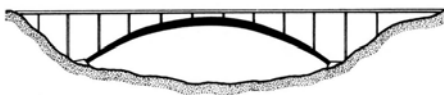


8. NOSIVE STRUKTURE U MOSTOVIMA

8.1. LUKOVI I SVODOVI



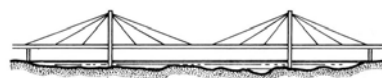
8.2. GREDE



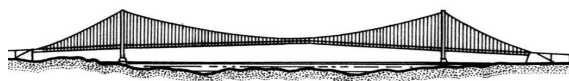
8.3. OKVIRI I RAZUPORE



8.4. OVJEŠENE STRUKTURE



8.5. VISEĆI SUSTAVI



8.6. POKRETNI I PLUTAJUĆI MOSTOVI

NOSIVA STRUKTURA – nosivi dio mosta koji preuzima sva opterećenja s prometne podloge i sva druga djelovanja te ih preko zapreke koja se premošćuje prenosi u tlo

- u pojedinom mostu može postojati jedna nosiva struktura ili više istih ili različitih
- uz glavni nosivi sustav u istom mostu mogu se pojaviti i dodatni (primjer luka iznad kojeg je gredni nadlučni sklop)

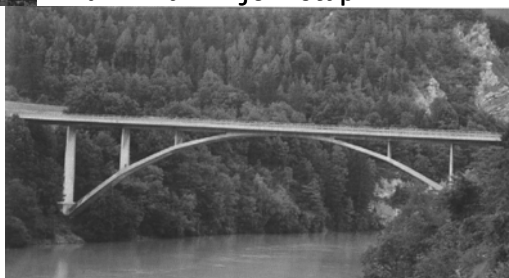
8.1. LUKOVI I SVODOVI

RAZLIKA SVODA I LUKA:

- svod – zakrivljena ploča

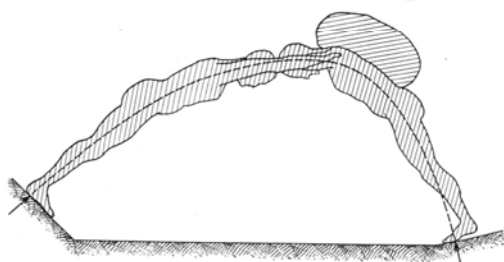


- luk – zakrivljeni štap

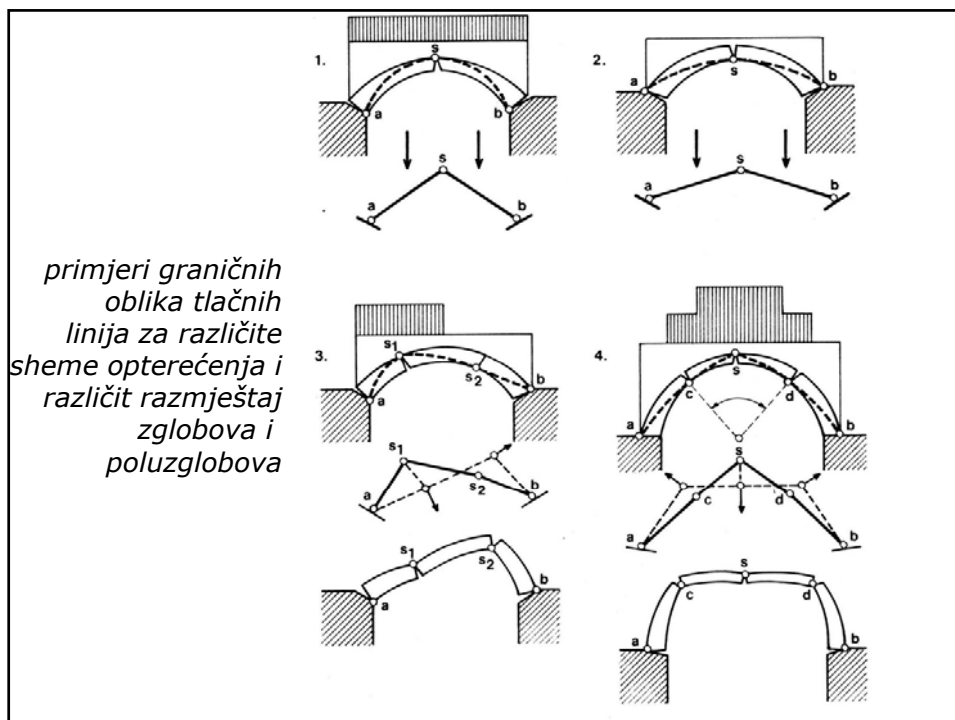


TEMELJNO SVOJSTVO LUKOVA I SVODOVA:

- tlačnim naprezanjima prenose do temelja sva djelovanja koja preuzimaju!
- momenti savijanja se javljaju tek kad se spojnicu rezultanti unutarnjih sila u svakom presjeku (*tlačna linija*) ne podudara s osi luka ili svoda
- OPTIMALAN ODABIR OSI – onaj gdje se os najviše moguće poklapa sa tlačnom linijom, lakše se postiže za mali odnos P/G jer se za različite kombinacije opterećenja dobivaju različite tlačne linije



*shematski
prikaz tlačne
linije kroz dva
ljudska tijela*



- lukovi u svojim osloncima predaju znatne horizontalne potiske pa zahtijevaju dobru nosivost tla
- ponekad se potisak preuzima pomoću zatega kojima se povežu pete svoda – sustav prema van djeluje kao gredni

GRADIVA ZA LUKOVE:

- dobro otporna na tlačna naprezanja: prirodni i umjetni kamen, beton i armiranibeton
- postoje i lukovi od metala, pa čak i od drveta

RASPONI:

- između 50 i 300 m
- moguće i do 500 m

IDEALNI ZA:

- uvale, duboke kanjone, morske tjesnace

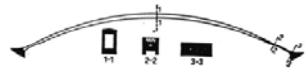
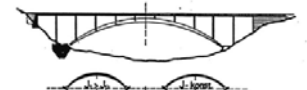
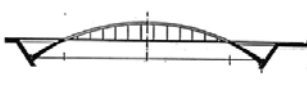
GRADENJE:

- PRIJE: ogromne i skupe o tlo oslonjene skele
- DANAS: - prvenstveno slobodnom konzolnom gradnjom
 - zakretanjem lučnih polovica iz vertikalnog položaja
 - montažna gradnja

8.1.1. Statički sustavi

DVIJE SKUPINE:

- jednostavni - osnovni prijenos sila u glavnom rasponu se odvija pomoću luka, a ostali dijelovi konstrukcije imaju sekundarnu namjenu
 - upeti, jednozglobni, dvozglojni, trozglojni
- složeni - u osnovni prijenos sila je uključena i kolnička konstrukcija ili drugi dijelovi pomosta (greda + luk)
 - gipki lukovi s krutim gredama, kruti lukovi s krutim gredama, lukovi s zategom, lukovi s vješaljkama, lukovi s preuzetim potiskom, rešetkasti lukovi, lukovi stijene

SKICA SKLOPA	Statički sustav Racionalni raspon	<i>statički sustavi u lučnim mostovima</i>
	UPETI LUK 40 - 300 m	
	ELASTIČNO UPETI LUK 40 - 150 m	
	DVOZGLOJNI LUK 80 - 200 m	
	TROZGLOJNI LUK 60 - 120 m	
	UPETI LUK S UPUŠTENIM KOLNIKOM 80 - 200 m	
	LUČNI ZIDOVI (DISKOVI) 40 - 100 m	

1. Upeti lukovi

- najjednostavniji, klasični statički sustav, najčešće se koristi

KORISTI SE ZA:

- PRIJE: klasične zidane mostove
- DANAS: masivni lukovi većeg raspona

Trostruka statička neodređenost

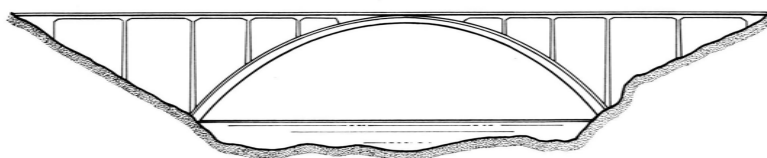
Osjetljivi na:

- temperaturne promjene
- slijeganja tla

Pogodni za:

- izvedbu slobodnim konzolnim postupkom

- izvode se ili konstantnog presjeka ili uz porast površine presjeka od tjemena prema petama – unutrašnja zadebljanja bez promjene vanjskih obrisa



2. Vallettovi lukovi

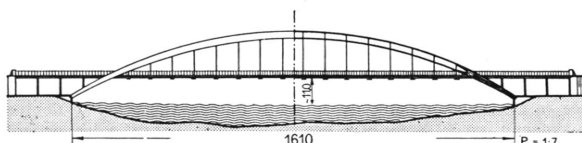
- nazivaju se po R.Vallette-u koji ih je predložio 1930.g.

