



Универзитет у Београду – Грађевински факултет  
[www.grf.bg.ac.rs](http://www.grf.bg.ac.rs)

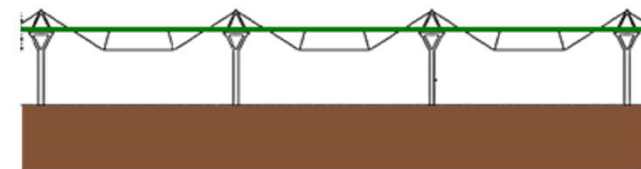
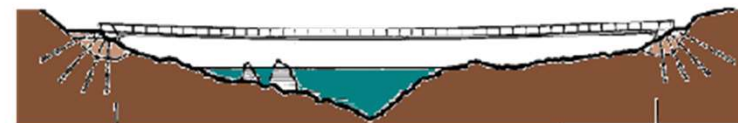
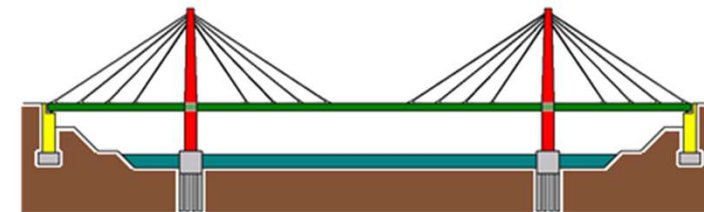
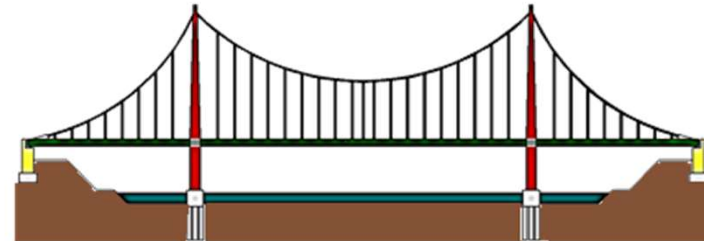
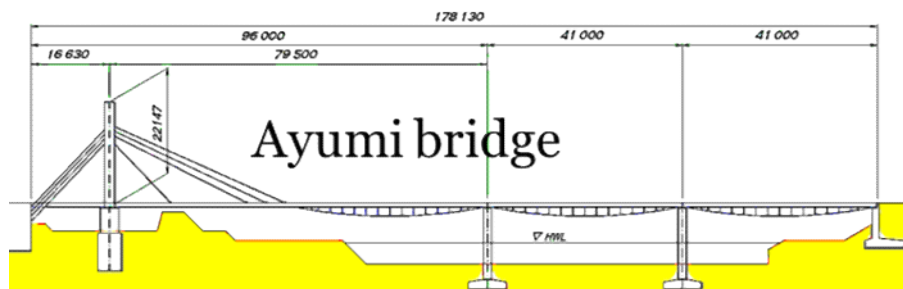
---

Студијски програм: **ГРАЂЕВИНАРСТВО ДИПЛОМСКЕ АКАДЕМСКЕ СТУДИЈЕ**  
Modul: **КОНСТРУКЦИЈЕ**  
Година/Семестар: **I година / I семестар**  
Назив предмета (шифра): **БЕТОНСКИ МОСТОВИ (МОК1БМ)**  
Наставник : **В. Проф. Др Снежана Машовић**  
Наслов предавања: **Специјални системи мостова**  
Датум : 15.01.2024.

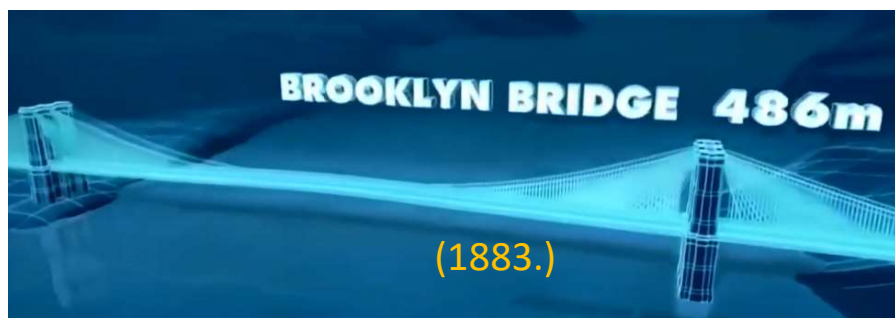
---

# Системи придржани кабловима

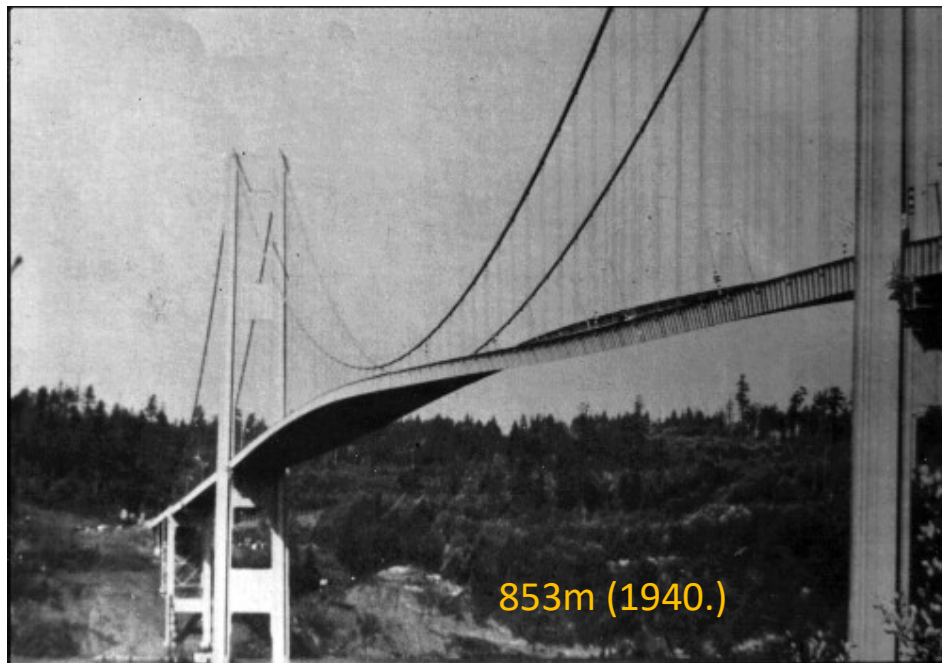
- Висећи мостови
- Мостови са косим затегама
- Остали специјални системи (extrados bridges, under-deck, stress-ribbon, комбиновани)



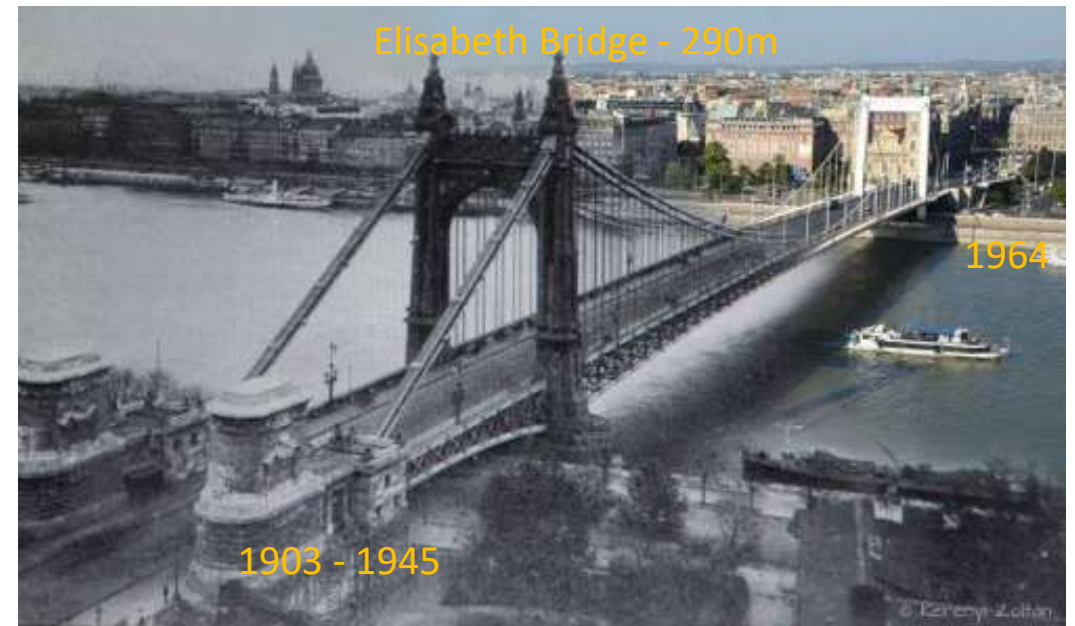
# Развој великих висећих мостова



# Tacoma Narrows Bridge



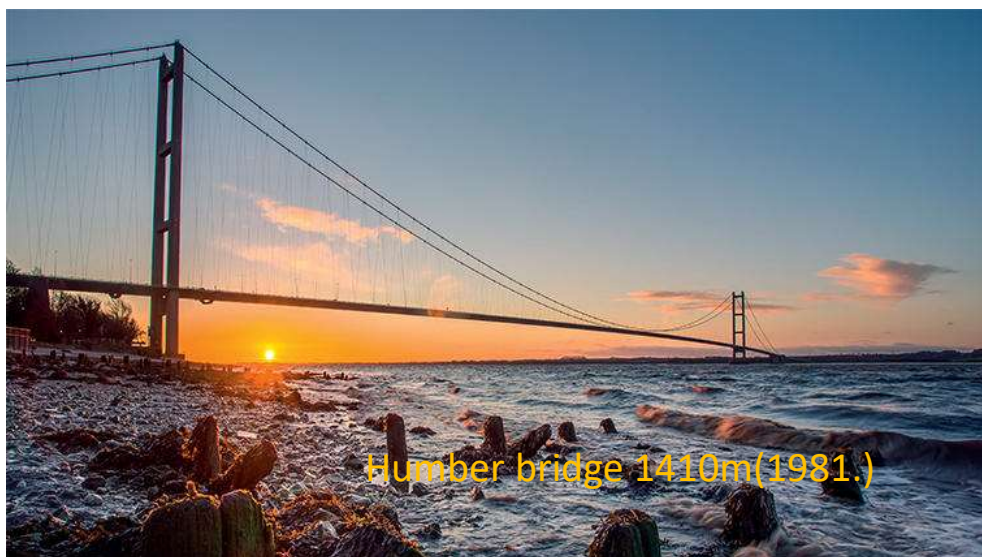
# Висећи мостови на Дунаву



# Велики висући мостови у Европи



Forth Road 1005m (1964.)



Humber bridge 1410m(1981.)



Great Belt East 1624m (1998.)

# Висећи мостови у Јапану



Kurushima-Kaikyō  
Укупна дужина – 4015m  
највећи распон – 1030m (1999.)



Akashi – Kaikjo - 1991m (1998.)

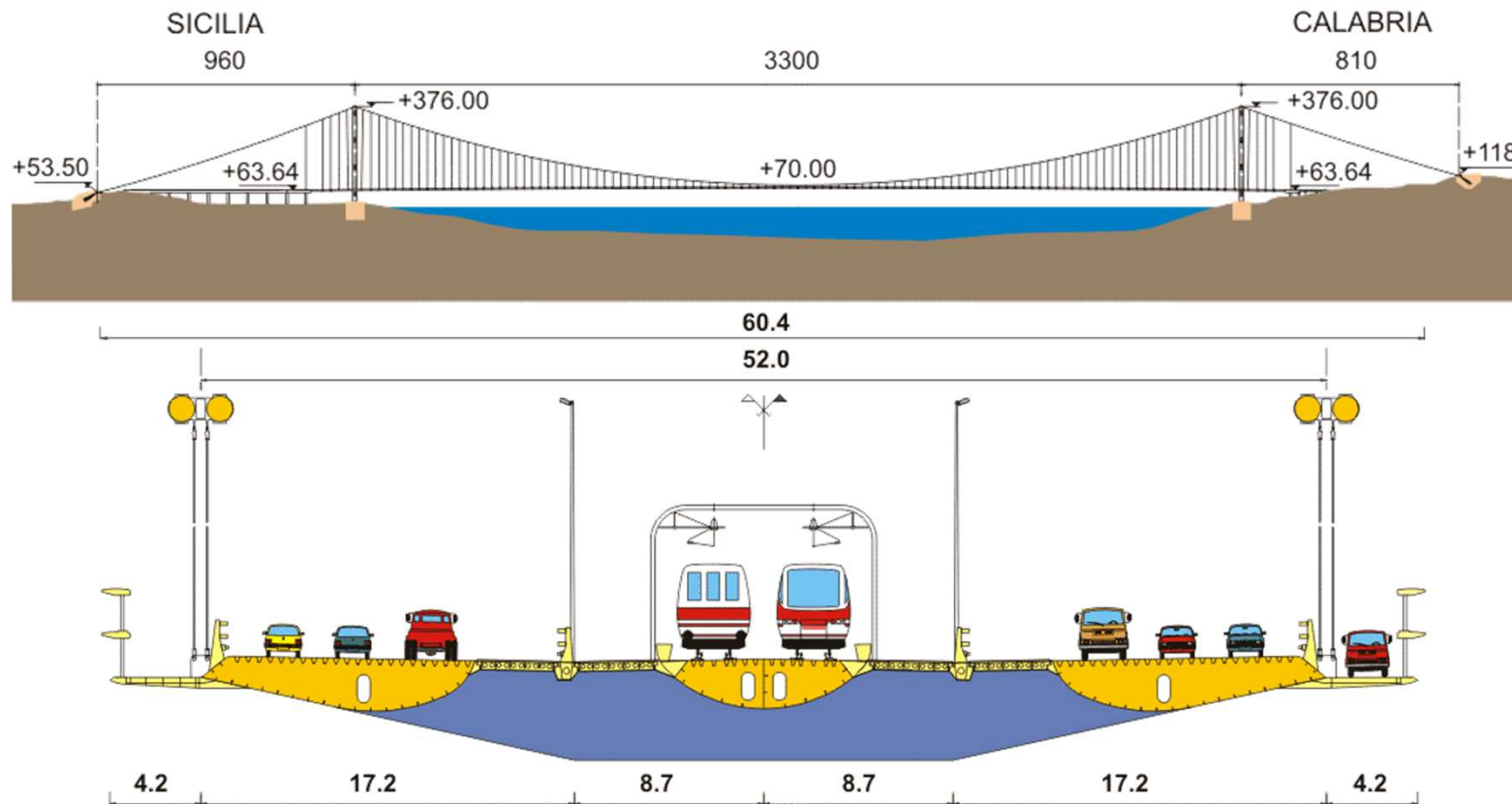
# Most Čanakale

- Most Čanakale 1915 biće najduži viseći most na svetu, ukupne dužine 4.608 metara, sa rasponom između pilona od 2.023 metra, što je dužina koja simboliše 2023. godinu u kojoj se obeležava 100. godišnjica od osnivanja Republike Turske, koju je utemeljio Kemal Ataturk.
- [https://www.youtube.com/watch?v=ys\\_310mlbcl&ab\\_channel=Liebherr](https://www.youtube.com/watch?v=ys_310mlbcl&ab_channel=Liebherr)



