

BETONSKI MOSTOVI

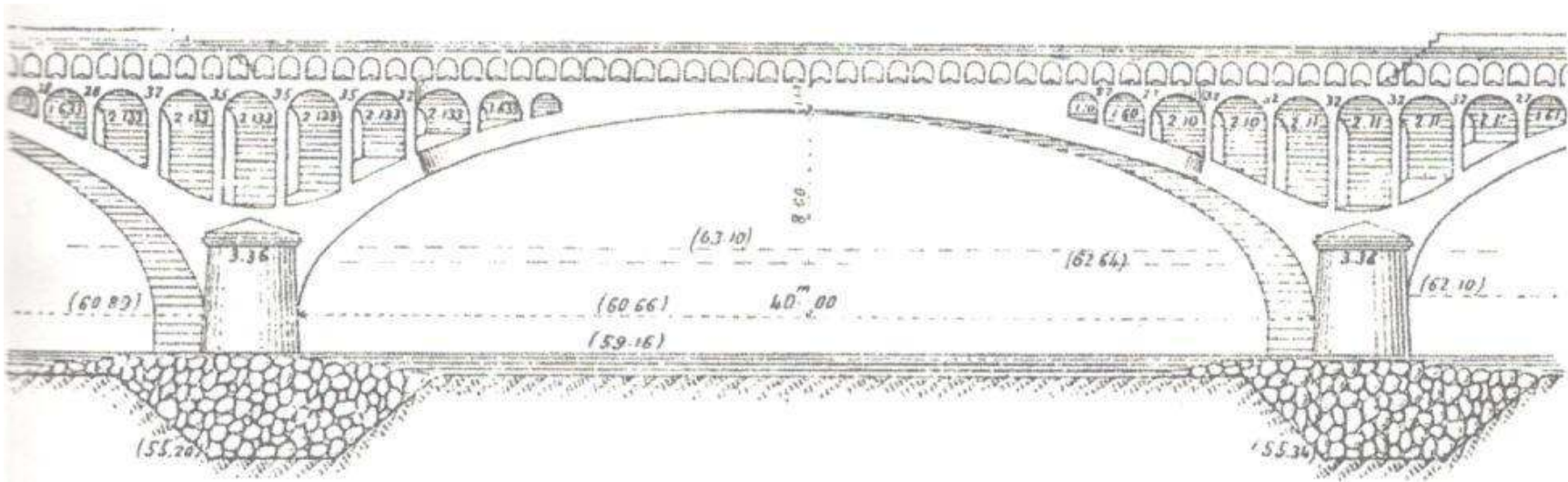
- **Istorijat razvoja građenja betonskih mostova**
- **Opšti pojmovi i definicije u vezi za betonskim mostovima**
- **Preduslovi kod projektovanja i izgradnje mostova**
- **Karakteristike materijala**



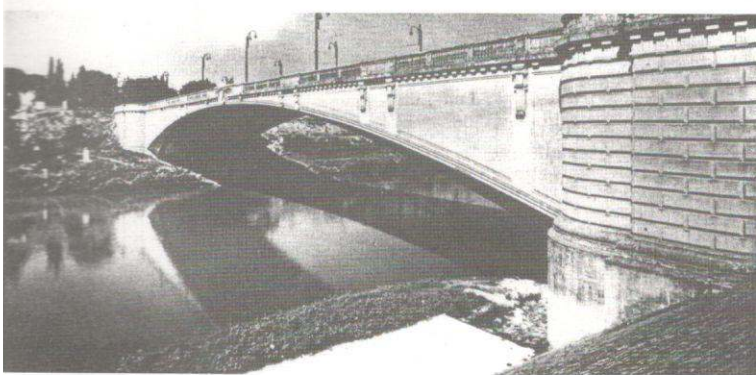
”И велике, и највеће ствари, као што се види, могу се изводити и успешно привести крају и најскромнијим средствима, што је технички развијеним и високо механизованим земљама тешко и замислити. Само потребно је до последње појединости све проучити и смислити, и послу прићи с много полета и љубави, залагања, истрајности, савесности и неустрашивости.”

Тројановић

Istorijat razvoja građenja betonskih mostova

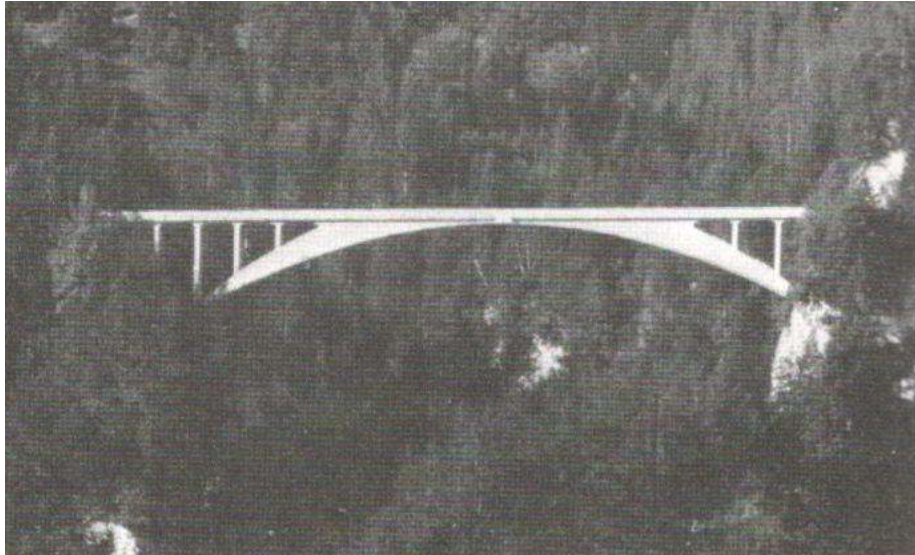


Most u dolini rijeke Yonne za snadbijevanje Pariza vodom. Prvi most od AB, sagrađen **1870-1873**. Akvadukt dužne 1.460m ima 156 otvora po 40 m.



- Rimljani miješaju kreč sa vulkanskim materijalom
- Pronalazač portland cementa je Isac Jonson 1844. Prva primjena za radove u moru.
- Monier patentira beton ojačan armaturom
- Hennebique (1842-1921) gradi AB konstrukcije armira ih po intuiciji;
- Prvi most od AB betona **1870**

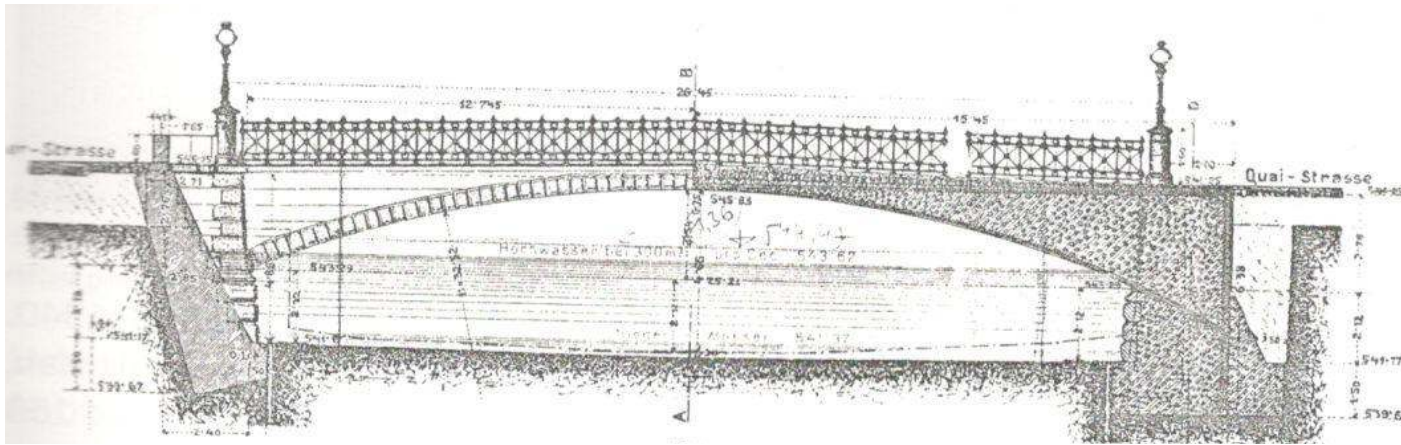
Most preporoda u Rimu



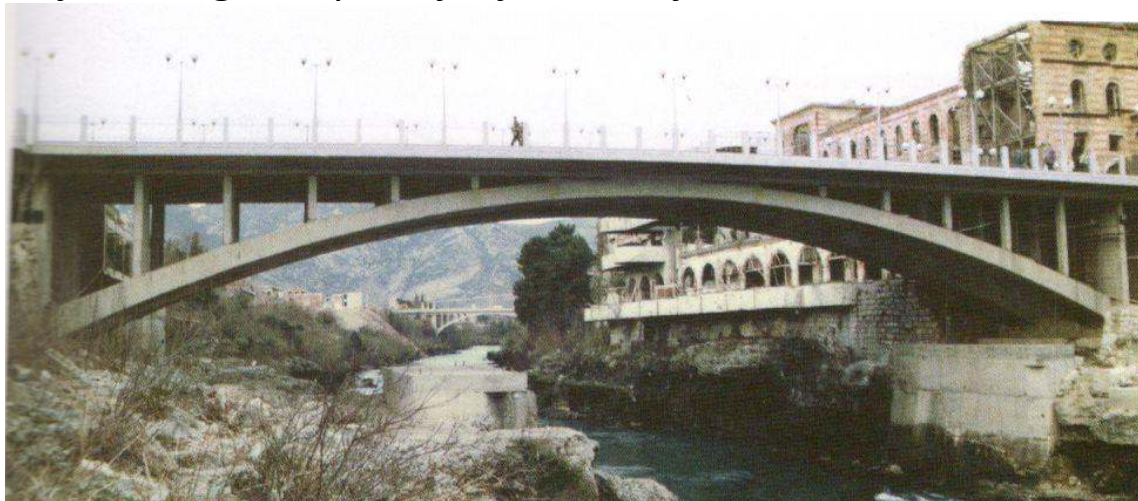
Maillart (1872 – 1940) projektuje nove konstruktivne sisteme mostova. Projektuje mostove kod kojih su lukovi i nadlučna konstrukcija spojeni u jednu cjelinu.

