih stubova u smeru toka reke

Na osnovu iskustava, saznanja iz literature, pregleda oštećenih mostova i obavljenih sanacija, za stubove u većim rekama predlažu se dva rešenja masivnih rečnih stubova.

Rečni masivni stub u vidu armiranog betonskog platna blago promenljive ili konstantne debljine i širine sa oblogom od

kamena (slika 9.9.14). Visina ovih stubova može da varira od 5 – 15 m. Širina stubova je veća od širine RK bez nagiba bočnih strana ili sa nagibom 10:1 – 30:1.

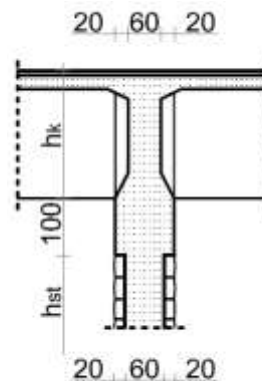
Debljina stubova može da bude konstantna ili promenljiva sa nagibom strana 30:1 do 40:1. Minimalna debljina betonskog preseka je 1,50 – 2,00. Na plovnim rekama 2,0 – 3,0 m.



Slika 9.9.14: Masivni rečni stub sa kamenom oblogom

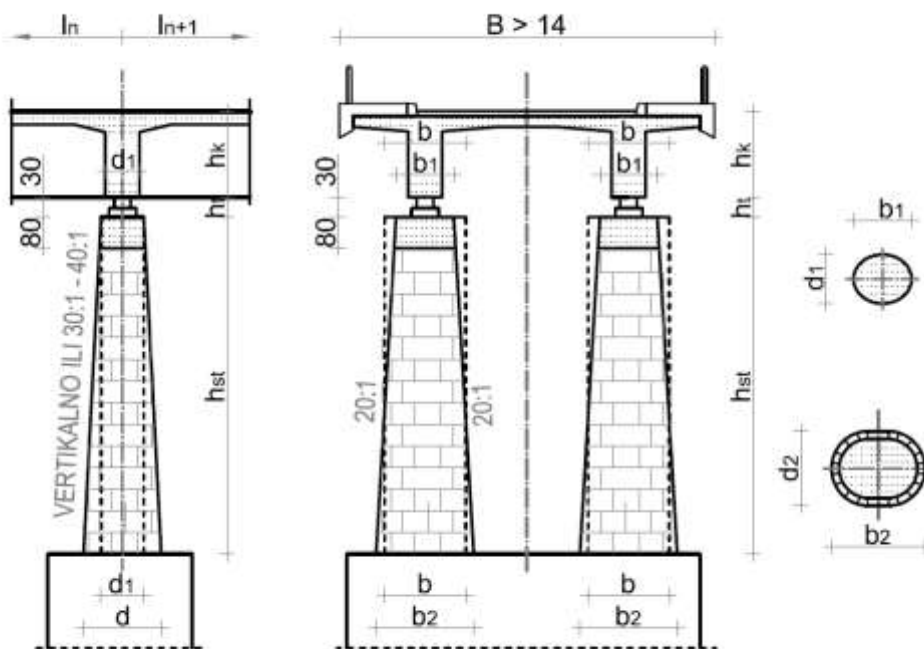
Kamena Obloga debljine 20 – 25 cm izvodi se paralelno sa betoniranjem, sa ravnim i pravilnim spojnicama od temelja do ležišne grede. Samo kod stubova izvan rečnog toka obloga sme da se izvodi naknadno. Izbor vrste kamena, debljine obloge i načina obrade zavise od karaktera, mehaničke i hemijske agresivnosti toka. Konstruktor mosta treba da prouči osobine kamenih konstrukcija i da raspolaže svim relevantnim podacima o reci i zagađenosti vode u toku i nakon izgradnje.

Obloga od kamena može uspešno da se primeni kod relativno tanjih armiranih betonskih rečnih stubova u vidu platna koji su kruto povezani sa rasponskom konstrukcijom. Uslov da ne nastupi odvajanje obloge od jezgra je da se istovremeno izvodi obloga (koja ima funkciju oplata) i betoniranje jezgra (slika 9.9.15).



Slika 9.9.15: Detalj krute veze rečnog stuba sa kamenom oblogom

Kada je kod putnih mostova čija je širina veća od 14,0 m, i širina platna velika, racionalno je primeniti rešenja sa dva stuba (slika 9.9.16).