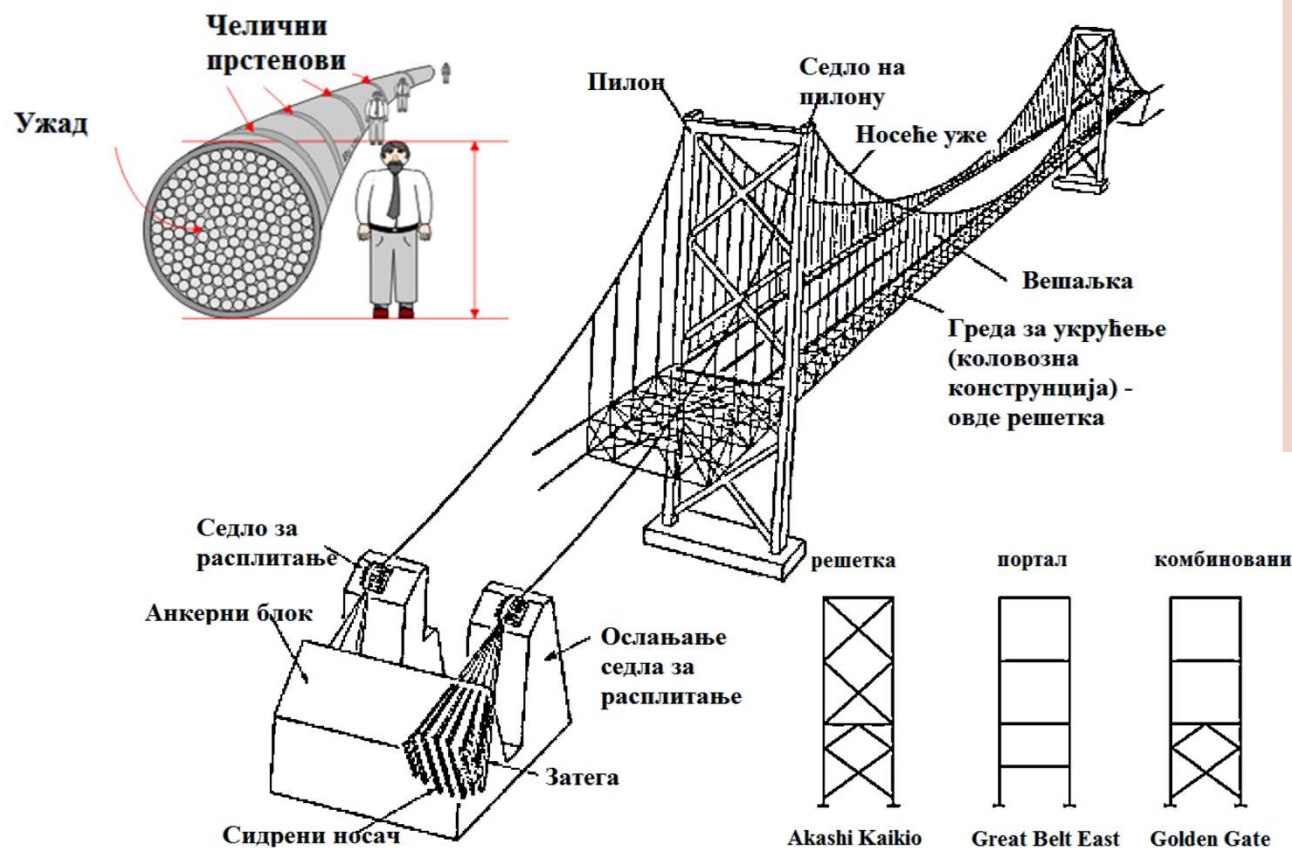
# Пројекат Messina

[https://www.youtube.com/watch?v=Yz-nDDhmhKI&ab\\_channel=Futurology](https://www.youtube.com/watch?v=Yz-nDDhmhKI&ab_channel=Futurology)



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Основни елементи

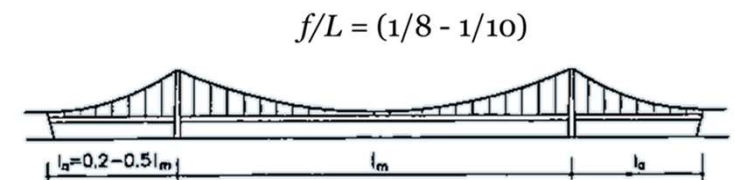


## Предности

Највећи распони;  
 Мање материјала, економични;  
 Нема потребе за скелом;  
 Отпорност на утицаје земљотреса

## Мане

Значајан утицај ветра;  
 Непогодни за железнички саобраћај;  
 Поједини делови се тешко монтирају и одржавају.



# Типови висућних мостова



**Овешање само у главном  
распону**

**Овешање у свим распонима**

**Висућни мостови са више  
поља**



**Вертикалне вешаљке**



**Косе вешаљке**



**Комбиновани систем**

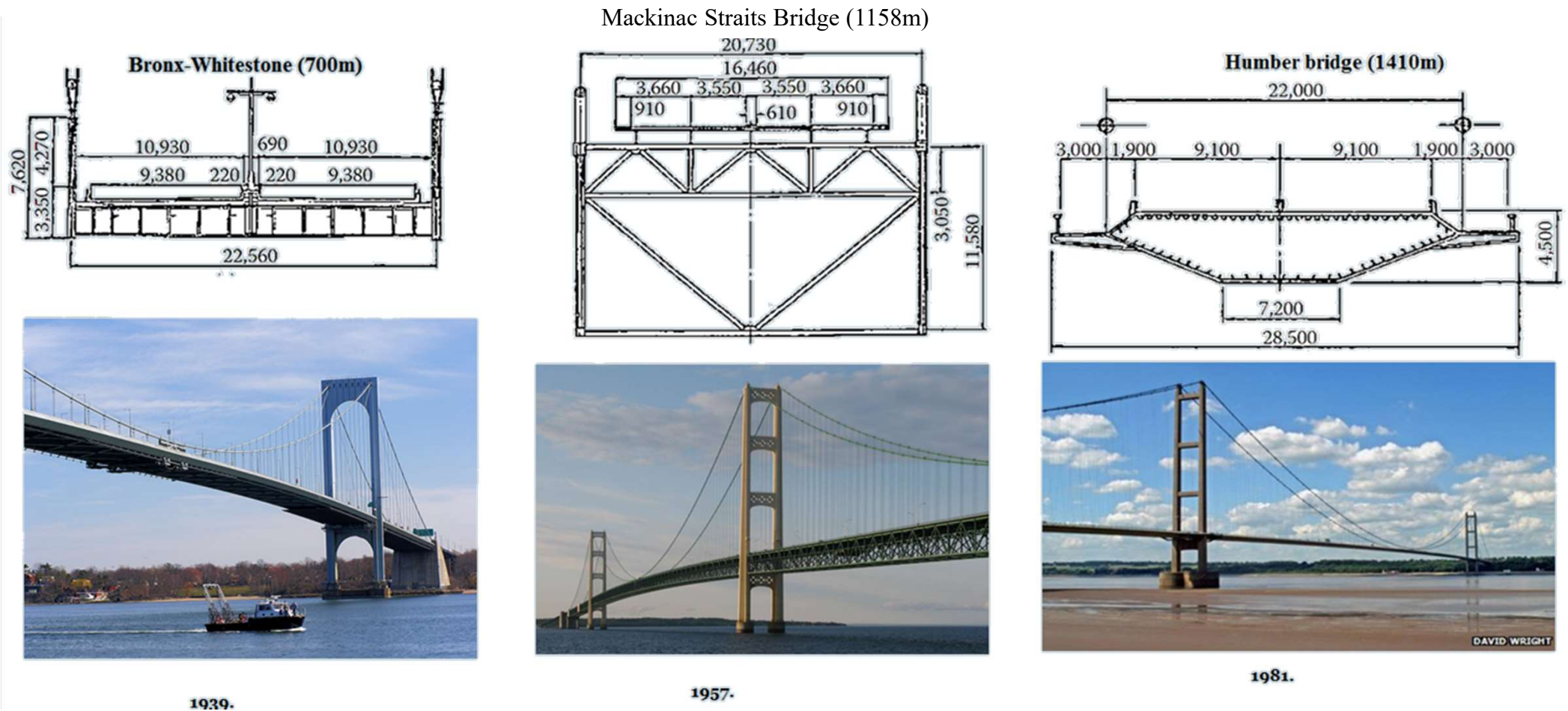


**Екстерно усидрени**



**Интерно усидрени / самоанкеровани**

# Греда за укрућење – коловозна конструкција



# Аеродинамичка стабилност



**О.Н. Амтманн препоруке за обезбеђење аеродинамичке стабилности**

$$S = 1600 (g / f) + 160000 (I / t^4) > 600$$

$g$  – тежина греде

$f$  – стрела кабла

$I$  – момент инерције греде

$t = L/100$ , са  $L$  = размак пилона

(Тасота:  $S=170$ )

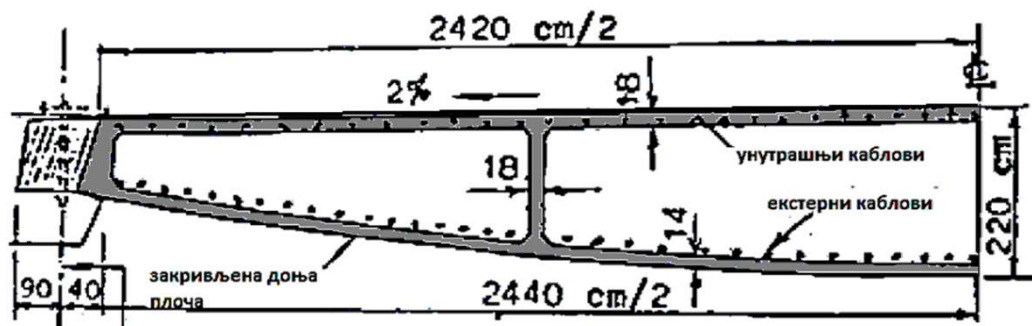
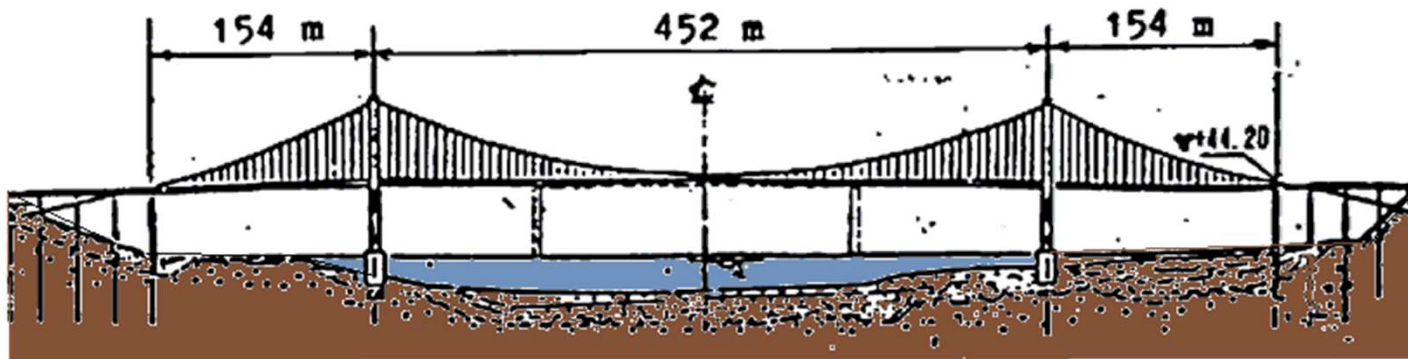
## ■ Генералне препоруке

$$H / L = 1/170;$$

$$B / L = 1/53;$$

$$f / L = 1/9$$

# Shantou Bay Кина 1995



линија вешања

# Извођење



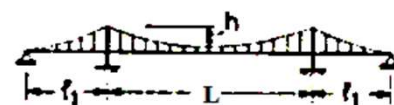
Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Моно-уже



Chavanon Viaduct (300m)

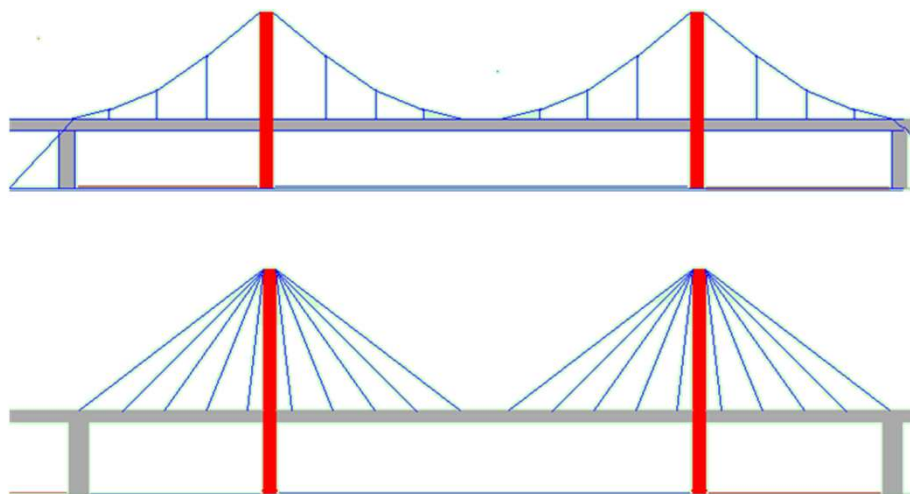
# Сличности и разлике висяћих мостова и мостова са косим затегама



Висяћи мост  
 $h/L = 1/9$



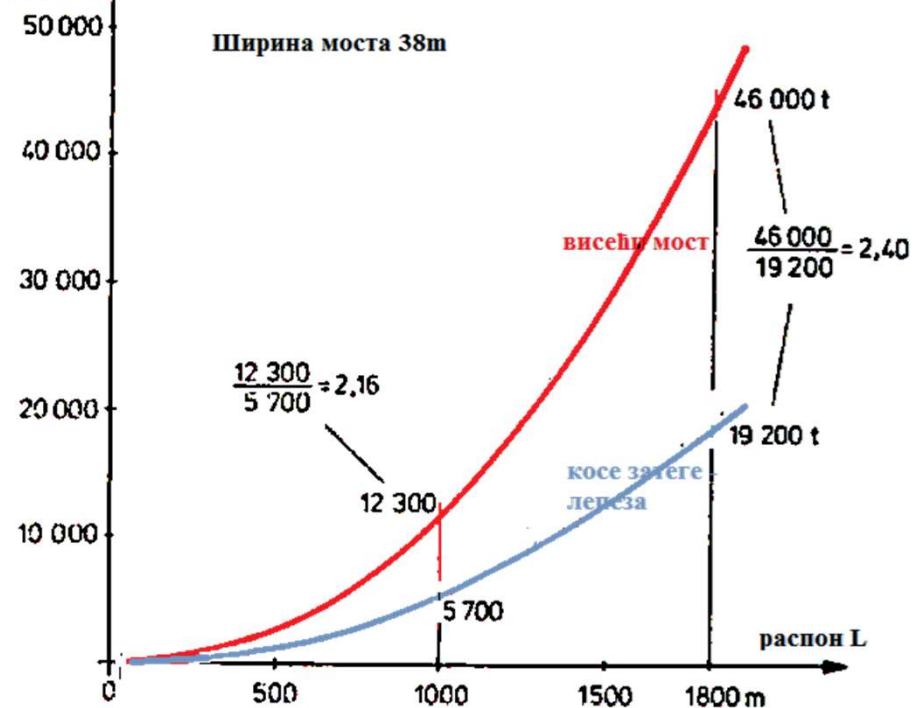
Мост са косим затегама  
 $h/L = 1/5$



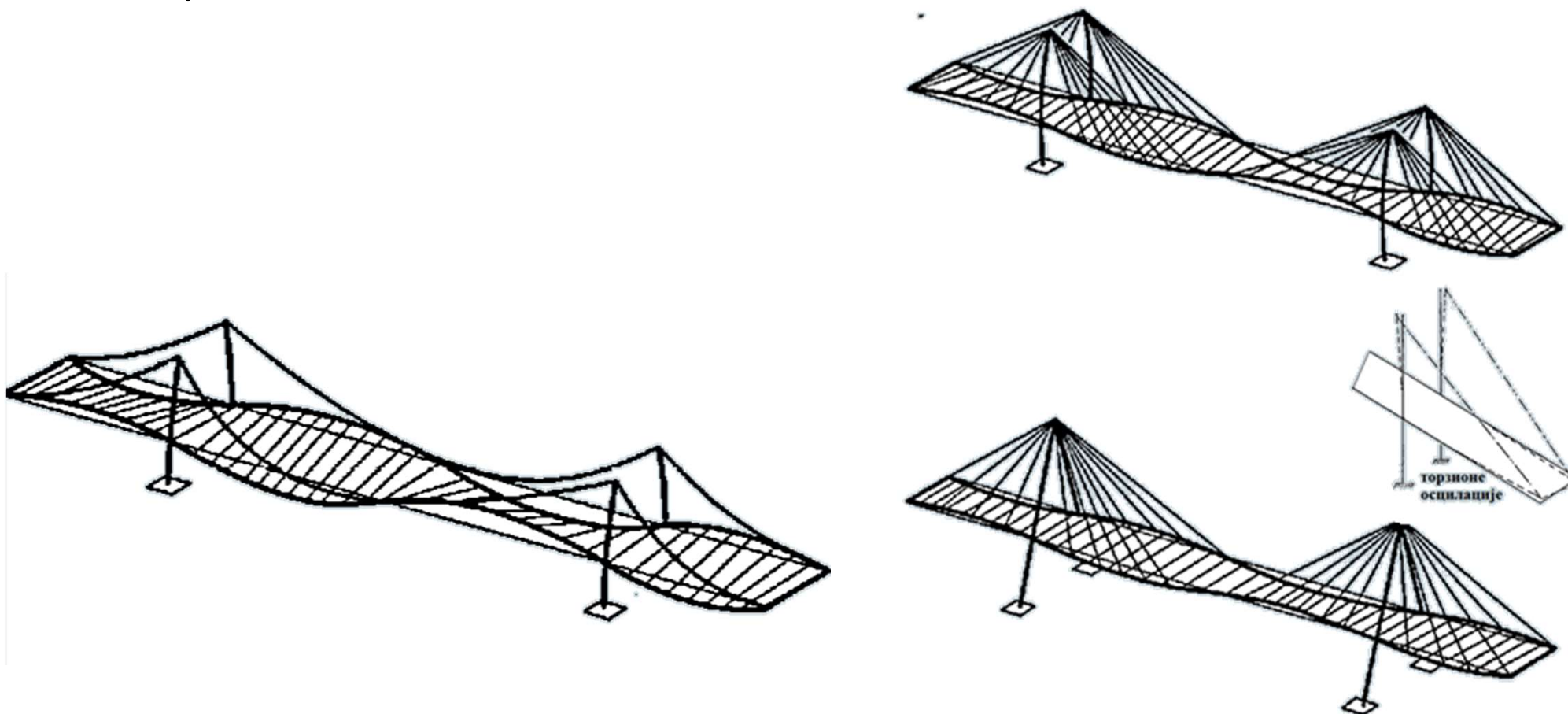
тежина каблова у

тонама

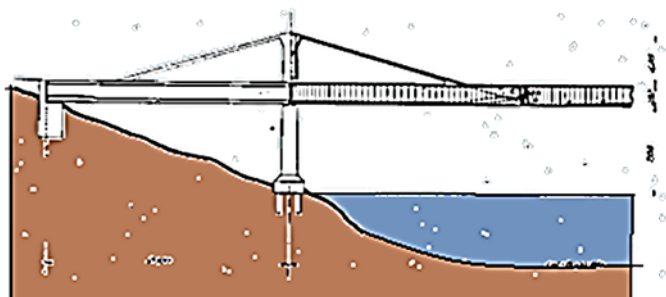
Ширина моста 38m



# Аеродинамичка стабилност

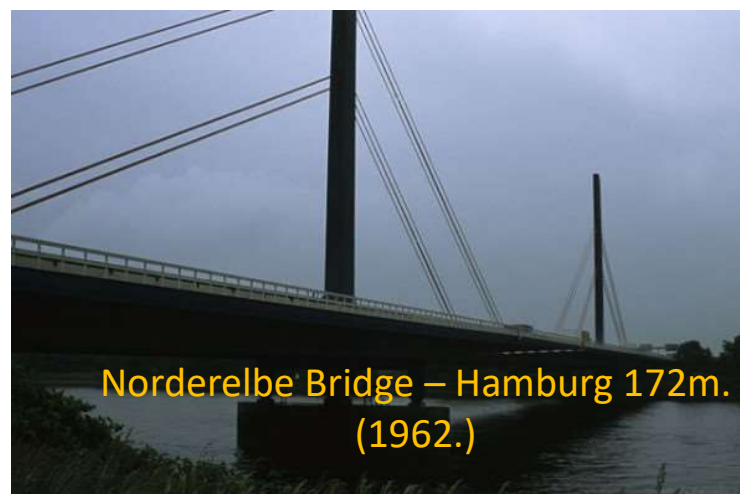


# Аквадукт Темрић 1927. (60,3m)



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Рани челични мостови са косим затегама



