

# ***BETONSKE KONSTRUKCIJE***

## ***ELEMENTI KONSTRUKCIJE ARMIRANOBETONSKIH OBJEKATA***

***Prof. dr Snežana Marinković***

***Doc. dr Ivan Ignjatović***

***Semestar: V***

***ESPB:***

# **1. Elementi konstrukcije armiranobetonskih objekata**

## **2. Monolitne međuspratne konstrukcije**

2.1. *Ploče u jednom pravcu*

2.2. *Krstasto armirane ploče*

2.3. *Podvlake*

2.4. *Ploče oslonjene na stubove*

2.5. *Sitnorebraste konstrukcije*

2.6. *Kasetirane konstrukcije i gredni roštilji*

## **3. Polumontažne međuspratne konstrukcije**

3.1. *“TM” tavanice*

3.2. *“KAT” tavanice*

3.3. *Tavanice sistema “Avramenko”*

3.4. *“OMNIA” tavanice*

## **4. Montažne međuspratne konstrukcije**

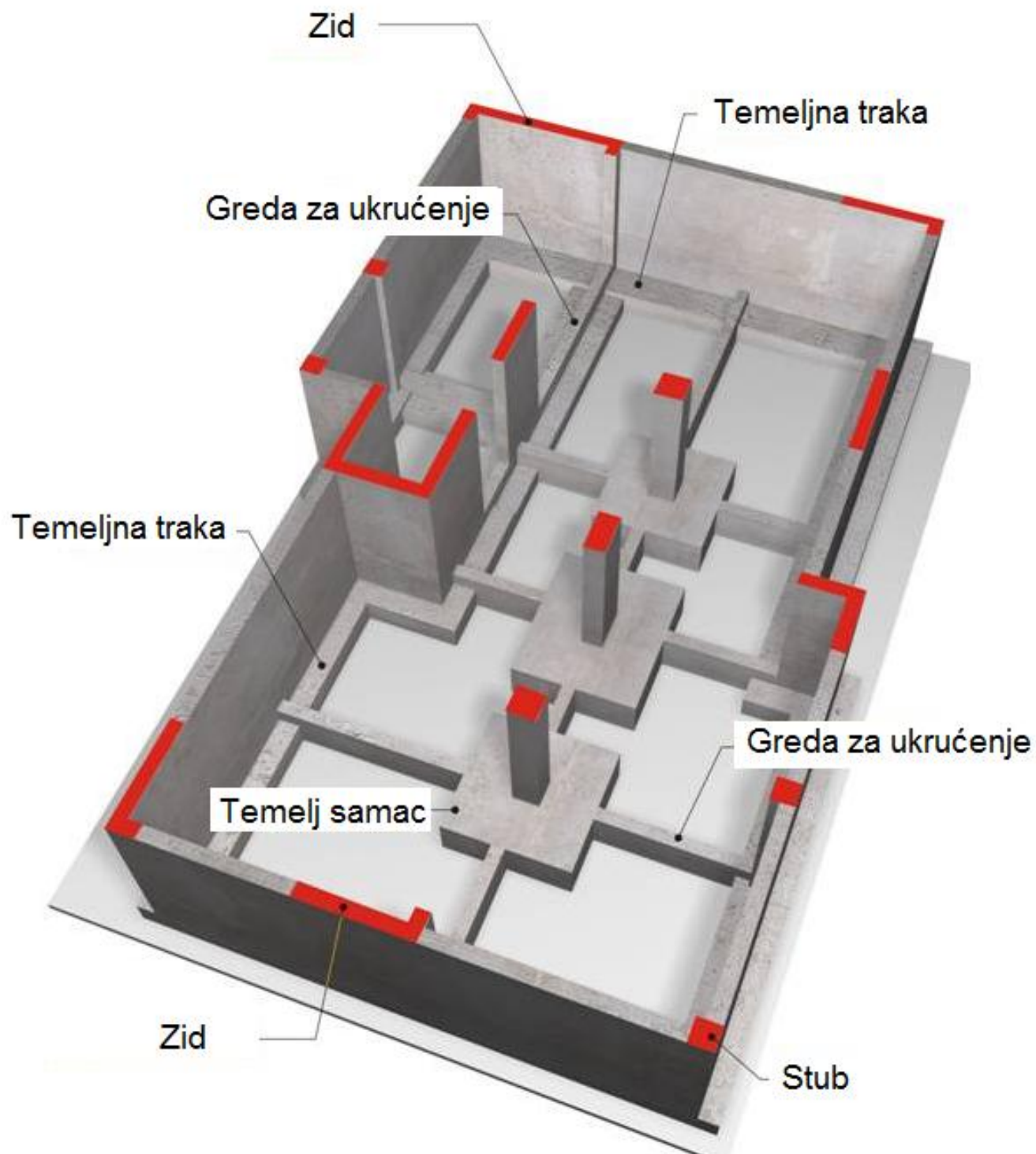
4.1. *Durisol ploče*

4.2. *Armiranobetonske korube*

4.3. *Ošupljene ploče*

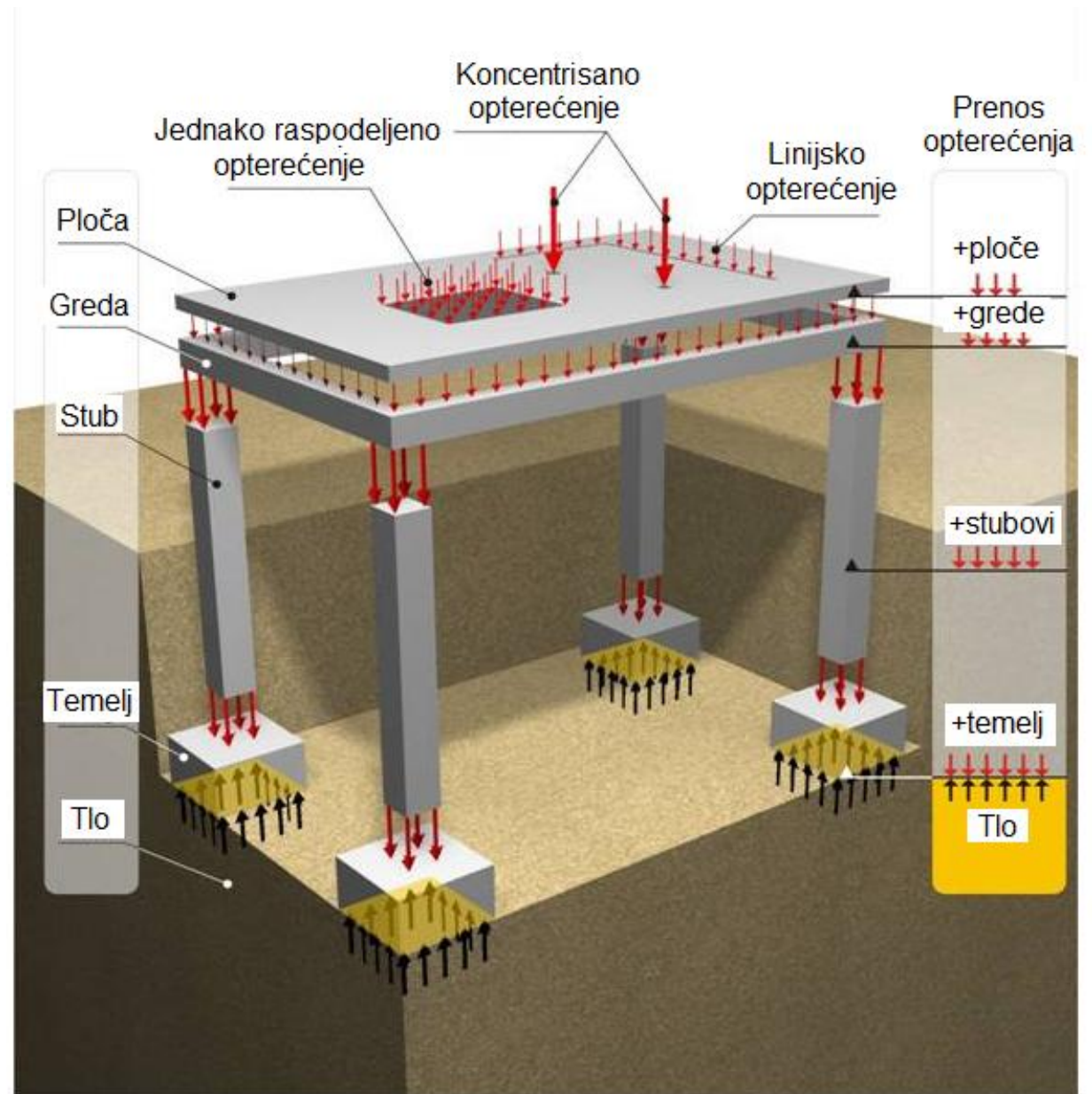
# ***1. Elementi konstrukcije armiranobetonskih objekata***

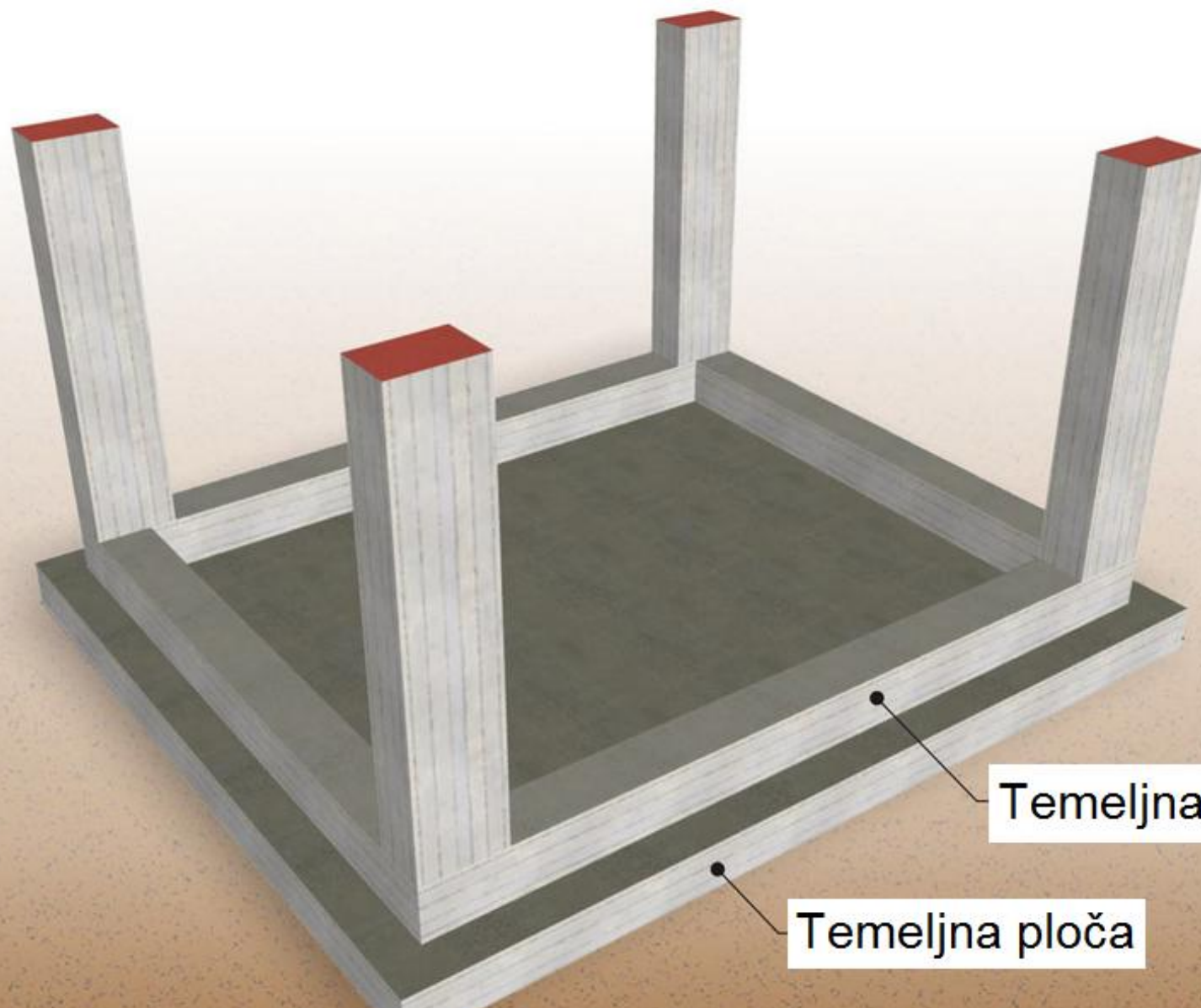
- *Gotovo svaka konstrukcija od armiranog betona sastoji se od sledećih grupa pojedinačnih elemenata:*
  - *Temelja*
  - *Vertikalnih elemenata konstrukcije – stubovi, zidovi, jezgra*
  - *Međuspratnih konstrukcija, kao i krovne konstrukcije*
  - *Stepenišne konstrukcije*



# 1. Elementi konstrukcije armiranobetonskih objekata

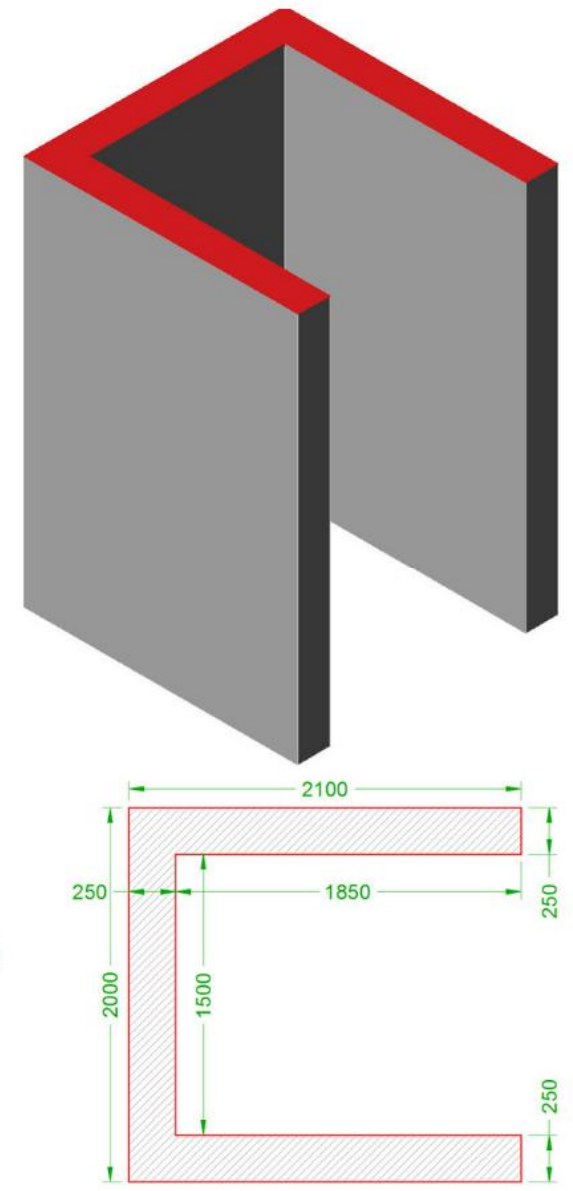
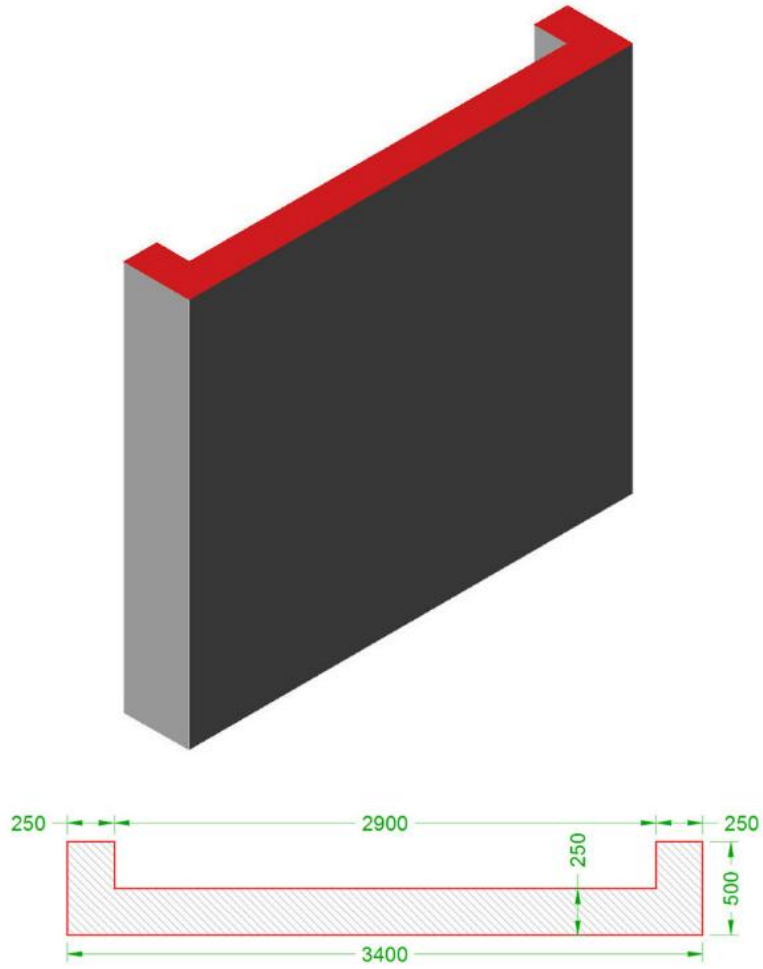
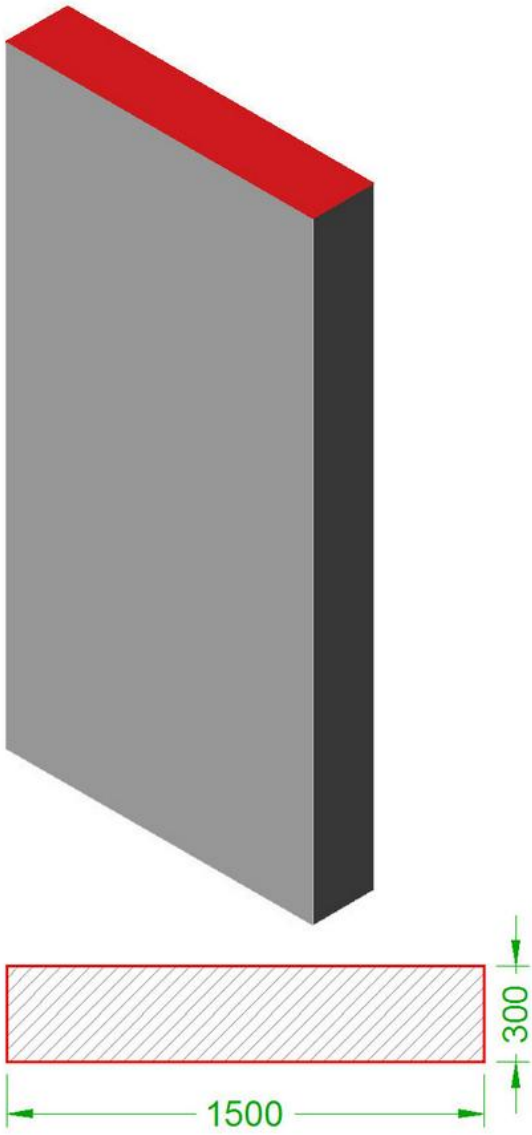
- *Opterećenje se najvećim delom prenosi sa međuspratnih konstrukcija na vertikalne elemente do temelja, i zatim do tla*

