

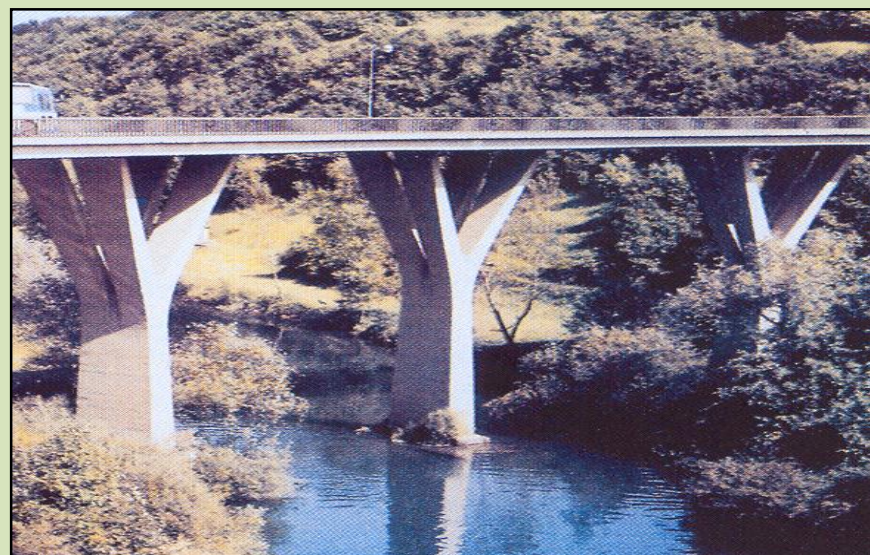


GRAĐEVINSKI FAKULTET
ZAVOD ZA KONSTRUKCIJE
KATEDRA ZA MOSTOVE

Svjetski i hrvatski dometi u mostogradnji



- 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





- čovjeku je prirodna 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





Sadržaj predavanja:

1. Svjetski dometi u mostogradnji – rekordni rasponi
2. Budući mostovi – mostovi u izgradnji ili projektiranju
3. Suvremeni hrvatski mostovi
4. Budući hrvatski mostovi



Svjetski dometi u mostogradnji i rekordni rasponi



- 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, izradio 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 Kaikyo, 1991 m





Odgovori na ta pitanja rezultiraju iskoracima i pomicanjem granica:

→ posljednjih godina u Kini su izvedena još dva viseća mosta koji su preuzeli drugo i peto mjesto po veličini visećeg raspona:

*2009., Kina
Xihoumen Bridge, L=1650 m*



*2005., Kina
Runyang Bridge, L=1490 m*



- Posebno veliki iskoraci mogu se primijetiti u izgradnji zavješanih mostova
- U zadnjih 20 godina rekordni raspon ovakvog tipa mosta je udvostručen!

*1991., Norveška
Skarnsundet, L=530 m*

*2012., Rusija
Russky, L=1104 m*



- Kod zavješanih mostova se iz godine u godinu ruše rekordi
- Ovi mostovi se izrazito intenzivno grade u Kini

2009., Kina
Stonecutters, $L=1018$ m



2010., Kina
Edong, $L=926$ m



- Kod zavješanih mostova se iz godine u godinu ruše rekordi
- Ovi mostovi se izrazito intenzivno grade u Kini

2010., Kina
JingYue, L=816 m



2009., Kina
Shanghai Yangtze, L=730 m



- most Krk je zahvaljujući novoj, u Hrvatskoj razvijenoj tehnologiji konzolne gradnje armiranobetonskih lukova za trećinu nadišao prije dosegnuti raspon i još uvijek drži rekord u rasponu armiranobetonskog luka

*1964., Australija
Gladesville, $L=305$ m*



*1980., Hrvatska,
Krk – 1, $L= 390$ m*



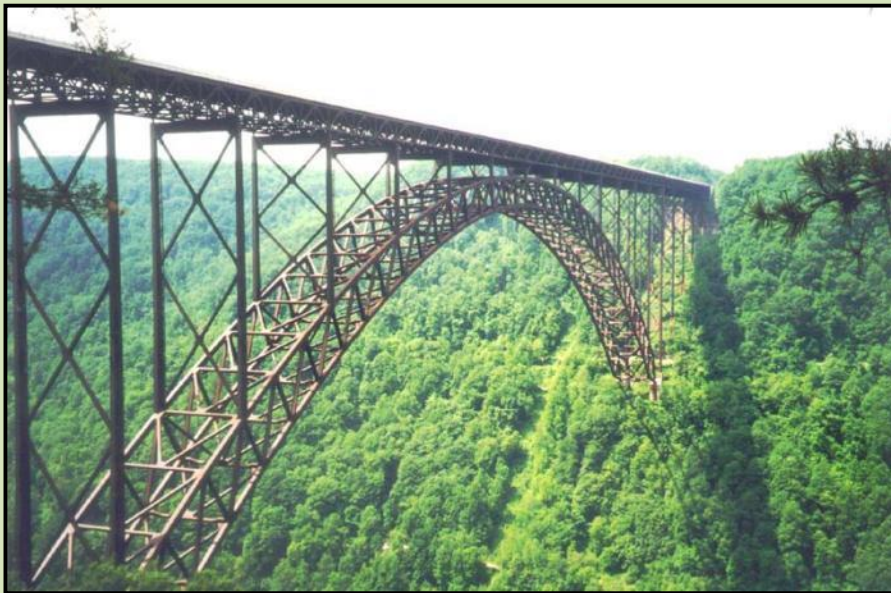
- kameni most najvećeg raspona ne potječe iz rimskog doba niti iz srednjeg vijeka, sagrađen je 2000. godine preko rijeke Danhe blizu grada Jinchenga s kamenim lukom raspona 146 m u sklopu autoceste Jin – Jiao u Kini

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



- čelični luk najvećeg raspona u svijetu četvrt stoljeća bio je New River Gorge u SAD-u sve dok 2003. u Shanghaiu nije dovršen Lupu most

1977., SAD,
New River Gorge, $L = 518 \text{ m}$



2003., Kina,
čelični luk Lupu, $L = 550 \text{ m}$



- danas niti Lupu više ne drži najveći raspon čeličnog luka jer ga je za 2 m premašio Chaotianmen Yangtze

*2009., Kona,
Chaotianmen Yangtze, $L = 552$ m*

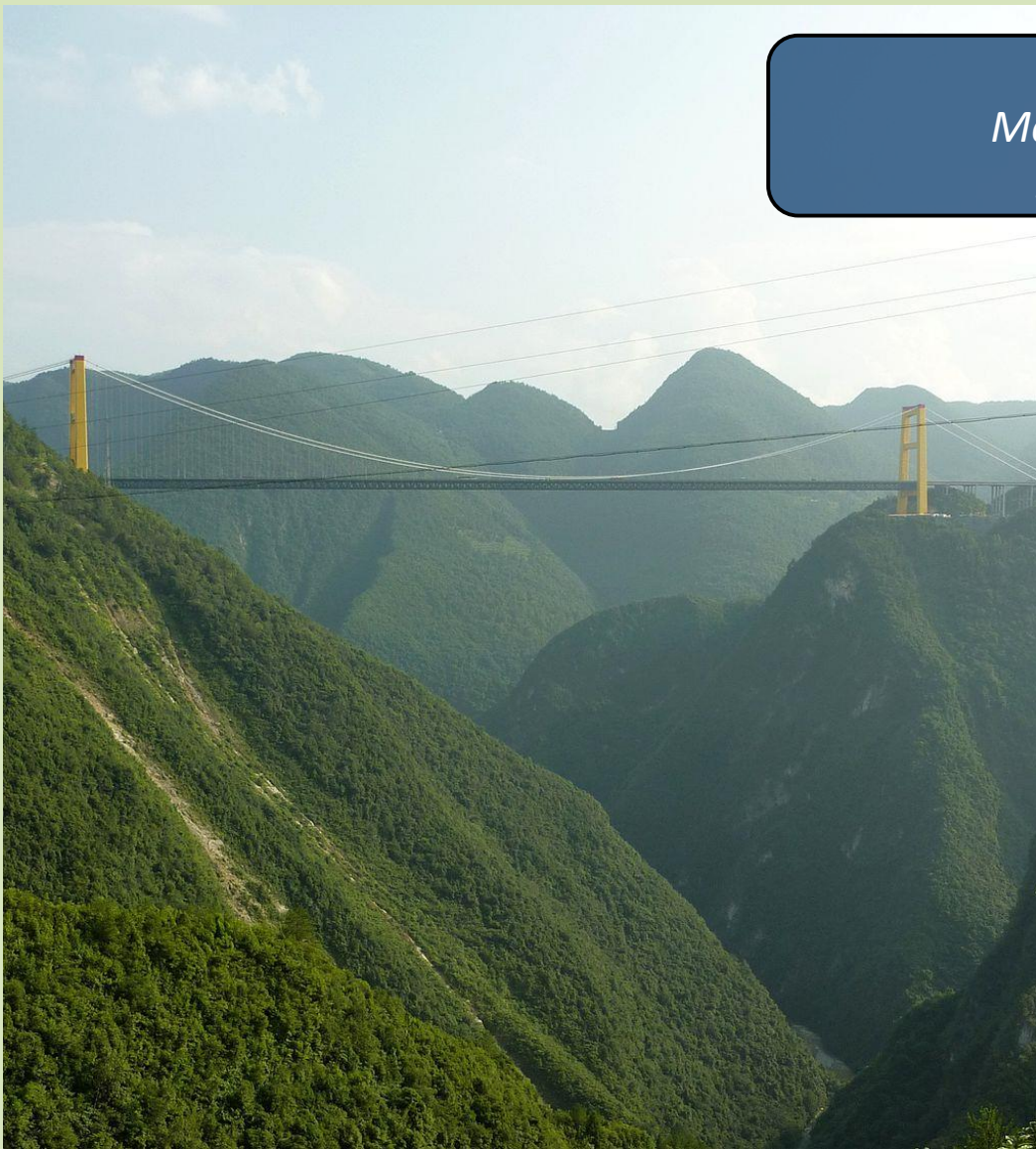




- Zanimljivo je i spomenuti danas najviši most u Europi s visinom od 270 m mjereno od tla do rasponskog sklopa. Tip mosta je most sa jedrima, sa najvećim rasponom od 342 m.

*2009., Francuska,
Millau Viaduct, $L = 342$ m*





*2009., Kina,
Most preko rijeke Si Du
500 m iznad rijeke*



Konstrukcijski dometi

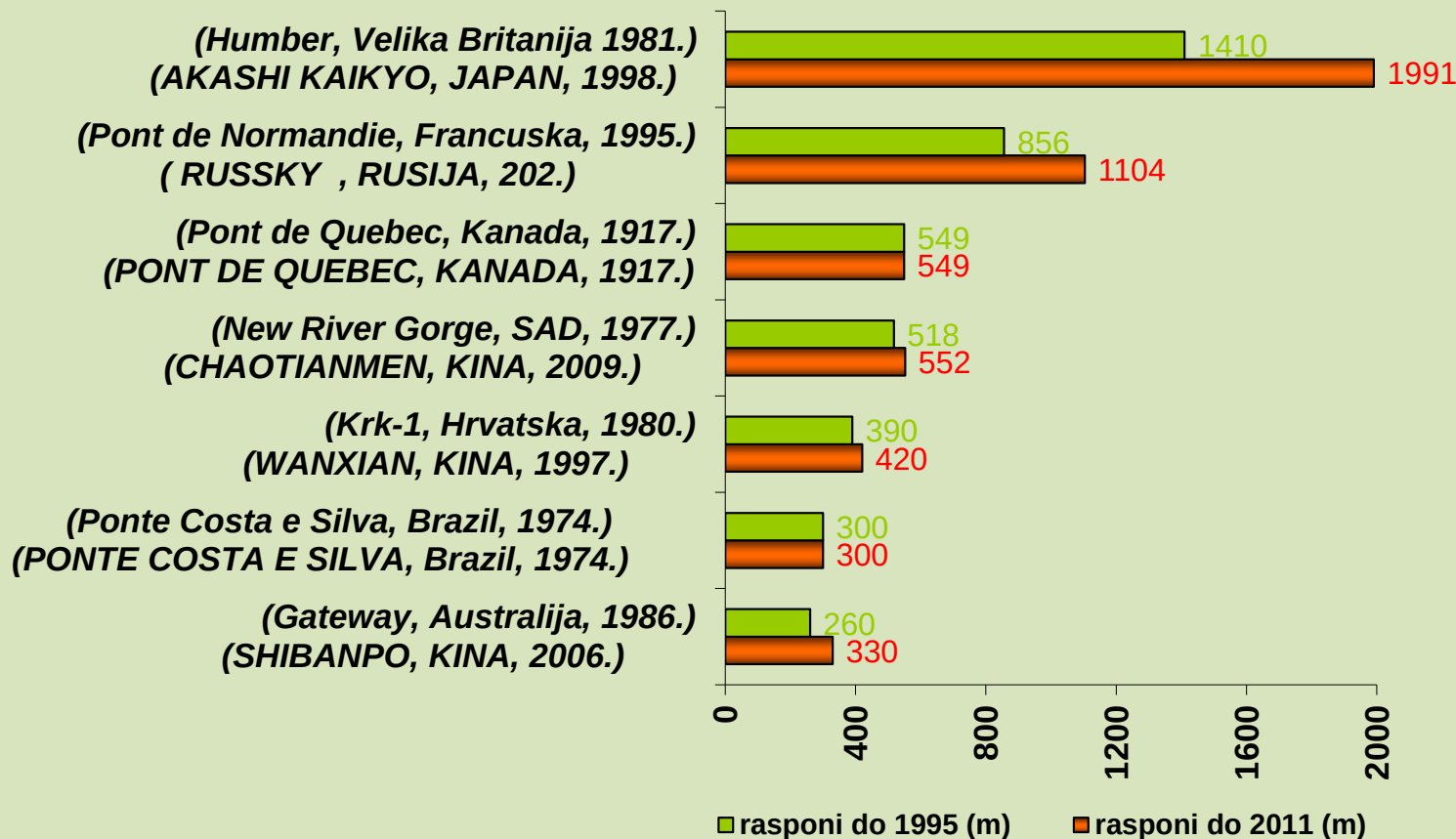
Vrhunsko postignuće koje pomiče granice zahtjeva ne jedan već kombinaciju važnih preduvjeta:

- **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.*



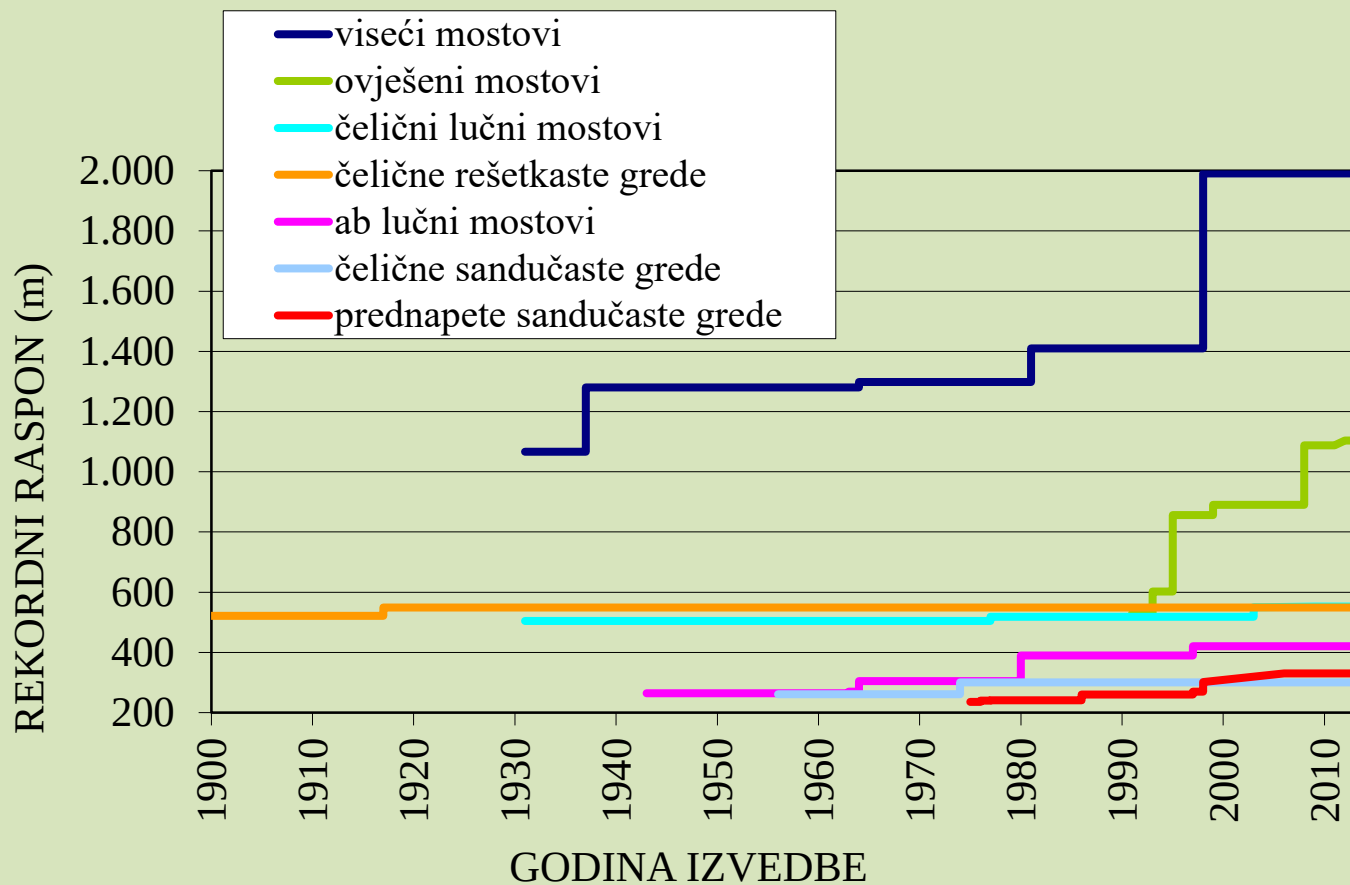
Konstruktivski dometi

Promjene u najvećim rasponima svladanim sa sedam različitih tipova mostova u posljednjih tridesetak godina:



Konstrukcijski dometi

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



Konstrukcijski dometi

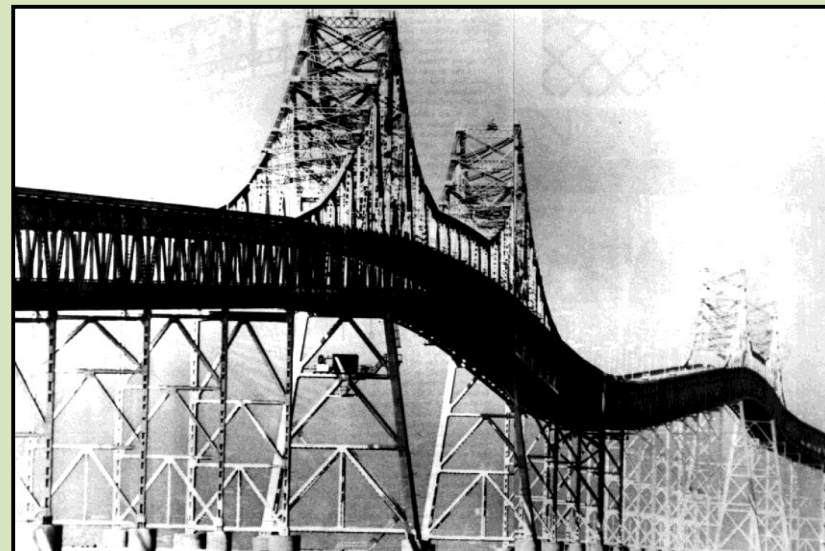
Današnje doba – izuzetni strukturalni dometi:

- 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



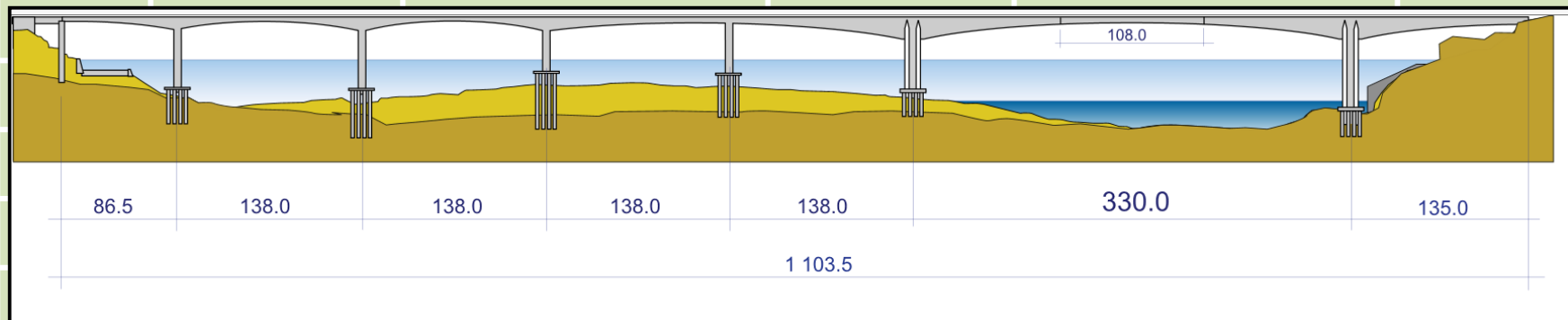
Armiranobetonski gredni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2006.	Shibanpo*	Kina	Chongqing	330
2.	1998.	Stolmasundet	Norveška	Austevoll	301
3.	1998.	Raftsundet	Norveška	Lofoten	298
4.	2003.	Sundoy	Norveška	Mosjøen	298
5.	2013.	Beipanjiang Shuipan	Kina	Guizhou	290
6.	2015.	Sandsfjord	Norveška	Rogaland	290
7.	1997.	Humen-2	Kina	Guangdong	270
8.	2009.	Sutong-2	Kina	Suzhou-Nantong	268
9.	2003.	Honghe	Kina	Yuanjiang	265
10.	1986.	Gateway	Australija	Brisbane	260
11.	1994.	Varodd	Norveška	Kristiansand	260
12.	2000.	Second Luzhou	Kina	Sichuan	252
13.	1989.	Schottwien	Austrija	Semmering	250
14.	1991.	Ponte S.Joao	Portugal	Porto	250

armiranobetonski gredni mostovi raspona većih od 250 m

Armiranobetonski gredni mostovi

Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2006.	Shibanpo	Kina	Chongqing	330



7 1994 Varodd
d Luzh
ottwier
S.Joa
kye

Most preko Yangtze rijeke, središnjih 108 m umetka velikog raspona je izvedeno od čelika.



12. 1997. Confederati

armiranobetonski gredni mostovi raspona većih od 250 m

Armiranobetonski gredni mostovi

Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2006.	Shibanpo	Kina	Chongqing	330
2.	1998.	Stolmasundet	Norveška	Austevoll	301
3.	1998.	Raftsund	Norveška	Austevoll	250
4.	2003.	Sund	Norveška	Austevoll	250
5.	1997.	Hume	Norveška	Austevoll	250
6.	1986.	Gatev	Norveška	Austevoll	250
7.	1994.	Varo	Norveška	Austevoll	250
12.	1997.	Confederation	Kanada	Northumberland	250

Most preko Yangtze rijeke, središnjih 108 m umetka velikog raspona je izvedeno od čelika.



armiranobetonski gredni mostovi raspona većih od 250 m

Armiranobetonski gredni mostovi

Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	1998.	Stolmasundet	Norveška	Austevoll	301

3.

4.

5.

6.

7.

8.

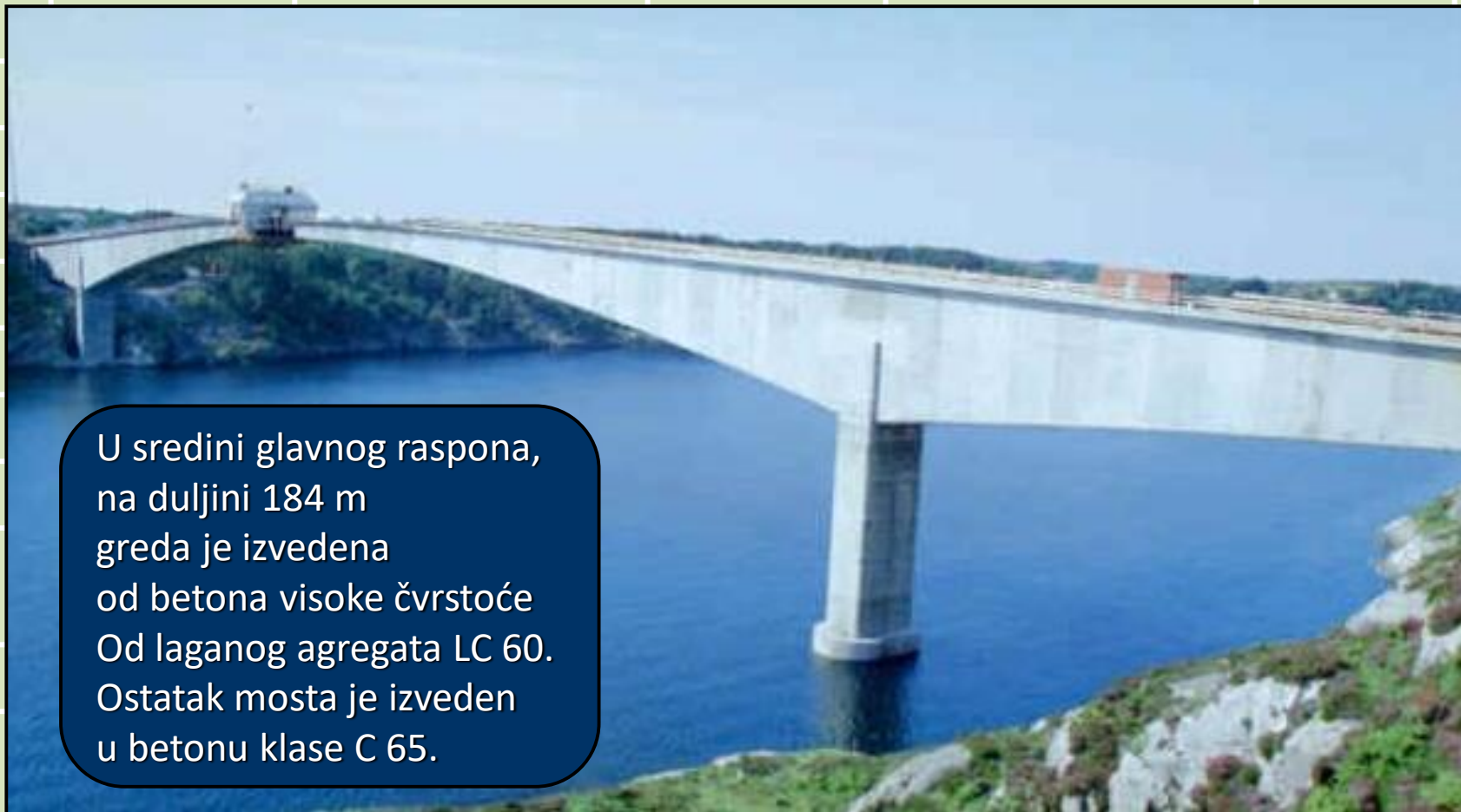
9.

10.

11.

12.

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.



Armiranobetonski gredni mostovi

Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1998.	Raftsundet	Norveška	Lofoten	298

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

12.



- 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 $\gamma=21 \text{ kN/m}^3$

Armiranobetonski gredni mostovi

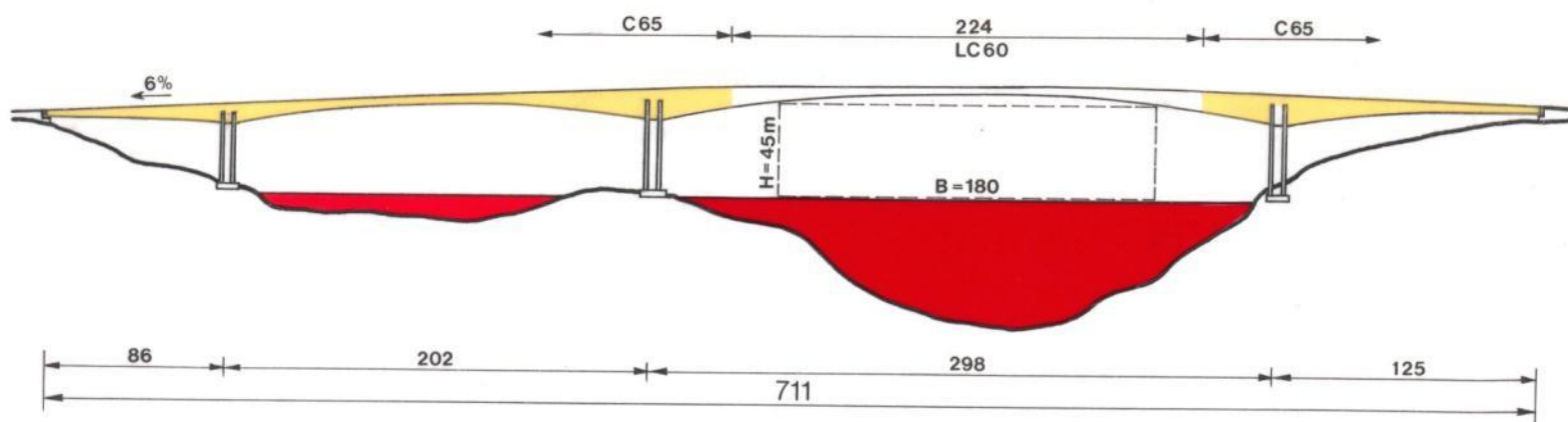
Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1998.	Raftsundet	Norveška	Lofoten	298
4.	2003.	Čukotka	Njemačka	Münster	299
5.					

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.



Armiranobetonski gredni mostovi

Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1998.	Raftsundet	Norveška	Lofoten	298



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)

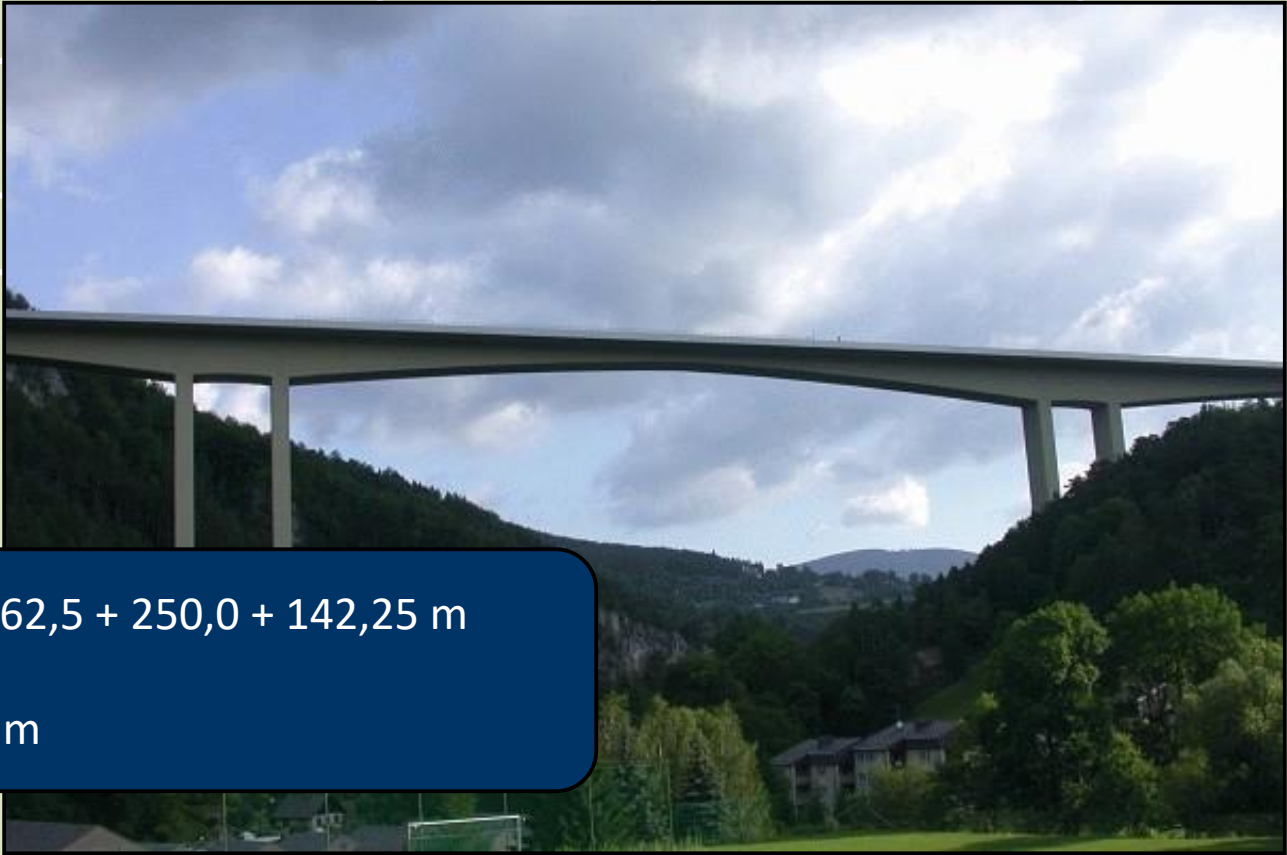
Armiranobetonski gredni mostovi

Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
10.	1986.	Gateway	Australija	Brisbane	260

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



Armiranobetonski gredni mostovi

Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
13.	1989.	Schottwien	Austrija	Semmering	250
14.	1991.				
15.	1995.				
16.	1997.				

Rasponi: 77,5 + 162,5 + 250,0 + 142,25 m

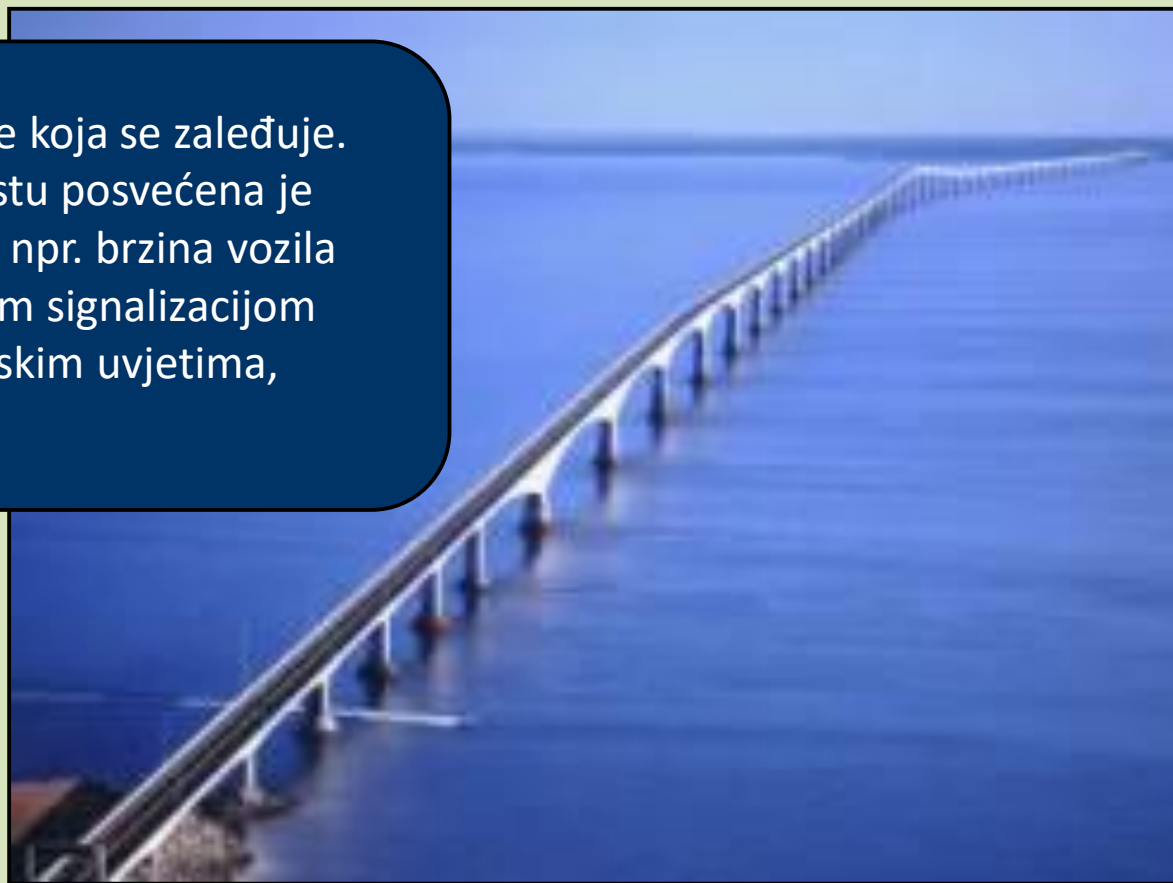
$L_{uk} = 632,5 \text{ m}$

$H_{stupova, max} = 79,0 \text{ m}$

Armiranobetonski gredni mostovi

Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
16.	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.



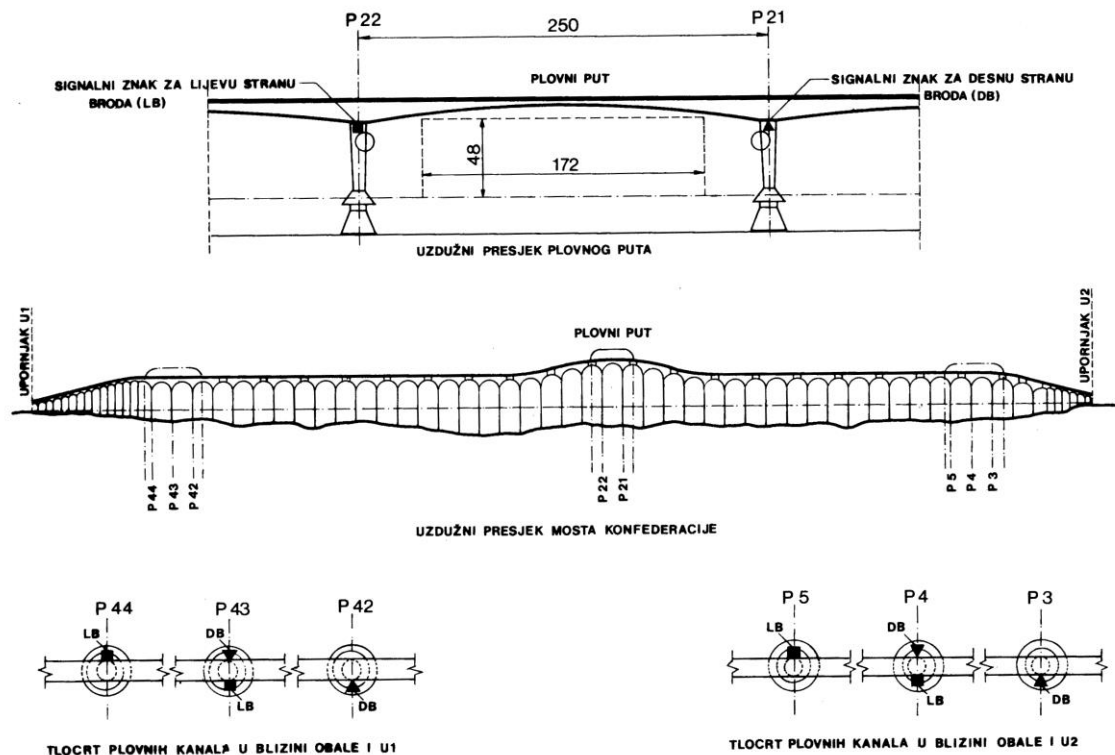
Armiranobetonski gredni mostovi

Redn i broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
16.	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.