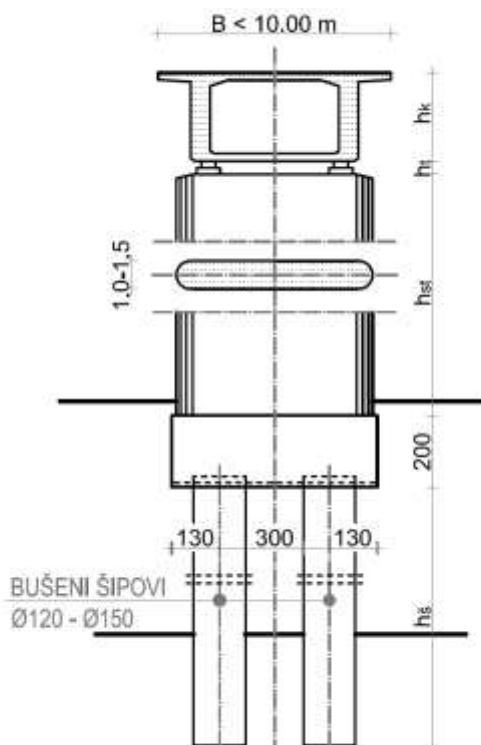


Slika 9.9.16: Dvostruki masivni rečni stubovi za široke mostove i reke sa mirnim tokom bez plovidbe

Rešenje sa odvojenim stubovima ima smisla kod reka sa regulisanim i mirnim tokovima bez plovidbe i plivajućih predmeta. Uslovi protoka i kontrakcija preseka su lošije u odnosu na celoviti stub ($k = 0,90$). Debljina i širina pojedinačnih stubova može da bude konstantna ili blago promenljiva. Do visine 10 – 12 m nije potrebna spojna greda u ravni

ležišne grede, jer to poskupljuje izgradnju i umanjuje izgled mosta.

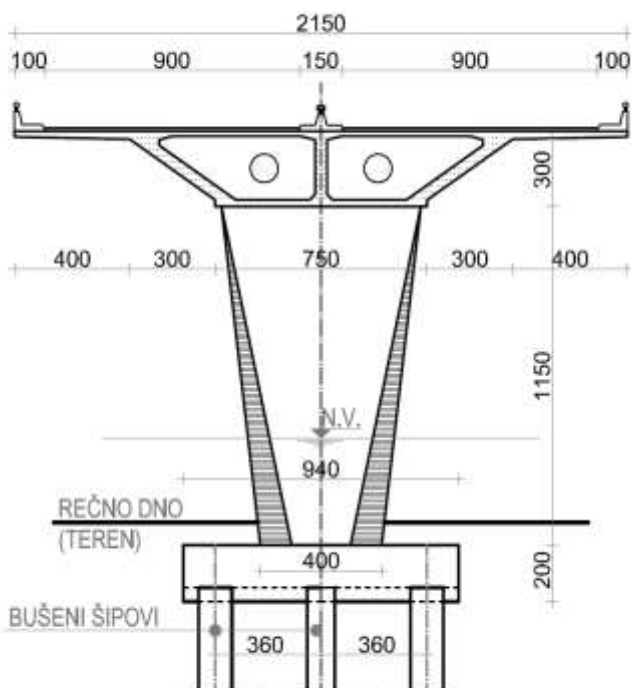
Na manjim mirnim rekama koje nisu hemijski ili mehanički agresivne mogu da se projektuju AB rečni stubovi u vidu platna konstantne debljine 1,00 – 1,50 m sa ili bez glave, u skladu sa poprečnim presekom i vezom sa RK, načinom temeljenja i tehnologijom izgradnje (slika 9.9.17).



Slika 9.9.17: Rečni stub sa ležištima za RK kao AB platno, temeljen na bušenim šipovima

Savremeno rešenje rečnog stuba mosta ili srednjeg stuba vijadukta na višetračnom putu dato je na slici 9.9.18. Konstrukcija kruto vezanog stuba prilagođena je većoj širini

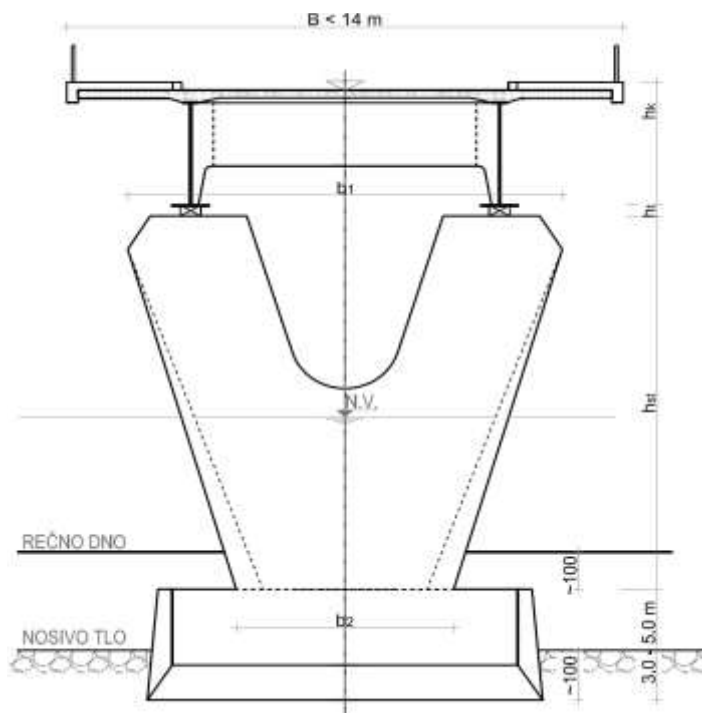
mosta. Potrebna površina preseka u uklještenju u temeljnu ploču postiže se proširenjem debljine stuba u smeri osovine mosta.



