DOSEZI SUVREMENOG MOSTARSTVA



Uvod

- mostovi su osobite građevine
- dominiraju u prostoru, povezuju obale, urastaju u krajolik
- Andrić – mostovi su “najveći dometi ljudskog uma i ruku”
- morali bi biti funkcionalni, postojani, lijepi i sveobuhvatno održivi
- skladan spoj dobro konstruiranih inženjerskih građevina i djela strukturalne umjetnosti





Uvod

- čovjeku je prirođena težnja za napretkom, za nadilaženjem već dosegnutog, za sve većim ostvarenjima, za rekordima
- rekordi ne smiju biti sami sebi svrha već opravdani pokretači razvitka, uz pratnju dostatne razine konstruktorske i umjetničke prožetosti
- neka su razdoblja povijesti bogata novostima, velikim dosezima, a neka opetovanjima, stagnacijom





Uvod

Nameću se pitanja:

- Gdje su granice ljudskih mogućnosti?
- Da li smo možda dosegli realne i ekonomski opravdane granice nekog tipa i sustava mostova?
- Što su realni suvremeni dometi?
- Što su stvarno vrhunska postignuća?

Odgovori na ta pitanja rezultiraju iskoracima i pomicanjem granica:

→ još za gradnje visećeg mosta Veliki Belt rekordnog raspona 1624 m, do dvjesto metara većeg od dotadašnjeg na Humber mostu, dogodio se 1998. godine u Japanu most Akashi Kaikyo s puno većim rasponom od 1991 m.

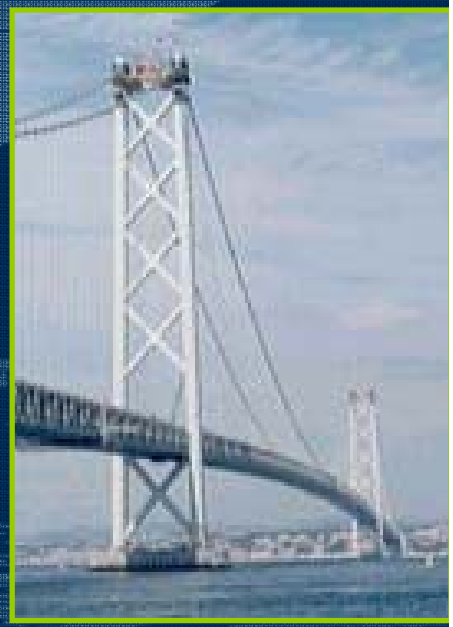
1981., Velika Britanija
Humber, L=1410 m



1998., Danska
Veliki Belt, L=1624 m



1998., Japan
Akashi Kaikiyo,1991 m



Odgovori na ta pitanja rezultiraju iskoracima i pomicanjem granica:

→ most Tatara s do sada najvećim rasponom među ovješenim mostovima (koji je kad je građen udvostručio ranije postojeći najveći raspon) uskoro će biti nadiđen s dva mosta raspona većeg od 1000 m

1991., Norveška
Skarnsundet, L=530 m



1999., Japan,
Tatara, L= 890 m



2008., Kina
Sutong, L=1088 m



2008., Kina
Stonecutters, L=1018 m



Odgovori na ta pitanja rezultiraju iskoracima i pomicanjem granica:

→ most Krk je zahvaljujući novoj, u Hrvatskoj razvijenoj tehnologiji konzolne gradnje armiranobetonskih lukova za trećinu nadišao prije dosegnuti raspon

1964., Australija
Gladesville, L=305 m



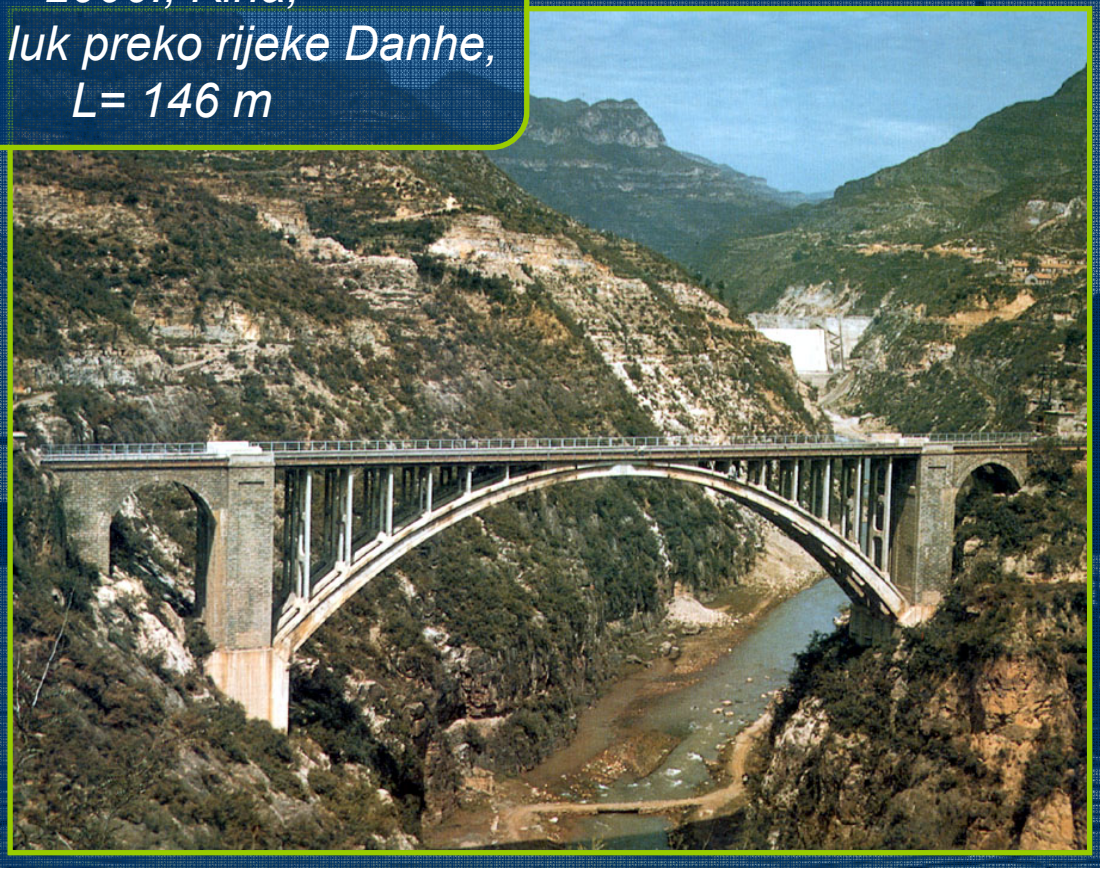
1980., Hrvatska,
Krk – 1, L= 390 m



Zanimljivi su sustavi koji su svrstavani u povijesnu dovršenost, a sada opet obaraju rekordne raspone

→ kameni most najvećeg raspona ne potječe iz rimskog doba niti iz srednjeg vijeka, sagrađen je 2000. godine preko rijeke Danhe blizu grada Jinchenga s kamenim lukom raspona 146 m u sklopu autoceste Jin – Jiao u Kini

2000., Kina,
Kameni luk preko rijeke Danhe,
L= 146 m



Zanimljivi su sustavi koji su svrstavani u povijesnu dovršenost, a sada opet obaraju rekordne raspone

→ čelični luk najvećeg raspona u svijetu nije više New River Gorge u SAD kako je bilo četvrt stoljeća, jer je 2003. u Shanghaju dovršen Lupu most

1977., SAD,
New River Gorge, L= 518 m



2003., Kina,
čelični luk Lupu, L= 550 m



Konstrukcijski dometi

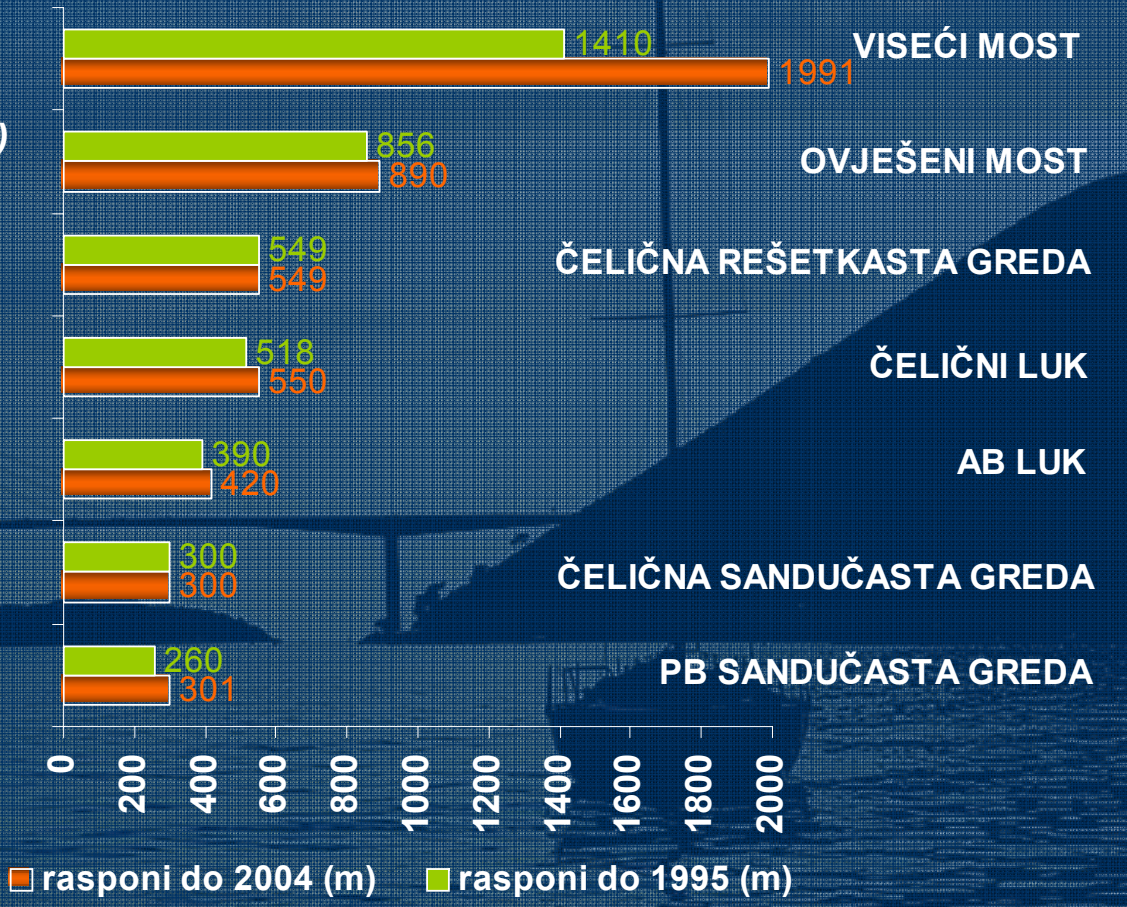
Vrhunsko postignuće koje pomiće granice zahtjeva ne jedan već kombinaciju važnih preduvjeta:

- Postojanje adekvatnog zadatka:
  - *Postojanje potrebe za gradnju mosta iznimno velikog raspona, ukupne dužine ili nekih drugih obilježja.*
- Adekvatna tehnička i tehnološka rješenja:
  - *Zrelost konstruktorskog znanja da se osmisle i konstruiraju takve strukture.*
  - *Graditeljska snaga koja podrazumijeva postupke i opremu da se tako zamišljen most doista i sagradi.*
  - *Razvoj novih materijala.*
- Odgovarajuća ekonomska snaga:
  - *Gospodarska moć i spremnost naručitelja da stane iza takovih projekata i u njih uloži dostatna sredstva.*

Konstrukcijski dometi

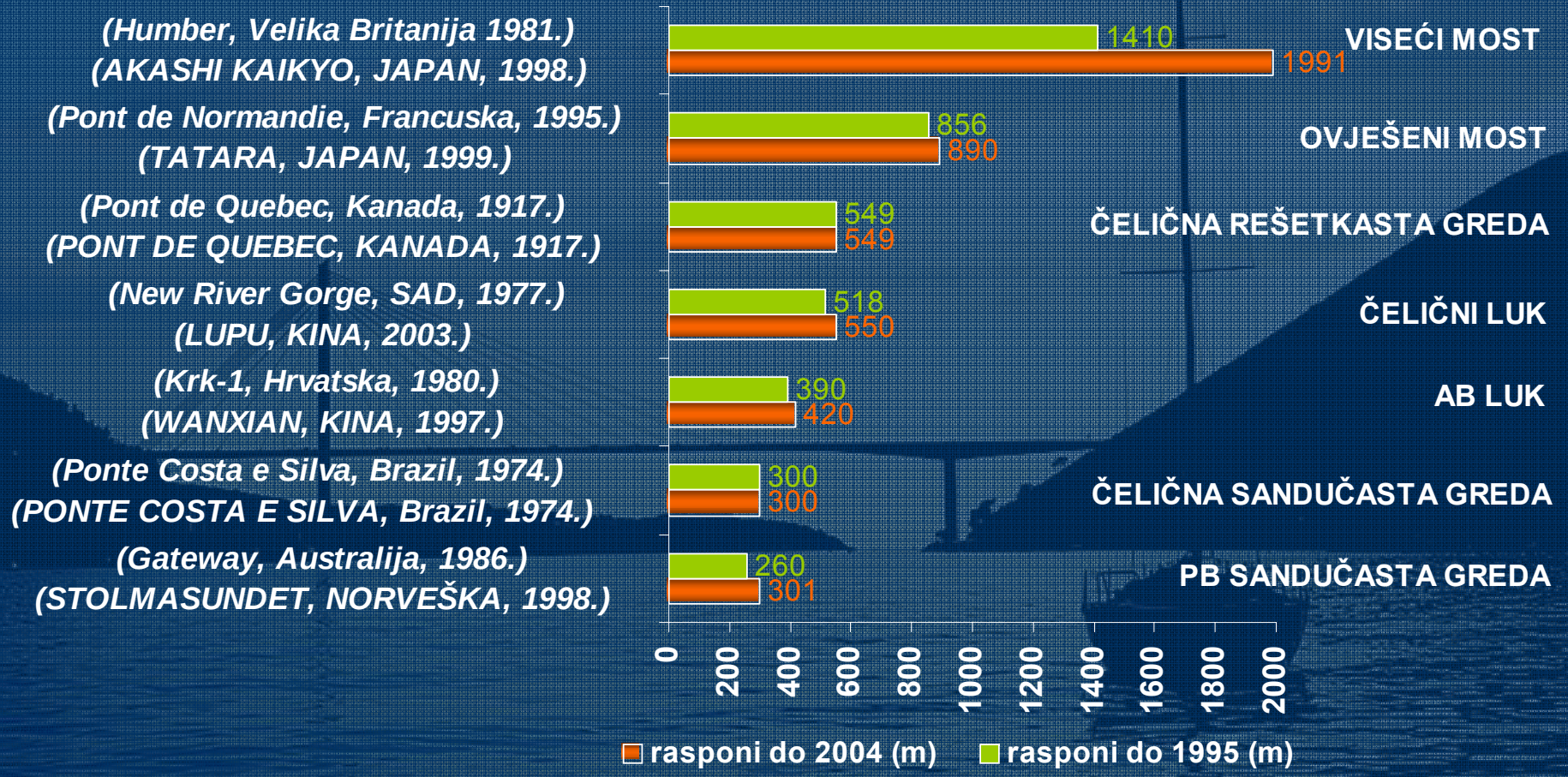
Promjene u najvećim rasponima svladanim sa sedam različitih tipova mostova u poslijednjih nešto više od petnaestak godina:

(Humber, Velika Britanija 1981.)
(AKASHI KAIKYO, JAPAN, 1998.)
(Pont de Normandie, Francuska, 1995.)
(TATARA, JAPAN, 1999.)
(Pont de Quebec, Kanada, 1917.)
(PONT DE QUEBEC, KANADA, 1917.)
(New River Gorge, SAD, 1977.)
(LUPU, KINA, 2003.)
(Krk-1, Hrvatska, 1980.)
(WANXIAN, KINA, 1997.)
(Ponte Costa e Silva, Brazil, 1974.)
(PONTE COSTA E SILVA, Brazil, 1974.)
(Gateway, Australija, 1986.)
(STOLMASUNDET, NORVEŠKA, 1998.)



Konstrukcijski dometi

Prednapeti beton nadilazi postignuća čelikom kod greda sandučastog poprečnog presjeka.



Konstrukcijski dometi

Ne događaju se bitne promjene u najvećem rasponskom dometu armiranobetonskih lukova.

(Humber, Velika Britanija 1981.)
(AKASHI KAIKYO, JAPAN, 1998.)

(Pont de Normandie, Francuska, 1995.)
(TATARA, JAPAN, 1999.)

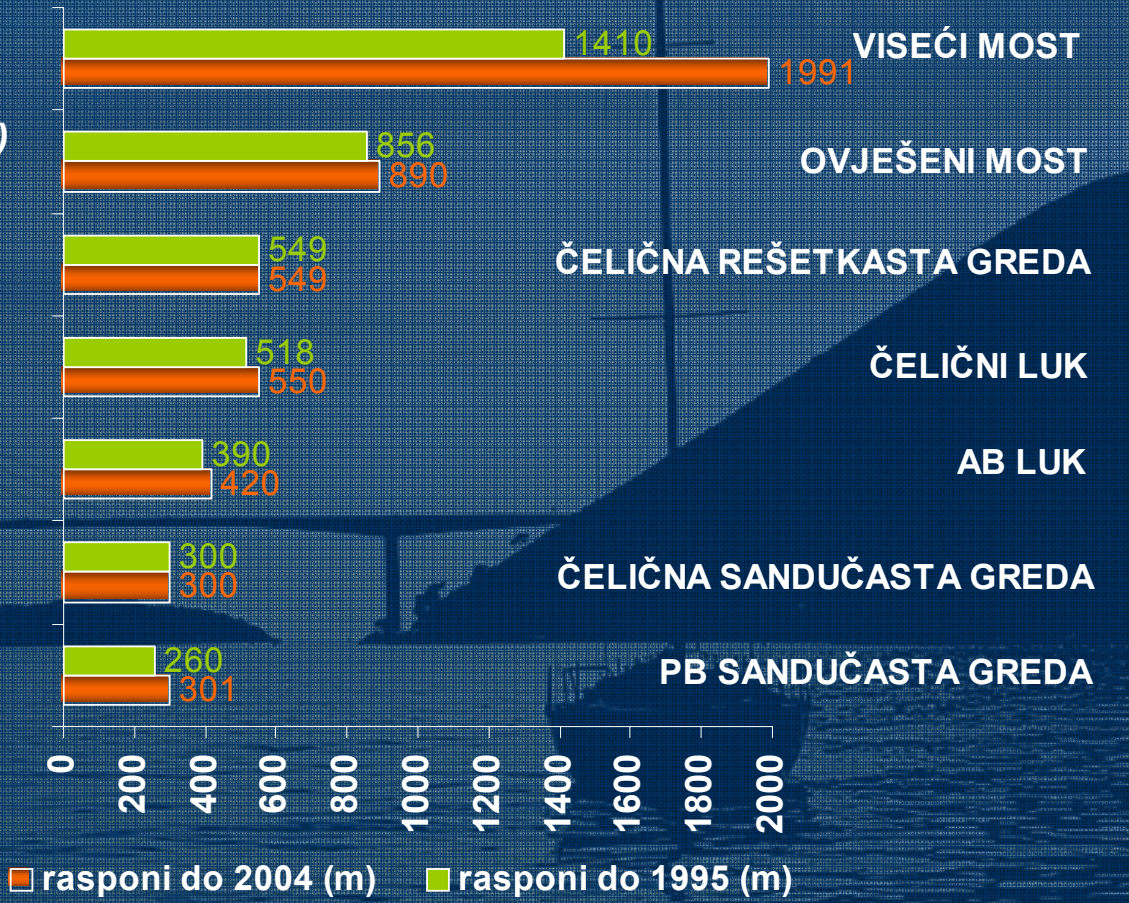
(Pont de Quebec, Kanada, 1917.)
(PONT DE QUEBEC, KANADA, 1917.)

(New River Gorge, SAD, 1977.)
(LUPU, KINA, 2003.)

(Krk-1, Hrvatska, 1980.)
(WANXIAN, KINA, 1997.)

(Ponte Costa e Silva, Brazil, 1974.)
(PONTE COSTA E SILVA, Brazil, 1974.)

(Gateway, Australija, 1986.)
(STOLMASUNDET, NORVEŠKA, 1998.)



Konstrukcijski dometi

Sustav čelične rešetkaste grede kojim je već 1917. svladan raspon preko 500 m sada je nadvladan i čeličnim lukom i strukturom ovješenog mosta.

(Humber, Velika Britanija 1981.)
(AKASHI KAIKYO, JAPAN, 1998.)

(Pont de Normandie, Francuska, 1995.)
(TATARA, JAPAN, 1999.)

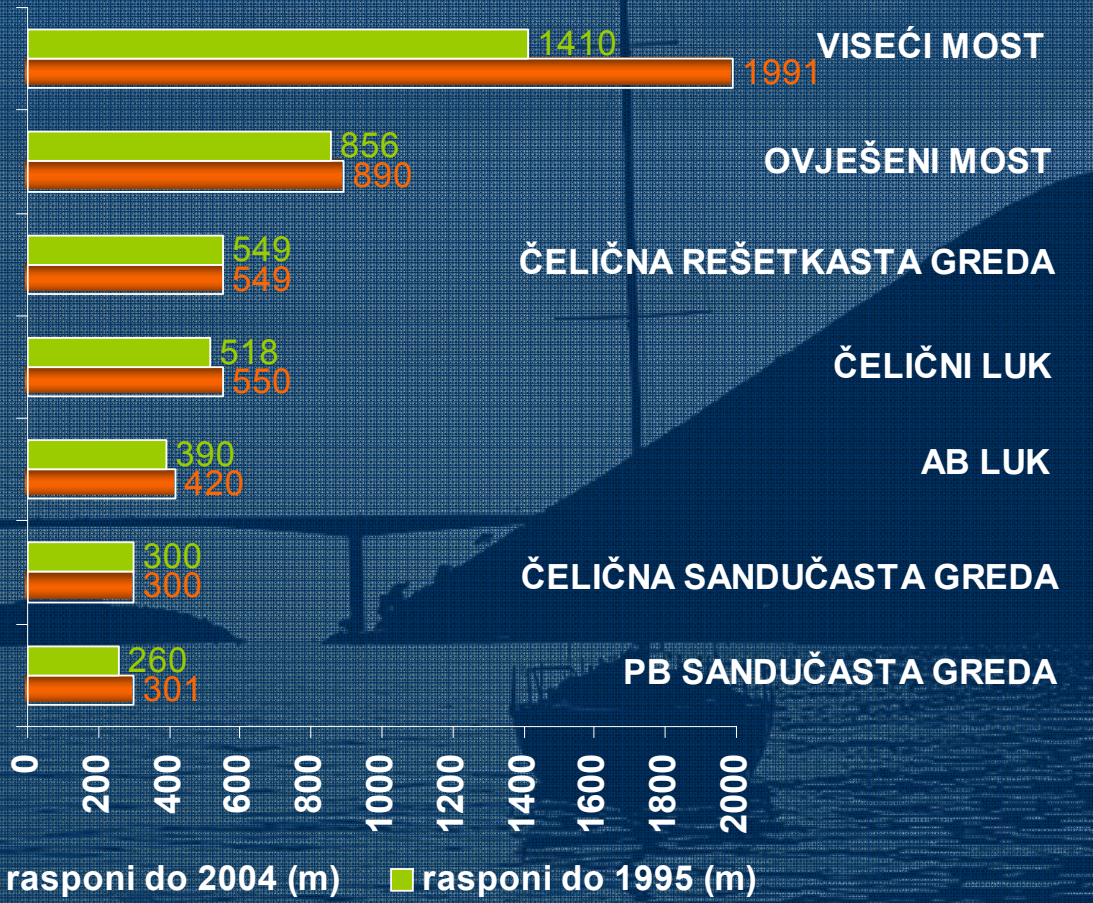
(Pont de Quebec, Kanada, 1917.)
(PONT DE QUEBEC, KANADA, 1917.)

