



Studijski program: **Građevinarstvo**

Godina/Semestar: **III godina / V semestar**

Naziv predmeta (šifra): **Teorija betonskih konstrukcija 1**

Nastavnik: **Ivan Ignjatović/Vedran Carević/Ivan Milićević**

Naslov vežbi: **Ugibi, prsline, potporni zidovi**

Datum : **xx.xx.202x.**

---

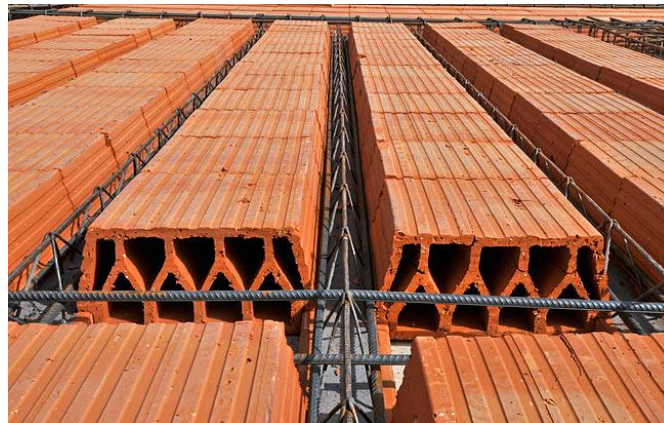
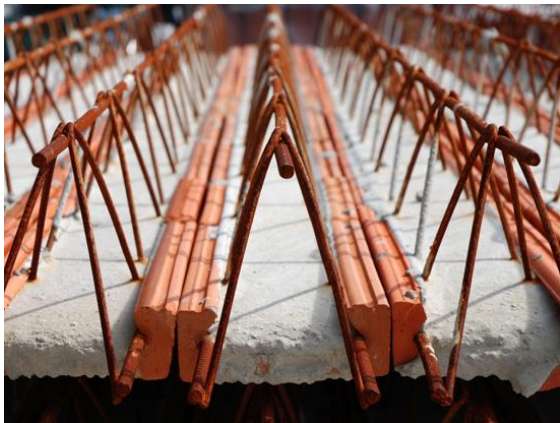
Beograd, 2023.

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.

