



Univerzitet u Beogradu – Građevinski fakultet
www.grf.bg.ac.rs

Studijski program: **Građevinarstvo**
Modul: MTI, HVEI, PŽA
Godina/Semestar: **III godina / V semestar**

Naziv predmeta (šifra): **Betonske konstrukcije 1**
(b2s3bk, b2h3bk, b2m3bk, b1s3bk)

Nastavnik: **Ivan Ignjatović**

Naslov predavanja: **Međuspratne konstrukcije-ploče u jednom pracu**

Datum : 04.11.2022.

Beograd, 2020.

Sva autorska prava autora prezentacije i/ili video snimaka su zaštićena. Snimak ili prezentacija se mogu koristiti samo za nastavu na daljinu studenta Građevinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu u školskoj 2020/2021 i ne mogu se koristiti za druge svrhe bez pismene saglasnosti autora materijala.

Sadržaj

- Uvod
- Osnove proračuna
- Osobine materijala
- ULS-Savijanje
- ULS-Smicanje
- ULS-Stabilnost
- SLS-Ugibi, prsline
- Monolitne, polumontažne i montažne međuspratne konstrukcije
- Ramovske konstrukcije
- Temelji i potporni zidovi
- Prethodno napregnuti beton



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

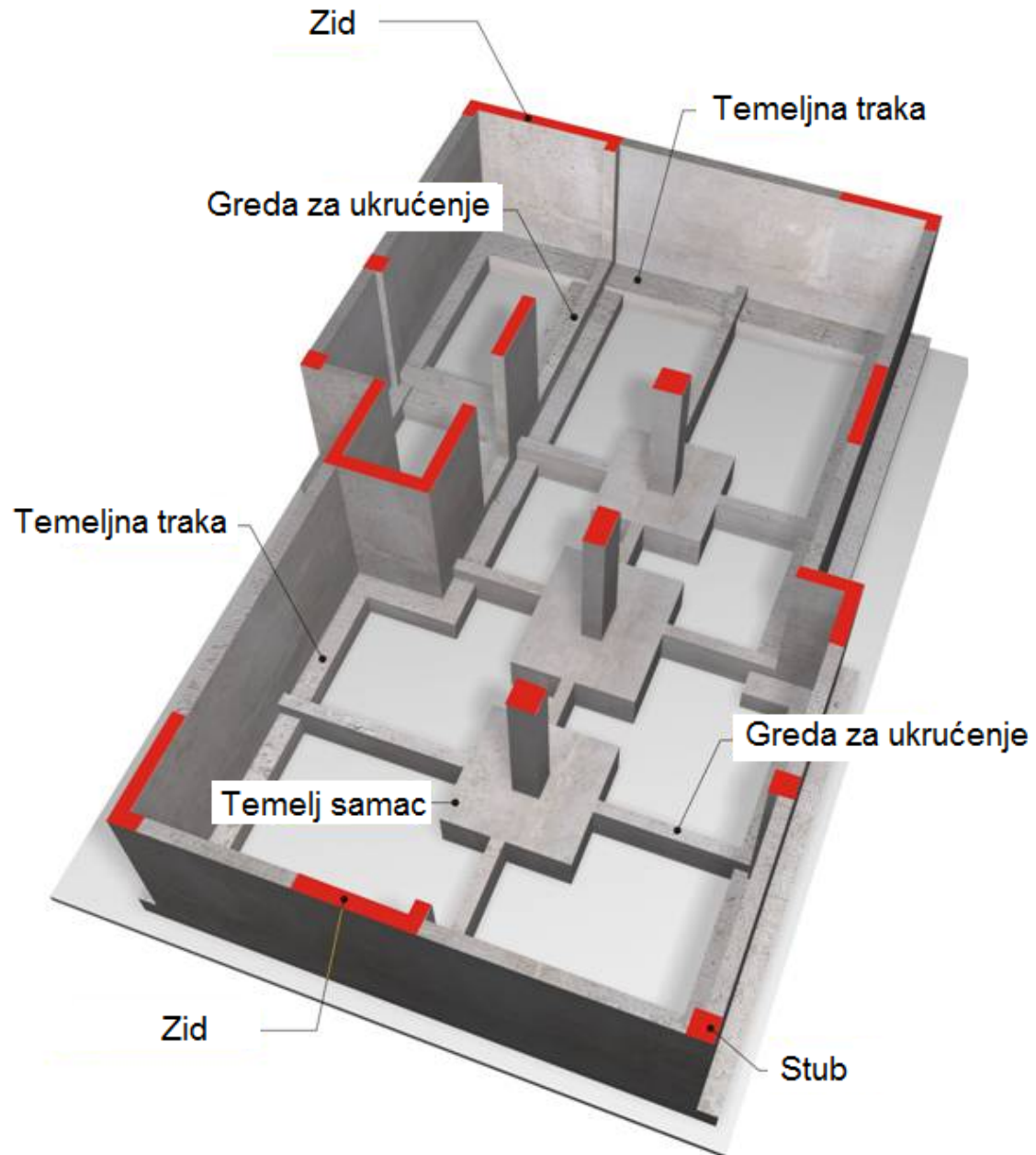
- 3.1. "TM" tavanice
- 3.2. "KAT" tavanice
- 3.3. Tavanice sistema "Avramenko"
- 3.4. "OMNIA" tavanice

4. Montažne međuspratne konstrukcije

- 4.1. Durisol ploče
- 4.2. Armiranobetonske korube
- 4.3. Ošupljene ploče

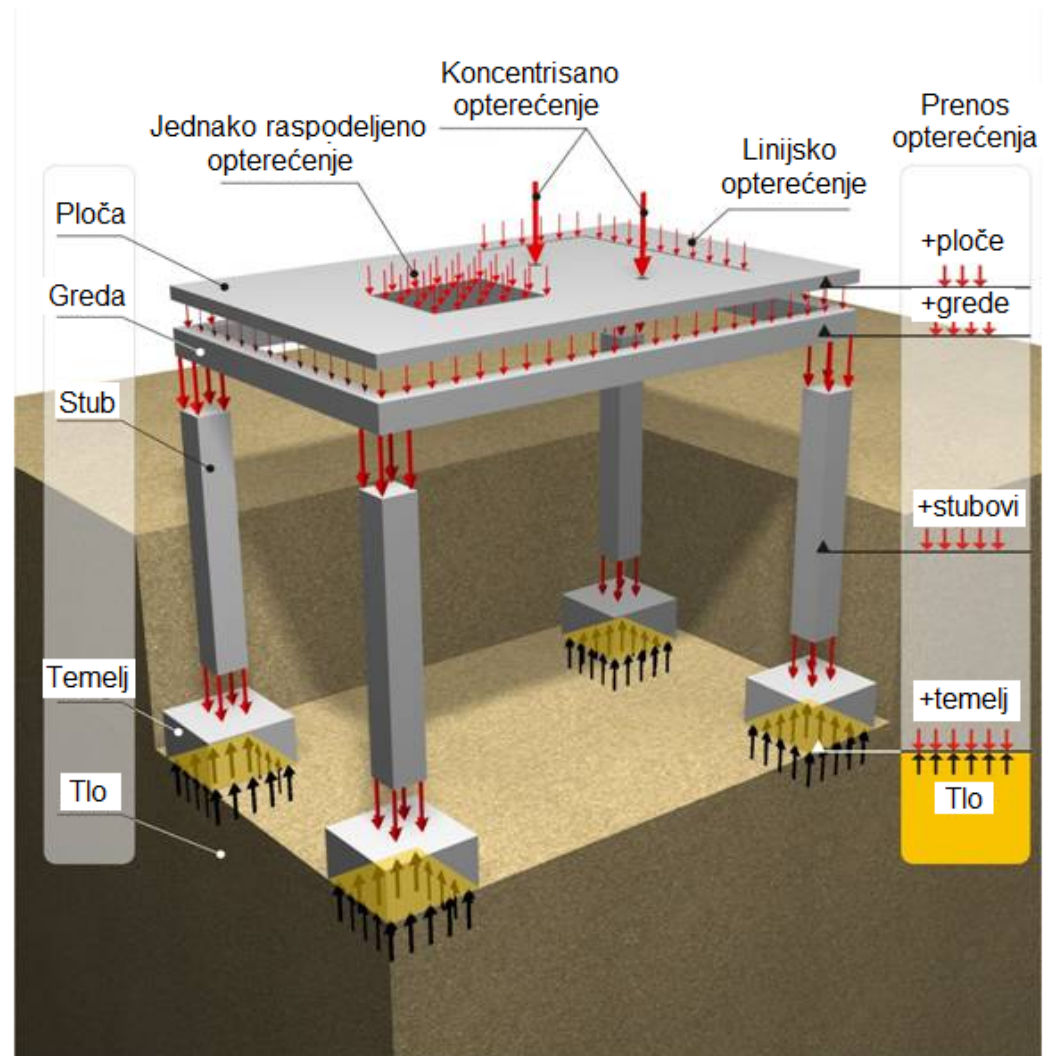
1. Elementi konstrukcije armiranobetonskih objekata

- 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

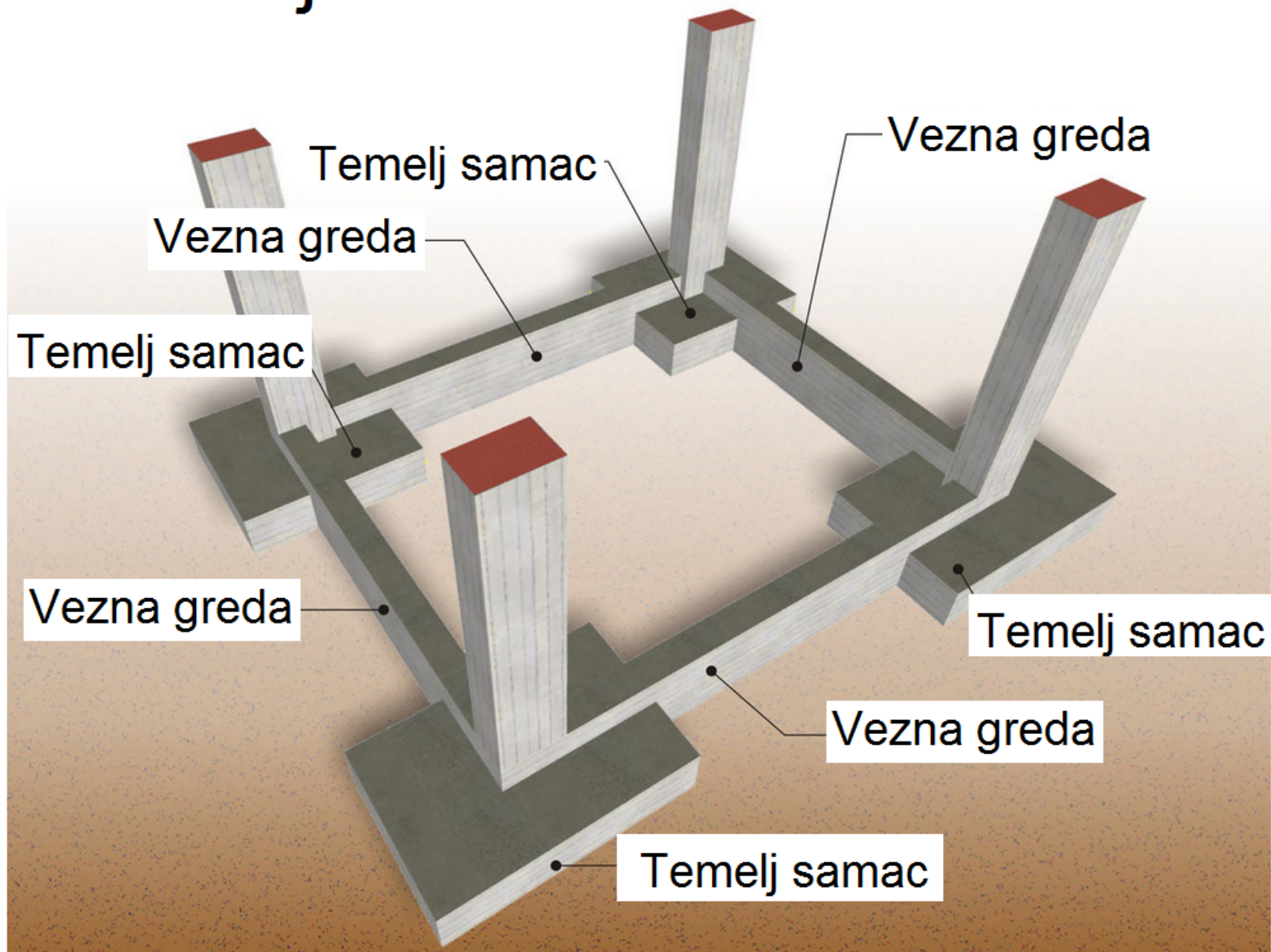


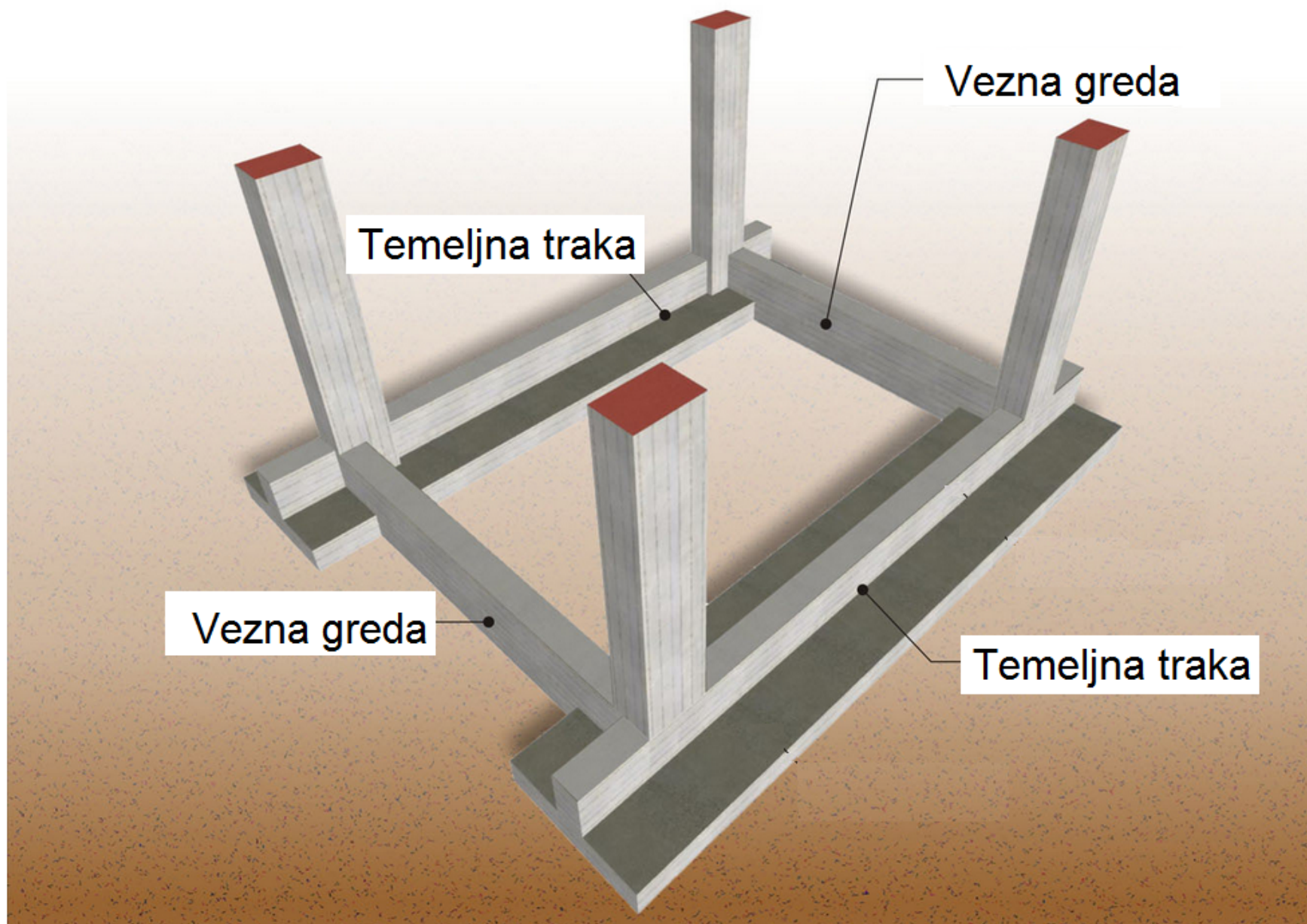
1. Elementi konstrukcije armiranobetonskih objekata

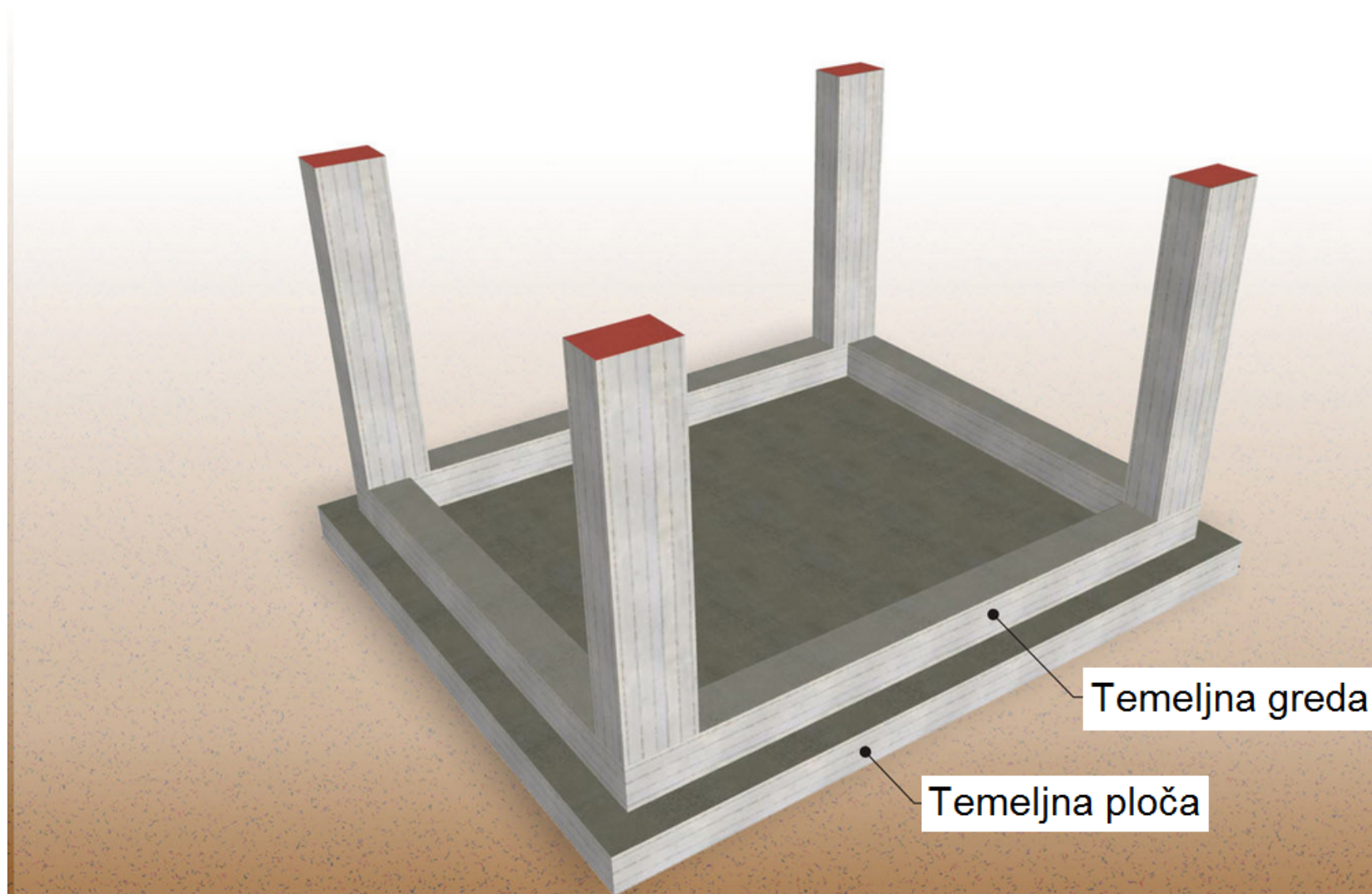
- Opterećenje se najvećim delom prenosi sa međuspratnih konstrukcija na vertikalne elemente do temelja, i zatim do tla



