



*GRAĐEVINSKI FAKULTET
ZAVOD ZA KONSTRUKCIJE
KATEDRA ZA MOSTOVE*

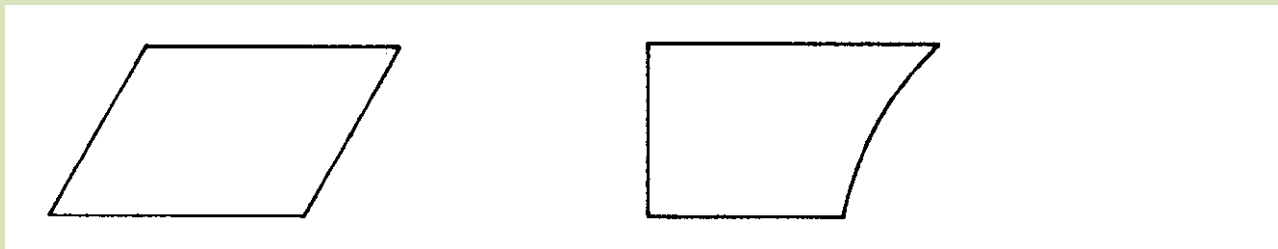
MOSTOVI II

Pločasti betonski mostovi





- Osnovna oblikovna prednost pločastih nosača očituje se u njihovoj prilagodljivosti različitim okolnostima i potrebama.
- Oblik tlocrta može se birati vrlo slobodno, izvedivi su i uzdužni i poprečni nagibi.
- U statičkom smislu pločasti mostovi su u prednosti zbog dobre razdiobe koncentriranih opterećenja po nosaču.
- Osnovna mana pločastog presjeka očituje se u nerazmjernom porastu vlastite težine s porastom raspona, zbog čega se presjeci na različite načine olakšavaju iznad 15 m raspona, a na rasponima većim od 20 m se rijetko izvode.





Armirani beton:

- prosta greda

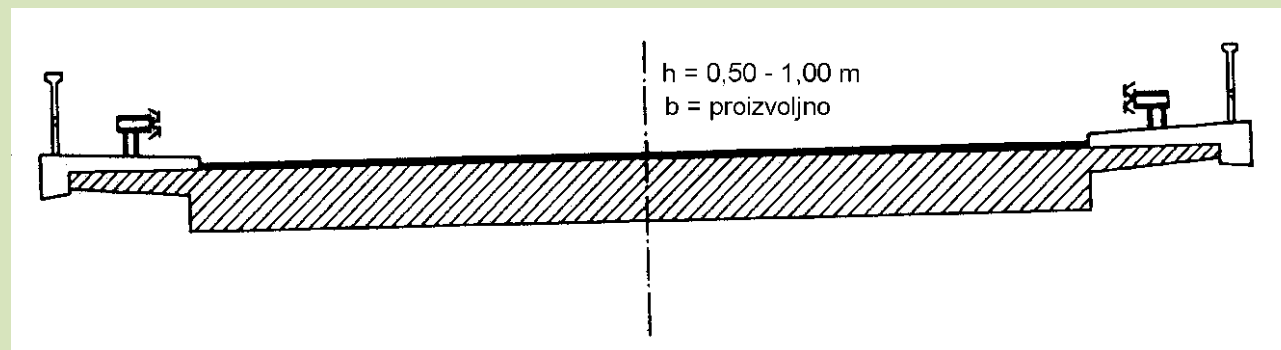
$$L_{\max} = 15,0 \text{ m}$$

- kontinuirani nosač

$$L_{i,\max} = 20,0 \text{ m}$$

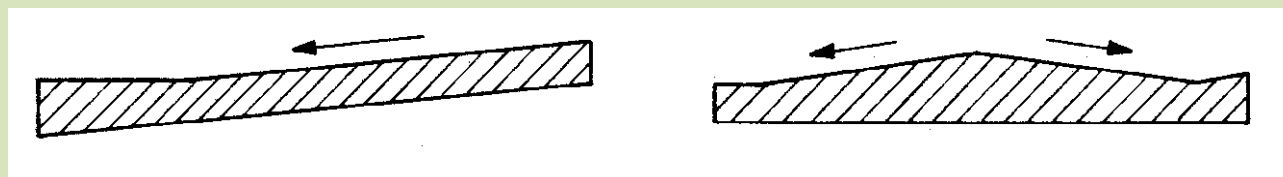
$$L_{i,\max} (h_{\text{prom}}) = 25,0 \text{ m}$$

- $h = 50 - 90 \text{ cm}$



Prednapeti beton:

- prosta greda $L_{\max} = 25,0 \text{ m}$
- kontinuirani nosač $L_{i,\max} = 30,0 \text{ m}$
- $h = 80 - 125 \text{ cm}$





Armirano betonske ploče prema vrstama prometa:

Tip mosta	Statički sustav	$L_{\max}$ (m)	h/L
Cestovni	Prosta greda	15,0	1/17
	Kontinuirani nosač	20,0	1/22
Željeznički	Prosta greda	12,0	1/12
	Kontinuirani nosač	15,0	1/16



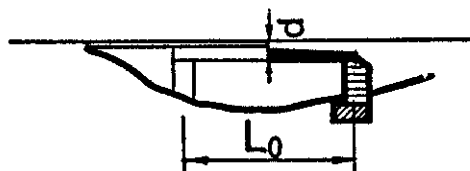
Ploče od prednapetog betona prema vrstama prometa:

Tip mosta	Statički sustav	L (m)	h/L
Cestovni	Prosta greda	25,0	1/22
	Kontinuirani nosač	30,0	1/28
Željeznički	Prosta greda	20,0	1/16
	Kontinuirani nosač	20,0	1/18



Uzdužno oblikovanje za AB pune ploče:

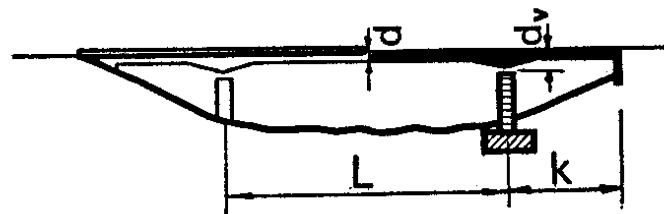
a)



$$L_0 = \text{do } 15 \text{ m}$$

$$d = L/15 \text{ do } L/25$$

b)



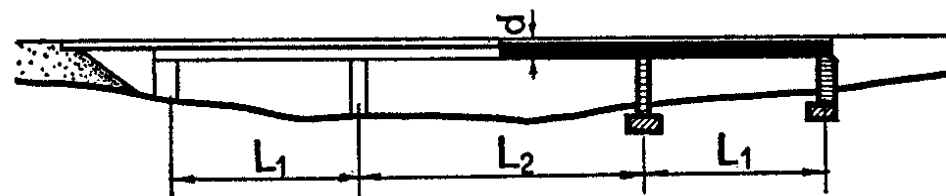
$$L_0 = 6 \text{ do } 15 \text{ m}$$

$$k = 0,2L \text{ do } 0,3L$$

$$d = L/14 \text{ do } L/25$$

$$d_v = d \text{ do } 2d$$

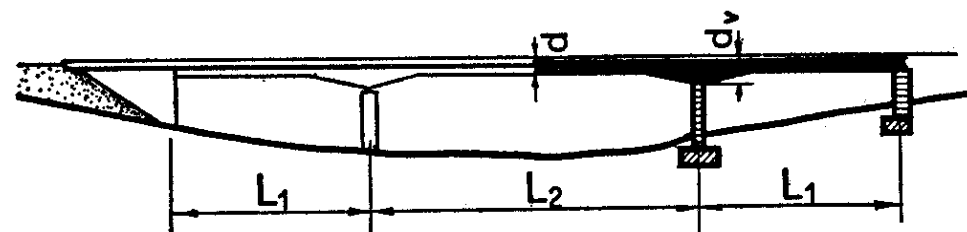
c)



$$L_2 = \text{do } 20 \text{ m}$$

$$d = L/20 \text{ do } L/25$$

d)



$$L_2 = \text{do } 25 \text{ m}$$

$$d = L_1/25 \text{ do } L_1/30$$

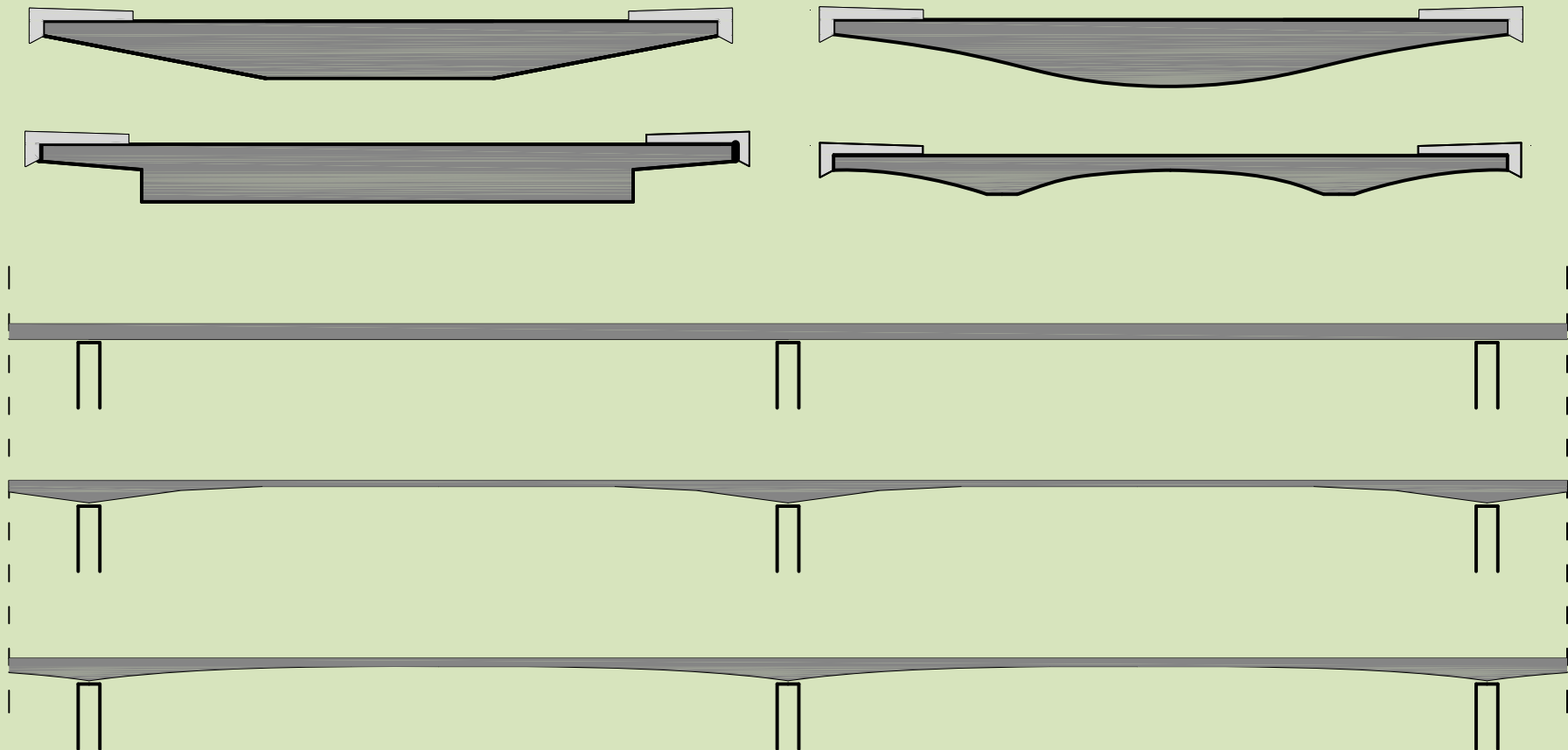
$$d_v = d \text{ do } 2d$$



Oblikovanje presjeka pune ploče:

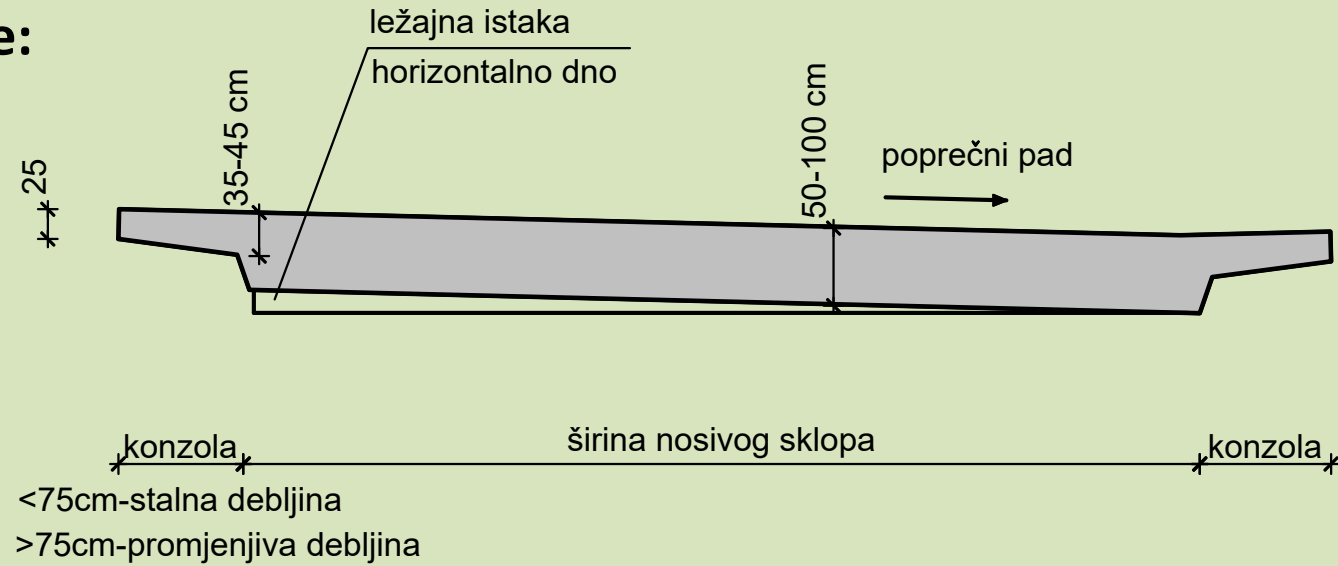
- Monolitni nosači izvedeni uglavnom betoniranjem na mjestu
- Moguće su velike oblikovne varijacije

Pune ploče

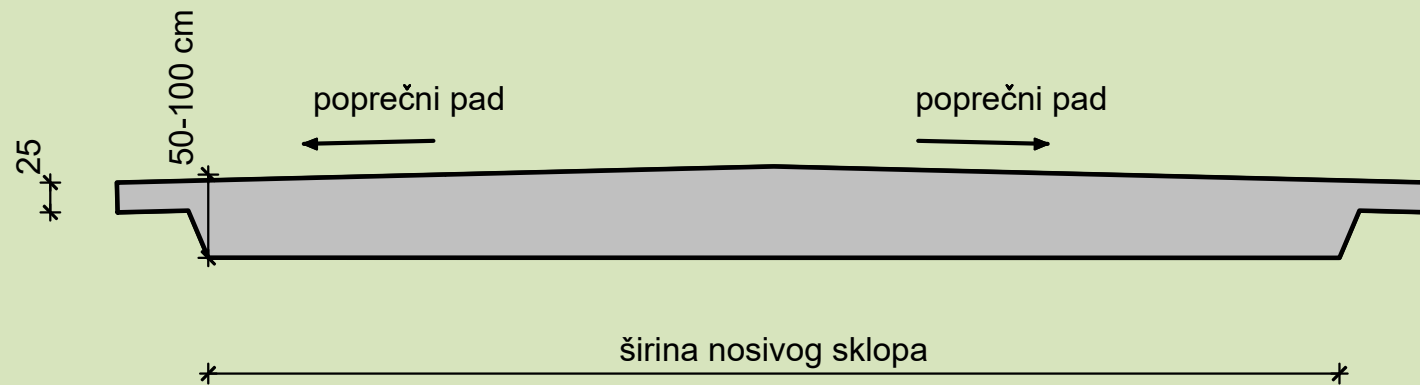




Pune ploče:



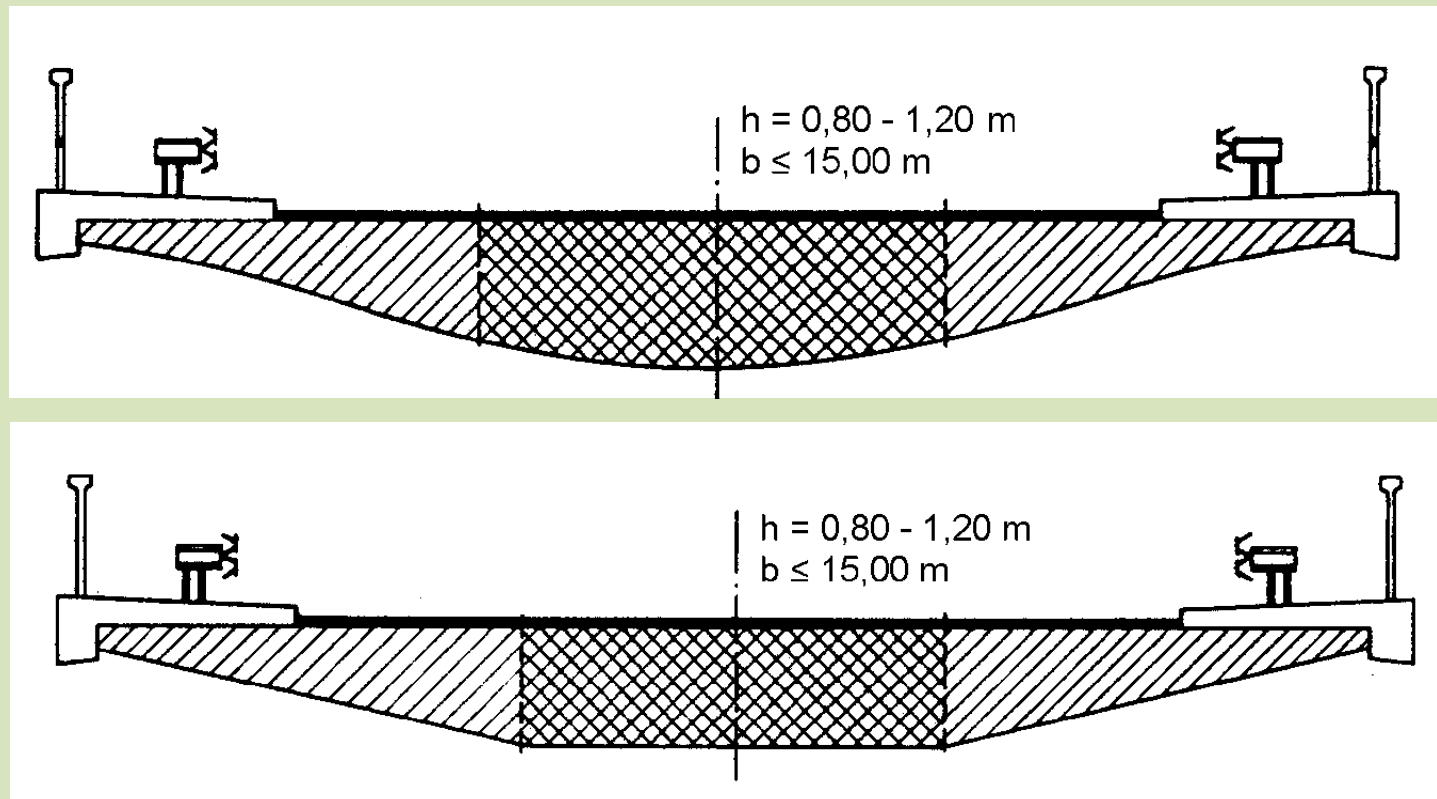
a) jednostrešni poprečni pad



b) dvostrešni poprečni pad

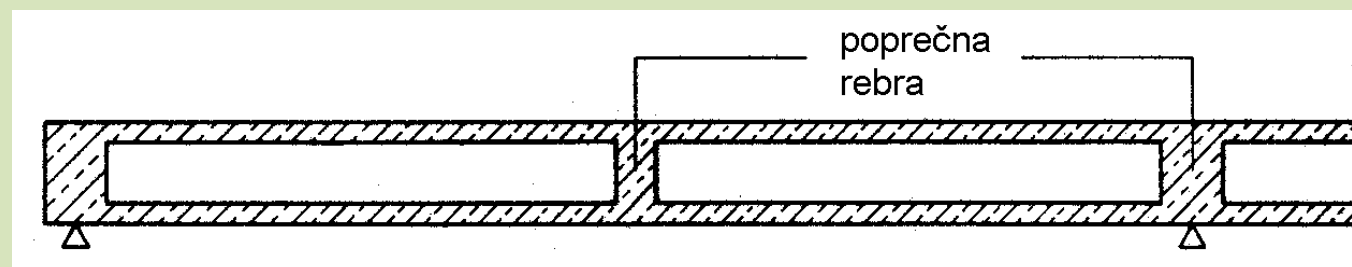
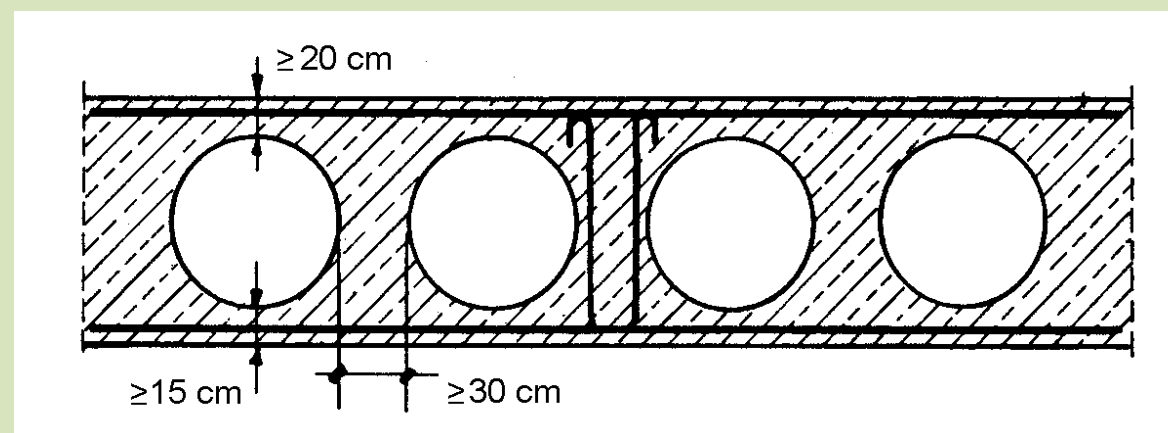
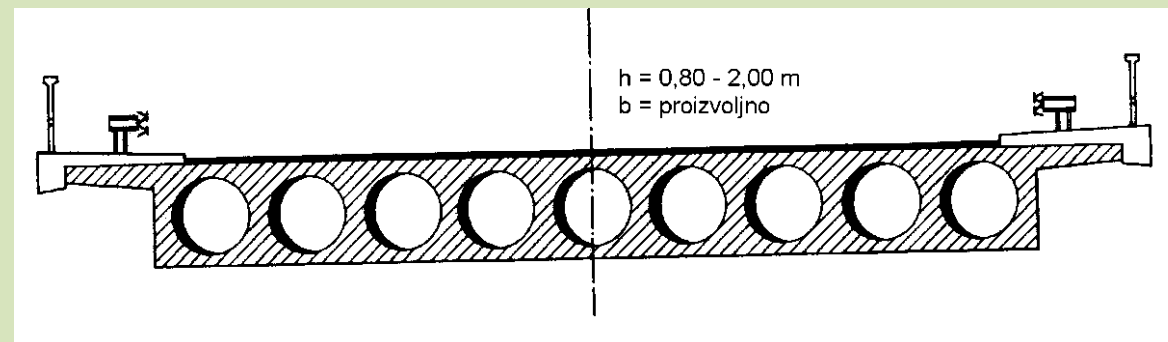


- Oblikovno uspješni presjeci bez istaknutih konzola s podebljanim nosivim dijelom ploče