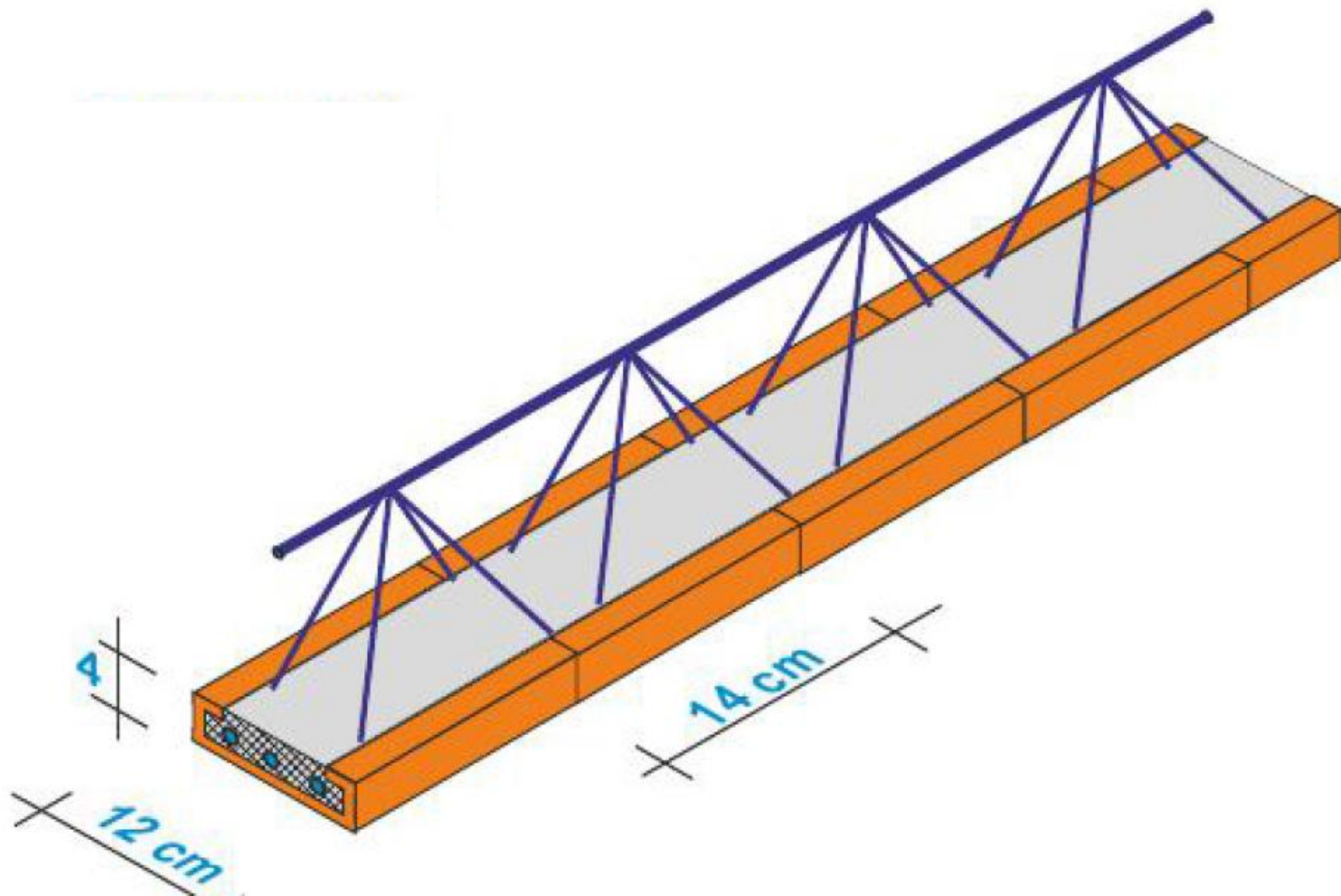


# Polumontažne tavanice - LMT tavanice tipa **FERT**

- Fert gredice se koriste za izradu lako-montažnih tavanica (LMT) - međuspratnih konstrukcija.
- Fert gredice su noseći elementi tako da moraju zadovoljiti određene statičke uslove. Pored osnovne armature (**rešetkasti nosač BINOR sa 2Ø7 ili 2Ø8** u donjoj zoni), kod većih raspona ugrađuje se dodatna armatura prema statičkom proračunu.
- Međuspratne konstrukcije izrađene od fert gredica se primenjuju u stanogradnji gde je isključivo prisutno statičko opterećenje i samo za sisteme prostih greda.