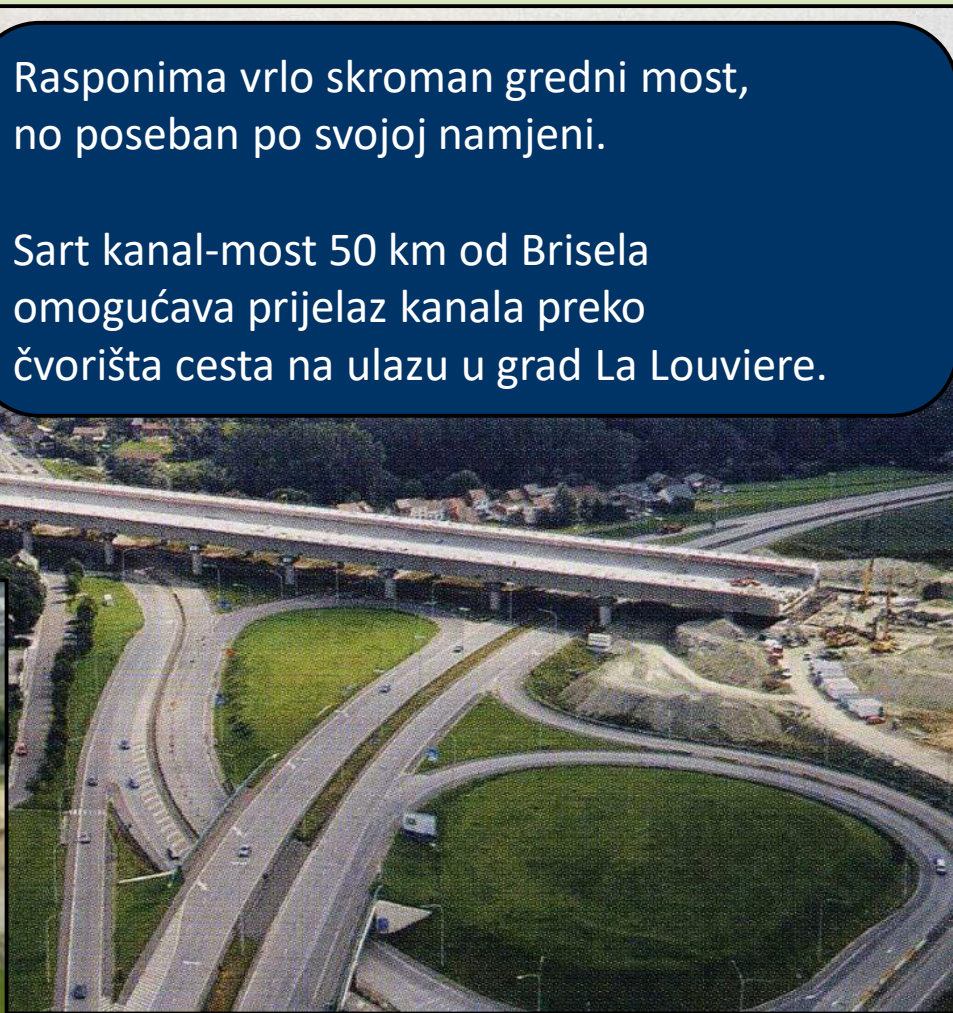
Niveleta 40 m,
na mjestu plovnog
puta 60 m



Armiranobetonski gredni mostovi

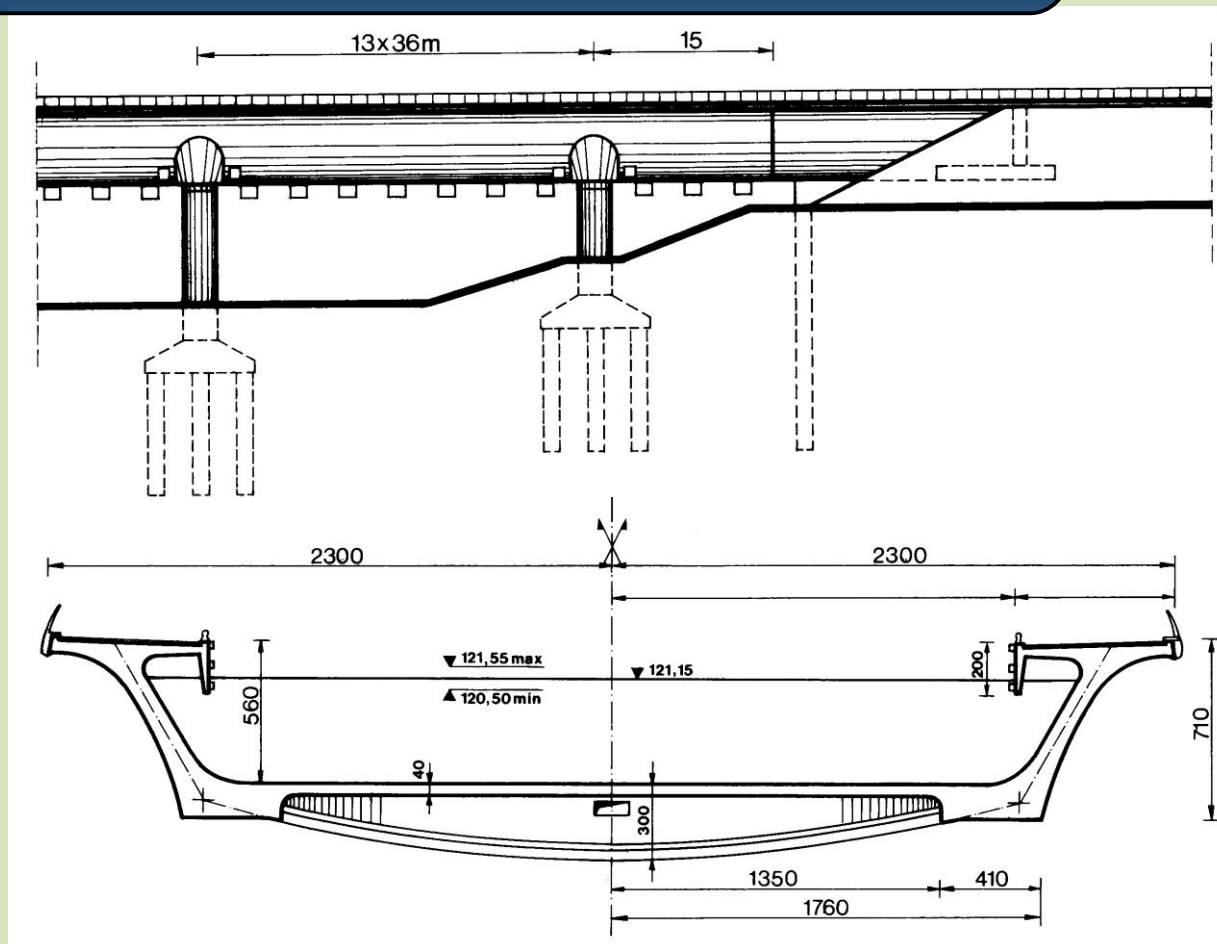
Rasponima vrlo skroman gredni most, no poseban po svojoj namjeni.

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



Armiranobetonski gredni mostovi

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



Armiranobetonski 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 $L/h \approx 5$ uzimajući u obzir teški teret od 411,5 kN/m³ vode koji mora nositi pri uporabi.

Armiranobetonski lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2016.	Beipanjiang Qinglong (*)	Kina	Guizhou	445
2.	1997.	Wanxian (*)	Kina	Wanzhou	420
3.	2015.	Nanpanjiang (*)	Kina	Yunnan	416
4.	1980.	Krk-1	Hrvatska	Kopno-otok Krk	390
5.	2015.	Almonte	Španjolska	Caceres	384
6.	2012.	Jialing	Kina	Sichuan	364
7.	1995.	Jiangjiehe	Kina	Weng'an	330
8.	2015.	Tajo	Španjolska	Caceres	324
9.	2010.	Mike O'Callaghan-Pat Tillman Memorial	SAD	Rijeka Colorado (Arizona-Nevada)	323
10.	1996.	Yongning	Kina	Guangxi	312
11.	1964.	Gladesville	Australija	Sydney	305
12.	1964.	Ponte da Amizade	Brazil/Paragvaj	Foz do Iguacu/ Ciudad del Este	290
13.	2003.	Ponte Infante D. Henrique	Portugal	Porto	280
14.	1983.	Bloukrans	Južna Afrika	Rijeka Bloukrans	272
15.	1963.	Ponte da Arrabida	Portugal	Porto	270
16.	2010.	Froschgrundsee	Njemačka	Rödental	270
17.	2011.	Grümpen	Njemačka	Grümpen	270

armiranobetonski lučni mostovi raspona većih od 270 m

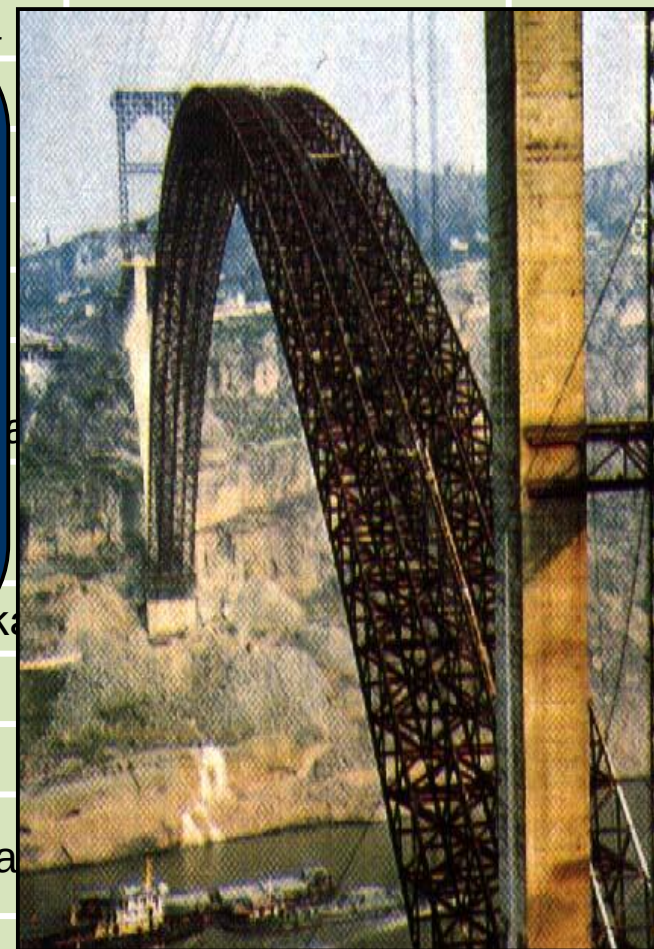
Armiranobetonski lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1997.	Wanxian (*)	Kina	Wanzhou	420
4.	1980.	Krk 1	Hrvatska		
9.					
10.	1963.	Ponte da Arrabida	Portugal		
11.	1943.	Sandö	Švedska		
12.	1991.	Le Pont Chateaubriand	Francuska		

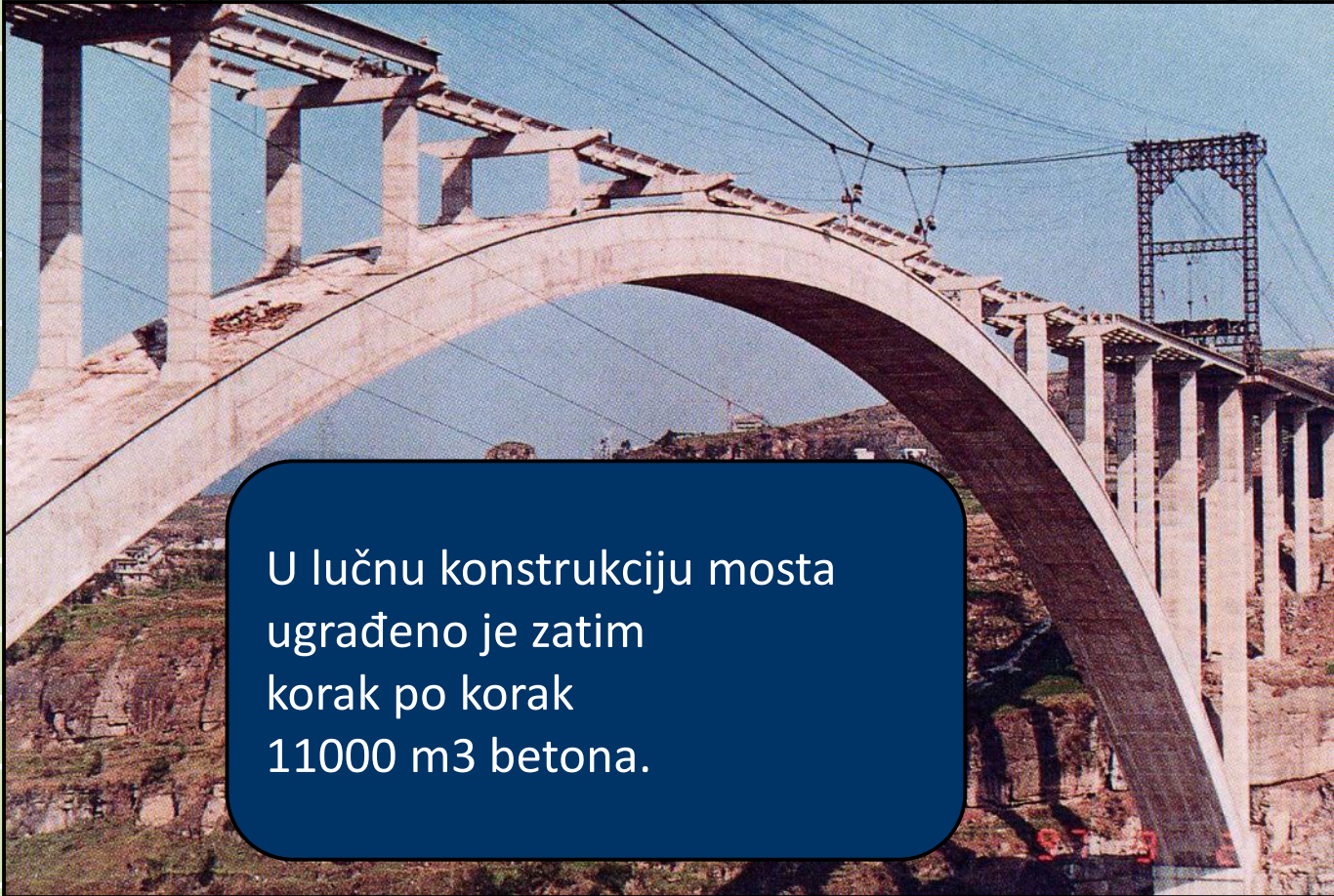
*ne možemo smatrati čistim armiranobetonskim lukom jer je koncipiran kao rešetkasti čelični luk ispunjen i obložen betonom

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.



Armiranobetonski lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1997.	Wanxian (*)	Kina	Wanzhou	420
4.	1980.	 U lučnu konstrukciju mosta ugrađeno je zatim korak po korak 11000 m³ betona.			
5.	2012.				
6.	1995.				
7.	1996.				
8.	1964.				
9.	1964.				
10.	2003.				
11.	1983.				
12.	1963.				
13.	1943.				
14.	1991.				

Armiranobetonski lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
4.	1980.	Krk-1	Hrvatska	Kopno-otok Krk	390

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



Armiranobetonski lučni mostovi

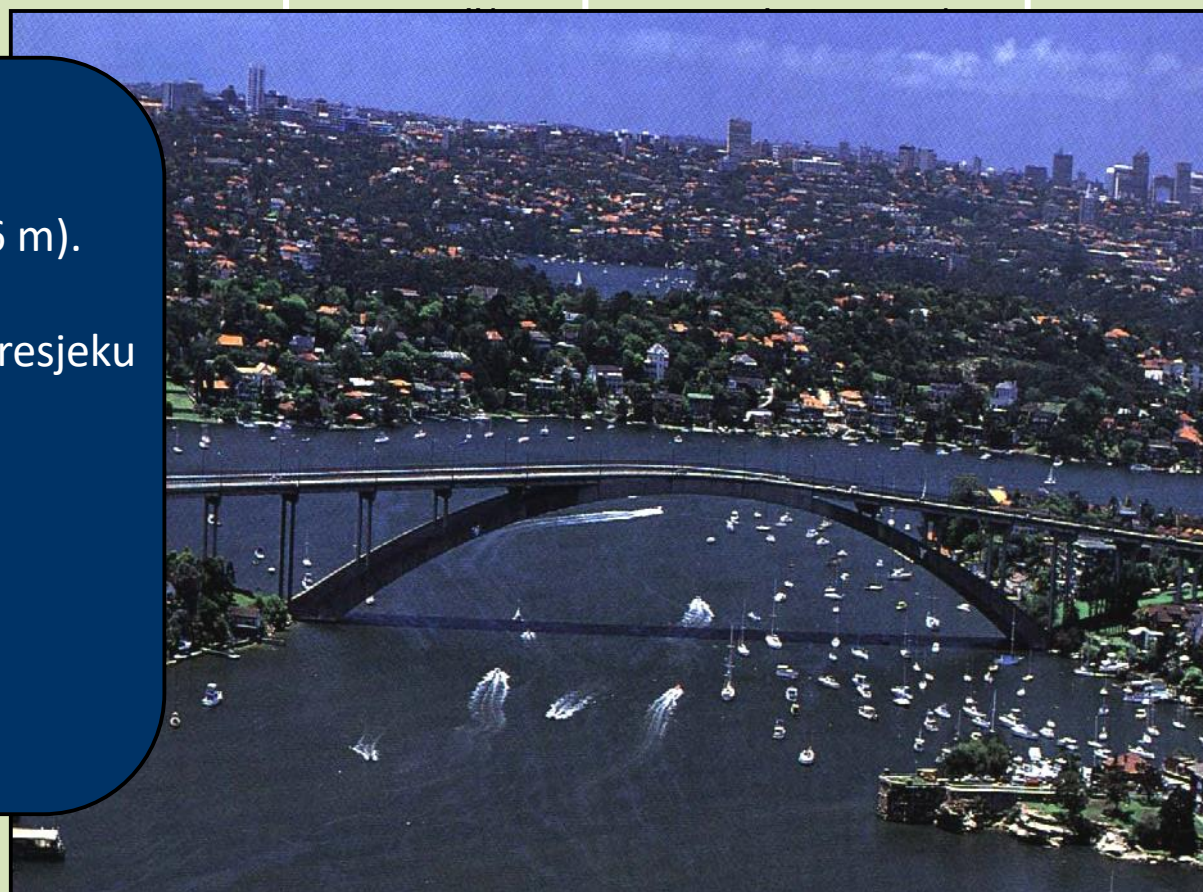
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
11.	1964.	Gladesville	Australija	Sydney	305

12. 1964. Ponte

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.





Čelični lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2009.	Chaotianmen	Kina	Chongqing	552
2.	2003.	Lupu	Kina	Shanghai	550
3.	2012.	Bosideng (CFST)	Kina	Sichuan	530
4.	1977.	New River Gorge	SAD	Fayetteville,WA	518
5.	1931.	Bayonne	SAD	New York	504
6.	1932.	Sydney Harbour	Australija	Sydney	503
7.	2012.	Hejiang	Kina	Sichuan	500
8.	2005.	Wushan (CFST)	Kina	Chongqing	460
9.	2011.	Mingzhou	Kina	Ningbo	450
10.	2009.	Zhijinghe (CFST)	Kina	Hubei	430

čelični lučni mostovi raspona većih od 430 m



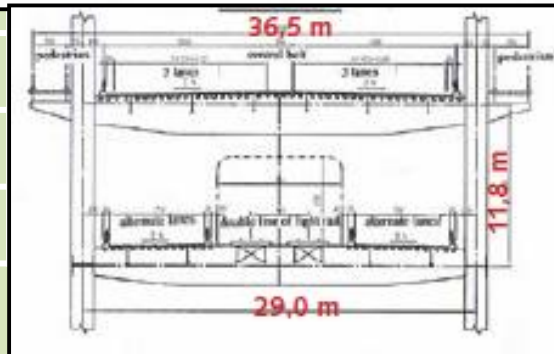
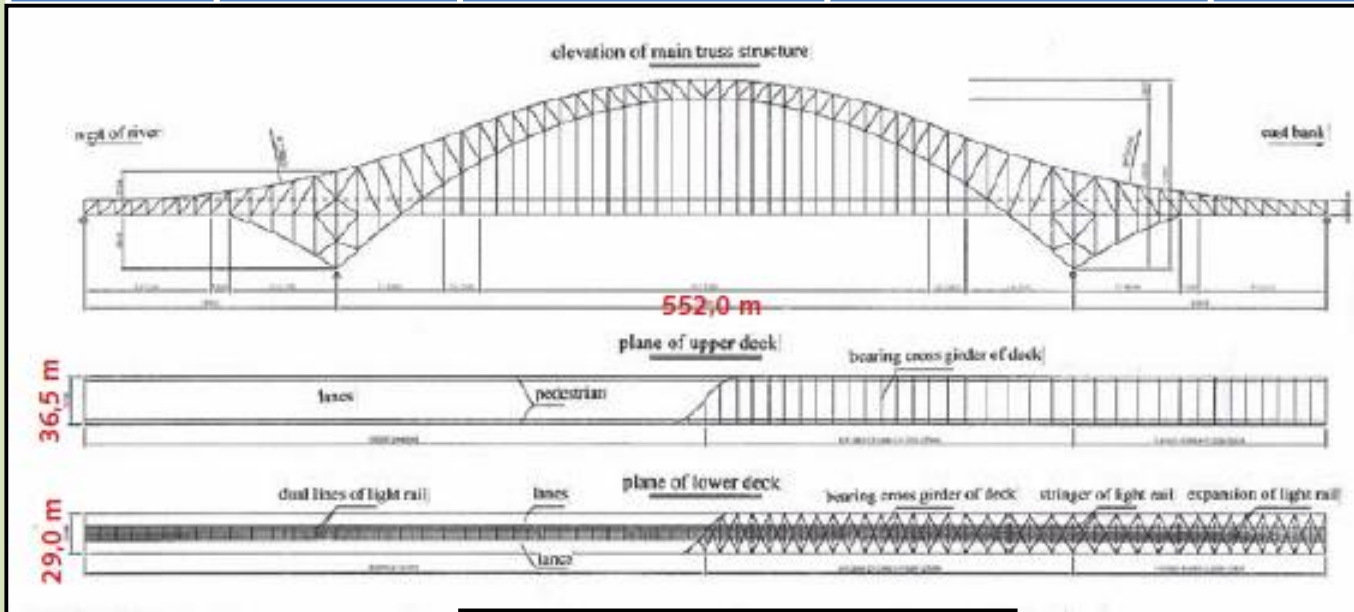
Čelični lučni mostovi

Svjetski dometi u mostogradnji

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2009.	Chaotianmen	Kina	Chongqing	552
2.					550
3.					518
4.					504
5.					503
6.					460
7.					450
8.					420
9.					400
10.					400

Čelični lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2009.	Chaotianmen	Kina	Chongqing	552
				Shanghai	550
				Sichuan	530
				Perth, WA	518
				New York	504
				Sydney	503
				Sichuan	500
8.	2005.			Guangdong	460
9.	2011.			Guangdong	450
10.	2009.			Guangdong	430



Čelični lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2003.	Lupu	Kina	Shanghai	550

3. 2012. B

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.



Čelični lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2003.	Lupu	Kina	Shanghai	550

10.	2009.	Zhijinghe	Kina	Hubei	430
-----	-------	-----------	------	-------	-----

Čelični lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2003.	Lupu	Kina	Shanghai	550
3.	2012.	Bosideng Bridge	Kina		
4.	1977	New River	SAD		
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 ovješena na osam vješaljki u dva para sa svake strane.					
10.	2009.	Zhijinghe	Kina		





Čelični lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
5.	1931.	Bayonne	SAD	New York	504
6.					503
7.					500
8.					460
9.					450
10.					430

Svjetski dometi u mostogradnji



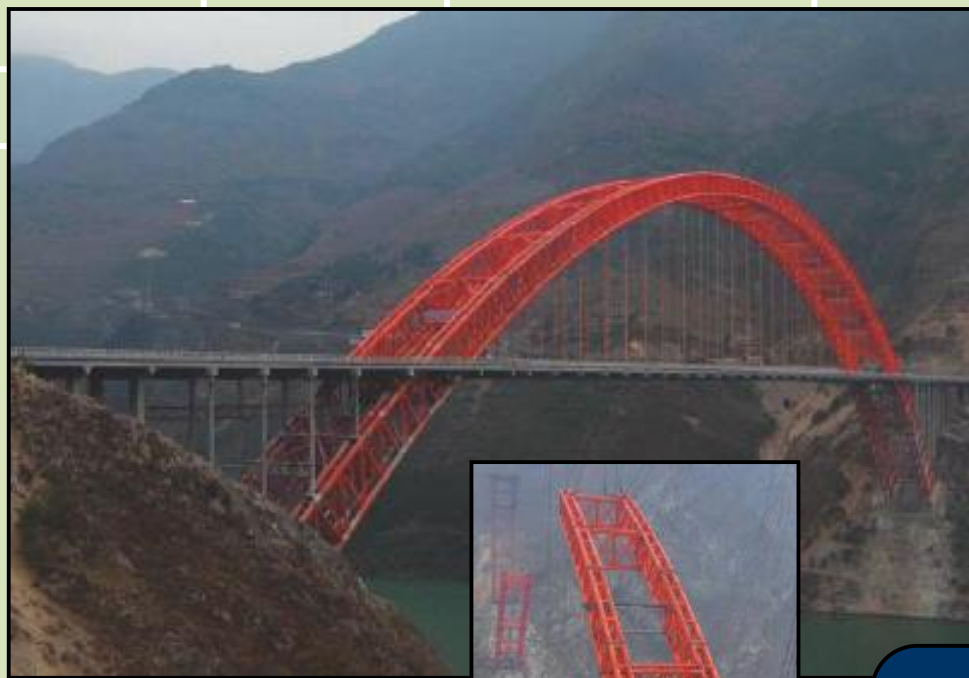
Čelični lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
6.	1932.	Sydney Harbour	Australija	Sydney	503
7.	2012.	Hejiang	Kina	Sichuan	500
8.					500
9.					500
10.					500



Čelični lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
8.	2005.	Wushan	Kina	Chongqing	460
			Kina	Ningbo	450



Novi trend u gradnji lučnih mostova u Kini – čelične cijevi punjene betonom (CFST)

Čelični lučni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	2012.	Bosideng Bridge	Kina	Sichuan	530
7.	2005.	Wushan	Kina	Chongqing	460
10.	2009.	Zhijinghe	Kina	Hubei	430

Čak tri mosta iz 10 najvećih lučnih mostova svijeta su rađena metodom CFST. Svi su u Kini.

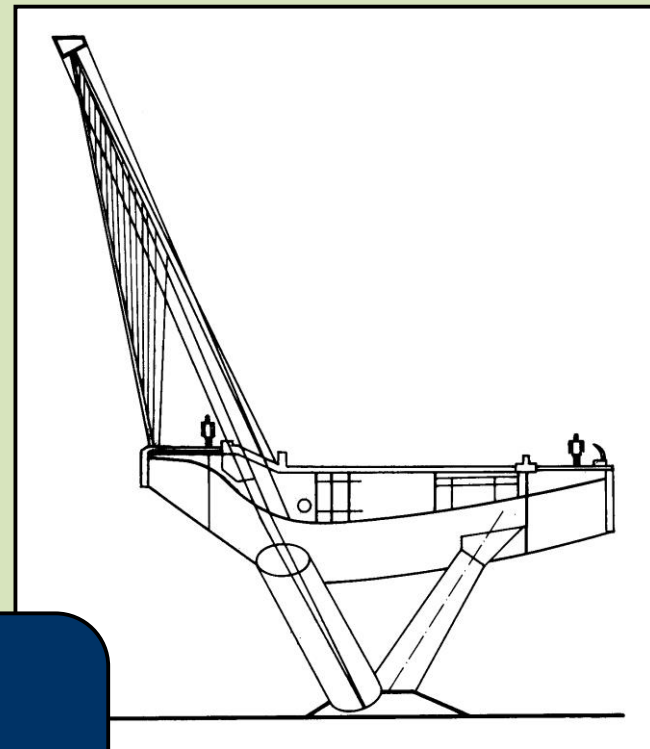


Čelični lučni mostovi

Estetski zanimljivi lučni mostovi

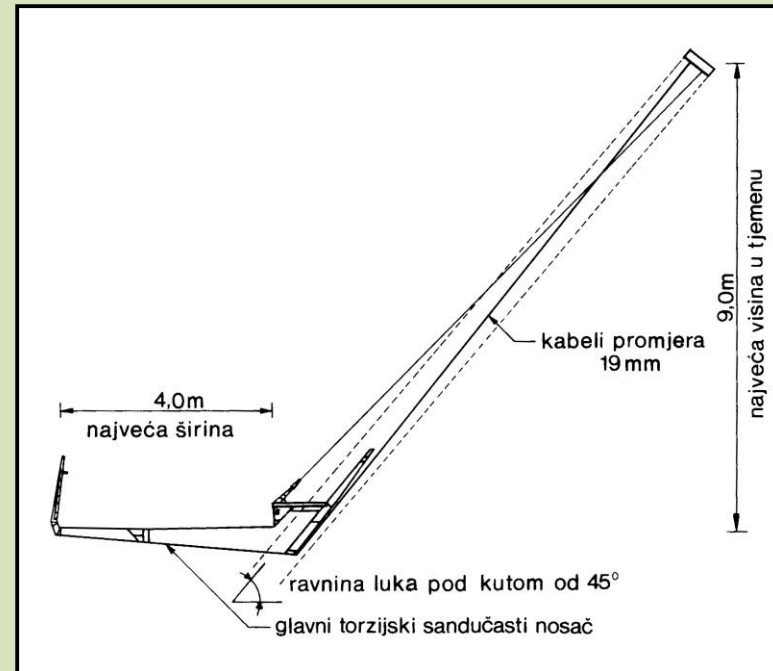


- Most Europa, $L=201,6$ m
- Calatrava,
- Nagnuti čelični luk 22°
- Čelična sandučasta greda s ortotropnom pločom



Čelični 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°, ovješena 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.	2012.	Russky	Rusija	Vladivostok	1104
2.	2008.	Sutong	Kina	Suzhou-Nantong	1088
3.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
4.	2010.	Edong	Kina	Huangshi	926
5.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
6.	1995.	Pont de Normandie	Francuska	Le Havre	856
7.	2013.	Jiujiang Fuyin Expressway	Kina	Jiujiang - Huangmei	818
8.	2010.	Jingyue	Kina	Jingzhou	816
9.	2009.	Incheon	Koreja	Incheon	800
10.	2013.	Xiamen Zhangzhou	Kina	Zhangzhou - Xiamen (Fujian)	780
11.	2011.	Zolotoy	Rusija	Vladivostok	737

Prvih 10 najvećih raspona ovješениh mostova – čak 6 ih je izvedeno u Kini i to u posljednjih osam godina!

Ovješeni mostovi

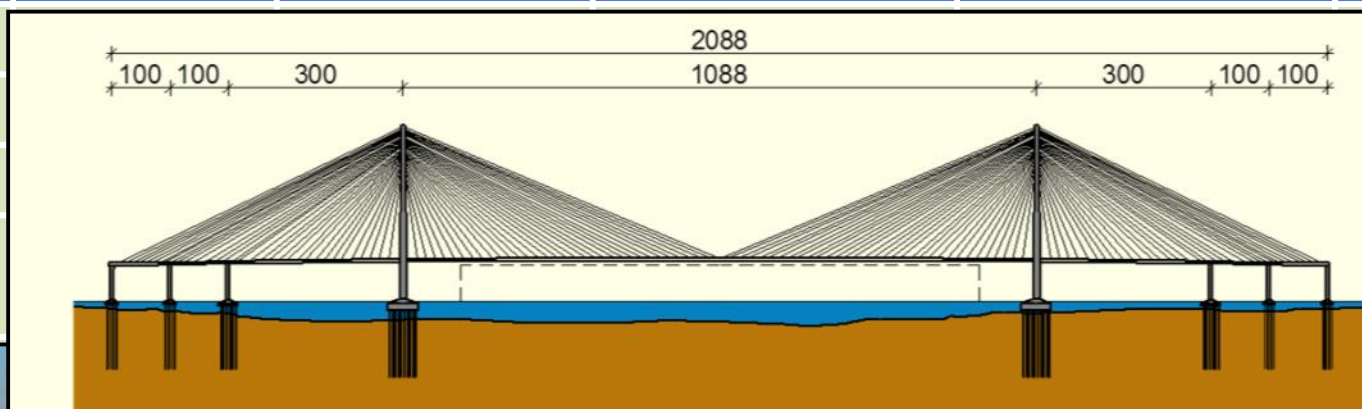
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	2012.	Rusky	Rusija	Vladivostok	1104
			Kina	Suzhou-Nantong	1088
			Kina	Hong Kong	1018
			Kina	Huangshi	926
			Japan	Onomichi-Imabari	890

- Duljina mosta od 1885 m
- Temeljenje na pilotima dubine 77 m
- Slobodni profil ispod mosta čak 70 m
- Piloni visine 320 m
- Ukupno 168 zatega



Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2008.	Sutong	Kina	Suzhou-Nantong	1088
3.					1018
4.					926
5.					890
6.					856
7.					16
8.					00
9.					30
10.					08



- Most Sutong prelazi rijeku Jangtze oko 100km uzvodno od Shanghai-a i povezuje gradove Suzhou na južnoj obali i Nantong na sjevernoj obali rijeke
- Most je kontinuiran preko 7 raspona sa dva pilona, dvije ravnine kosih zatega oblika nazovi-lepeze (bočno zavješeno), čeličnim aerodinamički oblikovanim sandučastim zavješnim sklopom i po dva među-stupa u backstay otvorima

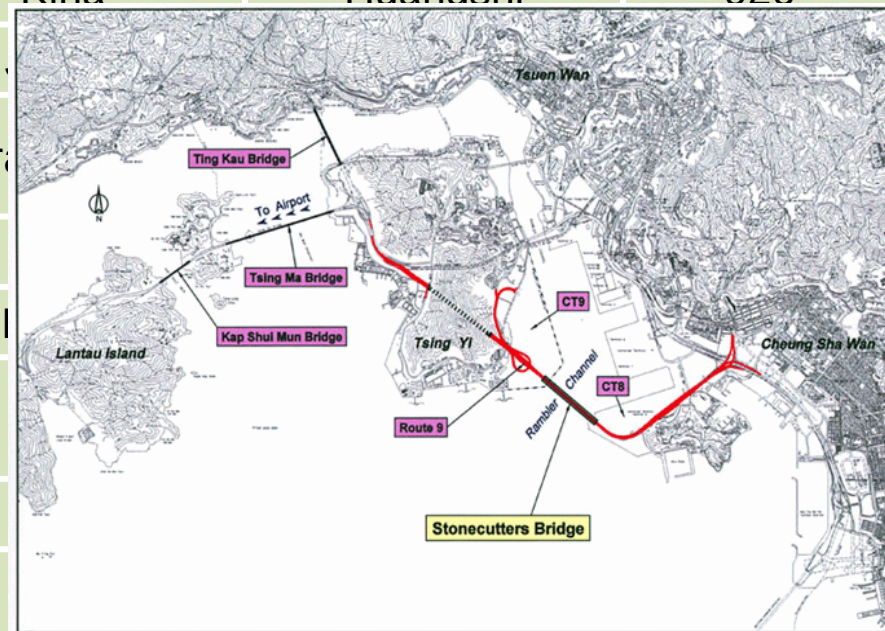
Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2008.	Sutong	Kina	Suzhou-Nantong	1088
3.	2			ri	1018
4.	2				926
5.	1				890
6.	1				856
7.	2				816
8.	2				800
9.	2				730
10.	2				708

- Širina mosta je 34m za dvosmjernu autocestu sa 6 prometnih trakova po 3 u svakom smjeru
- Projektna brzina je 100 km/h. Projektirani životni vijek je 100 godina
- plovni put B/H = 891m/62m za kontejnerske brodove do 50.000t i brodove za rasute terete do 48.000t.