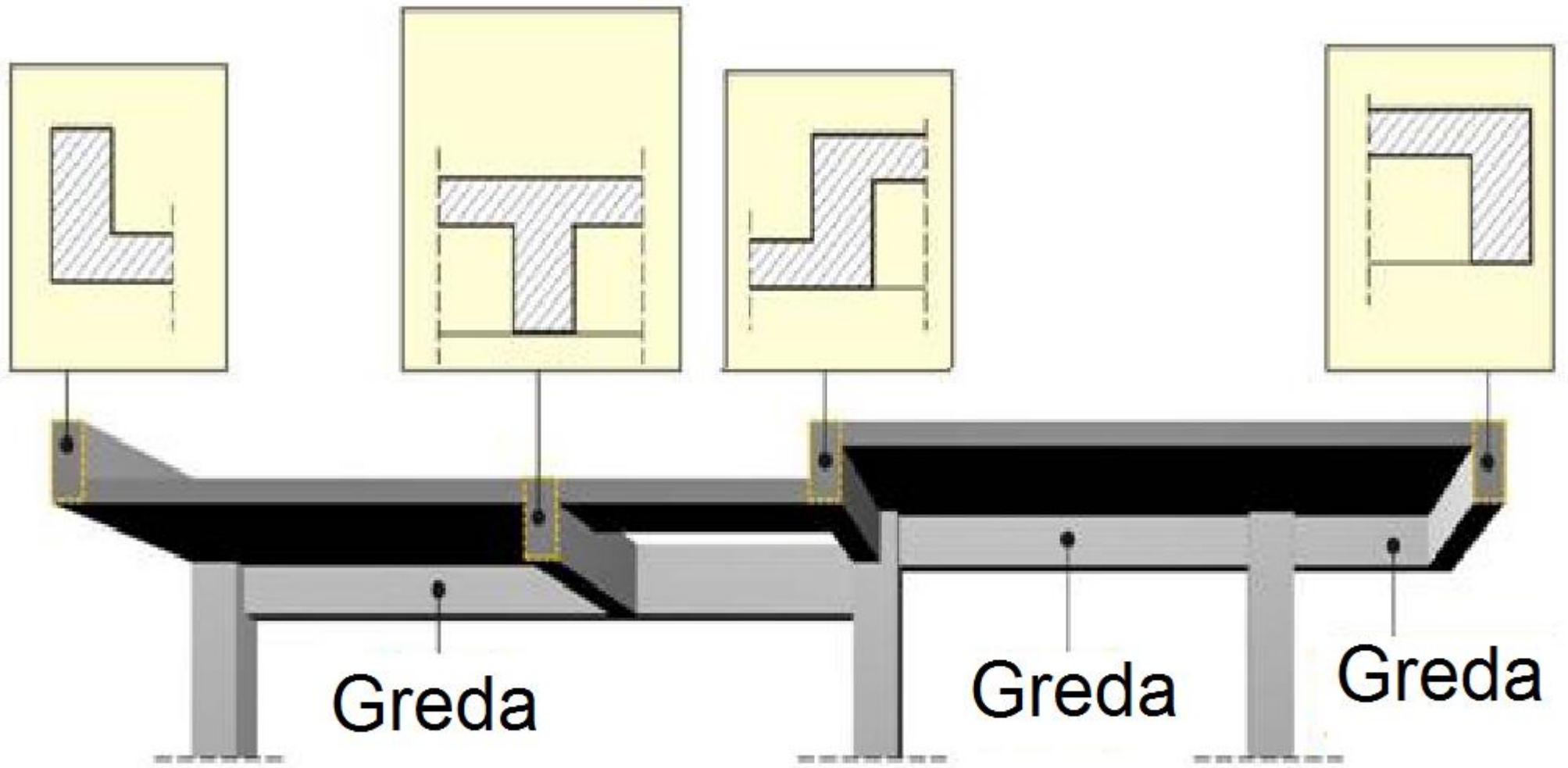




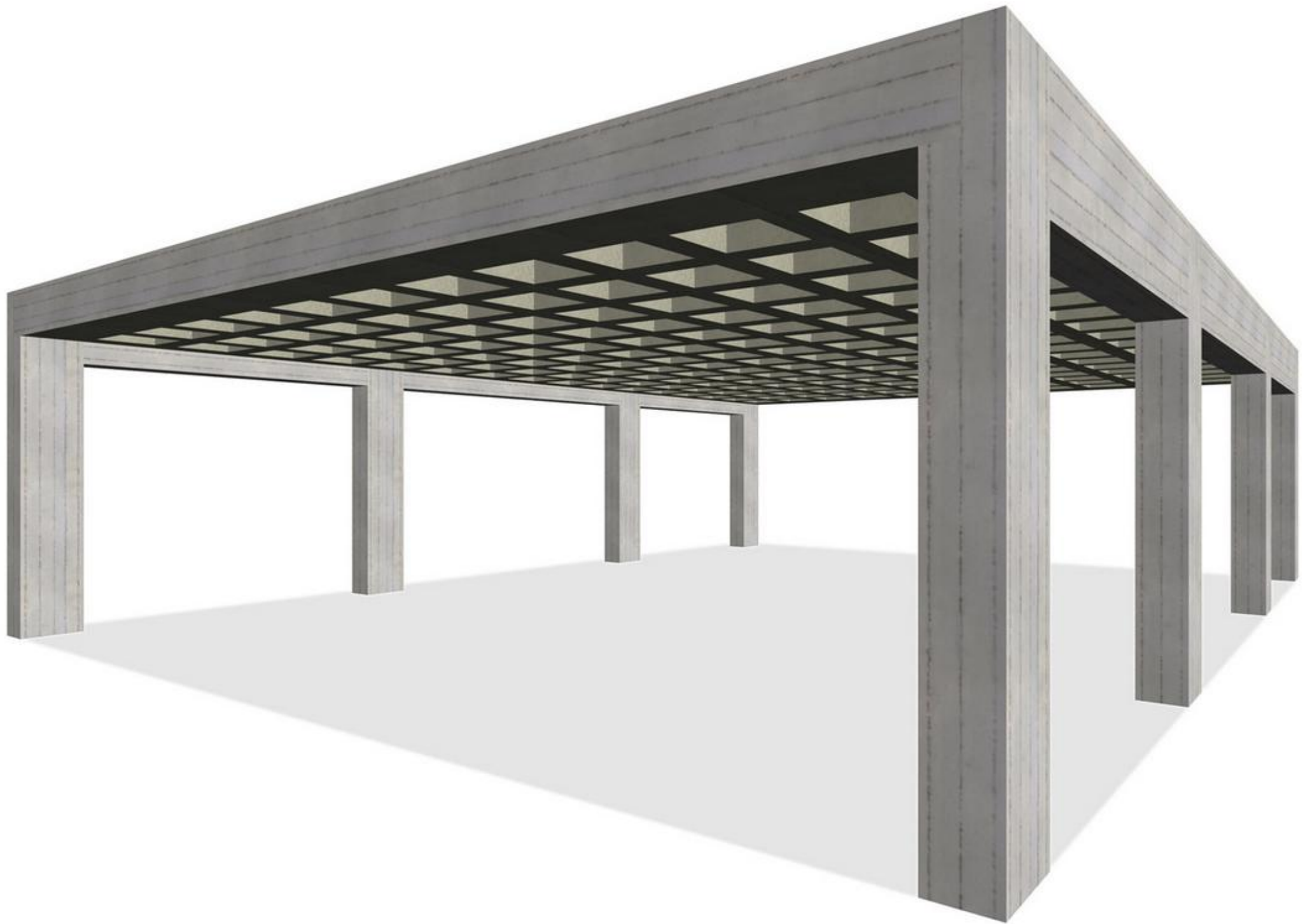
Temeljna greda

Temeljna ploča

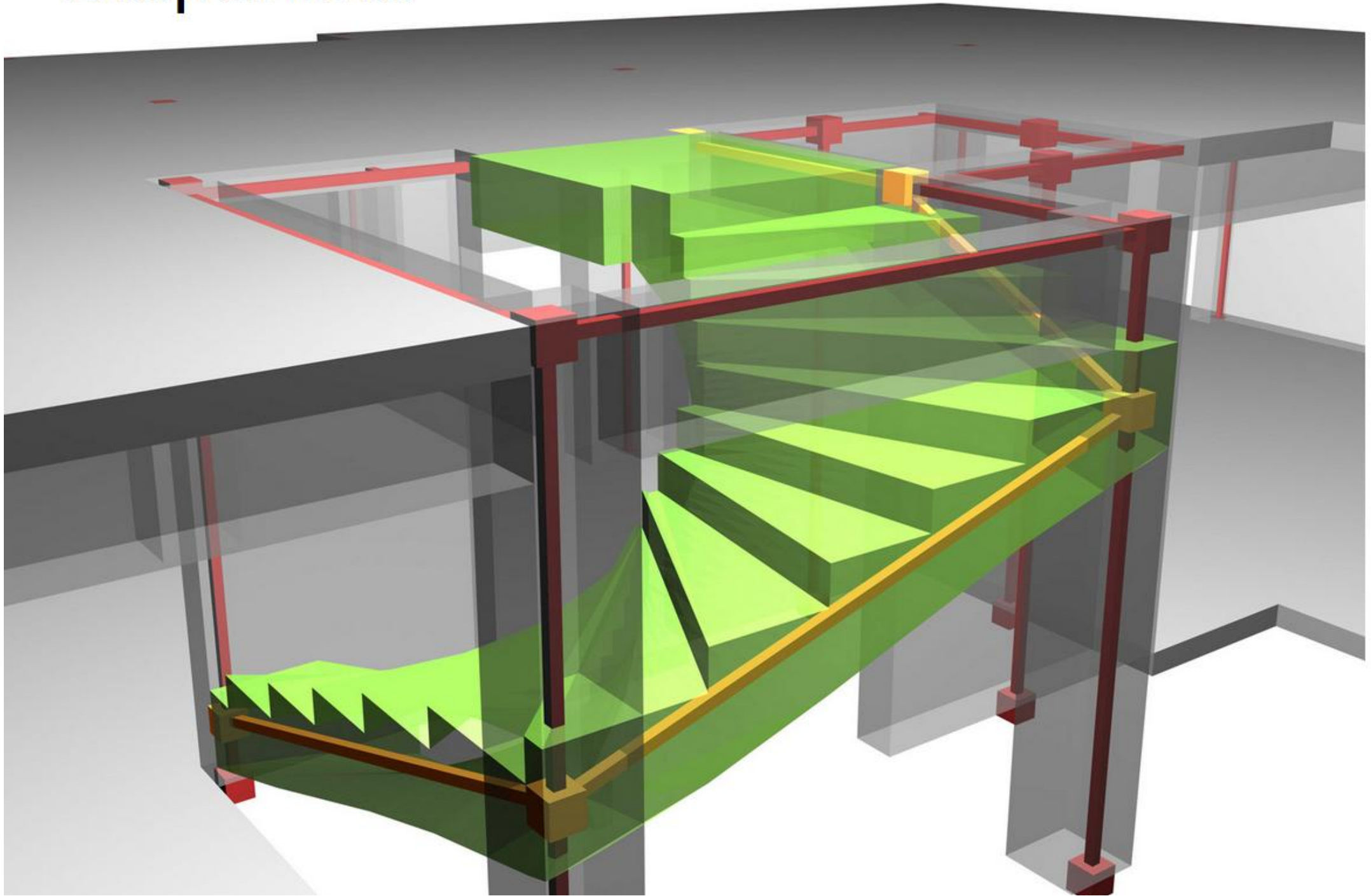






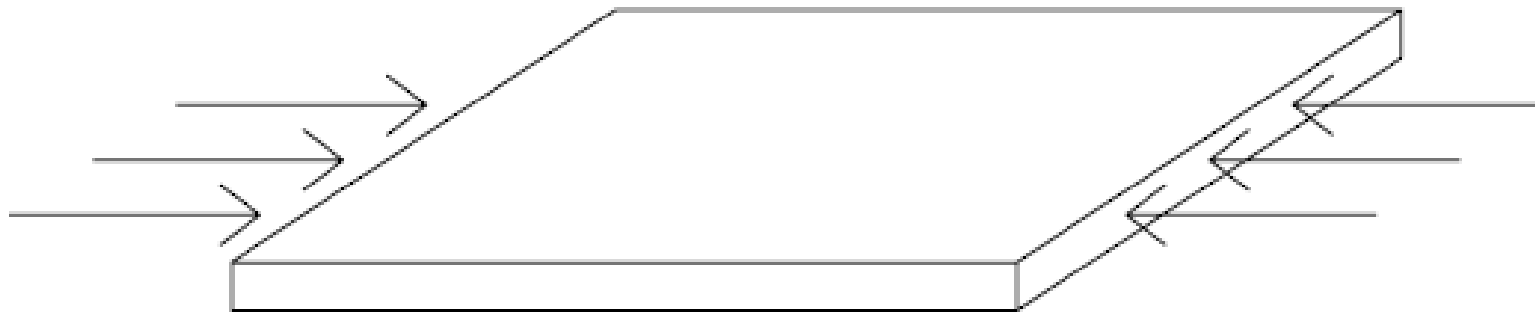


# Stepenište



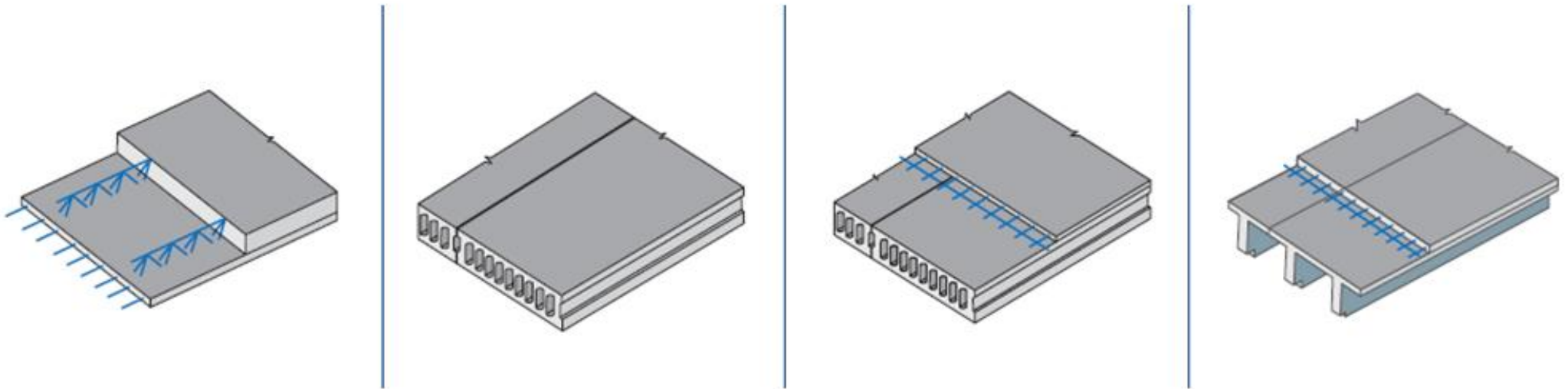
## 2. Međuspratne konstrukcije

- *Noseći horizontalni elementi konstrukcije koji prenose celokupno opterećenje na jednoj etaži na vertikalne elemente*
- *Opterećenje može da deluje:*
  - *Upravno na srednju ravan ploče i izaziva savijanje*
  - *U ravni ploče (ravno stanje napona)*



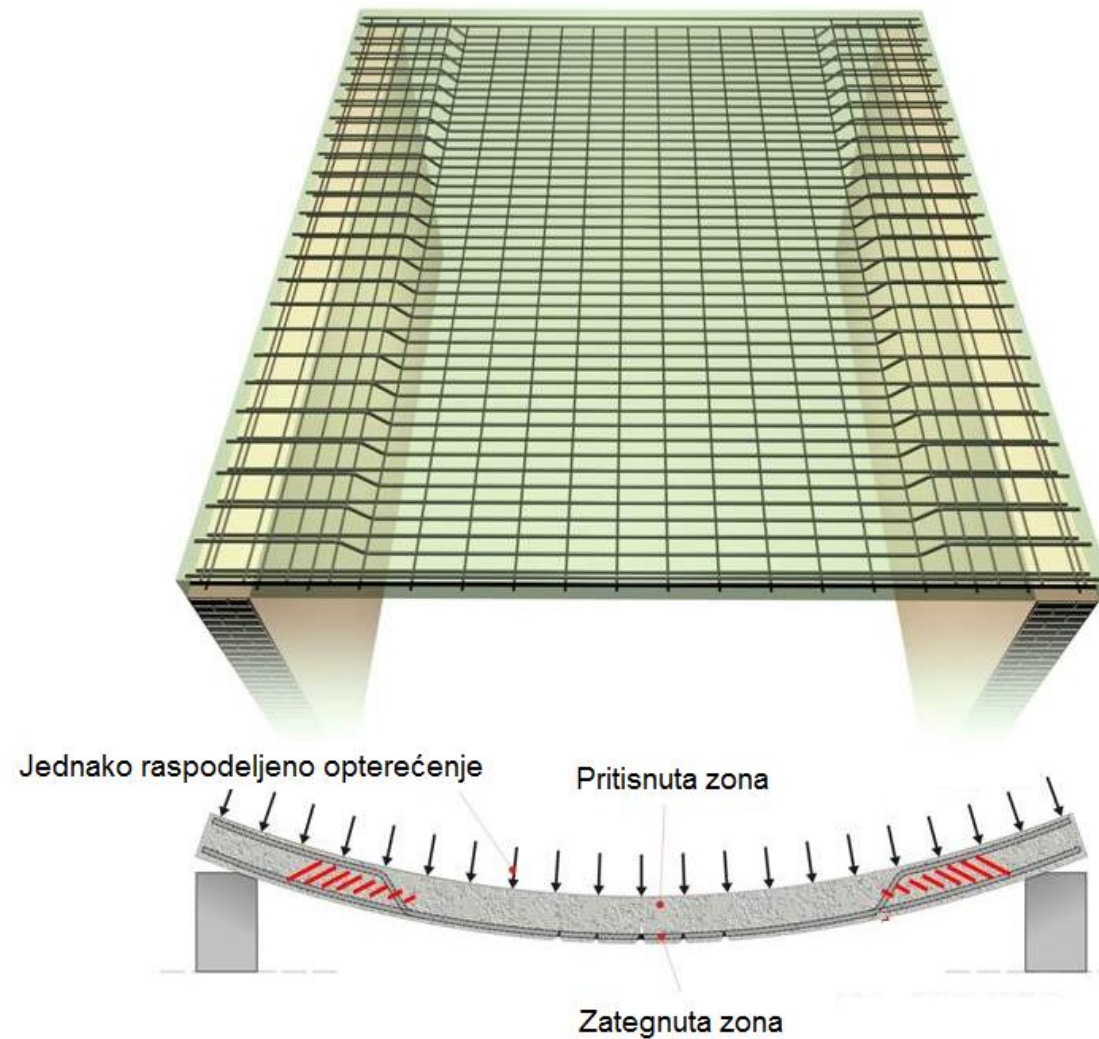
## 2. Međuspratne konstrukcije

- *Prema načinu izvođenja mogu biti:*
  - *Monolitne*
  - *Polumontažne*
  - *Montažne*



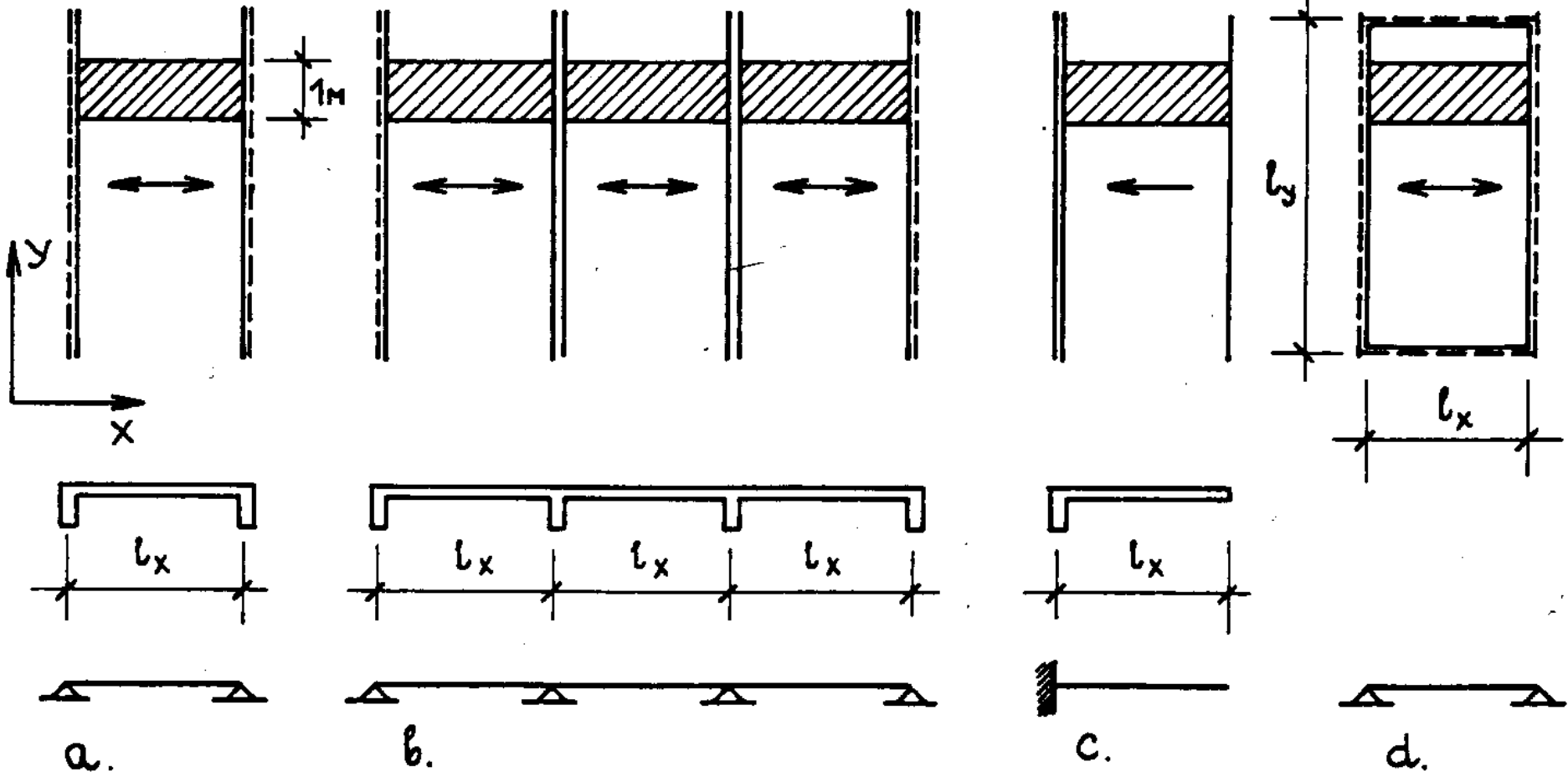
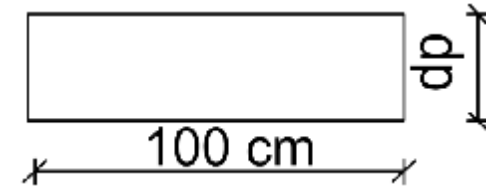
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Prenose opterećenje samo u jednom pravcu – pravcu kraćeg raspona



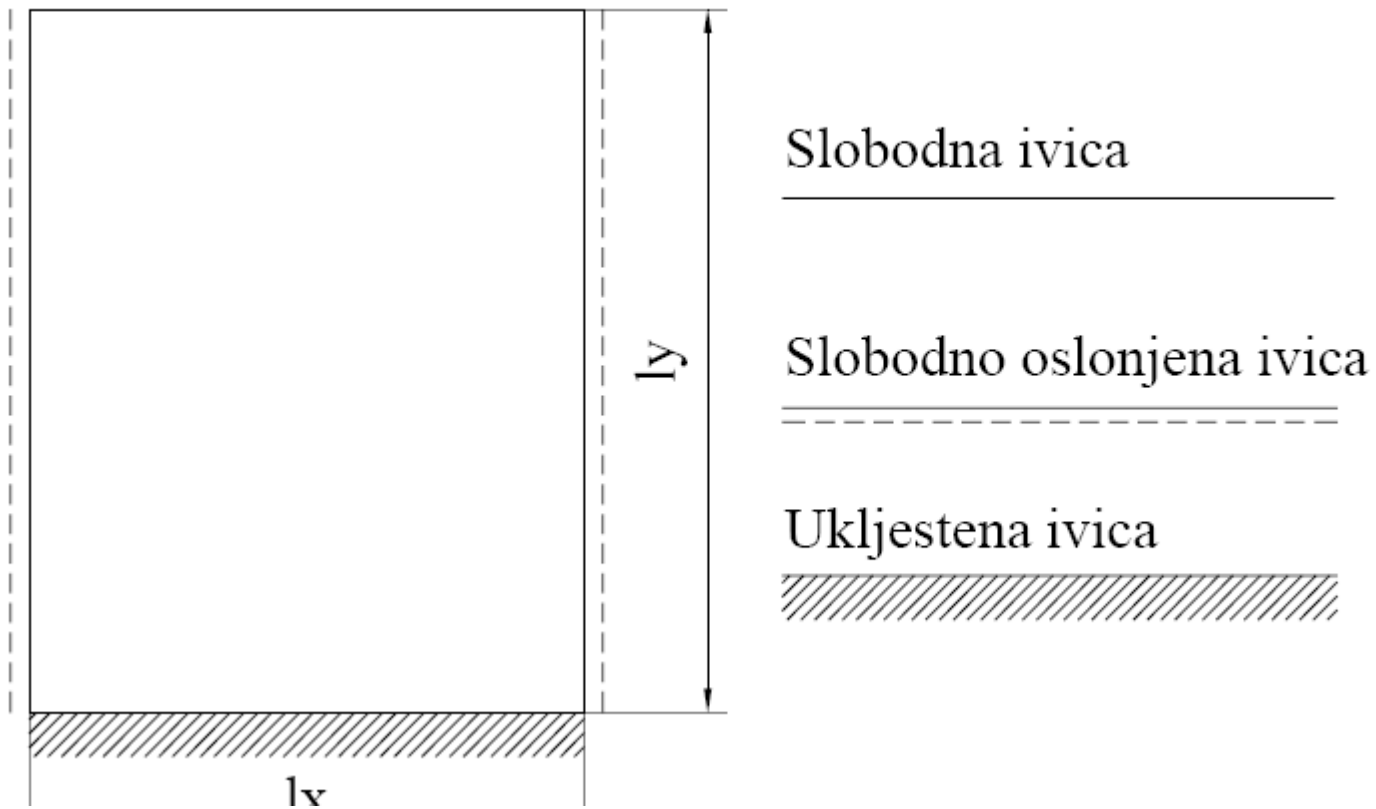
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Proračunavaju se kao linijski elementi



## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- U statičkim proračunima predstavljaju se šematski linijama

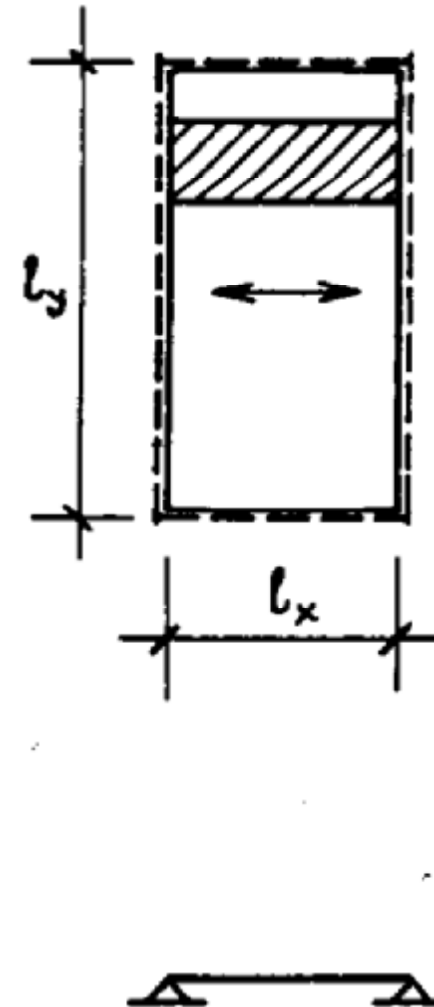


## 2.1. Ploče u jednom pravcu

$$l_y > 2l_x$$

*Ploče oslonjene na četiri strane proračunavaju se kao ploče u jednom pravcu*

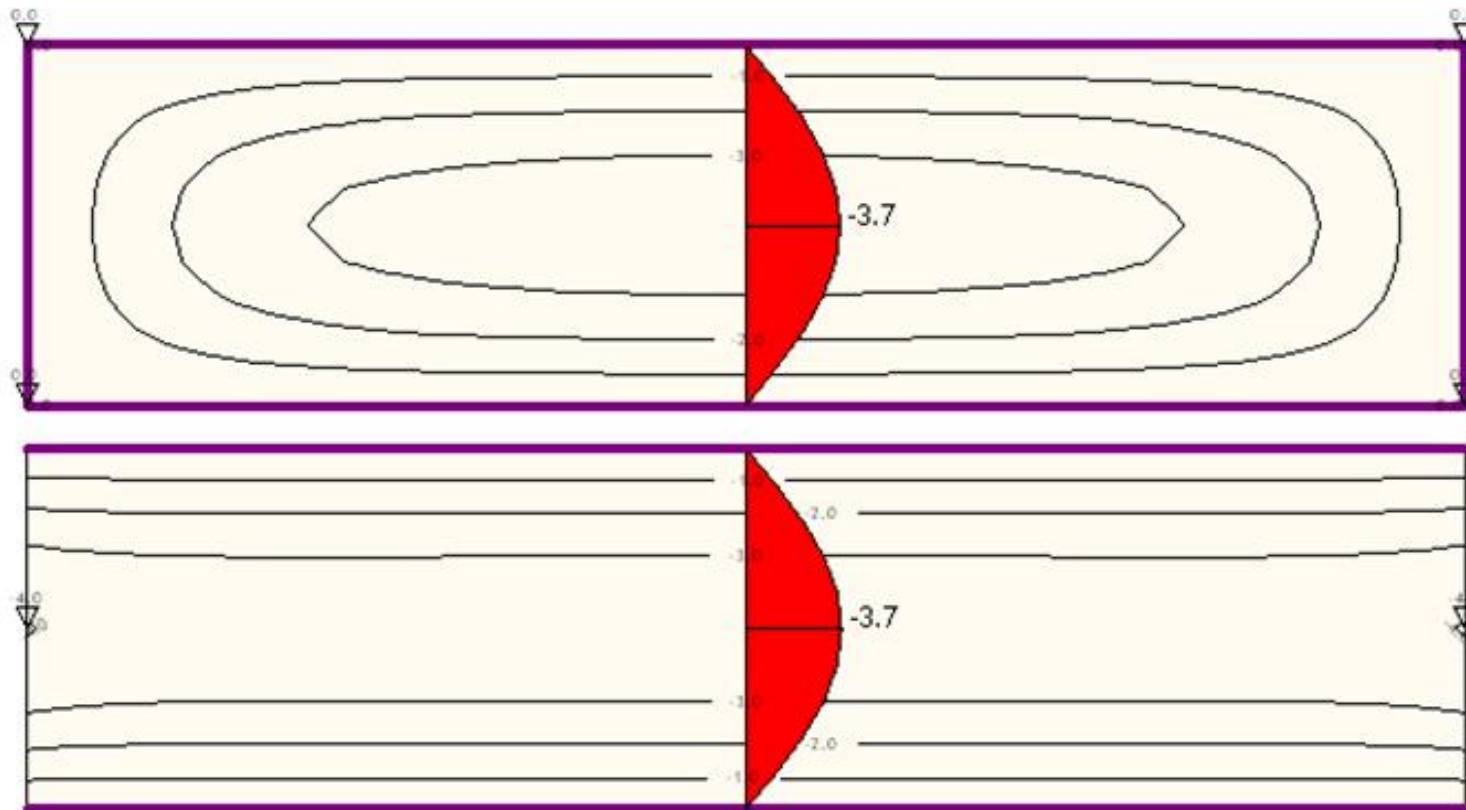
*Ploče se proračunavaju kao da prenose opterećene u oba pravca (krstasto armirane ploče)*





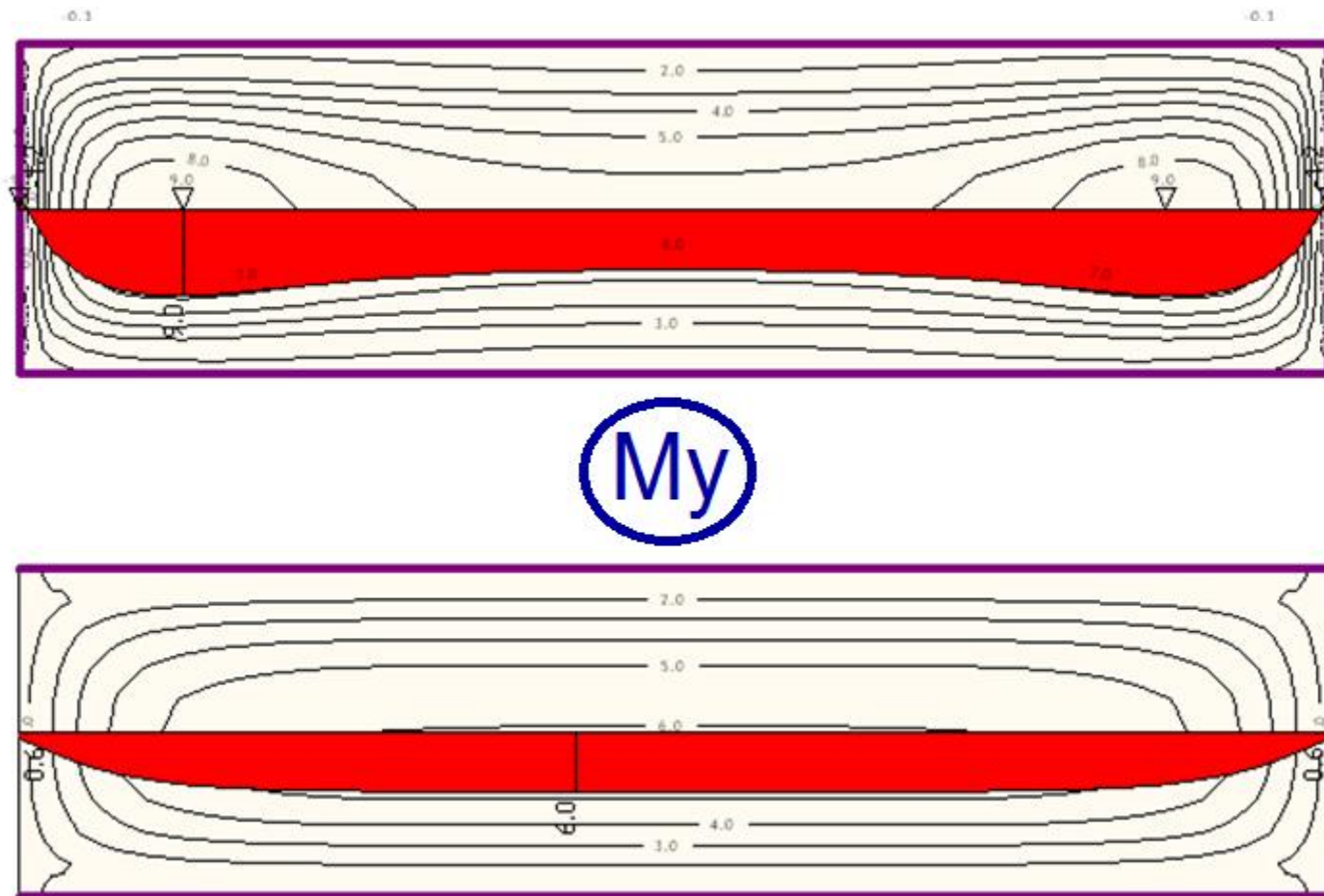
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Za jednako raspodeljeno opterećenje, proračun statičkih uticaja sprovodi se za traku širine 1m za odgovarajući linijski nosač raspona  $l_x$
- Deformaciona površ je cilindričnog oblika



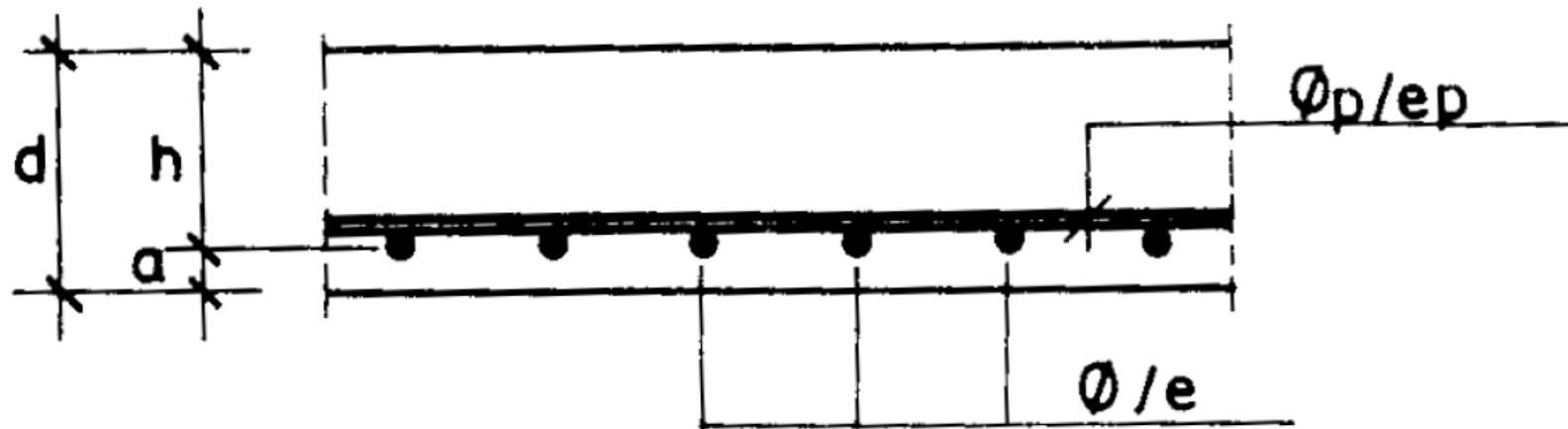
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- U kraćem pravcu ploče javljaju se momenti  $M_x$
- Zbog sprečenih bočnih deformacija u  $y$  pravcu, javljaju se i momenti  $M_y = \nu M_x$  ( $\nu = 0,16 \div 0,20$ , Poisson-ov koeficijent)



## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- U kraćem pravcu  $I_x$  postavlja se glavna armatura  $A_a$  sračunata iz momenta  $M_x$  sa većom statičkom visinom na rastojanju  $e$
- U dužem pravcu  $I_y$  postavlja se poprečna armatura  $A_{ap}=0.2A_a$  sračunata iz momenta  $M_y$  sa manjom statičkom visinom na rastojanju  $e_p$

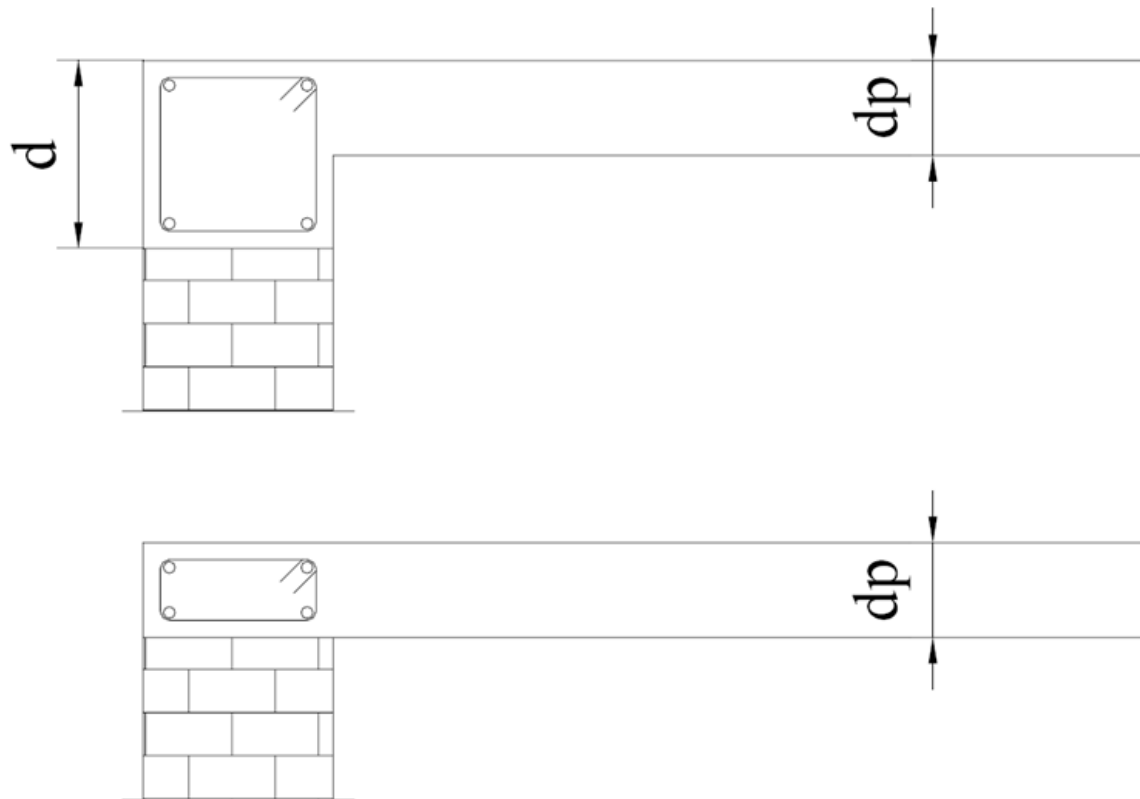


## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Minimalna debljina ploče u jednom pravcu je **7cm**, izuzetno **5cm** za krovne ploče
- Minimalna debljina ploče preko koje se kreću vozila je **10cm**, a ako su u pitanju teretna vozila **12cm**
- Ako se ne vrši proračun i dokaz ugiba, najmanja debljina ploče se određuje iz uslova  $d_{p,min} \geq l_o/35$ , gde je  $l_o$  razmak između nultih tačaka momentnog dijagrama

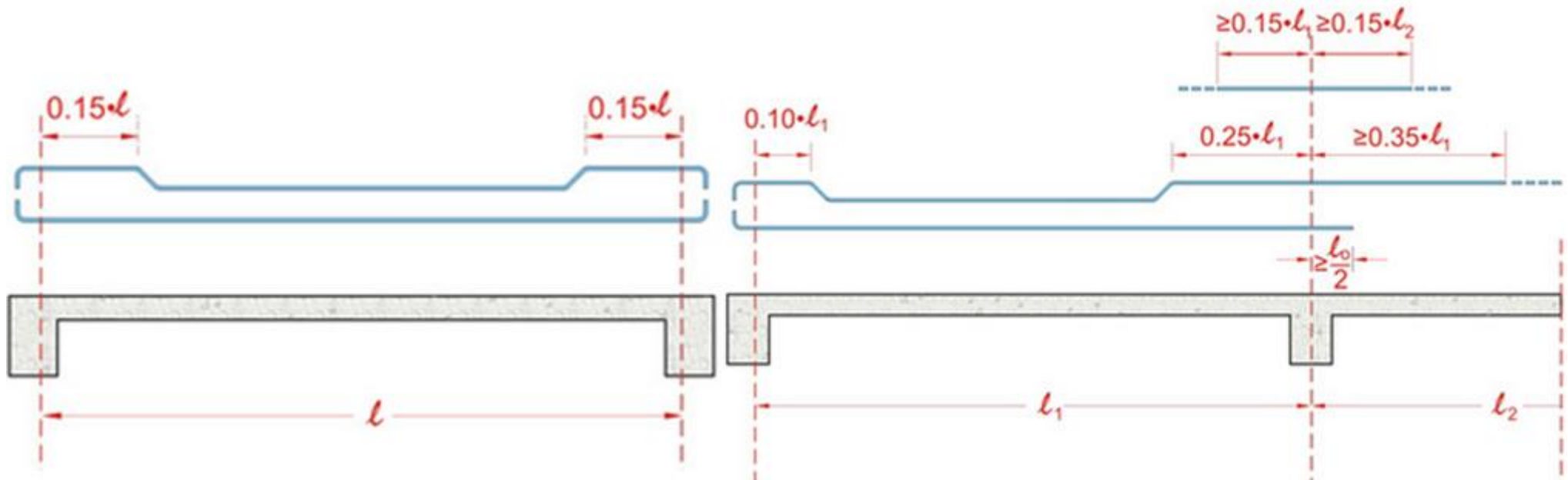
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- *Oslonci ploča u jednom pravcu mogu biti:*
  - *Armiranobetonske grede*
  - *Armiranobetonski zidovi*
  - *Zidovi od opeke*



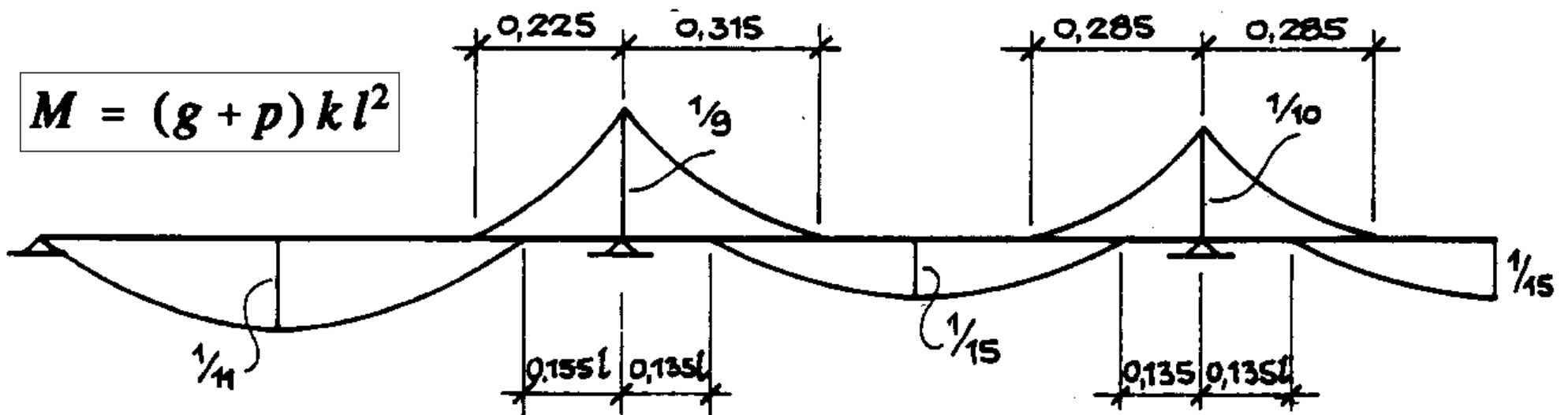
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Usled monolitne veze grede i ploče, greda se svojom torzionom krutošću suprotstavlja slobodnoj rotaciji ploče
- Sličan efekat je i u slučaju armiranobetonskog zida koji svojom krutošću na savijanje sprečava slobodnu rotaciju ploče
- U ploči se iz tih razloga javljaju negativni momenti savijanja u gornjoj zoni iznad oslonaca – **elastično uklještenje ploče**
- Ovi negativni momenti se prihvataju armaturom koja mora biti veća od polovine armature iz polja



## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Statički uticaji kod kontinualnih ploča u jednom pravcu računaju se na isti način kao kod odgovarajućih kontinualnih linijskih nosača širine 1m pomoću uticajnih linija
- Ako se rasponi ne razlikuju za više od 15% i ako je povremeno raspodeljeno opterećenje manje od stalnog opterećenja  $g$  mogu se koristiti koeficijenti  $k$  za određivanje momenata u polju i iznad oslonaca

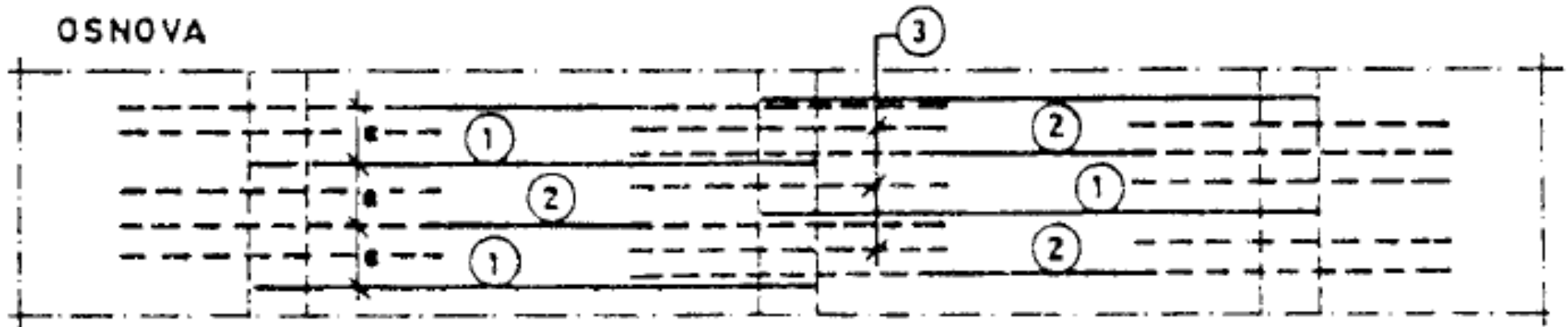
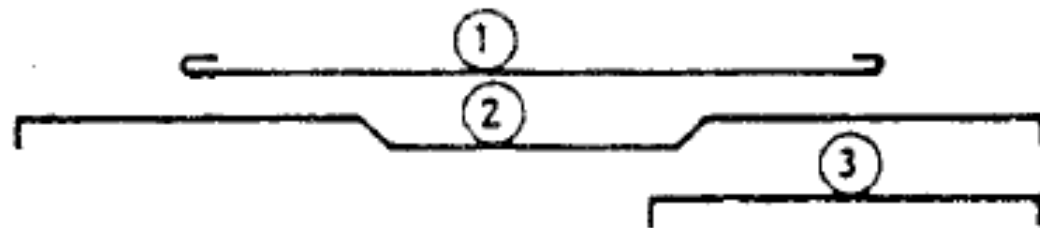
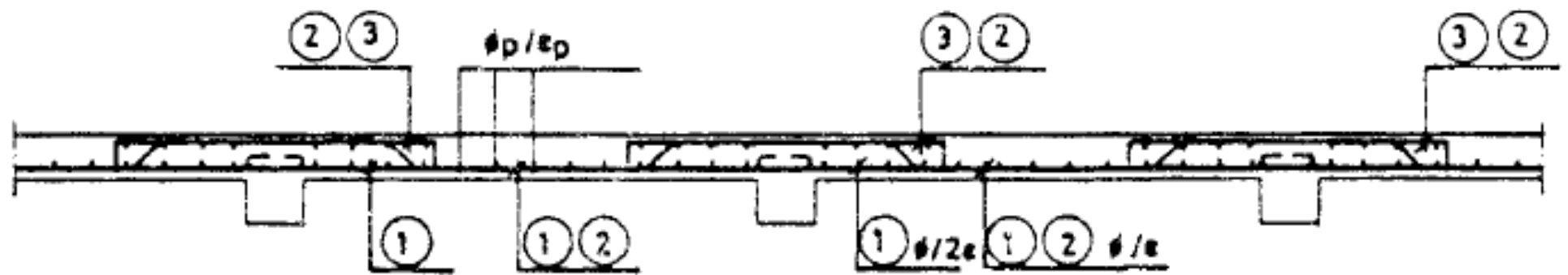


## 2.1. Ploče u jednom pravcu

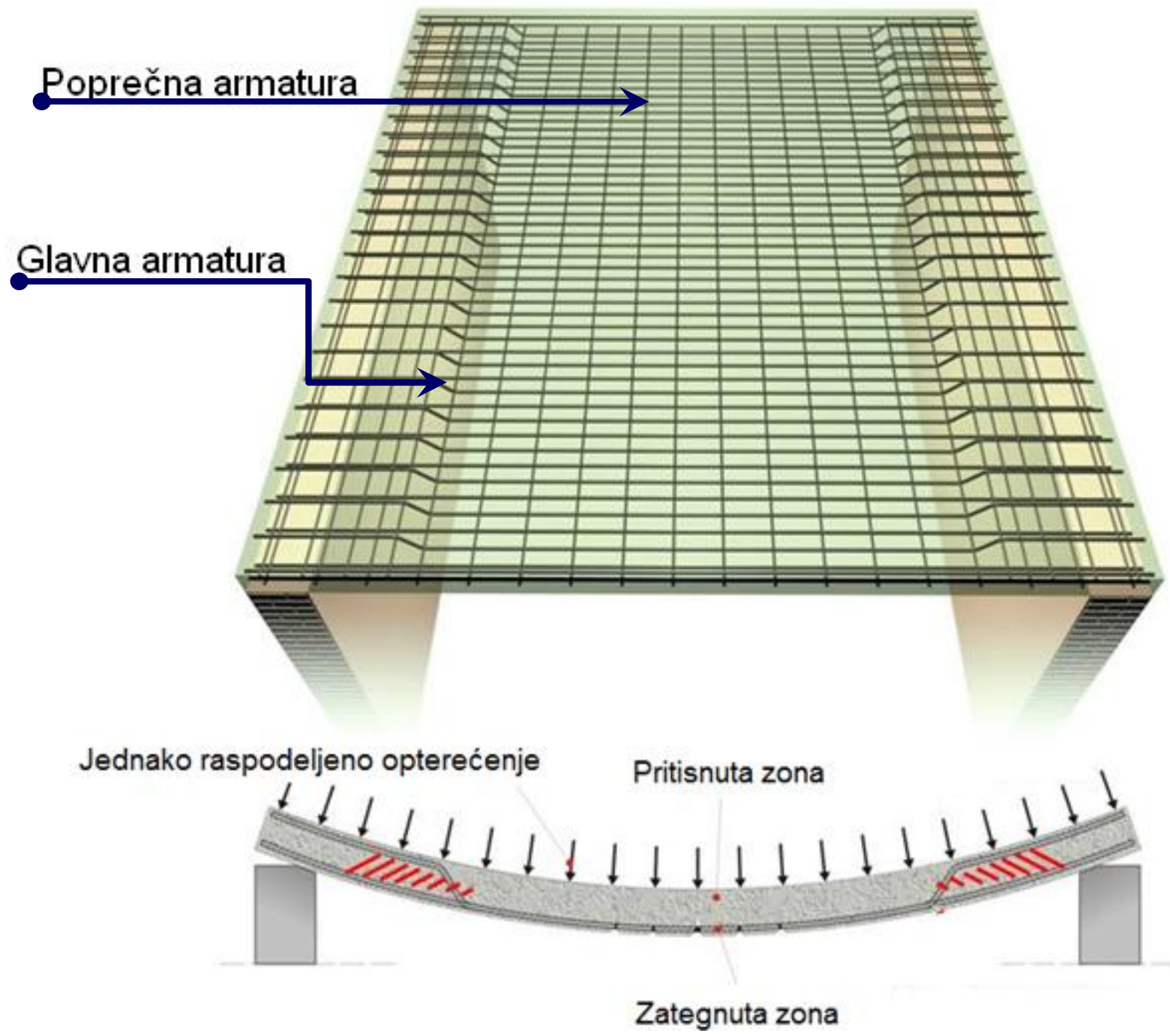
- *Dimenzionisanje ploče u karakterističnim poprečnim presecima se vrši prema graničnim uticajima za pravougaoni presek širine 1m i visine jednake debljini ploče*
- *Tako sračunatom armaturom armiramo svaki metar ploče u kraćem - glavnom pravcu*
- *U dužem - poprečnom pravcu postavlja se poprečna armatura*
- *Slobodna ivica ploče armira se konstruktivnom armaturom*

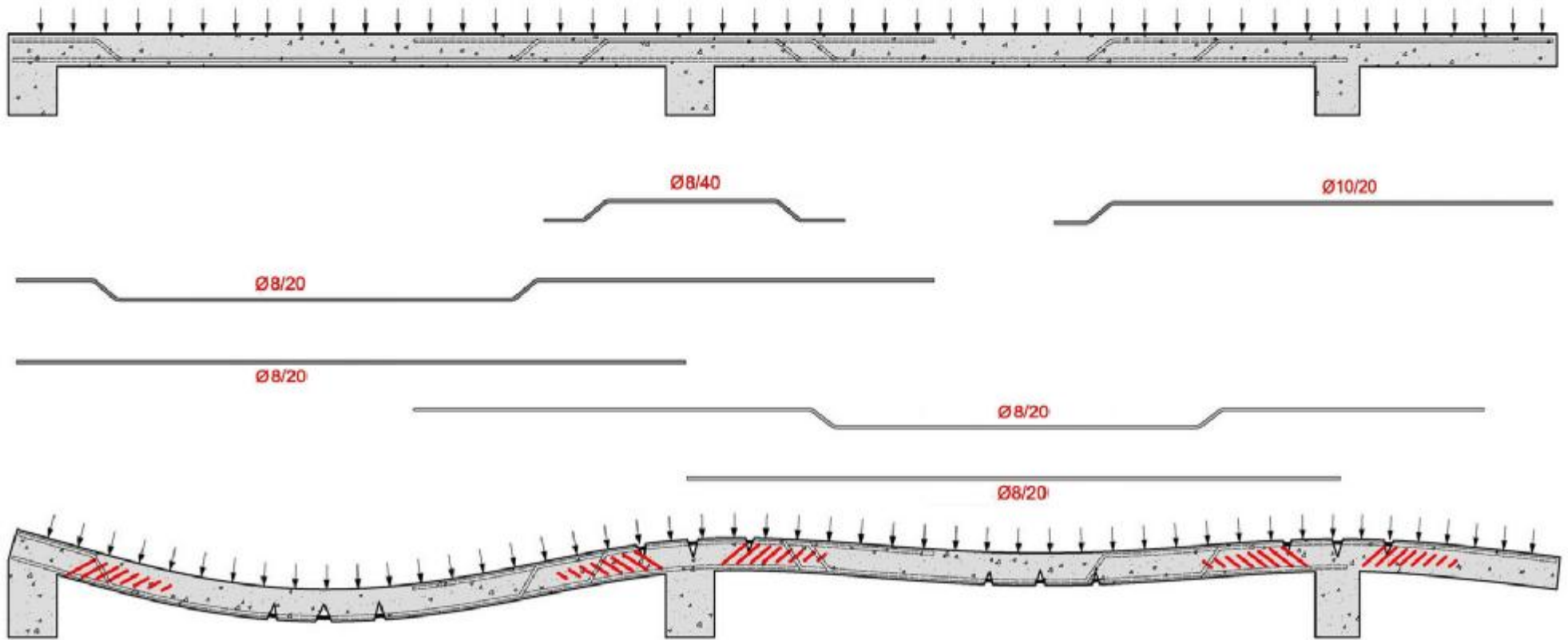






----- armatura u gornjoj zoni  
 ————— armatura u donjoj zoni





## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- *Prečnik armature koji se usvaja je približno  $\phi < d_p/10$*
- *Uobičajni razmak širki je 10 , 20cm (7.5, 10, 12.5, 15, 17.5, 20cm)*
- *Maksimalni razmaci armature ograničeni su pravilnikom BAB87 :*
  - *Glavna armatura:*
    - *Jednakopodeljeno opterećenje*  $e_a \leq \begin{matrix} 2d_p \\ 20\text{cm} \end{matrix}$
    - *Koncentrisano opterećenje*  $e_a \leq \begin{matrix} 1.5d_p \\ 20\text{cm} \end{matrix}$
  - *Podeona armatura:*
    - *Jednakopodeljeno opterećenje*  $e_{ap} \leq \begin{matrix} 4d_p \\ 30\text{cm} \end{matrix}$
    - *Koncentrisano opterećenje*  $e_{ap} \leq \begin{matrix} 3d_p \\ 30\text{cm} \end{matrix}$
- *U području oslonaca maksimalni razmak glavne i podeone armature je 40cm*

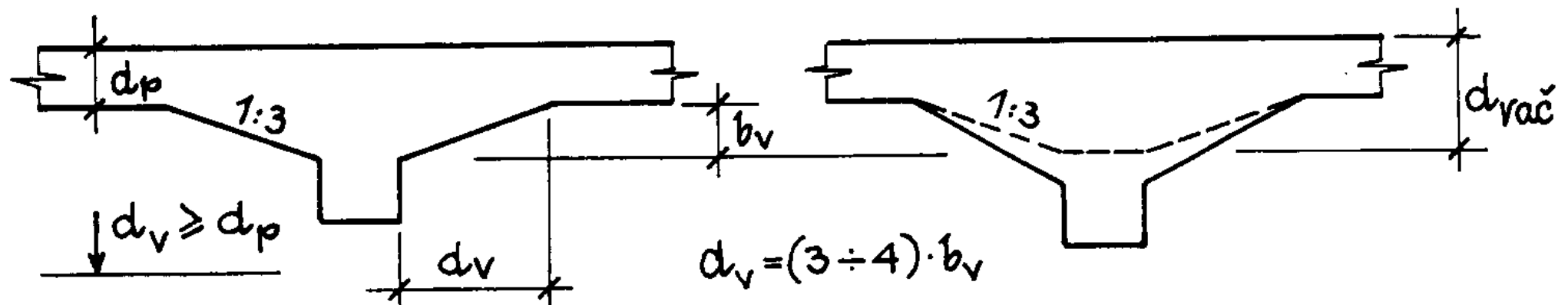
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Pravilnikom su propisani minimalni procenti armiranja glavne i podeone armature u odnosu na površinu betonskog preseka  $bd_p$

	$\mu_{\min}$	$\mu_{p,\min}$
GA 240/360	0.15%	0.10%
RA 400/500	0.10%	0.085%
MA 500/560	0.075%	0.075%

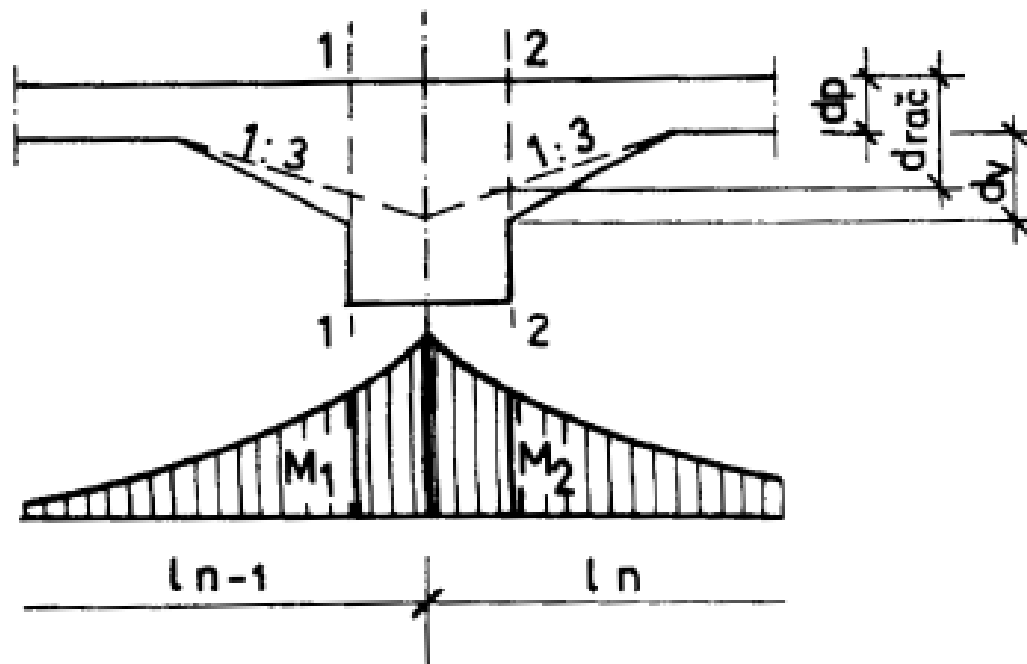
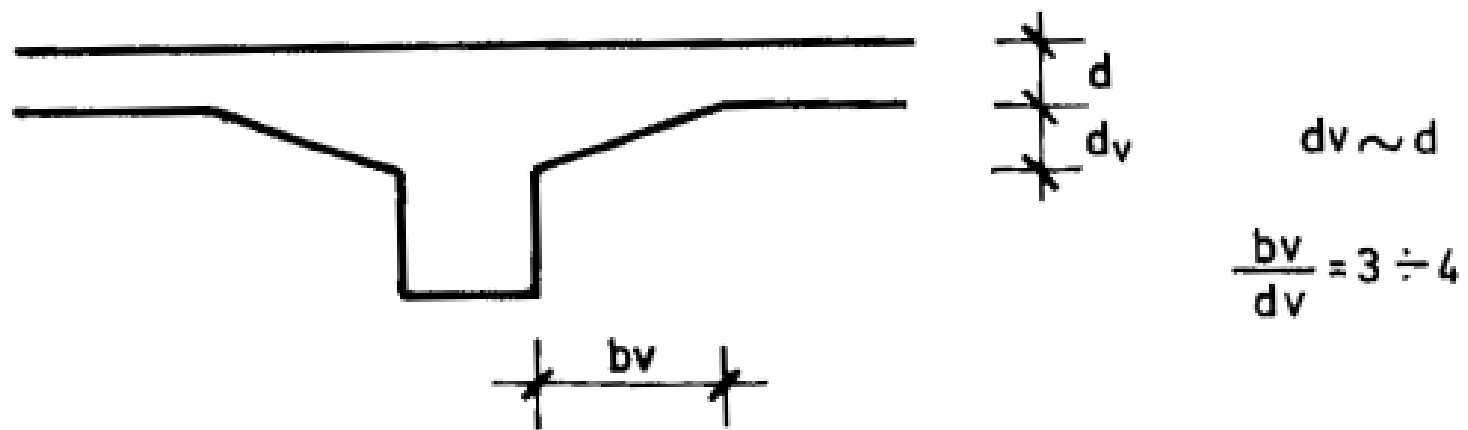
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Kod ploča većih raspona nije racionalno da se debljina ploče duž celog raspona usvaja prema statički potrebnoj debljini u najopterećenijem preseku
- Tada se radi povećanje debljine ploče sa obe strane oslonca tj. prave se vute



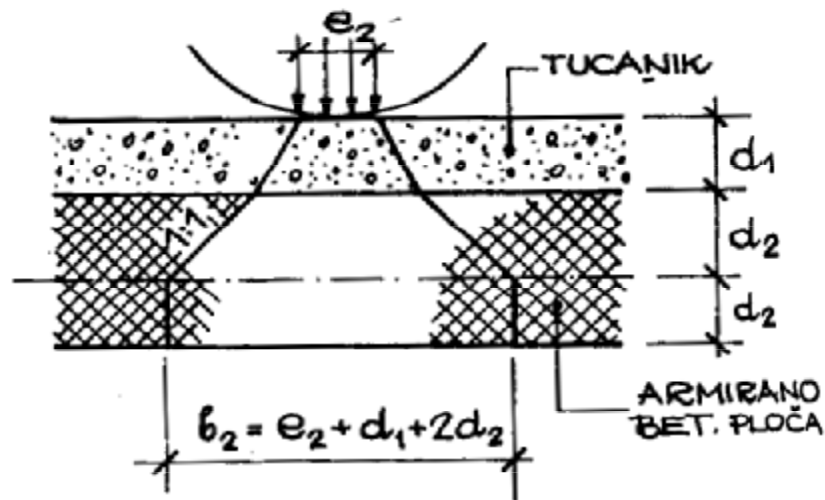
- Prednost: manji utrošak betona
- Mana: Komplikovanija oplata

## 2.1. Ploče u jednom pravcu



## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- *Koncentrisano opterećenje od točka vozila koje se kreće po ploči prenosi se na podlogu preko površine naleganja točka dimenzija  $e_1 \times e_2$*
- *Za proračun statičkih uticaja se uzima širina rasprostiranja u nivou srednje ravni ploče koja iznosi:*
- *U pravcu  $l_x$ :  $b_1 = e_1 + d_1 + 2d_2$*
- *U pravcu  $l_y$ :  $b_2 = e_2 + d_1 + 2d_2$*



a.