# У Србији



Нови железнички мост у Београду, 254,1977

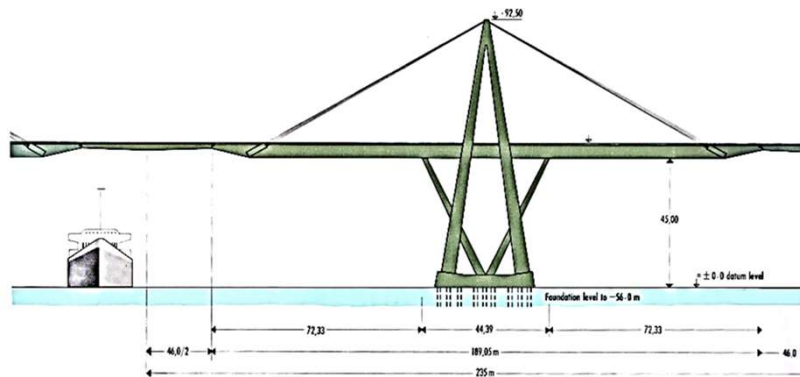


Мост слободе у Новом саду, 351, 1991-1999.

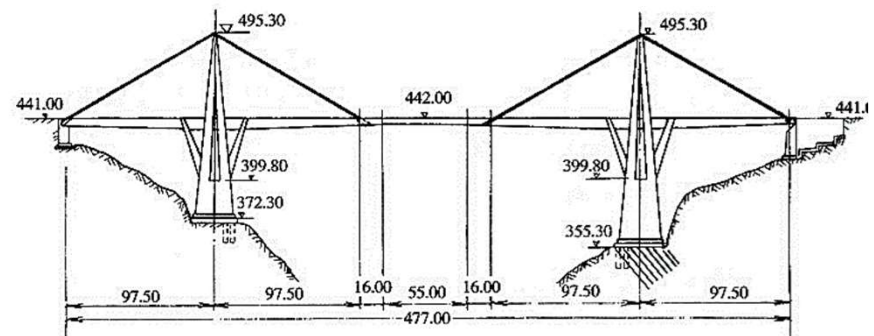
# Riccardo Morandi (бетонска коловозна конструкција)



Maracaibo Bridge – Венецуела, 253,1962



Wadi Kuf 282 -1971 Либија



# Riccardo Morandi

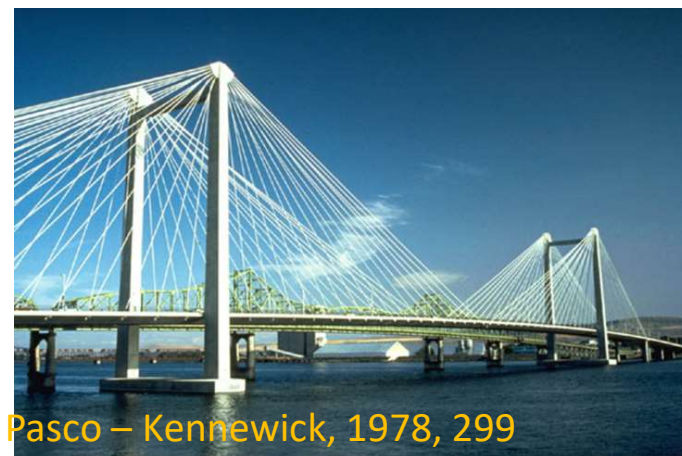
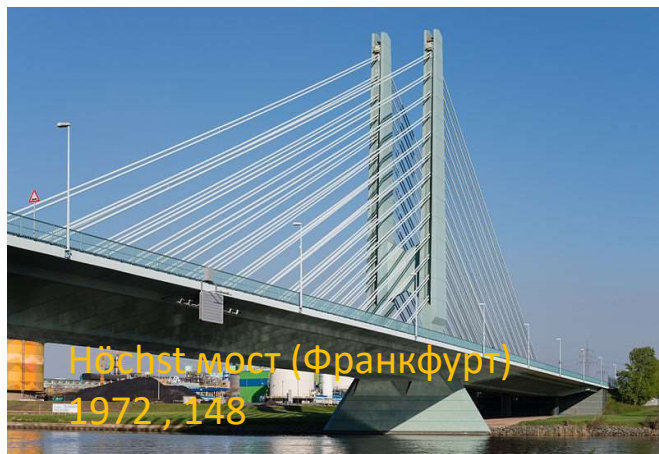


Polcevera Viaduct, Genoa, Italy  
202.50 - 207.90 - 142.65 m (1968.)



Viadotto\_Carpineto 30.00 m - 181.00 m - 30.00 m

# Бетонска коловозна конструкција – савремене форме



# Бетонска коловозна конструкција – савремене форме



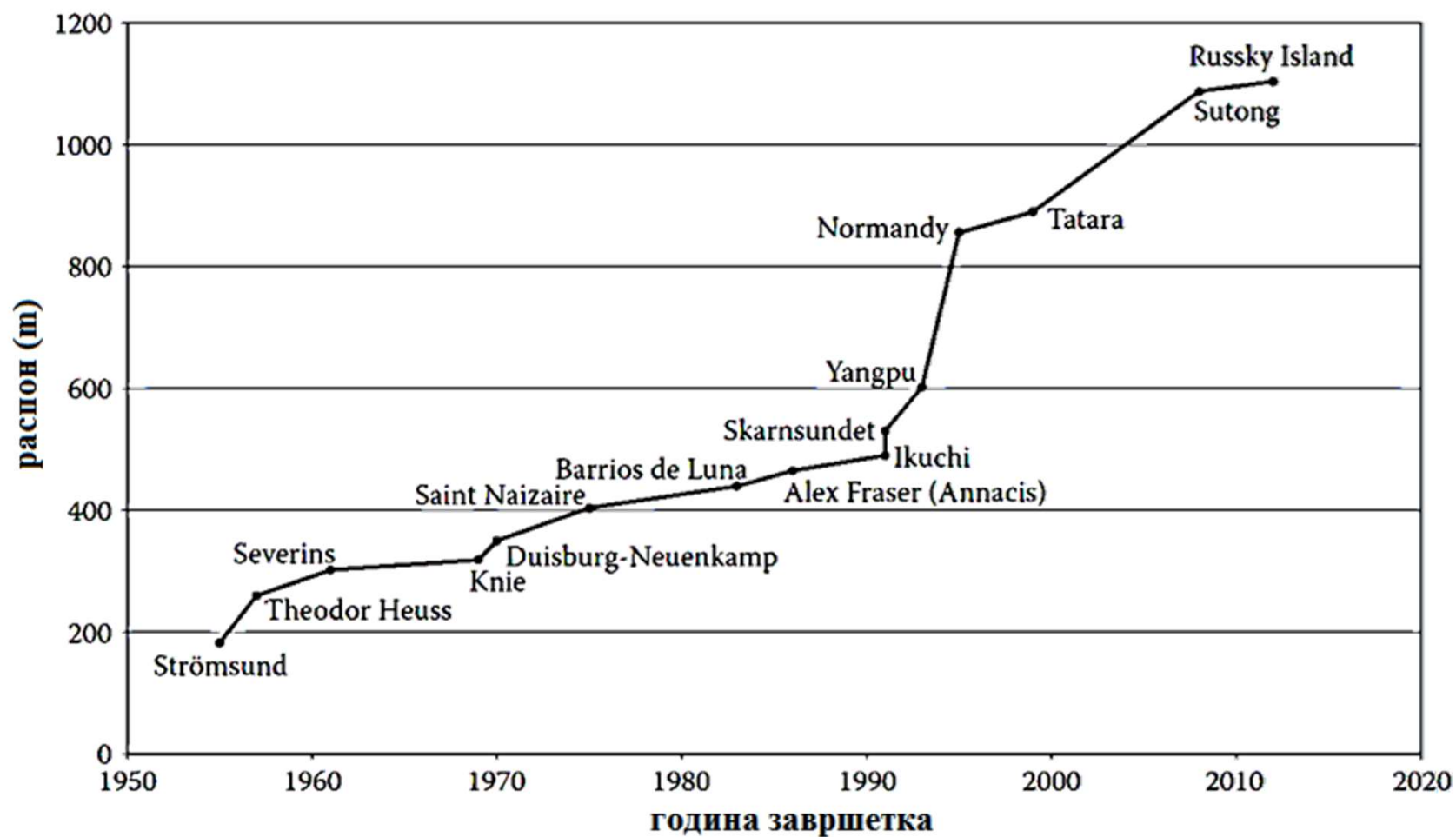
# Рекорди



# Мост на Ади, 375, 2012

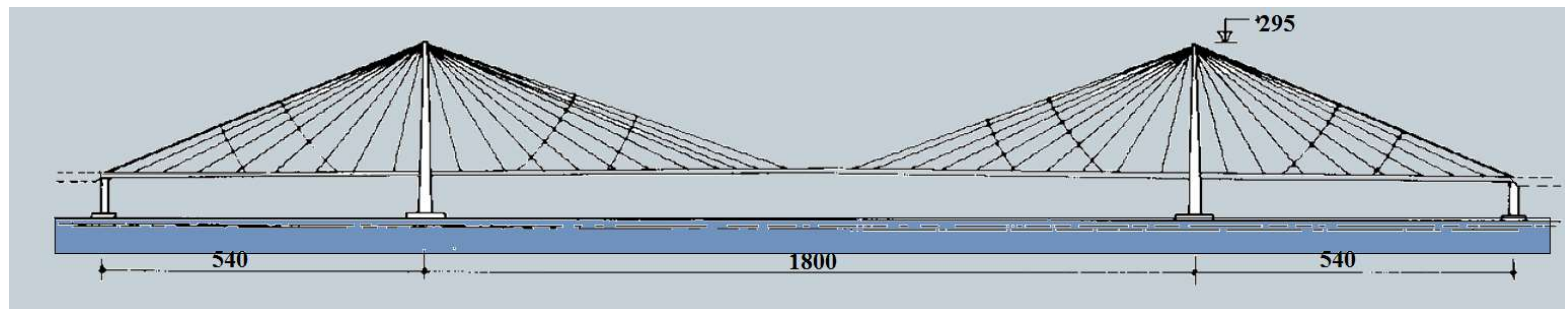


# Пораст распона



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Идејно решење моста Месина (распон 1800м)



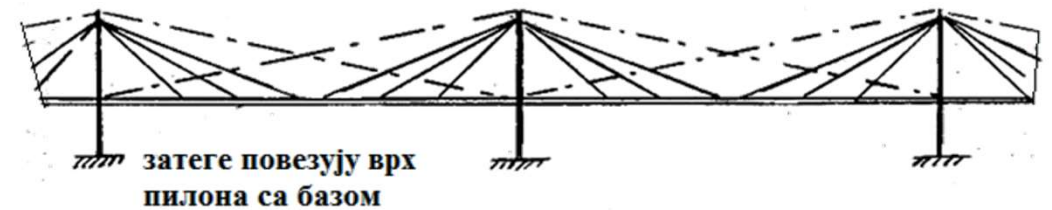
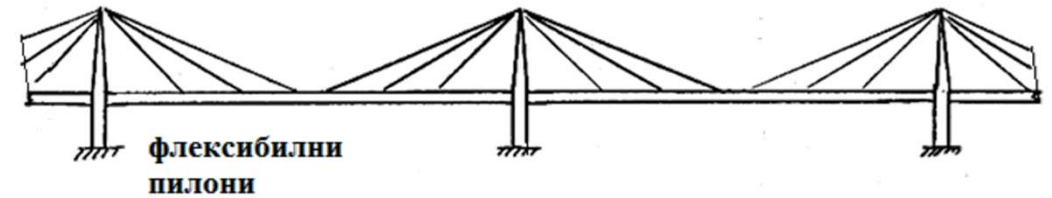
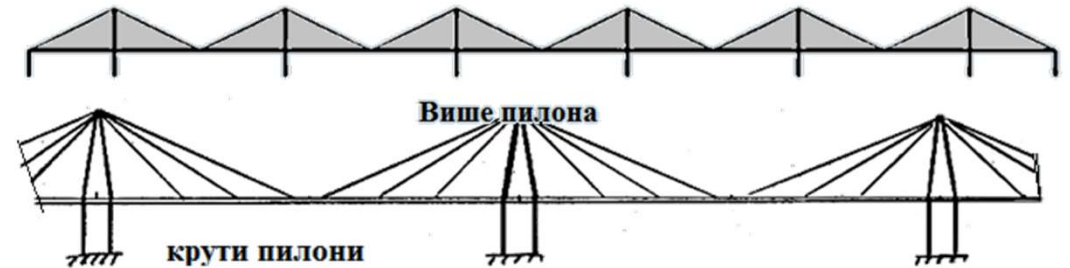
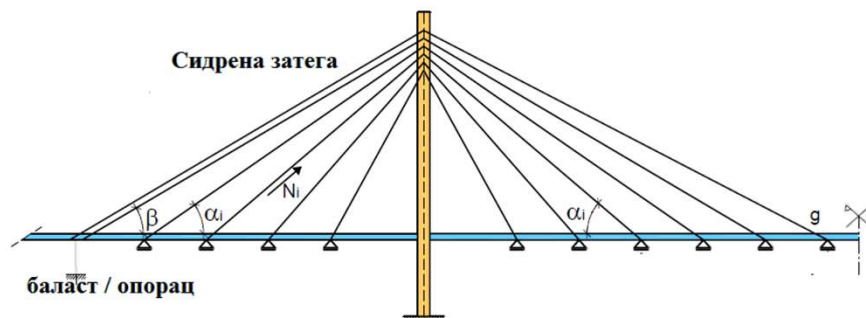
Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Број пилона