Ovješeni mostovi

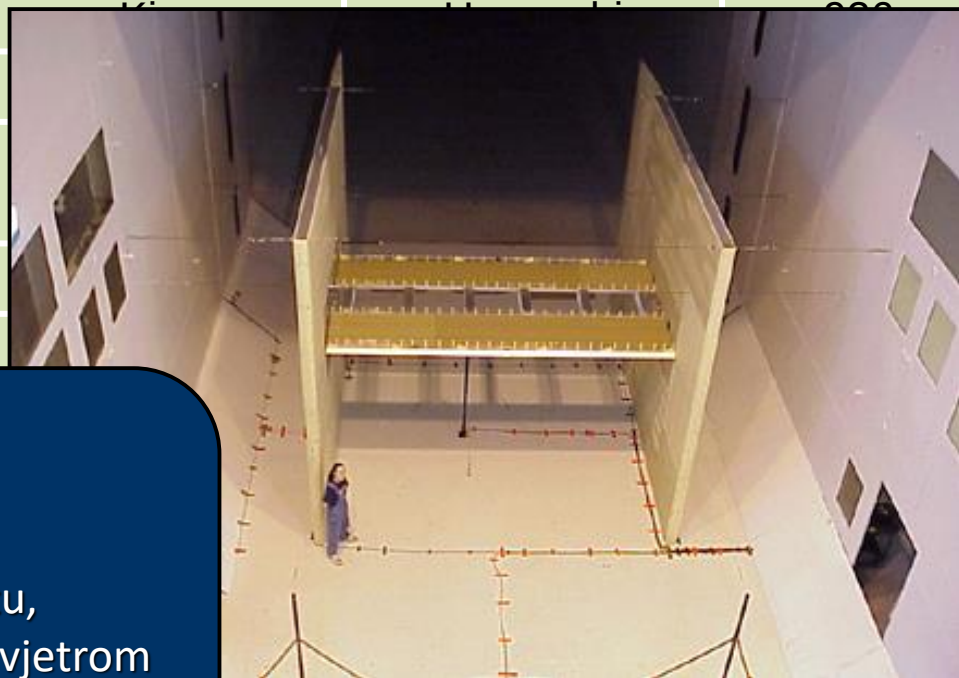
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
4.	2010.	Edong	Kina	Huanashi	926



- Most prelazi 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

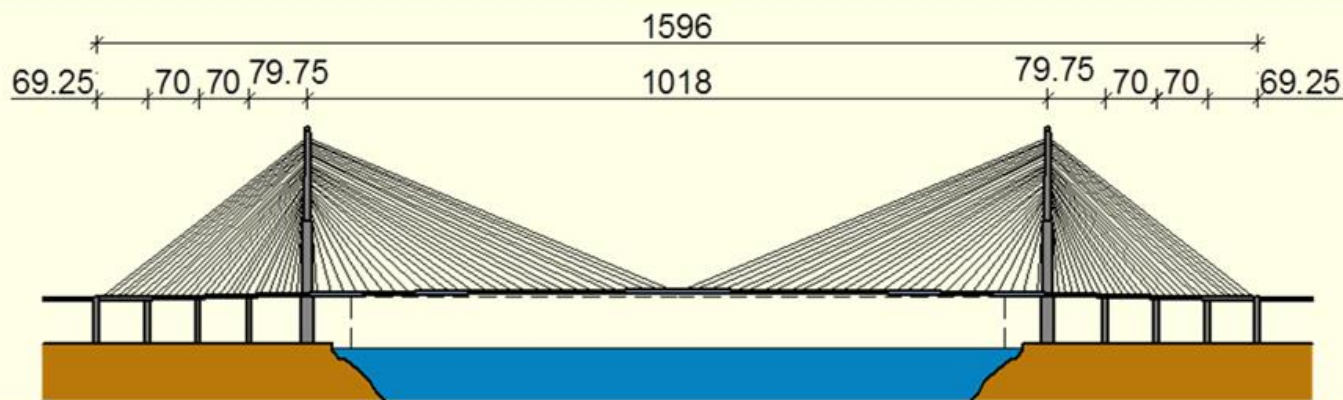
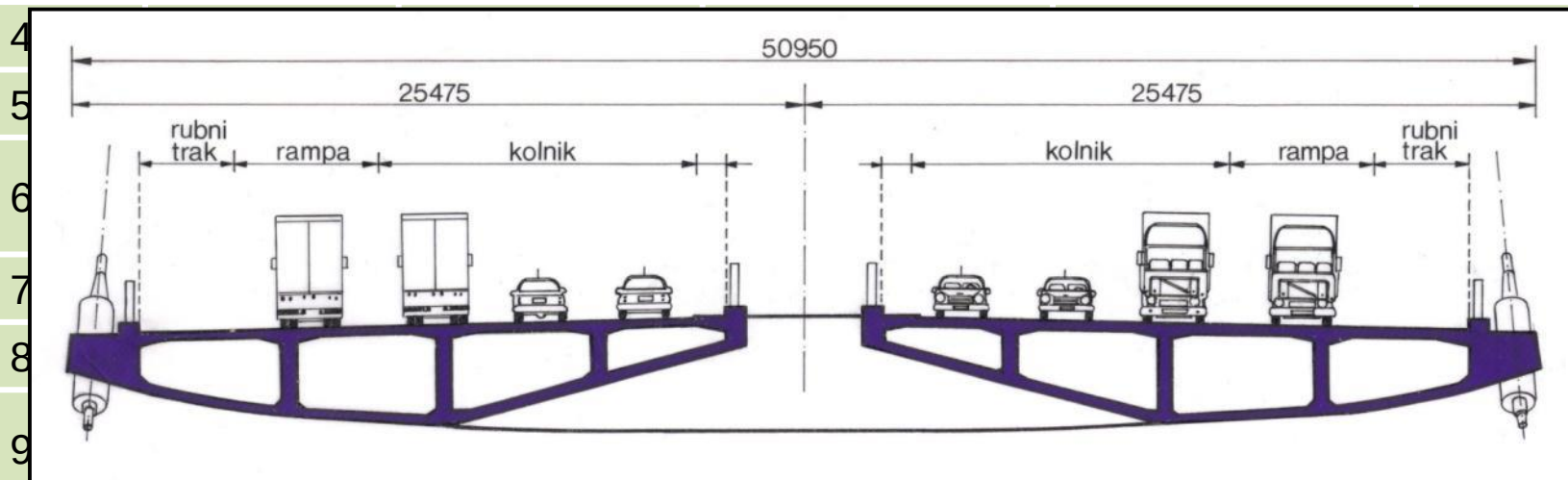
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
4.	2010.	Edong	Kina	Hubei	888
5.	1999.	Tatara	Japan	Osaka	823
6.	1995.	Pont de Normandie	France	Normandie	815
7.	2010.	Jingyue	Kina	Guangdong	815
8.	2009.	Incheon	South Korea	Incheon	815



- 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)
3.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018



Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018

4.

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.	2008.	Stonecutters	Kina	Hong Kong	1018
4.					6
5.					0
6.					6
7.					6
8.					0
9.					0
10.					8





Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
5.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890



Ovješeni mostovi

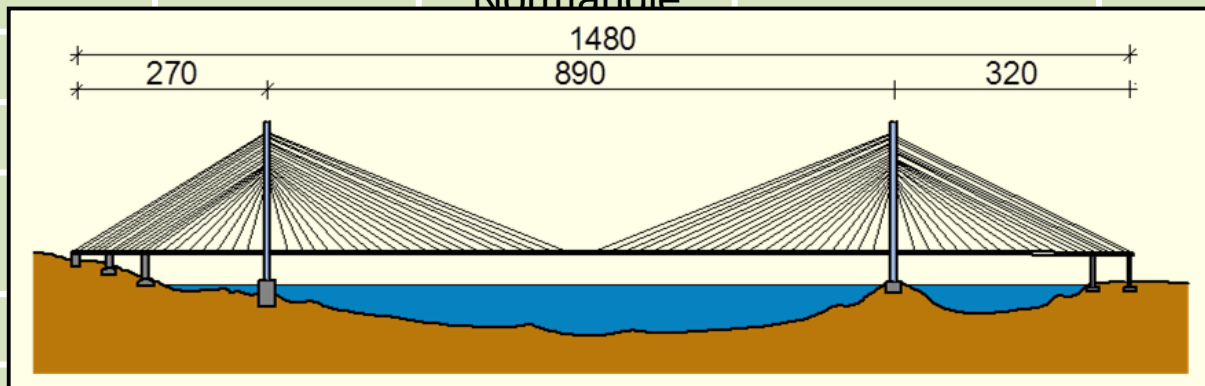
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
5.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
6.	1995.				
7.					
8.					
9.	2009.				
10.	2010.				

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

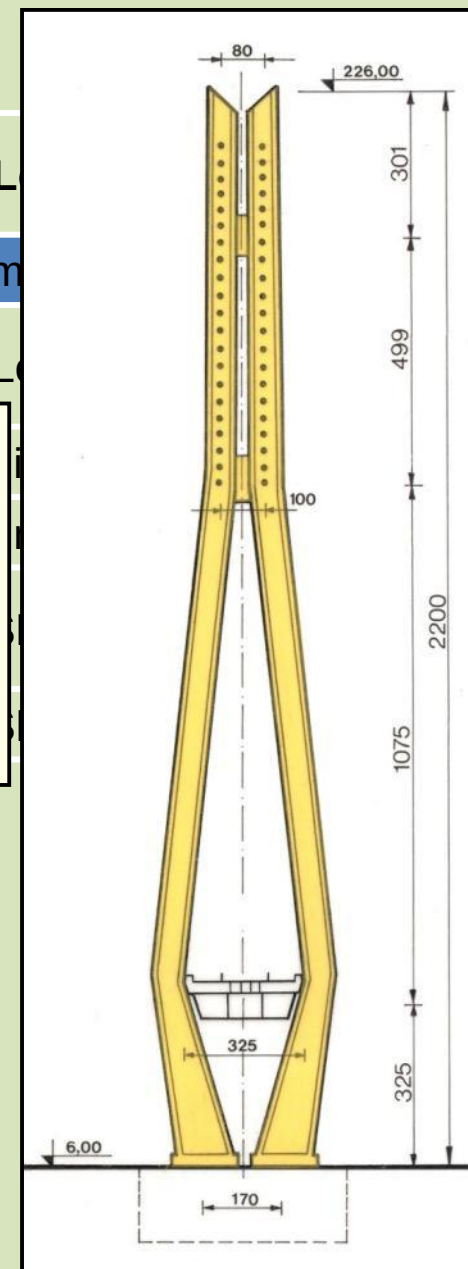


Ovješeni mostovi

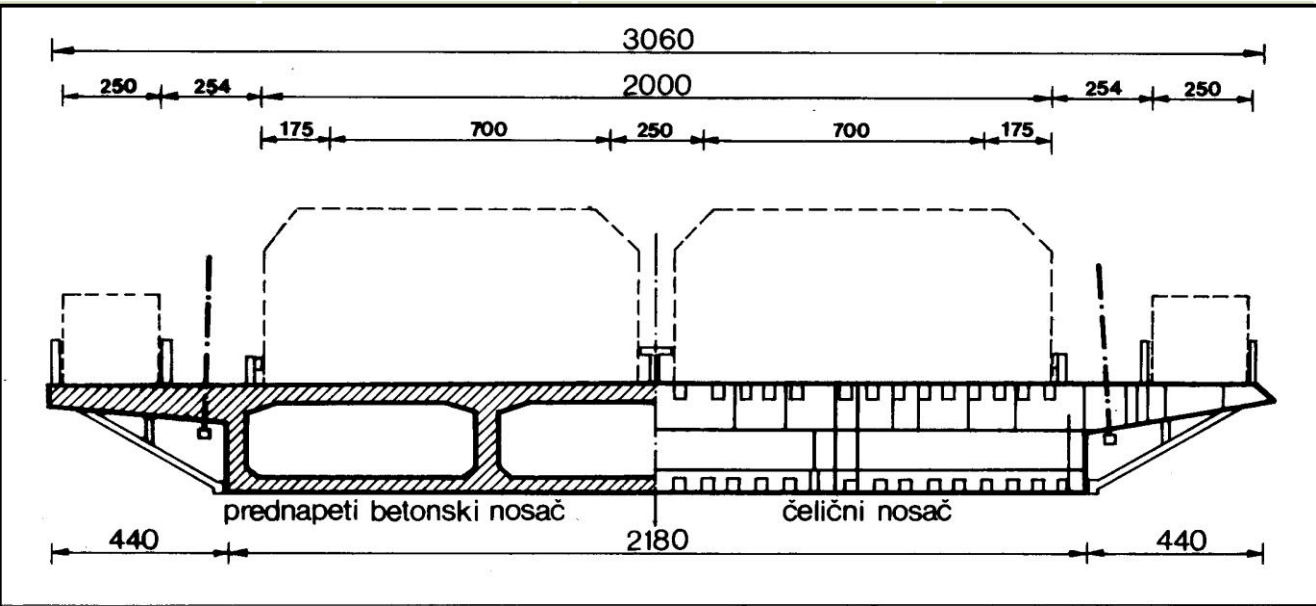
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	L
5.	1999.	Tatara	Japan	Onom
6.	1995.	Pont de Normandie	Francuska	L



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



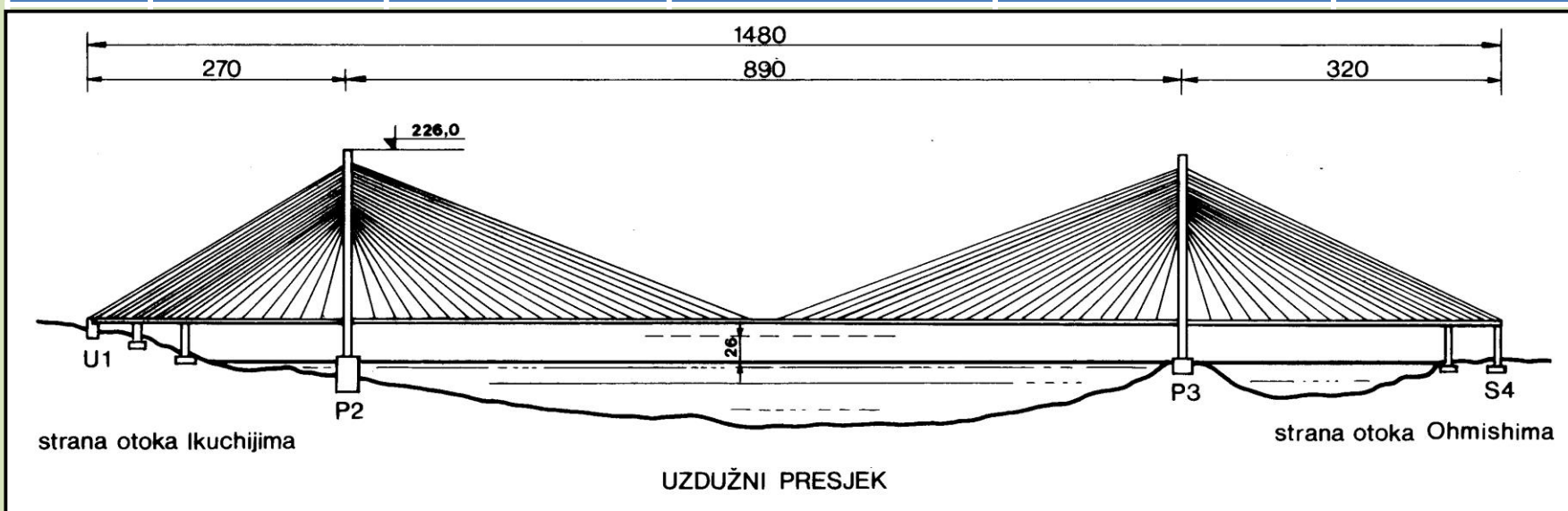
Ovješeni mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
5.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890
6.					856
7.					816
8.					800
9.					730
10.					708

- Čelična kontinuirana gredna konstrukcija sandučastog aerodinamičnog 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)
5.	1999.	Tatara	Japan	Onomichi-Imabari	890



- 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)
6.	1995.	Pont de Normandie	Francuska	Le Havre	856
7.					16
8.					00
9.					30
10.					08



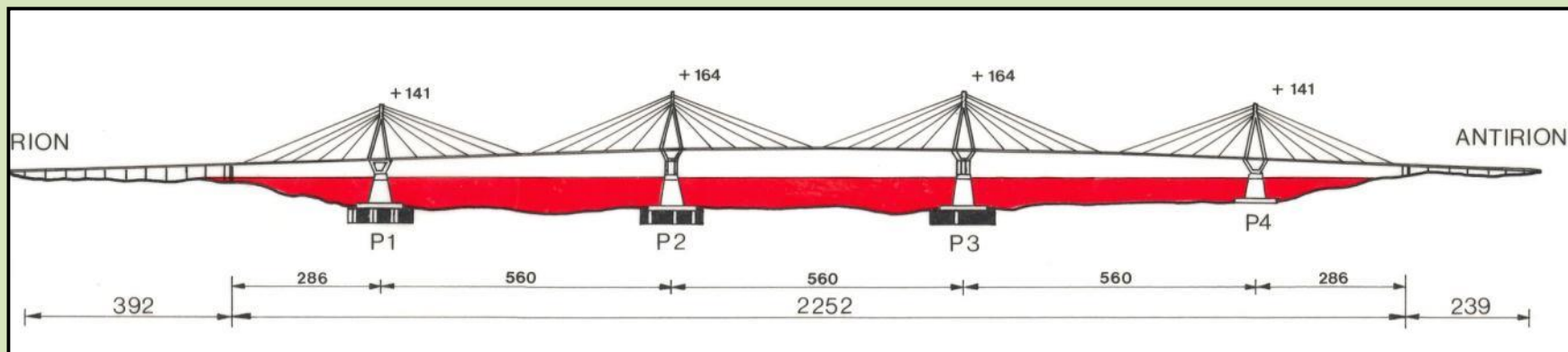
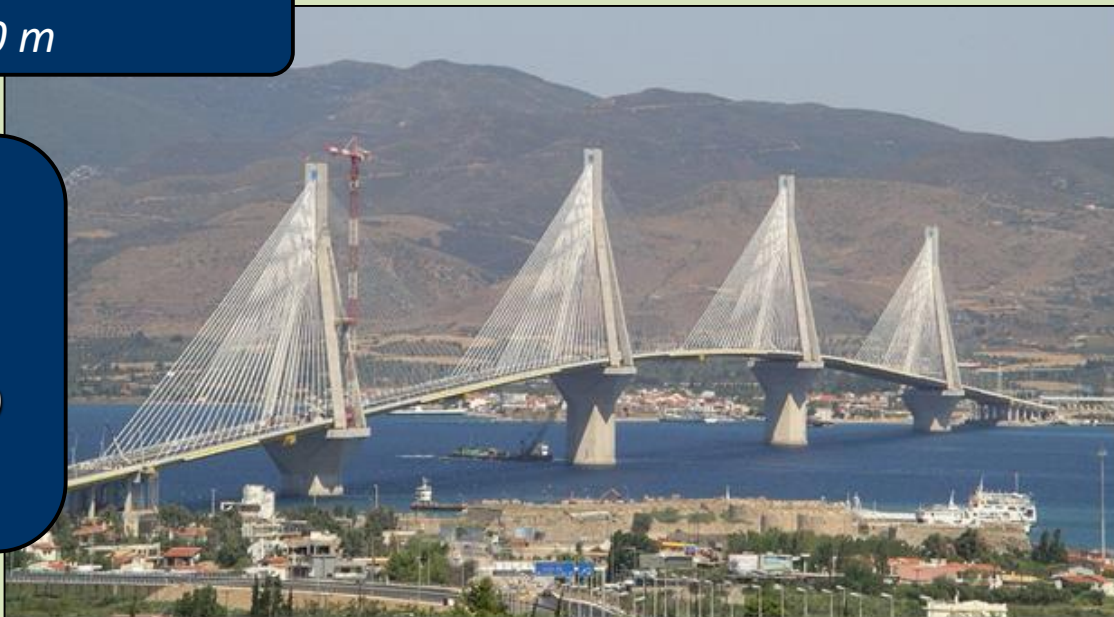
Svjetski dometi u mostogradnji



Ovješeni mostovi

2004., Grčka,
Rio-Antirio, $L = 560$ m

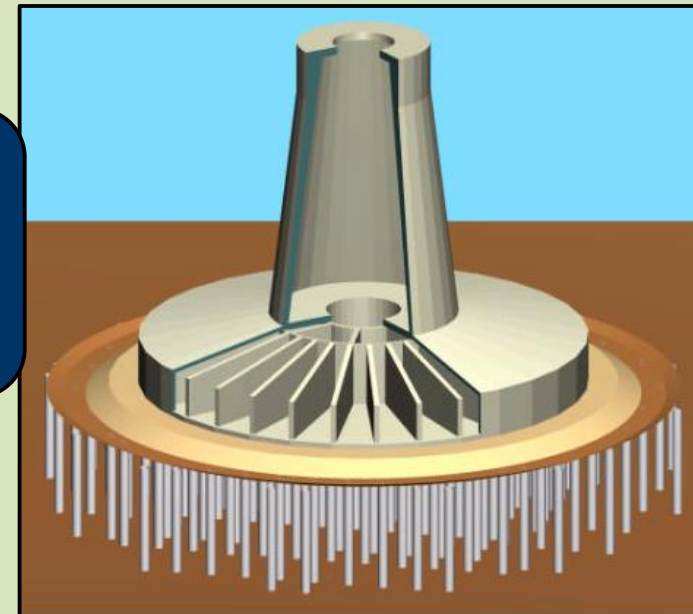
- Pet ovješениh raspona
- Tri srednja duljine 560 m
- Dva rubna duljine 286 m
- Prilazni vijadukti 392 i 239 m duljine



Ovješeni mostovi

2004., Grčka,
Rio-Antirio , $L = 560\text{ m}$

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



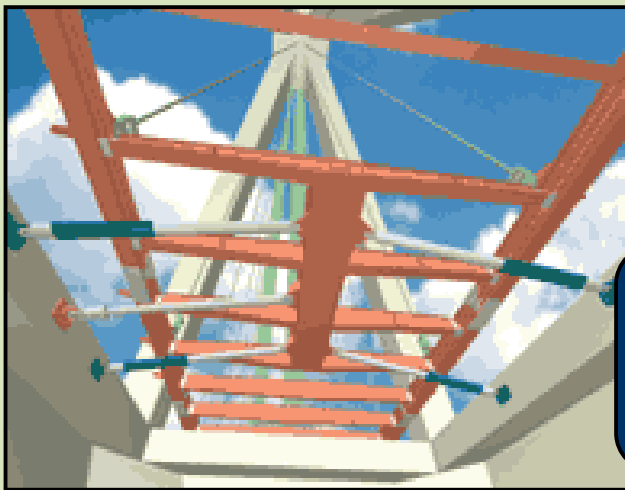
- Gornji dio stupova – obrnuta piramida kvadratne osnovice 38,0 m; $h \sim 15,0\text{ m}$
- Pilon – četiri armiranobetonske nakrivljene noge presjeka $4,0 \times 4,0\text{ m}$

Ovješeni mostovi

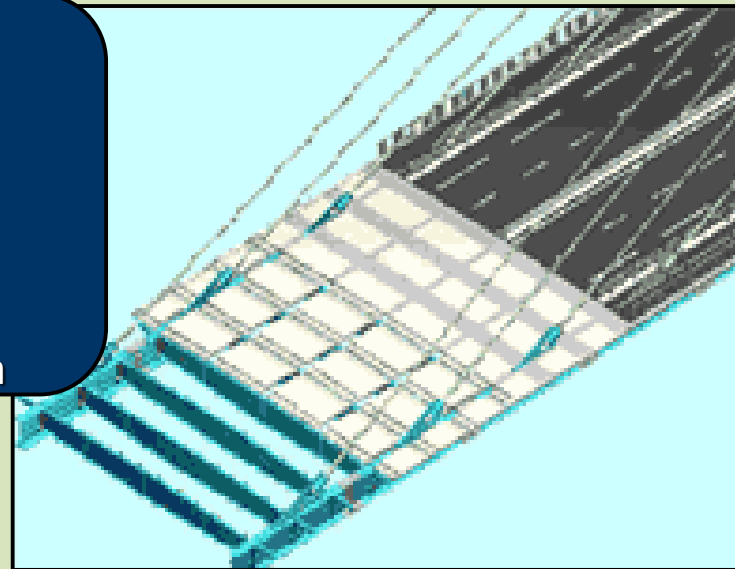
2004., Grčka,
Rio-Antirio, $L = 560\text{ m}$

Rasponski sklop:

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

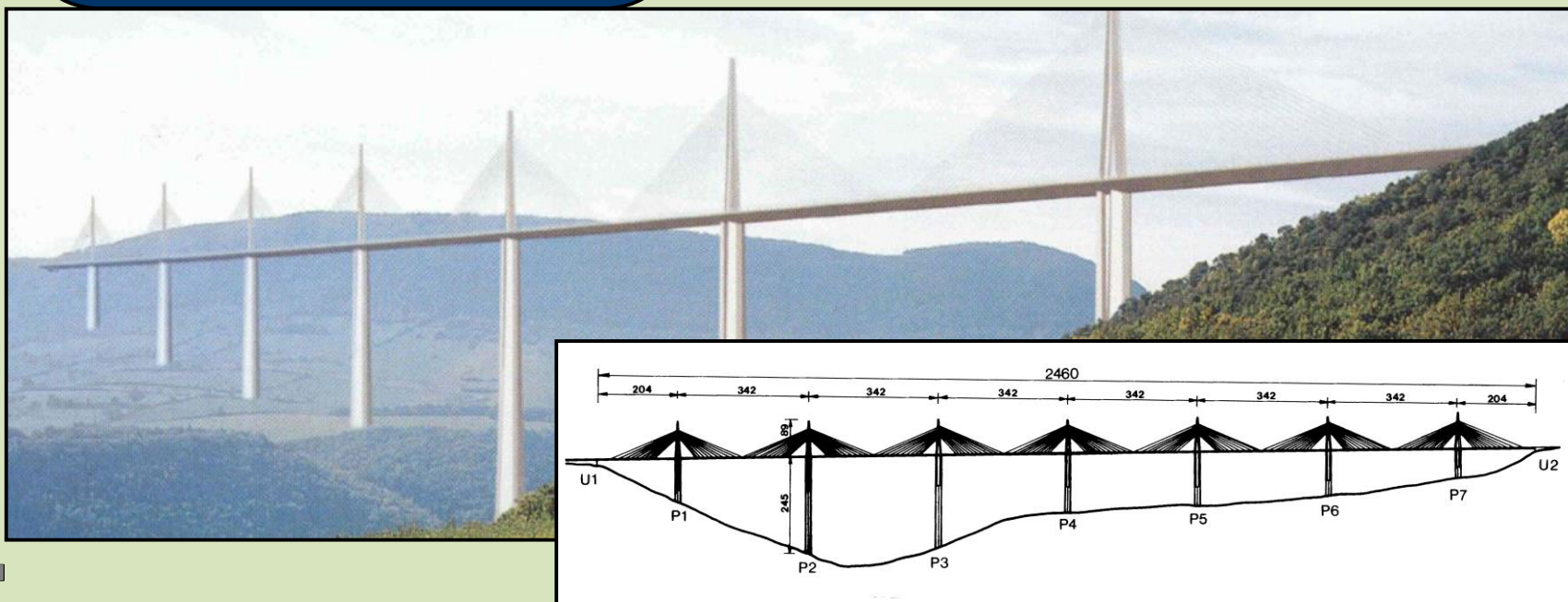


- Četiri prigušivača povezuju rasponski sklop s pilonom i ograničavaju pomake u slučaju potresa

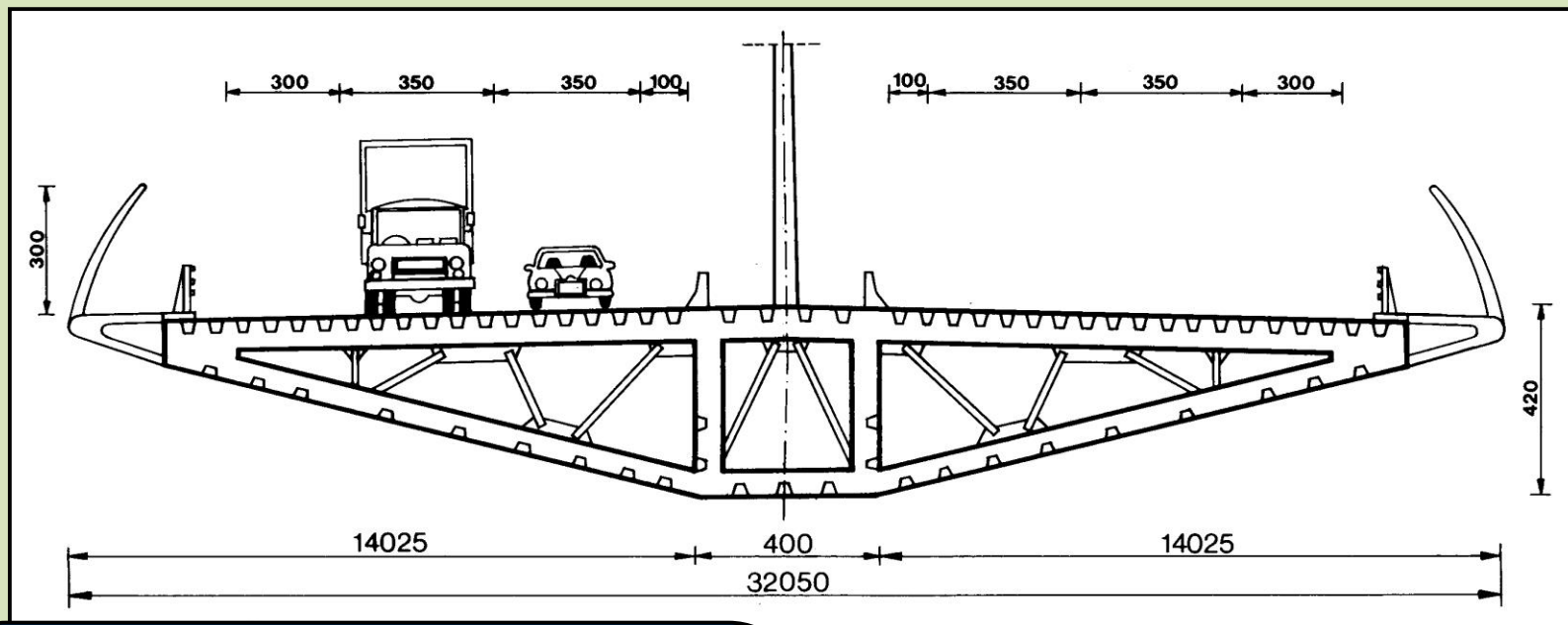


Ovješeni mostovi

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

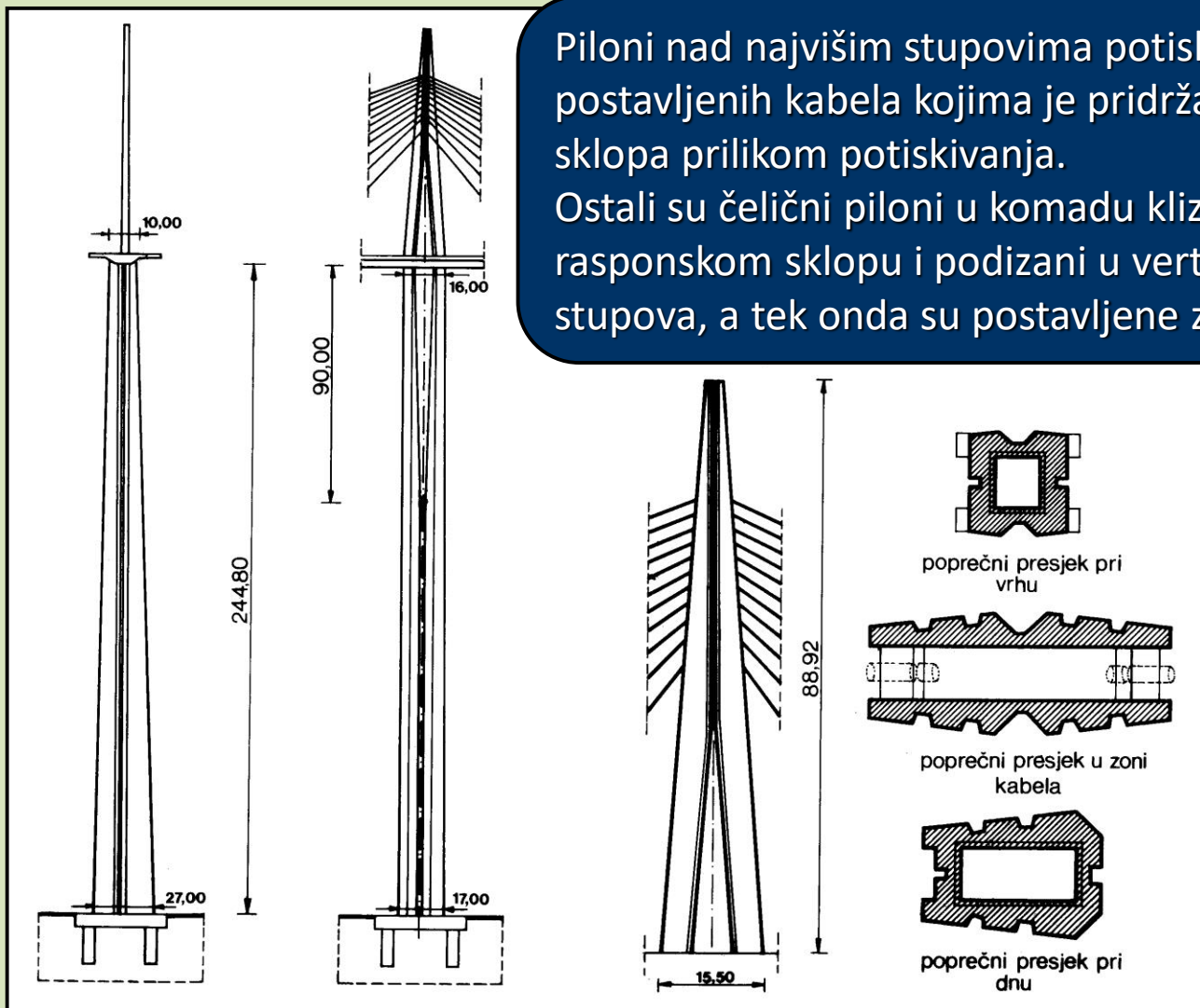
Razmak stupova smanjen prethodno izvedenim čeličnim tornjevima



Ovješeni mostovi

Piloni nad najvišim stupovima potiskivani su pomoću ranije postavljenih kabela kojima je pridržan 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.



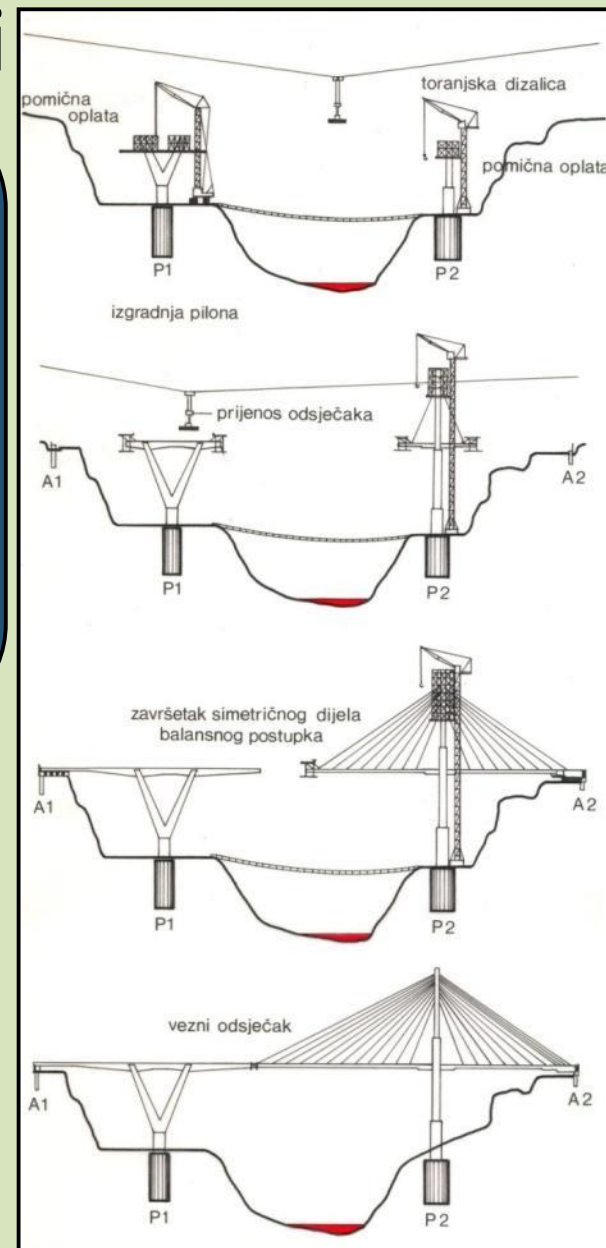
Ovješeni mostovi

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

Osebjuna konstrukcija betonskog okvirnog mosta s Y stupom i 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.	2009.	Xihoumen	Kina	Zhoushan	1650
3.	1998.	Veliki Belt	Danska	Halsskov-Sprogø	1624
4.	2012.	Yi Sun-sin Bridge	Koreja	Gwangyang	1545
5.	2005.	Runyang South	Kina	Zhenjiang	1490
6.	2012.	Nanjing Fourth Yangtze	Kina	Nanjing	1418
7.	1981.	Humber	Vel. Brit.	Hull	1410
8.	2016.	Yavuz Sultan Selim	Turska	Bospor	1408
9.	1999.	Jiangyin Yangtze	Kina	Jiangsu	1385
10.	1997.	Tsing Ma	Kina	Hong Kong	1377
11.	2013.	Hardanger Bridge	Norveška	Brurvik - Brimnes	1310
12.	1964.	Verrazano-Narrows	SAD	New York	1298
13.	1937.	Golden Gate	SAD	San Francisco	1280

Viseći mostovi raspona većih od 1200 m

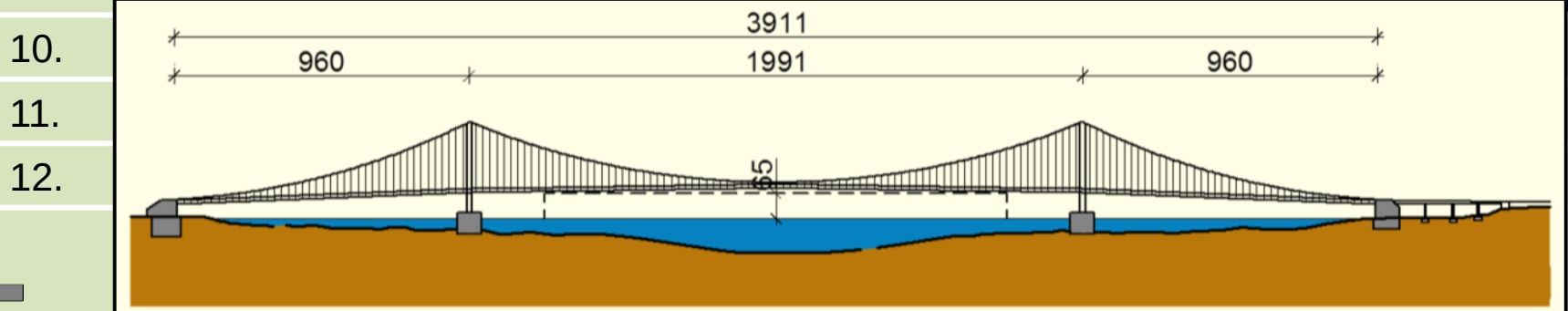
Viseći mostovi

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



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.