Slika 9.9.18: Rečni stub mosta na višetračnom putu

Za rečne stubove gradskih mostova preporučuju se nekonvencionalne dobro oblikovane i konstruisane forme koje imaju naglašene estetske elemente. Na slici 9.9.19

dat je primer takvog rešenja sa izrazitim smanjenjem širine na temeljnoj spojnici i olakšanjem gornjeg širokog dela preseka.



Slika 9.9.19: Presek rečnog stuba gradskog mosta

9.9.4.3 Srednji stubovi vijadukata i nadvožnjaka

U zavisnosti od konstrukcije, ali i visine stubova, veličine raspona i preseka RK, srednje stubove možemo da podelimo u tri karakteristične grupe:

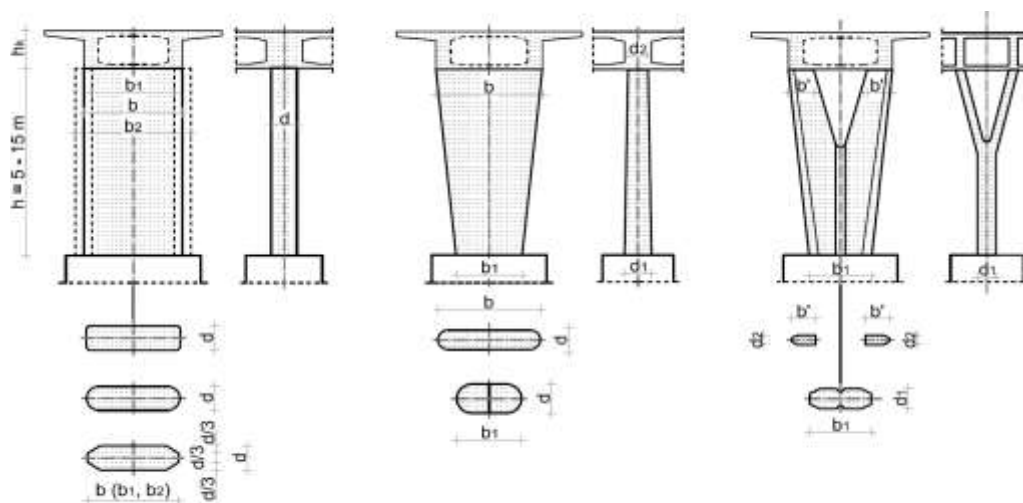
- stubovi AB platna (zidovi, stene) visine do 15 m,
- stubovi koncentrisanog punog preseka visine do 15 m (20 m),
- visoki stubovi olakšanog preseka.

9.2.4.3.1 Stubovi AB platna (zidovi, stene) visine do 15 m

Srednji stubovi vijadukata kao platna se često primenjuju kod vijadukata, mostova, visokih ulica, nadvožnjaka i drugih objekata. Osnovna karakteristika platna je mala debljina u odnosu na širinu. Stubovi ovoga tipa racionalni su za visine od 5 – 15 m, u

zavisnosti od namene vijadukta i načina veze sa nosećom konstrukcijom i temeljnom stopom. Širina platna je različita i može biti ista, uža ili šira od širine rasponske konstrukcije (slika 9.9.20). Kod širih mostova stub – platno se rešava iz dva dela. Iz estetskih, a delomično i statičko – konstruktivnih razloga, širina platna je promjenljiva po visini. Manja širina može da bude povezana sa temeljnom stopom ili sa rasponskom konstrukcijom.

Debljina platna (AB zida) zavisi od visine stubova, veličine raspona, namene mosta i veza sa RK, a kreće se od 0,60 – 1,30 (1,50) m. Debljina može da bude konstantna po celoj visini stuba ili promenljiva po celoj visini ili delu visine. Ako je za nosivost stuba potrebna veća debljina od 1,50 (2,00) m prelazi se na rešenja sa olakšanim presecima stubova.