(New River Gorge, SAD, 1977.)
(LUPU, KINA, 2003.)

(Krk-1, Hrvatska, 1980.)
(WANXIAN, KINA, 1997.)

(Ponte Costa e Silva, Brazil, 1974.)
(PONTE COSTA E SILVA, Brazil, 1974.)

(Gateway, Australija, 1986.)
(STOLMASUNDET, NORVEŠKA, 1998.)



Konstrukcijski dometi

Raspon čeličnog luka povećan je za 30-ak metara.

(Humber, Velika Britanija 1981.)
(AKASHI KAIKYO, JAPAN, 1998.)

(Pont de Normandie, Francuska, 1995.)
(TATARA, JAPAN, 1999.)

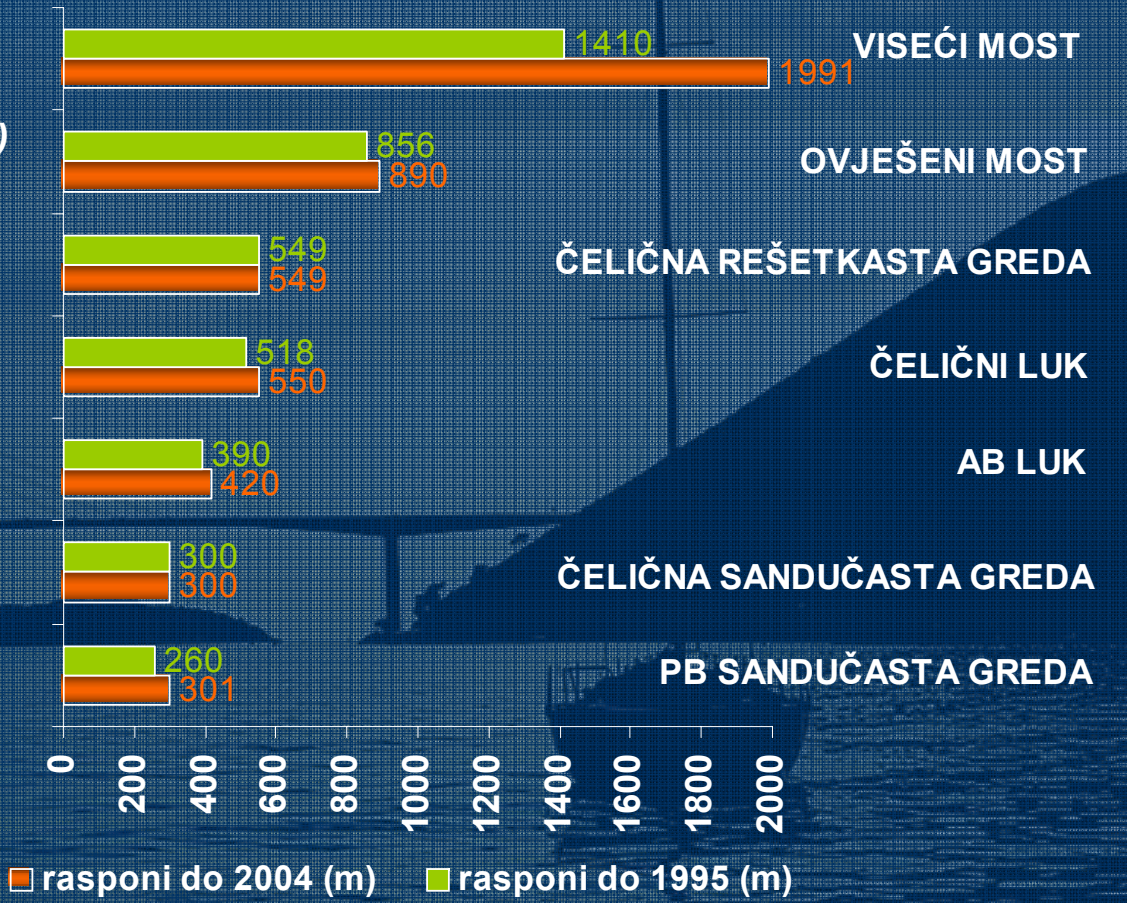
(Pont de Quebec, Kanada, 1917.)
(PONT DE QUEBEC, KANADA, 1917.)

(New River Gorge, SAD, 1977.)
(LUPU, KINA, 2003.)

(Krk-1, Hrvatska, 1980.)
(WANXIAN, KINA, 1997.)

(Ponte Costa e Silva, Brazil, 1974.)
(PONTE COSTA E SILVA, Brazil, 1974.)

(Gateway, Australija, 1986.)
(STOLMASUNDET, NORVEŠKA, 1998.)



Konstrukcijski dometi

Ovješenom strukturom mosta svladava se približno 70% veći raspon, a visećom 40% veći raspon nego ranije.

(Humber, Velika Britanija 1981.)
(AKASHI KAIKYO, JAPAN, 1998.)

(Pont de Normandie, Francuska, 1995.)
(TATARA, JAPAN, 1999.)

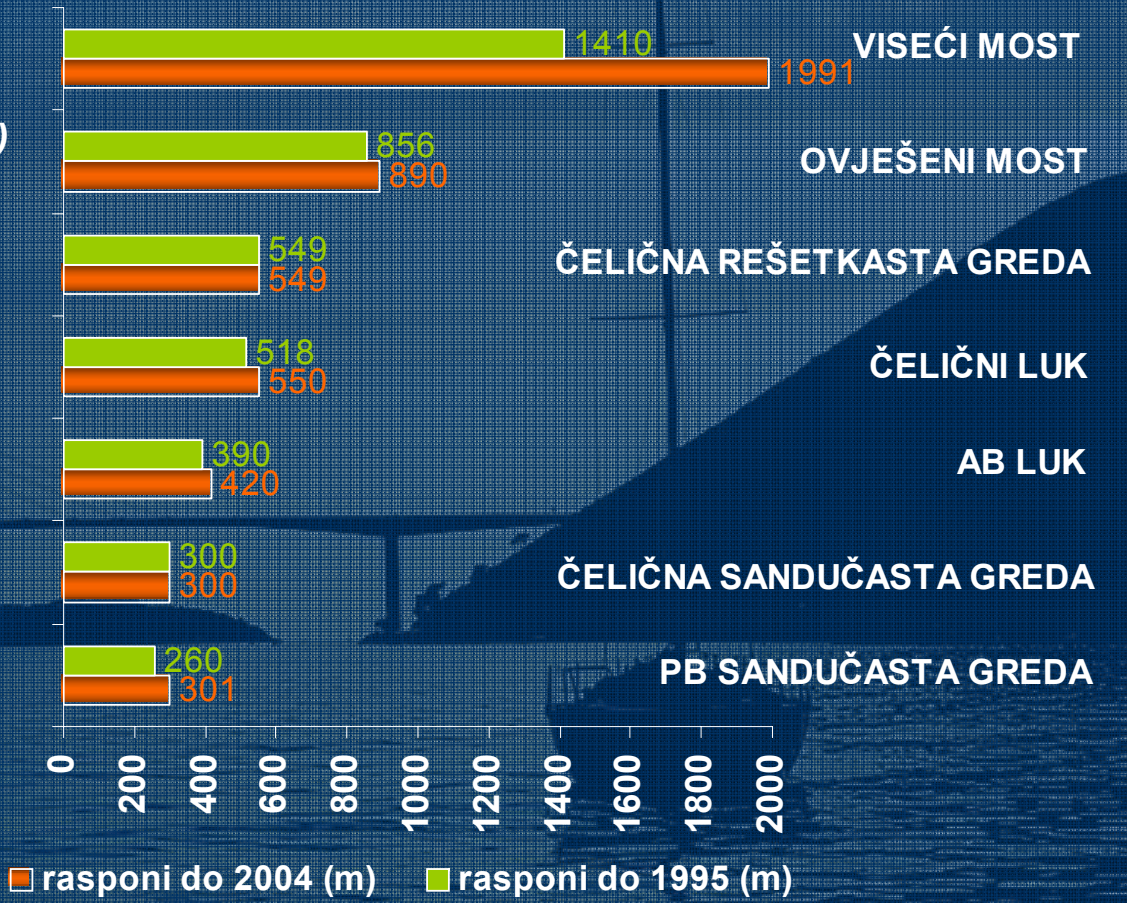
(Pont de Quebec, Kanada, 1917.)
(PONT DE QUEBEC, KANADA, 1917.)

(New River Gorge, SAD, 1977.)
(LUPU, KINA, 2003.)

(Krk-1, Hrvatska, 1980.)
(WANXIAN, KINA, 1997.)

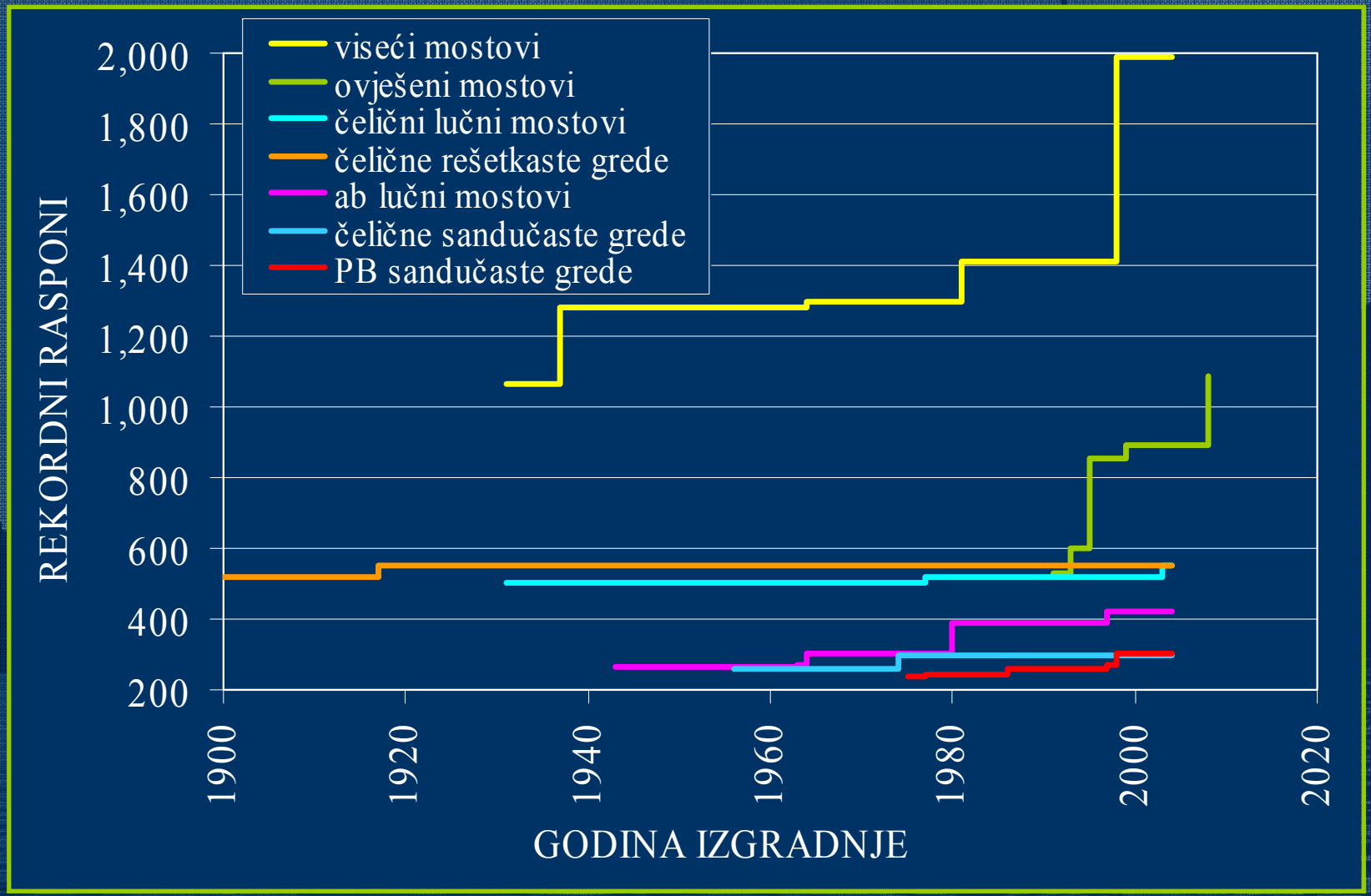
(Ponte Costa e Silva, Brazil, 1974.)
(PONTE COSTA E SILVA, Brazil, 1974.)

(Gateway, Australija, 1986.)
(STOLMASUNDET, NORVEŠKA, 1998.)



Konstrukcijski dometi

Porast rekordnih raspona pojedinih rasponskih konstrukcija mostova od početka prošlog stoljeća do danas:

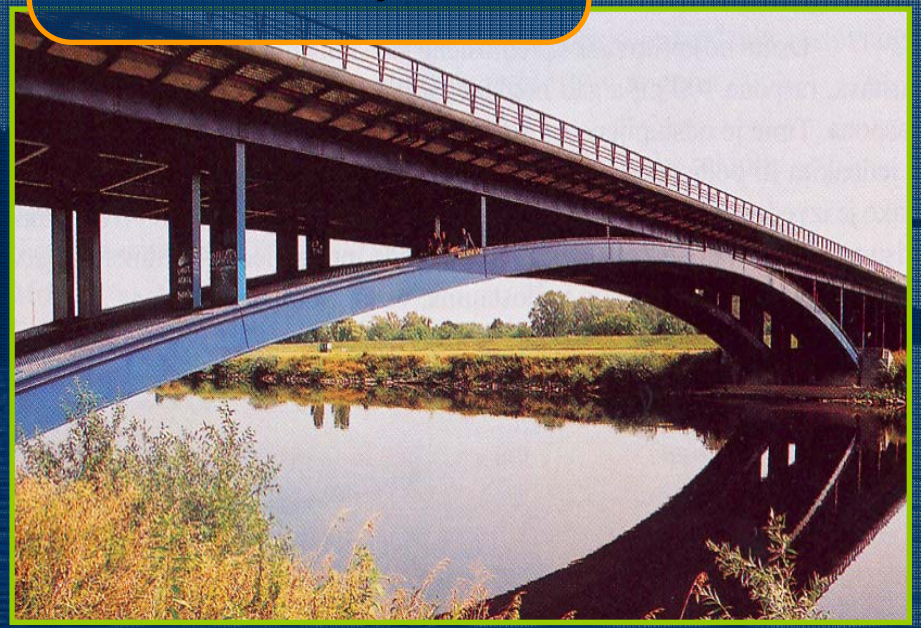


Konstrukcijski dometi

Današnje doba – izuzetni strukturalni dometi:

- veliki dosezi u rasponima svih tipova
- gradnja ogromnih prijelaza (desetci kilometara)
- estetske vrijednosti - oblikovni i strukturalni iskoraci

Most manjeg raspona
velike estetske i
strukturalne vrijednosti



Most velikih raspona,
ali estetski
očiti promašaj



Gredni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	1998.	Stolmasundet	Norveška	Austevoll	301
2.	1998.	Raftsundet	Norveška	Lofoten	298
3.	2003.	Sundoy	Norveška	Mosjöen	298
4.	1997.	Humen-2	Kina	Guangdong	270
5.	1986.	Gateway	Australija	Brisbane	260
6.	1994.	Varodd	Norveška	Kristiansand	260
7.	2000.	Second Luzhou	Kina	Sichuan	252
8.	1989.	Schottwien	Austrija	Semmering	250
9.	1991.	Ponte S.Joao	Portugal	Oporto	250
10.	1995.	Skye	Velika Britanija	Skye Island	250
11.	1997.	Confederation	Kanada	Northumberland	250

armiranobetonski gredni mostovi raspona većih od 250 m

Gredni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	1998.	Stolmasundet	Norveška	Austevoll	301
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					



U sredini glavnog raspona,
na duljini 184 m
greda je izvedena
od betona visoke čvrstoće
Od laganog agregata LC 60.
Ostatak mosta je izveden
u betonu klase C 65.

Gredni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	1998.	Raftsundet	Norveška	Lofoten	298
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					



- greda sandučastog poprečnog presjeka promjenjive visine od 3,5 do 14,0 m
- rasponi 86+202+298+125 m
- veći dio grede je od betona klase C65 uobičajene zapreminske težine
- na duljini od 224 m glavnog 298-m raspona korišten lagani beton klase LC60 i γ=21 kN/m3

Gredni mostovi

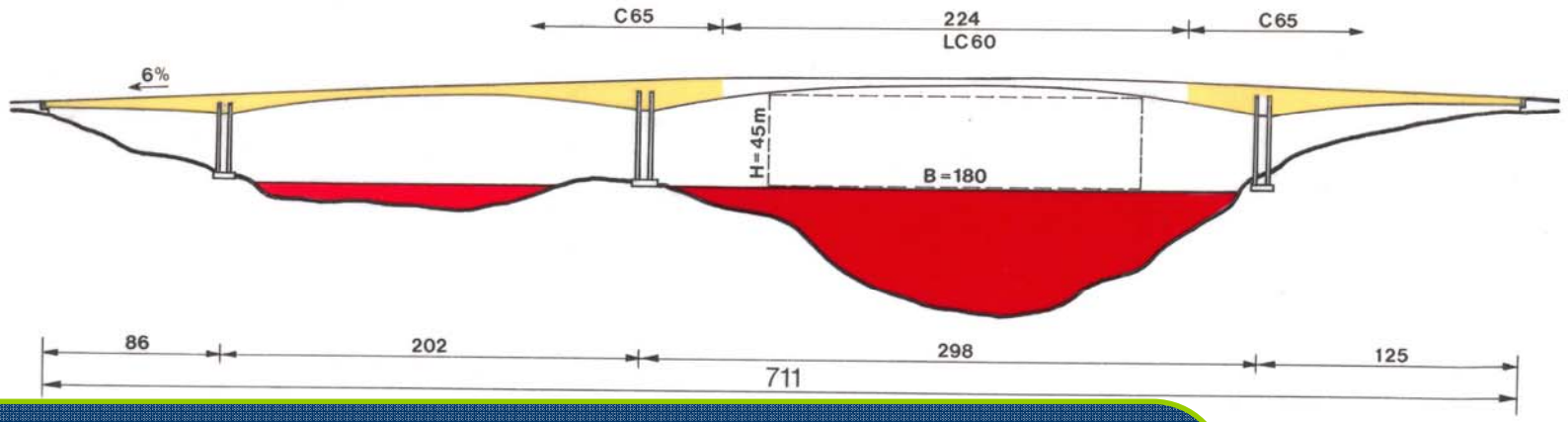
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	1998.	Raftsundet	Norveška	Lofoten	298
3.	2003.				
4.	1997.				
5.	1986.				
6.	1994.				
7.	2000.				



Most je izgrađen slobodnim konzolnim načinom gradnje pri čemu je, za osiguranje ravnoteže, za odsječak od betona C65 s jedne strane stupa, bilo potrebno izgraditi 5-metarski odsječak od laganog betona s druge strane.

Gredni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	1998.	Raftsundet	Norveška	Lofoten	298
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
				Skye Island	250
				and	250



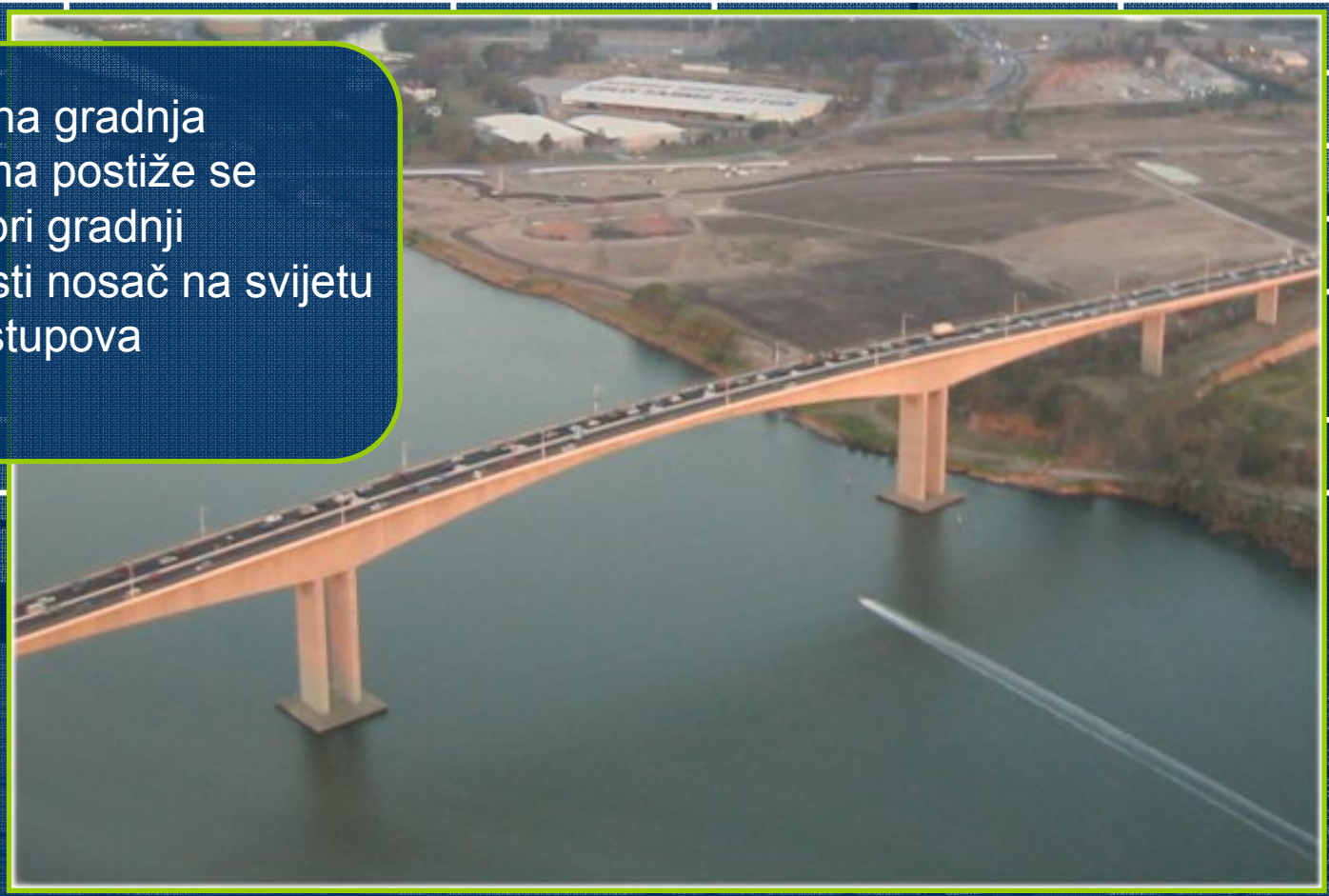
Visoka trajnost postignuta je nizom projektnih detalja:

- Niveleta visoko iznad razine mora – rasponski sklop u zoni gdje se smanjuje djelovanje morske vode i soli.
- Stupovi temeljeni na suhom isključuju probleme djelovanja vode.
- Betoni visokih svojstava
- Različiti zaštitni slojevi betona (12 cm temelji, 7,5 cm stupovi, 5,5 cm greda)

Gredni mostovi

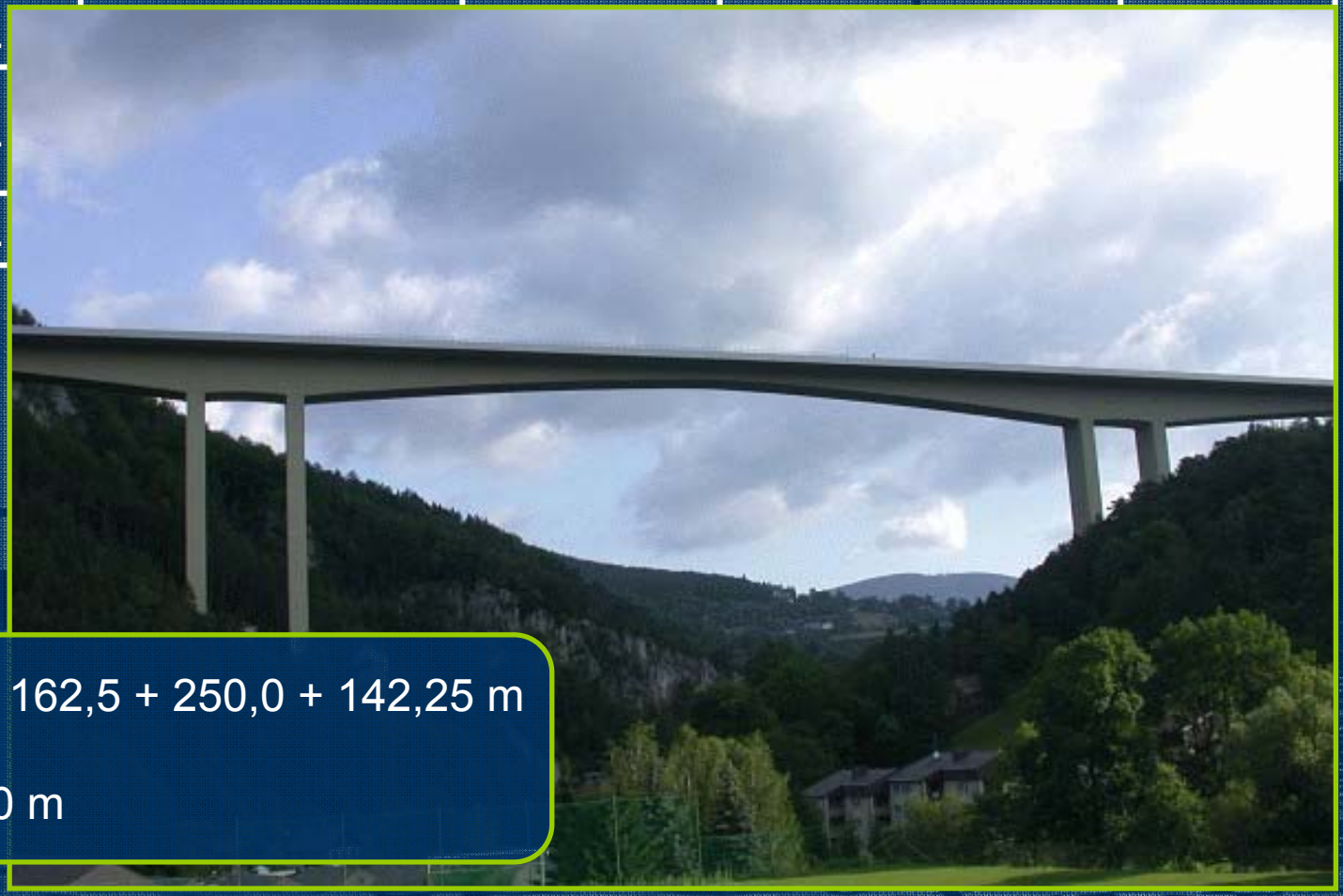
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
5.	1986.	Gateway	Australija	Brisbane	260
6.	1994.				
13.	1997.				