Zmajski most sa krutom armaturom izrađen je 1901, kao trozglobni luk raspona 33m i širine 15m. Projektant Melan. Čelični rešetkasti kruti nosači debljine 50 cm u tjemenu i 65 cm u osloncima u toku građenja bili su skela, a u eksploataciji su kruta armatura.

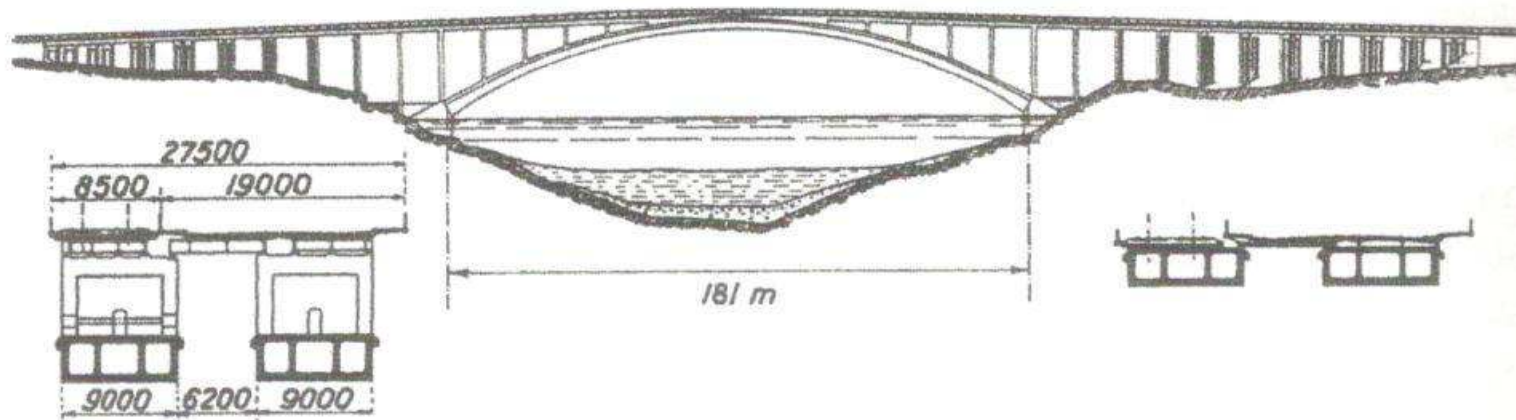




AB most preko Miljacke u Sarajevu izgrađen je 1897. Raspona je 26.45m, sa strijelom 2.15m, stinjenost 1/12 i širina mosta 11.65 m. Dimenzije prlitkog svoda upućuju na to da je ovo uklještena greda promjenjivie debljine.



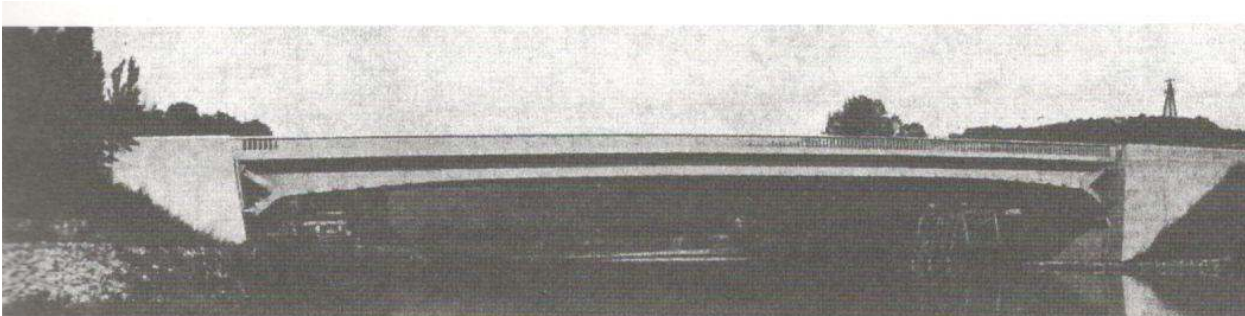
Lučni most u Mostaru izgrađen je 1912-1913, raspona AB luka 72 m. Temelji luka su na konglomeratu. Most je porušen 1992. godine i ponovo je obnovljen u identičnom obliku.



Drumsko željeznički most Tranaberg u Stockholmu izgrađen je 1932-1934 ima lukove raspona 181 m. Poprečni presjek lukova je troćelijski sanduk promjenljive debljine u tjemenu 3m i u osloncima 5 m.



Most na Tari je izgrađen u periodu 1938 -40. Projektant M.Trojanović. Visina iznad kanjona je 150 m. Most ima pet raspona savladanih lukovima. Najveći luk ima raspon od 116 m. Mali luk mosta , raspona 44 m, srušen je 1942. godine.

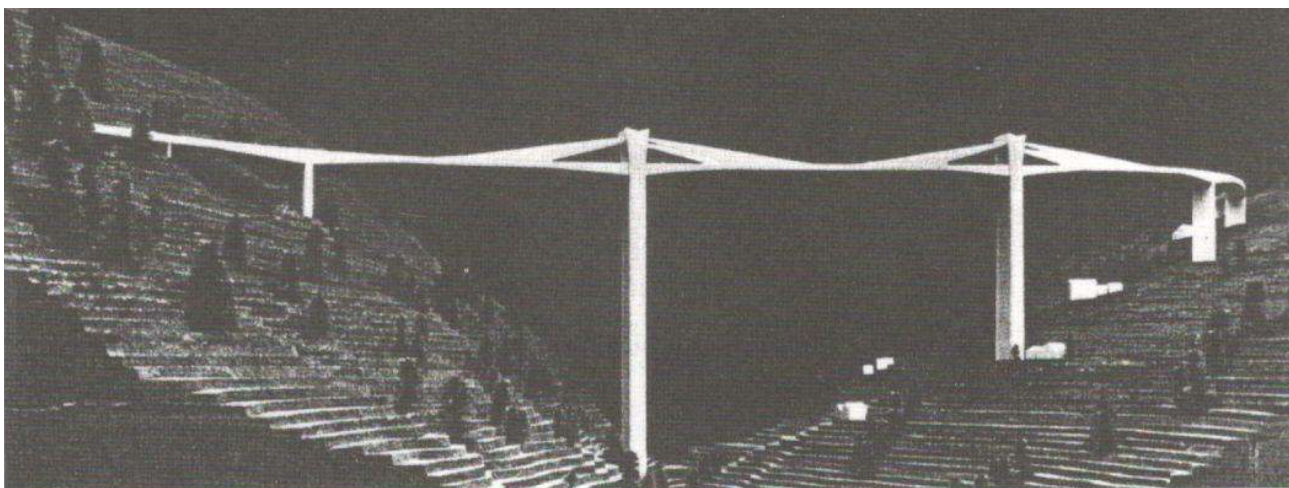


Most preko rijeke Marne u Francuskoj je drumski most od prednapregnutog betona sagrađen 1941-1946. To je dvozglozna okvirna konstrukcija raspona 55m. Projektant Freyssinet

U Švedskoj je 1972 sagrađen najduži most od prethodnonapregnutog betona dužine 6.070 m. Povezuje ostrvo Oland u Baltičkom moru sa kopnom.

K.Tonković projektovao je betonski most u Slunju. Rasponska konstrukcija je ploča koja se oslanja na četvorodjelne stubove.