# *Fert gredica*



# Opekarski element ispune



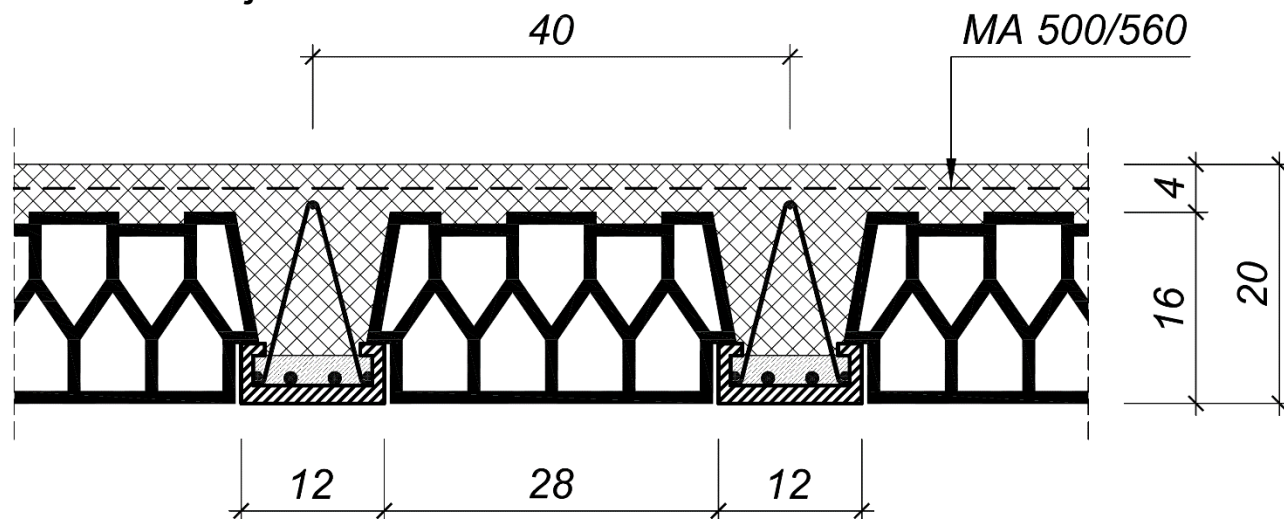
Dimenzije (cm): **25×28×16(20)**

Masa: **≈ 7.5-9.0 kg**

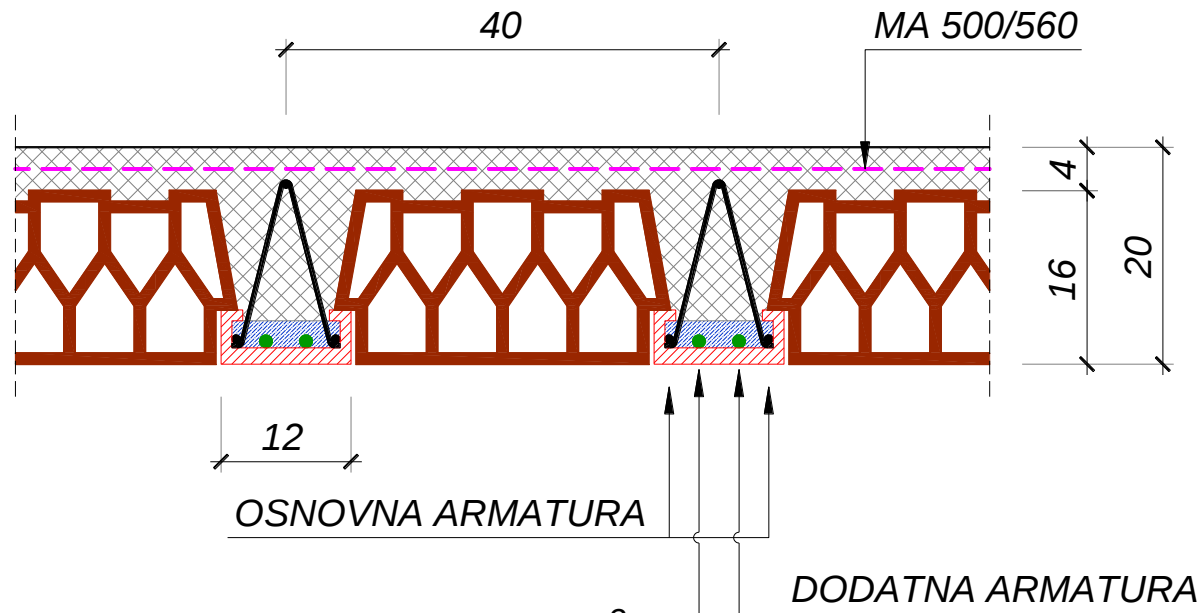
Potrošnja opeke:

$$n = \frac{1.0 \text{ m}^2}{0.40 \times 0.25} = 10 \frac{\text{kom.}}{\text{m}^2}$$

Osovinski razmak FERT nosača je **40** cm.



