

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.

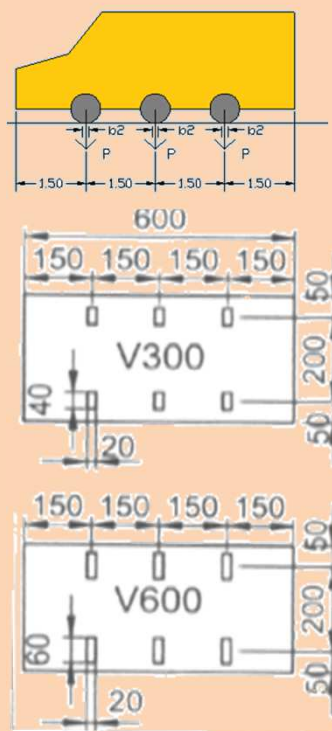
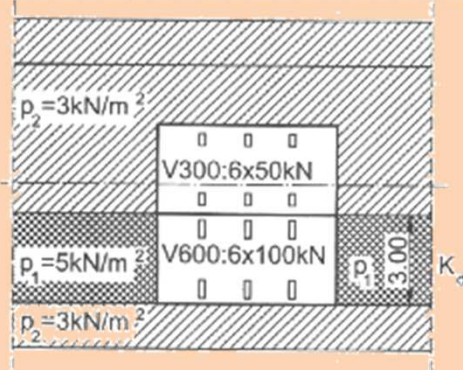
Одсек ТЖА Мостови

Предавање 5
08. Март 2019.

Саобраћајна оптерећења друмских мостова

Домаћи правилник

Категорија моста	Рачунска шема
I	V600+300
II	V600
III B<6.0m	V300
III B>6.0m	V300+300

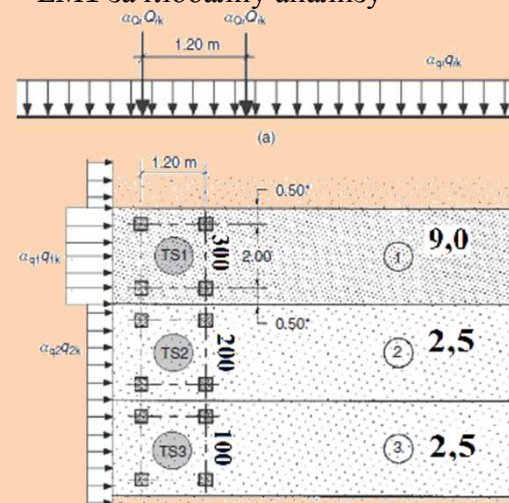


Еврокод

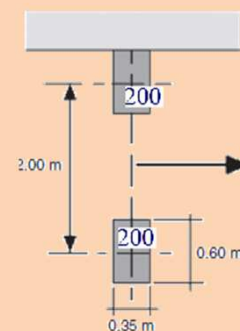
4 модела и 5 група оптерећења

5 модела за контролу замора

LM1 за глобалну анализу



LM2 за локалну анализу



Саобраћајна оптерећења железничких мостова

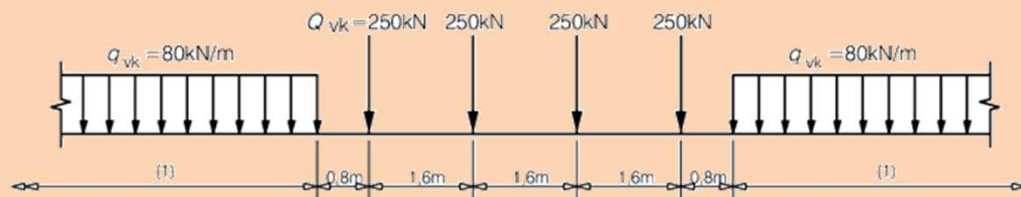
Домаћи правилник

UIC71

Еврокод

LM71

$$\Phi = \frac{1,44}{\sqrt{L_{\Phi}} - 0,2} + 0,82$$



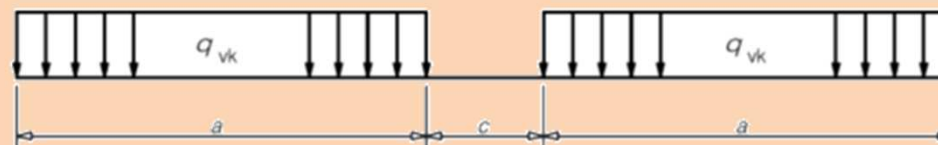
$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_{\Phi}} - 0,2} + 0,73$$

SW/-2

SW/0

SW/1

SW/2

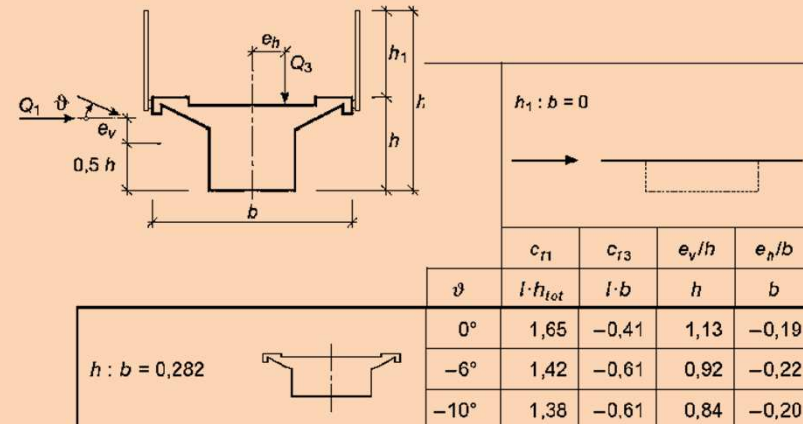
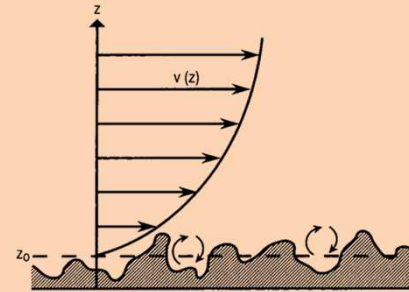


SW/0

SW/2

Ветар

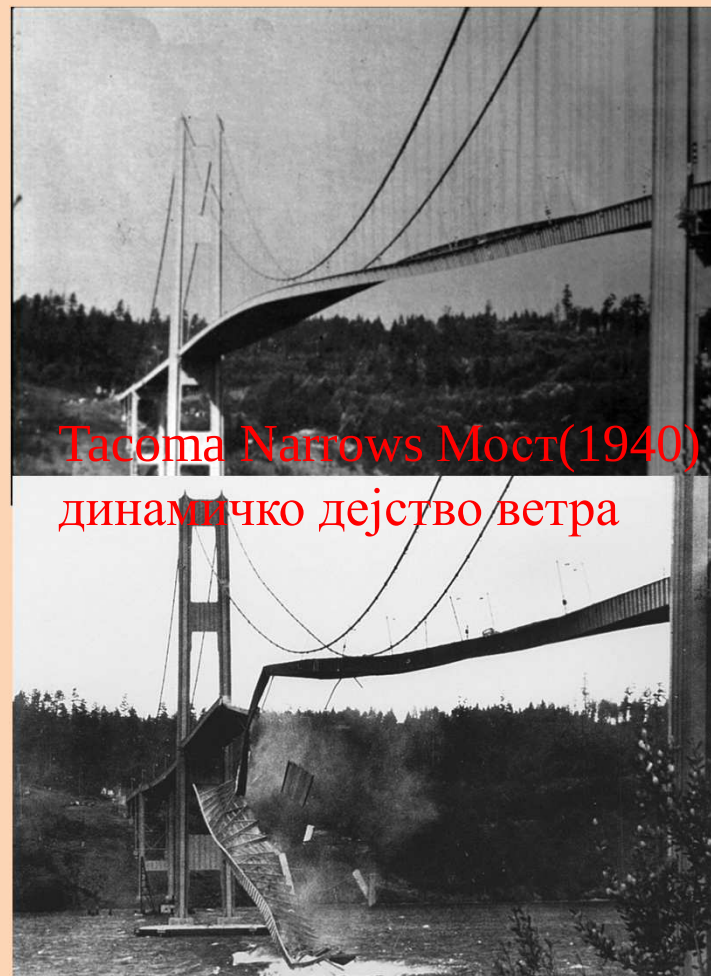
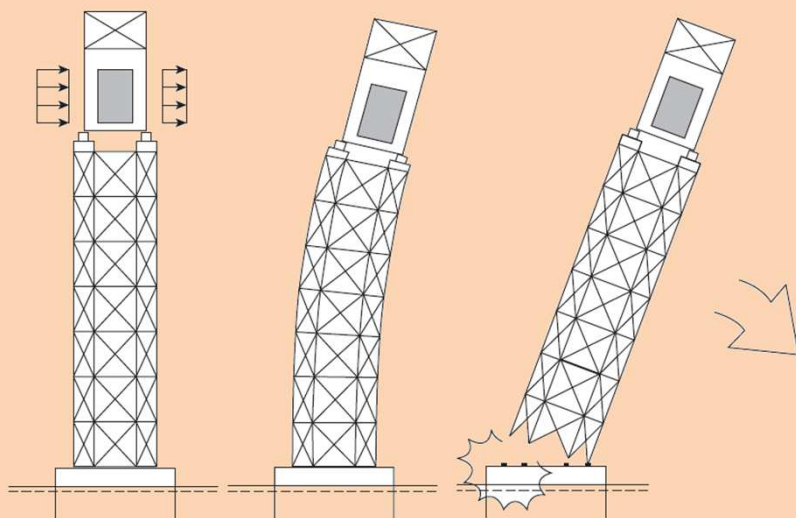
- Статичко дејство
 - Брзина ветра
 - Висина изнад терена
 - Хоризонтална сила
- Динамичко дејство
 - Одвајање ковитлаца
 - Хоризонтална и вертикална сила
 - Резонанција