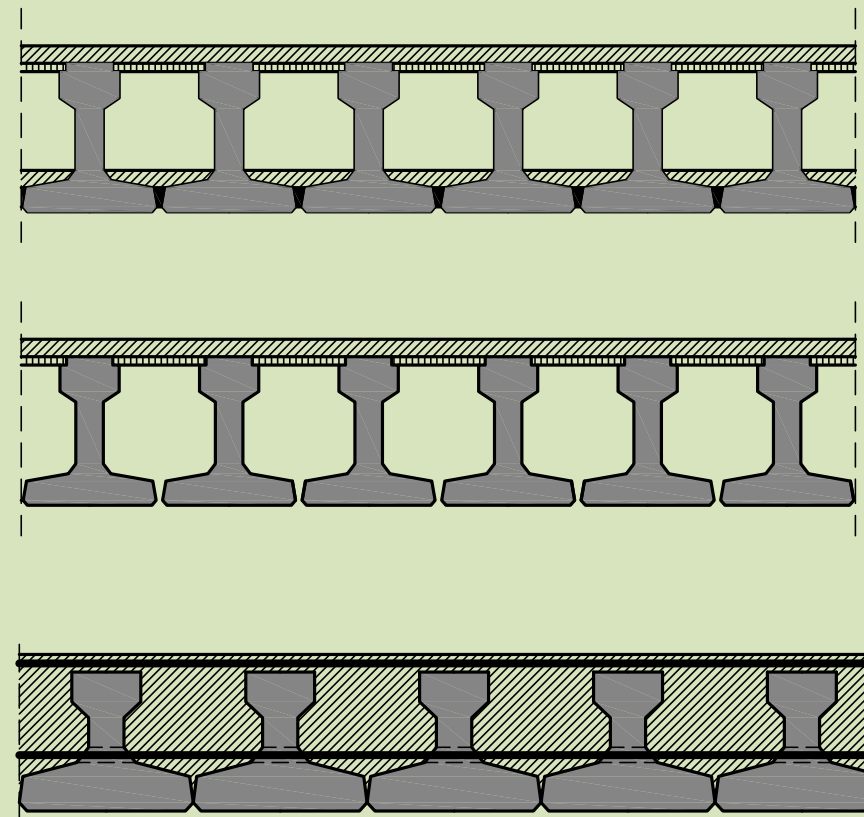
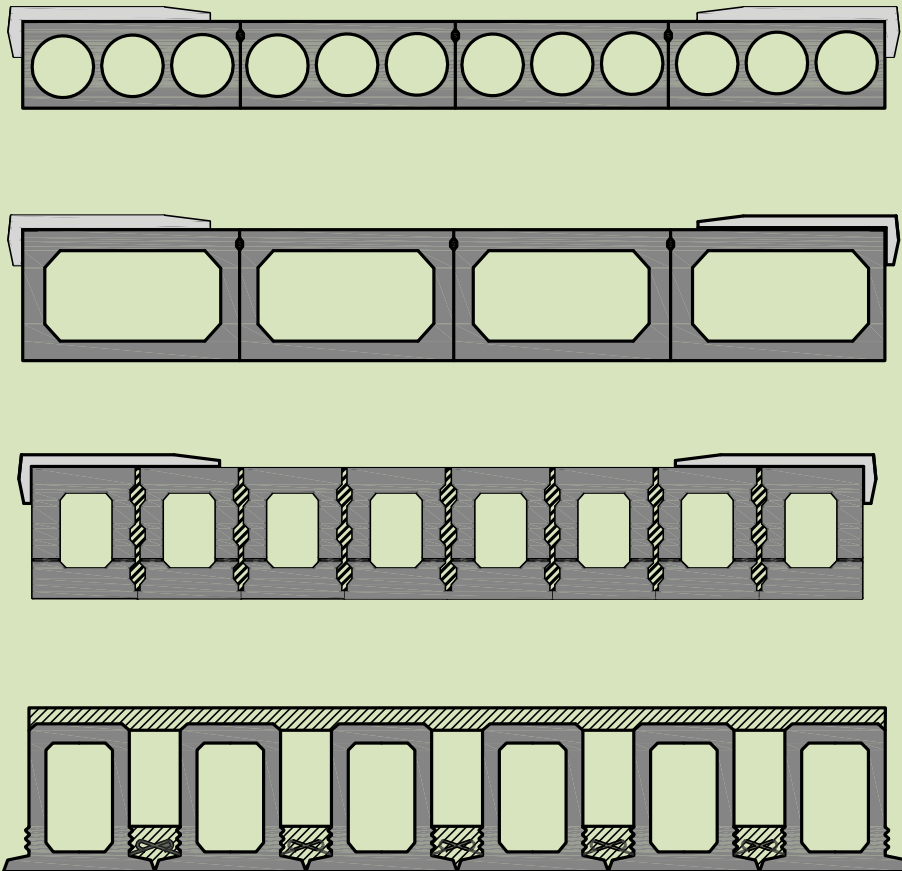
Ošupljene ploče:

- Kada je $h > 80(70)\text{cm}$
- Izgubljena oplata u obliku kartonskih i metalnih cijevi ili pravokutnih profila
- Puna tijela od polistirena
- Rupe za odvodnju u najnižoj točki šupljine
- Poprečna rebra $b \geq h/2$
- Nedopuštene u nekim zemljama



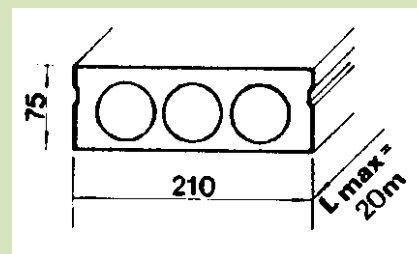


- Osim ošupljavanjem presjeka, olakšane ploče možemo još dobiti i upotrebom predgotovljenih nosača sandučastog presjeka, T presjeka ili I presjeka
- Jedan od načina je da se ovakvi nosači poredaju unutar poprečnog presjeka tako da im se pojasnice dodiruju i da se tada šupljine između njih potpuno ili djelomično zapune betonom
- moguće i izvedbe sa poprečnim prednapinjanjem u donjoj zoni

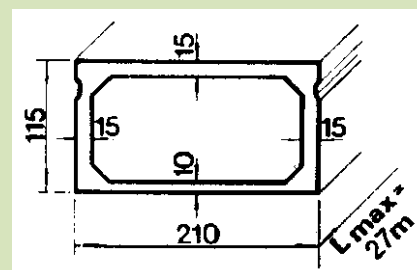




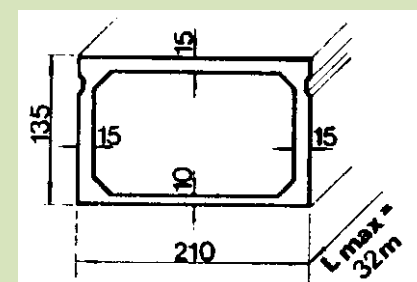
- Tipski montažni nosači (Viadukt) adhezivno prednapeti
- Uzdužna kontinuirana spojica (armirana i zalivena betonom)
- Poprečna veza na krajevima nosača - kabelom za naknadno prednapinjanje
- Kontinuitet – kratke kontinuitetne ploče na mjestu
- Trajnost spojica upitna
- **Povrh nosača danas se obavezno izvodi ploča debljine min 20 cm!**



SAN 210/75 $L_{max} = 20 \text{ m}$



SAN 210/115 $L_{max} = 27 \text{ m}$

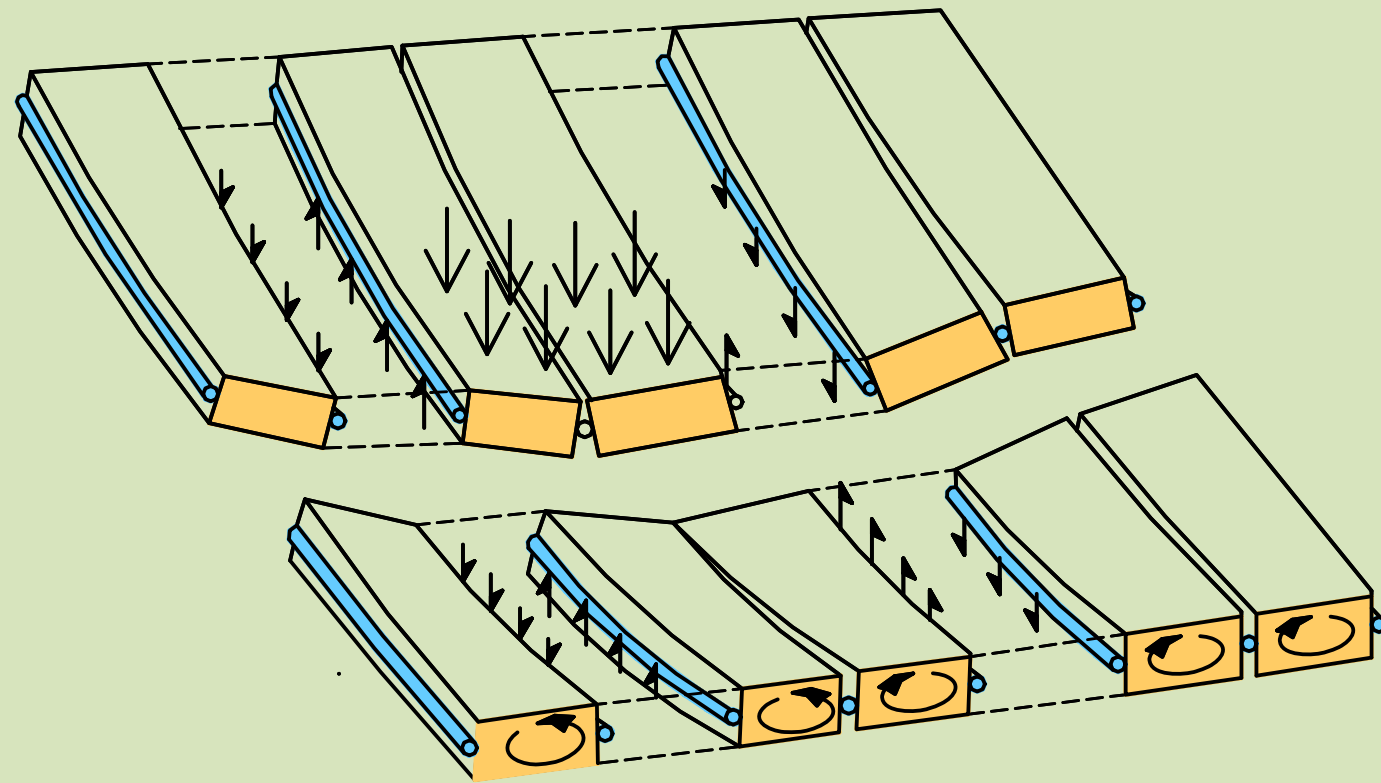


SAN 210/135 $L_{max} = 32 \text{ m}$





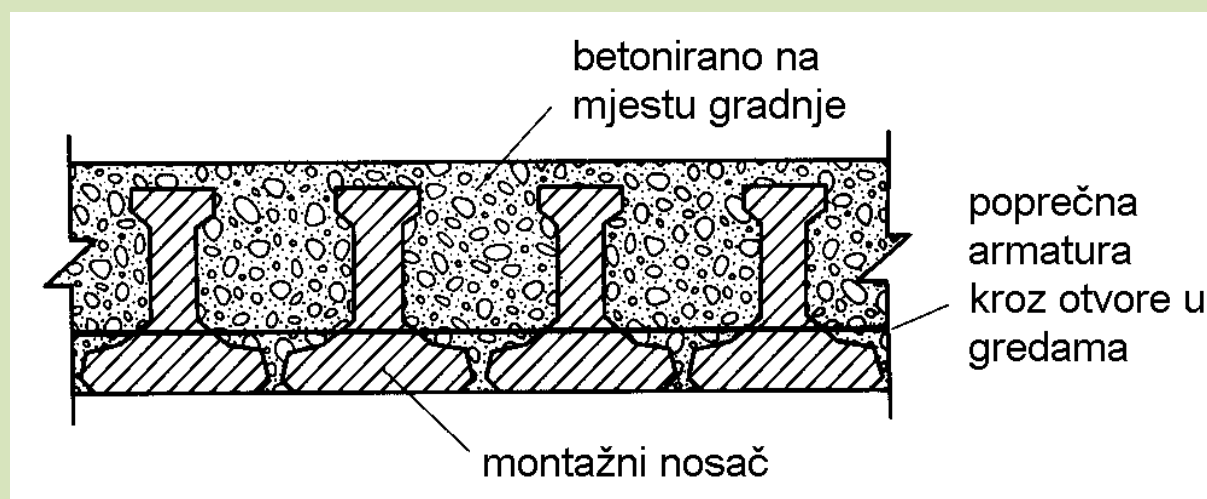
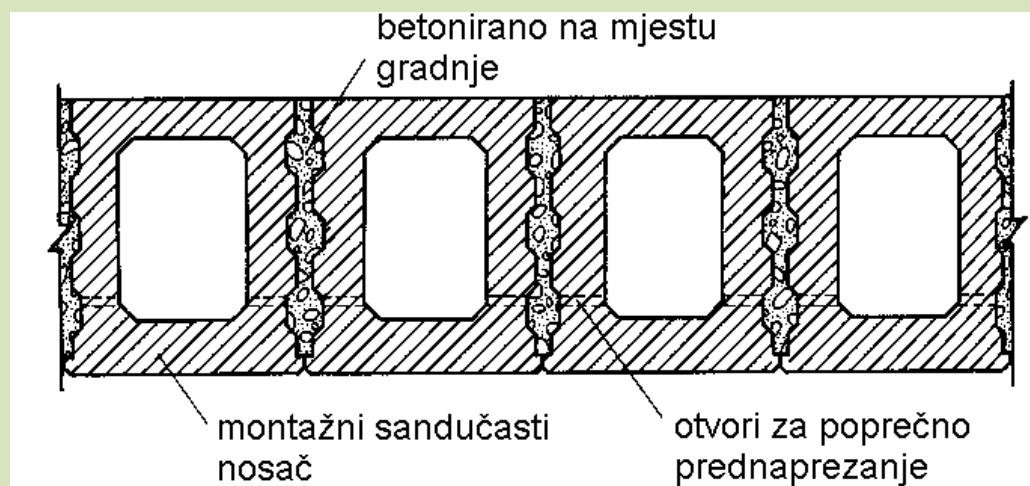
- Zapunjavanjem reške nakon slaganja nosača ostvaruje se njihova veza.
- Ovakva veza u poprečnom smjeru djeluje kao zglobov koji ne prenosi poprečno moment između nosača već samo poprečnu silu.
- U roštiljnom modelu poprečne veze između nosača se modeliraju kao kruti štapovi sa zglobovom na sredini između nosača.
- Prema djelovanju prijenosa isključivo poprečne sile, ovakav roštiljni model je dobio ime „shear-key” model.





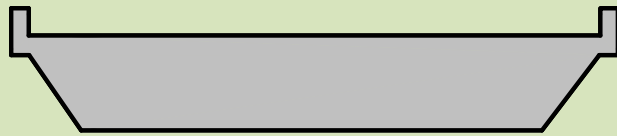
Polumontažna izvedba u stranoj praksi:

- Poprečno prednapinjanje (ne nužno)
- Nazubljena - povoljnija za prijenos poprečnih sila - bolja razdioba opterećenja

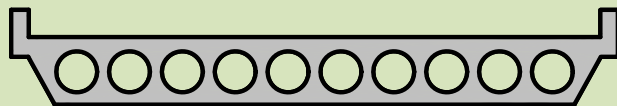




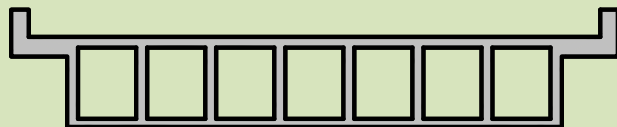
Prijelazni oblici prema rebrastom presjeku:



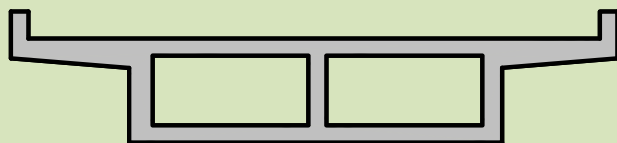
Vlastita težina pune ploče može se smanjivati izvedbom produljenih konzola



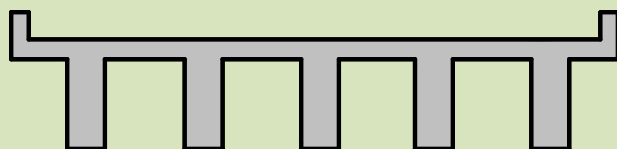
Ostavljanje šupljina u pločama.



Do određenog omjera šupljina i punih dijelova takvi nosači analiziraju se kao ploča, a nakon toga kao sandučasti nosač.



Šupljine mogu biti otvorene s donje strane, što dovodi do koncepta kasetirane ploče. U graničnom slučaju u donjoj zoni formiraju se rebra, povezana većim ili manjim brojem poprečnih nosača (rebrasti presjeci)



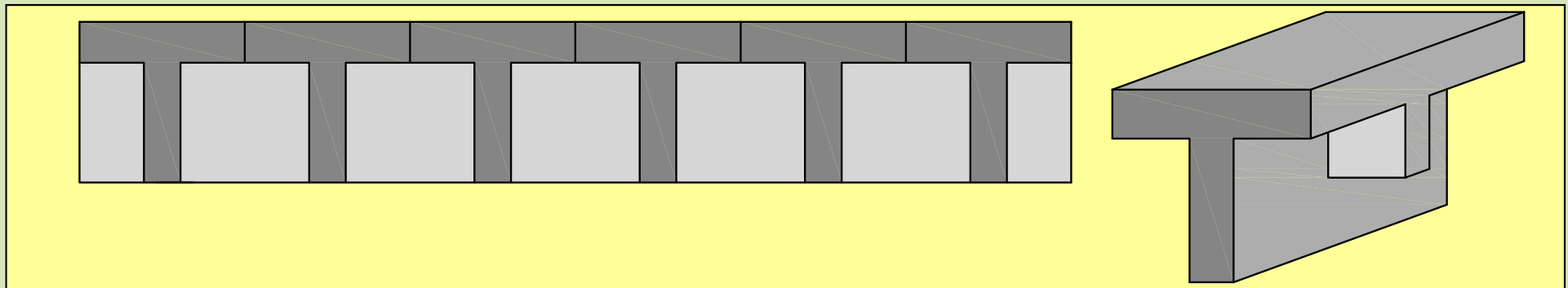
Ošupljene ploče





Ploča sa T ukrutama (prijelazni rebrasti oblik):

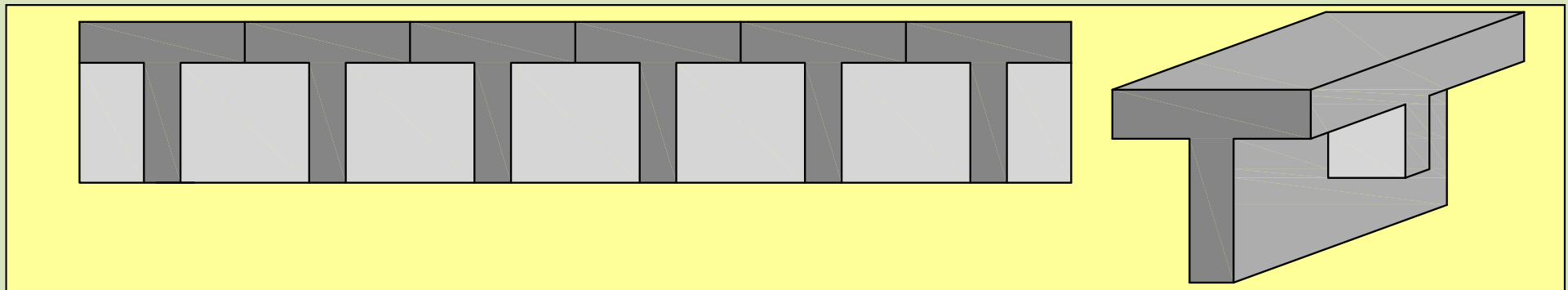
- Betonska ploči ukrućena sa rebrima – ortotropna ploča
- Kada ne postoje poprečni nosači, ovo je zapravo prijelazni oblik sa olakšane ploče na rebrasti presjek, pa je pri analizi potrebno pažljivo proučiti koliki su odnosi krutosti na savijanje u poprečnom i uzdužnom smjeru
- Ako postoje poprečni nosači, sličnosti ovih ploča možemo također tražiti i sa roštiljnim sustavima
- Roštilj tada zamišljamo kao mrežu nosača postavljenih u dva okomita smjera i na takav sustav dodamo gornju ploču





Ploča sa T ukrutamaa (prijelazni oblik):

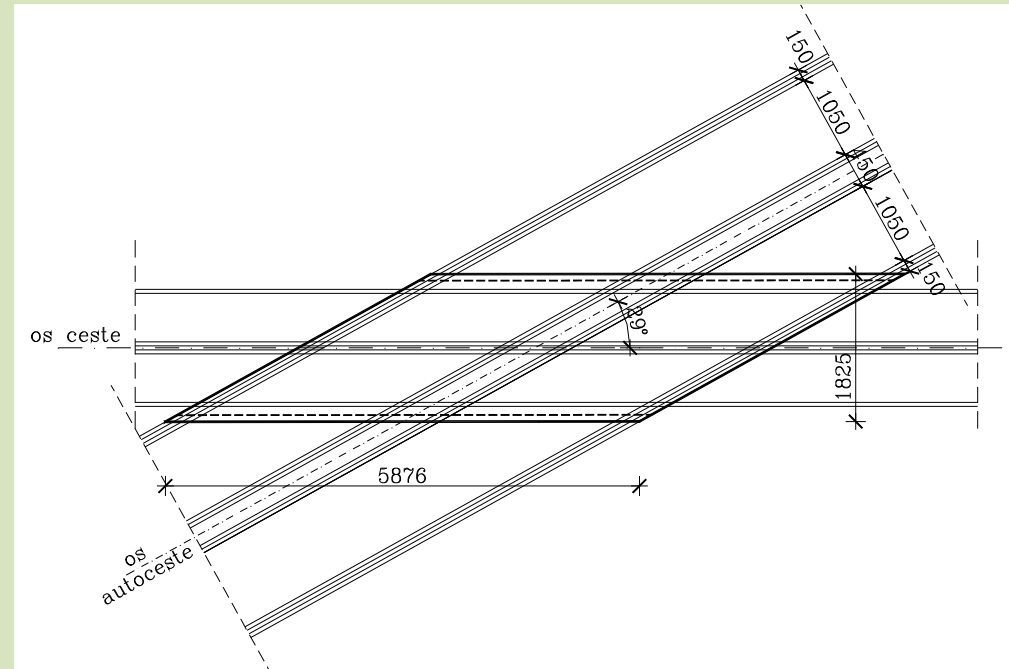
- Ovakvi presjeci imaju vrlo malu krutost na poprečno savijanje u usporedbi sa krutošću na savijanje u uzdužnom smjeru
- Poprečni nosači se dodaju kako bi se povećala njihova poprečna i torzijska krutost i stabilizirala rebra na izvijanje
- Torzijska krutost ovakvih sustava proizlazi iz tri faktora – torzijske krutosti individualnih greda, torzijske krutosti ploče i utjecaja poprečne veze nosača ispod ploče





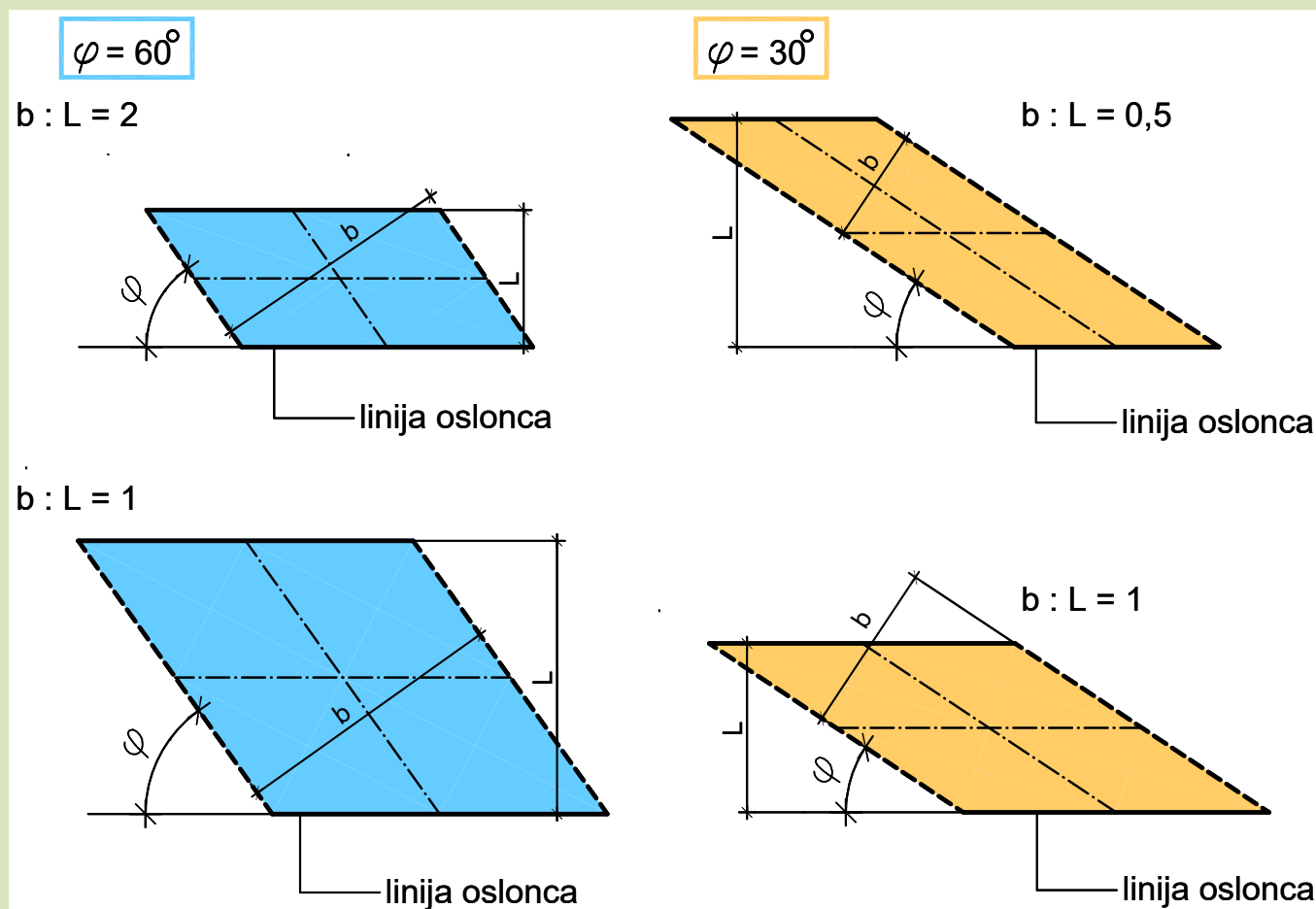
Kose ploče

- Masivne ploče kod kosih križanja imaju velikih prednosti jer opterećenje predaju najkraćim putem na ležaje
- smjer glavne armature i kabela lako se može prilagoditi približnom smjeru glavnih momenata
- Prijenos opterećenja ne slijedi uvijek tlocrtni oblik ploče, pa ga je bitno ispravno shvatiti i prilagoditi mu modeliranje za proračun.