- upeti lukovi kod kojih je nedaleko od peta presjek izveden sa smanjenim momentom tromosti

manji momenti savijanja
na tim područjima i
ujednačenje momenata od
tjemena do pete

smanjenje mogućnosti pojave
ekscentričnosti tlačne linije

PREDNOST: ekonomičnije strukture
MANA: složena izvedba



3. Jednozglubni lukovi

- lukovi s jednim zglobom u tjemenu

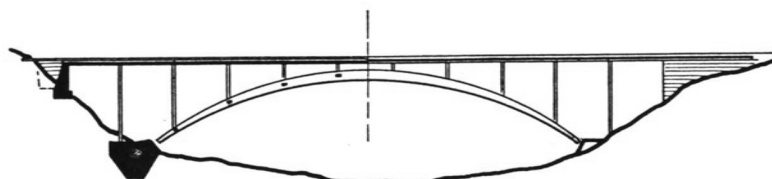
MANA: veliki momenti upetosti – skupo temeljenje

- koriste se kao privremeni sustavi tijekom gradnje, a kasnije se zglob zatvara

4. Dvozglubni lukovi

- jedanput statički neodređeni
- zglobovi najčešće u petama
- konstantnog presjeka ili stanjeni prema petama – otuda naziv srpasti lukovi

PREDNOST: manja osjetljivost na dodatne utjecaje promjene temperature, slijeganja tla i puzanja i skupljanja



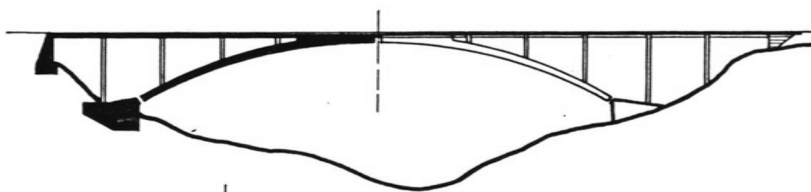
5. Trozglobni lukovi

- statički određeni sustavi sa zglobovima u tjemenu i osloncima

PREDNOSTI: - eliminacija nepovoljnih dodatnih utjecaja
- jednostavna mogućnost reguliranja napona prešama

MANA: - zglob u tjemenu

- konstantan poprečni presjek ili stanjen uz zglobove a zadebljan uz bokove
- često se koriste kao privremeni sustavi tijekom gradnje pri različitim regulacijama a kasnije se zglobovi zablokiraju



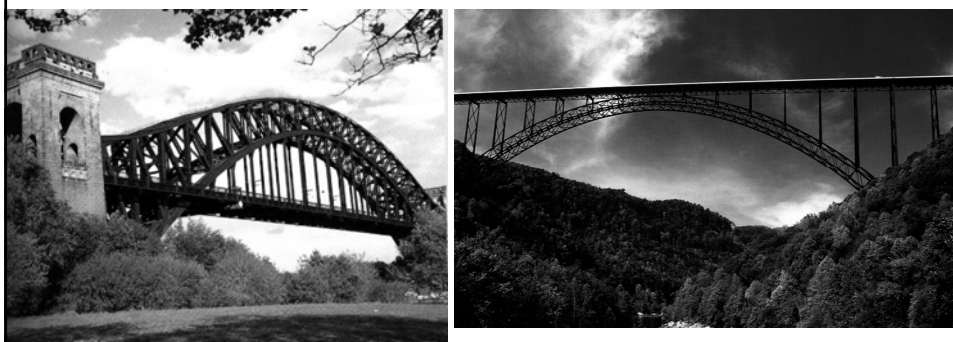
6. Lukovi stijene

- uspravno položena ravna ploča u obliku luka sa zakrivljenim donjim, a ravnim donjim rubom
- u poprečnom smjeru u paru ili više njih sa kolničkom pločom povrh
- mogu zajedno sa krilima tvoriti jedinstvenu strukturu



7. Rešetkasti lukovi

- metalne strukture, u u novije vrijeme i armiranobetonske
- spregnute rešetke – gornji i donji pojas luka je puna ploča
- očekuje se danji razvitak za lukove vrlo velikih raspona

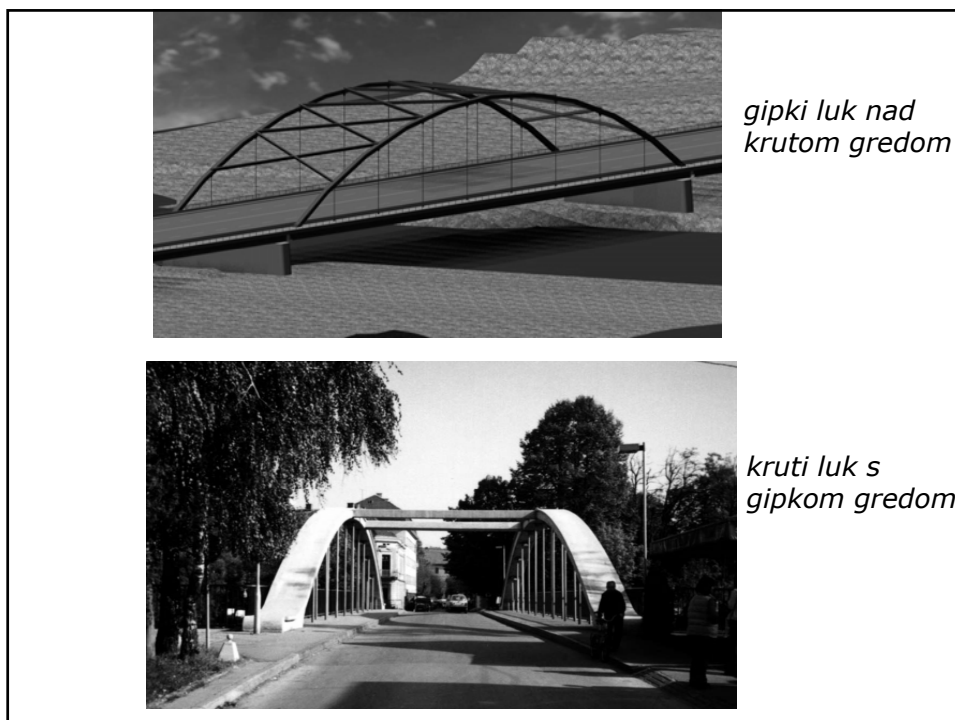


8. Lukovi povezani gredom

- ujedinjeni nosivi sustavi grede i luka

RAZNOLIKOST U ODNOSIMA KRUTOSTI:

- Maillartovi lukovi - gipki poligonalni lukovi s krutim gredama iznad
 - lagani luk se gradi na skeli i nosi stalni teret vlastite težine i grede koja preuzima ostala djelovanja
- Langerova greda - gipki luk nad krutom gredom
 - potisak luka se predaje u gredu
 - tanka greda tako premošćuje veće raspone
- kruti luk s gipkom gredom kao zategom - dvozglojni lukovi s kojih u visini zglobova zatega preuzima potisak
- kruti luk i kruta greda - višestruko statički neodređen
 - prikladan za konzolnu gradnju čitavog sklopa odjednom
- krut luk s dolje smještenom krutom gredom
 - mogu biti međusobno povezani kosim zategama – Nilsenovi lukovi

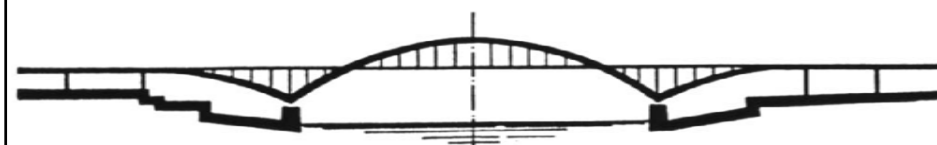


9. Lukovi s preuzetim potiskom

- polu-lukovi u razini tjemena međusobno povezani zategom
- vrsta konzolnih lukova
- ne predaju potisak u tlo nego samo vertikalno opterećenje

PRIKLADNI ZA: - dispozicije sa većim središnjim otvorom i dvostruko manjim rubnim otvorima
 - pliće lukove u ravničarskim krajevima

NEDOSTATAK: - zglob u tjemenu



10. Ostali lučni mostovi

- lukovi s kosim nadlučnim stupovima
- oblik luka blizu razupori
- Hennebique-ovi sustavi velike spljoštenosti nalik grednim mostovima
 - kombiniranjem oblika nastaju sustavi koje je teško svrstati u određenu kategoriju



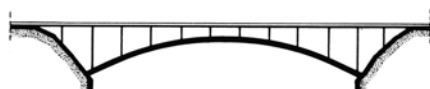
*oblik luka sličan
razupori*



8.1.2. Tipovi konstrukcije

RAZNOLIKE VARIJACIJE:

- s kolnikom gore



- kolnik u visini peta



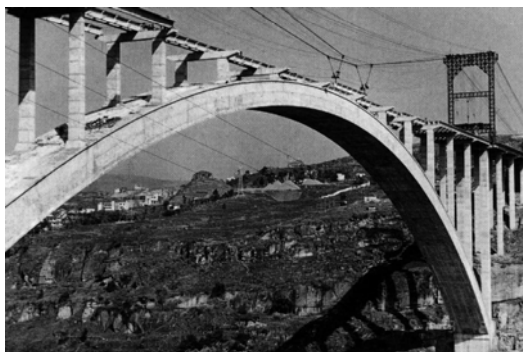
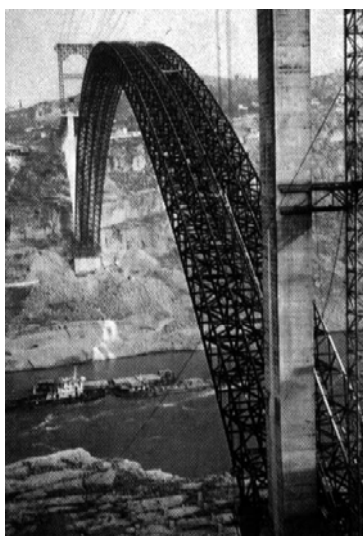
- kolnik između peta i tjemena



