

POVIJESNI RAZVOJ NOSIVIH SUSTAVA MOSTOVA

UVOD

- Osnovni nosivi sustavi razlikuju se prema dominantnim unutarnjim silama kojima su opterećeni glavni nosači:
 - Gredni nosači – dominantno opterećeni momentima savijanja i poprečnim silama
 - Okvirni – i uzdužne sile
 - Razupore – okviri kao prelaz između grede i luka
 - Lučni nosači – dominiraju tlačne sile
 - Viseći sustavi – uzdužne vlačne sile
- Gredni sustavi predaju na tlo samo vertikalne reakcije
- Lučni i viseći sustavi u svom izvornom obliku, pored vertikalnih reakcija predaju i znatne horizontalne sile na tlo.

GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Početni razvoj

- Ishodište grednih mostova predstavljaju drveni trupci ili kamene ploče prebačene preko prepreke.

Kombinacija drvenih trupaca, kamenih ploča i raslinja na starom grednom mostu



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Početni razvoj

- Kombiniranjem kamenja koje viri iz vode i srušenih debla nastaju najstariji višerasponski sklopovi.

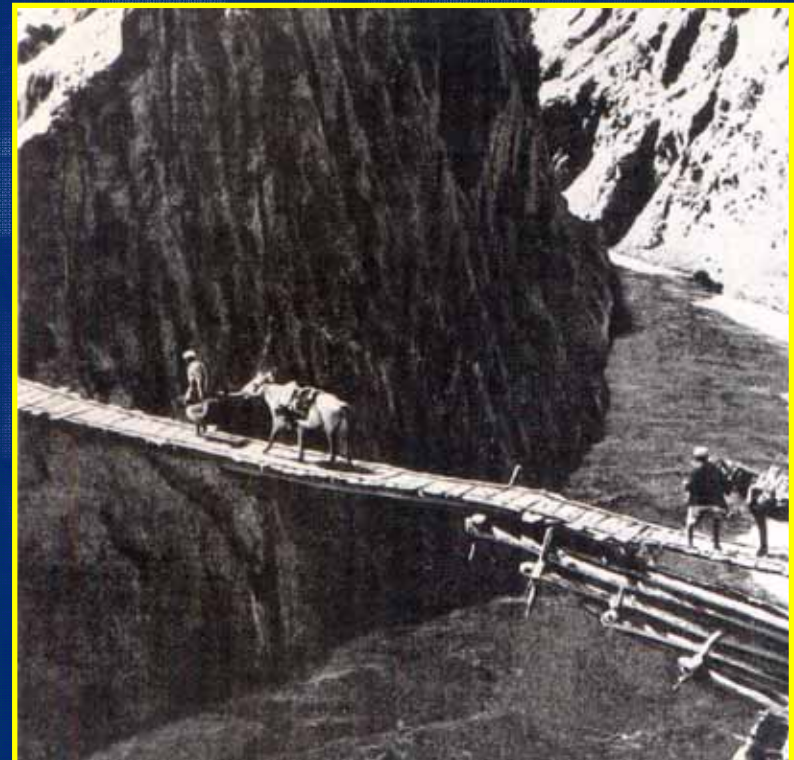
Primitivni kameni
gredni most sastavljen
od stupova i greda na
izvoru Cetine



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Početni razvoj

- Složene forme primitivnih grednih mostova predstavljaju konzolni sklopovi Tibeta. Postupno je obalno žmurje od pletenog šiblja ispunjeno lomljenim kamenom zamjenjivano složenijim i savršenijim gradnjama upornjaka pa čak i osobitim zgradama iz kojih su izrastale konzolne istake.

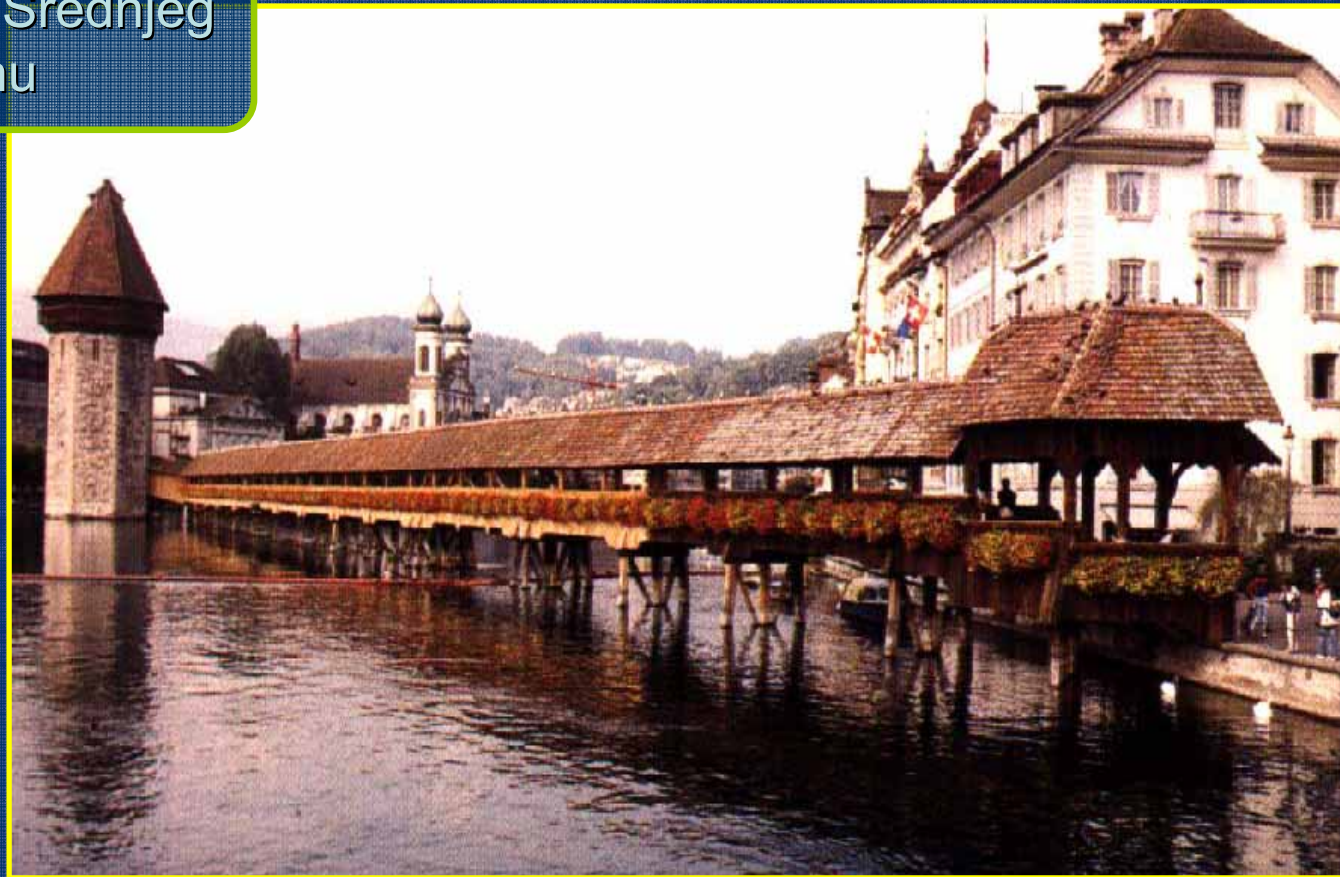
Kineski drveni mostovi s konzolnim istakama



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Početni razvoj

- Srednji vijek obilježen je gradnjom u kamenu i to vrlo dojmljivih svođenih mostova, no i ovdje susrećemo gredne mostove i to izgrađene u drvu.

Drveni most iz Srednjeg vijeka u Luzernu

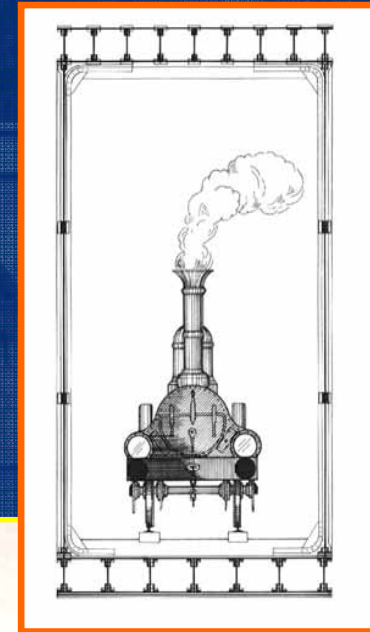


GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI –

Prvi metalni mostovi

- Razvojem i napretkom tehnologije proizvodnje željeza došlo je do pronalaska varenog željeza sličnih svojstava današnjem čeliku.
- Od tog materijala R. Stephensen 1850.g. gradi most

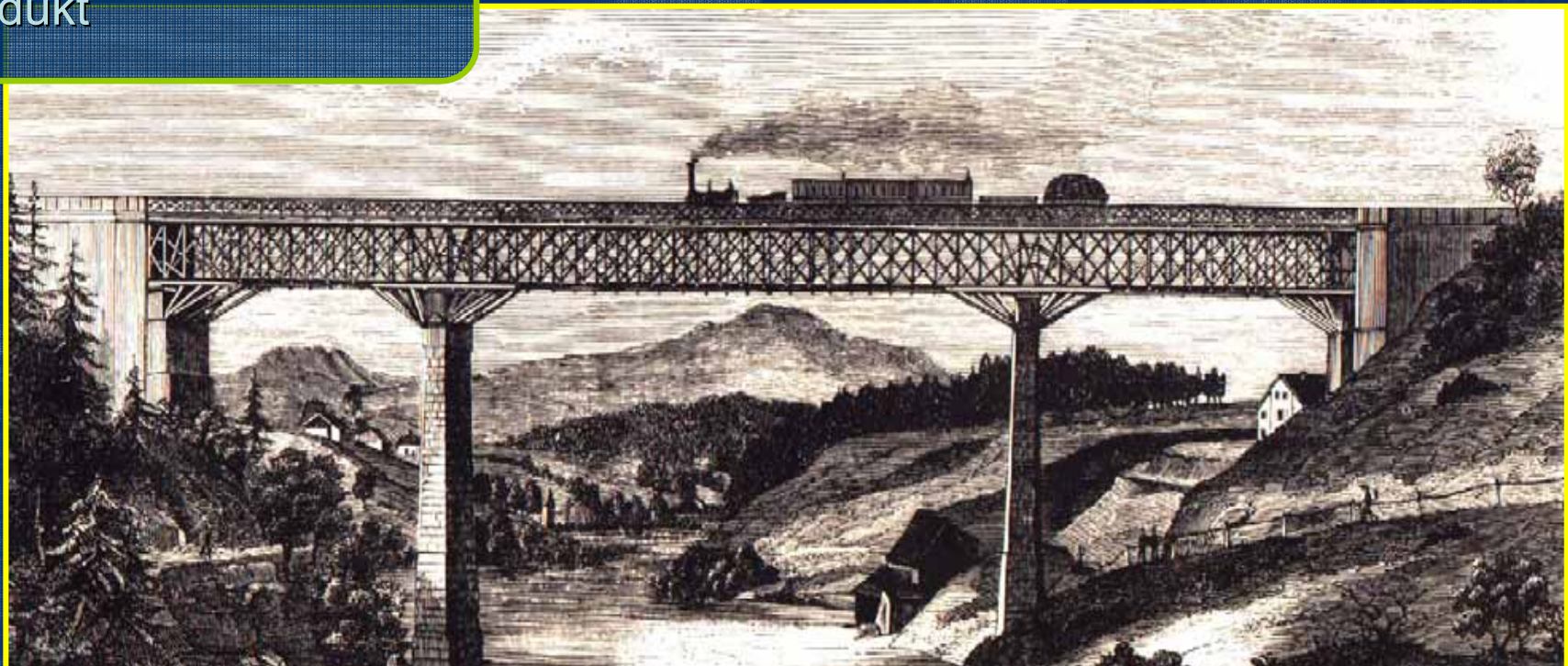
Most Britanija, Wales, UK
72+141+141+72 m
Prevodi željeznicu kroz
dvije odvojene cijevi



GREĐNI I OKVIRNI MOSTOVI – Prvi metalni mostovi

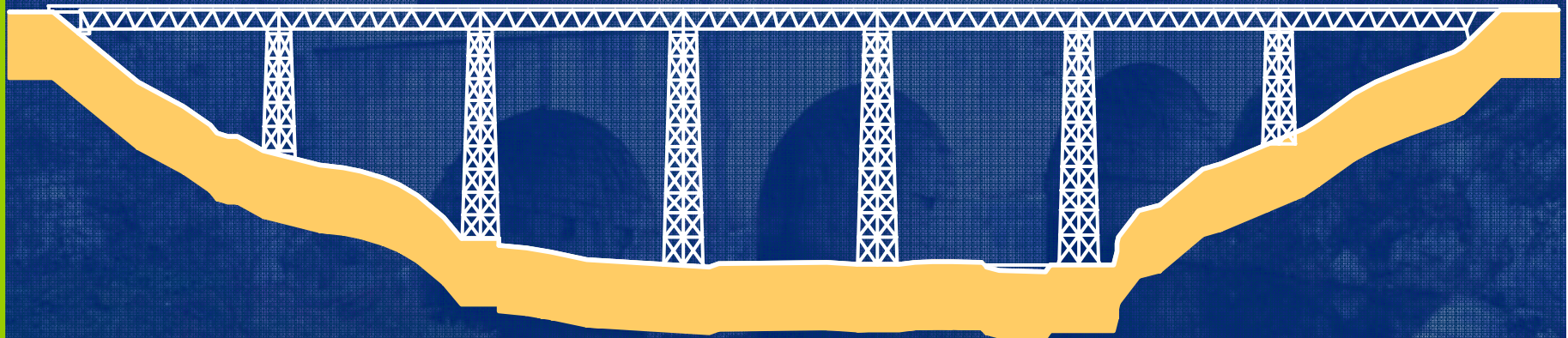
- Razvijaju se u ovom razdoblju i rešetkasti gredni nosači za željezničke vijadukte

Rešetkasti željeznički
vijadukt



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Mostovi 18. i 19. stoljeća

Vijadukt Crumlin,
Wales, 1853.g., rešetka
s ispunom Warren



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi

- Ovo razdoblje, pogotovo nakon II. svjetskog rata, obilježeno je:
 - razvitkom tehnike prednapinjanja
 - boljim značajkama betona i armaturnog čelika
 - montažnom gradnjom
 - tehnologijom gradnje u odsječcima, na ovješenoj skeli
 - slobodnom konzolnom gradnjom
 - Građenjem metodompotiskivanjem

što rezultira velikim rasponima grednih i okvirnih mostova i to preko 300 m.

GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Suvremeni mostovi

- Prednapeti betonski mostovi izvode se od 1950. godine.
- Razvojem tehnologije konzolnog postupka, uobičajeni rasponi mostova danas premašuju 100 m.