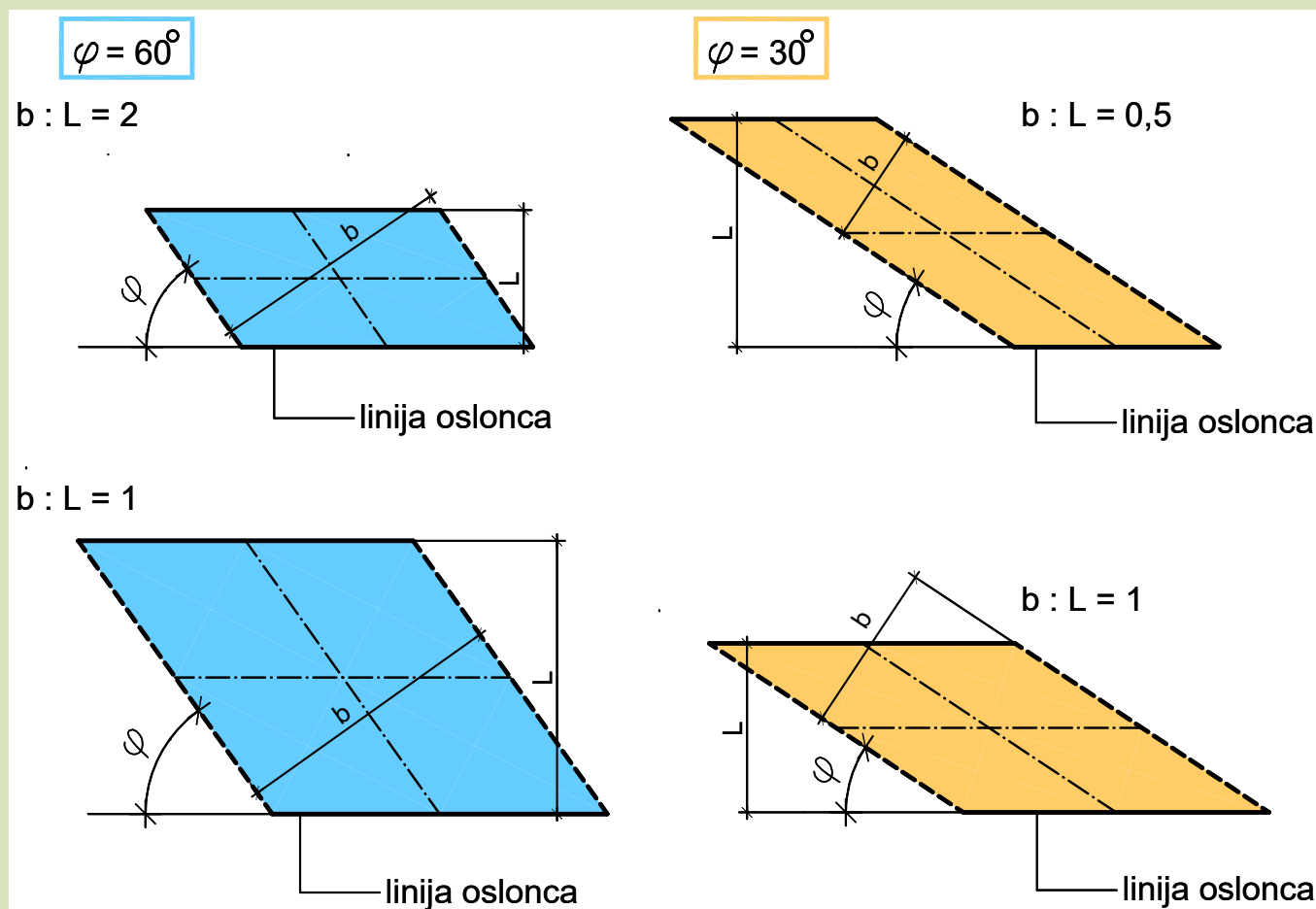


- Najvažniji utjecaji, koji određuju ponašanje tlocrtno kosih ploča pod opterećenjem jesu:
 - kut križanja
 - odnos $b:L$ (b - širina ploče okomito na most, L - raspon okomito na os ležaja)
 - način oslanjanja (pojedinačni ili linijski ležaji u pogodnom rasporedu)





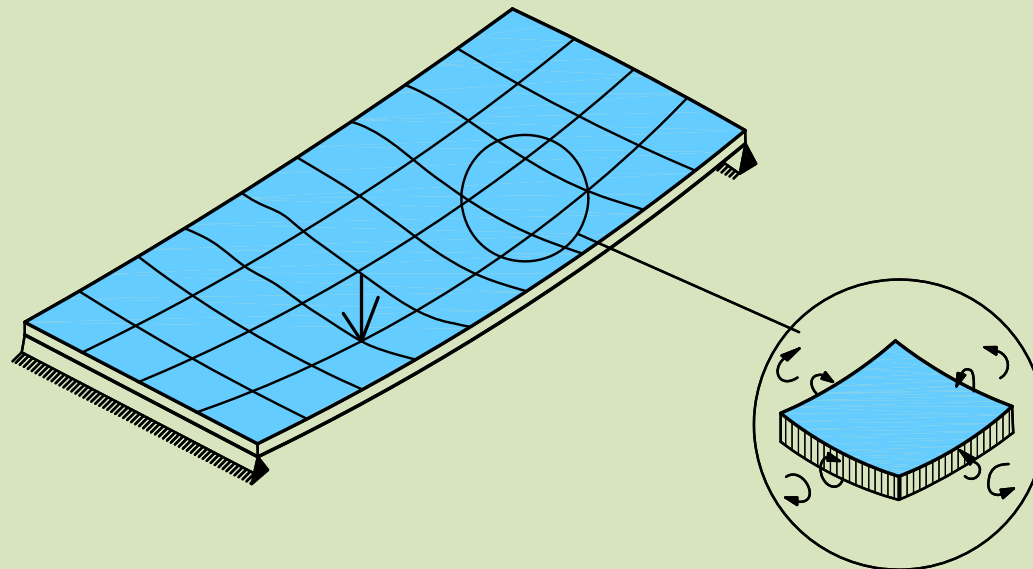
- Za dimenzioniranje i armiranje na savijanje mora se promatrati tijekom glavnih momenata koji za različite vrste opterećenja mogu imati različite smjerove
- Također je potrebno paziti na vrijednosti reakcija, odnosno način oslanjanja, jer se u tupim kutovima javljaju ekstremni pritisci, a u šiljatim kutovima postoji mogućnost pojave odizanja.





Proračun ploča

- Proračun započinje odabirom prikladnog statičkoga modela kojim će se opisati sklop uz određena pojednostavnjenja
- Pri tome je vrlo bitno obrazložiti uvedena pojednostavnjenja, nastojeći pri njihovom odabiru biti na strani sigurnosti
- Pločaste nosače odlikuje složena razdioba unutarnjih sila, putem koje se u nošenju aktivira znatan dio konstrukcije, dalje od izravno opterećenoga.
- Ispravno konstruirana ploča djeluje kao plošni nosač, kontinuiran za prijenos momenata savijanja u svim smjerovima unutar plohe
- Kada opterećenje djeluje koncentrirano, ploča se lokalno progiba u obliku plitke posude, pri čemu se razvija dvodimenzionalni sustav unutarnjih sila kojima se opterećenje preraspodjeljuje na područja koja nisu izravno opterećena.

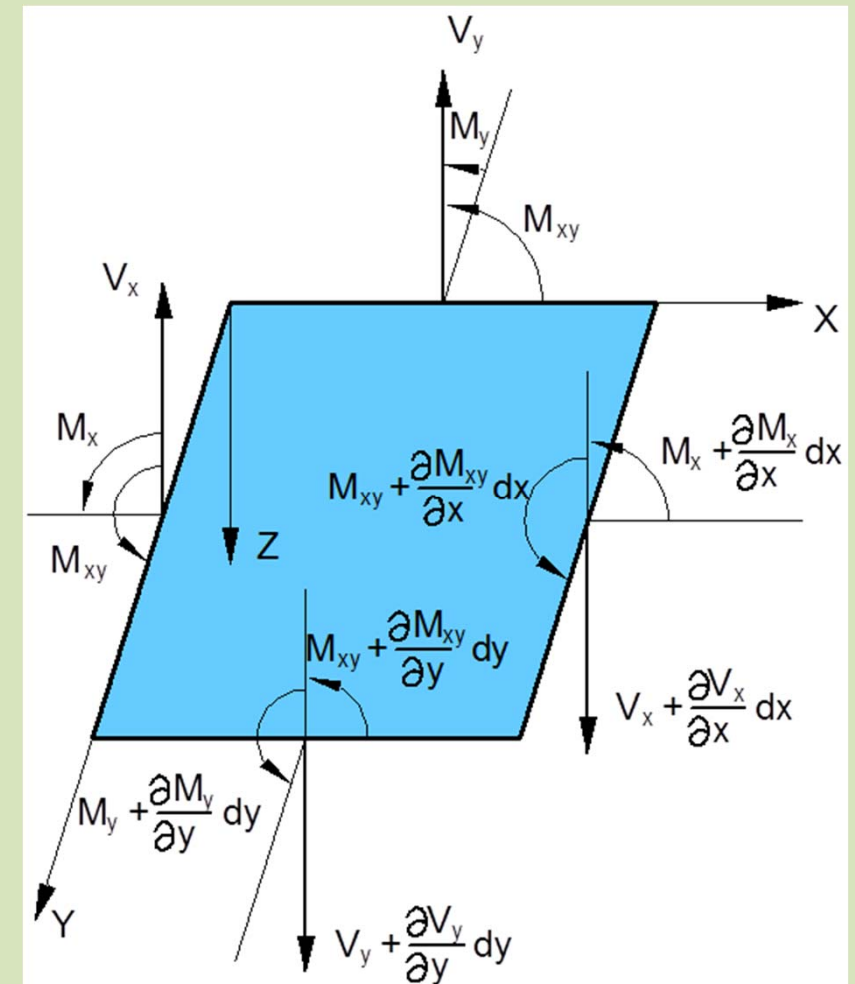




Proračun ploča

Proračun

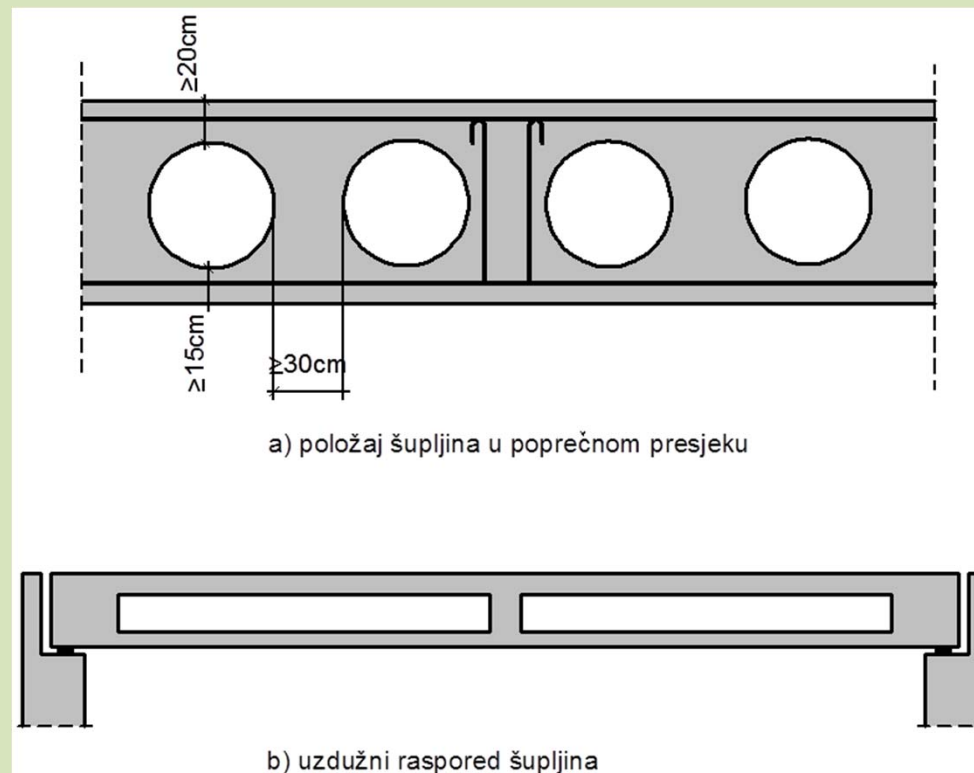
- Teorija ploča zasniva se na sljedećim pretpostavkama:
 - debljina ploče je mala u odnosu na raspon
 - progibi ploče su mali u odnosu na debljinu
 - materijal je izotropan i elastičan
- Ploča je izotropna kada ima podjednaku krutost u svim smjerovima unutar ravnine ploče, a ortotropna kada se krutosti u dva okomita smjera znatnije razlikuju
- Pretpostavka o izotropnosti nije posve ispravna za pune armiranobetonske ploče, zbog veće količine uzdužne armature, ali se njezinim usvajanjem dobivaju rezultati prihvatljivi u praksi





Proračun ploča

- Šuplje ploče još više odstupaju od pretpostavke o izotropnosti, ali i njih možemo tretirati kao pune, ako su ispunjeni sljedeći uvjeti:
 - visina i širina šupljina manja je od 60% visine, odnosno širine ploče
 - unutar ploče postoji dostatan broj poprečnih rebara (puna ploča u okolini oslonaca, rebro u sredini raspona)
 - kod oblikovanja presjeka poštovane su minimalne izmjere:





Proračun ploča

Dostupne metode proračuna:

1. Zatvorena analitička rješenja
 - Rješenje se dobiva rješavanjem diferencijalne jednačbe ploče za zadane rubne uvjete i opterećenja.
 - Složenost rješenja zahtjeva mnoge pretpostavke i pojednostavljenja, a čak i tada nije dostatno da se riješe složeniji problemi.
 - Primjena je ograničena na jednostavne, pravilne ploče sa konstantnim rubnim uvjetima i jednostavnim opterećenjima.
2. Tablične metode proračuna
 - Za neke tipične ploče rješavanjem diferencijalnih jednačbi izrađene su tablice ili dijagrami u kojima se za konkretne dimenzije, rubne uvjete, ali i sheme opterećenja pronalaze koeficijenti za proračun ili gotova rješenja.
 - U inženjerskoj praksi često korištena metoda proračuna.





Proračun ploča

Dostupne metode proračuna:

3. Približne metode proračuna

- Ploča se aproksimira jednostavnijim elementima.
- To mogu biti trake jedinične širine u jednom ili dva smjera koje se računaju zasebno.
- U ove metode mogu se ubrojiti i razni roštiljni sistemi, shear key sistem itd.

4. Numeričke metode

- Razvojem računala i software-a danas su ove metode najraširenije.
- Dozvoljavaju gotovo neograničenu slobodu oblika i opterećenja sa složenim rubnim uvjetima.
- U ove metode spadaju metoda konačnih diferencija i metoda konačnih elemenata.





Primjenjivost metoda proračuna ploča na tipove ploča:

	Analitičko rješenje	Tablično rješavanje	Približna metoda (roštilj)	Numeričke metode	
				Konačni elementi	Konačne diferencije
TIP PLOČE					
Puna ploča	•	•	•	•	•
Olakšana ploča	•		•	•	•
Ploča na nosačima			•	•	
Ploče u sanducima				•	
Spregnute ploče	•	•	•	•	•
Ortotropne ploče	•	•	•	•	•
TLOCRT					
Pravilna	•	•	•	•	•
Kosa (> 20°)			•	•	•
Zakrivljena	•		•	•	•
Nepravilna			•	•	•
RUBNI UVJETI					
Slobodno oslonjena na krajevima	•	•	•	•	•
Slobodno oslonjena na krajevima i između	•		•	•	•
Proizvoljno			•	•	•





Analitičko rješenje

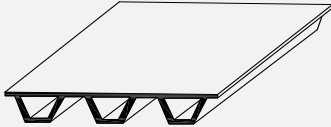
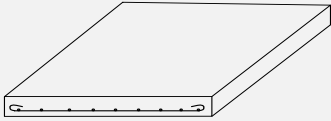
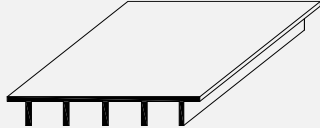
Huber-ova jednadžba ploče:

$$D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y); \quad D_x = \frac{E_x h^3}{12(1-\nu_x \nu_y)}; \quad D_y = \frac{E_y h^3}{12(1-\nu_x \nu_y)}$$

$$D_{xy} = \frac{G_{xy} h^3}{12}; \quad G_{xy} = \frac{E_x E_y}{E_x + (1 + 2\nu_{xy}) E_y}; \quad \nu_{xy} = \frac{E_x}{E_y} \nu_{yx}; \quad 2H = D_x \nu_y + D_y \nu_x + 4D_{xy}$$

Vrijednost $2H$

označava efektivnu torzijsku krutost ortotropne ploče.

Uvjeti torzijske krutosti	Primjena uz zadani uvjet	Dodatni uvjeti krutosti na savijanje	Primjena uz dodatan uvjet
$H^2 > D_x D_y$	ploča sa velikom torzijskom krutošću $D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y)$	poprečna krutost se zanemaruje $D_x = 0$	ortotropna ploča sa zatvorenim rebrima $2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y)$ 
$H^2 = D_x D_y$	armiranobetonska ploča (armatura u x i y smjeru uzrokuje ortotropnost) $D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y)$ 	izotropnost i homogenost ploče i materijala $H = D_x = D_y = D$	potpuno izotropna ploča $\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{p(x, y)}{D}$ $D = \frac{E h^3}{12(1-\nu^2)}$
$H^2 < D_x D_y$	ploča s malom torzijskom krutošću $D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = p(x, y)$	poprečna krutost se zanemaruje $D_x = H = 0$	ortotropna ploča sa otvorenim rebrima $\frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{p(x, y)}{D_y}$ 



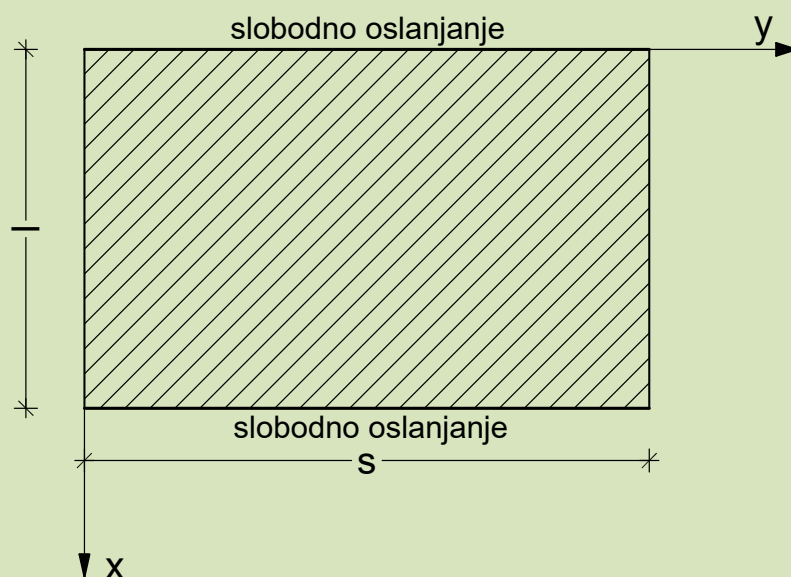
Analitičko rješenje

Moguće analitičko rješenje Huberove jednačbe – trigonometrijsko rješenje:

$$w = \sum_{n=1}^{\infty} Y_n \sin \lambda x$$

$$\lambda = \frac{n\pi}{l}$$

$$\begin{aligned} x=0, \quad x=l \quad w=0 \quad \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} &= 0 \\ y=0, \quad y=s \quad w &= Y_n \end{aligned}$$



$$D_x \lambda^4 Y_n - 2H \lambda^2 \frac{\partial^2 Y_n}{\partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 Y_n}{\partial y^4} = 0$$

$$Y_n = e^{my}$$

$$D_x \lambda^4 e^{my} - 2H \lambda^2 m^2 e^{my} + D_y m^4 e^{my} = 0$$

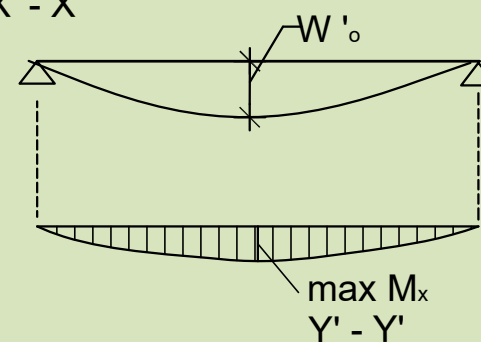
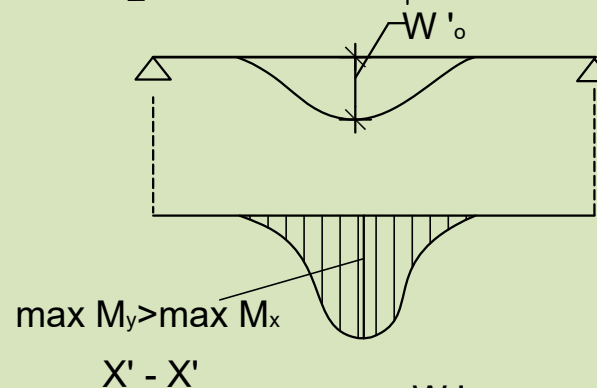
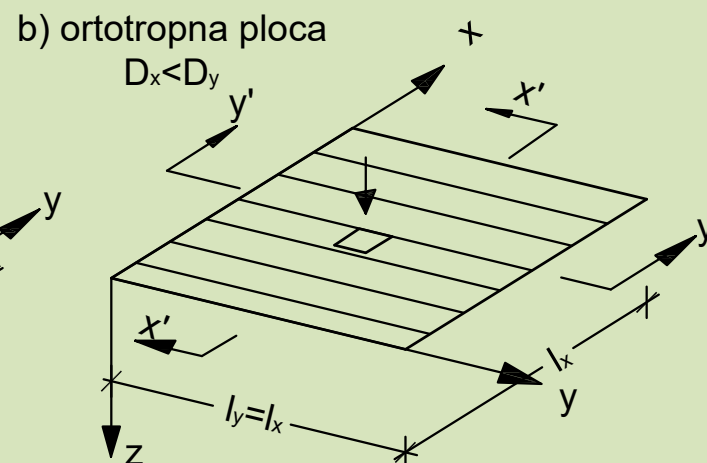
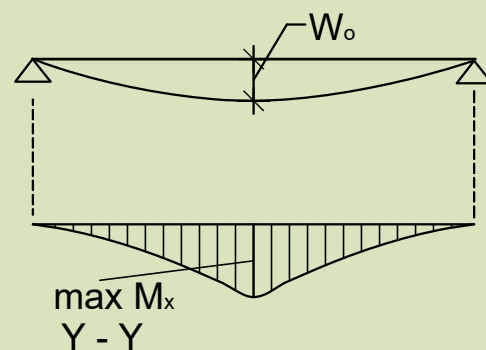
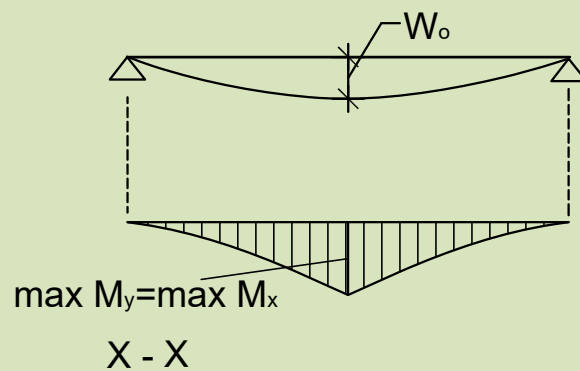
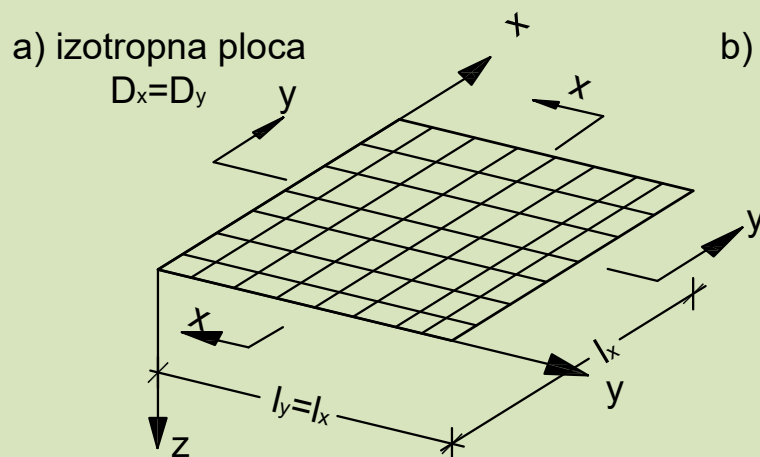
$$m^4 - \left(\frac{2H}{D_y} \right) \lambda^2 m^2 + \lambda^4 \left(\frac{D_x}{D_y} \right) = 0$$

$$m = \pm \lambda \sqrt{\left(\frac{H}{D_y} \right) \pm \sqrt{\left(\frac{H}{D_y} \right)^2 - \left(\frac{D_x}{D_y} \right)}}$$

Rješenja za m se mogu različito iskazati ovisno o odnosu krutosti H , D_x i D_y . Generalno, razlikuju se tri mogućnosti. Prema ovim odnosima vrijednosti ispod korijena će se mijenjati.