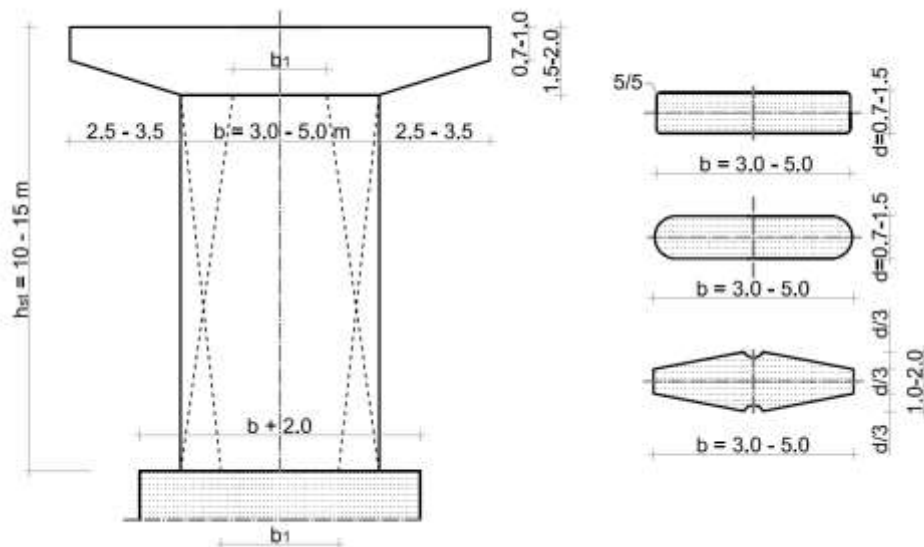


- a) AB platna konstantne širine i debljine
- b) AB platna promenljive širine i debljine
- c) AB platna sa račvanjem gornjeg dela u obe ravni

Slika 9.9.20: Srednji stubovi AB platna za visine 5 – 15 m

Da bi se izbegla veća nepotrebna širina srednjih stubova kao AB platno konstruiše se glava stuba prema dimenzijama preseka RK visina glave je 1,50 – 2,00 m u zavisnosti od raspona konzola (2,5 – 3,5 m). AB platno

može da ima konstantnu ili promenljivu širinu i debljinu. Na slici 9.9.21 su pokazana tri različita preseka stubova za širine mostova manje od 14 m.



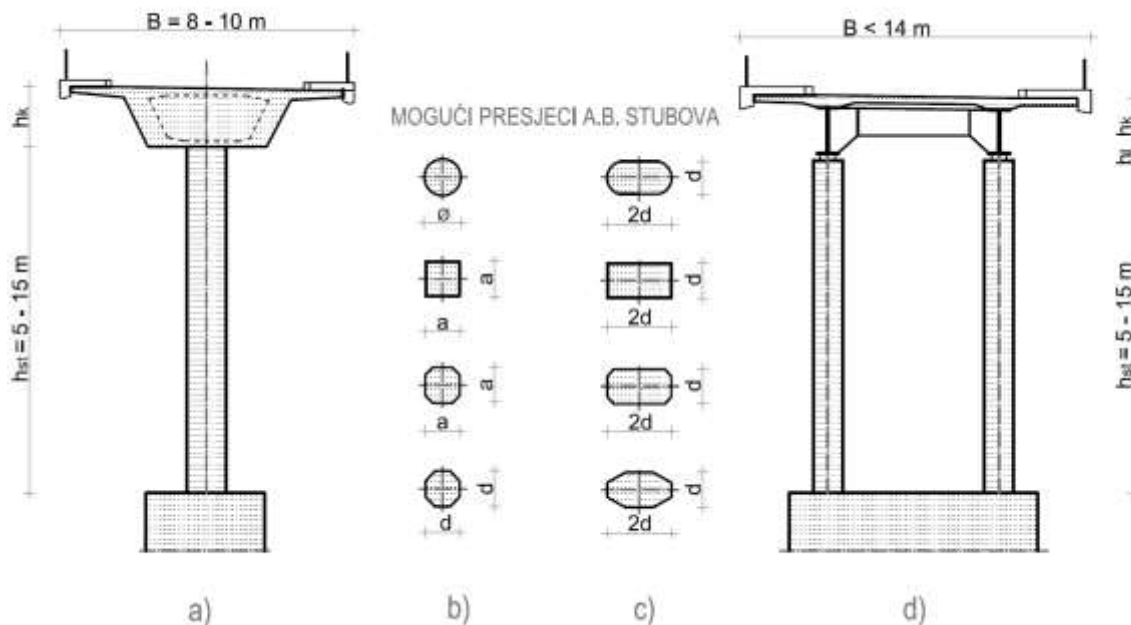
Slika 9.9.21: Srednji stub kao AB platno sa glavom

9.2.4.3.2 Stubovi koncentrisanog punog preseka visine do 15 m (20 m)

omogućuje manje dimenzije preseka. Prostor ispod objekata je otvoren iz svih pravaca.

Vitki AB stubovi visine do 15 m kružnog preseka dijametra 1,5 – 2,0 m kvadratnog ili osmougaoanog preseka najviše se primenjuju kod objekata na saobraćajnim petljama širine RK do 10 m. Kruta veza sa RK i temeljom

Za veće širine vijadukata sa glavnim nosačima na većem razmaku racionalna je konstrukcija srednjih stubova od dva stuba ispod nosača. Preseci stubova mogu da budu kao na slici 9.9.22 b i c.