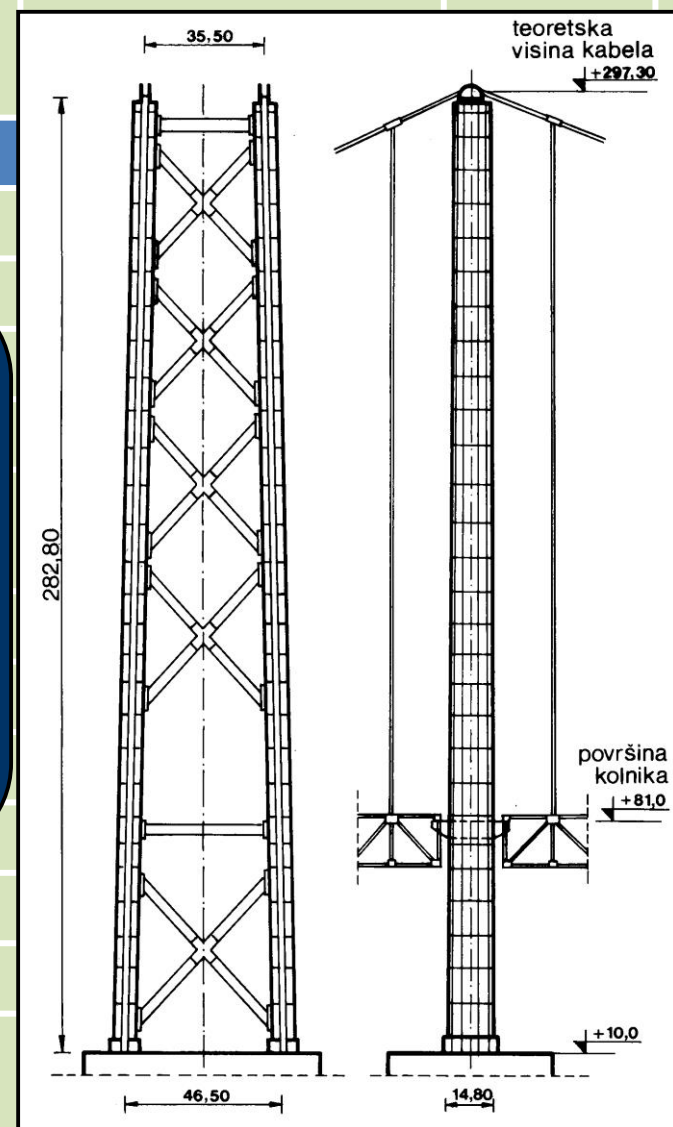


Viseći mostovi

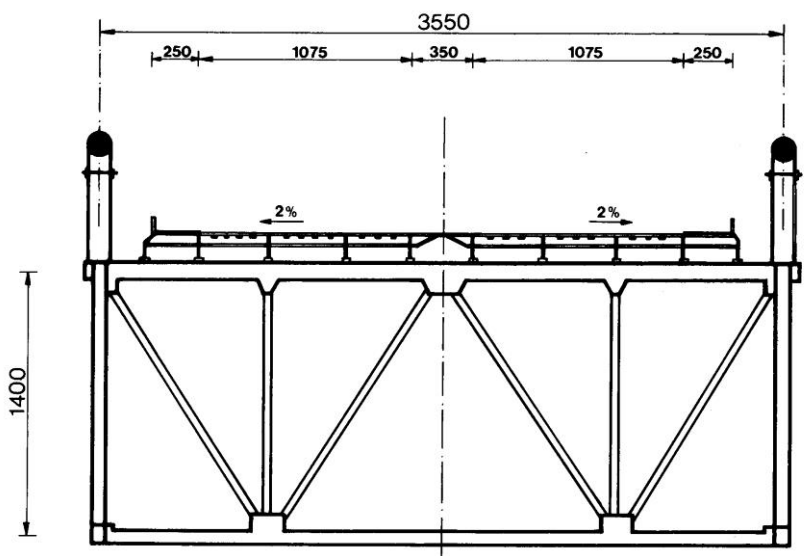
Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država
1.	1998.	Akashi Kaikyo	Japan
2.	2009.	Xihoumen	Kina
3.	1999.	Millau Viaduct	Francuska
4.	1997.	Yajima	Japan
5.	1995.	Yongding River Bridge	Kina
6.	1994.	Yongding River Bridge	Kina
7.	1993.	Yongding River Bridge	Kina
8.	1992.	Yongding River Bridge	Kina
9.	1991.	Yongding River Bridge	Kina
10.	1990.	Yongding River Bridge	Kina
11.	1964.	Verrazano-Narrows	SAD
12.	1937.	Golden Gate	SAD

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

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



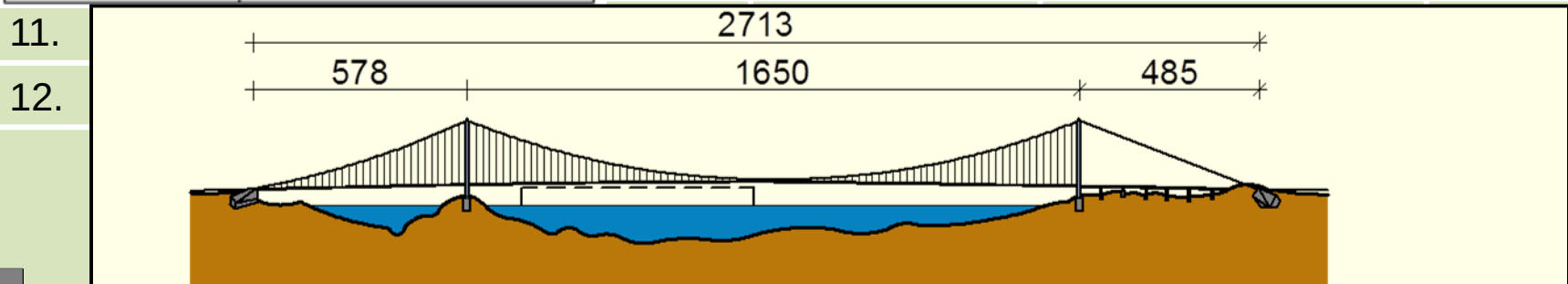
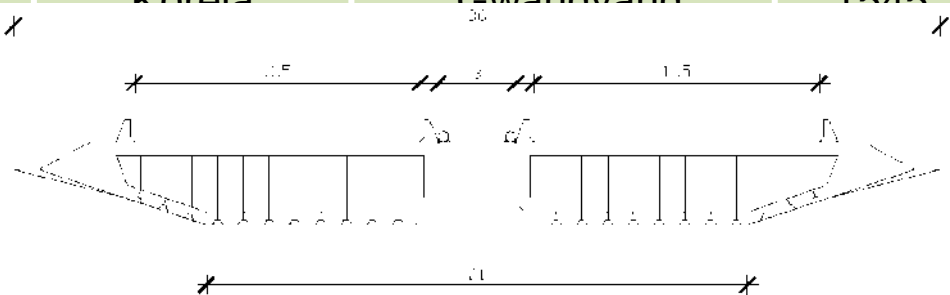
Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
1.	1998.	Akashi Kaikyo	Japan	Kobe-Naruto	1991
2.	2009.	Xihoumen		650	
3.	1998.	Veliki Belt		624	
4.	2012.	Yi Sun-sin Bridge		545	
5.	2005.	Runyang South		490	
6.	2012.	Nanjing Fourth Yangtze		418	
7.	1981.	Humber		410	
8.	1999.	Jiangyin Yangtze		385	
9.	1997.	Tsing Ma		377	

- 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)
2.	2009.	Xihoumen	Kina	Zhoushan	1650
		elt	Danska	Halsskov-Sprogø	1624
		Bridge	Koreja	Gwangyang	1545
		ou			
		ou			
		tz			
		r			
		ngtze	Kina	Jiangsu	1385
		a	Kina	Hong Kong	1377
		Bridge	Norveška	Brurvik - Brimnes	1310





Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
2.	2009.	Xihoumen	Kina	Zhoushan	1650
3.	1998.	Veliki Belt	Danska	Halsskov-Sprogø	1624
4.					1545
5.					1490
6.					1418
7.					1410
8.					1385
9.					1377
10.					1310
11.					1298
12.					1280

Svjetski dometi u mostogradnji

Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1998.	Veliki Belt	Danska	Halsskov-Sprogø	1624



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

Yangyang 1545

Hull 1410

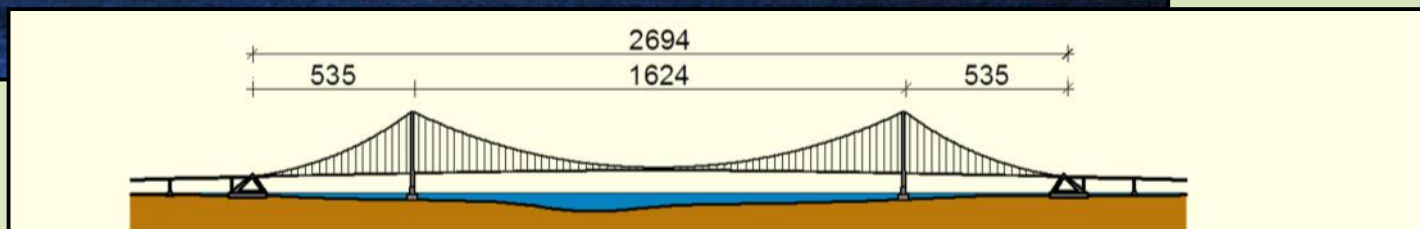
Wangsu 1385

Hong Kong 1377

Oslo - Brimnes 1310

New York 1298

San Francisco 1280



Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
3.	1998.	Veliki Belt	Danska	Halsskov-Sprogø	1624
4.	2012.	Yi Sun-sin Bridge	Koreja	Gwangyang	1545
5.	2005.	Runyang South	Kina	Zhenjiang	1490

Čelična greda za ukrućenje – sanduk aerodinamičnog oblika

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

57 odsječaka, po 1000 tona

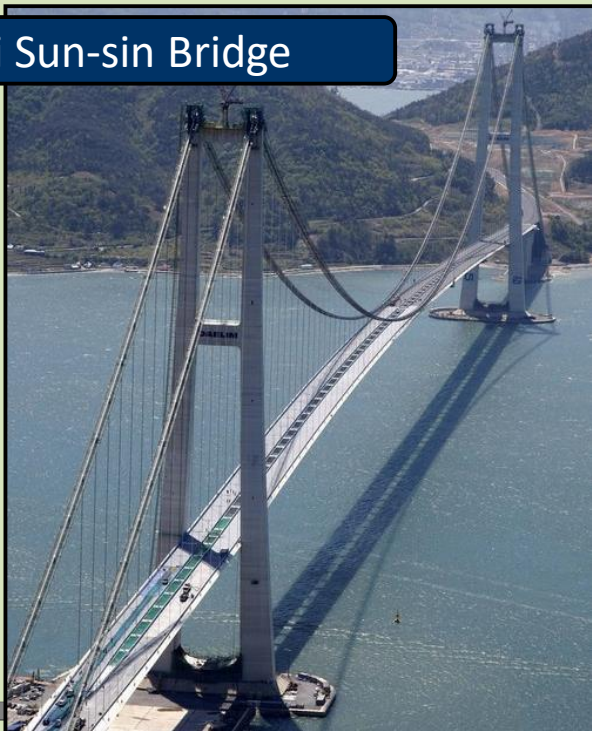
Uže za vješanje promjera 85 cm



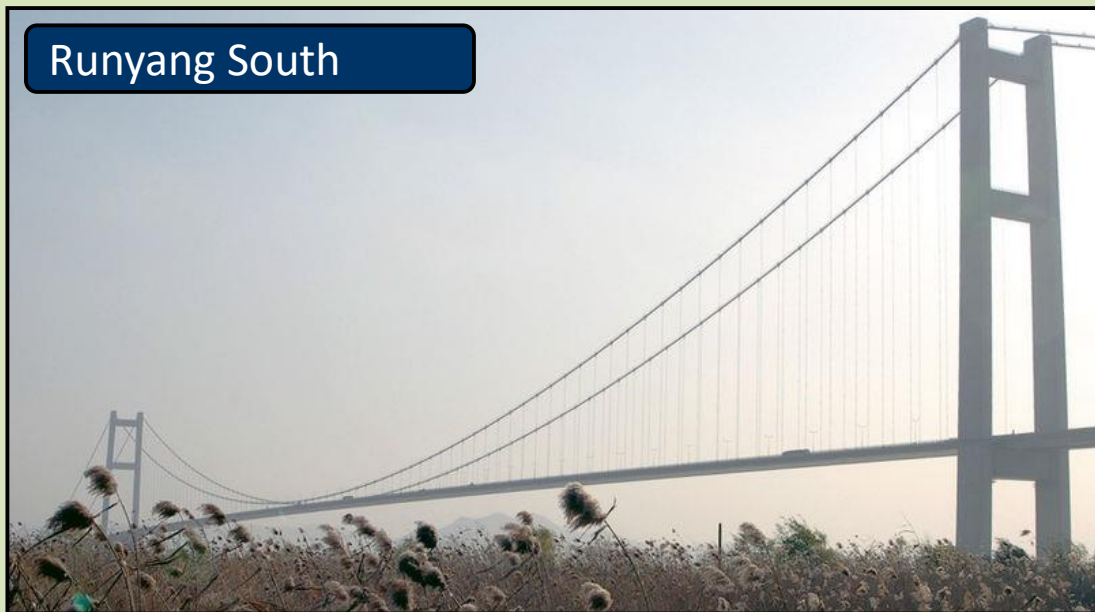
Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
4.	2012.	Yi Sun-sin Bridge	Koreja	Gwangyang	1545
5.	2005.	Runyang South	Kina	Zhenjiang	1490
6.	2012.	Nanjing Fourth Yangtze	Kina	Nanjing	1418

Yi Sun-sin Bridge



Runyang South



Viseći mostovi

Redni broj	Godina izgradnje	Naziv mosta	Država	Lokacija	Raspon (m)
4.	2012.	Yi Sun-sin Bridge	Koreja	Gwangyang	1545
5.	2005.	Runyang South	Kina	Zhenjiang	1490
6.	2012.	Nanjing Fourth Yangtze	Kina	Nanjing	1418

Nanjing Fourth Yangtze





Osobito veliki prijelazi

- jak utjecaj na ljudski život
- mijenjaju prirodni okoliš



- druga mjerila kvalitete
- imperativna vizualna posebnost

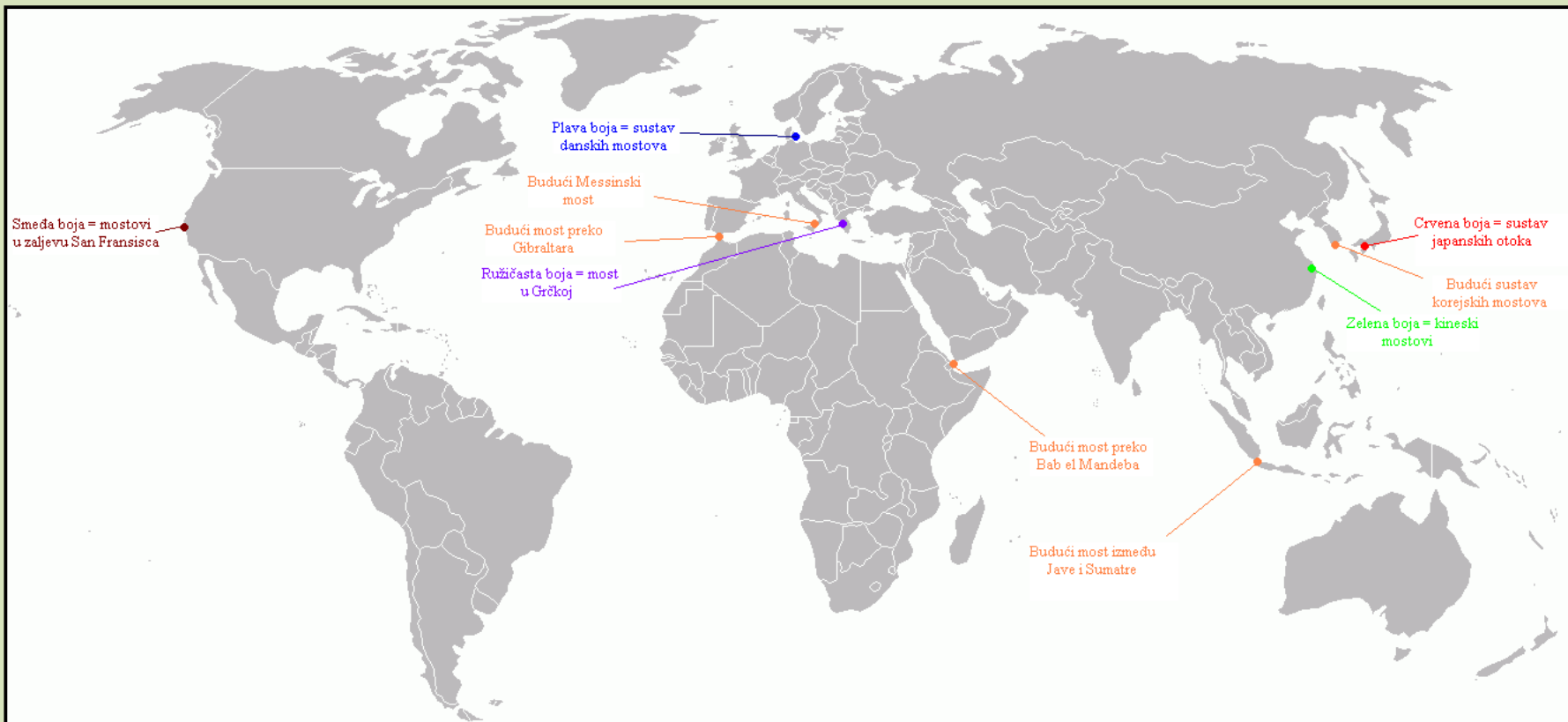
...u kontrastu sa...

- nametnutim ograničenjima
- tehnološkim uvjetima
- ekonomskim činiteljima



- racionalna rješenja
- razmatranje što više različitih varijanti

Osobito veliki prijelazi

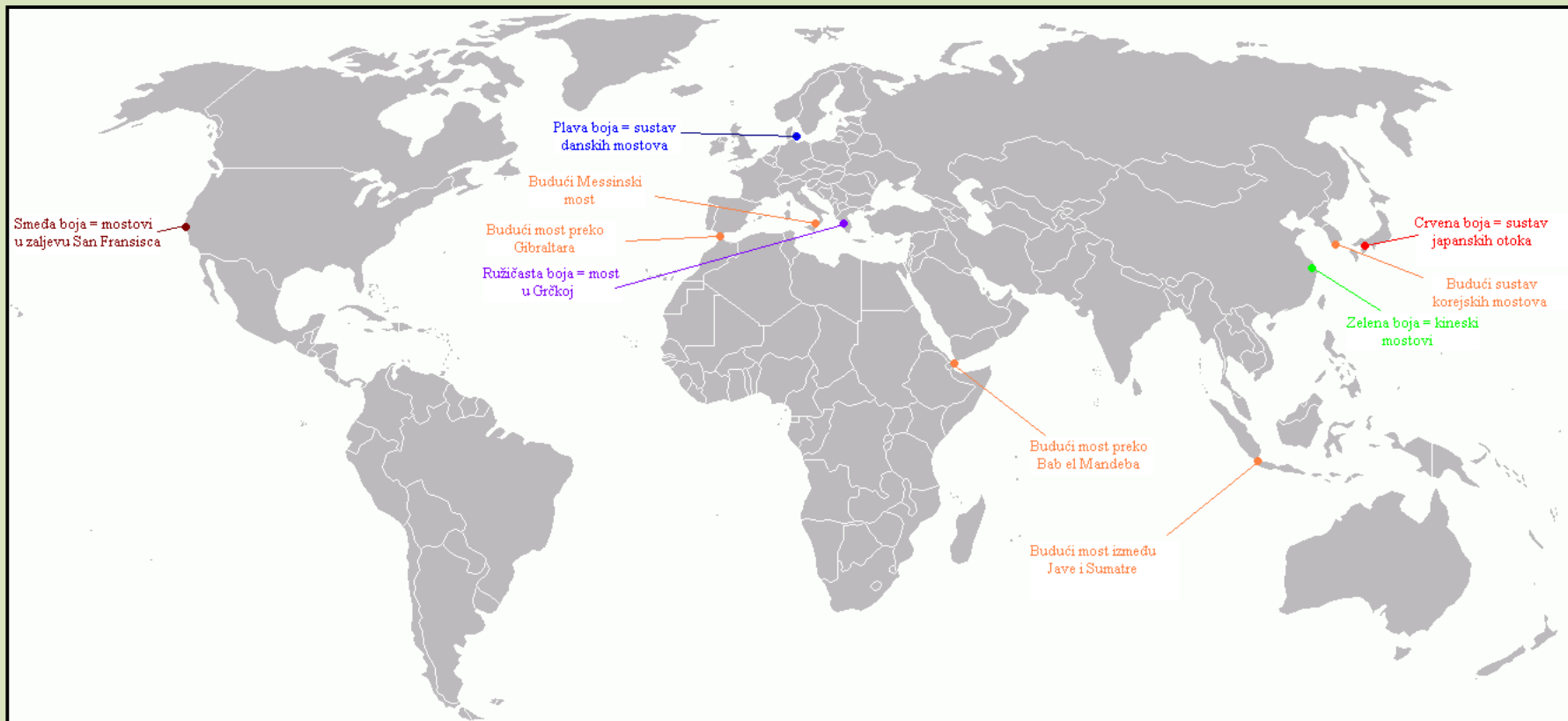


Azija:

- 1) sustav mostova koji povezuju Japanske otoke Honshu i Shikoku (među kojima su Akashi Kaikyo i Tatara)
- 2) tri mosta u Kini (Donghai, Hangzhou i Xihoumen)



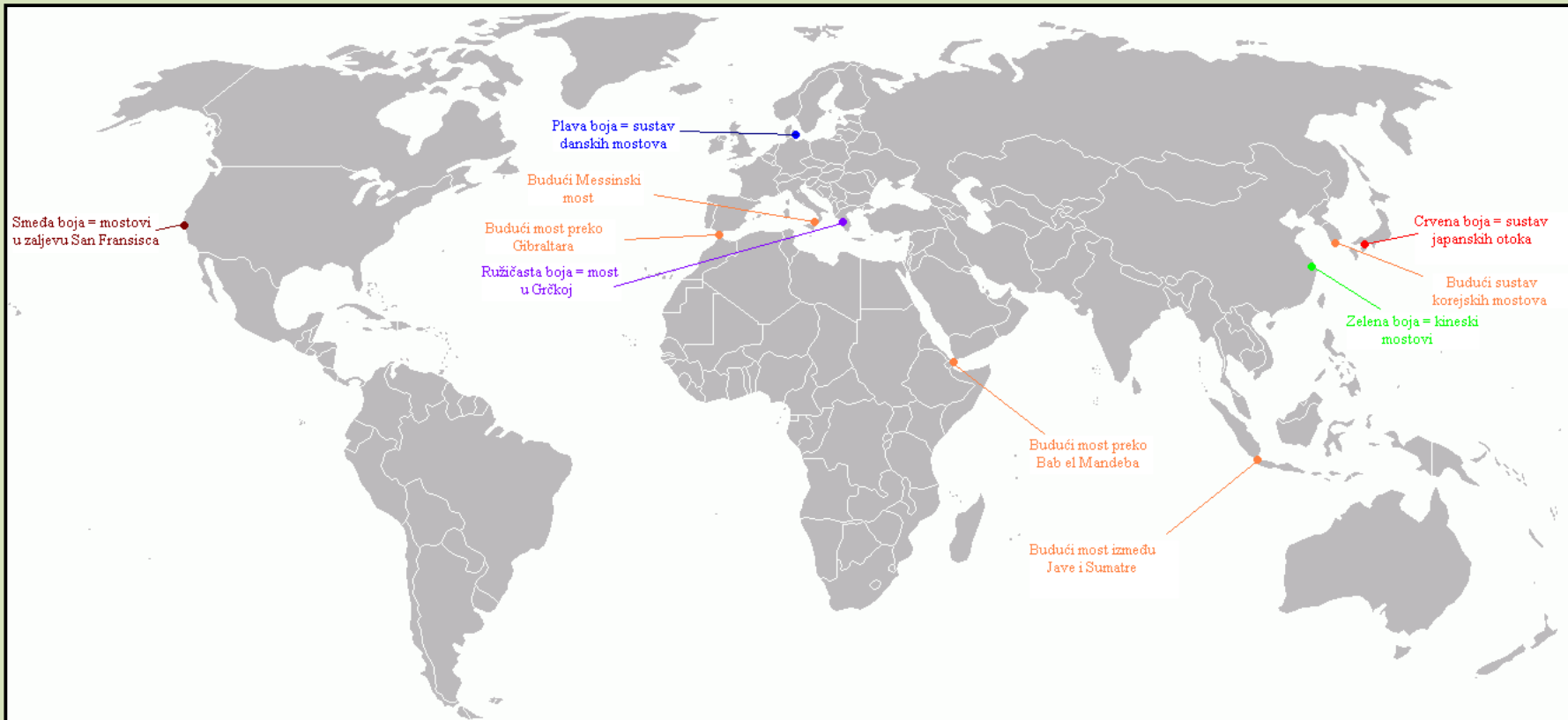
Osobito veliki prijelazi



Europa:

- 1) most Rion Antirion u Grčkoj
- 2) sustav mostova u Danskoj (Veliki Belt, Oresund i Fehmarn)

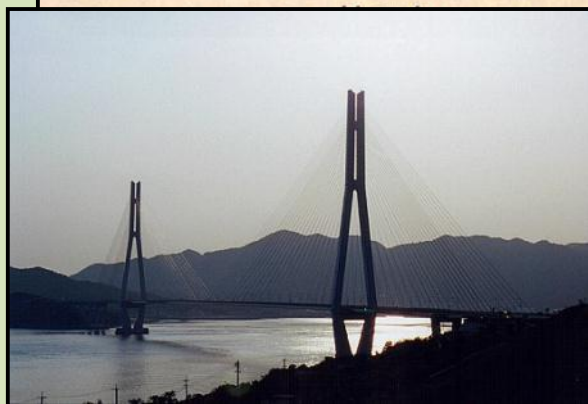
Osobito veliki prijelazi



Sjeverna Amerika:

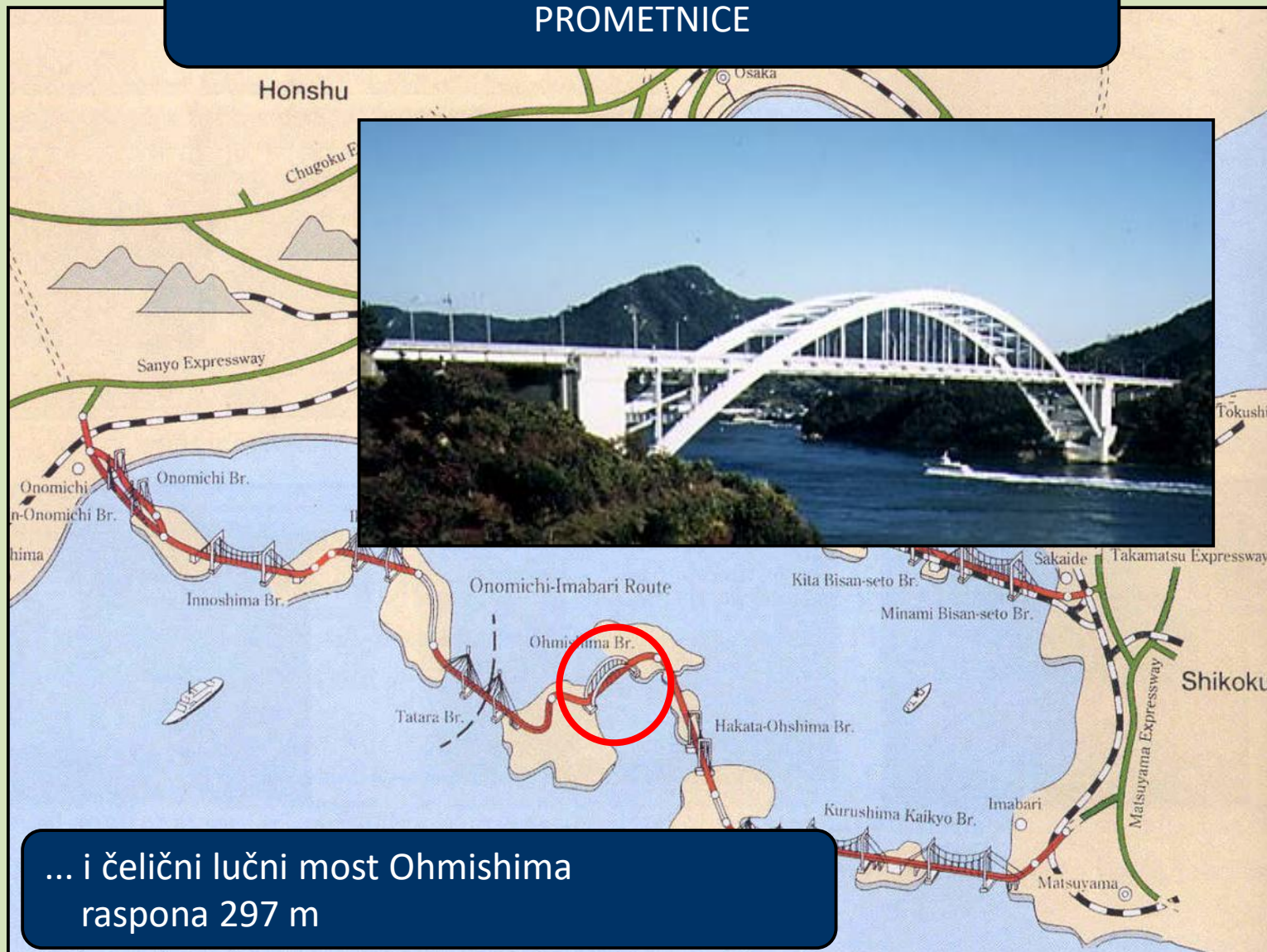
1) sustav od tri mosta u zaljevu San Francisco u SAD-u (Oakland Bay, San Mateo i San Rafael)

SPOJ JAPANSKIH OTOKA HONSHU I SHIKOKU S TRI PROMETNICE



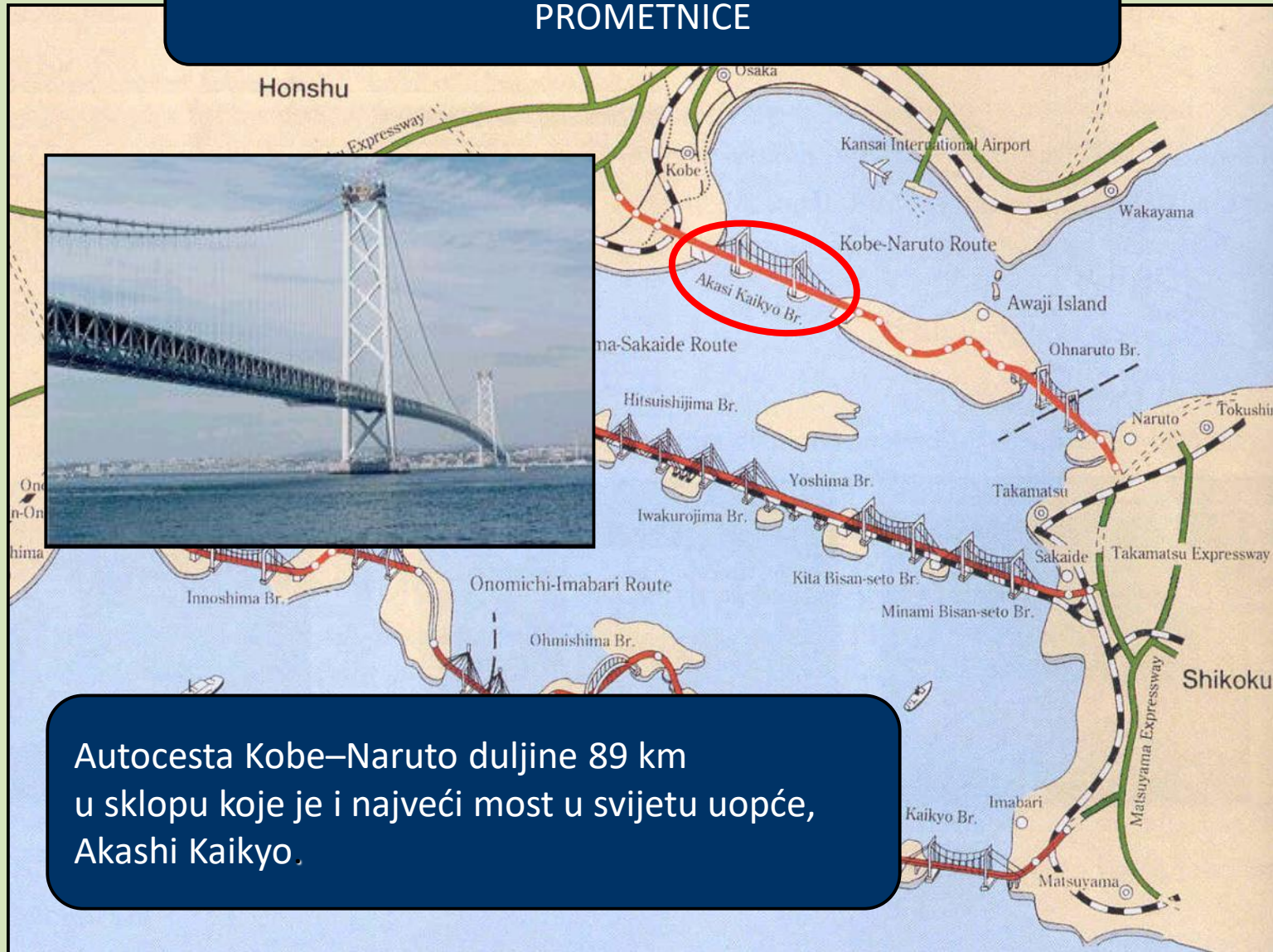
Četverotračna autocesta Onomichi-Imahari
duljine 60 km u sklopu koje se nalazi
deset mostova velikih raspona
među kojima je most Tatara...

SPOJ JAPANSKIH OTOKA HONSHU I SHIKOKU S TRI PROMETNICE



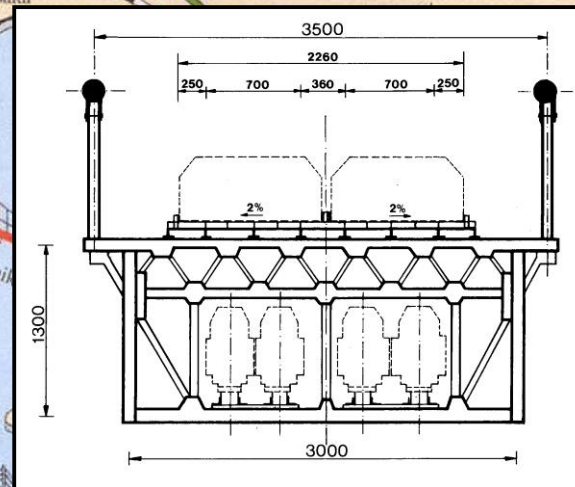
... i čelični lučni most Ohmishima
raspona 297 m

SPOJ JAPANSKIH OTOKA HONSHU I SHIKOKU S TRI PROMETNICE



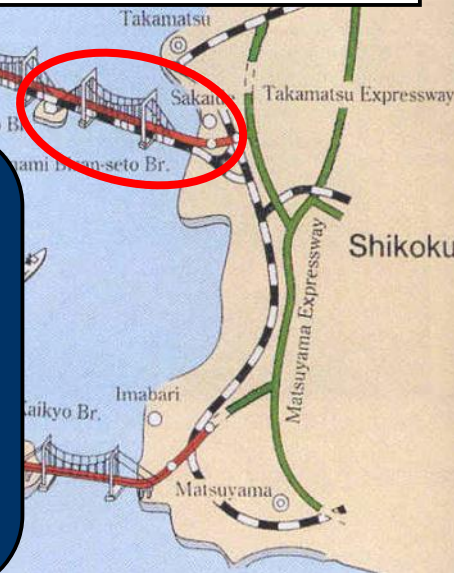
Autocesta Kobe–Naruto duljine 89 km u sklopu koje je i najveći most u svijetu uopće, Akashi Kaikyo.

SPOJ JAPANSKIH OTOKA HONSHU I SHIKOKU S TRI PROMETNICE



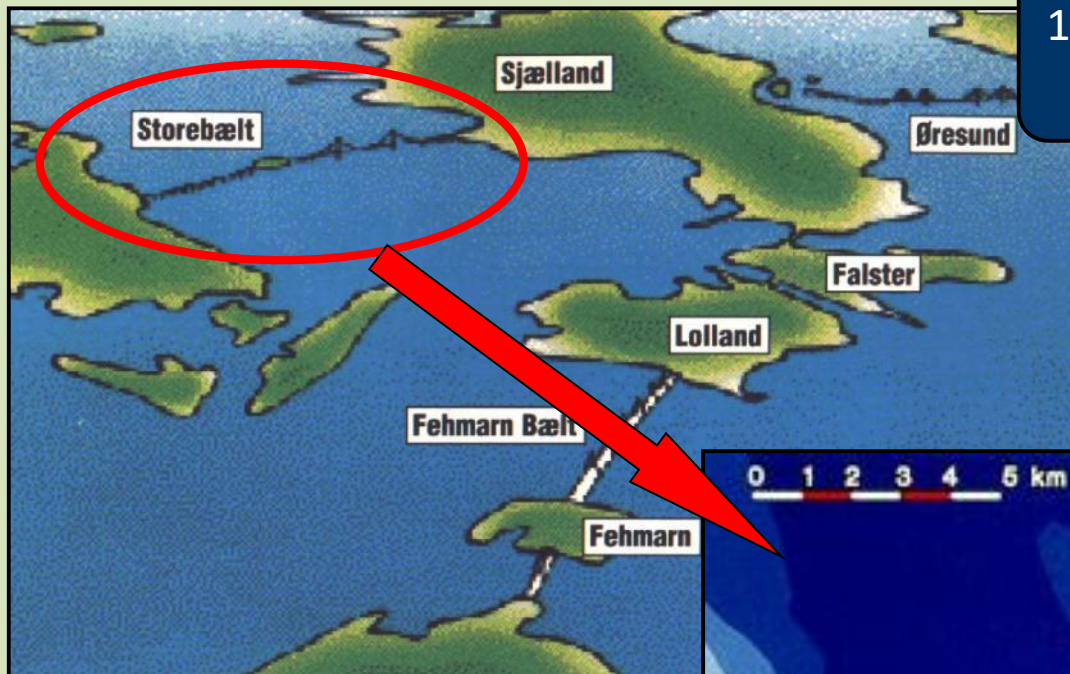
Spojница Kojima-Sakaide duljine 37,3 km koju čine autocesta i željeznička pruga. U sklopu ove dionice nalazi se 6 većih visećih i ovješanih mostova i više manjih.

