

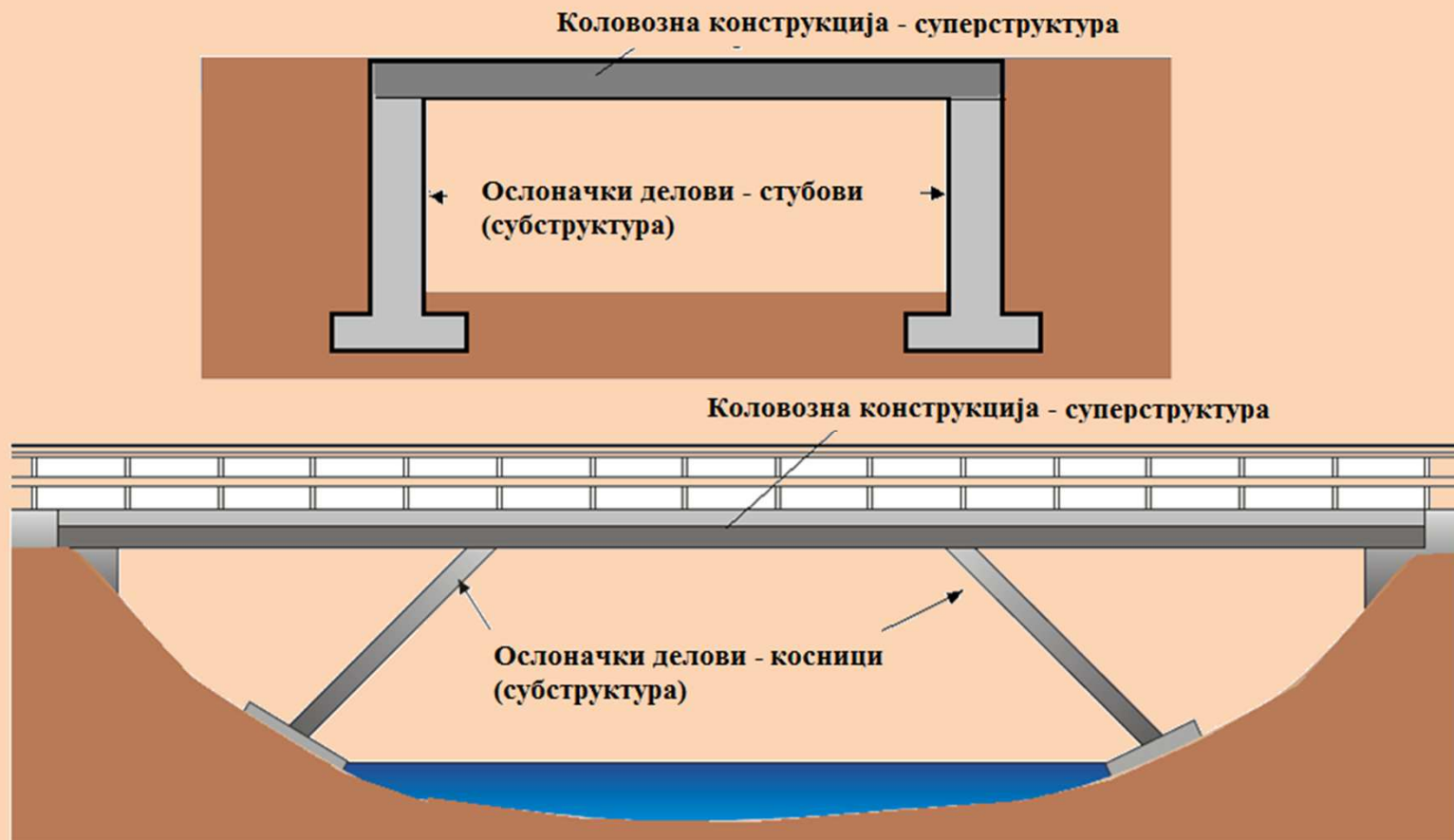
A cartoon illustration of three cavemen crossing a bridge made of a single log over a chasm. One caveman is on the left, looking towards the others. Two other cavemen are in the middle, hanging from the log with their hands and feet. A speech bubble from the caveman on the right says "WONDERFUL THINGS THESE BRIDGES." The background is a simple blue sky with white clouds.

WONDERFUL
THINGS
THESE BRIDGES.

Одсек ТЖА Мостови

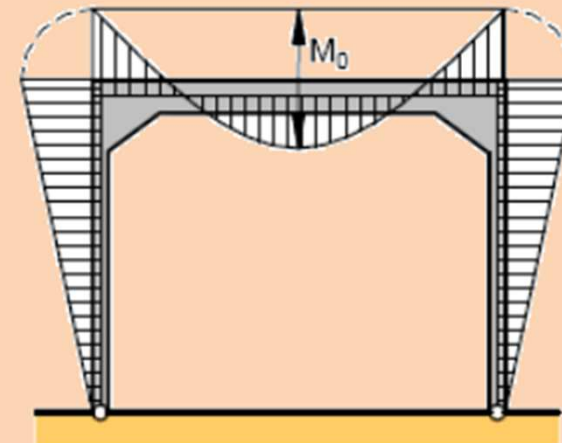
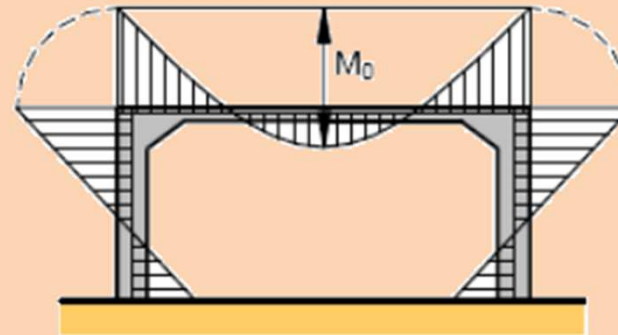
Предавање 9
05. Април 2019.

Оквирни – рамовски системи

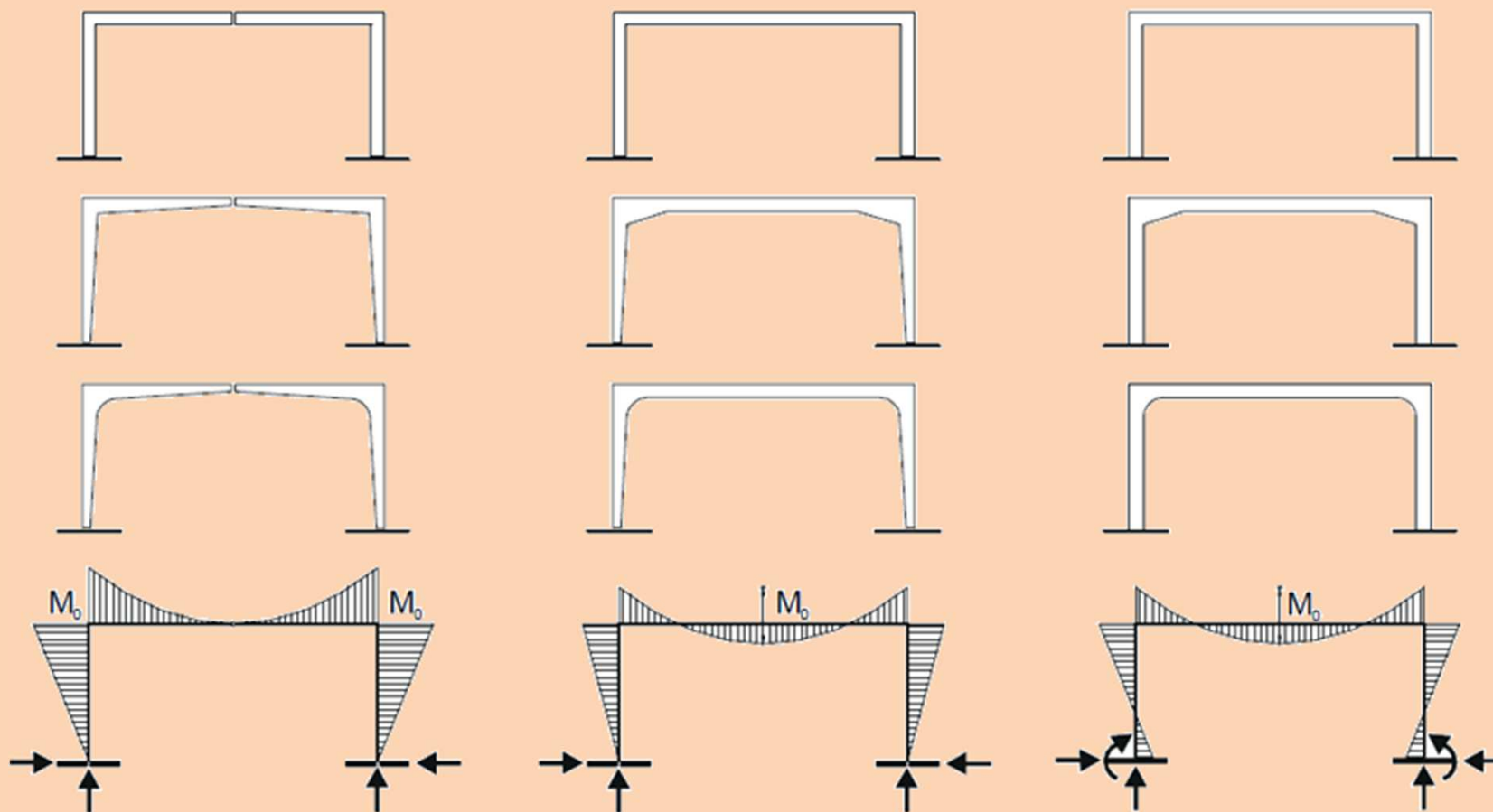


Оквирни мостови

- Носач оквира је део оквира који носи коловозну конструкцију
- Стубови оквира су ослоначки делови оквира
- Монолитна веза носача и стубова као и непомерљивост ослонаца представљају еластично укљештене носача у стубове оквира
- Велике подужне силе
- Расподела момента у носачу оквира на поље и ослоначки део зависи од распореда крутости
- Већа крутост стубова смањује моменте у пољу
- Могући су виткији попречни пресеци него код гредних носача

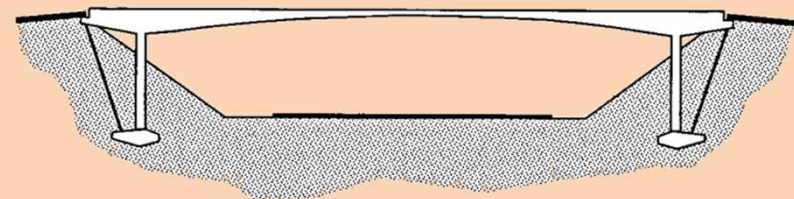
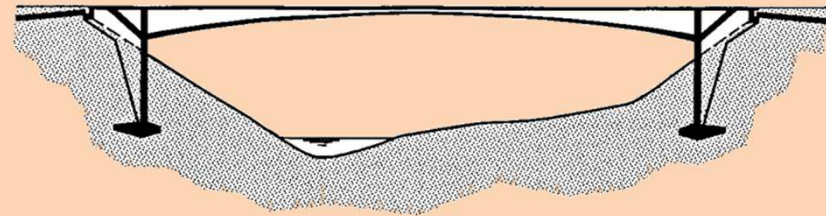


Оквири у једном отвору

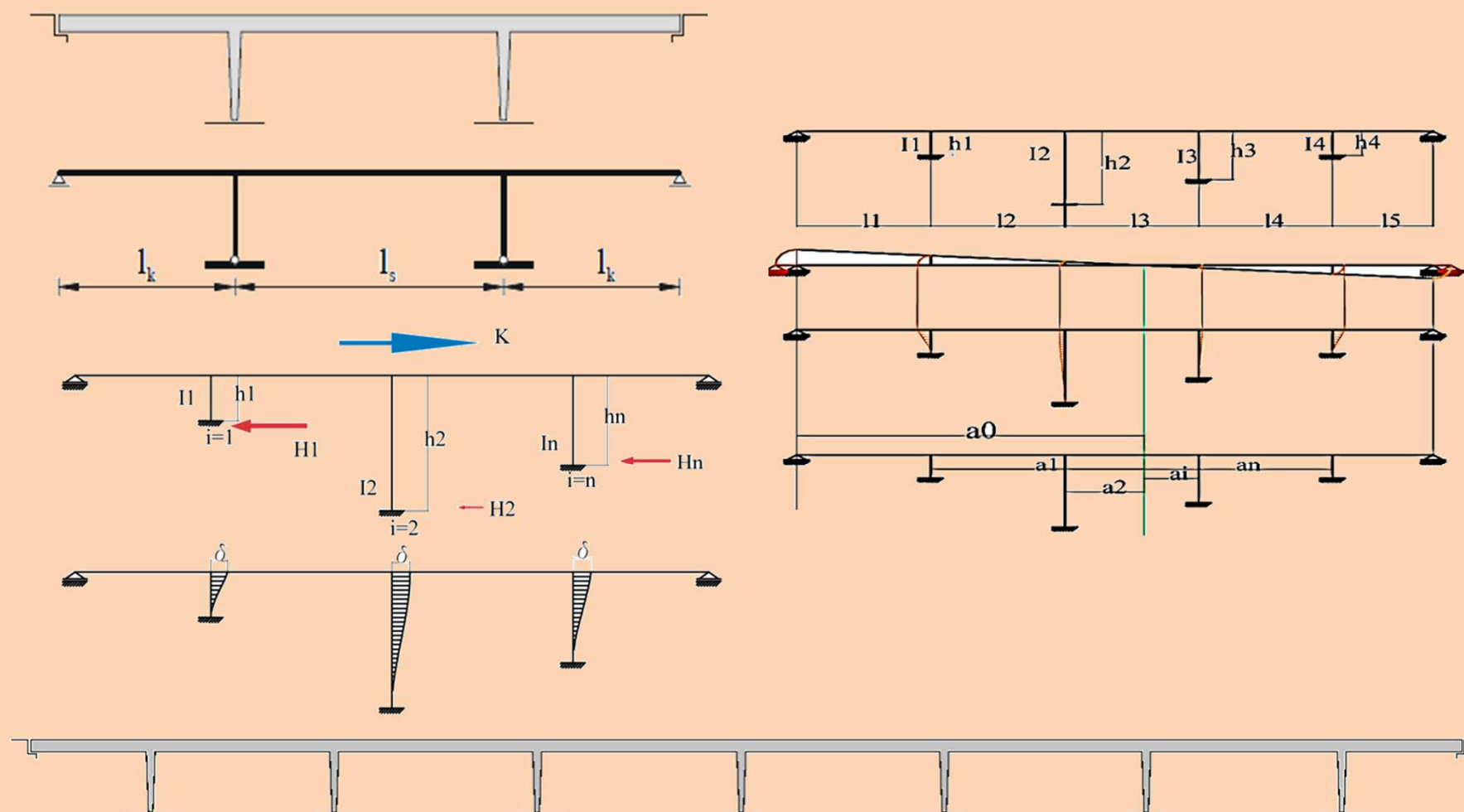


Особине оквирних мостова

- Виткост $1/17$ над ослоном и $1/50$ у пољу
- До 25 m – плочасти носач
- Од 25 до 50 m – сандучасти пресек изнад ослонца и плоча у средини
- За распоне веће од 50 m (континуални оквири) сандучасти пресек
- Бетон до 150 m
- Челик до 400 m (подупирала)