- Slobodna konzolna gradnja
- Dvojnim stupovima postiže se veća stabilnost pri gradnji
- Najveći sandučasti nosač na svijetu
  h = 15 m iznad stupova
  b = 22 m



Gredni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
8.	1989.	Schottwien	Austrija	Semmering	250
9.	1991.				
10.	1995.				
11.	1997.				



Rasponi: 77,5 + 162,5 + 250,0 + 142,25 m
L_{uk} = 632,5 m
$H_{stupova}$ max 79,0 m

Gredni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
11.	1997.	Confederation	Kanada	Northumberland	250

Duljine 12,9 km preko vode koja se zaleđuje. Sigurnosti prometa na mostu posvećena je bitna pozornost pa se tako npr. brzina vozila na mostu prati i prometnom signalizacijom regulira u skladu s vremenskim uvjetima, posebno jačinom vjetra.



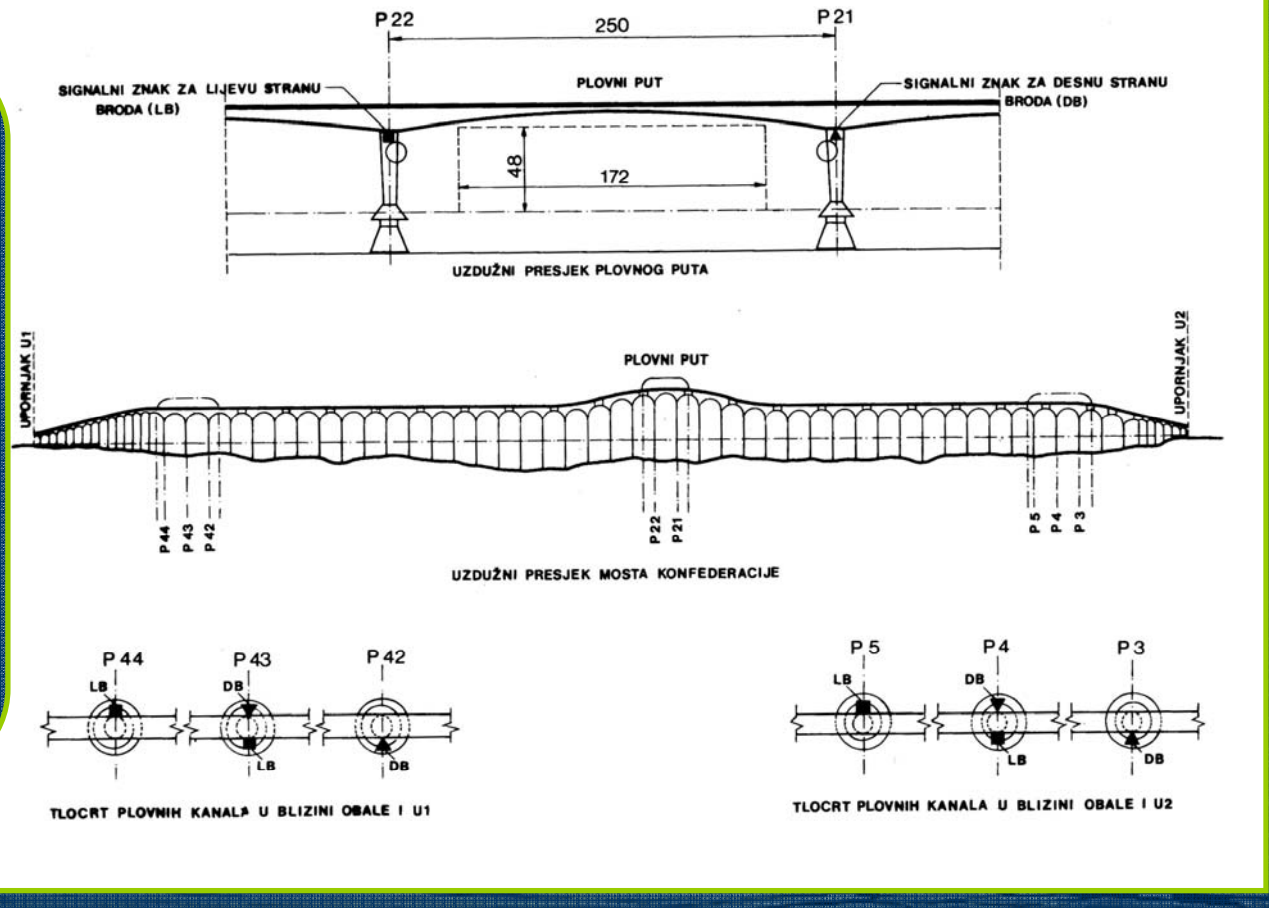
Gredni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
11.	1997.	Confederation	Kanada	Northumberland	250

Prilazni mostovi
duljine 1,3 i 0,6 km
na rasponima 93 m.

Glavni most
duljine 11 km
na rasponima 250 m.

Niveleta 40 m,
na mjestu plovnog
puta 60 m



Gredni mostovi

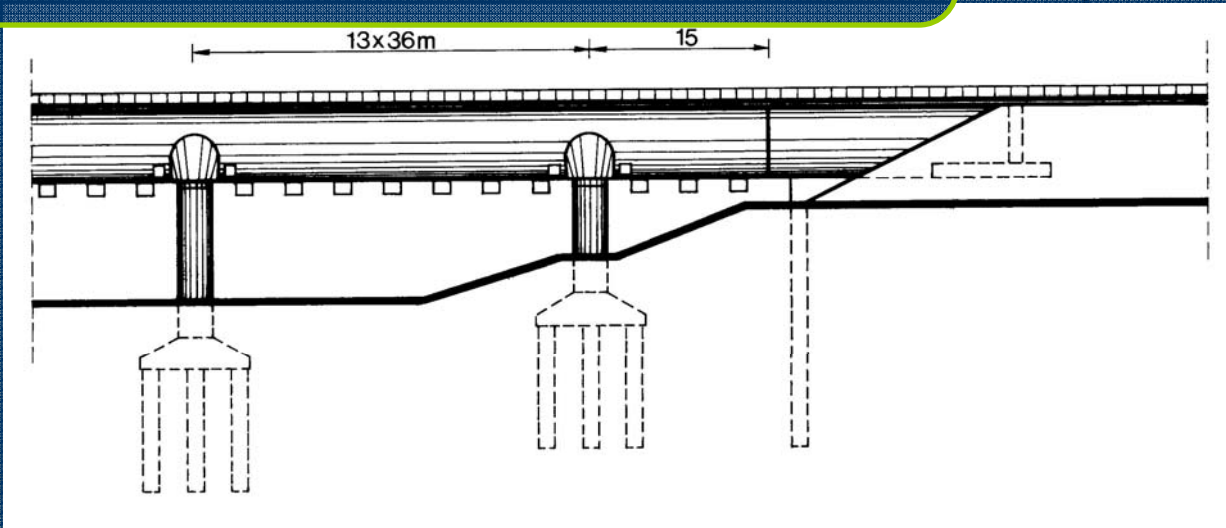
Rasponima vrlo skroman gredni most, no poseban po svojoj namjeni.

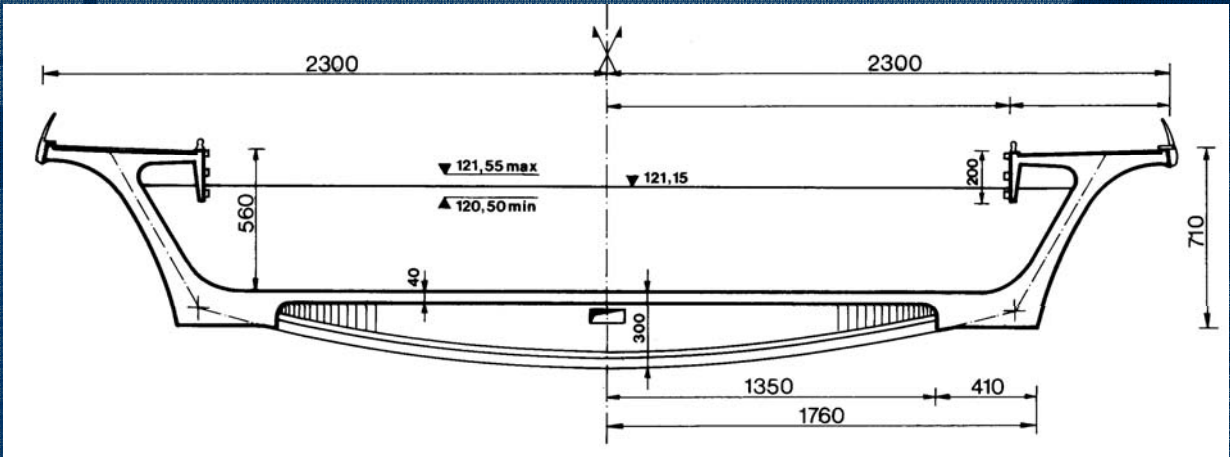
Sart kanal-most 50 km od Brisela omogućava prijelaz kanala preko čvorišta cesta na ulazu u grad La Louviere.



Gredni mostovi

Most je kontinuirana greda preko 13 raspona od 36,0 m
s 15-metarskim prijepustima povezanim
s upornjacima dvjema prijelaznim napravama.





Gredni mostovi



Na ovom mostu-kanalu postignut je svjetski rekord u potiskivanju – 12 m po tjednu rasponskoga sklopa ukupne težine 65 000 t.

Ova metoda izgradnje bila je posebno prikladna zbog vrlo niske vitkosti rasp. sklopa L/h ≈ 5 uzimajući u obzir teški teret od 411,5 kN/m3 vode koji mora nositi pri uporabi.

Lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	1997.	Wanxian (*)	Kina	Wanzhou	420
2.	1980.	Krk-1	Hrvatska	Kopno-otok Krk	390
3.	1995.	Jiangjiehe	Kina	Weng'an	330
4.	1996.	Yongning	Kina	Guangxi	312
5.	1964.	Gladesville	Australija	Sydney	305
6.	1964.	Ponte da Amizade	Brazil/ Paragvaj	Foz do Iguacu/ Ciudad del Este	290
7.	2003.	Ponte Infante D. Henrique	Portugal	Oporto	280
8.	1983.	Bloukrans	Južna Afrika	Bloukrans River	272
9.	1963.	Ponte da Arrabida	Portugal	Oporto	270
10.	1943.	Sandö	Švedska	Kramfors	264
11.	1991.	Le Pont Chateaubriand	Francuska	La Rance	261
12.	2000.	Takamatu	Japan	Miyazaki	260

armiranobetonski lučni mostovi raspona većih od 260 m

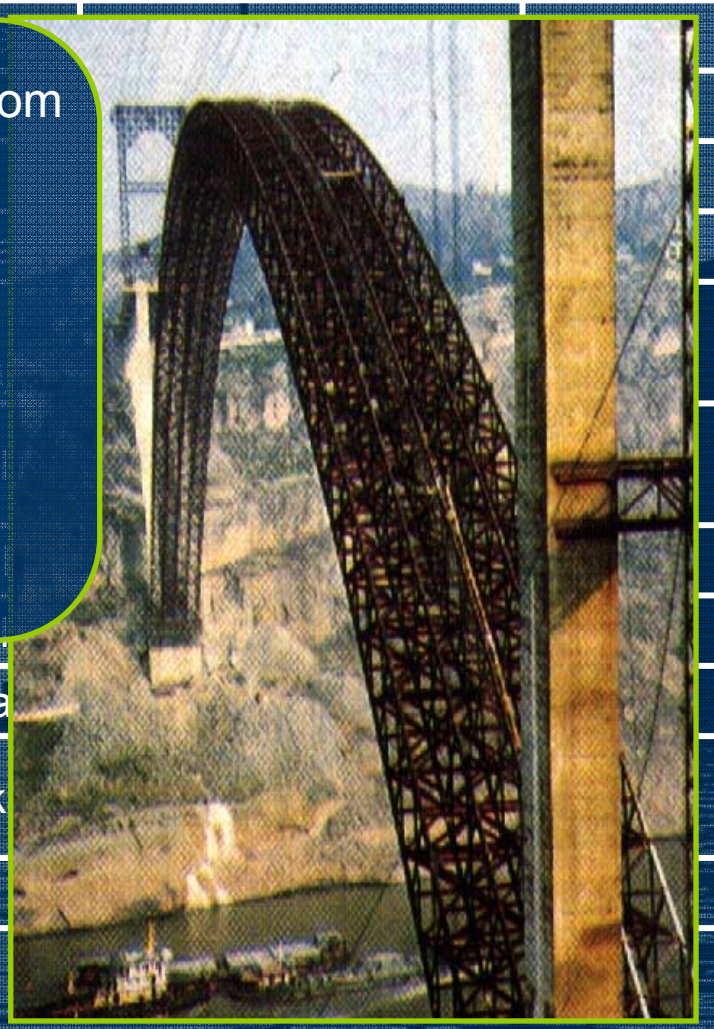
Lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	1997.	Wanxian (*)	Kina	Wanzhou	420
2.	1980.	Krk-1	Hrvatska		
3.	1964.	Gladesville	Australija		
7.	2000.	Ponte Infante D. Henrique	Portugal		
9.	1963.	Ponte da Arrabida	Portugal		
10.	1943.	Sandö	Švedska		
11.	1991.	Le Pont Chateaubriand	Francusk		
12.	2000.	Takamatu	Japan		

*ne možemo smatrati čistim armiranobetonskim lukom jer je koncipiran kao rešetkasti čelični luk ispunjen i obložen betonom

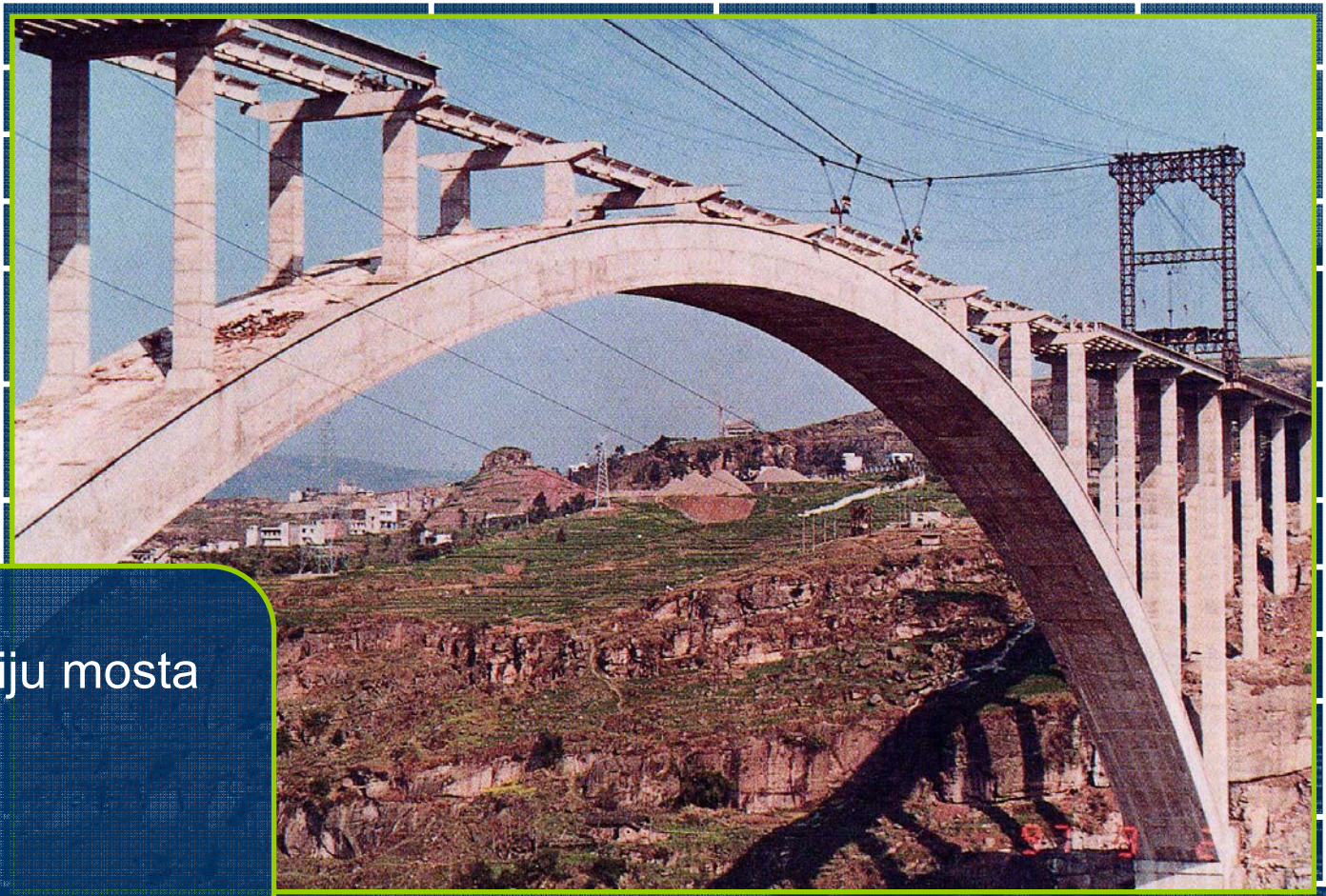
Elementi izrađeni od čeličnih cijevi korišteni su kao pojasnice rešetke krutog kostura i težili su 2160 tona.

U čelične cijevi ugrađen je beton klase C60.



Lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	1997.	Wanxian (*)	Kina	Wanzhou	420
2.	1980.				
3.	1995.				
4.	1996.				
5.	1964.				
6.	1964.				
7.	2003.				
8.	1983.				
9.	1963.				



U lučnu konstrukciju mosta ugrađeno je zatim korak po korak 11000 m3 betona.

Lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	1980.	Krk-1	Hrvatska	Kopno-otok Krk	390
3.	1995.	Jiangjiehe	Kina	Weng'an	330
4.	1996.	Yongchuan	Kina	Guanxi	312
5.	1964.	Gladesville	Australija	Sydney	305
16.	1964.	Ponte da Amizade	Španjolska/ Portugal	Foz do Cunha/ Ciudad Rodrigo	290
7.	2003.	Ponte Infante D.	Portugal	Oporto	280

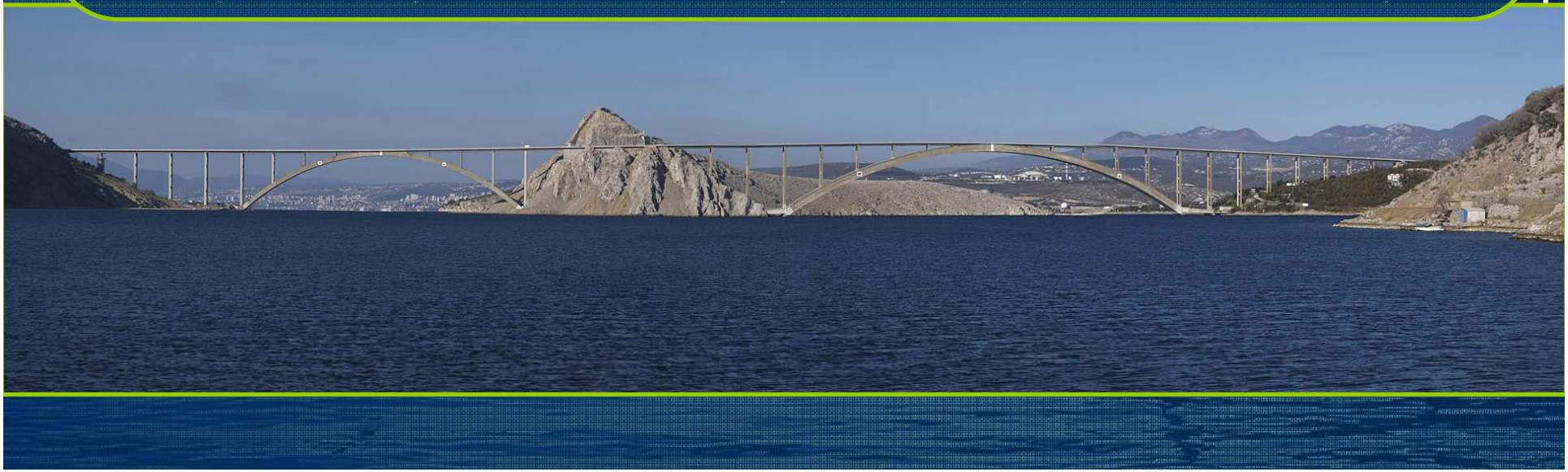
Nepromjenjivost vanjskih dimenzija lukova

Izrada od montažnih dijelova

2. Krk – 1: 390 m 650x1300 cm 60 %

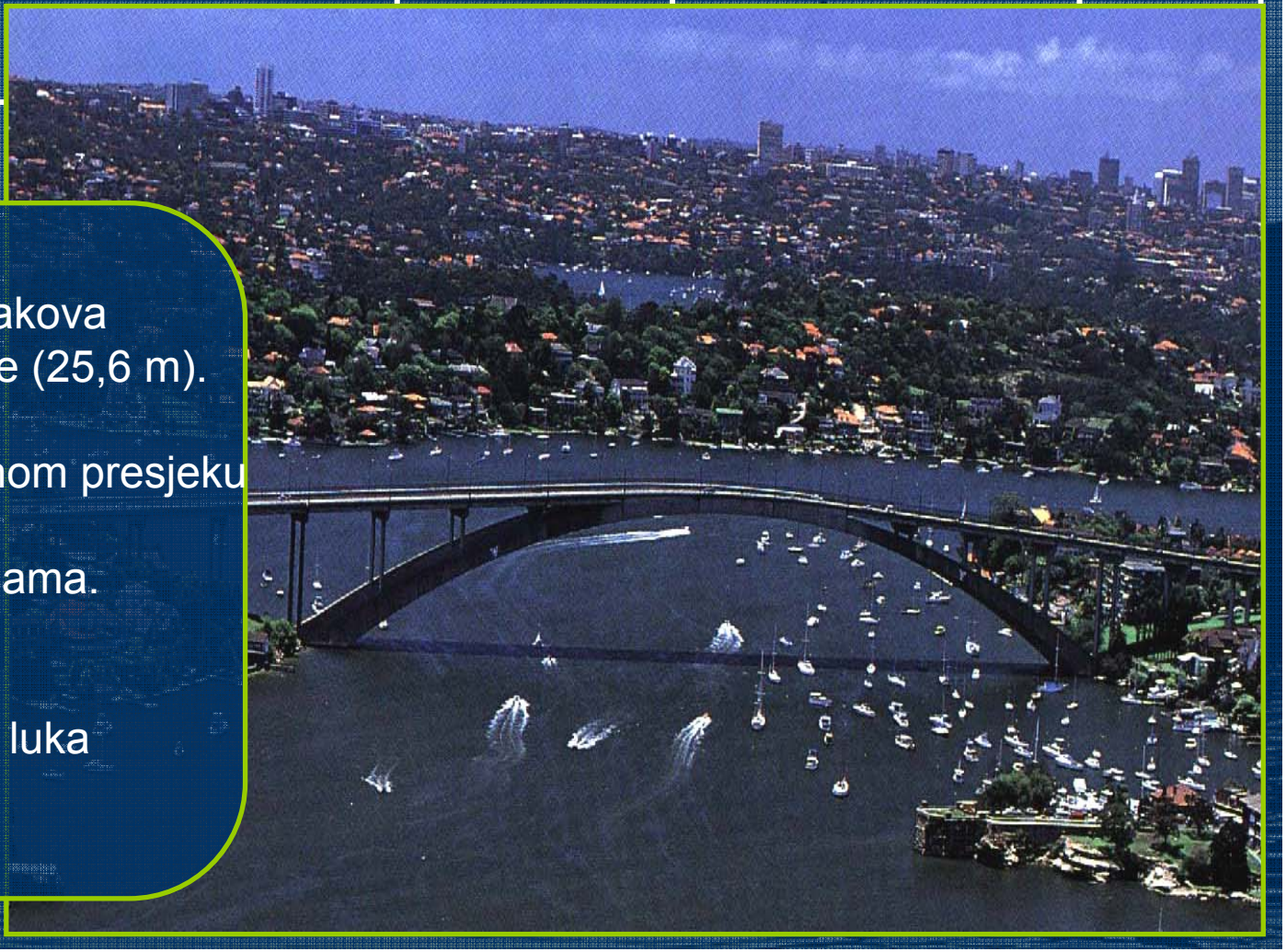
17.Krk – 2: 244 m 400x800 cm 86 %

Konzolna izvedba formiranjem rešetkaste konzole



Lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
5.	1964.	Gladesville	Australija	Sydney	305
6.	1964.				
7.	2003.				



Široki cestovni most
sa šest prometnih trakova
i dvije pješačke staze (25,6 m).

Četiri luka u poprečnom presjeku
povezana
poprečnim dijafragmama.

Čelična skela se
po završetku jednog luka
poprečno pomicala
za gradnju drugoga.

Lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2003.	Lupu	Kina	Shanghai	550
2.	1977.	New River Gorge	SAD	Fayetteville,WA	518
3.	1931.	Bayonne	SAD	New York	504
4.	1932.	Sydney Harbour	Australija	Sydney	503
5.	1973.	Fremont	SAD	Portland, OR	383
6.	2007.	Numata River Gorge	Japan	Hiroshima	380
7.	1964.	Port Mann	Kanada	Vancouver, BC	366
8.	2000.	Yajisha	Kina	Guangzhou	360

čelični lučni mostovi raspona većih od 350 m

Lučni mostovi

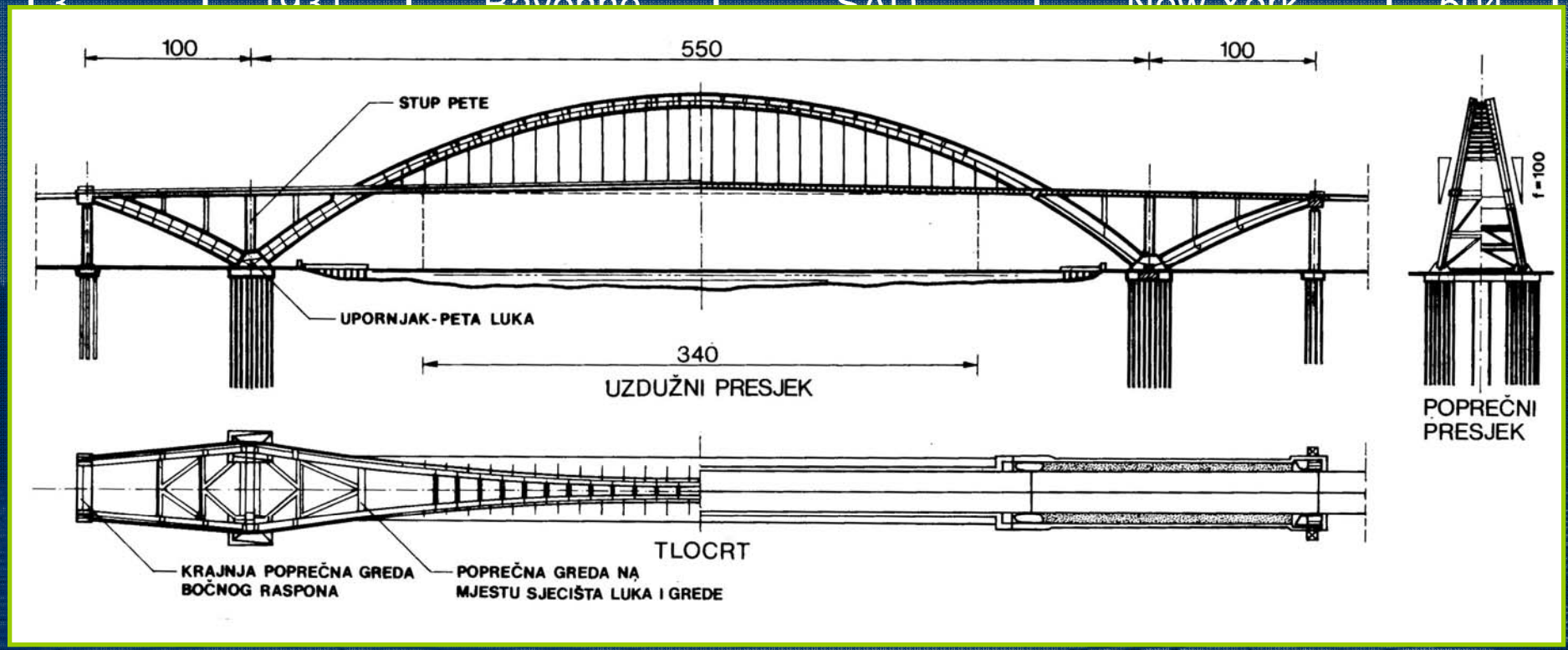
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2003.	Lupu	Kina	Shanghai	550
2.	1977.	New River Gorge	SAD	[illegible]	[illegible]
3.	1931.	Bayonne	SAD	Sydney Harbour	503
4.	1932.	Sydney Harbour	Australija	Sydney	503
5.	1973.	Fremont	SAD	Portland	383
6.	1964.	Port Mann	Kanada	Vancouver	366
7.	1964.	Yajisima	Japan	Kurashiki	298

Dva luka sandučastoga poprečnog presjeka, širine 5,0 m te promjenljive debljine od 9,0 m na upornjaku do 6,0 m u tjemenu, u nagibu su prema vertikalnoj ravnini te povezani poprečnim gredama na razmaku 13,5 m.



Lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2003.	Lupu	Kina	Shanghai	550
2.	1977.	New River Gorge	SAD	Fayetteville,WA	518
3.	1931.	Bayonne	SAD	New York	504



Lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2003.	Lupu	Kina	Shanghai	550
2.	1977.	New River Gorge	SAD		
3.	1931.	Bayonne	SAD		
4.	1932.	Sydney	Australi		
5.	1979.	Fremont	SAD		
6.	2007.	Numata River Gorge	Japan		
7.	1964.	Quebec	Kanada		
8.	2000.	Yajisha	Kina		

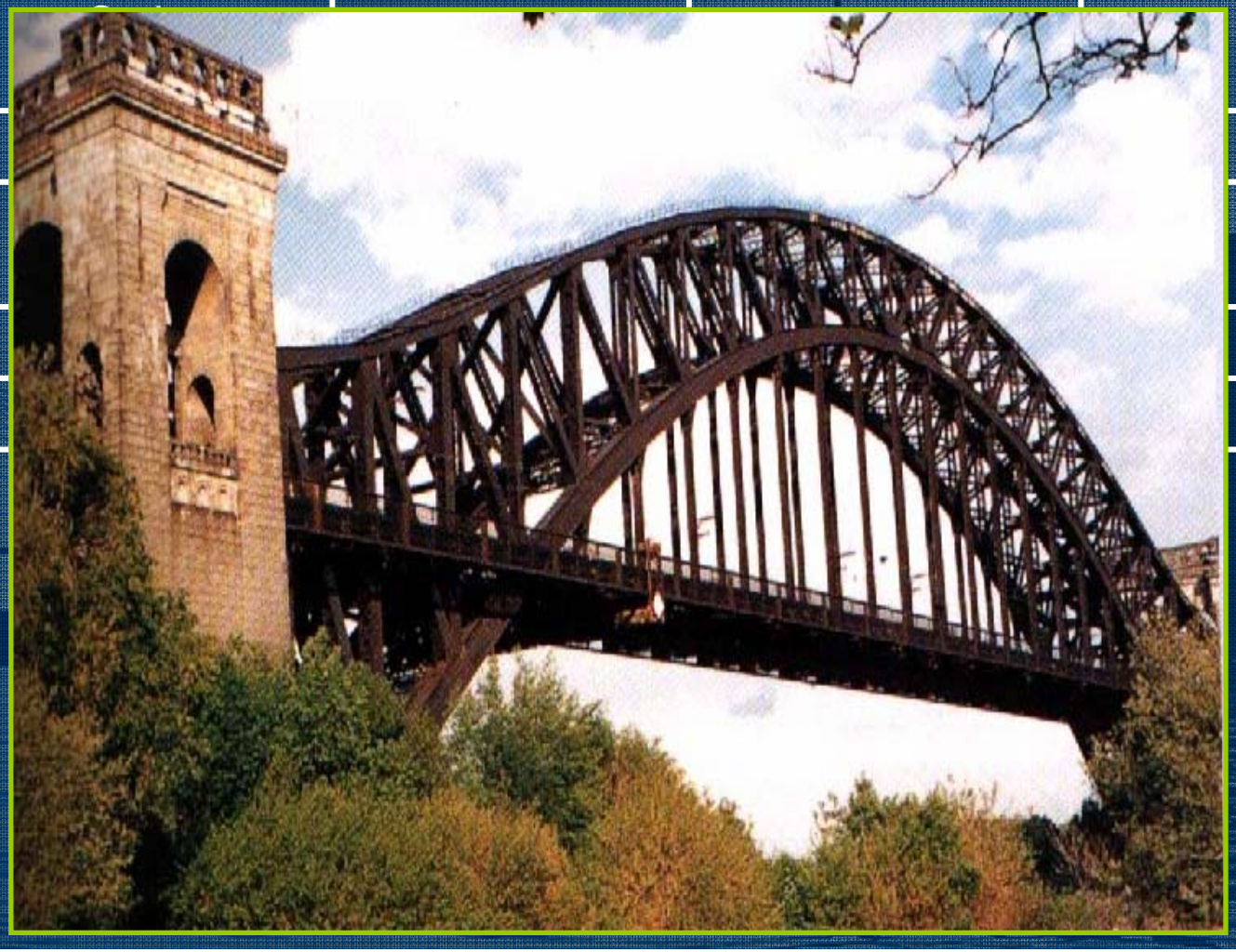
Lukovi su izvedeni slobodnom konzolnom gradnjom uz pomoć privremenih čeličnih tornjeva i zatega od segmenata 13,5 m dugih,

a greda od 27 m dugih segmenata, svaki ovješen na osam vješaljki u dva para sa svake strane.



Lučni mostovi

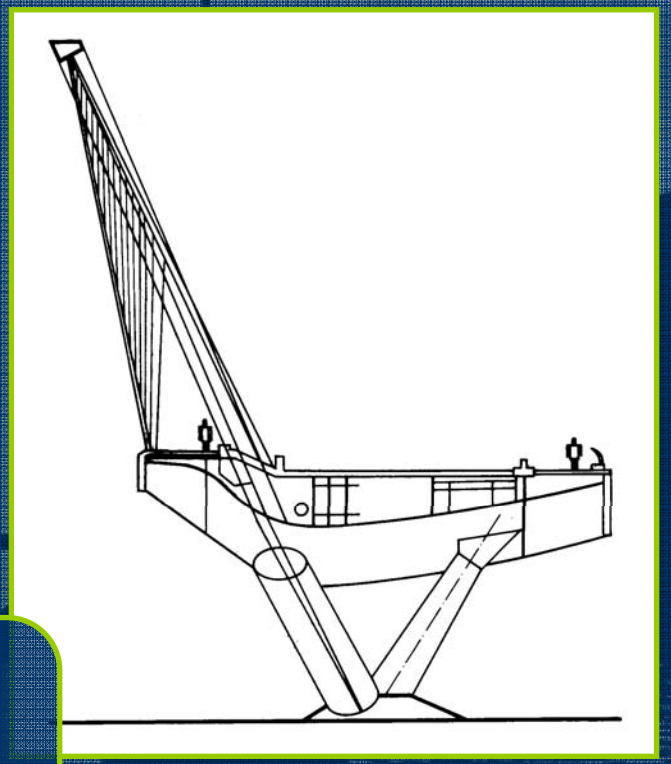
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1931.	Bayonne	SAD	New York	504
4.	1932.				
5.	1973.				
6.	2007.				
7.	1964.				
8.	2000.				



Lučni mostovi

Estetski zanimljivi lučni mostovi



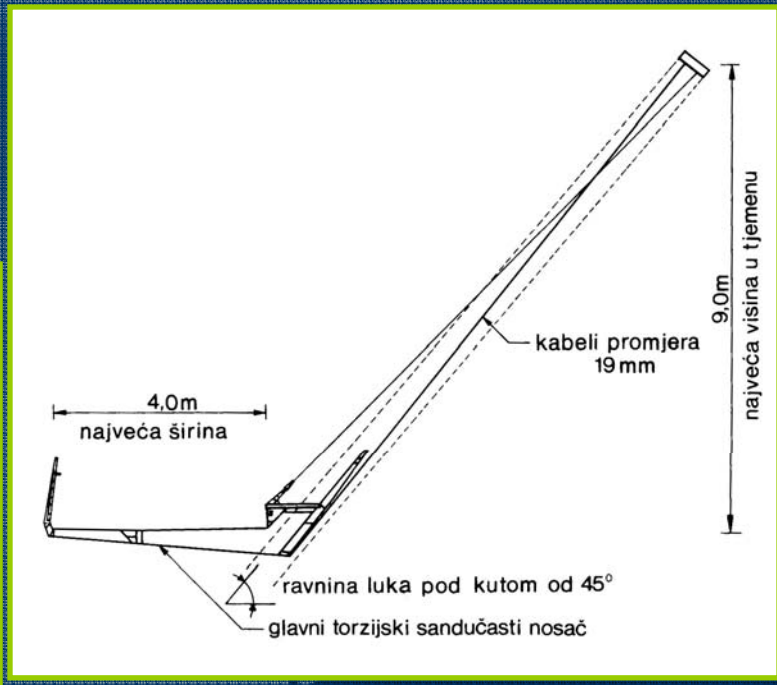


- Most Europa, L=201,6 m
- Calatrava,
- Nagnuti čelični luk 22^{o}
- Čelična sandučasta greda s ortotropnom pločom

Lučni mostovi

Estetski zanimljivi lučni mostovi





- Most York Millenium, Velika Britanija
- Ukupne duljine 150 m, gl.raspona 80 m, korisne širine 4,0 m
- Rasponski sklop čini čelični trapezasti sandučasti nosač s konzolnom istakom nagnutom u ravninu luka pod kutom 50^{o}, ovješen na 19-milimetarske nehrđajuće čelične kabele za lučni nosač šupljega presjeka 600x200 mm, također od nehrđajućeg čelika.

Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2008.	Sutong	Kina	Suzhou-Nantong	1088
2.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
3.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
4.	1995.	Pont de Normandie	Francuska	Le Havre	856
5.	2001.	Nancha	Kina	Nanjing	628
6.	2000.	Baishazhou	Kina	Wuhan	618
7.	2001.	Quingzhou	Kina	Fuzhou	605
8.	1993.	Yangpu	Kina	Shanghai	602
9.	1997.	Xupu	Kina	Shanghai	590
10.	1998.	Meiko Chuo	Japan	Nagoya	590
11.	2004.	Rion-Antirion	Grčka	Patras	560

ovješeni mostovi raspona većih od 550 m

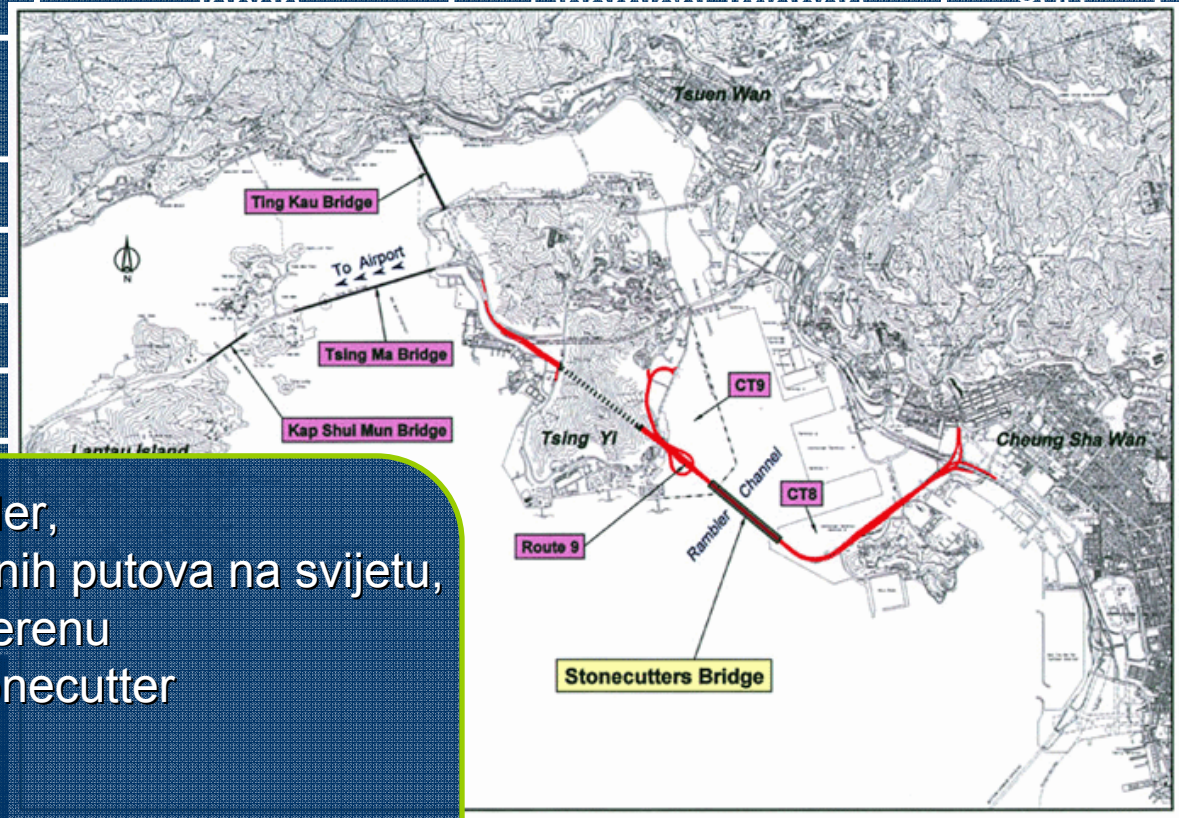
Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2008.	Sutong	Kina	Suzhou-Nantong	1088
2.	2008.	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1018
3.	1999.				90
4.	1995.				56
5.	2001.				28
6.	2000.				18
7.	2001.				05
8.	1993.				02
9.	1997.				90
10.	1998.				90
11.	2004.				60



Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
3.	1999.	Tatara			
4.	1995.	Pont de Normandie			
5.	2001.	Nancha			
6.	2000.	Baishazhou			
7.	2001.	Quingzhou			
8.	1993.	Yangpu			

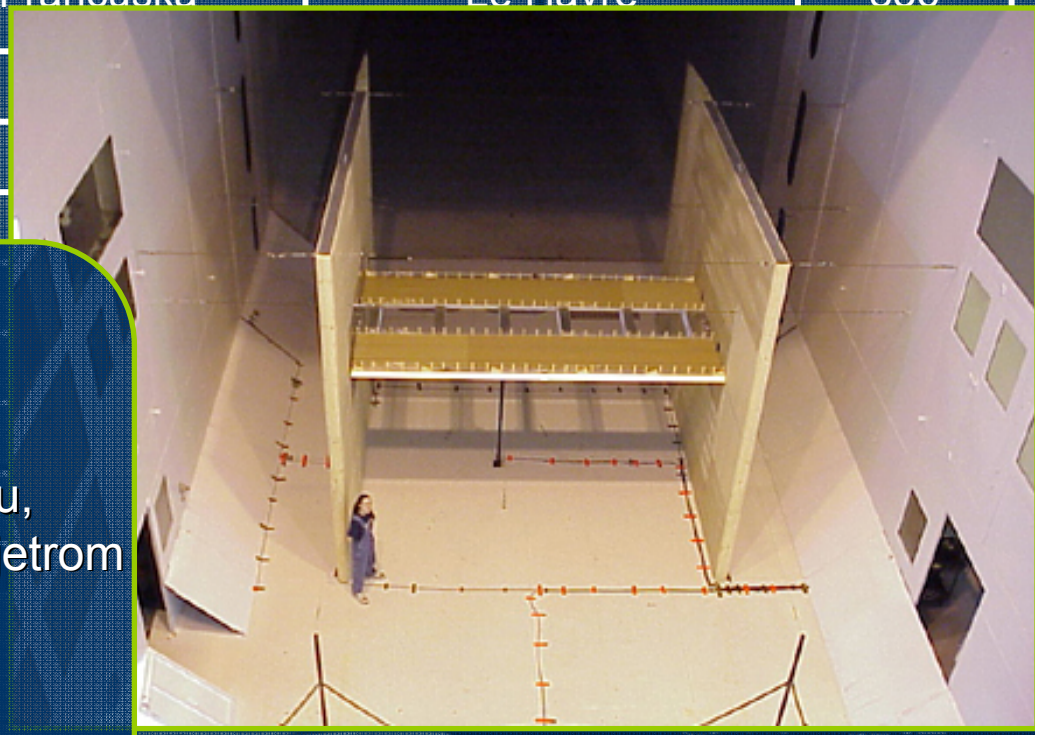


- Most će prelaziti kanal Rambler, jedan od najprometnijih vodenih putova na svijetu, koji se nalazi u specifičnom terenu sa strmim obalama otoka Stonecutter s velikim brzinama vjetra.