Temelji

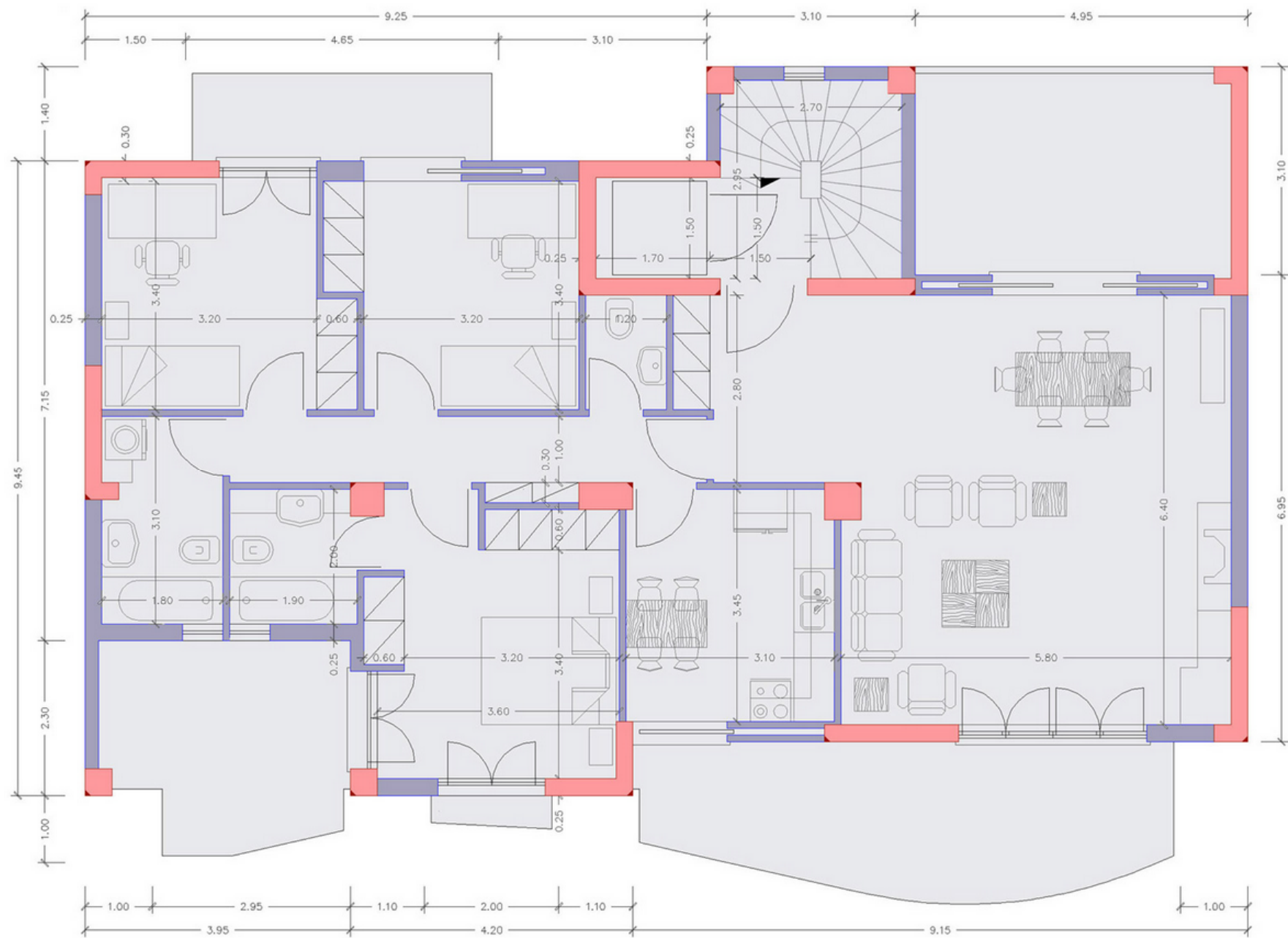


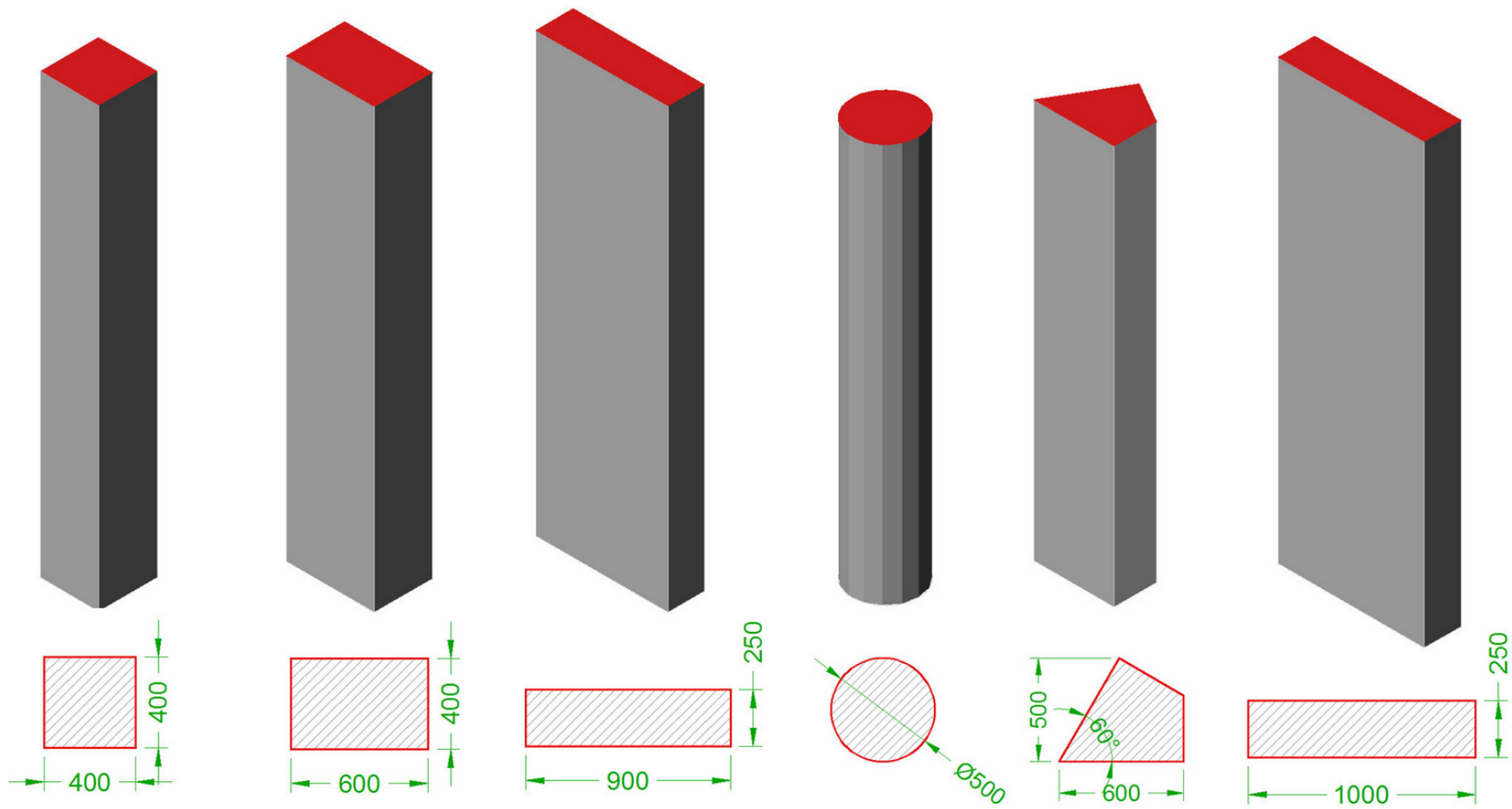


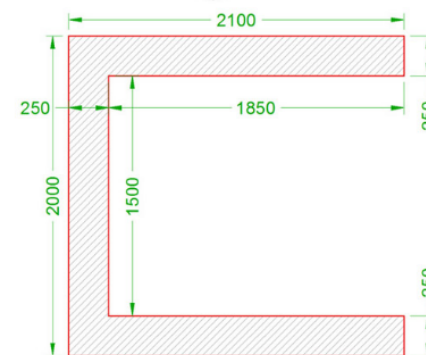
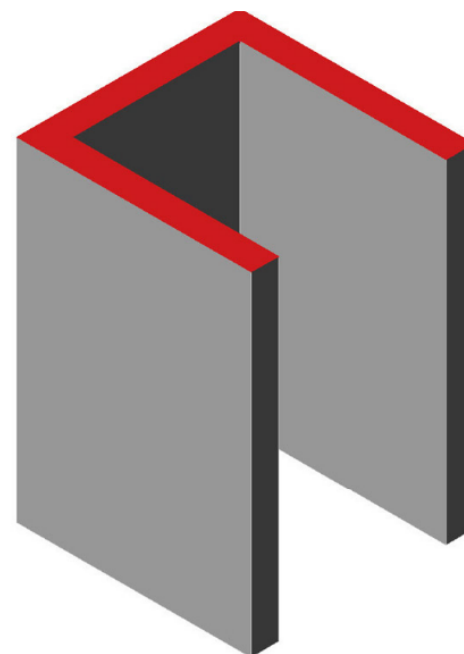
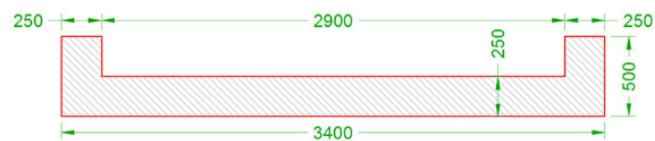
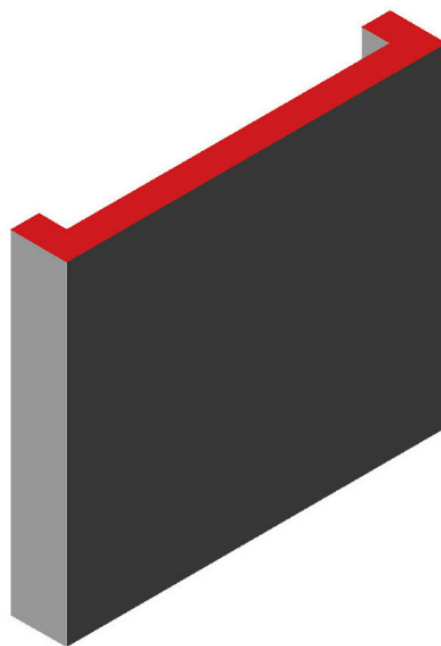
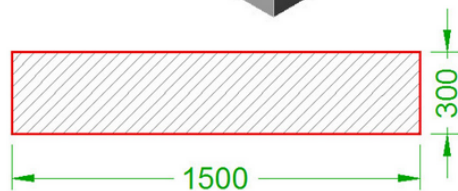
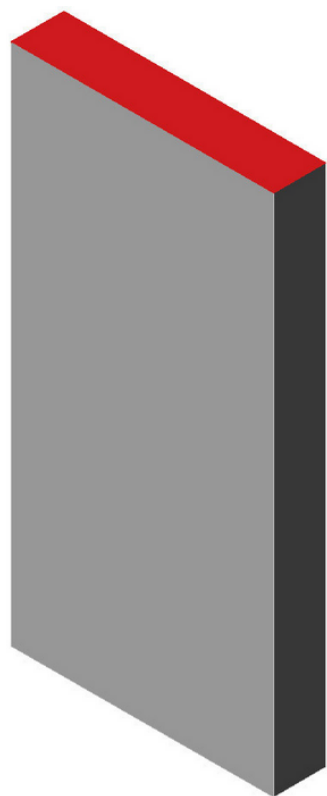


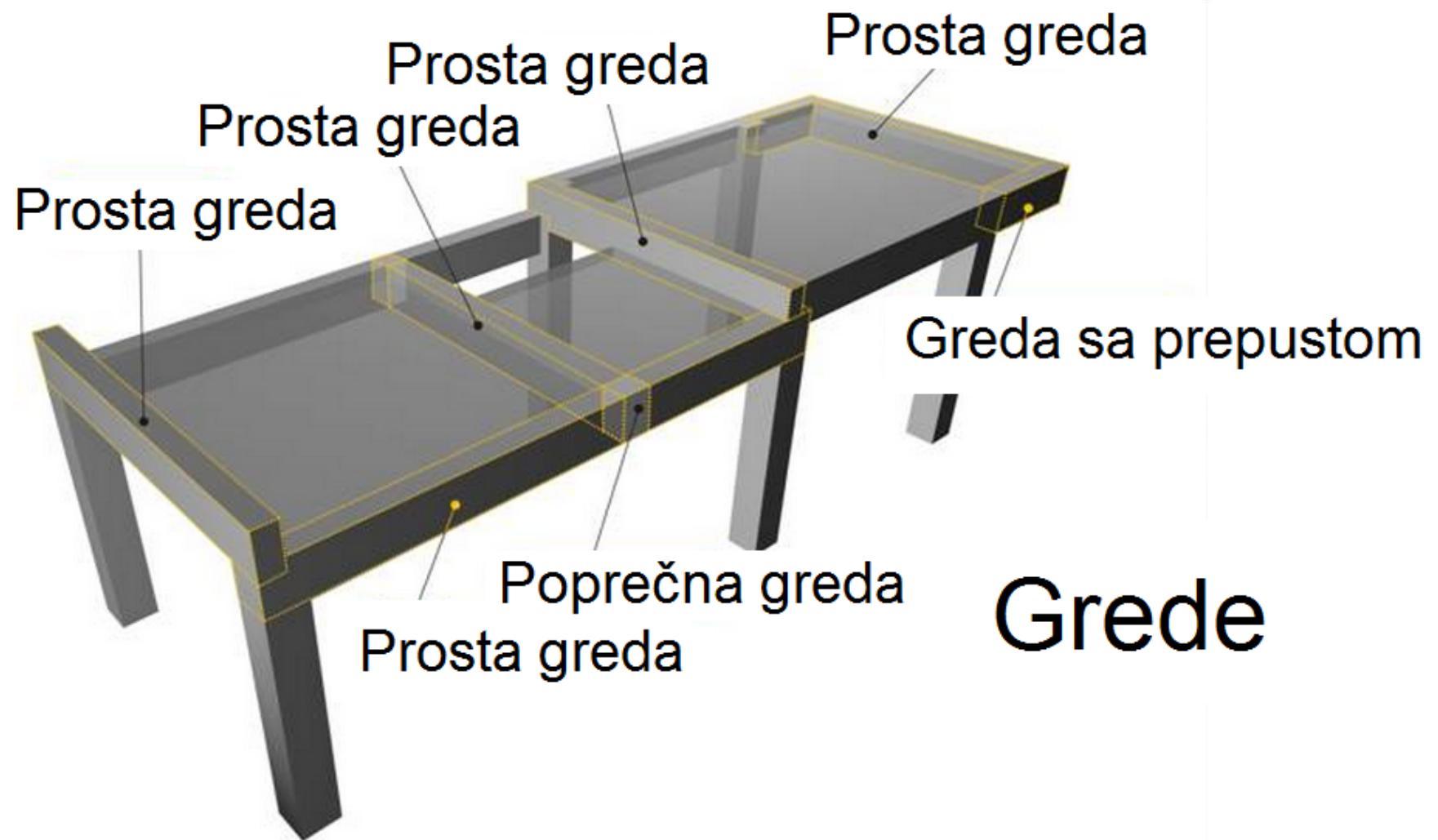
Stubovi i zidovi

The image shows a 3D architectural model of a building's structural elements, specifically columns and walls, overlaid on a 2D floor plan. The columns are represented by grey rectangular blocks with red tops, and the walls are shown as grey L-shaped blocks. The floor plan includes various rooms, corridors, and two staircase areas. Numerous dimensions are provided in meters, indicating the size of the building and the spacing of the structural elements. The overall layout is rectangular with a curved section on the right side.