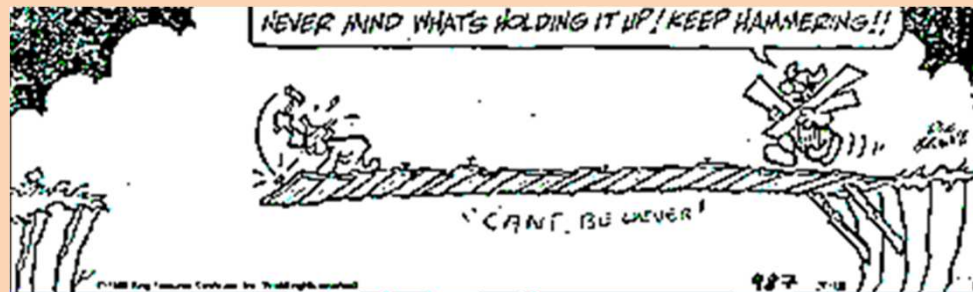


Оквири у више отвора

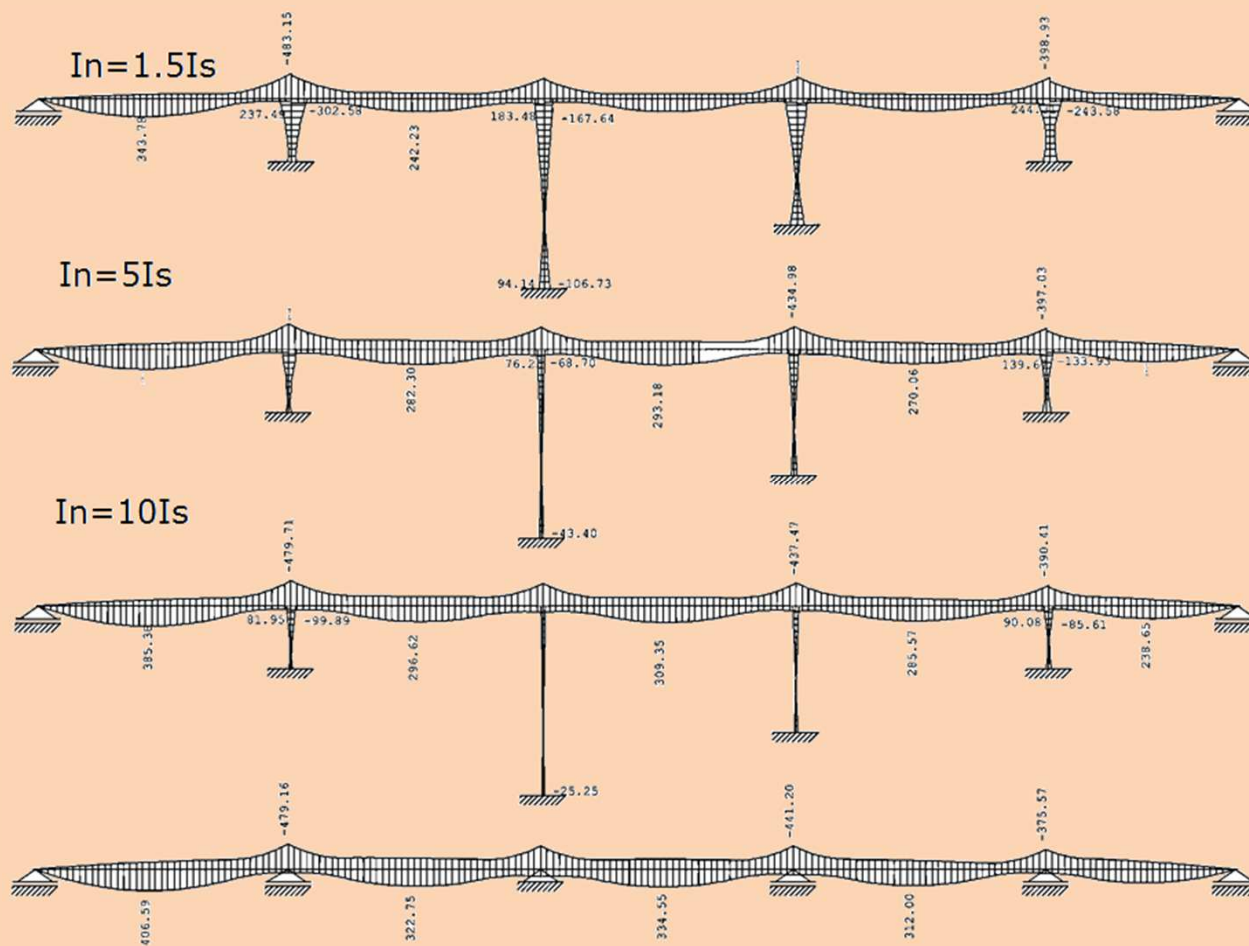


Континуални оквири

- Изразито континуални оквири су системи оквира код којих су крутости носача и стубова истог реда величине и при томе постоји релативно велики број поља
- Нису погодни за мостовске конструкције
- У носачу оквира распоред момената се не разликује битно у односу на континуалне носаче
- Велика крутост носача оквира у односу на стубове
- Могуће је системе расчлањено анализирати
 - Носач као континуална греда
 - Стубови као укљештени штапови оптерећени моментима услед корисног оптерећења
- Конзолни системи (до 300 m)
 - Начин извођења

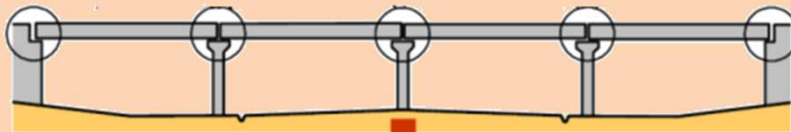


Крутости стубова према крутости коловозне конструкције

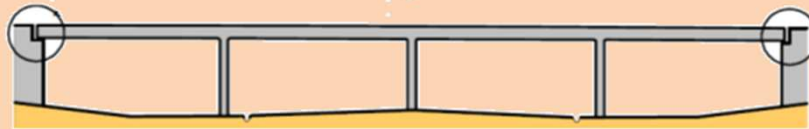
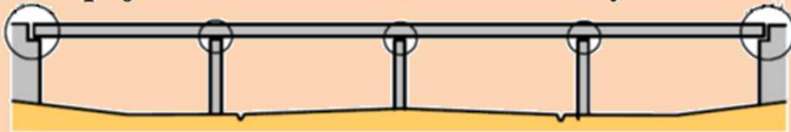


Интегрални мостови

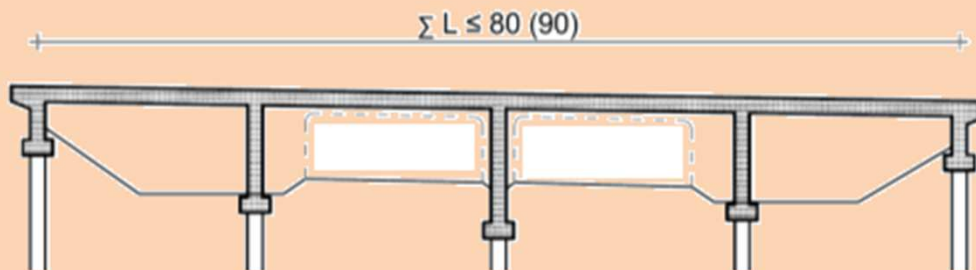
Низ простих греда - пуно дилатација



Континуирана греда - дилатације на крајевима лежишта на свим стубовима

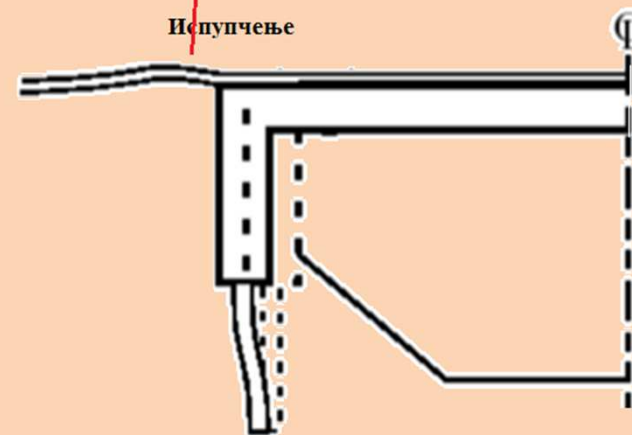
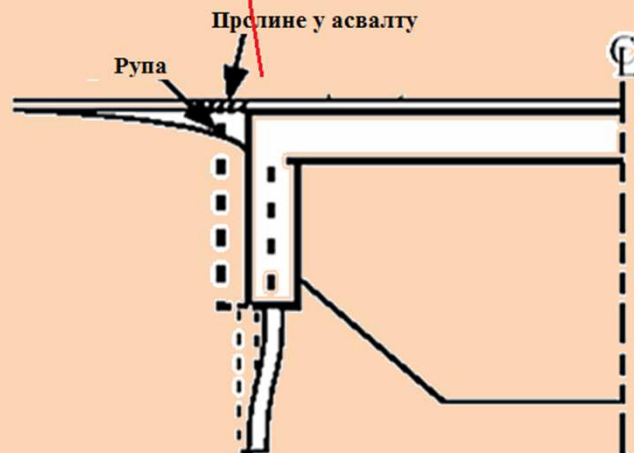


Семиинтегрални мост - дилатације и лежишта само на опорцима



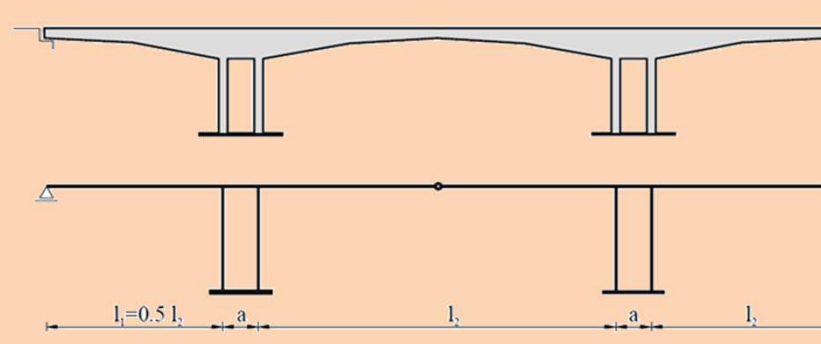
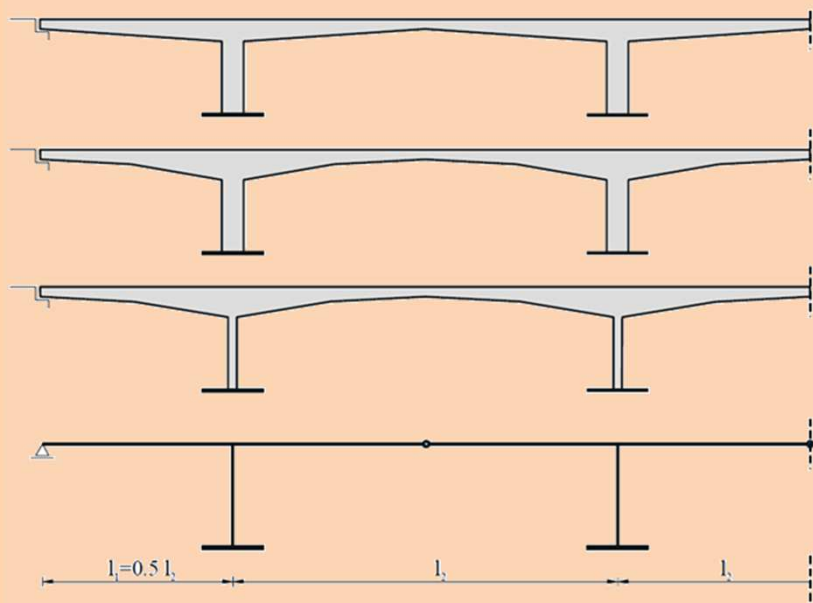
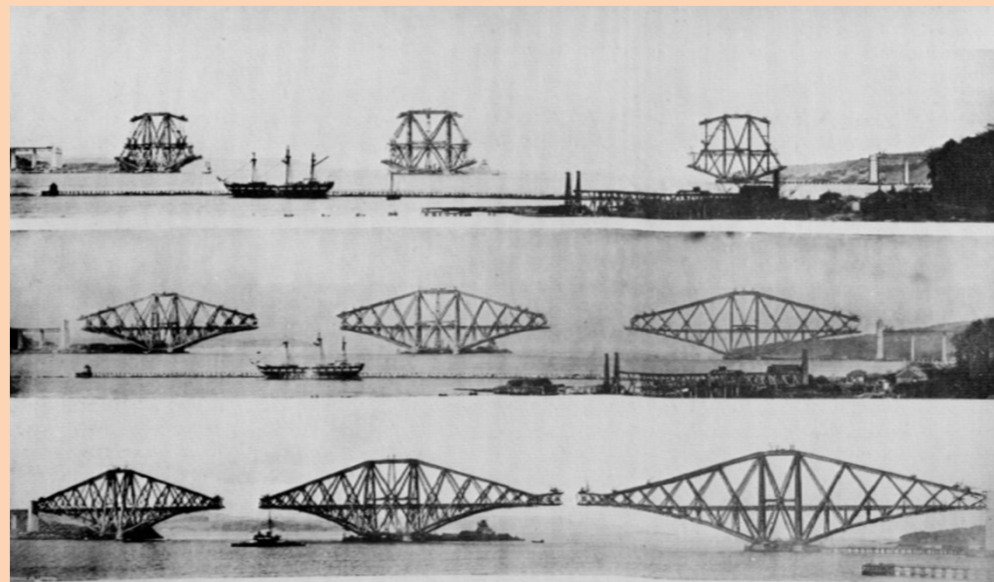
- Интегрални мостови су мостови оквирних конструкција без дилатација и лежишта.
- димензије конструкције су робустније
- Интегрални мостови се не препоручују код косих конструкција, када је угао заклона мањи од 30° и код оквирних конструкција веће дужине са ниским крутим стубовима.
- Изостанак лежишта и дилатација са циљем повећања трајност и смањењем трошкова градње и одржавања.
- Величина “паразитних” утицаја зависи од геометрије објекта, односа крутости коловозне конструкције конструкције и стубова и крутости темељног тла.
- Реално моделирање крутости темељног тла

Веза интегралног моста и насипа



Конзолни мостови

Конзолно извођење
Firth of Forth,
1879. – 1890.



Примери конзолних система у бетону

Мост Бешка 1975. (201m)



São João – Porto 1991. (250 m)



железнички

Два Gateway моста Brisbane



1986./ 2010. – (260m)

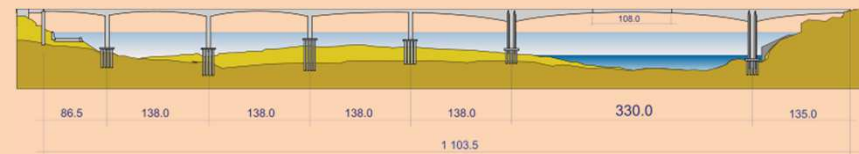
Прилазни мост за Humen
Channel bridge 1997.