- Najbitniji faktori pri projektiranju: opterećenje vjetrom i udarac broda.

Ovješeni mostovi

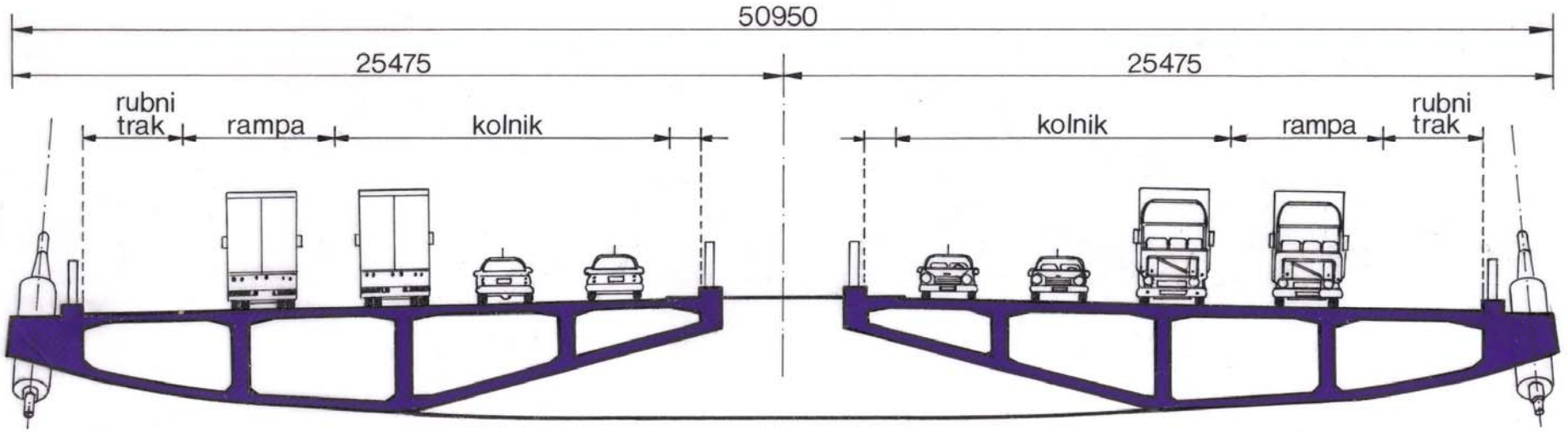
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
3.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
4.	1995.	Pont de Normandie	Francuska	Le Havre	856
5.	2001.	Nancha			
6.	2000.	Baishazhou			
7.	2001	Quingzhou			
8.	1993	Yangpu			
9.	1997	Xupu			
10.	2001	Nanpu			
11.	2002	Minpu			



- Provedena su detaljna istraživanja u vjetrovnom tunelu → koriste se predgotovljene zatege, 50% vitkije nego li one koje se rade na gradilištu, što bi trebalo smanjiti opterećenje vjetrom na konstrukciju do 35%.
- Osim toga provedena su i posebna testiranja na udarac broda.

Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
3.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
4.	1995.	Pont de Normandie	Francuska	Le Havre	856



- Poprečni presjek mosta Stonecutters

Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
3.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
4.	1995.	Pont de Normandie	Francuska	Le Havre	856
5.	2001.	Nancha	Kina	Nanjing	628
6.	2000.	Baishazhou	Kina	Wuhan	618
7.	2001.	Qingzhou	Kina	Fuzhou	605
8.	1996.	Nanpu	Kina	Shanghai	602
9.	1997.	Xupu	Kina	Shanghai	590
10.	1998.	Kōbe Ōhashi	Japan	Nagoya	590
11.	2001.	Nanjing Dashengguan	Kina	Nanjing	560

Osim raspona važni su činitelji posebitosti ovog mosta:

- neobično kratki bočni rasponi u betonu koji uravnotežuju čelični glavni raspon;
- piloni betonirani na mjestu do visine 175 m, a iznad toga izvedeni u predgotovljenom čeliku
- zatege u dvije nagnute ravnine;
- integralni spoj između rasponskog sklopa i pilona zamijenjen je uzdužnim hidrauličkim prigušivačima i poprečnim ležajevima;
- potiskivanje segmenata glavnoga rasponskog sklopa od bočnih raspona.



Ovješeni mostovi

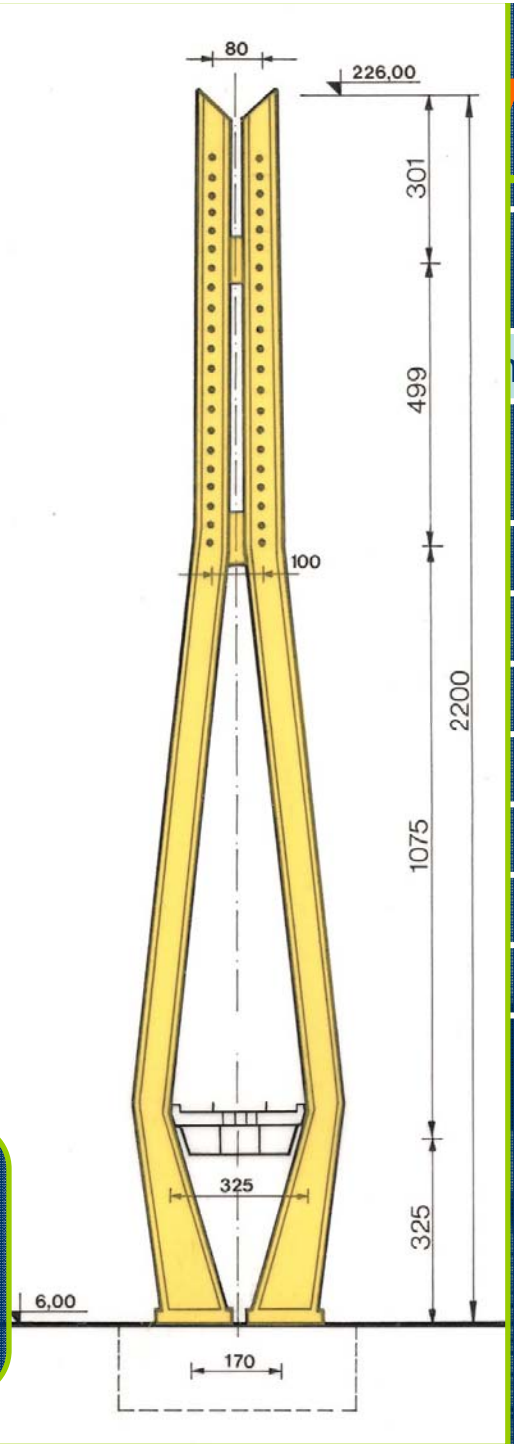
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
4.	1995.	[illegible]			
5.	[illegible]				
6.	2000.				
7.	200[illegible]				
8.	1993.				
9.	1997.				
10.	1998.				
11.	2004.				

- Izgrađen u sklopi projekta povezivanja japanskih otoka Honshu i Shikoku
- Prometni i gospodarski značaj



Ovje[illegible]vi

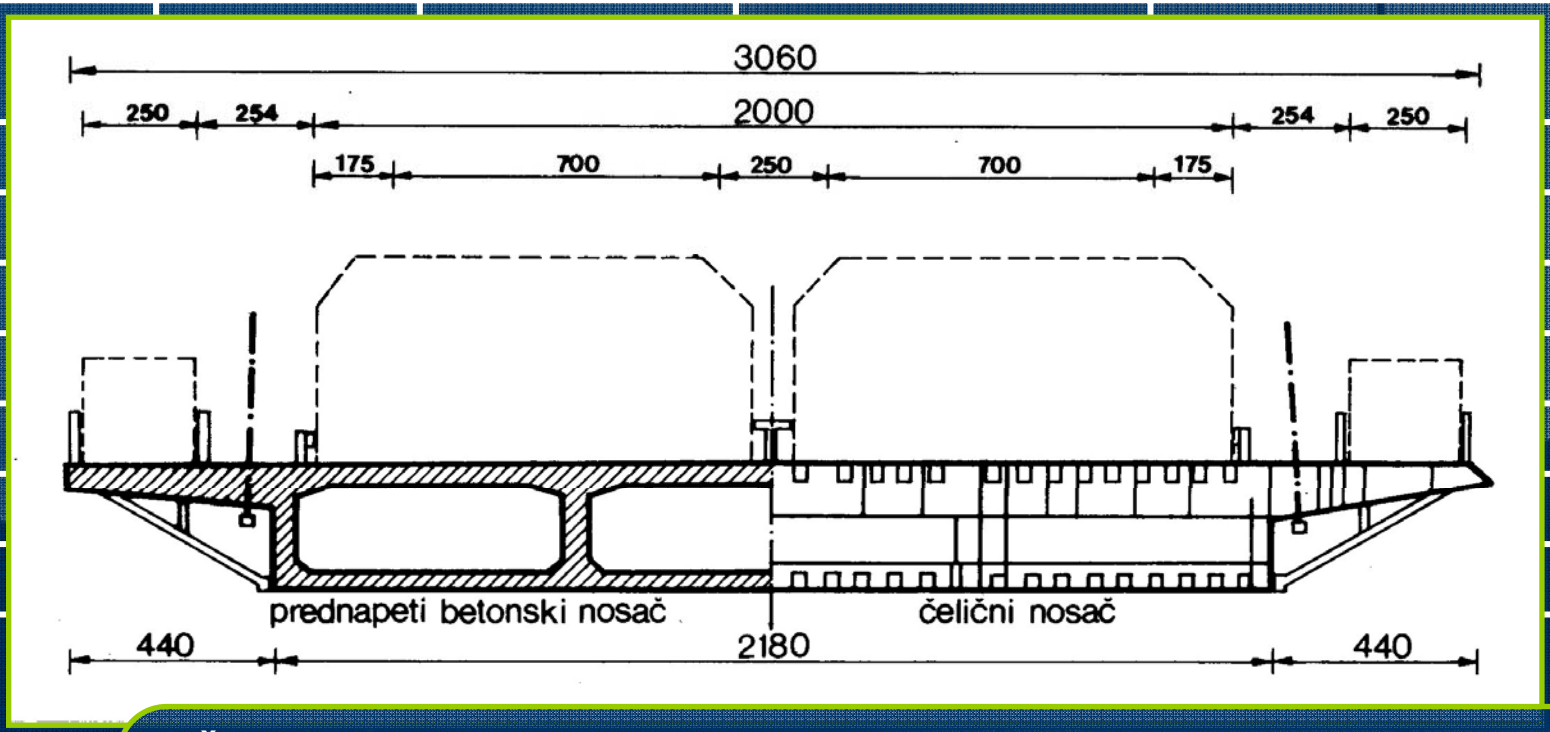
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Lokacija	Raspon (m)
3.	1999.	Tatara	[illegible]omichi-Imabari	890
4.	1995.	Pont de Normandie	Le Havre	856
5.	2001.	Nancha	Nanjing	628
6.	2000.	Baishazhou	Wuhan	618
7.	2001.	Quingzhou	Fuzhou	605
8.	1993.	Yangpu	Shanghai	602
9.	1997.	Xupu	Shanghai	590
10.	1998.	Meiko Chuo	Nagoya	590
11.	2004.	Rion-Antirion	Patras	560



- Piloni mosta projektirani u obliku obrnutog slova Y visoki su 220 m

Ovješeni mostovi

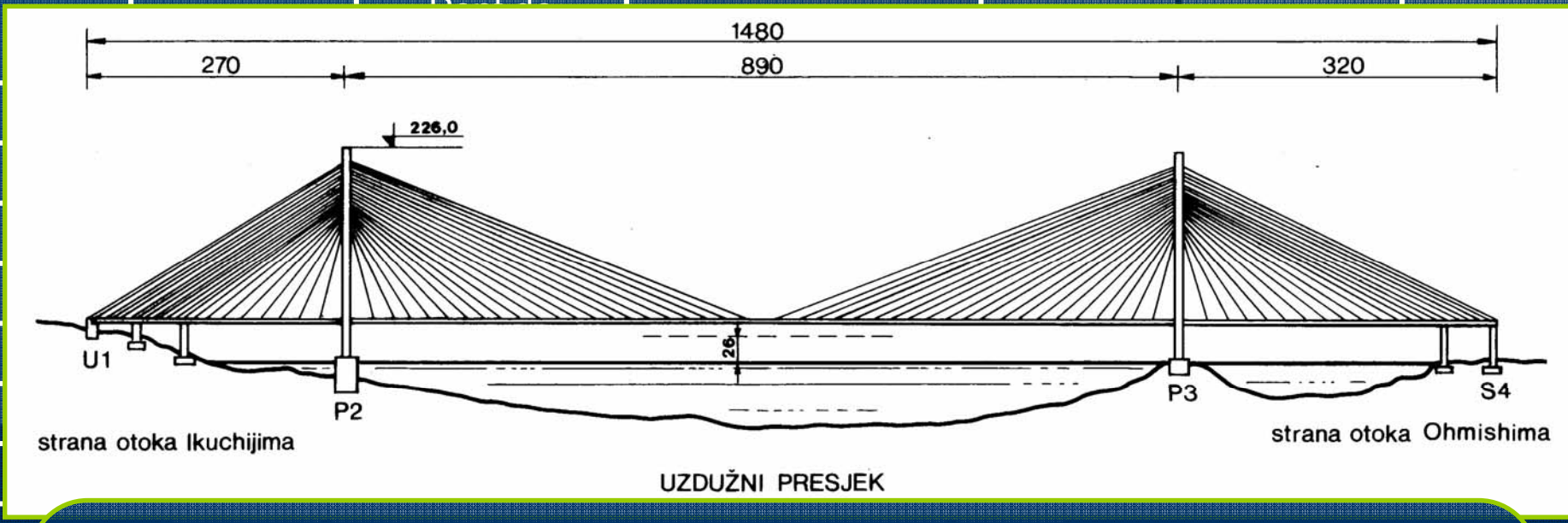
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
					856
					628
					618
					605
					602
					590
					590
					560



- Čelična kontinuirana gredna konstrukcija sandučastog aerodinamično oblikovanog presjeka
- Gredna konstrukcija u krajnjim otvorima – prednapeti beton – svojom vlastitom težinom uravnotežuje dužu čeličnu gredu u središnjem rasponu

Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890



UZDUŽNI PRESJEK

- Na lokaciji mosta izraženo je djelovanje vjetra uzrokovano topografskim uvjetima pa je model mosta ispitan u vjetrovnom tunelu.
- Gradnja mosta trajala je 6 godina.
- Čelična gredna konstrukcija izgrađena je slobodnim konzolnim načinom spajanjem doplovljenih odsječaka.
- Konzole pri gradnji dosezale su duljinu od 435 m.

Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
4.	1995.	Pont de Normandie	Francuska	Le Havre	856
5.	2001.	Nancha	Kina	Nanjing	628
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					



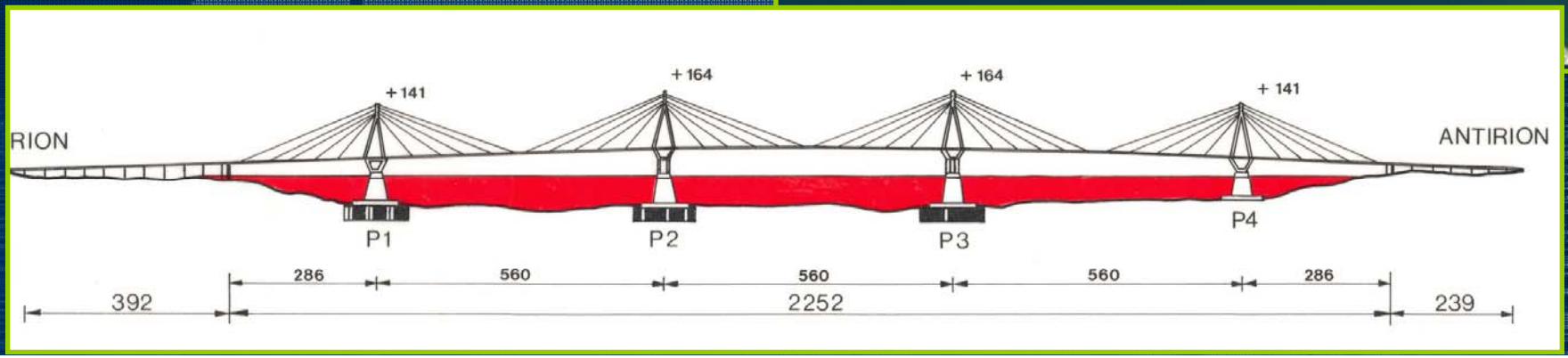
Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
11.	2004.	Rion-Antirion	Grčka	Patras	560

- Pet ovješenih raspona
- Tri srednja duljine 560 m
- Dva rubna duljine 286 m

- Prilazni vijadukti 392 i 239 m duljine

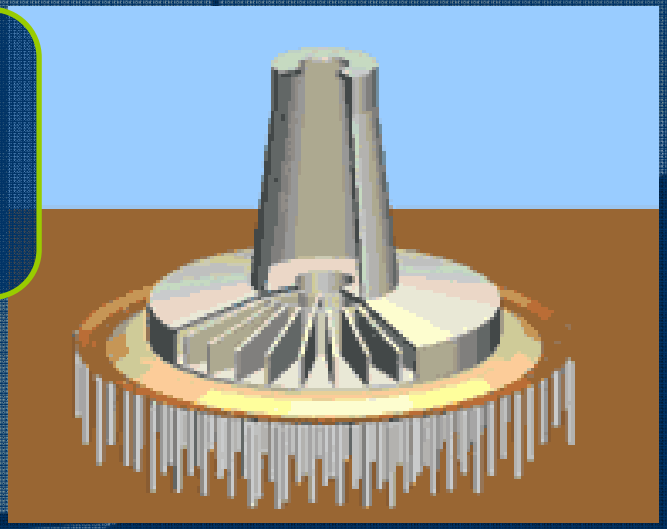


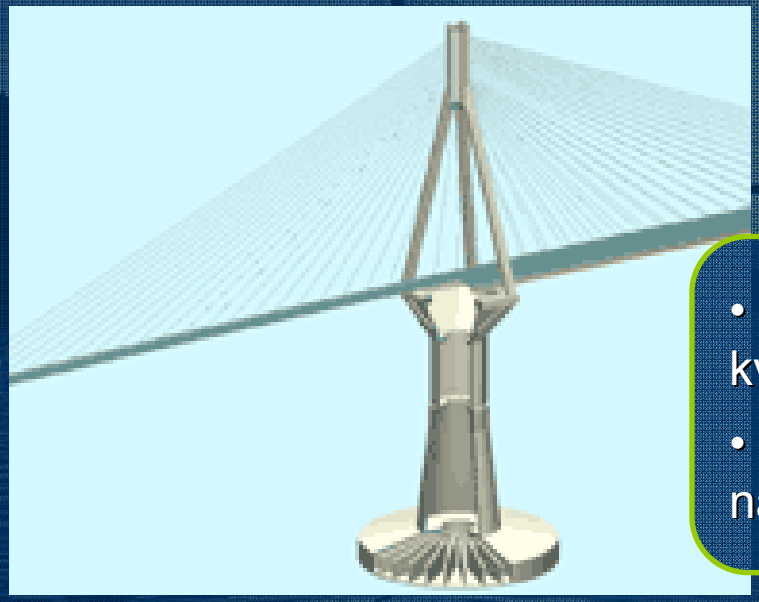


Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
11.	2004.	Rion-Antirion	Grčka	Patras	560

- Armiranobetonski temelji 90 m promjera na šljunčanom sloju
- Donji dio stupova je stožast, promjera od 38 do 26 m





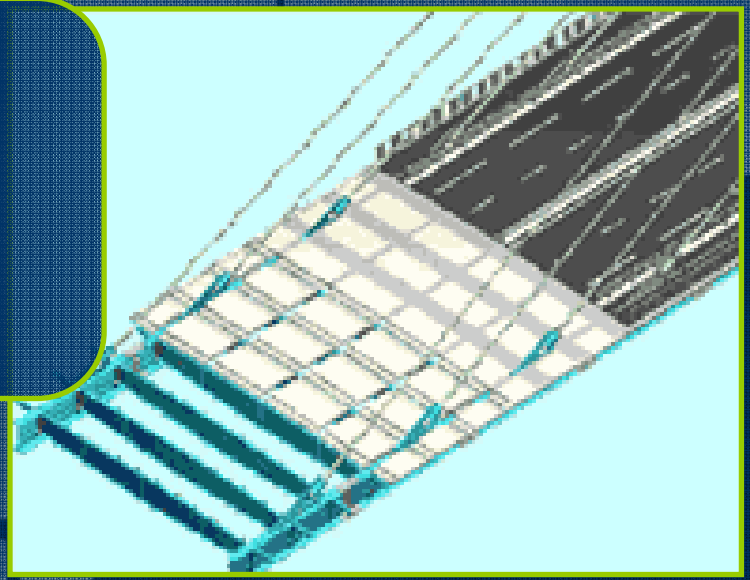
- Gornji dio stupova – obrnuta piramida kvadratne osnovice 38,0 m, h ~15,0 m
- Pilon – četiri armiranobetonske nakrivljene noge presjeka 4,0x4,0m

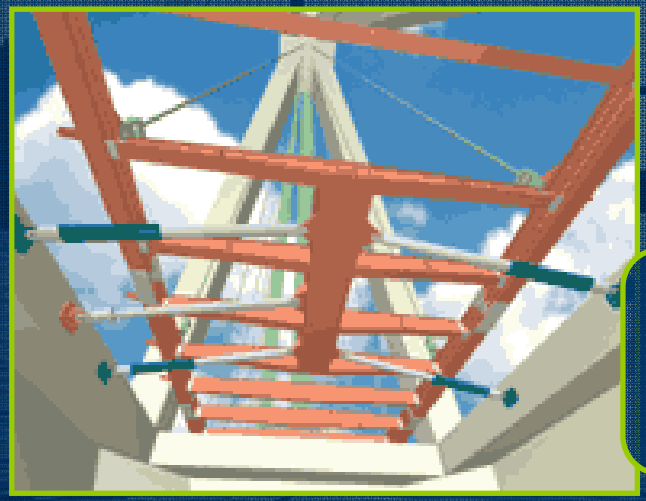
Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
11.	2004.	Rion-Antirion	Grčka	Patras	560

Rasponski sklop:

- Kontinuiran i potpuno ovješen po cijeloj duljini
- 27,2 m široka spregnuta konstrukcija
- Dva uzdužna čelična rubna nosača h=2,2 m
- Poprečni čelični nosači na svaka 4,0 m
- Kolnička ploča od predgotovljenih ab elemenata





- Četiri prigušivača povezuju rasponski sklop s vrhom svakog stupa i ograničavaju pomake u slučaju potresa