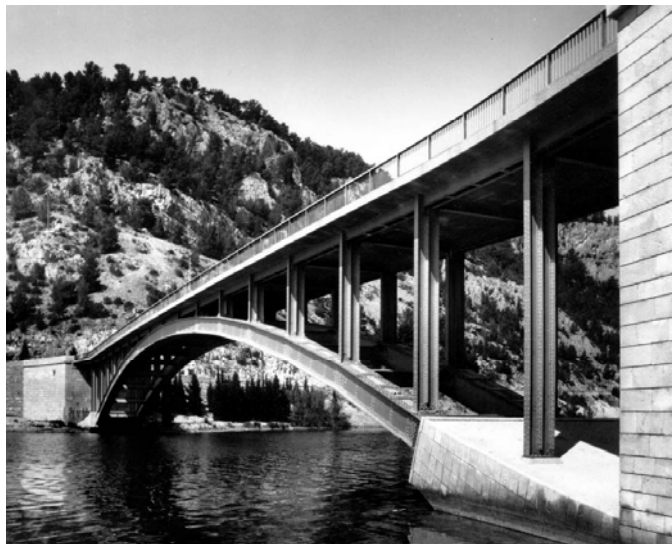
PREMA TIPU KONSTRUKCIJE NOSIVE STRUKTURE RAZLIKUJEMO:

- savijene pune ploče u monolitnoj izvedbi ili sastavljene od manjih komada (gotovo svi stari mostovi od prirodnog kamena ili opeke)
- savijeni puni štapovi
- rebrasti svodovi
- lukovi stijene
- sandučasti ili olakšani lukovi
- spregnuti lukovi
- rešetkasti lukovi

Primjer osobite strukture mosta – most Wanxian preko rijeke Yangtze u Kini rekordnog raspona – armiranobetonski luk s krutom armaturom od čeličnih cijevi



Tonkovićev most preko Krke u Skradinu – čelični četvrtasti profili luka starog mosta su ispunjeni betonom



8.1.3. Oblik luka

1. Optimalni odnosi

TEMELJNE LINIJE LUKA ILI SVODA:

- *intrados* – linija donjeg ili unutrašnjeg ruba svoda
- *ekstrados* – linija gornjeg ili vanjskog ruba svoda
- *os svoda* – linija koja prolazi raspolovnicama debljine svoda ili njegovim težištem
- *tlačna linija* – spojnica hvatišta rezultanata unutrašnjih sila u svakom presjeku (zbog promjenljivosti djelovanja valja analizirati i porodicu ili snop tlačnih linija)

- pri oblikovanju tih linija treba težiti statičkom, oblikovnom, konstrukcijskom i ekonomskom skupnom optimumu!

STATIČKI OPTIMUM: poklapanje osi s tlačnom linijom

OBLIKOVNI OPTIMUM: skladno i kontinuirano pružanje linija intradosa i ekstradosa, njihovi međusobni odnosi i odnos sa linijama terena i dijelova pomosta

KONSTRUKCIJSKI OPTIMUM: linije koje omogućuju što jednostavniju izvedbu i što bolje djelovanje strukture

EKONOMSKI OPTIMUM: oblik koji zahtijeva najmanji skupni utrošak

2. Osnovne proporcije

SPLJOŠTENOST LUKA – ODNOS f/L :

- polukružni ili puni lukovi – $f = L/2$ (stari kameni mostovi)
- spljošteni lukovi – $f < L/2$ (suvremeni mostovi)
- nadvišeni lukovi – $f > L/2$ (gotski luk, šiljati luk)

OPTIMALNI OBLICI SU ZA SPLJOŠTENOSTI:

- od $1/4$ do $1/8$
- postoje primjeri plitkih mostova $f/L=1/16$



primjer plitkog luka

8.2. GREDE

- najuobičajeniji nosivi sustavi za mostove manjih i srednjih raspona

PREDNOSTI:

- jednostavnost izvedbe
- oblikovna i funkcionalna prilagodljivost na raznolike uvjete ambijenta i prometne potrebe
- nezamjenjivi za vrlo dugačke mostove, mostove u krivinama, čvorištima i petljama
- za male i srednje raspone najmanja potrebna visina za smještaj nosivog sklopa

MATERIJALI:

- drvo, armirani beton, metali, spregnuti...

SUSTAVI:

- pješački, željeznički, cestovni i drugi

- dimenzioniranje na momente savijanja i poprečne sile
- nisu osjetljivi na pomake oslonaca kao lukovi
- ne predaju horizontalne sile u tlo – mali i jednostavni temelji
- vrlo su osjetljivi na diferencijalna slijeganja tj. popuštanja oslonaca

GOSPODARSKA OPRAVDANOST:

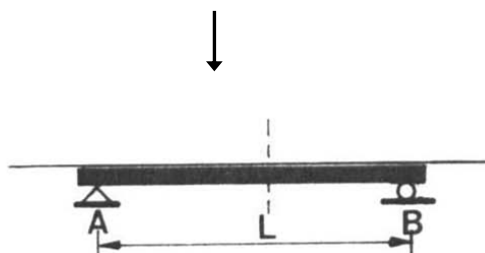
- montažna gradnja – prethodna izrada i priprema elemenata
- monolitna gradnja – unifikacija poprečnih presjeka radi pojednostavljenja skela, oplata i uređaja
- neisplativi za veće raspone jer količine gradiva u ležajnim dijelovima jako rastu

8.2.1. Statički sustavi

1. Pojedinačne slobodno položene grede

➤ jednorasponska, prosta greda

PREDNOST: proračunska i izvedbena jednostavnost



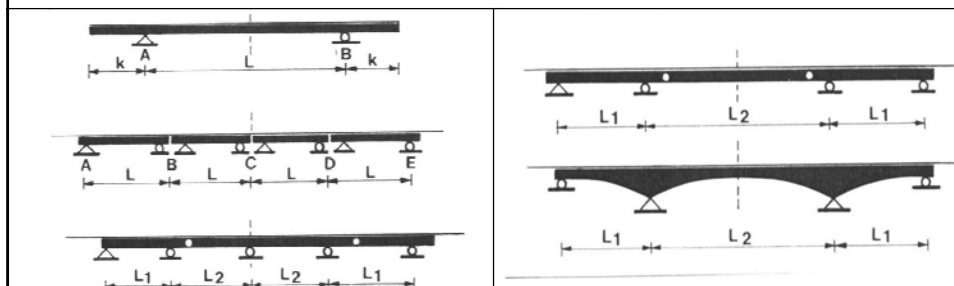
2. Slobodne grede s prijepustima i protuutezima

➤ prijepusti (konzole) ili protuutezi se izvode iza oslonaca

RAZLOG: smanjenje momenata u sredini polja radi smanjivanja potrebne visine konstrukcije

POSLJEDICA: - negativni momenti nad osloncima – vute nad tim mjestima

NEDOSTACI: - problemi izvedbe prijelaznih naprava na krajevima prijepusta jer su oni deformabilni
- ukupno povećanje težine mosta



3. Slobodne grede u nizu

- premošćivanje niza otvora nekog mosta
- neprihvatljivo rješenje sa prijelaznim napravama iznad oslonaca pa se zato izvodi kontinuirana ploča kolnika

↓

- svi oslonci osim jednog su izvedeni pokretni

↓

- zadržana jednostavnost izvedbe slobodnih greda uz kontinuitet prometne plohe



4. Kontinuirane grede

- prikladne za mostove s mnogo raspona
- nosač koji od početka do kraja mosta nema prekida ili je neprekidan u nekom sektoru (čak više od 1000 m), a proteže se preko više desetaka polja

PREDNOST:

- mogu biti izvedeni manjih visina konstrukcije zbog povoljnije raspodjele momenata u poljima i nad ležajevima
- do raspona od 100 m izvode se konstantne visine, a preko toga sa vutama iznad oslonaca
- iz statičkih raspona dispozicije s jednakim središnjim otvorima i za 20% manjim rubnima, kod izvedbe balansnim postupkom rubni rasponi su 50% središnjeg

5. Grede sa zglobovima

- umetanjem zglobova se kontinuirani nosač dijeli na manje odsječke – Gerberova greda

PREDNOSTI:

- povoljnija raspodjela momenata
- izvedbene pogodnosti
- pogodnosti kod dugotrajnih deformacija u temeljima

NEDOSTACI:

- funkcionalni i trajnosni problemi zbog velikog broja prekida i dilatacija u kolniku

6. Konzolne grede

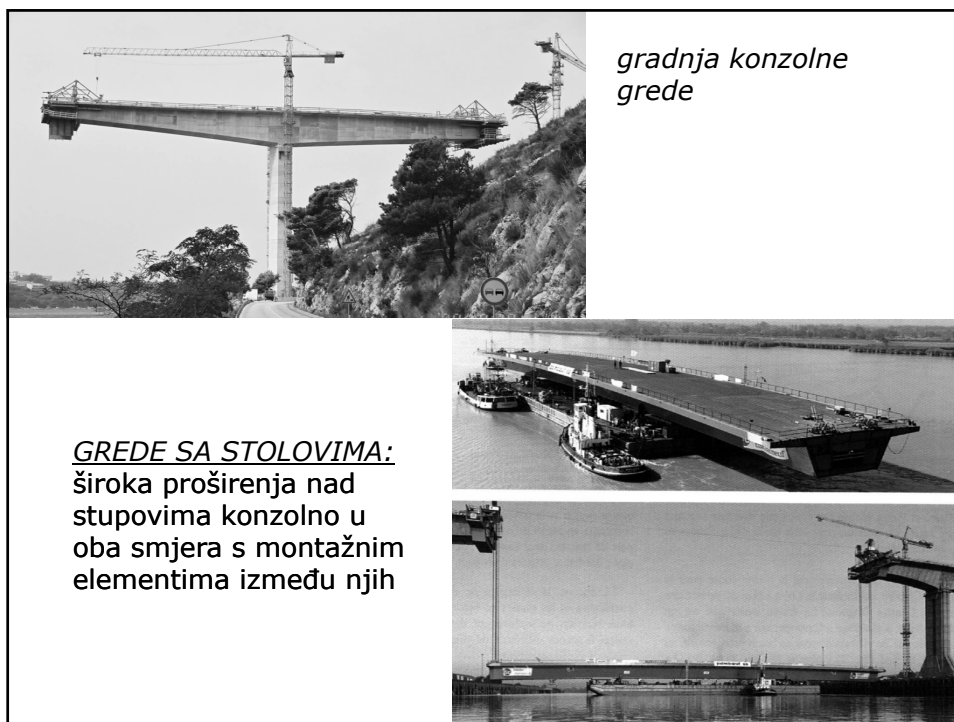
- gredni nosači upeti u stupove ili upornjake sa zglobovima u sredini polja