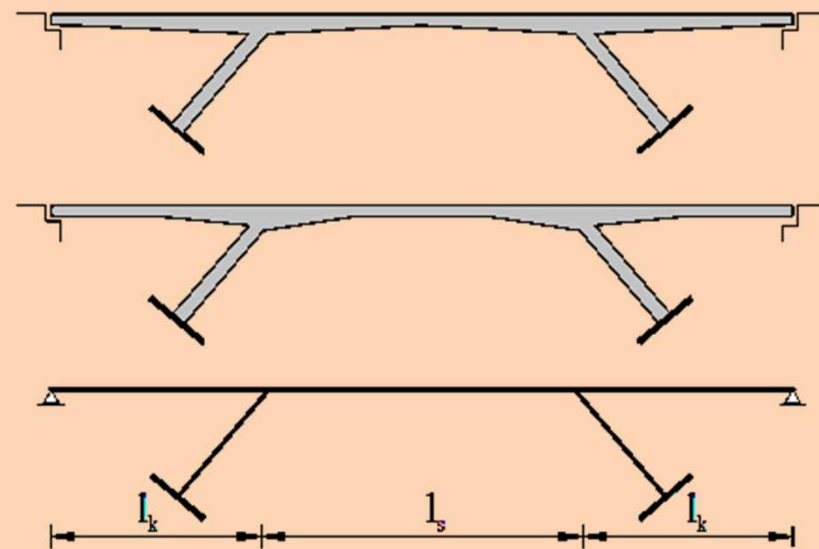
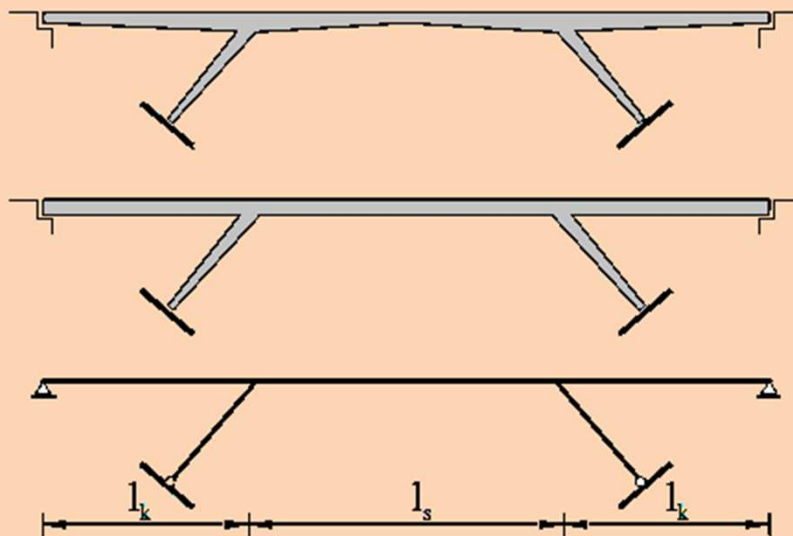
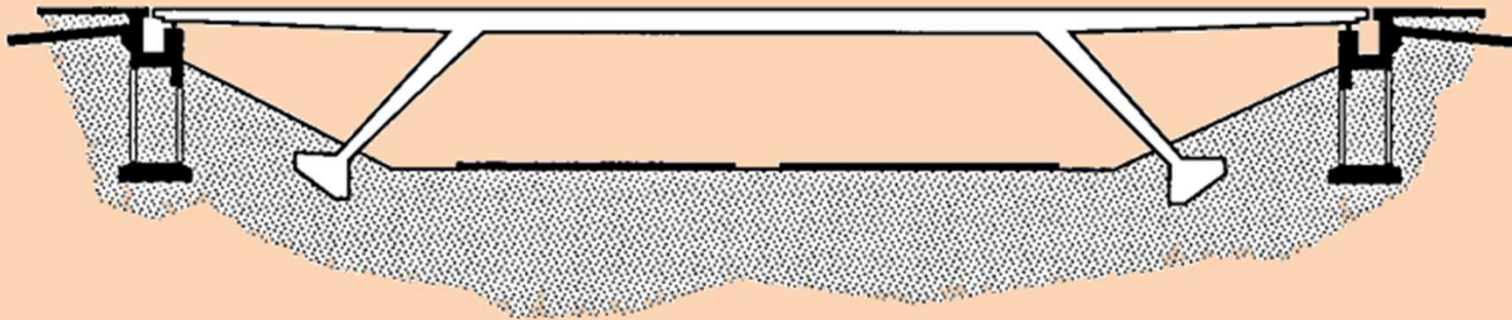
Кина са три расопна
150+270+150m



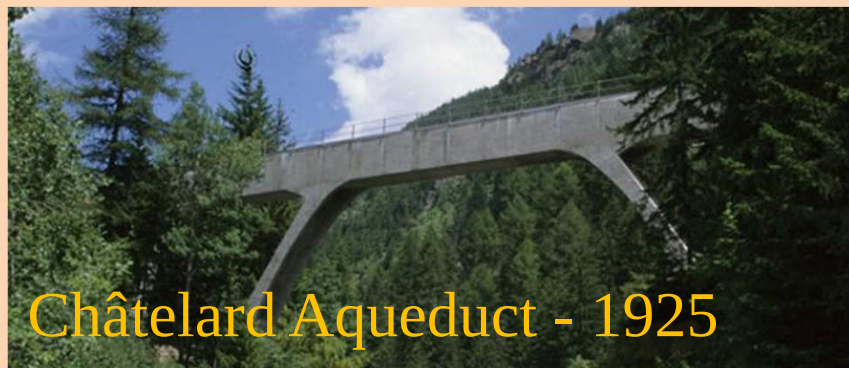
The Shibapao Yangtze River
Bridge- Кина распон 330m



Систем подупирало



Примери подупирала

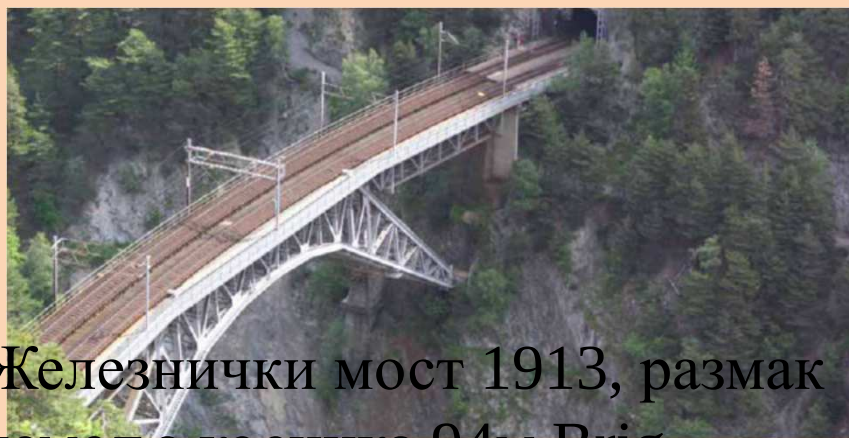


Châtelard Aqueduct - 1925



Pont sur la Truyère à Garabit,

1993. (195m)



Железнички мост 1913, размак
темеља косника 94м Brig
Швајцарска



SEALASSA, аутопут Salerno-
Reggio Calabria, Италија

(између ослонаца косих стубова
360м)

Газела - зглобови



Стубови V облика



Pont de la Voulte-sur-Rhône,

1955.



Железнички мост преко
Мајне 1984.

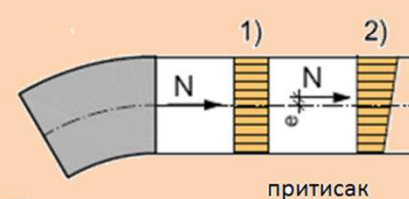
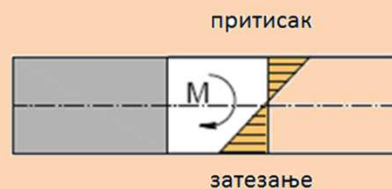
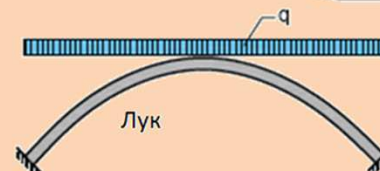
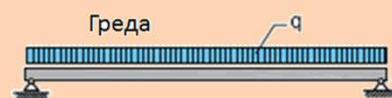
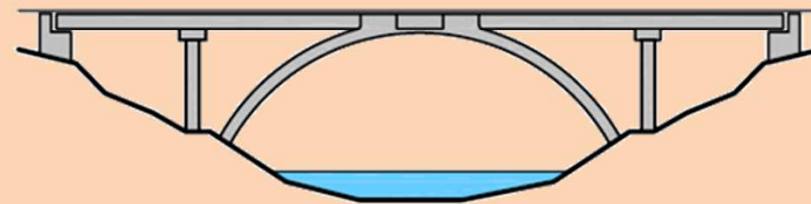
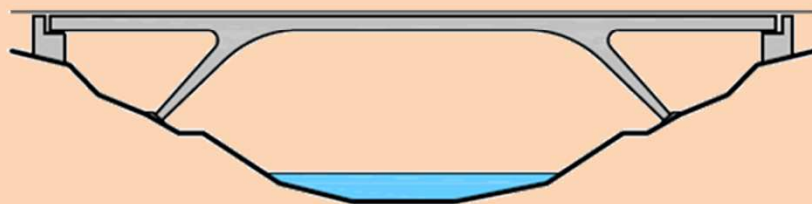
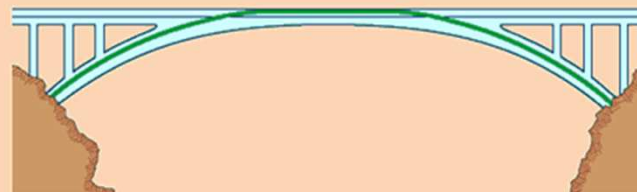
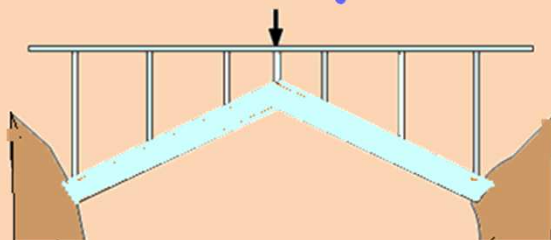


Pont Saint-Michel Toulouse,
1962.

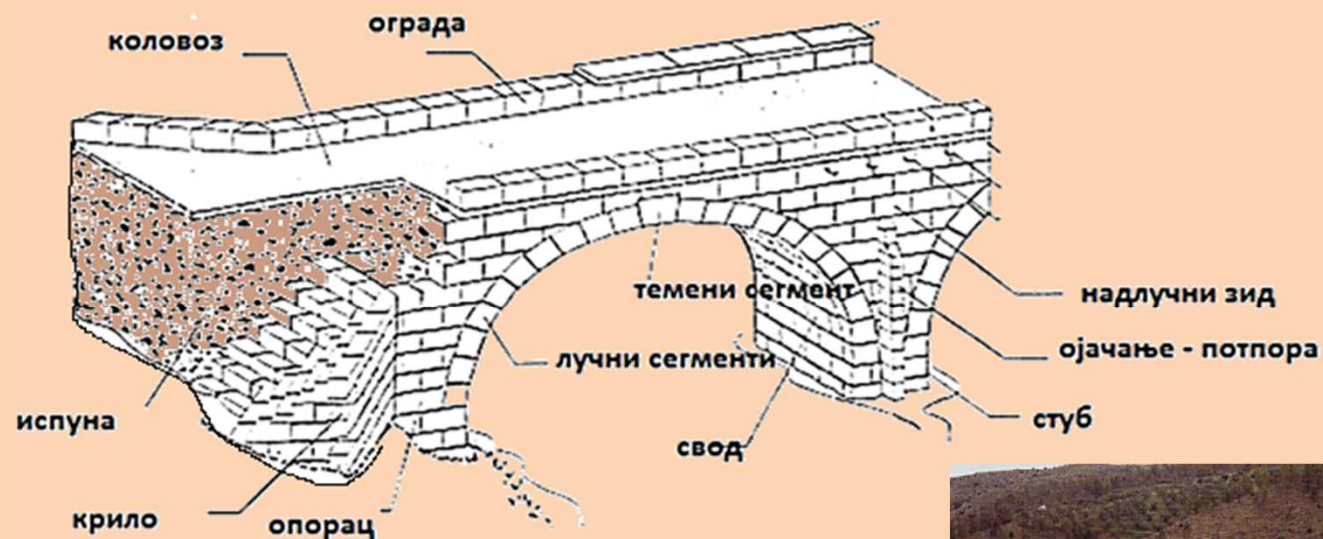


Ненза Сура – низ подупирала
1975.

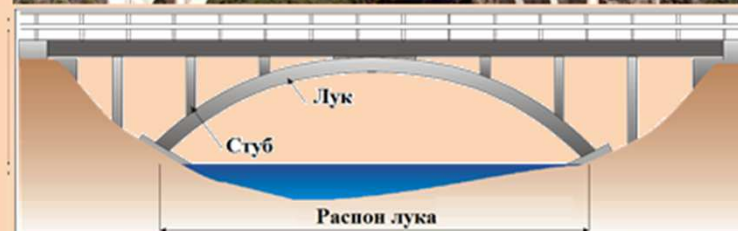
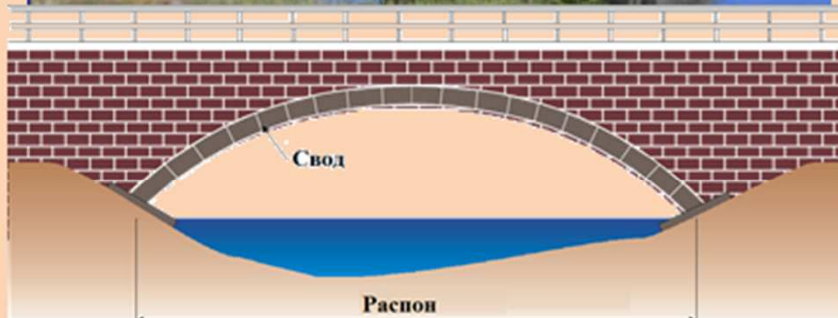
Лучни системи