Дејство ветра



Колапс Тау моста
28. Децембар 1879, 75 жртава



Хидраулични утицаји

- Статички
 - Мирна вода
 - Хидростатички притисак
 - Канални мостови (мостови који преводе пловила)
- Динамички
 - Замењујући статички утицај
- Подлокавање
 - Веома чест узрок оштећења мостова

Подлокавање



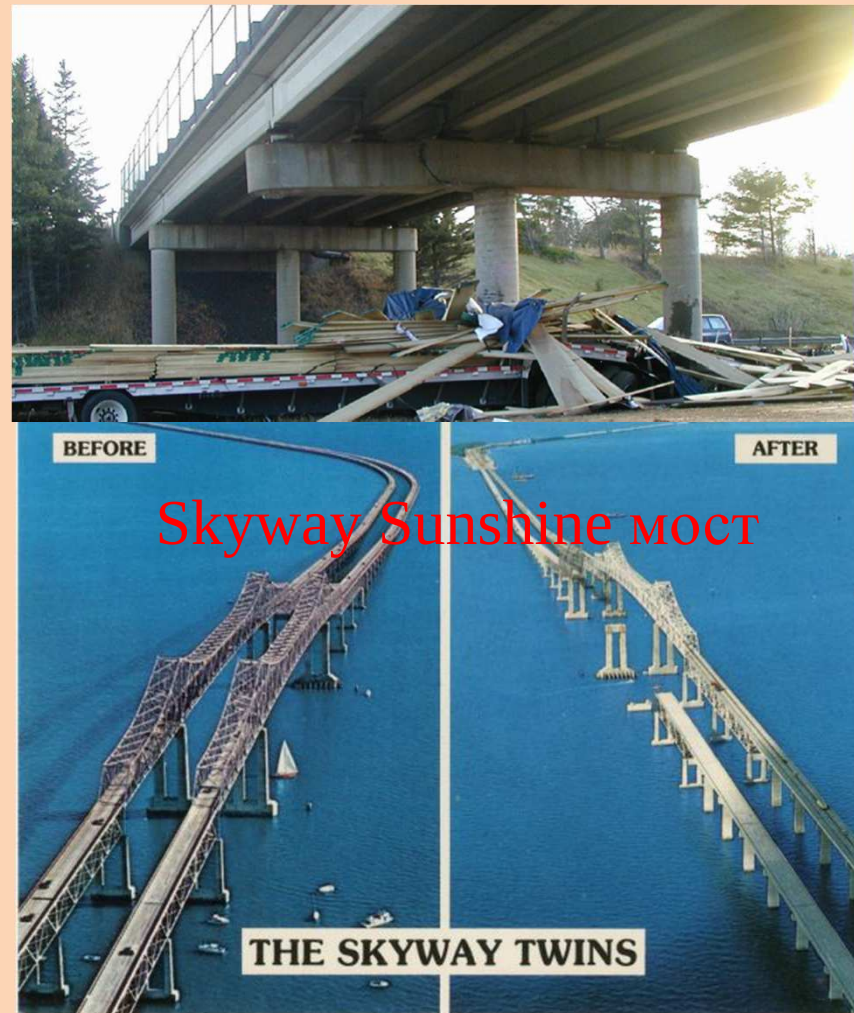
2001. Португал
стари Дуого мост
(80 жртава)



Србија 2014.

Удар

- Удар возила
 - У смеру вожње $1'000\text{ kN}$
 - Управно на смер вожње 500 kN
- Удар брода на стуб
 - Дунав и Сава $15'000\text{ kN}$
 - Остале реке $10'000\text{ kN}$
 - Силе делују под углом од 0° до 15°



Оптерећења мостова по домаћим правилницима

Железнички мостови

(1992.)

Друмски мостови (1991.)

Основна	Допунска	Изузетна
сопствена маса; корисно оптерећење; стални терет на мосту; силе које настају од ПН; Скуп. и теч. (ПН,СП) оптерећење водовима; активни притисак тла; притисак и маса мирне воде; деловање текуће воде; узгон; притисак на ограду; деформације настале као пос. нач. изградње	промене температуре; Скуп. и теч. (АБ); ветар; снег; удар леда; сила при покретању и зауст. возила; отпори у лежи.; Центрифуг. сила; могуће померање темељног тла; земљотрес Z1	удари возила и плов. објеката; земљотрес Z2; Ванред. Оптер.; привремена стања при грађењу.

Комбинације:

Основна

Основна и допунака

Основна и изузетна

Др Снежана Машовић

Основна	Допунска	Посебна
Сопс. тежина и остали ст. терет Ста. Прит. земље Ста. Прит. воде Силе од воз. Вод. Пр. напрезање Скуп. и теч. бет. Покр. опт. (воз) Динам. утицаји Центриф. сила Опт. пеша. стаза (за про. Пеш. Ст.) Опт. настала у току грађења	Бочни удари Трења у лежи. Силе кочења и покретања ветра Утицаји темпер. промене Оптерећење пешачких стаза (за прор. Г.Н.) могуће померања грађевинског тла	Удари друмских возила о стубове моста* Удар леда Ут. прекида воз.* водово к. мреже Сеизмичке силе Ут. искл. воза*

Комбинације:

Основна

Основна и допунака (или само изклизмуће воза)

Основна и допунска и одређена изузетна

Прорачунске ситуације и комбинације дејстава

Гранична стања носивост

(EN1990 Annex A2)

Гранична стања употребљивости

Про- рачунска ситуација	Ознака	Прорачунска вредност дејства
Стална / пролазна	R/T	$E_d = E_d \left[\sum_j (\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}) + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\gamma_Q \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}) \right]$
Инциде- нтна	I	$E_d = E_d \left[\sum_j (\gamma_{G,j} \cdot G_{k,j}) + \gamma_p \cdot P_k + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}) + A_d \right]$
Сеизмичка	E	$E_d = E_d \left[\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{3d} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,2} \cdot Q_{k,i} \right]$

Про- рачунска ситуација	Контрола	Прорачунска вредност дејства
Карактеристи- чна	Напо- на	$E_d = E_d \left[\sum_j (G_{k,j}) + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}) \right]$
Честа	ПН - Прсли- не	$E_d = E_d \left[\sum_j (G_{k,j}) + P_k + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}) \right]$
Квазистална	Дефо- рмације АБ - прсли- не	$E_d = E_d \left[\sum_j (G_{k,j}) + P_k + \sum_{i=1} (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}) \right]$

Парцијални фактори Еврокод

- $\gamma_Q = 1,35$ за друмски саобраћај - LM1
- $\gamma_Q = 1,45$ за железнички саобраћај - LM71 и SW/0
- $\gamma_Q = 1,20$ за железнички саобраћај - SW/2
- $\gamma_Q = 1,50$ за остала променљива дејства (ветра, темп.)

Фактори за комбиновање Еврокод

Друмски мостови

Дејство	Симбол	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Оптерећења од саобраћаја	TS	0,75	0,75	0
	UDL	0,40	0,40	0
	gr 1a			
	пешачке и бициклистичке стазе	0,40	0,40	0
	gr1b (једноосовинско оптерећење)	0	0,75	0
	gr2 (хоризонталне силе)	0	0	0
	gr3 (оптерећење од пешака)	0	0,40	0
Дејства ветра	gr4 (LM4 – оптерећење од навале људи)	0	0,75	0
	gr5 (LM5 – специјална возила)	0	0	0
	F_{wk}			
Топлотна дејства	— Сталне прорачунске ситуације	0,6	0,2	0
	— Извођење	0,8	-	0
	F_w^*	1,0	-	-
Оптерећења од снега	T_k	0,6 ³⁾	0,6	0,5
Оптерећења услед изградње	$Q_{Sn,k}$ (током извођења)	0,8	-	-
	Q_c	1,0	-	1,0

Железнички мостови

Дејства	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Појединачне компоненте саобраћајних дејстава			
LM 71	0,80	¹⁾	0
SW/0	0,80	¹⁾	0
SW/2	0	1,00	0
Неоптерећен воз	1,00	-	-
HSLM	1,00	1,00	0
Покретање и кочење Центрифугалне силе Силе интеракције услед деформације под вертикалним оптерећењем од саобраћаја	Појединачне компоненте дејстава од саобраћаја у прорачунским ситуацијама у којима се оптерећења од саобраћаја посматрају као једно доминантно дејство (мулти-дирекционално), а не као групе оптерећења, треба да користе исте вредности Ψ коефицијената као и оне које су усвојене за пратећа вертикална оптерећења.		
Силе од бочних удара	1,00	0,80	0
Оптерећења од сервисних пешачких стаза	0,80	0,50	0
Реални возови	1,00	1,00	0
Хоризонтални притисак тла услед саобраћајног оптерећења	0,80	⁰⁾	0