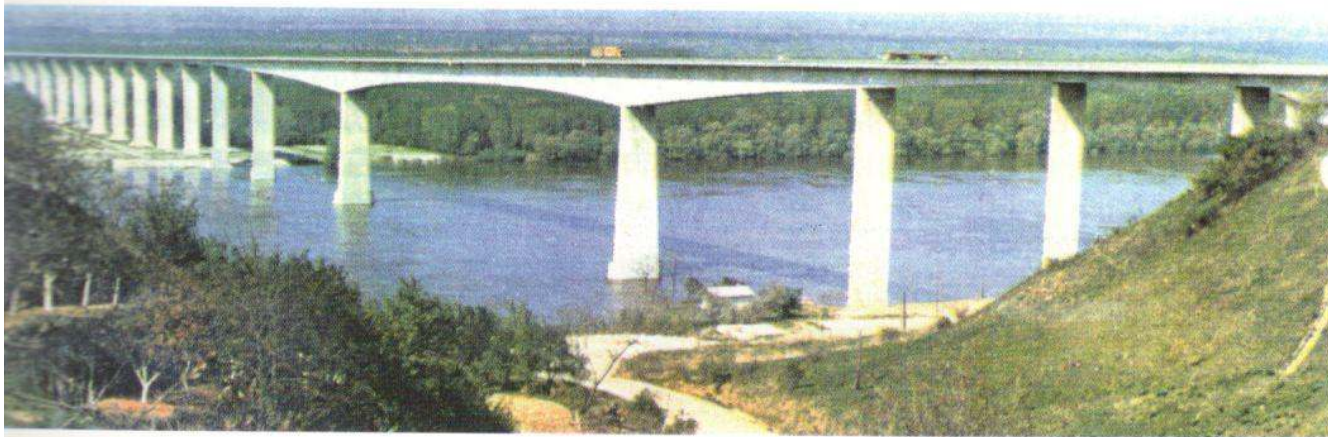




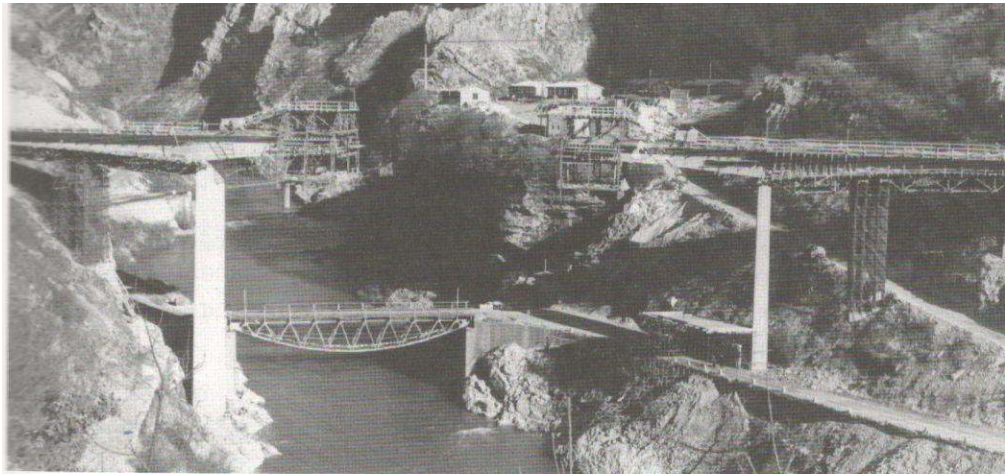
Viadukt Gächter u Švajcardkoj ima tri velika srednja raspona 127+174+127 m. Izgrađen je konzolnim postupkom a u eksploataciji je pridržavan kosim zategama.

Odeju slobodne konzolne gradnje dao je D.Lazarević, a u praksu je uveo Fonsterwalder 1955. sa mostom u Koblenzu. Jedan od prvih mostova izveden postupkom slobodne konzolne gradnje je mostu Ptuju u Mariboru sagrađen 1960.

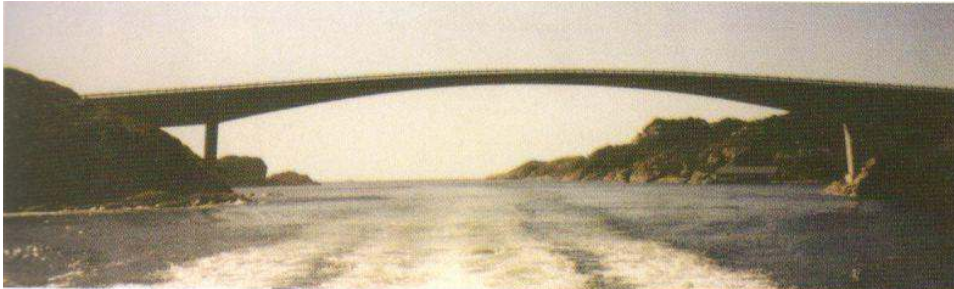




Most preko rijeke Dunav kod Beške sa rekordnim srednjim rasponom od 210 m projektovao je B.Žeželj. Izgrađen je 1975. godine.



Prva okvirna konstrukcija izgrađena postupkom slobodne konzolne gradnje izvedena je na mostu na Neretvi u Aleksinom Hanu, BiH, 1965. godine.



Betonski most ovi, grednog sistema dosežu svoju granicu sa rasponom od 300. Na slici je most u Norveškoj, raspon 300m. Jedan od mostova ovog tipa prelomio se u oslonačkoj zoni.

Tehnologija montažne gradnje sa prefabrikovanim nosačima bila je široko primjenjivana kod nas i u evropskim zemljama. Međutim mostovi ovog sistema, sa diskontinualnom rasponskom konstrukcijom, imaju smanjenu trajnost i javlja se potreba za rekonstrukcijom već poslije 20-30 godina eksploatacije. Uvođenjem kontinualizacije, izbačene su poprečne spojnice, a spuštanjem nosača pod kolovoznu ploču koja se betonira na licu mjesta izbjegnute su i uzdužne spojnice.

Na slici je vijadukt na putu Jablanica – Mostar, kontinuirani vijadukt raspona 40m. Kontinuirana rasponska konstrukcija.





Primjer uspješne primjene slododne konzolne gradnje i u najtežim uslovima okruženja je most nad rijekom Pivom, Kostova greda. Projektant Čeretić.

Most je raspona 15+122+15m, sa rješenjem ankerisanja krajnjih polja u stijene.





Izgradnja postepenim potiskivanjem RK

Gradnja betonskih mostova postepenim potiskivanjem učinila ih je konkurentnim za raspone 20-50 m i dužine mostova 200-1.000m.

Izgradnja mostova od industrijski proizvedenih segmenata počela je 1962. godine u Francuskoj. Primjenjuju se za raspone od 30 do 120m i dužine mostova veće od 500m. Segmenti su sandučastog poprečnog presjeka, širine 10-20 m, dužine 2-3m i visine 2-6 m. Tehnologija zahtiva izvanrednu geometrijsku tačnost i ravjereno rješenje trajnih spojnica među segmentima.

Postupak potiskivanja razvijen je u Njemačkoj, Leonhart & Bauer, sedamdesetih godina XX vijeka. Brzina gradnje je velika. Jedan segment dužine 20-40 m izvede se za sedam dana. Broj angažovanih radnika je minimalan. Što za posljedicu ima nisku cijenu gradnje.



Segmentna izgradnja vijadukta na Siciliji



Za izgradnju grednih mostova veće dužine i složene geometrije, raspona 20-30 m, a na naročito na niskim vijaduktima i petljama, primjenjuje se prenosna čelična skela i izgradnja “raspon po raspon”. Uvježbana ekipa jedan raspon može da izvede za sedam dana.

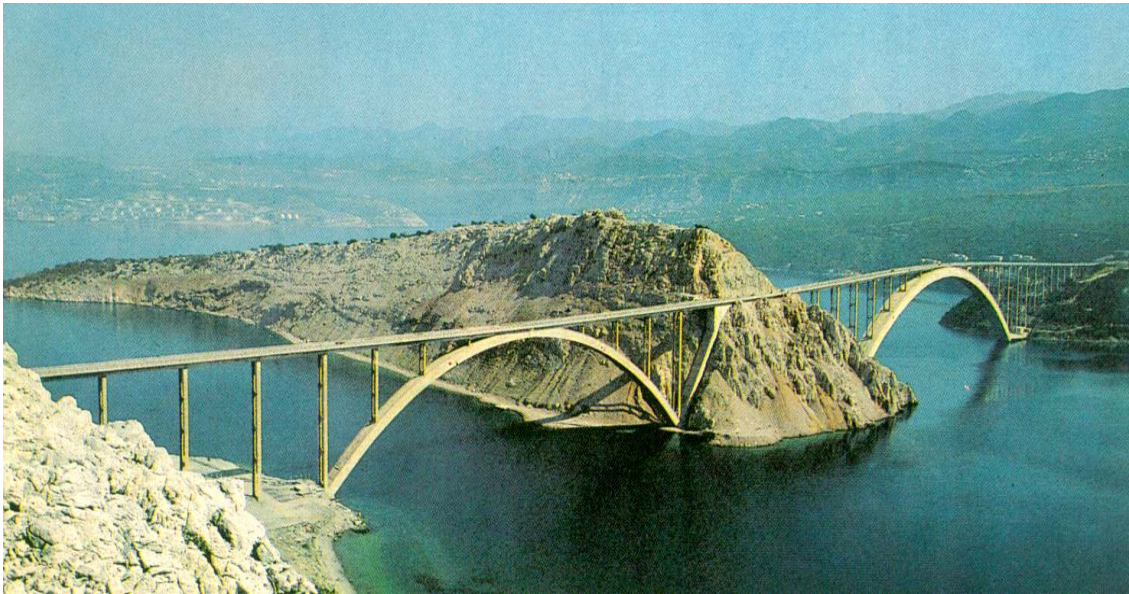
Izgradnja “raspon po raspon” sa prenosnom skelom

Vrhunac jigoslovenske škole mostova je projektovanje i izgradnja velikih lučnih mostova konzolnim postupkom izgradnje lukova. Žeželj, Stojadinović i Šram su nosioci ideje. Ovim sistemom izgrađeni su mostovi u Šibeniku, Pagu, Krku i Novom Sadu. Nakon izgradnje ovih mostova tehnologija konzolne izgradnje primjenjuje se svuda u svijetu.

Mostogradnja je izvela dva betonska lučna mosta raspona 390m i 240 m. Objekti su završeni 1980. godine.



Izgradnja lučnog AB mosta Krk



Most Krk izgrađen konzolnim postupkom izgradnje lukova. Raspon velikog luka 390m.