Izvedba mosta
postupkom balansne
konzolne gradnje s
pomoćnom skelom



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Suvremeni mostovi

- Razvija se i postupak segmentnog potiskivanja kao visoko mehanizirani postupak
- U počecima se koristio za izvedbu čeličnih konstrukcija
- Razvojem prednapetog betona postaje pogodan i za izvedbu betonskih mostova
- Prva primjena za prednapete mostove - Leonhardt na mostu Rio Caroni u Venezueli, u Europi 1965.g. na mostu Kufstein, Austrija
- Manja potreba za radnom snagom
- Razvoj teflona

Izvedba mosta
potiskivanjem



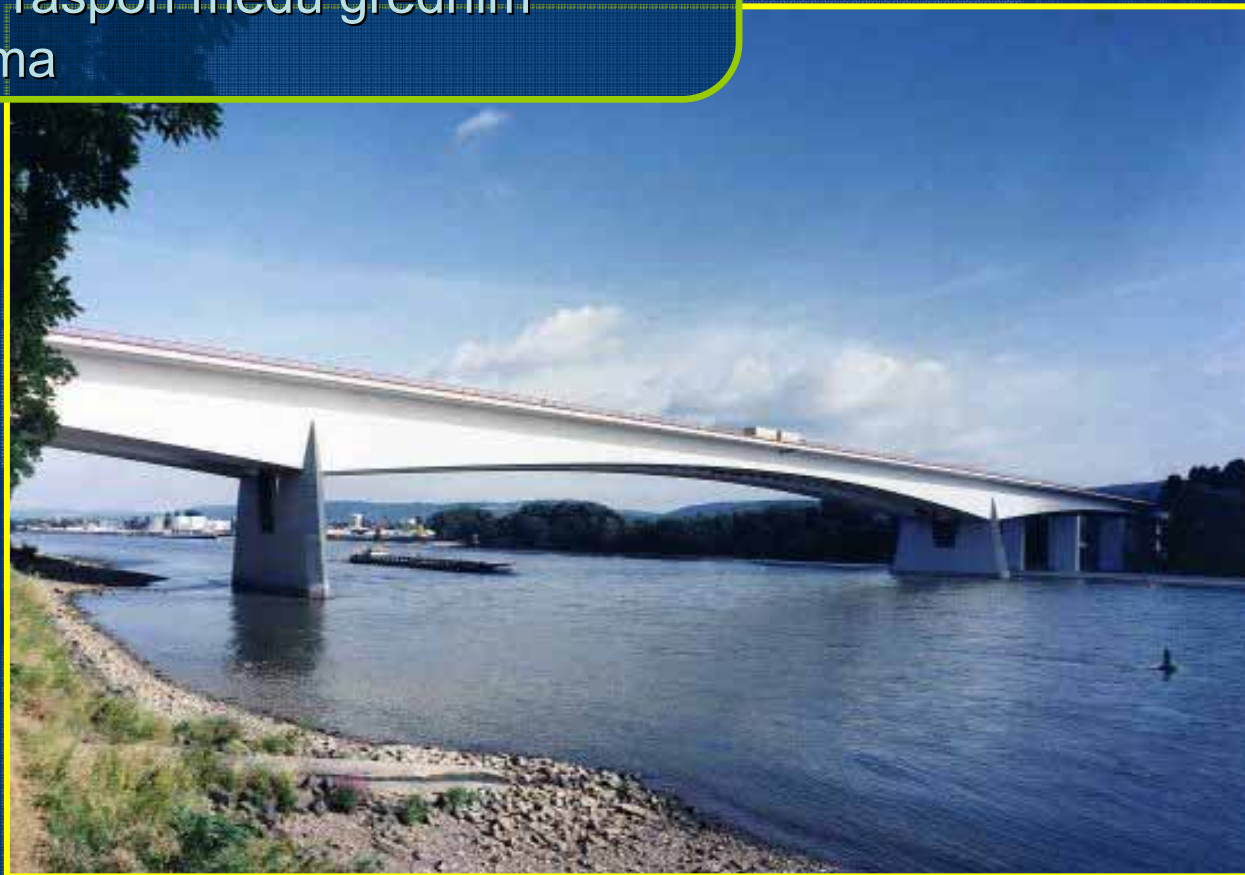
GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Suvremeni mostovi

Most preko Rajne u Bendorfu, Njemačka, 1964.g.

71+208+71 m

Slobodni konzolni postupak

Dugo godina rekordni raspon među grednim
prednapetim mostovima



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Suvremeni mostovi

Most Presidente Costa e Silva u Brazilu, 1974.
Čelični glavni most: 200+300+200 m
Prednapeti betonski prilazi: 80 m
Segmentna gradnja



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Suvremeni mostovi

Most Gateway u Australiji, 1986.g.

Postaje rekordni raspon izveden slobodnom konzolnom gradnjom

Dvojnim stupovima postiže se veća stabilnost pri izgradnji

Glavni raspon: 260 m

Visina sanduka: 15,0 m

Širina kolničke ploče: 22,0 m



GREĐNI I OKVIRNI MOSTOVI – Suvremeni mostovi

Most Schottwien u Austriji, 1991.g
Rasponi: 77,5+162,5+250,0+142,25 m
Visina dvojnih stupova najviše 79,0 m



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Suvremeni mostovi

Most Raftsundet u Norveškoj, 1998.g.

Rasponi: 86+202+298+125 m

Visina sanduka: 3,5 – 14,0 m

Beton visoke čvrstoće i male vl.tež. – beton s lakim agregatom



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI – Suvremeni mostovi

Most Stolmasundet u Norveškoj, 1998.g.
I danas najveći gredni konzolno građeni betonski most na svijetu, 301m



GREDNI I OKVIRNI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi

Vijadukt Verrières u Francuskoj, 2002.g.

Segmentno potiskivanje uz pomoćne zatege

Spregnuta rasponska konstrukcija: 80+128+136+144+136+96 m

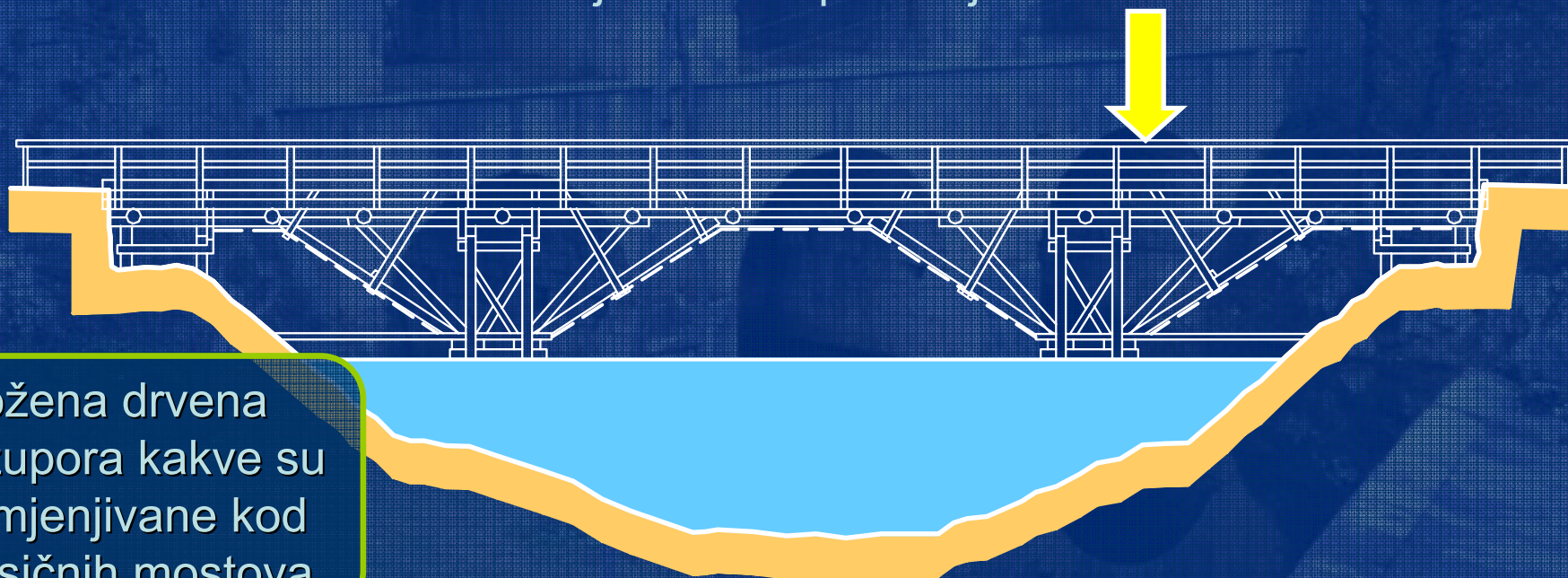
Armiranobetonski stupovi maksimalne visine 141 m



RAZUPORE

Razupore su poznate još od iskonskih drvenih sklopova u kojima se grede uz oslonce ojačavaju kraćim kosnicima, tzv. rukama. Podupiranje grede može biti:

- trokutasto pri čemu je greda poduprta dvama kosnicima koji se dodiruju u jednoj točki i tako tvore trokutast oblik
- trapezno kada su kosnici razmaknuti i gredu dijele u tri dijela
- složeno kada se kombiniraju različito postavljeni kosnici



Složena drvena razupora kakve su primjenjivane kod klasičnih mostova

RAZUPORE

- trokutastu razuporu u betonskim mostovima usavršio je i oblikovno doradio R.Maillart (žablji kraci)

Garstatt most,
Švicarska, 1940.g.
L=32 m



RAZUPORE

- Najznačajnije razupore 20.stoljeća:

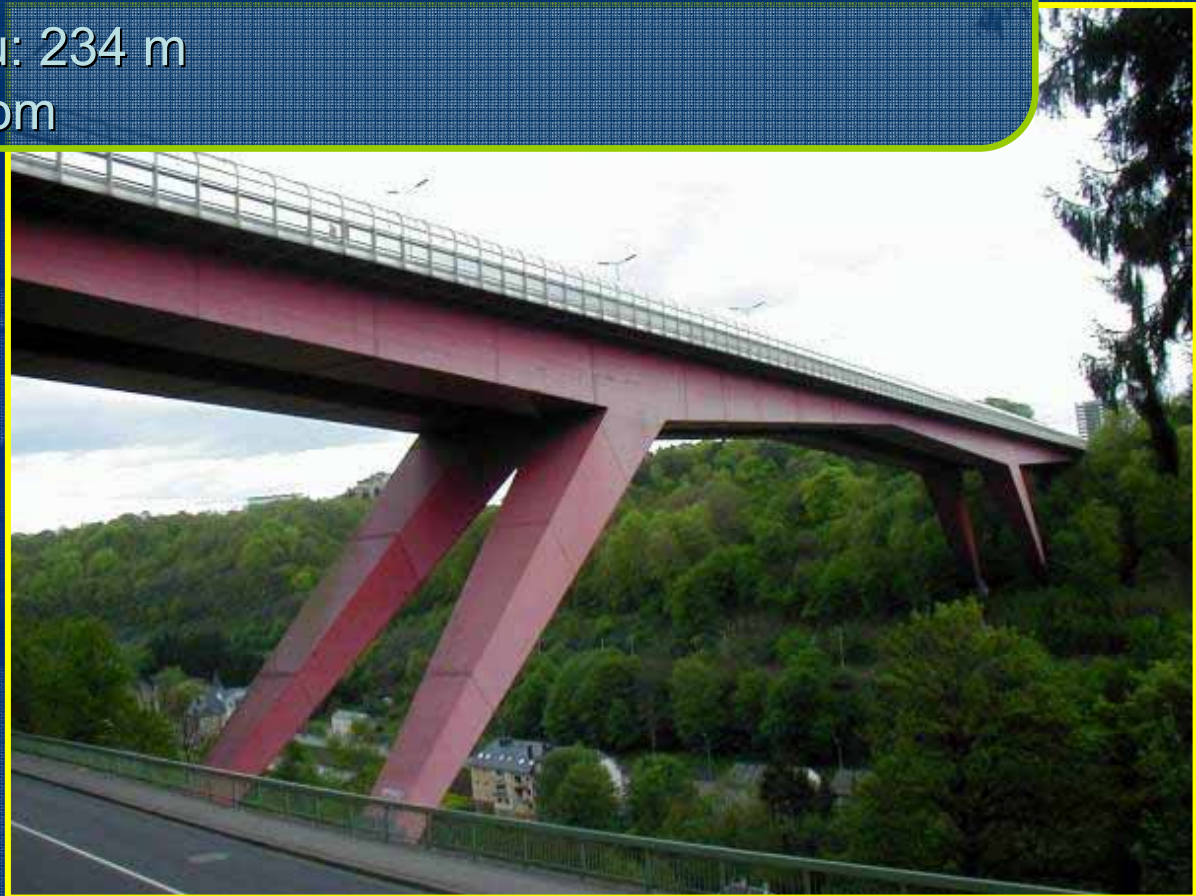
Grand Duchesse Charlotte preko Alzette u Luxembourgu, 1965.

Čelična trapezna razupora, punostijena,

Masa čelika: 4,900 t

Razmak kosnika pri dnu: 234 m

Niveleta 74 m nad rijekom



RAZUPORE

- Najznačajnije razupore 20.stoljeća:

Vijadukt Martigues u Francuskoj, 1972.g.
Čelična razupora ukupne duljine 300 m
Glavni raspon 130 m, visina 45 m



RAZUPORE

- Najznačajnije razupore 20.stoljeća:

Most Sfalassa za autocestu u Italiji, 1973.g.