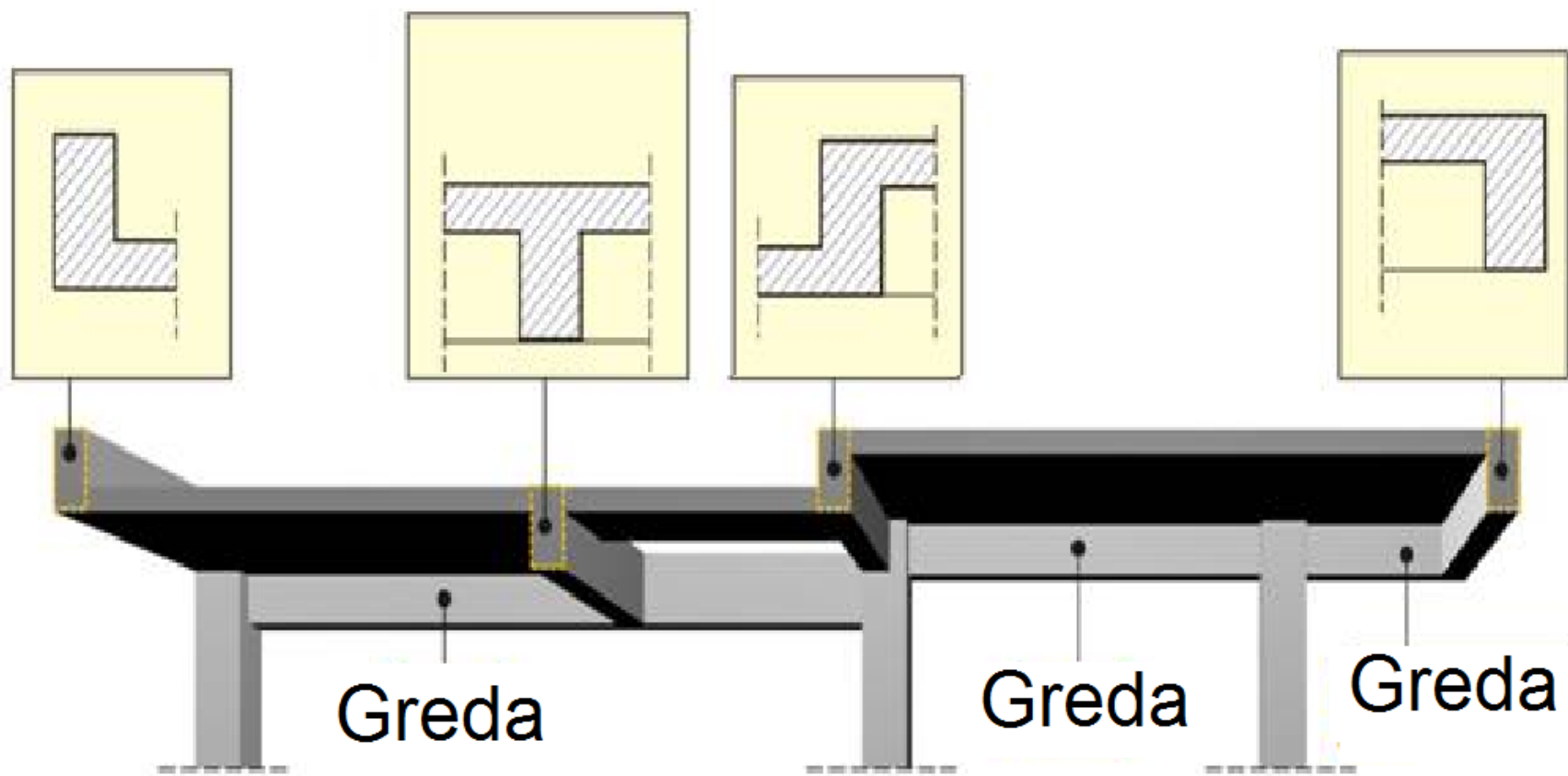


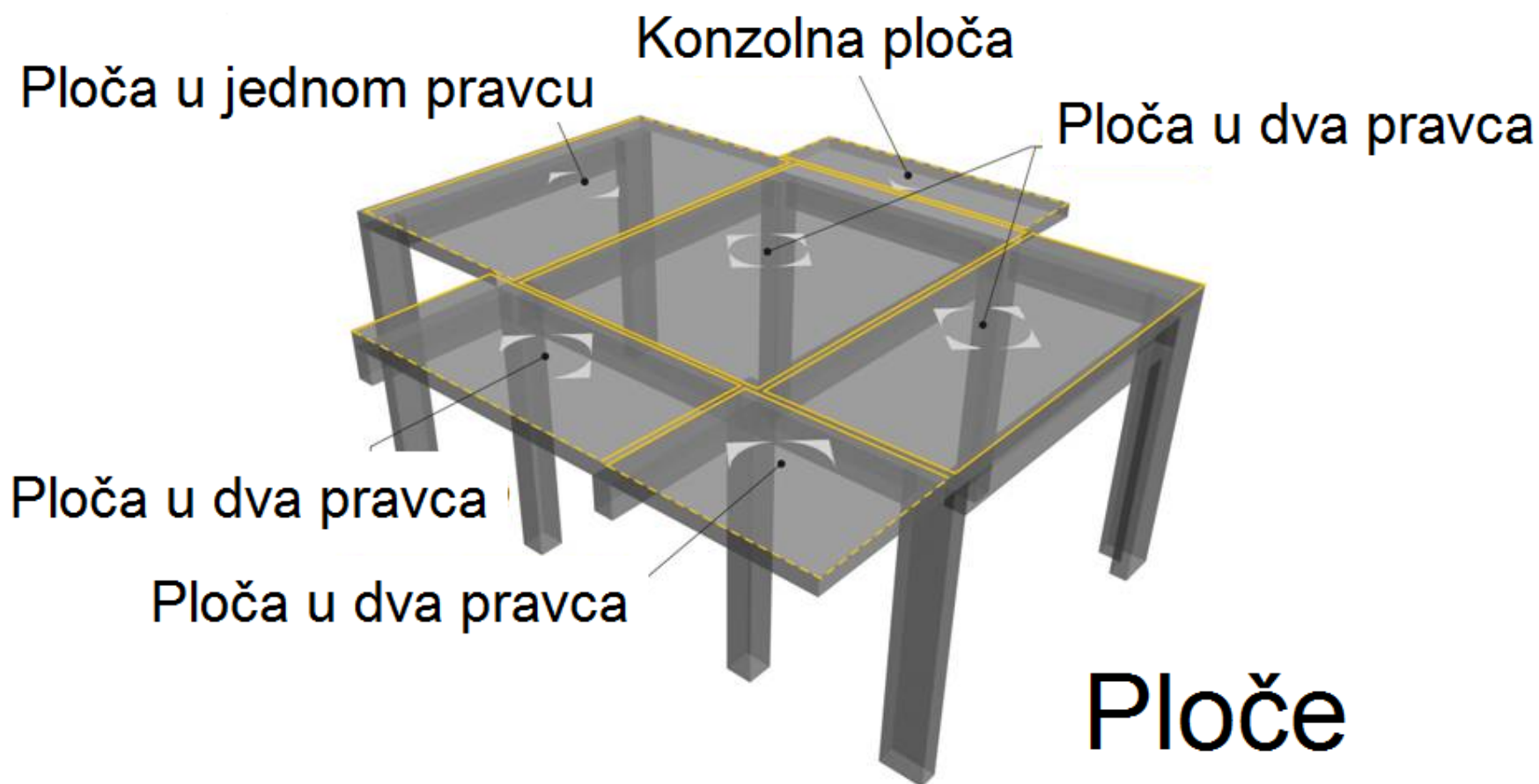


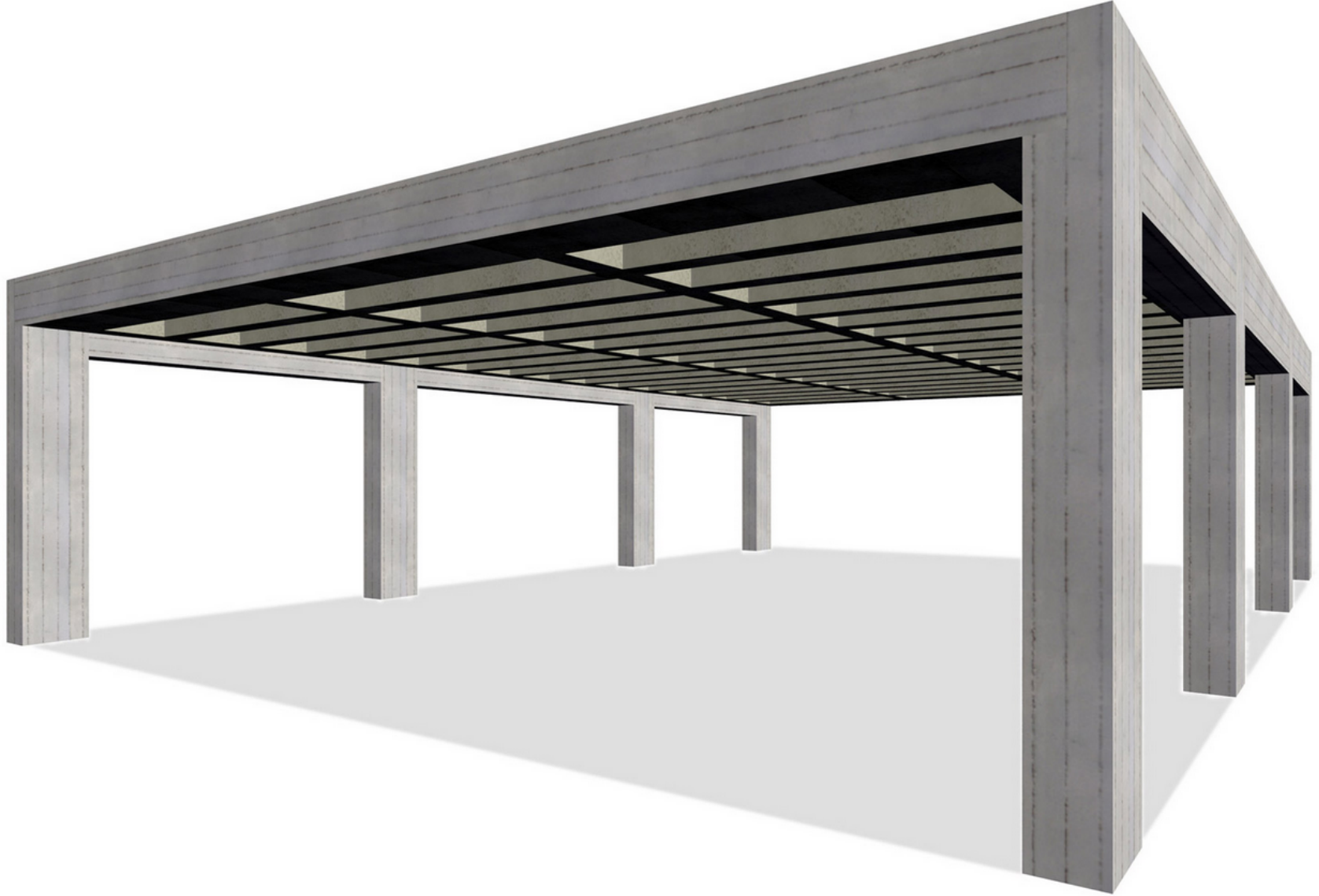


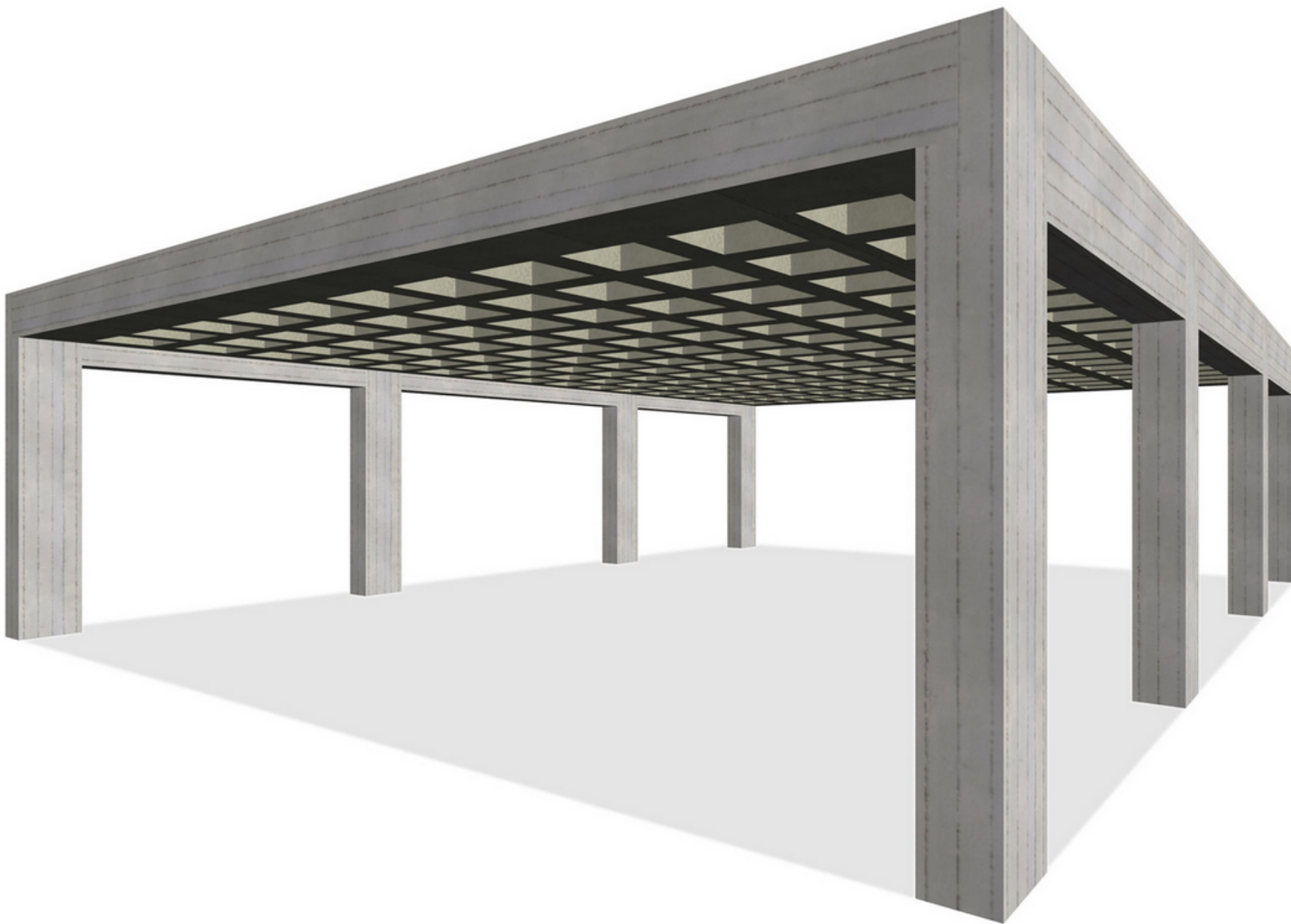


Grede

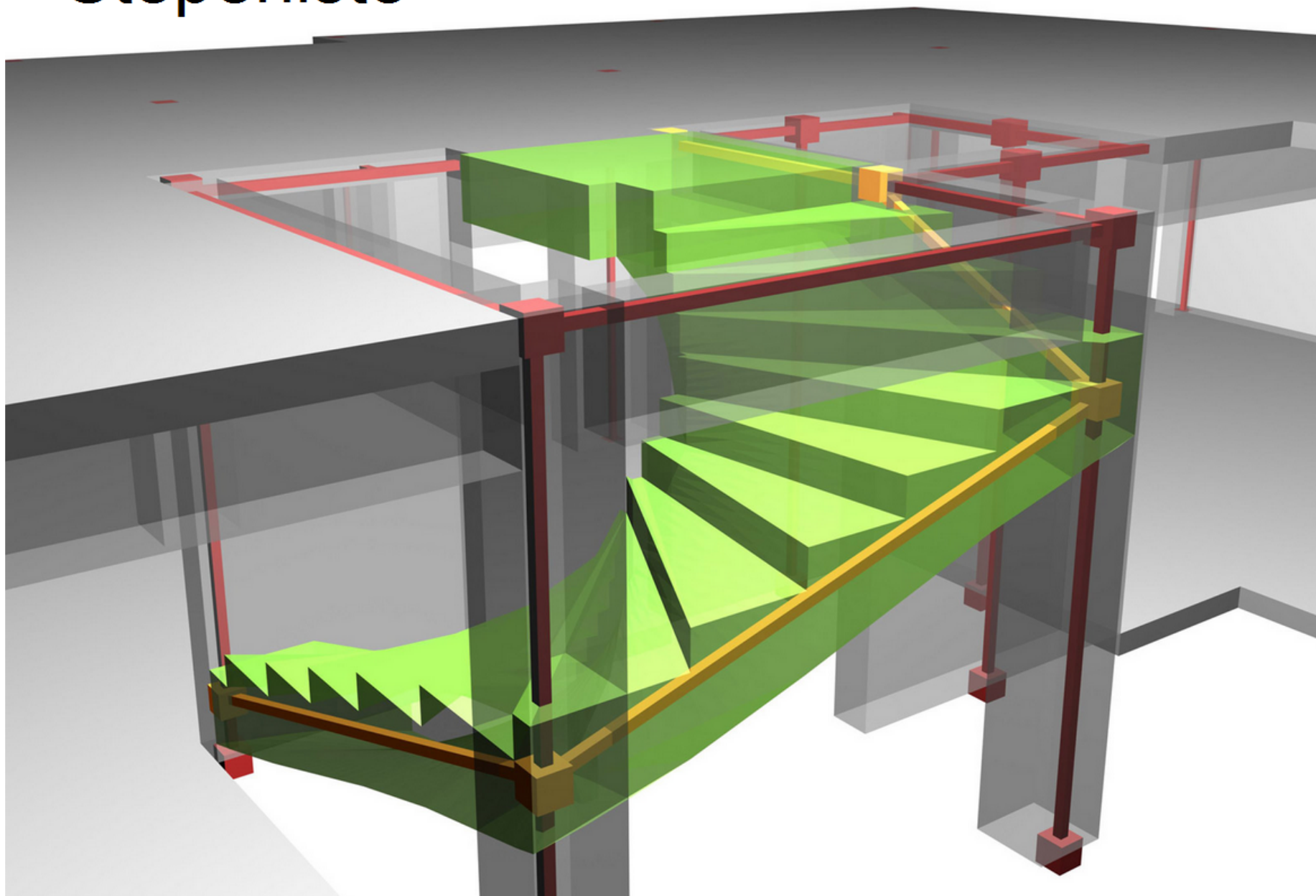






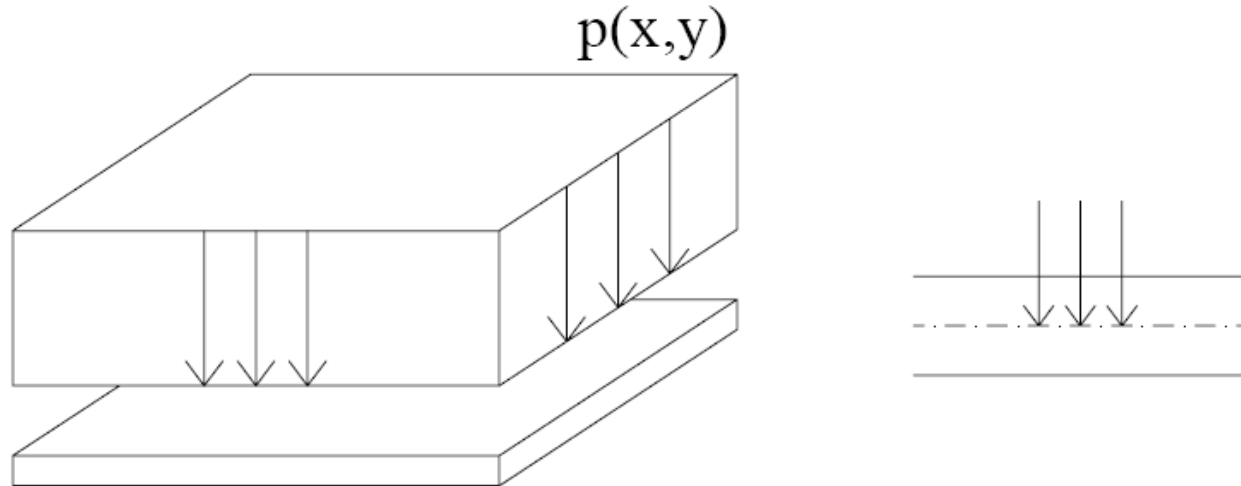


Stepenište



2. Međuspratne konstrukcije

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



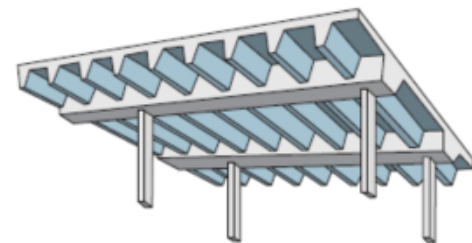
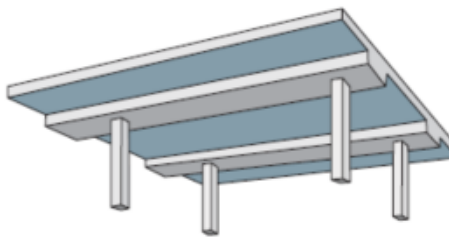
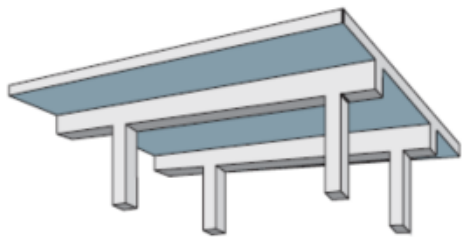
2. Međuspratne konstrukcije

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



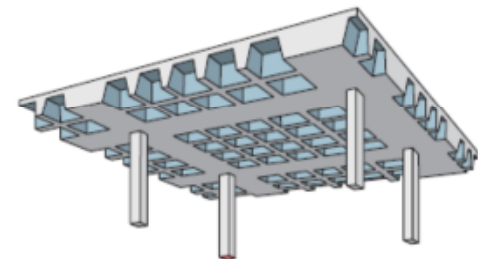
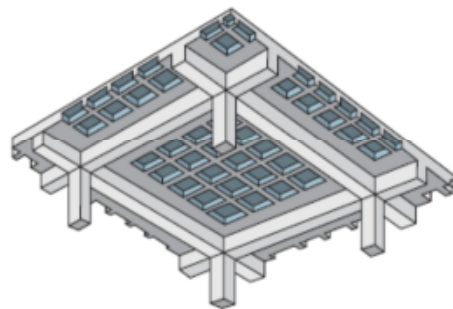
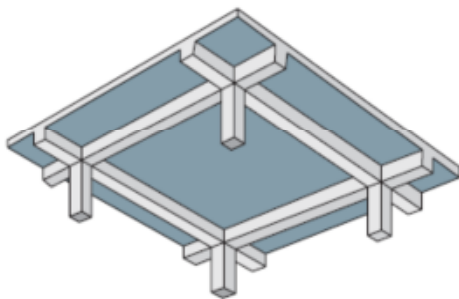
2. Međuspratne konstrukcije

- Prema načinu izvođenja mogu biti:
 - **Monolitne** – $(b, l_{\text{eff}}) > 5h$
 - Polumontažne
 - Montažne