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



SJEVER EUROPE – SUSTAV OD TRI PRIJELAZA

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



Veliki Belt, 6,79 km

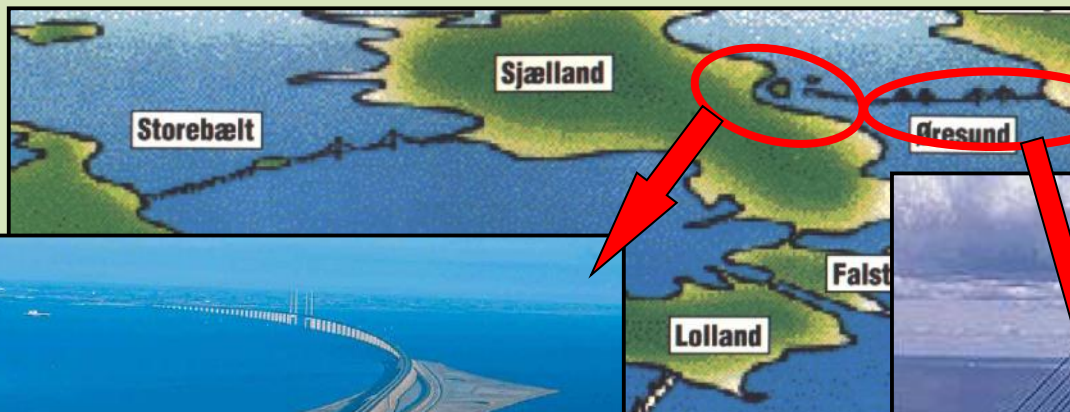


Predgotovljene bet.grede, 6,61 km



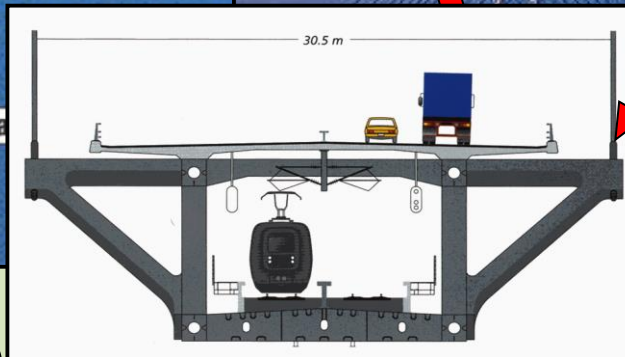
SJEVER EUROPE – SUSTAV OD TRI PRIJELAZA

2. Spoj Danske i Švedske – Oresund



Umjetni otok 4 km duljine i 3750 m dug podvodni tunel

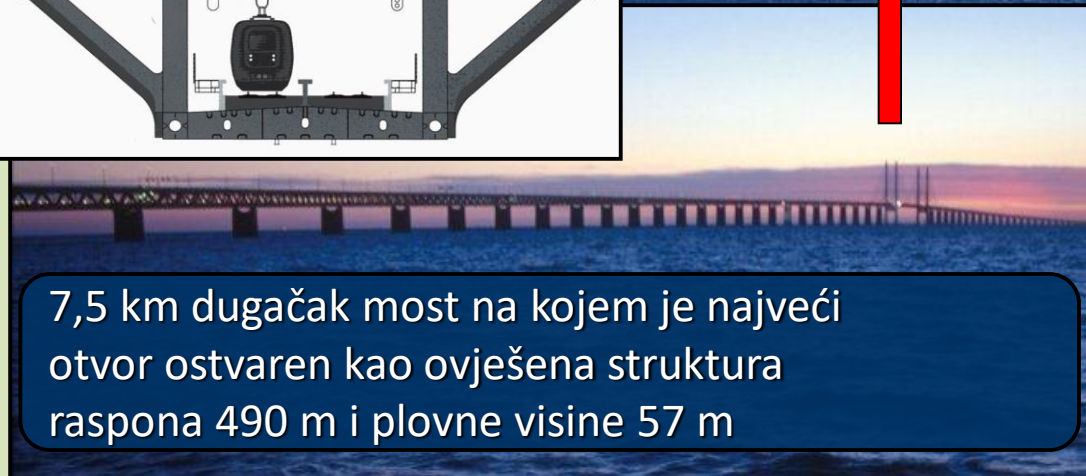
- 20 predgotovljenih elemenata cijevi duljine 176 m
- s 5 tunelskih cijevi u poprečnom presjeku



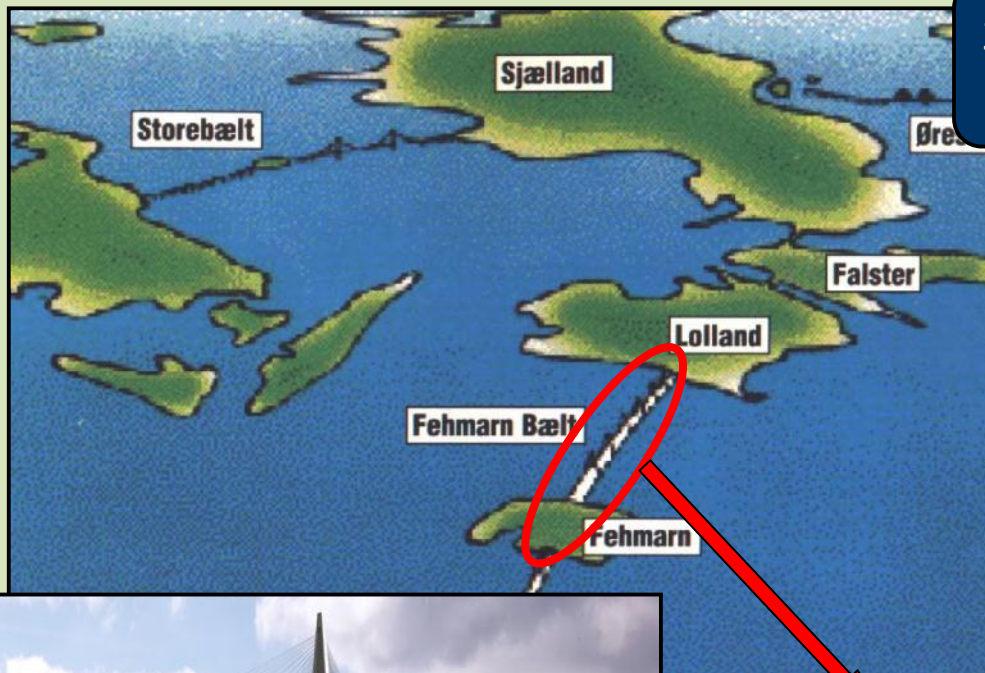
7,5 km dugačak most na kojem je najveći otvor ostvaren kao ovješena struktura raspona 490 m i plovne visine 57 m



Oresund



SJEVER EUROPE – SUSTAV OD TRI PRIJELAZA



3. Fehmarn Belt između Danske i Njemačke duljine 19 km



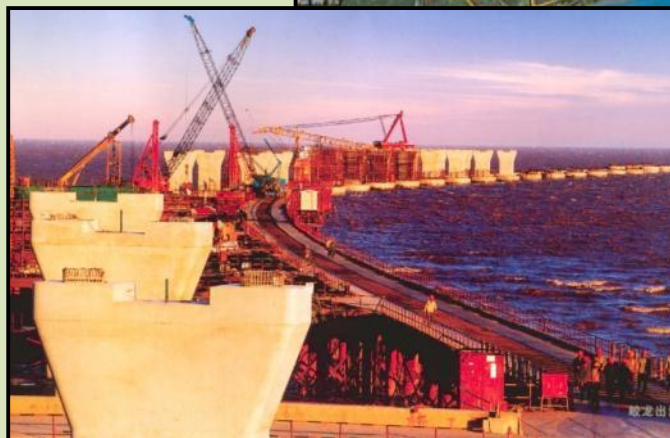
Razmatraju se varijante:

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

DONHAI MOST:

- *duljina 32,5 km*
- *povezuje kinesko kopno s lukom Yangshau*
- *333 otvora raspona uglavnom 70 m*
- *dvije veće ovještene strukture – 420 i 332 m*

Ime kanala:	Hangzhouwan
Duljina prijelaza:	32,5 km
Najveći raspon:	420 m
Širina mosta:	31,5 m
Slobodni profil:	420 m X 32 m
Početak gradnje:	2002.
Kraj gradnje:	2005.
Troškovi gradnje:	1.1 milijardi eura



DONHAI MOST

Most **Donghai** je prvi super-dugački most preko otvorenog mora u Kini, od luke Shanghai Luchao do Faze I spoja luke Xiaoyangshan. Ukupna je duljina prijelaza iznosi 32,5km, od čega je oko 90% nad morem. Most je sagrađen u 40 mjeseci od 06.2002-10.2005.

Osnovni projektni kriteriji:

- Dvosmjerna trotračna autocesta (ukupno 6 trakova)
- Projektna brzina: 80km/h
- Širina kolnika: 31,5m za most (bez prostora za sidrenje i zatege)

Dubina mora je 10-20m, a dno je 130m debeli rastresiti mekani sloj iz pleistocenskog razdoblja. Brzina morske struje je najčešće 2,0-2,5m/s, najveća visina valova za povratni period od 100 godina 6,19m. Najveća zabilježena brzina vjetra na lokaciji mosta iznosi 35,0m/s. Lokacija mosta je pod velikim utjecajem klimatskih i maritimnih uvjeta na otvorenom moru, kao vjetar, valovi, struja, plima, magla i kiša, tako da je godišnje bilo na raspolaganju svega 240 dana za izvedbu temeljenja i 180 dana za izvedbu stupova i rasponskih sklopova.

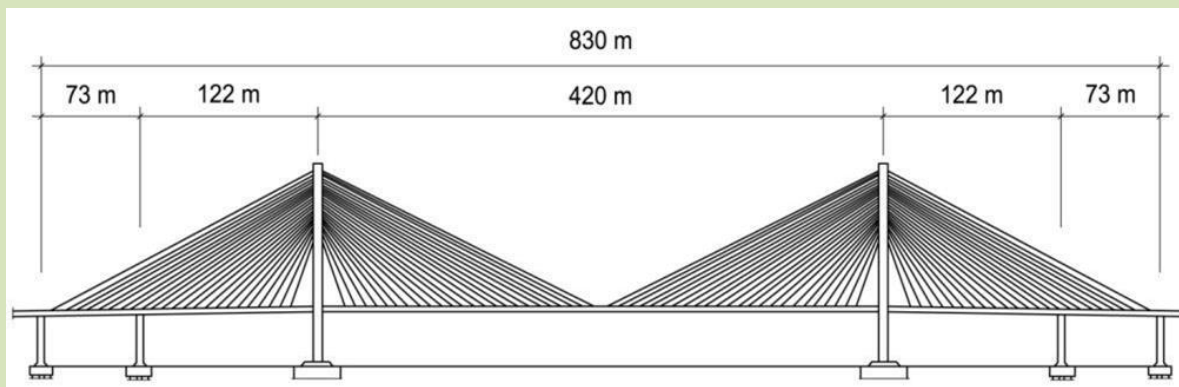
Izvedeni su kontinuirani prednapeti betonski gredni mostovi različitih raspona 50-160m, podijeljeni u 7 zasebnih cjelina, jedan zavješeni most glavnog raspona 322m kod luke i zavješeni most preko glavnog plovnog kanala, koji je predmet ovog izlaganja.

DONHAI MOST

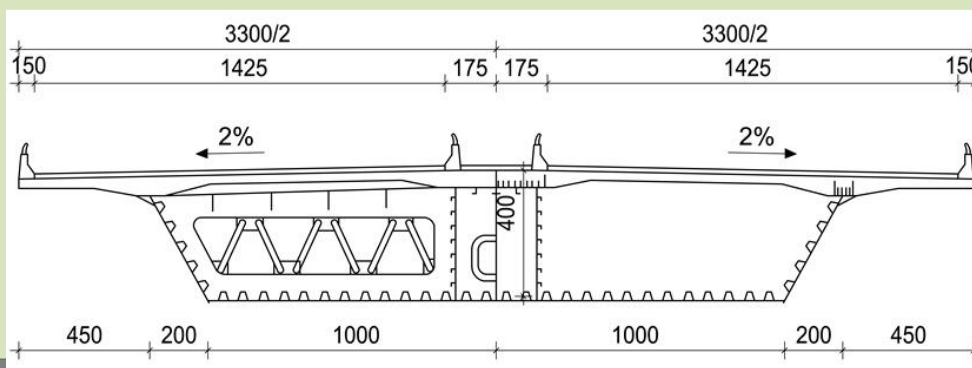
Main Channel Bridge (Most preko glavnog kanala)

Most je kontinuiran preko 5 raspona sa dva pilona, središnjim zavješanjem, spegnutim sandučastim zavješanim sklopom i među-stupovima u postranim otvorima. Među-stupovi povećavaju krutost mosta i smanjuju naprezanja u pilonu i zavješanom sklopom.

Rasponi iznose: $73 + 132 + 420 + 132 + 73 = 830\text{m}$



Zavješeni sklop je spregnuti sanduk sa tri ćelije.



DONHAI MOST

Piloni su izvedeni od betona specificirane čvrstoće 32,4 MPa. Dio iznad kolnika je obrnutog Y-oblika. Ispod razine kolnika piloni su sandučastog poprečnog presjeka promjenjive širine. U poprečnom smjeru mosta širina gornjeg dijela pilona je 7,42m, srednjeg dijela 4,2m, a donjeg dijela promjenjiva od 37m na vrhu do 28m na dnu. Širina pilona u uzdužnom smjeru mosta je konstantna 8m.

Duboko temeljenje svakog pilona čine 38 betonskih bušenih pilota $\varnothing$ 2,5m i duljine 110m, na vrhu povezanih naglavnom pločom B/L/H = 28m/56m/7m. Temelji su projektirani tako da mogu preuzeti udare valova i udare broda. Izvedeni su pomoću platformi od čeličnih cijevnih prostornih rešetaka

Naglavna ploča pilota je izvedena pomoću čeličnog zagata.



DONHAI MOST

Platforme i zagat su izrađeni pojedinačno, doplovljeni do lokacije mosta i onda međusobno spojeni. Temelji pilona su izvedeni u sljedećim fazama:

- Postavljanje vodilica i čeličnih zaštitnih cijevi
- Izvedba bušenih pilota
- Betoniranje čepa
- Betoniranje naglavne ploče pilota



Kose zatege su sastavljene od pocinčanih paralelnih žica $\varnothing 7\text{mm}$ od najmanje 121 do najviše 283 u HDPE cijevima, sa HiAm sidrenim sustavom.

Središnje smještene kose zatege oblika nazovi-lepeze su u dvije paralelne ravnine na razmaku 2,0m. Ugrađena su 24 para kosih zatega sa svake strane jednog pilona (ukupno 224). Razmak sidrišta zatega na zavješanom sklopu iznosi 8m, a na pilonu 2,2m uzduž visine pilona.

Čelični sidreni nosači kruto vezani za zidove poprečnog presjeka pilona ugrađeni su za sidrenje 2/3 kosih zatega. Preostala trećina kosih zatega je usidrena direktno u zidove pilona, zbog manjih horizontalnih komponenti sila u njima.



DONHAI MOST

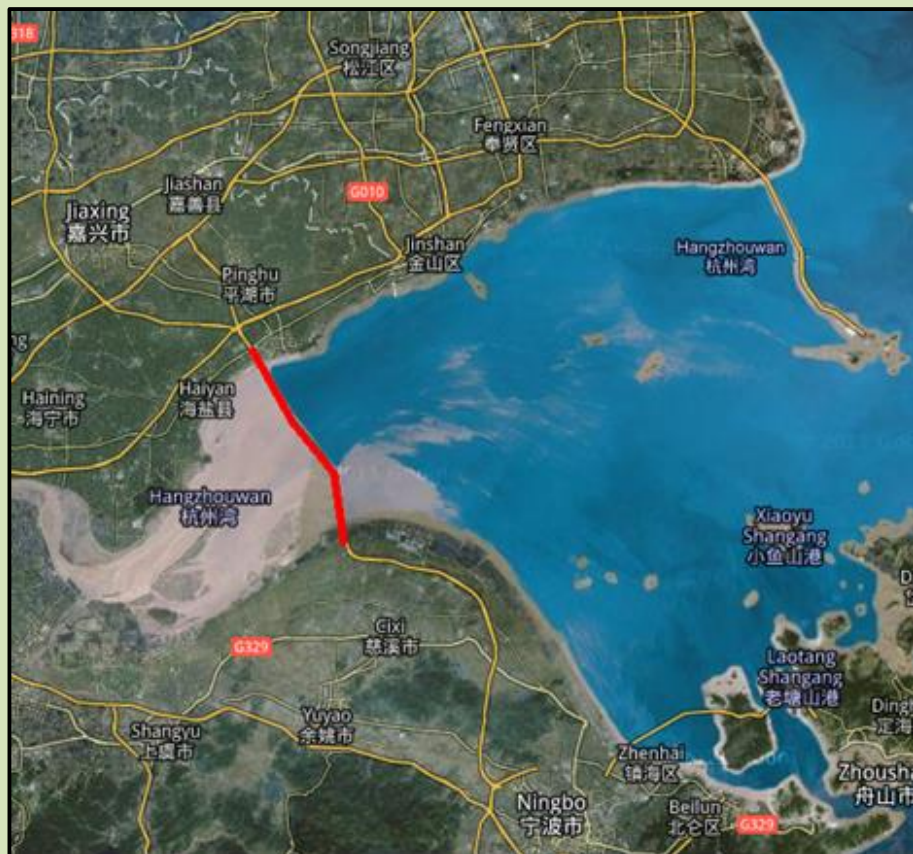


DONHAI MOST



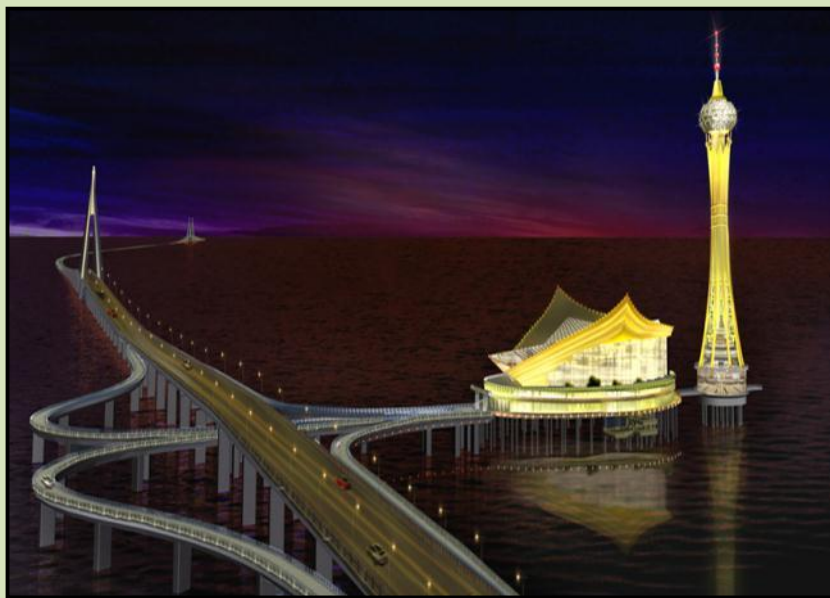
MOSTA PREKO ZALJEVA HANGZHOU

- duljina 36 km
- rasponi 70 m
- dvije veće ovješene strukture – 448 i 318 m



MOSTA PREKO ZALJEVA HANGZHOU

- na pola prijelaza je sagrađena platforma površine 12 000 m²
- na njoj se nalazi i benzinska pumpa, trgovina i turistički sadržaji



Ime kanala:	Hangzhou Bay
Duljina prijelaza:	35,7 km
Najveći raspon:	448 m
Širina mosta:	33 m
Slobodni profil:	325 m X 47 m
Početak gradnje:	2003.
Kraj gradnje:	2007.
Troškovi gradnje:	1.42 milijardi eura





MOSTA PREKO ZALJEVA HANGZHOU

Most **Hangzhou Bay** je najdulji most preko mora na svijetu.

Ukupna je duljina prijelaza koji povezuje Shanghai i Ningbo 36km, od čega je 35,7km most.

- Najveći uzdužni nagib nivelete: manji od 3%
- Projektni životni vijek: 100 godina za glavne mostove, 60 godina za prilazne vijadukte
- Otpornost na vjetar: 100 godišnji povratni period u uporabi, 30 godišnji za izvedbu
- Glavni raspon preko sjevernog kanala je projektiran za prolaz brodova do 35.000t tako da je gabarit plovnog puta $B/H = 325m/47m$
- Intenzitet potresa: zona VI



MOSTA PREKO ZALJEVA HANGZHOU - North Channel Bridge, 2008

Most je kontinuiran preko 5 raspona sa „polu-plivajućim“ oslanjanjem, pilonima dijamantnog oblika i dvije ravnine kosih zatega (bočno zavješanje).

Rasponi iznose: $70 + 160 + 448 + 160 + 70 = 908\text{m}$.

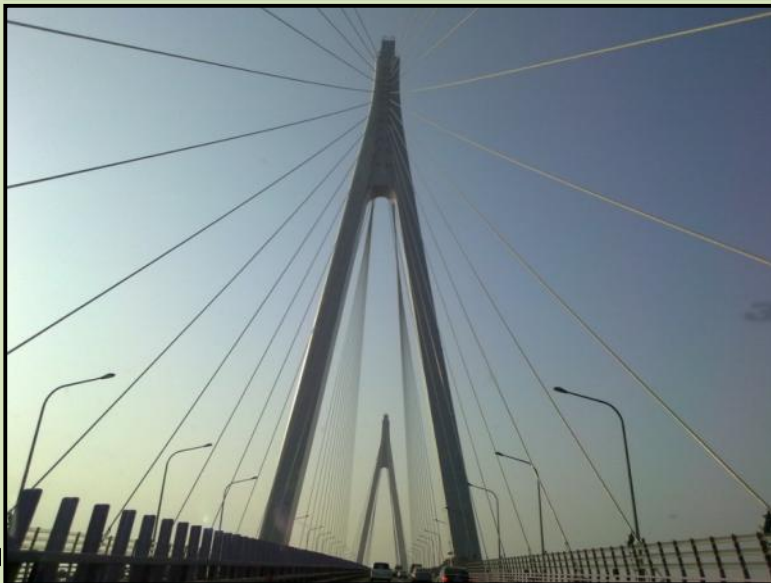
Piloni dijamantnog oblika su odabrani za povećanje krutosti nosivog sustava mosta i povećanje otpornosti na djelovanje vjetra. Temeljenje pilona je duboko na betonskim bušenim pilotima $\varnothing 2,8\text{m}$. Na upornjacima su ugrađeni uređaji protiv udara i prigušivači.

Kose zatege su usidrene na pilone pomoću integriranih čeličnih sidrenih kutija.

Zavješeni sklop je vitki aerodinamički oblikovani čelični sanduk, visine $3,5\text{m}$ i širine $37,1\text{m}$. Sekcije standardne duljine 15m su predgotovljene u radionici, a kose zatege su usidrene u zavješeni sklop pomoću sidrenih ploča.

Stupovi postranih otvora su pravokutnog oblika sa zaobljenim rubovima. Temeljeni su na bušenim pilotima $\varnothing 2,5\text{m}$ i $\varnothing 2,8\text{m}$ povezanih na vrhu naglavnom pločom.

MOSTA PREKO ZALJEVA HANGZHOU - North Channel Bridge, 2008





MOSTA PREKO ZALJEVA HANGZHOU - **South Channel Bridge, 2008**

Most je kontinuiran preko 3 raspona sa jednim pilonom A-oblika, dvije ravnine kosih zatega i čeličnim sandučastim zavješnim sklopom.

Rasponi iznose: $100 + 160 + 318 = 578\text{m}$.

Pilon A-oblika povećava konstrukcijsku nosivost, krutost i stabilnost na djelovanje vjetra.

Temeljenje pilona je duboko na betonskim bušenim pilotima $\varnothing 2,8\text{m}$, povezanih na vrhu naglavnim pločama.

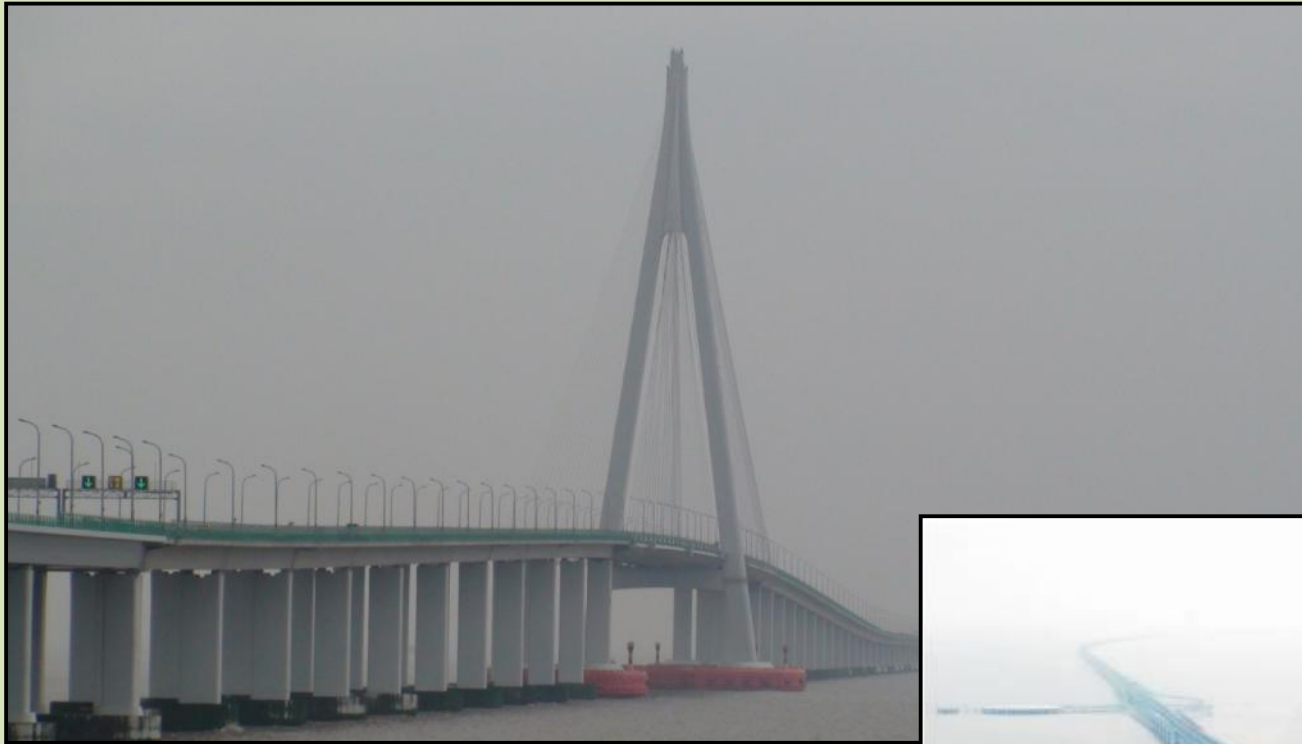
Na upornjacima su ugrađeni uređaji protiv udara i prigušivači.

Kose zatega su usidrene na pilone pomoću integriranih čeličnih sidrenih kutija.

Zavješni sklop je vitki aerodinamički oblikovani čelični sanduk, visine $3,5\text{m}$ i širine $37,1\text{m}$. Sekcije standardne duljine 15m su predgotovljene u radionici, a kose zatega su usidrene u zavješni sklop pomoću sidrenih ploča.

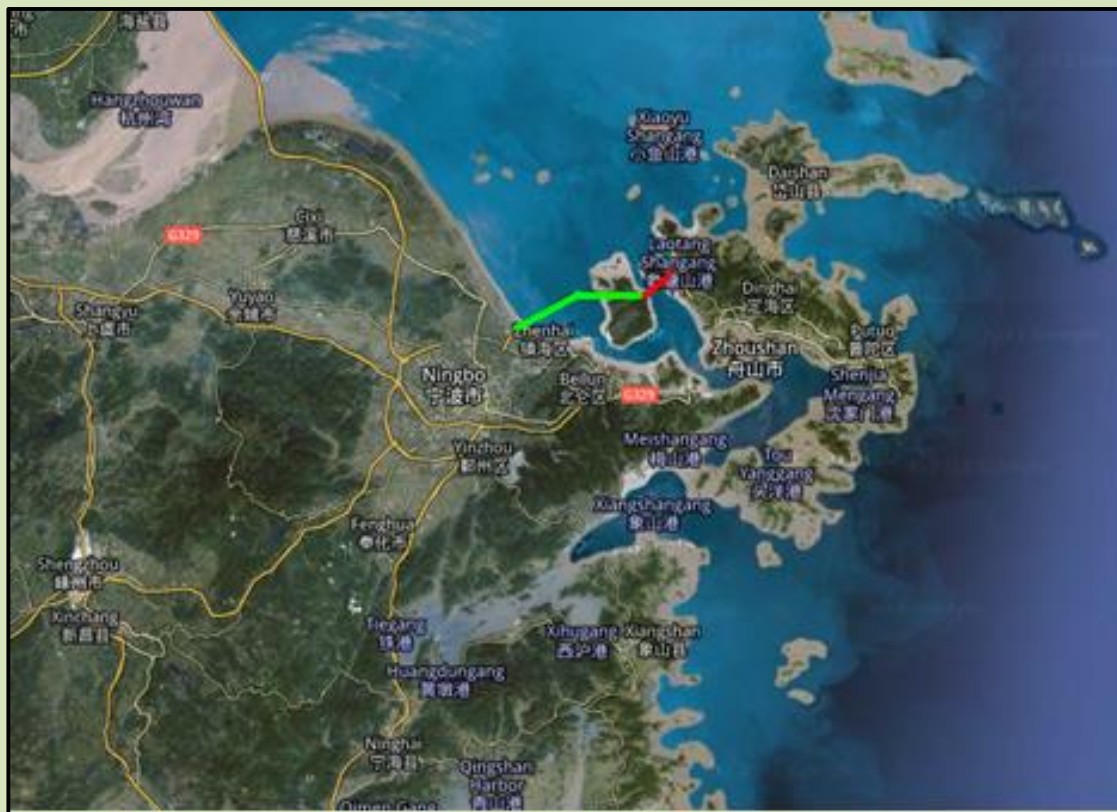


MOSTA PREKO ZALJEVA HANGZHOU - **South Channel Bridge, 2008**



MOST XIHOUMEN

- U sklopu prijelaza drugi najduži ovješeni most na svijetu glavnog raspona 1650 metara
- Dio je projekta povezivanja kineskog kopna sa otokom Zhoushan
- Taj projekt sačinjava 5 mostova preko 5 otoka i 6 kanala, ukupne duljine 50 kilometara





MOST XIHOUMEN

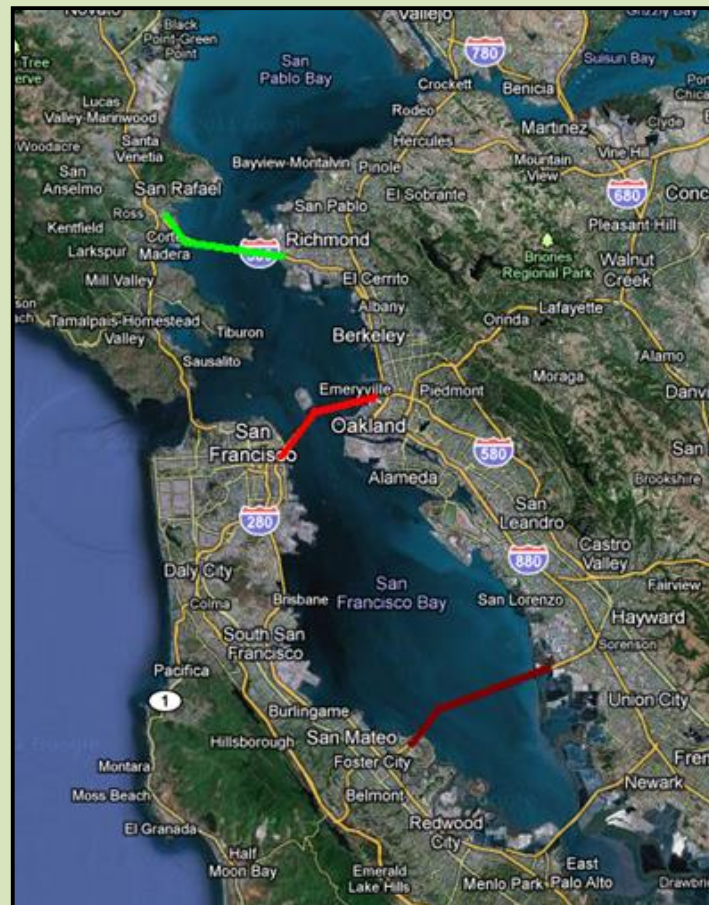
- U sklopu prijelaza drugi najduži ovješeni most na svijetu glavnog raspona 1650 metara
- Dio je projekta povezivanja kineskog kopna sa otokom Zhoushan
- Taj projekt sačinjava 5 mostova preko 5 otoka i 6 kanala, ukupne duljine 50 kilometara





SUSTAV MOSTOVA U ZALJEVU SAN FRANCISCO

- Tri velika prijelaza za prelazak zaljeva



Most Richmond – San Rafael

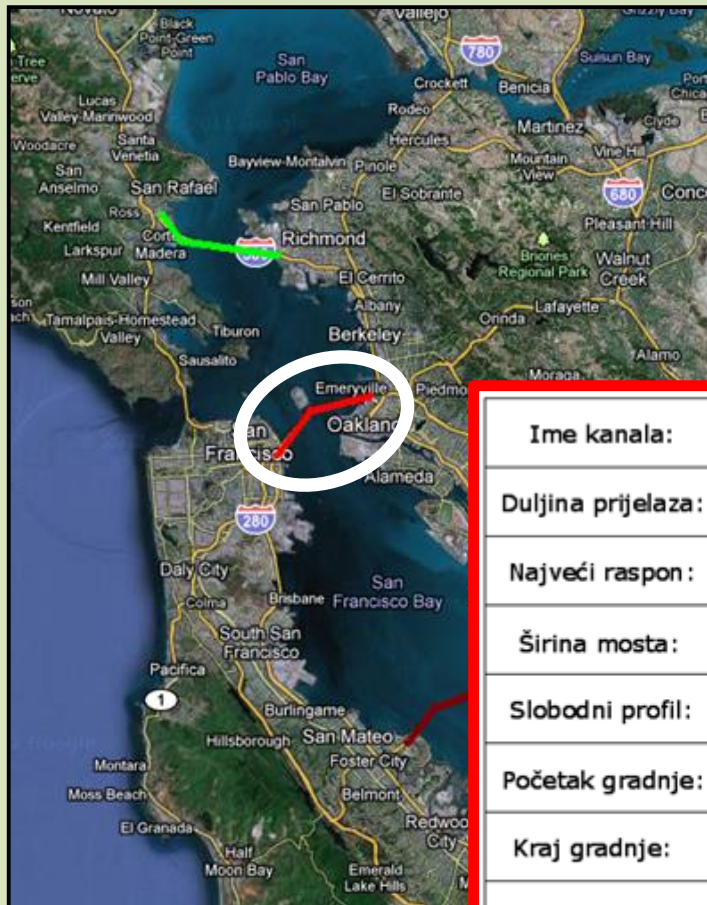
Most San Francisco – Oakland

Most San Matteo - Hayward



Most San Francisco – Oakland

- most se proteže između gradova San Francisca i Oaklanda
- Prijelaz se sastoji od dvaju mostova i jednog tunela
- Sagrađen je još 1936. godine, te nekoliko puta obnavljan

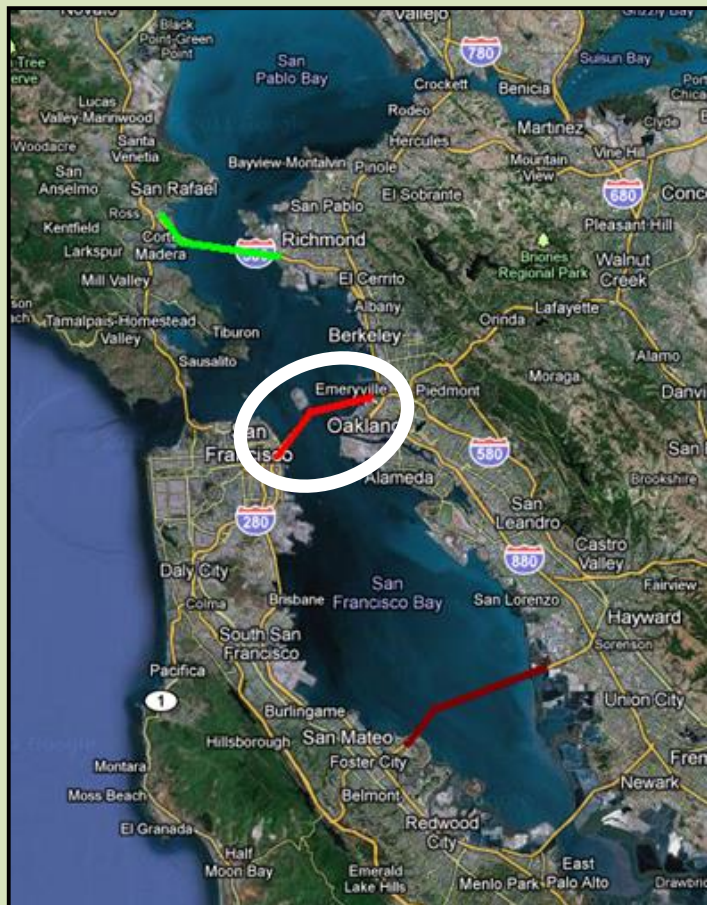


Ime kanala:	Zaljev San Francisca
Duljina prijelaza:	7,18 km
Najveći raspon:	700 m
Širina mosta:	17,5 m
Slobodni profil:	700 m X 67 m
Početak gradnje:	1933.
Kraj gradnje:	1936.
Troškovi gradnje:	77 milijuna dolara