Rasponi: $6 \times 45 + 108 + 160 + 108 + 5 \times 45$ m

Razmak temelja kosnika 376 m



RAZUPORE

- Najznačajnije razupore 20.stoljeća:

Most Clermont-Ferrand za autocestu, Francuska, 1993.g.
Segmentna gradnja i kosnika i rasponskog sklopa
Prostorno kosi stupovi



RAZUPORE

- Primjer razupornog mosta s stupovima V oblika – reducirana potrebna visina rasponskog sklopa

Main River most, Njemačka, 1984. Za dvotračnu željeznicu

Glavni most: rasponi 82+135+82 m,
slobodna konzolna gradnja s pomoćnim stupovima

Prilazi: duljine 330 i 184 m
potiskivanje segmenata



RAZUPORE

- Razupore se danas često primjenjuju kao nadvožnjaci nad autocestama

Primjer neobično oblikovanog nadvožnjaka, Njemačka

Prednapeti rasponski sklop i ab kosnici

Rasponi: 17,64+34,44+17,64 m

Visina rasponskog sklopa: 0,5 – 1,7 m



LUČNI MOSTOVI –

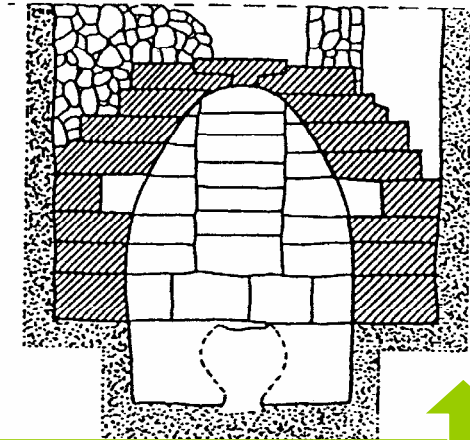
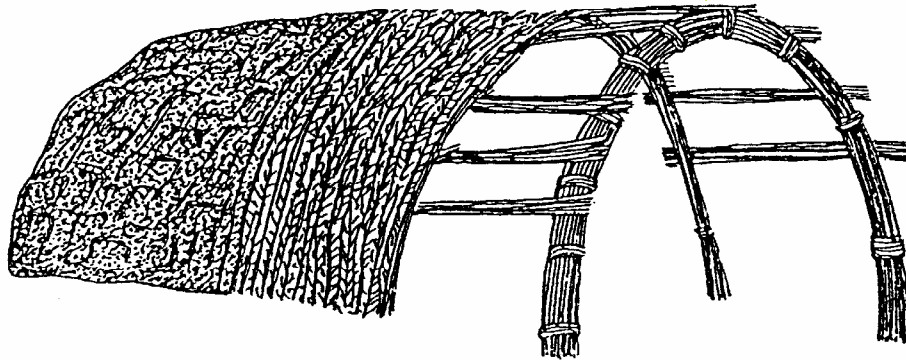
Prvi svodovi

- Kroz najveći dio povijesti civilizacije svod je bio glavni način trajnog premoštenja neke prepreke
- Najvjerojatnije nastali na tradiciji građenja blatom i trskom
- Prvi svodovi pri kraju kamenog doba, 4000 g.p.K.
- Prvi opečni svodovi oko 3000 g.p.K.
- Neki pretpostavljaju da su primitivne kulture preuzele ideju svoda iz prirode - kopiranje kamenih lukova nastalih erozivnim procesima

LUČNI MOSTOVI –

Prvi svodovi

Rekonstrukcija prvog svoda na tršćanim okvirima
(nizovi lukova povezivani vodoravnim snopovima u okvir nalik na svod koji je potom oblijepljen blatom)



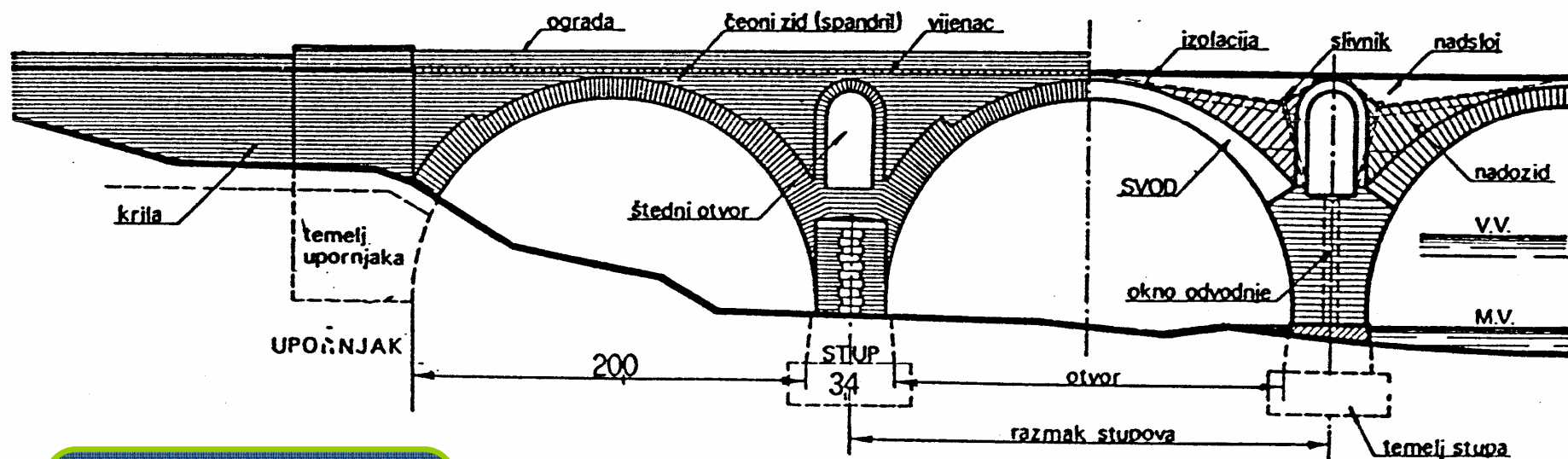
Nacrt drevnog kamenog konzolnog svoda
(slojevi kamena međusobno povezani bitumenskim vezivom, gdje je svaki slijedeći malo istaknut u odnosu na prethodni)

LUČNI MOSTOVI – Mostovi Starog Rima

- Premda svod nije njihov izum, Rimljani su bili prvi europski (a vjerojatno i svjetski) graditelji koji su u punoj mjeri koristili značajke i prednosti luka, svoda i kupole)
- Do danas je sačuvano preko 400 starorimskih kamenih svođenih mostova koji se pouzdano mogu datirati iz razdoblja dugog oko 500 godina: od 2. st. p.K. pa do 3. st. po.K.
- Među njima su i tri akvedukta vodovoda Dioklecijanove palače, na prilazu Splitu.
- Mnogi od ovih mostova još služe svrsi, čak i teškom cestovnom prometu.

LUČNI MOSTOVI – Mostovi Starog Rima

- Najplići rimski luk: $f/l = 0,19$
- Odnos debljine svoda i raspona – između $1/10$ i $1/20$
- Uobičajena debljina stupova $\sim 1/3$ raspona ($1/5 - 1/2$)

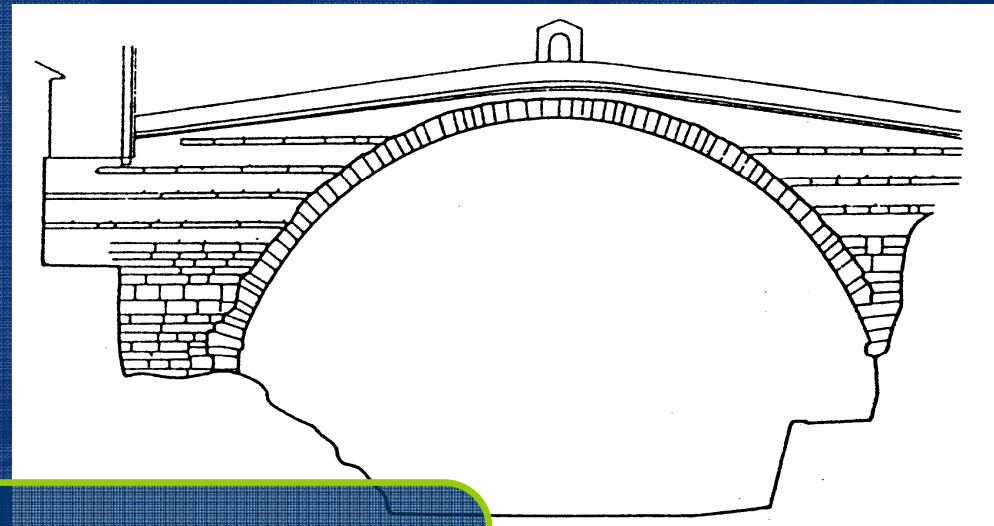


Dijelovi klasičnog
svođenog mosta

LUČNI MOSTOVI – Mostovi Starog Rima

Među sačuvanim mostovima:

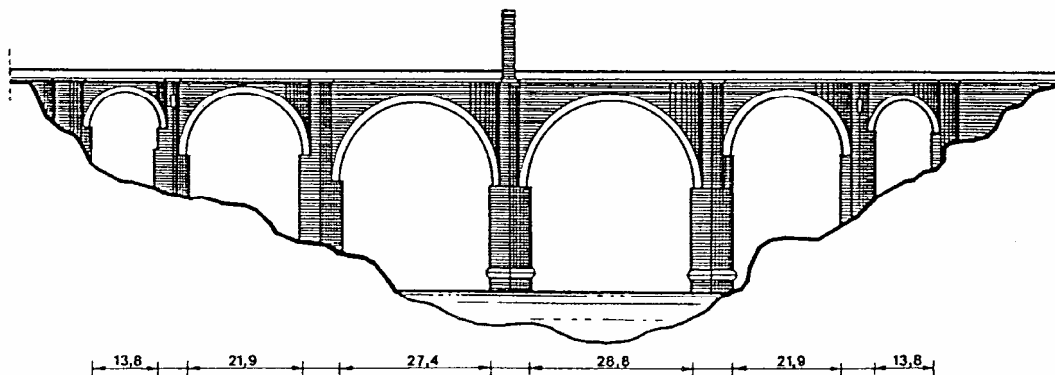
- 70% ima raspon manji od 12,5 m
- 90% ima raspon manji od 21,0 m



Most Svetog Martina, rekordan po veličini raspona (35,6 m) među starorimskim ostvarenjima

LUČNI MOSTOVI – Mostovi Starog Rima

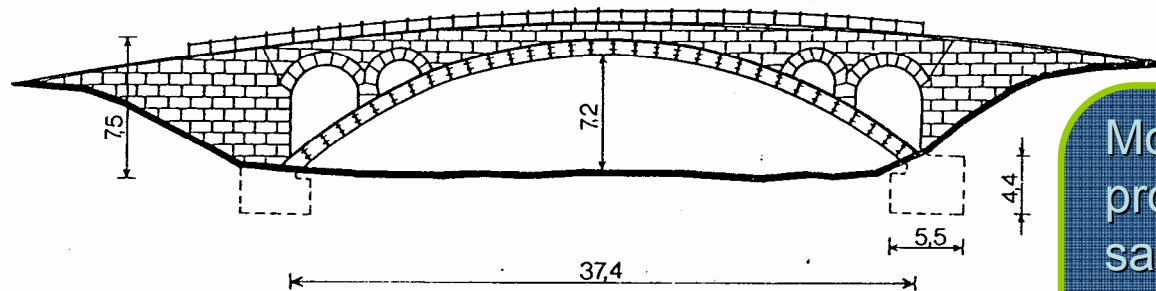
- Starorimski graditelji bili su sposobni
- preuzeti, razraditi i unaprijediti postojeća saznanja (*upošljavanjem obrazovanih Grka*),
- poboljšati ih vlastitim izvornim doprinosima (*beton*)
- i sagraditi mostove koji spadaju među najuspješnije i najtrajnije građevine naše civilizacije.



Pogled na starorimski most
preko rijeke Tejo u Alcantari,
Španjolska

LUČNI MOSTOVI – Srednji vijek

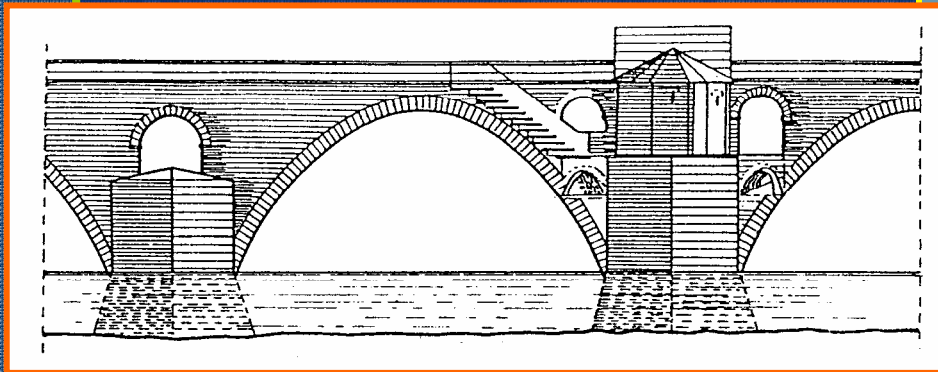
- Na području Europe, od pada Zap.Rimskog carstva 476.g.po.K. – mračno razdoblje – nema mnogo podataka o mostogradnji
- Vještina je očuvana u zemljama Bliskog i Srednjeg istoka, šireći se karavanskim putevima do Dalekog istoka



Most An-Chi preko rijeke Chiao, provincija Hopei, Kina, sagrađen 605. – 617. g. Znatna spljoštenost (0,192) Štedni otvori nad lukom (starorimski mostovi – štedni otvori samo nad stupovima)

LUČNI MOSTOVI – Srednji vijek

- Povijest mostogradnje u Europi nastavlja se mostom u Avignonu, građenim 1177. – 1185. g.,
- Rasponi od 20 do 35 m, ukupna duljina oko 600 m, širina 4,9 m.
- Saint Benezet koristio je, ali i unaprijedio neke starorimske elemente, kao što su trokutasti ledobrani oko stupova.
- Izvorni doprinos u oblikovanju svoda: radi se o krivulji sastavljenoj od tri kružna odsječka s tri različita središta, povoljnija od dotadašnjih polukružnih ili segmentnih lukova.



Pogled na most u Avignonu, do danas su sačuvana 4 raspona



LUČNI MOSTOVI – Razdoblje do 18. stoljeća

- Renesansa (začeta u Italiji u 15.st) – znanost i umjetnost doživljavaju procvat
- U radovima Leonarda da Vincija po prvi put je formulirana spoznaja da je veličina potiska luka ovisna o obliku svoda

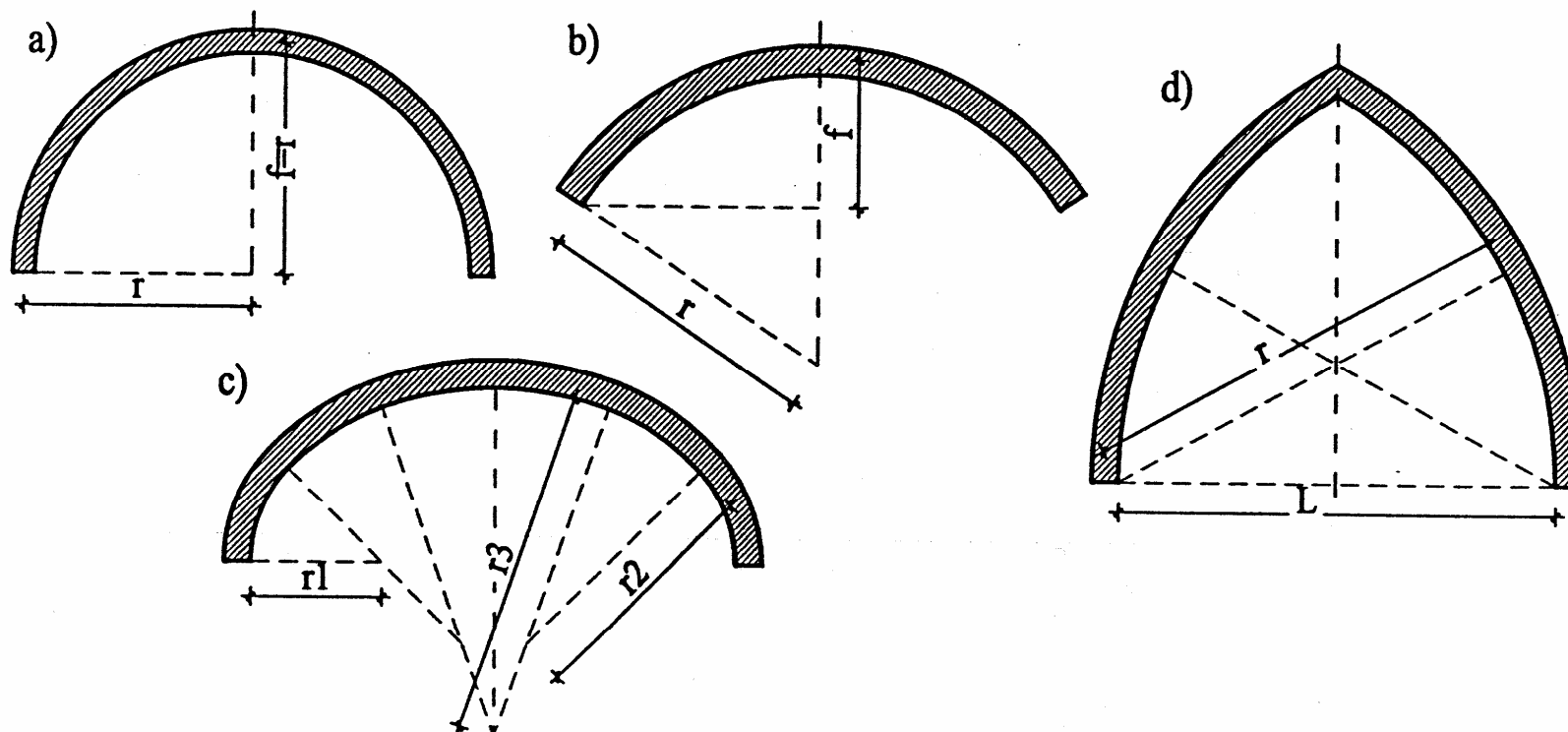
Jedan od mostova Fausta Vrančića iz knjige Machinae Novae, iz 161., ideja preuzimanja potiska željeznim zategama bila je daleko ispred svog vremena