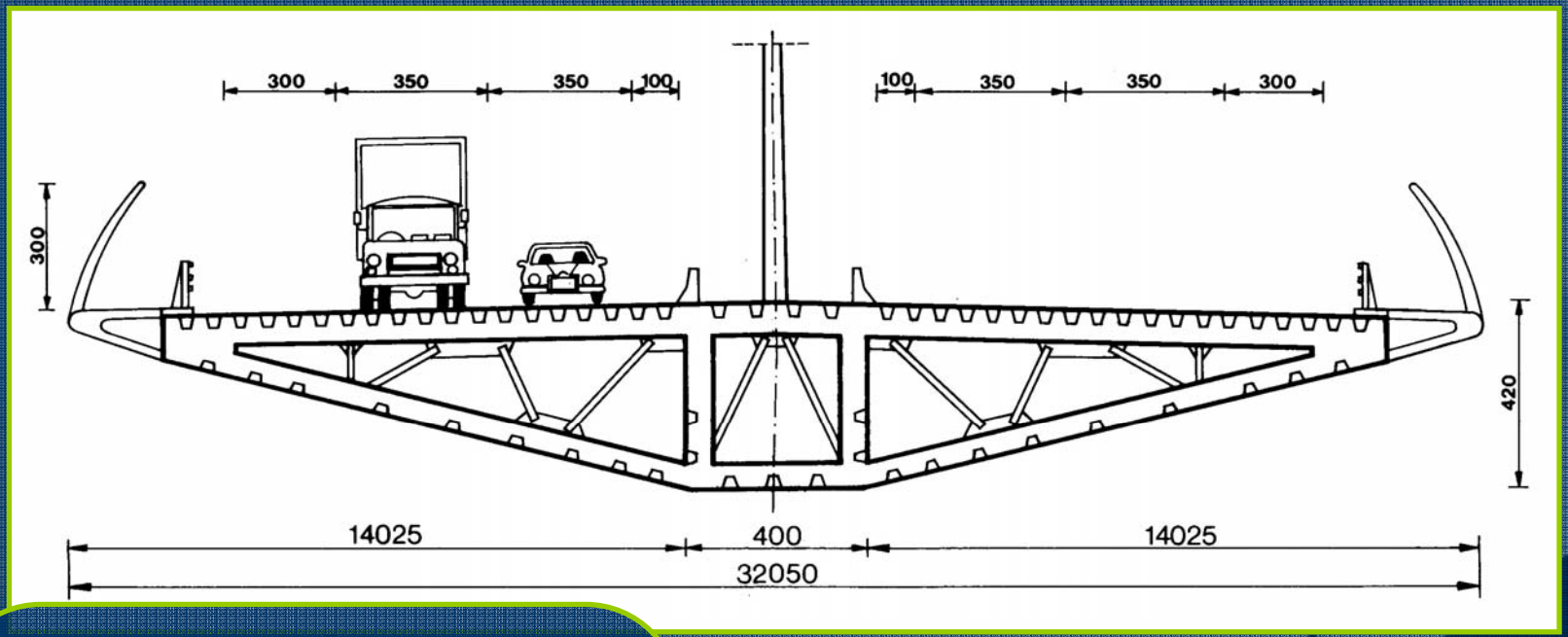
Ovješeni mostovi

Millau vijadukt,
dolina Tarn, jug Francuske
Ukupne duljine 2460 m
Rasponi do 342 m
Stupovi visine 77 – 240 m
+ piloni iznad stupova 87 m





Ovješeni mostovi



Čelični rasponski sklop
h=4,5 m
b=27,5 m
m=36 000 t

Izveden metodom potiskivanja

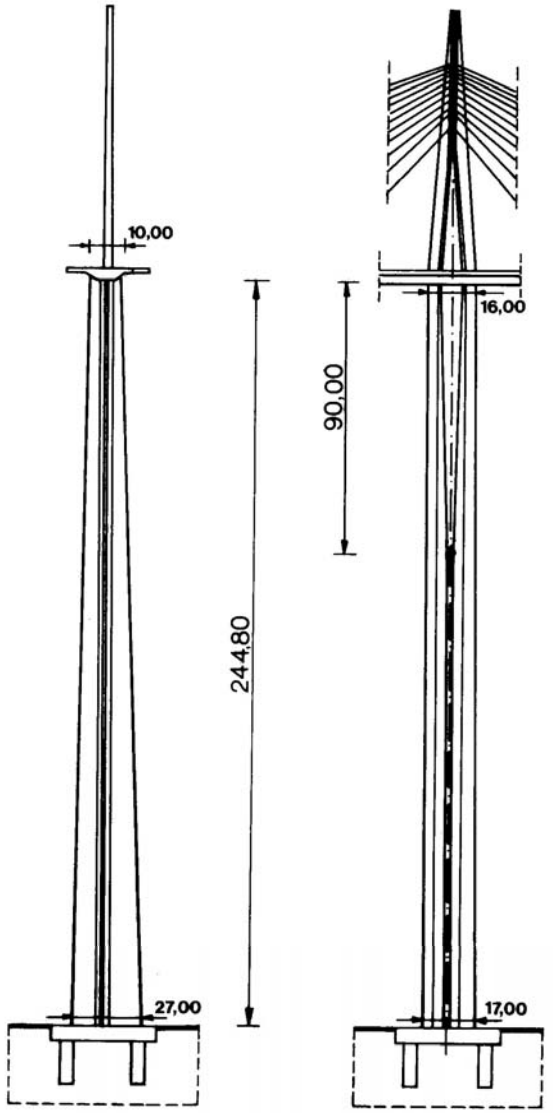
Razmak stupova smanjen prethodno izvedenim čeličnim tornjevima

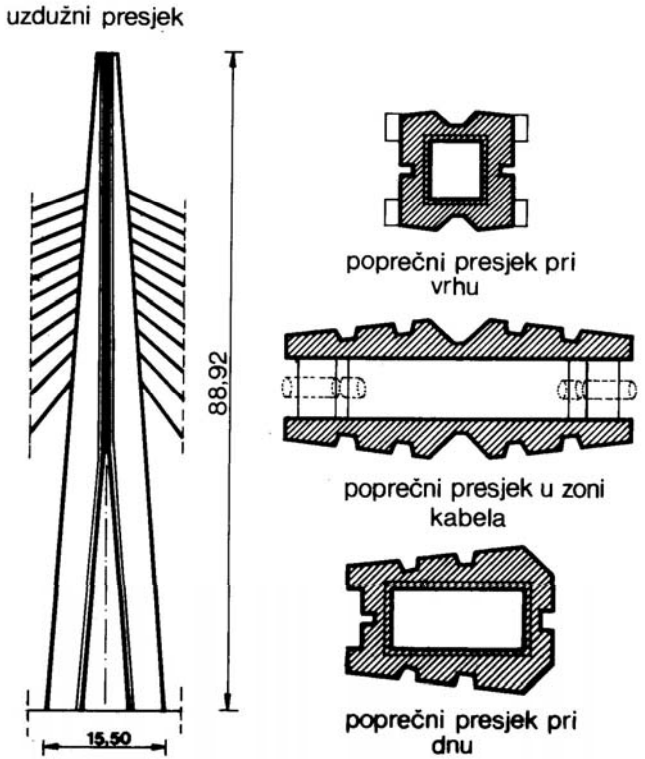


Ovješeni mostovi

Piloni nad najvišim stupovima potiskivani su pomoću ranije postavljenih kabela kojima je pridružen kljun rasponskog sklopa prilikom potiskivanja.

Ostali su čelični piloni u komadu klizani po izvedenom rasponskom sklopu i podizani u vertikalni položaj iznad stupova, a tek onda su postavljene zatege.





Ovješeni most

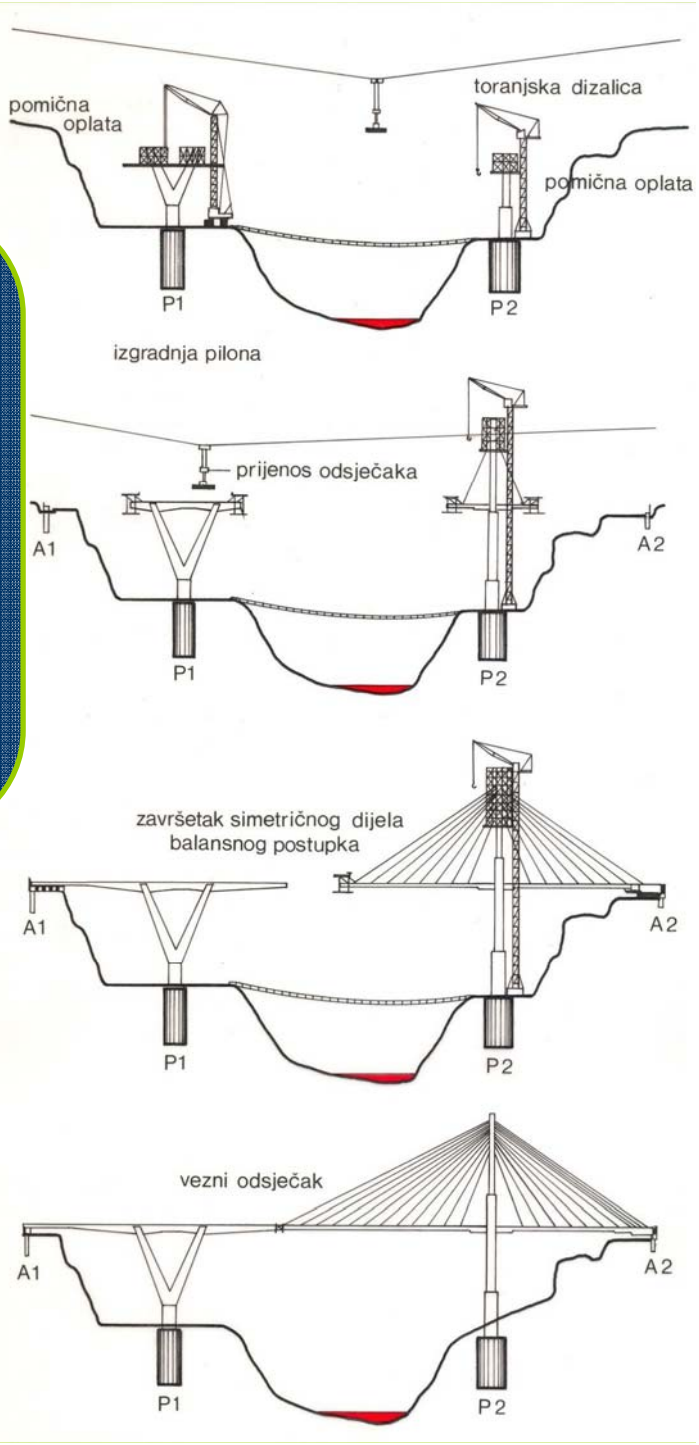
Most Ayunose, 1999., građen 5 i pol god. nad kanjonom dubine 150 m i širine 300 m

Osebujna konstrukcija okvirnog mosta s Y stupom i betonskog mosta s kosim zategama

Za izgradnju Y-stupa i A-pilona – posebno osmišljena samopodižuća skela

Greda okvirne konstrukcije i konstrukcije s kosim zategama – balansni konzolni postupak uz pomičnu oplatu





Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	1998.	Akashi Kaikyo	Japan	Kobe-Naruto	1991
2.	projekt	Izmit Bay	Turska	Izmit	1668
3.	1998.	Veliki Belt	Danska	Halsskov-Sprogoe	1624
4.	2005.	Runyang South	Kina	Zhenjiang	1490
5.	1981.	Humber	Vel. Brit.	Hull	1410
6.	1999.	Jiangyin Yangtze	Kina	Jiangsu	1385
7.	1997.	Tsing Ma	Kina	Hong Kong	1377
8.	1964.	Verrazano-Narrows	SAD	New York	1298
9.	1937.	Golden Gate	SAD	San Francisco	1280
10.	1997.	Höga Kusten	Švedska	Veda	1210

Viseći mostovi raspona većih od 1200 m

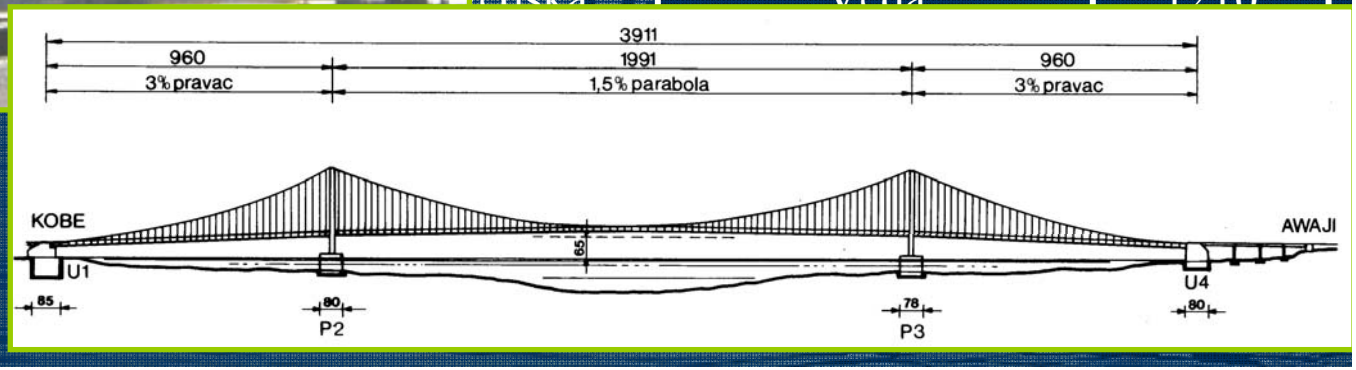
Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	1998.	Akashi Kaikyo	Japan	Kobe-Naruto	1991
				Veda	1210



Temeljen na iznimno masivnim temeljima, ali na relativno mekom tlu – unaprijeđeno je modeliranje konstrukcije za djelovanje potresa.

Most je u procesu gradnje bez oštećenja nosive konstrukcije podnio, za ostale postojeće mostove, katastrofalni potres u Kobeu 1995. Godine.

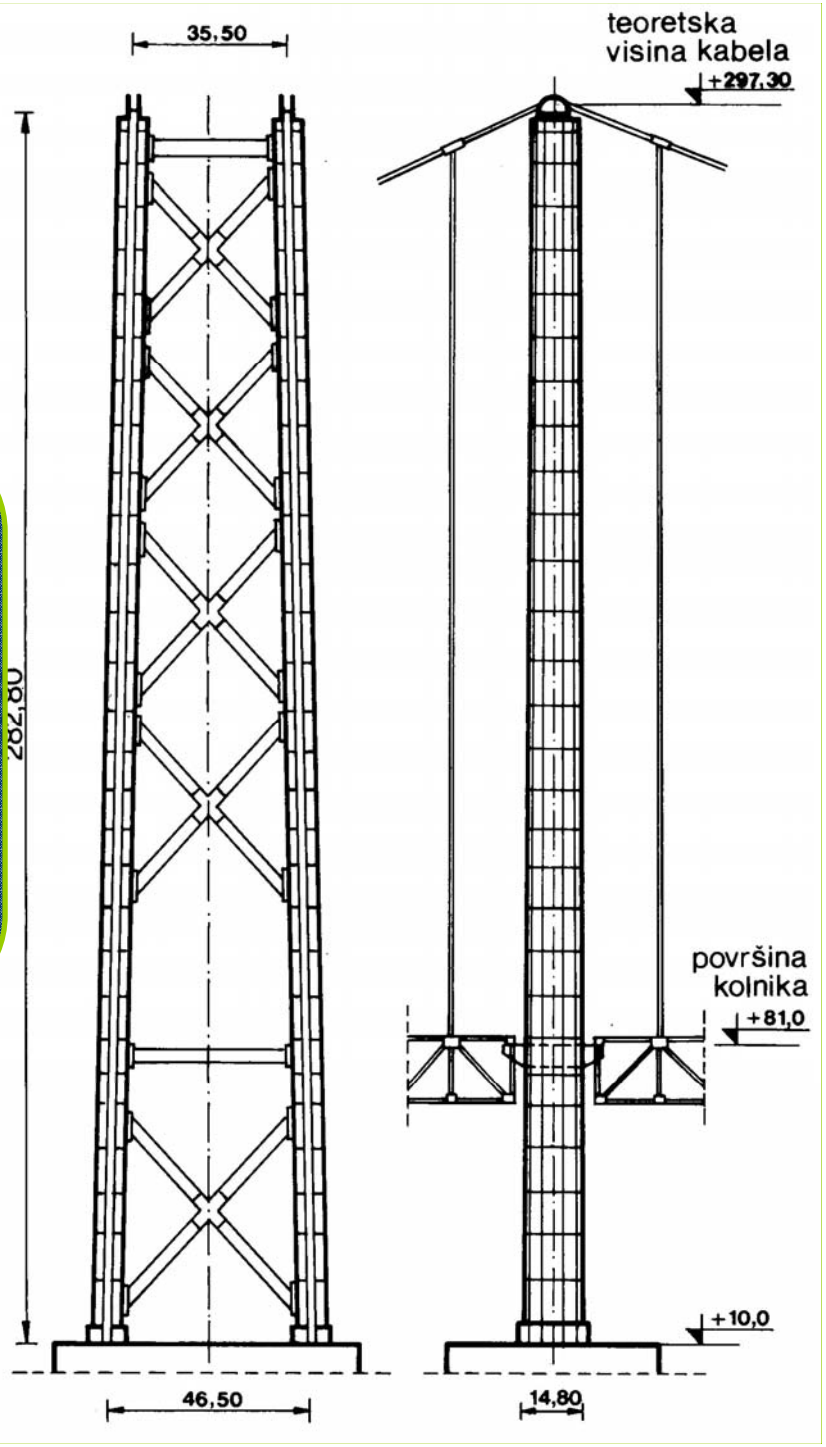


Viseći mo

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Drž
1.	1998.	Akashi Kaikyo	Ja
2.			
3.			
4.			
5.	1981.	Humber	Vel
6.			K
7.			K
8.	1964.	Verrazano-Narrows	S
9.	1937.	Golden Gate	S
10.	1997.	Höga Kusten	Šve

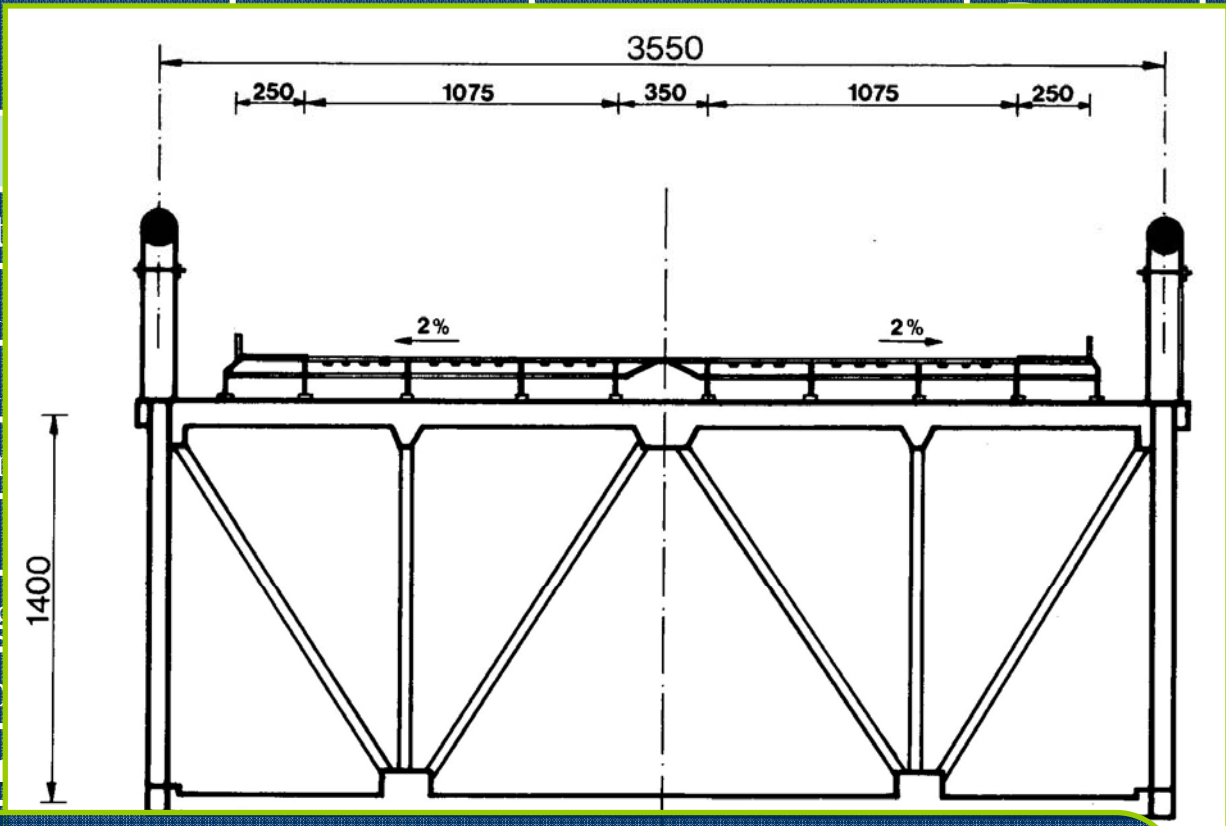
Piloni mosta temeljeni su na kesonima potopljenima u morsko dno, a sidreni blokovi na poboljšanome obalnom tlu.