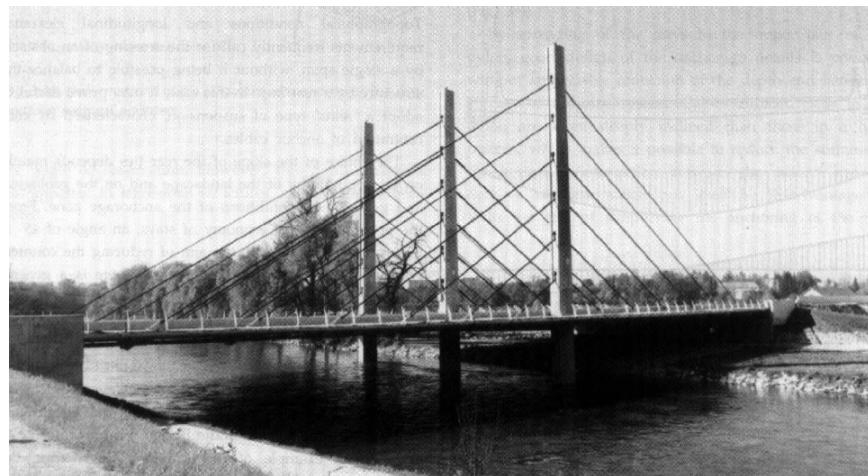
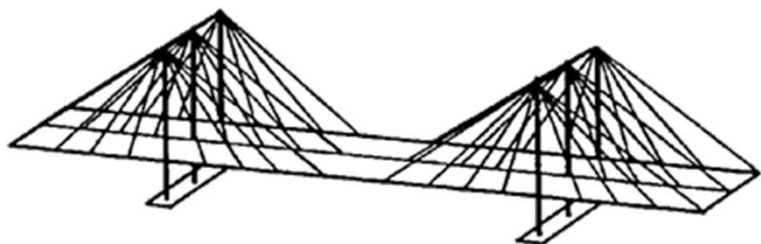
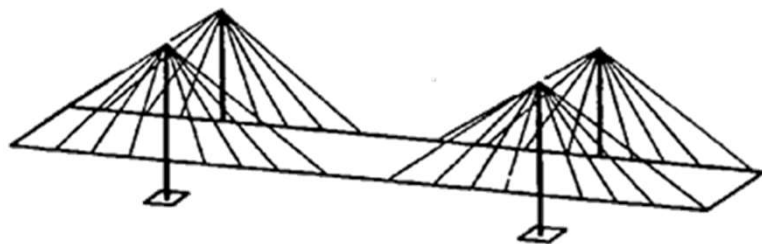
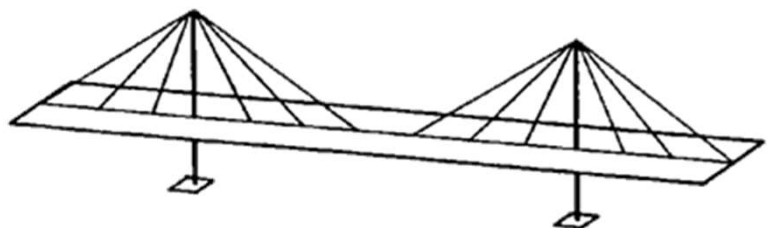
Један пилон



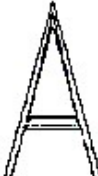
Два пилона

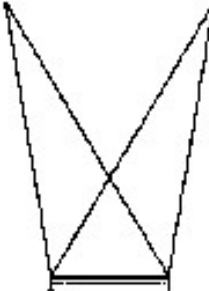
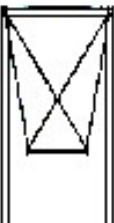


# Број равни затега

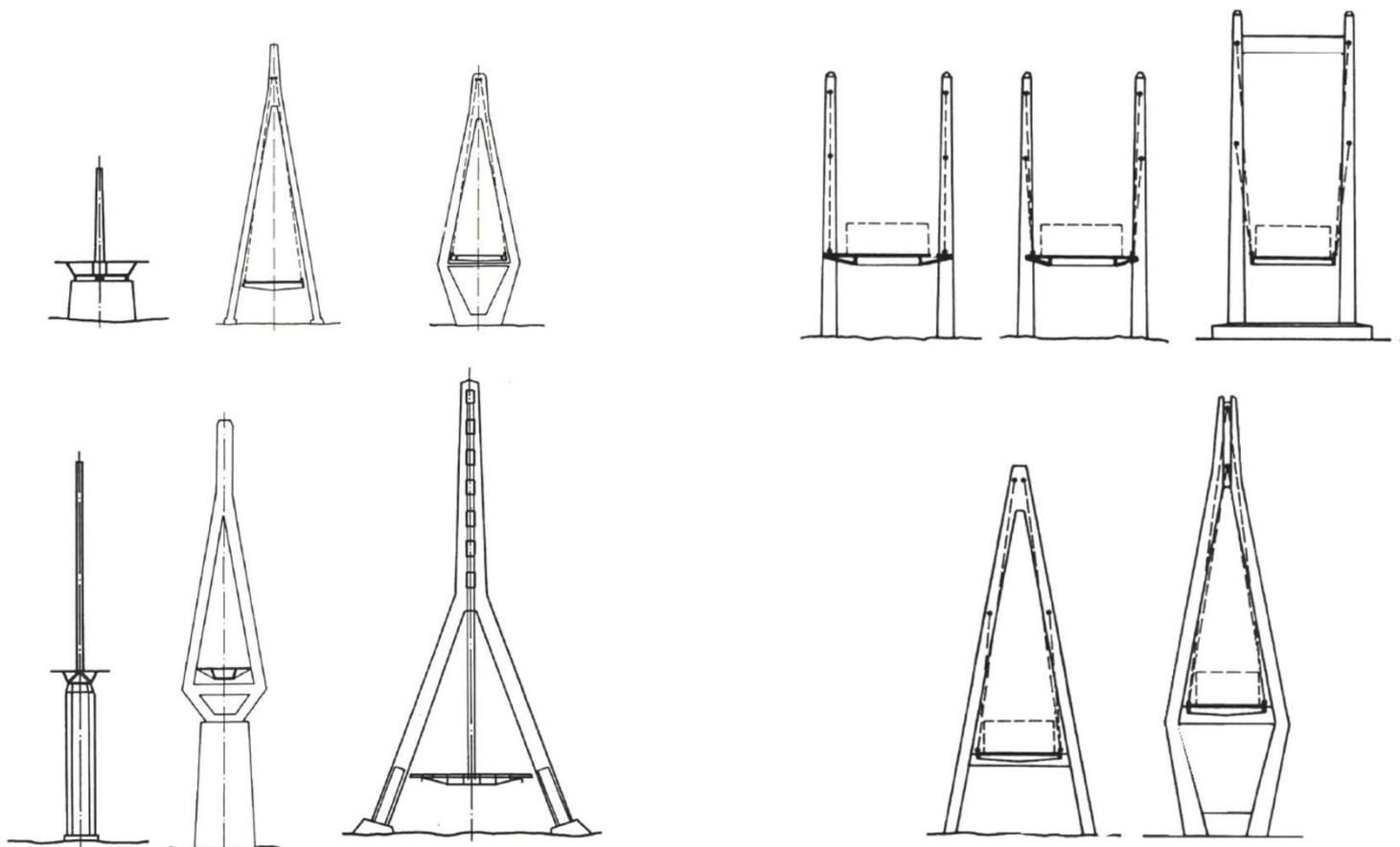


# Равни каблова и пренос оптерећења

| положај каблова<br>и носача                                                         | Пренос оптерећења:    |                |         |            |       | Типични пресеци<br>пилона                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|---------|------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                     | каблови<br>вертикално | носач<br>бочно | торзано | вертикално | бочно |                                                                                     |
|    | ✓                     |                |         | ✓          | ✓     |    |
|   | ✓                     |                | ✓       | ✓          |       |   |
|  | ✓                     |                | ✓       | ✓          |       |  |

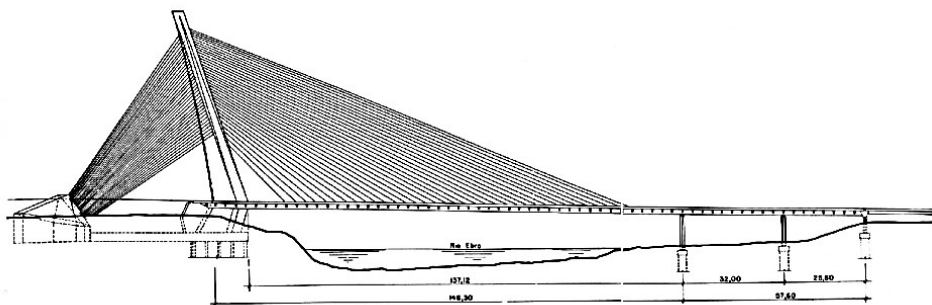
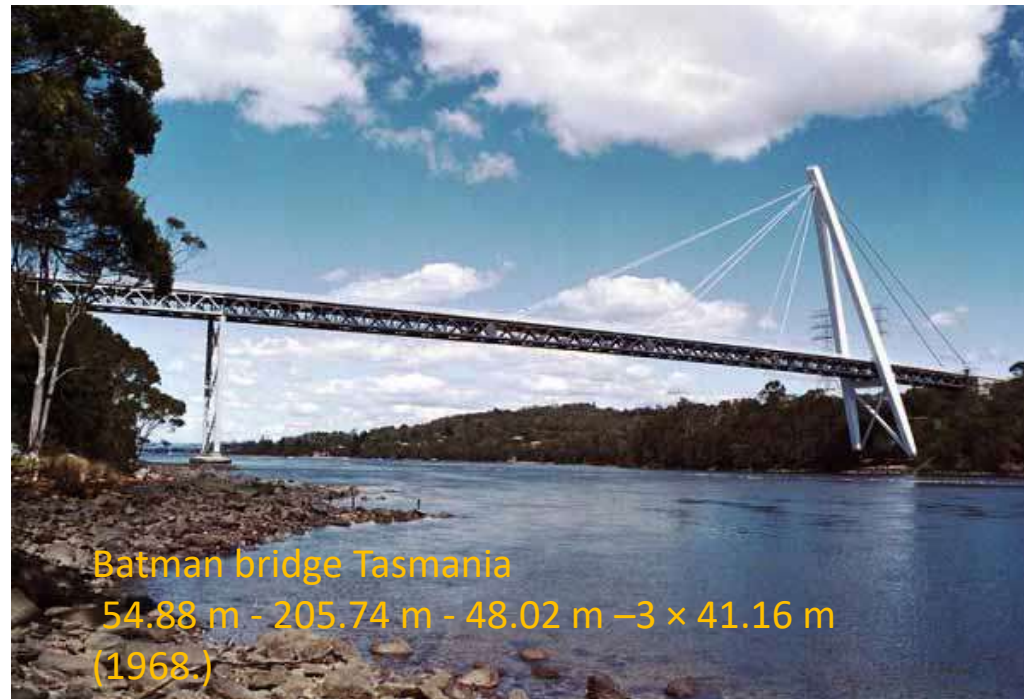
| положај каблова<br>и носача                                                          | Пренос оптерећења:    |       |         |            |       | Типични пресеци<br>пилона                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------|---------|------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                      | каблови<br>вертикално | бочно | торзано | вертикално | бочно |                                                                                       |
|   | ✓                     | ✓     |         |            | ✓     |    |
|  | ✓                     | ✓     | ✓       |            |       |  |

# Обликовање пилона

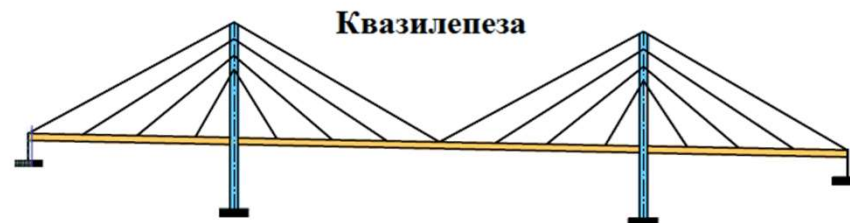
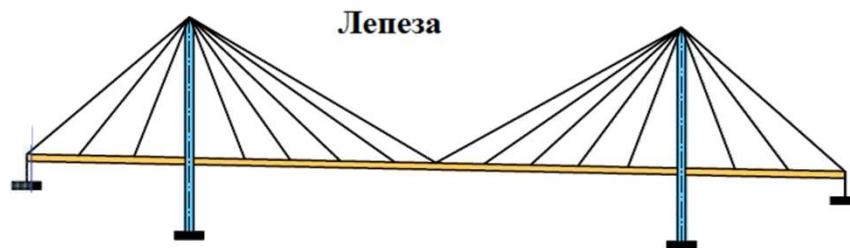
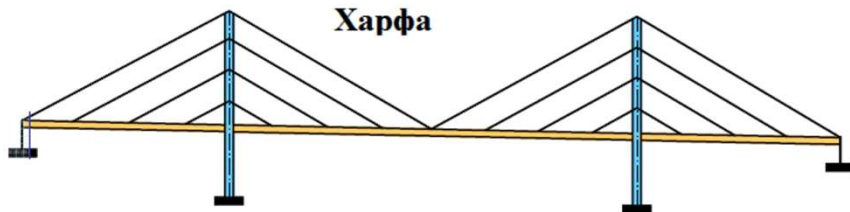


Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Коси пилони

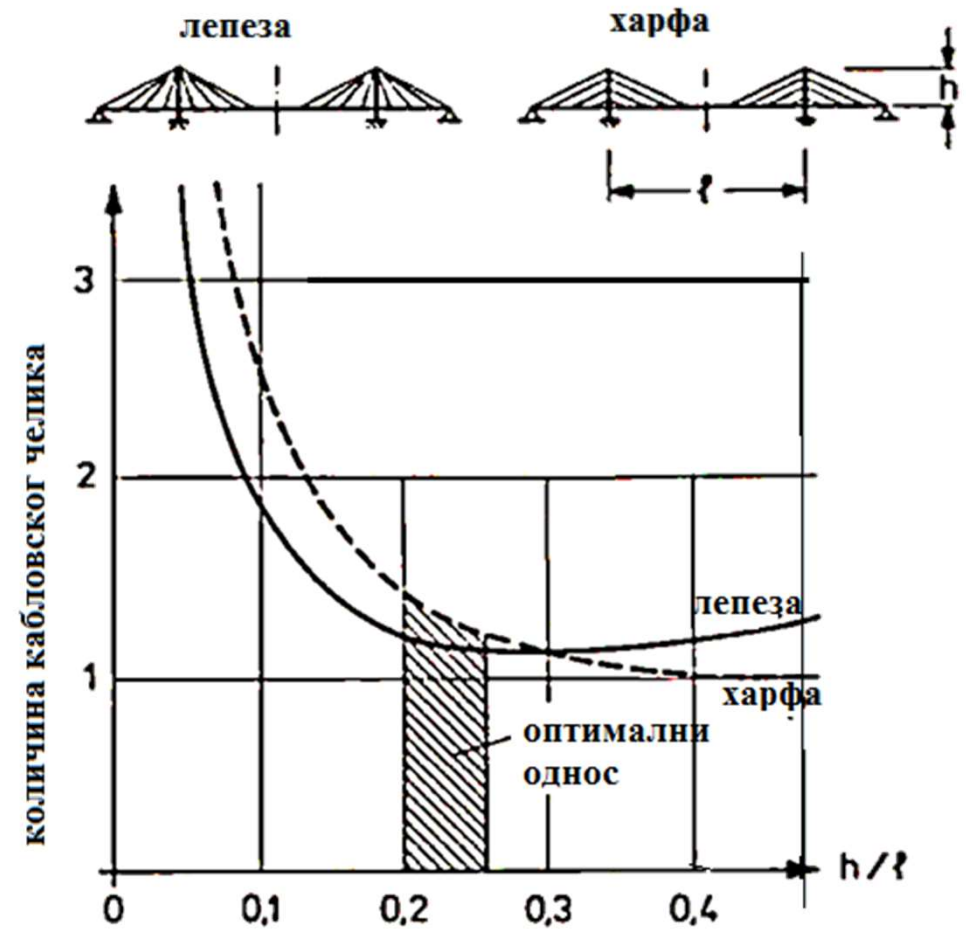
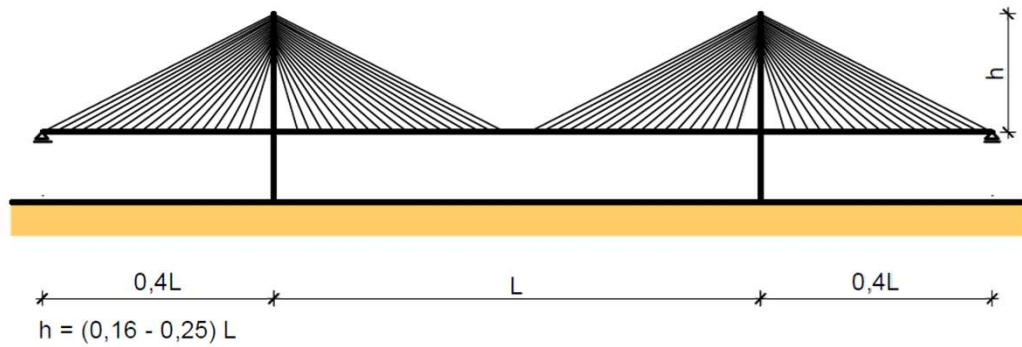


# Распоред затега



- Харфа:
  - Естетски прихватљивије(?)
  - Прикључци затега под истим углом олакшавају извођење
  - Повећана стабилност пилона
  - Више затега, веће силе притиска у греди и већи моменти у пилону
  - Силе у затегама уједначене
- Лепеза:
  - све се затега сидре у врху пилона, што ствара проблеме код усидрења
- Квазилепеза:
  - економична,
  - најчешћа примена
- Као опште правило, најдужи каблови не треба постављати под углом са хоризонталним положајем мање од  $21^\circ - 23^\circ$ , како би били ефикасни при преносу вертикалног оптерећења. То значи да је однос висине пилона изнад коловозне конструкције према дужини главног распона типично од 1: 5. Ако су пилони нижи систем постаје такозвани *extradosed bridge* (привидни мост са косим затегама).