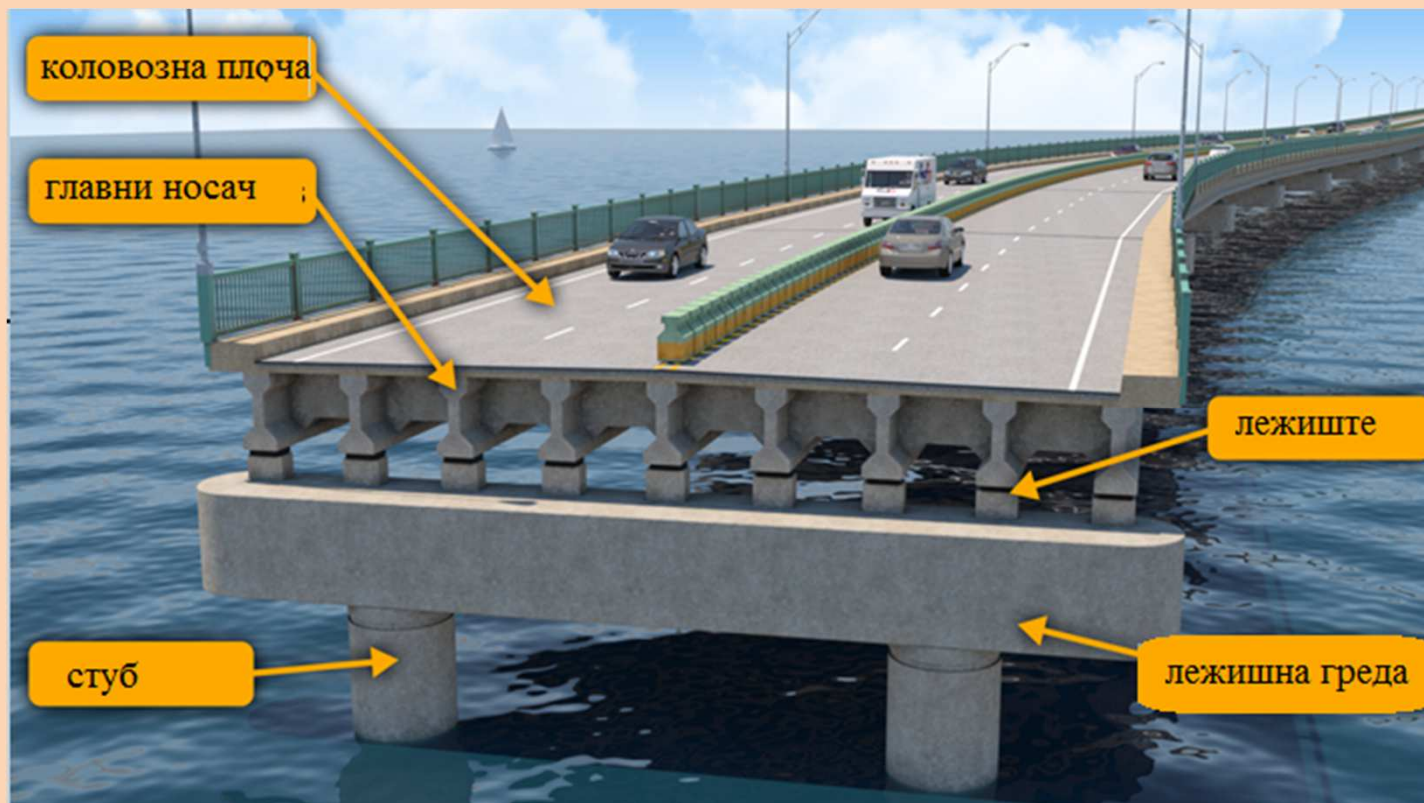
Прорачун и димензионисање

- Грубим прорачуном се одреде силе у пресеку и исти се димензионише
 - Челик: облик пресека, дебљине лимова, избор ваљаног профиле
 - Бетон: облик и димензије пресека, количина арматуре или каблова за претходно напрезање
- Доказ носивости
 - Гранично стање равнотеже и свим пресецима
 - Стабилност
 - Дуктилност
- Доказ употребљивости
 - Еластични прорачун
 - Угиб
 - Комфор
 - Детаљи
 - Уношење сила
 - Анкерне зоне
 - Ослонци
 - Зглобови
 - Трајност
 - Прслине у бетону

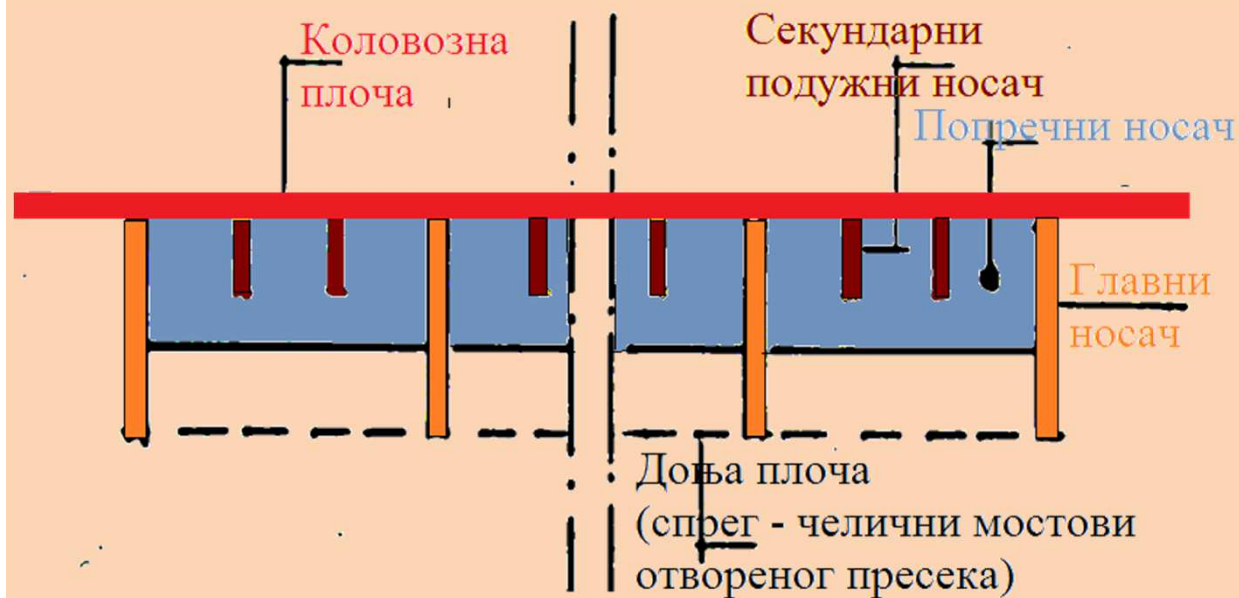
Колапси (концепција моста ?)