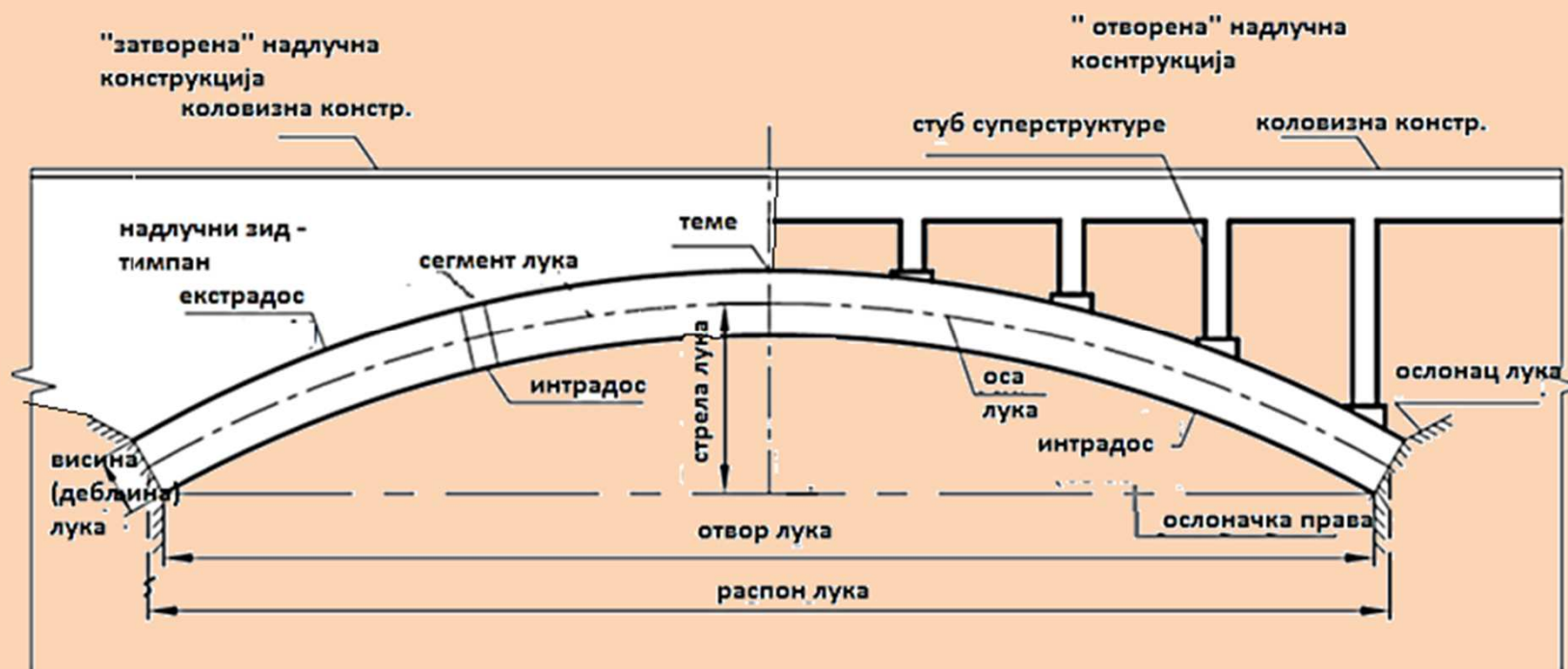
Лук- историјски систем



Свод и лук



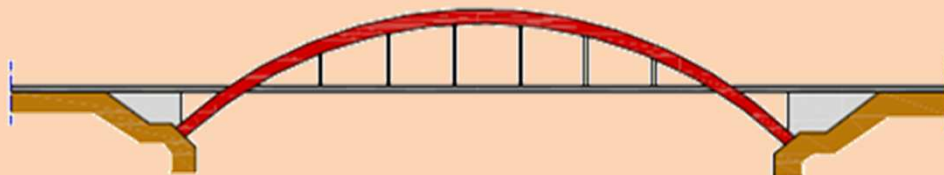
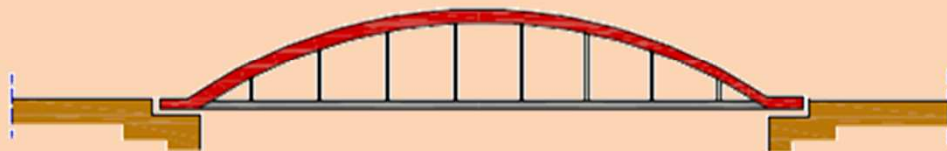
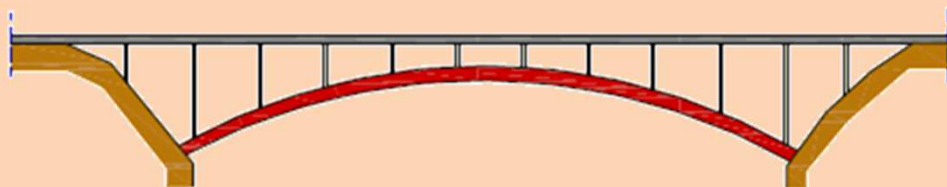
Затворен и отворен надлучни профил



Карактеристике

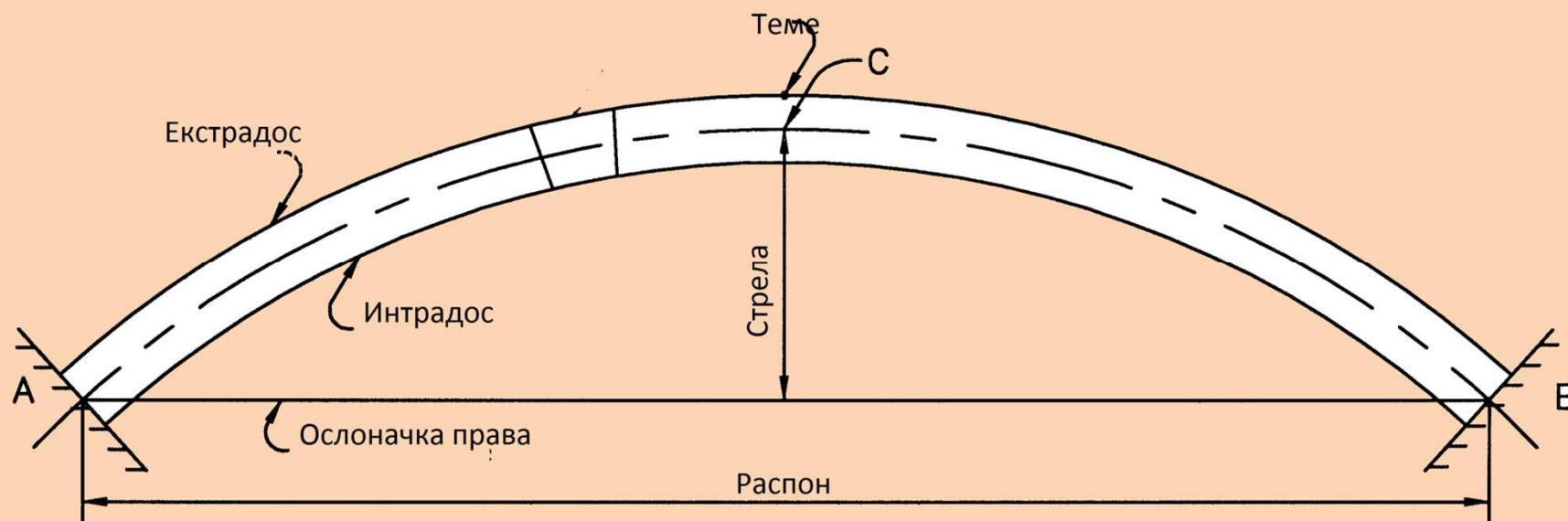
- Стар и врло ефикасан систем
- Премошћавање кањона
- Виткост између $l/10$ до $l/2$
- Изнад $l/2$ естетски незадовољавајуће
- Бетон
 - 50 до 200 m за друмске и железничке мостове
 - Највећи изведени распон 420 m
- Челик
 - Пуни носачи до 300 m
 - Решетки носачи до 550 m
- Мали моменти савијања уз велике нормалне силе притиска
 - Природно претходно напрегнут систем
- Потреба за посебном коловозном конструкцијом
- Осетљивост на померање ослонаца

Положај коловозне конструкције у односу на лук

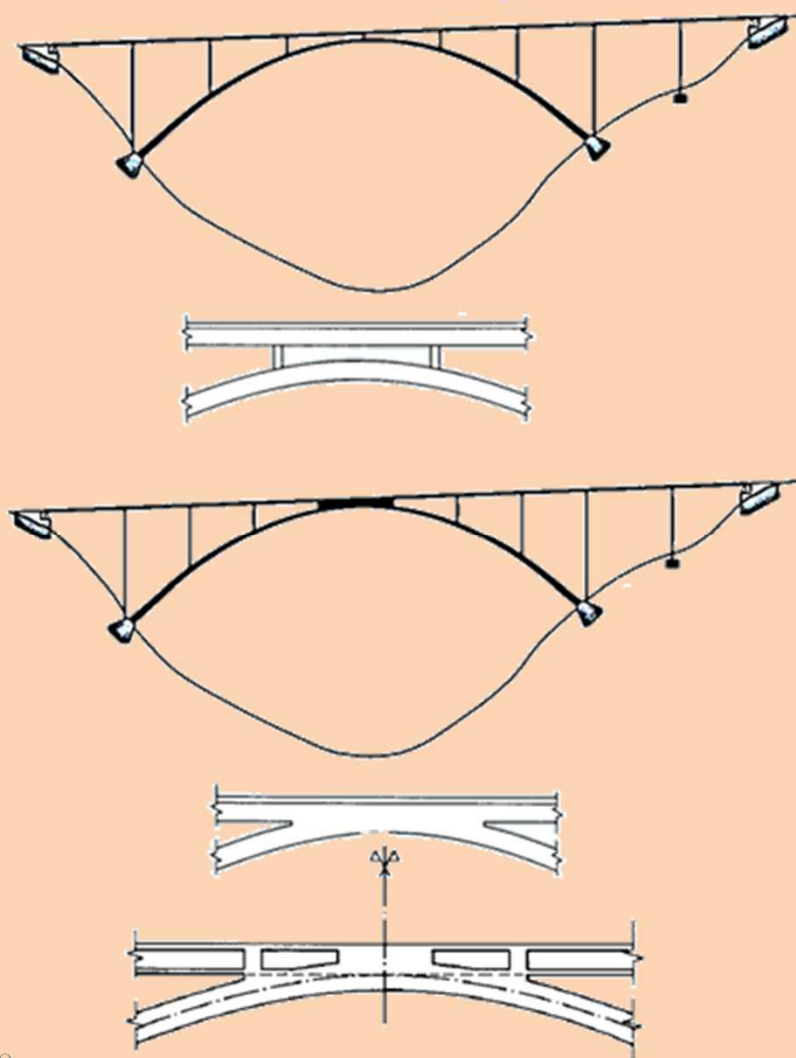
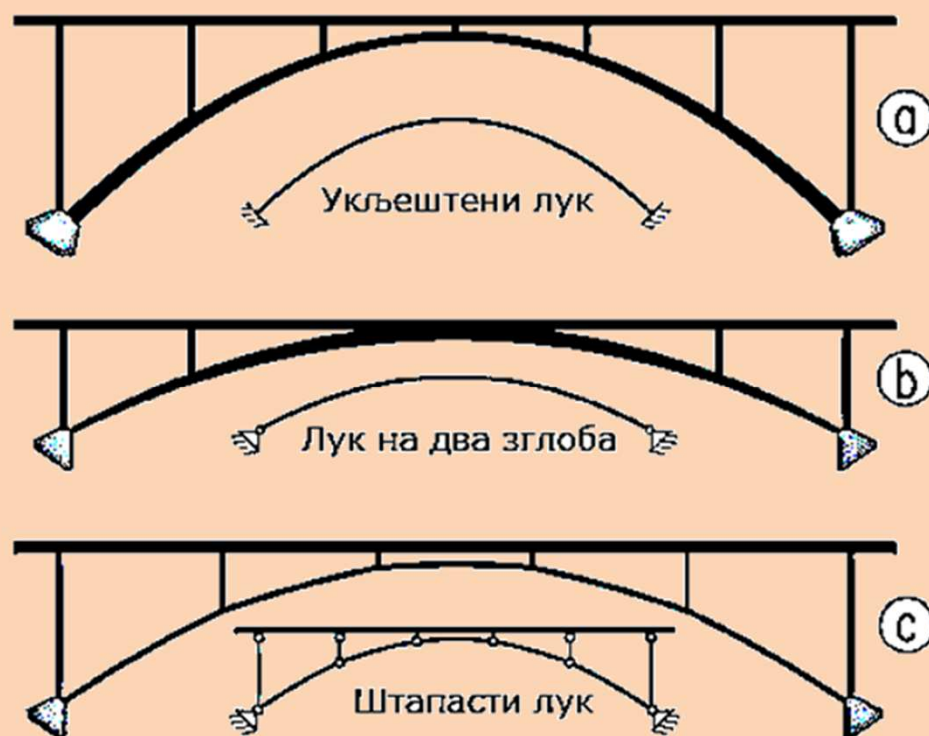


Дефиниције

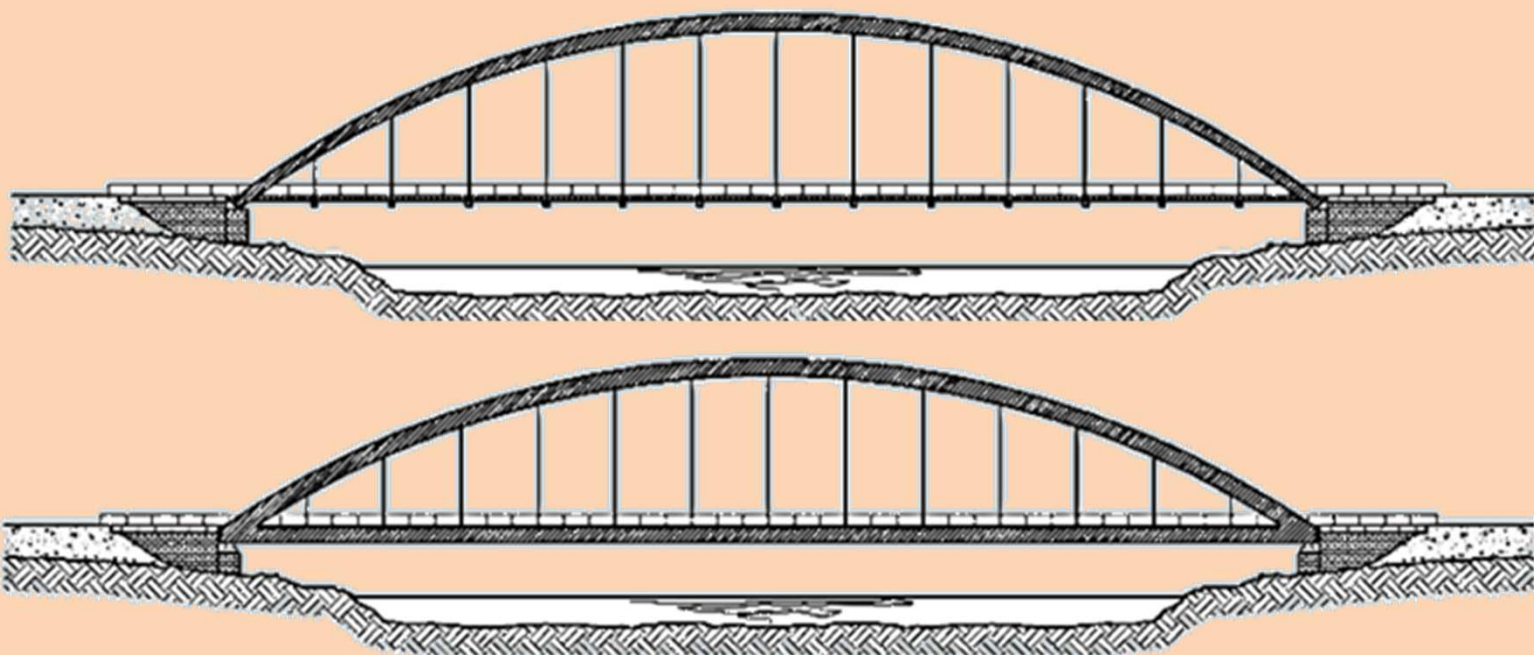
- Лук је крив еластичан штап, са непомерљивим ослонцима, постављен конвексном страном према горе, код кога је висина пресека мала у односу на радијус кривине
- Екстрадос лука је горња површина лучног носача
- Интрадос лука је доња површина лучног носача.
- Оса лука је ГМТ тежишта нормалног попречног пресека лука
- Стињеност лука је однос стреле и распона лука (f/L)



Статички системи лукова и веза са коловозном конструкцијом



Прави лук и ЛангEROва греда (лук са затегом)