Razlike u savijanjima i progibima izotropne i ortotropne ploče:





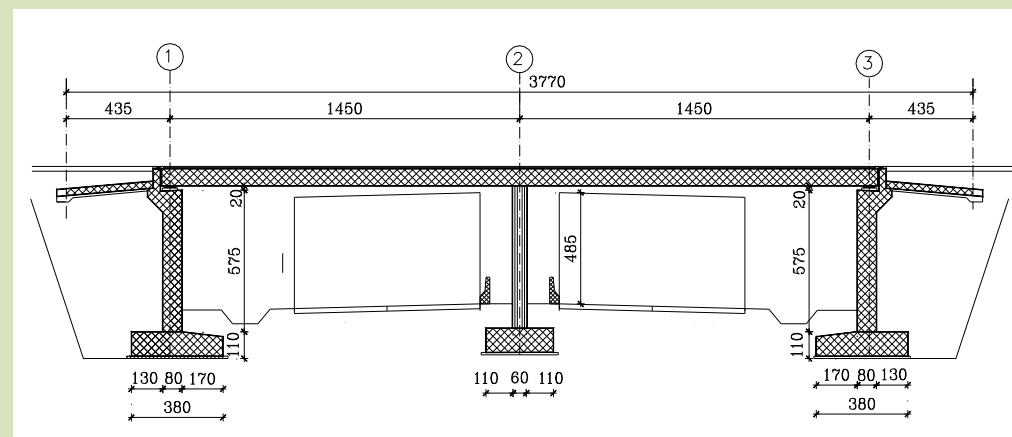
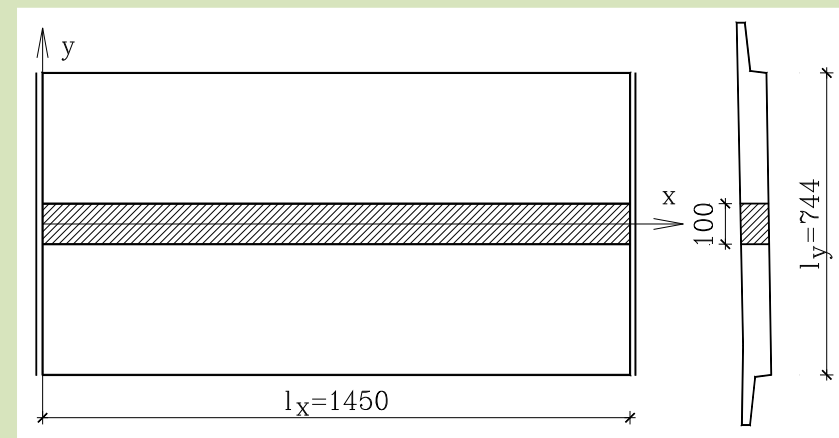
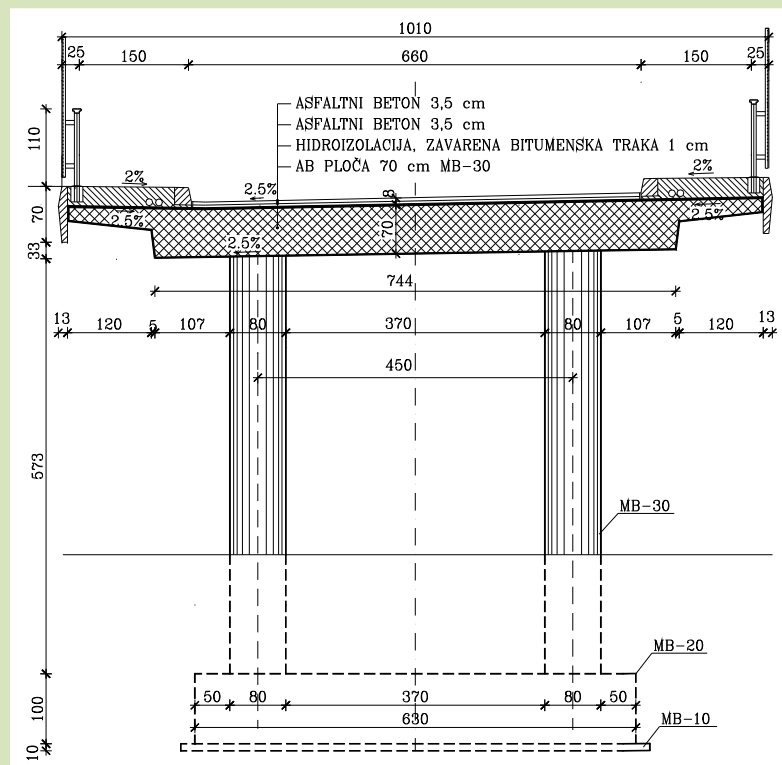
Proračun po teoriji greda

- ovaj proračun je moguće koristiti kada je $I_y \leq I_x/2$
- svođenje pločastog nosača na gredni nosač jedinične širine
- Nekoliko problema:
 - pronaći mjerodavno opterećenje jedinične trake
 - uzeti u obzir unutarnje sile u poprečnom smjeru
 - prikladno ojačati rubne, opterećenije dijelove ploče
- Računamo momente i poprečne sile u uzdužnom smjeru ploče
- Razdiobu opterećenja u poprečnom smjeru pokrivamo pretpostavkama u analizi opterećenja
- Unutarnje sile u poprečnom smjeru ne računamo, kao ni momente torzije



Proračun po teoriji greda

- $I_y \leq I_x/2$

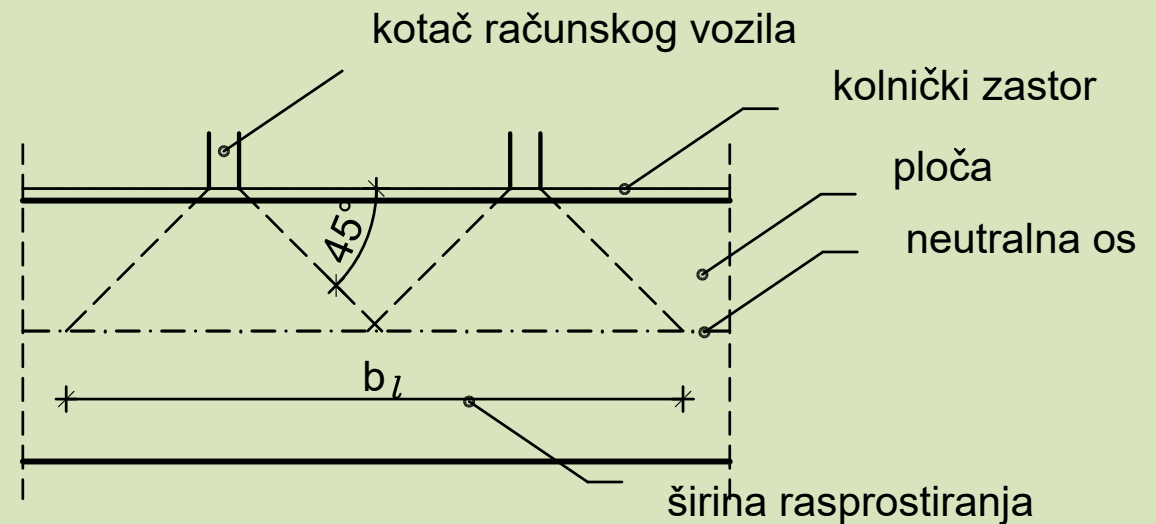
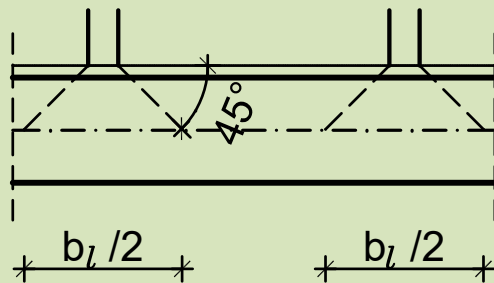


- Pokrivanje dijagrama momenata savijanja i poprečnih sila za središnju traku širine 1 m
- Rubne dijelove ploče širine $0,2 I_y$ ojačavamo s 10 do 20% više glavne armature



Proračun po teoriji greda

- Mjerodavno opterećenje jedinične trake



$$b_s = b_l + \frac{A_{ar}}{A_a} l_x \leq \frac{l_y}{2}$$

$$Q = \frac{Q_k}{b_s}$$

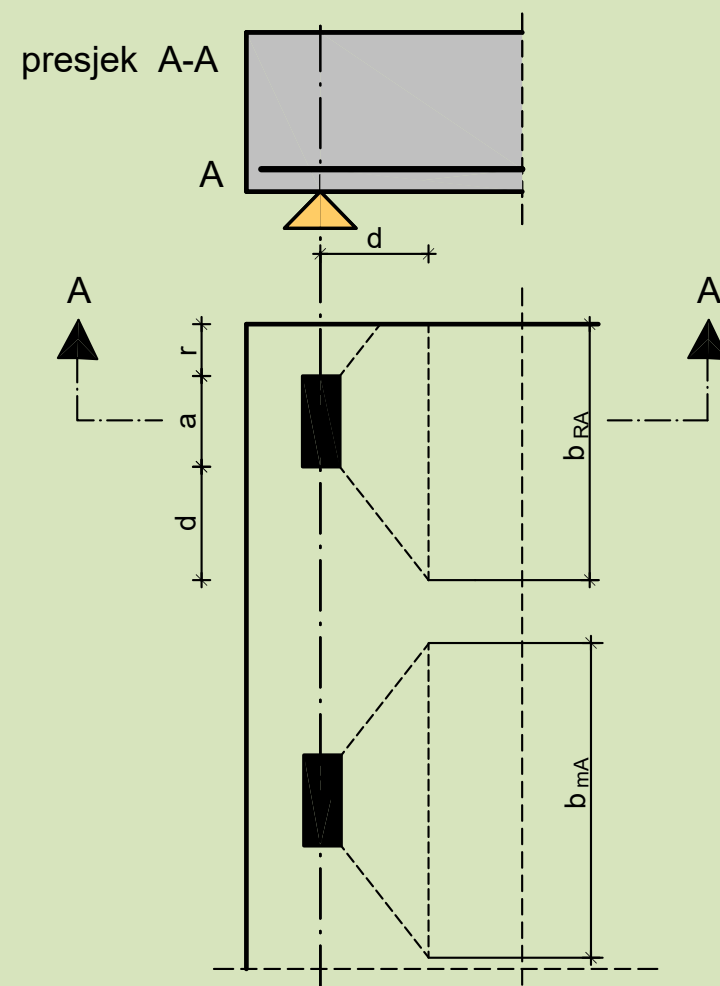


Proračun po teoriji greda

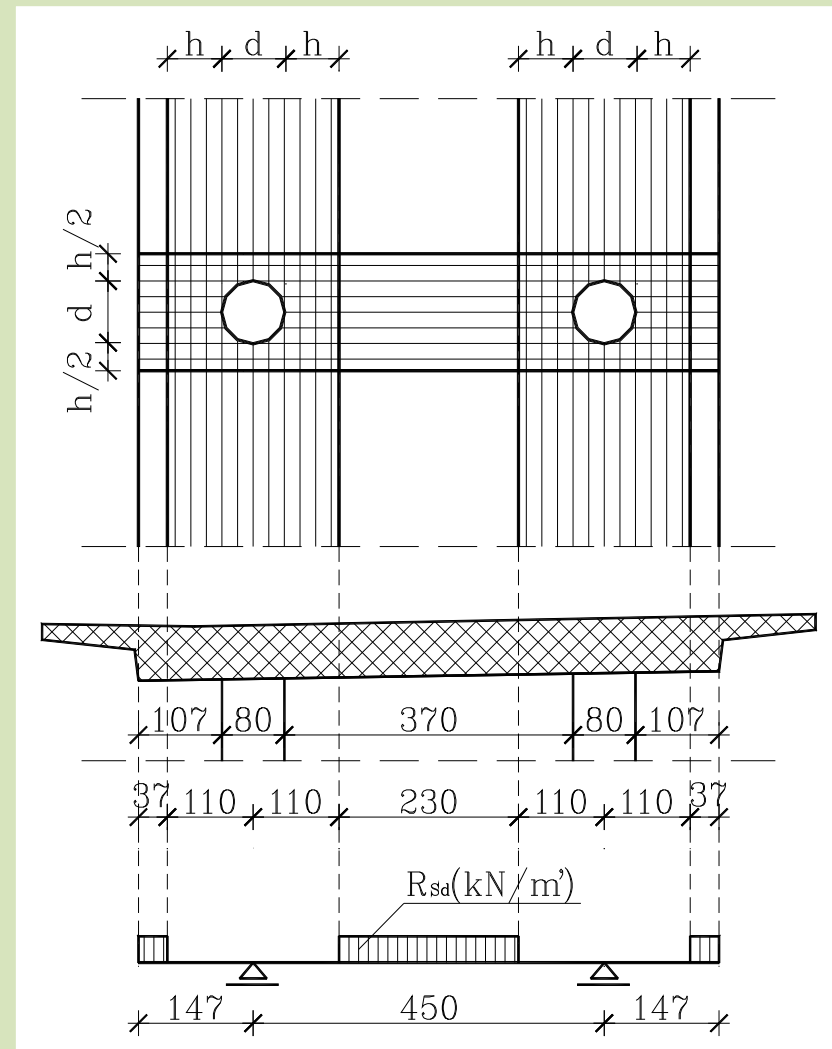
Poprečne sile

- Uvelike ovise o načinu oslanjanja
- Mjerodavne širine rasprostiranja za proračun posmičnih naprezanja na ležaju
- Potpuni linijski ležaj – poprečne sile nisu kritične
- Kratki linijski ili točkasti ležaji –
potrebna posmična armatura u ploči
- Mjerodavna poprečna sila na udaljenosti d (EC2)
- Potreba za određivanjem pop.arm. (EC2):

$$V_{Sd} \geq V_{Rd,c}$$



- Proračun i dimenzioniranje skrivenih greda
- Preostale dijelove ploče u poprečnom smjeru armiramo s 20% vrijednosti glavne uzdužne armature





Proračuni pomoću tablica i dijagrama

- Kako bi se olakšao i ubrzao proračun, za najčešće tipove ploča i rubnih uvjeta napravljene su mnoge tablične metode, dijagrami i utjecajne plohe.
- Neki od tih postupaka posebno su upotrebljivi samo za izotropne ili ortotropne ploče
- Povijesni slijed izdavanja ovakvih priručnika:

1. Olsen, H.; Reinitzhuber, F.	1950.
2. Olsen, H.; Reinitzhuber, F.	1951.
3. Hoeland, G.	1957.
4. Kawei, T.; Thürlimann, B.	1957.
5. Pelikan, W.; Eßlinger, M.	1957.
6. Pucher, A. (drugo izdanje)	1958.
7. Rüschi, H.	1960.
8. Krug, S.; Stein, P.	1961.
9. Malkwitz, H.	1964.
10. Rüschi, H.; Hergenröder, A.	1964.
11. Bittner, E.	1965.

12. Homberg, H.; Ropers, W.	1965.
13. Stiglat, K.	1965.
14. Bergfelder, J.	1967.
15. Homberg, H.	1968.
16. Schleicher, C.; Wegener, B.	1968.
17. Molkenthin, A.	1971.
18. Homberg, H.	1973.
19. Großhoff, S.	1975.
20. Mendel, G.	1975.
21. Gauger, H. U.; Oxford, J.	1983.

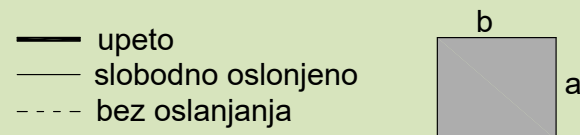


Pucher-ovi dijagrami

- Pucher (1958) je bio jedan od prvih koji je izradio dijagrame utjecajnih ploha za izotropne ploče.
- Obrađene su:
 - kontinuirane ploče,
 - pravokutne ploče i
 - okrugle ploče,
- rubni uvjeti obuhvaćaju upete, slobodno oslonjene ploče i slučaj kada je ploča oslonjena samo na dva kraja. Pri tome su moguće kombinacije upetih i slobodno oslonjenih rubova za omjere stranica ploče kao na slici

a/b	0,8	-	-	0,8	-	-	0,8
b/a	1,0	0,8	1,0 1,2	1,0	0,8	1,0 1,2	1,0

b/a	0,8 1,0	1,2 1,4	0,8 1,0	1,2	0,8 1,0	0,5 0,667	-	-

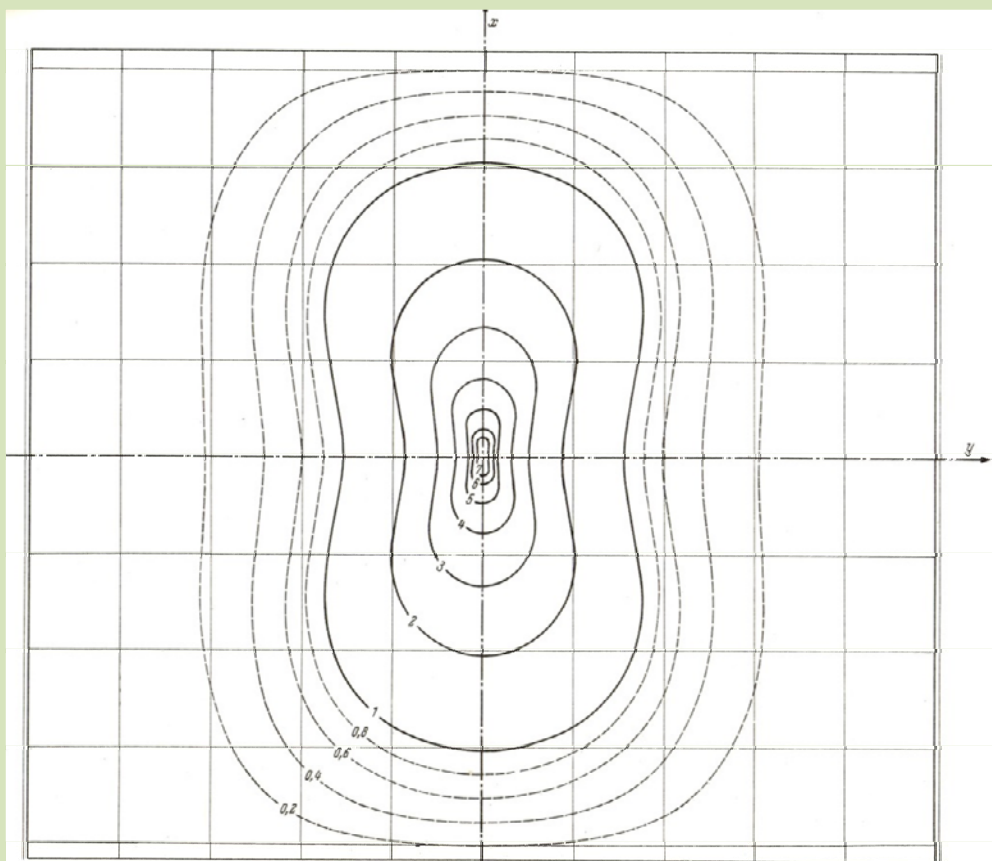




Pucher-ovi dijagrami

- Veličine za koje su rađene utjecajne linije su momenti savijanja u smjeru x i y (m_x , m_y) i moment torzije (m_{xy})
- Za kontinuiranu i potpuno upetu ploču postoje i utjecajne linije za poprečnu silu (q_x , q_y)
- Utjecajne linije su dane za točke u sredini ploče i, ako je upeta, na njenom rubu.

Utjecajna linija za moment m_y (moment oko osi y) u sredini ploče koja ima odnos stranica $b/a=1,4$:



Za neko zadano opterećenja momente savijanja u točki (u,v) dobiti ćemo na slijedeći način:

Za plošna opterećenja:

$$m(u,v) = l^2 \iint p(x,y) \cdot \chi(u,v,x,y) dx dy$$

Za linijska opterećenja:

$$m(u,v) = l \int p(\sigma) \cdot \chi(u,v,x,y) d\sigma$$

Za koncentrirana opterećenja:

$$m(u,v) = \sum_i P_i(x,y) \cdot \chi(u,v,x,y)$$

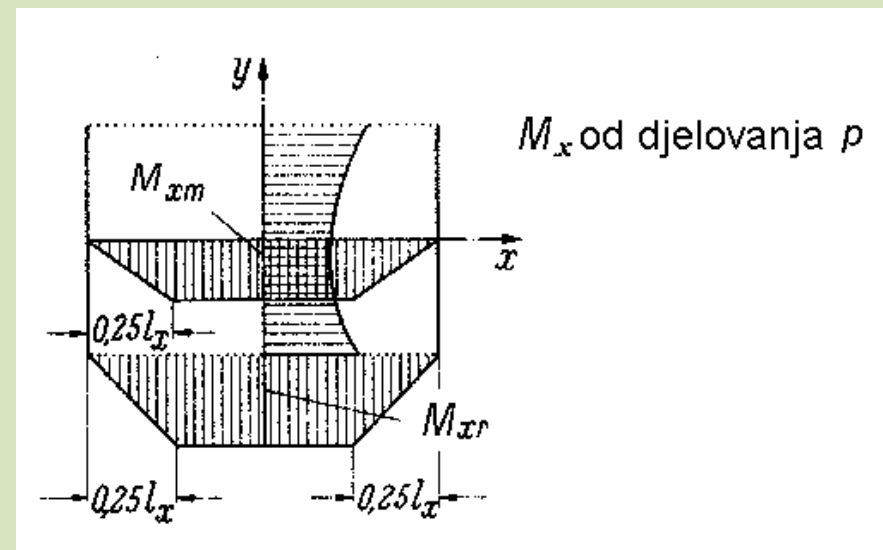
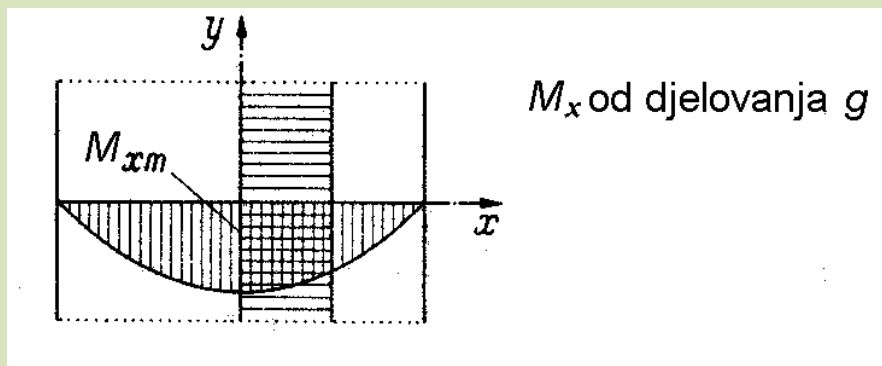
χ je vrijednost utjecajne linije u točki (x,y) za određeni moment, a l je:

- razmak ležajeva za beskonačne ploče,
- dulja stranica za pravokutne ploče.



Rüsch-ove tablice

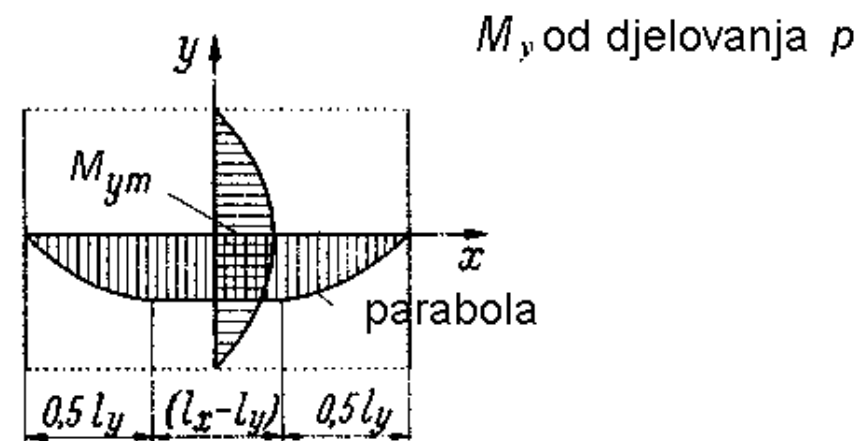
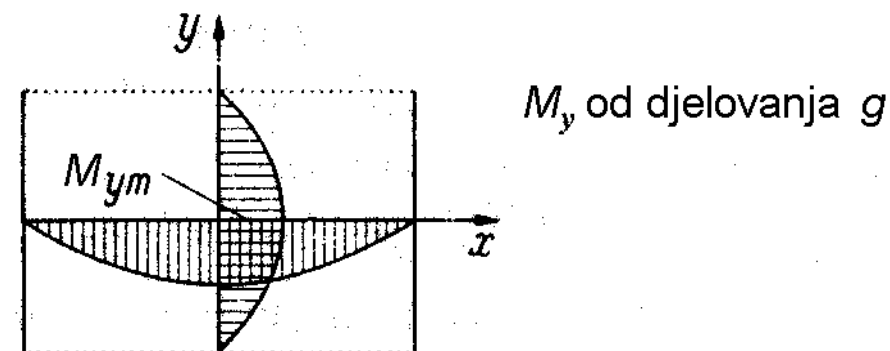
- Isključivo za opterećenja cestovnih mostova prema starom DIN 1072
- Računaju se pojedine najveće vrijednosti unutarnjih sila od djelovanja stalnog i prometnog opterećenja – približno se određuje raspored momenata u ploči, pomoću dijagrama
- Uzdužni momenti M_x
- Rubni momenti $M_{xr} > M_{xm}$





Rüsch-ove tablice

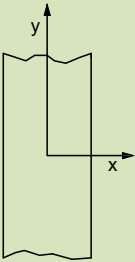
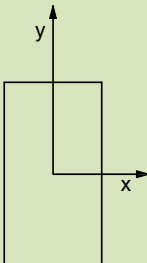
- Pozitivni poprečni momenti M_y
- $M_{ym} > M_{yr}$
- $M_y \leq 1/5 \max M_x$
- Negativni poprečni momenti na rubovima – od opterećenja na konzolama
- Dimenzioniranje kutova ploče na savijanje i torziju



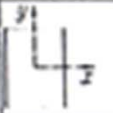
$$\begin{aligned}
 &\text{- Kut ploče, dolje: } M_x^* = M_x + |M_{xy}| & M_y^* = M_y + |M_{xy}| \\
 &\text{- Kut ploče, gore: } M_x^* = M_x - |M_{xy}| & M_y^* = M_y - |M_{xy}|
 \end{aligned}$$



Rüsch-ove tablice

Br. ploče		Odnos l_y/l_x	Koordinata točke za vrijednost		Vrijednost	Smjer	
			x	y		$\longleftrightarrow$	$\updownarrow$
1		∞	0 0 $l_x/2$	0 0 0	m_{xm} m_{ym} q_x	1A 1A 99	1B 1B 99
...	...	...	...	...	...	...	...
6		2,0	0 0 0 $l_x/2$ 0 $0,445 l_x$ $0,445 l_x$ $0,445 l_x$	0 0 $\pm l_y/2$ 0 $l_x/4$ $l_y/2 - 0,03 l_x$ $l_y/2 - 0,03 l_x$ $l_y/2 - 0,03 l_x$	m_{xm} m_{ym} m_{xr} q_x m_y m_x m_y m_{xy}	6A 6A 6A 99 99 103 103 103	6B 6B 6B 99 99 - - -