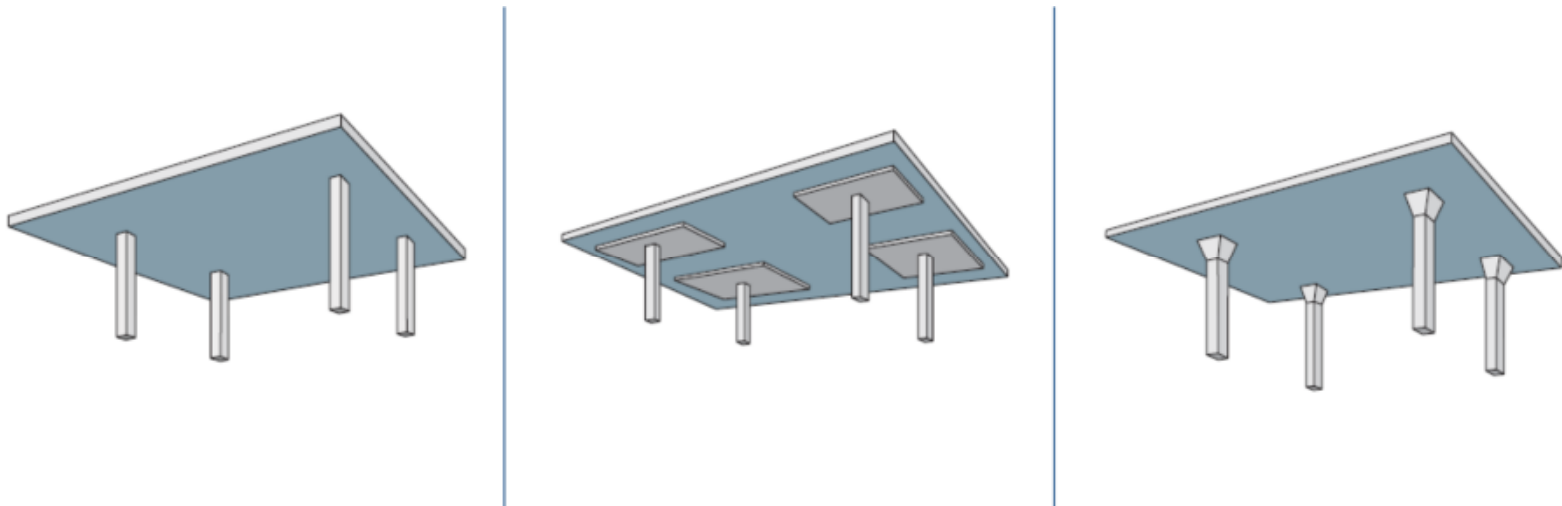
2. Međuspratne konstrukcije

- Prema načinu izvođenja mogu biti:
 - **Monolitne** – $(b, l_{\text{eff}}) > 5h$
 - Polumontažne
 - Montažne



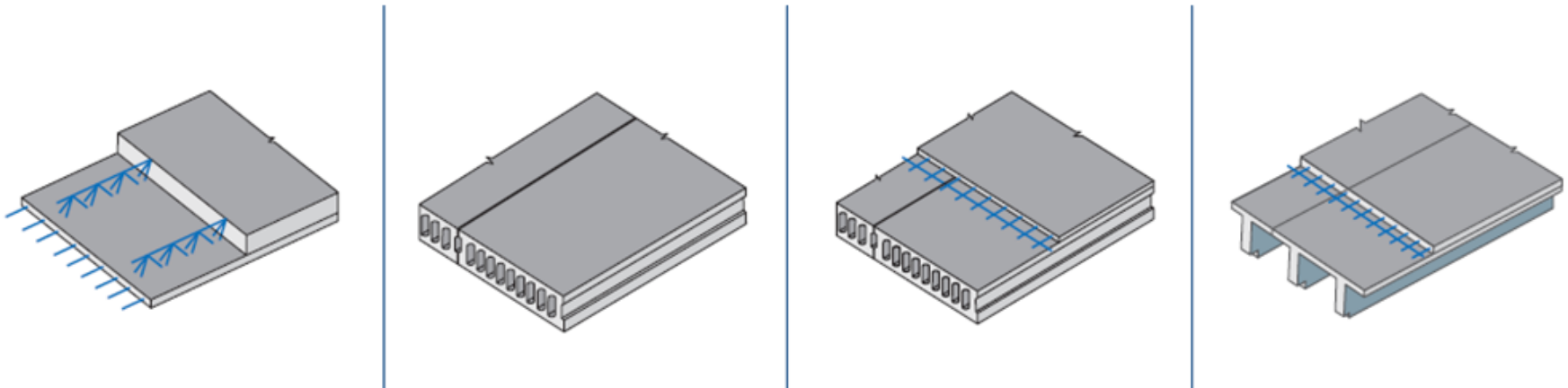
2. Međuspratne konstrukcije

- Prema načinu izvođenja mogu biti:
 - **Monolitne** – $(b, l_{\text{eff}}) > 5h$
 - Polumontažne
 - Montažne



2. Međuspratne konstrukcije

- Prema načinu izvođenja mogu biti:
 - Monolitne – $(b, l_{\text{eff}}) > 5h$
 - Polumontažne
 - Montažne