# Односи



# Број и размак затега

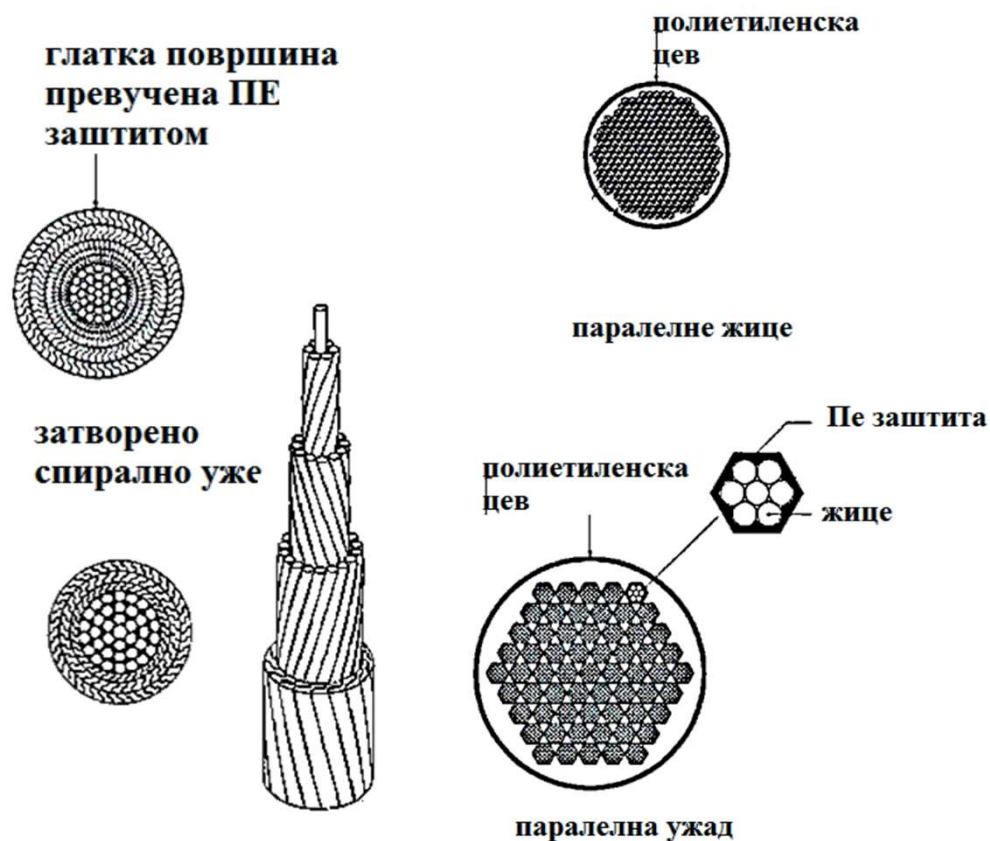
## Рани

- 2 до 6 редова затега у средњем распону
- Међуразмаци затега 30 до 70 m
- Захтева круту греду
- Висина греде према распону  $h/L \geq 1/70$
- Отежано сидрење затега (велике силе)
- Извођење уз помоћне конструкције

## Савремени

- Међуразмаци затега 5-15 m (бетонске греде), 10-20 m (челичне греде)
- Висина греде према распону  $h/L \geq 1/150$ - $1/400$
- Мање концентрисане силе на местима сидрења и мањи моменти
- Једноставно извођење сукцесивном монтажом уз додавање затега

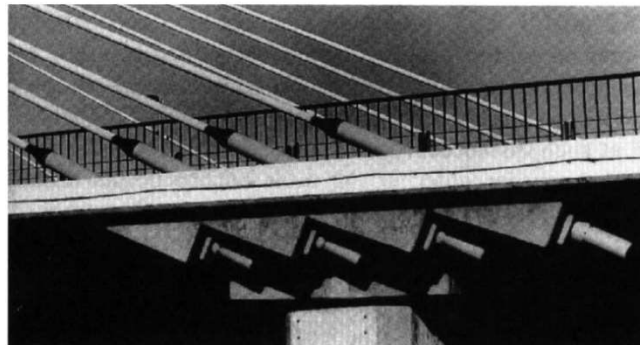
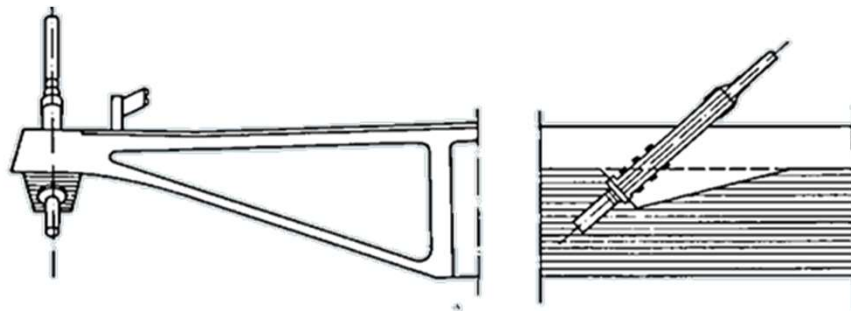
# Коси каблови / Затеге



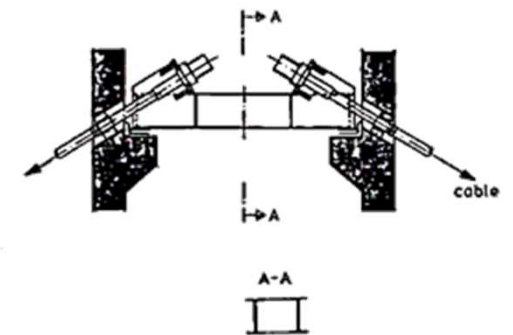
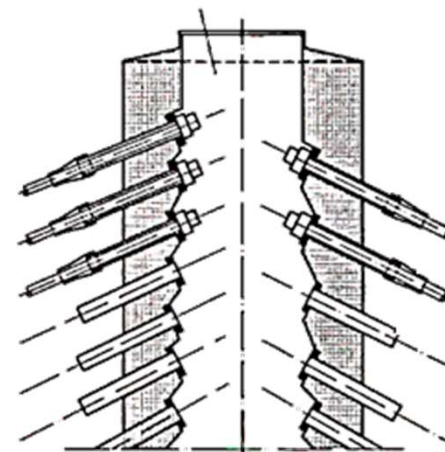
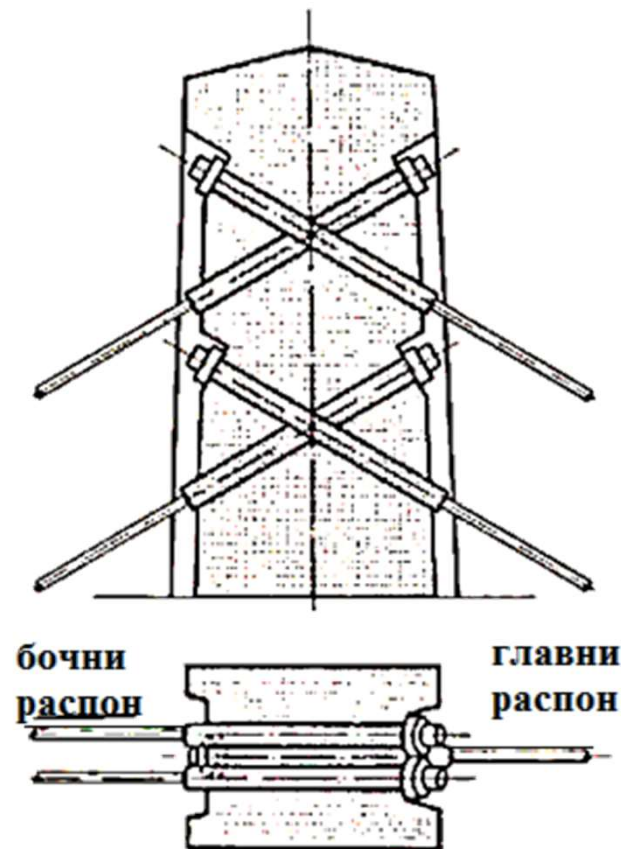
Затеге су 2.5-3 пута скупље од челика за претходно напрезање.

Пројектују се тако да под сталним и саобраћајним оптерећењем напони у затегама износе свега 45% прекидне силе, ради елиминисања ефекта замора. Котве су нарочито осетљиве на појаву замора.

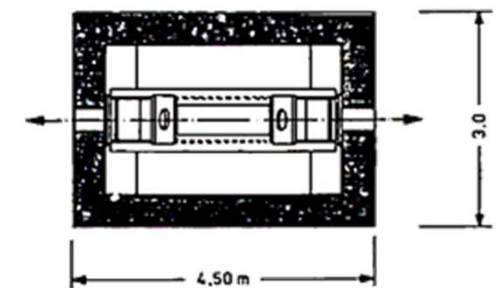
# Сидрење у бетонску греду



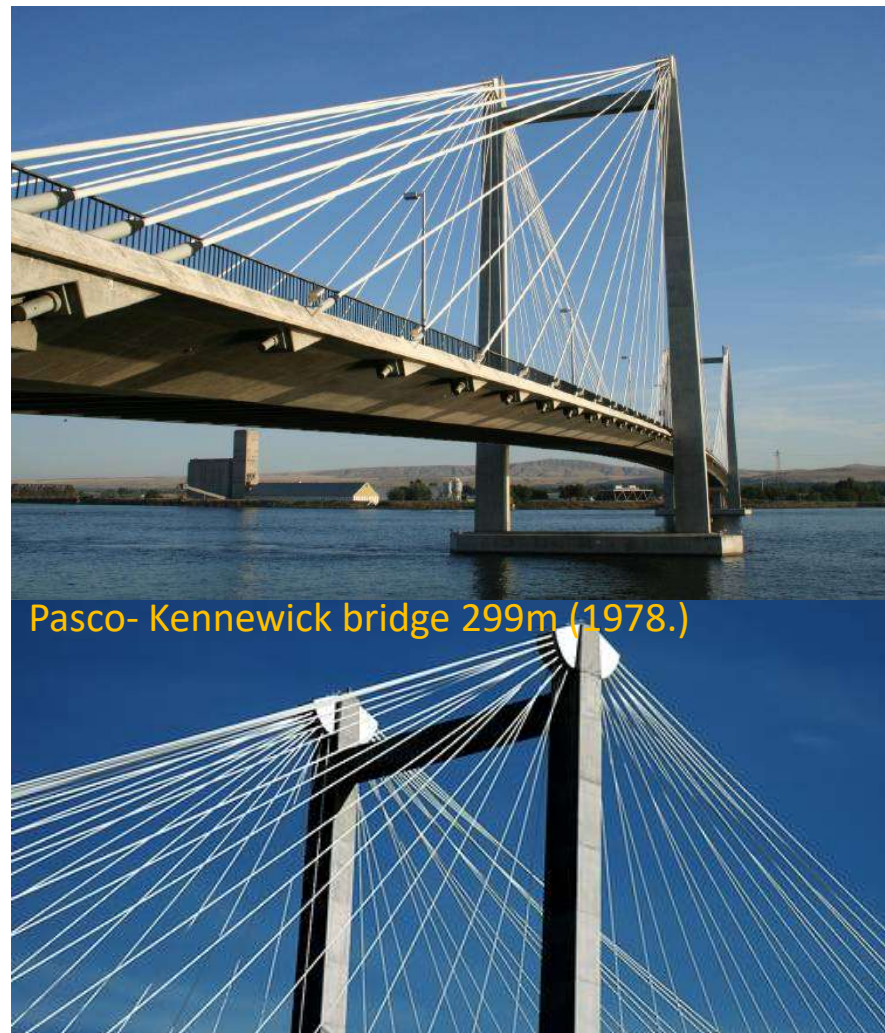
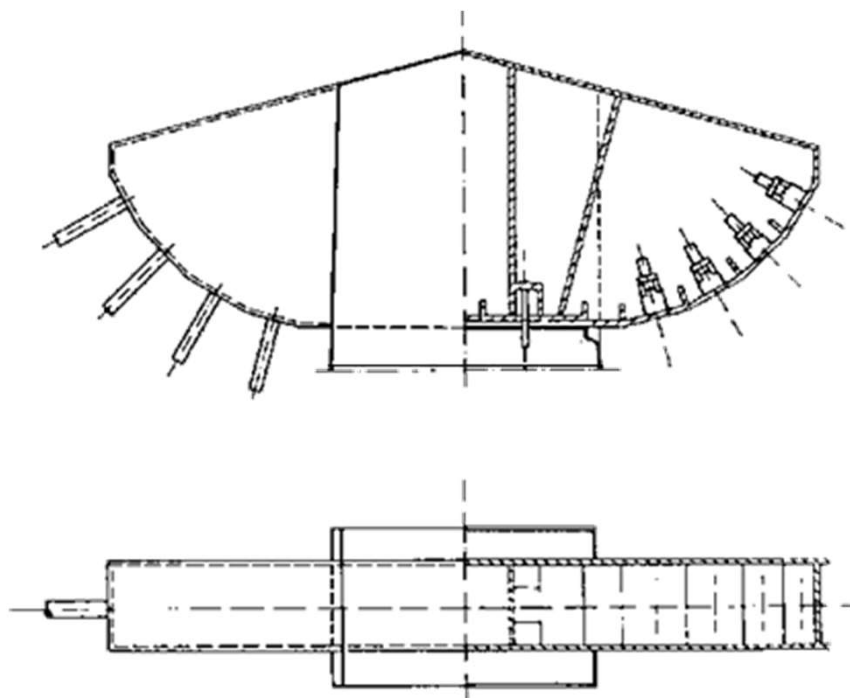
# Сидрење затега у пилону