LUČNI MOSTOVI – Razdoblje do 18. stoljeća

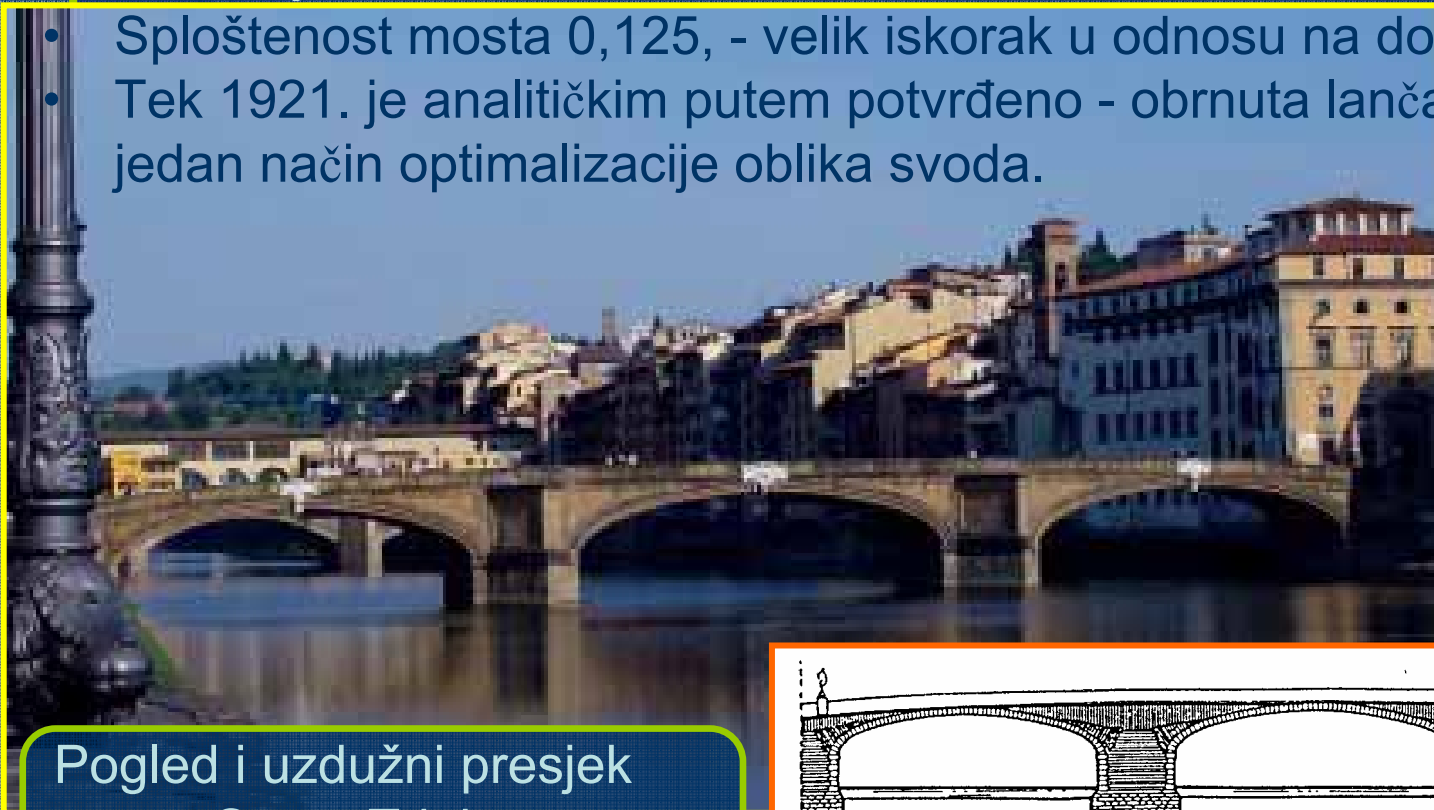
Oblici osi svoda ili luka klasičnih mostova:

- a) polukružni svod
- b) segmentni svod (kružni isječak)
- c) košarasti svod, s tri središta zakrivljenosti
- d) gotički ili šiljati svod, s dva središta zakrivljenost

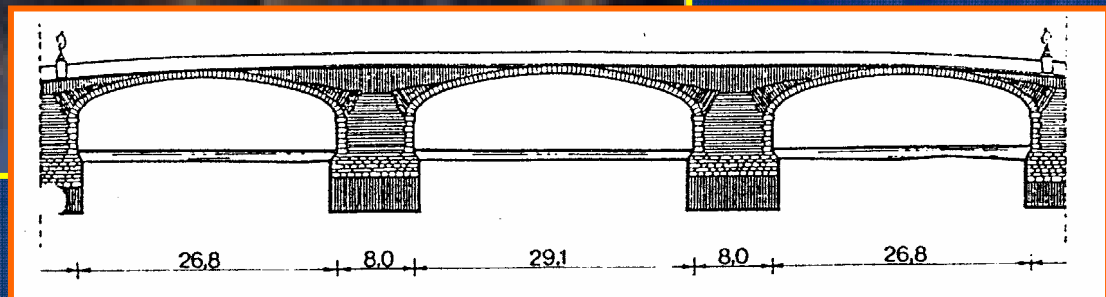


LUČNI MOSTOVI – Razdoblje do 18. stoljeća

- Obris svoda prati lančanicu
- Graditelj Ammanati je os svoda izveo preokrenuvši krivulju provješenog lanca, nakon što je zaključio da takav oblik jamči povoljnu razdiobu unutarnjih sila u svodu.
- Sploštenost mosta 0,125, - velik iskorak u odnosu na do tada ostvarene.
- Tek 1921. je analitičkim putem potvrđeno - obrnuta lančanica predstavlja jedan način optimalizacije oblika svoda.



Pogled i uzdužni presjek
mosta Santa Trinita,
Firenca 1570.



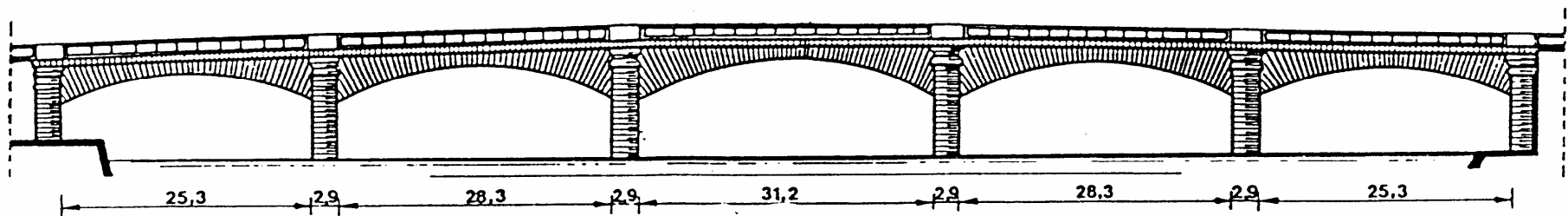
LUČNI MOSTOVI –

Počeci proračuna mostova

- Od početka 18. stoljeća građevinske konstrukcije se sustavno proračunavaju.
- Prvi predavač i upravitelj Ecole des Ponts et Chaussees, Jean Perronet bio je graditelj trinaest neobično smionih i lijepih mostova te veliki inovator, među čije doprinose ubrajamo:
 - proučavanje i primjenu košarastih lukova, čime je povećana spljoštenost i dodatno oslobođen protjecajni profil
 - uvođenje uskih stupova, širine $1/9$ do $1/12$ pripadnog raspona, u odnosu na uvriježenih $1/5$. Ovakvi stupovi ne mogu prenijeti jednostrani potisak svoda, već preuzimaju samo razliku potiska susjednih raspona
 - razdvajanje masivnog stupa na dva odvojena stupa, koji podupiru svod rastavljen u rebra

LUČNI MOSTOVI – Početci proračuna mostova

Perronet-ov most Pont de la
Concorde, Pariz 1790.
Spljoštenost $1/8$

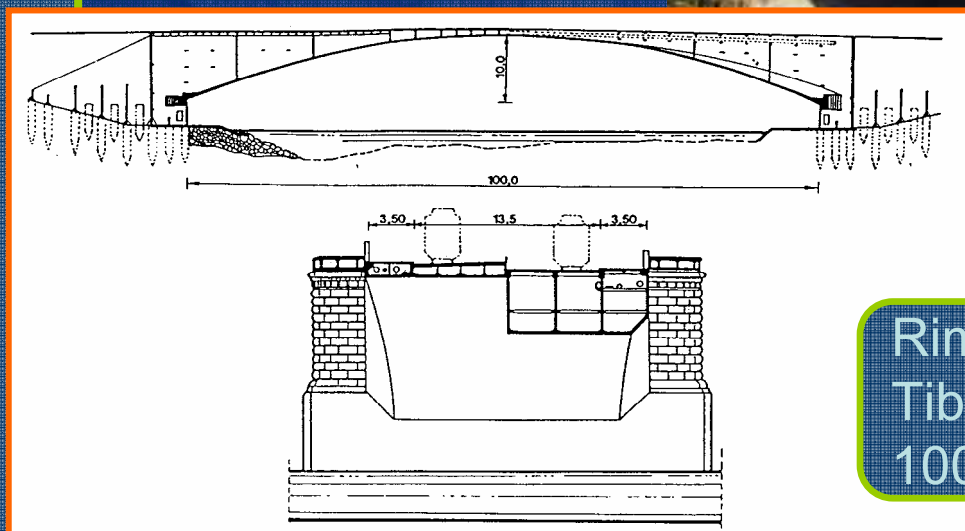
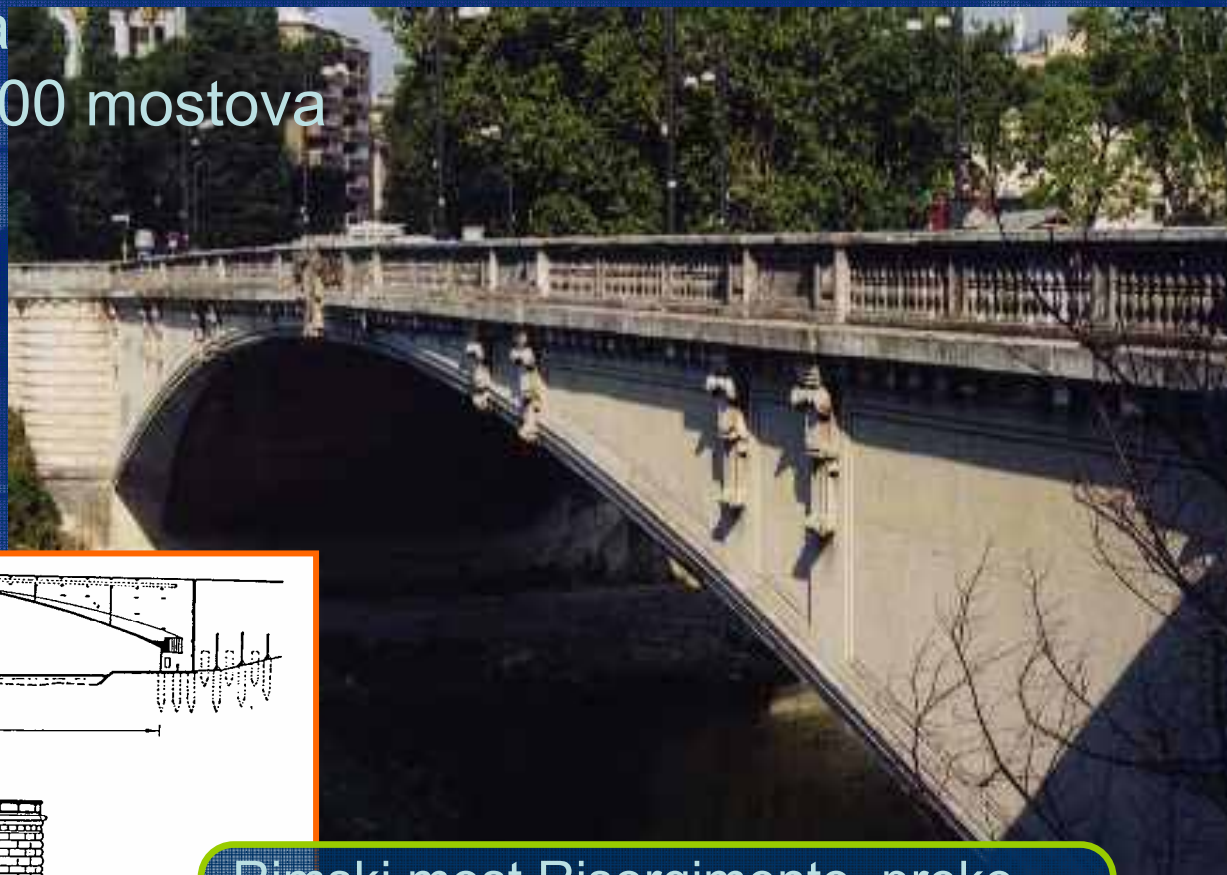