PREDNOSTI:

- smanjenje momenata u polju
- konzolna gradnja
- rasponi do 300 m

GRADNJA:

- konzolno simetričnim napredovanjem na obje strane od stupa
- spoj u sredini - zglob
 - sa središnjim dijelom uz dva zgloba
 - monolitno povezan
- skupljanje i pužanje i temperaturne promjene za vrijeme gradnje djeluju na statički određenom sistemu - prednost takve gradnje
- prisutnost dilatacija na kolniku – nedostatak takve gradnje

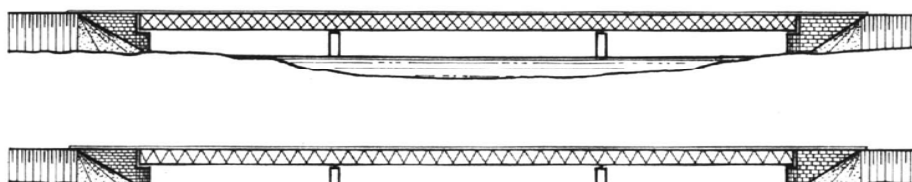


7. Rešetkasti i perforirani nosači

➤ gradnja u obliku raznih rešetki

VARIJACIJE:

- slobodni ili kontinuirani sustavi
- razina statičke neodređenosti
- čelični, drveni, betonski
- s prednapetim betonskim ili čeličnim hrptovima
- s betonskom kolničkom pločom iznad ili u donjem pojasu





*betonska
rešetka*



čelične rešetke



8. Grede s lukovima

- ovdje pripadaju oni sustavi koji izvana djeluju kao gredni, a u premoštenju raspona je greda zategama spojena s lukom pa može biti tanja
- greda na luk djeluje kao zatega jer preuzima potisak



8.2.2. Tipovi konstrukcije

1. Pločaste konstrukcije

- nosiva struktura s jednom manjom i dvije znatne dimenzije

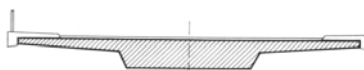
KORISTI SE ZA:

- manje raspone
- kao kolnička konstrukcija s drugim glavnim nosačima

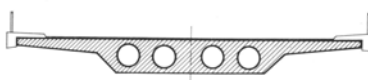
- izvedba monolitno ili od gotovih montažnih elemenata

MOGUĆE VARIJACIJE:

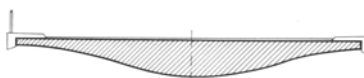
- puna ploča
- puna ploča s konzolama



- olakšana ploča



- ploča sa zadebljanjima



PUNA PLOČA:

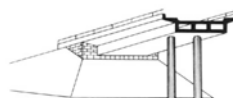
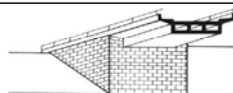
- za manje raspone – 15 m slobodno oslonjena, 20 m kontinuirana
- prednosti kod rješenja s promjenjivom širinom duž raspona ili kod kosih mostova
- jednostavnost izgleda i izvedbe

PLOČA S KONZOLAMA:

- kod širih mostova s pješačkim hodnicima na konzolama

OLAKŠANE PLOČE:

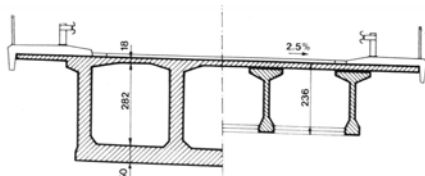
- kod većih raspona i većih vlastitih težina kada je potrebna visina iznad 70 cm
- oblici šupljina – kružni, ovalni, pačetvorine sa zatupljenim kutovima
- trajnosni problemi



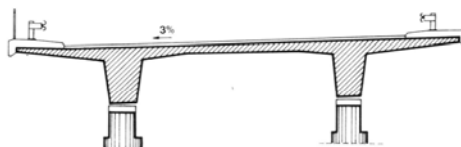
2. Rebraste konstrukcije

- za veće raspone – između 15 i 40 m
- poprečni presjek:
kolnička ploča i određeni broj rebara ispod nje
gusta rebra ili obične rebraste konstrukcije

- manji rasponi
- sustav sličan olakšanim pločama bez donjeg dijela ploče
- montažna gradnja sa monolitnom pločom



- veći rasponi
- izraziti gredni nosači s pločom nad njima



- nad osloncima se izvode poprečni nosači, ponekad i unutar raspona



*rebrasta struktura sa
montažnim omnia pločama
povrh*



*rebra sa sljubljenim
gornjim pojasnicama*

3. Sandučaste konstrukcije

➤ za još veće raspone od grednih

GRADIVA:

- čelik
- u novije vrijeme prednapeti beton – srednji i veći rasponi (40-300m)

NOSIVI SUSTAV: - gornja ploča (ujedno i kolnička) s konzolama
 - vertikalni ili kosi hrptovi
 - donja ploča

čelični sanduk

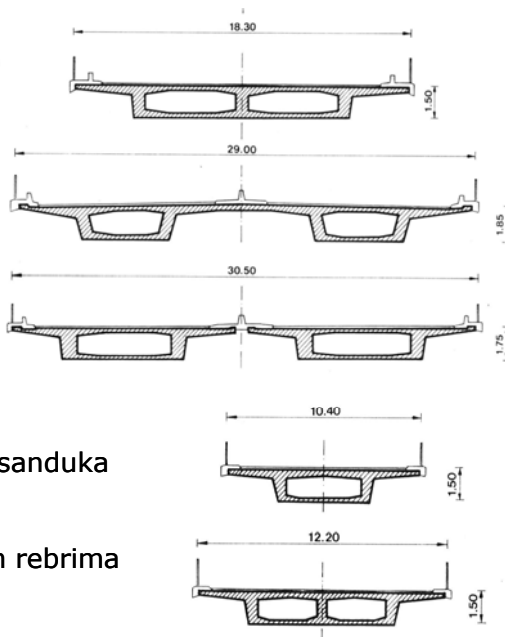
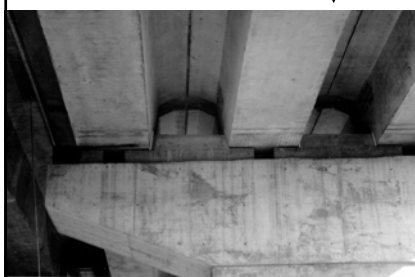


betonski sanduk



U POPREČNOM SMJERU SU MOGUĆE IZVEDBE S:

- jednim sandukom
- više sanduka



- cjelovit prostor unutrašnjeg sanduka
- podjela sanduka unutrašnjim rebrima

POGODNOSTI SANDUČASTIH MOSTOVA U ODNOSU NA REBRASTE:

- pogodniji su za prednapinjanje jer gornja i donja ploča mogu preuzeti razmjerno velike tlačne i vlačne sile
 - posjeduju i bolja trajnosna svojstva – manje spojeva i bridova
 - velika torzijska krutost – nezamjenjivi kod mostova u krivinama
- prostori unutar sanduka moraju biti dostupni za preglede, mora biti osigurano prozračivanje i odvodnja procjednih voda

VRSTE GRADNJE:

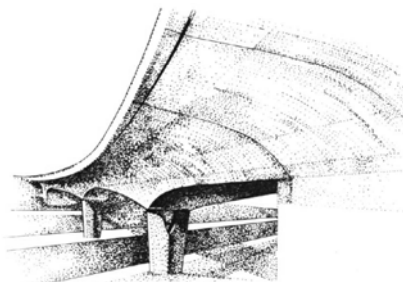
- montažna ili monolitna
- na fiksnim ili pokretnim skelama
- uzdužnim potiskivanjem

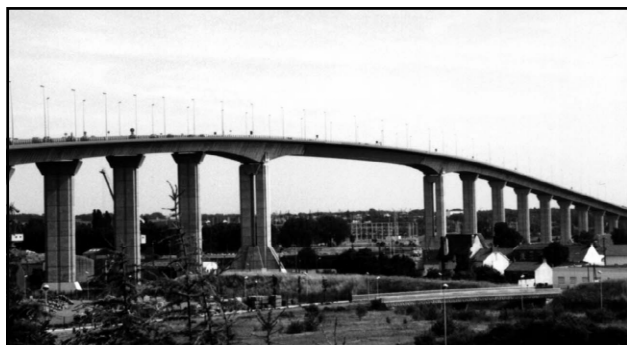
8.2.3. Oblikovne varijacijeLINIJA GORNJEG POJASA:

- nastojanje da linija gornjeg pojasa prati liniju nivelete
- ako to nije moguće vrše se ispravke odgovarajućim debljinama vijenaca i zadebljanjima kolničke ploče

LINIJA DONJEG POJASA:

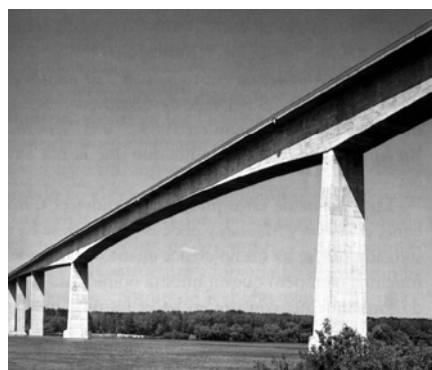
- moguće veće oblikovne varijacije
- može slijediti liniju gornjeg pojasa (manji rasponi) ili biti potpuno drugačija (veći rasponi – statičke zakonitosti)
- kod velikih raspona su nosači puno većih visina uz oslonce nego u sredini polja
- kontinuirani nosači mogu vjerno odražavati liniju momenata savijanja





- kod mostova s jednim dominantnim otvorom on se naglašava vutama i tako omogućuje viši slobodni profil pri sredini otvora

- mogući su različiti načini koncipiranja odnosa stupova i sklopa



8.3. OKVIRI I RAZUPORE

- sustavi gdje se javljaju i uzdužne sile od vertikalnog opterećenja
- konstrukcijske pogodnosti za određene profile terena i nosivosti tla
- za mostove manjih i srednjih raspona



8.3.1. Okvirne konstrukcije

- one konstrukcije kod kojih su rasponski sklopovi kruto povezani s konstrukcijom stupova ili upornjaka u jednu cjelinu
- odnosi krutosti dijelova sklopa bitno utječu na razdiobu momenata savijanja

U POGLEDU DISPOZICIJE IZVODE SE KAO:

- mostovi s jednim otvorom i obično konveksno zaobljenom linijom intradosa, a linija ekstradosa prati niveletu
- mostovi s tri otvora od kojih je središnji dominantan, a dva bočna su manja – od čvora se i stupovi i grede smanjuju

- u statičkom smislu mogu biti:

TROZGLOBNI OKVIRI - statički određene konstrukcije

- nema dodatnih sila od dodatnih utjecaja
- problem je zglob u sredini polja



DVOZGLOBNI OKVIRI - zglobovi u osloncima stupova

- sa ili bez konzolnih istaka

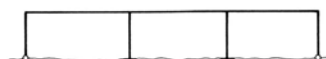


UPETI OKVIRI - prikladni za manje mostove, nadvožnjake, propuste i pothodnike



KONTINUIRANI OKVIRI - preko više polja

- višestruka neodređenost
- osjetljivi na dodatne sile i utjecaje



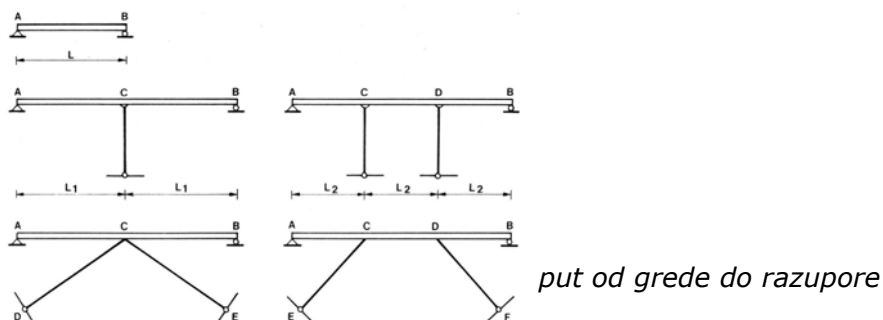
8.3.2. Razupore

- zamjenom vertikalnih stupova kosima u grednim ili okvirnim sklopovima nastaju razupore

OBLIKOVNE I KONSTRUKCIJSKE VARIJACIJE S OBZIROM NA:

- odabrani statički sustav
- položaj i broj oslonaca
- proporcije dijelova kosnika i grede
- nagibe i promjene debljina stupova i grede.

- prikladni za nadvožnjake nad autocestama – dodatna preglednost



1. Sustavi s rukama i istakama

DRVENE KONSTRUKCIJE:

- grede se pojačavaju uz oslonce kraćim kosnicima (rukama)

ZIDANE KONSTRUKCIJE:

- ojačavanje se izvodi istakama

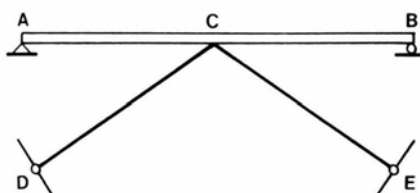
BETONSKE I METALNE KONSTRUKCIJE:

- ojačavanje se izvodi u obliku vuta
- čest je slučaj raščlanjivanja stupova u oblike slova V ili Y



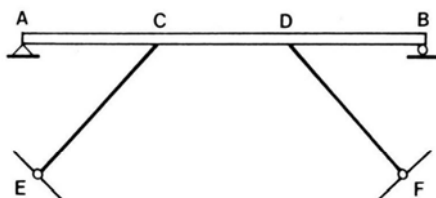
2. Trokutaste razupore

- greda je poduprta dvama kosnicima koji se dodiruju u jednoj točki i tvore trokutasti oblik
- prepolovljuje se raspon grede
- uobičajeno za drvene sklopove, a u betonskim ga je doradio R. Maillart – “žablji kraci” →



3. Trapezaste razupore

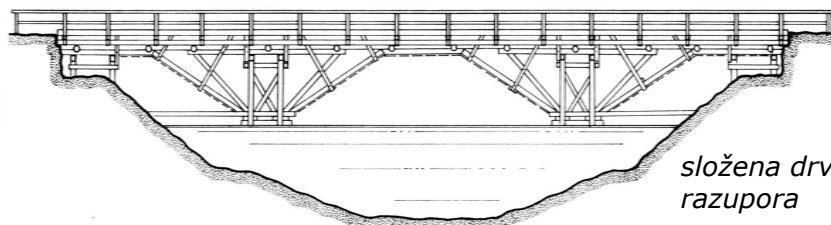
- kosnici podupiru gredu u dvije međusobno odmaknute točke – otvor oblika trapeza
- greda se dijeli u tri dijela – nosač preko tri polja
- greda može biti kontinuirana ili sa zglobno oslonjenim središnjim dijelom, a kosnici mogu biti upeti u gredu ili zglobno povezani



4. Složene razupore

KOMBINACIJE RAZUPORNIH SUSTAVA:

- kombinacije trokutaste i trapezaste razupore s nosačima s rukama
- dvostruke, trostruke ili višestruke trokutaste i trapezaste razupore
- kombinacije trokutaste s trapezastom razuporom



složena drvena razupora

MOGUĆE SU I SLIJEDEĆE VARIJACIJE:

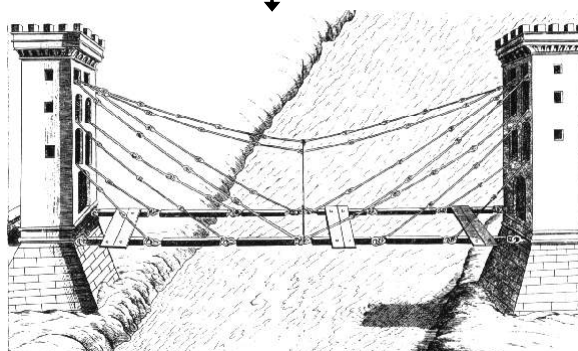
- kosnici u vertikalnoj ravnini ili poprečno skošeni
- dijelovi razupore kao punostjeni nosači, rebraste, sandučaste ili rešetkaste strukture
- ravninski ili prostorno zaobljeni kosnici – sličnost s lukovima
- pješačke razupore bez grede samo s kosnicima na kojem su stube
- most s kolnikom dolje koji se zategama prihvaća za razuporu

8.4. OVJEŠENE STRUKTURE

- u posljednje vrijeme najintenzivniji razvitak

RASPONSKO PODRUČJE: od 300 do 1000 m

- nosivi sklop se sastoji od gredne kolničke konstrukcije ovješene kosim zategama o pilone
- ishodište u radovima našega Fausta Vrančića iz 17.st.



- intenzivna primjena tek od sredine prošlog stoljeća

PREDNOSTI:

- brza i racionalna gradnja bez dodatnih skela i uređaja, zatege služe i kao pomagalo u gradnji i kao dio konačnog sustava
- gospodarski prihvatljiva rješenja

GRADIVA:

- čelik - u početku kao jedini materijal za ove mostove zbog povoljnog odnosa čvrstoće i vlastite težine
- beton - pogodan zbog cijene ali i veće krutosti, prigušenja i manjih vibracija zbog manjeg odnosa P/G
 - manji i srednji rasponi
- spregnuti - uzimaju se dobra svojstva svakog gradiva, a loša se izbacuju
 - jednostavna montaža

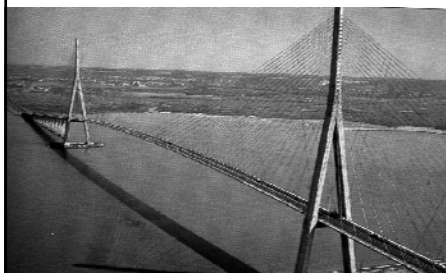
- dominantne, uočljive građevine – važnost njihova oblikovanja

najveći dosegnuti rasponi ovješnih struktura...