2.1. Ploče u jednom pravcu

- Prenose opterećenje samo u jednom pravcu – pravcu kraćeg raspona



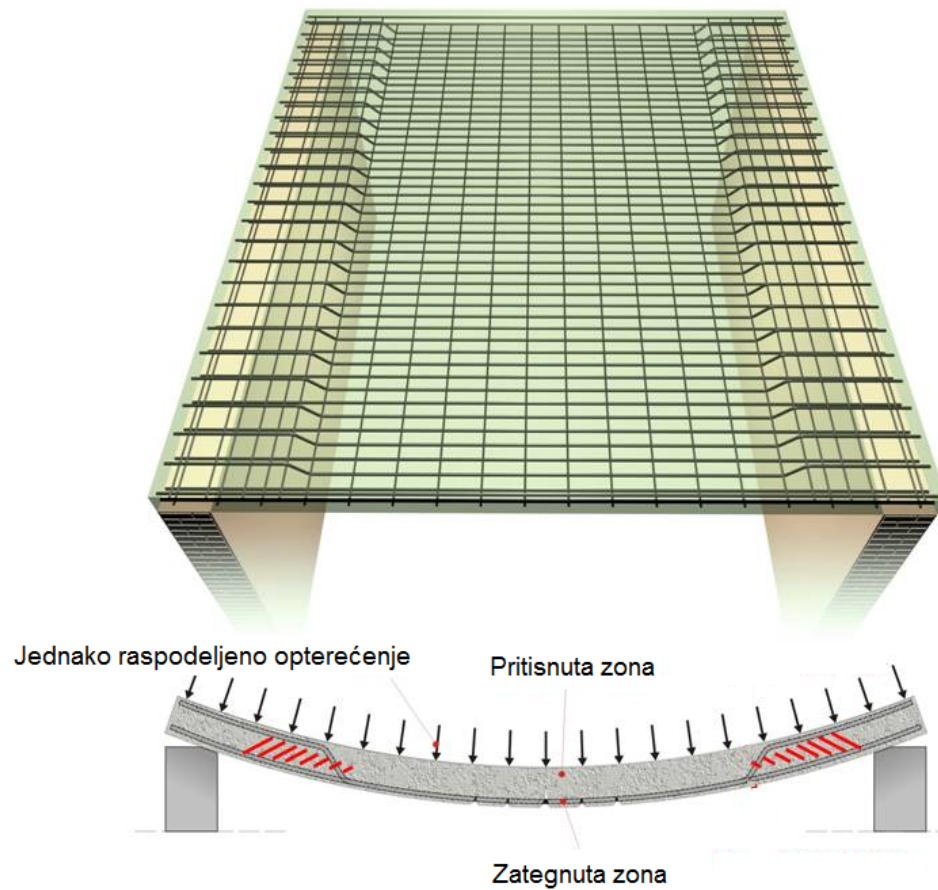
2.1. Ploče u jednom pravcu

- Prenose opterećenje samo u jednom pravcu – pravcu kraćeg raspona



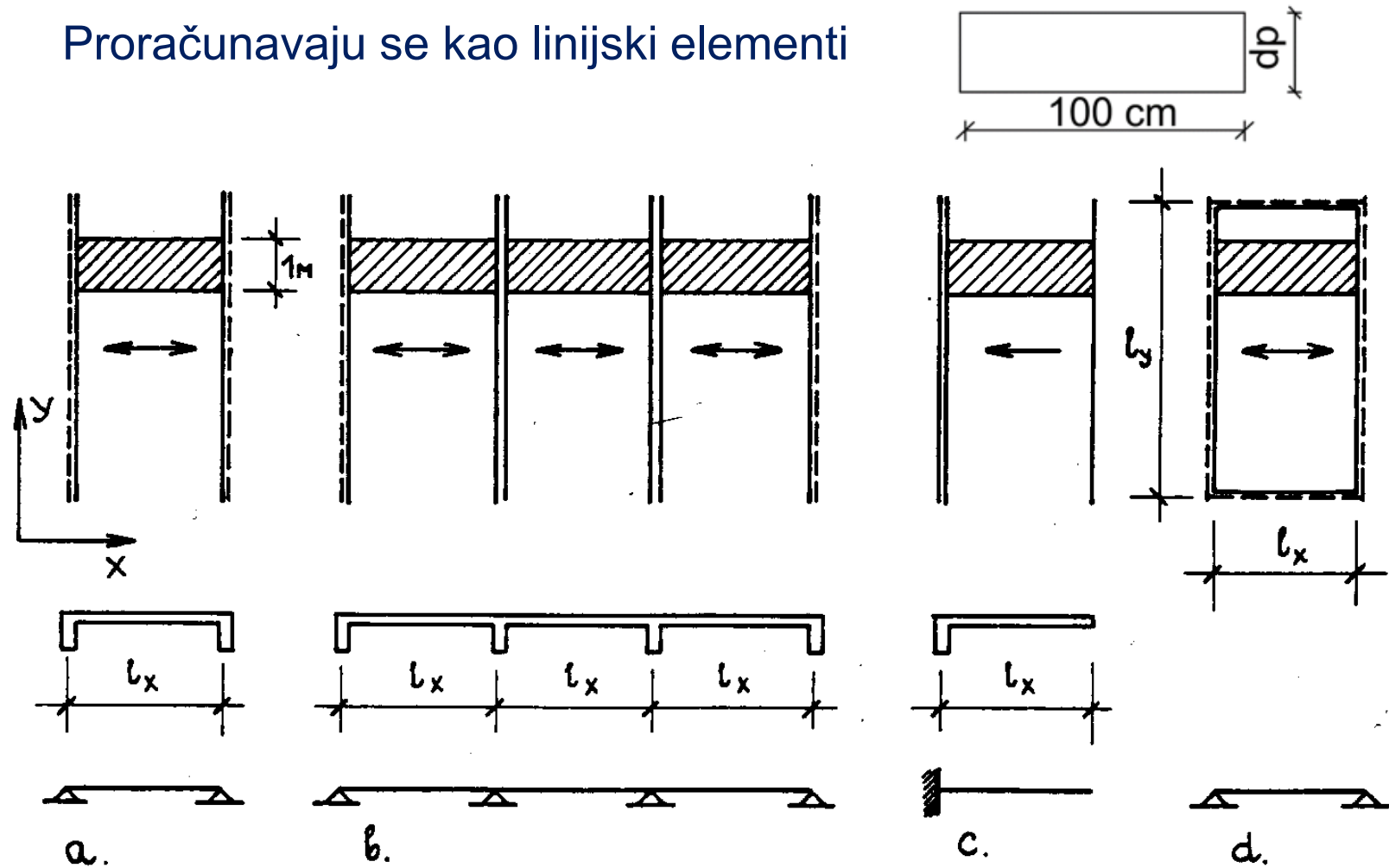
2.1. Ploče u jednom pravcu

- Prenose opterećenje samo u jednom pravcu – pravcu kraćeg raspona



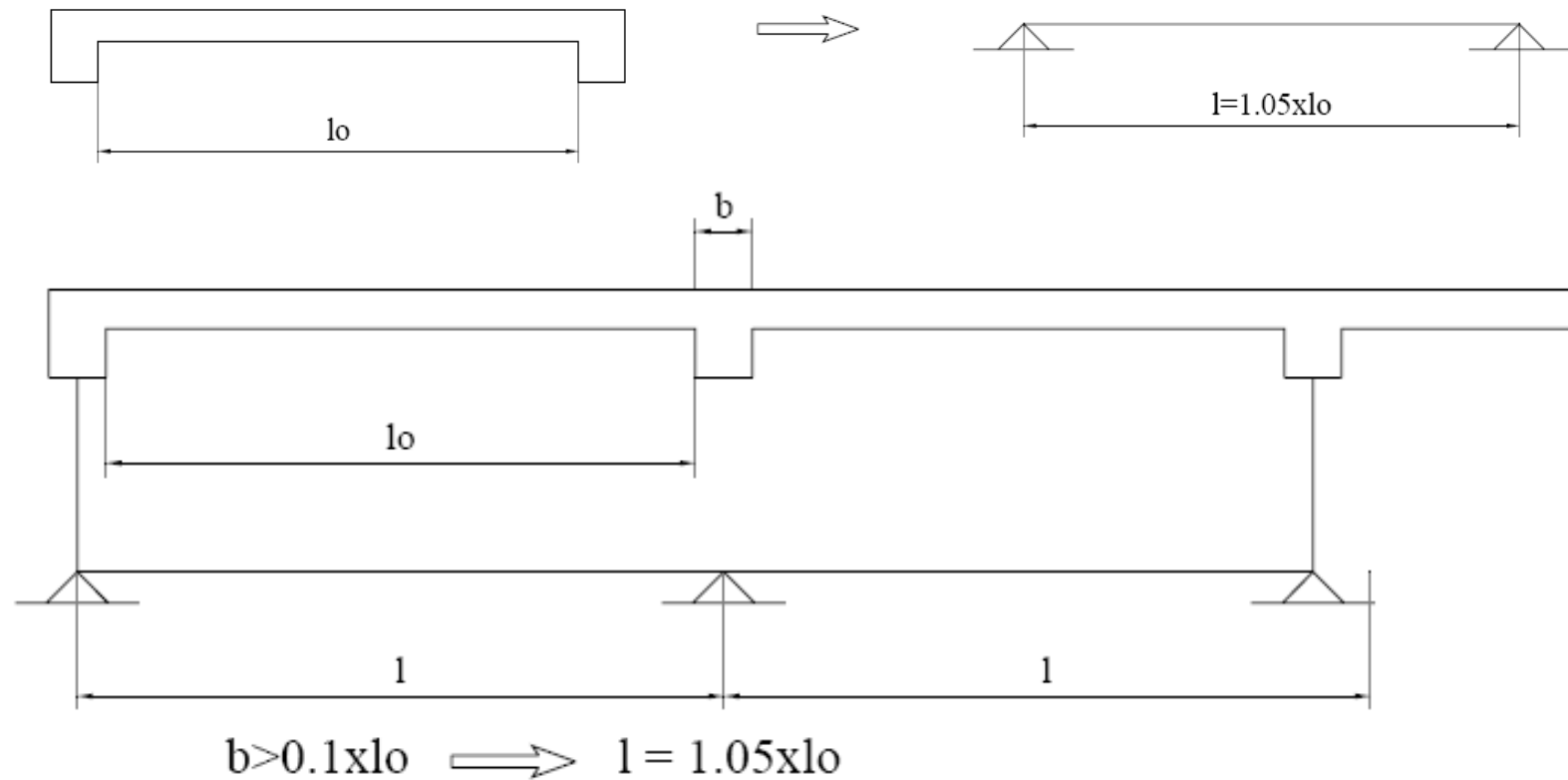
2.1. Ploče u jednom pravcu

- Proračunavaju se kao linijski elementi



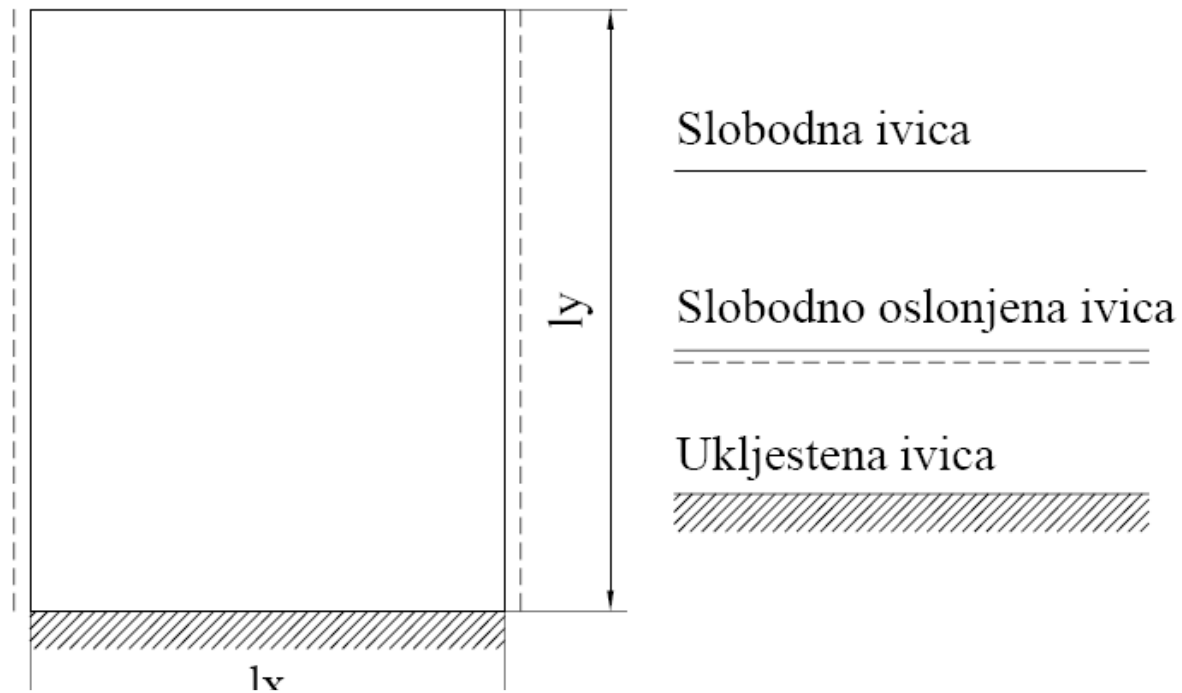
2.1. Ploče u jednom pravcu

- U statičkim proračunima predstavljaju se šematski linijama



2.1. Ploče u jednom pravcu

- U statičkim proračunima predstavljaju se šematski linijama



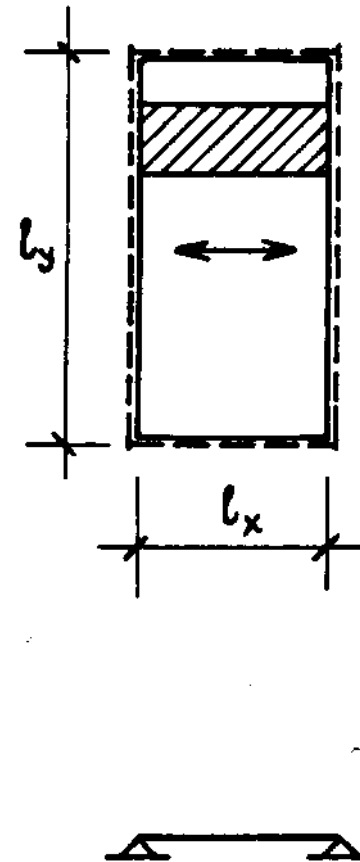
2.1. Ploče u jednom pravcu

$$l_y > 2l_x$$

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

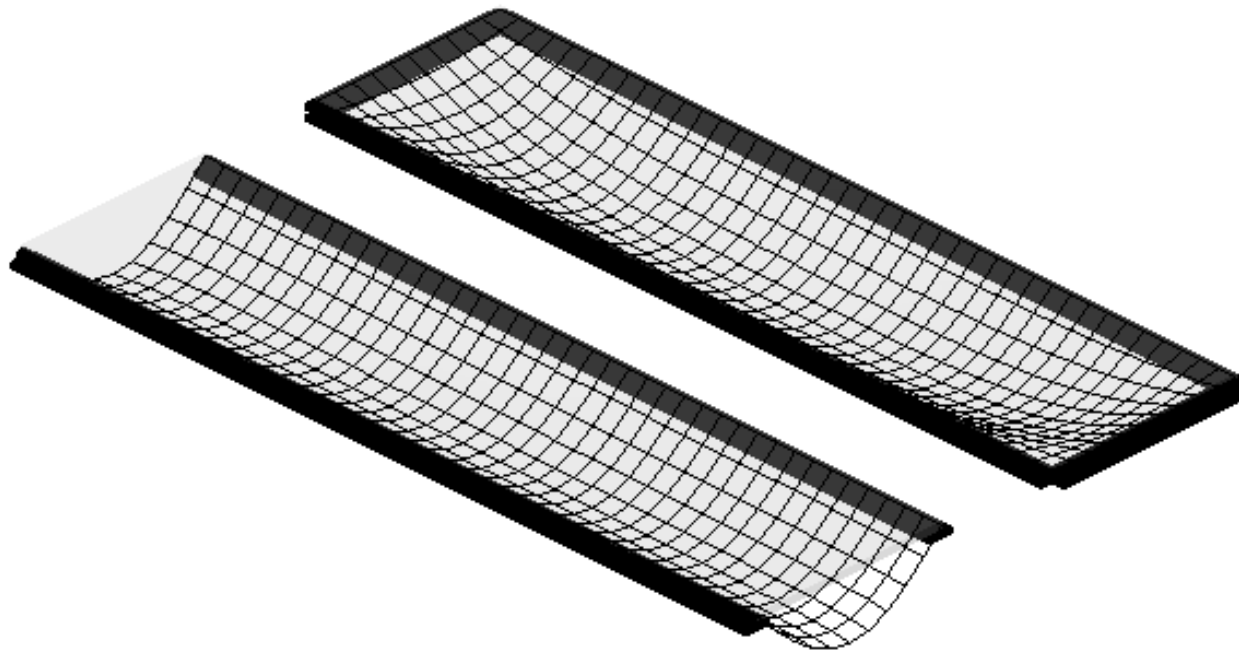
$$l_y \leq 2l_x$$

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



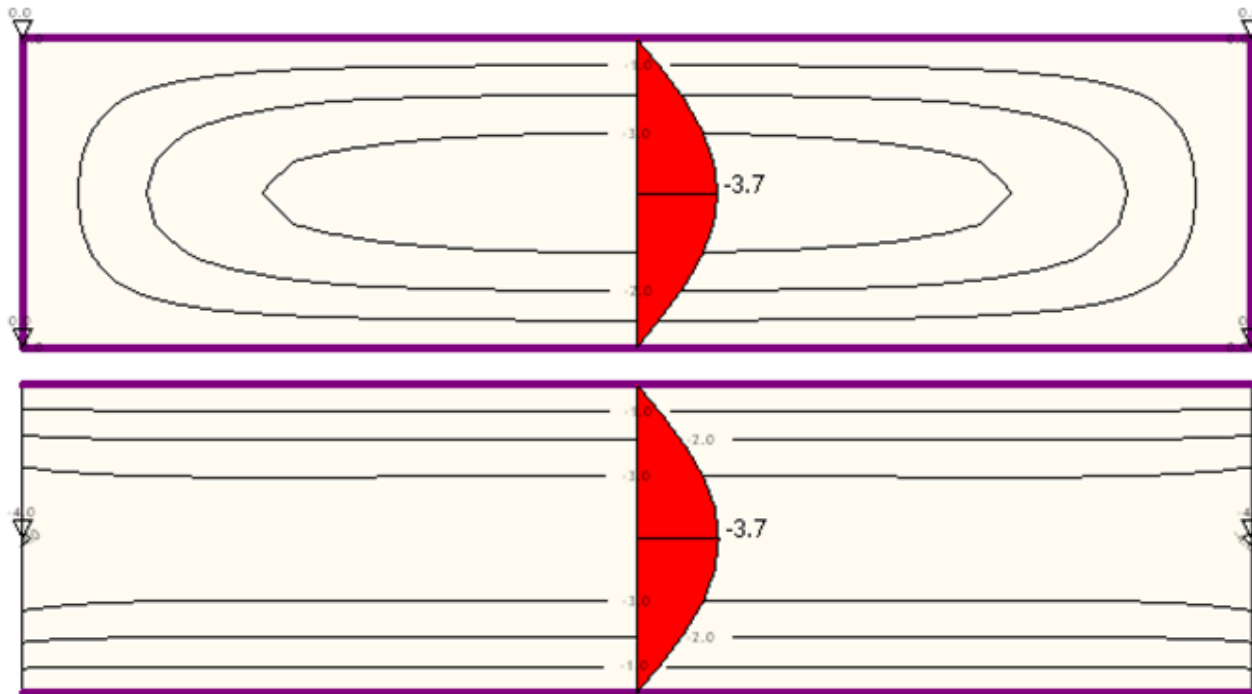
2.1. Ploče u jednom pravcu

- 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



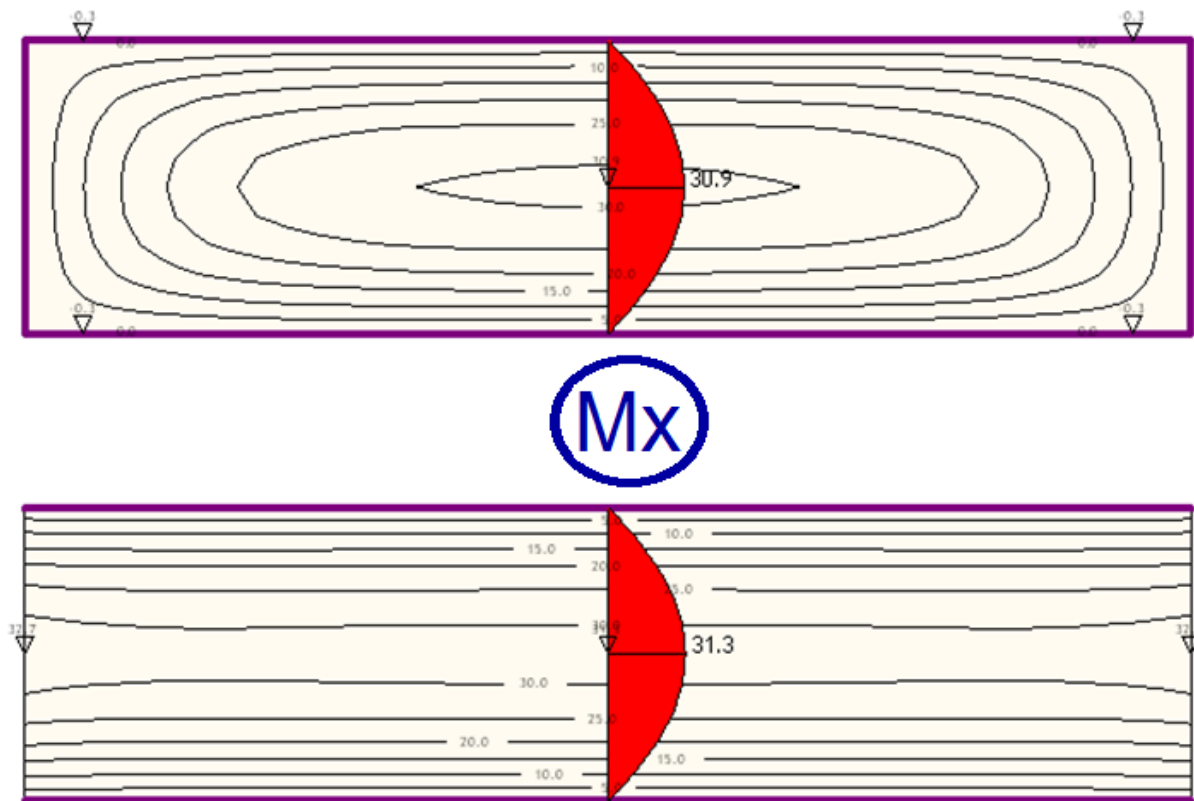
2.1. Ploče u jednom pravcu

- 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



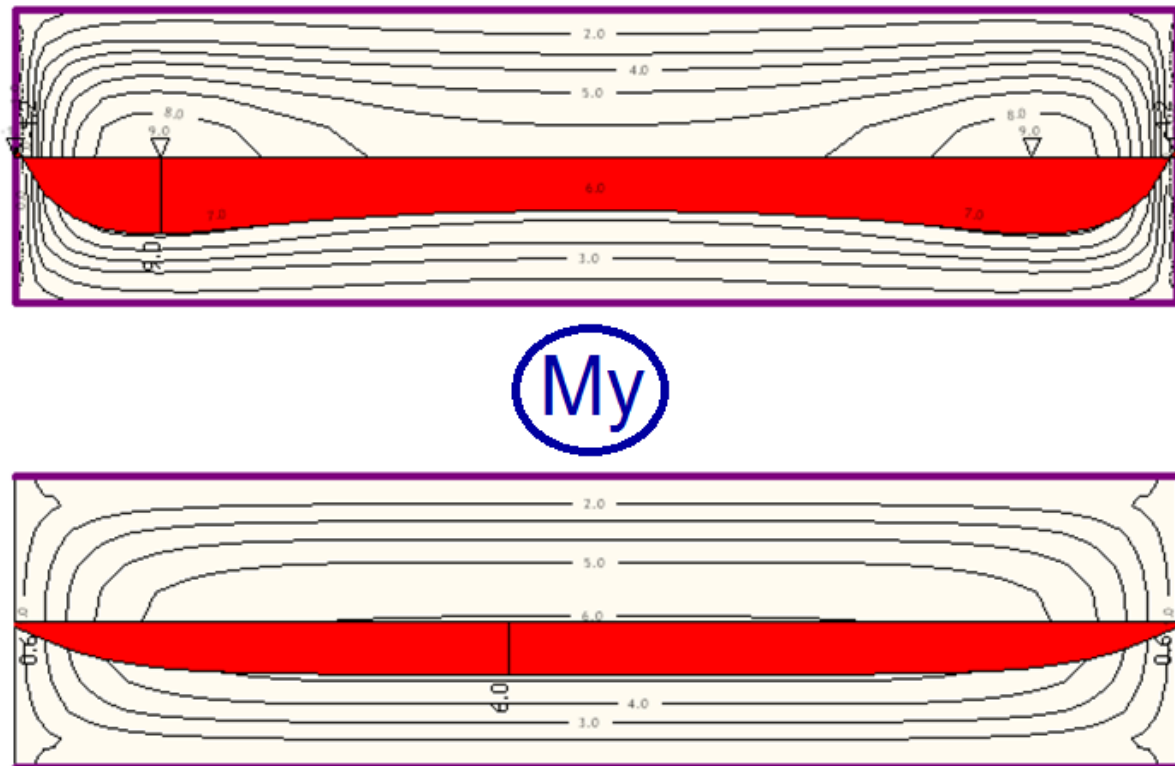
2.1. Ploče u jednom pravcu

- U kraćem pravcu ploče javljaju se momenti M_x



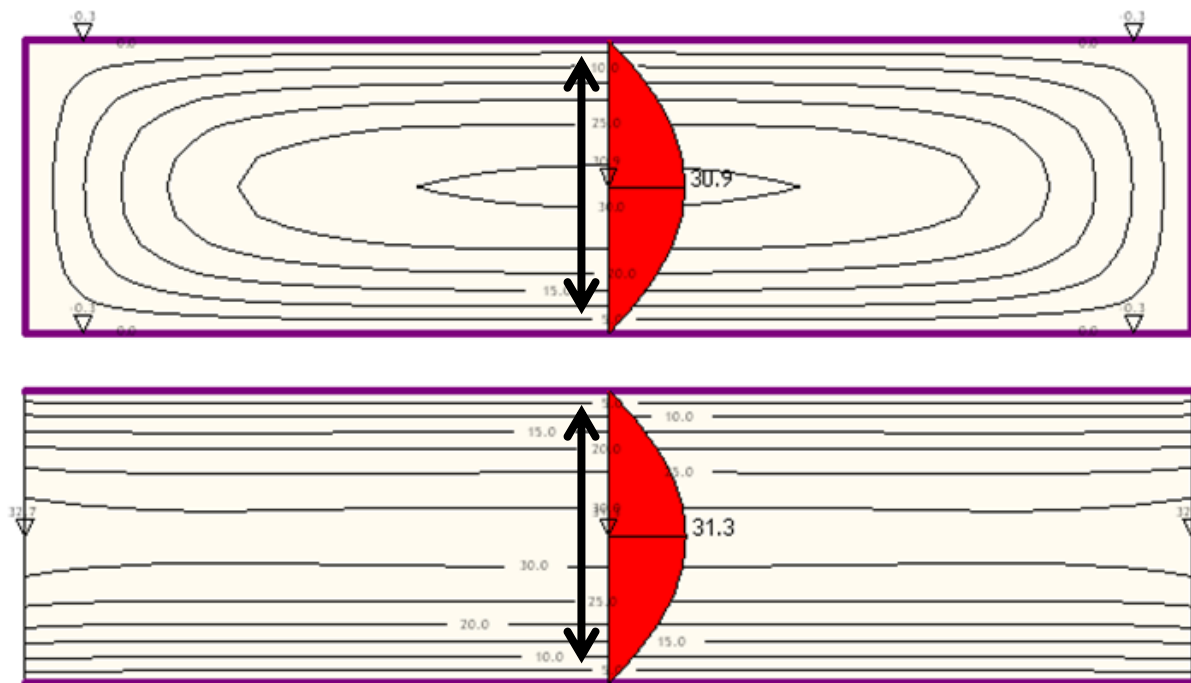
2.1. Ploče u jednom pravcu

- 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)



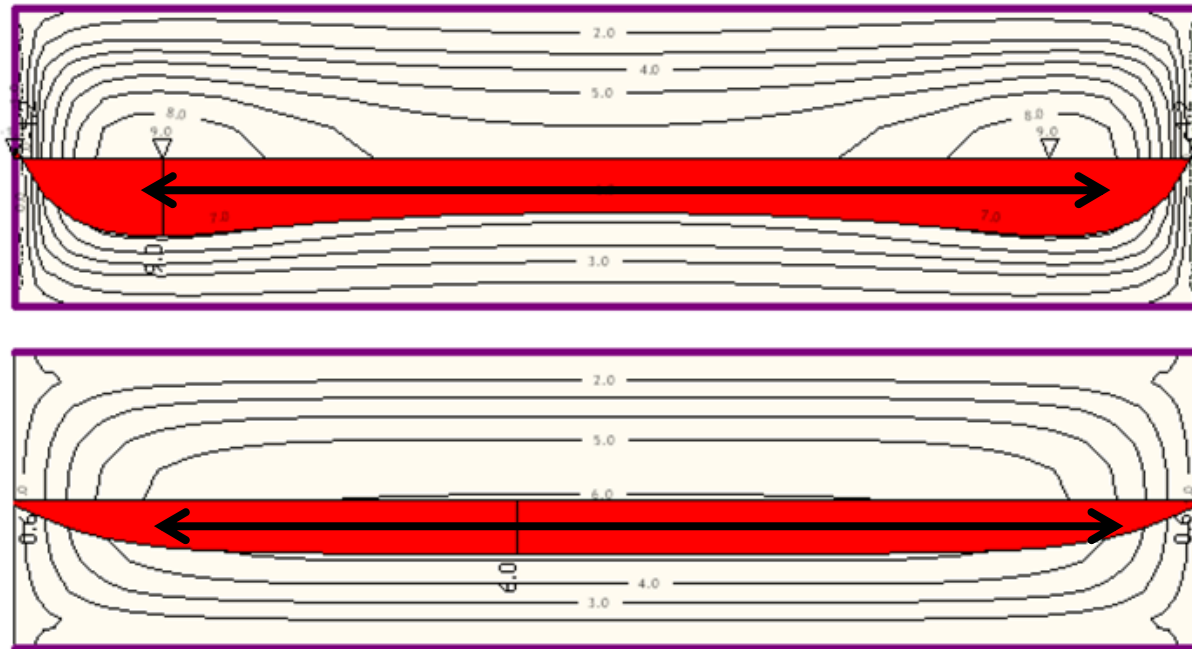
2.1. Ploče u jednom pravcu

- U kraćem pravcu l_x postavlja se glavna armatura A_s sračunata iz momenta M_x sa većom statičkom visinom na rastojanju e



2.1. Ploče u jednom pravcu

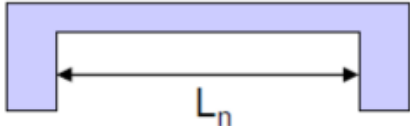
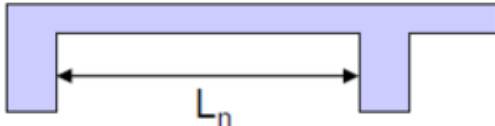
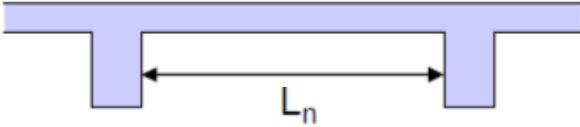
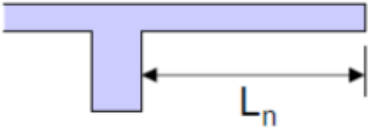
- U dužem pravcu l_y postavlja se poprečna armatura $A_{sp}=0.2A_s$ sračunata iz momenta M_y sa manjom statičkom visinom na rastojanju e_p



2.1. Ploče u jednom pravcu – PBAB 87

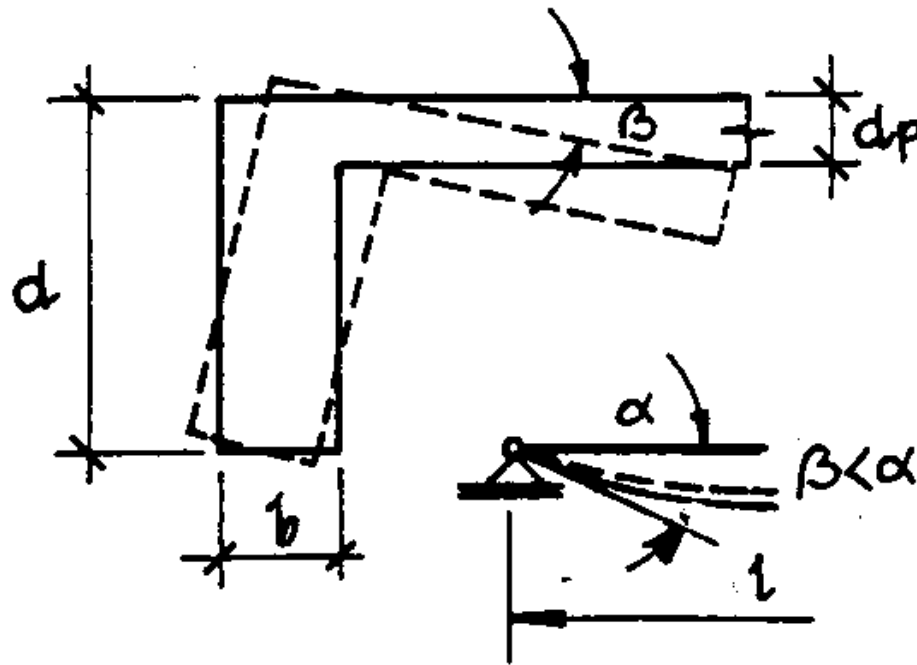
- Minimalna debljina ploče u jednom pravcu je **7cm**, izuzetno **5cm** za krovne ploče
- Minimalna debljina ploče preko koje se kreću vozila je **10cm**, a ako su u pitanju teretna vozila **12cm**
- Ako se ne vrši proračun i dokaz ugiba, najmanja debljina ploče se određuje iz uslova $h_{p,min} \geq l_o/35$, gde je l_o razmak između nultih tačaka momentnog dijagrama
- A šta na ovo kaže SRPS EN1992-1-1? Izrazi za $L/d=f(\rho, \rho', f_{ck})$ takvi da je ugib ploče manji od $L/500$!