- a) Stubovi za vijadukte širine do 10 m,
- b) Preseci stubova,
- c) Preseci stubova,
- d) Stubovi za vijadukte širine 10 – 14 m.

Slika 9.9.22: Srednji stubovi koncentrisanog AB preseka

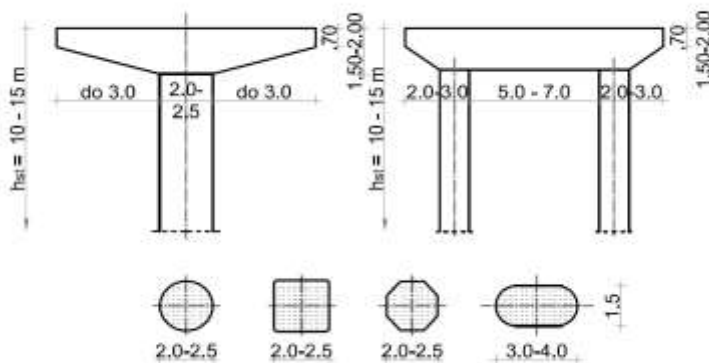
Vitki stubovi sa glavom nastali su kao posledica montažnih tehnologija građenja

prednapregnutih i spregnutih rasponskih konstrukcija. Glava stubova ima dvostruku

funkciju: služi kao trajni oslonac glavnih nosača i kao privremeni oslonac opreme za montažu nosača RK. Kombinacijom vitkog stuba sa glavom postiže se racionalno rešenje stubova za mostove i vijadukte.

Za objekte širine 8,0-12,0 m dovoljan je jedan stub sa glavom i naglašenim konzolama. Za šire mostove racionalnije je rešavanje sa dva vitka stuba i zajedničkom glavom, koji čine poprečni okvir.

Preseci vitkih stubova su kružni dijometri 2,0 – 2,5 m, kvadratni sa stranama 2,0–2,5 m, pravougaoni sa stranicama (1,5–2,0)/(3,0–4,0) i sa zaobljenim kraćim stranicama. Dimenzije glava stubova slične su kao i kod stuba platna. Armatura glave stubova je dosta jaka i najlakše se montira kao gotov koš.

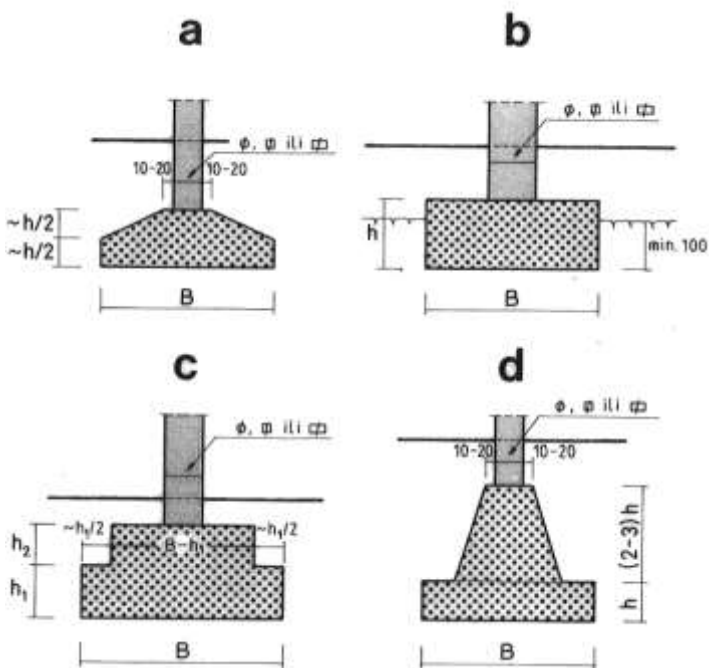


Slika 9.9.23: Srednji stubovi koncentrisanog preseka sa glavom

Duboko temeljenje srednjih stubova vijadukata i mostova sveobuhvatno je obrađeno u smernicama SRDM 10.1 Temeljenje na bušenim šipovima i 10.2 Temeljenje na bunarima. U ovoj smernici dati su uobičajeni preseki plitkih temelja samaca ili temeljnih traka.

Dimenzije temelja određuju se prema statičkim uticajima i nosivošću tla. Temelji treba da se ankerišu u noseće tlo 0,70 – 1,0 m i da budu ispod površine terena min. 0,5 m. Temelj a) ima najmanje betona, a temelj b) je najjednostavniji za armiranje i betoniranje. Temelj c) se primenjuje za veće dubine temeljenja.

Na slici 9.9.24 su prikazani konturni oblici četiri karakteristična preseka temelja.