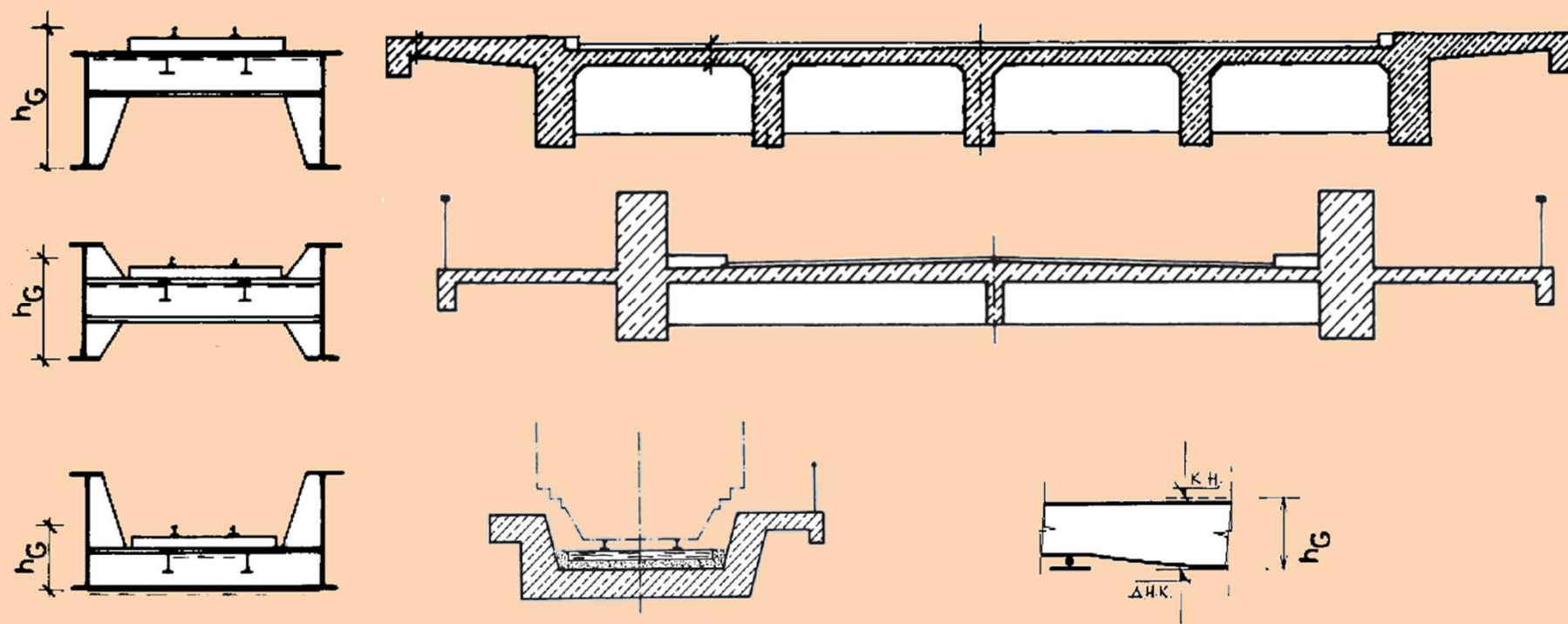
КОЛОВОЗНА КОНСТРУКЦИЈА



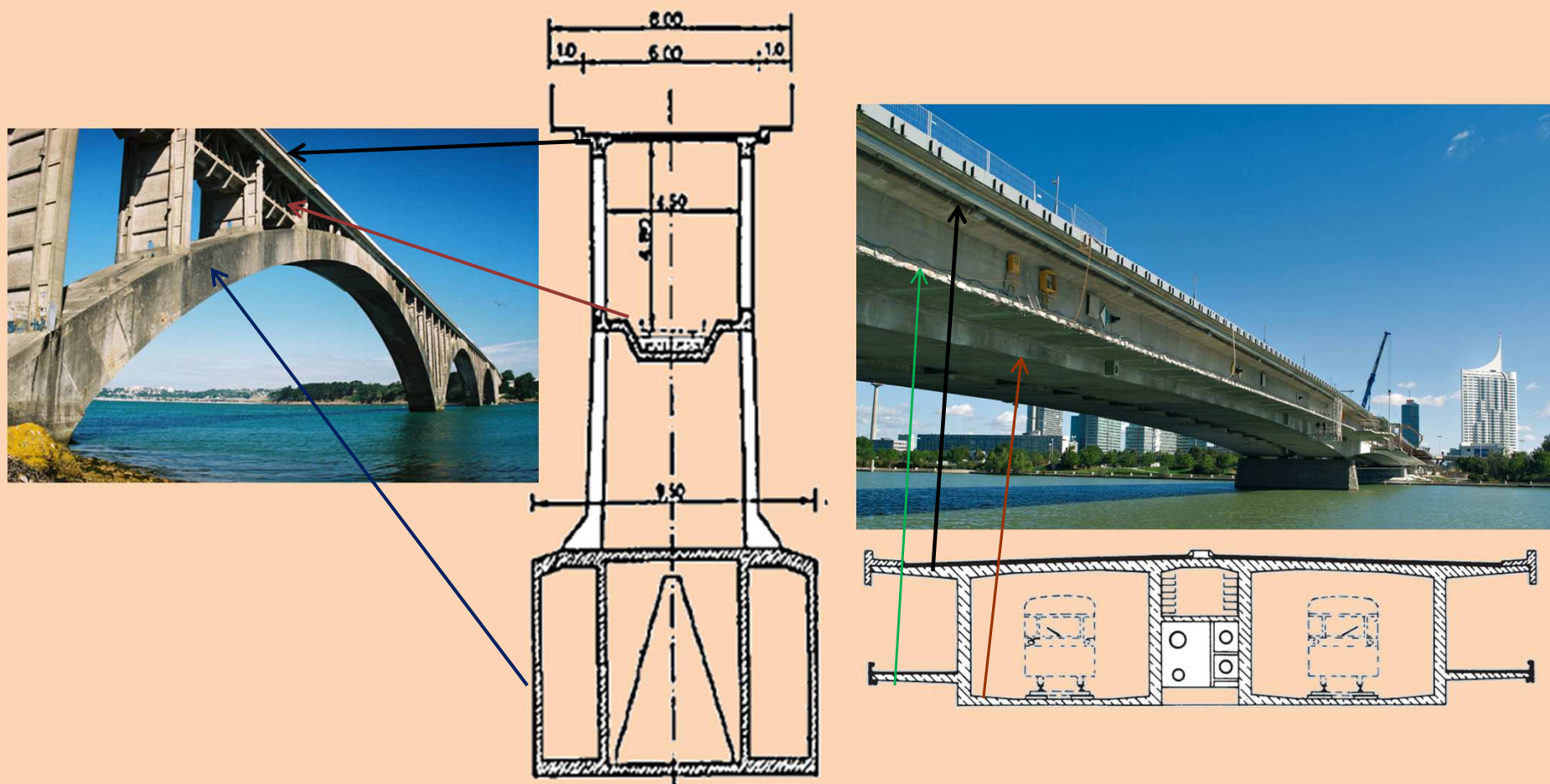
Типска шема коловозне конструкције



Положај коловозне плоче



Спратни мостови – саобраћај у два нивоа



Типови главних носача

- Решеткасти

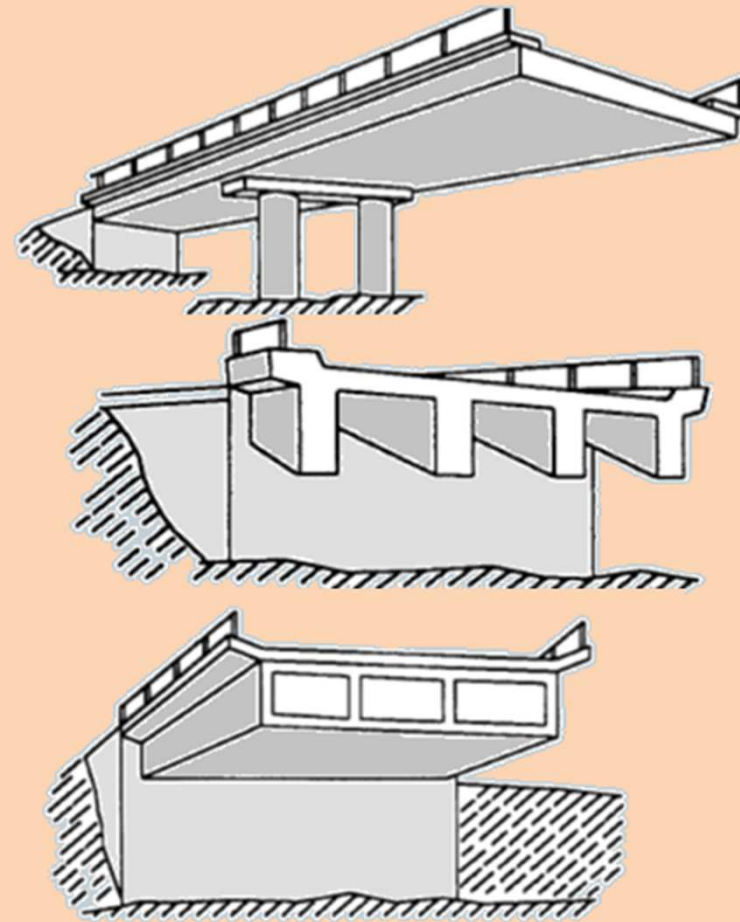


- Пуни



Пуни носачи-попречни пресек коловозне конструкције

- Избор типа поречног пресека зависи од :
 - Распона коловозне конструкције
 - Расположиве висине
 - Ширине моста
 - Начина извођења
- Постоје:
 - Плочасти (искључиво бетонски)
 - Ребрасти
 - Сандучасти



Пуни главни носачи коловозне конструкције

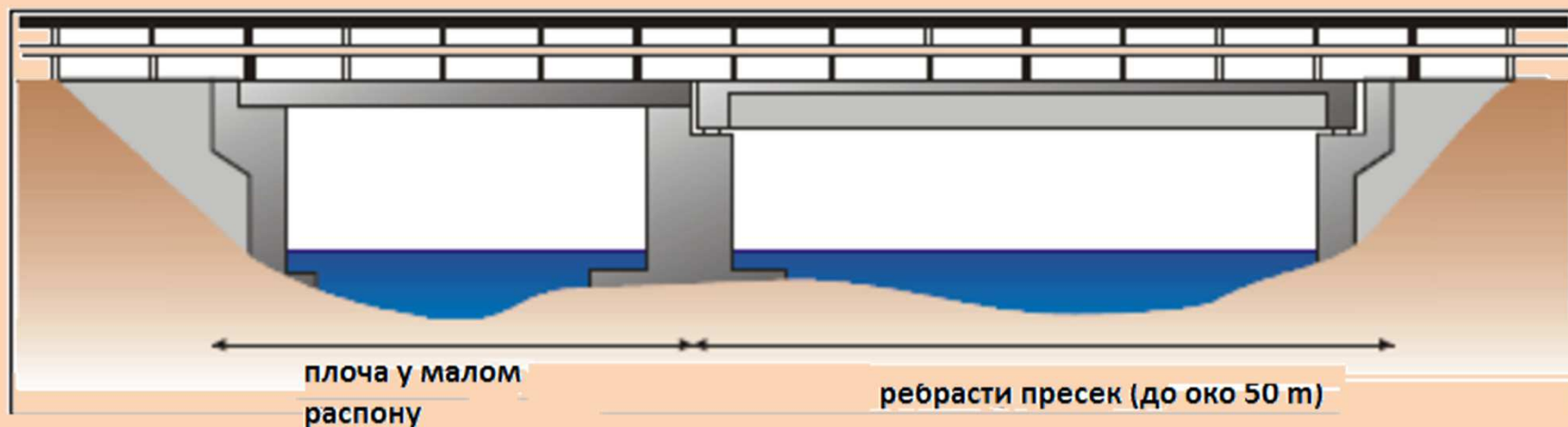


Др Снежана Машовић



Школска 2017/18

Избор попречног пресека бетон (распон)