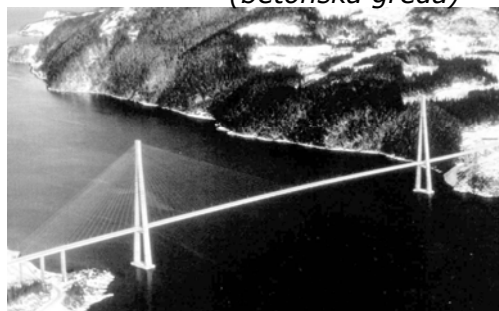


*Tatara – 890 m
(čelična greda)*

Normandie – 856 m



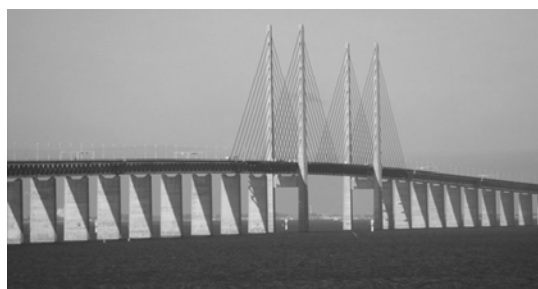
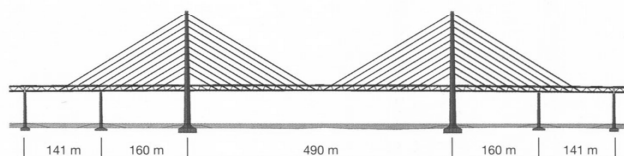
*Skarnsundet – 530 m
(betonska greda)*



8.4.1. Dispozicija i statički sustav

TIPOVI DISPOZICIJE:

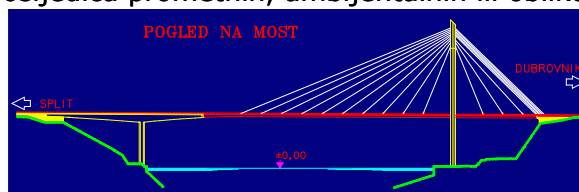
- simetrična s dominantnim središnjim otvorom i dva manja postrana
 - običajena uzdužna dispozicija
 - dva jednaka pilona na koja se vješa gredna struktura



8.4.1. Dispozicija i statički sustav

TIPOVI DISPOZICIJE:

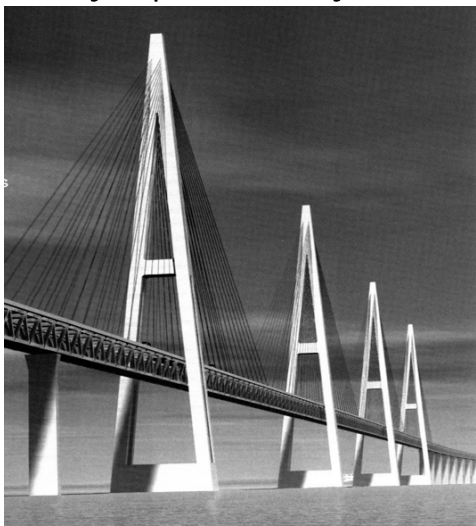
- nesimetrična s jednim pilonom, jednim dominantnim otvorom i jednim znatno manjim otvorom (do 0,5L)
 - posljedica prometnih, ambijentalnih ili oblikovnih zahtjeva



8.4.1. Dispozicija i statički sustav

TIPOVI DISPOZICIJE:

- višerasponska dispozicija s više dominantnih podjednakih središnjih otvora, za jedan većim brojem pilona no što je tih otvora, te dva manja rubna
 - premošćenje širokih prostranstva



SA STATIČKOG GLEDIŠTA OVJEŠENA STRUKTURA SASTOJI SE OD:

- gredne kolničke konstrukcije
- zatega koje gusto prihvaćaju gredu
- pilona

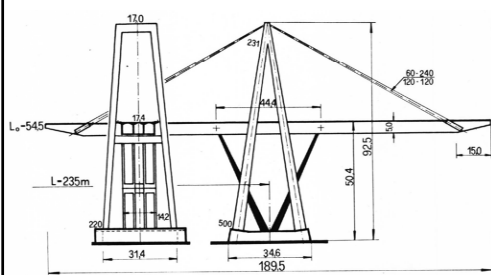


- višestruko neodređen sustav
- zatega – kruti štap sa uvijek vlačnom silom
- greda – uzdužno prednapet (silom iz zatege), kontinuirani nosač s puno oslonaca

➤ s obzirom na povezanost grede s pilonom postoje mnoge varijacije...

1. Grede s ovješnim stolovima

- stolovi se vješaju zategama o relativno niske pilone
- savladavanje većih raspona za grede istih debljina od klasičnih stolova
- sustav razvio R. Morandi
- most Maracaibo (slika) – niz manjih raspona se premošćuje sustavom greda sa stolovima, a veći rasponi s ovješnim stolovima – mana su prekidi na kolniku zbog zglobova



2. Konzolne ovještene grede

- gredni sustav čvrsto povezan s pilonom se proteže prema sredini polja gdje je zglobno povezan sa simetričnim
- zglob pružima samo poprečne sile – sustav se izvana ponaša kao konzolni gredni

S OBZIROM NA ZATEGE RAZLIKUJEMO:

- zatege rijetko postavljene – nosač djeluje kao kontinuirani na elastično popustljivim ležajevima
- guste zatege – čitav sustav je konzola sa gredom kao tlačnim pojasom, a zategama kao vlačnim

3. Kontinuirane ovještene grede

- najčešće primjenjivan nosivi sklop, pogotovo za masivne mostove

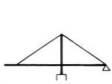
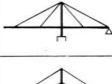
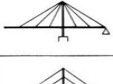
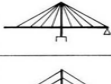
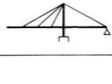
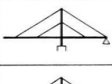
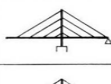
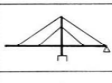
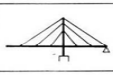
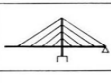
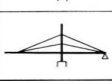
PREDNOST:

- greda se izvodi neprekinuto svojom dužinom

8.4.2. Oblici strukture

OVISE O:

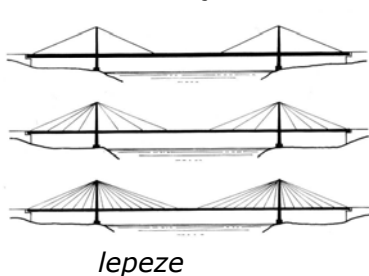
- broju i rasporedu pilona
- proporcijском odnosima među rasponima
- rasporedu zatega – najviše utječe na oblik strukture:

JEDNOSTRUK	DVOSTRUK	TROSTRUK	VIŠESTRUK	KOMBINIRAN	BROJ ZATEGA OBLIK
					LEPEZA
					HARFA
					PARALEPEZA
					

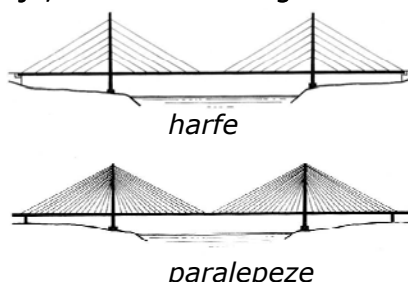
- razlikujemo: - sustave s gusto postavljenim zategama
- sustave s rijetkim zategama

PO SMJERU PRUŽANJA ZATEGA RAZLIKUJEMO:

- lepeze - zatege na vrhovima pilona idu u jednu točku pa se od nje zrakasto šire prema svojim hvatištima u gredi
 - problemi zbog sidrenja
- harfe - paralelni snopovi zatega sa svake strane pilona
 - prednost - povećana stabilnost pilona jer se opterećenja raspoređuju po čitavoj njegovoj visini
 - nedostatak – uzrokuje veće tlačne sile u gredi
- paralepeze - lepeze kod kojih sidrenje nije u jednoj točki nego na širem odsječku pilona
- izvedenice – polulepeze i poluparalepeze – u glavnom rasponu jedan način vođenja, a u bočnom drugi

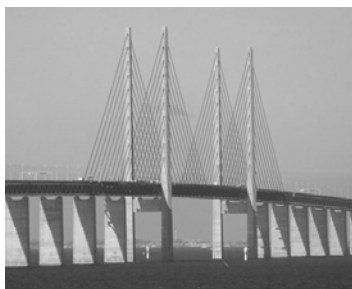


lepeze



harfe

paralepeze



harfa



lepeza



paralepeza

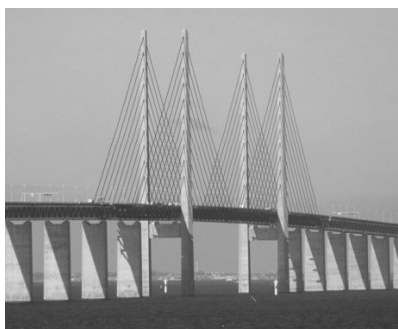
- prije: konstrukcije s manjim brojem zatega – razmaci 30 do 70 m
- danas: konstrukcije s većim brojem zatega
 - razmaci 5 do 15 m za betonske, a 10 do 20 m za čelične grede
 - jednostavnija montaža, bolja aerodinamična svojstva

VOĐENJE ZATEGA U POPREČNOM PRESJEKU:

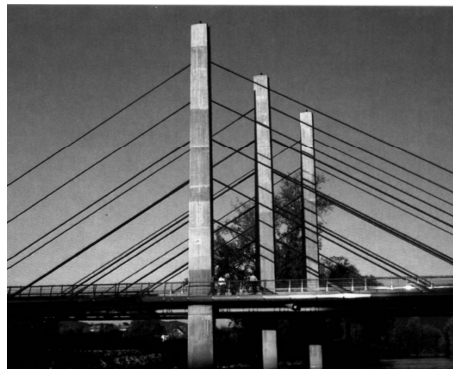
- u jednoj vertikalnoj ravnini
 - obično u osi mosta sa prometnim plohami sa svake strane
 - potrebna velika torzijska krutost grede
 - u dvije ravnine
 - mogu biti vertikalne ili koso položene
 - u tri ravnine ili u razigranom prostornom sustavu zakrivljenih ploha
- pri vođenju zatega osobito je potrebno voditi računa o zahtjevima slobodnih profila



jedna ravnina



dvije ravnine



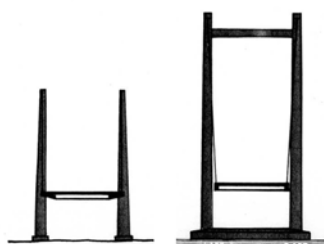
tri ravnine

8.4.3. Oblici pilona

- prije: masivni zidani piloni
- danas: strukture od betona i čelika

PILONI U POPREČNOM SMJERU (ovise o broju ravnina zatega):

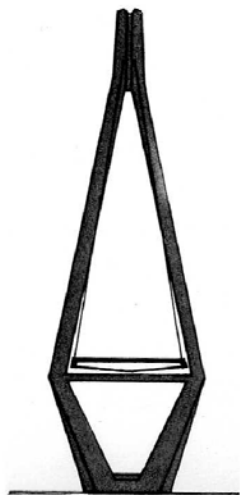
- tip H – kod bočnog ovješnja na rubovima grede



- tip A



- tip X



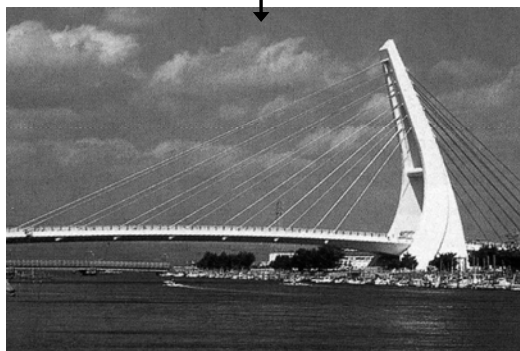
O VISINI PILONA OVISI:

- količina i trošak za zatege
- uzdužne sile u gredi

OPTIMUM: lepeze $h/L=0,3$
harfe $h/L=0,5$

PILONI U POGLEDU NA MOST:

- vertikalni
- nagnuti prema glavnom otvoru
- nagnuti prema obali

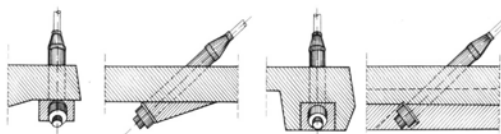


8.4.4. Zatege

- njihovim razvitkom i usavršavanjem došlo je do napretka ovješnih mostova
- proizvode se od visokovrijednog čelika

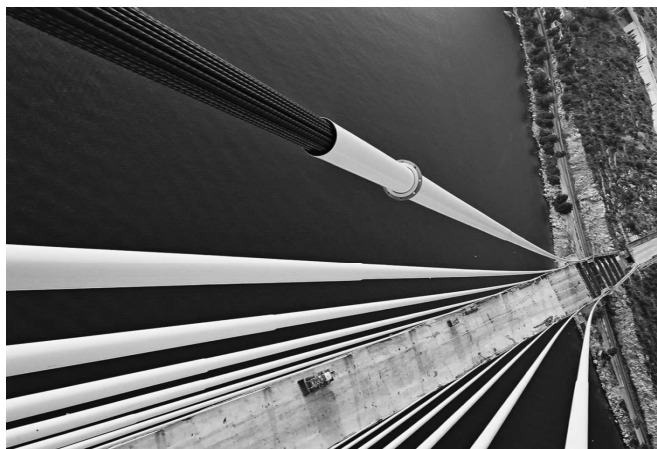
SVOJSTVA ČELIKA BITNA ZA ZATEGE:

- vlačna čvrstoća
 - modul elastičnosti
 - otpornost na zamor
 - mogućnost antikorozivne zaštite
- vrlo složen i bitan je detalj sidrenja zatege, pogotovo u vrh piona:



TIPOVI ZATEGA:

- paralelne šipke
- paralelne žice
- paralelni strukovi
- zatvoreno spiralno uže



8.5. VISEĆI SUSTAVI

➤ pripadaju u iskonske nosive strukture

GLAVNI NOSIVI SUSTAV: uže kao vlačni nosač, obješeno preko dva pilona

RASPONI: - do 2000 m, idealni za raspone 1000 do 2000 m
- česti kao pješački mostovi raspona 50 do 300 m

pješački most u Osijeku



pješački most preko Save u Martinskoj Vesi

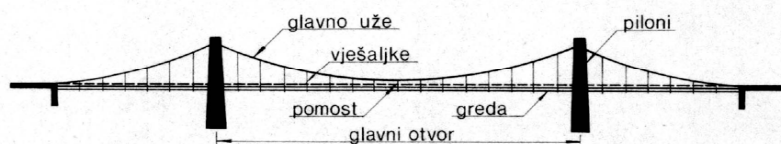


8.5.1. Konstruktivne osobitosti visećih mostova

NOSIVI SUSTAV VISEĆEG MOSTA TVORE:

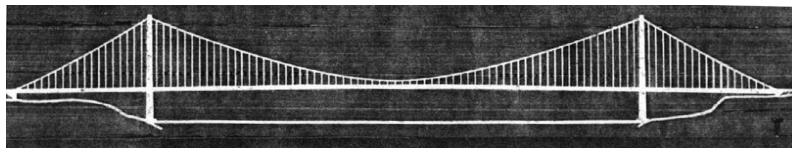
- obješeno uže
- piloni
- gredna kolnička struktura
- vješaljke
- sidreni blokovi

viseći sklop

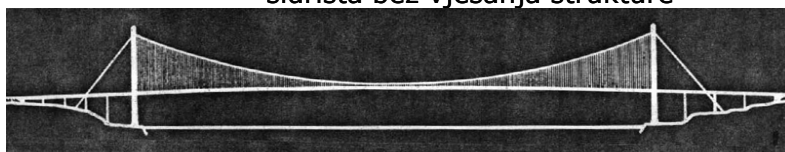


DISPOZICIJE:

- s tri raspona - srednji dominantan i dva bočna manja
 - nad srednjim rasponom je uže lančanica, a nad bočnim se vodi do sidrišta



- jedno-rasponska - piloni uz obalu pa se bočno užad vodi samo sidrišta bez vješanja strukture



- s više glavnih raspona – uže tvori više lančanica

STATIČKE RAZLIKE – ODNOS SE NA NAČIN SIDRENJA PILONA:

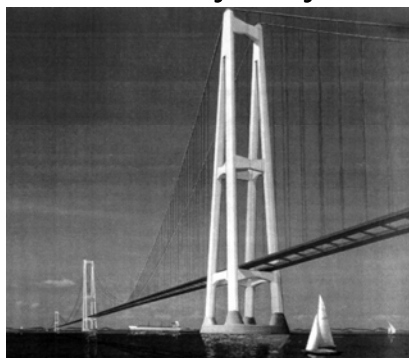
- sidrenje u sustav mosta
- sidrenje u sidreni blok izvan njega
- sustav se sidri u gredu (manji mostovi)

GREDA MOŽE BITI:

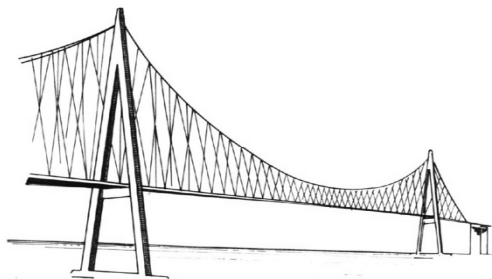
- neprekinuta, kontinuirana preko tri polja
- prekinuta na mjestu pilona

U POPREČNOM SMJERU MOST MOŽE BITI:

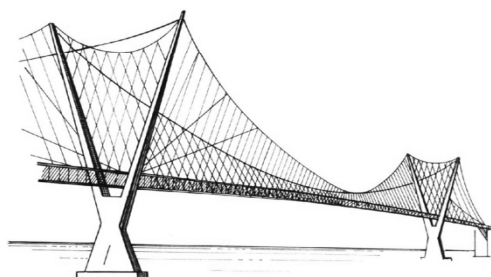
- na dva paralelna užeta na koja se vješa kolnička struktura



- sa četiri užeta – po par sa svake strane
- sa jednim užetom i vješaljkama u koso položenim ravninama



- s užetima u različitim konfiguracijama i koso položenim ravninama



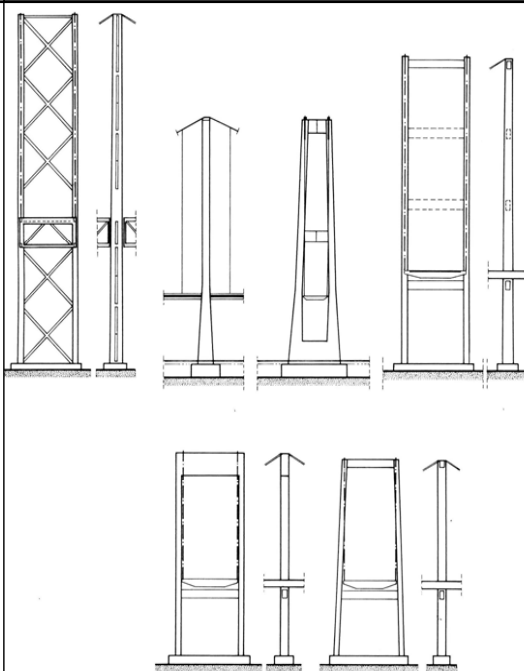
PILONI MOGU BITI:

- upeti
- zglobno oslonjeni na temelj

OBLIKOVNO PILONI MOGU
TVORITI RAZNOLIKE
RAVNINSKE I PROSTORNE
STRUKTURE →

GREDNI NOSAČ KOLNIČKE
KONSTRUKCIJE:

- punostijeni ili rešetkasti
- često sandučasti
- konstantne visine
- aerodinamično oblikovan



primjeri najuspjelijih visećih mostova...