Slika 9.9.24. Karakteristični preseki temelja srednjih stubova vijadukata

9.2.4.3.3 Visoki stubovi olakšanog preseka

Kategoriju visokih stubova čine stubovi čija je visina veća od 20 – 25 m i dostiže visine i do 150 m. Velika visina stubova čini visok procenat cene vijadukata, pa je konstruktor motivisan da istražuje racionalna rešenja. Paralelno sa konstruisanjem visokih stubova rešava se i tehnologija njihove izgradnje. Puni pravougaoni ili kružni preseci nisu ekonomični za visine veće od 20 m pa se visoki stubovi projektuju sa olakšanim presecima. Za visine do približno 40 m olakšani preseci su obično konstantnog preseka. Za veće visine preseci stubova mogu da se menjaju u jednoj ili obe ravni što zavisi od oblika preseka, namene vijadukta i visine stubova. Kao i stubovi platna i visoki stubovi mogu da imaju glavu ili proširenje na vrhu za montažu i oslanjanje rasponskih konstrukcija ili su konstruisani bez proširenja u vrhu.

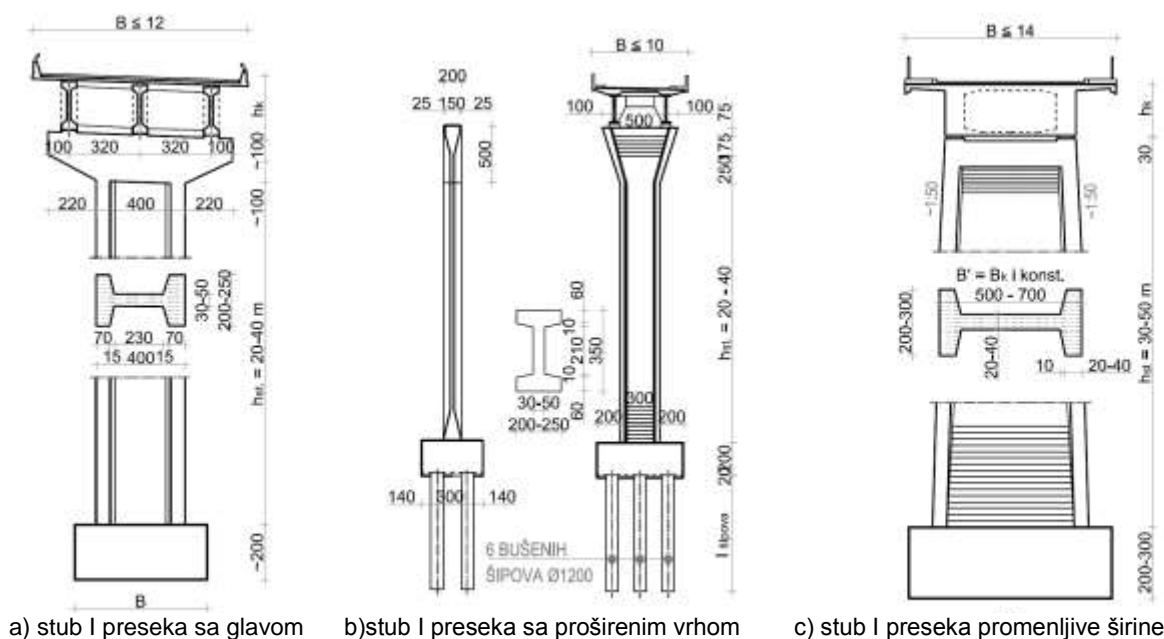
Visoki stubovi se temelje direktno na moćne prizmatične stope, na bateriju bušenih šipova posredstvom naglavnice ili na bunarima. Visoki stubovi su uvek uklješteni u temeljnu stopu. Stepennost uklještenja određuje vrsta tla i način temeljenja (direktno, indirektno).

Oblik olakšanog preseka može da bude različit i zavisi prvenstveno od visine stubova i tehnologije građenja. Razlikujemo otvorene i zatvorene olakšane preseke.

Otvoreni preseci oblika I (dvostruko T presek) sa naglašenim pojasevima poprečno na osovину mosta (slika 9.9.25) ekonomični su za visine od 20 – 50 m. Kada se primenjuju za montažne prednapregnute konstrukcije kombinuju se glavom (slika 9.9.25a). Za visine do 40 m zadovoljava širina preseka do 4,0 m i visina 2,0 – 2,5 m. Debljina rebra je u granicama od 0,3 – 0,5 m. Debljina pojaseva je promenljiva i iznosi 50 – 70 cm sa vutama. Veća površina pojaseva efikasno povećava otpornost mosta u preseku pod pravim uglom. Dalje smanjivanje debljine rebra ispod 30 cm može da ugrozi lokalnu stabilnost i da otežava ugrađivanje betona. Na spoju stuba sa temeljnom stopom za stubove većih visina može da se konstruiše lokalno zadebljanje rebra, pa se dobija prirodnije uklještenje.