Плочаста проста греда

АБ: $L_{\max} = 15,0 \text{ m}$

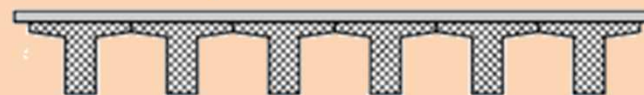
ПН: $L_{\max} = 25,0 \text{ m}$



Ребраста проста греда

АБ: $L_{\max} = 25,0 \text{ m}$

ПН: $L_{\max} = 45,0 \text{ m}$

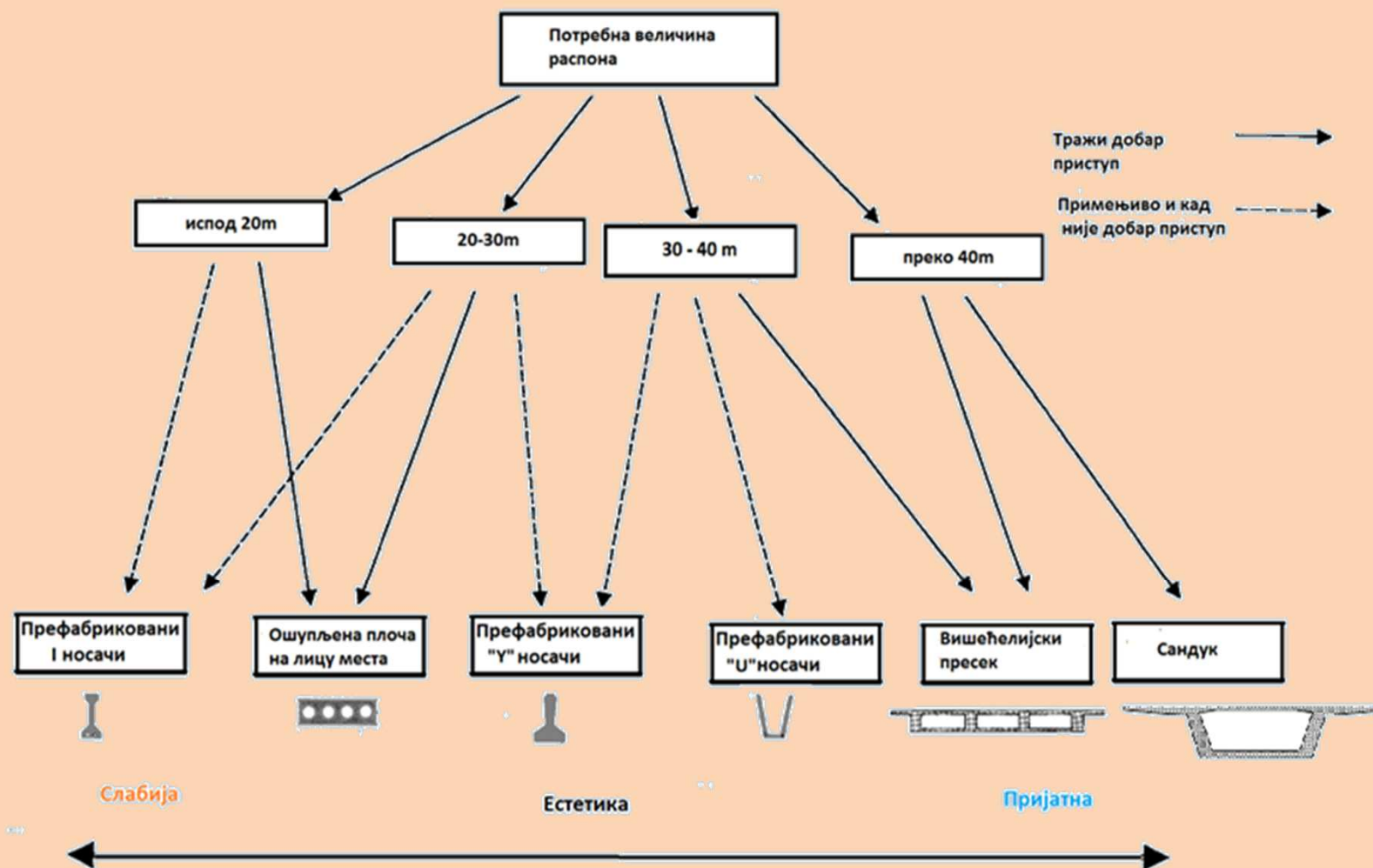


POPREČNI PRESJEK	Armirani beton		Prednapregnuti beton	
	Rasponi* Lu(m)	Konstr. visina $h_k=l/u$	Rasponi* Lu(m)	Konstr. visina $h_k=l/u$
	5-15(20)	$\sim \frac{1}{15}$	15-30	$\frac{1}{15-20}$
	10-25	$\sim \frac{1}{15}$	20-35	$\frac{1}{15-20}$
	15-30	$\sim \frac{1}{12}$	25-45	$\frac{1}{14-16}$
	25-35	$\sim \frac{1}{12}$	>30	$\frac{1}{12-20}$
	—	—	10-35	$\frac{1}{10-20}$

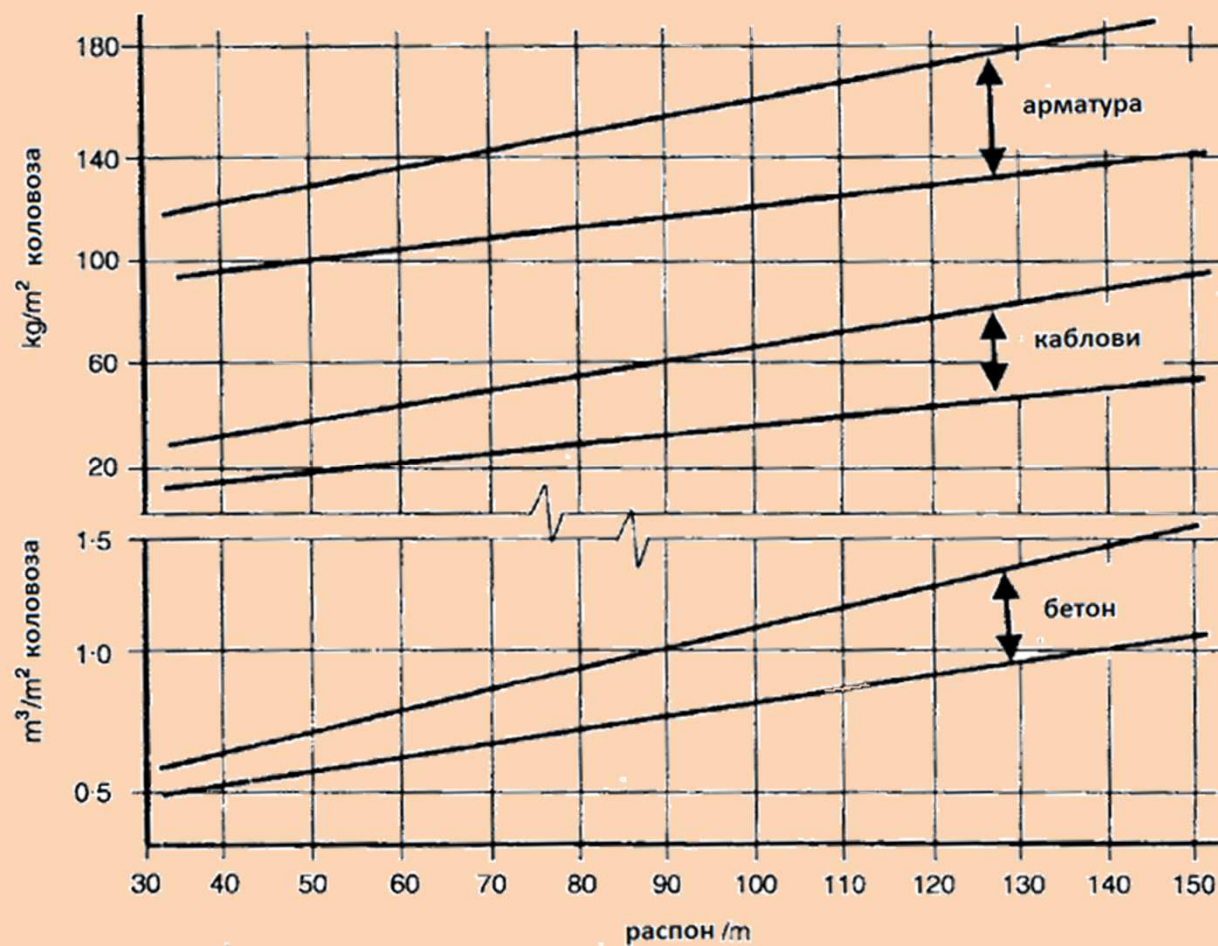
Предности и мане

Тип пресека	Предности	Мане
Плочаст	• Једноствено извођење • Погодан за косе, закривљене и променљиве ширине коловоза	• Неефикасан пресек • Мали распони
Ребрасти извођени на лицу места	• Погодни за континуалне носаче средњих распона • Примена код косих мостова	• Извођачки захтевни • Спорије извођење
Ребрасти префабриковани	• Редуковани радови на градилишту • Убрзано извођење • Већи квалитет бетона носача	• Неопходан приступ и опрема • Мања естетска вредност • Ограничена могућност хоризонталне кривине
Сандучасти	• Ефикасан пресек • Подесан за комплексну геометрију • Естетски задовољавајући • Покрива средње до великих распона	• Повећани захтеви при извођењу • Спорије извођење

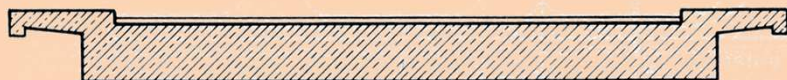
Пресеци и распони коловозне конструкције (бетон)