Bridge Krk, Hrvatska, raspon 390m

U periodu 1995 – 2010 u Sloveniji je izgrađeno 550 km autoputeva i 1.200 objekata.

Viadukt Černi kal, dužine 1.065 m, visine 95 m, sa sedam velikih raspona $80+120+3 \times 140+120+75$, izveden je slobodnom konzolnom gradnjom i sa manjim rasponima izvedenim na skleli.



Viadukt Černi kal na autoputu Ljubljana-Kopar, 2002.

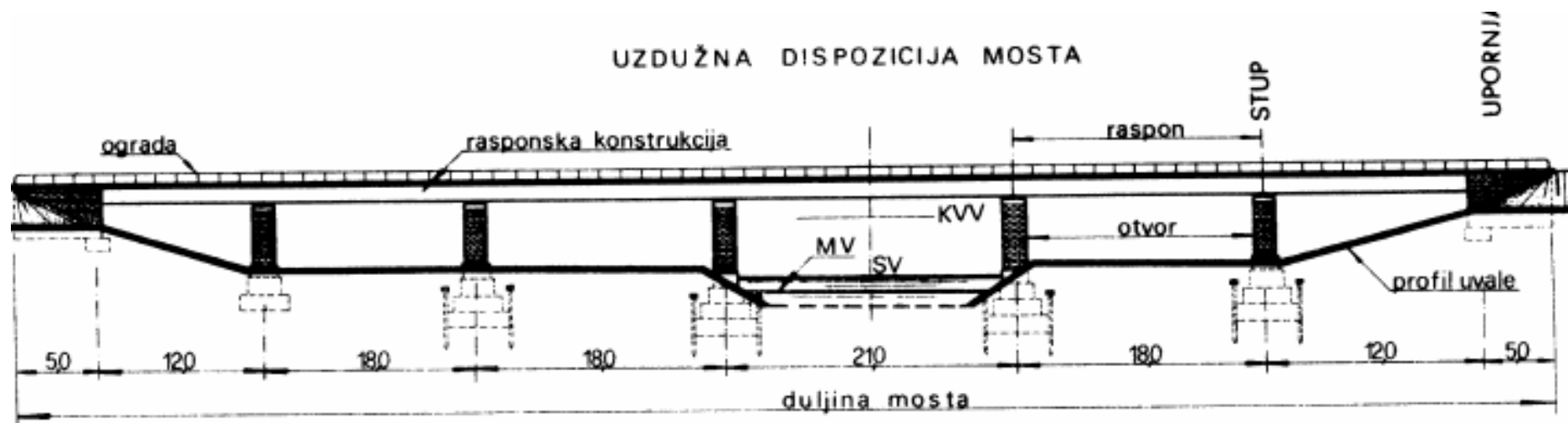


Most na Maloj Rijeci. Ukupna dužina 498.8 m. Visina 202 m.
Građen 1969 -1972.

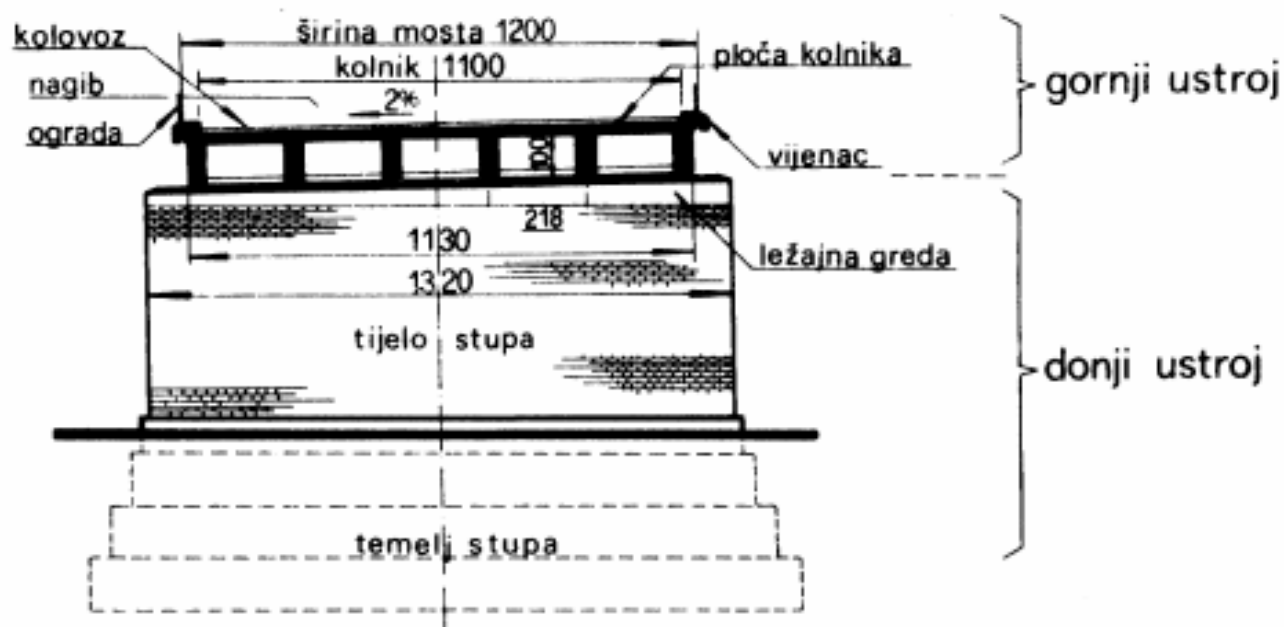
Evropabruke, Innsbruck, span 198m, pier 146, 1959-63



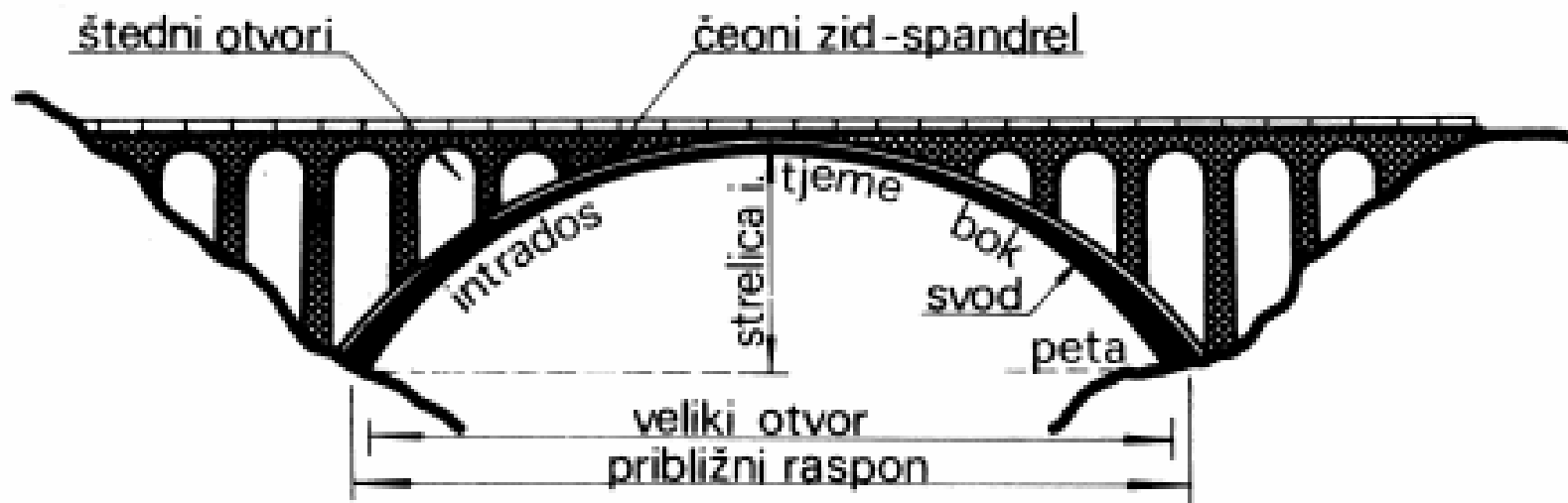
Opšti pojmovi i definicije u vezi sa betonskim mostovima