LUČNI MOSTOVI – Prvi betonski lukovi

- Gradnja prvih betonskih mostova (1875.) - velik potencijal ovog gradiva za izvedbu svodova i lukova
- Pokušaji izvedbe većih objekata ukazali su na znatne nepoznanice i probleme proistekle iz nedovoljnog poznavanja značajki betona - dugotrajnih pojava puzanja i skupljanja.
- Početak dvadesetog stoljeća je obilježen djelovanjem trojice velikih graditelja:
 - Francois Hennebique (1842. – 1921.),
 - Robert Maillart (1872. – 1940.)
 - Eugene Freyssinet (1879. – 1962.)
- otkrivaju i razrađuju oblike lukova i svodova primjerene armiranom betonu

LUČNI MOSTOVI – Prvi betonski lukovi

- Francois Hennebique prvi spoznao osnovne značajke armiranog betona
- Sagradio preko 100 mostova



Rimski most Risorgimento, preko
Tibera u Rimu, 1911.g.
100 m tada rekordni raspon

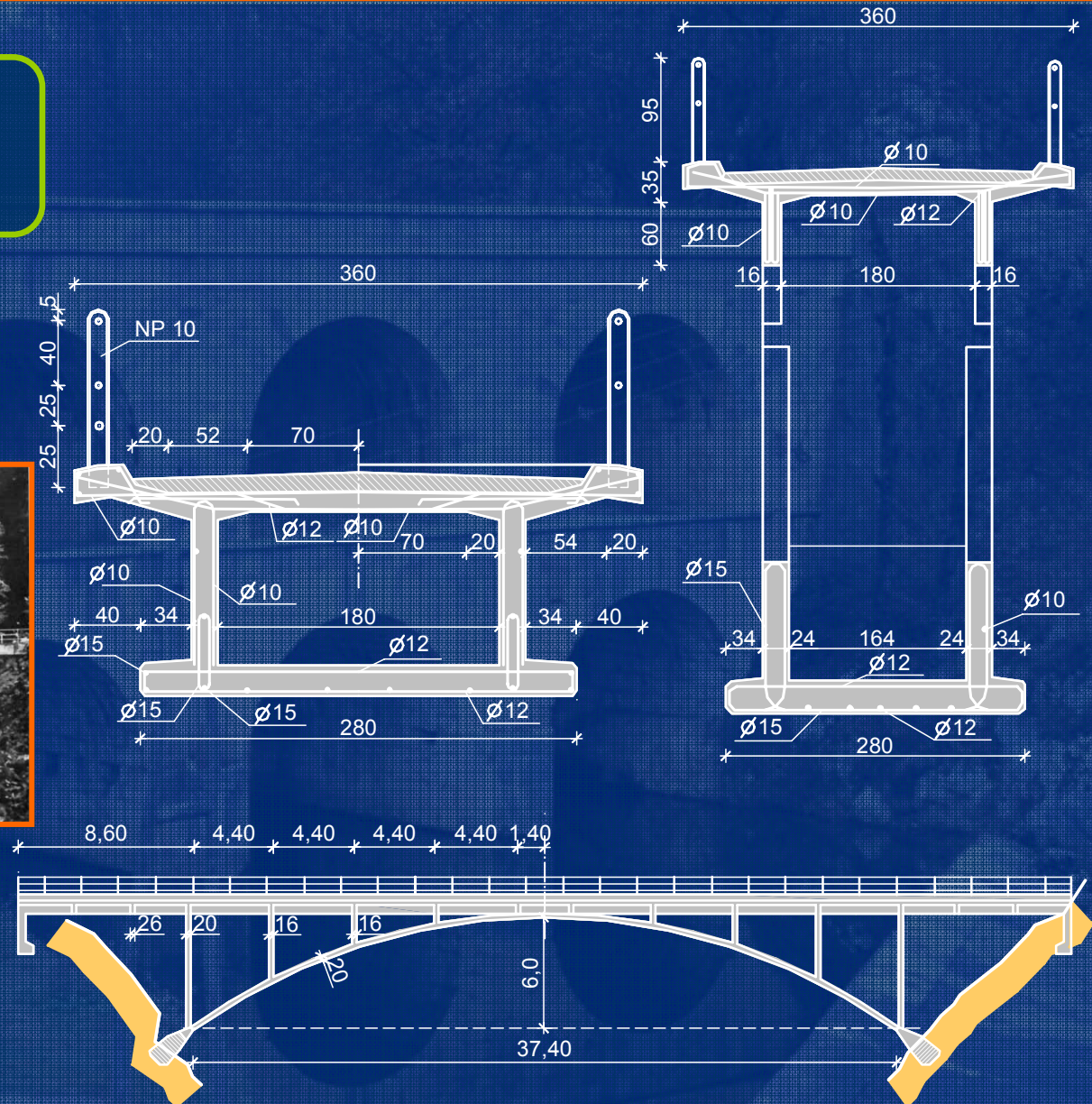
LUČNI MOSTOVI – Prvi betonski lukovi

- Robert Maillart - doprinio konstruktivnom oblikovanju armiranobetonskih lučnih mostova gradeći od plošnih elemenata - ploča i stijena - cjelovite prostorne konstrukcije.
- Razvio je izvorni sustav koji se sastoji od trozglobnog luka izvedenog od lučnih diskova, koji se u blizini tjemena stapaju s rebrastim nadlučnim sklopom u jedinstven sandučasti presjek.
- Drugi Maillartov pronalazak je ukruženi poligonalni luk, koji prenosi samo tlačne sile, dok kolnički sklop, zajedno sa stupovima, služi za ukrućenje i preuzima na sebe sve momente savijanja.



LUČNI MOSTOVI – Prvi betonski lukovi

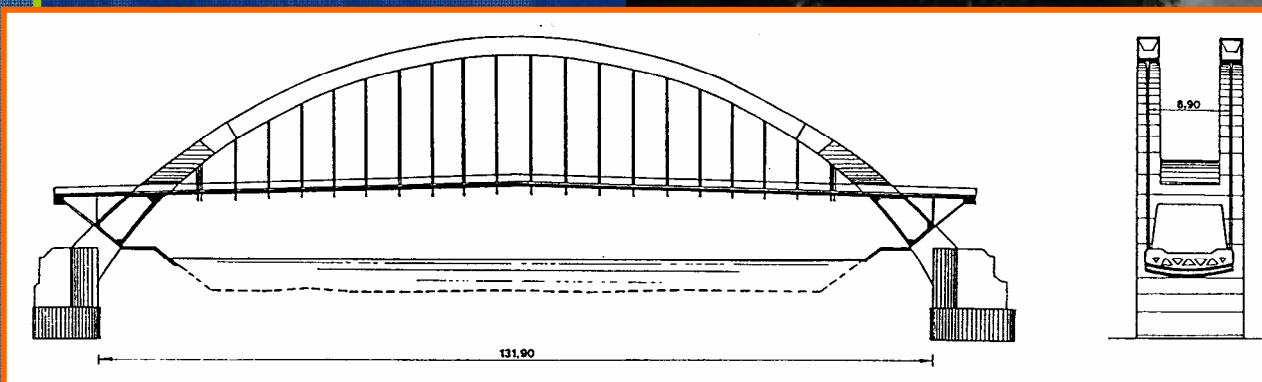
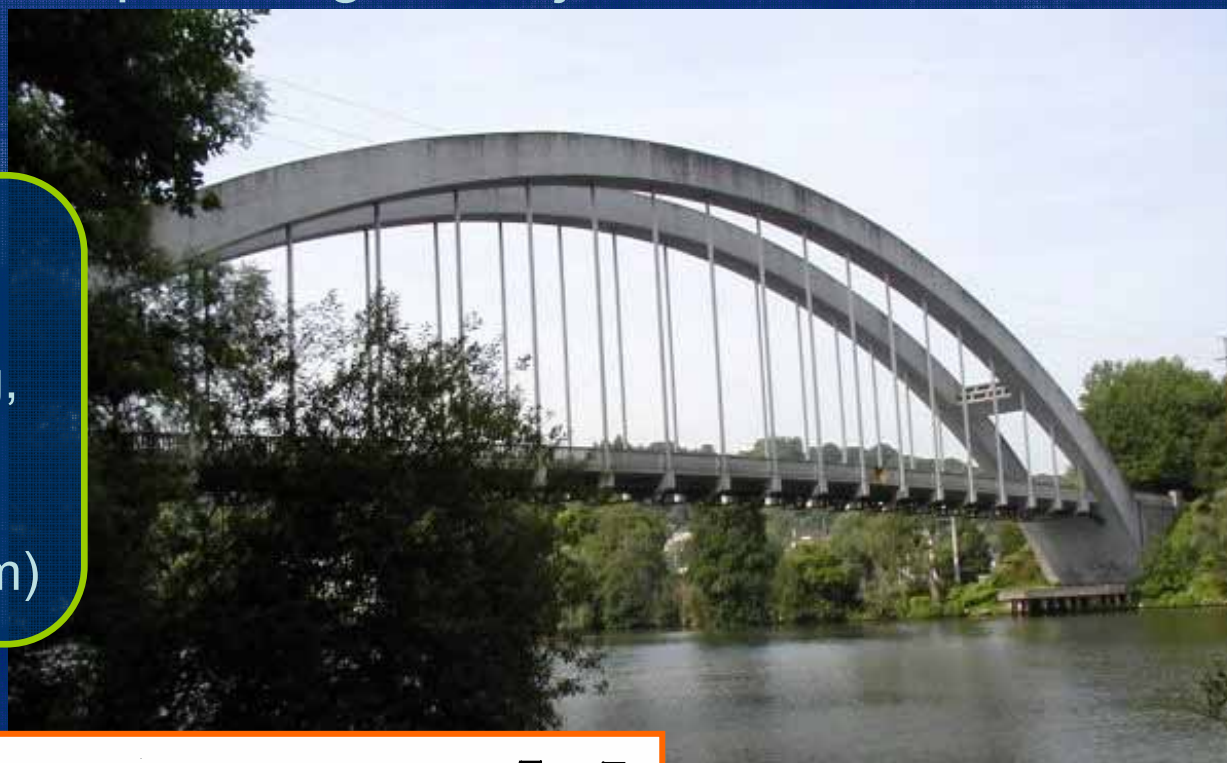
Maillartov most
Schwandbach,
Švicarska, 1933.g.



LUČNI MOSTOVI – Prvi betonski lukovi

- Eugene Freyssinet – po mnogima najveći konstruktor 20.stoljeća

Most Saint-Pierre-du
Vauvray, Franc, 1923.g.
Glavnog, tada rekordnog,
raspona 132 m
Lučni most s preuzetim
potiskom (luk sa zategom)



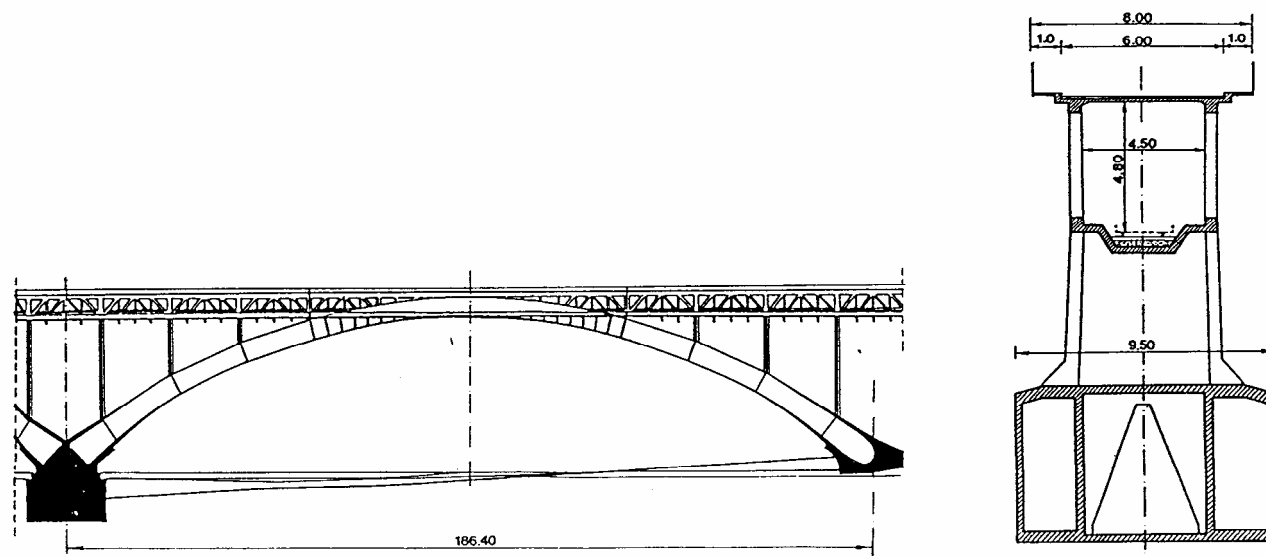
LUČNI MOSTOVI – Prvi betonski lukovi

- Eugene Freyssinet – po mnogima najveći konstruktor 20. stoljeća

Most *Albert Louppe* preko rijeke Elorn, Francuska, 1930.g.

Raspon 186,40 m

Dvokatni most za cestovni, a ispod njega željeznički promet



- Idejni začetnik konzolne gradnje masivnih lukova bez skele oslonjene na tlo, a koja je kasnije primjenjena i razrađena kod izgradnje jadranskih lukova, počevši od Šibenskog mosta 1965.