U pilone i sidrene blokove ugrađen je za potrebe gradnje ovog mosta razvijen visokofluidni beton koji nije potrebno zbijati



Viseći mostovi

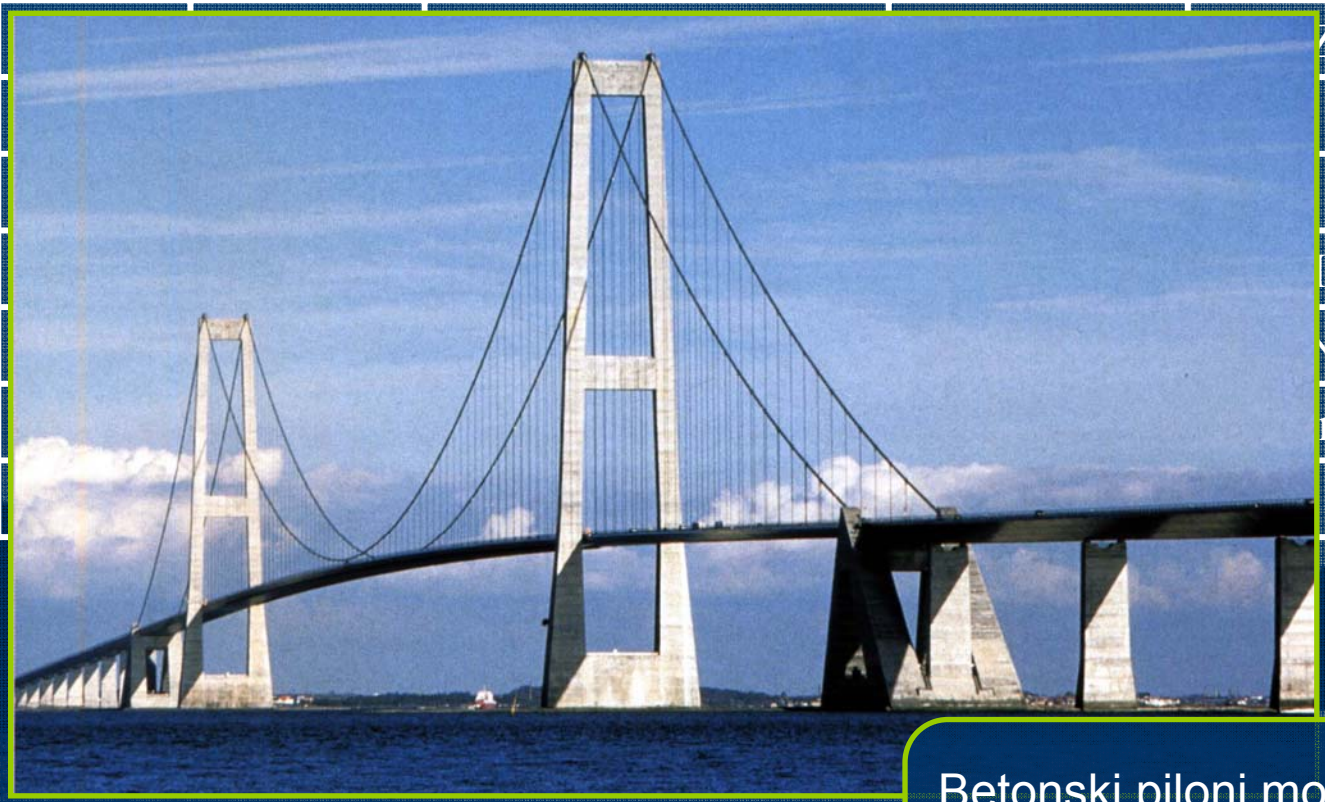
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv
1.	1998.	Akashi
2.	projekt	Izmit
3.	1998.	Velik
4.	2005.	Runyan
5.	1981.	Hun
6.	1999.	Jiangyin
7.	1997.	Tsing
8.	1964.	Verrazano
9.	1937.	Golde



- Greda za ukrućenje – 90 000 t čelika visoke čvrstoće
- 6 prometnih traka
- Ugrađen sustav za praćenje ponašanja konstrukcije tijekom uporabe
- Antikorozivna zaštita:
  - visokovrijedni premazi za zaštitu užadi od korozije u agresivnoj morskoj sredini
  - sustav upuhivanja toplog zraka u ošupljenu unutrašnjost užeta

Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1998.	Veliki Belt	Danska	Halsskov-Sprogoe	1624
				Zhenjiang	1490
				Hull	1410
				Jiangsu	1385
				long Kong	1377
				New York	1298
				n Francisco	1280
				Veda	1210



Betonski piloni mosta visoki su 254 m (najviše izgrađene građevine u Danskoj) temeljeni su u moru na dubini od 20 m

Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1998.	Veliki Belt	Danska	Halsskov-Sprogoe	1624
				Zhenjiang	1490
				Hull	1410
				Jiangsu	1385
					1377

Čelična greda za ukrućenje – sanduk aerodinamičnog oblika

Odsječci duljine 48 m doplovljeni ispod mosta, podignuti i zavareni jedan do drgog

57 odsječaka, po 1000 tona

Uže za vješanje promjera 85 cm



Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
4.	2005.	Runyang South	Kina	Zhenjiang	1490
6.	1999.	Jiangyin Yangtze	Kina	Jiangsu	1385
7.	1997.	Tsing Ma	Kina	Hong Kong	1377

Runyang South



Jiangvin Yangtze



Osobito veliki prijelazi

- jak utjecaj na ljudski život
- mijenjaju prirodni okoliš

- druga mjerila kvalitete
- imperativna vizualna posebnost

...u kontrastu sa...

- nametnutim ograničenjima
- tehnološkim uvjetima
- ekonomskim činiteljima

- racionalna rješenja
- razmatranje što više različitih varijanti

Osobito veliki prijelazi

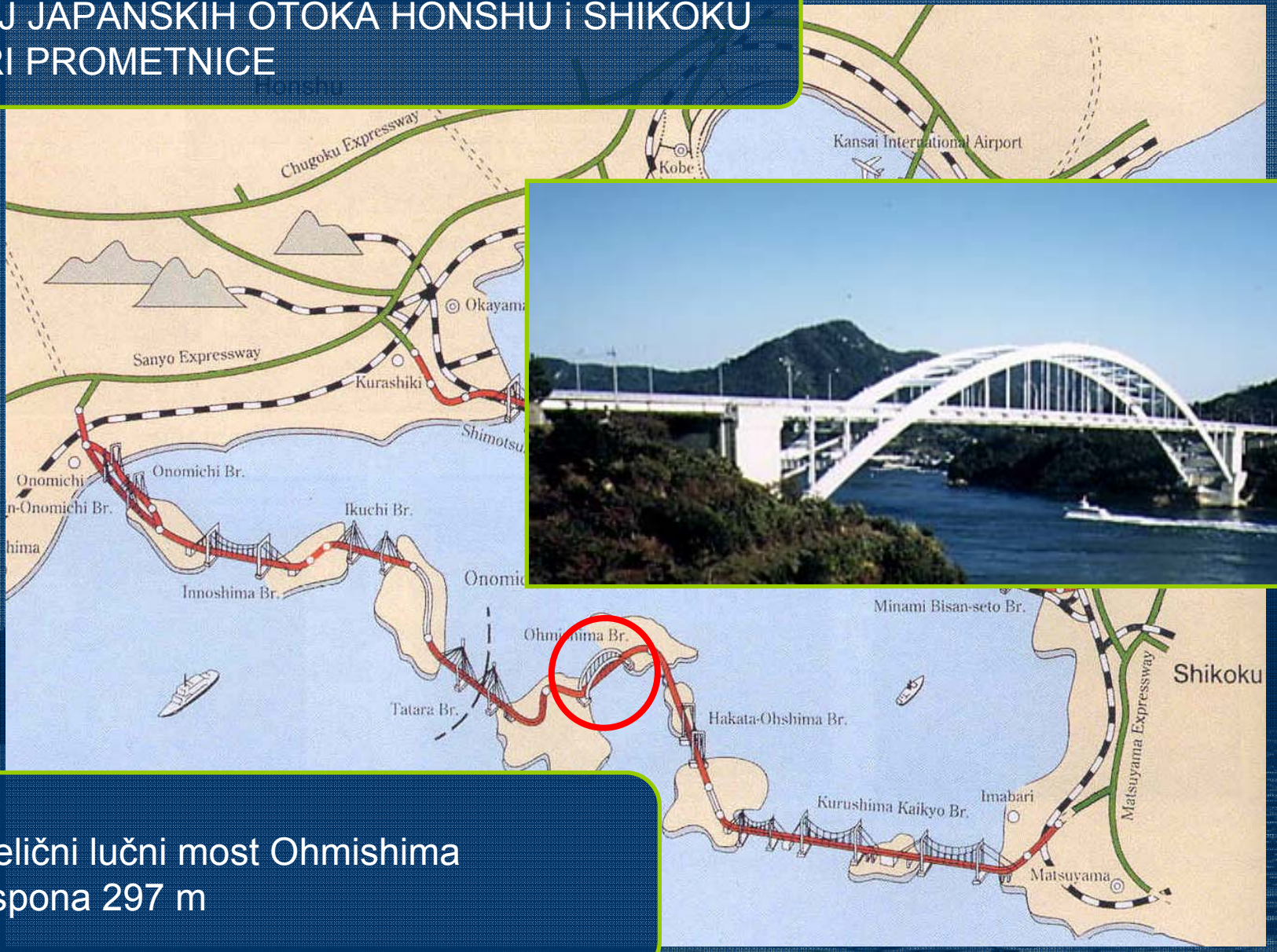
SPOJ JAPANSKIH OTOKA HONSHU i SHIKOKU
S TRI PROMETNICE



Četverotračna autocesta Onomichi-Imahari duljine 60 km u sklopu koje se nalazi deset mostova velikih raspona među kojima je most Tatara...

Osobito veliki prijelazi

SPOJ JAPANSKIH OTOKA HONSHU i SHIKOKU
S TRI PROMETNICE



... i čelični lučni most Ohmishima
raspona 297 m

Osobito veliki prijelazi

SPOJ JAPANSKIH OTOKA HONSHU i SHIKOKU
S TRI PROMETNICE

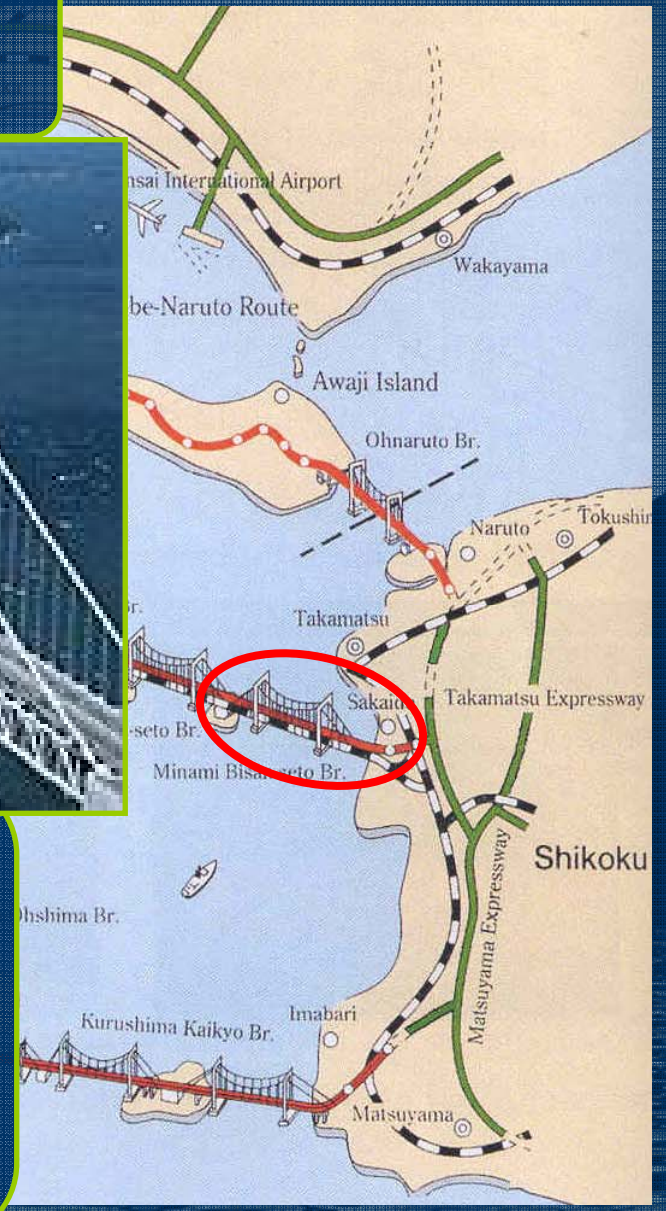


Autocesta Kobe–Naruto duljine 89 km
u sklopu koje je i najveći most u svijetu uopće,
Akashi Kaikyo.

Osobito veliki prijelazi

SPOJ JAPANSKIH OTOKA HONSHU i SHIKOKU
S TRI PROMETNICE



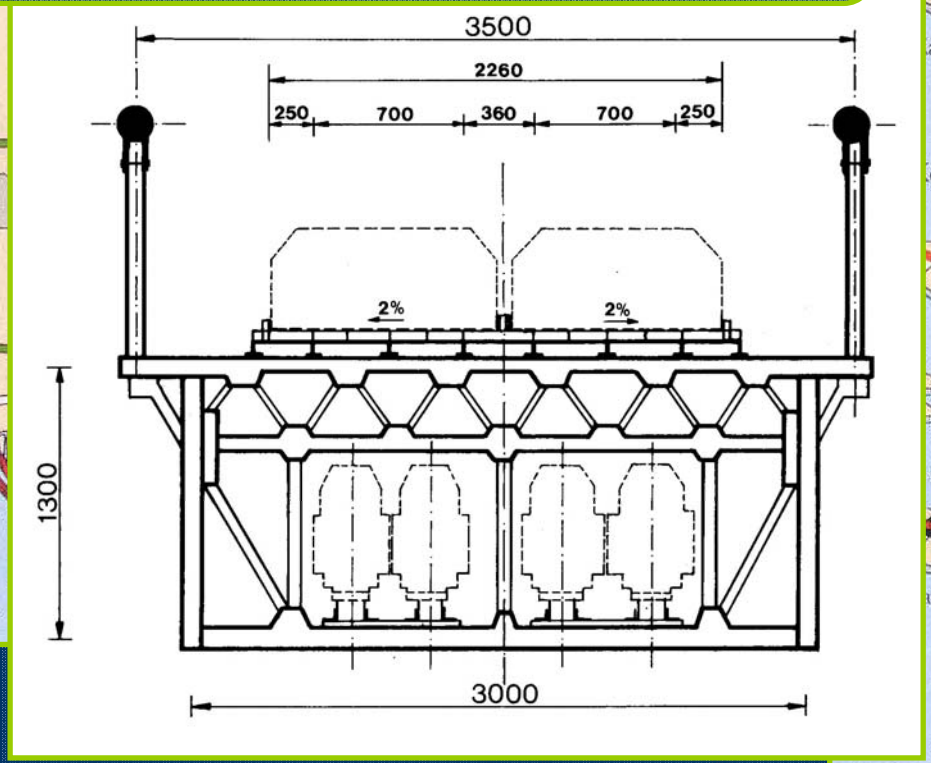


Spojnica Kojima-Sakaide duljine 37,3 km
koju čine autocesta i željeznička pruga.
U sklopu ove dionice nalazi se
6 većih visećih i ovješenih mostova i više manjih.

Most Minami Bisan Seto ukupne duljine 1723 m
te glavnog raspona 1100 m.

Osobito veliki prijelazi

SPOJ JAPANSKIH OTOKA HONSHU i SHIKOKU
S TRI PROMETNICE

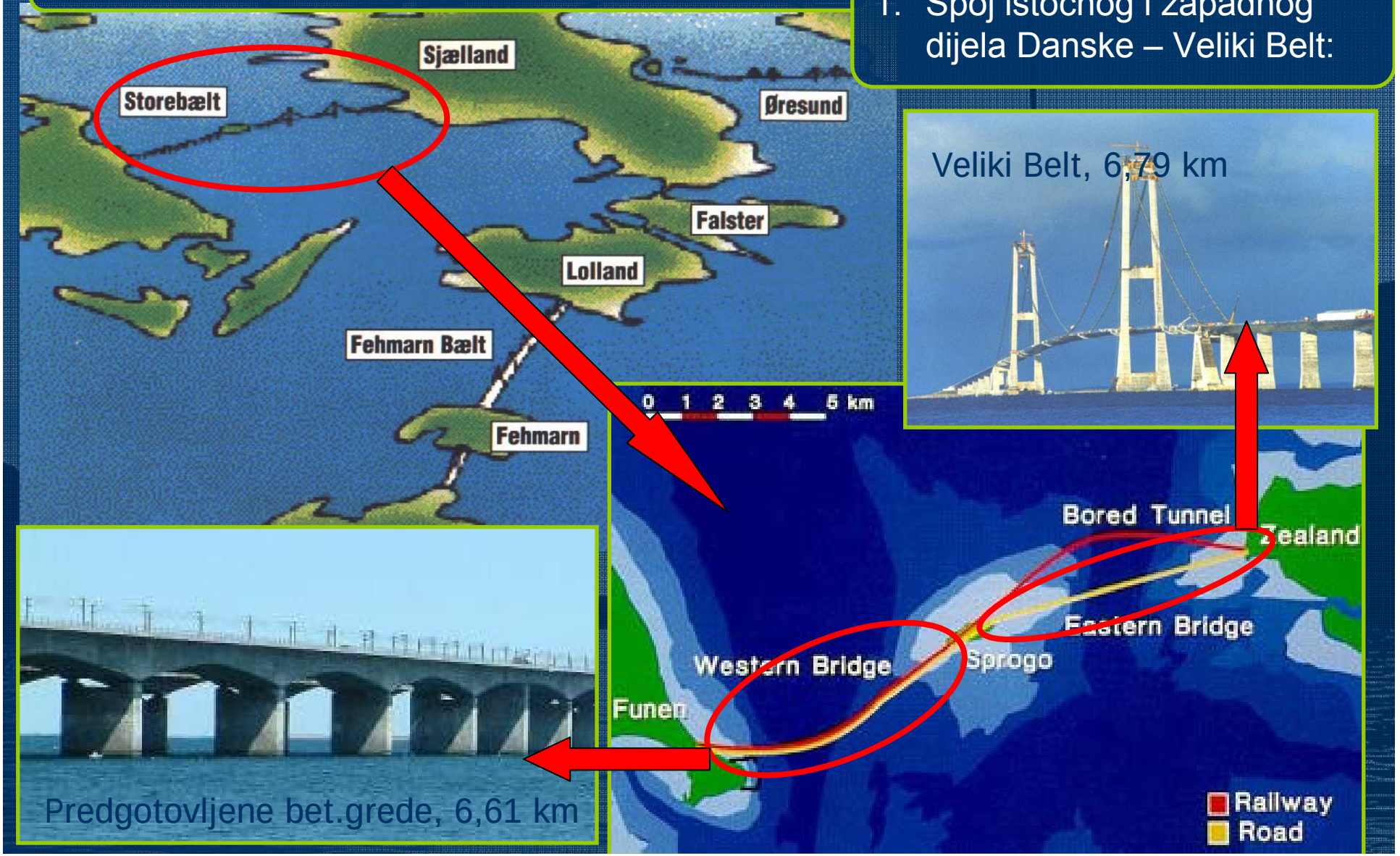


Most Minami Bisan Seto
najdulji je viseći most na svijetu
namijenjen cestovnom i željezničkom prometu
u dvije razine

Osobito veliki prijelazi

SJEVER EUROPE – SUSTAV OD TRI PRIJELAZA

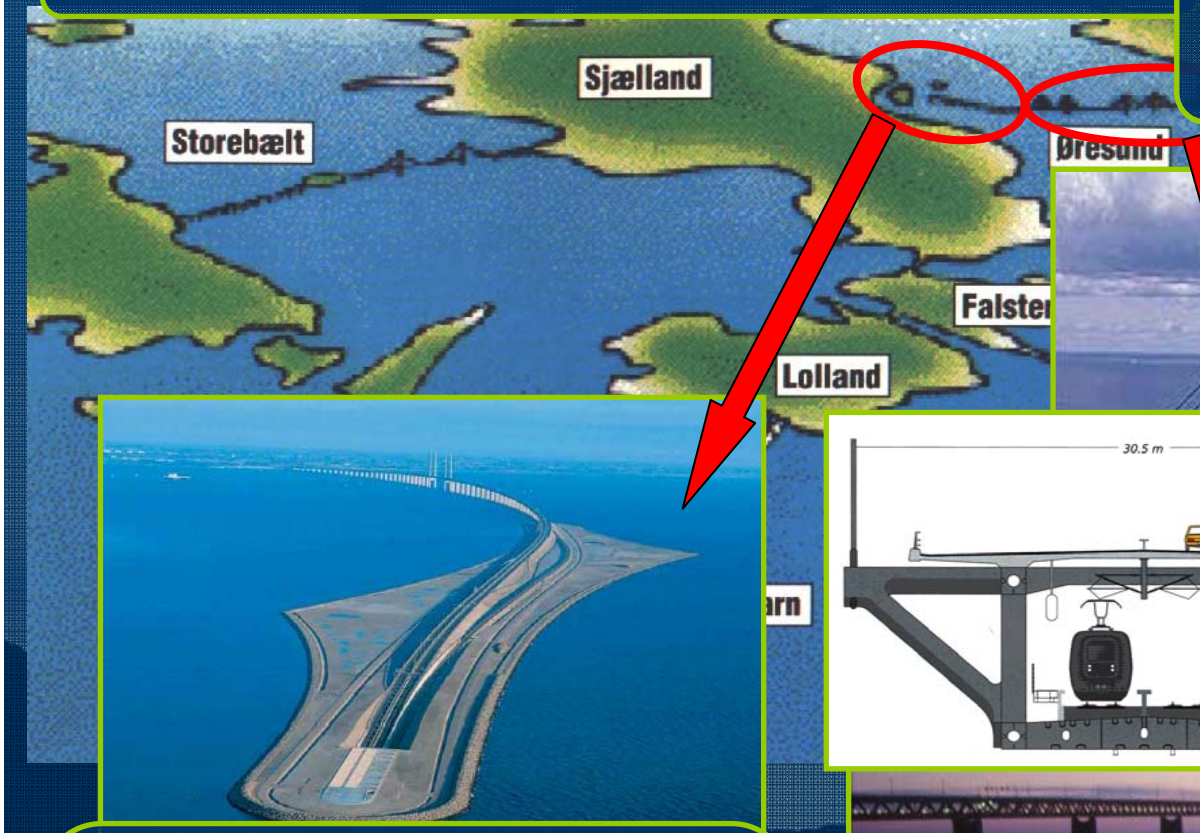
1. Spoj istočnog i zapadnog dijela Danske – Veliki Belt:



Osobito veliki prijelazi

SJEVER EUROPE – SUSTAV OD TRI PRIJELAZA

2. Spoj Danske i Švedske – Oresund





Umjetni otok 4 km duljine i 3750 m dug podvodni tunel

- 20 predgotovljenih elemenata cijevi duljine 176 m
- s 5 tunelskih cijevi u poprečnom presjeku

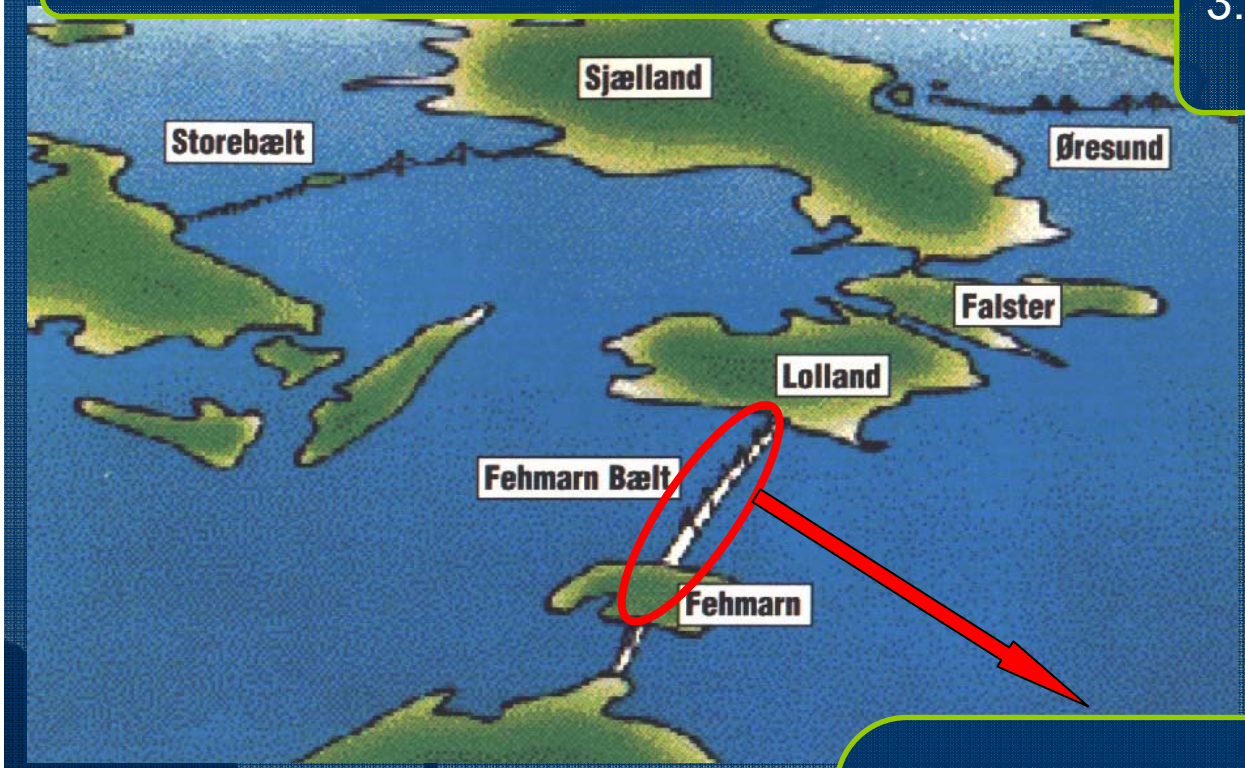


7,5 km dugačak most na kojem je najveći otvor ostvaren kao ovješena struktura raspona 490 m i plovne visine 57 m