POPREČNI PRESJEK MOSTA KOLNIK GORE

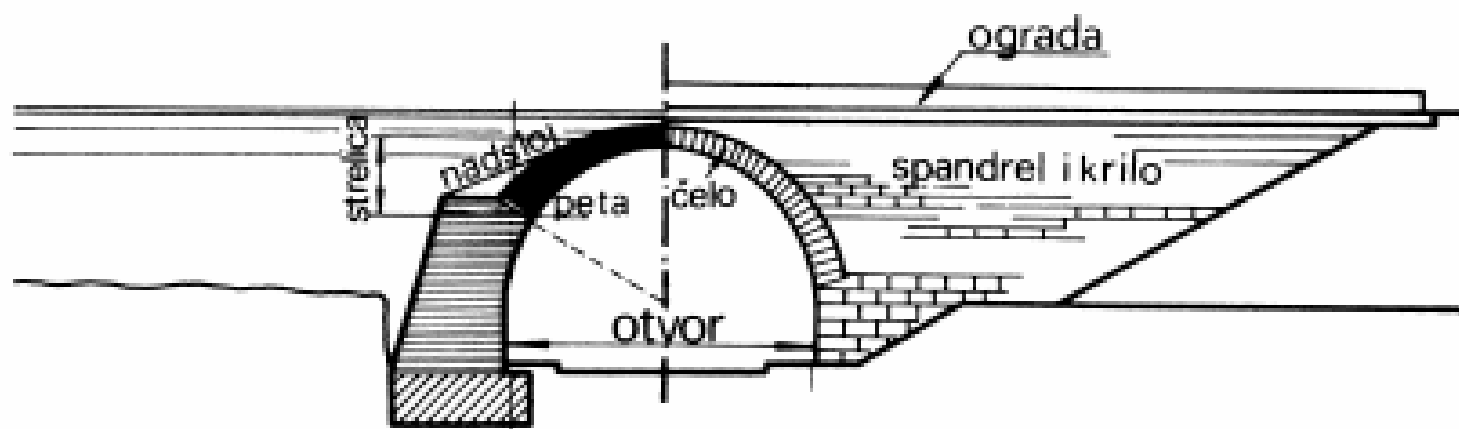


Primjer armirano betonskog grednog mosta, pojmovi i nazivi dijelova

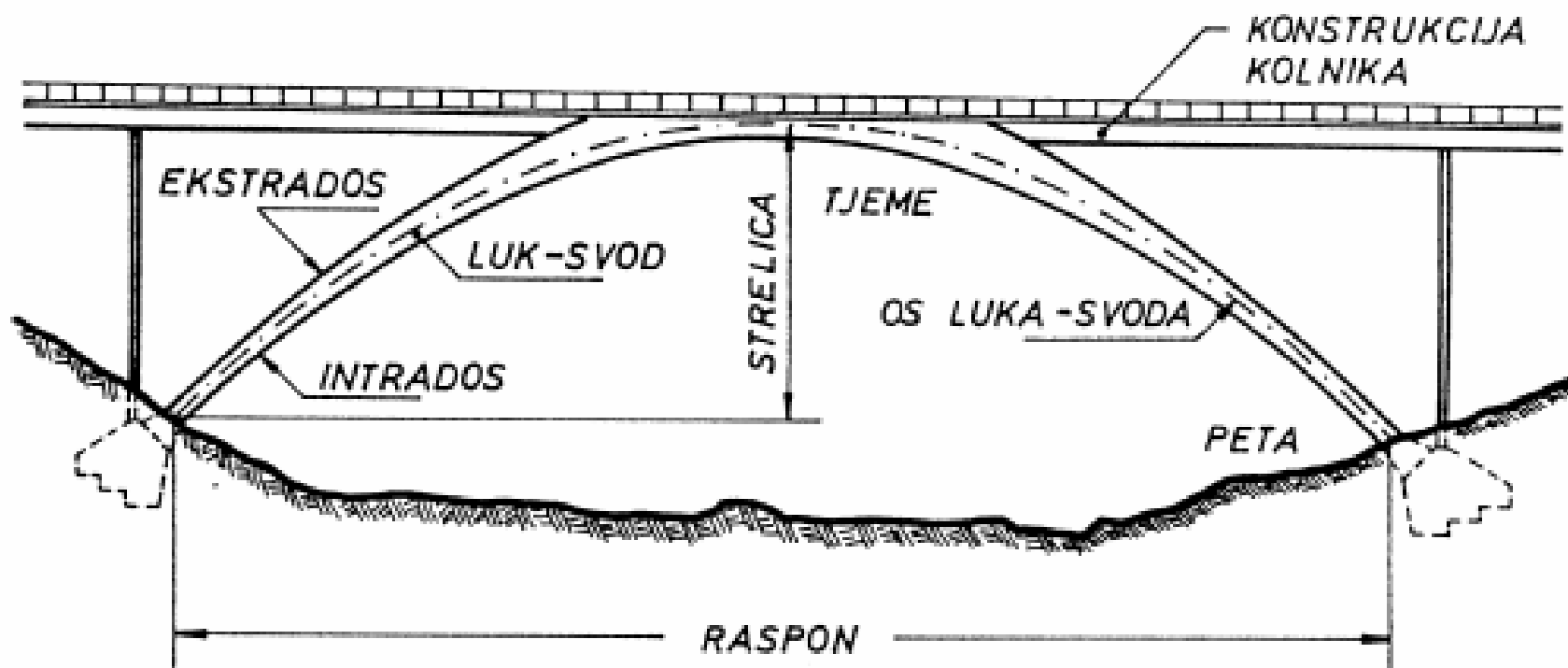


UNUTRAŠNOST

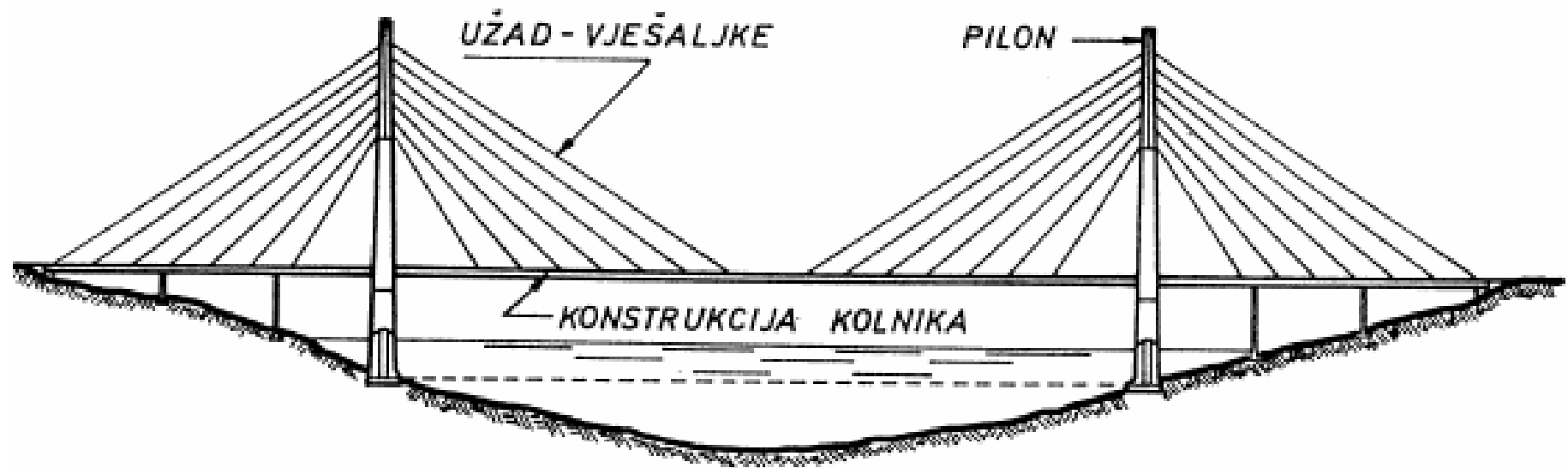
PROČELJE



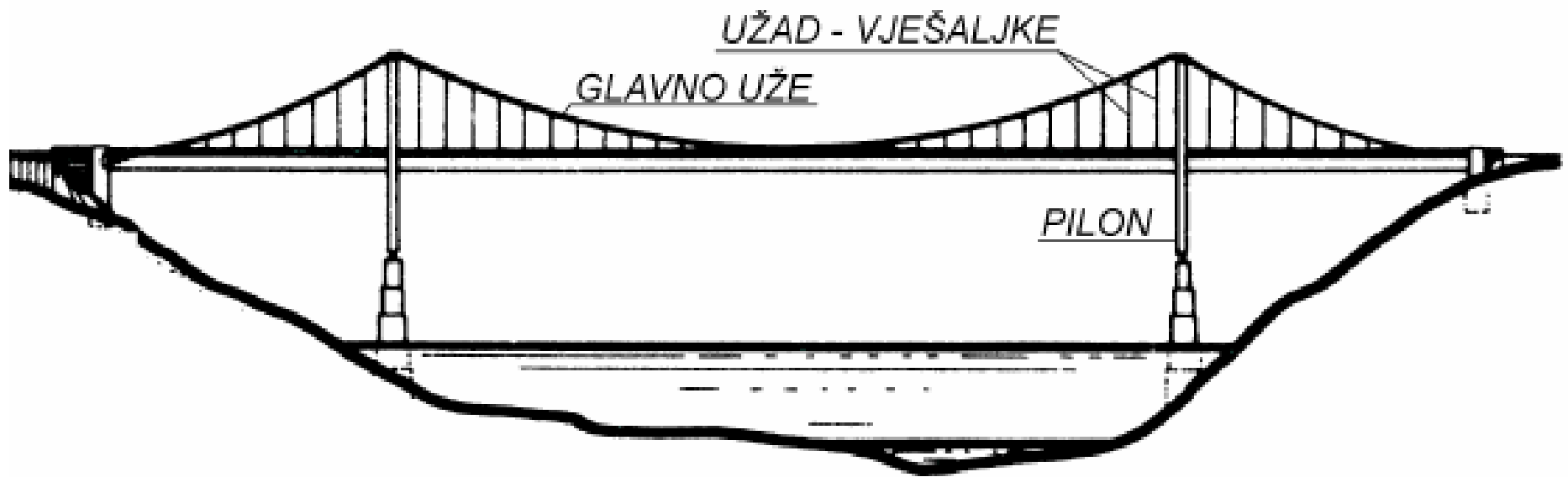
1: *Primjeri lučnih mostova kojima su glavni nosači nasivni svodovi - pojmovi i nazivi dijelova*