Rüsch-ove tablice

Nr. 6A		$l_1 / l_2 = 2,0$	Fahrtrichtung $\rightarrow$	Gleichlast über die ganze Platte Für m_{xm} $k = 0,125$ Für m_{ym} $k = 0,0208$ Für m_{xx} $k = 0,125$	$m = k \cdot q \cdot l_2^2$ q oder p in kN/m^2 ; l_2 in m																									
Brückenklasse 24 bis 60			Raddruck des SLW von 1,0 kN				Gleichlast um SLW von 1 kN/m^2																							
l_2 / a	m_{xm} in Plattenmitte				m_{ym} in Plattenmitte				m_{xx} in Mitte des freien Randes				m_{xm}	m_{ym}	m_{xx}															
	l/a				l/a				l/a				für alle Werte l/a																	
	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6												
0,50	0,210	0,150	0,120	0,100	0,143	0,083	0,075	0,068	0,490	0,360	0,220	0,230	—	—	—	—	—	—												
1,00	320	270	220	193	212	149	091	084	70	60	50	380	—	0,10	—	0,02	—	0,10												
1,50	450	420	360	300	275	220	160	104	92	81	70	60	—	58	—	10	—	30												
2,00	58	54	490	420	355	298	240	162	1,22	1,10	98	84	—	1,10	—	22	—	60												
2,50	68	65	59	51	422	373	307	228	1,48	1,35	1,22	1,08	—	1,89	—	41	—	99												
3,00	78	74	69	61	488	440	369	310	1,71	1,58	1,44	1,29	0	2,90	0,01	65	0	1,70												
4,00	0,93	0,89	0,84	0,77	0,61	0,55	0,470	0,443	2,09	1,94	1,82	1,67	0,15	5,80	0,11	1,33	0,30	3,80												
5,00	1,05	1,01	0,96	0,90	70	65	58	55	2,40	2,24	2,12	1,98	35	9,82	24	2,25	66	7,24												
6,00	1,14	1,11	1,06	1,00	78	74	66	64	2,65	2,48	2,36	2,21	70	15,00	48	3,49	1,60	10,70												
7,00	1,22	1,19	1,14	1,08	85	82	73	71	2,86	2,68	2,55	2,42	1,00	20,40	75	4,87	2,30	16,10												
8,00	1,29	1,26	1,22	1,14	92	88	80	78	3,03	2,85	2,72	2,61	1,40	27,30	1,08	6,63	3,40	22,10												
9,00	1,34	1,32	1,28	1,19	97	94	86	84	3,19	3,00	2,85	2,78	1,70	35,00	1,45	8,63	4,40	28,80												
10,00	1,40	1,38	1,33	1,22	1,02	0,98	0,90	0,87	3,31	3,11	2,95	2,80	2,22	44,70	1,92	11,14	6,81	38,72												
Brückenklasse 3 bis 16			Hinterraddruck des LKW von 1,0 kN				Gleichlast um LKW von 1 kN/m^2																							
l_2 / a	m_{xm} in Plattenmitte				m_{ym} in Plattenmitte				m_{xx} in Mitte des freien Randes				m_{xm}	m_{ym}	m_{xx}															
	l/a				l/a				l/a				für alle Werte l/a																	
	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6												
0,50	0,150	0,055	0,150	0,055	0,095	0,055	0,095	0,090	0,138	0,009	0,084	0,009	0,037	0,009	0,018	0,015	0,395	0,100	0,290	0,100	0,210	0,100	0,140	0,100	—	—	—	—	—	—
1,00	380	095	245	095	169	170	125	125	220	016	144	016	083	028	037	038	56	180	442	180	325	180	198	180	—	—	—	—	—	—
1,50	422	155	319	155	231	206	161	156	254	031	187	031	122	036	052	053	72	220	60	230	455	210	315	180	—	—	—	—	—	—
2,00	460	215	374	215	280	230	214	190	288	053	217	053	148	055	077	073	86	190	73	200	60	190	468	180	0,06	0,80	0,04	0,14	—	—
2,50	490	259	416	257	317	256	275	226	318	071	239	070	171	070	108	099	97	170	85	170	72	175	59	189	09	1,00	05	0,15	0,17	0,17
3,00	52	305	455	305	378	300	320	274	343	088	272	088	201	090	142	114	1,07	250	94	250	81	250	67	270	10	2,00	10	38	20	60
4,00	0,57	0,375	0,52	0,370	0,473	0,365	0,394	0,345	0,389	0,120	0,330	0,119	0,256	0,123	0,197	0,121	1,25	0,395	1,11	0,395	0,98	0,395	0,84	0,415	0,30	4,50	0,22	0,83	0,70	1,70
5,00	62	431	57	425	54	419	451	407	431	149	375	150	301	153	244	165	1,41	53	1,26	53	1,13	53	99	53	60	7,81	34	1,47	1,23	4,24
6,00	66	480	62	475	59	465	51	454	470	181	420	183	343	186	288	197	1,55	64	1,40	64	1,26	64	1,12	64	90	12,30	52	2,41	1,90	7,60
7,00	69	52	65	51	62	51	55	50	51	212	455	213	383	218	325	224	1,66	74	1,51	74	1,37	74	1,22	73	1,30	17,80	76	3,62	2,60	11,80
8,00	72	55	68	55	65	54	58	53	54	242	488	245	417	247	357	252	1,74	83	1,60	83	1,46	83	1,31	82	1,60	24,40	0,98	5,13	3,30	17,10
9,00	74	58	71	58	67	57	62	56	57	269	52	273	451	275	388	281	1,80	91	1,67	91	1,52	91	1,38	90	2,00	32,30	1,33	7,05	4,10	24,20
10,00	0,75	0,61	0,73	0,60	0,68	0,60	0,65	0,59	0,59	0,298	0,55	0,300	0,480	0,503	0,414	0,308	1,84	0,98	1,72	0,98	1,56	0,98	1,42	0,96	2,29	41,50	1,99	9,73	4,84	32,70



Rüsch-ove tablice

Nakon što odredimo potrebnu tablicu, iz nje za traženu shemu opterećenja očitavamo faktore κ na slijedeći način:

- Za SLW vozilo čiji je pritisak kotača P_1 :

iz odnosa l_x/a i odnosa $t/a \rightarrow \kappa_1$

(l_x – raspon ploče u smjeru x, t – širina rasprostiranja do osi ploče, a – razmak kotača)

- Za SLW vozilo čiji je pritisak kotača P_2 :

iz odnosa l_x/a i odnosa $t/a \rightarrow \kappa_2$ i κ_3

- Za kontinuirano opterećenje p_1 u glavnoj prometnoj traci:

iz odnosa $l_x/a \rightarrow k_1$ (za SLW sheme) ili k_3 (za LKW sheme)

- Za preostalo kontinuirano opterećenje p_2 :

iz odnosa $l_x/a \rightarrow k_2$ (za SLW sheme) ili k_4 (za LKW sheme)

- Za potpuno opterećenu ploču sa $g \rightarrow k$

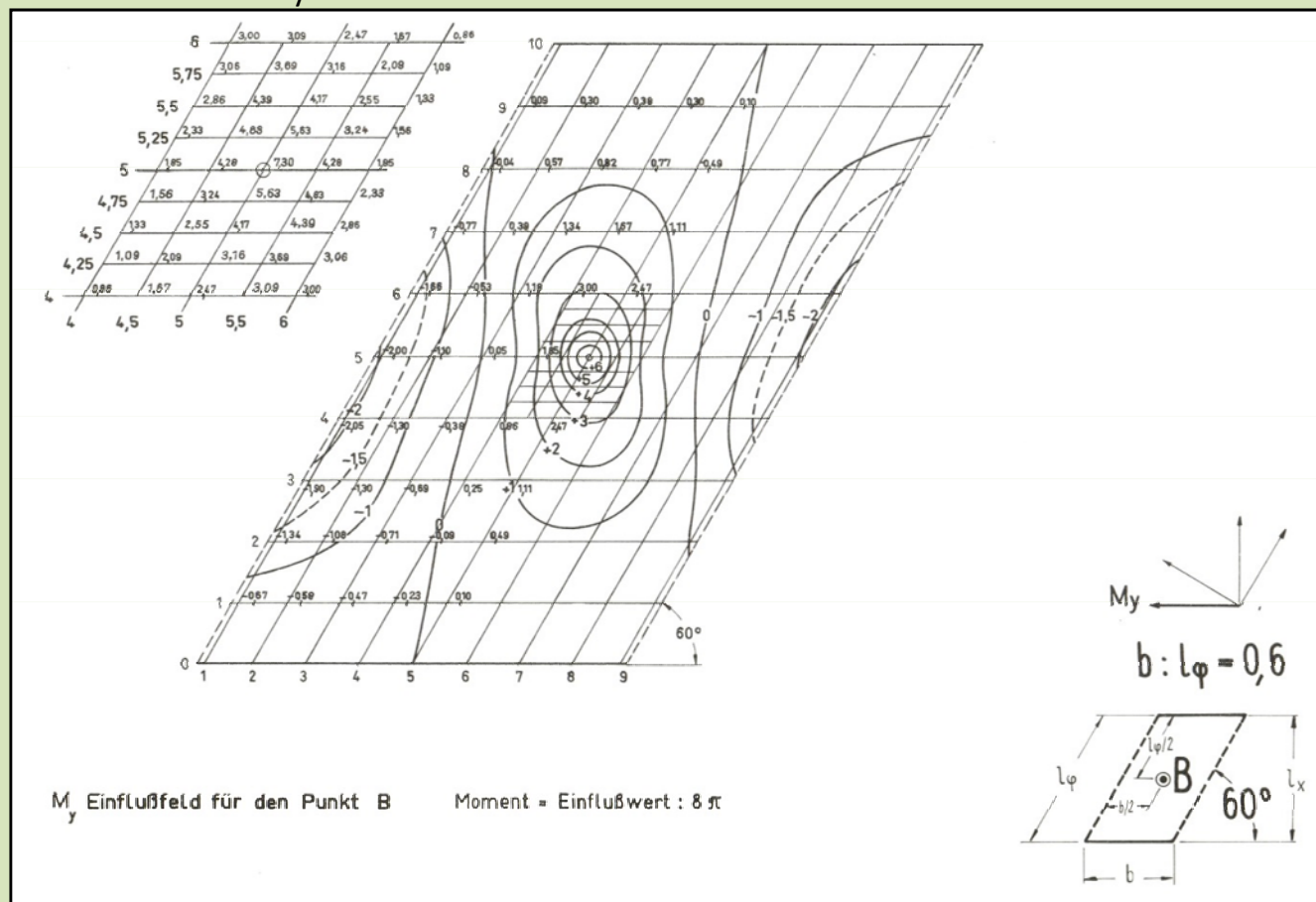
Ako za tražene odnose ne postoje vrijednosti, radi se interpolacija. Očitavaju se posebno vrijednosti κ_1 , k_1 , k_2 za momente u smjeru x i y – m_{xm} i m_{ym} .

$$m_g = g \cdot k \cdot l_x^2$$

$$m_p = \varphi \cdot P_1 \cdot \kappa_1 + \varphi \cdot p_1 \cdot k_1 + p_2 \cdot k_2$$

Rüsch-Hergenröder metode – za kose ploče

- za kose izotropne ploče - upotreba utjecajnih ploha - utjecajne plohe su dane za različite odnose stranica ploča, kutove zakošenosti, uvjete oslanjanja i točke u kojima tražimo momente savijanja
- obrađeni su kutovi zakošenosti od 30° , 45° i 60° i odnosi stranica b/l_ϕ od 0,4 do 1,6 posebno su dane utjecajne plohe za momente savijanja u smjerovima x i y i za moment torzije m_{xy}





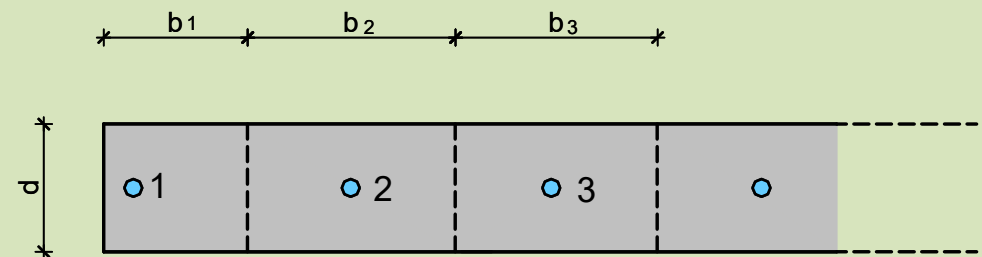
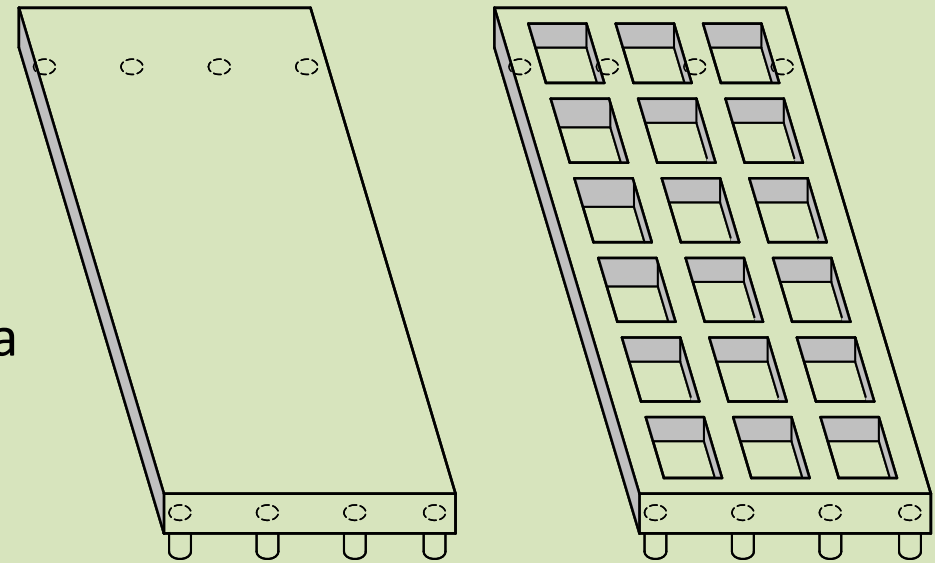
Proračun ploče metodom roštiljne analize

- Zadovoljavajuća točnost za inženjersku praksu
- Br. uzdužnih nosača do 20, $b_{1-2} \geq 2d \div 3d$, min 4 el. u uzduž. smjeru
- Zadati dimenzije pop. i uzd. elemenata (zbog krutosti), pop.el.sa $\gamma=0$

- Moment inercije
$$I = \frac{b d^3}{12}$$
- Kod roštiljne analize torzijska se konstanta obično reducira na polovicu vrijednosti u oba smjera pa torzijska krutost pojedinog elemenata ploče teorijski

približno iznosi:

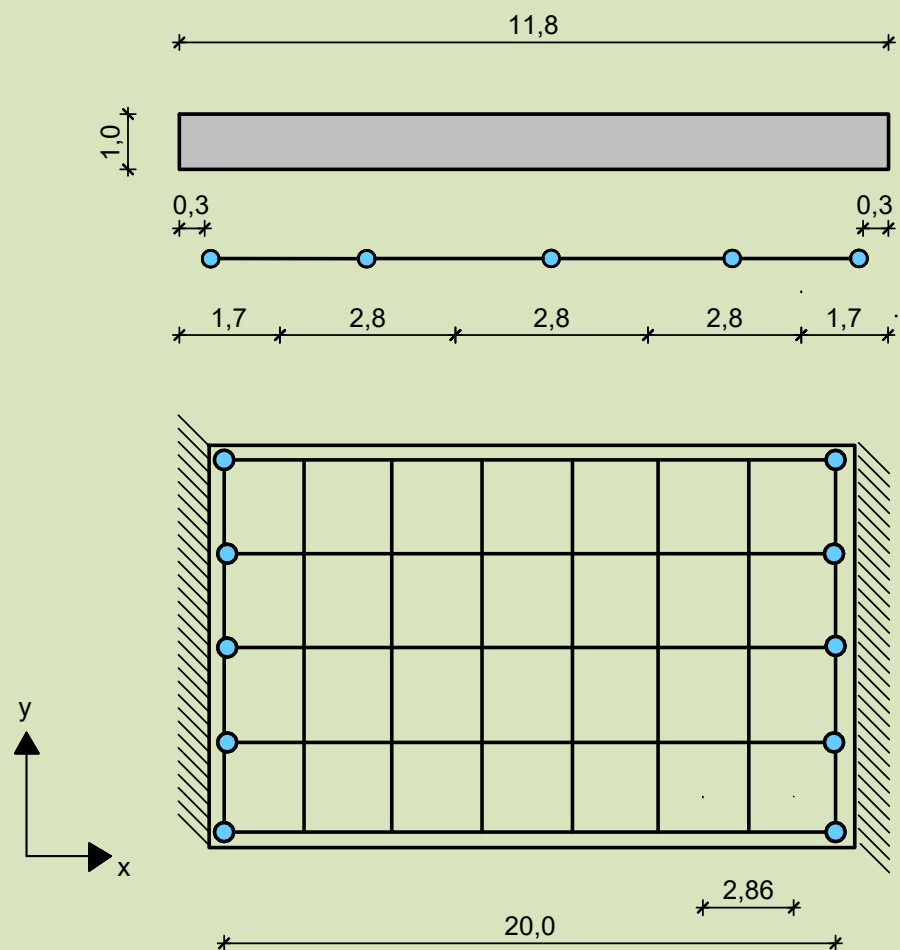
$$C = \frac{1}{2} (0,333 \cdot b \cdot d^3) \approx \frac{b d^3}{6} = 2I$$





Proračun ploče metodom roštiljne analize

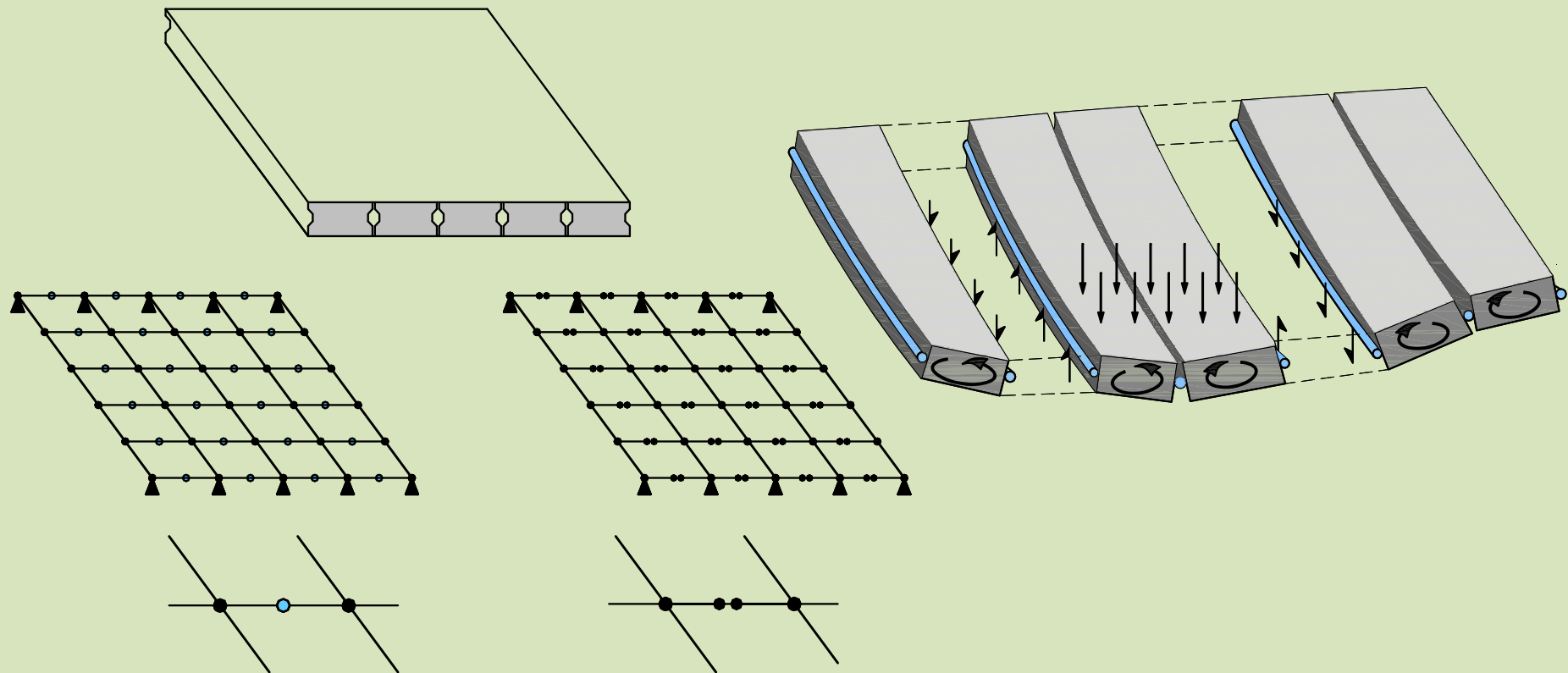
- Poprečni elementi trebaju biti okomiti na uzdužne
- Razmak uzdužnih i poprečnih elemenata trebao bi biti sličan – razmaci manji od četvrtine raspona





Proračun ploče s uzdužnim spojnicama

- Mala krutost na poprečno savijanje uzdužnih spojnica
- Poprečna razdioba se vrši preko poprečnih sila – manje učinkovita nego kod pune ploče
- Uzdužni nosači s krutim istakama koje su povezane ili zglobovima ili elementima male krutosti



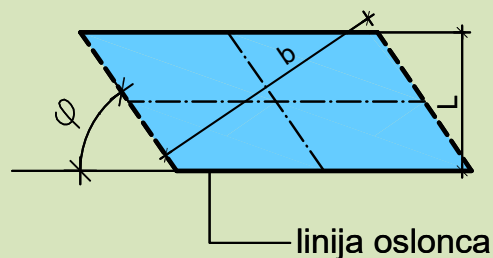


Proračun kosih ploča

- Najvažniji parametri za ponašanje kosih ploča pod opterećenjem:
 - kut križanja φ ; ako je $\varphi \geq 70^\circ$ može se zanemariti utjecaj kosine
 - odnos b/L
 - način oslanjanja (zaokretni linijski ležajevi u smjeru ležajne linije ili pojedinačni svestrano zakretni ležajevi)

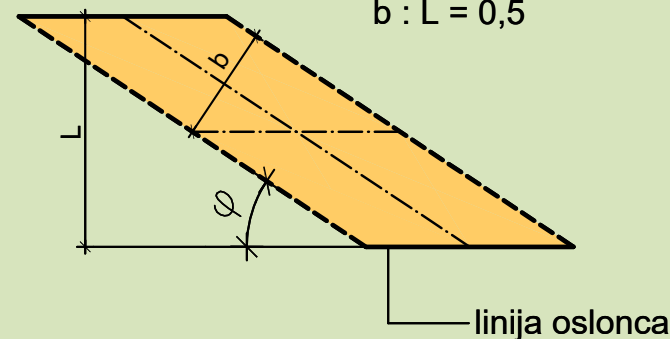
$$\varphi = 60^\circ$$

$$b : L = 2$$

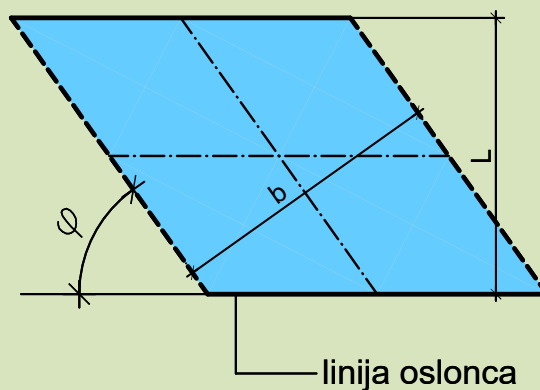


$$\varphi = 30^\circ$$

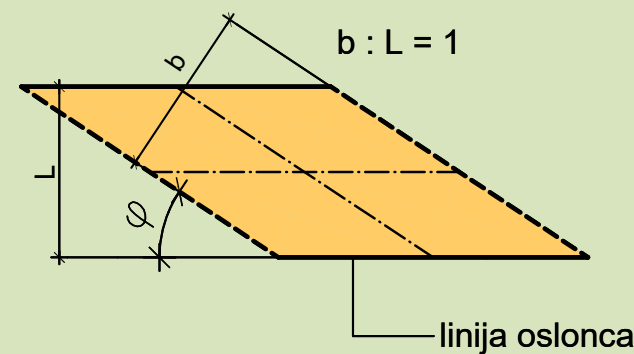
$$b : L = 0,5$$



$$b : L = 1$$



$$b : L = 1$$



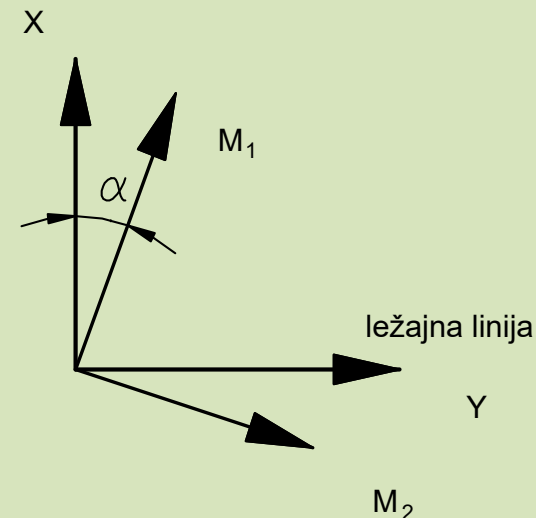


Momenti savijanja kod kosih ploča

- Glavni momenti savijanja M_1 i M_2 - za različite vrste opterećenja mogu imati različite smjerove
- M_{xy} – torzijski moment - *moment smjera* - određuje smjer djelovanja glavnih momenata

$$M_{1,2} = \frac{M_x + M_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(M_x - M_y)^2 + 4M_{xy}^2}$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2M_{xy}}{M_x - M_y}$$