# Rešetkasti armaturni nosač **BINOR**



$$A_b = 12 \times (20 - 4) + 4 \times 40 = 352 \text{ cm}^2$$

$$\frac{A_b}{e} = \frac{352}{0.4} = 880 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} \Rightarrow g_{SW}^{AB} = 880 \times 10^{-4} \times 25 = 2.2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

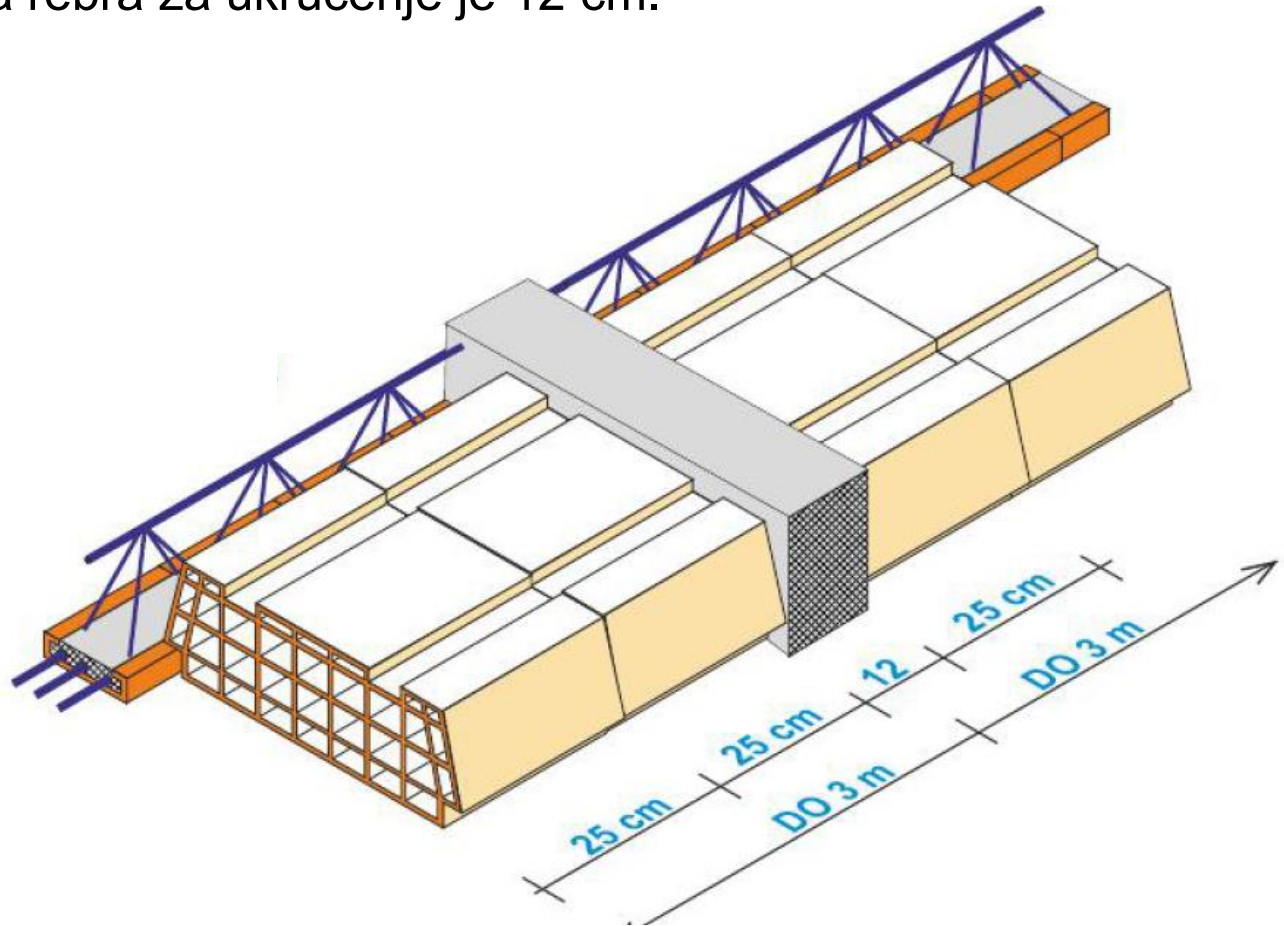
$$g_{SW}^{op.} = 10 \frac{\text{kom.}}{\text{m}^2} \times 7.5 \text{ kg} = 0.75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{SW} = 2.2 + 0.75 = 2.95 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{SW} \approx 3.0 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