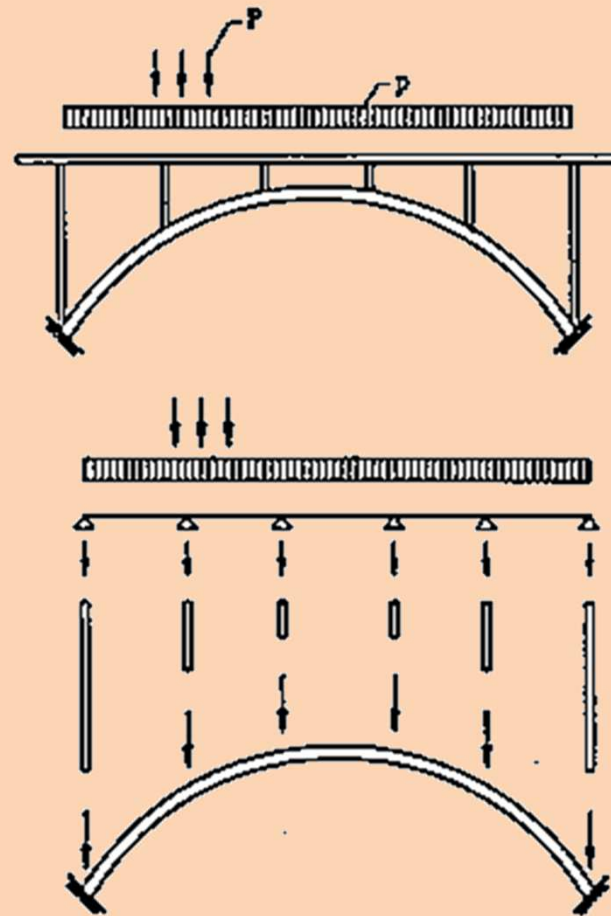


Nielsenov лук



Статички третман лучних мостова

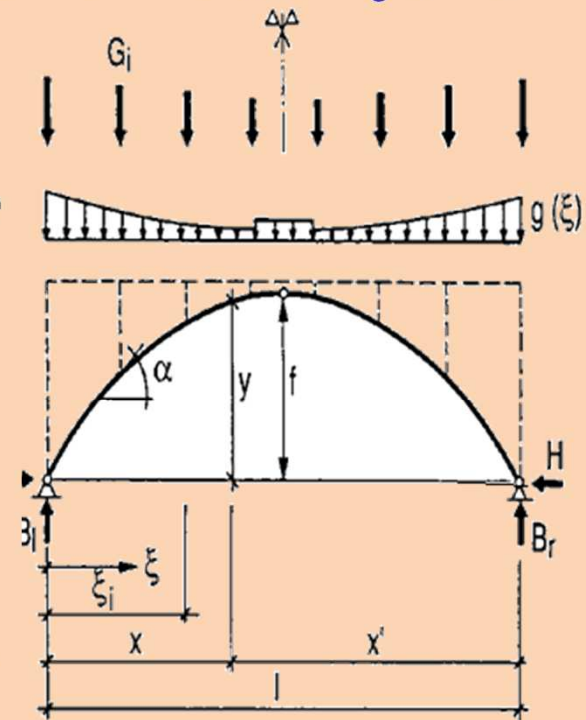
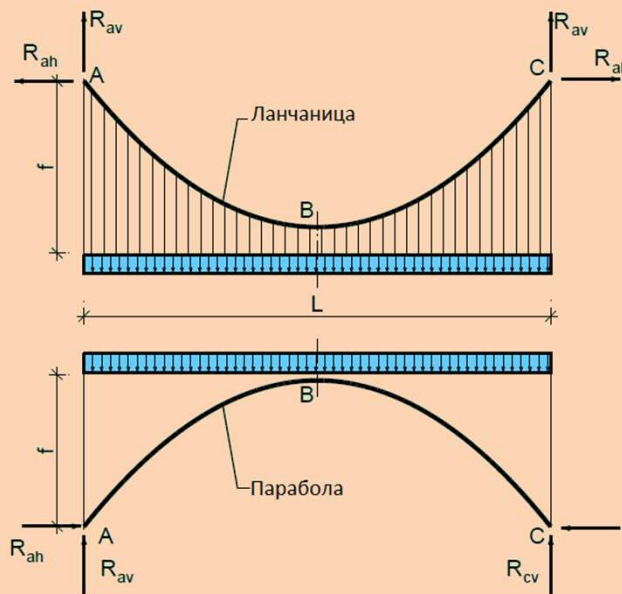
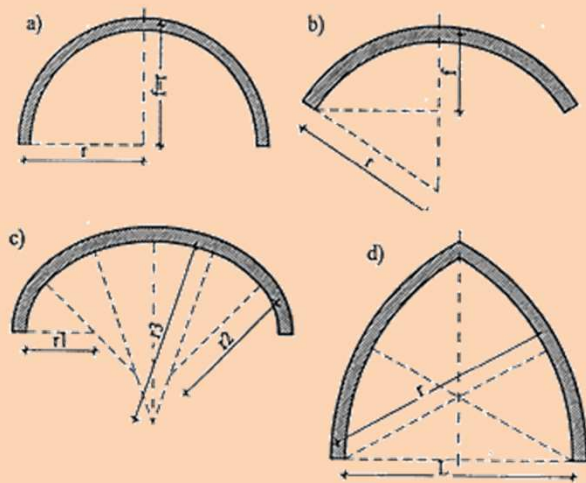
- Расчлањен прорачун:
 - Прорачун коловозне конструкције као коловозног носача
 - Прорачун стубова као дела оквира
 - Прорачун лука као независног носача оптрећеног посредно преко стубова.



Избор осе лука - оптимални облик осе лука

Повољним обликом осе лука свести моменте савијања на минимум

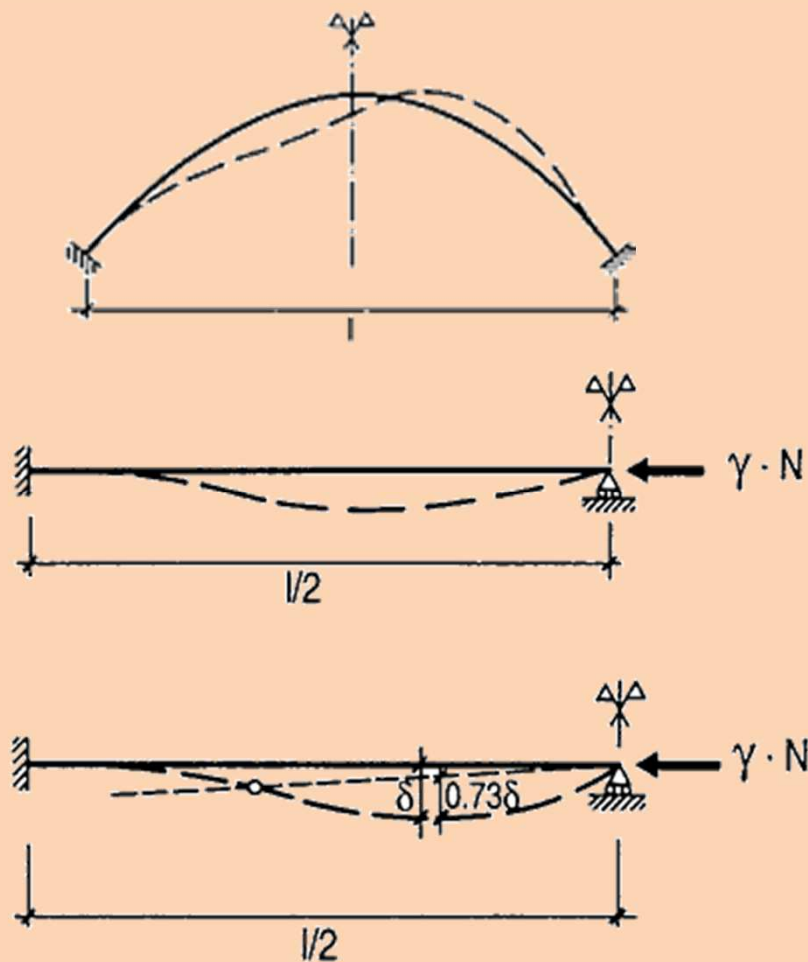
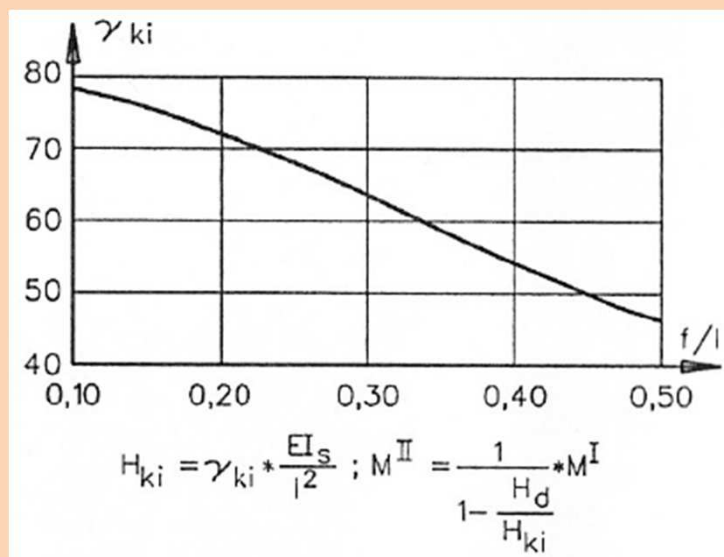
Потпорна линија



Извијање лука

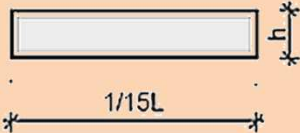
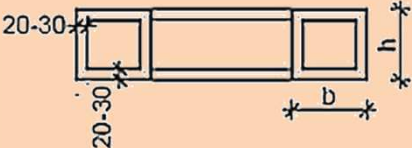
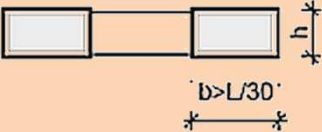
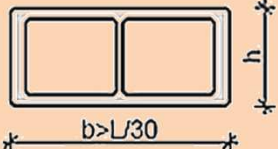
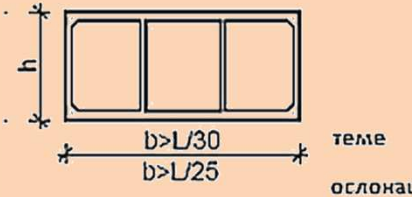
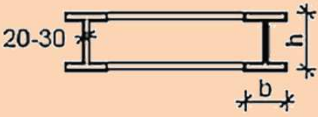
витак лук теорија II реда упрошћен метод

Антиметрични облик извијања –
опаснији код двозглобних и
укљештених лука



Попречни пресек

- Најчешћи облици
 - Плочасти – уски мостови до 120 m (и код штапастог лука)
 - Ребрасти – до 150 m
 - Сандучасти – до 200 m (изузетно до 300 m)

	$L = 40 - 100 \text{ m}$ висина у темену лука $h = (1/40 - 1/60) L$ мањи распон $h = (1/60 - 1/100) L$ већи распон		$L = 100 - 200 \text{ m}$ $h = (1/50 - 1/70) L$ $h/b = 1 - 1,5$
	$L = 40 - 100 \text{ m}$ $h = (1/60 - 1/100) L$		$L = 150 - 250 \text{ m}$ $h = (1/50 - 1/100) L$
	$L = 40 - 100 \text{ m}$ $h = (1/40 - 1/60) L$ $h/b = 1 - 2$		$L = 200 - 400 \text{ m}$ $h = (1/50 - 1/100) L$
	$L = 70 - 150 \text{ m}$ $h = (1/40 - 1/60) L$ $h/b = 2 - 2,5$		

Системи придржани кабловима

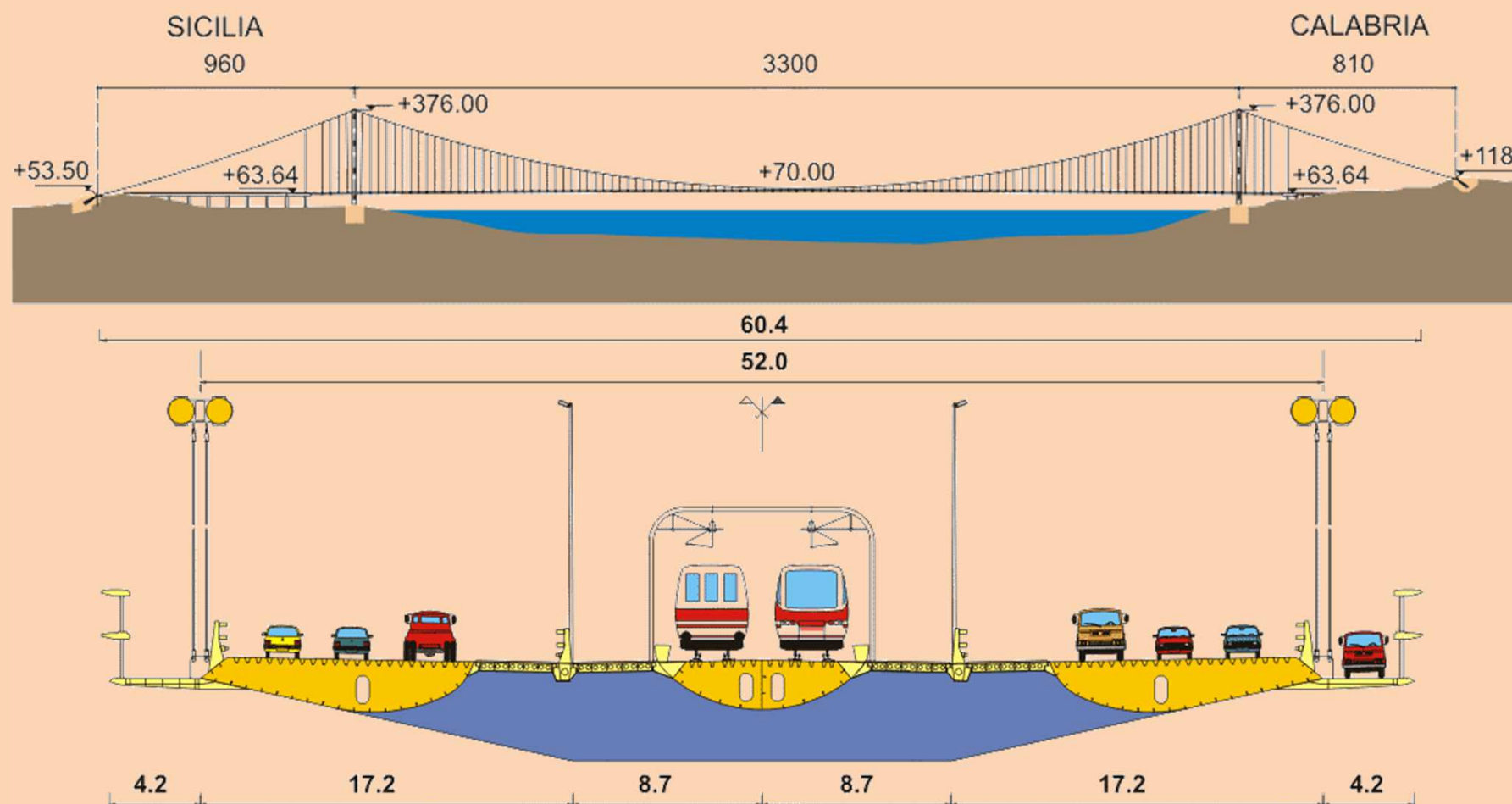
- Висећи мостови
- Мостови са косим затегама
- Остали специјални системи (*extrados bridges, under-deck, stress-ribbon*)