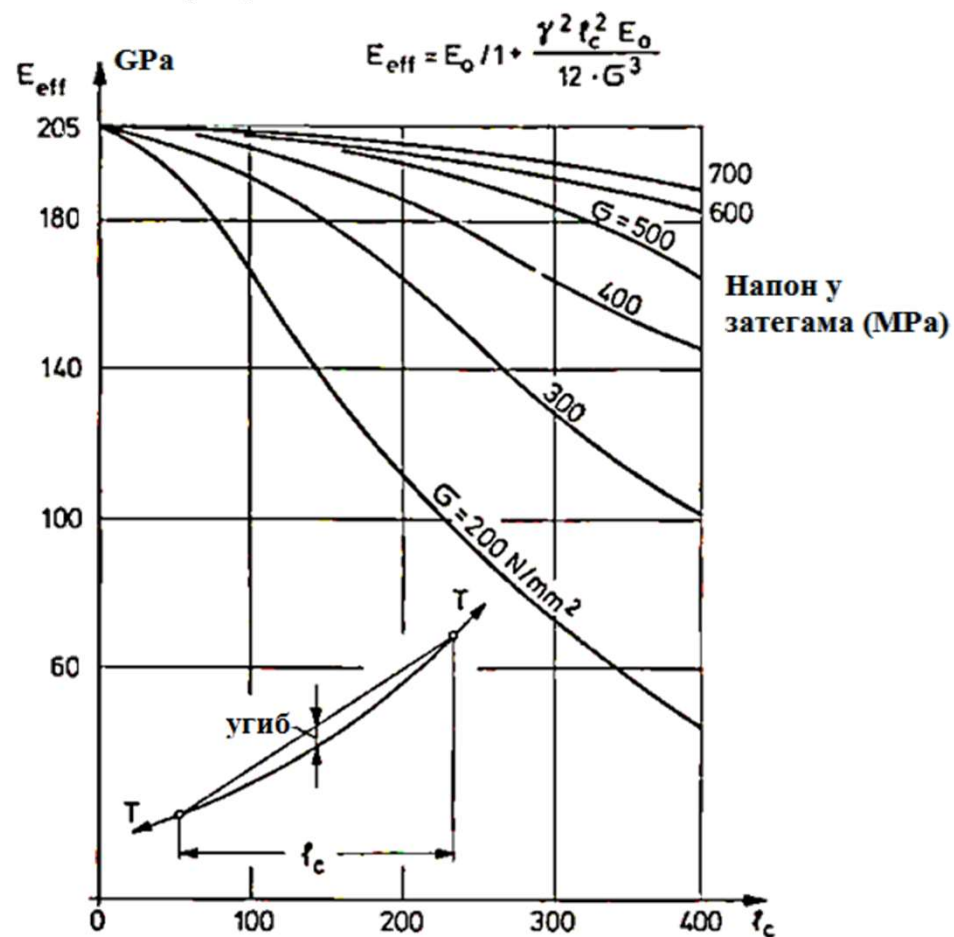
ОПЦИОНО - ЧЕЛИЧНИ  
НОСАЧ



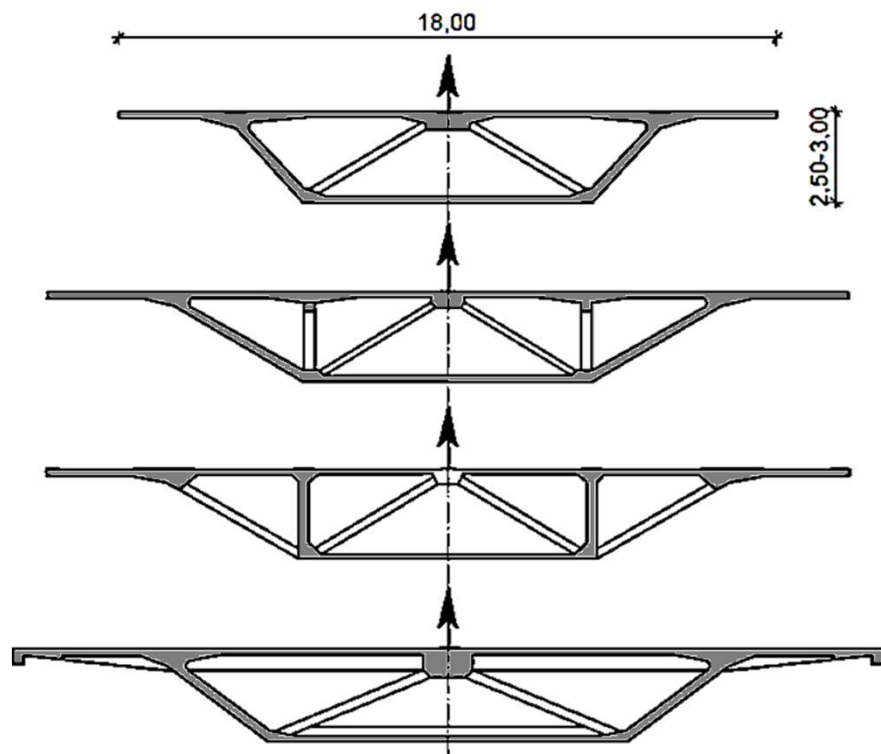
# Лепеза



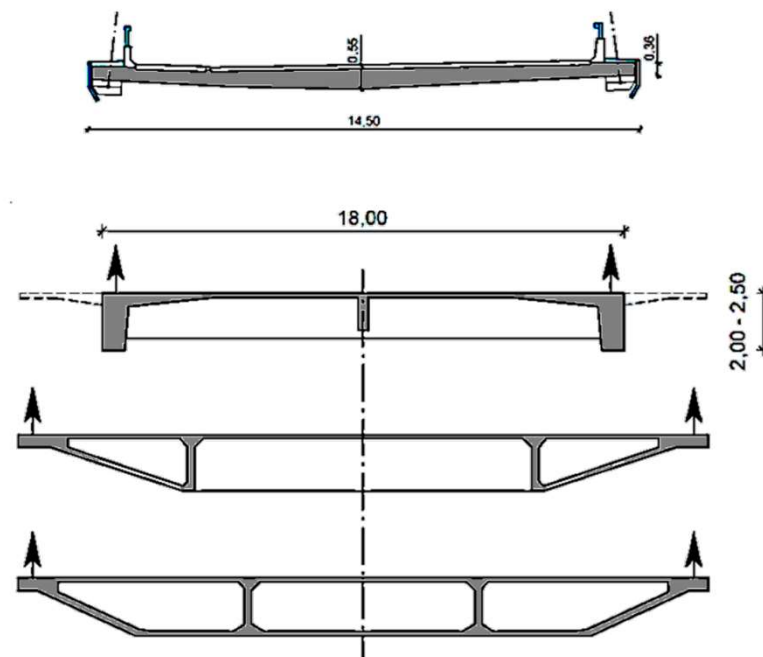
# Утицај угиба на крутост затеге



## Обликовање бетонске коловозне конструкције

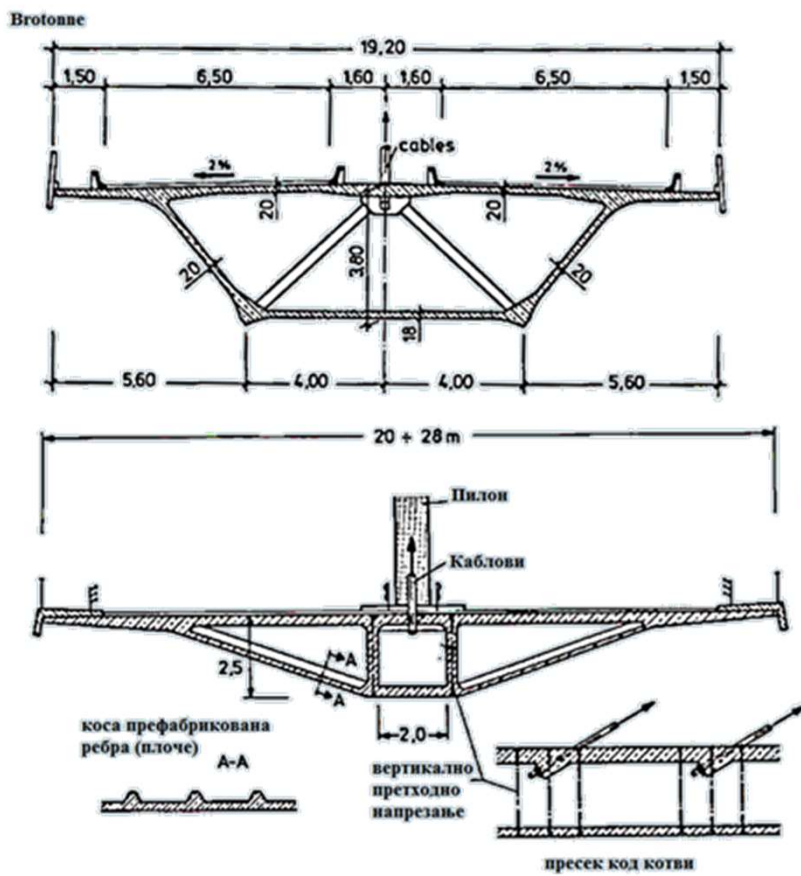
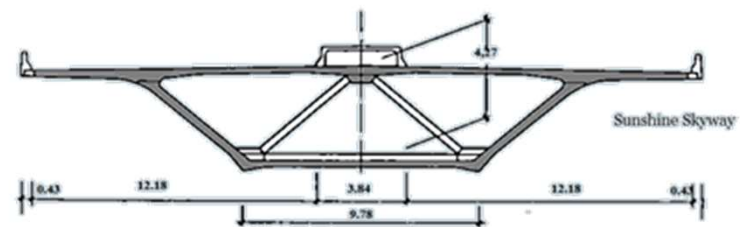
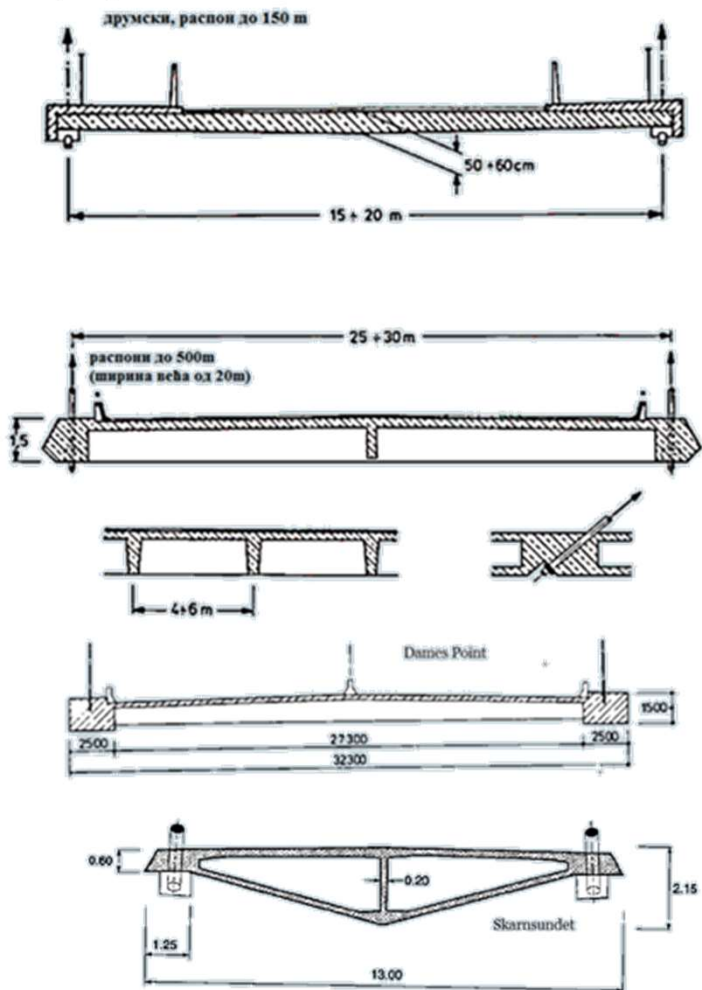


Вешање у једној равни, крућа коловозна конструкција

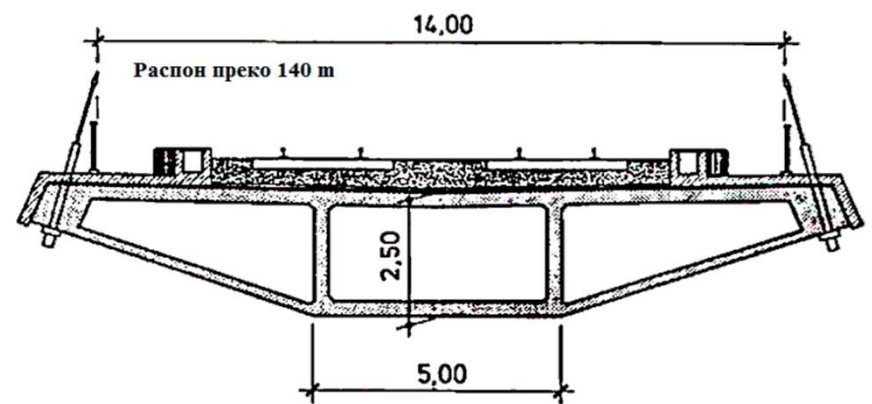
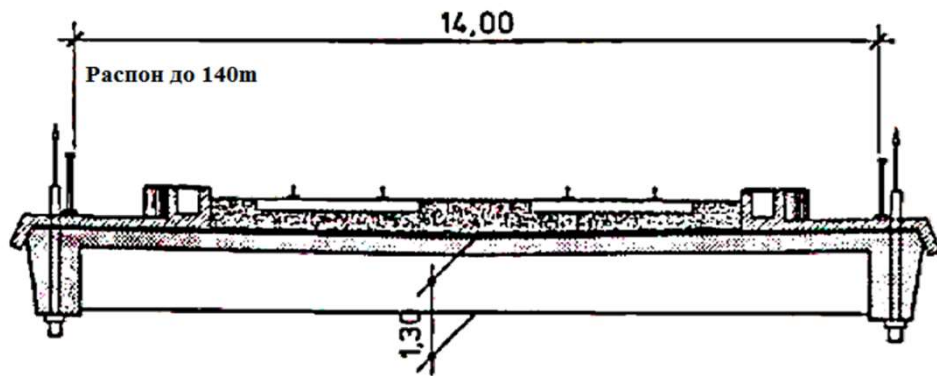


Вешање у две равни, греда не мора имати велику крутост на савијање, а код широких мостова ни велику торзиону крутост