Kada se stubovi I preseka primenjuju za spregnute ili čelične noseće konstrukcije kod kojih su glavni nosači na manjem međusobnom rastojanju, umesto glave stubova mogu da se projektuju proširenja vrha stuba kao na slici 9.9.25b.

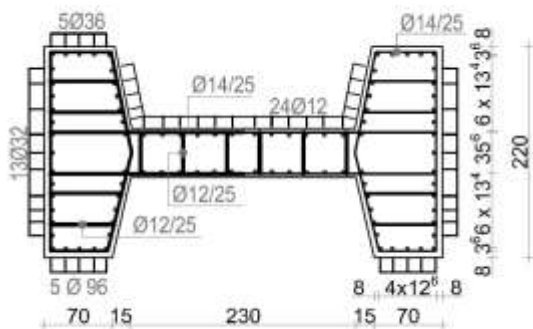
Za visine od 30,0 – 50,0 m širina stubova mora da bude veća, pa je bolje rešenje stubova bez glave sa promenljivom ili konstantnom širinom (slika 9.9.25c) uz lokalna zadebljanja rebra pri vrhu i dnu.



Slika 9.9.25: Visoki stubovi I preseka za visine 20 – 50 m

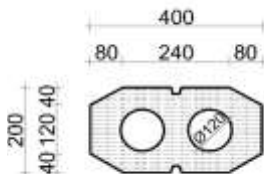
Jedan od bitnih elemenata ekonomičnosti visokih stubova I preseka, pored oblika preseka, je izgradnja pomoću kliznih ili pokretnih čeličnih oplata. Ugradnja betona može da se organizuje autopumpama ili pomoću toranjskih dizalica. Projektanti mostova treba da raspolažu svim tehničkim i tehnološkim karakteristikama klizne ili pomične oplata tako da usklađuju svoja rešenja sa tim karakteristikama.

Na slici 9.9.26 dat je primer armiranja preseka I stubova kod vijadukata. Preporučuje se isti raspored armature pri visini stuba, a prilagođavanje statičkim uticajima podrazumeva promenu dijametra glavne podužne vertikalne armature i to mora posebno da se razradi u skladu sa važećim propisima.



Slika 9.9.26: Armatura stuba I preseka za visine do 40 m

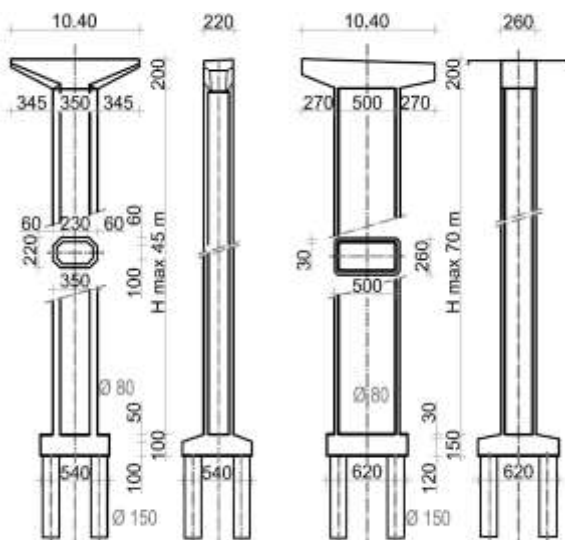
Visoki stubovi sa zatvorenim olakšanim presecima mogu se konstruisati na više načina, što prvenstveno zavisi od visine stubova, opreme potencijalnih izvođača, sklonosti i veštine konstruktora mostova.



Slika 9.9.27: Presek stuba za visine 20 – 30 m sa cilindričnim olakšanjima

I kod stubova manje visine 20 – 30 m korisna su cilindrična olakšanja unutar pravouganog ili približno pravougaonog preseka. Na slici 9.9.27 je presek stuba 2,0/4,0 m sa dva cilindrična olakšanja dijametra 1,20 m. Cilindri za olakšanje klize paralelno sa pokretnom spoljašnjom oplatom.

Alternativno rešenje otvorenim presecima I stubova sa glavom sa slike 9.9.25 su zatvoreni preseci prikazani na slici 9.9.28 za visine od 30 do 70 m. Pravougaoni ili šestougaoni preseci konturnih dimenzija 2,60/5,00 odnosno 2,20/3,50 i stenkama debljine 25 – 30 cm imaju konstantne dimenzije preseka po celoj visini.