Most San Francisco – Oakland

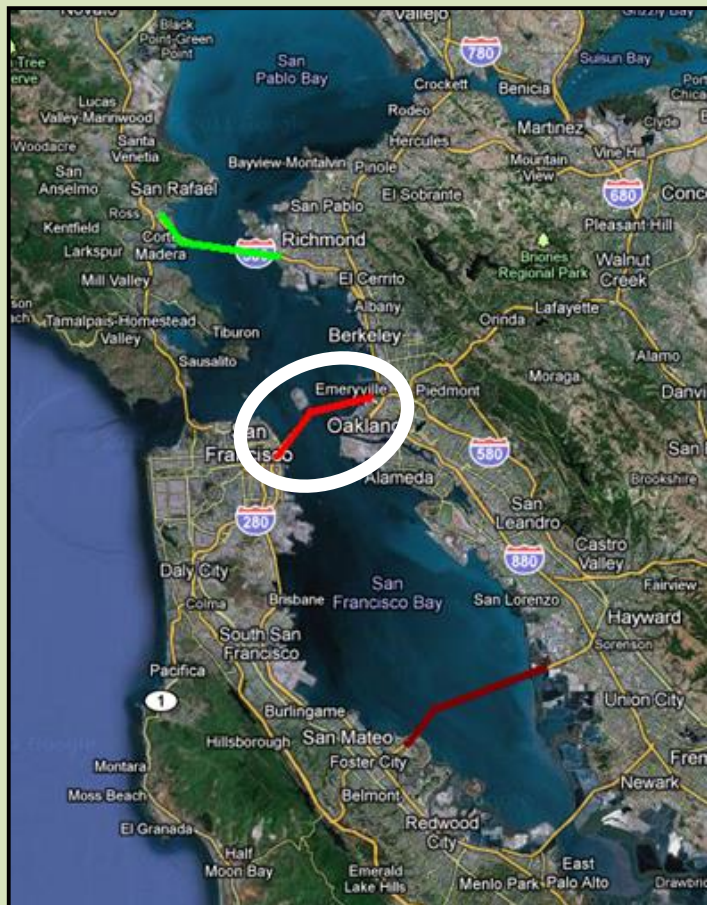
- sastoji se od 3 dijela:
 - zapadni prijelaz: dug je 3,1 kilometar, a sastoji se od dva viseća raspona po 700 metara svaki





Most San Francisco – Oakland

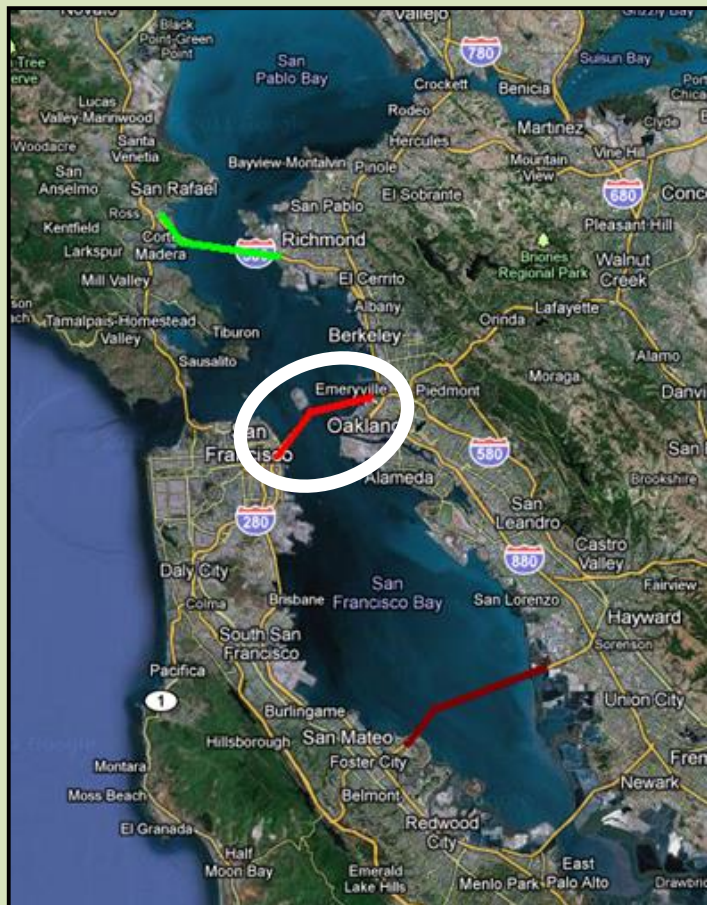
- sastoji se od 3 dijela:
- tunel na otoku Yerba Buena: dug je 523 metra, širok 23 metra, visok 18 metara
- U to doba je bio bušeni tunel najvećeg promjera na svijetu





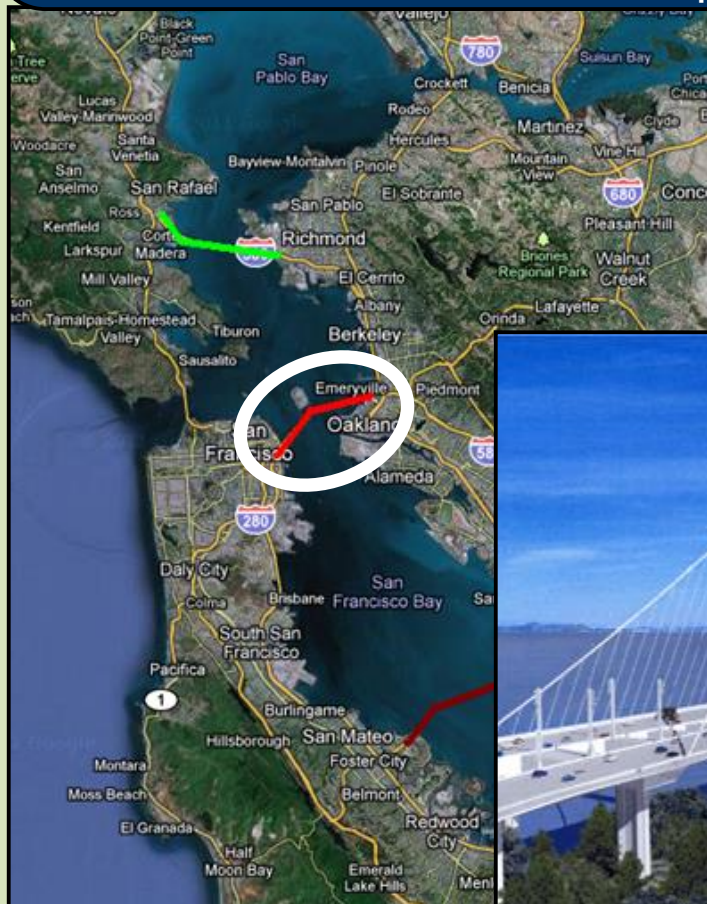
Most San Francisco – Oakland

- sastoji se od 3 dijela:
- istočni prijelaz: dug je 3 kilometra, rešetkaste je konstrukcije, sa jednim glavnim rasponom od 430 metara



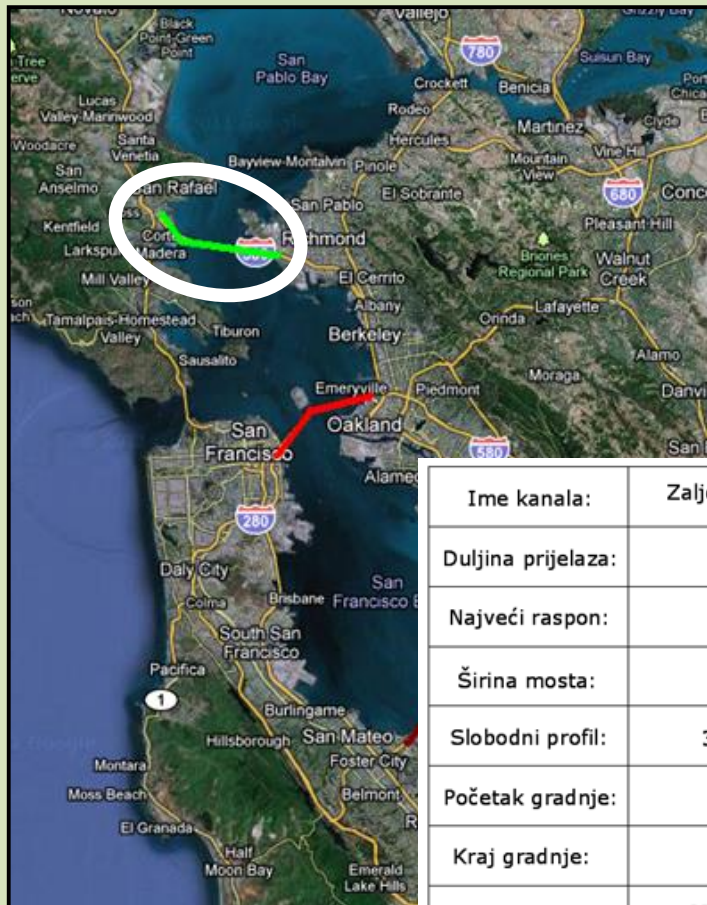
Most San Francisco – Oakland

- 15 metara Istočnog mosta je urušeno velikim Loma Prieta potresom 1989
- 2002. godine je započela kompletna zamjena cijelog Istočnog mosta, koji će imati viseću konstrukciju otpornu na potrese
- Imat će 10 traka za cestovni promet, a najveći raspon će mu iznositi 385 m



Most Richmond – San Rafael

- Prevodi 4 cestovne trake između gradova San Rafaela i Richmonda
- Sastoji se od dva rešetkasta mosta glavnog raspona 326 metara
- U doba građenja (1956) je bio jedan od najdužih mostova na svijetu



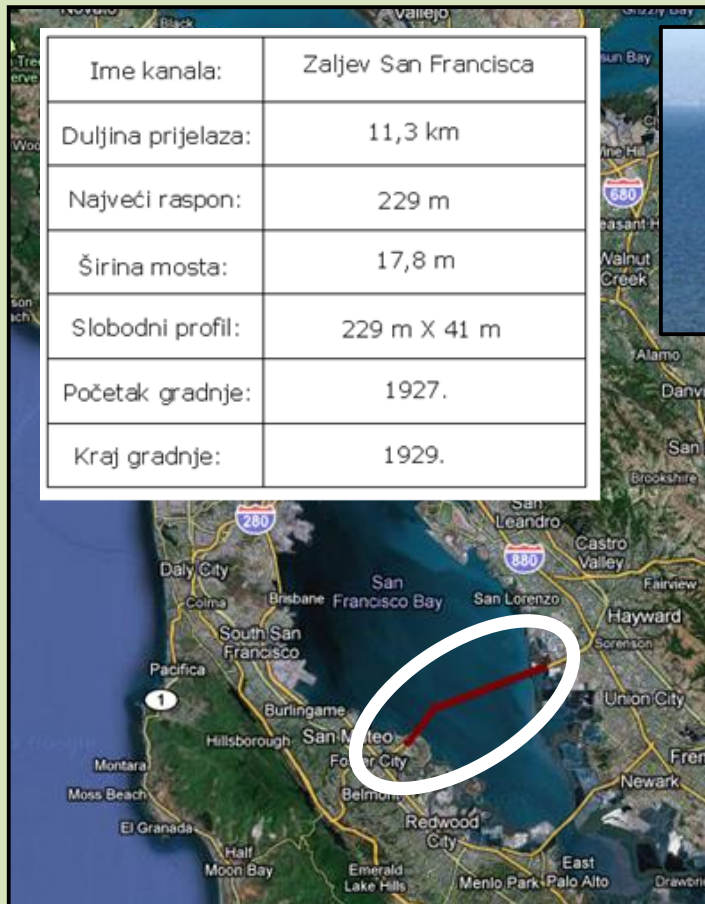
Ime kanala:	Zaljev San Francisca
Duljina prijelaza:	8,85 km
Najveći raspon:	326 m
Širina mosta:	20 m
Slobodni profil:	326 m X 56 m
Početak gradnje:	1951.
Kraj gradnje:	1956.
Troškovi gradnje:	62 milijuna dolara



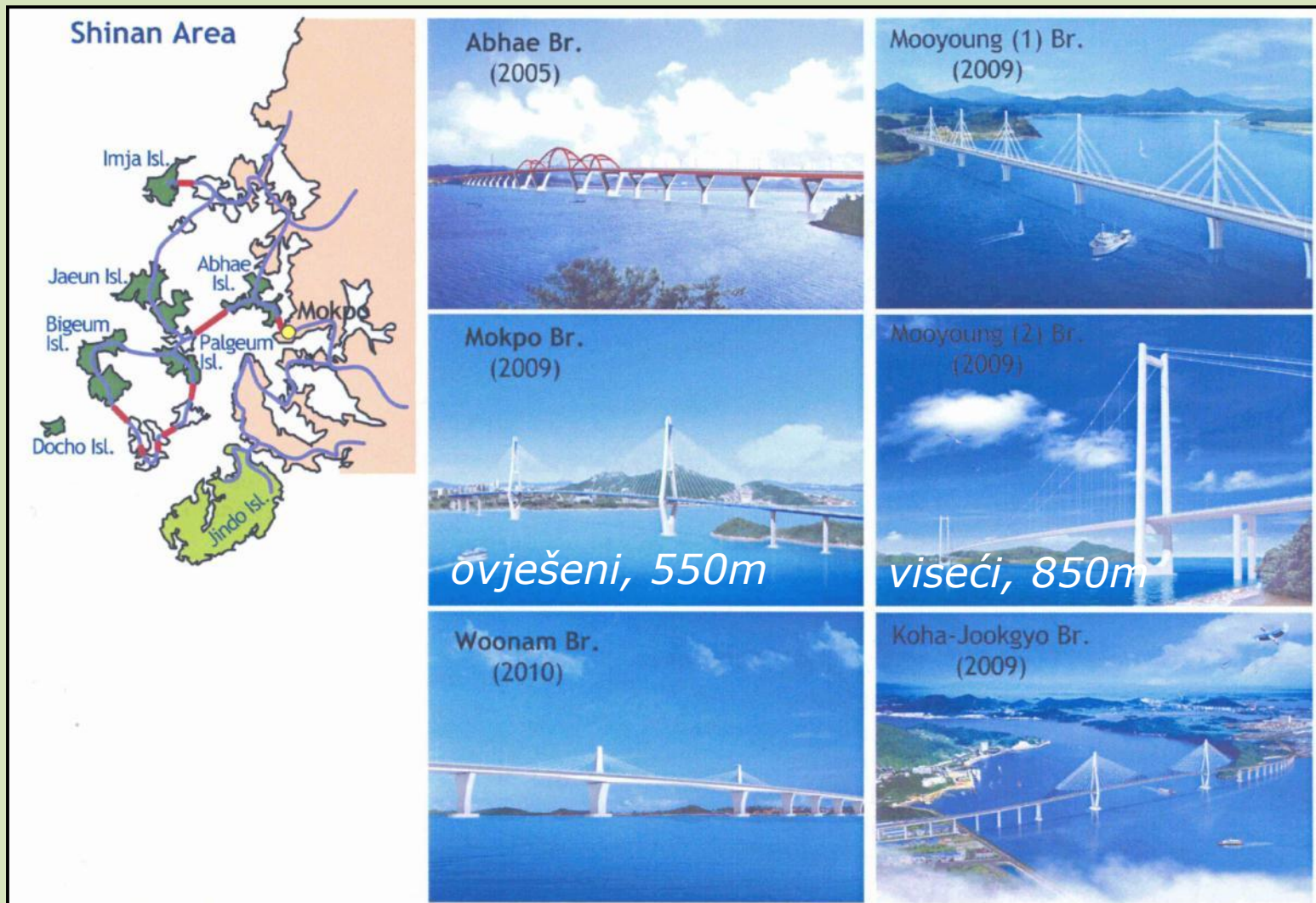
Most San Mateo – Hayward

- spaja dva istoimena grada preko zaljeva San Francisca, a dug je 11,3 km
- Izgrađen je 1929. godine, a tad je bio najduži most na svijetu.
- Nosivi sklop je gredne konstrukcije prvotne širine 17,8 metara

Ime kanala:	Zaljev San Francisca
Duljina prijelaza:	11,3 km
Najveći raspon:	229 m
Širina mosta:	17,8 m
Slobodni profil:	229 m X 41 m
Početak gradnje:	1927.
Kraj gradnje:	1929.



POVEZIVANJE KOREJSKIH OTOKA S KOPNOM

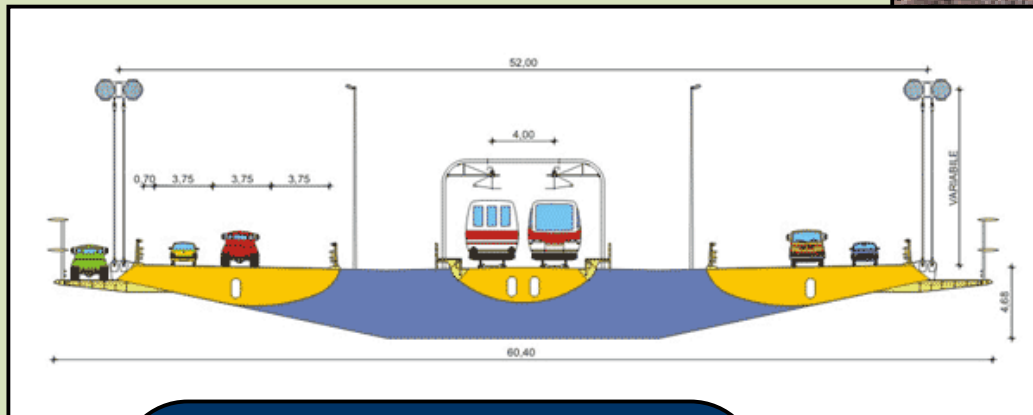




Budući mostovi: mostovi u izgradnji ili projektiranju

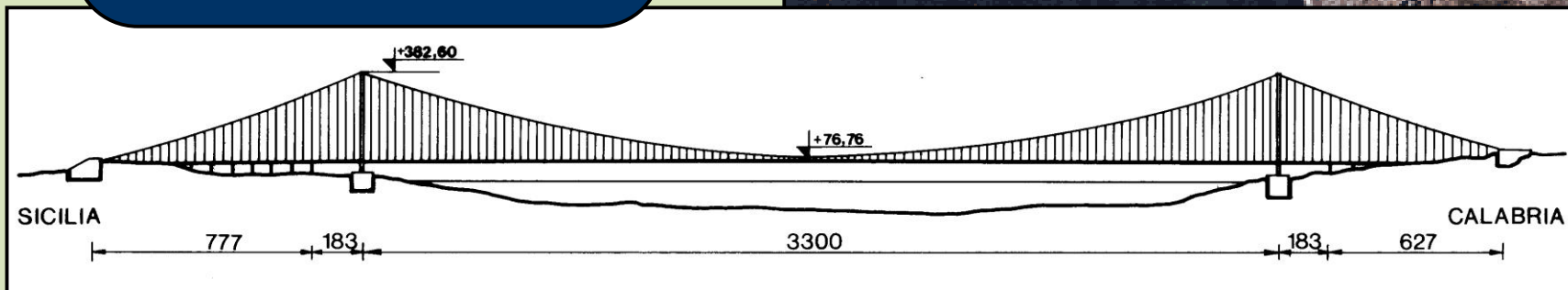
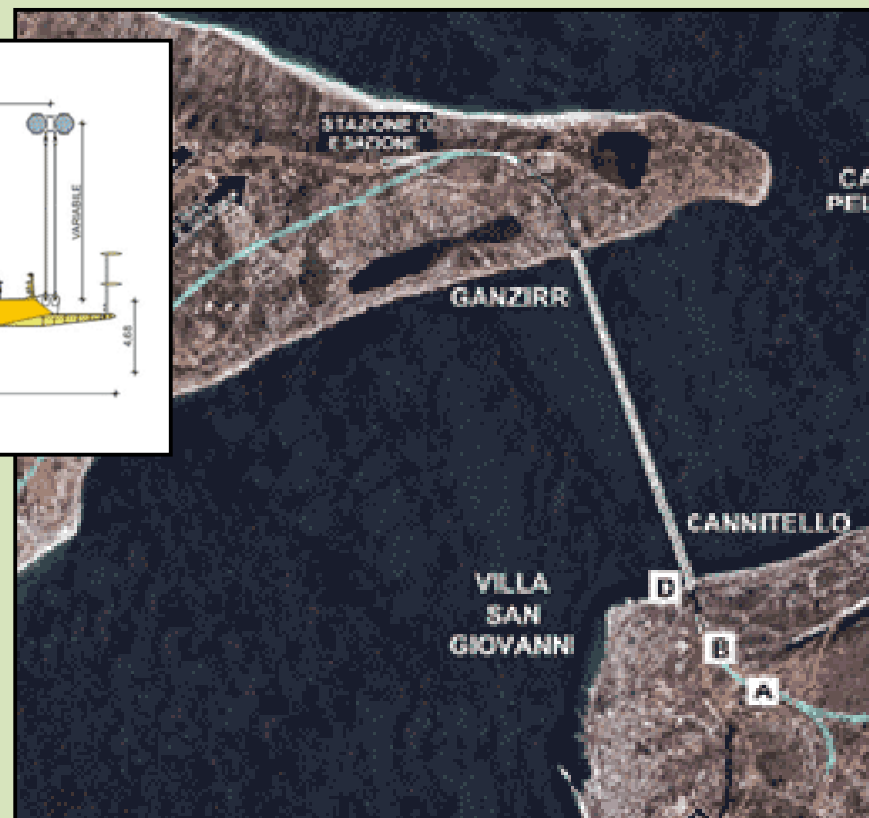


PREMOŠĆENJE MESINSKIH VRATA NA JUGU ITALIJE



Predloženi viseći most

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



PREMOŠĆENJE MESINSKIH VRATA NA JUGU ITALIJE



Viseći most grednog nosivog sklopa
čelična greda širine 60 metara,
visine 4,7 metara.

Poprečni presjek dvodijelan sa dva
puta po dvije trake za cestovni promet,
te sa dvije trake za željeznicu i sa po
jednom trakom za zaustavljanje u nuždi

Piloni su visoki 383 metra i imaju H-oblik.
Sidreni blokovi su izuzetno masivni: onaj
na Siciliji ima volumen od čak 328 000
m³, dok onaj na Kalabriji ima 237 000
metara kubičnih.

Kablovi su parni, promjera 1,24 metra, a
sastoje se od žica promjera 5 milimetara.
Ima 44 352 žice po kabeu.

Ukupna težina kablova iznosi 166 800
tona, a drže gredu na svakih 30 metara.





MOST PREKO GIBRALTARA

23 km dug prijelaz preko Gibraltarskog tjesnaca između Španjolske i Maroka. Predloženo je nekoliko verzija mosta:

1. Hibridni ovješeno – viseći most čija je prednost veća aerodinamičnost i krutost.
2. Plutajući most sa 5 kilometara dugačkim umjetnim otokom Taj most bi imao 2 trake za željeznicu, 4 trake za autobuse i kamione te čak 24 trake za automobile i 5 za bicikliste i pješake.
3. Hibridi ovješeno-plutajućeg mosta.
4. Tunel čija dubina bi bila 300 metara, duljina ukupna bi iznosila 39 kilometara, a cijena bi iznosila oko 8-13 milijardi dolara. Kraj izgradnje ove zasad najizglednije opcije se predviđa 2025. godine.





MOST PREKO CRVENOG MORA

Između država Jemen i Džibuti se planira gradnja mosta, preko tjesnaca Bab el Mandeb u Crvenom moru.

Prijelaz iznosi 29 kilometara, a cijena se predviđa da će doseći čak 20 milijardi dolara.

Gradnja mosta se predviđala da će trajati 7 – 9 godina, no po novijim proračunima trajat će 15 godina.

Predviđa se da će mostom voziti oko 100 000 automobila i oko 50 000 željezničkih putnika dnevno. Most će prevoditi i cijevi za vodu i plin.

Ovaj most bi trebao omogućiti prometni, gospodarski i turistički prosperitet ne samo za te dvije države nego i za cijeli Bliski Istok i Afriku.





Suvremeni hrvatski mostovi



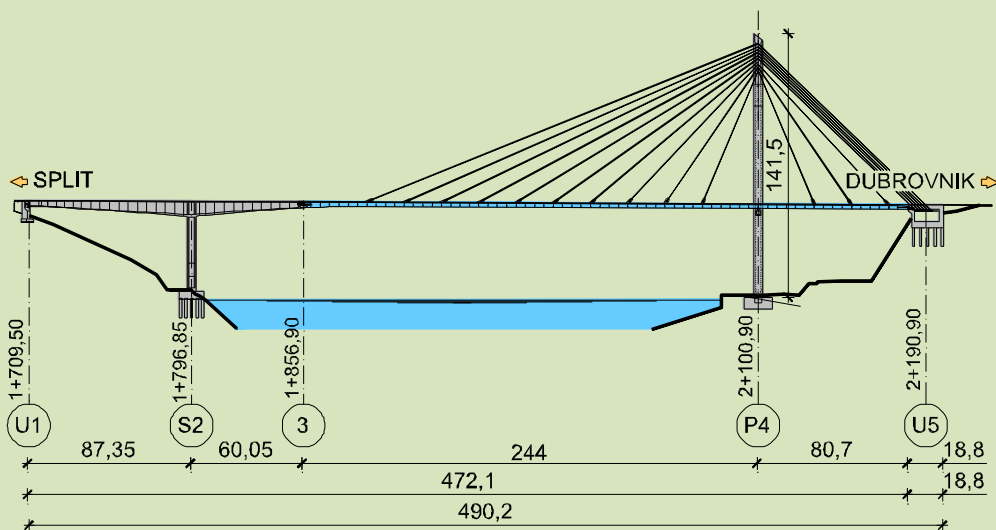
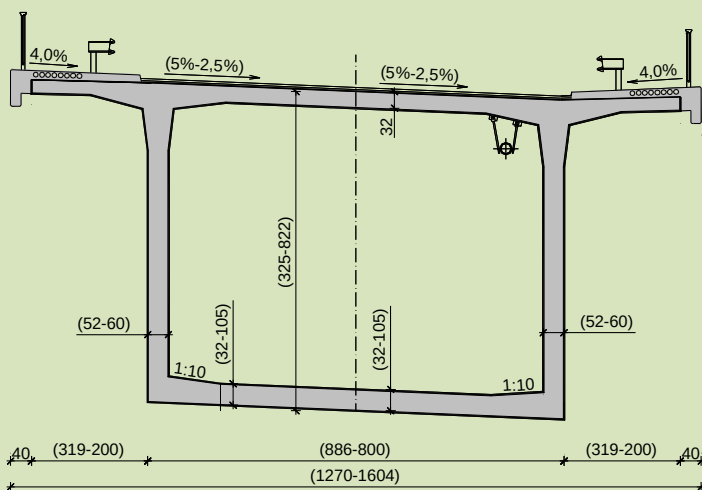
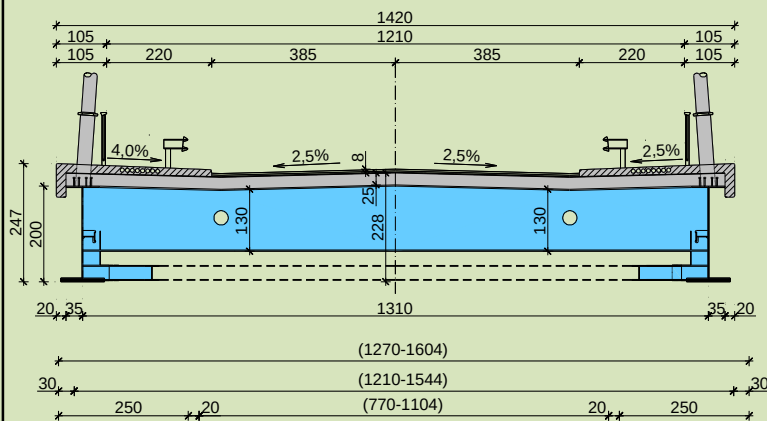
- Hrvatska – zemlja velike izgradnje
- Opsežna autocestovna mreža izgrađena tijekom jednog desetljeća
- Brojni mostovi koji spadaju u vrhunska ostvarenja



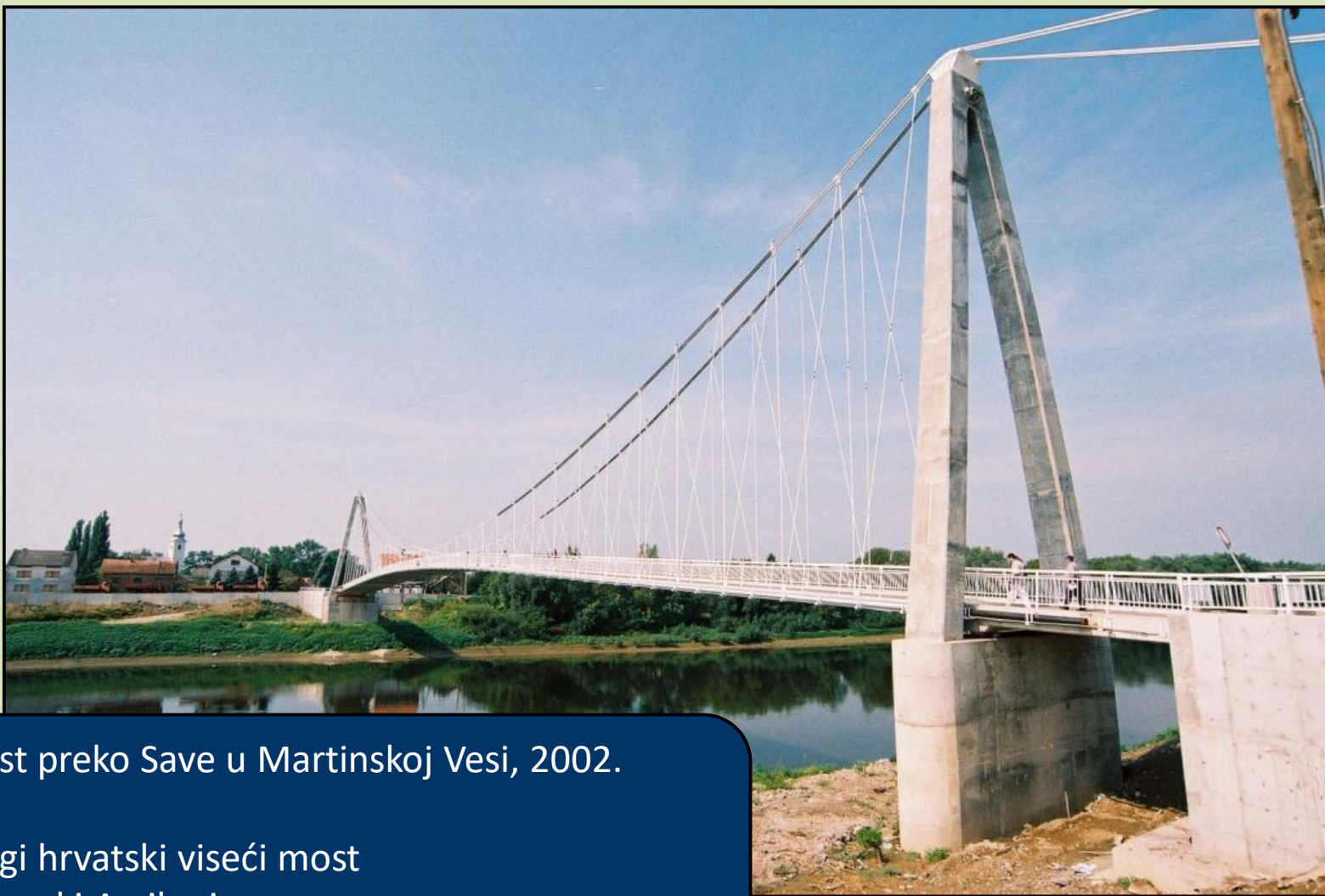


Most preko Rijeke dubrovačke, 2002.

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

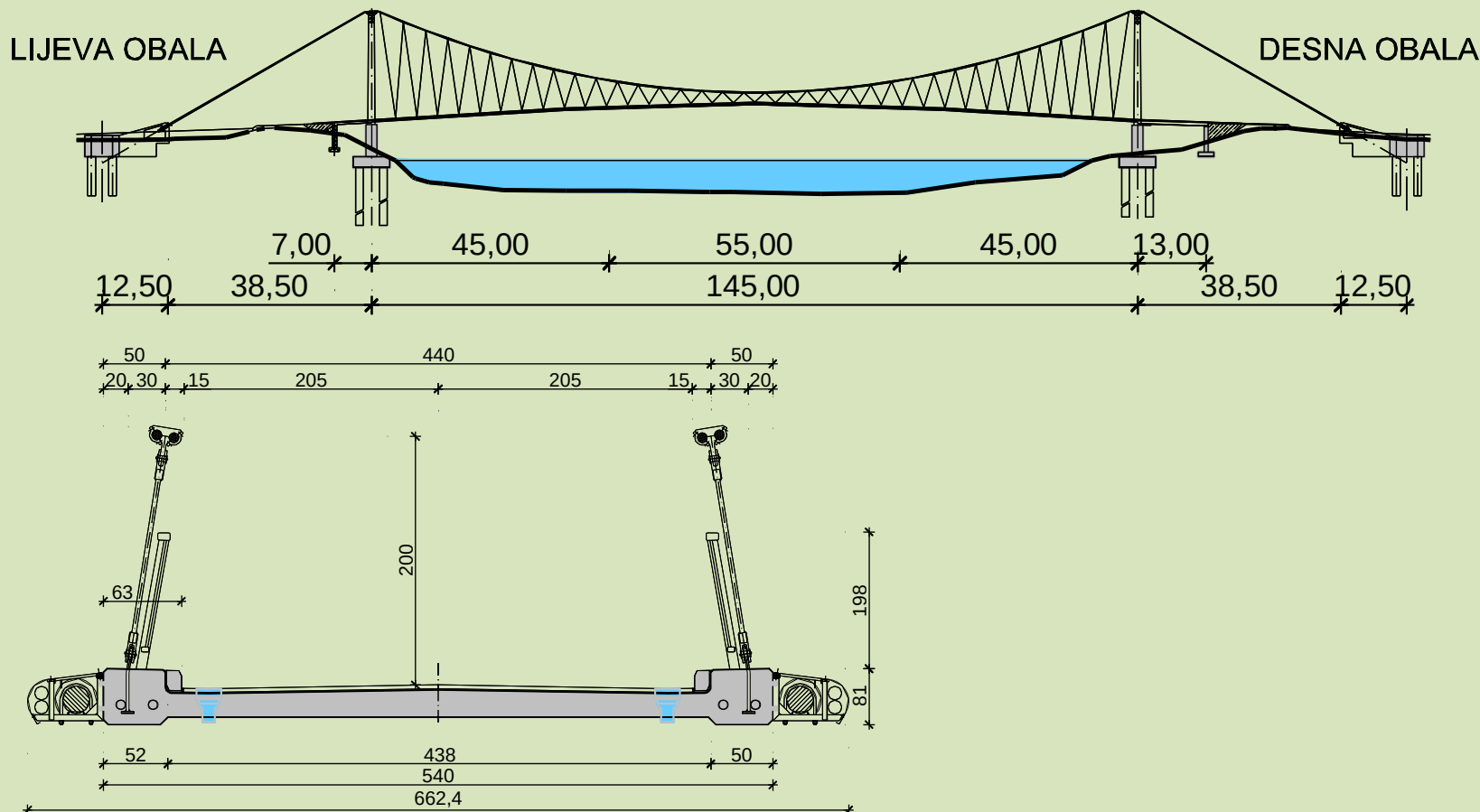


- Glavni ovješeni most sa spregnutom rasponskom konstrukcijom i prednapeti sandučasti gredni prilaz s prepuštenim dijelom spojeni su zglobom u sredini.
- A- pilon odabran je zbog velike krutosti u poprečnom smjeru i povećanja torzijske krutosti sustava.



Most preko Save u Martinskoj Vesi, 2002.

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



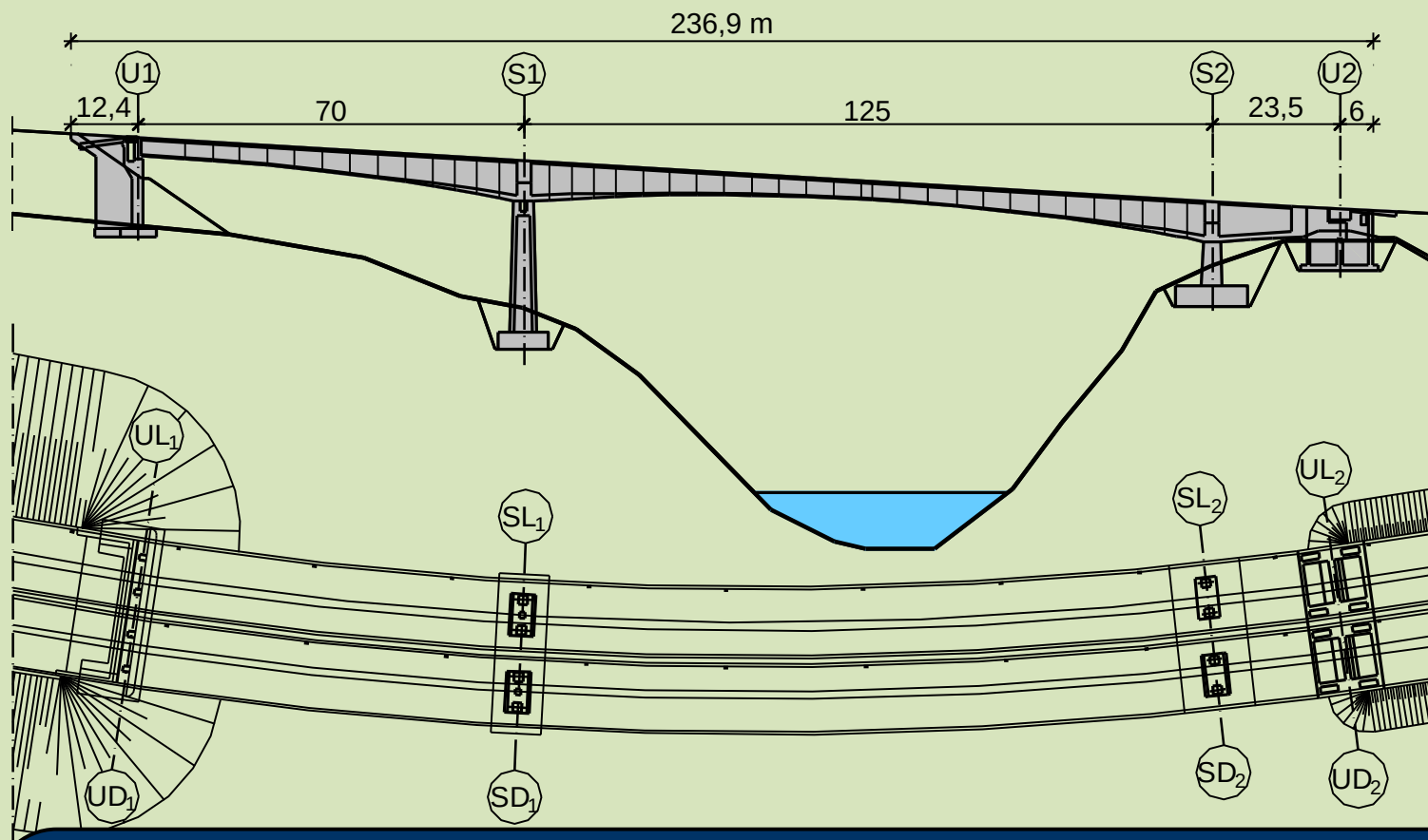
- Rješenje s najmanjom konstruktivnom visinom i najmanjim radovima u koritu
- viseći most s kosim vješaljka, $L/f = 9,06$, $f=16$ m
- Glavni kabeli od 4 užeta $\phi 80$ mm, preko piona sedlom, sidrenje u bet. blokove.
- Greda za ukrućenje je od predgotovljenih betonskih elemenata



Most Kamačnik, 2003.