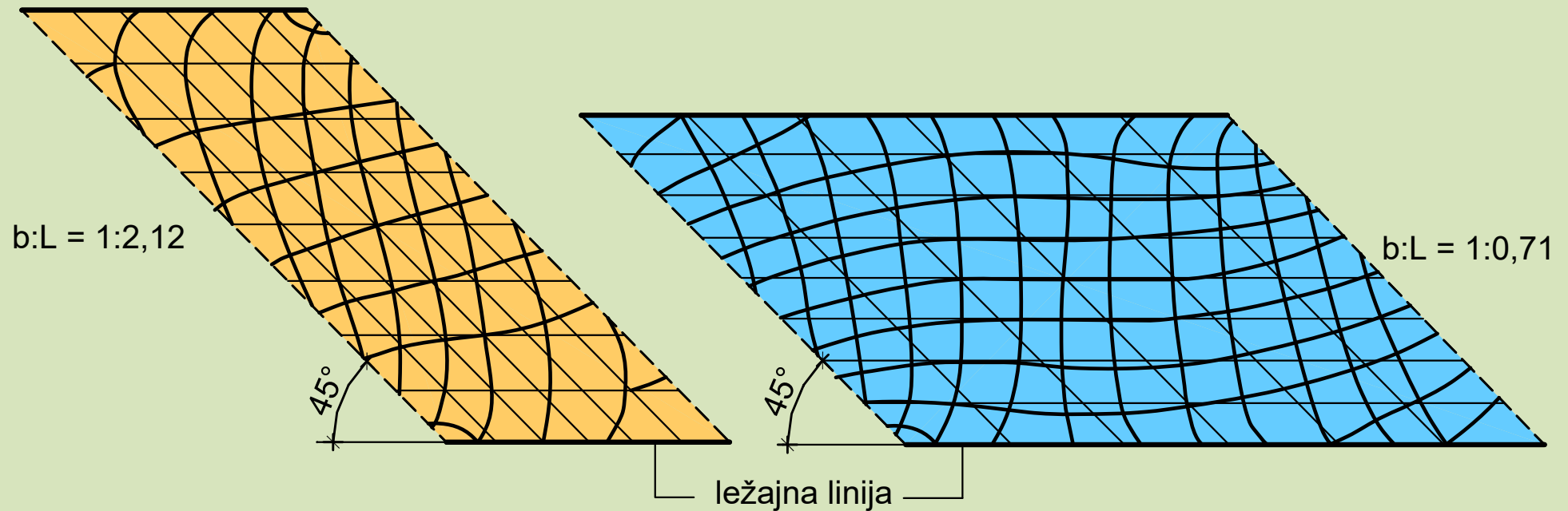




Momenti savijanja kod kosih ploča

- Tijek linija glavnih momenata savijanja jednoliko opterećenih kosih ploča

Proračun – Kose ploče

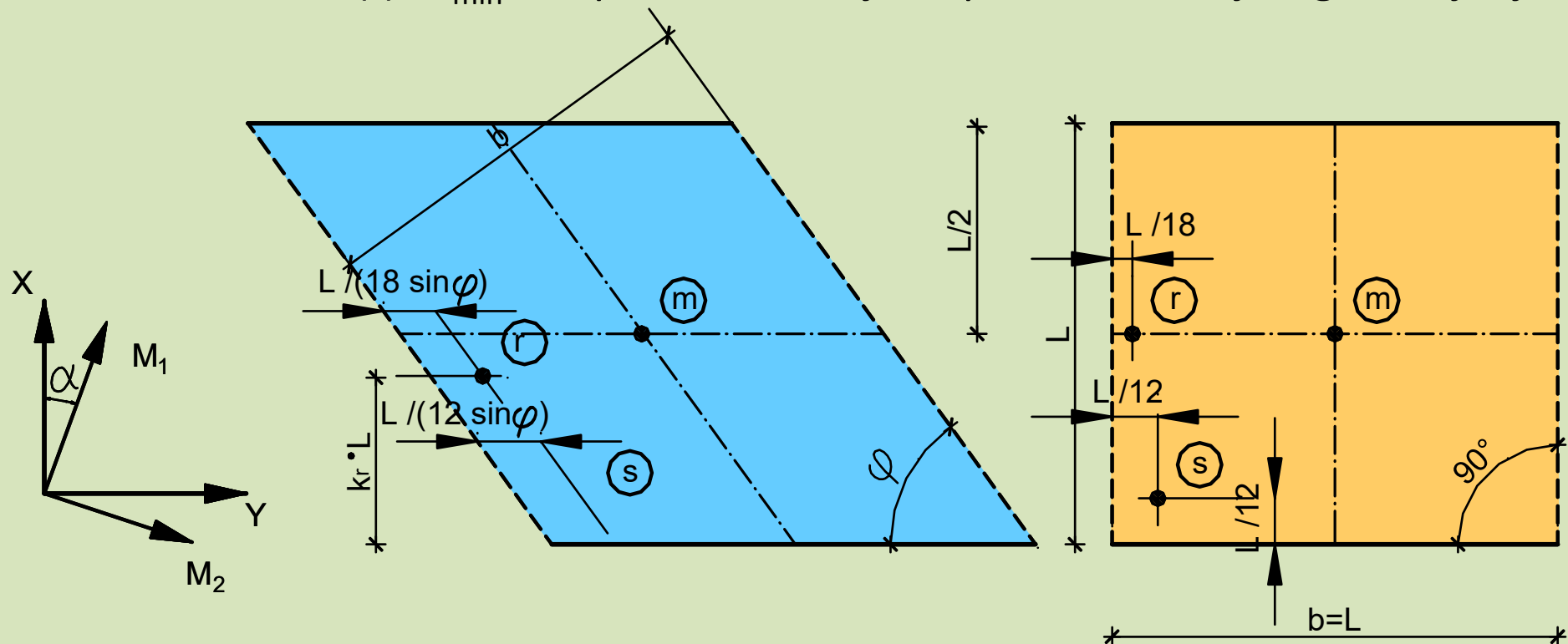




Momenti savijanja kod kosih ploča

- Proračun na savijanje se u praksi obično ograničava na mali broj točaka

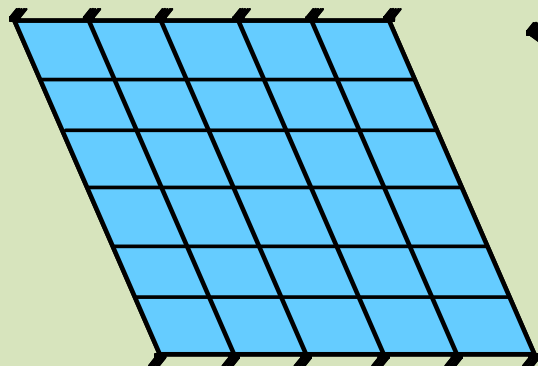
- $m \rightarrow (+) M_{\max}$ u polju
 $r \rightarrow (+) M_{\max}$ na slobodnom rubu
 $s \rightarrow (-) M_{\min}$ u tupom kutu uslijed upetosti od linijskog oslanjanja





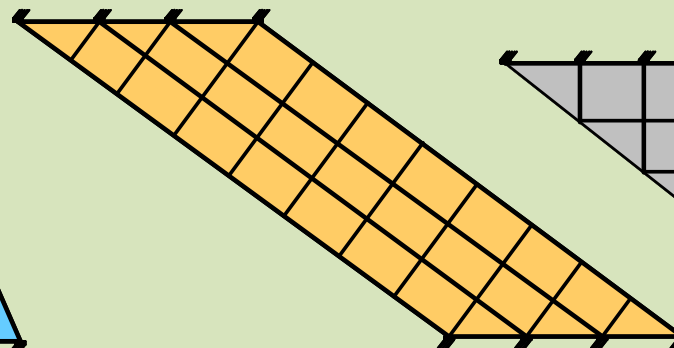
Momenti savijanja kod kosih ploča

- Kose ploče mogu se analizirati pomoću kose ili ortogonalne mreže elemenata
- Za kosine, koje od pravog kuta odstupaju za više od 20° , kosim mrežama nedostaju elementi u smjeru dominantnih djelovanja (glavnih momenata) pa nisu pogodne za proračun štapnim elementima
- Štapni elementi trebali bi biti usporedni s linijama nošenja, koje su obično ortogonalne.



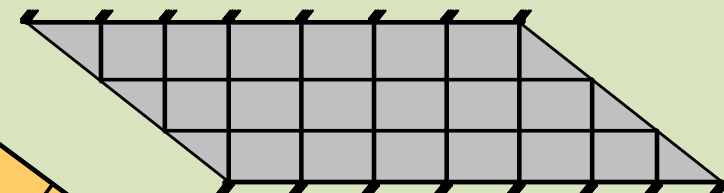
a)

Kosa mreža



b)

Mreža s elementima okomitim na raspon



c)

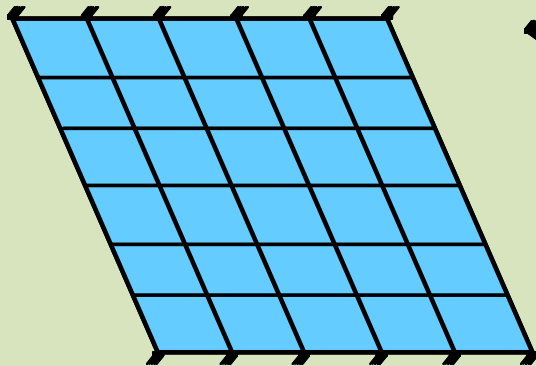
Mreža okomita na oslonce



Momenti savijanja kod kosih ploča

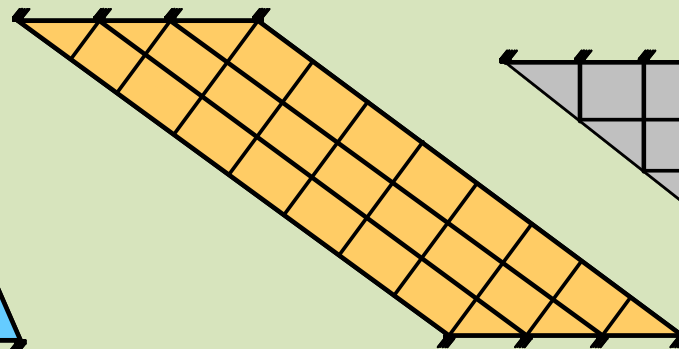
- Za uske ploče povoljno je armaturu postavljati u smjeru ploče, što nameće rješenje mreže s elementima okomitim na raspon (b)
- za elemente s linijom oslonca na upornjaku duljom od raspona, povoljno je postaviti mrežu okomitu na oslonce (c)
- Čak i kada su glavne nosive linije dobro aproksimirane mrežom štapnih elemenata u modelu, proračun može iskazati znatne lokalne momente torzije.
- glavni momenti u tom se slučaju računaju iz ortogonalnih momenata, prema danoj formuli

$$M_{1,2} = \frac{M_x + M_y}{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(M_x - M_y)^2 + 4M_{xy}^2}$$



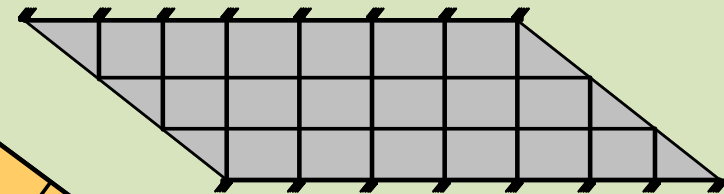
a)

Kosa mreža



b)

Mreža s elementima okomitim na raspon



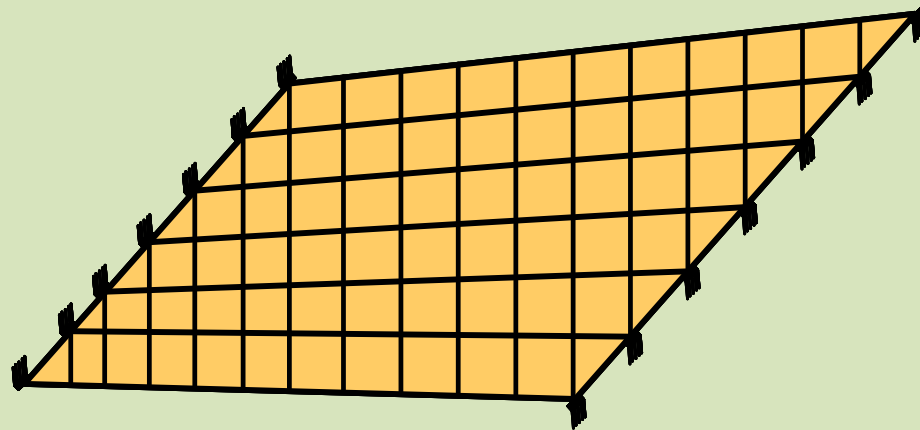
c)

Mreža okomita na oslonce



Momenti savijanja kod kosih ploča

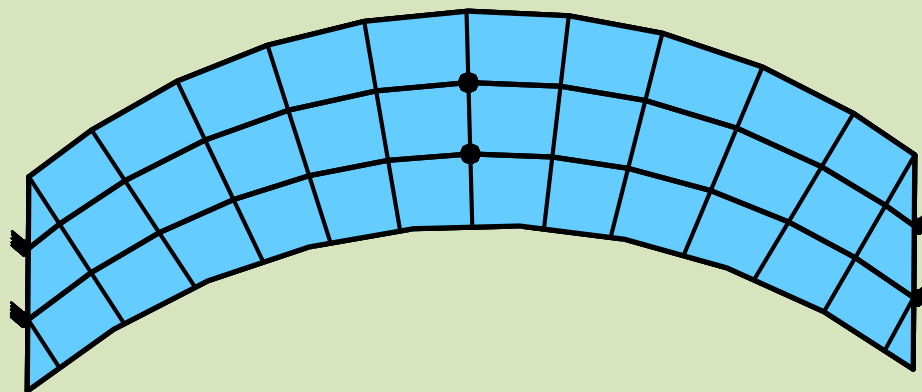
- Neke ploče su izrazito nepravilnog oblika, često s proširenjem na jednom kraju
- Tada se odabire mreža u kojoj elementi mijenjaju međusobni razmak
- Kod određivanja statičkih karakteristika treba paziti da se one mijenjaju duž nosača





Momenti savijanja kod zakrivljenih ploča

- Zakrivljene ploče mogu se modelirati na dva načina, pomoću zakrivljenih i pomoću ravnih elemenata.
- Kod uobičajenih konstrukcija i već ranije objašnjenog načina formiranja mreže elemenata promjena smjera štapnog elementa u čvoru rijetko treba biti veća od 5° .

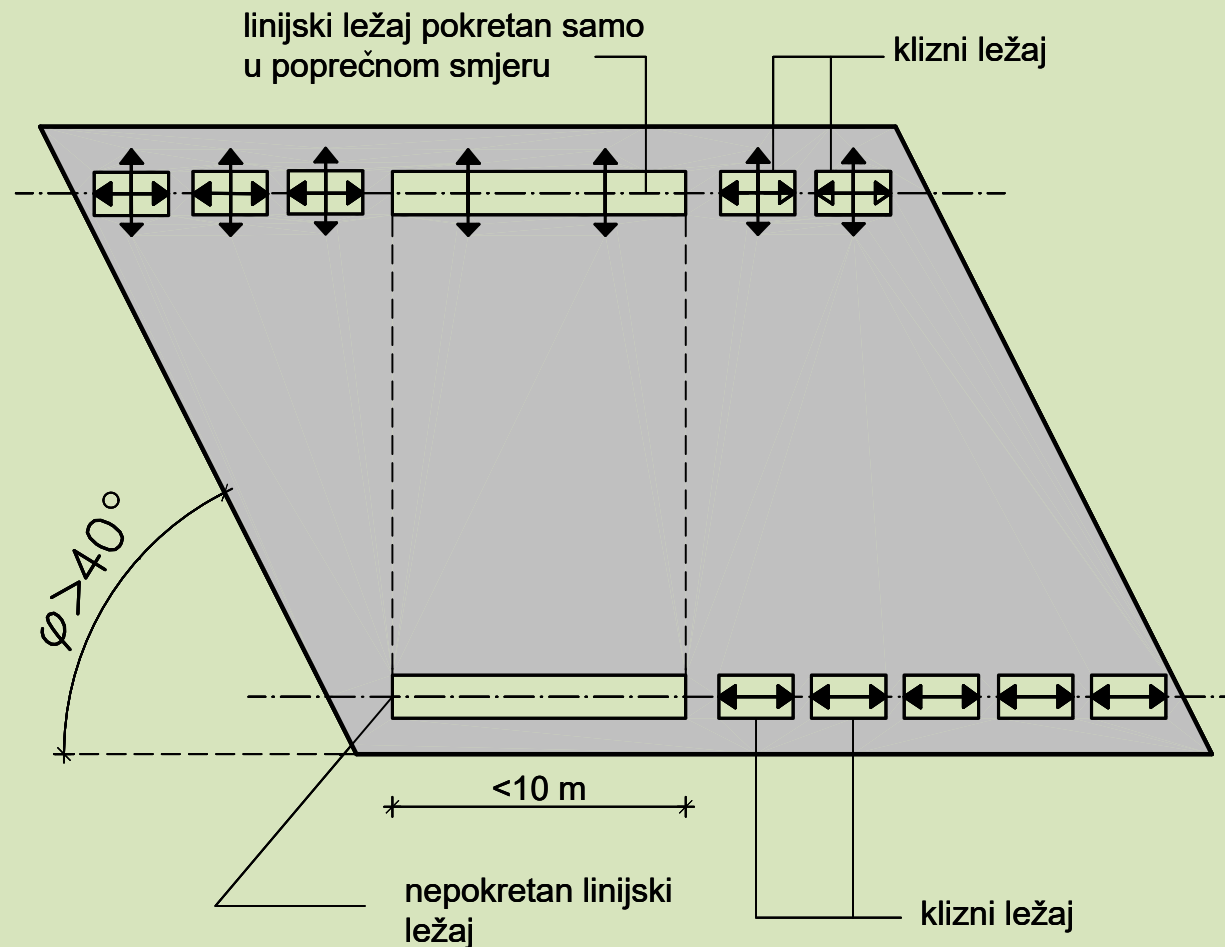




Ležajne reakcije, oslanjanje i poprečne sile u kosim pločama

Preporuke za odabir ležaja pri $\varphi > 40^\circ$

- Čvrsti linijski ležaj
- Duljina ležaja do 10 m

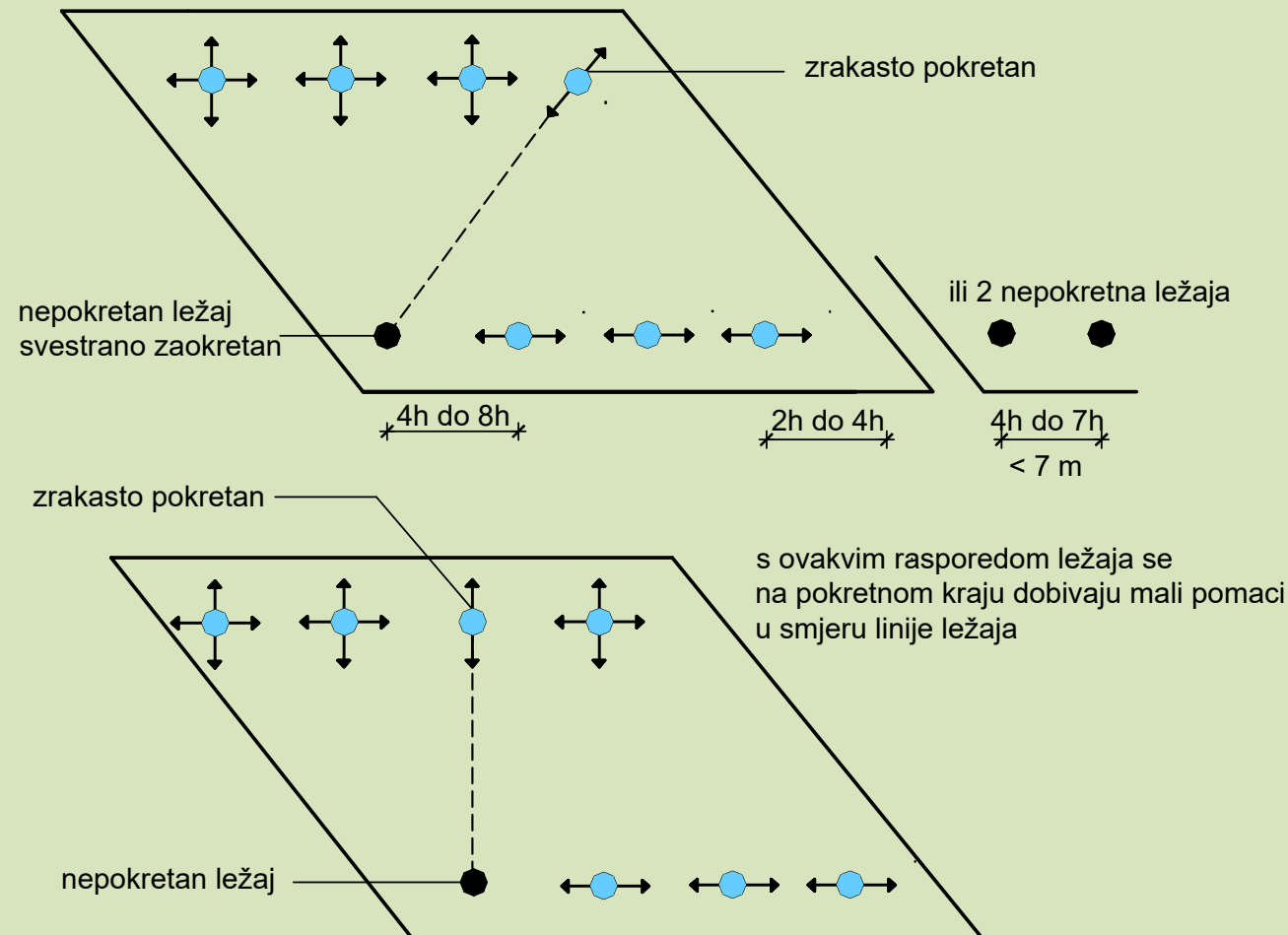




Ležajne reakcije, oslanjanje i poprečne sile u kosim pločama

Preporuke za odabir ležaja pri $\varphi < 40^\circ$

- Nepomičan svestrano zaokretni ležaj u tupi kut
- Ostali ležajevi pomični svestrano zaokretni na razmaku 2h do 4h





Dimenzioniranje armature u ploči provodi se prema provjerama graničnih stanja:

1. Granično stanje sloma – savijanje

- Glavni kriterij za dimenzioniranje je dominantna unutarnja sila - moment savijanja.
- U betonskim pločama uvijek se javljaju i momenti torzije.
- Torzijska naprezanja ne smiju se zanemariti.
- Glavna proračunska pretpostavka - materijal linearno elastičan, odnosno presjek je neraspucao.

2. Granično stanje sloma – posmik

- Posmična naprezanja uglavnom nisu presudna za dimenzioniranje ploče.
- Većina propisa dopušta AB ploče bez posmične armature, za razliku od greda, kod kojih su vilice obavezne.

3. Granično stanje sloma – proboj ploče

- Ovo granično stanje rijetko je kritično, osim kod pojedinačnih oslonaca, najčešće na stupovima.





Dimenzioniranje armature u ploči provodi se prema provjerama graničnih stanja:

4. Granično stanje uporabe – naprezanja

- Uobičajeno je ograničiti vlačna naprezanja čelika i tlačna naprezanja betona na takav način da konstrukcija ostane u linearnom području.
- Na taj se način provjera progiba i širine pukotina može provesti bez nelinearnog proračuna.

5. Granično stanje uporabe – širina pukotina

- Široke pukotine su nepoželjne iz estetskih i trajnosnih razloga.
- Smatra se da pukotine šire od dopuštenih omogućuju brži razvoj korozije armature.
- EC 2 dopušta da se izbjegne proračun širine pukotina ako je udovoljeno pravilima koja ograničavaju promjer i raspored šipki armature.





Dimenzioniranje armature u ploči provodi se prema provjerama graničnih stanja:

6. Granično stanje uporabe – progibi

- Deformacije elemenata konstrukcije ne smiju biti takve da se ugrozi funkcionalnost građevine.
- Kod mostova je bitno uočiti da se i progibi unutar graničnih vrijednosti mogu u vožnji očitovati kao neugodno poskakivanje vozila.
- Prema EC2 progib ploča ograničen je s $1/250$
- Potrebno je rasponskom sklopu mosta dati nadvišenje, koje odgovara računskom progibu za djelovanje stalnog opterećenja.

7. Granično stanje uporabe – zamor

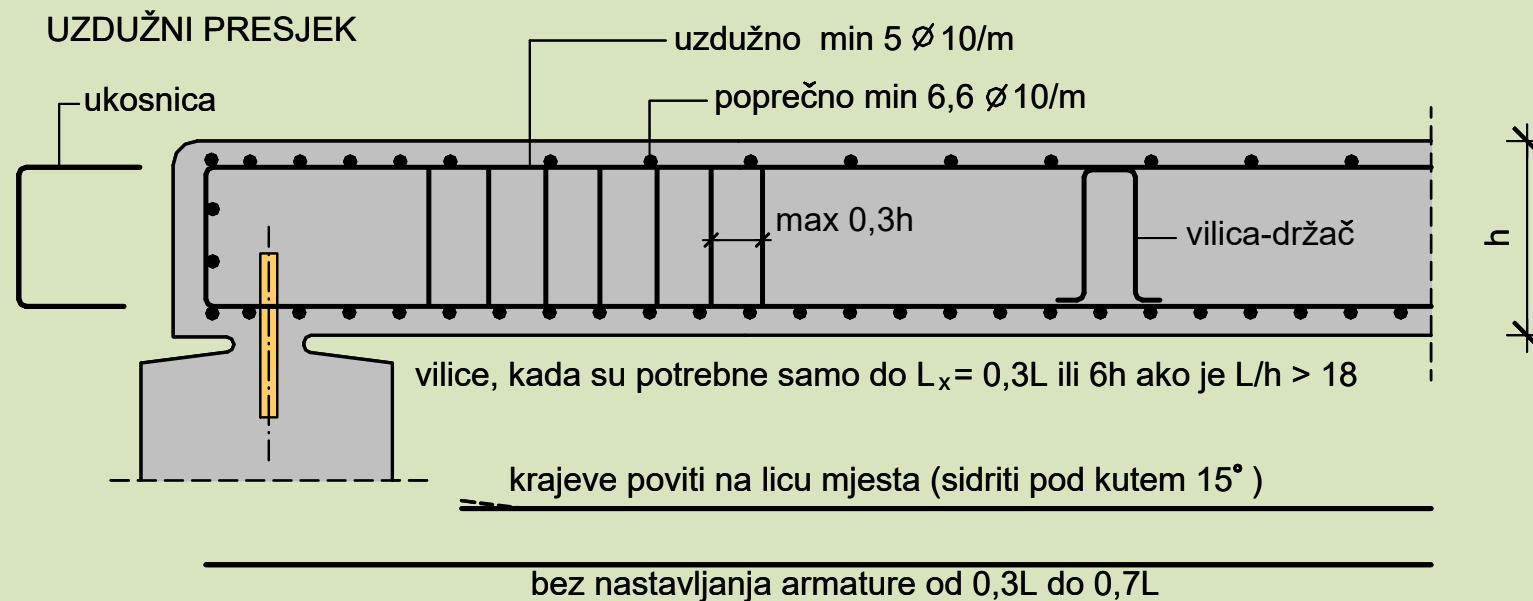
- EC 2 predviđa provjeru armature na zamor.
- Ovakve provjere rijetko se provode u praksi, jer se pokazalo da problem zamora ne uzrokuje oštećenja AB konstrukcija.
- Ova provjera bitna je kod nekih željezničkih mostova ili kod korištenja zavarene armature.