2.1. Ploče u jednom pravcu – preporučene minimalne debljine

<i>Debljina ploče</i>	<i>Tip ploče u jednom pravcu</i>
$L / 20$	
$L / 24$	
$L / 28$	
$L / 10$	

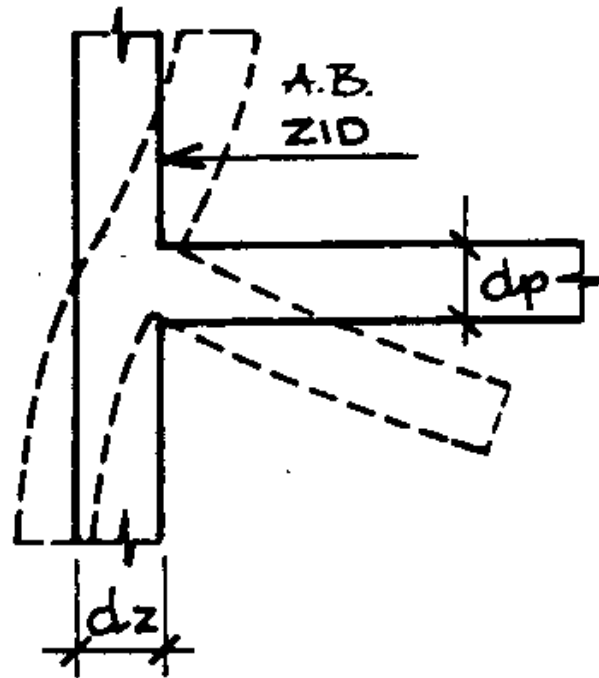
2.1. Ploče u jednom pravcu

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



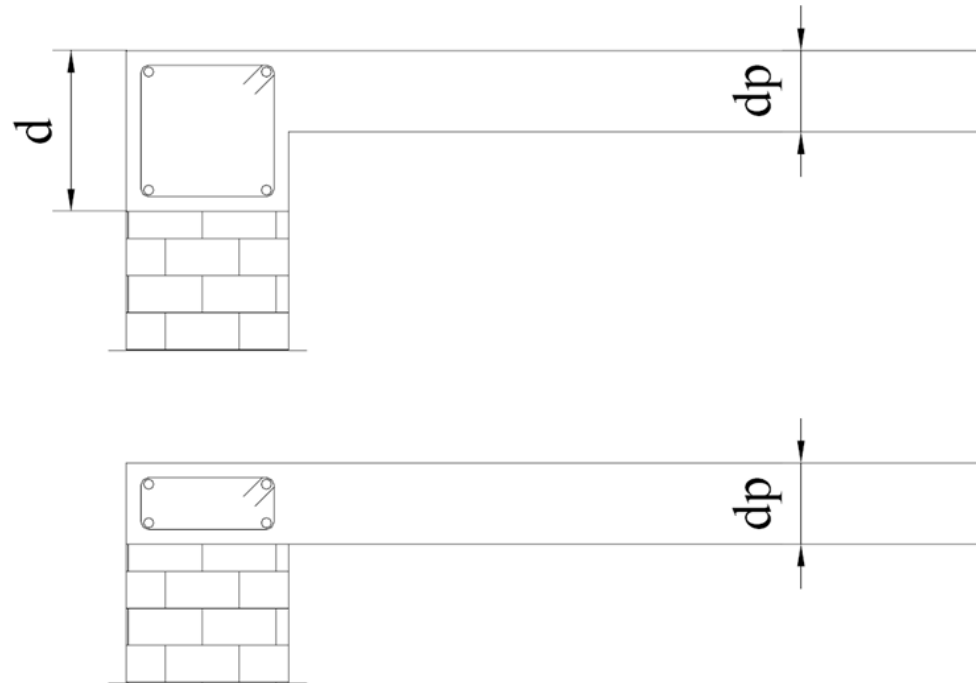
2.1. Ploče u jednom pravcu

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



2.1. Ploče u jednom pravcu

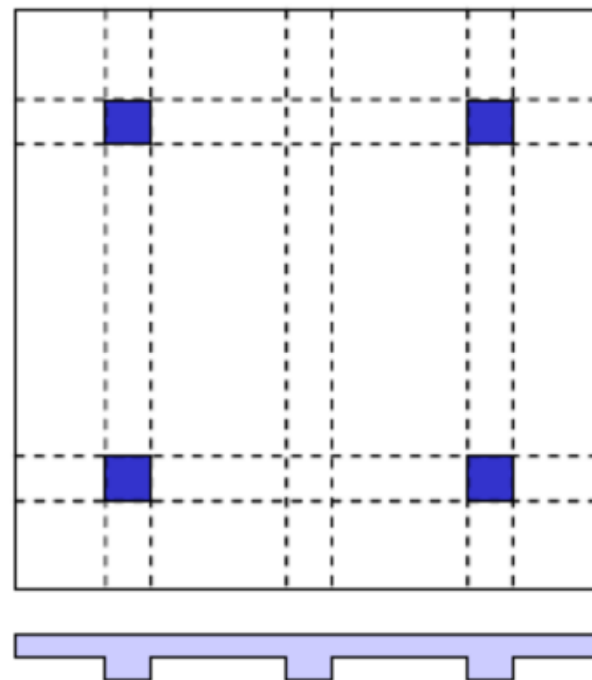
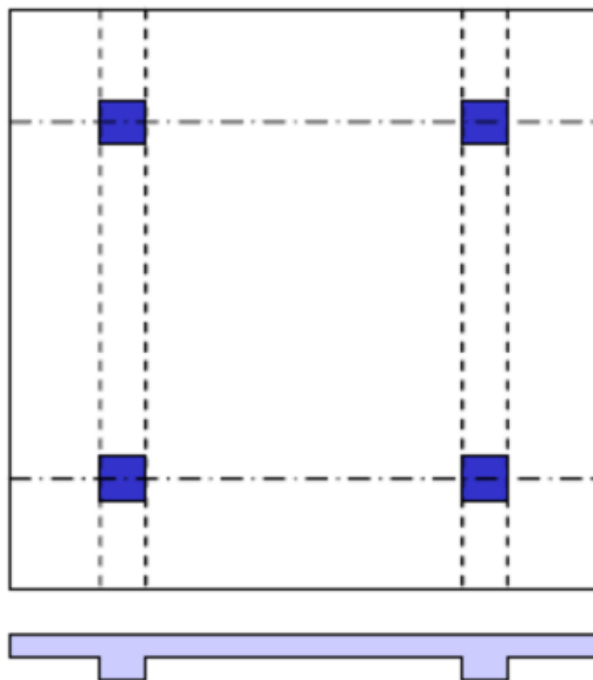
- Oslonci ploča u jednom pravcu mogu biti:
 - Armiranobetonske grede
 - Armiranobetonski zidovi
 - Zidovi od opeke



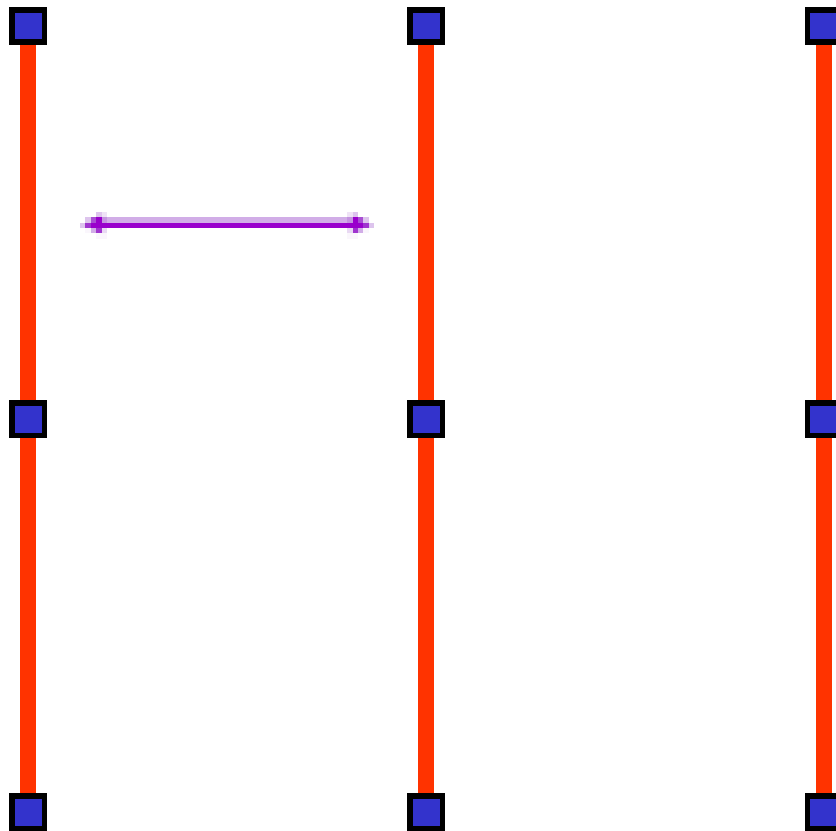
2.1. Ploče u jednom pravcu

- 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 da prihvati najmanje 25% od maksimalnog momenta u susednom rasponu**
- Ovako sračunata armatura treba da pokriva dužinu od najmanje 20% susednog raspona, mereno od ivice oslonca.

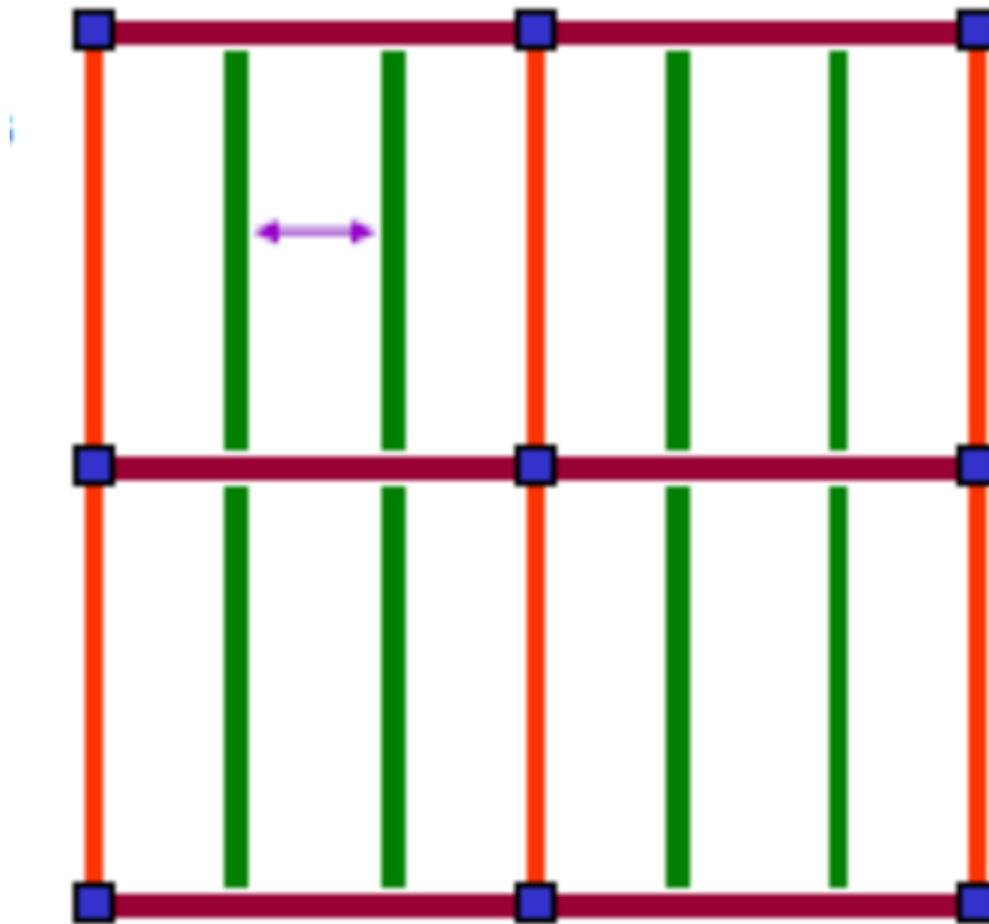
2.1. Ploče u jednom pravcu



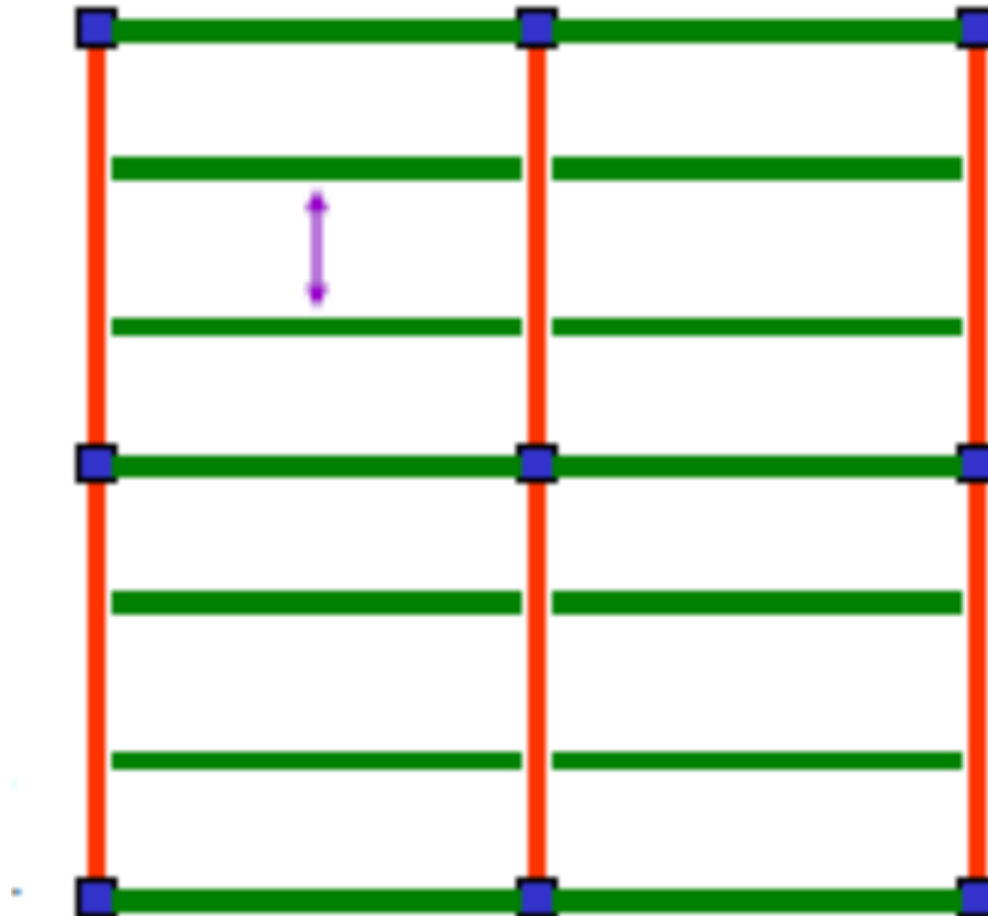
2.1. Ploče u jednom pravcu – dispoziciona rešenja



2.1. Ploče u jednom pravcu – dispoziciona rešenja

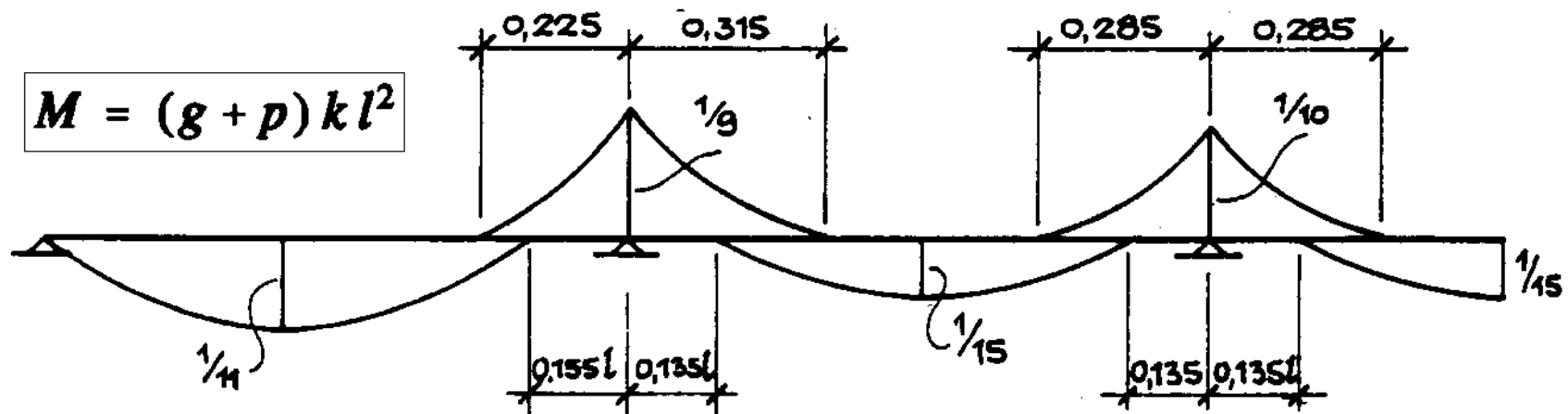


2.1. Ploče u jednom pravcu – dispoziciona rešenja



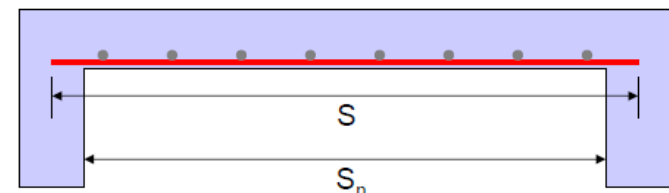
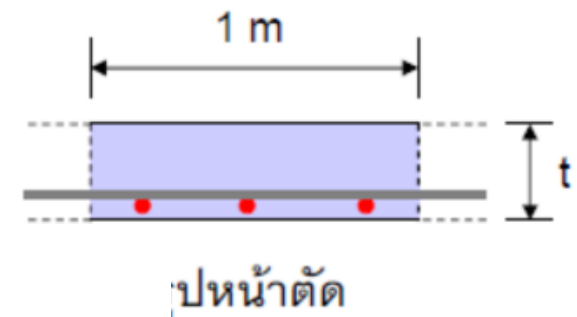
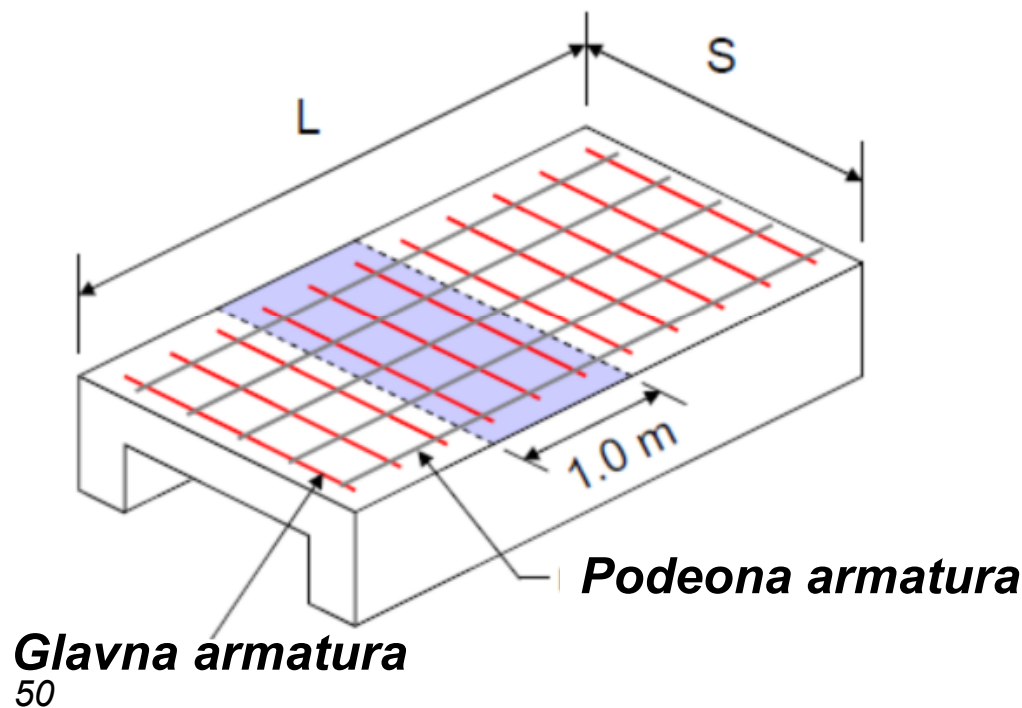
2.1. Ploče u jednom pravcu