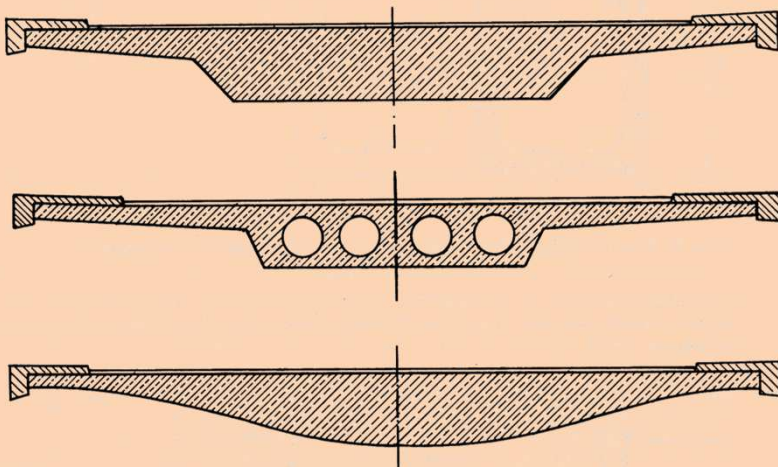
Утрошак материјала



Плочасти мостови

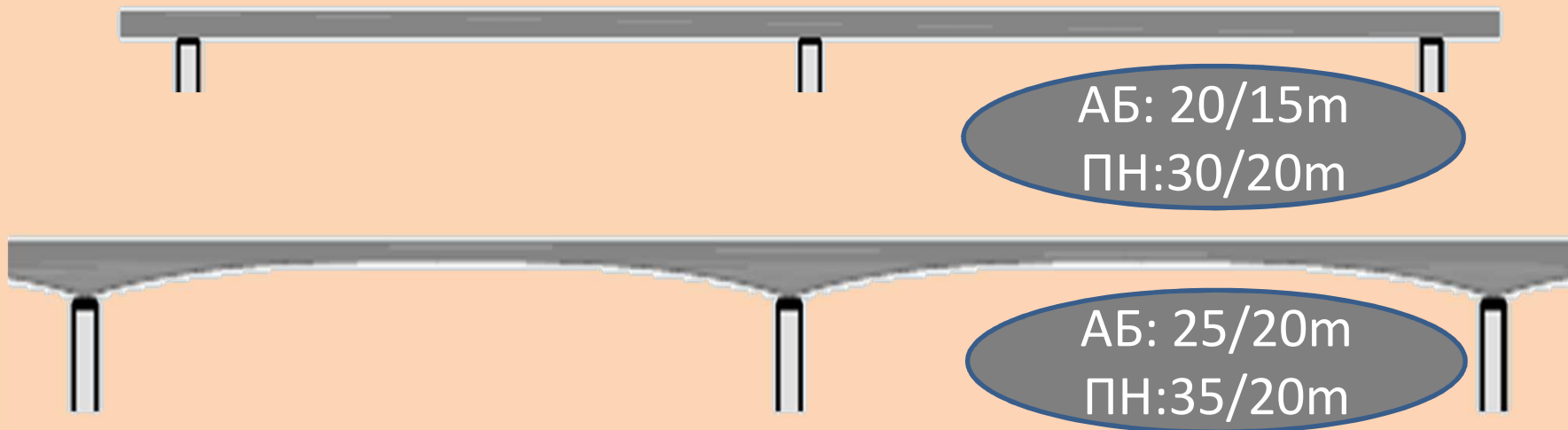


Плочасти мост - 30 m, 36 m (са вутама)
Дебљина плоче 250 до 700 mm

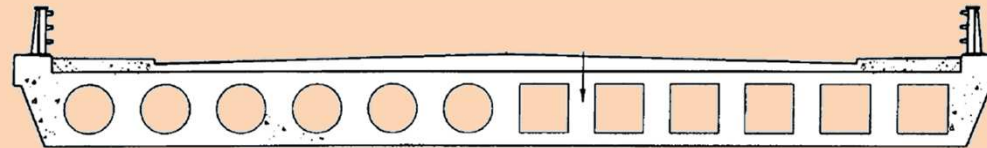


Обликовање у подужном правцу

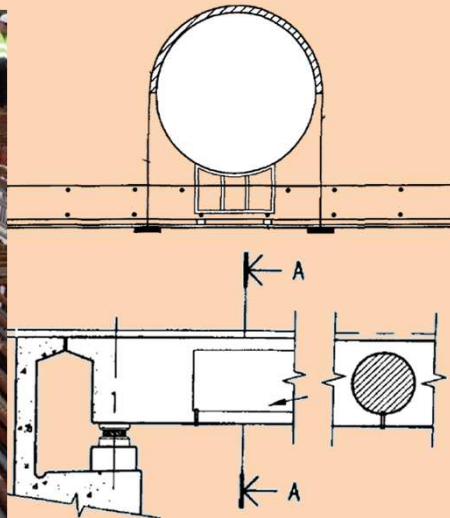
систем	Армирани бетон		Претходно напегнуте	
	L (m)	h/L (const)	L (m)	h/L (const)
Проста греда	12-15	12-18	20-25	15-25
Континуална греда	15-20	15-22	20-30	18-28



Ошупљене плоче



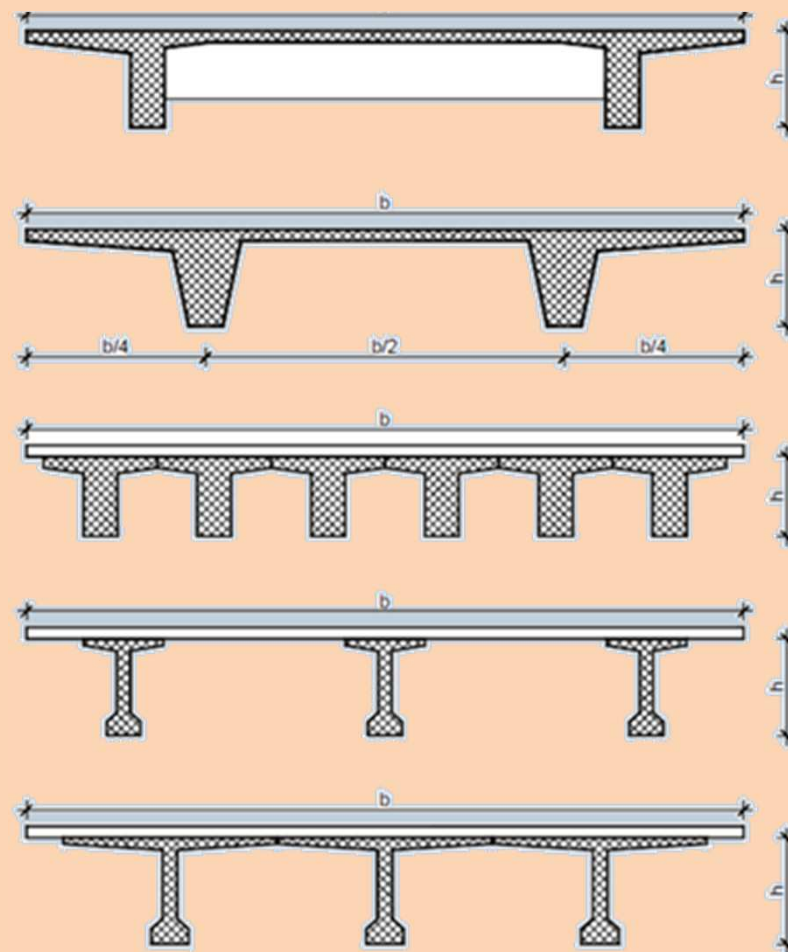
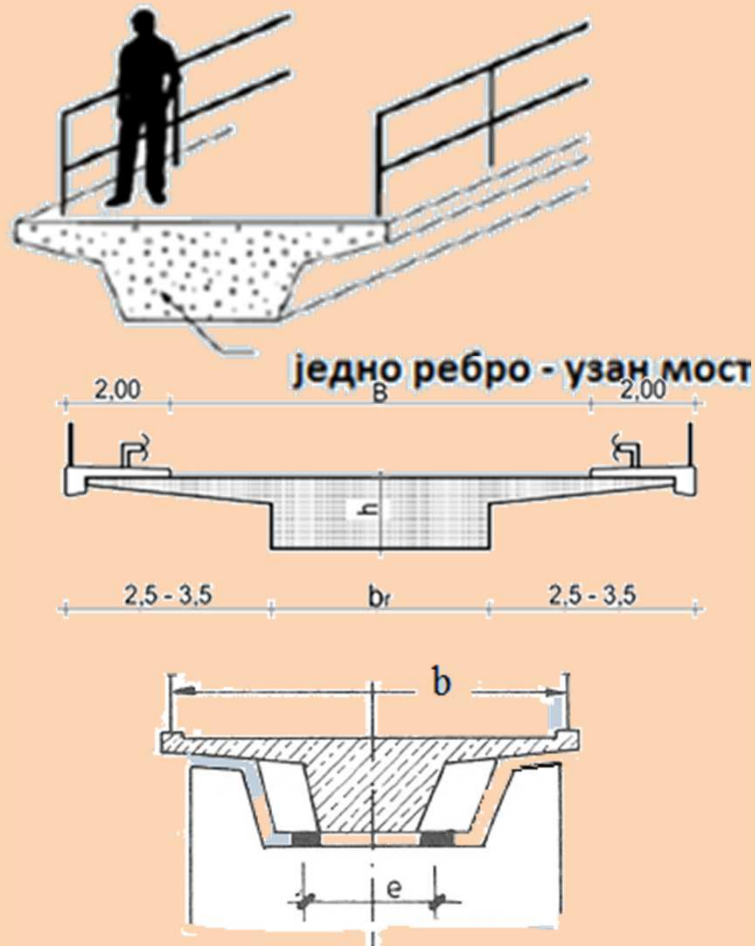
Армирани бетон		Претходно напрегнуте	
L (m)	h/L (const)	L (m)	h/L (const)
15-25	15-20	25-30	15-25