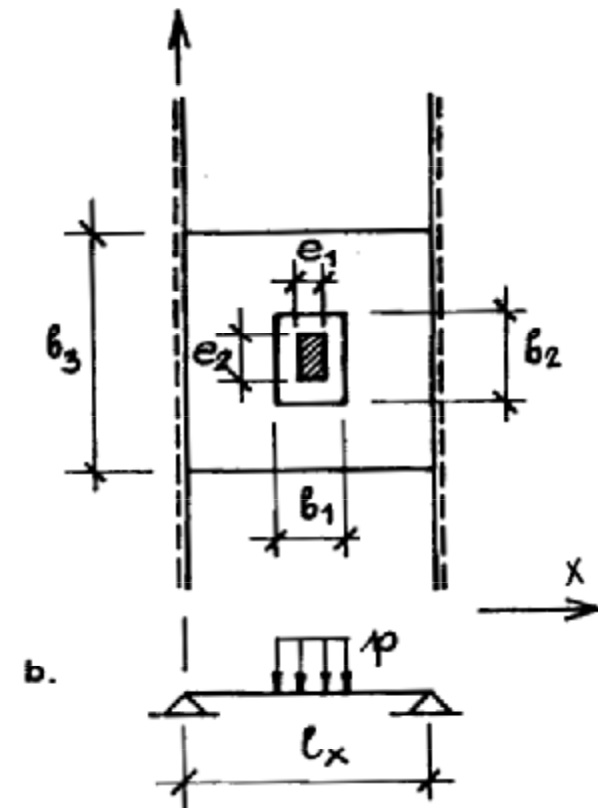
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Sa koncentrisanim opterećenim raspodeljenim na širini  $b_1$ , sračunavaju se najveći momenti savijanja  $M_{x,P}$
- U pravcu dužeg raspona  $l_y$  opterećenje angažuje deo ploče širine  $b_3$  koja zavisi od širine rasprostiranja  $b_2$  i odnosa podeone i glavne armature

$$b_3 = b_2 + \frac{A_{ap}}{A_a} l_x \leq b_2 + 0.65 l_x$$

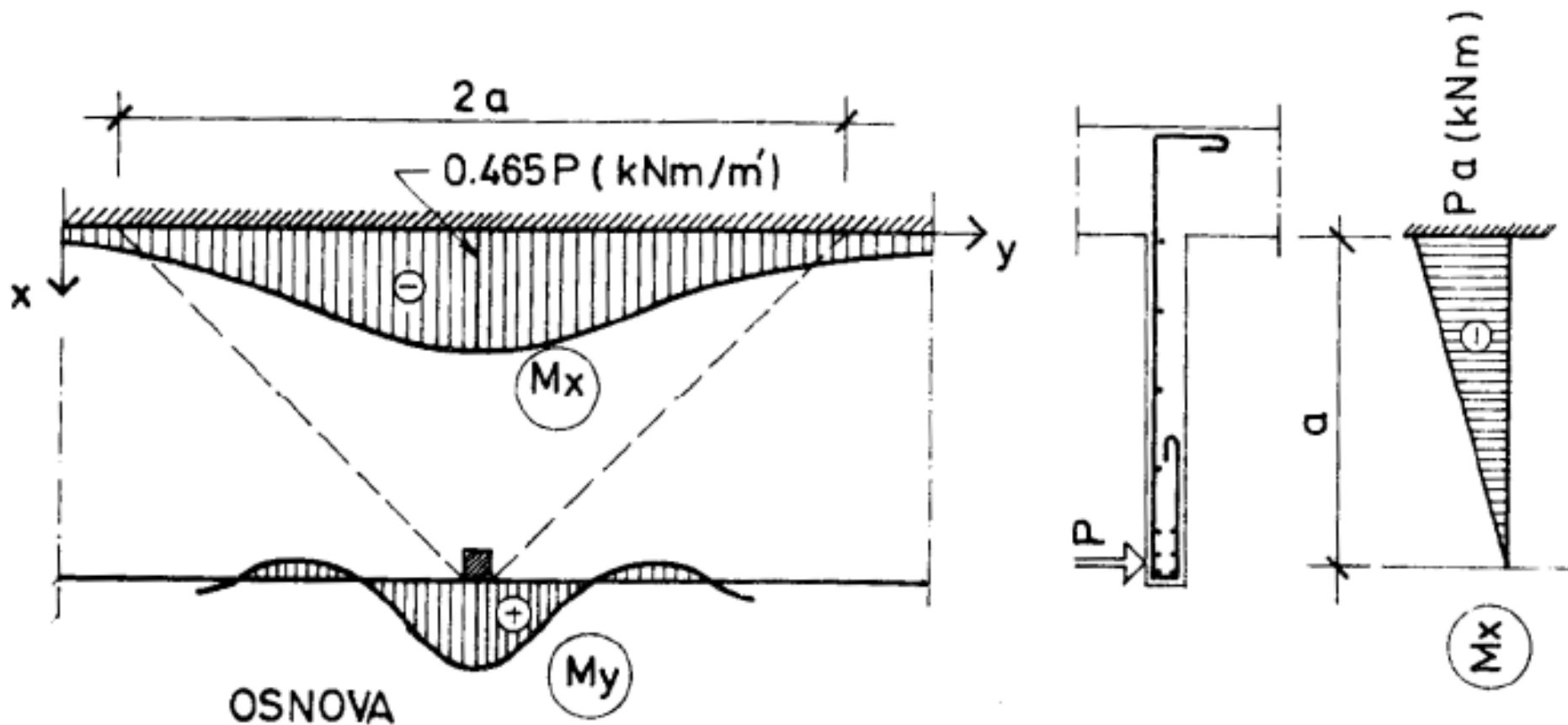
$$\frac{A_{ap}}{A_a} \leq 0.65$$

$$M = M_g + \frac{M_{x,P}}{b_3}$$



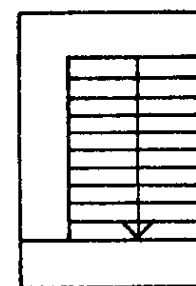
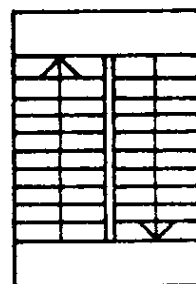
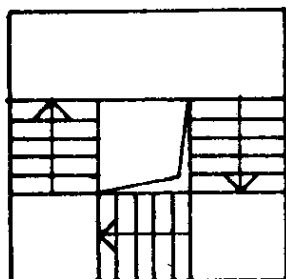
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- *Koncentrisano opterećenje na konzolnoj ploči*

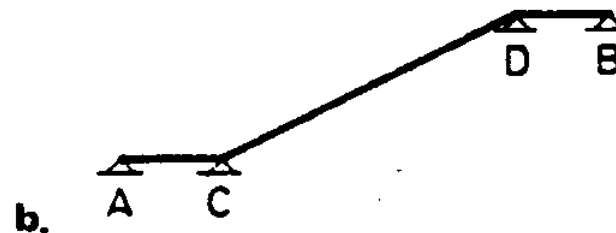
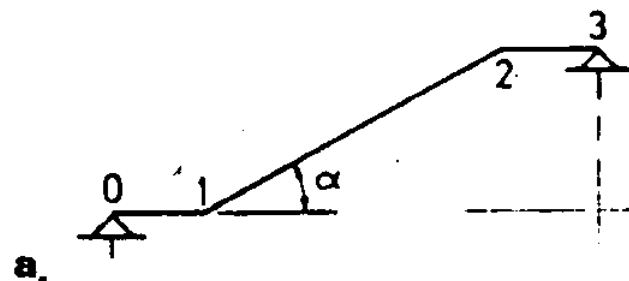
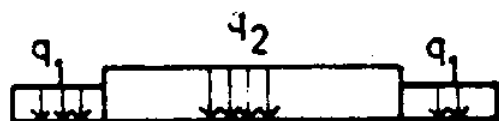
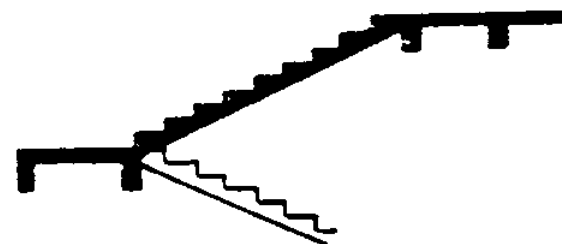
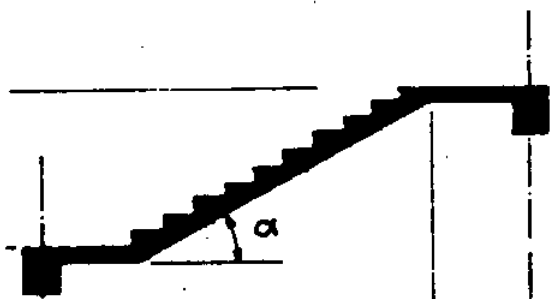


## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- *Stepeništa*



- *Dvokrako kolenasto stepenište sistema proste grede*



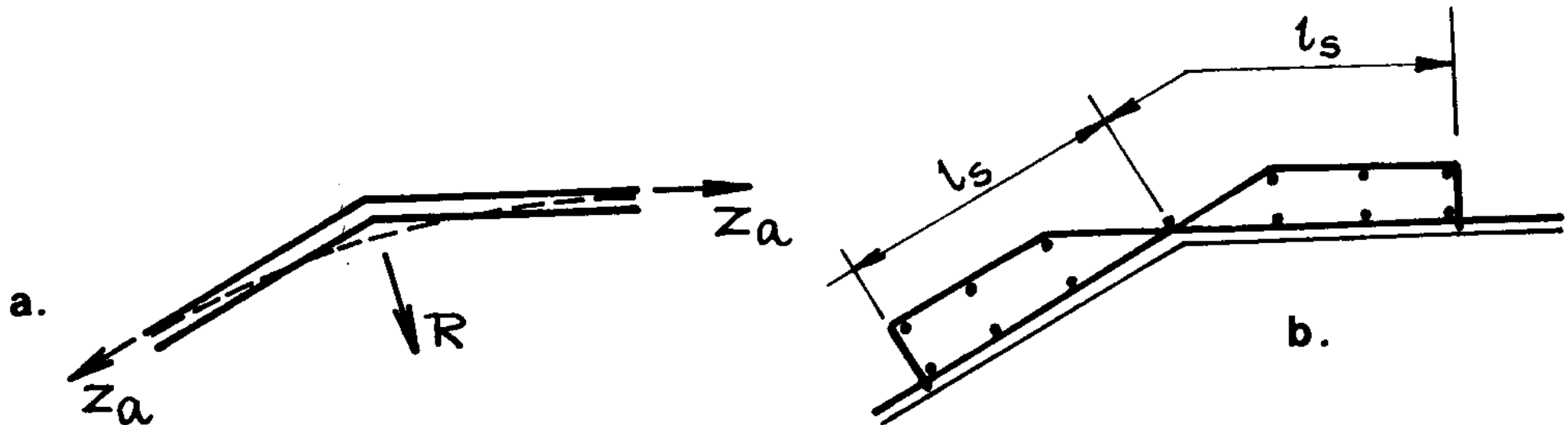
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

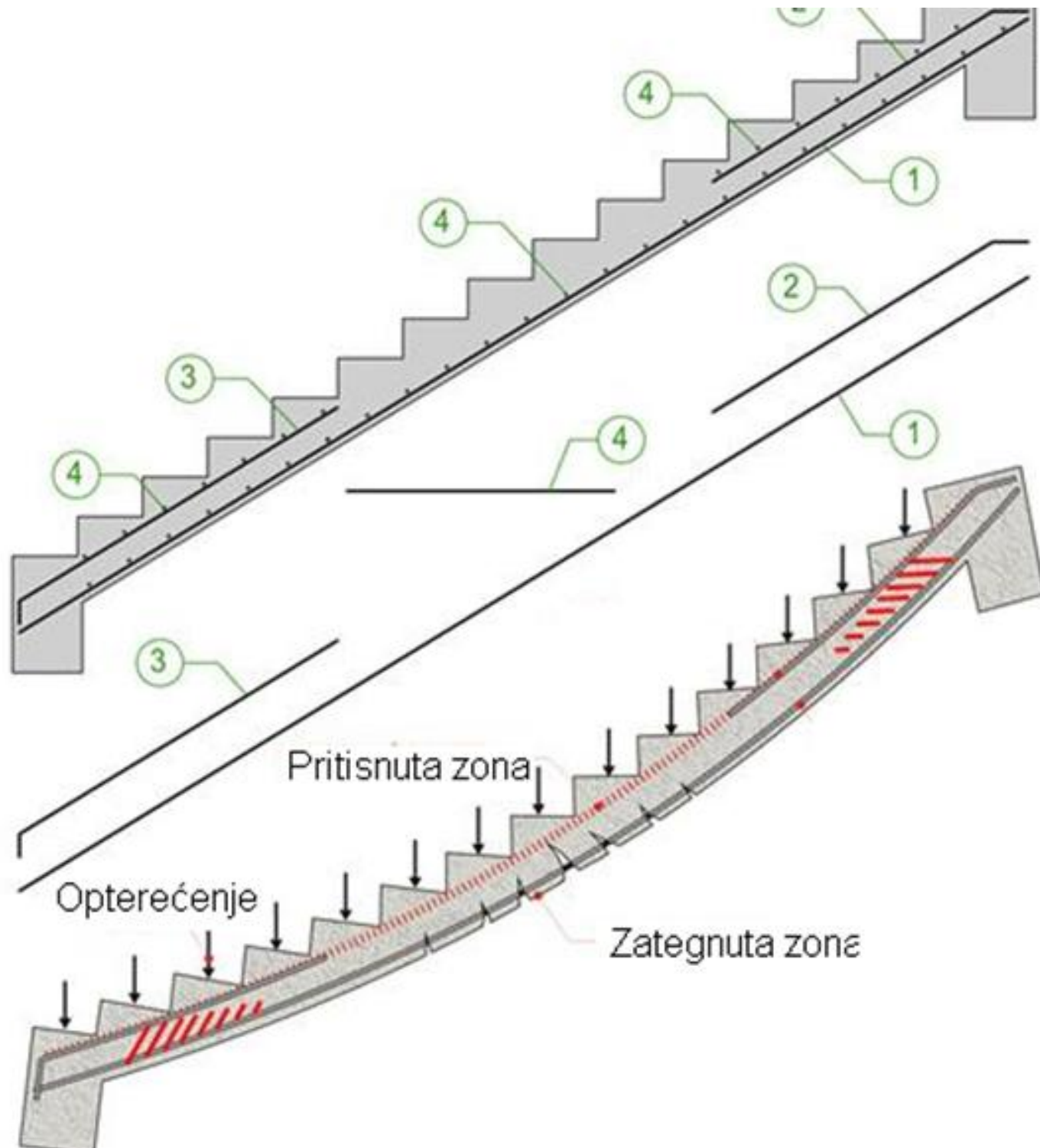
- Kolenasta ploča stepeništa sistema proste grede proračunava se sa različitim intenzitetom opterećenja na podestima i na kosom delu
- Na kosom delu uzimaju se u obzir sopstvene težine ploče, stepenika, horizontalne i vertikalne obloge
- Za stepenike se uzima zapreminska težina nearmiranog betona  $g_B=24\text{kN/m}^2$
- Korisna opterećenja stepeništa stambenih i javnih zgrada su  $p=3\text{kN/m}^2$

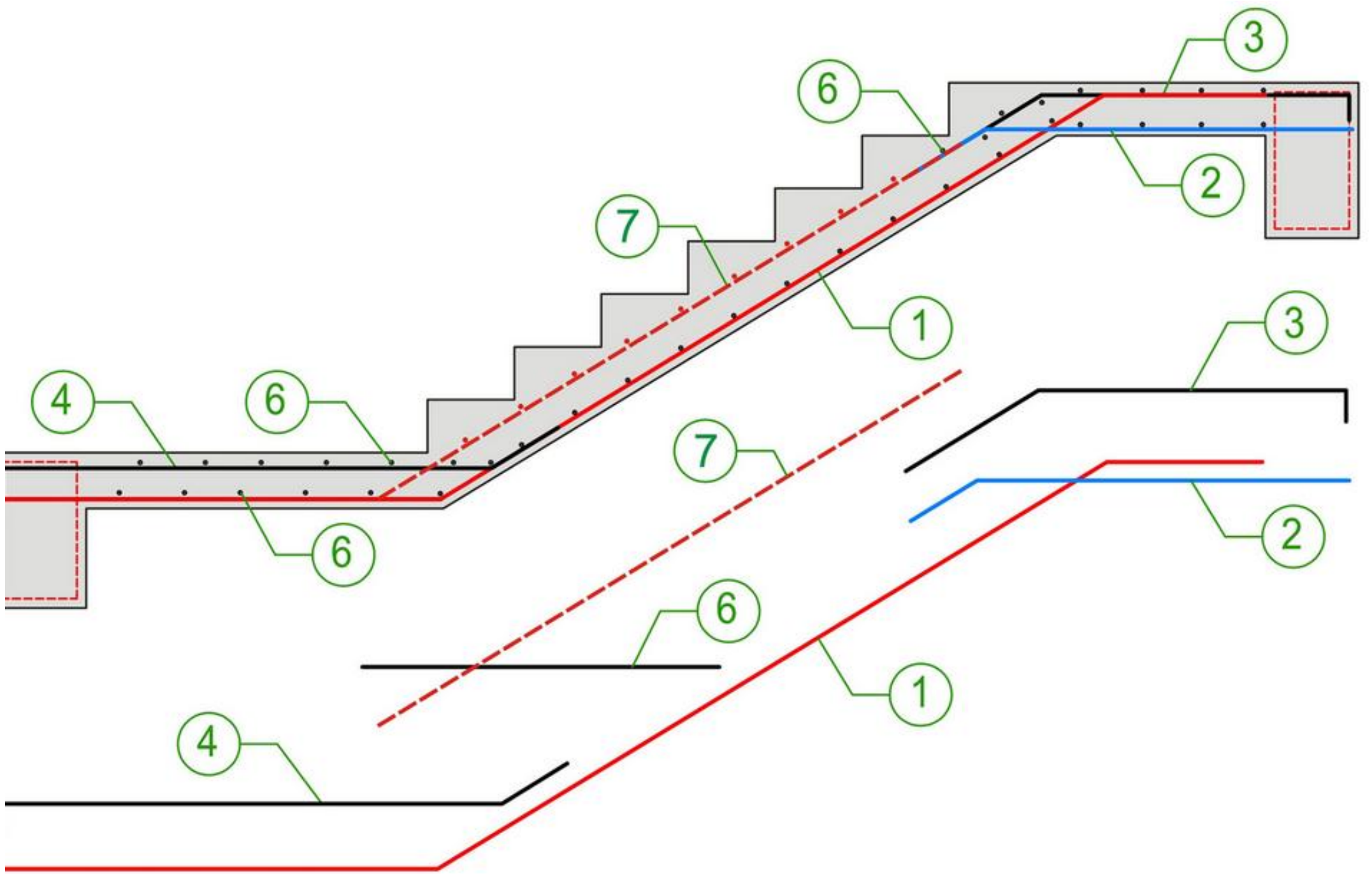
- sopstvena težina ploče	$d_p \gamma_{AB} / \cos \alpha$	= .....	$[kN / m^2]$
- težina stepenika	$0.5 b h \gamma_B / b$	= .....	$[ \quad // \quad ]$
- težina horizontalne obloge	$d_{ob} \gamma_{ob}$	= .....	$[ \quad // \quad ]$
- težina vertikalne obloge	$d_{ob} \gamma_{ob} h / b$	= .....	$[ \quad // \quad ]$
- težina maltera plafona	$d_M \gamma_M / \cos \alpha$	= .....	$[ \quad // \quad ]$
<hr/>			
<i>ukupno stalno opterećenje</i>		$g = \dots$	$[kN / m^2]$
<i>ukupno korisno opterećenje</i>		$p = \dots$	$[kN / m^2]$

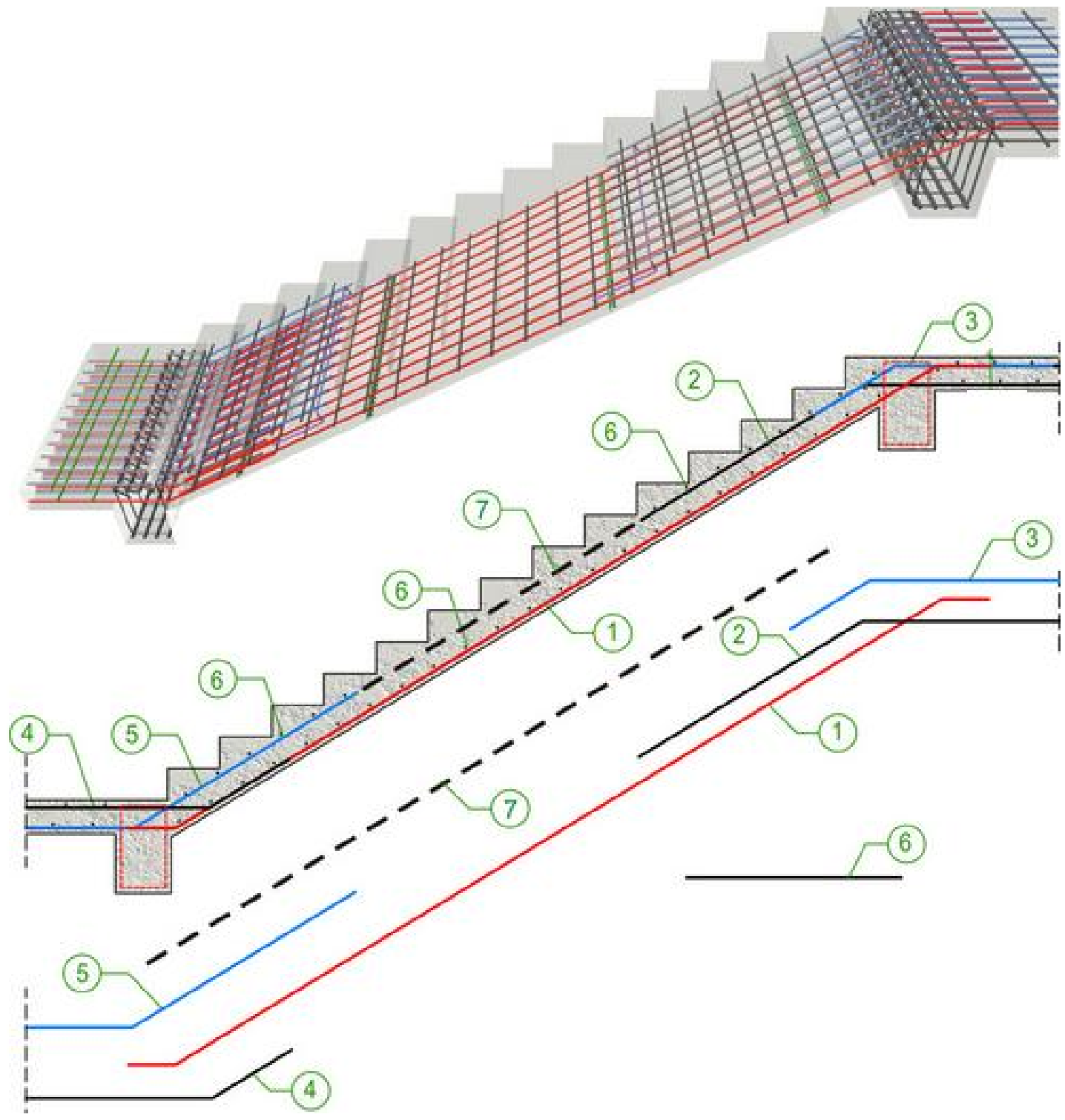
## 2.1. Ploče u jednom pravcu

- Armiranje se vrši kao kod odgovarajućih ploča u jednom pravcu
- Pri armiranju gornjeg preloma ploče treba obratiti pažnju na zategnutu armaturu  $Z_a$  koja ima tendenciju da se ispravi
- Na ovom mestu se armatura prekida a svaki deo se ankreuje u masu betona za potrebnu dužinu sidrenja  $l_s$