Велики висућни мостови у свету



Пројекат Messina



Висећи мостови на Дунаву

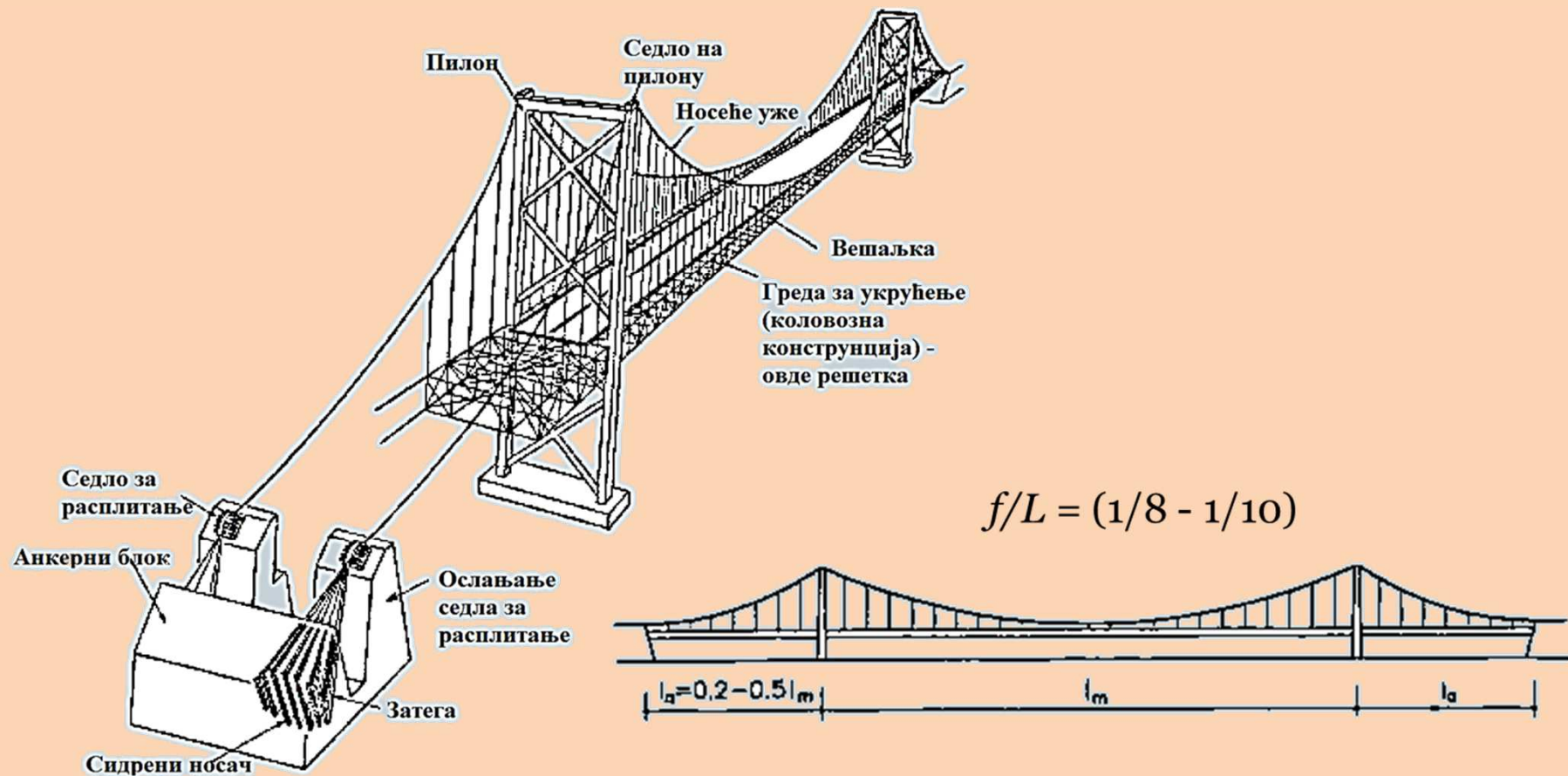
Мост Александра Карађорђевића
261m (1934.-1941)



Reichs Bridge 241m(1937.- 1976.)

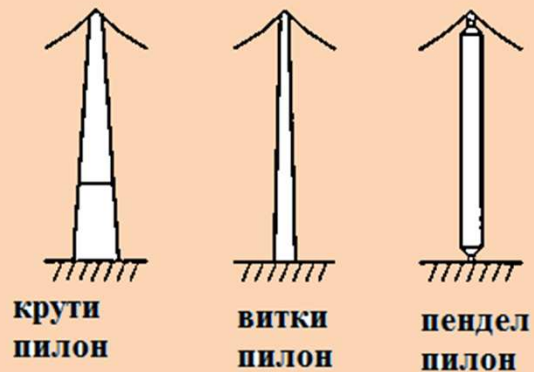


Основни елементи и односи

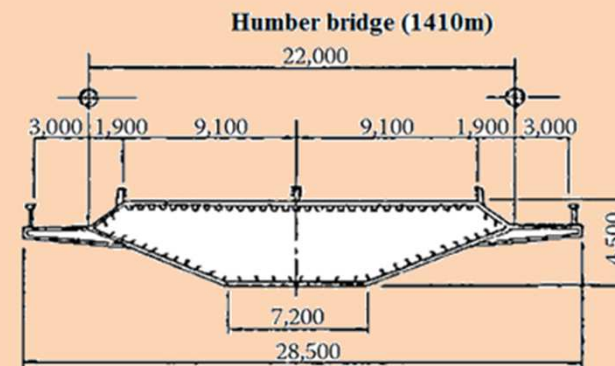
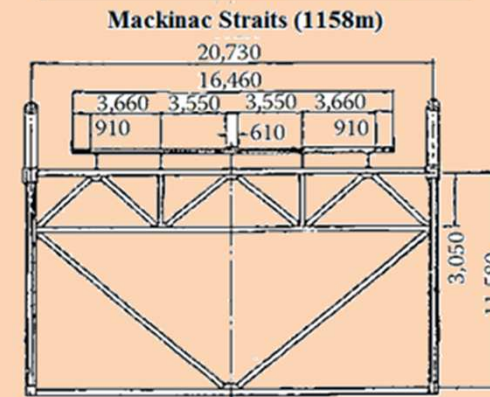
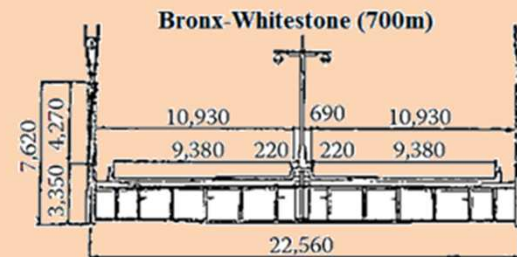
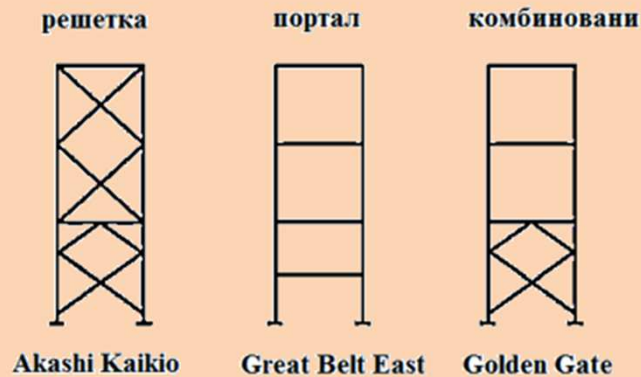


Пилони и коловозна конструкција

подужно



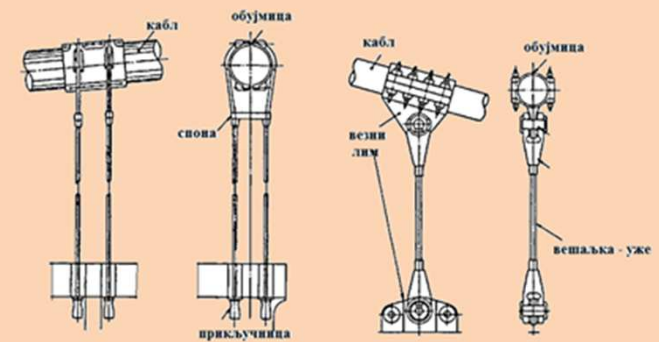
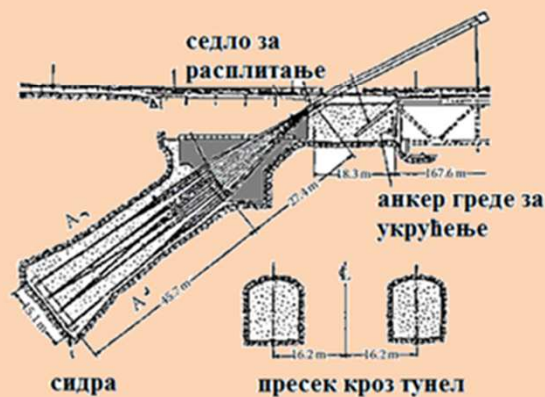
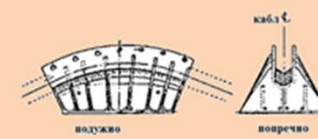
попечно



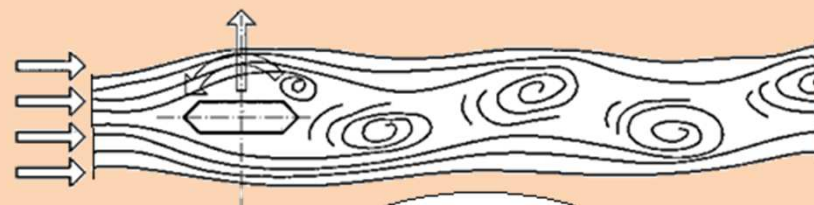
Каблови, сидрење, седла и вешалке



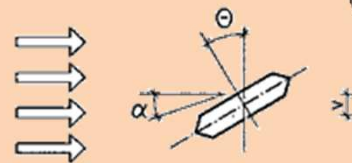
Akashi Kaikyo



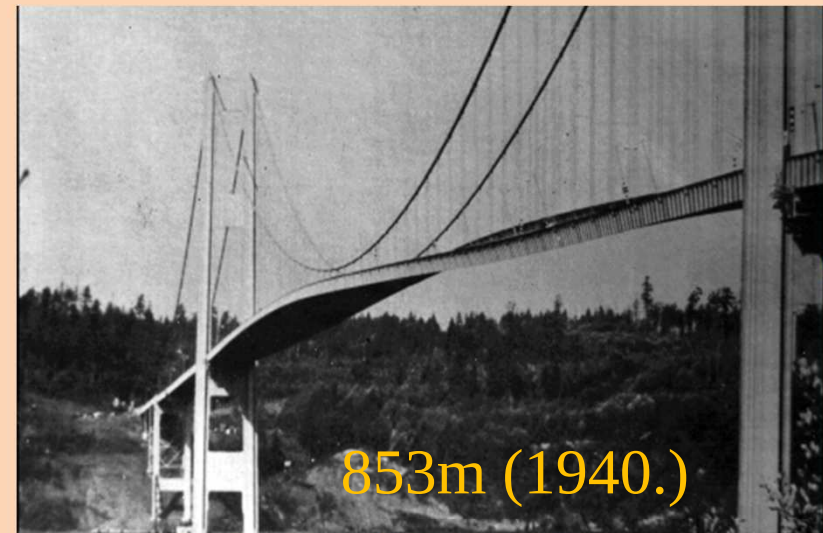
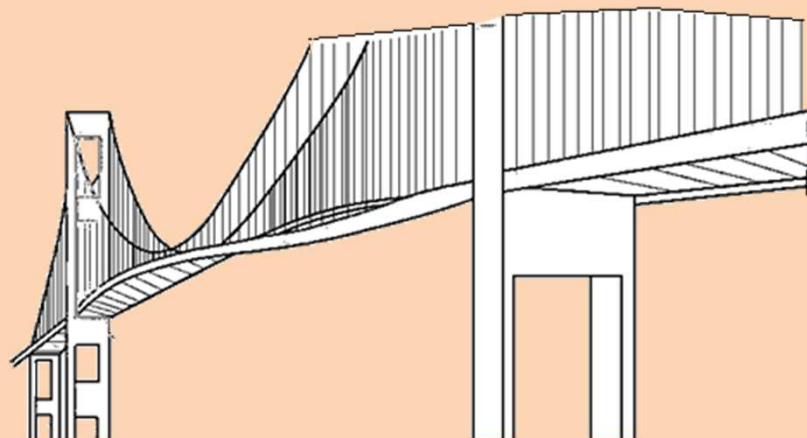
Аеродинамичка стабилност



$$f_T/f_B \geq 2.5$$



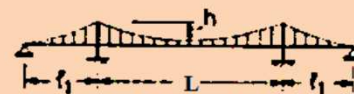
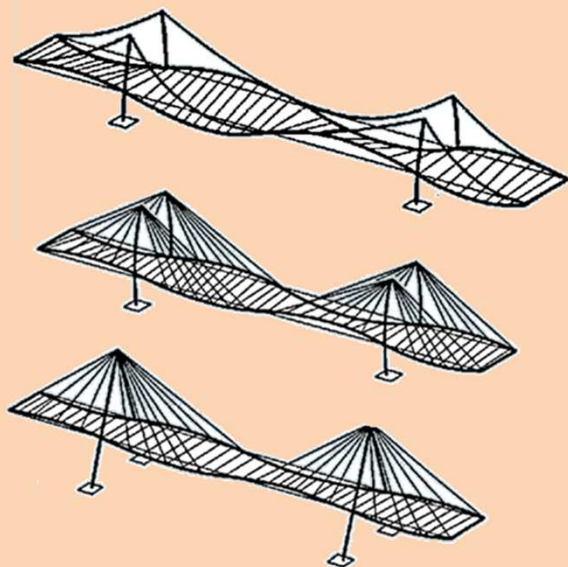
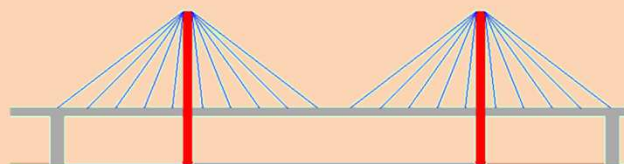
потребан однос
сопствених
фреквенција



853m (1940.)