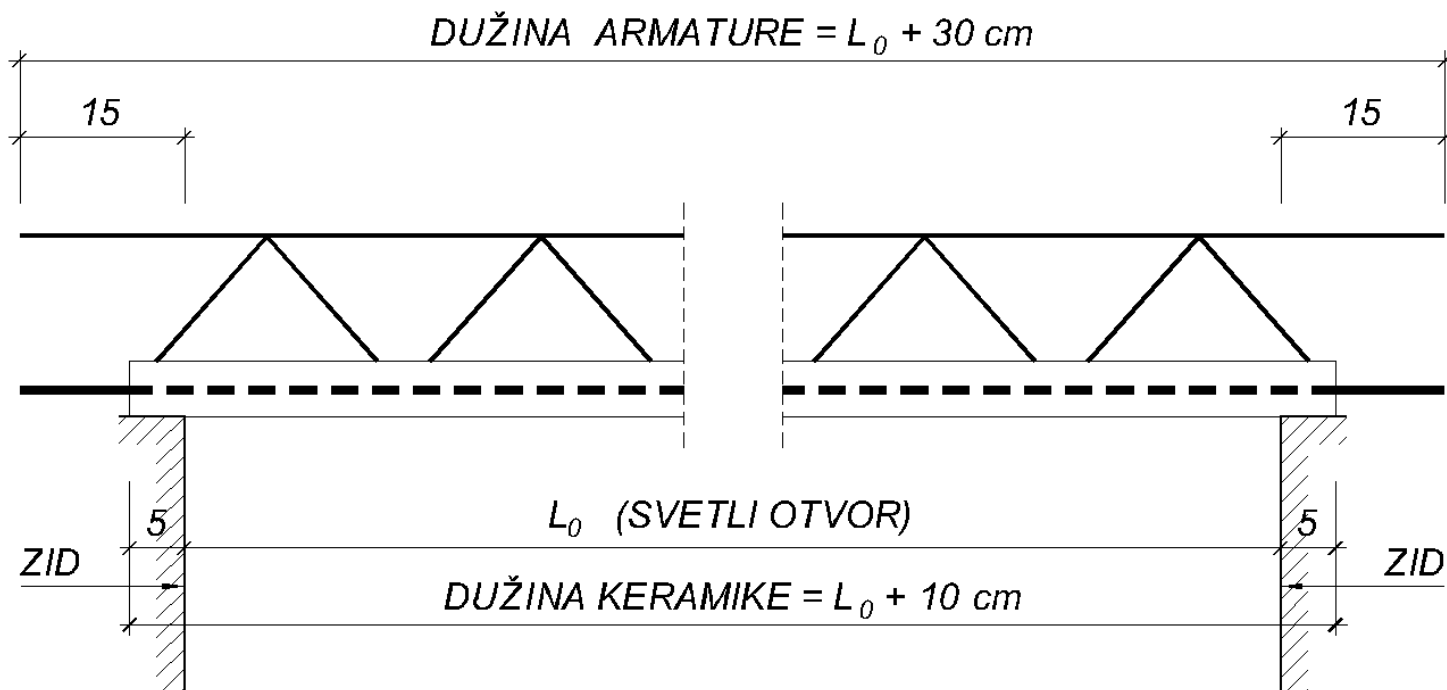
# ***Redosled operacija kod montaže***

- Kod raspona preko **4.0 m** potrebno je formirati rebro za ukrućenje u sredini raspona. Za raspone do **6.7 m** rebra za ukrućenje formirati u trećinama raspona, u visini međuspratne konstrukcije. Minimalna dimenzija rebra za ukrućenje je 12 cm.