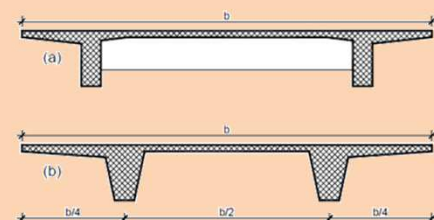
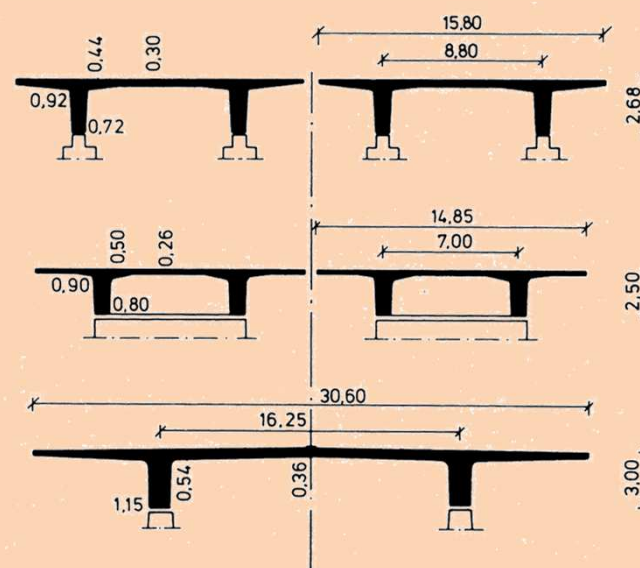
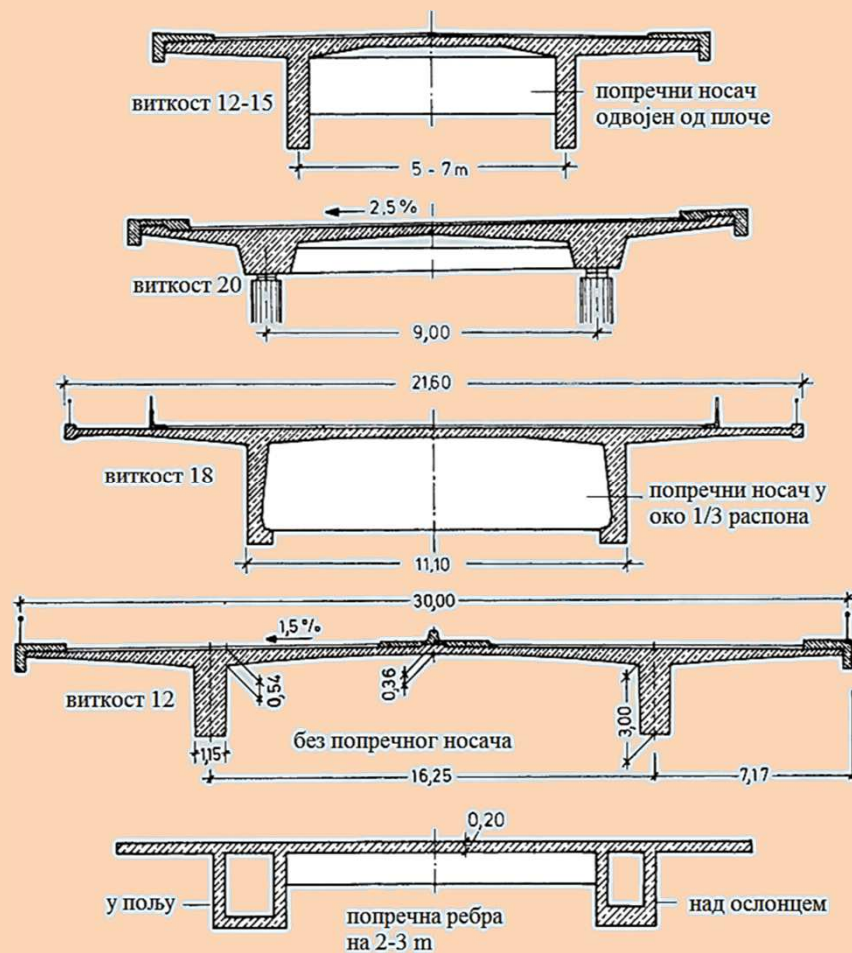
Сегментне префабриковане ошупљене плоче



Број ребара – главних носача коловозне конструкције



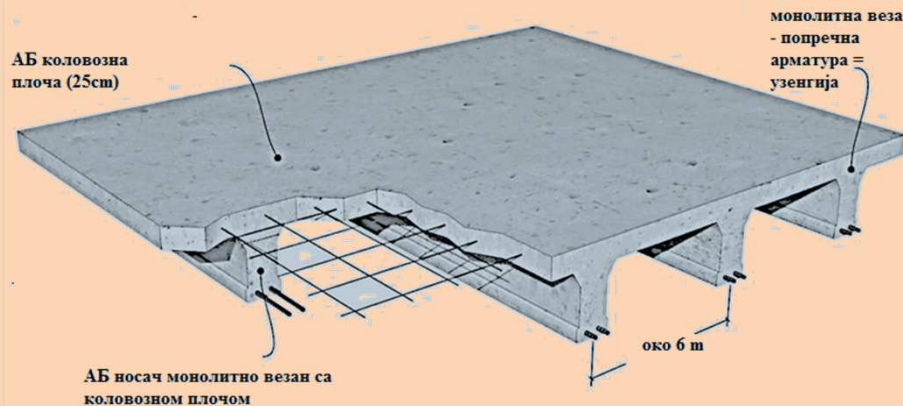
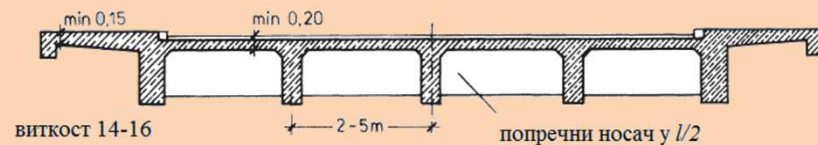
Попречни пресеци - бетон ребрасти пресеци



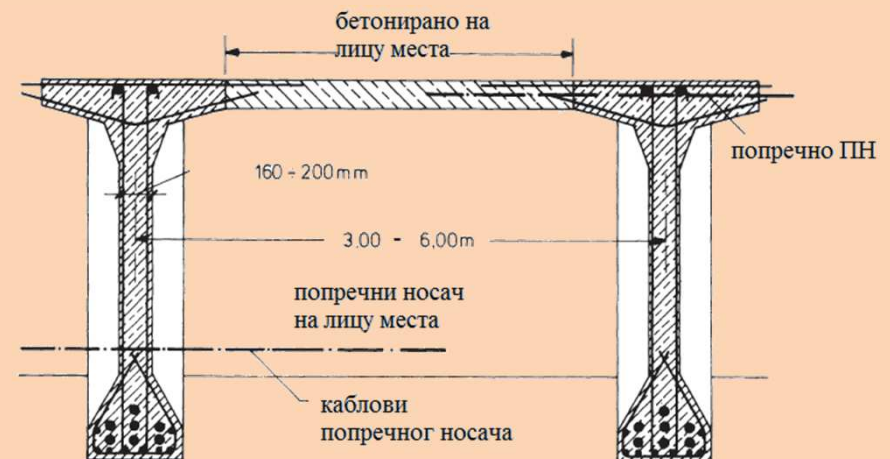
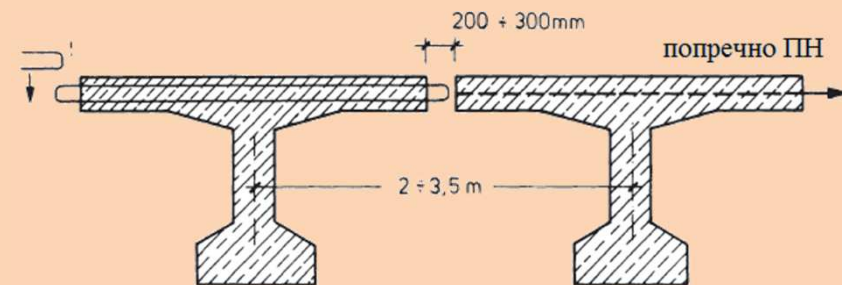
АБ		ПН	
распон [m]	конст. висина h [m]	распон [m]	конст. висина h [m]
(a)			
10-30	$\frac{1}{10-15}$	-	-
(b)			
10-30	$\frac{1}{10-15}$	25-45	$\frac{1}{15-20}$

Пресеци са више ребара

Армирани бетон

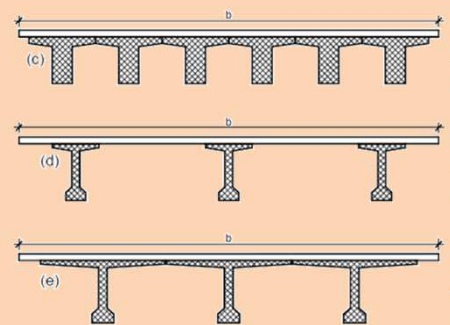
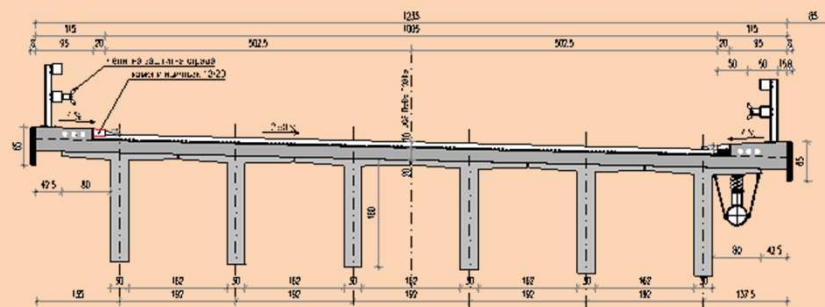