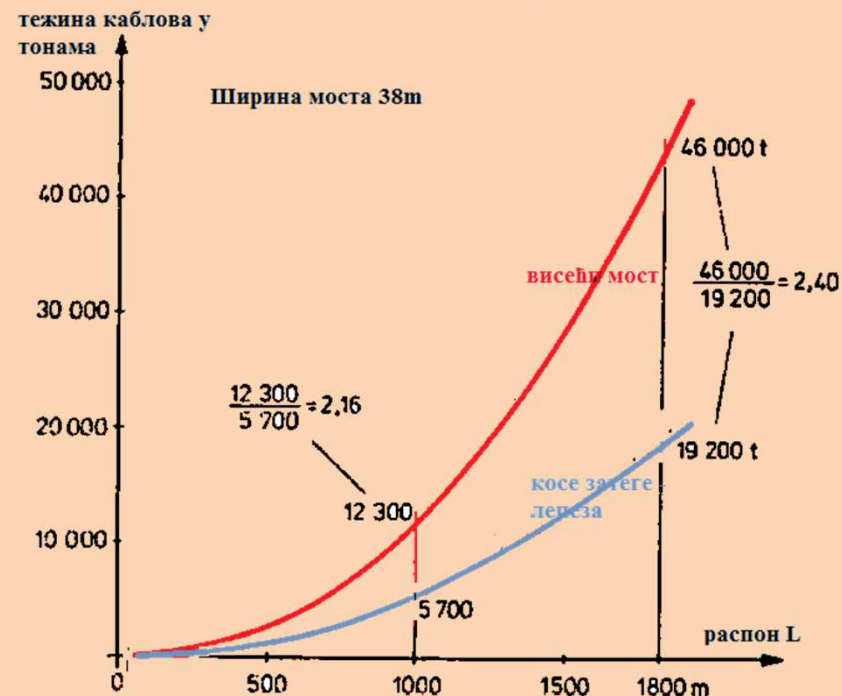
Сличности и разлике висяћих мостова и мостова са косим затезама



Висяћи мост
 $h/L = 1/9$



Мост са косим затезама
 $h/L = 1/5$



Рани челични мостови са косим затегама



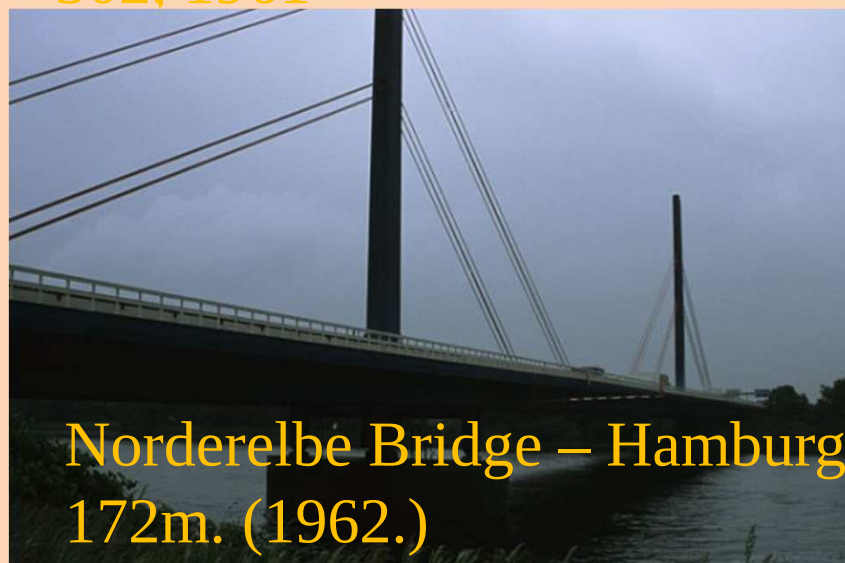
Strömsund Bridge, 182 m, 1955



Severins Bridge – Cologne,
302, 1961

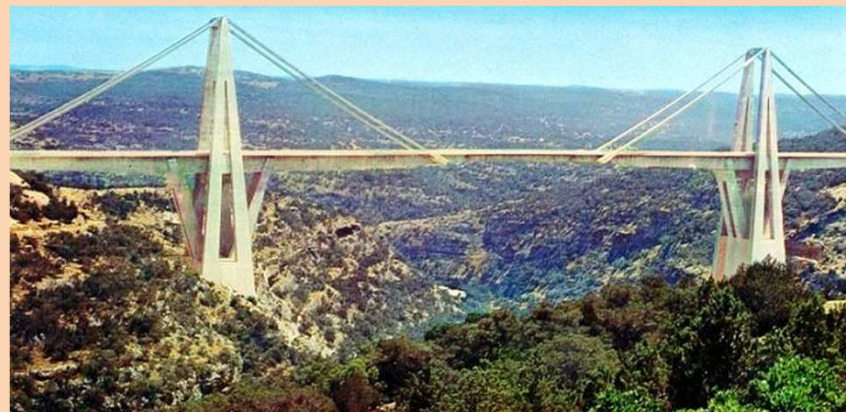


Theodor Heuss Bridge –
Düsseldorf, 260, 1957

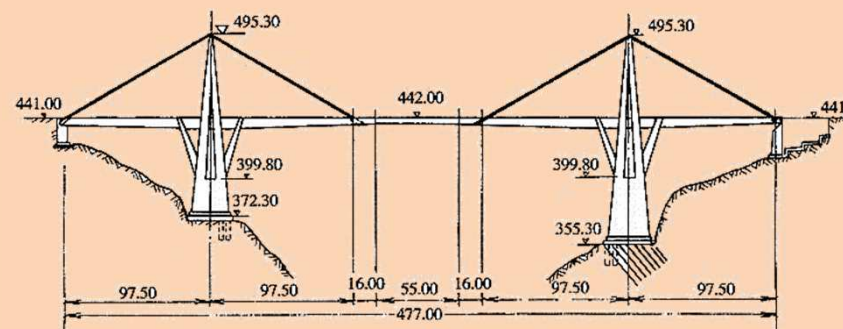
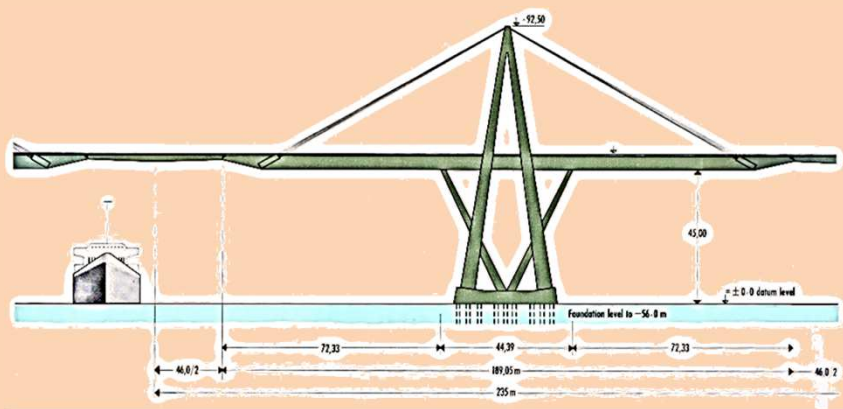


Norderelbe Bridge – Hamburg
172m. (1962.)

Riccardo Morandi (бетонска коловозна конструкција)



Maracaibo Bridge – Венецуела, 253,1962 Wadi Kuf 282 -1971 Либија



Бетонска коловозна конструкција - модерније форме



Coatzacoalcos мост, 1984, 288



Sunshine Skyway, 1987, 367



Alex Fraser 1986, 465



Skarnsundet bridge, 530, 1991.

Норвешка

У Србији

Нови железнички мост у
Београду, 254, 1977

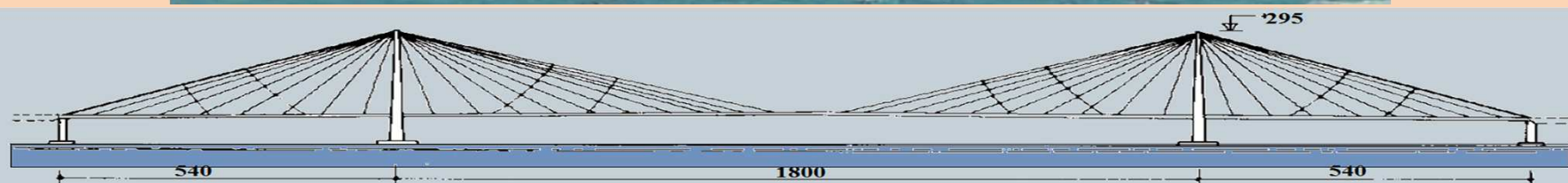
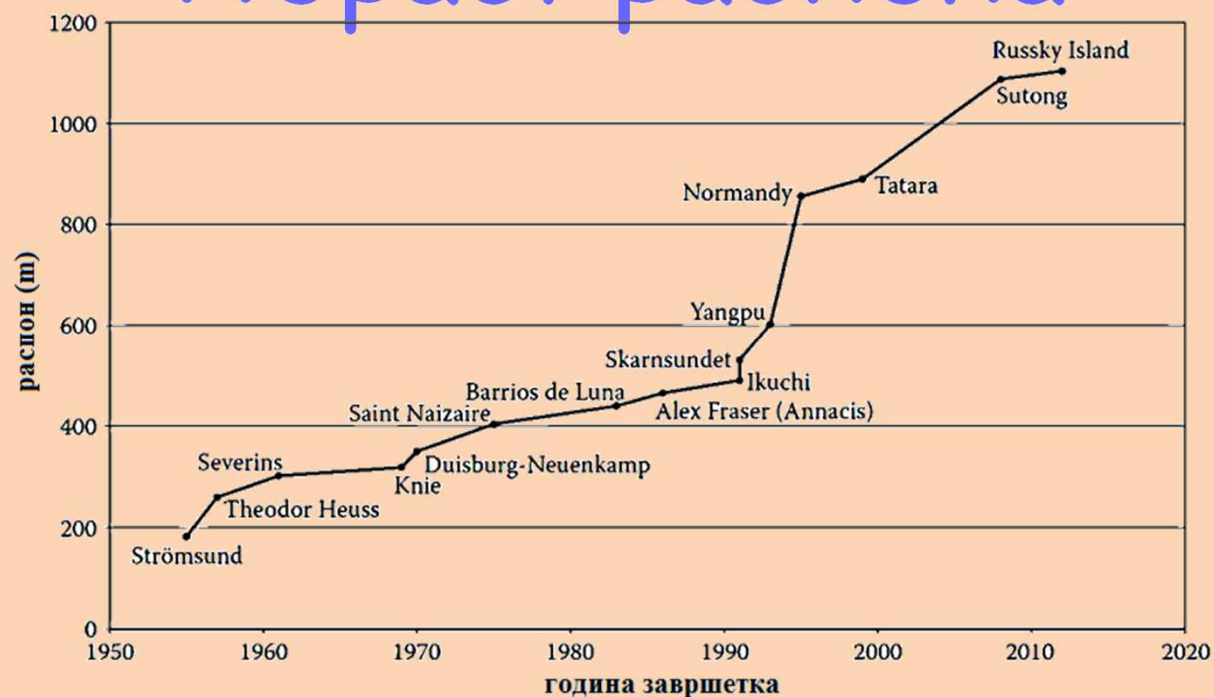


Мост слободе у Новом саду, 351,
1991-1999.



Мост на Ади, 375, 2012

Пораст распона

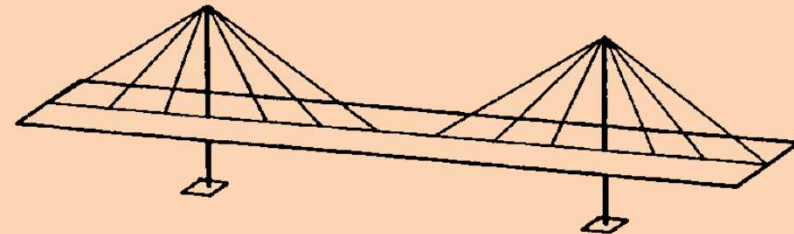
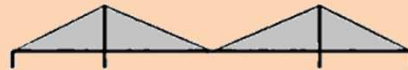


Број пилона и равни затега

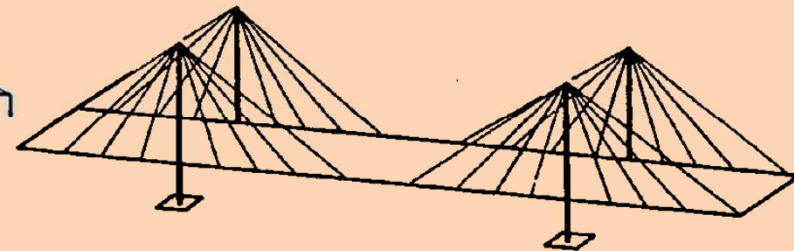
Један пилон



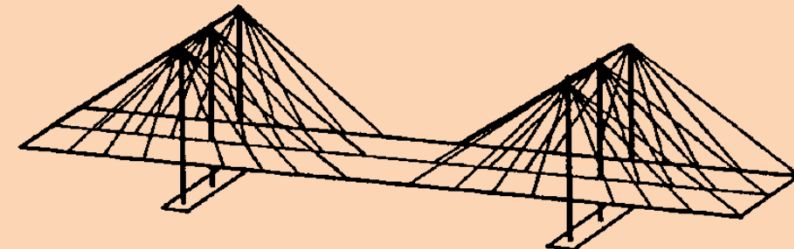
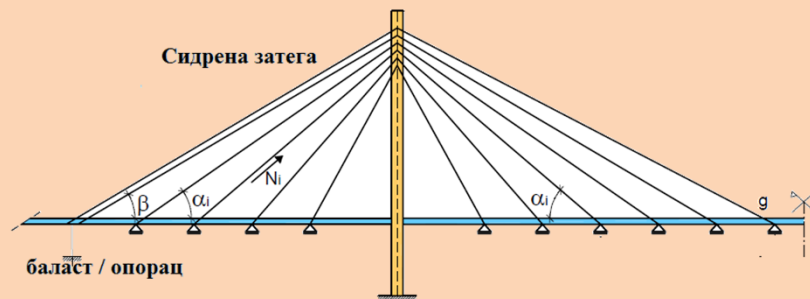
Два пилона



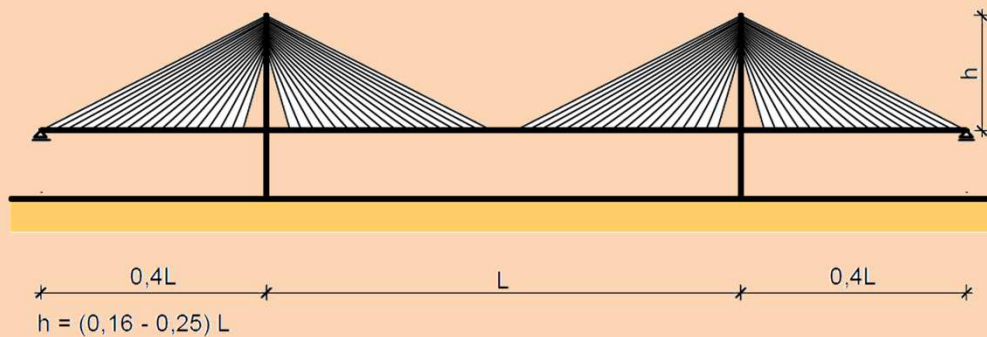
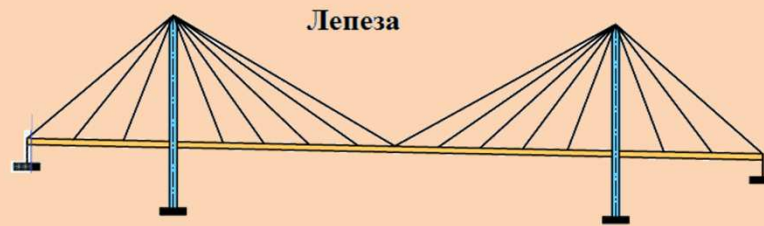
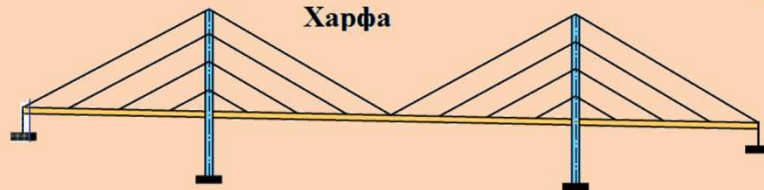
Више пилона