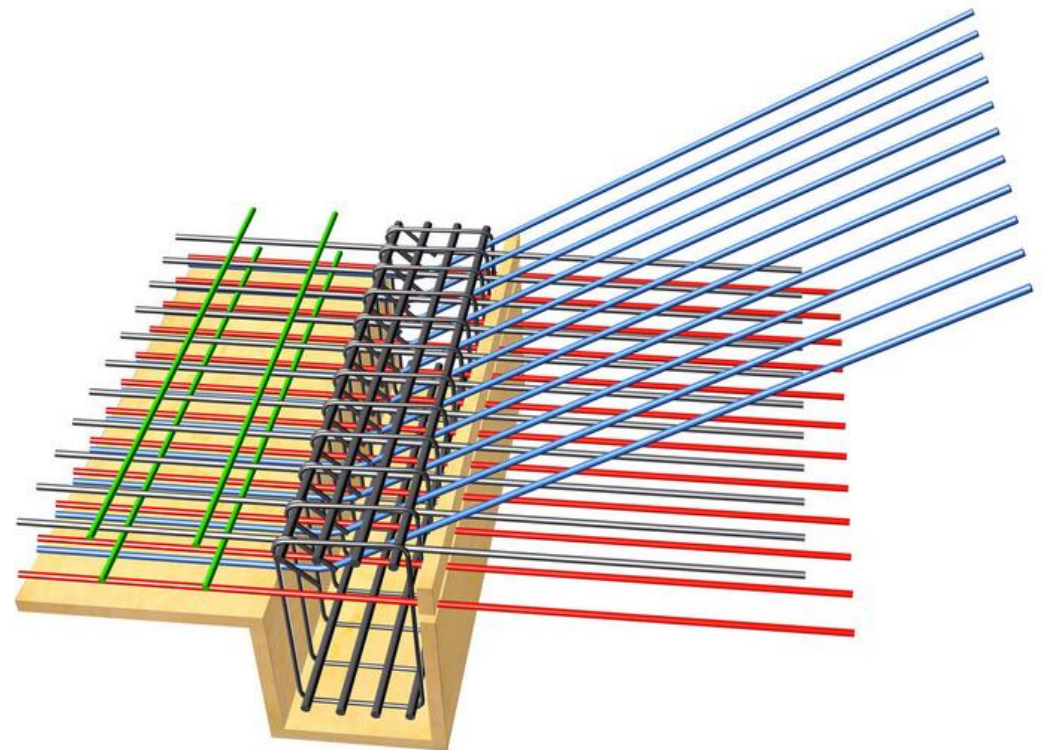
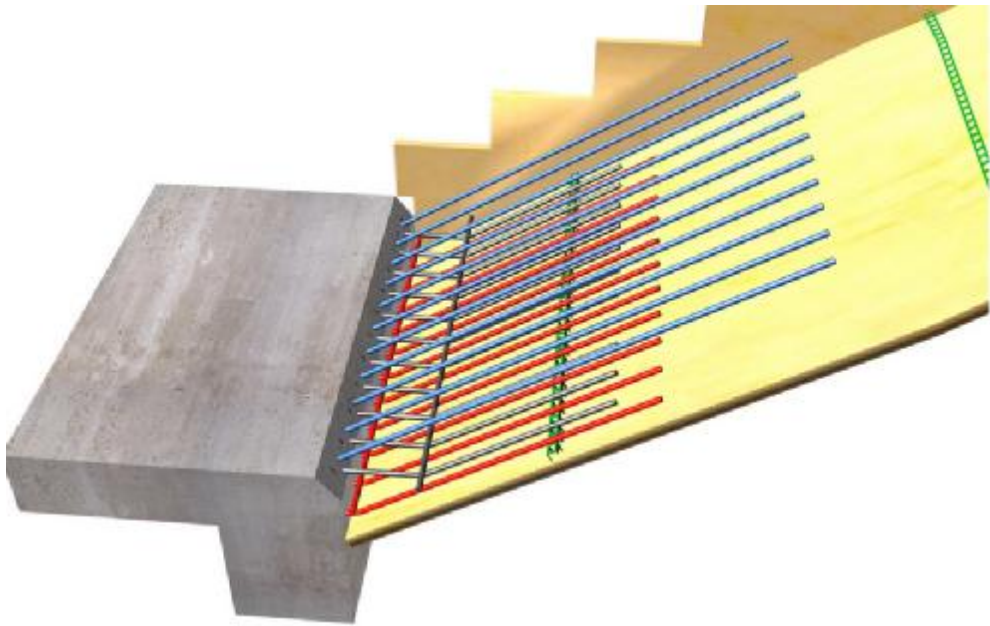
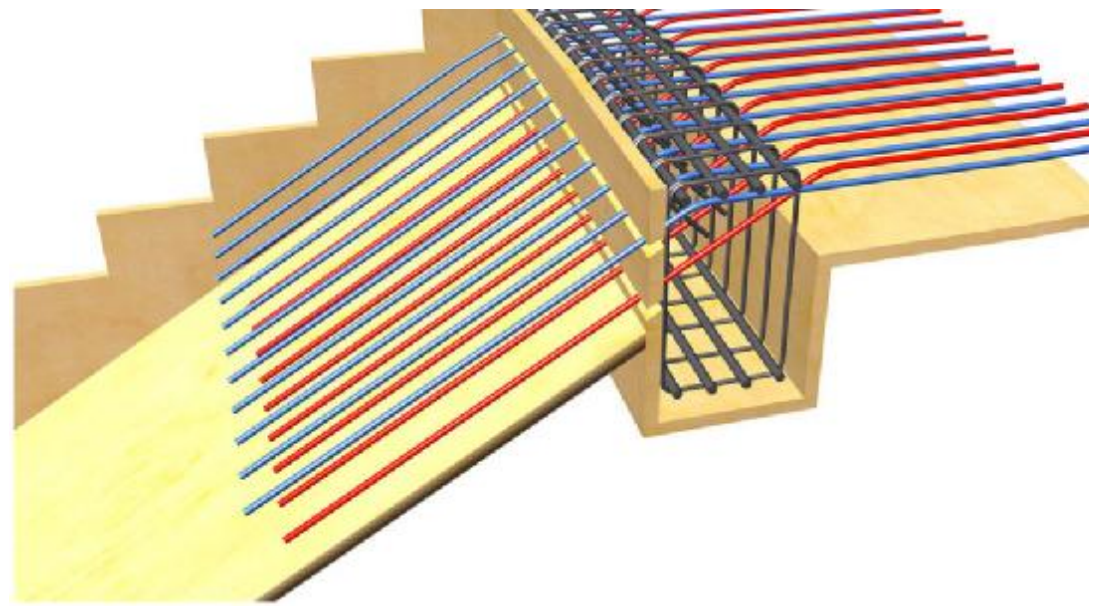
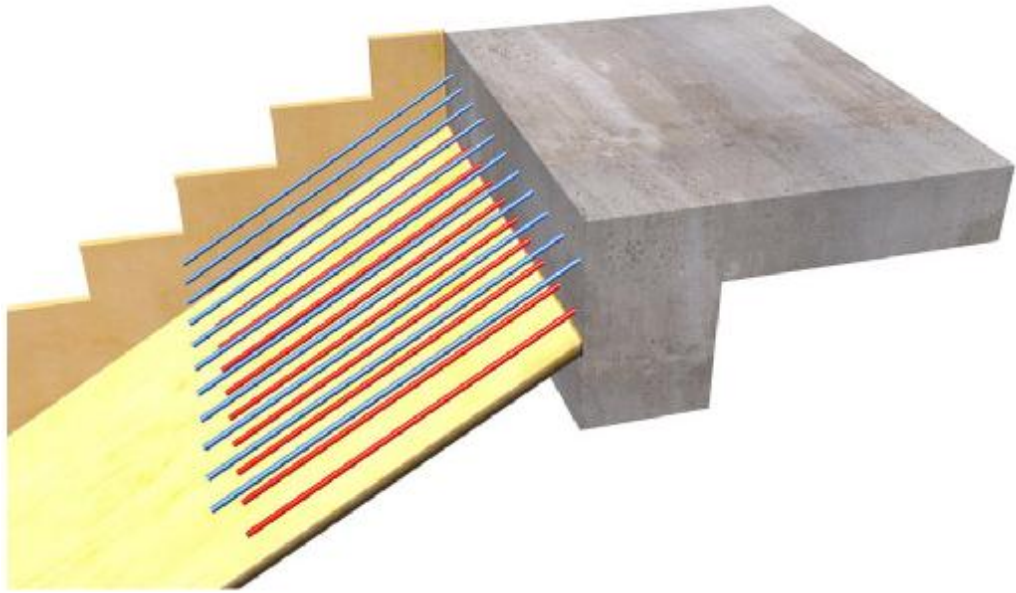






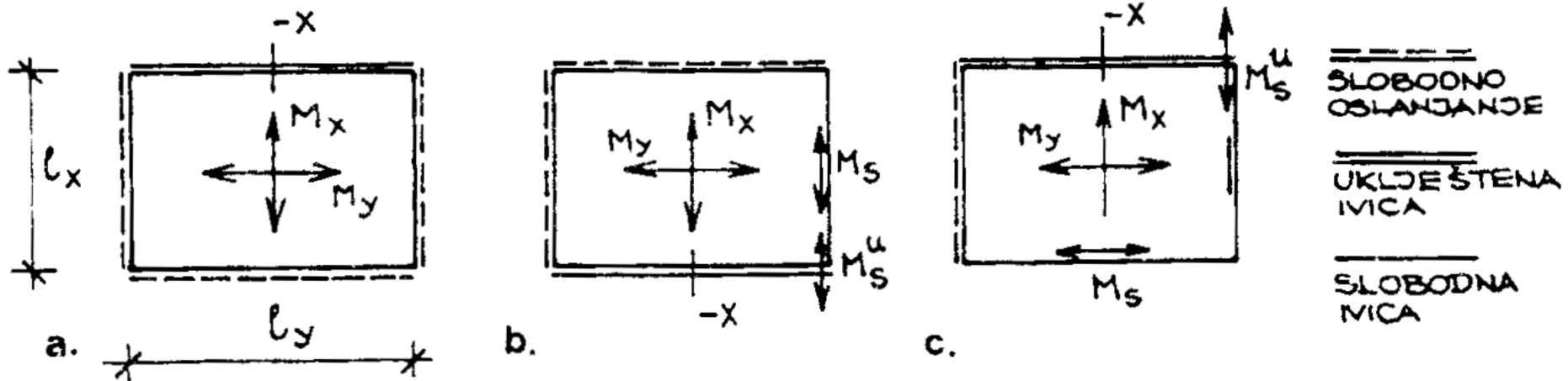






## 2.2. Krstasto armirane ploče

- Ravni površinski nosači, linijski oslonjeni na grede ili zidove sa odnosom raspona koji zadovoljava uslov  $I_y/I_x \leq 2.0$
- Debljina je mala u odnosu na druge dve dimenzije, pa se za proračun može primeniti teorija elastičnosti
- Ploče mogu biti oslonjene na sve četiri strane, sa jednom ili dve slobodne ivice



## 2.2. Krstasto armirane ploče

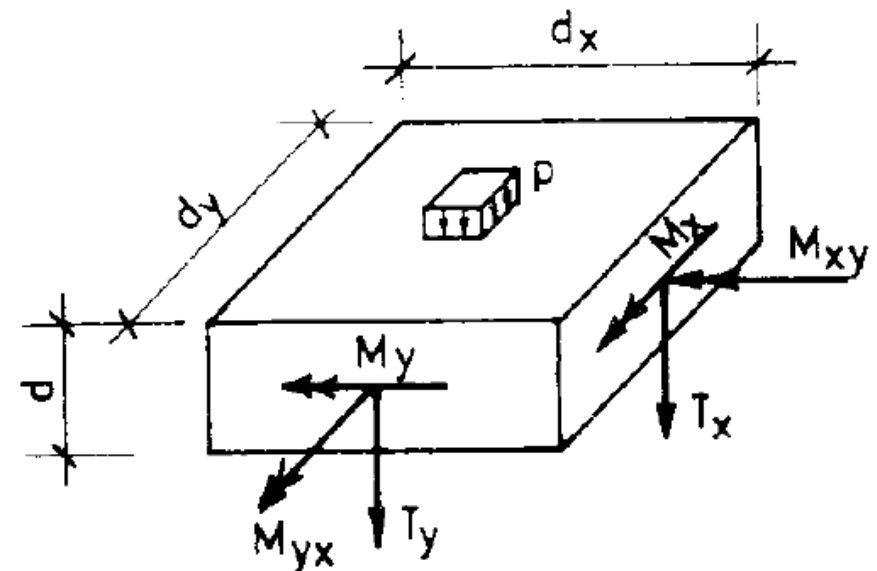
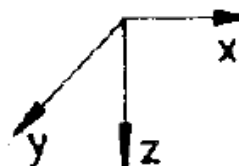
- Opterećenje koje deluje upravno na srednju ravan ploče izaziva momente savijanja  $M_x$  i  $M_y$  kao i torzione momente  $M_{xy}$

$$M_x = -K \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right)$$

$$M_y = -K \left( \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} \right)$$

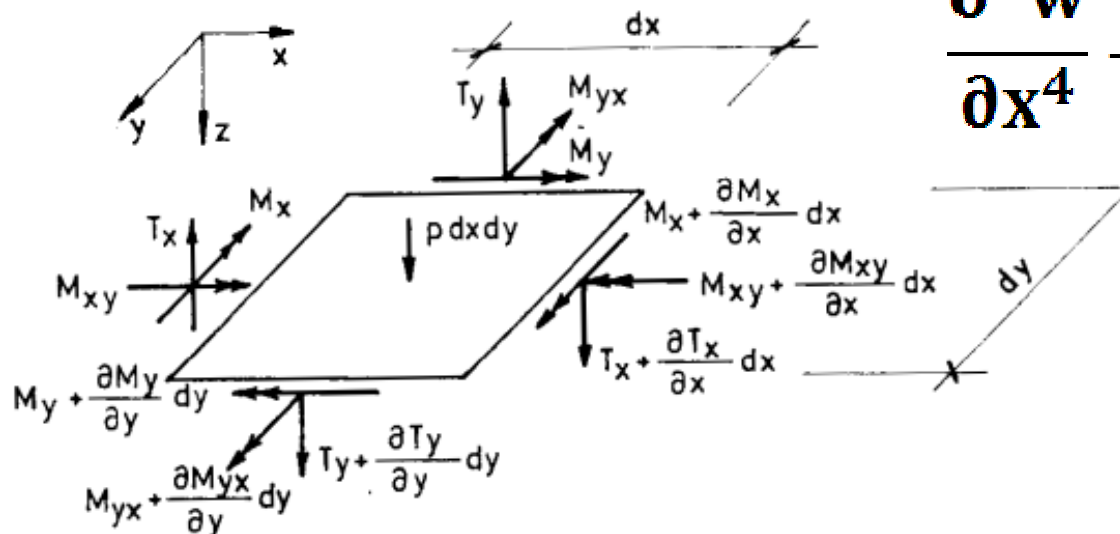
$$M_{xy} = -(1 - \nu) K \frac{\partial^2 \omega}{\partial x \partial y}$$

$$K = \frac{Ed^3}{12(1-\nu^2)}$$



## 2.2. Krstasto armirane ploče

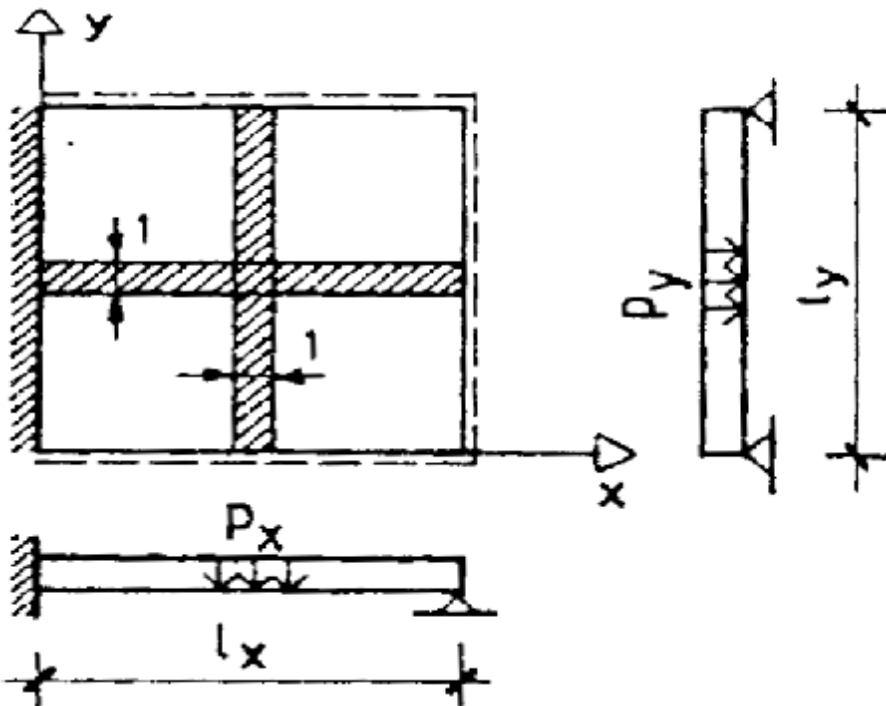
- *Pretpostavke za proračun:*
  - *Deformacije (ugibi) srednje ravni su male u odnosu na debljinu ploče*
  - *Tačke koje su na normali na srednju površ ostaju na pravoj koja je upravna na deformisanu površ*
  - *Vlakna u srednjoj ravni ploče pri deformacijama ne menjaju dužinu*



$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{P_{(x,y)}}{K}$$

## 2.2. Krstasto armirane ploče

- *Približan proračun - Markusova metoda zamenjujućih traka*
  - *Iz ploče se izdvajaju dve srednje trake iz dva ortogonalna pravca, širine 1m*
  - *Isti ugibi  $w_x = w_z$  i isti momente inercije ( $I_x = I_y$ )*
  - *Pripadajuće opterećenje ( $p_x, p_y$ )*

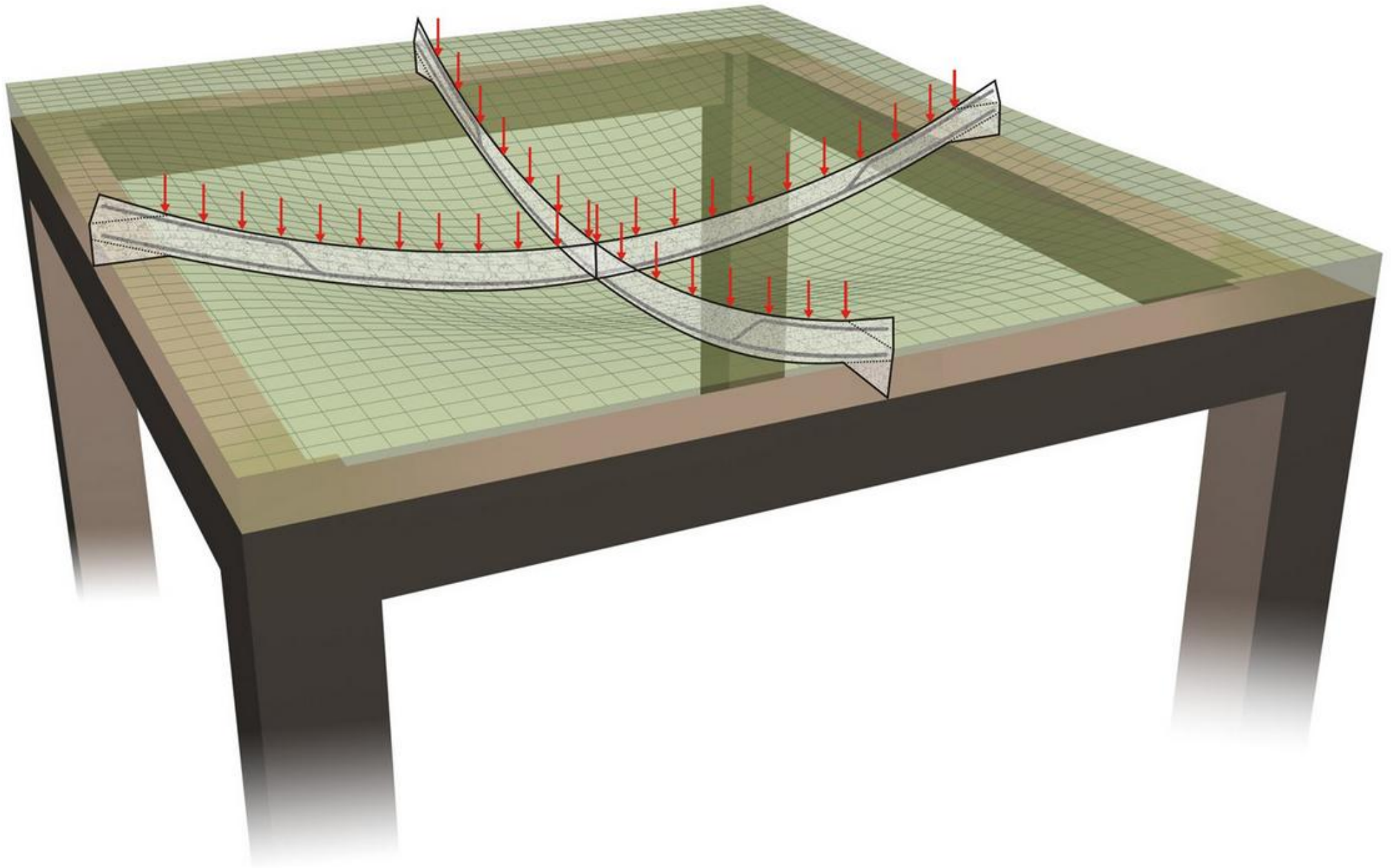


$$w_x = \alpha_x \frac{p_x l_x^4}{EI_x} \quad w_y = \alpha_y \frac{p_y l_y^4}{EI_y}$$

$$M_x = \frac{p_x l_x^4}{\beta_x} \quad M_y = \frac{p_y l_y^4}{\beta_y}$$

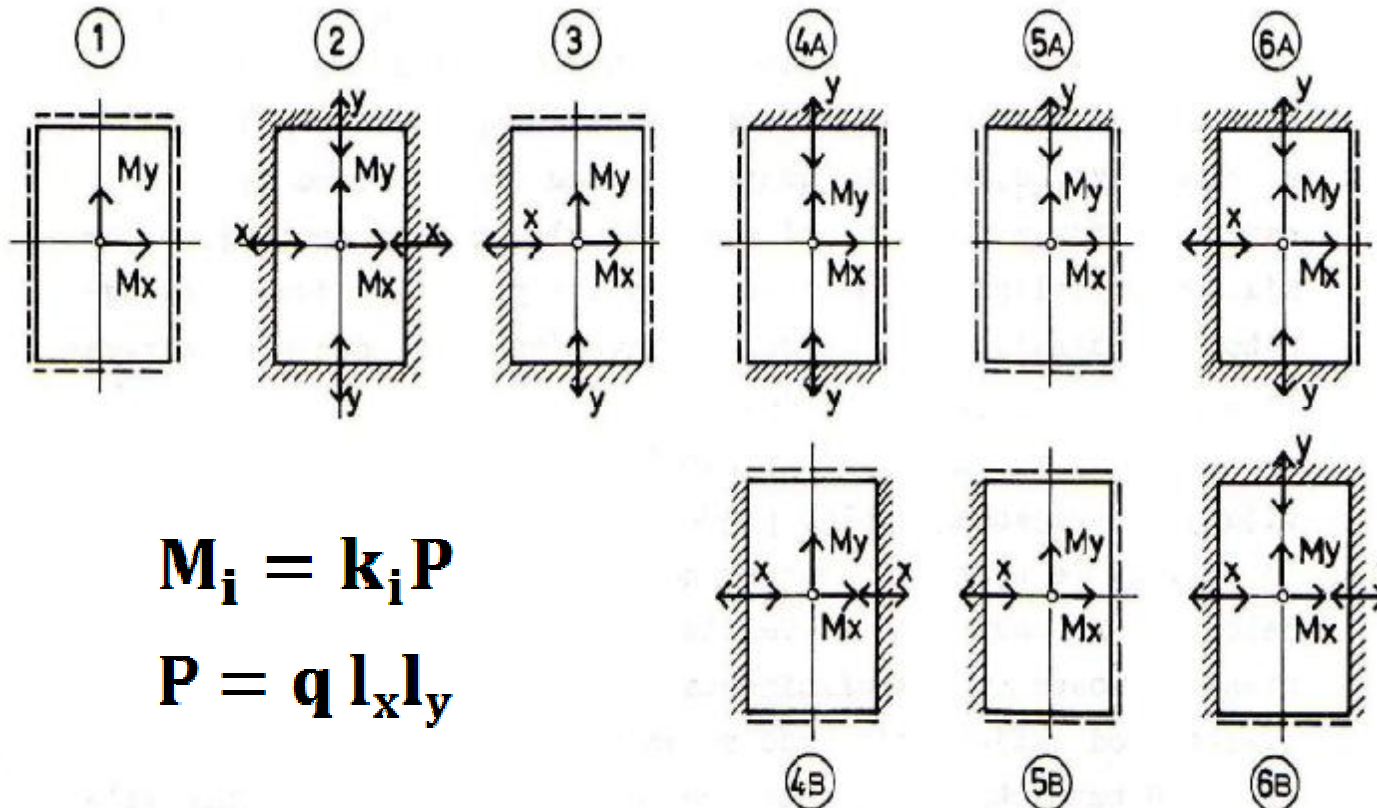
$$M_{xy} = 0$$

## 2.2. Krstasto armirane ploče



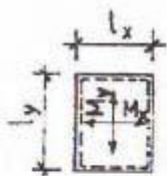
## 2.2. Krstasto armirane ploče

- *Proračun korišćenjem tablica*
  - U slučaju jednakopodeljenog opterećenja koje deluje upravno na srednju ravan ploče, ukupno opterećenje ploče određuje se kao  $P=ql_xl_y$
  - Za definisane uslove oslanjanja i odnos raspona  $l_x/l_y$  određuje se koeficijent  $k_i$  pomoću kog se određuju momenti u polju i nad osloncima



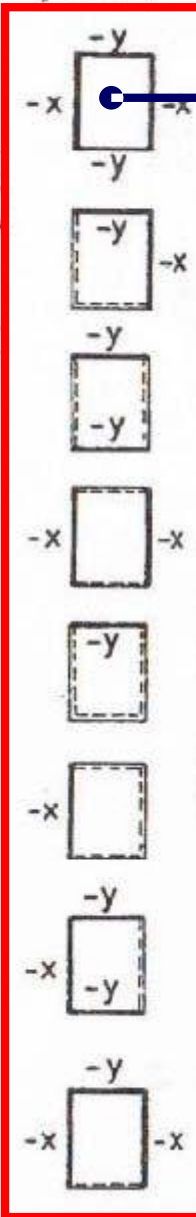
$$M_i = k_i P$$

$$P = q l_x l_y$$



$l_y : l_x$  1,0 1,1 1,2 1,3 1,4 1,5 1,6 1,7 1,8 1,9 2,0

— uklještena ivica  
 - - - - - slobodno ostonjena ivica



Mx	0,044	0,047	0,049	0,051	0,052	0,052	0,053	0,052	0,052	0,051	0,050
My	0,044	0,041	0,038	0,034	0,032	0,029	0,026	0,024	0,022	0,020	0,019
Mx	0,021	0,023	0,023	0,024	0,020	0,020	0,023	0,022	0,022	0,021	0,021
My	0,021	0,019	0,017	0,015	0,013	0,011	0,010	0,008	0,007	0,006	0,006
-X	0,052	0,054	0,053	0,053	0,052	0,051	0,049	0,048	0,046	0,044	0,042
-Y	0,052	0,049	0,047	0,044	0,041	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,029
Mx	0,028	0,030	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,031	0,031	0,030	0,029
My	0,028	0,025	0,023	0,021	0,019	0,017	0,014	0,014	0,012	0,011	0,010
-X	0,068	0,070	0,071	0,071	0,070	0,069	0,067	0,065	0,063	0,061	0,059
-Y	0,068	0,065	0,062	0,059	0,055	0,051	0,049	0,046	0,043	0,041	0,040
Mx	0,022	0,026	0,028	0,032	0,035	0,037	0,039	0,040	0,041	0,042	0,043
My	0,032	0,032	0,031	0,030	0,029	0,027	0,026	0,024	0,023	0,021	0,020
-Y	0,070	0,072	0,073	0,072	0,072	0,070	0,068	0,066	0,064	0,062	0,060
Mx	0,032	0,031	0,030	0,029	0,028	0,027	0,026	0,024	0,023	0,022	0,021
My	0,022	0,018	0,015	0,013	0,011	0,009	0,008	0,007	0,006	0,005	0,005
-X	0,070	0,067	0,064	0,061	0,058	0,055	0,052	0,050	0,047	0,044	0,042
Mx	0,031	0,035	0,038	0,041	0,043	0,044	0,045	0,046	0,046	0,046	0,046
My	0,037	0,036	0,034	0,032	0,030	0,028	0,026	0,024	0,022	0,021	0,019
-Y	0,084	0,084	0,083	0,080	0,078	0,075	0,072	0,069	0,066	0,064	0,061
Mx	0,037	0,037	0,038	0,037	0,037	0,035	0,034	0,033	0,032	0,031	0,030
My	0,031	0,027	0,023	0,021	0,018	0,016	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009
-X	0,084	0,084	0,082	0,079	0,077	0,074	0,071	0,069	0,066	0,063	0,061
Mx	0,021	0,024	0,026	0,028	0,029	0,029	0,029	0,029	0,028	0,028	0,028
My	0,026	0,025	0,023	0,022	0,019	0,017	0,016	0,014	0,012	0,011	0,011
-X	0,055	0,059	0,062	0,063	0,064	0,063	0,062	0,061	0,059	0,058	0,057
-Y	0,060	0,059	0,058	0,055	0,053	0,051	0,048	0,046	0,043	0,041	0,039
Mx	0,026	0,026	0,027	0,027	0,026	0,025	0,024	0,024	0,022	0,022	0,021
My	0,021	0,013	0,016	0,014	0,012	0,010	0,009	0,008	0,007	0,006	0,006
-X	0,060	0,060	0,059	0,057	0,055	0,053	0,050	0,048	0,046	0,044	0,042
-Y	0,055	0,052	0,048	0,044	0,041	0,038	0,036	0,034	0,032	0,030	0,029

$P$   $q$   $l_x$   $l_y$  (kN)  
 $M$   $k_i P$  (kNm/m)