Primjeri suvremenog lučnog mosta - pojmovi i nazivi dijelova

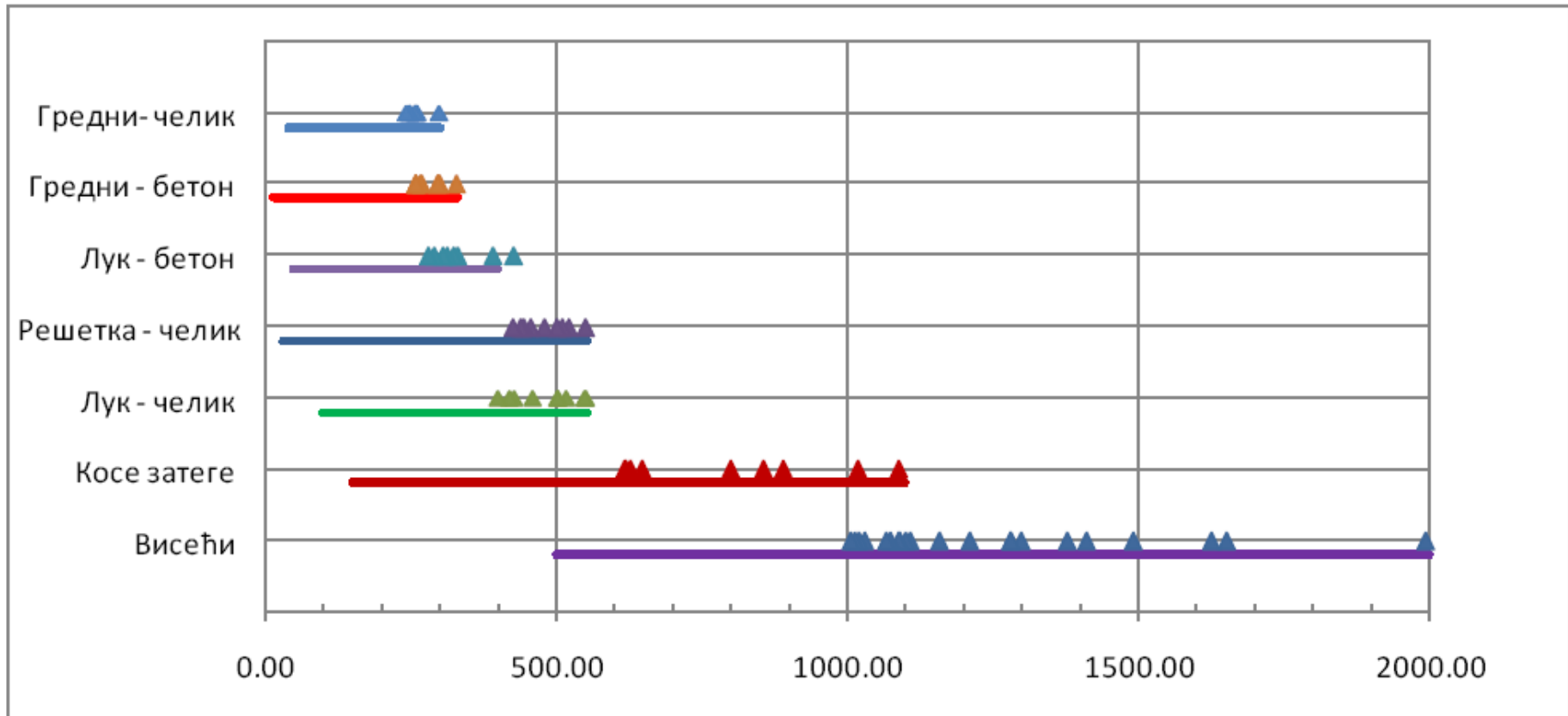


Primjer ovješnog (zauzdanog) mosta - pojmovi i nazivi dijelova



Primjer visećeg mosta - pojmovi i nazivi dijelova

Noseći sistemi i rasponi



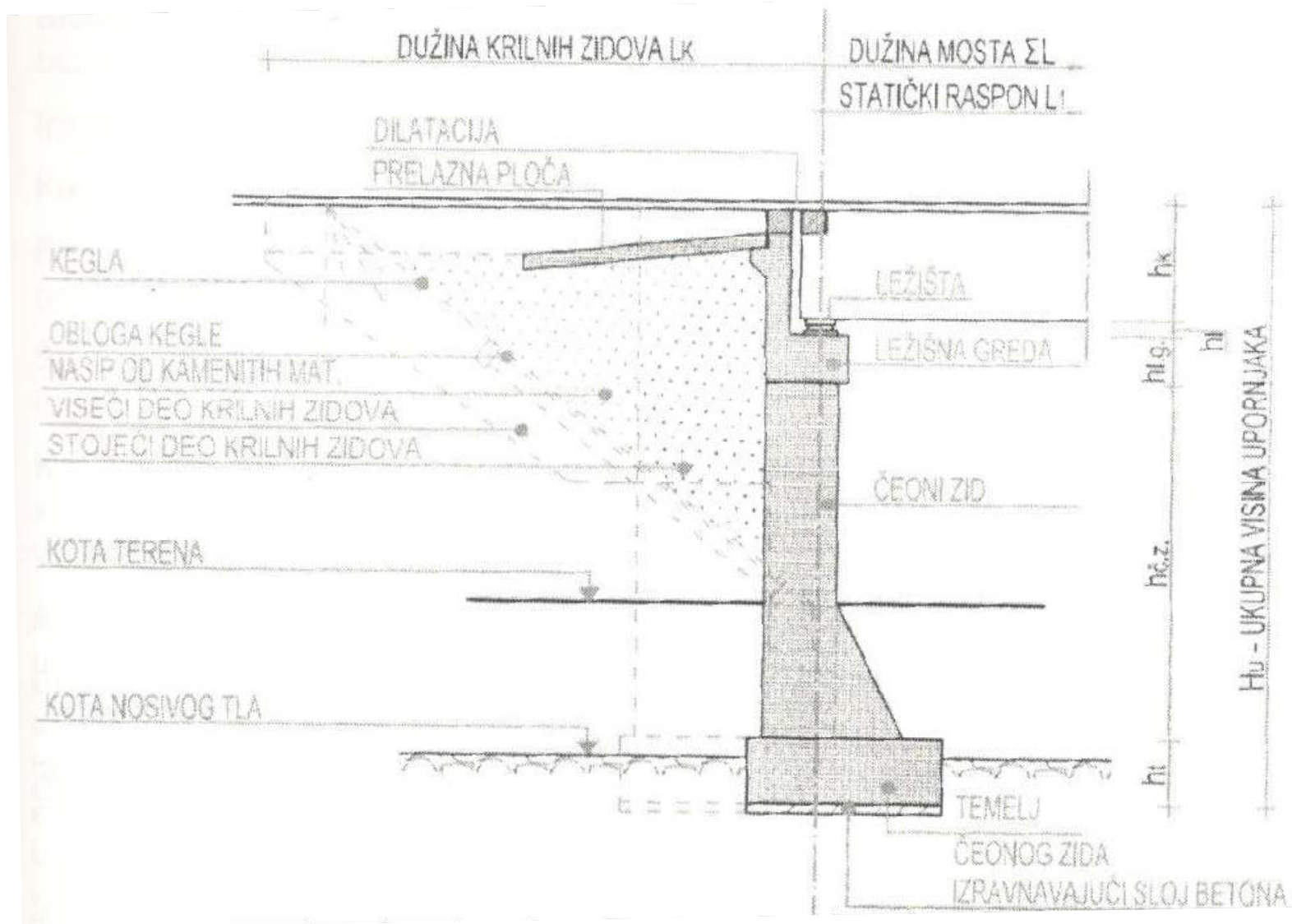
Mostove kao objekte čine tri cjeline:

- Stubovi mosta – potporna konstrukcija
 - krajnji – obalni stubovi sa krilnim zidovima
 - srednji stubovi
- Rasponska konstrukcija
- Oprema mosta

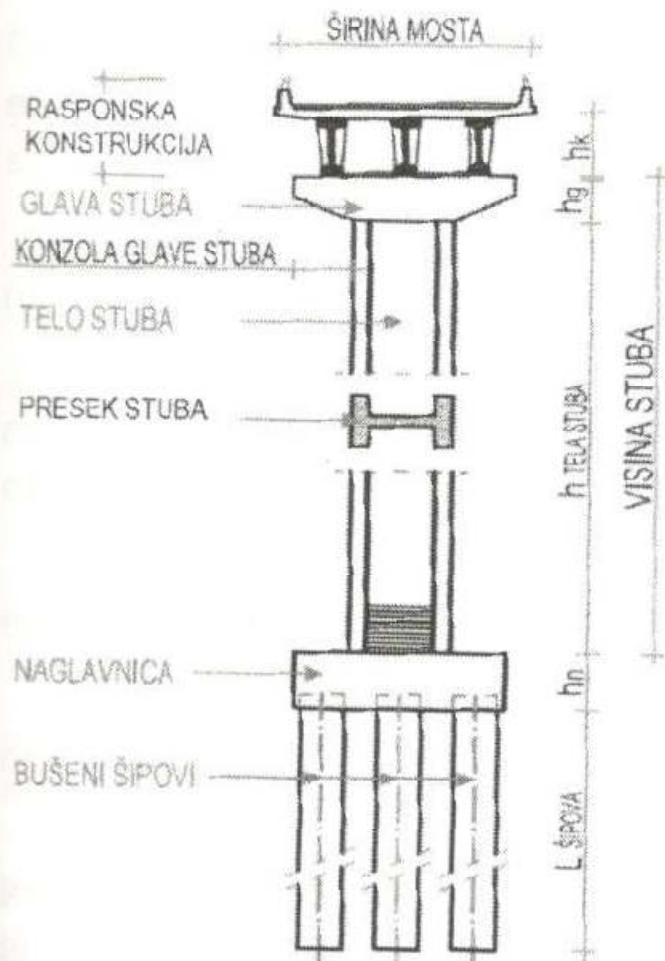
Noseća konstrukcija je zajednički naziv za potpornu i rasponsku konstrukciju mostova.