Префабриковани носачи



бетонирано на
-лицу места-

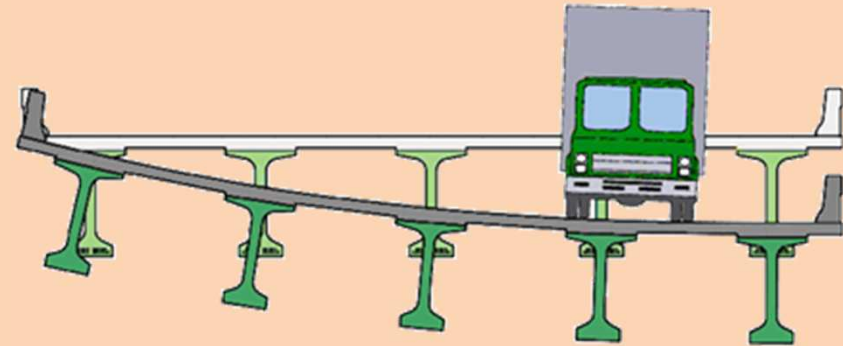
min 200 mm



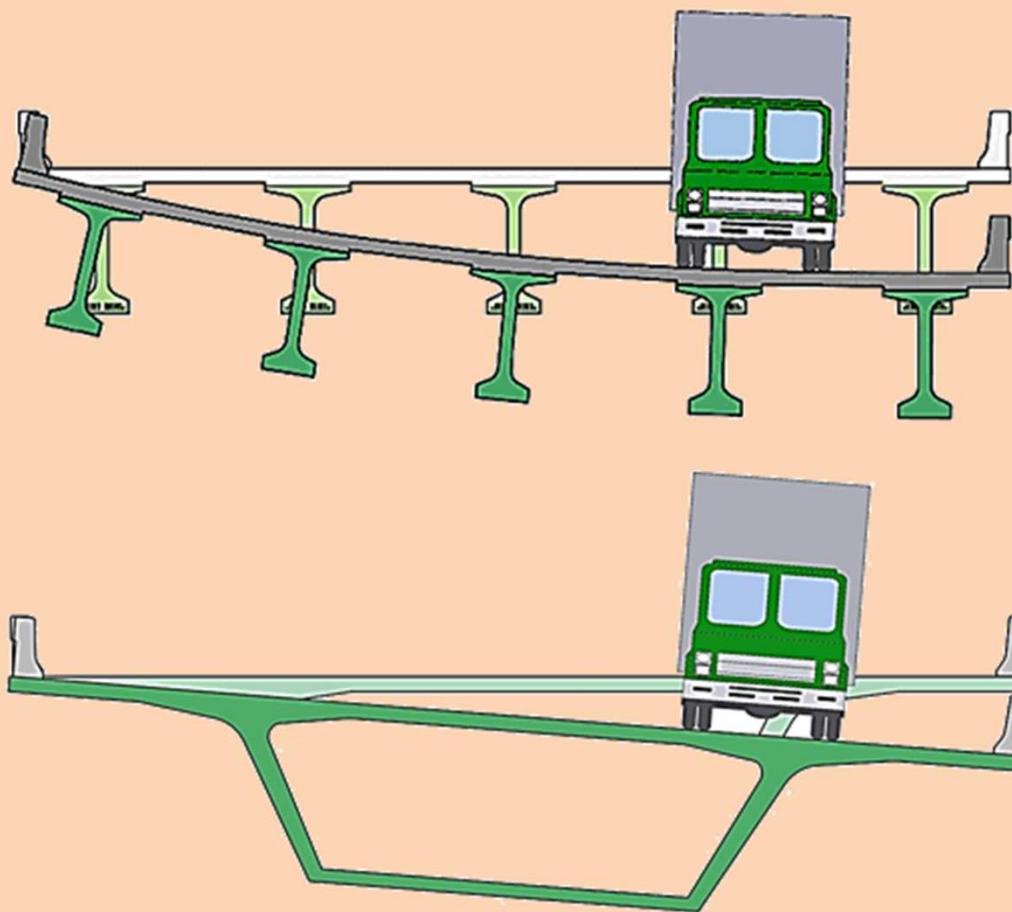
АБ		ПН	
распор [м]	конст. висина h [м]	распор [м]	конст. висина h [м]
(с)			
—	—	15-25	$\frac{1}{10-25}$
(д)			
—	—	25-45	$\frac{1}{15-25}$
(е)			
—	—	25-45	$\frac{1}{15-25}$

Улога попречних носача

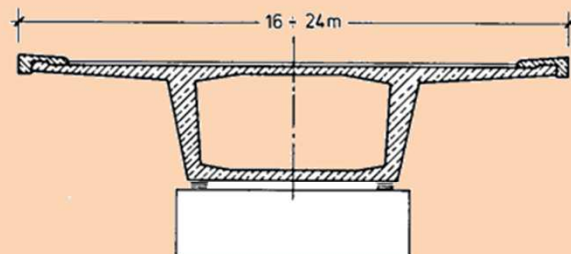
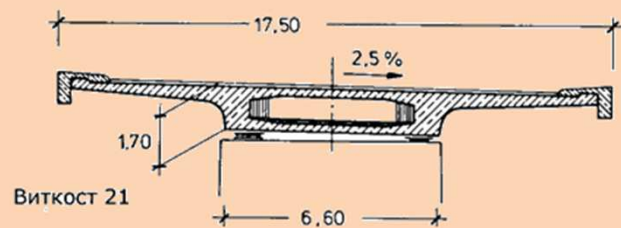
- Прихватају оптерећење са секундарних подужних носача (ако ови постоје – екстремно архаично решење у бетонским мостовима!)
- Евентуално носе плочу у подужном правцу (коловозна плоча у два правца)
- Повећавају степен укљештења плоче у главне носаче (ребра)
- Повезују главне носаче у склопу попречног пресека
- Помажу при расподели оптерећења на главне носаче
- **Значајно компликују извођење**
- **Обавезно се постављају изнад крајњих ослонаца моста**
- Уколико се изостављају изнад средњих ослонаца, ребра (главни носачи) морају да буду линијски ослоњени у целој ширини ребра или укљештени у попречном правцу. (евентуално код торзионо крутих попречних носача – коритастих пресека)



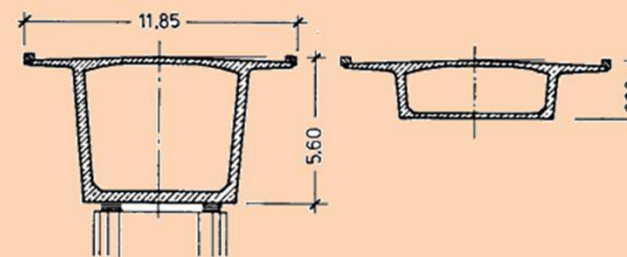
Ефекат "торзионе крутости"



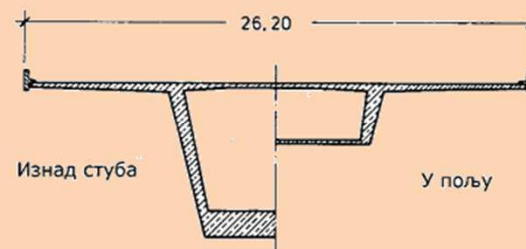
Затворени сандучасти пресек - бетон



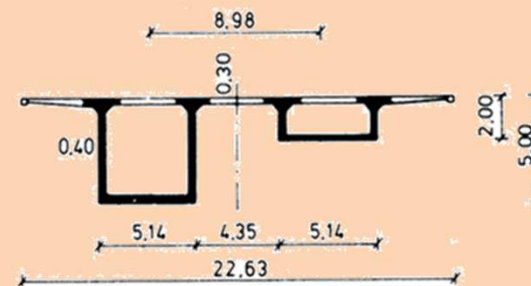
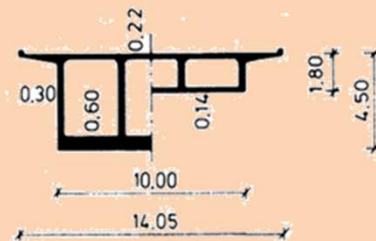
Попречни пресек изнад стуба Попречни пресек у пољу



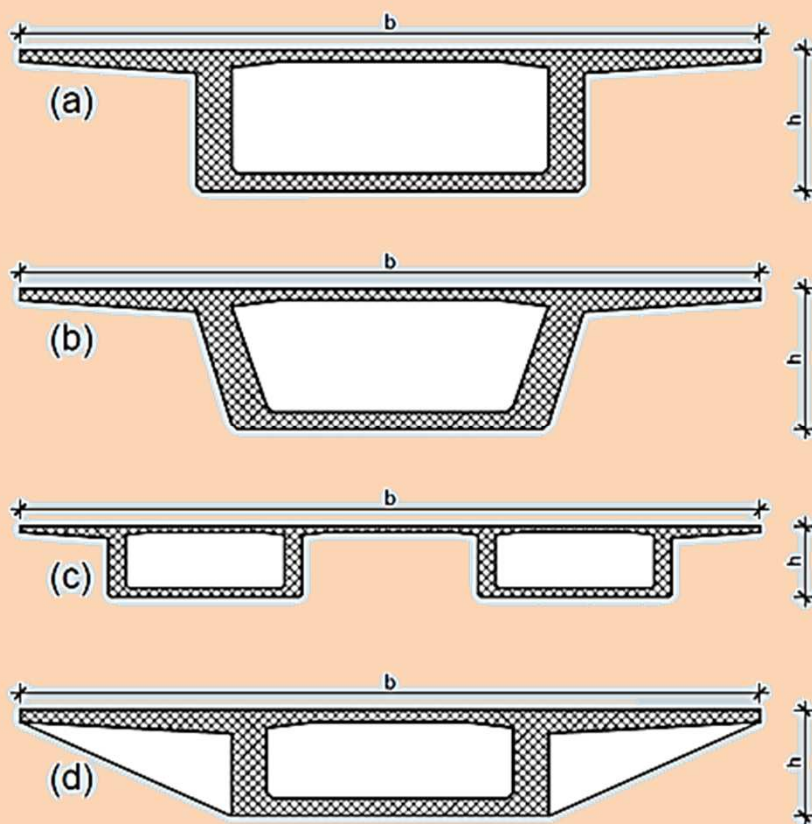
Оosterschelde мост у Холандији,
распон 95 m, дебљина ребра 350 mm



Мост Felsenau преко реке Aare у



Пресек / распон



АБ		ПН	
[m]	h [m]	[m]	h [m]
(a)			
—	—	30-200	$\frac{1}{12-20}$
(b)			
—	—	30-200	$\frac{1}{12-20}$
(c)			
—	—	30-200	$\frac{1}{12-20}$
(d)			
—	—	60-250	$\frac{1}{15-30}$