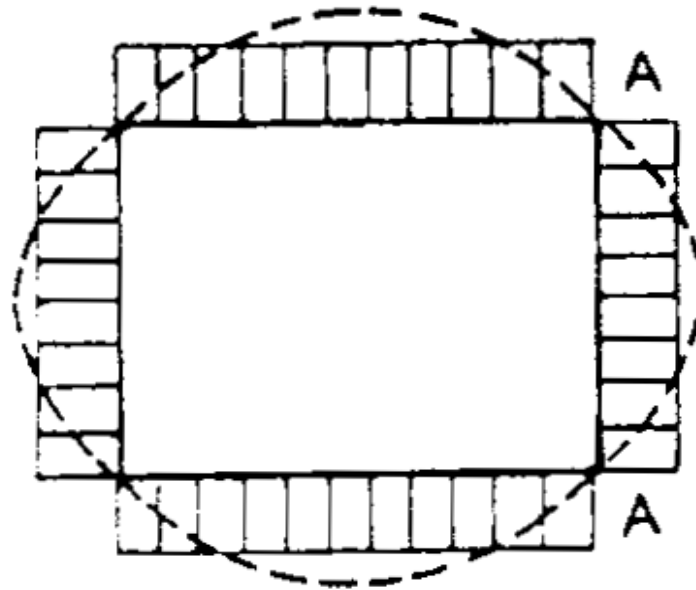


## 2.2. Krstasto armirane ploče

- Kod krstasto armiranih ploča opterećenih jednako raspodeljenim opterećenjem, raspodela reakcija duž oslonjene ivice u stvarnosti je parabolična
- U praktičnim proračunima dovoljno je tačno usvojiti prosečne vrednosti ovih reakcija
- Za odnos raspona  $l_y/l_x$  i tip ploče, iz tabela se nalazi vrednost koeficijenta  $r_i$  i ukupna reakcija ploče na strani  $i$  se dobija iz izraza:

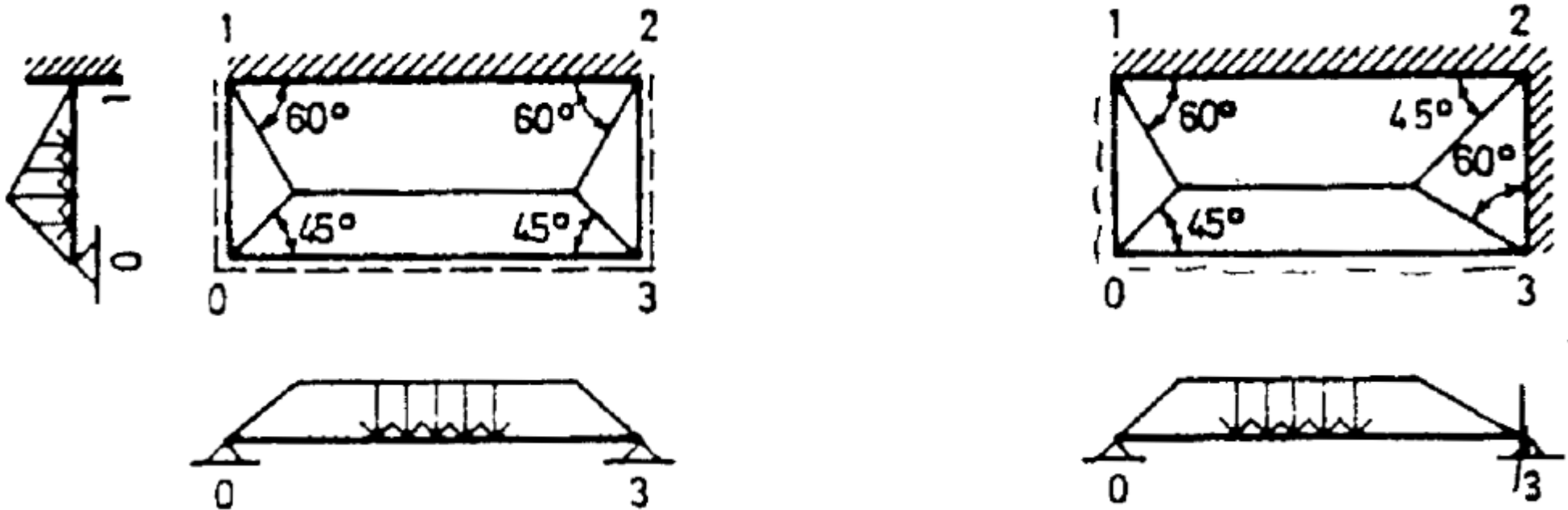
$$Q_i = r_i P$$

$$P = q l_x l_y$$



## 2.2. Krstasto armirane ploče

- Koeficijent  $r_i$  predstavlja procenat raspodele ukupnog opterećenja sa ploče na njene oslonce u funkciji odnosa strana i uslova oslanjanja
- U nedostatku tabela, reakcije oslonaca se mogu dovoljno tačno odrediti i preko pripadajućih površina



Koeficijenti  $r_j$  za određivanje rezultantne reakcije oslonca kristasto armirane ploče, oslonjene na sve četiri strane, opterećenih jednako podjeljenim opterećenjem  $q$  (kN/m<sup>2</sup>)

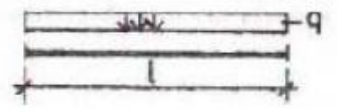
$P = q l_x l_y$  (kN)       $Q = r_j P$  (kN)

$l_y : l_x$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
-------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

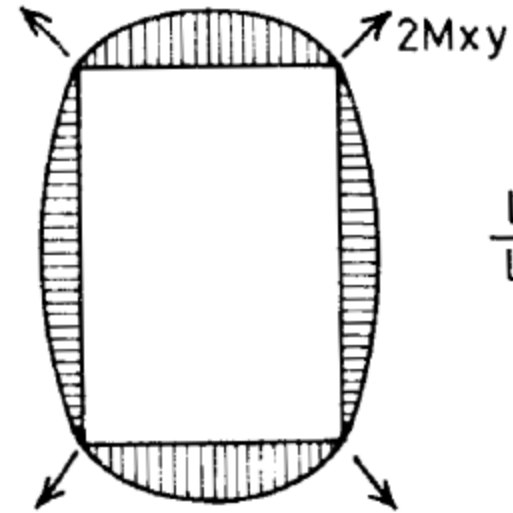
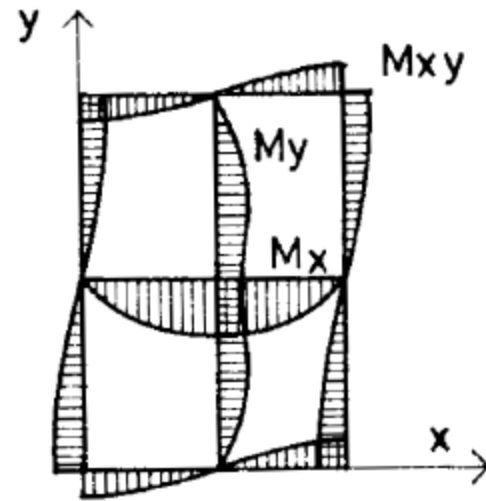
$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$
$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$
$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$
$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$
$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$
$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$
$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$
$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$
$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$
$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$
$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$	$Q_1$
$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$	$Q_2$

— uklještena ivica  
 - - - - - slobodno oslonjena ivica

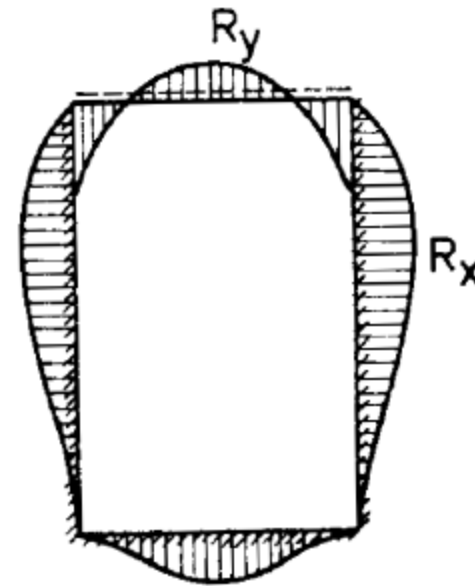
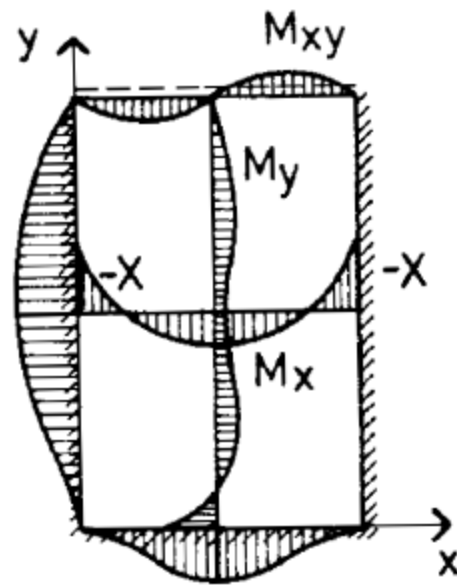
Približno opterećenje oslonjačke grede



$q = \frac{Q}{l}$



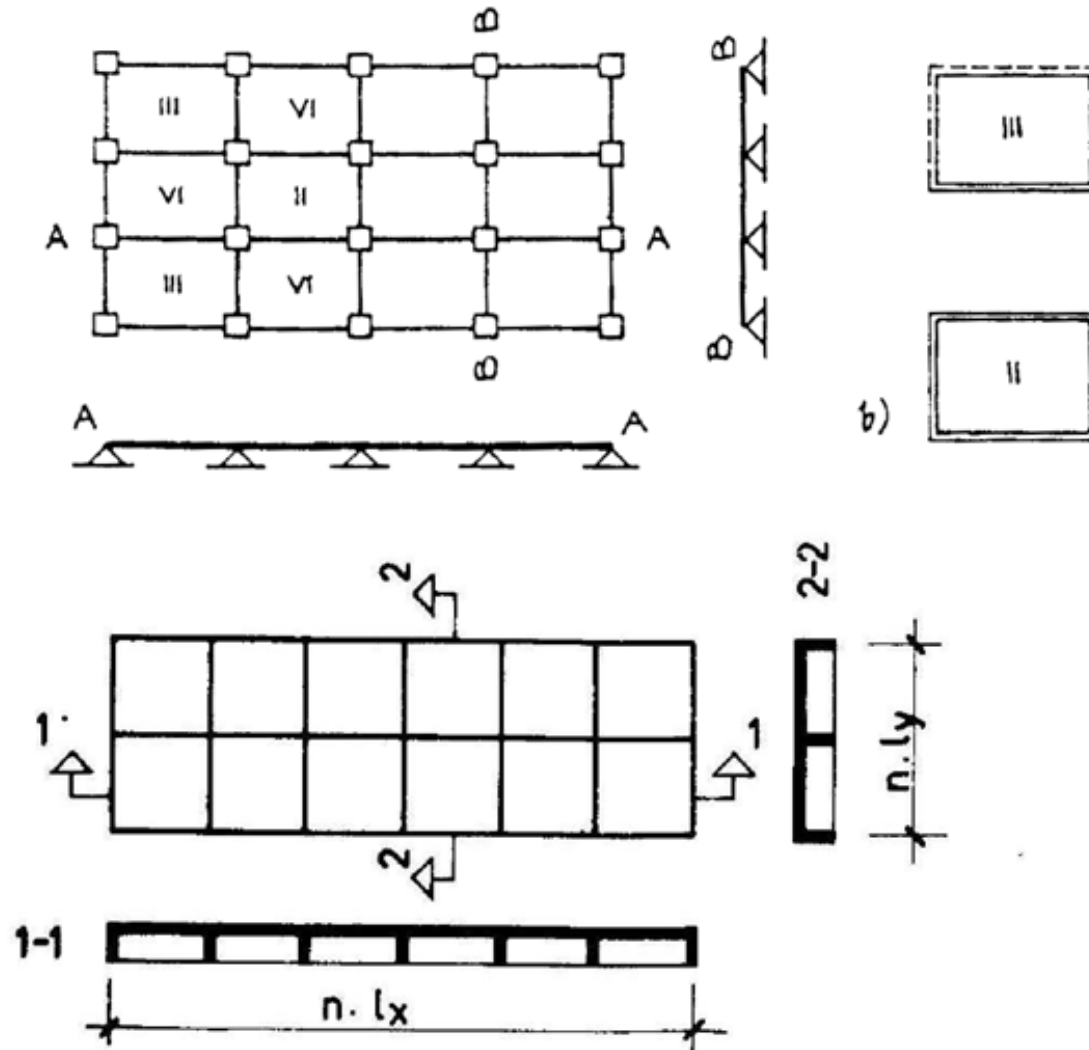
$$\frac{l_y}{l_x} = 1.50$$



$$\frac{l_y}{l_x} = 1,5$$

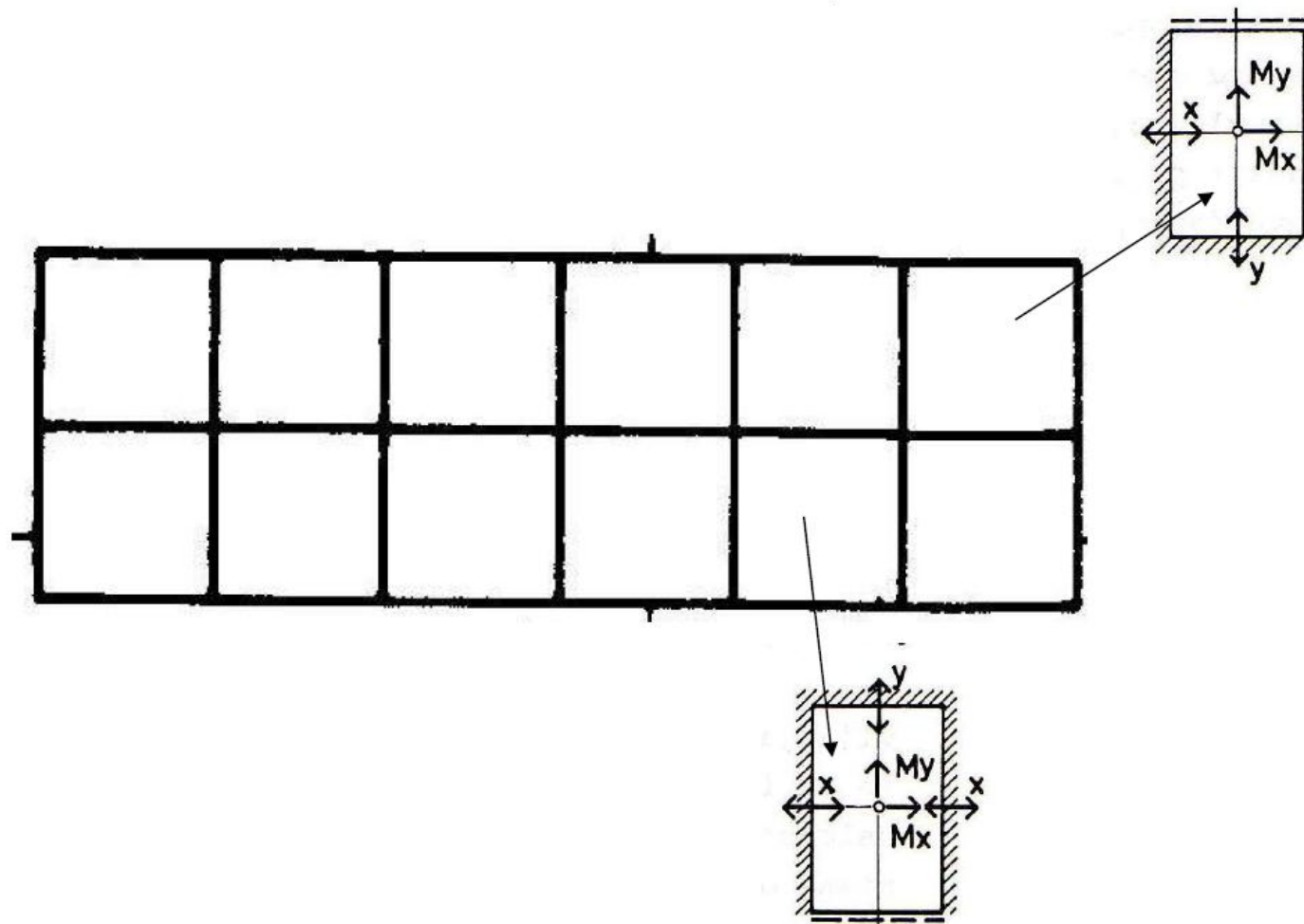
## 2.2. Krstasto armirane ploče

- Kontinualne krstasto armirane ploče se sastoje od dve ili više susednih krstastih ploča



## 2.2. Krstasto armirane ploče

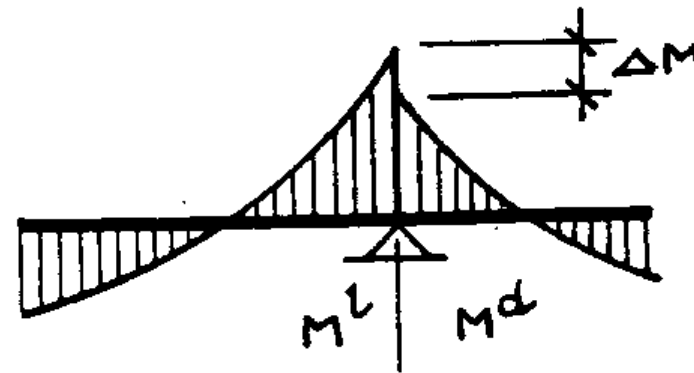
- *Kada su ploče opterećenje jednako raspodeljenim opterećenjem približno jednakog intenziteta mogu se tretirati kao samostalne krstasto armirane ploče koje su ukleštene na osloncima na kojima postoji kontinuitet, a slobodno oslonjene na ivicama ploče gde ne postoji kontinuitet*



## 2.2. Krstasto armirane ploče

- U slučaju kada dve susedne ploče imaju različite granične uslove oslanjanja, za dimenzionisanje ploča nad osloncem se usvaja srednja vrednost momenta

$$M_{osl} = \frac{M^l + M^d}{2}$$



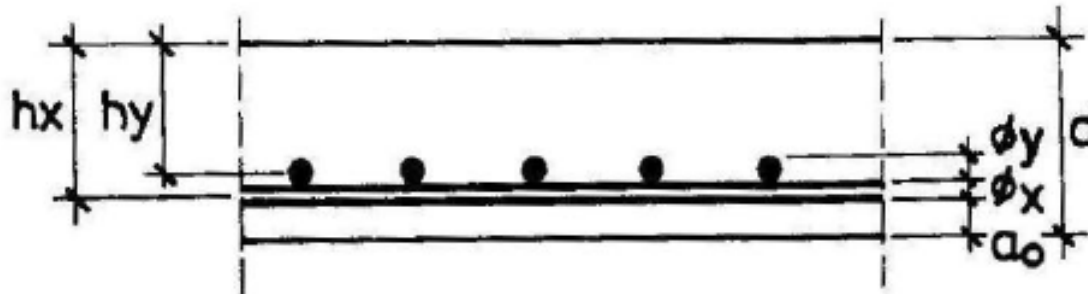
- Ako je povremeno opterećenje  $p$  veliko (veće od stalnog opterećenja) u pločama treba sračunati ekstremne vrednosti statičkih uticaja prema najnepovoljnijim rasporedima povremneog opterećenja

## 2.2. Krstasto armirane ploče

- Dimenzionisanje krstastih armiranih ploča se vrši kao za pravougaoni armirano betonski presek širine  $b=100\text{cm}$  i visine  $d_p$
- Kod krstasto armiranih ploča glavna armatura je u oba pravca
- Statičke visine u jednom i drugom pravcu su različite:

$$h_x \neq h_y$$

- Armatura koja prihvata veći moment savijanja postavlja se bliže zategnutoj ivici ploče i ima veću statičku visinu



$$M_x > M_y$$

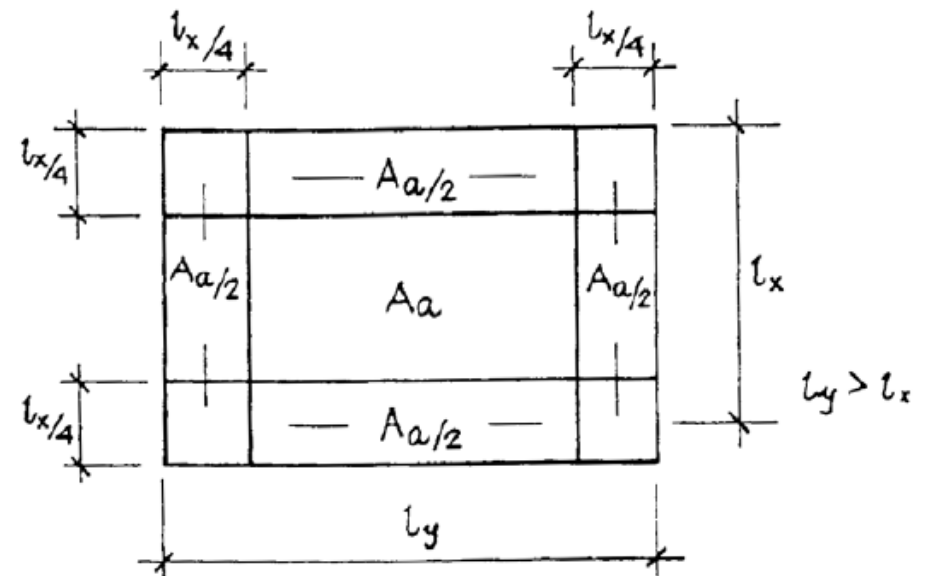
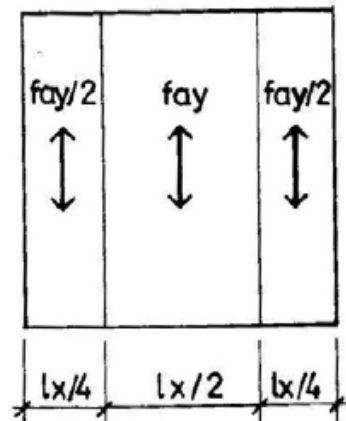
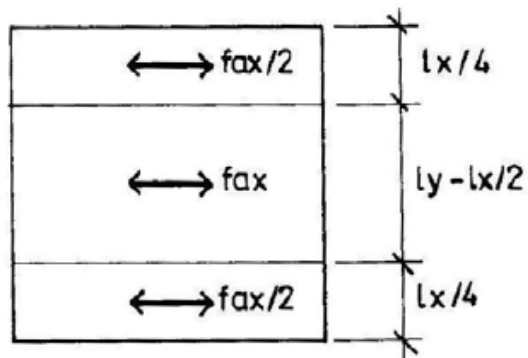
$$h_x = d - a_0 - \frac{\phi_x}{2}$$

$$h_y = d - a_0 - \phi_x - \frac{\phi_y}{2}$$



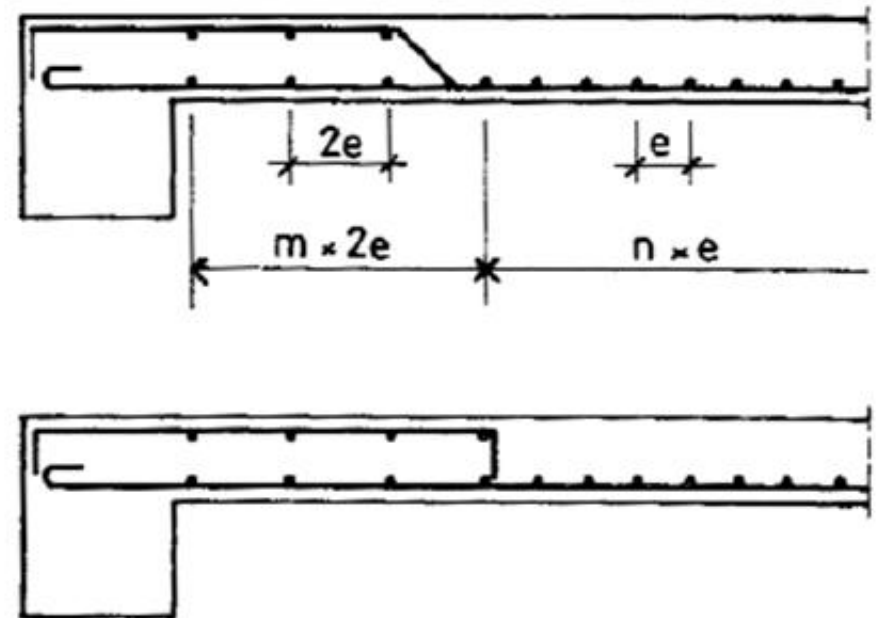
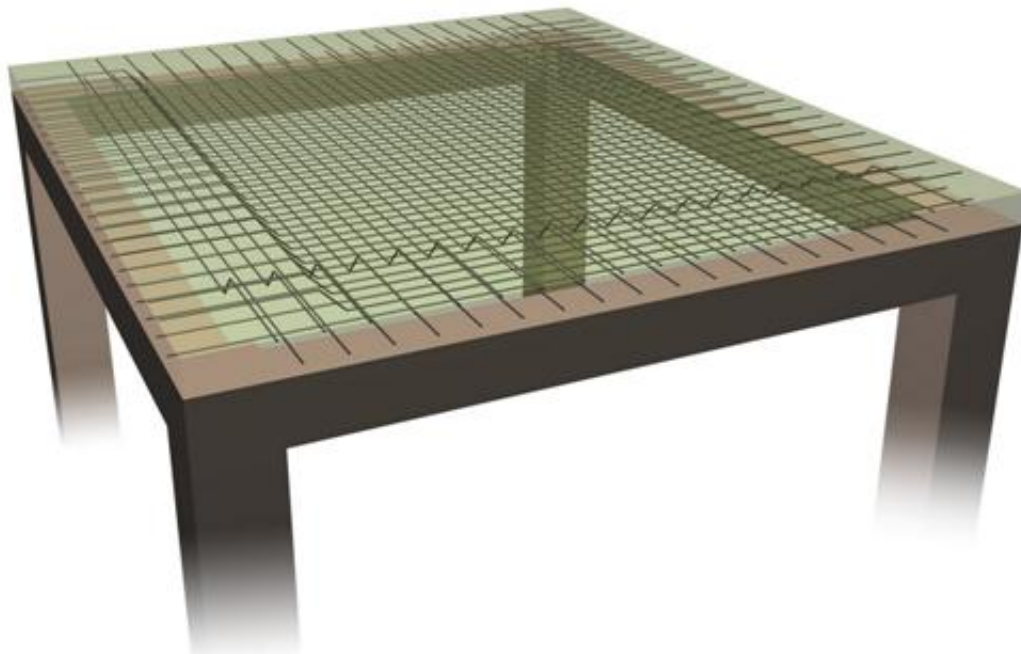
## 2.2. Krstasto armirane ploče

- Armatura se određuje na osnovu maksimalnih statičkih uticaja u preseku u polju i nad osloncem
- Ivične zone širine  $l_x / 4$  u kojima su momenti znatno manji od onih za koje je izvršeno dimenzionisanje armature, armiraju se dvostruko manjom količinom od središnjih polja



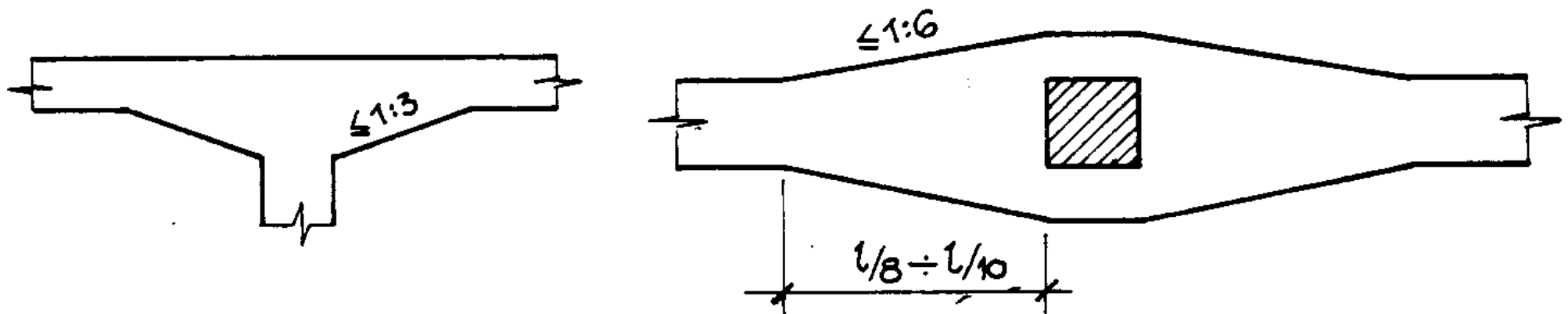
## 2.2. Krstasto armirane ploče

- *Oblik i način armiranja krstasto armiranih ploča sličan je kao kod ploča u jednom pravcu*
- *Povoljnije je da je armatura u svim poljima na jednakom razmaku (obično oko 15cm), ali da se u različitim poljima koriste šipke različitih prečnika*
- *Minimalni procenti armiranja i maksimalno rastojanje šipki je isto*