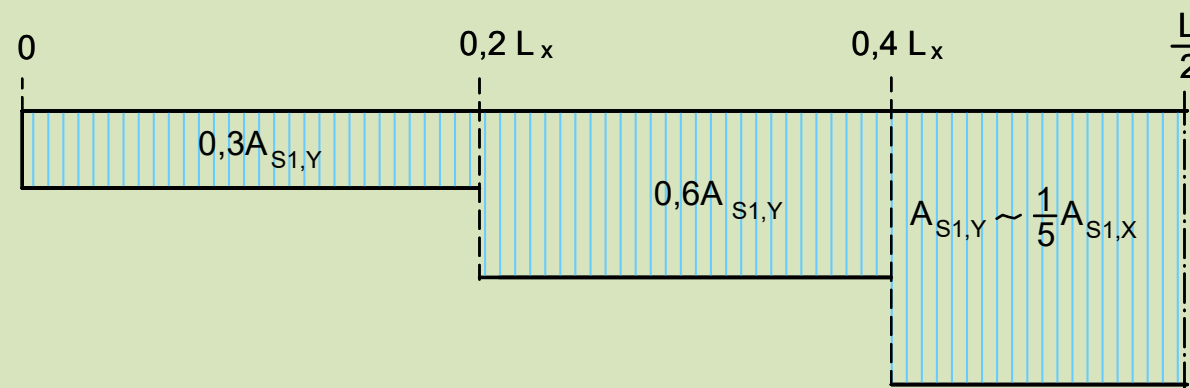


Armiranje punih ploča mekom armaturom

- Uzdužni smjer



RASPODJELA POPREČNE ARMATURE

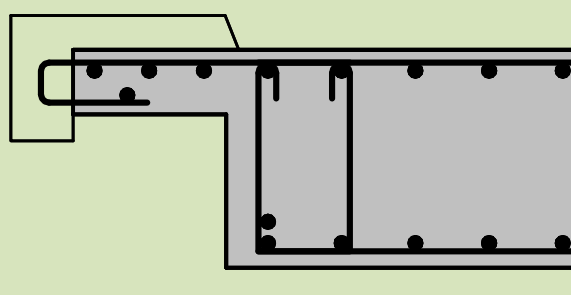




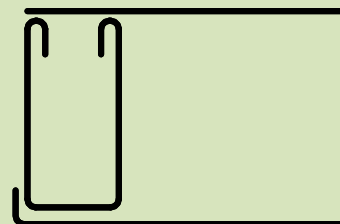
Armiranje punih ploča mekom armaturom

- Poprečni smjer

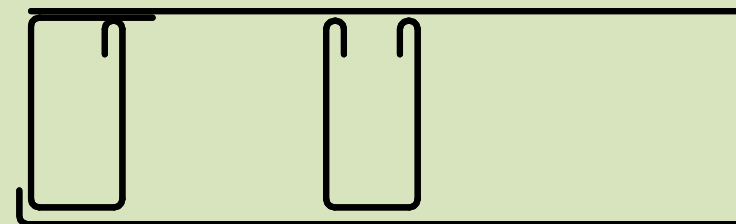
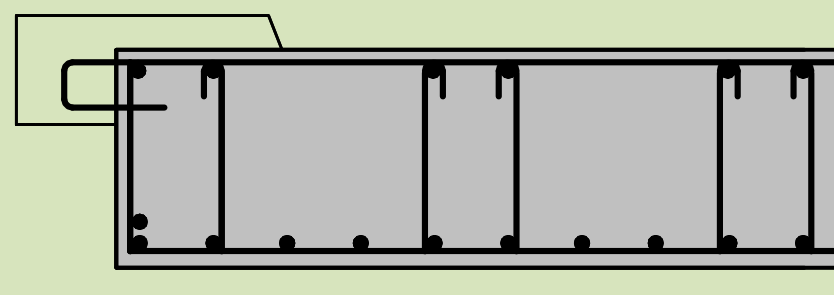
Bez posmične armature (vilica)



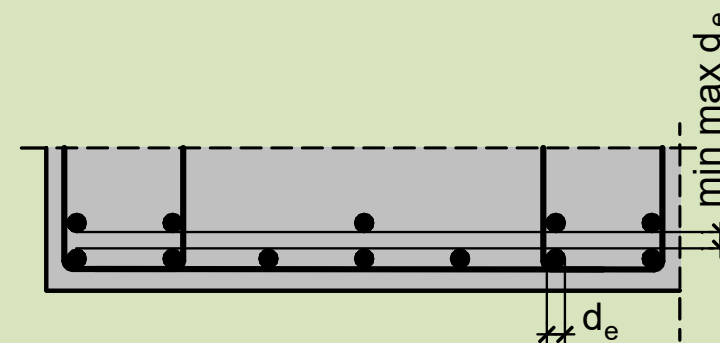
rubna vilica
 $e=150 - 250\text{mm}$



s vilicama na razmaku $v \geq 0,4\text{m}$

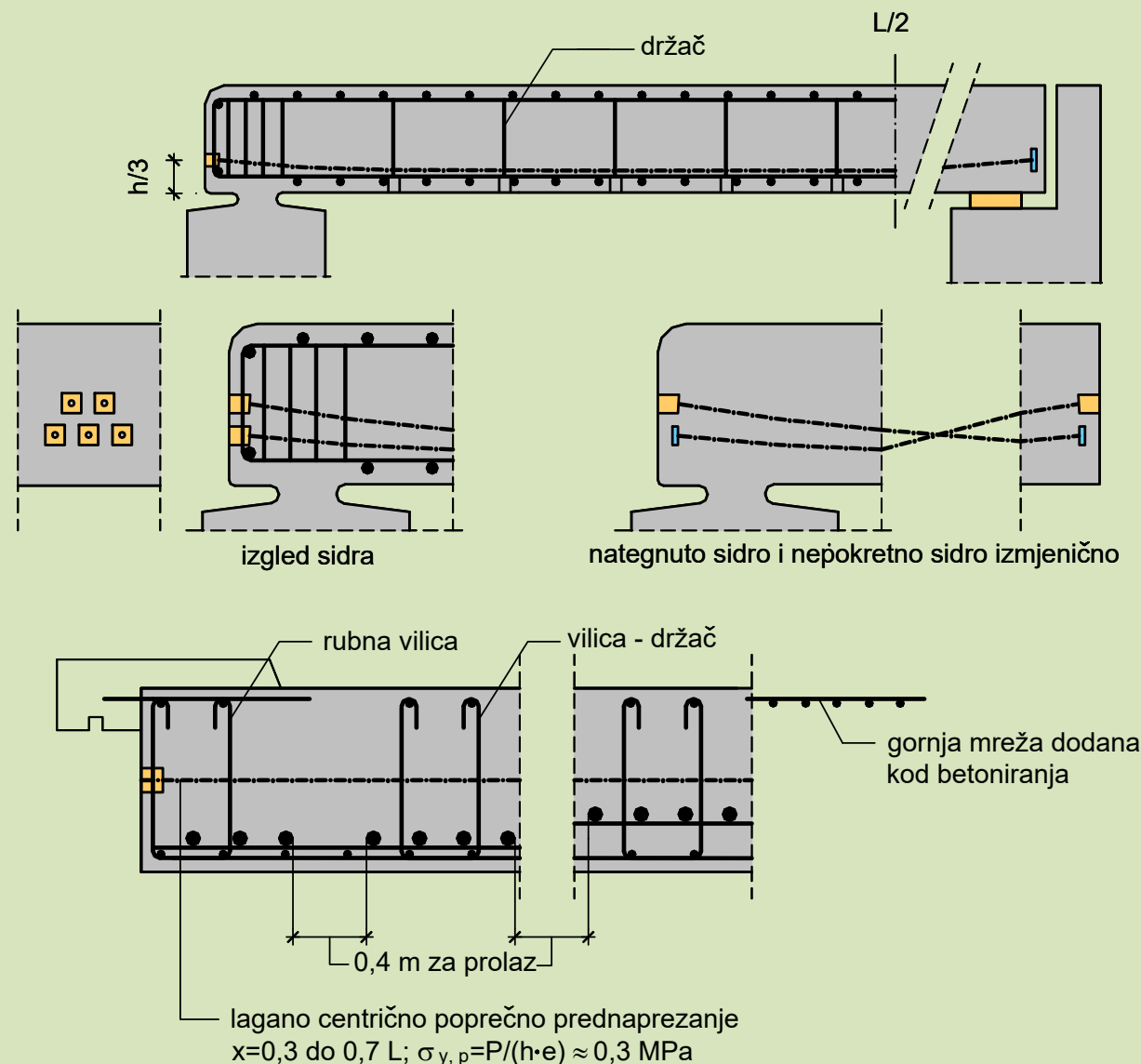


glavna armatura u 2 reda:
razmak između redova min max d_e



Pune ploče od prednapetog betona

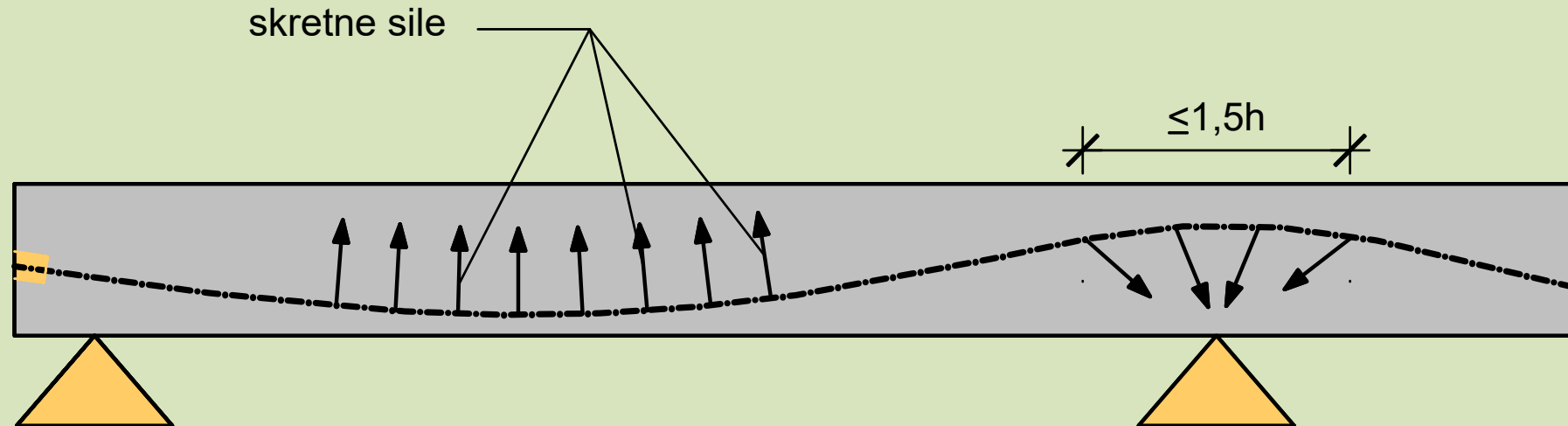
- Uzdužni kabeli iznad donje mreže na držače
- Ispitivanja na posmik pokazala da je najpovoljnije sidrenje na $h/3$
- Poprečno grupe na razmaku od 40 cm – prolaz osoblja pri izvedbi
- Poprečna armatura za sile cijepanja od sidrenja kabela
- $b < 10\text{m}$ – poprečno pred. nije potrebno ili samo lagano centrično prednapinjanje u srednjoj $1/3L$ (protiv uzdužnih pukotina)
- $b > 10\text{m}$ – poprečno prednap. i na ležajima (zbog temp. i utjecaja od spriječenih deformacija)



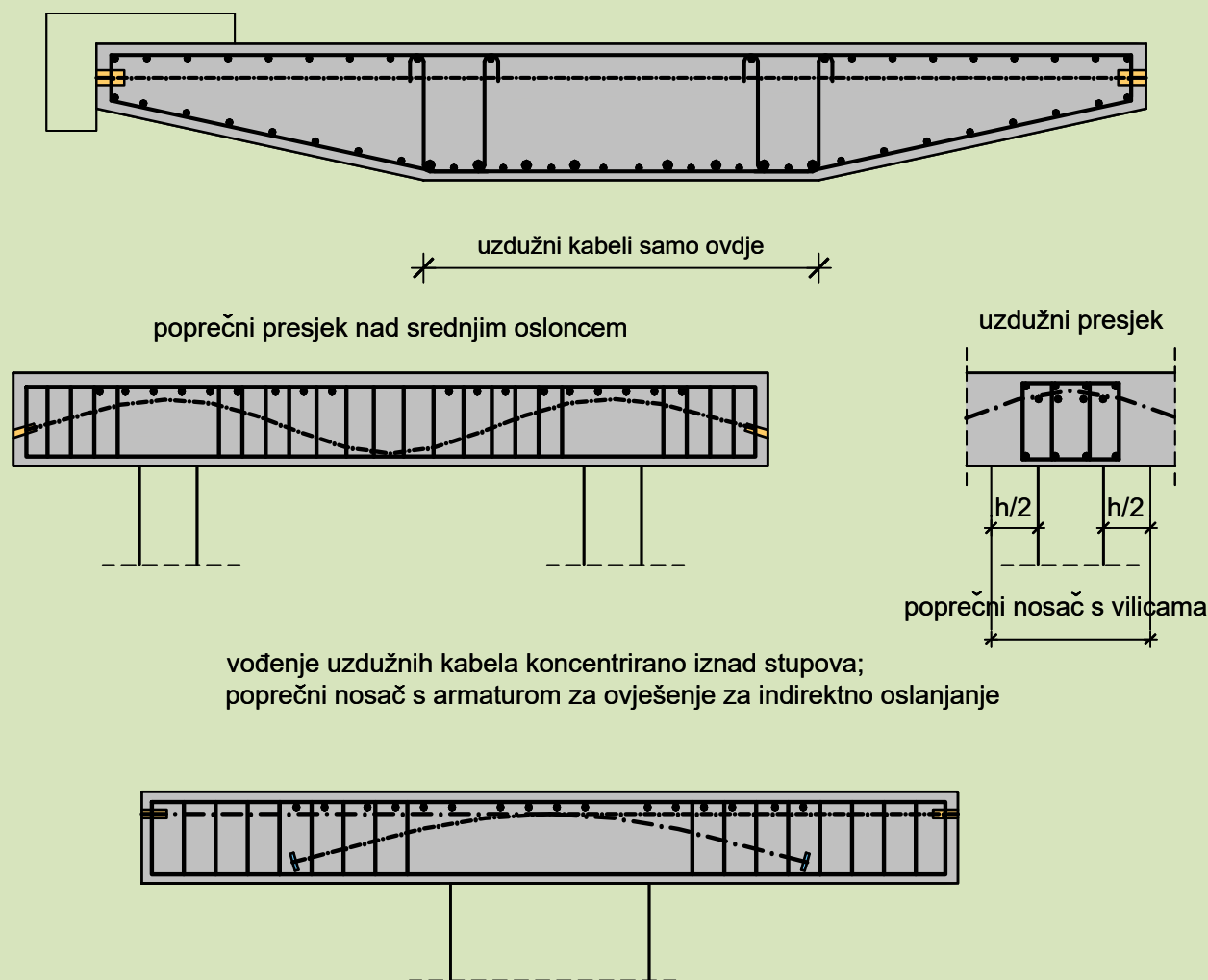


Pune ploče od prednapetog betona

- Kod kontinuiranih prednapetih ploča valja uzdužne kabele iznad stupova zaobliti na što manjoj dužini ($<1,5 h$) kako bi se skretne sile mogle direktno predati na ležaje
- Na taj se način sprečava pojava štetnih kosih vlačnih naprezanja
- Ove kabele treba postaviti na ležaju u što je moguće viši položaj kako bi se u polju pojavile što veće skretne sile prema gore



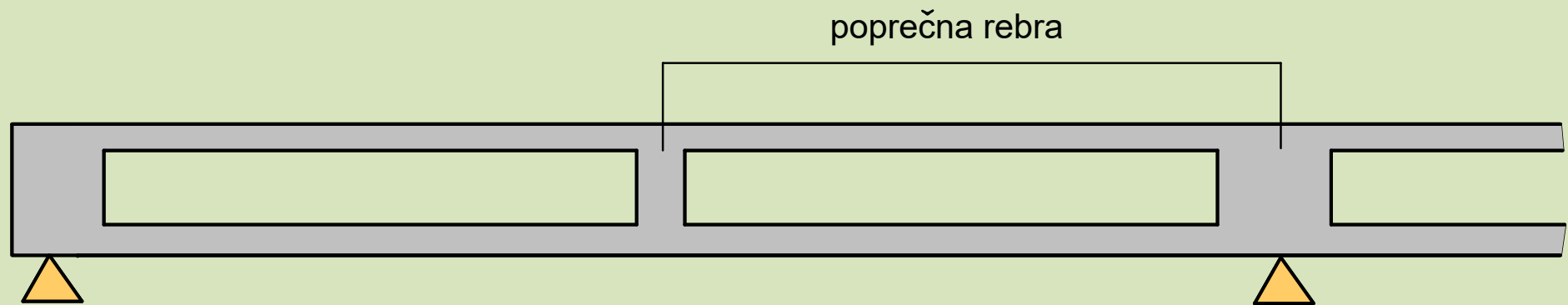
- uzdužni kabeli postavljaju se samo na dijelu pune visine ploče, dok se poprečni kabeli smještaju u gornju zonu, za prihvat momenata savijanja od konzolnog djelovanja rubnih područja ploče
- Poprečni kabeli - ispod uzdužnih kabela,
- Linija vođenja prema dijagramu momenata savijanja i poprečnih sila





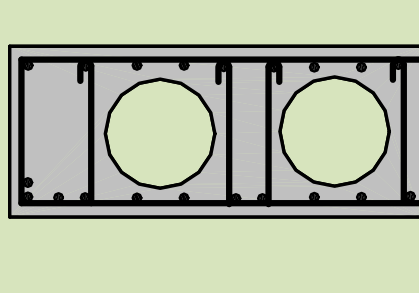
Šuplje ploče

- Dijagram kosih vlačnih naprezanja narušen zbog šupljih prostora - osjetljive su na velike poprečne momente i pripadne poprečne sile
- Poprečna rebra u $(l/2)$ i na osloncima, ako je $l/b \leq 4$

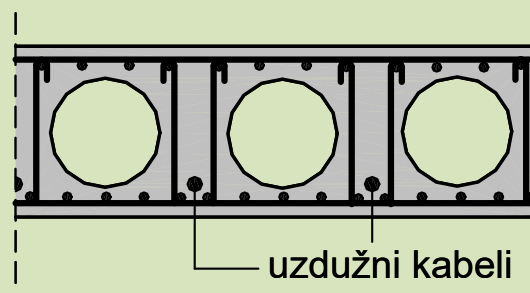


Šuplje ploče

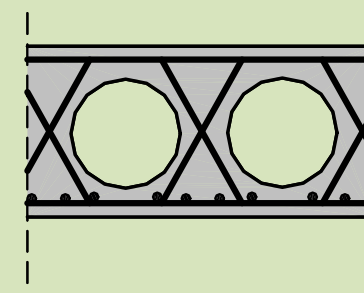
- Uzdužna rebra se armiraju sa sponama na max. 0,3 h ili 30 cm
- Poprečna armatura - jedan red armature dolje i gore
- Koncentrirana sila kotača vozila prenosi se preko šupljine djelovanjem svoda
- Za pravokutne šuplje ploče → uvjet: $l_o/h_o \leq 6$



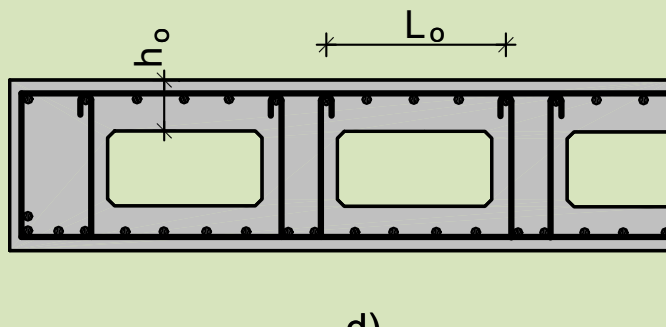
a)



b)



c)



d)

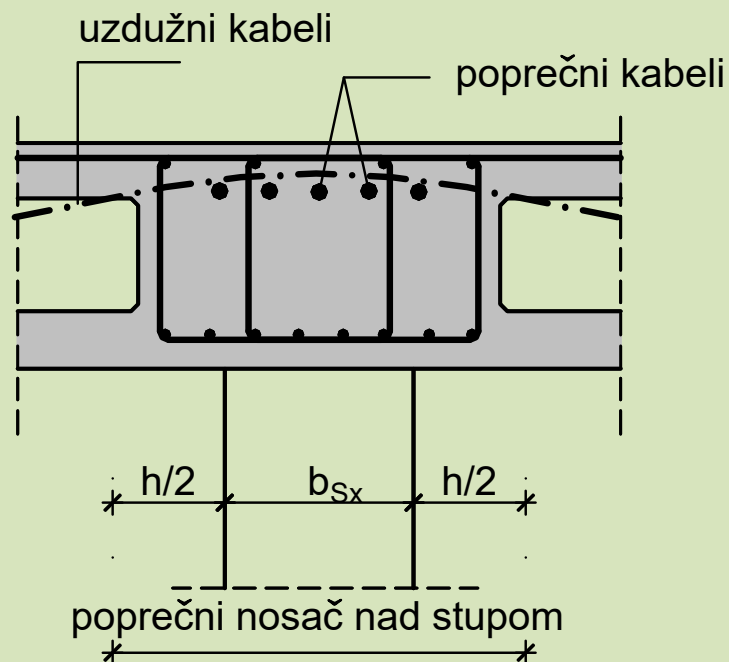
gornja poprečna armatura
za $l_o/h_o \leq 6$



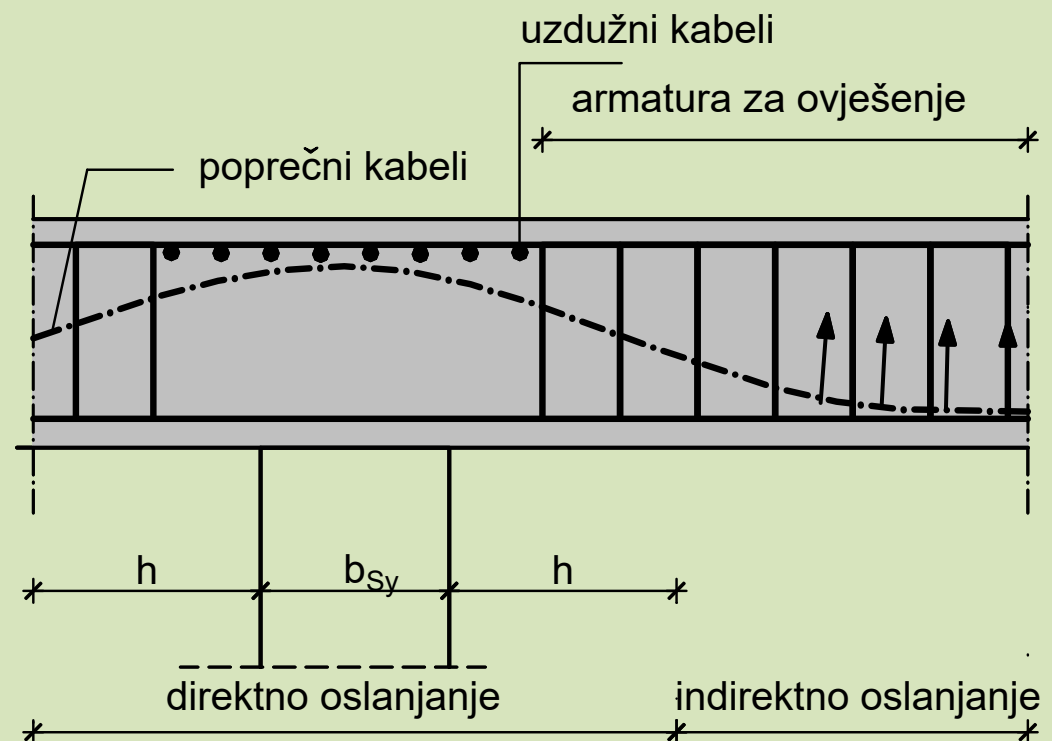
Šuplje ploče

- Široki poprečni nosač iznad stupova kontinuirane šuplje ploče
- Poprečno prednapinjanje u području poprečnog nosača
- Reakcije ploče na rubnim dijelovima izvan područja stupa (indirektno oslanjanje) se preuzimaju putem skretnih sila poprečnih kabela i spona