Krajnji stubovi podupiru konstrukciju na krajevima i obezbjeđuju prelaz sa objekta na tlo.

Krilni zidovi su dio krajnjih –obalnih stubova (oporaca). Služe za bočno ograničavanje trupa puta na prelazu sa mosta na trup puta.



Nazivi djelova krajnjih stubova - oporaca



Slika 1.8
Nazivi elemenata na
srednjim stubovima

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

Temeljenje mostova može biti:

- plitko temeljenje do dubine 6,00 m na temeljima samcima ili temeljnim trakama i
- duboko temeljenje na bušenim šipovima i (ili) bunarima na dubinama većim od 6 m.

Rasponska konstrukcija - RK neposredno preuzima saobraćajno opterećenje i statičke i dinamičke uticaje prenosi na potpornu konstrukciju mosta. Rasponska konstrukcija može biti od različitih materijala, različitih statičkih sistema i različitih poprečnih presjeka.

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

Ukupna širina mosta je odstojanje između vanjskih ivica vanjskih vijenaca.

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

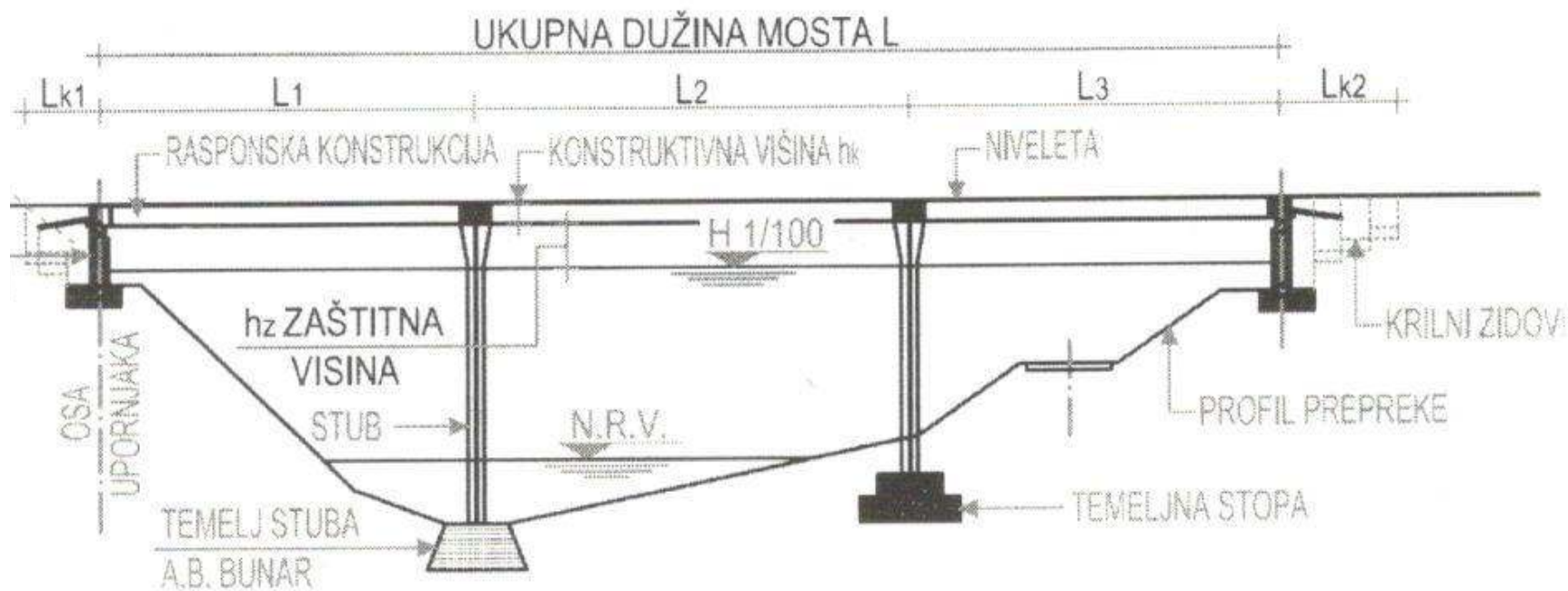
Statički rasponi mostova su razmaci između osovina susjednih stubova.

Niveleta mosta je identična sa niveletom trase puta na mostu.

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

Konstruktivna visina je visina rasponske konstrukcije koja može biti promjenljiva ili konstantna.

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



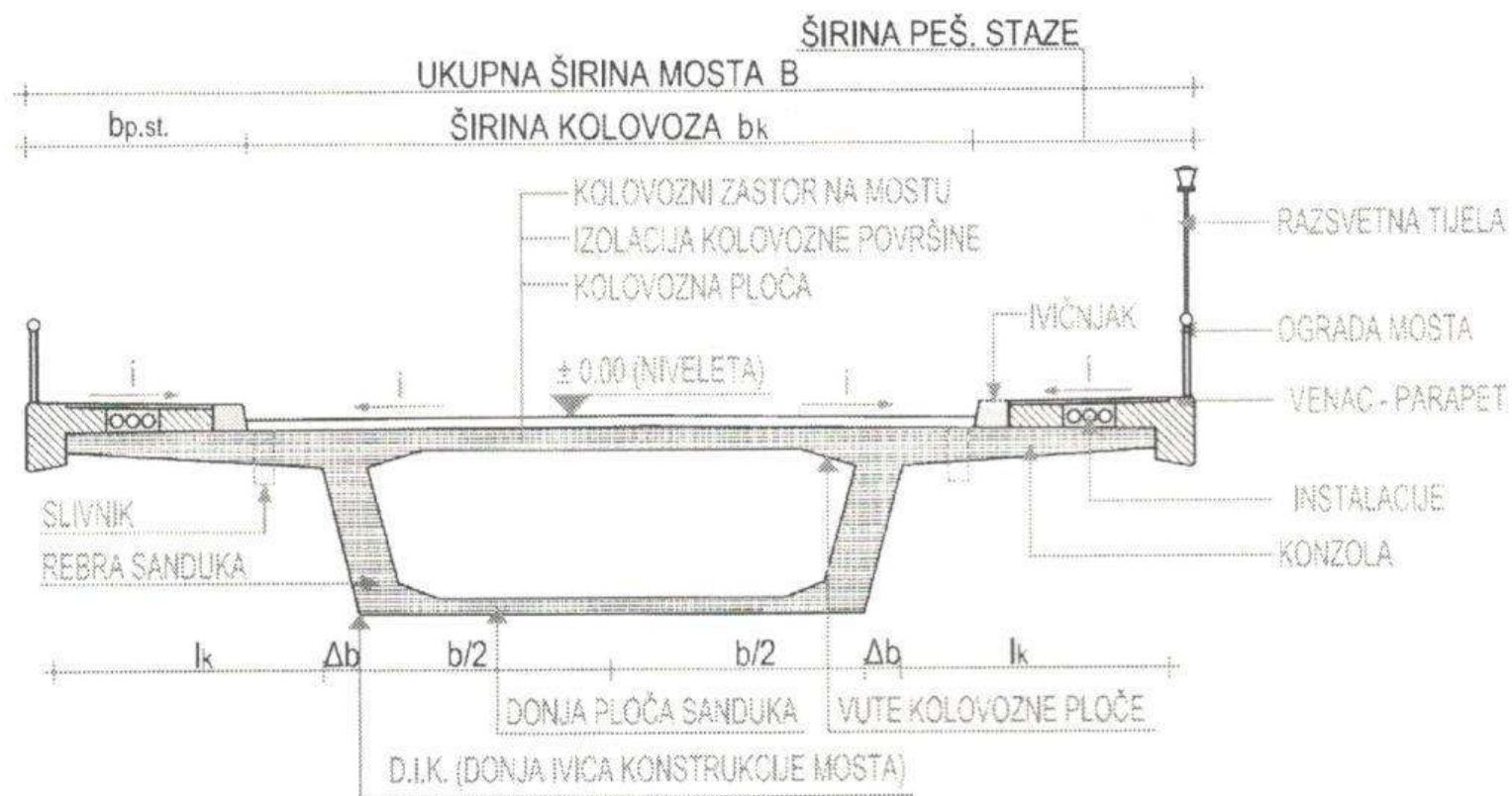
Termini koji se koriste u kod grednoj konstrukciji mosta

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

Svijetla visina je slobodna visina od terena (nivoa srednje vode, nivelete donje saobraćajnice do donje ivice rasponske konstrukcije.

Ukupna visina krajnjih stubova je visina mjerena od dna temelja do nivelete objekta.

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



Nazivi dijelova rasponske konstrukcije i opreme na mostu

Glavna konstrukcija mosta premoštava aktivno korito širokih (plovnih) rijeka.

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

Gredni sistemi mostova su sistemi kod kojih je rasponska konstrukcija (ploča, nosači, sanduci) odvojena od stubova putem ležištima.