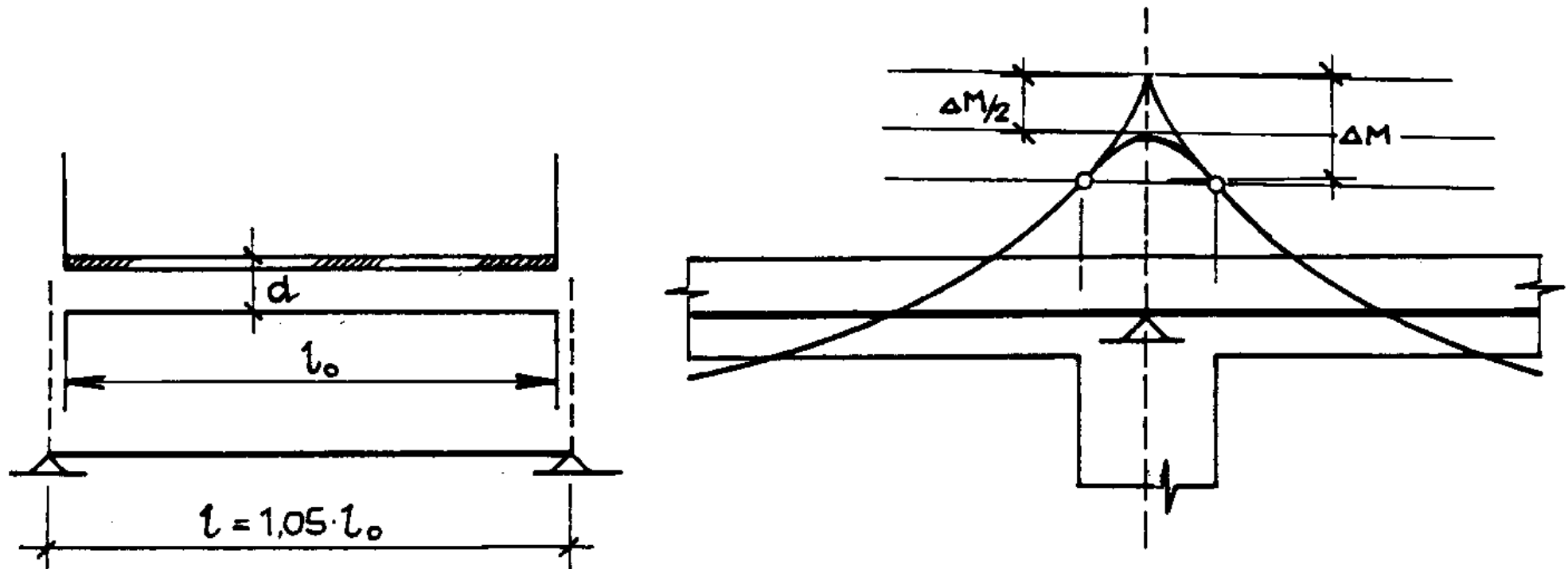
## 2.3. Podvlake

- Armiranobetonske grede koje su oslonci ploča nazivaju se podvlake
- Zbog monolitne veze sa pločom najčešće je poprečni presek oblika T za središnje, i oblika  $\Gamma$  za ivične grede
- Kod kontinualnih podvlaka u zonama negativnih momenata presek se dimenzioniše kao pravougaoni
- Nad osloncima se mogu raditi i vertikalne i horizontalne vute



## 2.3. Podvlake

- Grede se oslanjaju na stubove i zidove
- U statičkom sistemu oslonci se usvajaju u osovina stubova
- Kada su oslonci velike širine, u statičkom proračunu za raspon grede usvaja se fiktivna dužina  $l = 1.05l_0$ ,  $l_0$ -širina svetlog otvora
- Dimenzionisanje oslonačkih preseka kod greda sa širokim osloncima može se vršiti prema momentu umanjenom za veličinu  $\Delta M/2$

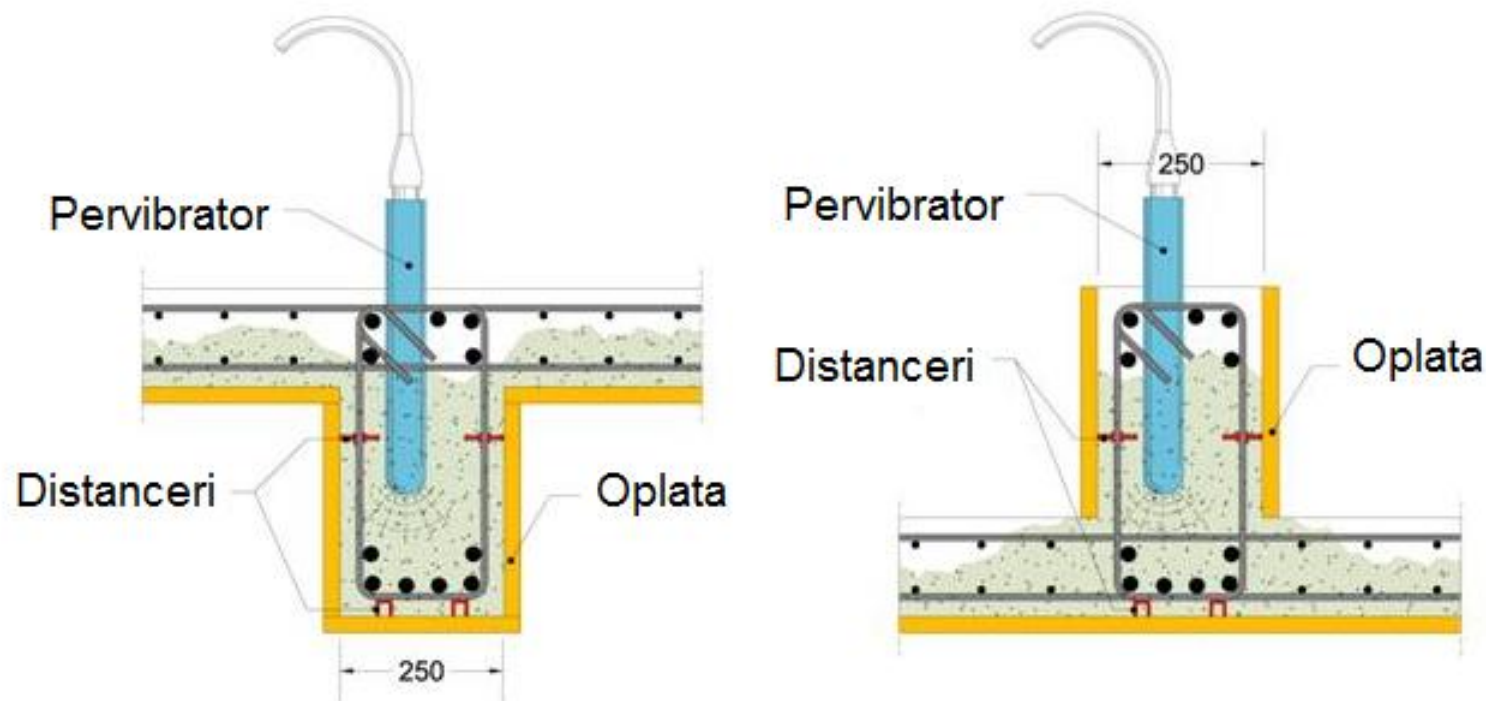


## 2.3. Podvlake

- Minimalni procenti armiranja u odnosu na površinu betonskog preseka su:

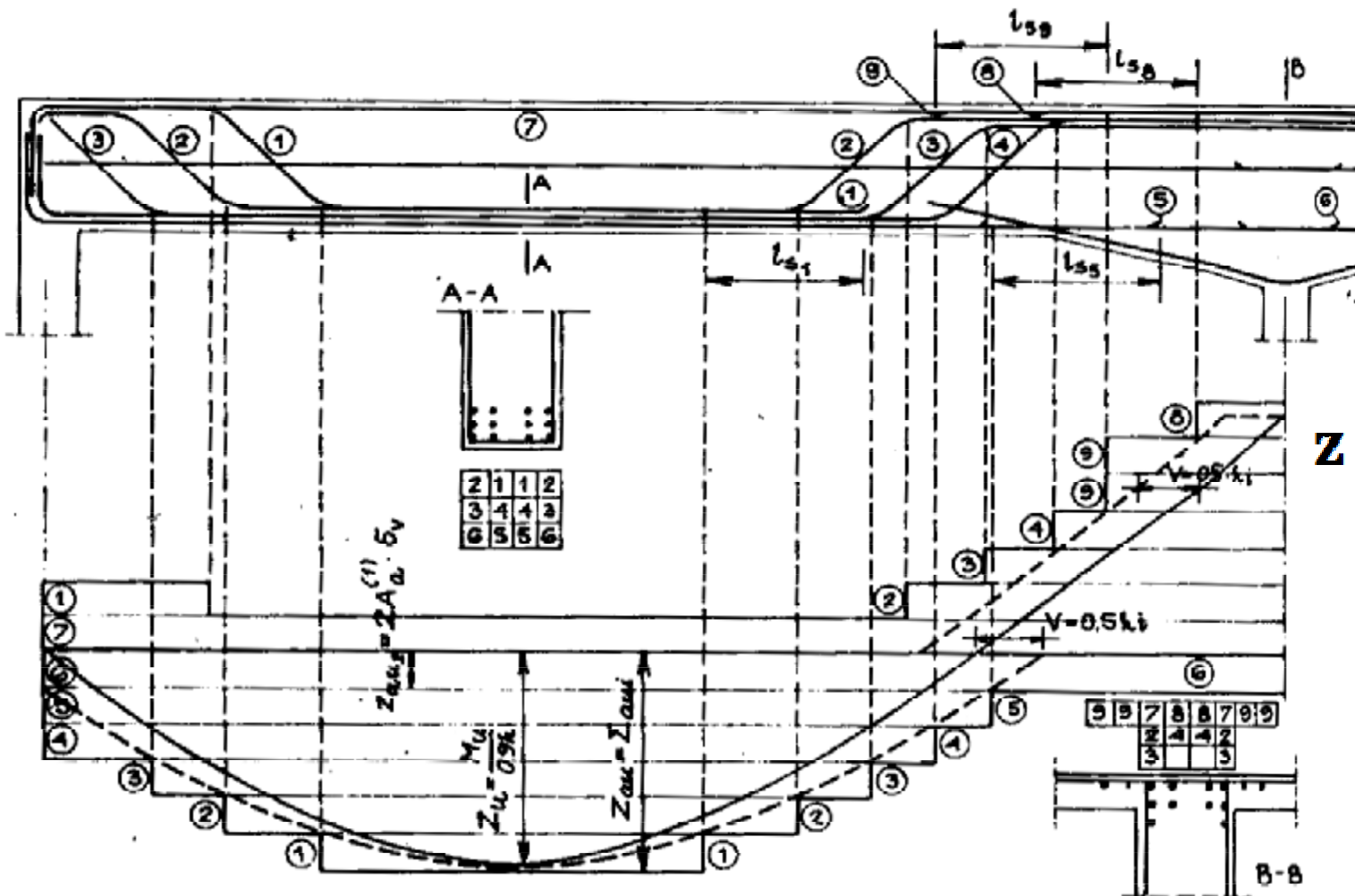
$$\mu_{\min}^{\text{RA}} = 0.20\% \quad \mu_{\min}^{\text{GA}} = 0.25\%$$

- Da bi se omogućilo pravilno ugrađivanje betona potrebno je ostaviti rastojanje između dve šipke u gornjoj zoni veće od 3.5cm, ili jedan deo armature postaviti u ploču izvan preseka grede na širini do  $1.5d_p$



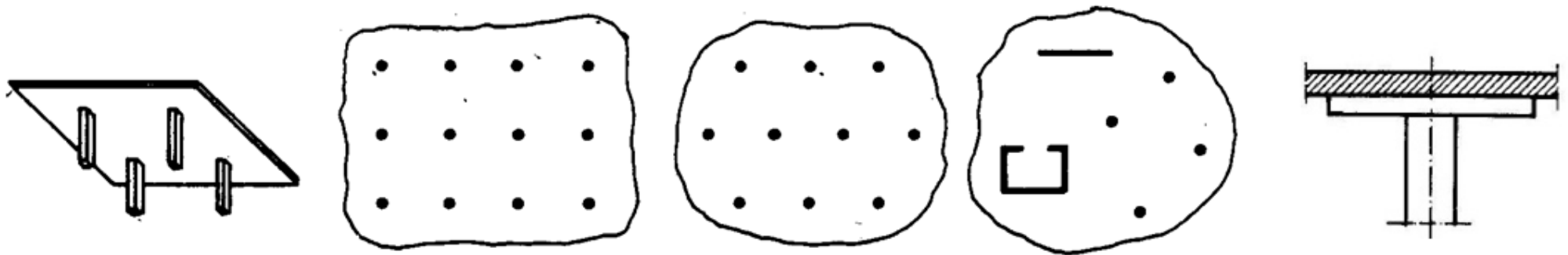
## 2.3. Podvlake

- Dimenzionisanje armature se vrši u presecima sa najvećim momentima savijanja a raspored armature po dužini grede se najlakše određuje grafičkim putem pomoću **linije zatežućih sila**

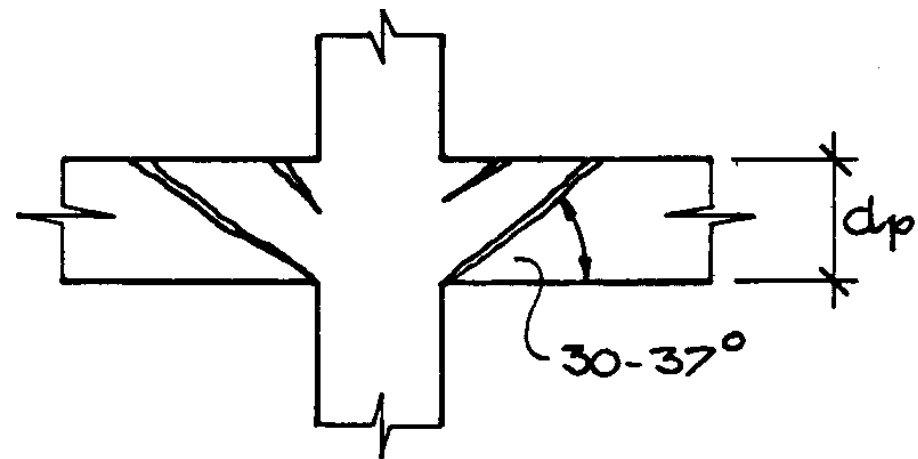


## 2.4. Ploče oslonjene na stubove

- *Raspored stubova je najčešće pravilan i ortogonalan, heksagonalan ili proizvoljan*



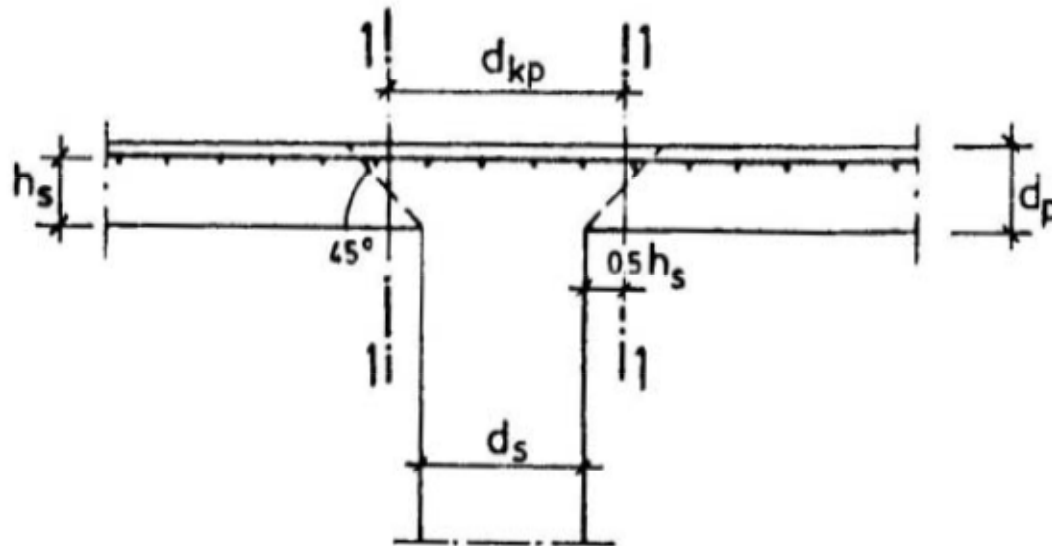
- *Prednosti:*
  - *Jednostavna oplata i armiranje*
  - *Lako provođenje instalacija*
  - *Konstrukcija ima malu visinu*
- *Mane:*
  - *Relativno veliki ugibi*
  - *Probijanje stuba kroz ploču*



## 2.4. Ploče oslonjene na stubove

- *Prosečan napon smicanja pri probijanju ploče kroz stub dat je izrazom:*

$$\tau_p = \frac{R}{O_p d_p}$$

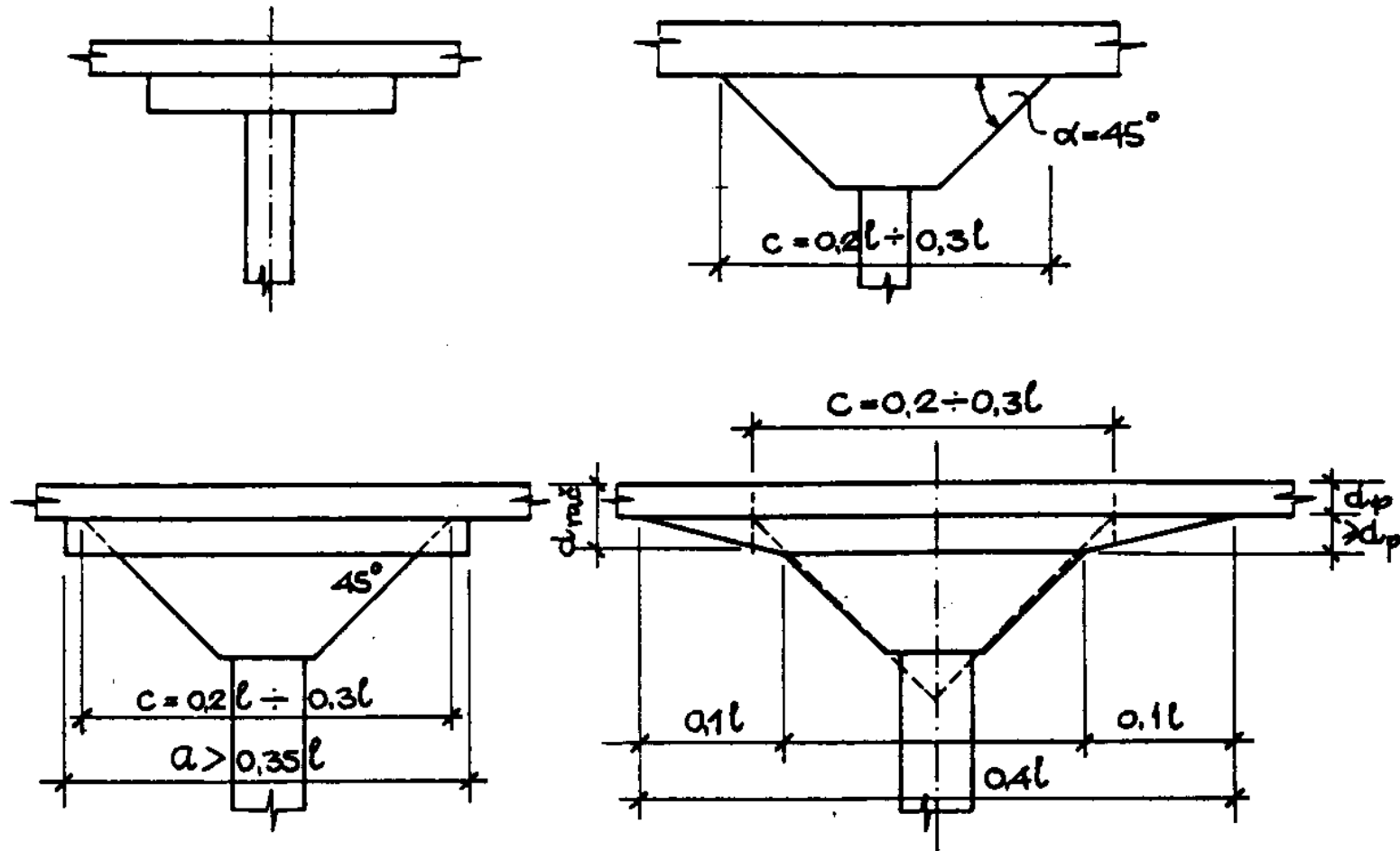


- $O_p$  – obim duž koga može da dođe do probijanja ( $O_p = d_{kp} \pi$ )
- $R$  – reakcija ploče
- *Kada napon smicanja pređe određenu vrednost, zonu oko stuba moramo osigurati armaturom koja prihvata glavne napone zatezanja u blizini oslonca*



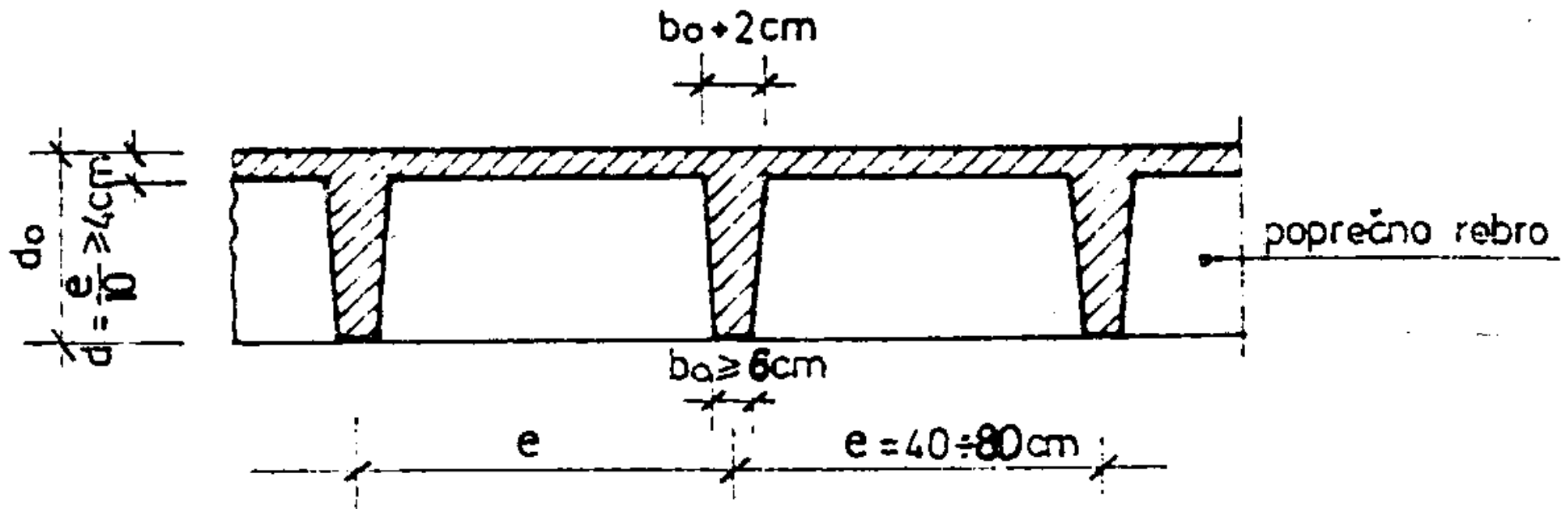
## 2.4. Ploče oslonjene na stubove

- Mogućnost proboja stuba kroz ploču može se eliminisati formiranjem proširenja na kontaktu ploče i stuba - kapitela



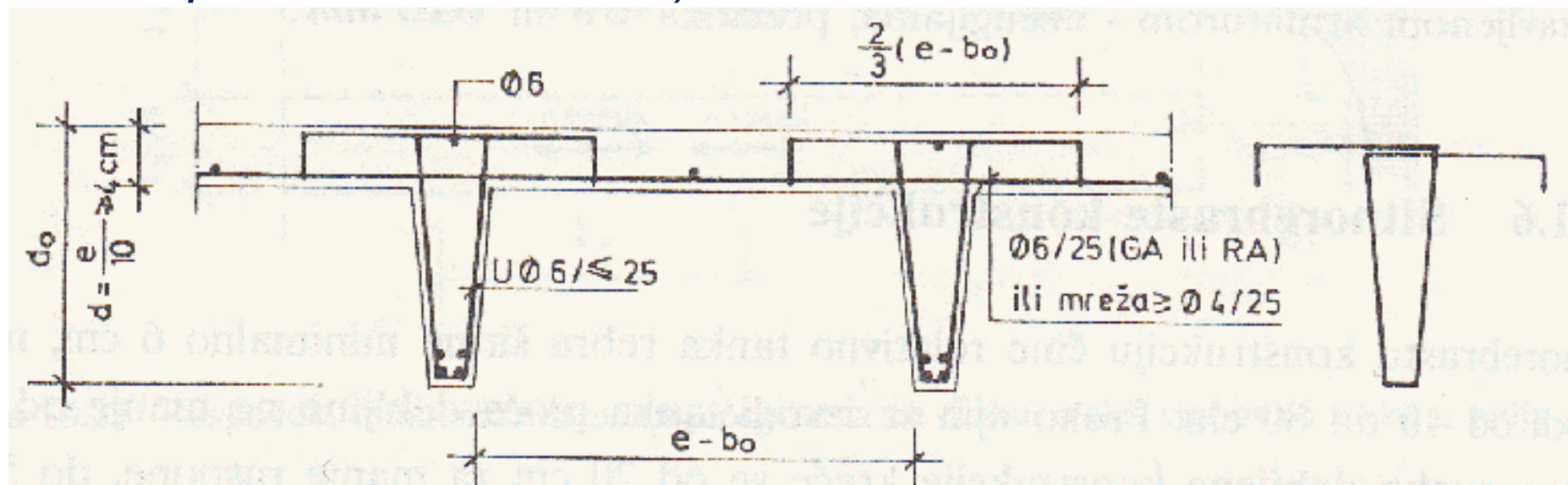
## 2.5. Sitnobrebraste konstrukcije

- Rebra širine minimalno 6 cm na rastojanju od 40 do 80 cm
- Tanka ploča debljine minimalno 4 cm
- Visina ovakve konstrukcije kreće se od 20 do 50cm
- Koriste se za raspone od 3 do 12 m
- Mana: komplikovana oplata



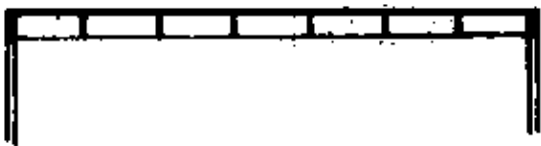
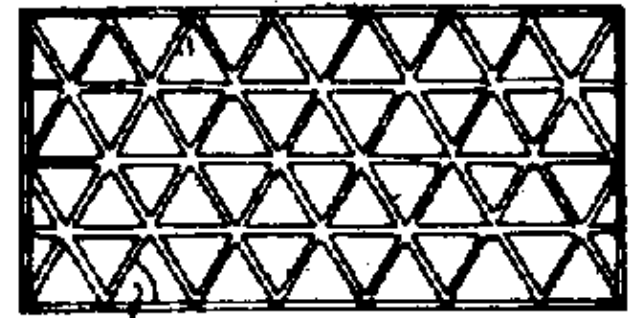
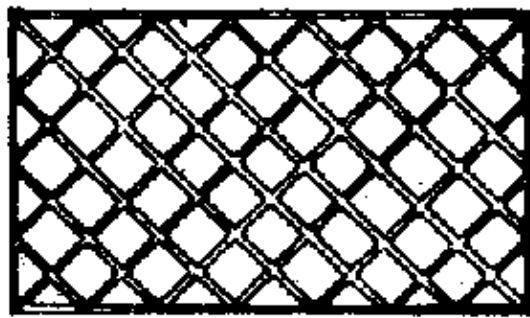
## 2.5. Sitnorebraste konstrukcije

- Dimenzionisanje za pozitivne momente vrši se kao za T presek sa neiskorišćenim naponima
- Ploča se u statičkom smislu tretira kao kontinualni nosač čiji su oslonci rebra
- Minimalna armatura ploče u donjoj zoni je  $\emptyset 6/25$  u oba pravca
- U pravcu upravnom na pružanje rebara postavljaju se rebra za ukrućenje (raspon do 6 m – jedno rebro, raspon od 6 do 9 m – 2 rebra, preko 9 m – tri rebra)