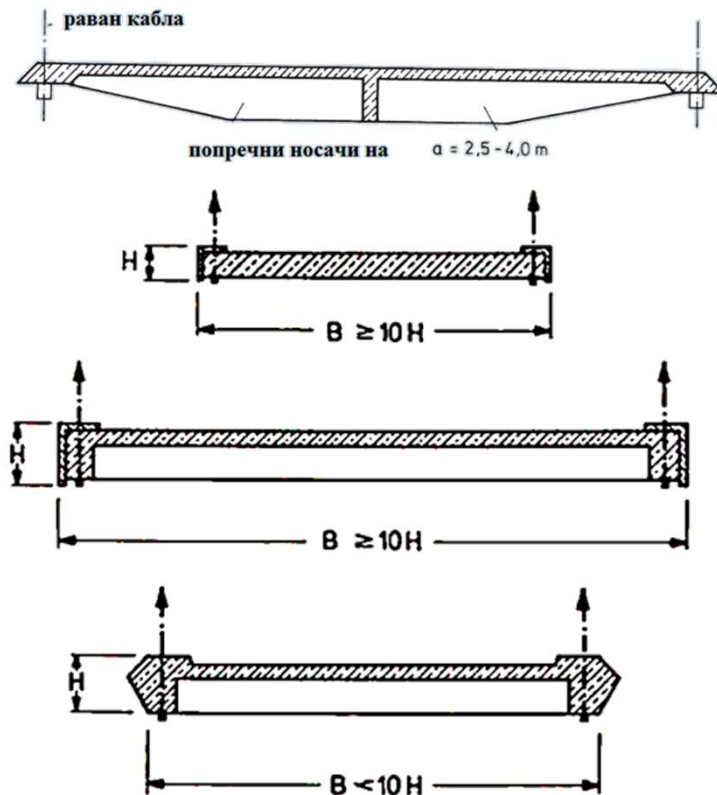
# ДРУМСКИ



# Железнички

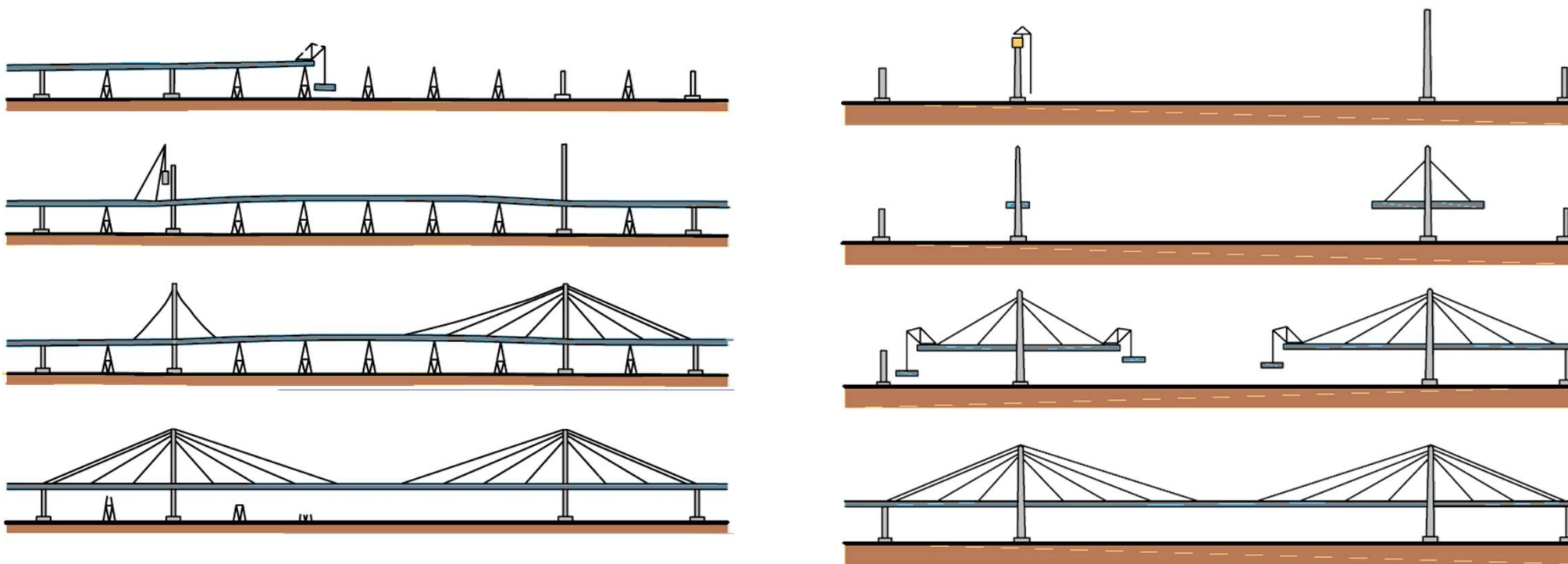


# Осцилације и аеродинамичка стабилност

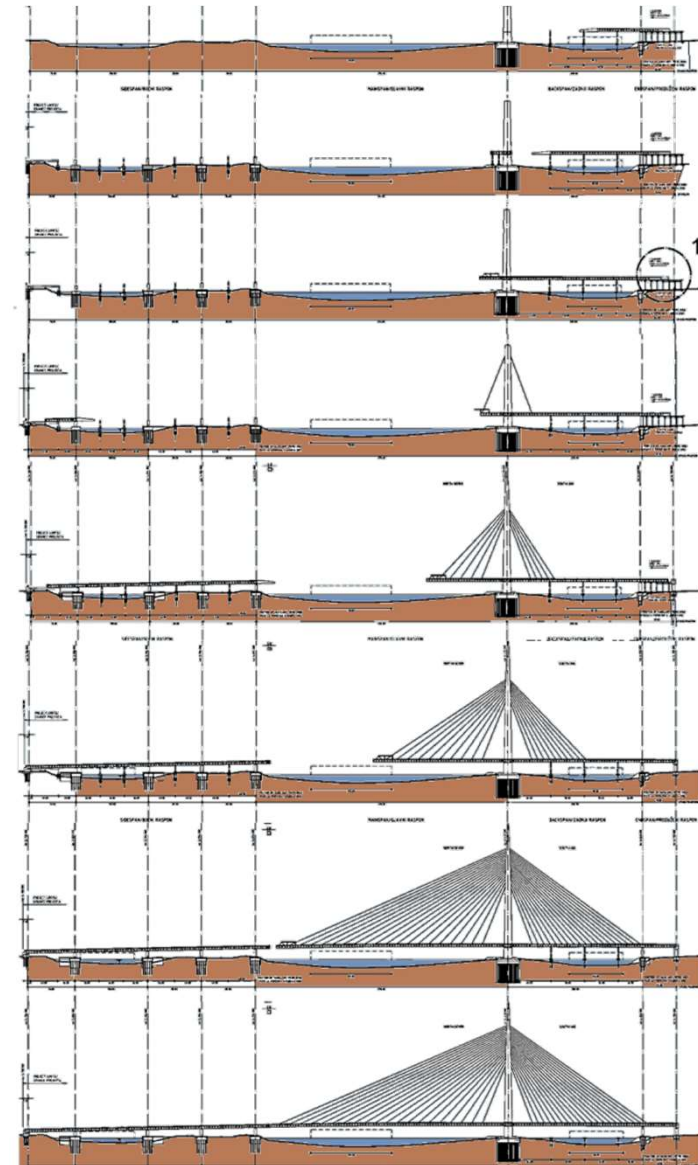
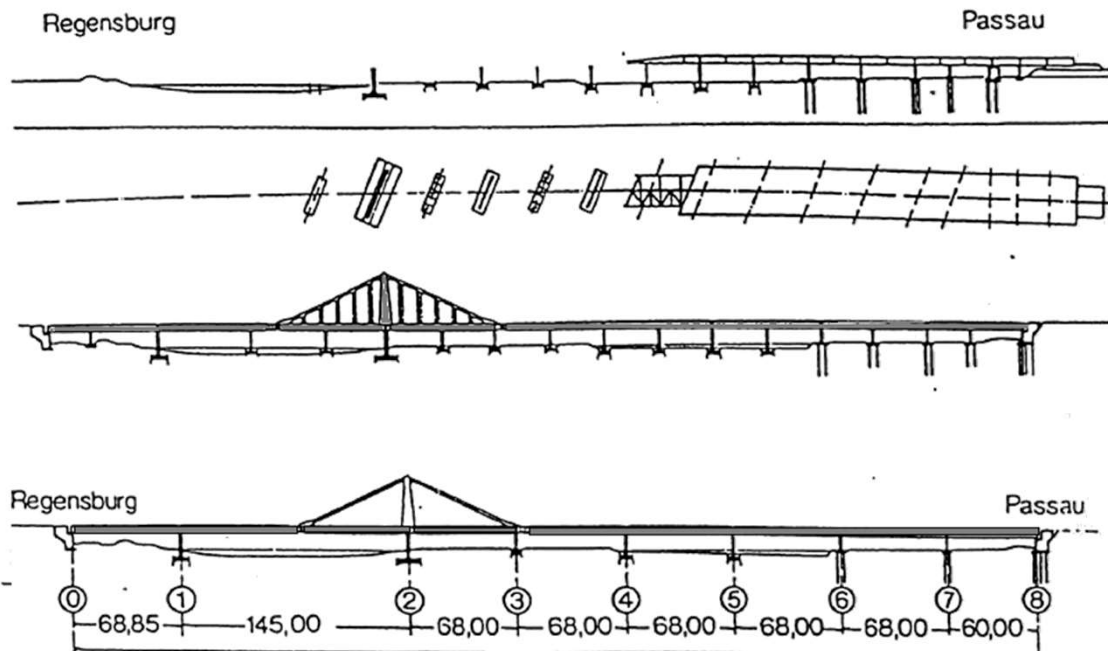


- Код вешања у 2 равни
  - $B \geq 10H$
  - Специјално обликовање при  $B < 10H$
  - $B \geq L/30$
  - Усвајање А-пилона при  $B < L/30$

# Извођење мостова са косим затегама

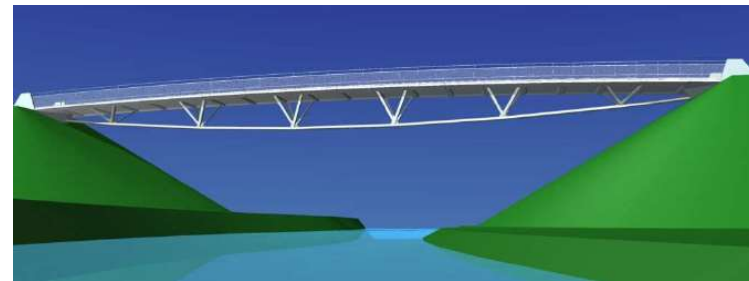


# Комбинација са ПОТИСКИВАЊЕМ

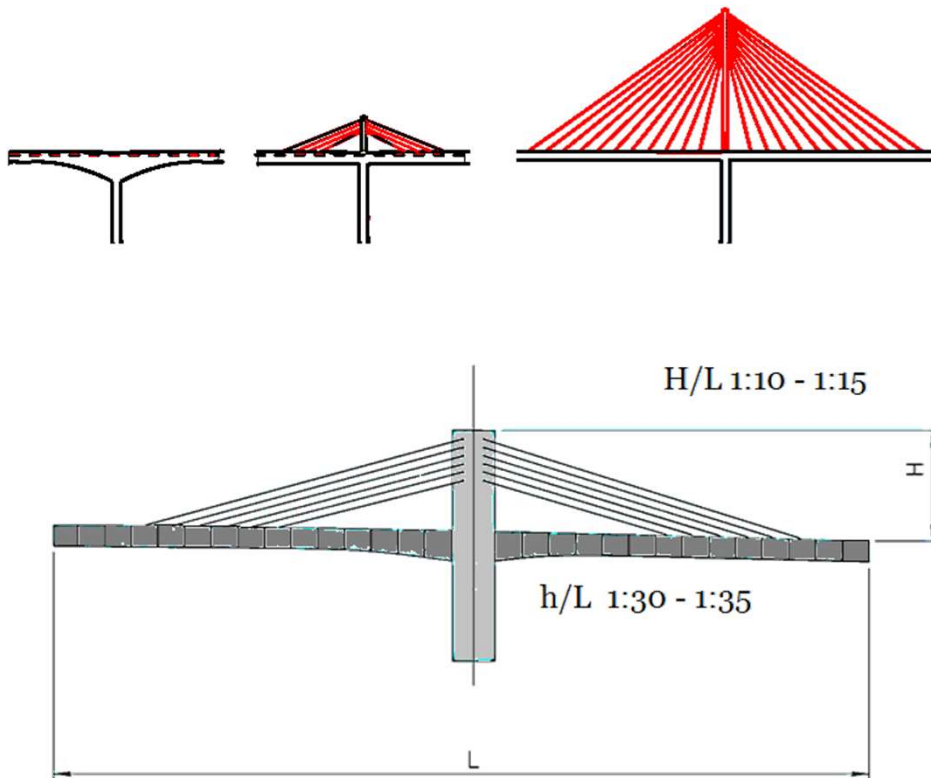


# Остали системи придржани кабловима

- Extradosed Bridges  
("привидни" мостови са косим затегама)
- Under deck (подупрти кабловима – двопојасни)
- Stress ribbon (ланчаница)

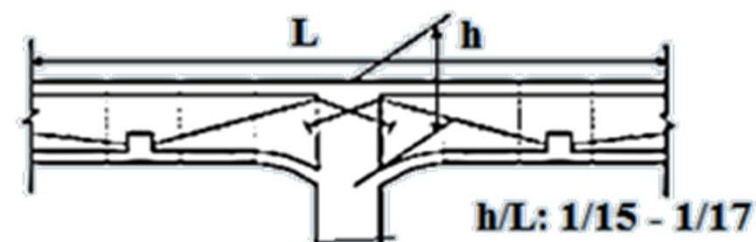


# Привидни мостови са косим затедама – Extradosed мостови

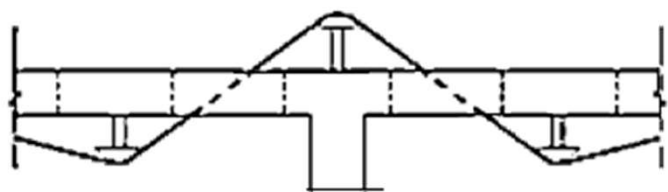
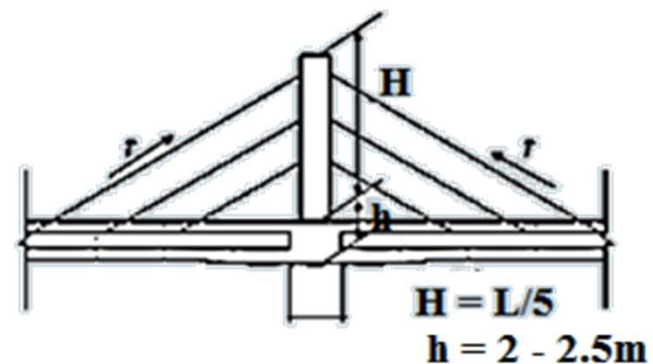
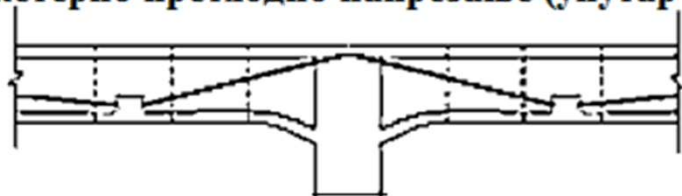


- Прелаз између гредних и носача са косим затегама
- Носач (коловозна конструкција) је крућа и носи значајан део оптерећења
- Каблови могу да буду изложени замору услед знатне варијације напона у њима
- Кад су каблови унутар бетонског платна (Ganter) постају саставни део читавог система

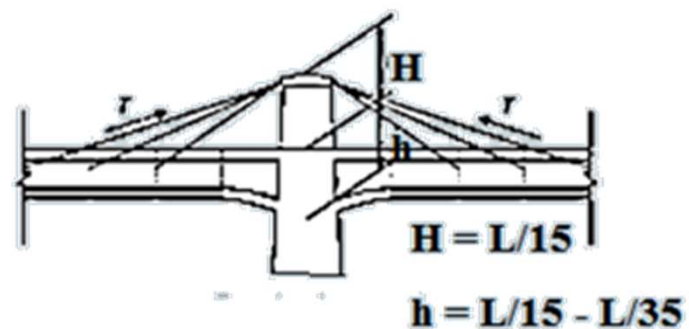
# Поређење



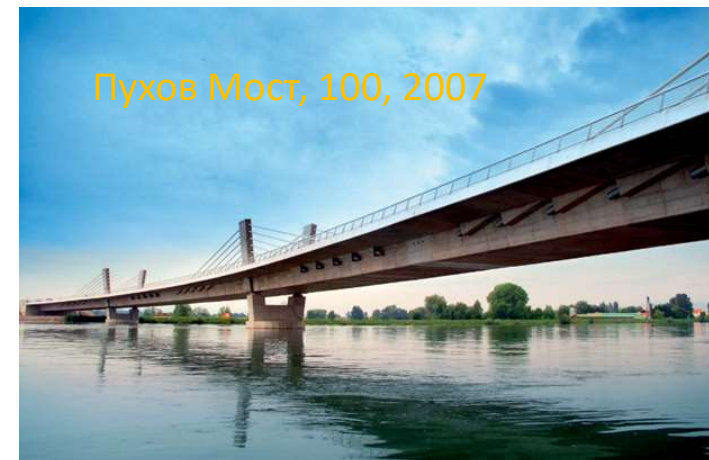
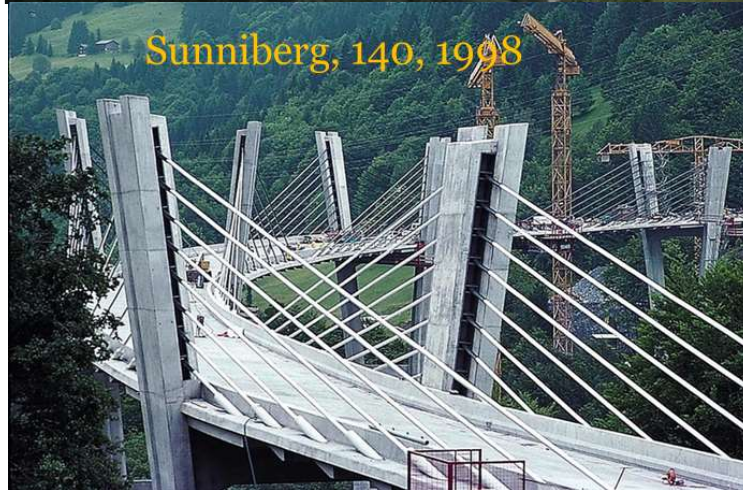
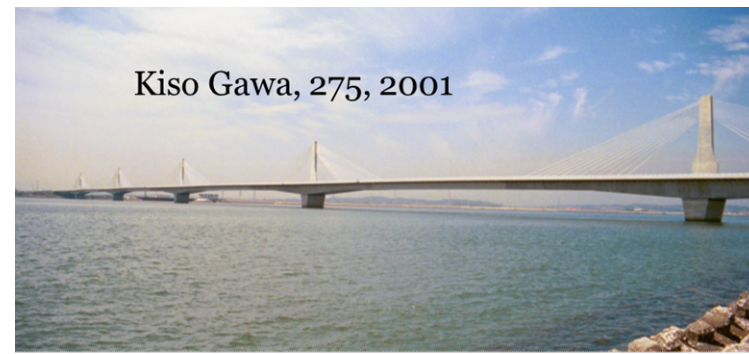
Екстерно претходно напрезање (унутар сандука)