Osobito veliki prijelazi

SJEVER EUROPE – SUSTAV OD TRI PRIJELAZA

3. Fehrmarn Belt između Danske i Njemačke duljine 19 km



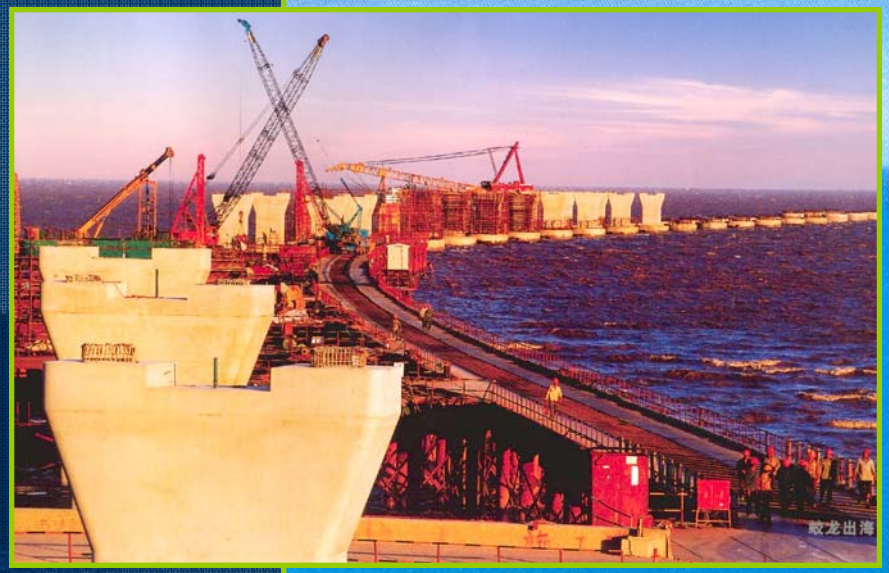
Razmatraju se varijante:

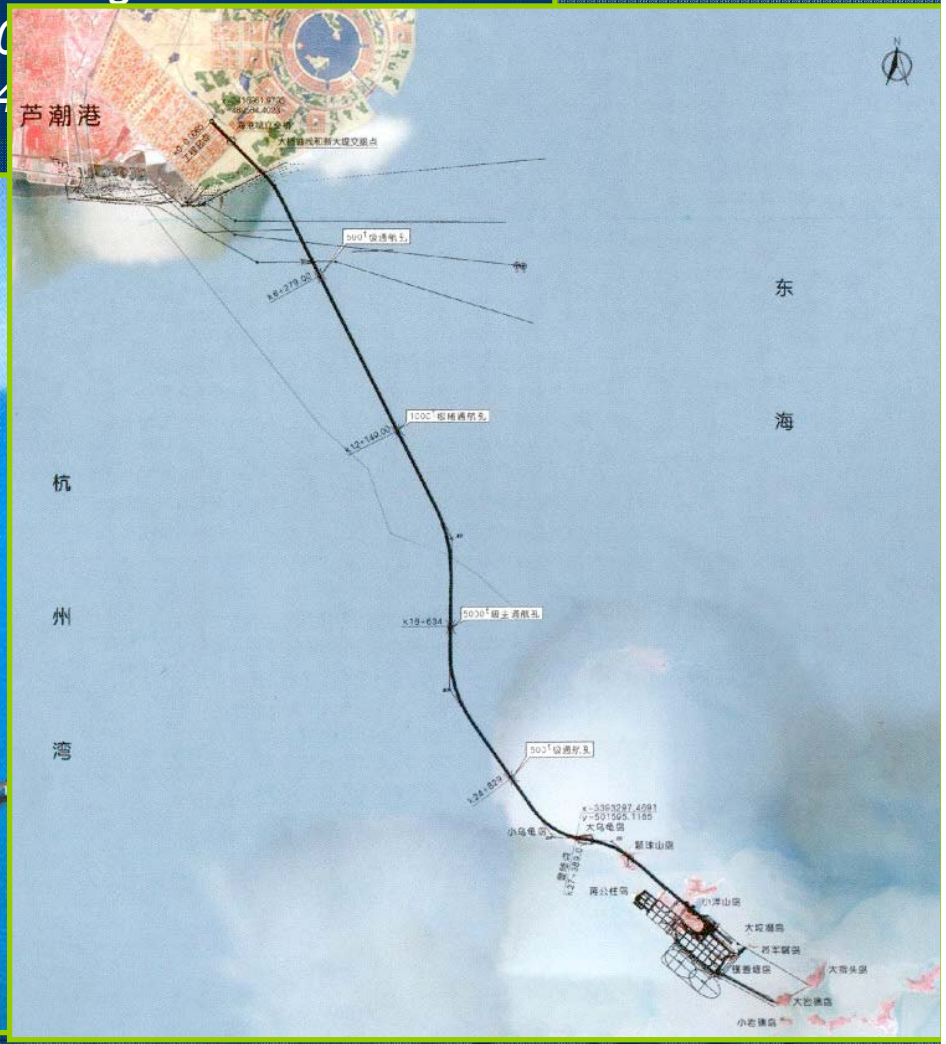
- viseći most raspona približno 1750 m
- niz visećih mostova raspona 720 m
- izgradnja tunela

Osobito veliki prijelazi

U KINI SE GRADI NAJDUŽI MOST NA SVIJETU – DONHAI MOST:

- *duljina 31 km*
- *povezuje kinesko kopno s lukom Yangshau*
- *333 otvora raspona uglavnom 70*
- *dvije veće ovješene strukture – 4*





Osobito veliki prijelazi

U KINI SE PLANIRA IZGRADNJA JOŠ JEDNOG MOSTA – PREKO ZALJEVA HANGZHOU

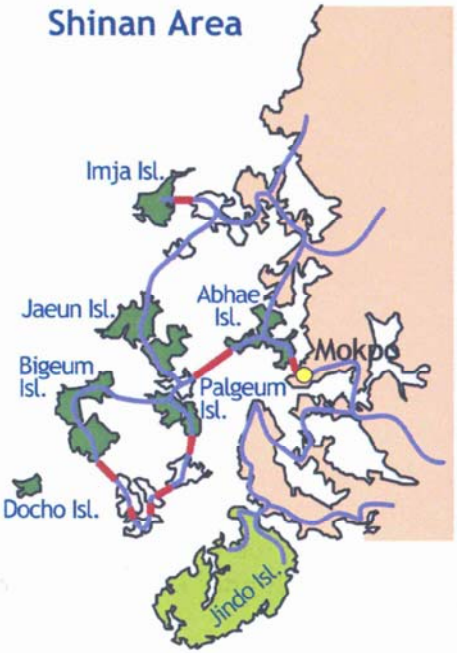
- *duljina 36 km*
- *rasponi 70 m*
- *dvije veće ovješene strukture – 448 i 318 m*
- *dovršenje predviđeno do 2009.*

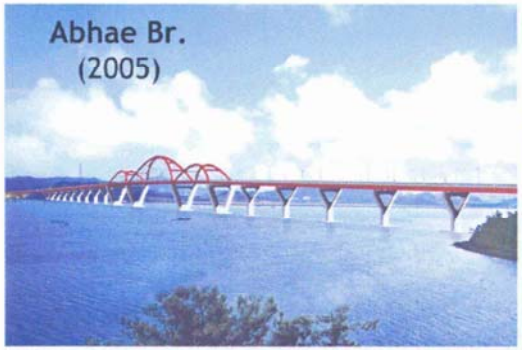


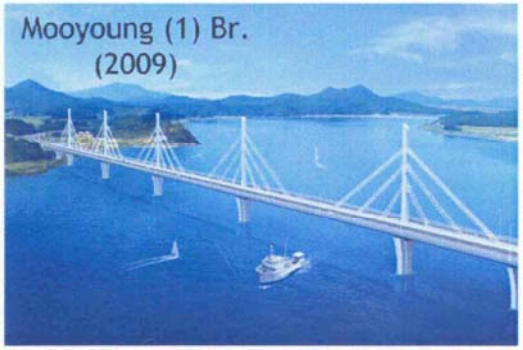
Osobito veliki prijelazi

PLANIRA SE POVEZIVANJE KOREJSKIH OTOKA S KOPNOM

- *11 milijardi dolara do 2011.g.*
- *još 25 milijardi dolara do 2025.g.*





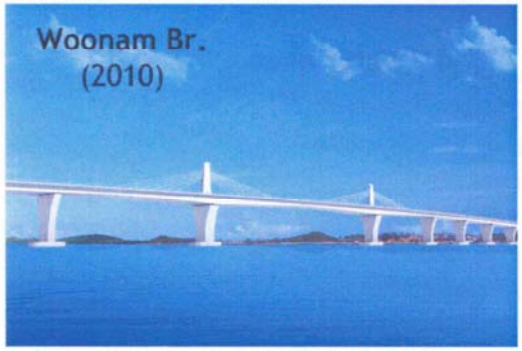




- *ovješeni, 550m*



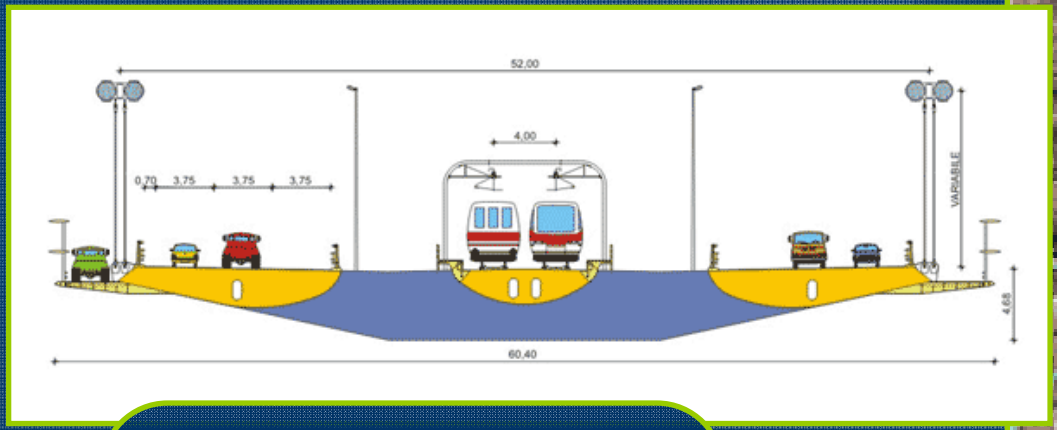
- *viseći, 850m*





Osobito veliki prijelazi

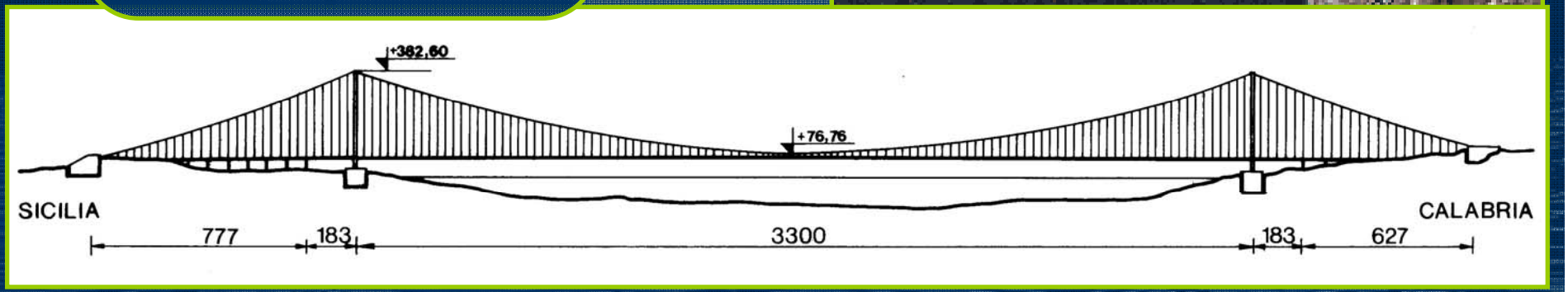
STUDIJA: PREMOŠĆENJE MESINSKIH VRATA NA JUGU ITALIJE





Predloženi viseći most

- glavni raspon 3300 m
- plovni profil 600x65 m
- čelični piloni h=382,6 m



Estetika mostova i nova poimanja oblikovanja

- most mora biti lijep
- to se neće samo po sebi dogoditi
- ljepota ima svoje zakonitosti, valja ih znati i njima se koristiti

PROBLEM

nedostatak edukacije u području estetike

nedostatak interesa za vizualnu kvalitetu

- estetska vrijednost se ostvaruje oblikujući svaki strukturalni element mosta a ne samo detalja
- svi sudionici procesa moraju shvatiti vrijednost ljepote u mostogradnji – naručitelj, projektant, izvođači...

Estetika mostova i nova poimanja oblikovanja

- mali broj mostova se smatra djelom “Strukturalne umjetnosti”
- primjer su Maillart-ovi mostovi



Most Salginatobel –
elegancija i inovativnost
spojeni s iznimnim uklapanjem u okoliš

Estetika mostova i nova poimanja oblikovanja

Millenium Bridge, Velika Britanija, 2002.



Položaj za prolaz brodova

Položaj za prometovanje pješaka



Estetika mostova i nova poimanja oblikovanja

Sunniberg, Davos, Klostersa

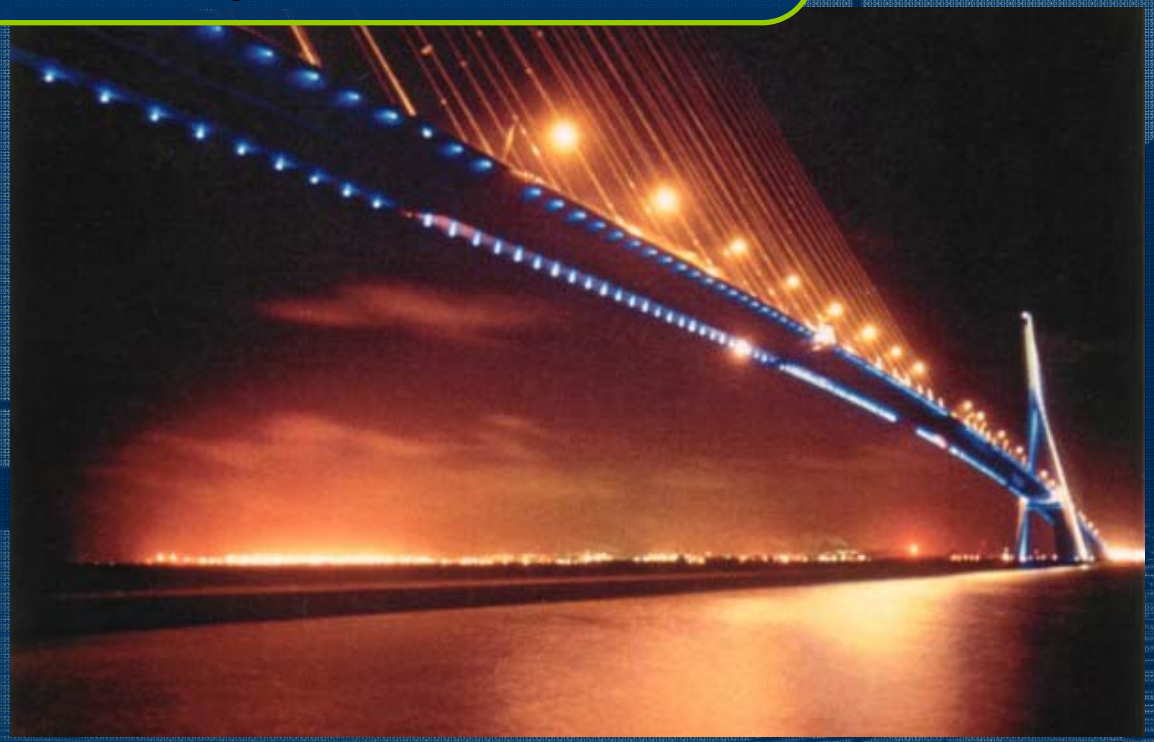


konstrukcija s kosim zategama
s fleksibilnom kolničkom konstrukcijom
i krutim sustavom stup–pilon

duljine 526 m
četiri pilona 15 m iznad kolnika

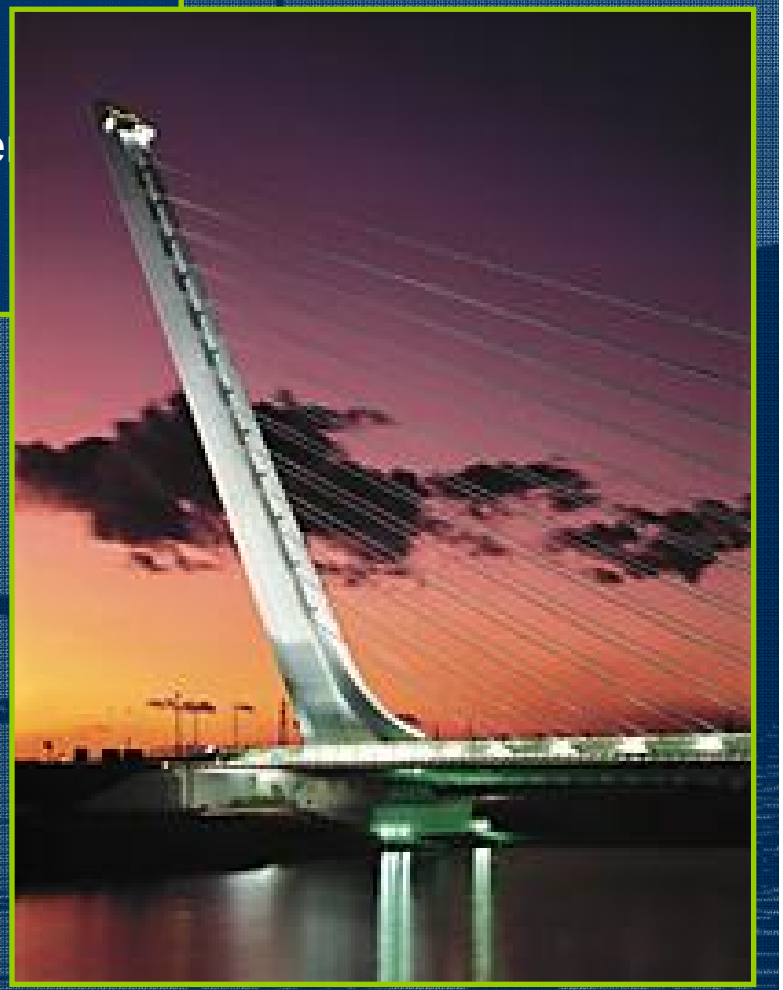
Estetika mostova i nova poimanja oblikovanja

- Michel Virlogeux:
  “Skromnost mora ići prije kvalitete osim ako lokacija zahtijeva bilo kakvu vrstu estetske vrijednosti – tada mora postojati barem njen minimum.”



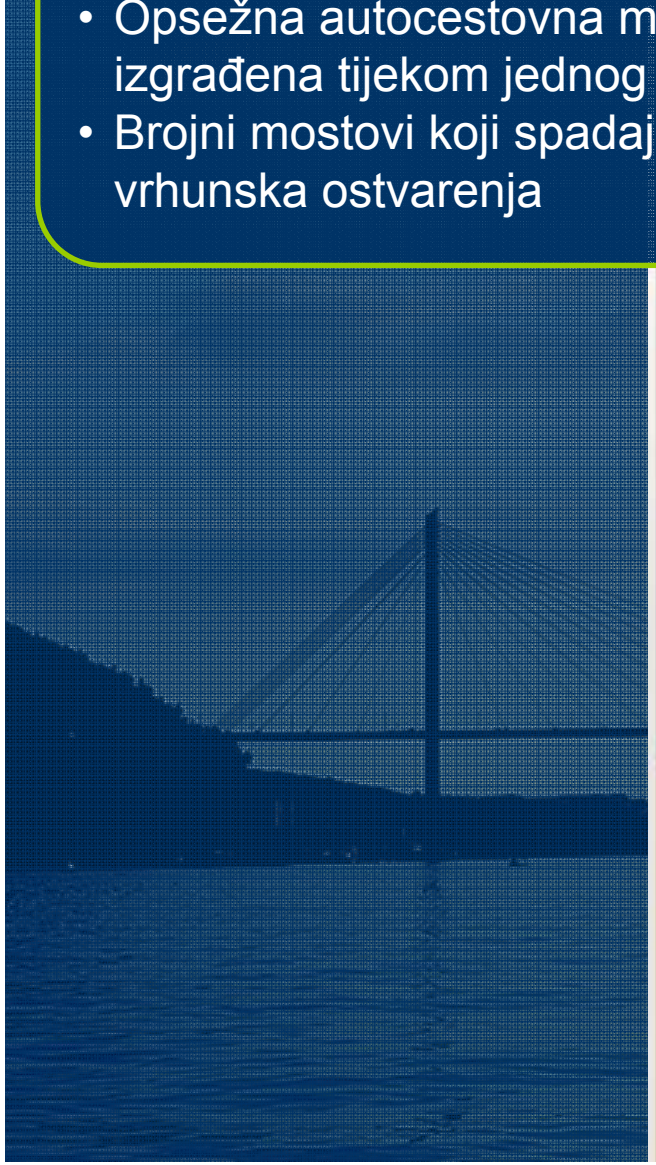
Estetika mostova i nova poimanja oblikovanja

- atraktivne strukture su one koje zadovoljavaju shvaćanja tri profila ljudi – inženjera, arhitekta i šire javnosti
- španjolski projektant – Santiago Calatrava
- često su djela Strukturalne umjetnosti prihvaće i hvaljena od strane arhitekta ali u inženjera prihvaćena s rezervom



Suvremeno hrvatsko mostarstvo

- Hrvatska – zemlja velike izgradnje
- Opsežna autocestovna mreža izgrađena tijekom jednog desetljeća
- Brojni mostovi koji spadaju u vrhunska ostvarenja





Suvremeno hrvatsko mostarstvo



Mostovi s porukom:
Maslenički most, 1997. –
simbol hrvatske tradicije
gradnje lučnih mostova
i pobjede u ratu za neovisnost

Suvremeno hrvatsko mostarstvo

Vijadukt Mirna, 2005.

- Spregnuti rasponski sklop, kontinuiran preko 22 polja
- Ukupne duljine 1355 m
- Stupovi H oblika visine 40 m
- Temeljenje na dubokim zabijenim čeličnim pilotima



Suvremeno hrvatsko mostarstvo



Most preko Rijeke dubrovačke, 2002.

- prvi hrvatski ovješeni most
- kombinacija prednapete grede u konzolnoj izvedbi i ovješenog sklopa sa spregnutom gredom izvedenom djelomično potiskivanjem te dalje konzolnom gradnjom

Suvremeno hrvatsko mostarstvo



Most preko Save u Martinskoj Vesi, 2002.

- drugi hrvatski viseći most
- betonski A piloni
- greda od predgotovljenih betonskih elemenata

Suvremeno hrvatsko mostarstvo



Most preko kanjona rijeke Krke, 2005.

- Nastavlja tradiciju velikih lukova
- Prvi put kod nas se kombinira armiranobetonski luk sa spregnutim nadlučnim sklopom

Zaključno

- tijekom proteklih desetak godina događaju se znatni pomaci u rekordnim dosezima
- središte tih ostvarenja je u Kini i Koreji
- maksimalna ostvarenja mjerena prema dimenzijama nisu dostatna da govorimo o vrhunskim mostovima
- osim konstrukcije most čine i oblikovne vrijednosti
- Hrvatska mora nastaviti na načelima velikih ostvarenja iz svoje prošlosti i nedavnih ostvarenja iz obnove i razvitka