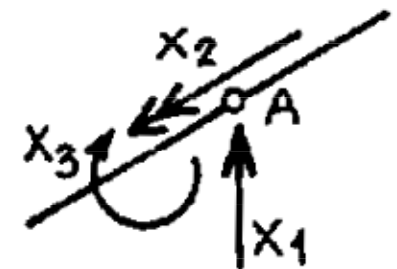
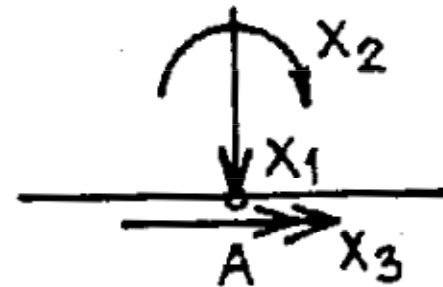
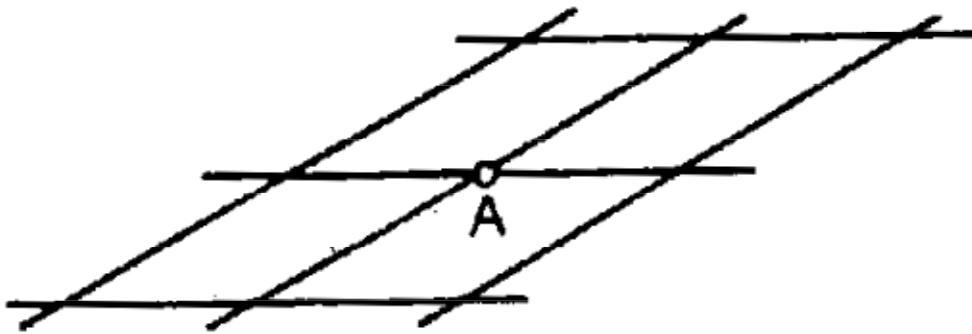
## 2.6. Kasetirane konstrukcije i gredni roštilji

- Površinske konstrukcije koje se sastoje iz greda koje se pružaju u dva pravca monolitno vezanih sa tankom pločom
- Prenosi opterećenje u dva pravca
- Raspona do 20 m
- Rastojanje greda manje od 2 m



## 7. Kasetirane konstrukcije i gredni roštilji

- Kada je rastojanje između greda veće od 1.25 m ovakve konstrukcije se proračunavaju kao **linijski roštilji**
- Na mestima ukrštanja greda jaljaju se po tri nepoznate statičke veličine:
  - Vertikalna sila  $X_1$
  - Moment savijanja  $X_2$
  - Moment torzije  $X_3$
- Ovakvim konstrukcijama se mogu pokriti rasponi do 40 m

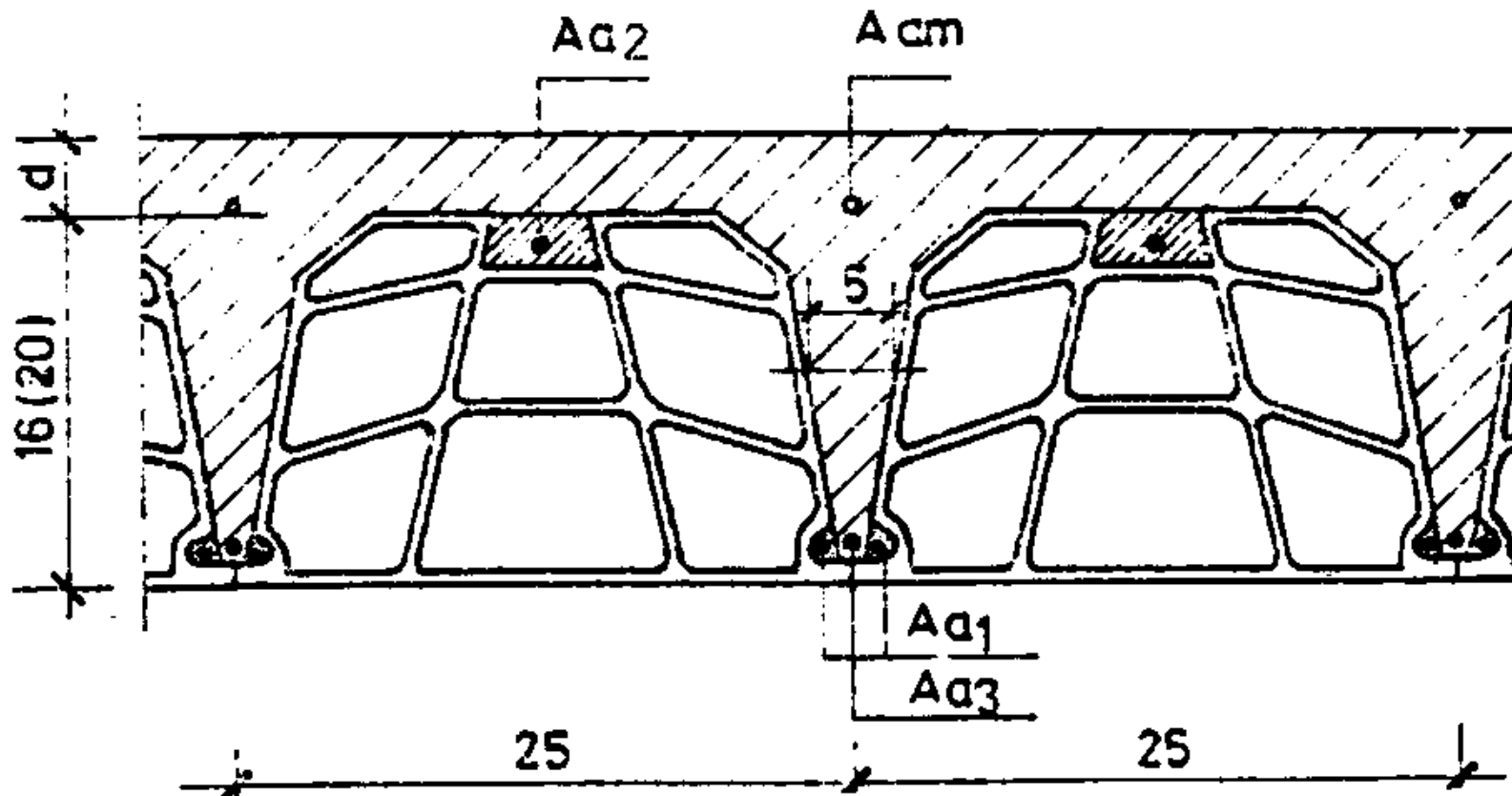


### ***3. Polumontažne međuspratne konstrukcije***

- *Ušteda u oplati i skeli*
- *Obično se rebra izvode kao montažne celine a ploča betonira na licu mesta*
  - *“TM” tavanice*
  - *“KAT” tavanice*
  - *Tavanice sistema “AVRAMENKO”*
  - *“OMNIA” ploče*

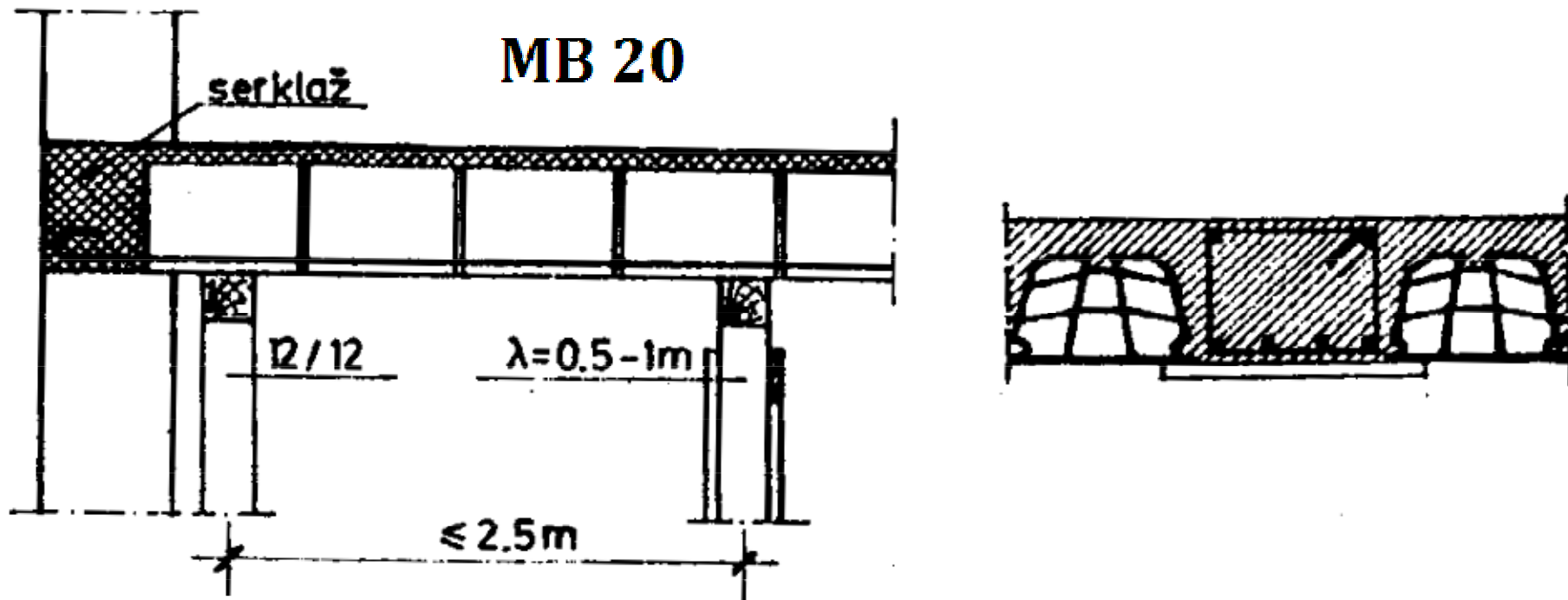
### 3.1. "TM" tavanice

- Oplata se obrazuje od lakih šupljih elemenata a betoniranje je na licu mesta
- Sitnorebrasta konstrukcija sistema proste grede
- Rasponi do 6.5 m i povremeno opterećenje do 3.0 kN/m<sup>2</sup>



### 3.1. “TM” tavanice

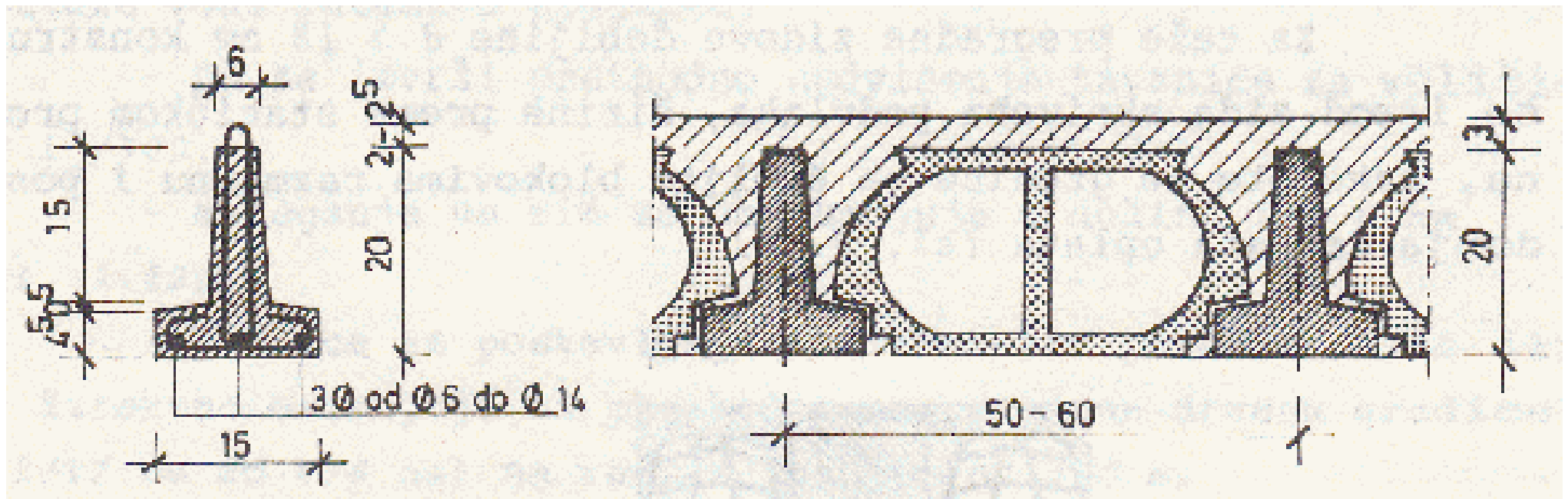
- *Visina blokova je 16 ili 20 cm, debljina ploče 4 odnosno 5 cm*
- *Ukupna težina konstrukcije je 2.60 kN/m<sup>2</sup>*
- *U seizmički aktivnim zonama ploča se armira sa Ø6/25 u oba pravca*
- *Armatura gredica i ploče povezuje se sa serklažima koji se rade u nivou tavanice*





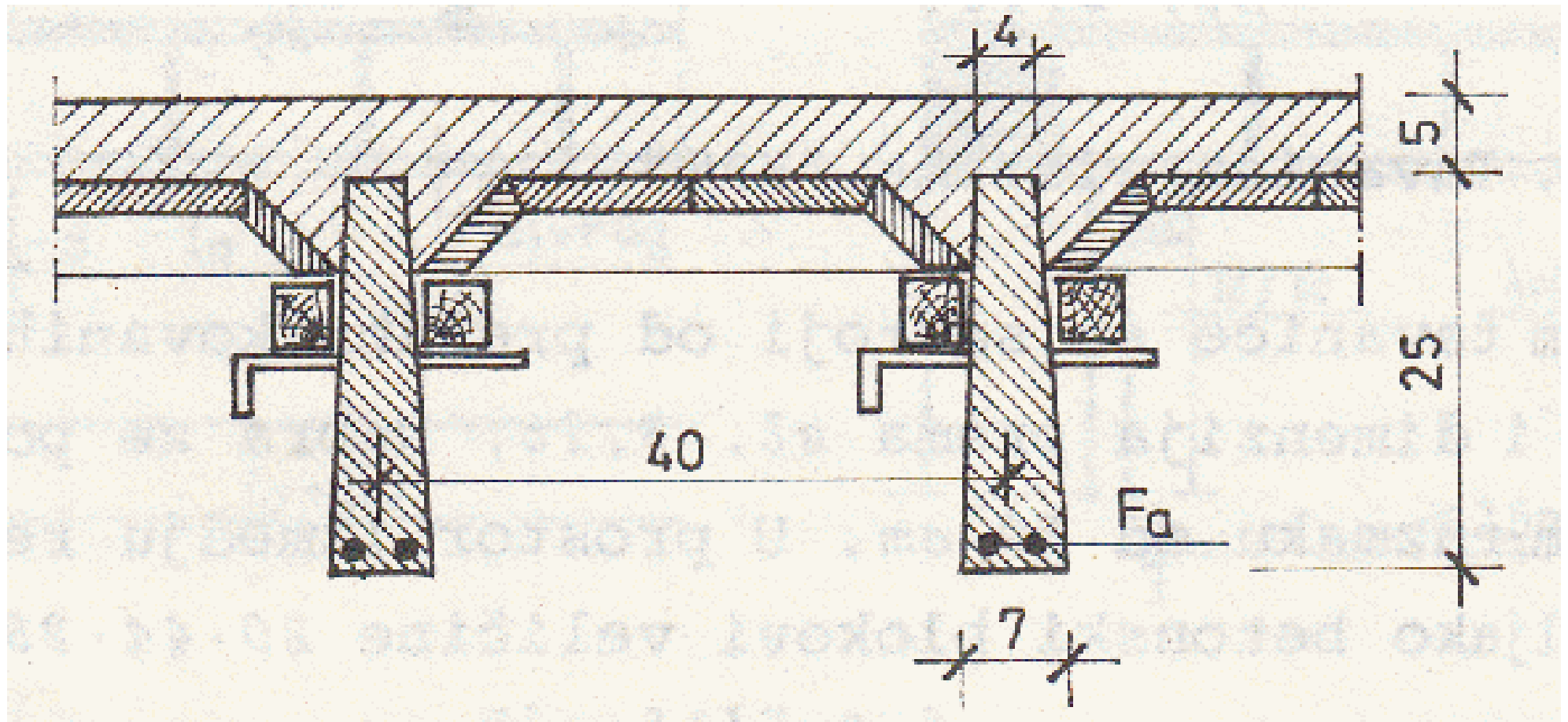
### 3.2. "KAT" tavanice

- Kao oplata se koriste opekarski proizvodi koji se oslanjaju na gotova armiranobetonska rebra
- Kada su rasponi manji od 5.5 m nisu potrebni podupirači



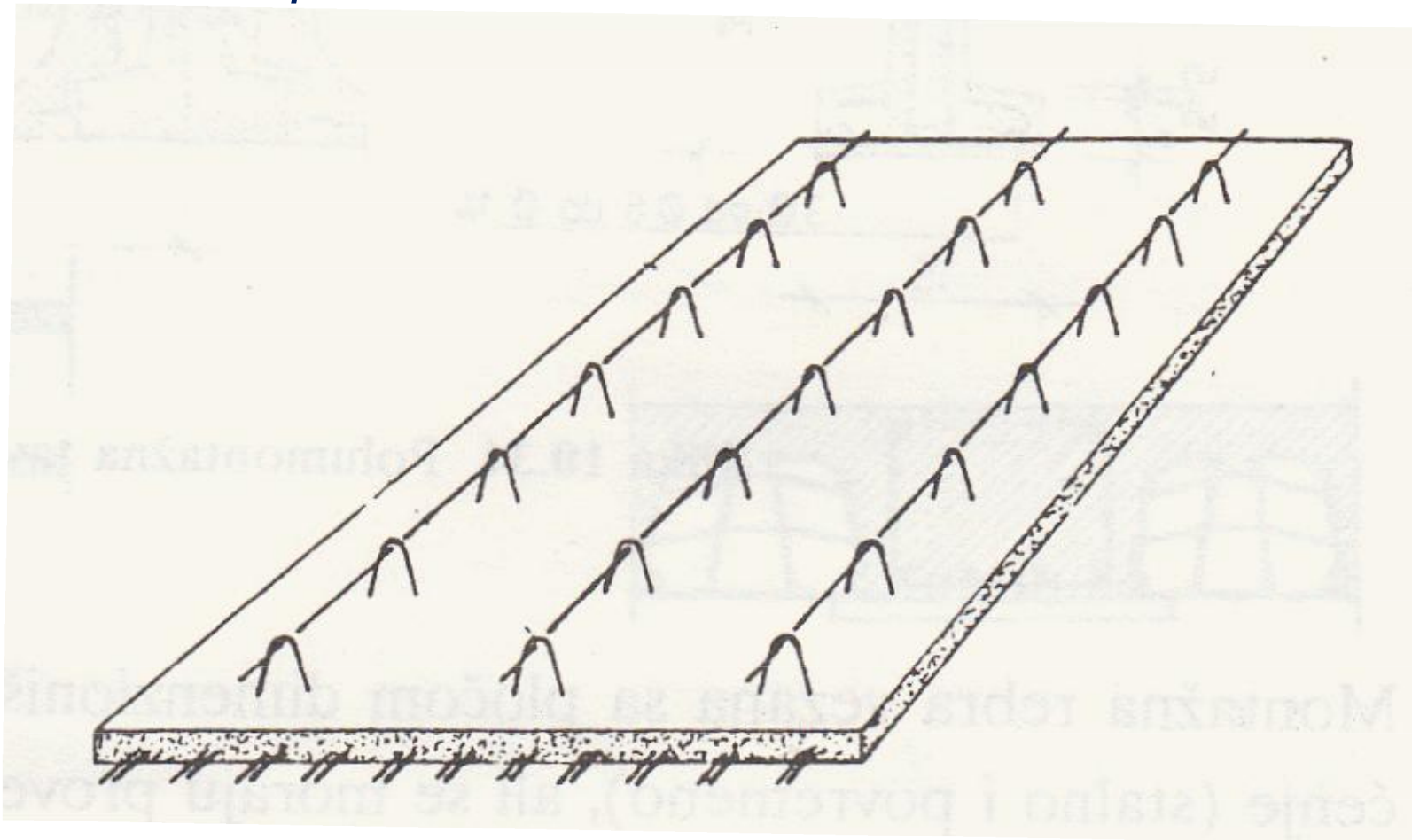
### 3.3. Tavanice sistema "AVRAMENKO"

- *Sitnorebraste polumontažne tavanice koje se formiraju od gotovih armiranobetonskih gredica*



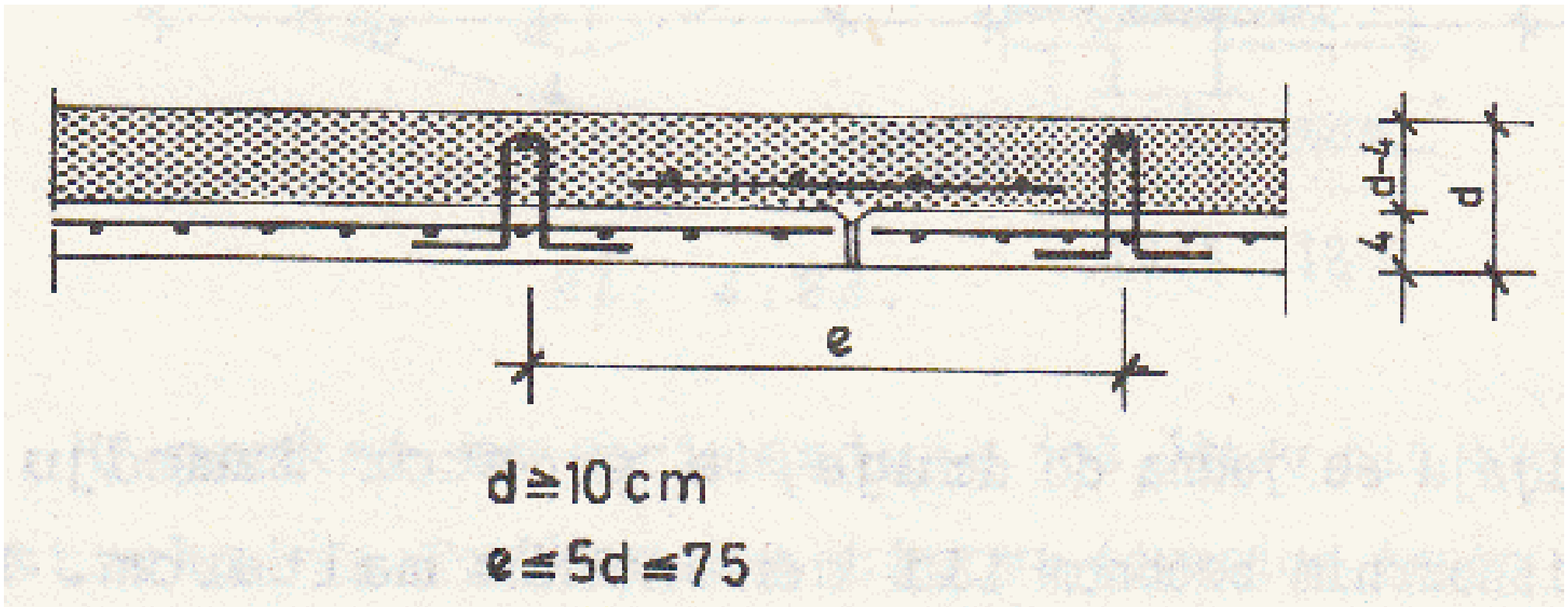
### 3.4. “OMNIA” ploče

- *Veća brzina gradnje*
- *Mogu se raditi sistema proste grede ili kontinualne ploče*
- *Rade se raspona do 6 m, širine obično do 75 cm*



### 3.4. "OMNIA" ploče

- *Armiraju se visokovrednom prefabrikovanom armaturom u obliku prostorne rešetke koja se postavlja na razmaku od 30, 45 ili 62.5 cm*
- *Po dužini spoja montažnih ploča vrši se armiranje mrežastom armaturom*

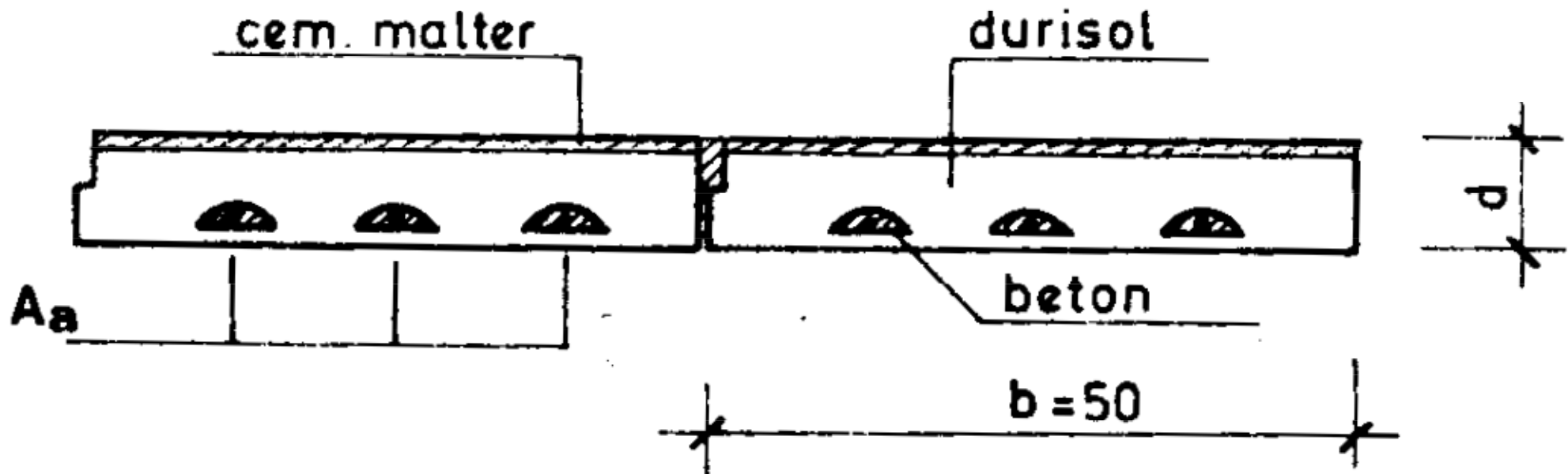


## ***4. Montažne međuspratne konstrukcije***

- *Konstrukcije od gotovih prefabrikovanih elemenata koji se ugrađuju sa svojim konačnim dimenzijama*
- *Najčešće su sistema prose grede*
  - *Durisol ploče*
  - *Armiranobetonske korube*
  - *Ošupljene ploče*

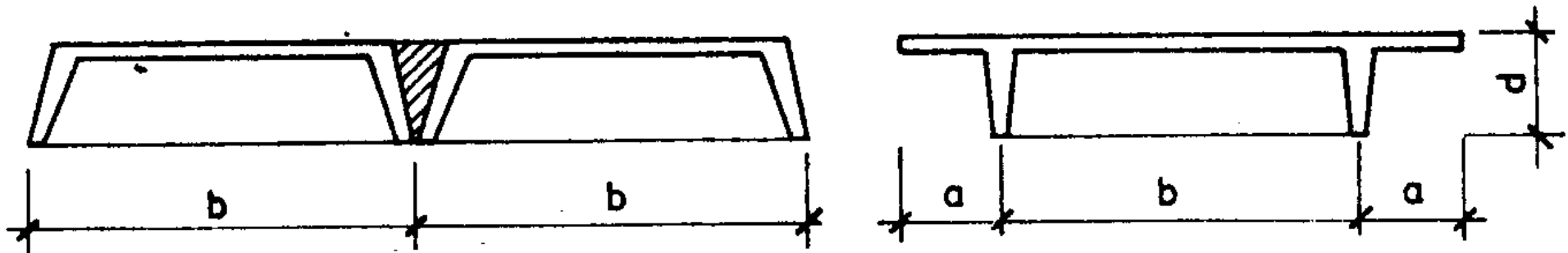
## 4.1. Durisol ploče

- *Montažne ploče standardne debljine 50 cm, dužine 5 m*
- *Debljina ploče se kreće od 8 do 20 cm*
- *Grade se od lakog betona zapreminske mase  $10 \text{ kN/m}^3$*
- *Zaštita se vrši cementnim malterom debljine 2 cm*
- *Preko konstrukcije se izvodi ravnajući sloj debljine 4 cm*



## 4.2. Armiranobetonske korube

- *Lake montažne orebrene ploče raspona do 12 m*
- *Ploča je sistema proste grede minimalne debljine 3 cm*
- *Raspon rebara do 1.2 m*
- *Za raspon rebara veći od 2.2 m ploča je sistema grede sa prepustom*



## 4.3. Ošupljene ploče

- *Za konstrukcije sa velikim povremenim opterećenjem*
- *Prednosti su manja debljina ploče i lakše ugrađivanje instalacija*
- *Najmanja debljina 20 cm*
- *Površina potrebne armature određuje se pomoću ekvivalentnog T ili I preseka*
- *Može se projektovati i kao ploča koja nosi u dva pravca u kojima ima različite krutosi*