Сидрена затега

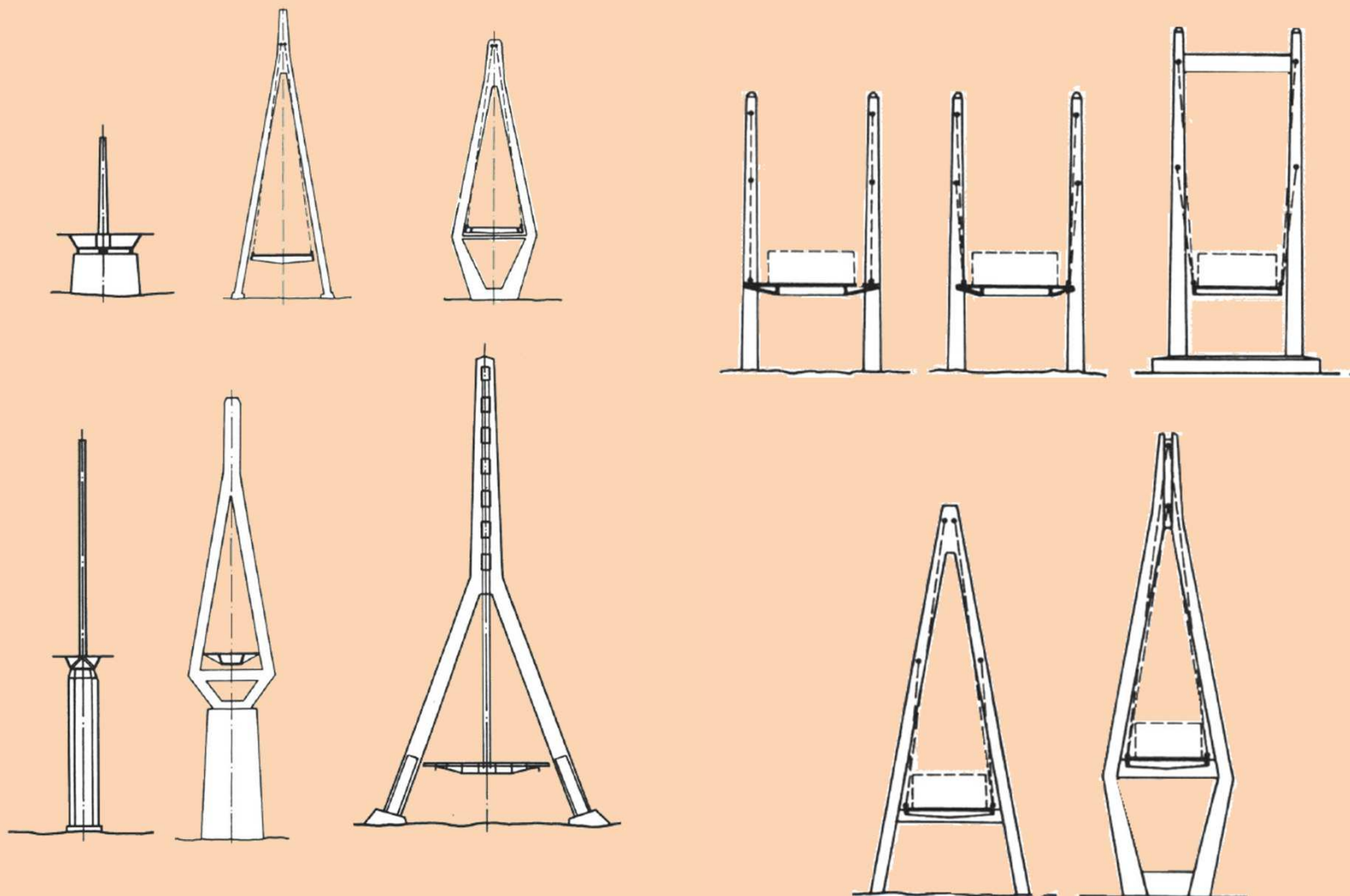


Распоред затега

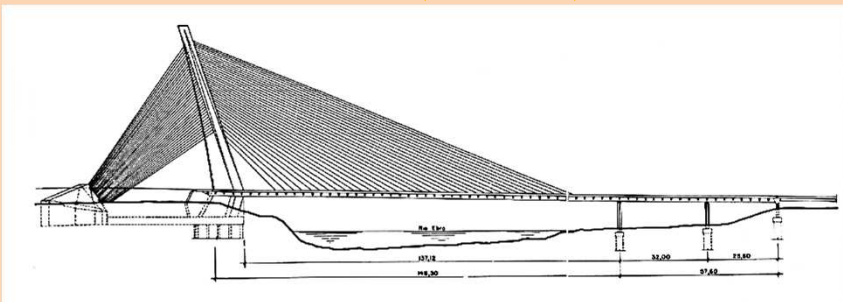


- Харфа:
 - Естетски прихватљивије(?)
 - Прикључци затега под истим углом олакшавају извођење
 - Повећана стабилност пилона
 - Више затега, веће силе притиска у греди и већи моменти у пилону
 - Силе у затегама уједначене
- Лепеза:
 - све се затега сидре у врху пилона, што ствара проблеме код усидрења
- Квазилепеза:
 - економична,
 - најћешћа 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 типично $1:5$ дужине главног распона. Ако су пилони нижи прелазе у такозване привидне мостове са косим затегама.

Обликовање пилона



Коси пилони



Број и размак затега

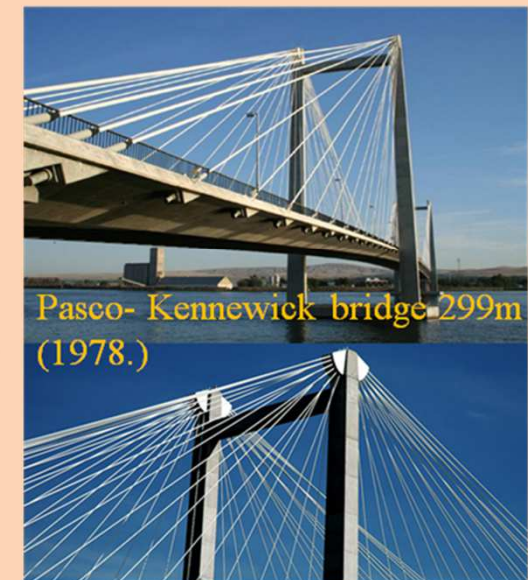
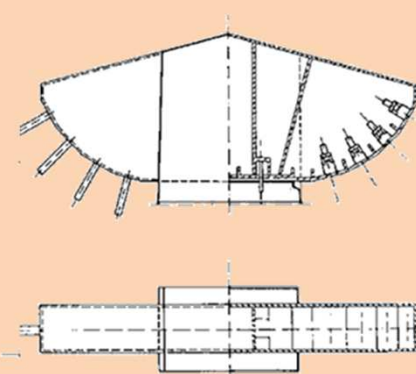
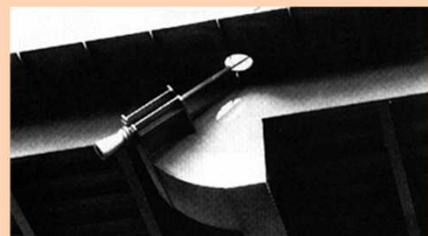
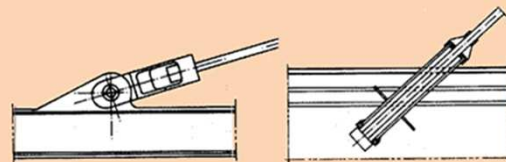
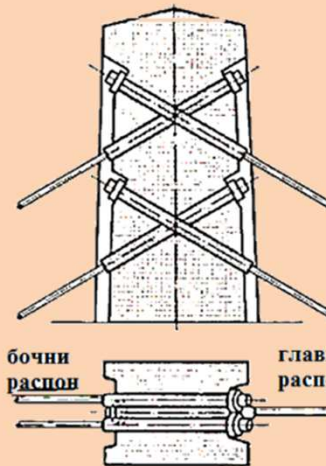
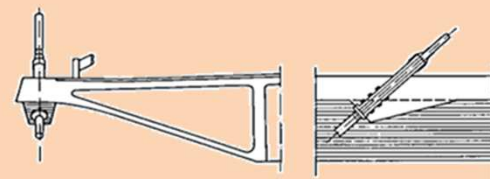
Рани

- 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

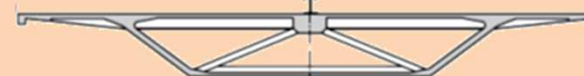
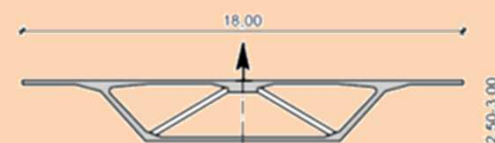
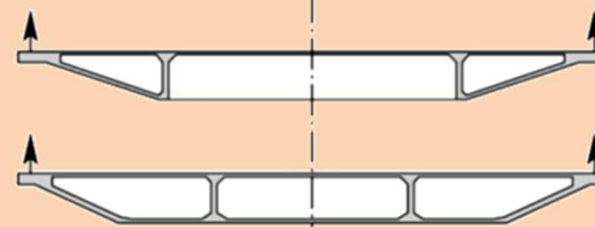
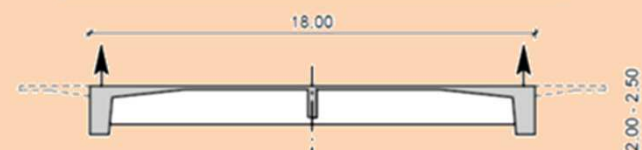
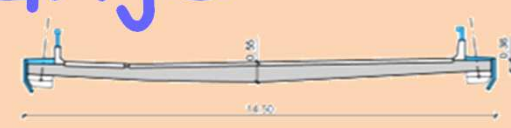
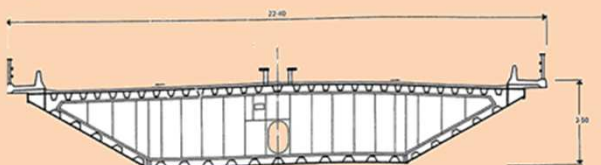
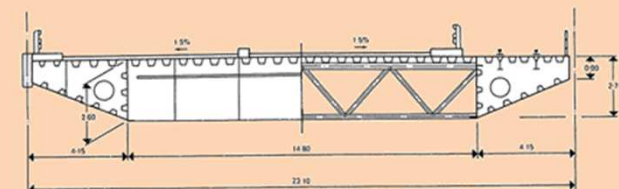
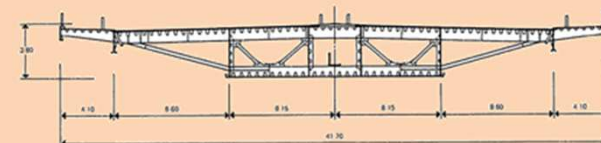
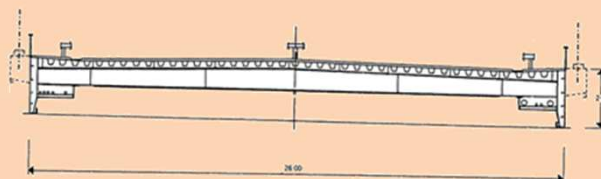
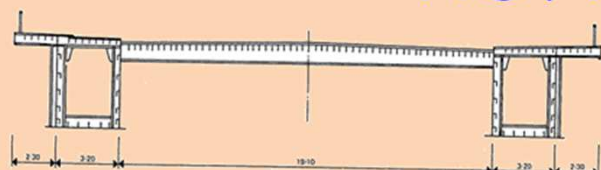
Савремени

- 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

Затеге и сидрење

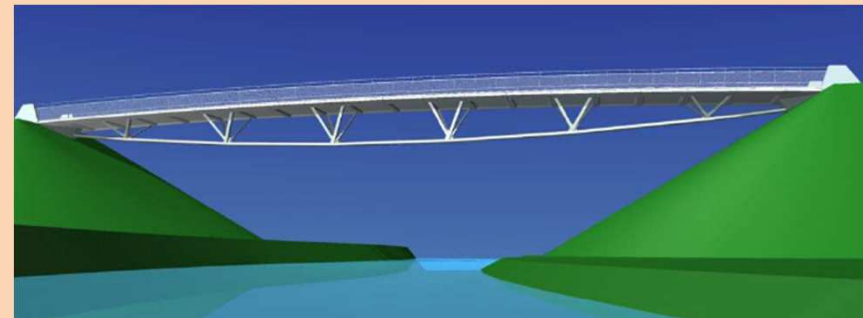


Пресеци коловозне конструкције

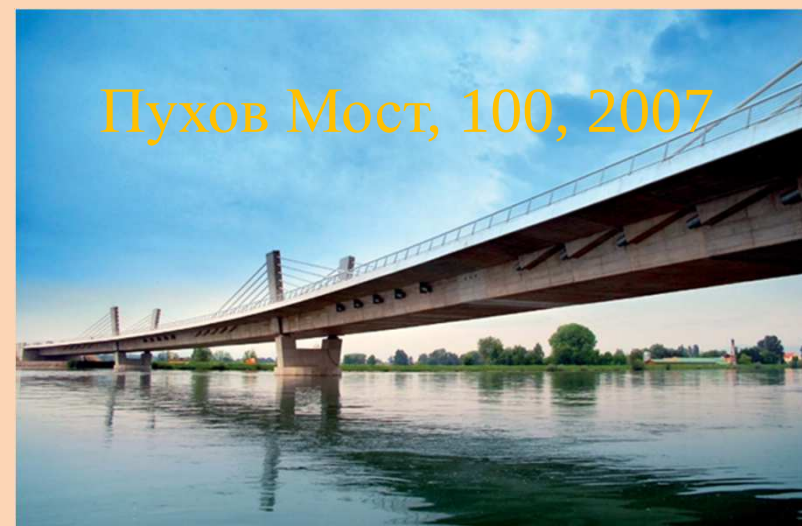
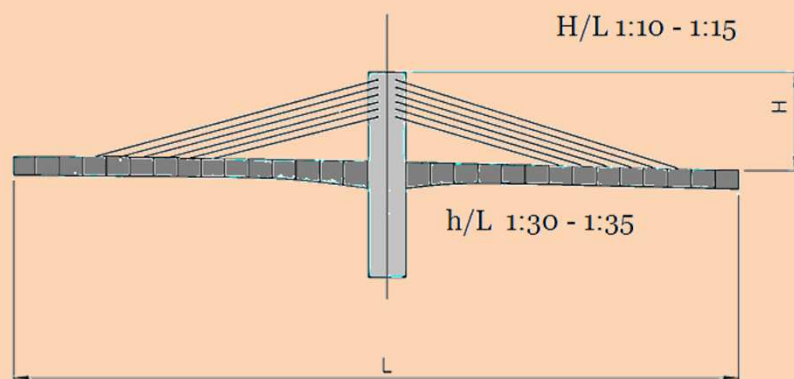


Остали специјални системи

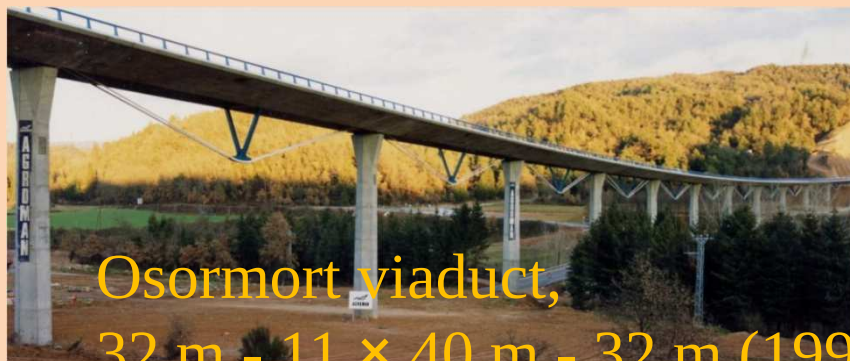
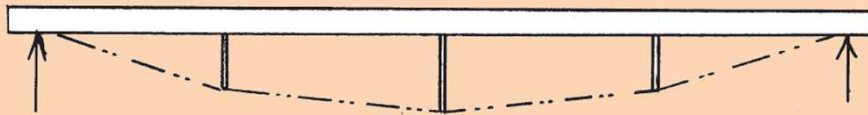
- Extradosed Bridges
(“привидни” мостови
са косим затегама)
- Under deck (подупрти
кабловима –
двопојасни)
- Stress ribbon
(ланчаница)



Примери привидних мостови са косим затедама



Примери мостови подупртих кабловима



Osormort viaduct,
32 m - 11 × 40 m - 32 m (1994.)



Kirchheim overpass,
18 - 34 - 18 m (1992.)



Shiosai Bridge Bicycle and
pedestrian bridge
55.000 m - 2 × 61.000 m -
55.000 m 1995.

Комбиновани систем



Ланчанице - stress ribbon bridge