Slika: 9.9.28: Visoki stubovi zatvorenog olakšanog preseka za visine 30 – 70 m

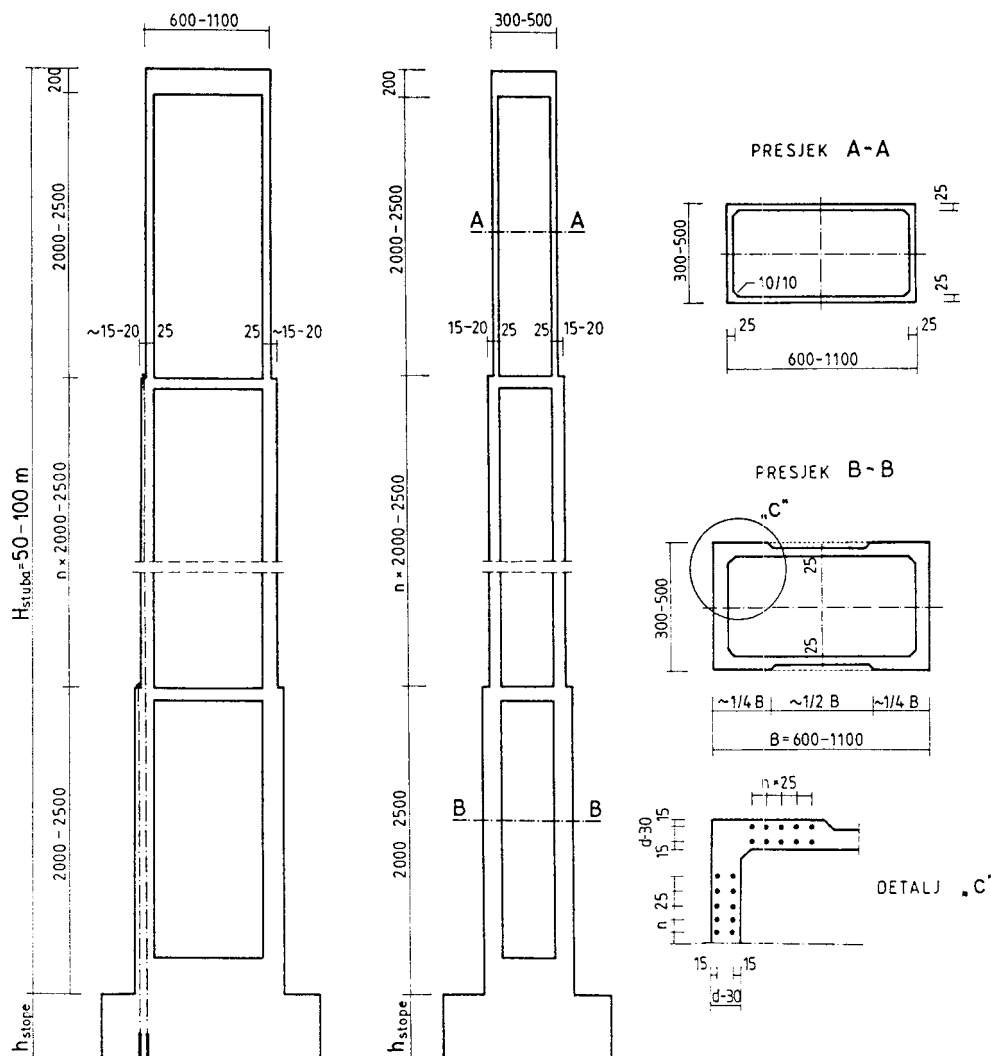
Stubovi čija je visina veća od 60 – 70 m i dopire i do 100 m ili više spadaju u posebnu kategoriju izuzetno visokih stubova, koji su sami po sebi specifične konstrukcije, pa im iskusni konstruktori mostova pristupaju sa strahom poštovanjem.

Preseci ovih stubova su zatvoreni pravougaoni jednočelijski ili višecelijski sanduci konstantnih ili promenljivih konturnih dimenzija.

Na slici 9.9.29 data je konstrukcija za stubove visine 50 – 100 m konstantnih konturnih dimenzija (3,0 – 5,0)/(6,0 – 11,0). Povećani uticaji na nižim presecima preuzimaju se sa povećanom debljinom zidova sanduka na visinama 20 – 25 m.

Promena debljine može se izvesti ka spoljašnjosti ili ka unutrašnjosti preseka. Neke uštede u potrošnji betona postižu se smanjenjem debljine dužih zidova u manje opterećenoj zoni preseka.

Ako se visoki stubovi primjenjuju kod mostova preko vodenih prepreka, u preseke stubova se uvode kablovi za vertikalno prednaprezanje koji treba da neutrališu zatezanje u svim presecima, a time i pojavu naprsnuća na površini betona. Na slici 9.9.29 u detalju „C“ naznačen je mogući položaj tih kablova. Na dnu stuba su „mrtve“ fiksne kotve. Aktivne kotve i mesta zatezanja kablova su na mestima promene debljine zidova.



Slika 9.9.29: Stubovi visine 5 – 100 m sa vertikalnim prednapreznjem