LUČNI MOSTOVI –

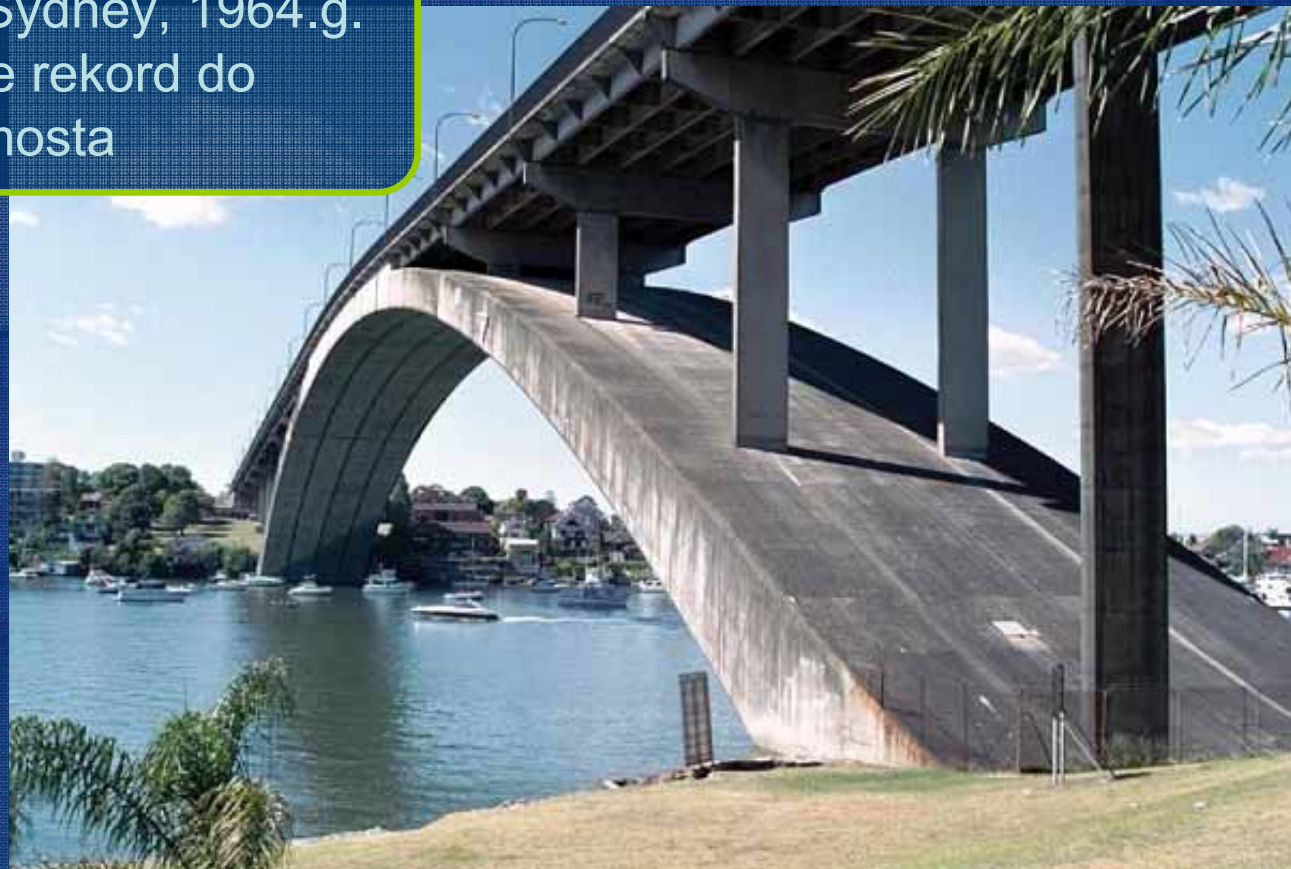
Suvremeni lučni mostovi

- Tijekom 20. stoljeća izvedeno je mnogo lučnih mostova različitih sustava, različitim postupcima gradnje.
- Oblikovanje i način izgradnje suvremenih lučnih mostova detaljnije će biti prikazani u sklopu predavanja o lučnim mostovima:
 - Izvedba na skeli
 - Prve konzolne izvedbe jadranskih lukova
 - Konzolna izvedba formiranjem rešetke
 - Kineski mostovi s krutom armaturom
 - Japanski postupci izvedbe
 - Francuski mostovi sa spregnutim nadlučnim sklopom
 - Suvremeni lučni mostovi izvedeni konzolnim postupkom
 - Lukovi izvedeni zakretanjem polovica
- Ovdje prikazujemo najznačajnija ostvarenja fotografijama i rasponom.

LUČNI MOSTOVI – Suvremeni lučni mostovi

- Primjeri izvedbe na skeli:

Most Gladesville, Sydney, 1964.g.
 $L=304,8$ m držao je rekord do
izgradnje Krčkog mosta



LUČNI MOSTOVI – Suvremeni lučni mostovi

- Primjeri izvedbe na skeli:

Most Nösslachbrücke u Austriji, 1967.g.

$L=180$ m

Skela sustava Cruciani (rešetkasti nosači, po dijelovima montažni, koji se oslanjaju samo na pete budućeg luka)



LUČNI MOSTOVI – Suvremeni lučni mostovi

- Prve konzolne izvedbe jadranskih lukova:

Šibenski most, 1966.g.
L=246,4 m



LUČNI MOSTOVI – Suvremeni lučni mostovi

- Prve konzolne izvedbe jadranskih lukova:

Most Pag, 1968.g.
L=193,2 m



LUČNI MOSTOVI – Suvremeni lučni mostovi

- Konzolna izvedba formiranjem rešetke:

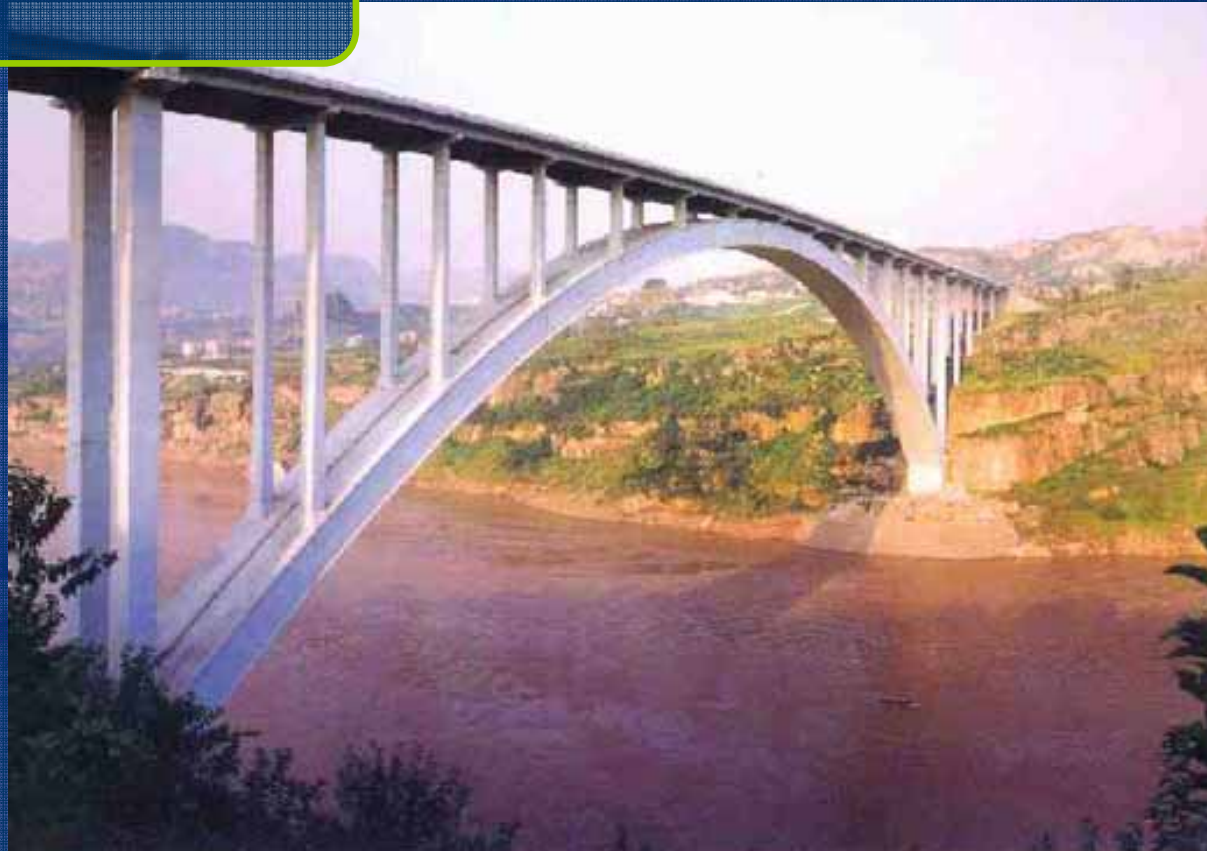
Most Krk, 1981.g.
L=390 m i 244 m



LUČNI MOSTOVI – Suvremeni lučni mostovi

- Kineski most s krutom armaturom:

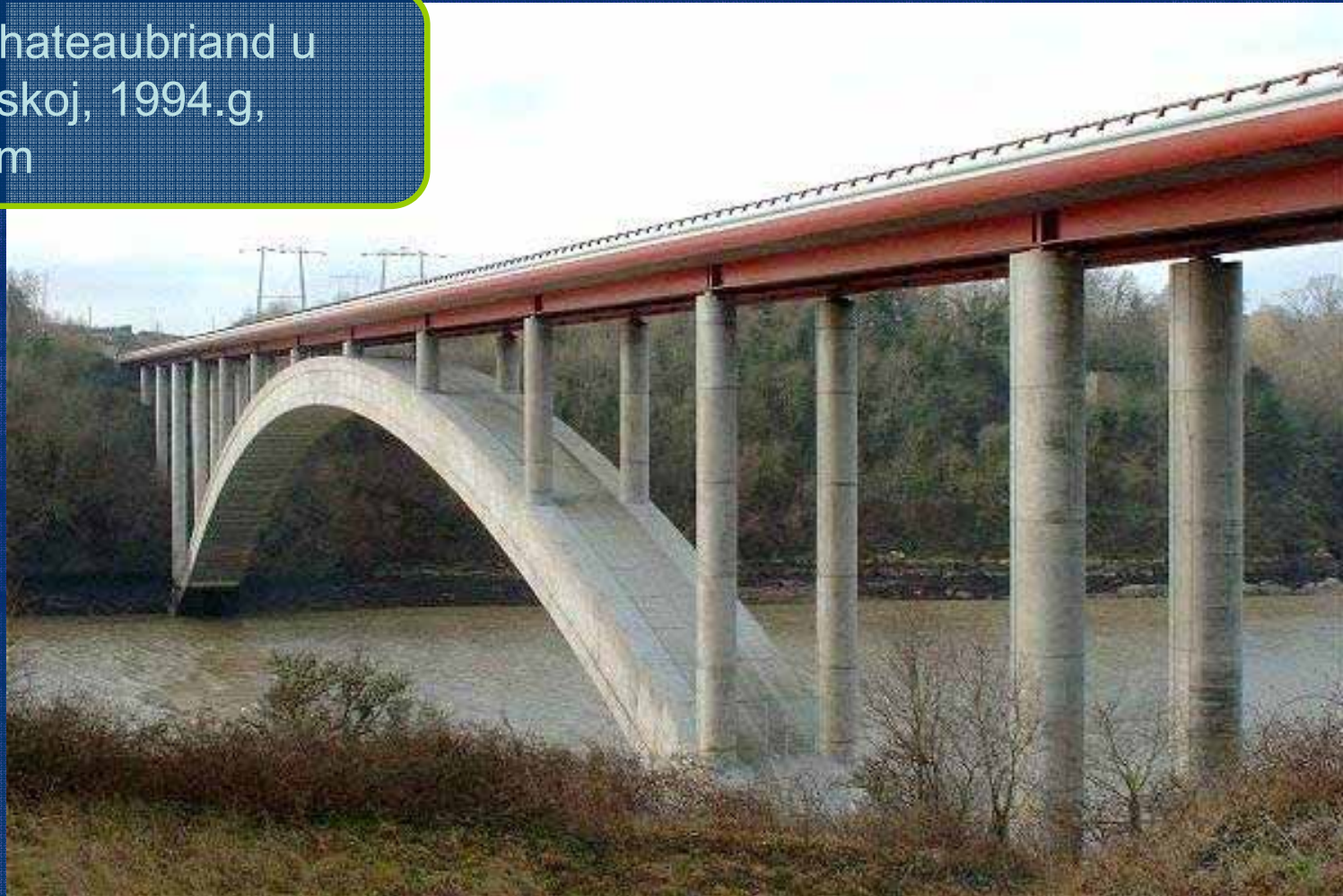
Most Wanxian u Kini, 1998.g.
L=420 m



LUČNI MOSTOVI – Suvremeni lučni mostovi

- Francuski most sa spregnutim rasponskim sklopom:

Most Chateaubriand u
Francuskoj, 1994.g,
 $L=261$ m

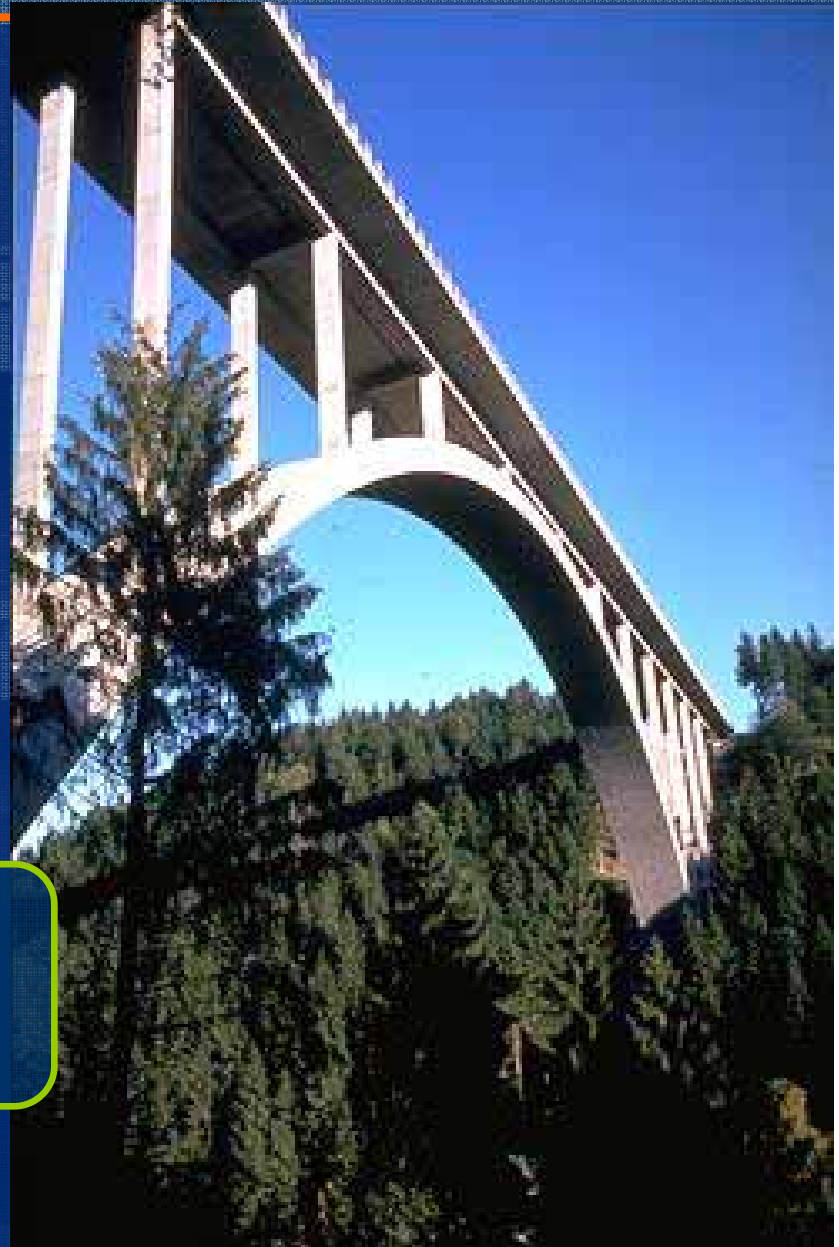


LUČNI MOSTOVI –

Suvremeni lučni mostovi

- Suvremeni lučni mostovi izvedeni konzolnim postupkom:

Most Grosse Mühl u Austriji,
1997.g., $L=222,75$ m



LUČNI MOSTOVI – Suvremeni lučni mostovi

- Suvremeni lučni mostovi izvedeni konzolnim postupkom:



Maslenički most, 1997.g.,
L=200 m

OVJEŠENI MOSTOVI –

Prve ideje ovješnja

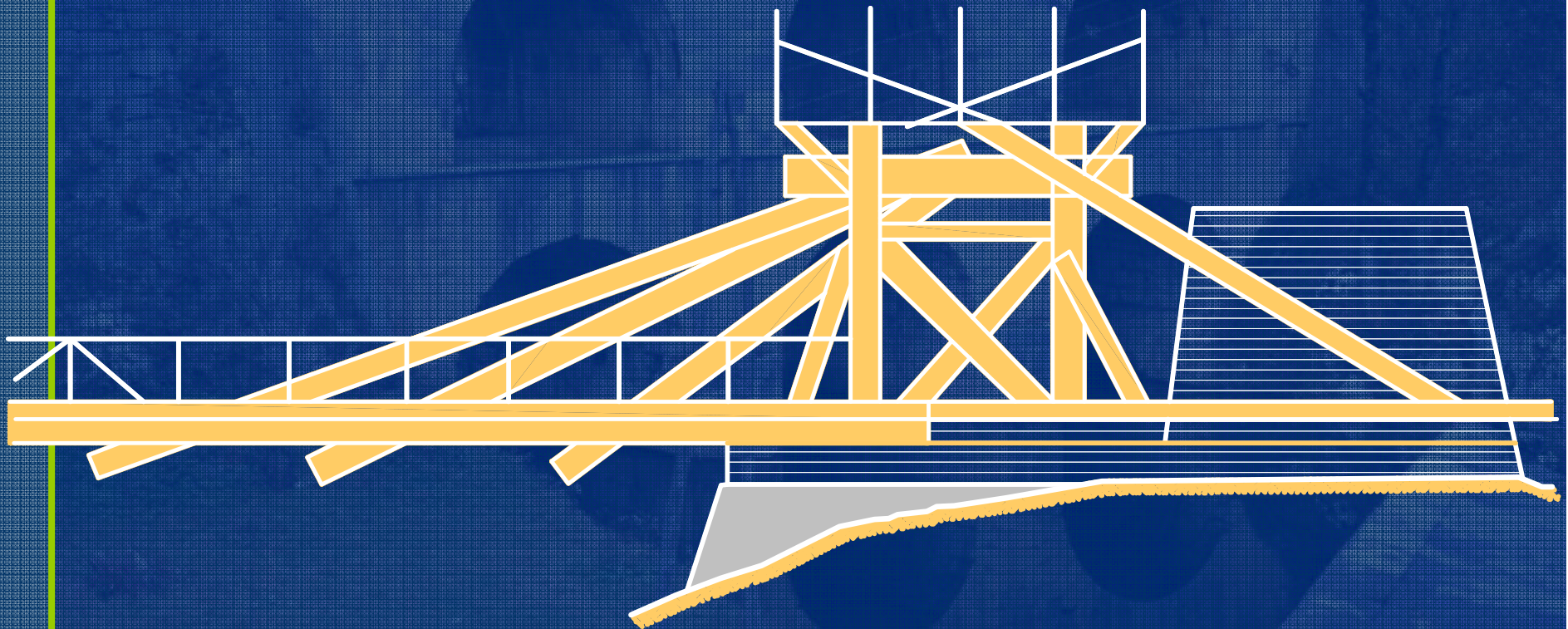
- Već su stari Egipćani koristili ideju ovješnja kod projektiranja brodova vješajući jedra na jarbol.

Skica za prvi lančani
most Fausta Vrančića,
1617.g.



OVJEŠENI MOSTOVI – Prve ideje ovješnja

Löscher-ova skica za
most s kosim zategama
od drva iz 1784. g.

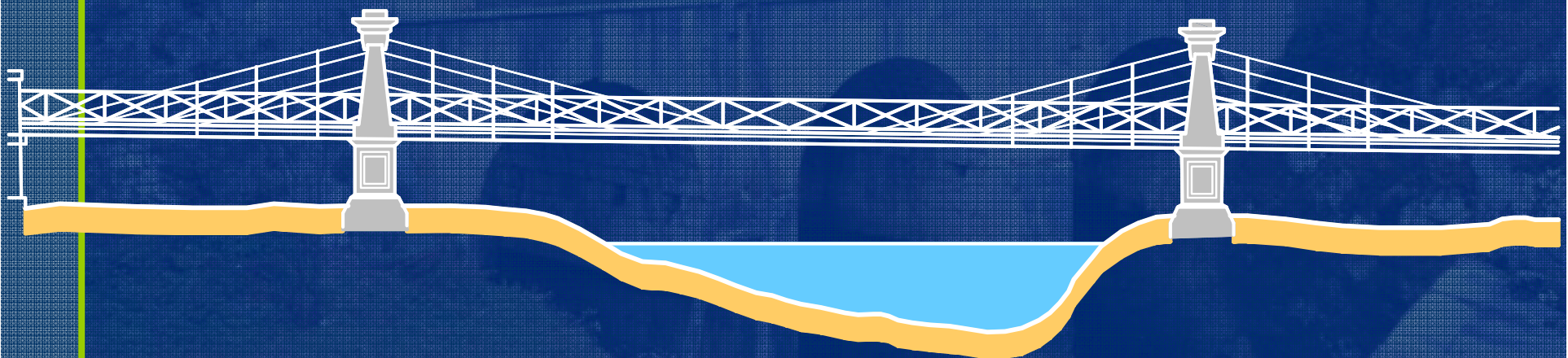


OVJEŠENI MOSTOVI –

Mostovi 19. stoljeća

- Prvi autentični uspješni most s kosim zategama postaje Twerton most projektanta T. Motleya preko rijeke Avon

Most Twerton, Engleska,
1838.g., $L=36,6$ m

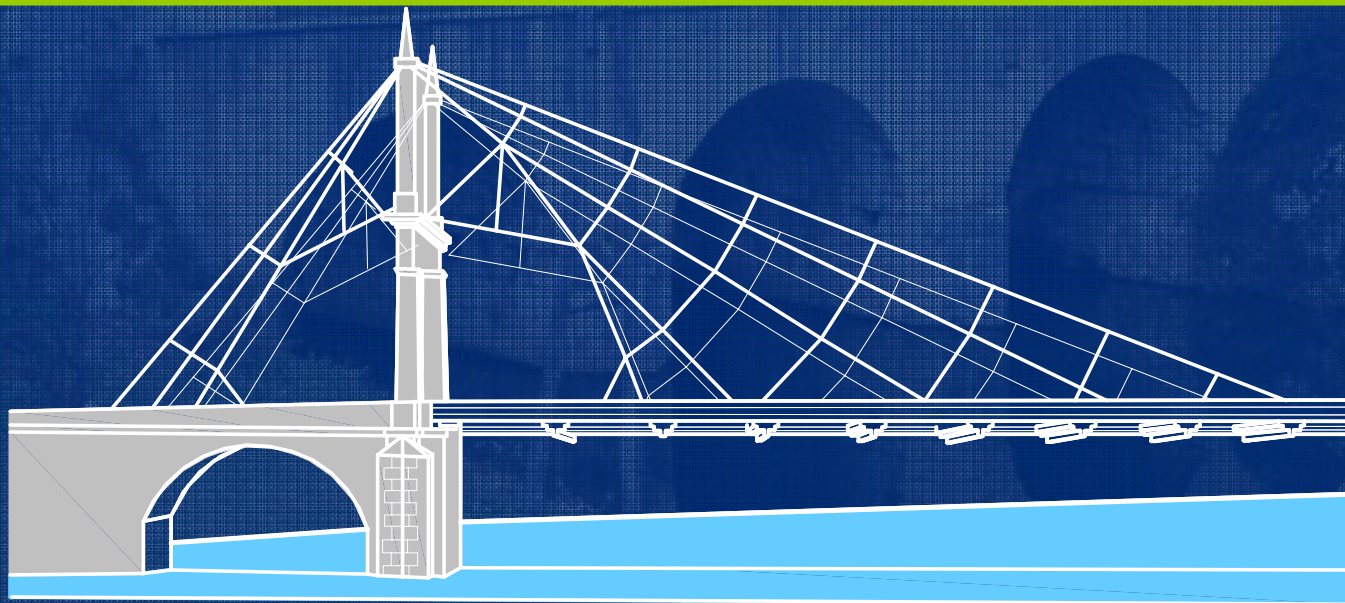


OVJEŠENI MOSTOVI – Mostovi 19. stoljeća

- Početak 19. stoljeća izvedeno je još nekoliko mostova s kosim zategama, ali su se neki od njih srušili

Most preko Saale kod Nienburga, Njemačka, sagrađen 1824., srušio se 1825.

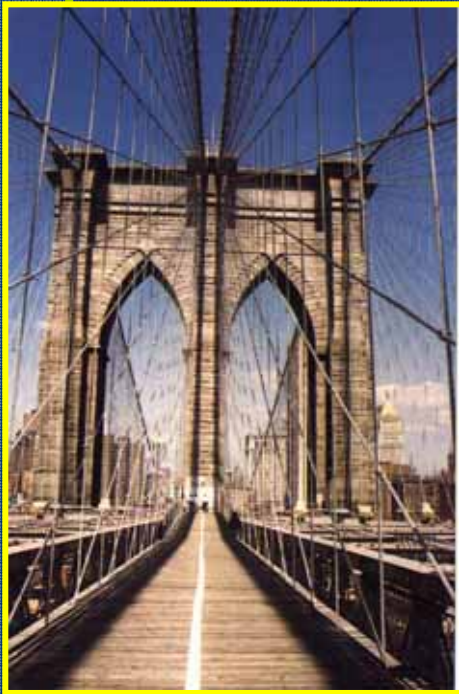
Stvarne uzroke rušenja treba tražiti u neshvaćanju kompliciranog hiperstatičkog sustava, naročito obzirom na utjecaje temperature, konstruktivne nedostatke i neprikladnosti ondašnjih materijala za zatege.



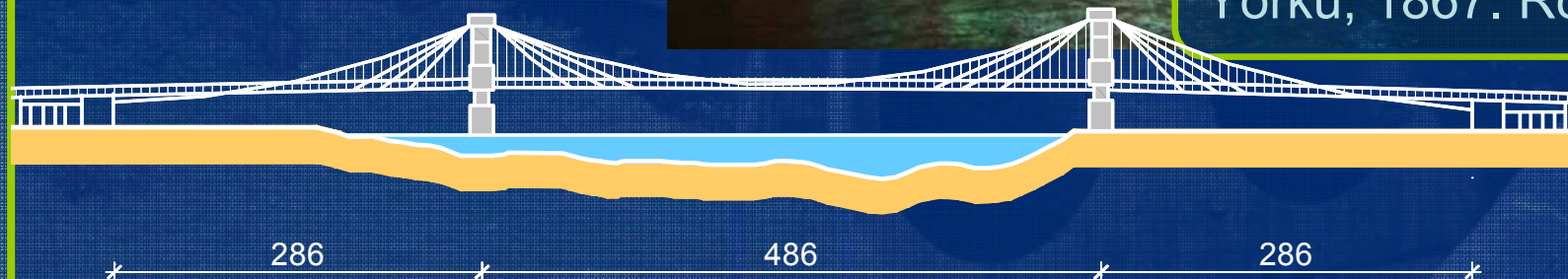
OVJEŠENI MOSTOVI –

Mostovi 19. stoljeća

- Viseći mostovi preuzimaju primat za veće raspone, a kose zatege se ponekad koriste kao dodatni elementi za povećanje krutosti i povećanje aerodinamičke stabilnosti grede za ukrućenje.



Most Brooklyn u New Yorku, 1867. Roebling



OVJEŠENI MOSTOVI –

Krute grede s malim brojem zatega

Akvedukt Tempul u Španjolskoj, Torroja 1926. – prvi armiranobetonski most s kosim zategama

Prednapeta greda s vanjskim prednaponom – na velikom kraku i mala prednaponska sila zadovoljava, a izbjegavaju se veliki gubici usljed relaksacije vezani na malu vlačnu čvrstoću primjenjenih zatega



OVJEŠENI MOSTOVI –

Krute grede s malim brojem zatega

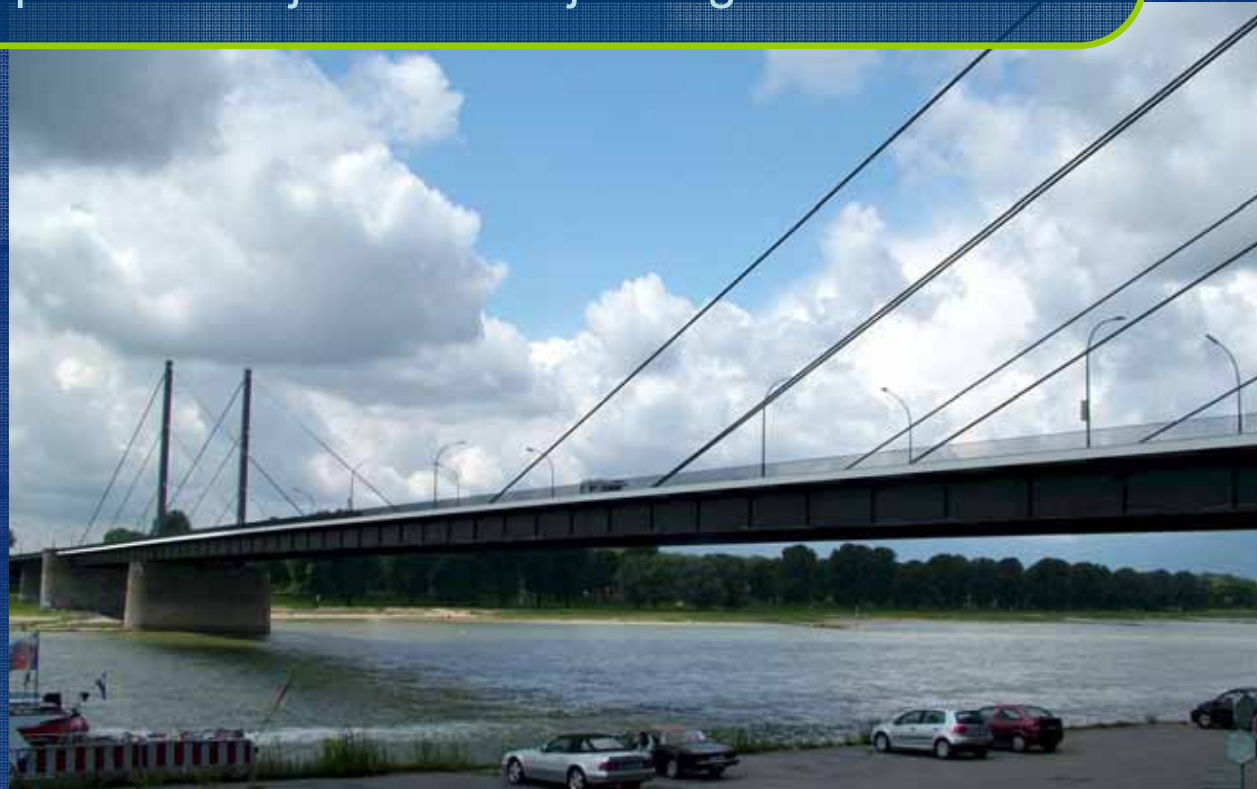
- Evolucija modernih mostova s kosim zategama od pedesetih godina dvadesetog stoljeća uvjetovana je velikim dijelom razvitkom metoda numeričke analize uz primjenu računala.
- Te metode omogućile su proračun unutarnjih sila u konstruktivnim elementima za konačno stanje i za stanje montaže, a prvi put su sistematski provedene 1955. godine za montažu prvog modernog mosta s kosim zategama Stromsund u Švedskoj .