- 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



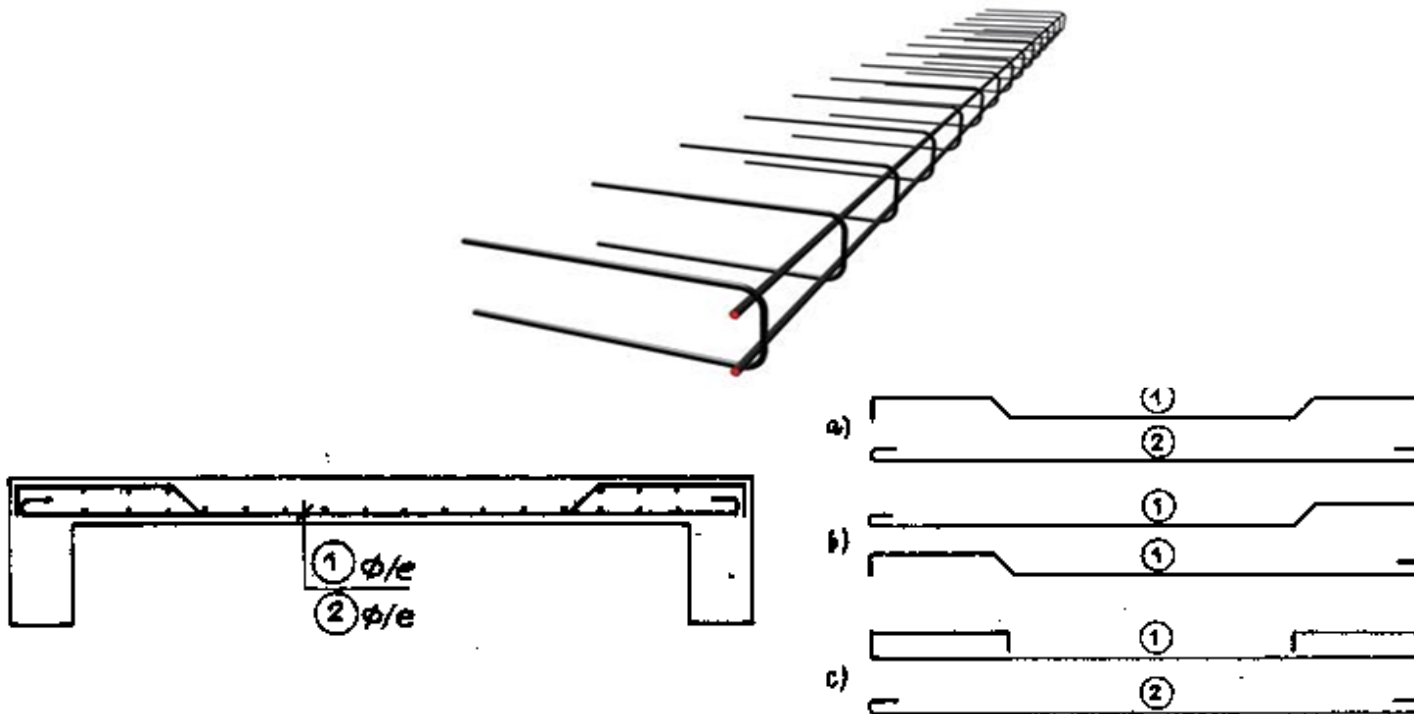
2.1. Ploče u jednom pravcu

- 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



2.1. Ploče u jednom pravcu

- U dužem - poprečnom pravcu postavlja se poprečna armatura
- Slobodna ivica ploče armira se konstruktivnom armaturom
- Dužina “peovke” je najmanje $2h$, h -debljina ploče



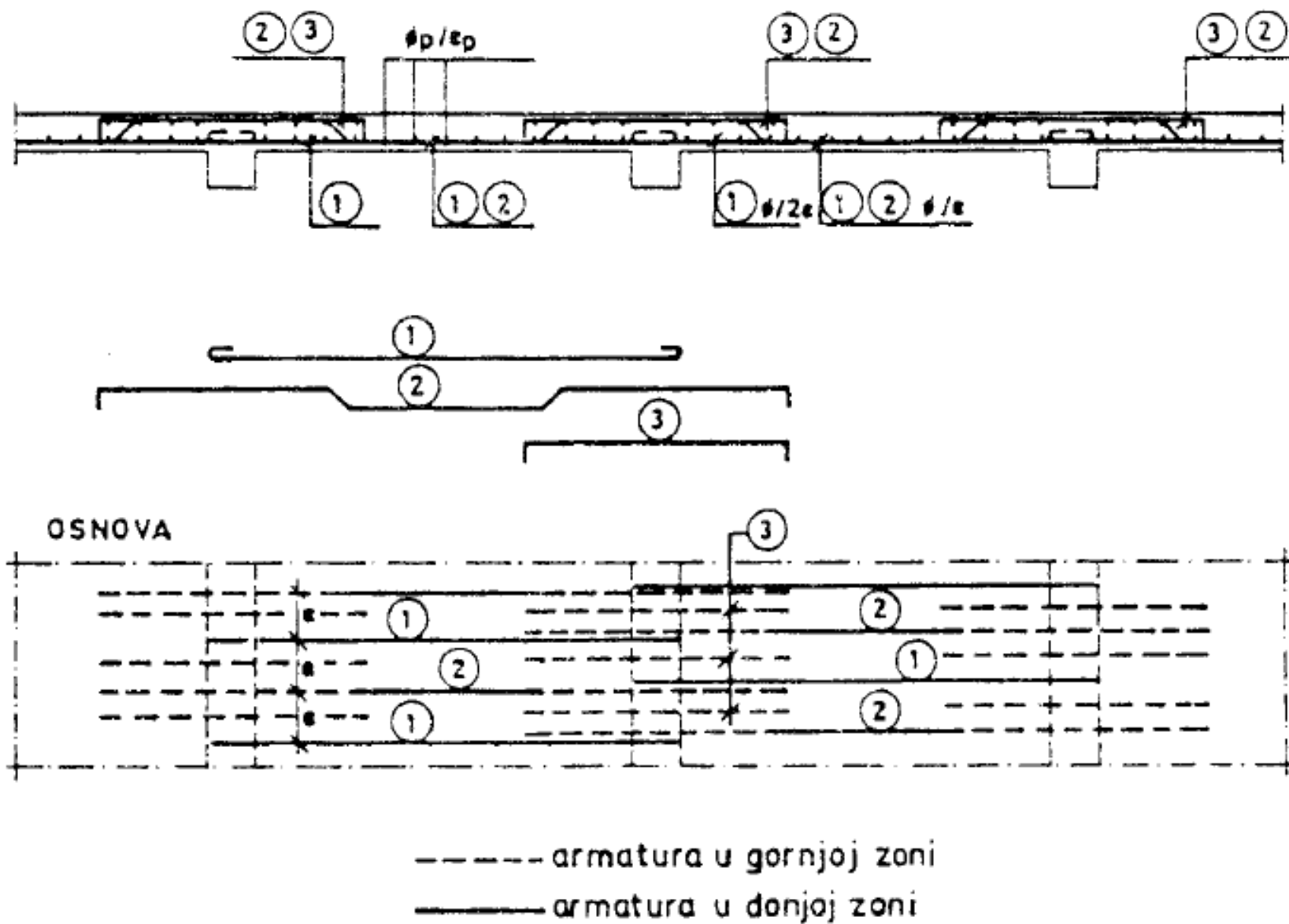
2.1. Ploče u jednom pravcu – specifični zahtevi SRPS EN1992

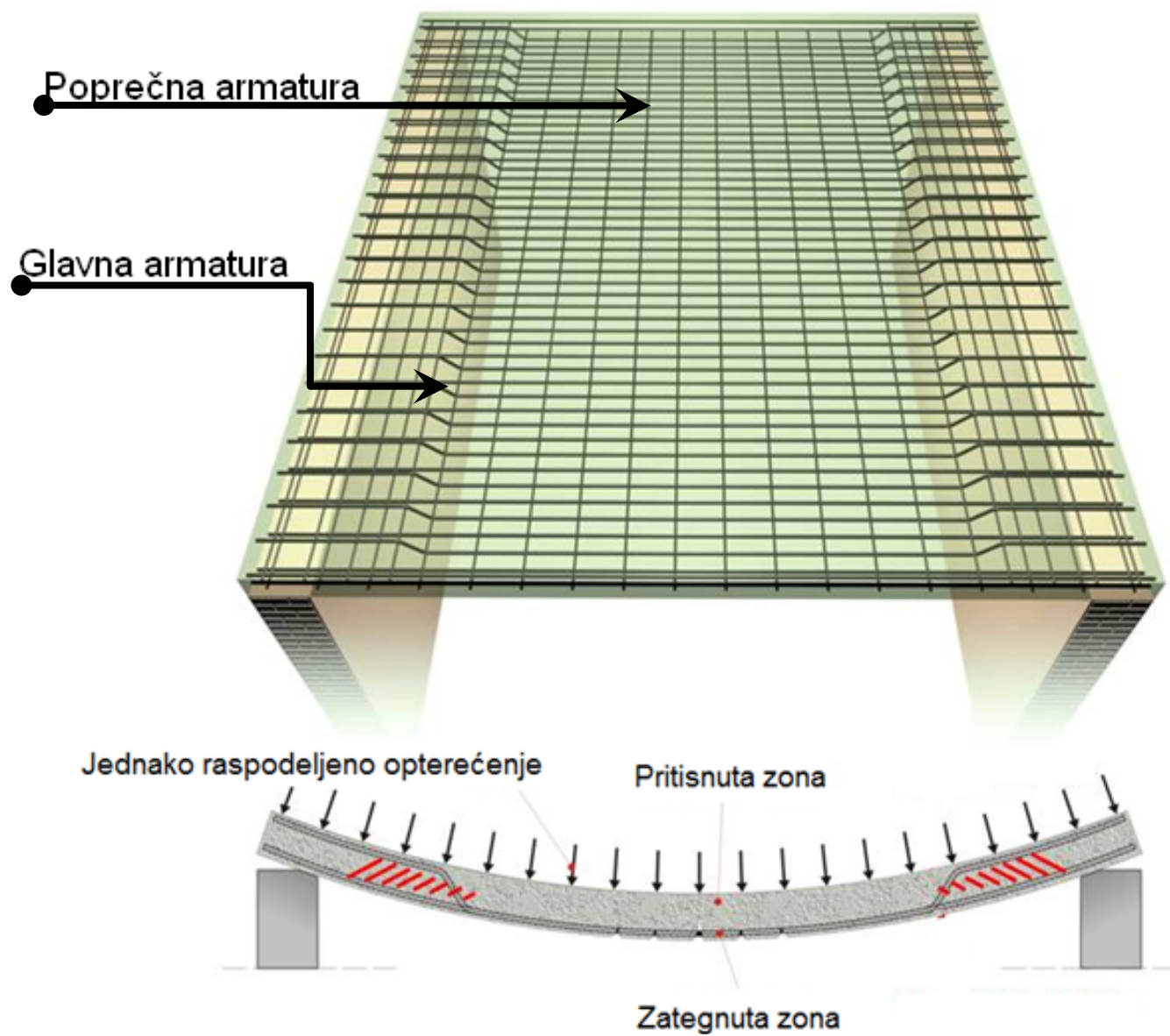
52

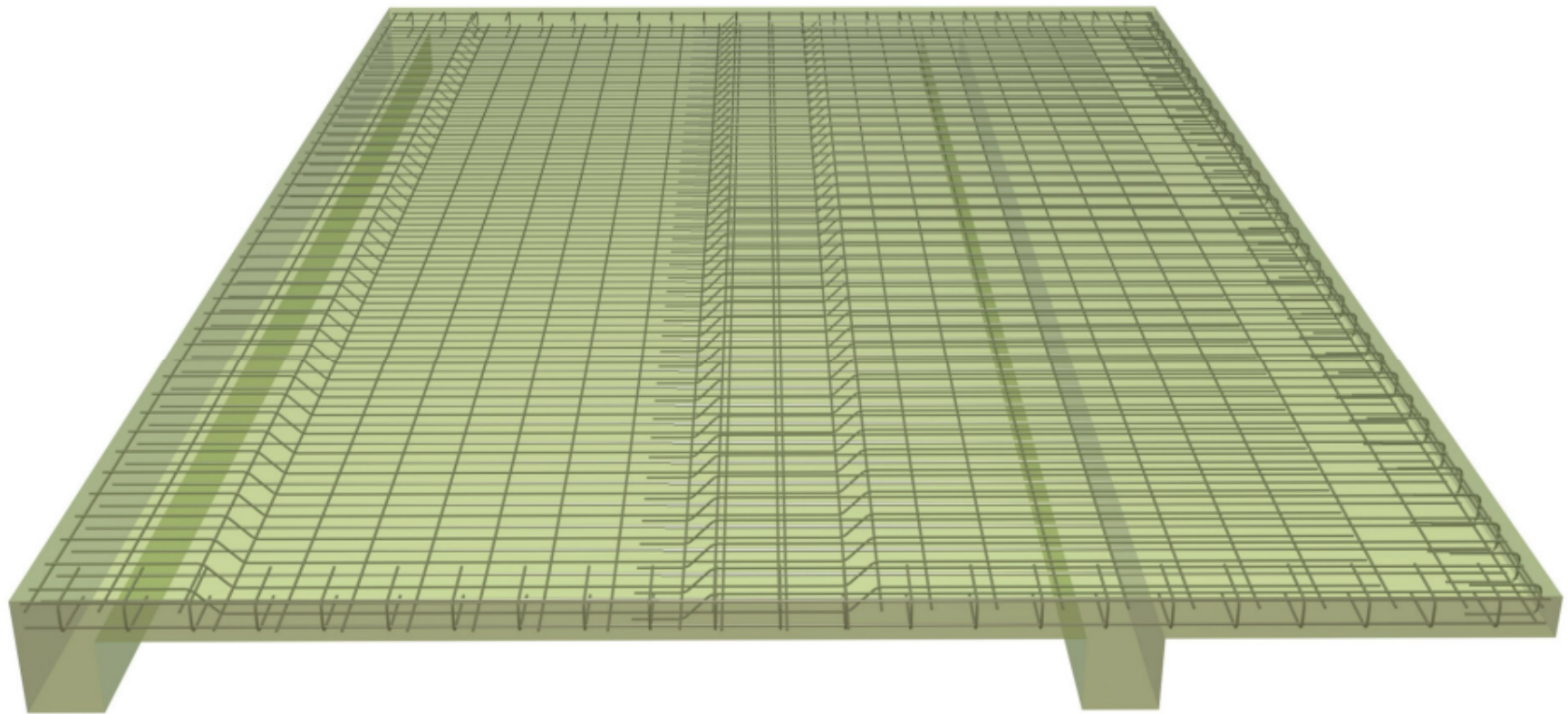
- Armatura za smicanje u ploči predviđa se za: $h \geq 20$ cm
- Ukoliko je u pločama ispunjen uslov:

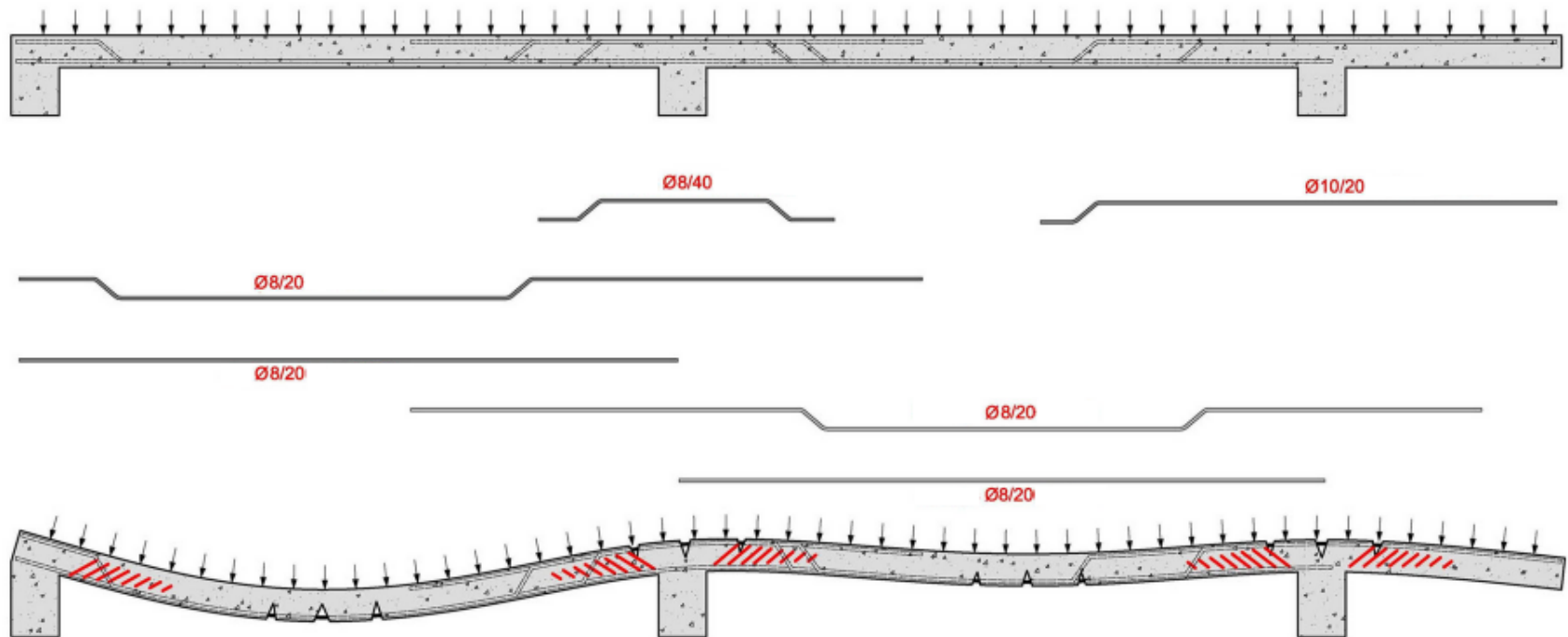
$$|V_{Ed}| \leq \frac{1}{3} V_{Rd, \max}$$

,sva armatura za smicanje može da se sastoji od koso povijenih šipki
ili od drugih oblika armature za smicanje









2.1. Ploče u jednom pravcu

- Prečnik armature koji se usvaja je približno $\phi < d_{pl}/10$
- Uobičajni razmak širki je 10 ÷ 20cm (7.5, 10, 12.5, 15, 17.5, 20cm)
- Maksimalni razmaci armature ograničeni su standardom SPRS EN1992-1-1 :
- Glavna armatura:

- Jednakopodeljeno opterećenje

$$s_{\max,slabs} = \min \left\{ \begin{matrix} 3h \\ 40cm \end{matrix} \right\}$$

- Koncentrisano opterećenje ili
jednakopodeljeno opterećenje u zoni
max momenata

$$s_{\max,slabs} = \min \left\{ \begin{matrix} 2h \\ 25cm \end{matrix} \right\}$$