UZDUŽNI PRESJEK



POPREČNI PRESJEK

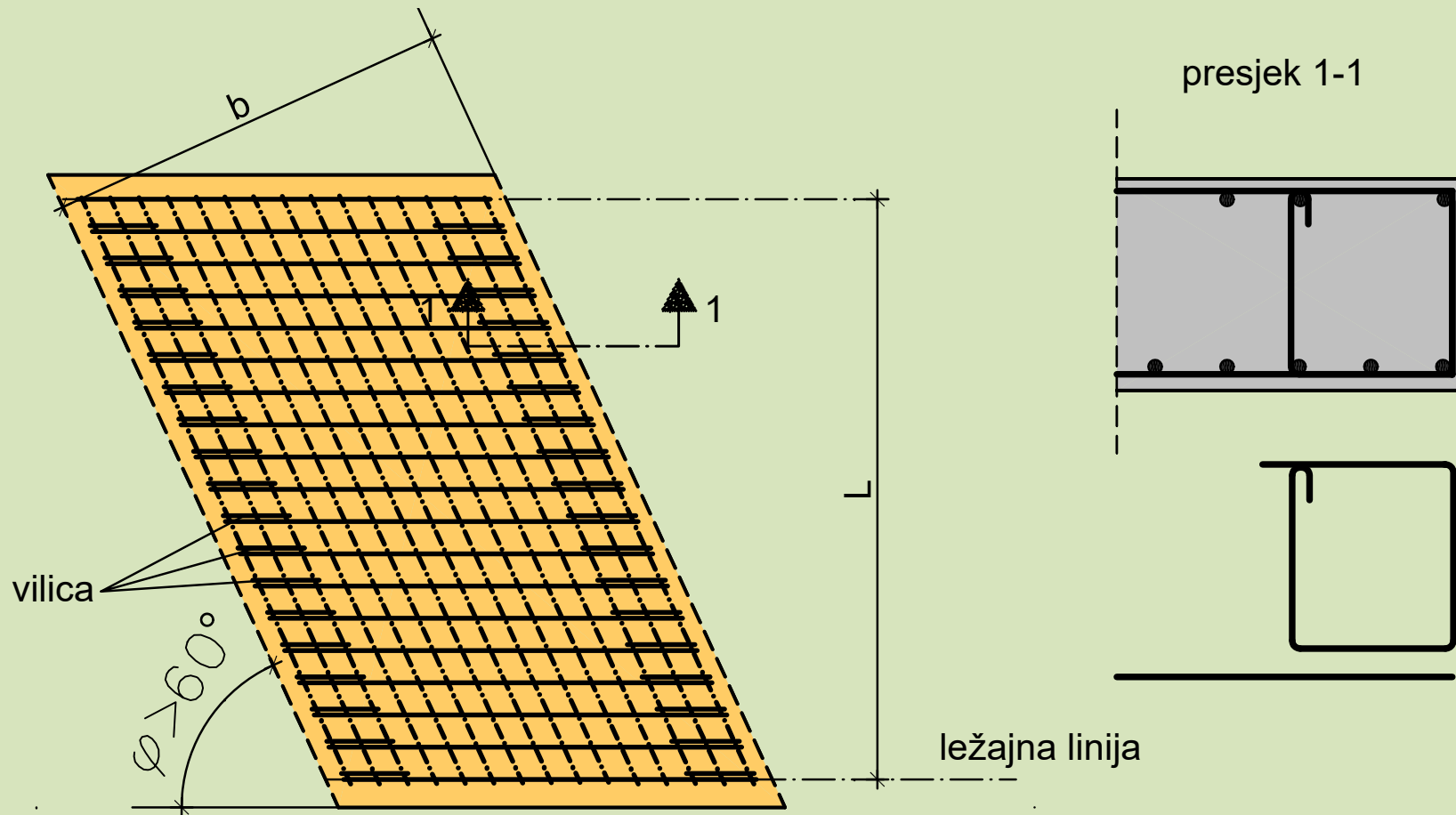




Armiranje kosih ploča

Za $\varphi > 60^\circ$, $b/L \geq 1:2$

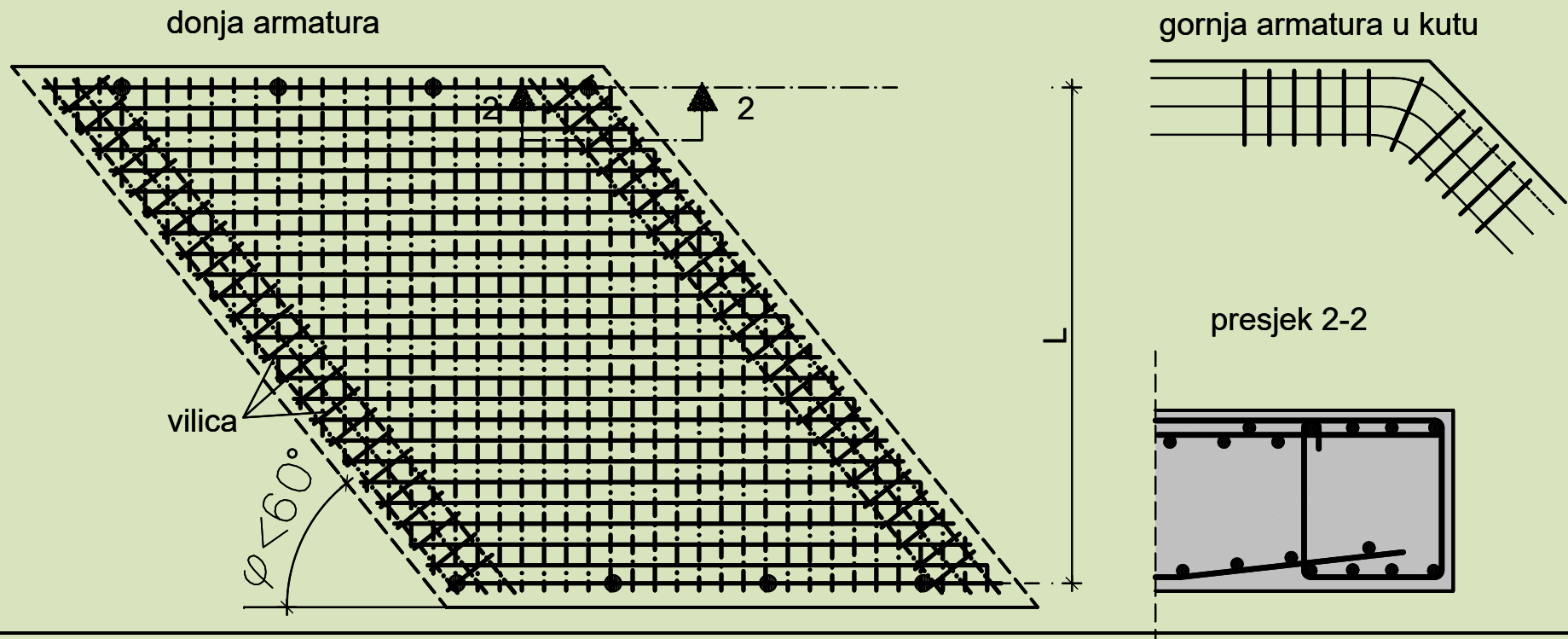
- Uzdužna i poprečna armatura postavlja se paralelno s rubovima
- Slobodni rubovi obuhvaćaju se s vilicama



Armiranje kosih ploča

Za $\varphi < 60^\circ$

- Uzdužna armatura se postavlja okomito na ležajeve, a poprečna paralelno s ležajevima
- Na slobodnim rubovima formira se traka $b_r \approx h$ koja se ojačava uzdužnom armaturom i vilicama
- Gornja armatura rubnih traka povija se na tupim kutovima ploče u smjeru ležajne linije za preuzimanje momenata upetosti – tu treba progustiti i vilice

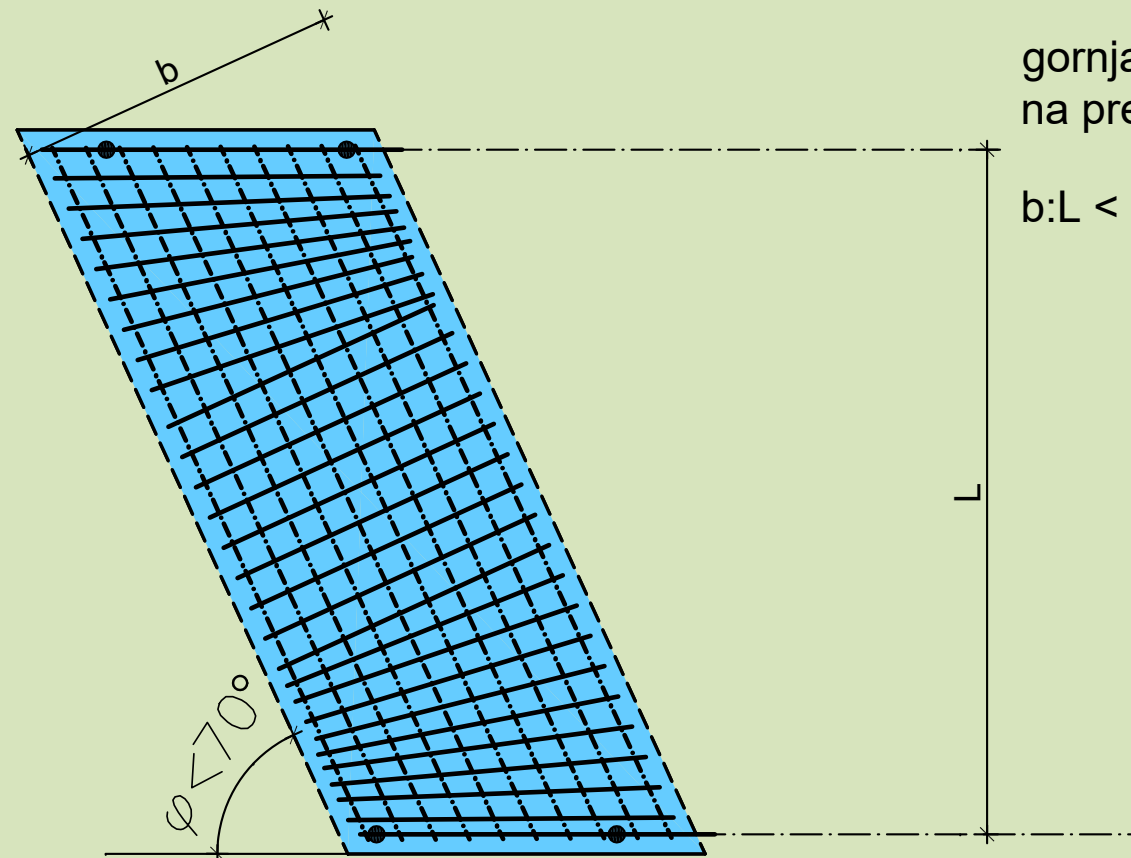




Armiranje kosih ploča

Za $\varphi < 70^\circ$; $b:L < 1:2$ (uska i dugačka ploča)

- Uzdužna armatura postavlja se paralelno sa slobodnim rubovima
- Poprečna armatura polaže se u srednjim područjima ploče okomito na uzdužnu armaturu, a u područjima ležaja u obliku lepeze, na krajevima je paralelna s ležajnom linijom





Mogućnosti izvedbe

- Monolitno – na fiksnim i pokretnim skelama
- Montažno – od predgotovljenih nosača
- Polumontažno – od predgotovljenih nosača sa izvedbom kolničke ploče





Nepokretne skele – monolitna izvedba

- Nepokretne skele su sve klasične nosive skele.
- One su fiksne i grade se na jednome mjestu, a za ponovnu upotrebu na drugome mjestu moraju se rastaviti i u dijelovima premjestiti.
- Sve su manje u primjeni za mostove velikih raspona.
- Prema građi skele mogu biti: drvene, čelične i kombinirane.
- Oplata može biti daščana, od šperploče i metalna.
- Mora biti dobro ukrućena i bez vidljivih deformacija od pritiska svježeg betona.
- Prema namjeni: skele grednih i skele lučnih mostova
- Prema načinu oslanjanja: skele s više oslonaca, s malo oslonaca te s dva oslonca u jednom polju mosta

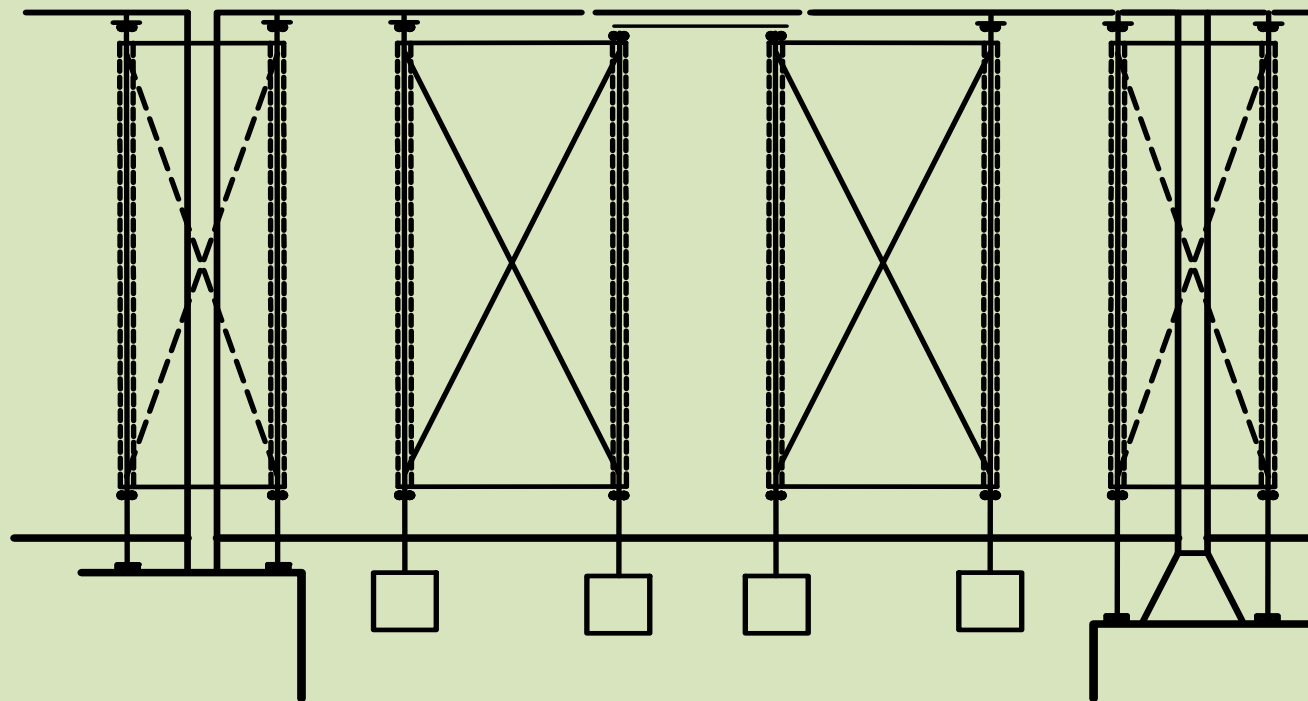




Nepokretne skele – monolitna izvedba

Skele s više oslonaca:

- Pogodne su za gredne mostove (i plitke svodove), kada građevina nije visoko uzdignuta iznad tla
- Drveni stupovi mogu biti zabijeni u tlo kao piloti, a na vrhu povezani naglavnicom, te ukruženi horizontalnim kliještima i križevima.
- Drveni stupci kao i čelični mogu biti postavljeni i na betonske pragove.



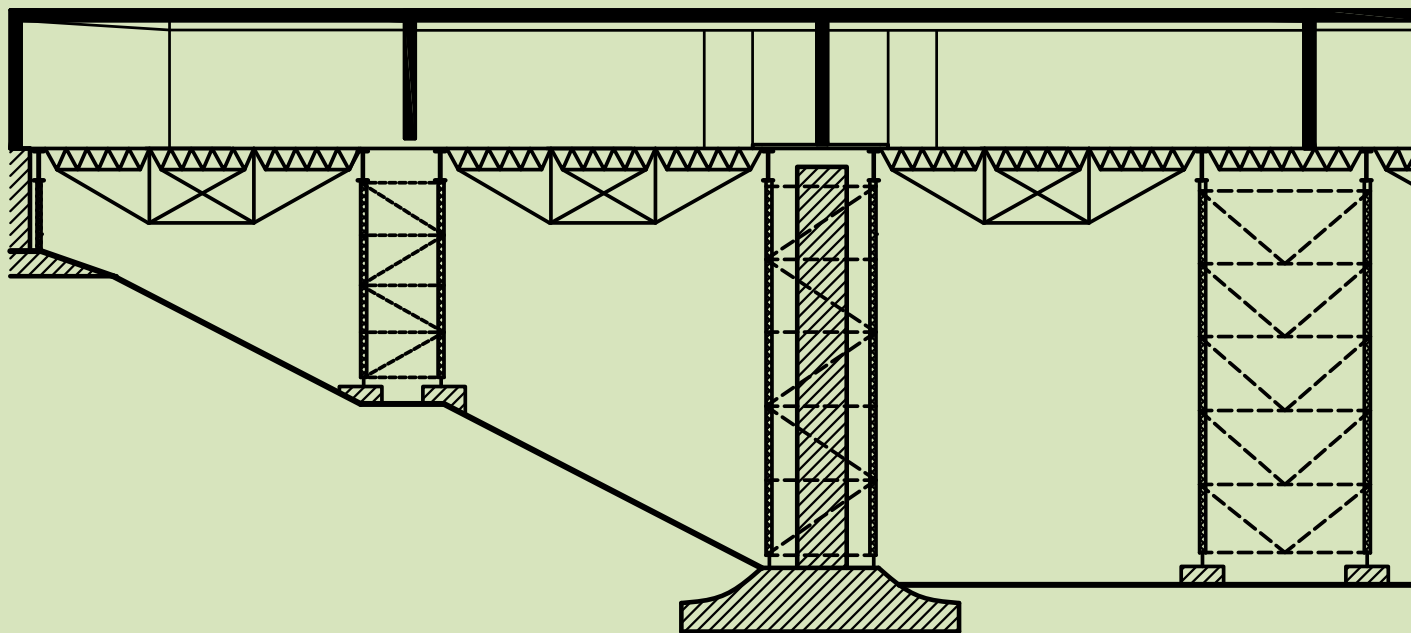


Nepokretne skele – monolitna izvedba

Skele s malo oslonaca:

- Uglavnom su čelične
- Tipizirani dijelovi
- Kod mostova različitih raspona i visina iznad terena

Izvedba

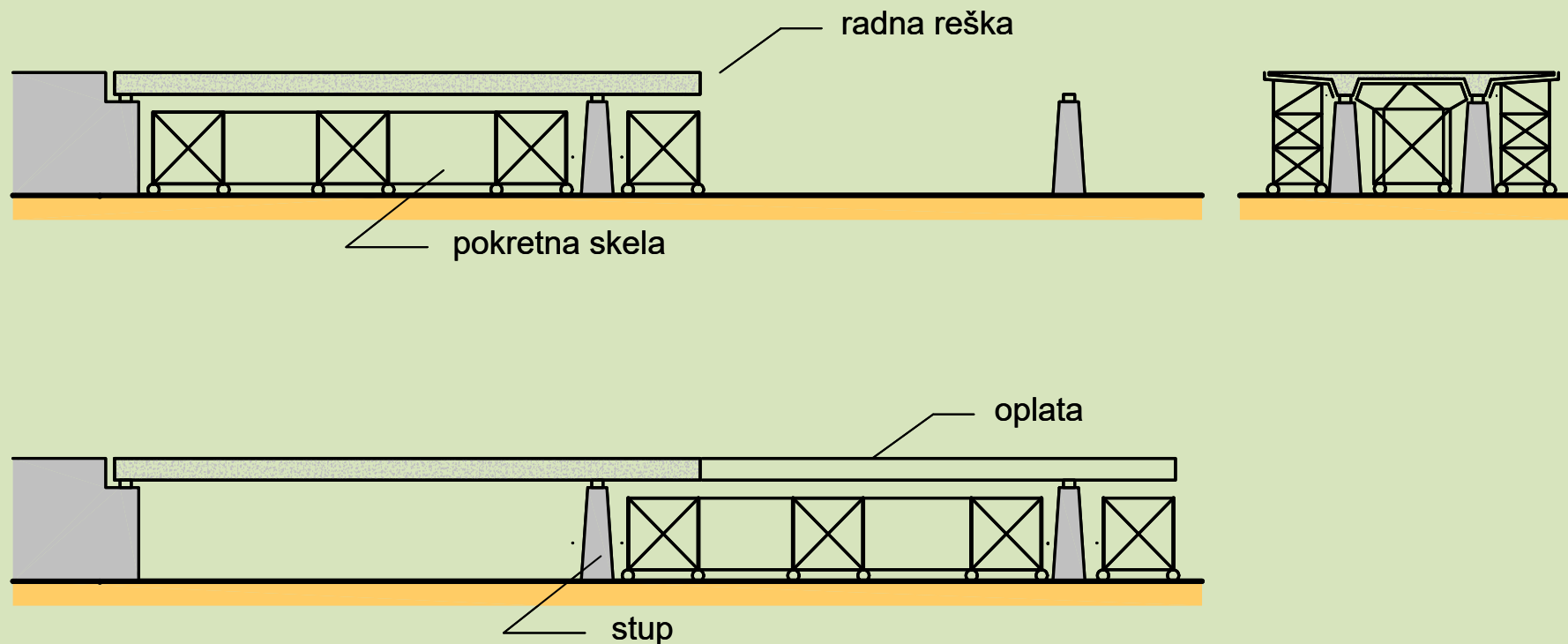




Pokretne skele - monolitna izvedba

- Bez rastavljanja mogu se premještati uzduž i poprijeko na most
- Pogodne za ravno i dobro nosivo tlo, te za mostove koji nisu visoko uzdignuti iznad tla i imaju više od tri raspona
- Radne reške na mjestima nul-točaka momentnog dijagrama ($\approx 1/4 l$).

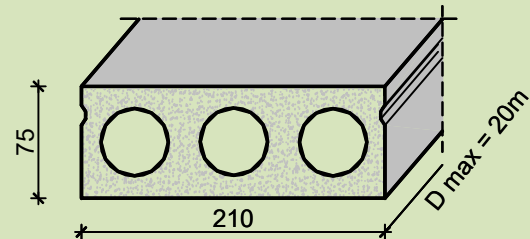
Izvedba



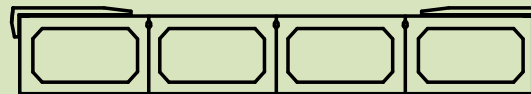
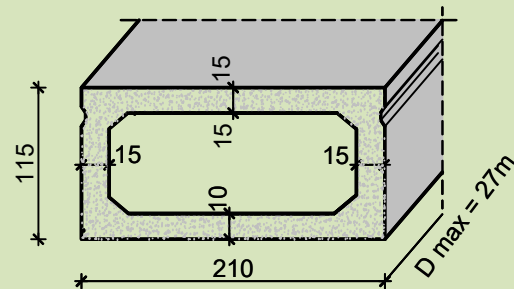


Izvođenje - Montažna i polumontažna izvedba

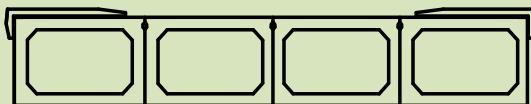
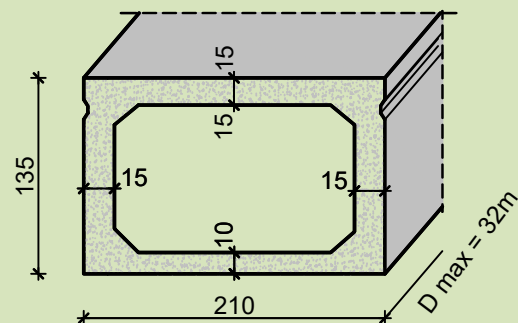
Izvedba



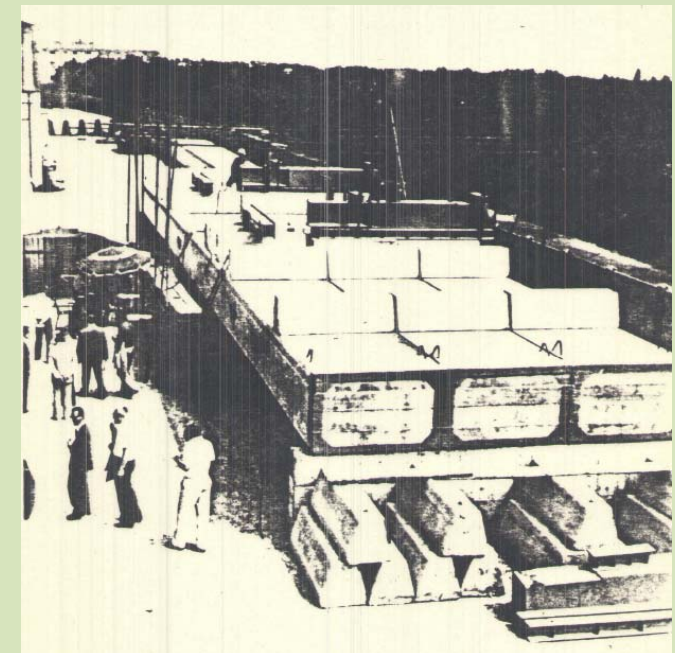
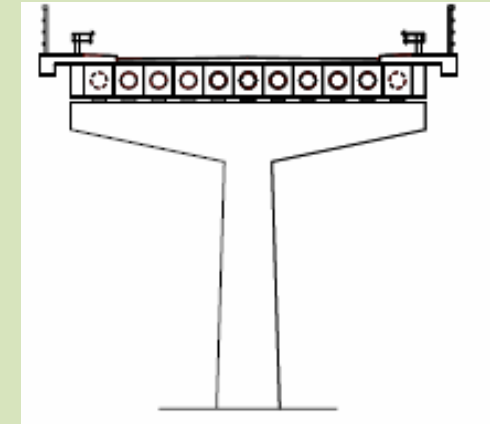
SAN 210/75 D max = 20 m



SAN 210/115 D max = 27 m



SAN 210/135 D max = 32 m





Izvođenje - Montažna i polumontažna izvedba

- Kod izvedbe pločastih rasponskih konstrukcija sastavljenih od gotovih, montažnih elemenata
- Duljine elemenata toliko da sežu od jednog do drugog stupa mosta
- Koriste se različita prenosila – autodizalice, portalne dizalice
- Montažni nosači izrađuju se u industrijskim postrojenjima ili na mjestu gradnje
- Transport nosača na manjim udaljenostima obavlja se specijalnim cestovnim vozilima, a na duljim relacijama željeznicom
- Za montažu tipskih nosača koriste se obično 2 autodizalice nosivosti 90 – 100 t, dok u iznimnim situacijama kod otežanog pristupa mostu 1 autodizalica nosivosti 300 t
- S aspekta trajnosti konstrukcije mosta danas se primjenjuje polumontažni način gradnje s betoniranjem ploče povrh nosača.