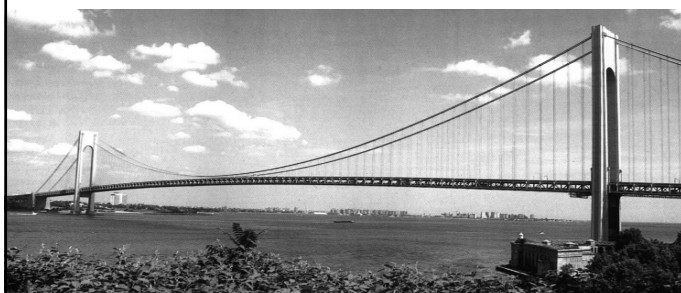


*Golden Gate, San Francisco,
1937 g., $L=1280$ m*

Storebælt, Danska, $L=1624$ m



primjeri najuspjelijih visećih mostova...



*Verrazano-Narrows,
New-York, 1298 m*

*Akashi Kaikyo, Japan,
 $L=1991$ m*



8.5.2. Viseće ploče

- varijanta visećih mostova gdje je u jedinstvenom elementu nosive strukture i obješeno užje i greda za ukrućenje i kolnička konstrukcija

IZVODE SE OD:

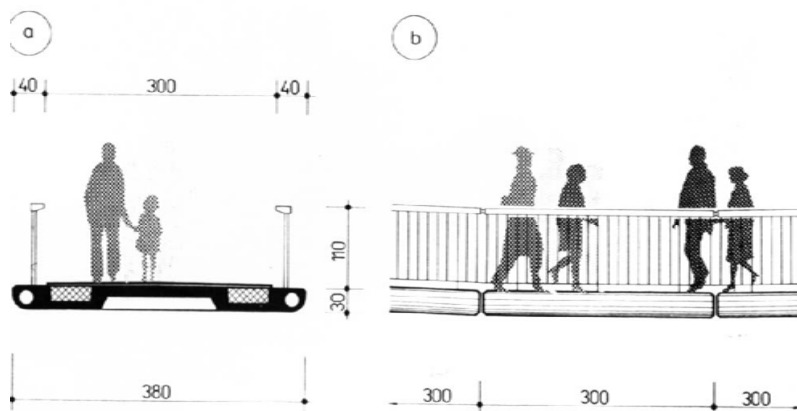
- betonskih montažnih elemenata koji se postavljaju izravno na obješenu užad
- koriste se za pješačke mostove, a postoji i prijedlog za takav most preko Bospora
- nosiva užad je puno manje prognuta zbog potreba prometa



UNOS VELIKIH HORIZONTALNIH SILA U TLO:

- najpogodnije prednapetim sidrima
- preko masivnih upornjaka

Oblikovno i gospodarski su viseće ploče najpogodnije za pješačke mostove velikih raspona...



8.6. POKRETN I PLUTAJUĆI MOSTOVI

- to su mostovi s pokretnim i pomičnim rasponskim konstrukcijama ili njihovim dijelovima i oni postavljeni na plovila
- grade se u osobitim i iznimnim okolnostima

8.6.1. Pokretni mostovi

KARAKTERISTIKE:

- pokretni dijelovi radi povećanja slobodnog profila
- dok je most otvoren nije moguć prijelaz vozila preko mosta

GRADE SE:

- kada promet na mostu i ispod njega nije ni približno jednako intenzivan
- kada izgradnja mostova sa zahtijevano viskom niveletom nije moguća ili je vrlo skupa:
 - uz ušća nizinskih rijeka gdje uplovljavaju visoki brodovi pa bi mostovi s visokim niveletama tražili duge prilazne rampe

- prijelaz Cetine u Omišu – viši profil plovnog puta je potreban samo za vojne svrhe:



- Trogir – redovita plovidba se odvija s druge strane Čiova



- Tower Bridge u Londonu – primjer za pokretne mostove u gradovima kada je viša niveleta nemoguća:



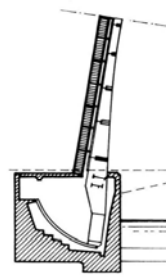
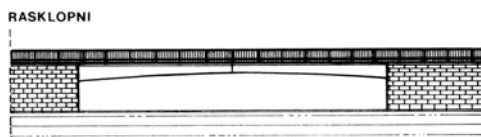
- ovaj most ima dvije razine – donja pokretna za promet vozila i gornja nepokretna za promet pješaka

1. Rasklopni mostovi

- pokretni dio se rasklapa tj. otvara zaokretanjem oko horizontalne osovine podiže u vis

IZDIŽU SE:

- ili središnji dijelovi mosta koji se sastoji od dva konzolna dijela
- ili jedan rub mosta kod kojeg je čitav rasponski sklop jedna cjelina

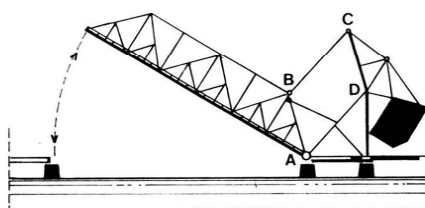


- pokretanje se izvodi pomoću zupčanika i protuutega

S OBZIROM NA SUSTAV POKRETANJA RAZLIKUJEMO:

- rasklopne mostove na paralelogram
 - protuuteg je sustavom motaka zglobno složen u paralelogram koji pri otvaranju mijenja svoj oblik
 - omogućuje ručno otvaranje
- rasklopne mostove na polugu s protuutegom
- povlačne rasklopne mostove
 - pokretni dio se prvo povuče u stranu a onda rasklopi

RASKLOPNI JEDNOSTRANO



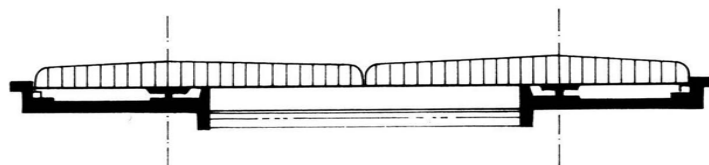
2. Zaokretni sustavi

- pokretni dio mosta se otvara tako da se on zaokrene za 90° oko vertikalne osi:
- središnjeg stupa - otvaraju se dva susjedna otvora
 - oslonca na obali - ili oko jednog oslonca čitav sklop
 - ili oko oslonaca na obje obale polovine sklopa

PREDNOST: otvaranje brzo i jednostavno

NEDOSTATAK: otvaranje zahtjeva mnogo prostora

ZAOKRETNi



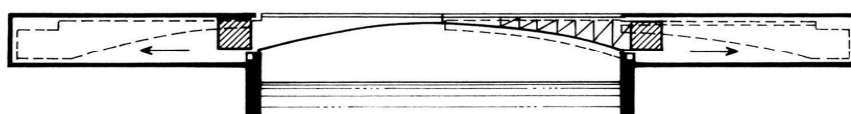
3. Povlačni mostovi

- rasponski sklop se povlači duž mosta, a ponekad i neki njegov dio poprečno

MOGUĆA RJEŠENJA:

- konstrukcija se izdigne i u jednom ili dva dijela povuče duž prometnice
- pokretni dio se uvuče u drugi nepokretni

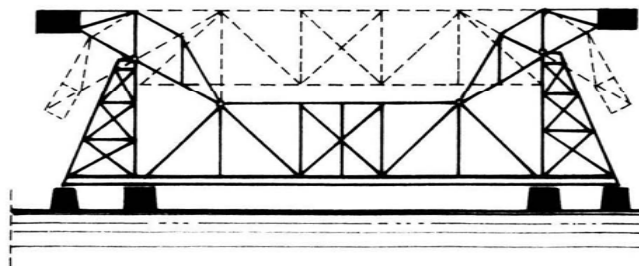
POVLAČNI



4. Podizni mostovi

- rasponski sklop im se pomoću obalnih portala ili tornjeva podiže uvis – niveleta ostaje paralelna početnom stanju

PREDNOSTI: - podizanje se svaki put izvodi za onoliko koliko zahtijevaju potrebe plovidbe
 - mogu se podići sklopovi velikih raspona



8.6.2. Plutajući mostovi

- konstrukcija je oslonjena na plovila
- odavna poznati tipovi mostova
- izvode se zbog velike dubine mora ili slabog tla za temeljenje pod vodom
- plovila su usidrena i međusobno povezana
- podložni deformacijama pod teretom i uslijed plime i oseke
- prilazni dijelovi – s jedne strane oslonjeni na tlo, a s druge na plovilo
- koriste se za uspostavu brzog i privremenog uspostavljanja prometa

primjer plutajućeg mosta – Maslenica – izveden u kratkom razdoblju za potrebe privremenog prijelaza prije gradnje stalnog mosta