- Podeona armatura:

- Jednakopodeljeno opterećenje

$$s_{\max,slabs} = \min \left\{ \begin{matrix} 3.5h \\ 45cm \end{matrix} \right\}$$

- Koncentrisano opterećenje

$$s_{\max,slabs} = \min \left\{ \begin{matrix} 3h \\ 40cm \end{matrix} \right\}$$

- U području oslonaca maksimalni razmak glavne i podeone armature je 40cm

2.1. Ploče u jednom pravcu

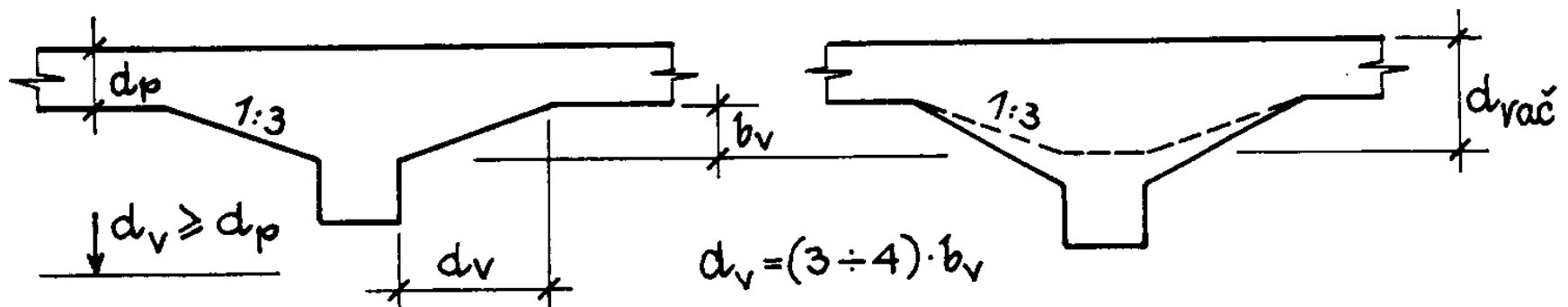
- Standardom su propisani minimalni procenti armiranja glavne armature u odnosu na površinu betonskog preseka $b_t d$

$$A_{s,\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \\ 0,0013 b_t d \end{array} \right\}$$

f_{ck}	f_{ctm}	Minimum % ($0.26 f_{ctm} / f_{yk}^a$)
25	2.6	0.13%
28	2.8	0.14%
30	2.9	0.15%
32	3.0	0.16%
35	3.2	0.17%
40	3.5	0.18%
45	3.8	0.20%
50	4.1	0.21%

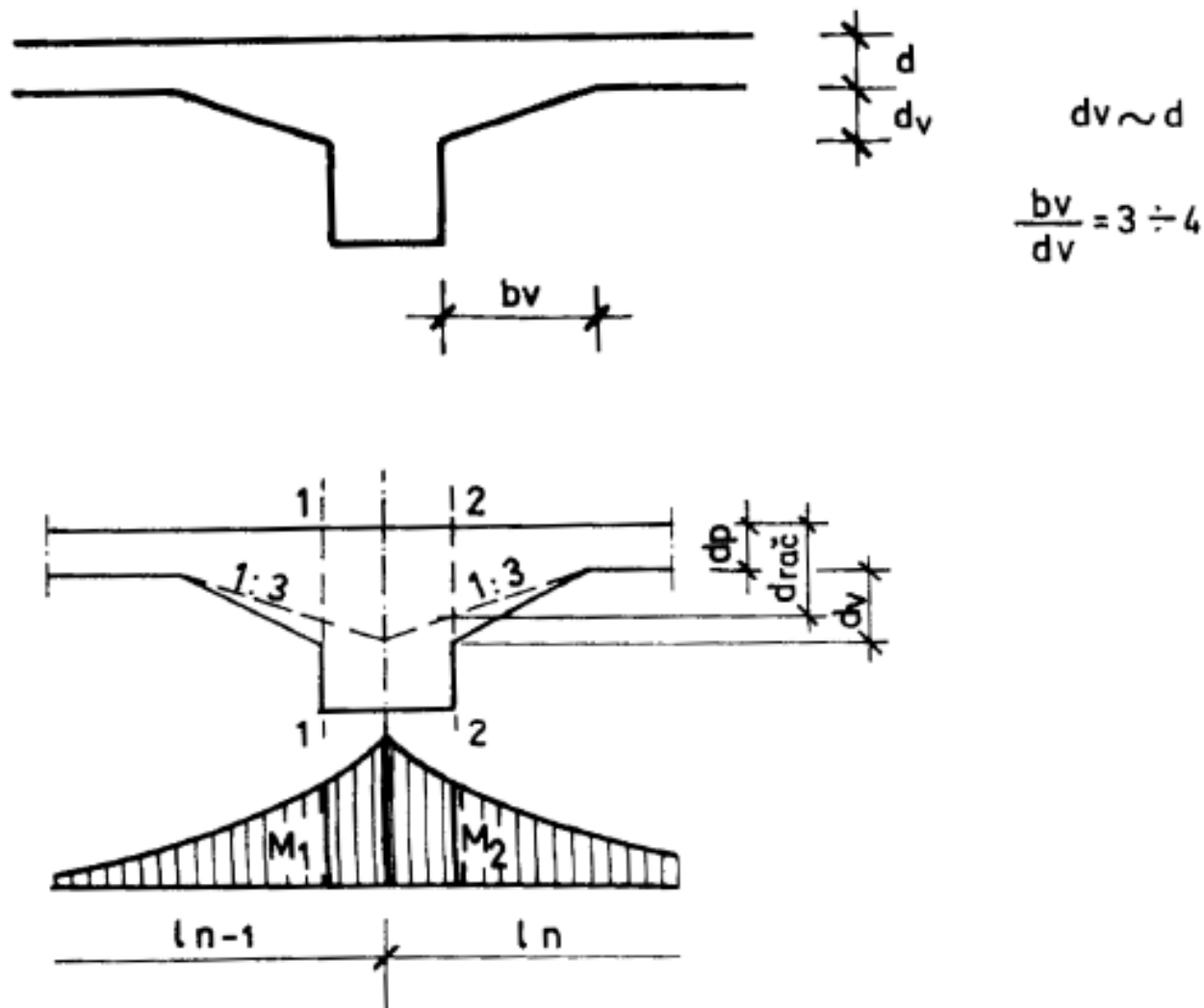
2.1. Ploče u jednom pravcu

- 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



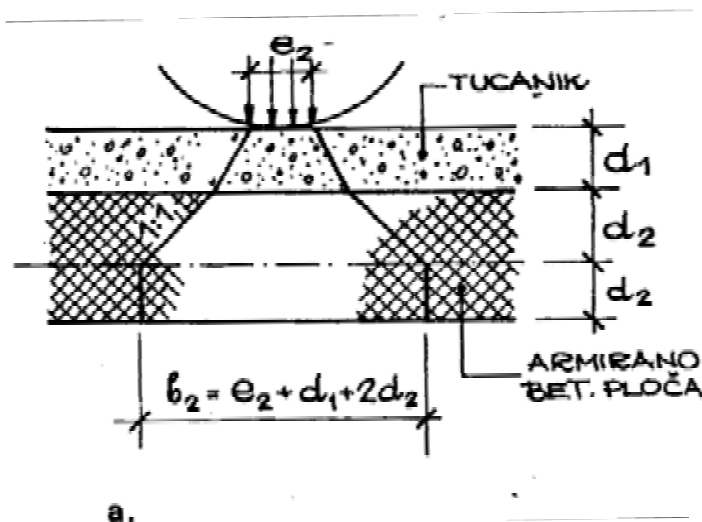
- Prednost: manji utrošak betona
- Mana: Komplikovanja oplata

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 : $b_2 = e_2 + d_1 + 2d_2$



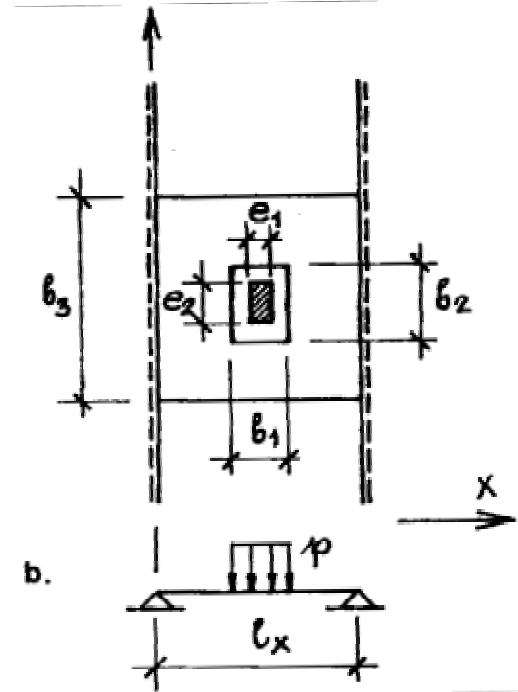
2.1. Ploče u jednom pravcu

- 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

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

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

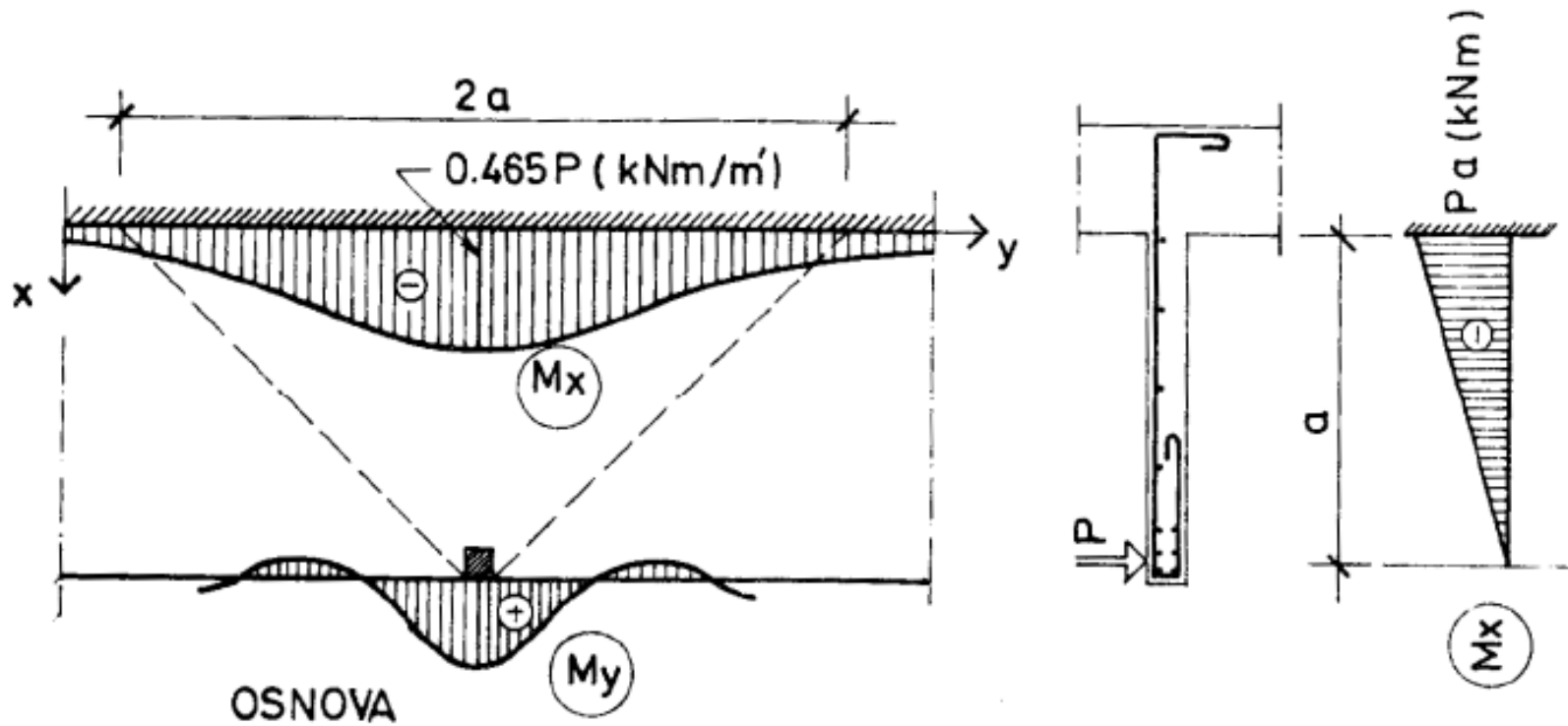
$$M = M_g + \frac{M_{x,P}}{b_3}$$



*u svim izrazima: $A_p = A_s$ – glavna armatura ploče

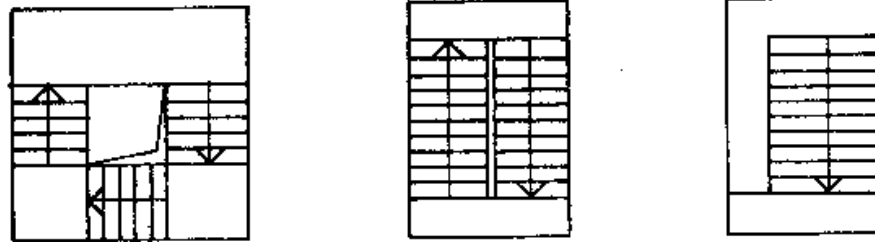
2.1. Ploče u jednom pravcu

- Koncentrisano opterećenje na konzolnoj ploči

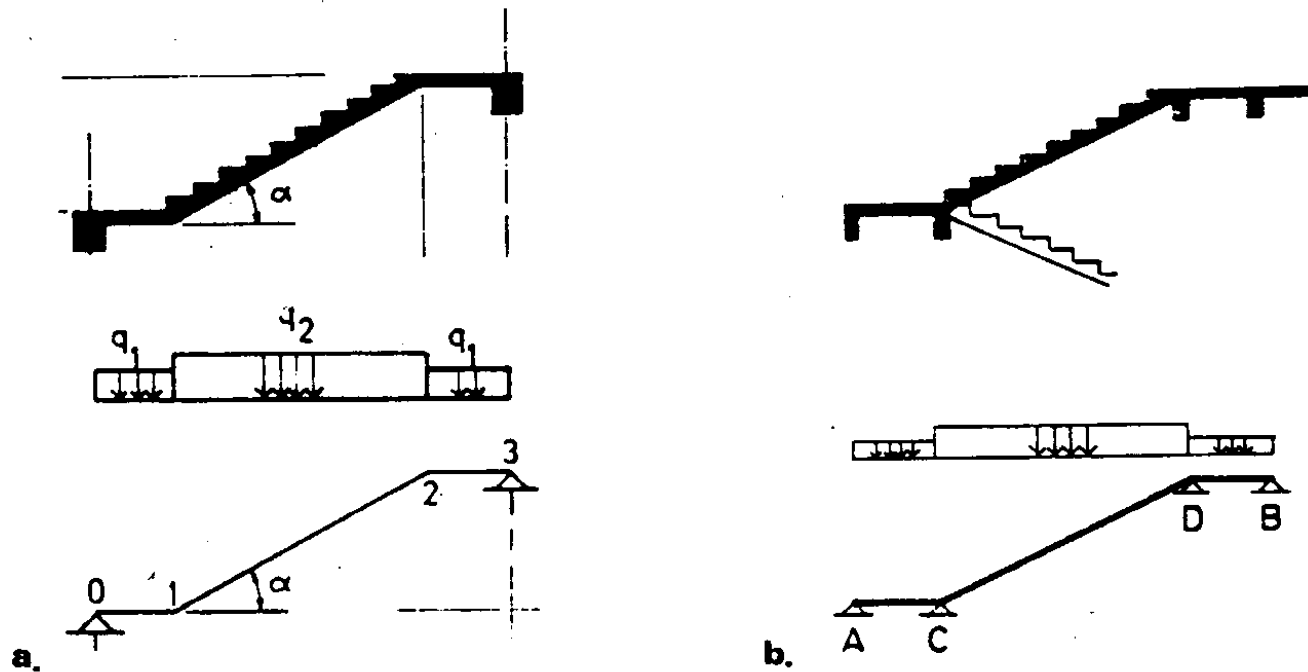


2.1. Ploče u jednom pravcu

- Stepeništa

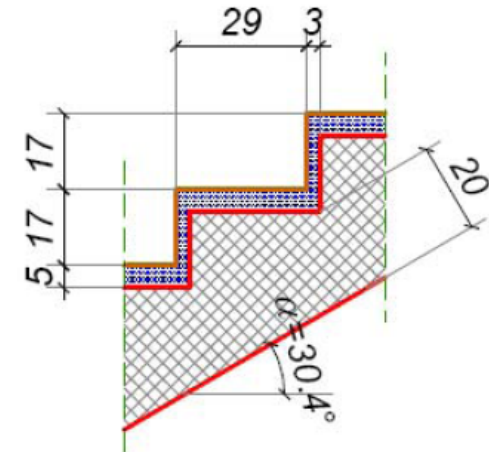
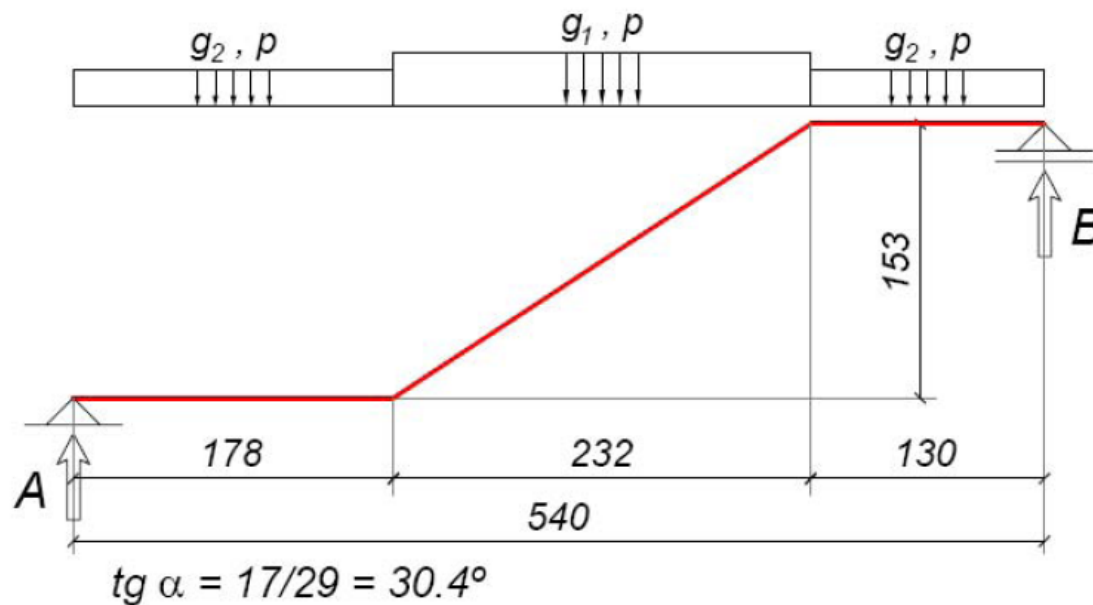


- Dvokrako kolenasto stepenište sistema proste grede



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 $\gamma_B = 24 \text{ kN/m}^3$
- Korisna opterećenja stepeništa stambenih i javnih zgrada su $p = 3 \text{ kN/m}^2$



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 $\gamma_B = 24 \text{ kN/m}^3$
- Korisna opterećenja stepeništa stambenih i javnih zgrada su $p = 3 \text{ kN/m}^2$

- sopstvena težina ploče	$d_p \gamma_{AB} / \cos \alpha$	=	$[\text{kN} / \text{m}^2]$
- 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	$d_M \gamma_M / \cos \alpha$	=	$[\quad // \quad]$
<i>ukupno stalno opterećenje</i>	g	=	$[\text{kN} / \text{m}^2]$
<i>ukupno korisno opterećenje</i>	p	=	$[\text{kN} / \text{m}^2]$

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