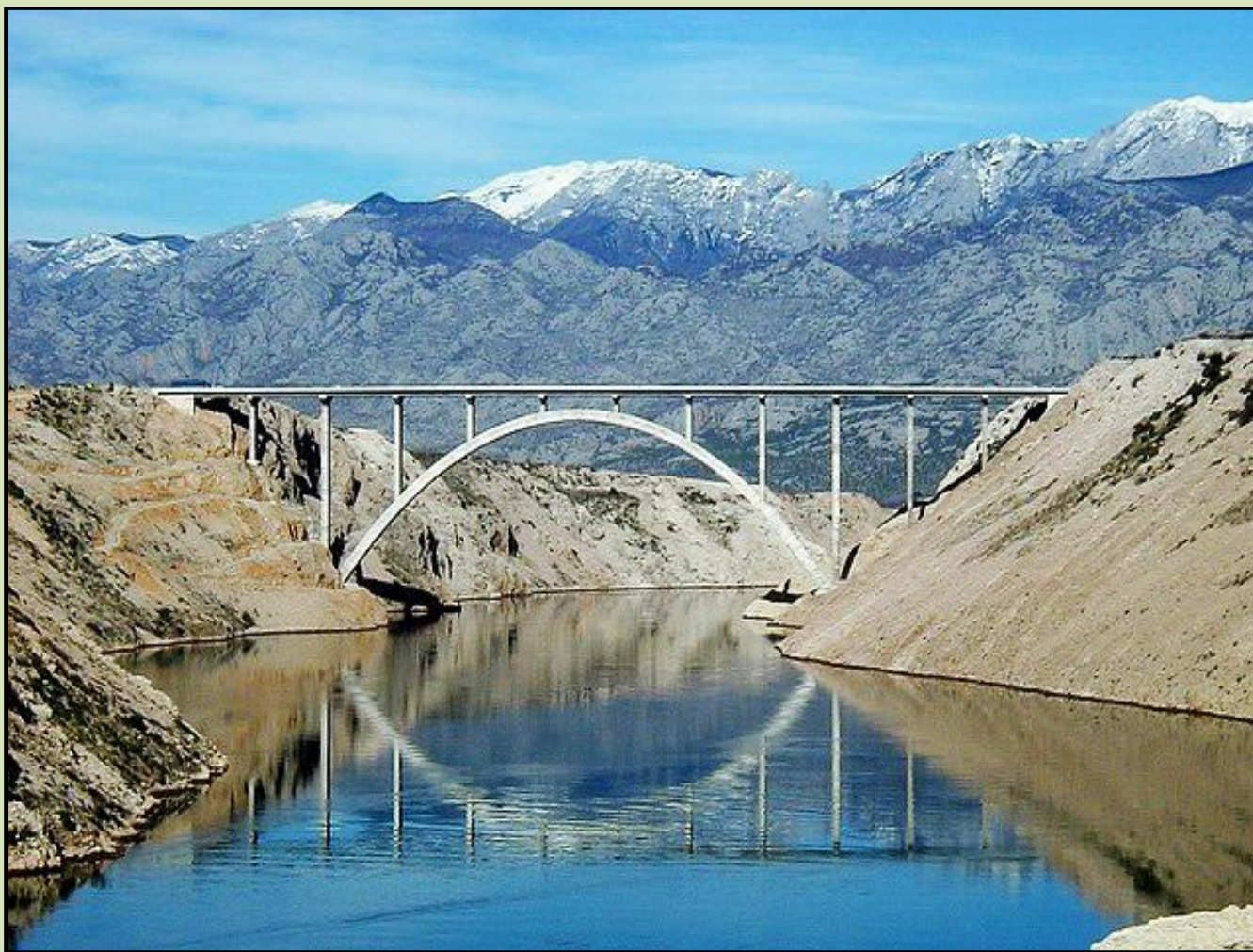
Oblikovanje odredile okolnosti:

- cesta na mostu je u horizontalnoj krivini i u strmom nagibu (5,7%)
- dijelovi mosta i oprema za gradnju nisu smjeli ući u kanjon zbog ekoloških razloga
- Specifičan kratki rubni raspon

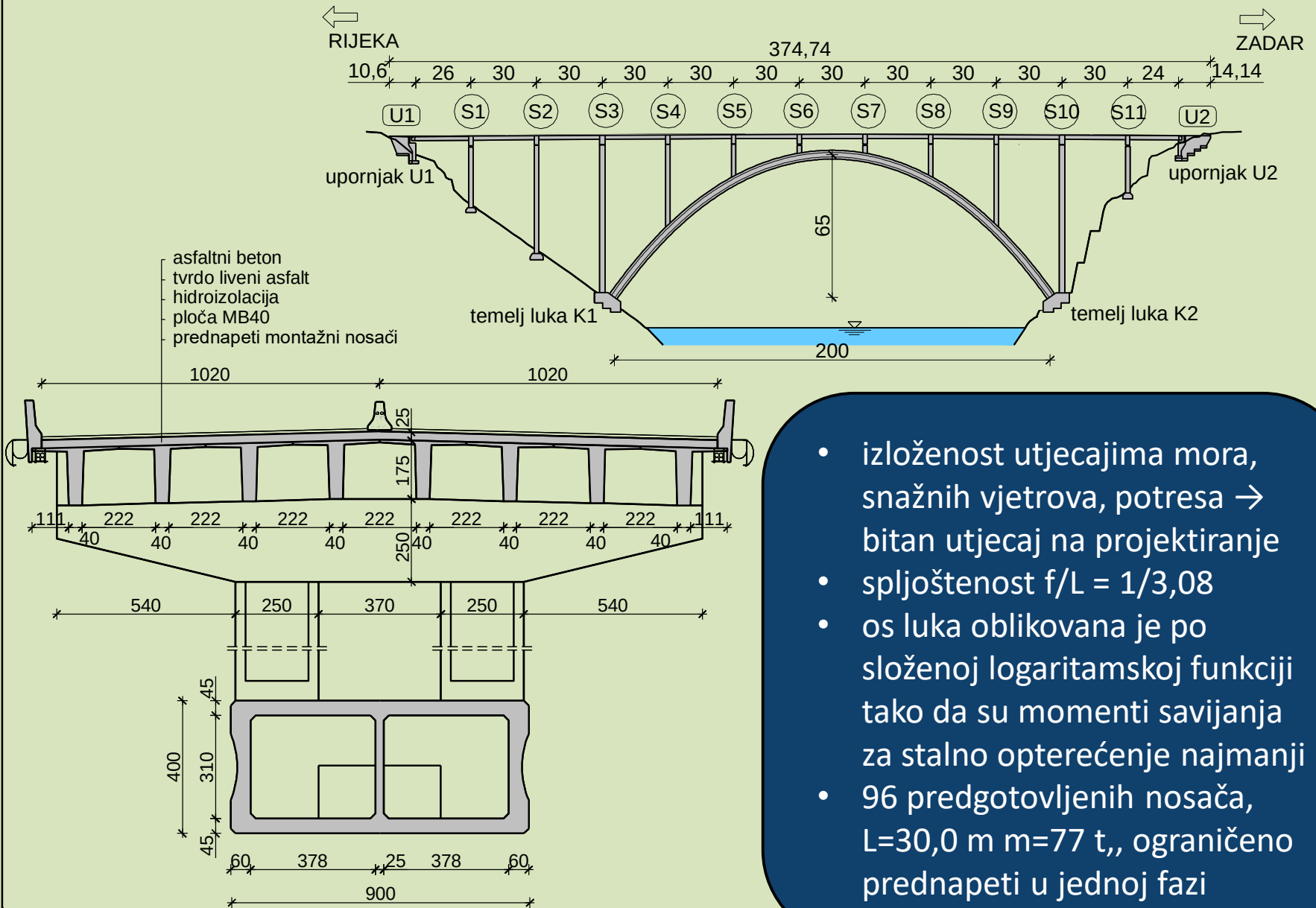


Most Kamačnik, 2003.

- Kombinacija konzolne izvedbe s betoniranjem na mjestu uz korištenje tri kompleta krletki u odsječcima po 5,0 m i građenja kratkog raspona na teškoj cijevnoj skeli na pomoćnim stupovima



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



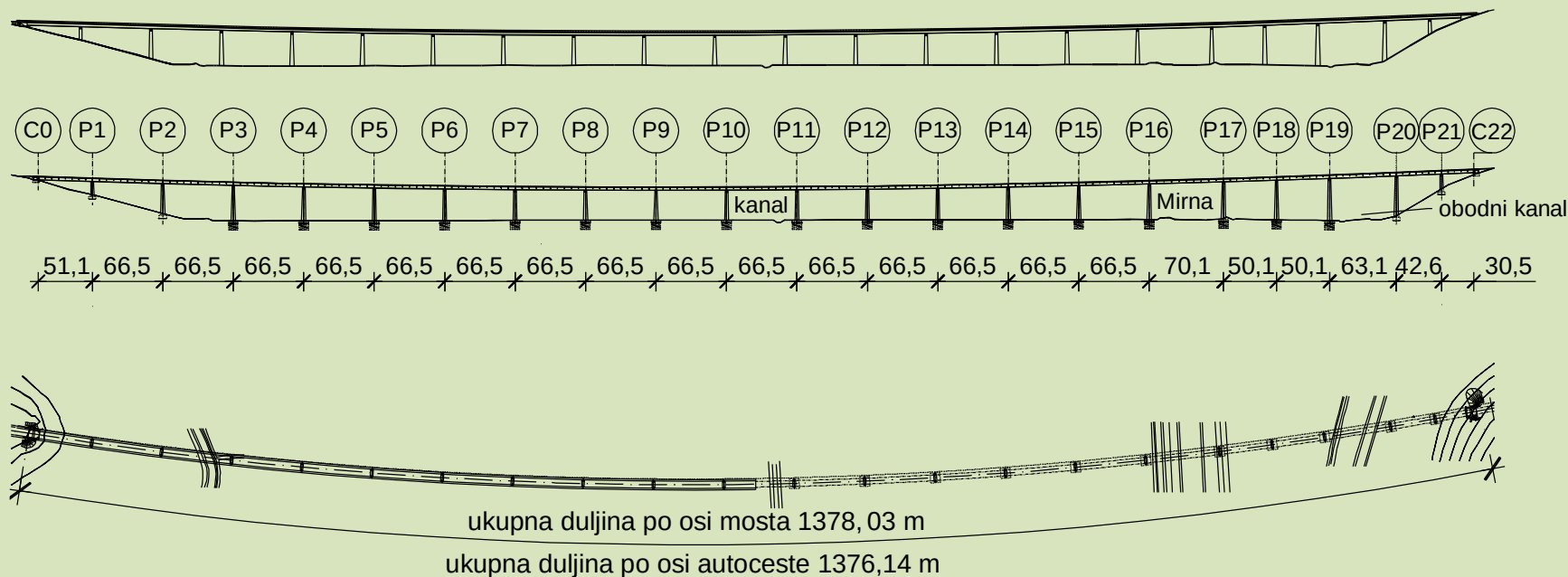
- izloženost utjecajima mora, snažnih vjetrova, potresa → bitan utjecaj na projektiranje
- spljoštenost $f/L = 1/3,08$
- os luka oblikovana je po složenoj logaritamskoj funkciji tako da su momenti savijanja za stalno opterećenje najmanji
- 96 predgotovljenih nosača, $L=30,0$ m $m=77$ t,, ograničeno prednapeti u jednoj fazi



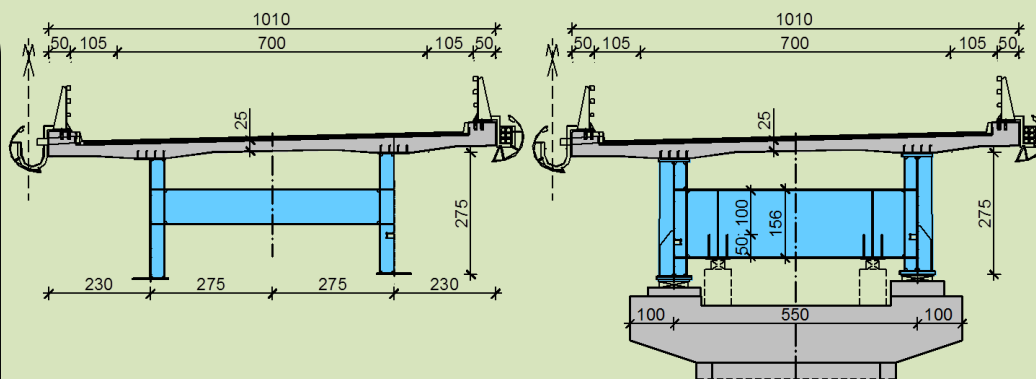
Vijadukt Mirna, 2005.

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





- Naplavna dolina rijeke Mirne, iznimno nepovoljni uvjeti temeljenja
- lagani spregnuti rasponski sklop
- izvedba uzdužnim potiskivanjem
- Kontinuirani rasponski sklop 22 polja

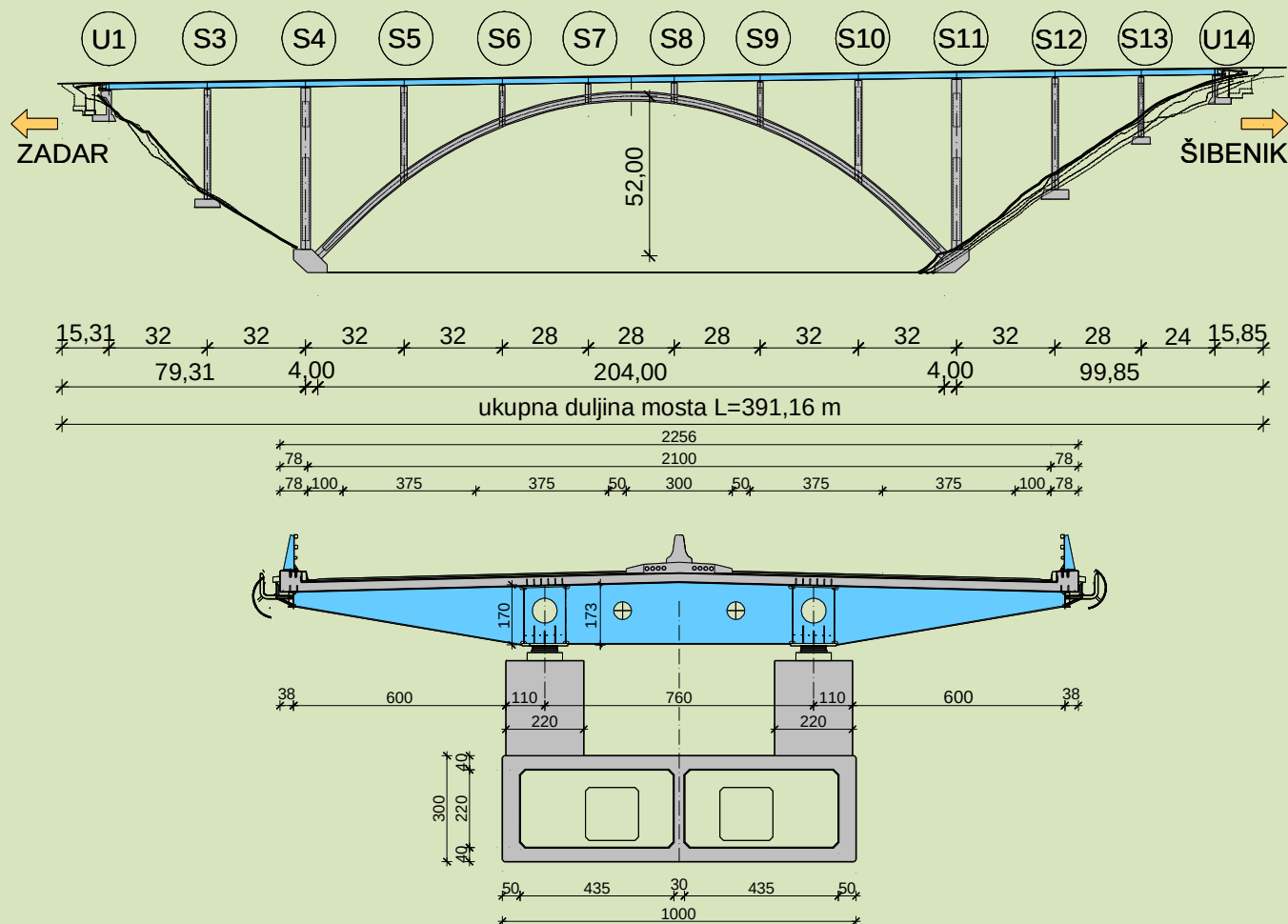




Most preko kanjona rijeke Krke, 2005.

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





- spljoštenost $f/L = 1/3,92$
- nadlučni sklop u spregnutoj izvedbi → bitno smanjenje stalnih djelovanja na luk i omogućeno izostavljanje naglavnih greda stupova
- Čelični roštilj sastoji se od dva glavna uzdužna sandučasta nosača, jakih poprečnih nosača na razmaku 4,0 m i rubnih nosača

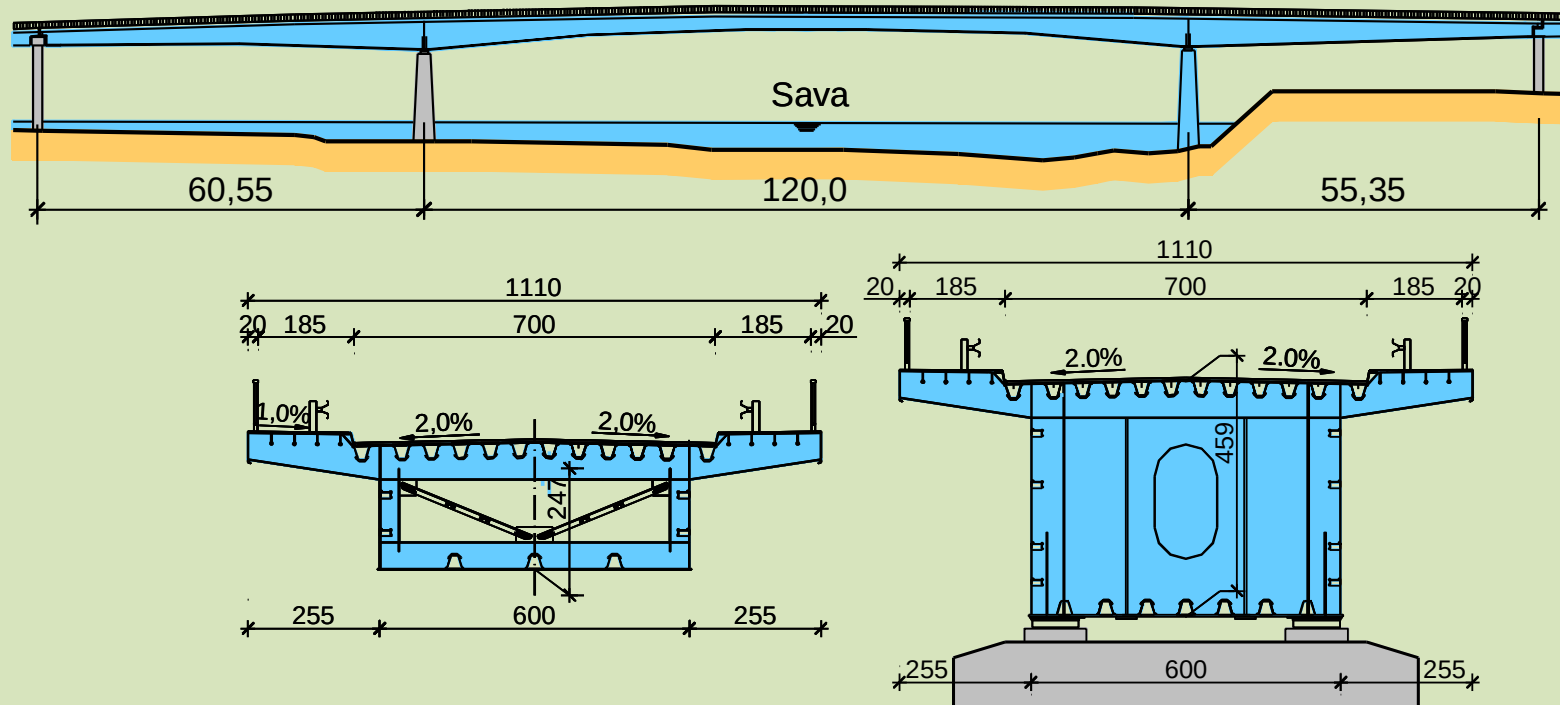
Most preko Save kod Jasenovca, 2005.

- obnova u ratu porušenog mosta
- Izvorni most preko Save $60,55 + 120,0 + 55,35 = 235,85$ m građen konzolnim postupkom



Most preko Save kod Jasenovca, 2005.

- Obnovljeni most koristi elemente donjeg ustroja starog mosta
- Novi rasponski sklop je u čeličnoj izvedbi da bi se smanjila opterećenja od vlastite težine i na taj način povećala maksimalna nosivost mosta na nova prometna opterećenja



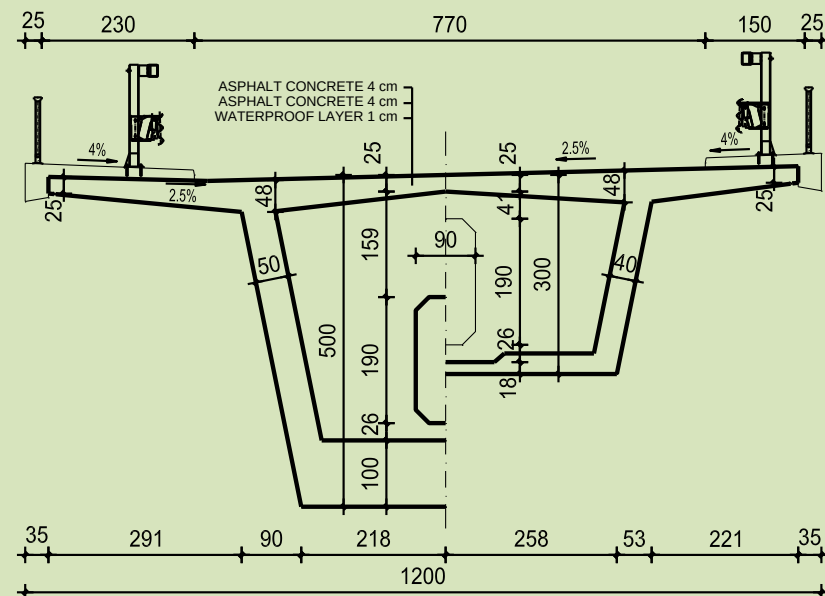
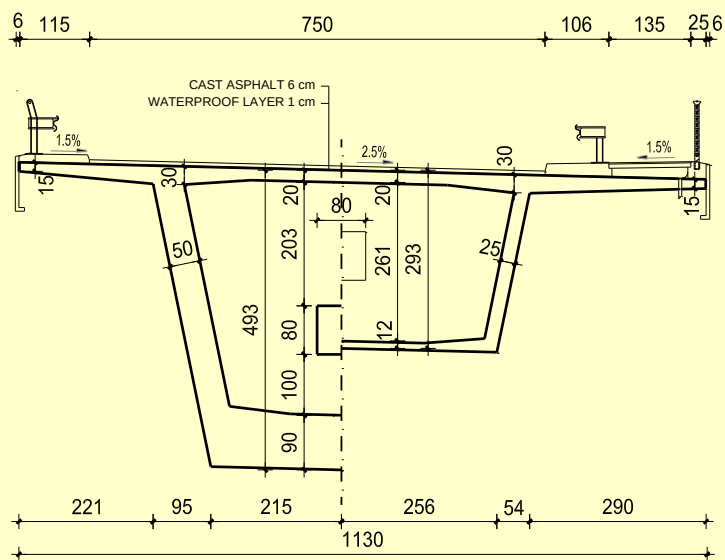
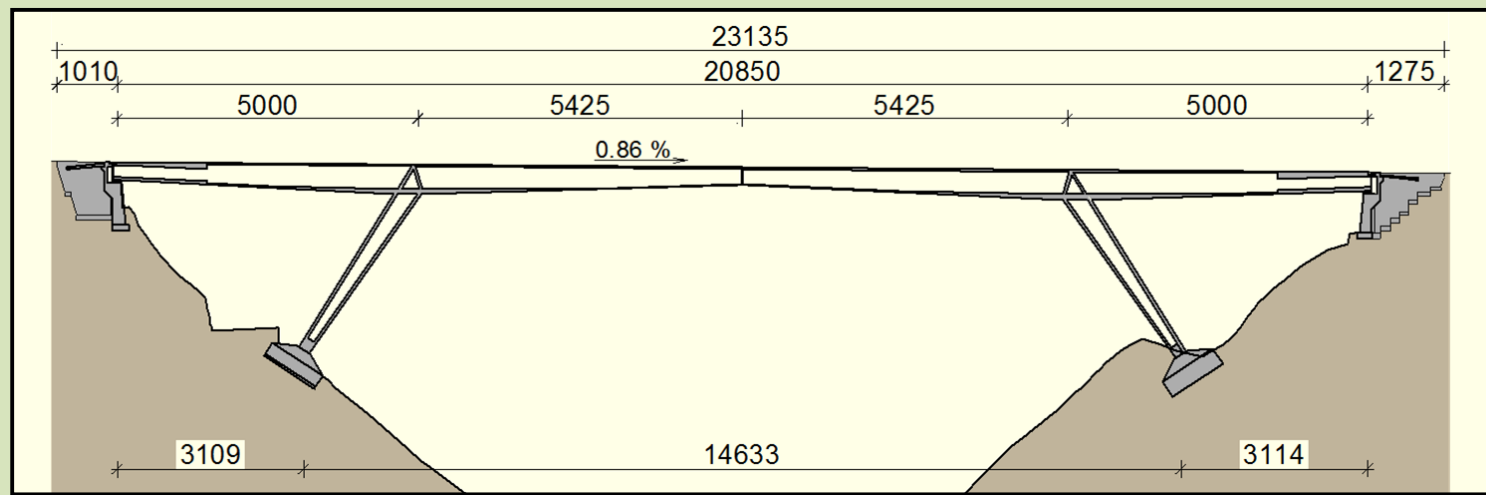


Mostovi Rječina – sjeverni (1988.) i južni most (2010.)

- Mostovi preko kanjona rijeke Rječine u sklopu Riječke obilaznice
- Otežana gradnja zbog vrlo nepristupačnog terena i vodozaštićenog područja



Mostovi Rječina – sjeverni (1988.) i južni most (2010.)



Mostovi Rječina – sjeverni (1988.) i južni most (2010.)





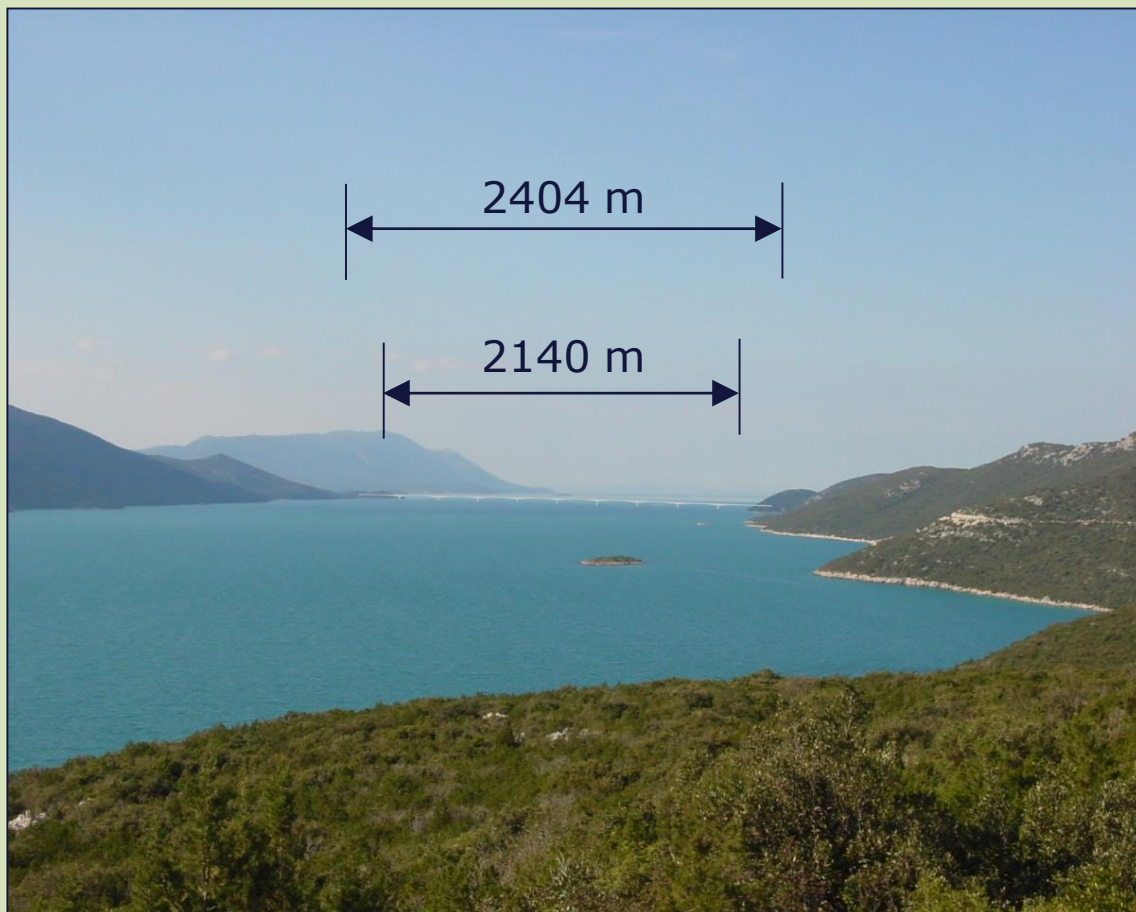
Budući hrvatski mostovi



Most Pelješac



Most Pelješac



- Dubina mora 27 m
- Plovni profil 200x55 m
- Visoka seizmičnost (0,35g)
- Referentna brzina vjetra > 30 m/s
- Loši uvjeti temeljenja

**Više desetaka
alternativnih inačica**

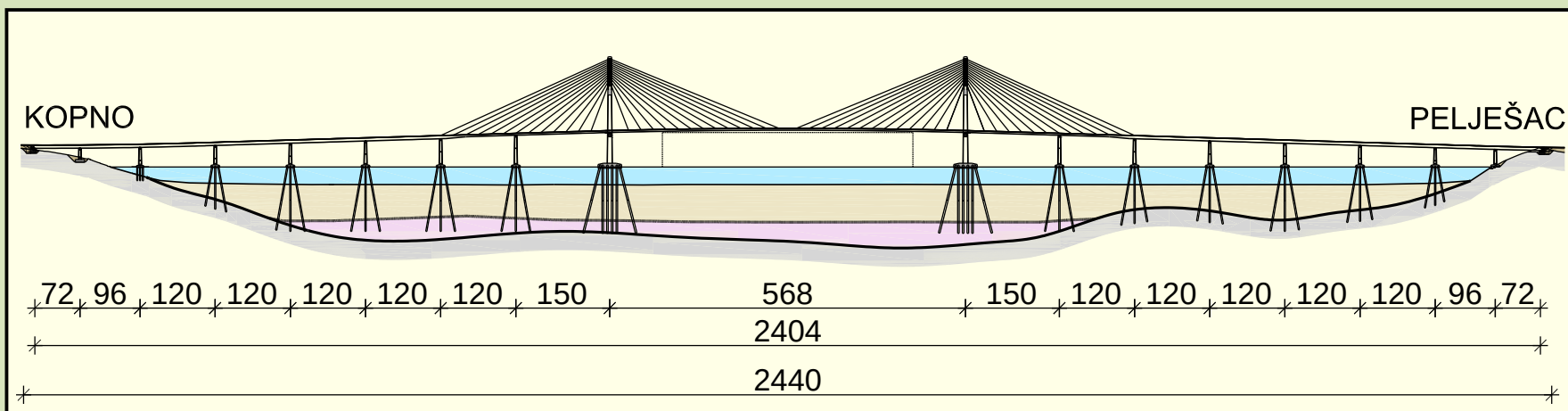
Most Pelješac

- 17 raspona: $72+96+5 \cdot 120+150+568+150+5 \cdot 120+96+72=2404$ m
- Glavni raspon – ovješeni most – 568 m
- 2. najveći ovješeni raspon u Europi te među prvih 10 najvećih u svijetu



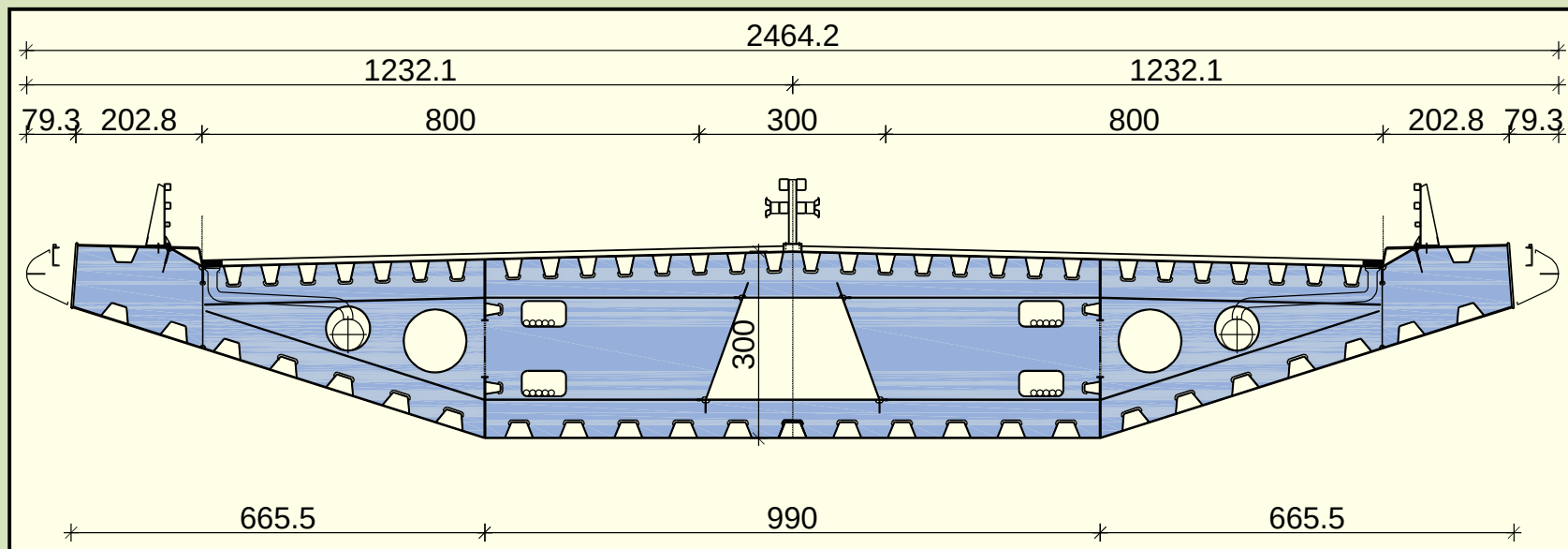
Most Pelješac

- Širina kolnika od 19 metara - ukupna širina rasponskog sklopa 24.64 m
- Simetričan ovješeni raspon - $120+150+568+150+120=1108$ m
- Stupovi u priležećim rasponima – veća krutost
- Lateralno ovješeno
- Standardni razmak zatega – 20 m (30 m kod pilona)