Čelična rasponska konstrukcija i betonska potporna konstrukcija

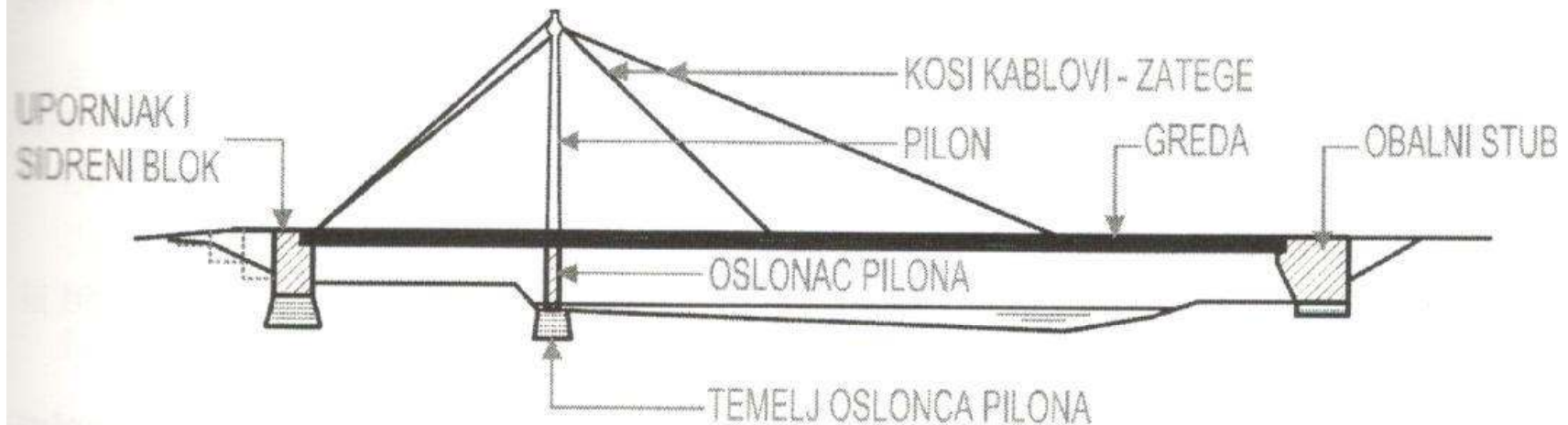
Okvirni (ramovski) sistemi mostova su sistemi kod kojih je rasponska konstrukcija (ploča, nosači, sanduci) kruto ili zglobovima povezana sa stubovima.

Viseći sistemi mostova su sistemi kod kojih nosivu konstrukciju čine parabolični kablovi koji preko pilona i vješaljki, nose gredu za ukrućenje koja direktno preuzima pokretno opterećenje.



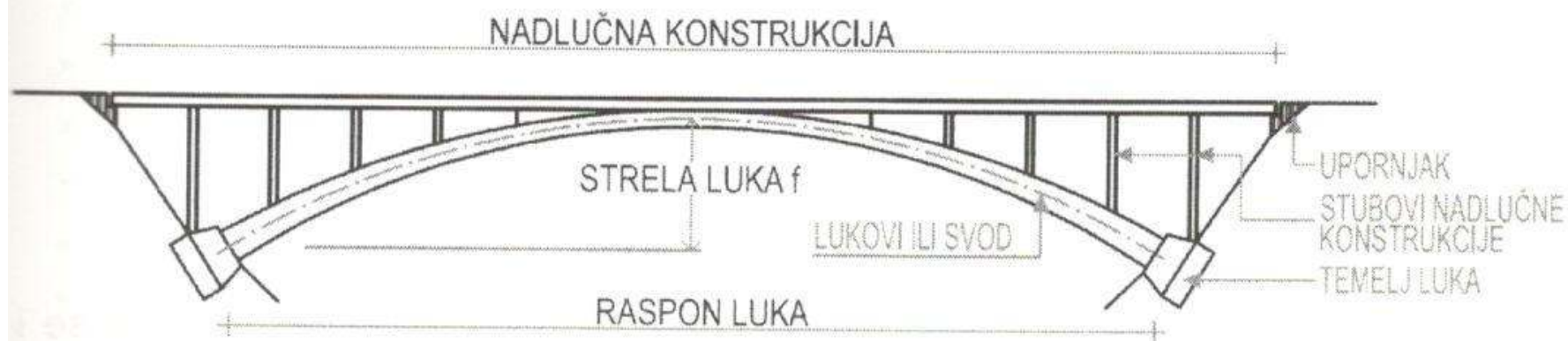
Osnovni nazivi elemenata visećeg mosta

Mostovi sa kosim zategama su sistemi kod kojih je gredna rasponska konstrukcija, uz pomoć kosih kablova – zatega obješena (elastično poduprta) na pilone.



Osnovni nazivi elemenata mosta sa kosim kablovima - zategama

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



Slika 1.14

Osnovni nazivi na lučnoj konstrukciji mosta

Manji mostovi su objekti sa ukupnom dužinom do 35 m (50 m).

Srednji mostovi su objekti sa ukupnom dužinom do 150 m.

Osnovni nazivi elemenata mosta sa lučnom konstrukcijom

Veći mostovi su objekti sa ukupnom dužinom do 300 m.

Veliki mostovi su objekti sa ukupnom dužinom većom od 300 m.

Niski mostovi su objekti sa niveletom koja je do 10 m iznad terena.

Srednje visoki mostovi su objekti sa niveletom koja je 10–30 m iznad terena.

Visoki mostovi su objekti sa niveletom koja je 30–60 m iznad terena.

Veoma visoki mostovi su objekti sa niveletom koja se nalazi 60 m iznad terena (mjereno od osnovne ili prosječne ravnine terena).

Investiciono održavanje je izvođenje građevinsko–zanatskih, odnosno drugih radova zavisno od vrste objekta s ciljem poboljšanja stanja (trajnosti) i uslova korištenja mosta.

Tekuće (redovno) održavanje objekta je izvođenje radova radi sprečavanja oštećenja koja nastaju upotrebom objekta ili radi otklanjanja oštećenja.

Adaptacija mosta obuhvata radove kojima se vrši promjena organizacije prostora na objektu, zamjena oprema i instalacija.

Sanacija mosta obuhvata popravke (saniranje) oštećenih dijelova nosive konstrukcije i popravke ili zamjenu oprema mosta.

Rekonstrukcija mosta sadrži opsežnu rekonstrukciju i zamjenu nosivih dijelova i opreme mosta s ciljem prilagođavanja novoj namjeni, povećanju nosivosti i uklanjanju oštećenja nastala u toku eksploatacije mosta.

Dogradnja mosta je izvođenje građevinskih radova na novim prostorima uz, ispod ili iznad postojećih objekata koji će činiti cjelinu sa postojećim objektom.

Obnova mosta je odstranjivanje kompletnog mosta ili dotrajale rasponske konstrukcije i izgradnja novog mosta ili nove rasponske konstrukcije.

Uklanjanje mosta predstavlja izvođenje radova kojima se objekat odstrani, poruši ili rastavi, a nakon toga uspostavi prvobitno stanje prije izgradnje mosta.

Klase izloženosti u zavisnosti od uslova sredine po EN 206-1

Klase izloženosti	Evropski naziv	Objašnjenje	
1	2	3	
X0	0	Bez rizičnosti	
XC	Carbonation	Korozija armature usljed:	Karbonatizacije
XD	Deicing-Salt		Slane vode sa kolovoza
XS	Sea		Morske vode
XF	Frost	Ugroženost betona (agresivnost okoline) usljed:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mraza ▪ Mraz uz prisutnost slane vode sa kolovoza
XA	Acid		Hemijska agresija
XM	Mechanical Abrasion		Mehanička abrazija

Dejline zaštitnog sloja betona

Zaštitni sloj betona (mm)	1) C min armatura	C min kablovi	ΔC
Rasponska konstrukcija 2) 3)	40	50	5
Potporna konstrukcija - stubovi			
površina u kontaktu sa zrakom	40	50	5
površine u kontaktu sa zemljom	50	50	5
Hodnici i rubni vijenci			
zračne površine	40	—	5
površine u dodiru sa betonom	20	—	5
C nom = C min + ΔC			
C min = 50 mm pri XS1 do XS3 in XA1 do XA3			
C min = 40 mm za mont. elemente sa prednaprezanjem na stazi i $f_{ck} \geq 40 \text{ MN/m}^2$			
C min = 100/80 mm za uzdužne/poprečne kablove, ako su položeni pod gornju površinu koševne ploče			

Norme EN 10080-2 do 4 razlikuju 3 vrste površinskog izgleda glatki P, profilirani I i rebrasti R.

Primjer označavanja armaturne šipke prečnika 20 mm i dužine 12000 mm: šipka EN 10080-3-B500B-20 x 12000

Tabela 1.4

Karakteristike čelika za armiranje

Naziv i oznaka (broj) čelika	B500A		B500B		B450C
	kotur	šipka	kotur	šipka	kotur
Nazivni promer d (mm)	4-16	6-40	6-16	6-40	6-16
Granica razvlačenja R_c (N/mm ²)	≥500		≥500		≥450
Odnos zatezne čvrstoće i granice razvlačenja R_m/R_c	≥1,05		≥1,08		≥1,15 ≥1,35
Odnos stvarne i nazivne vrijednosti granice razvlačenja $R_{c_{act}}/R_{c_{nom}}$	—		—		≤1,20
Procenat ukupnog istežanja pri najvećoj sili A_{gt} (%)	≥2,5		≥5,0		≥7,5