OVJEŠENI MOSTOVI – Krute grede s malim brojem zatega

Prvi veliki njemački most - Most Theodor Heuss, 1957.g.



započinje fascinantni razvoj ovog konstruktivnog sustava, u početku gotovo isključivo u SR Njmačkoj gdje je trebalo obnoviti cijeli niz mostova porušenih tijekom II. Svjetskog rata.



OVJEŠENI MOSTOVI –

Druga generacija ovješениh mostova s gusto postavljenim zategama

- 2. generacija → gusto postavljene zatege → statički sustav čije je ponašanje slično gredi na elastičnoj podlozi
- 1. generacija → mali broj zatega → ponašanje slično kontinuiranom nosaču

Prva građevina 2. generacije:
Most Friedrich Ebert, 1967.g



OVJEŠENI MOSTOVI –

Druga generacija ovješениh mostova s gusto postavljenim zategama

- Niz mostova u Njemačkoj
- Knie most, 1969.: asimetrični most, zatege u obliku harfe u dvije ravnine, stupovi ispod svih priključaka zatega na gredu → poprečni presjek s vrlo vitkim limenim nosačima bez torzijske krutosti.
- Kurt Schumacher, 1971.: prvi put zatege od paralelnih žica za veću građevinu, asimetričan, središnji otvor - čelik, mali otvor - prednapeti beton.



Most Flehe, 1979.g
Betonski piloni

OVJEŠENI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi diljem svijeta

- Početkom osamdesetih godina u Njemačkoj nestaje potreba za mostovima velikih raspona, te se dalji razvoj nastavlja u drugim dijelovima svijeta.
- Velika Britanija, Australija, Belgija, Španjolska, Nizozemska, Švedska, SAD, Tajland: ovješeni mostovi s čeličnom gredom
- Morandi: betonske grede i piloni



Most Maracaibo,
Morandi, 1962.
Betonske grede i
piloni

OVJEŠENI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi diljem svijeta

Most Brottone, Francuska, 1977.
betonski sanduk s gusto
raspoređenim zategama u
središnjoj ravnini



OVJEŠENI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi diljem svijeta

Most Barrios de Luna (Casado),
Španjolska, 1984.
Središnji raspon 440 m



OVJEŠENI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi diljem svijeta

- Projektom za most Maracaibo - predviđeno zatege zaštititi betonskom oblogom ali to nije izvedeno.
- Kod kasnijih Morandijevih mostova zatege su obučene u betonsku oblogu.
- Isto je primjenio i C. Menn na mostu Ganter

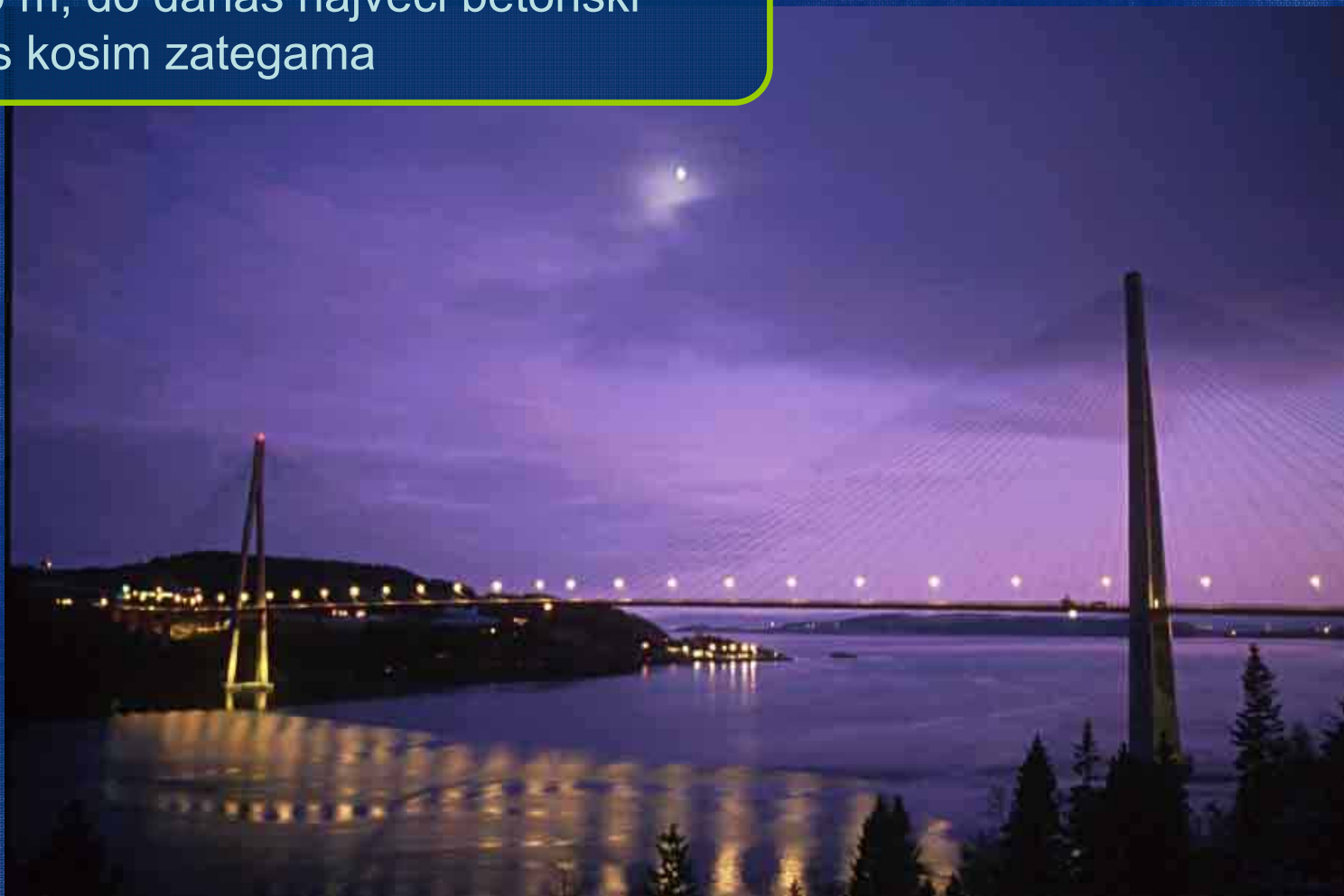


Most Ganter,
Švicarska, 1980.

OVJEŠENI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi diljem svijeta

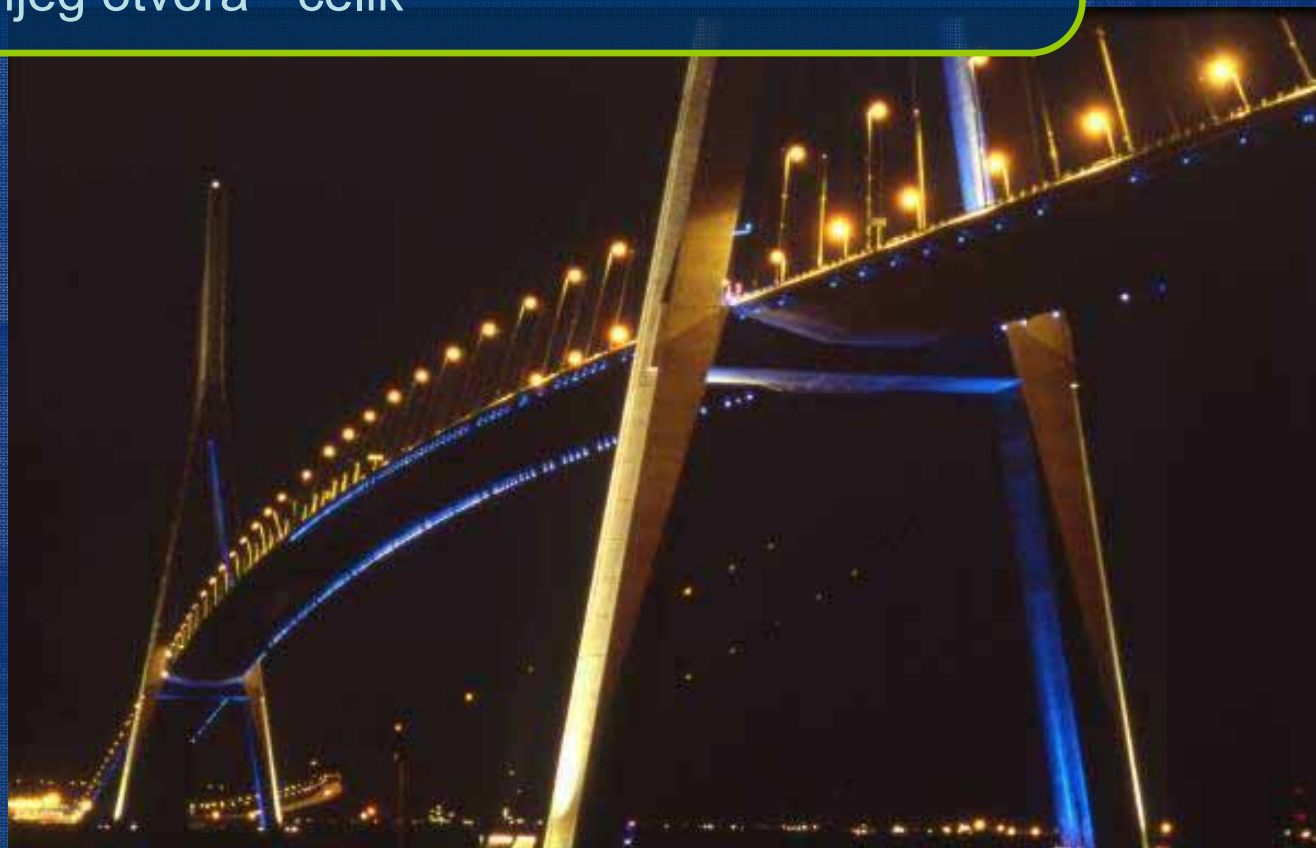
Most Skarnsundet, Norveška, 1991.g,
L=530 m, do danas najveći betonski
most s kosim zategama



OVJEŠENI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi diljem svijeta

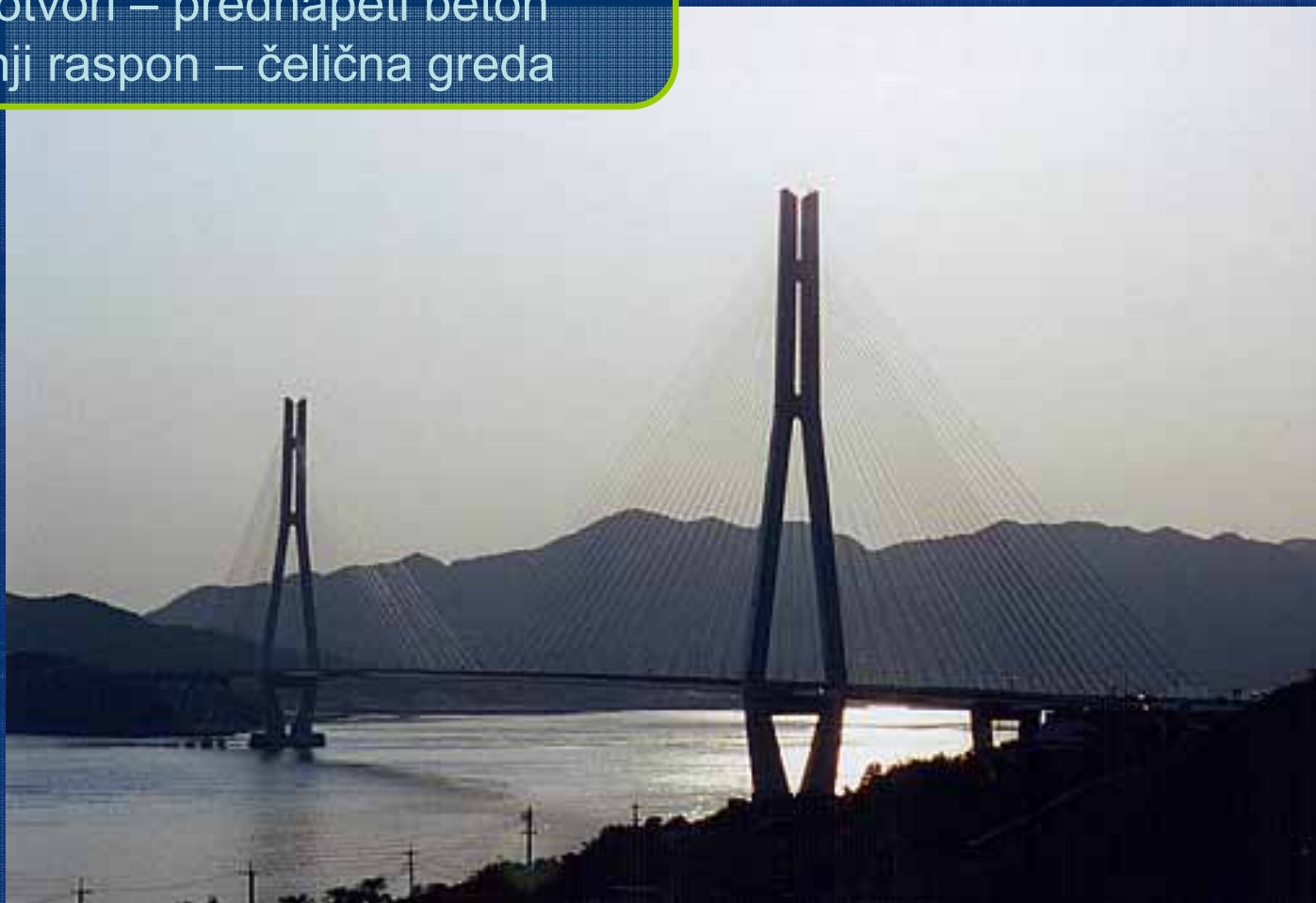
Most Normandie, Francuska,
1994.g. obara rekord s rasponom 856 m
Prilazna konstrukcija i početni djelovi srednjeg otvora – beton
Središnji dio srednjeg otvora - čelik



OVJEŠENI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi diljem svijeta

Most Tatara, Japan, 1999.
Do danas rekordan raspon 890 m
Krajnji otvori – prednapeti beton
Središnji raspon – čelična greda



OVJEŠENI MOSTOVI –

Suvremeni mostovi diljem svijeta

Most Öresund, Danska/Švedska, 2000.g.
S rasponom 490 m najveći europski most za kombinaciju
cestovnog i željezničkog prometa
Čelična greda