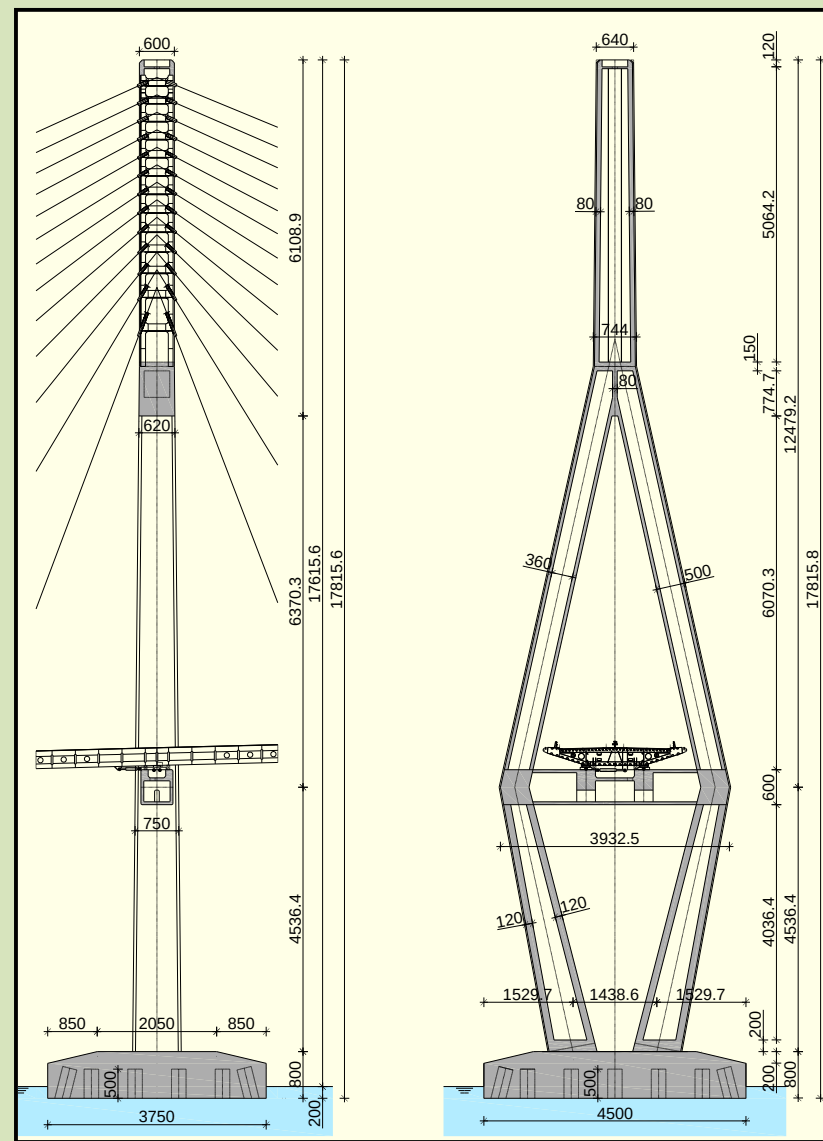
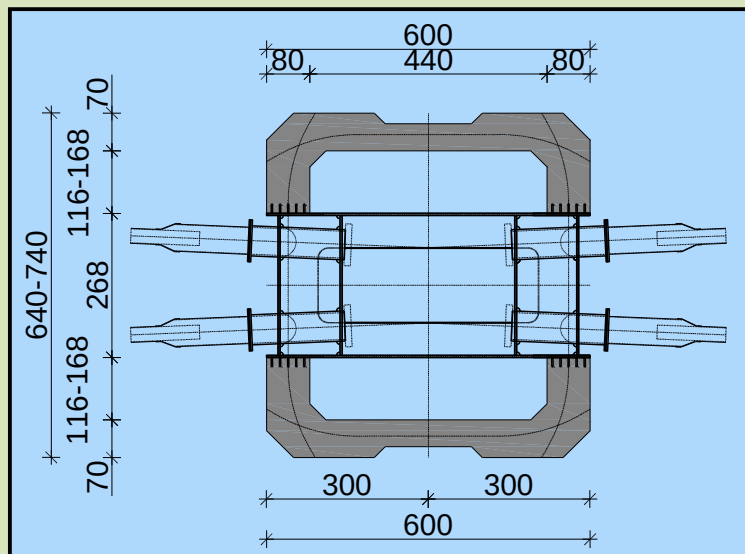
Most Pelješac

- Kontinuirani, čelični tročelijasti sanduk aerodinamičnog oblika
- Visina na ovješnome dijelu – 3,00 m
- Visina na pristupnome dijelu – 5,00 m



Most Pelješac

Piloni A oblika betonski, detalj sidrenja spregnuti



Most Pelješac

Temeljenje:

U1, U2, S2 i S17 - plitko

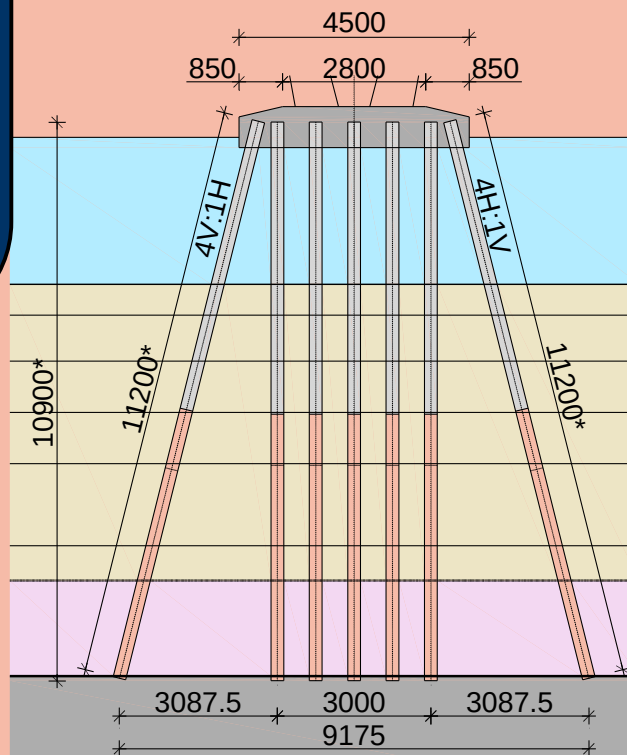
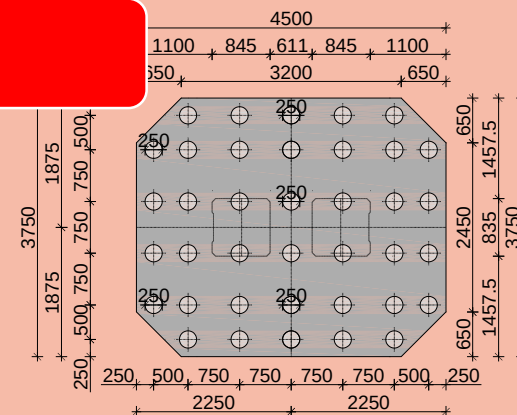
Stupovi u moru

12 pilota $\varnothing=2,00\text{m}$ ukrućenih AB pločom

Piloni

38 pilota $\varnothing=2,50\text{m}$ ukrućenih AB pločom

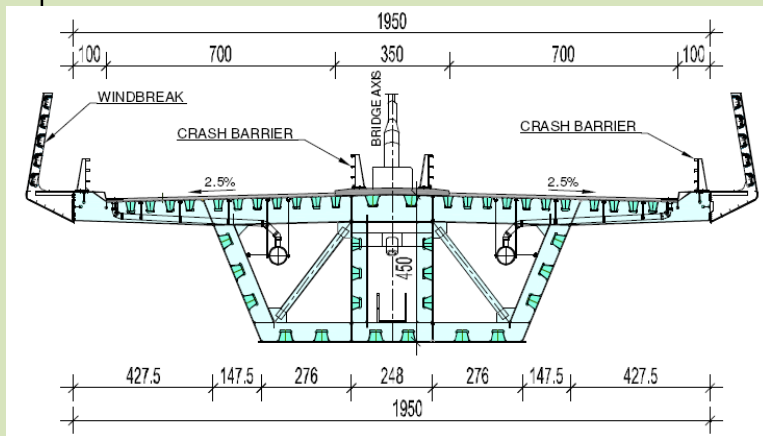
Ispuna cijevi AB u gornjih 55 m (stupovi), 58 m (piloni)

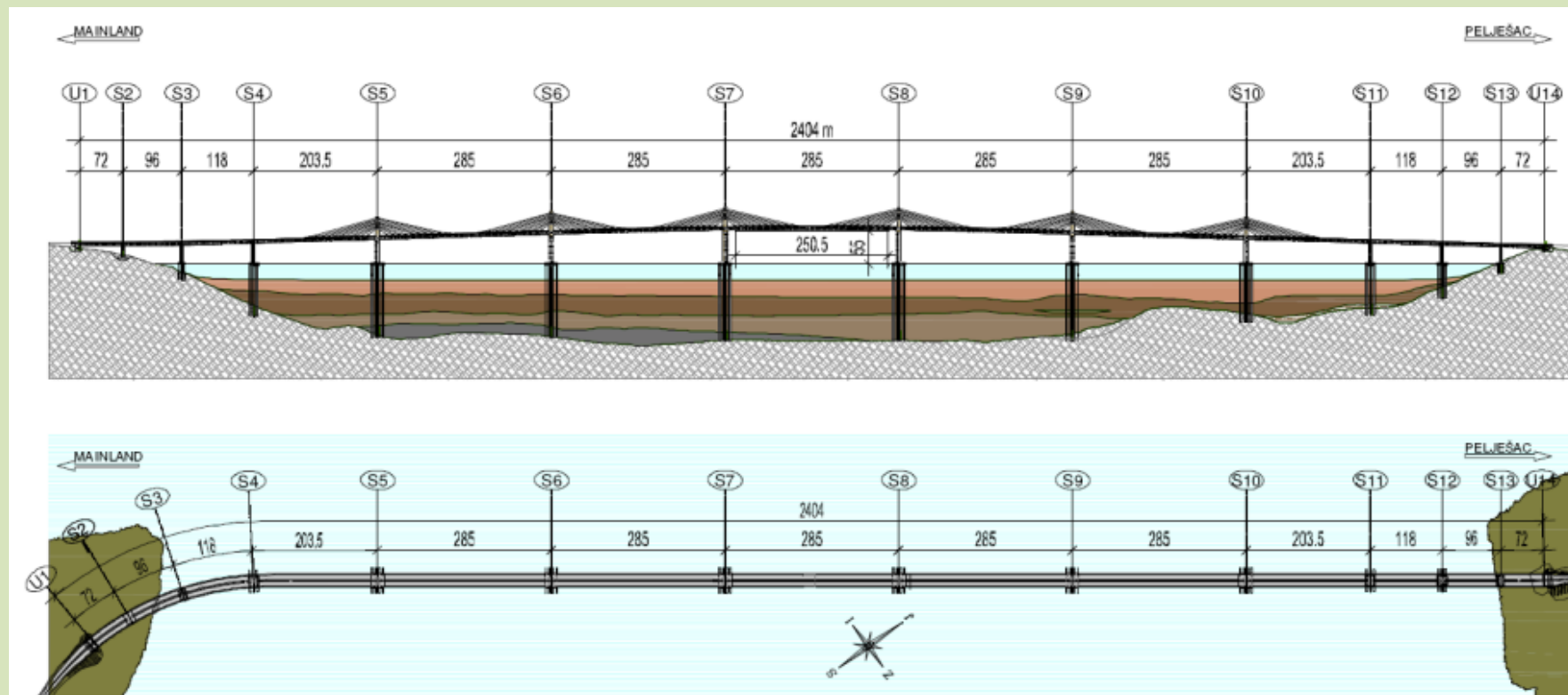




Most Pelješac

- Most prednapet po ekstradosu
- Ukupna duljina = 2404,00 m
- Širina = 21,00 m







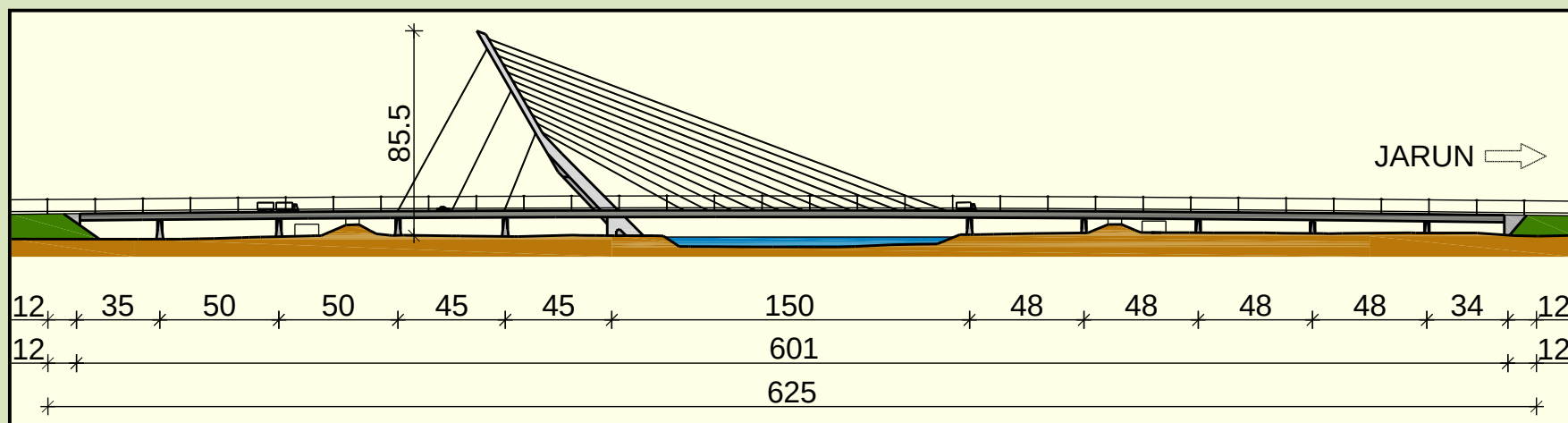
Most Jarun

- Most preko Save u Zagrebu
- u produžetku današnje Vrapčanske ulice do spoja na Jadransku aveniju
- Jugozapadni ulaz u grad



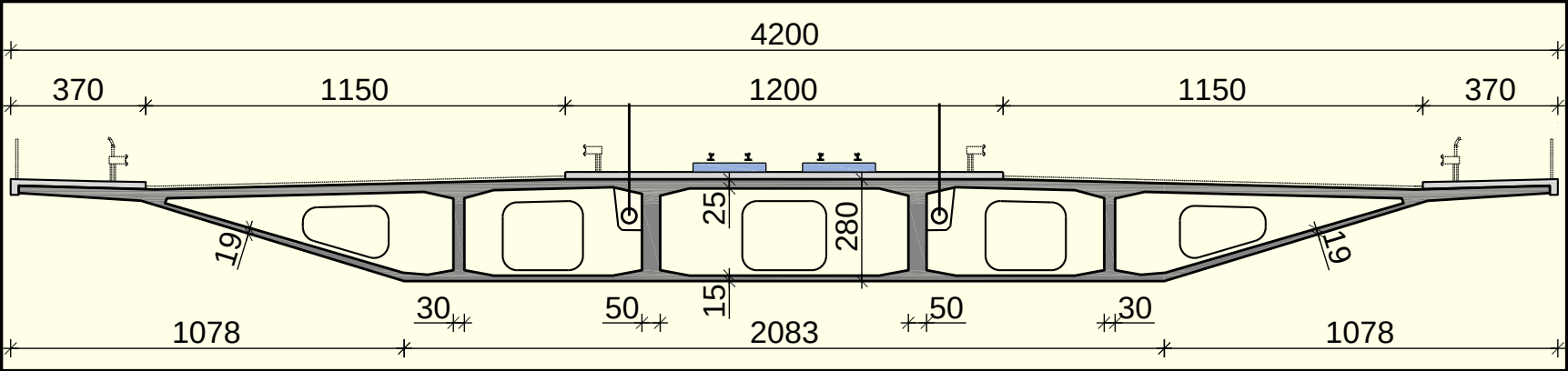
Most Jarun

- Gradski most
- Osnovno korito rijeke Save premošteno jednim otvorom
- Ovješana kontinuirna betonska greda
- 11 raspona: $35+2 \times 50+2 \times 45+150+4 \times 48+34 = 601$ m
- Ukupna duljina mosta – 625 m
- Niveleta mosta je u konveksnoj kružnoj krivini ($R=25.750\text{m}$)
- Tlocrt - u pravcu



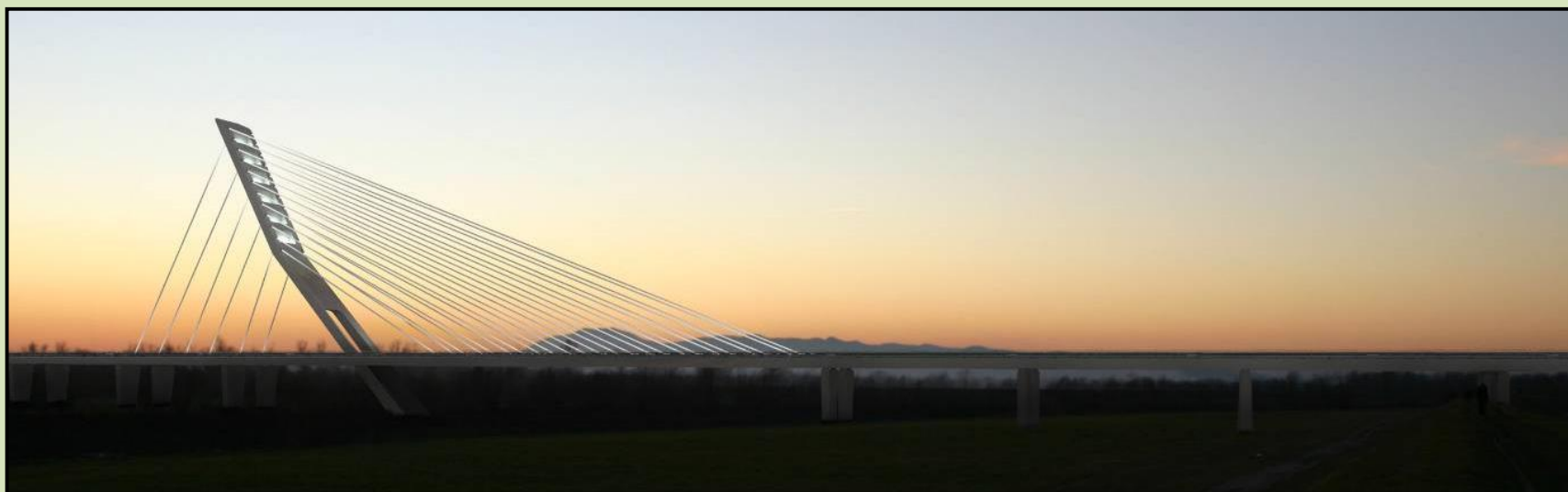
Most Jarun

- Asimetričan, na desnoj obali u četvrtom polju i u glavnom otvoru
- Zatege su raspoređene u dvjema vertikalnim ravninama
- Poprečni razmak zatega - 8.5 m
- Uzdužni raspored zatega - nesimetrični pseudolepezasti
- Prema ovješnom rasponu (sprijeda) - 12 zatega
- Prema prednapetoj prilaznoj gredi (straga) - 3 zatege



Most Jarun

- Ukupna širina mosta - 42 m
- Laka gradska željeznica
- Tri prometna traka u svakom smjeru
- Pješačko biciklističke staze
- Sandučasti nosač s pet klijetki
- Visina nosača je konstantna - 280 cm



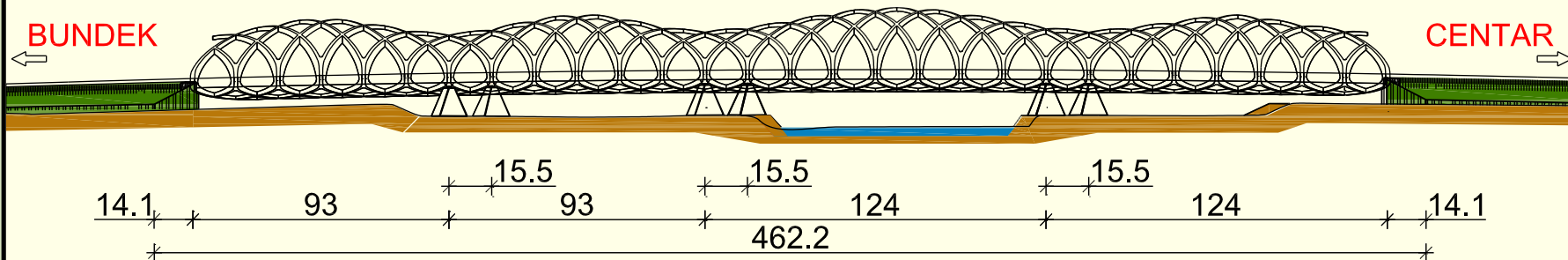
Most BundeK

- Središnji most preko Save u Zagrebu
- U koridoru produžene Ulice Republike Njemačke od Ulice grada Vukovara do Ulice BundeK
- Novi gradski centar Zagreba na Savi
- Novoplanirana zgrada Vlade, HRT, veliki centralni gradski park s jezerima, sportski i javni sadržaji



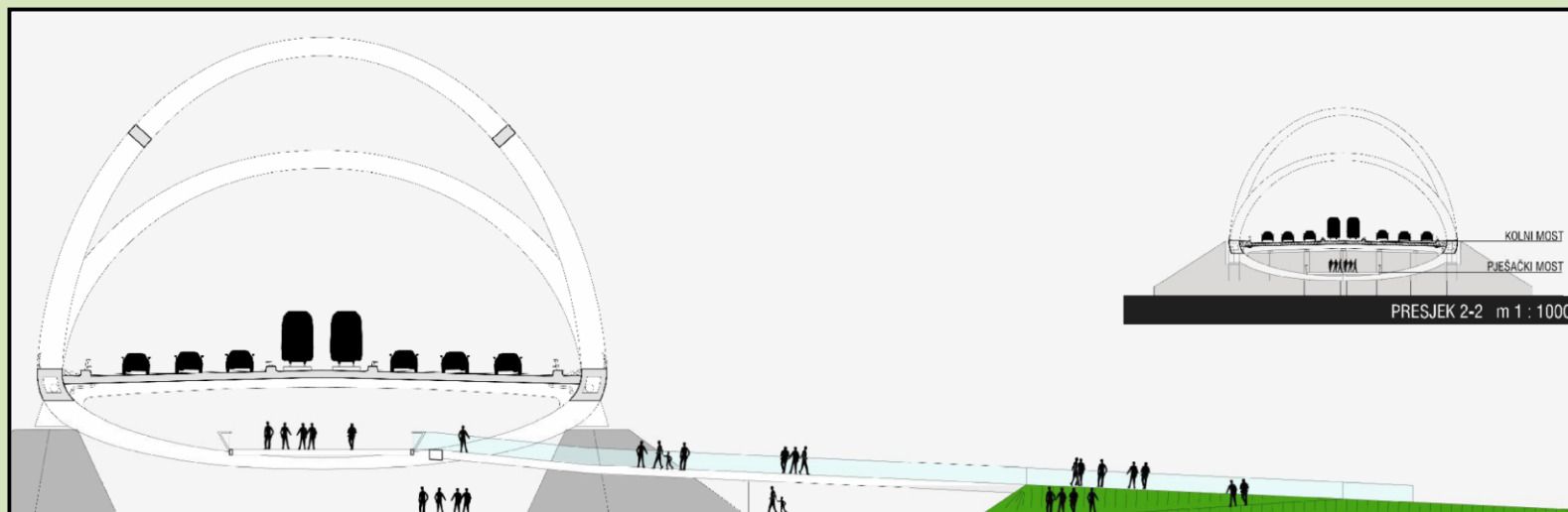
Most BundeK

- Niveleta mosta - konveksna krivina $R=10.000\text{m}$
- Tlocrtno u pravcu
- Čelična kontinuirana prostorna rešetka
- 4 raspona: $93+93+124+124=434\text{m}$
- Ukupna duljina – $462,2\text{ m}$



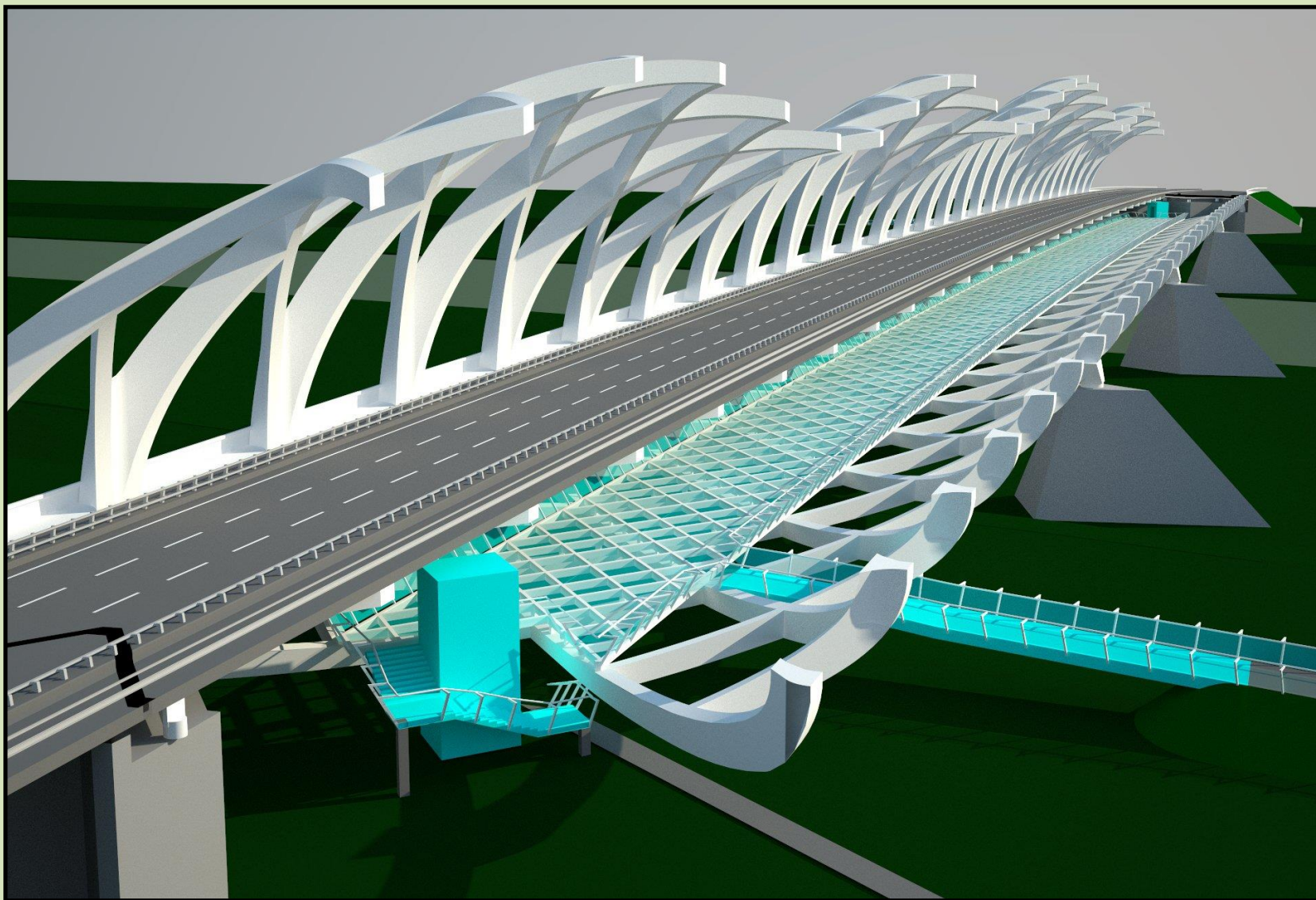
Most Bunde

- Vertikalna organiziranost
- Komunikacijske longitudinale na dvije razine
- Na donjoj razini - pješačka staza
- Na gornjoj razini - 3 cestovna traka za svaki smjer + laka gradska željeznica



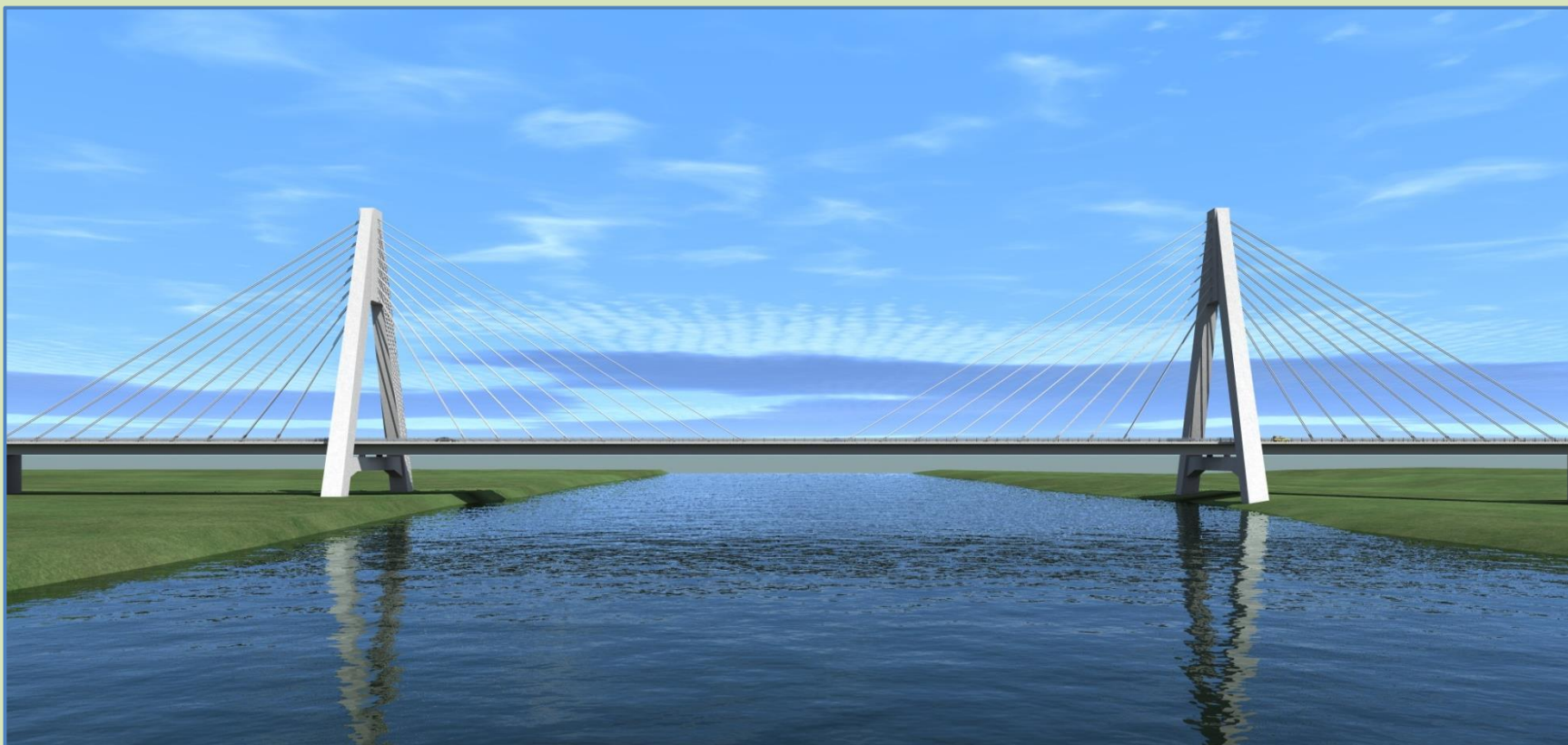


Most Bundeck



Most Drava Osijek

- Most na autocesti Vc preko Drave kod Osijeka
- Prilazni rasponi od predgotovljenih nosača
- Glavni raspon iznad rijeke - zavješeni most sa centralnim ovješanjem i spregnutim rasponskim sklopom



Most Drava Osijek

- Most na autocesti Vc preko Drave kod Osijeka
- Prilazni rasponi od predgotovljenih nosača
- Glavni raspon iznad rijeke - zavješeni most sa centralnim ovješanjem i spregnutim rasponskim sklopom



Most Trogir Čiovo

- uzdužni raspored (dispozicija) mosta odabran je prema načelima izgleda, učinkovitosti i optimalnog uklapanja u urbani okoliš
- rezultat je gotovo nevidljiv, a opet poseban most
- odabrana je dispozicija sa tri dilatacije



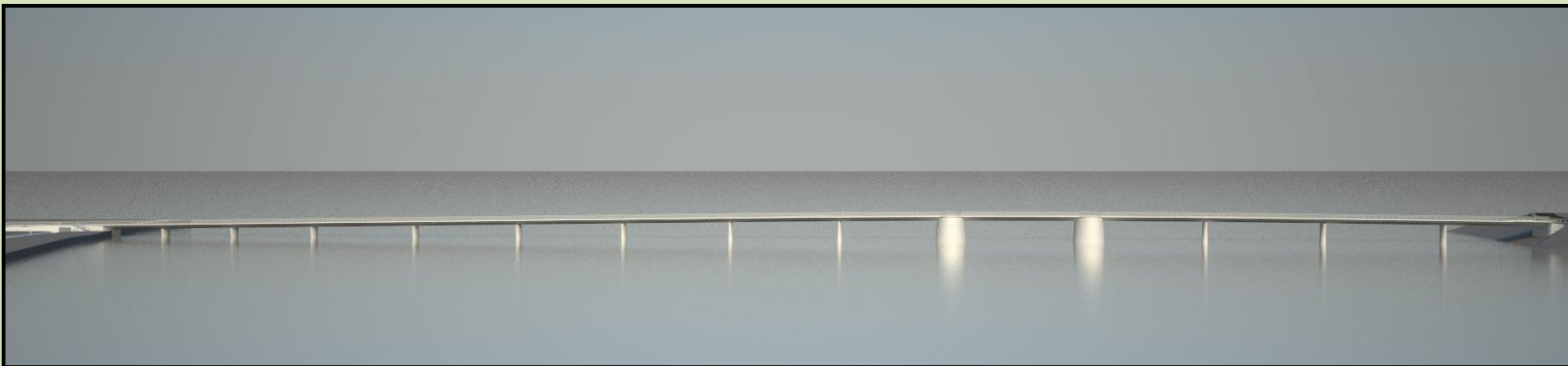
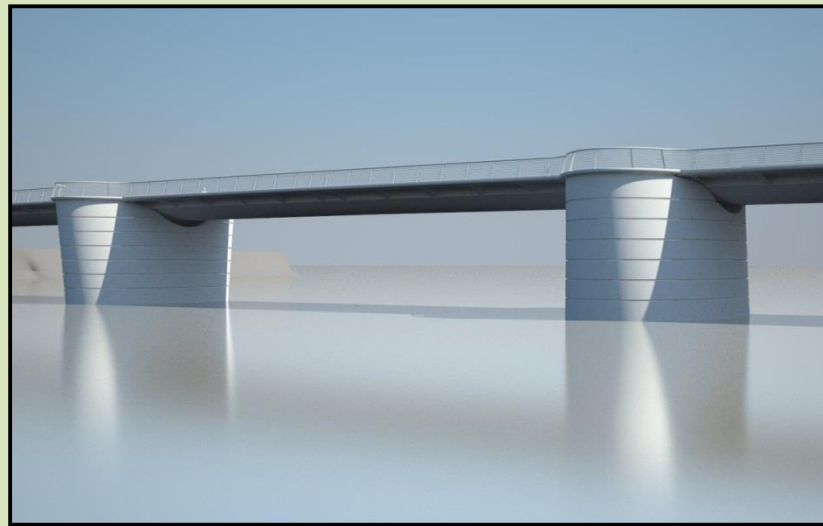
Most Trogir Čiovo

- Meke zaobljene linije - harmonija između stupova i upornjaka i rasponske konstrukcije
- Mekoća linija presjeka izbjegava oštre sjene, a one na Mediteranu uvijek postoje



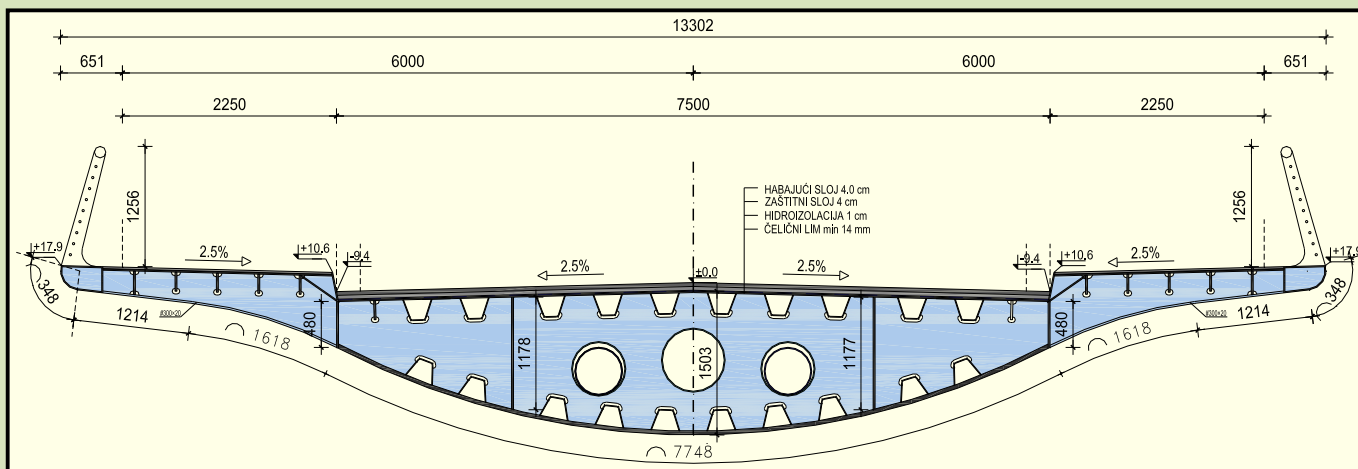
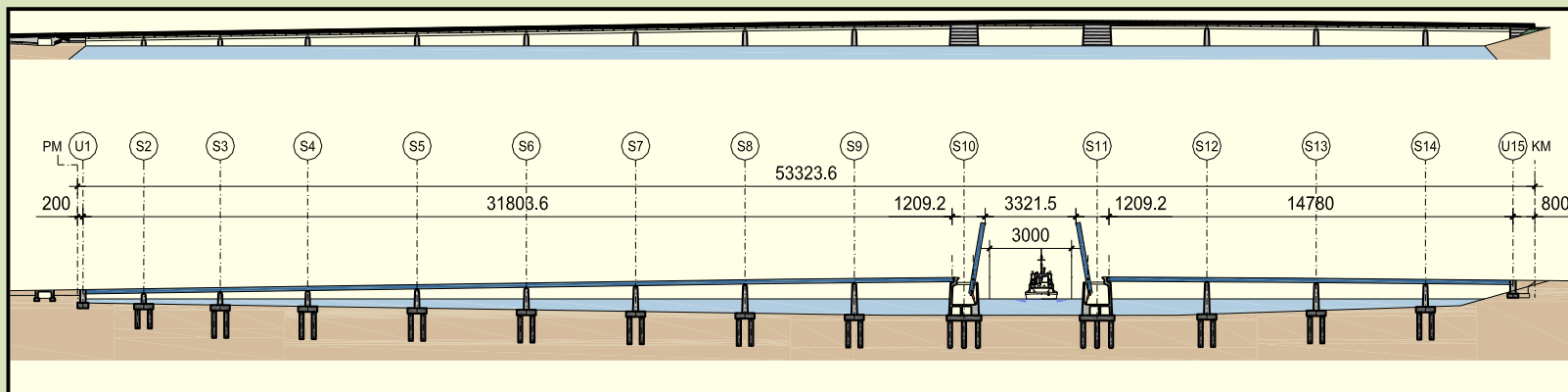
Most Trogir Čiovo

- jednostavna kontinuirana greda, sa vitkim elementima i prozračan most



Most Trogir Čiovo

- rasponski sklop je čelični sanduk konstantne visine na cijeloj duljinimosta
- $L1=22,24+28,0+32,0+5 \times 40,0+35,8$ m
- Pokretni dio mosta, $L2=43,4$ m
- $L3=35,8+2 \times 40,0+32,0$





Most Trogir Čiovo