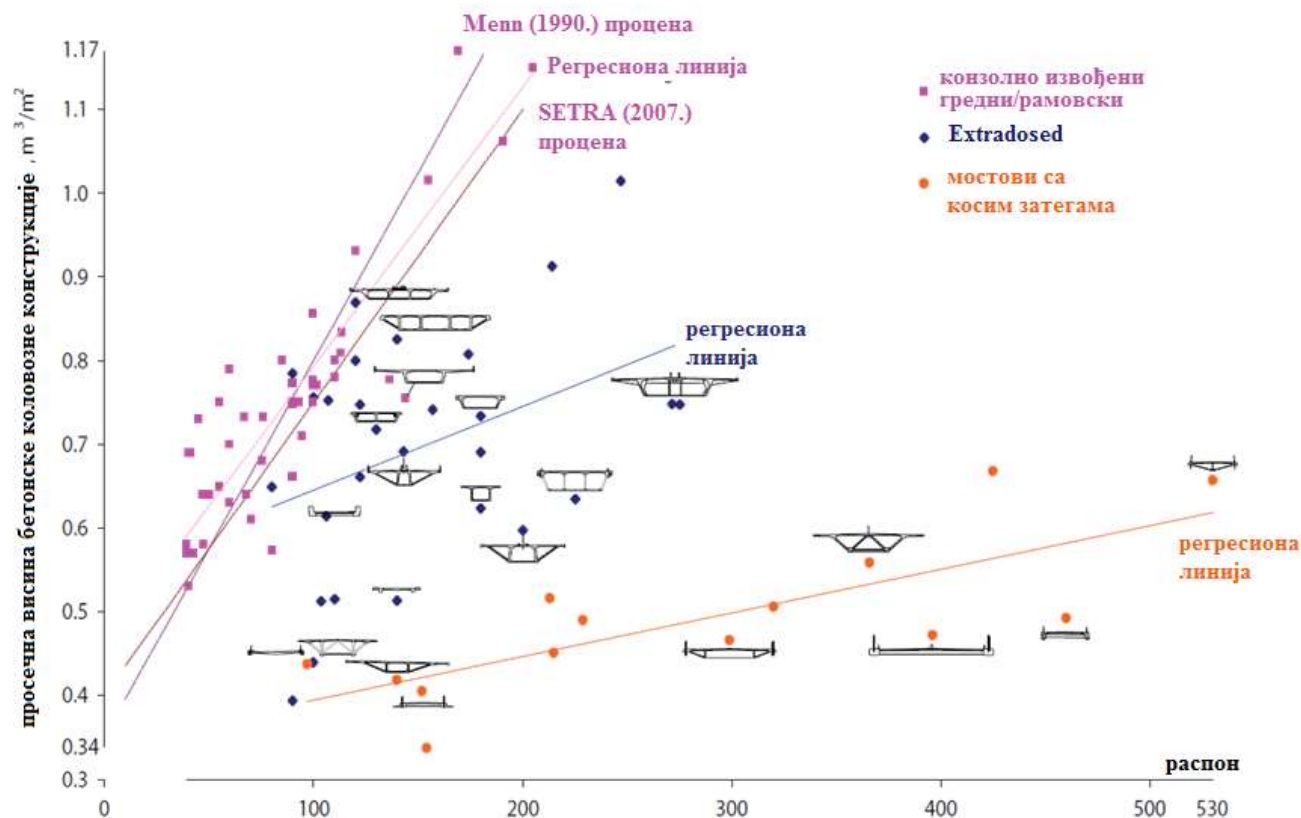
Повећање ексцентрицитета каблова



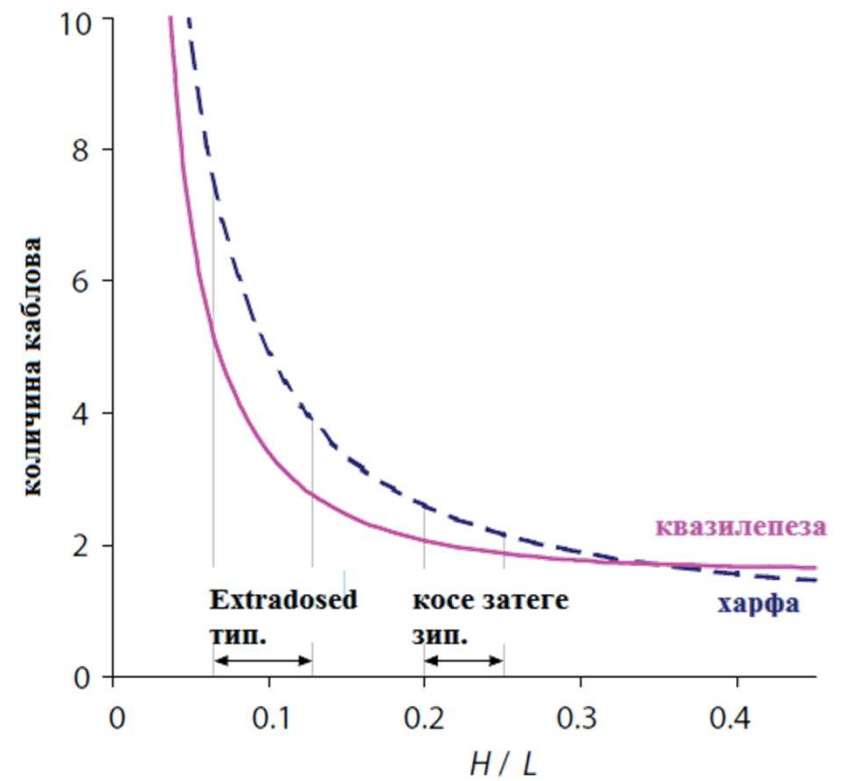
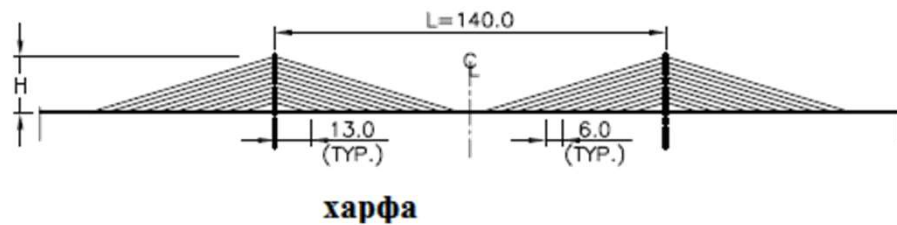
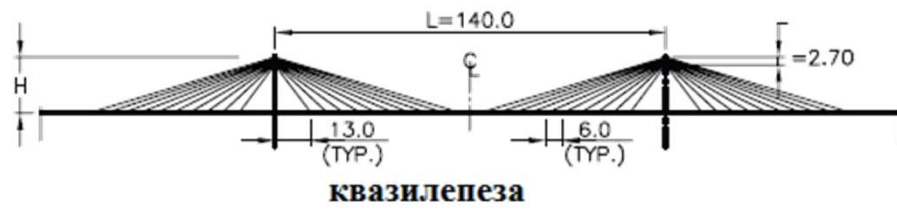
# Примери



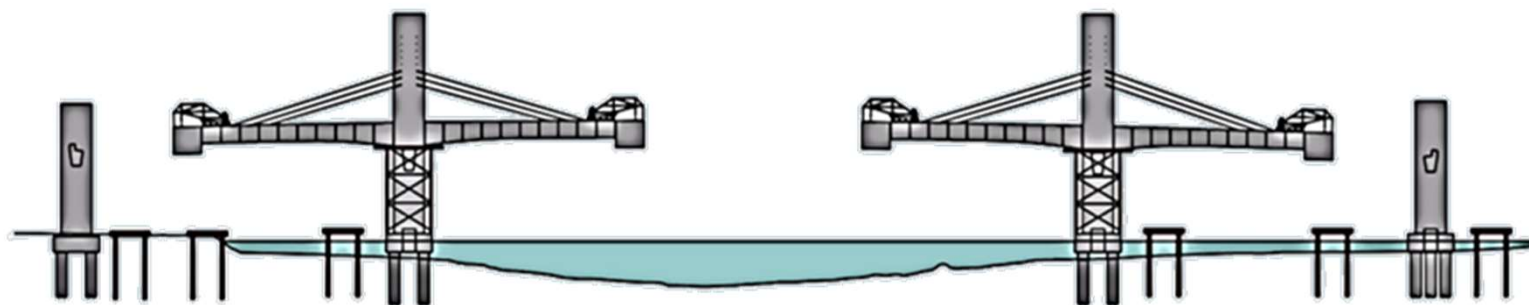
# Попречни пресеци коловозне конструкције и системи



# Конфигурација затега



# Извођење



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Мостови подупрти кабловима



Fritz Leonhardt - Weitingen viaduct, 1978  
234-134-134-134-264

125 m над долином



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Мостови подупрти кабловима



# Kirchheim overpass

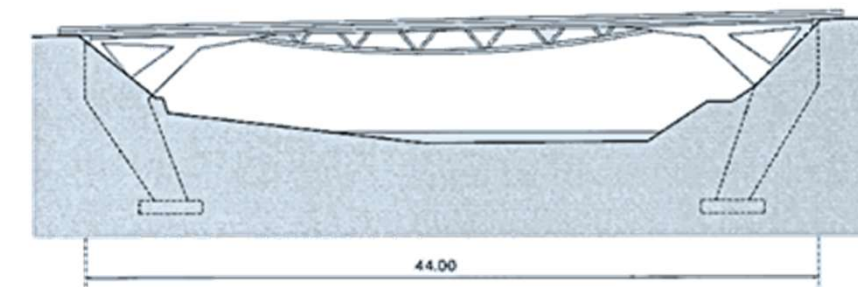
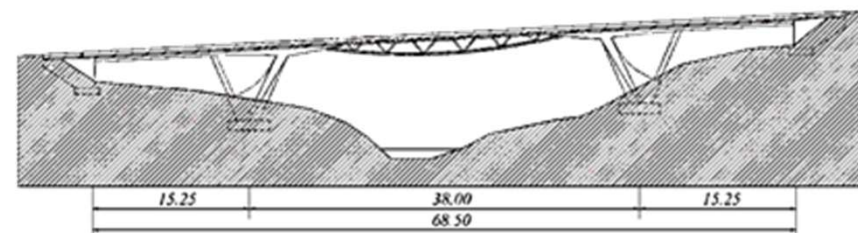
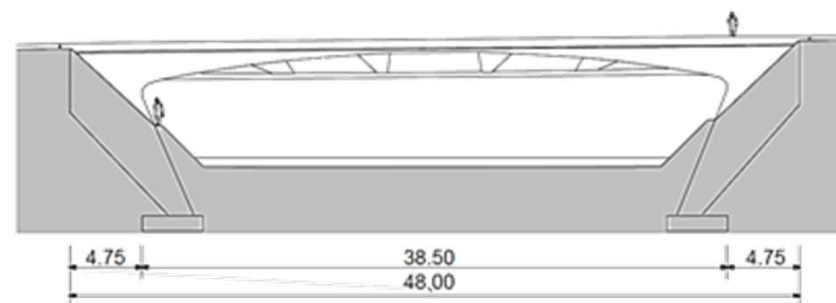
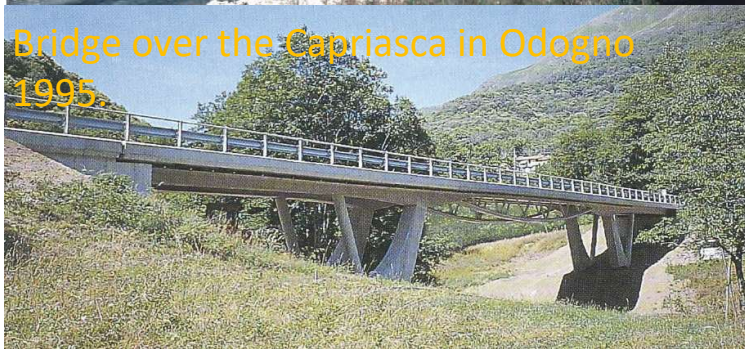


18 - 34 - 18 m (1992.)

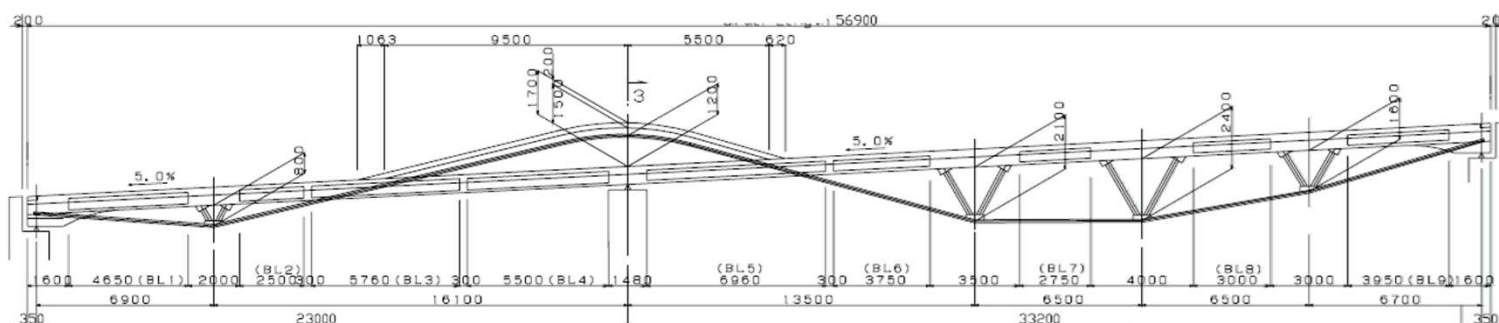
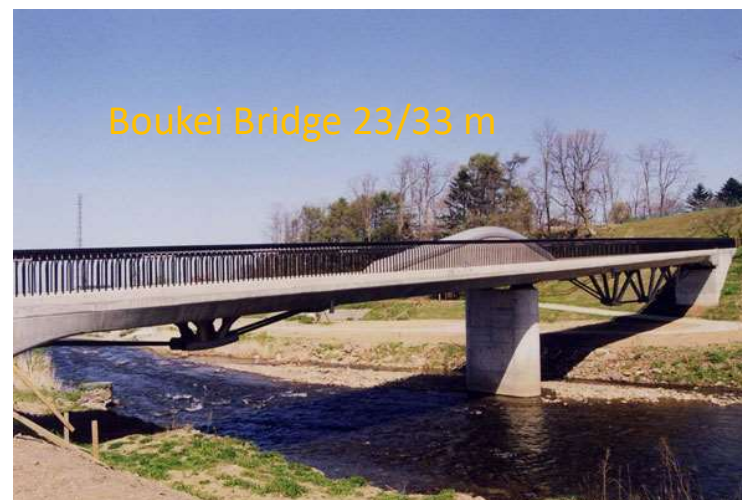
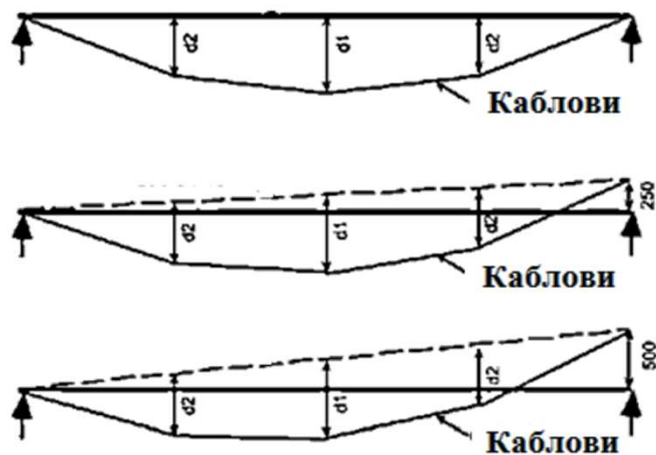
Schlaich

Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Aurelio Muttoni



# Комбиновани системи



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Obere Argen вијадукт (1991, 285)

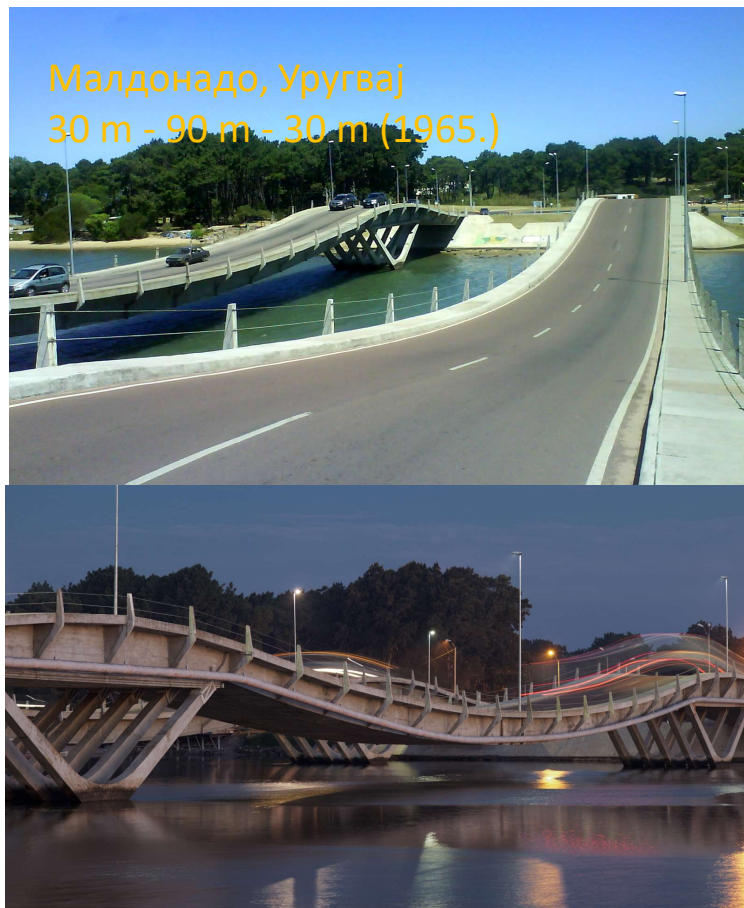


42 m - 5 × 86 m - 250 m

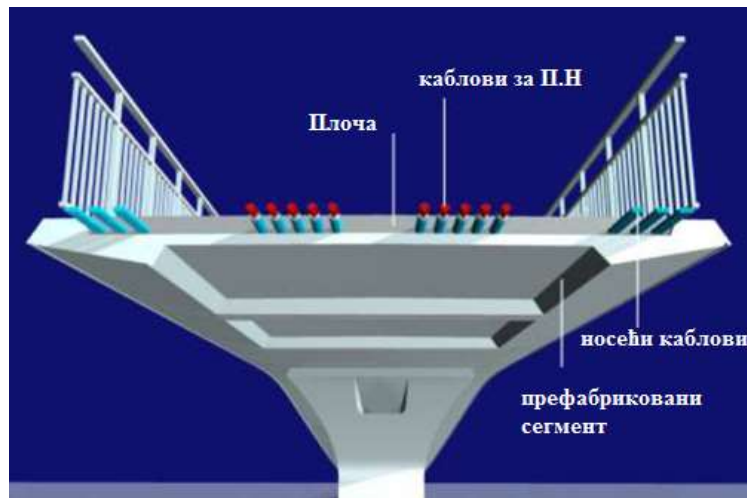
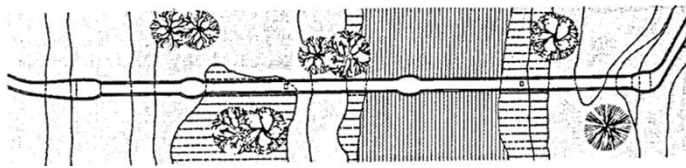
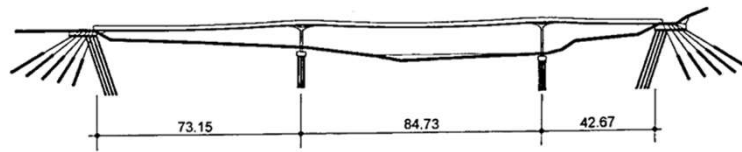
# Ланчанице – stress ribbon bridge



# Puente de la Barra



# *Rogue River Bridge, Grants Pass, Oregon*



# Извођење



Грађевински факултет Универзитета у Београду, 2023-24.

# Rio Colorado, 146, 1974