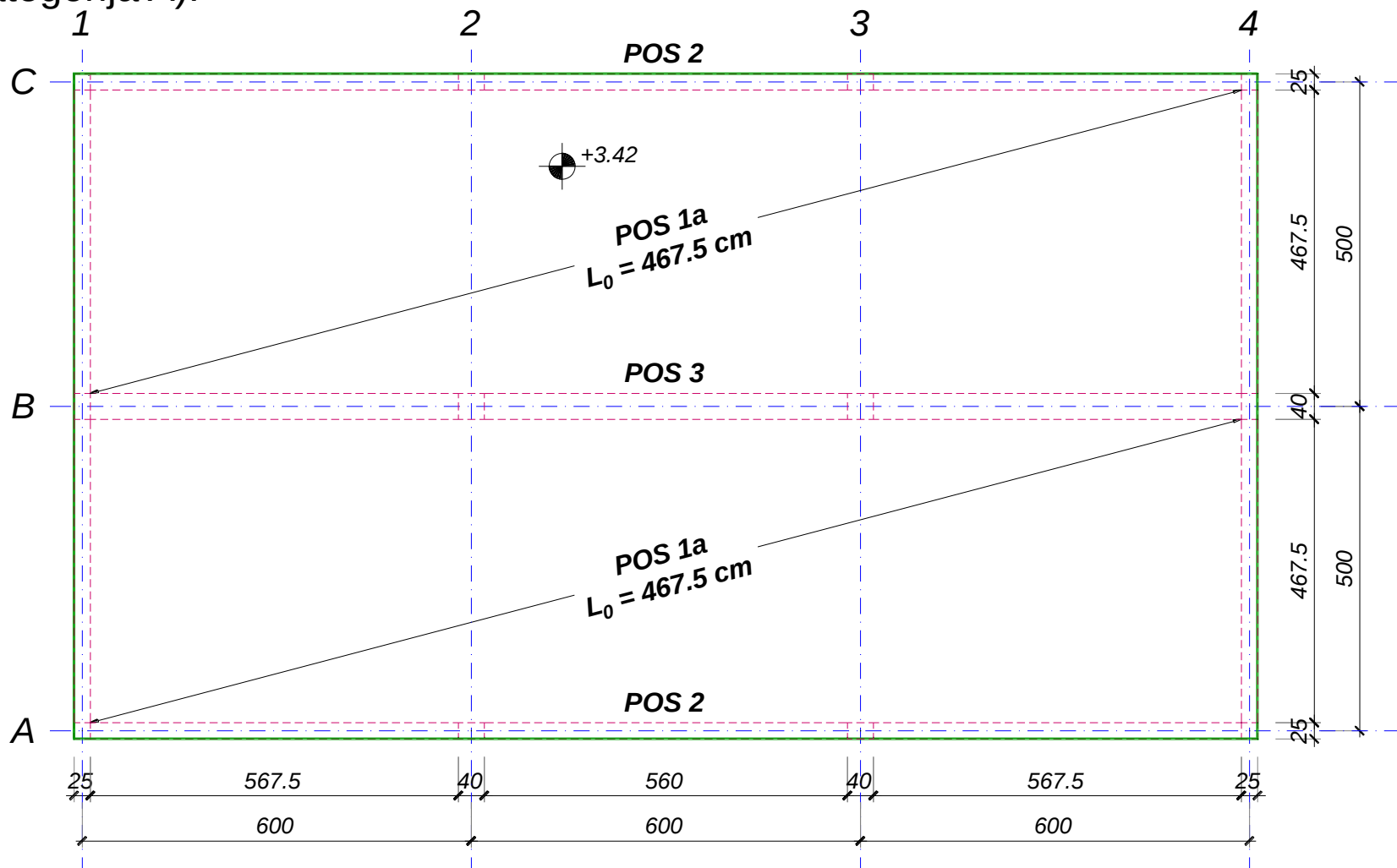
# Redosled operacija kod montaže

- Keramički deo FERT gredice mora naleći na konstruktivne zidove minimalno **50 mm**. Armatura gredice mora biti upletena u armaturu serklaža nosećih zidova
- Betoniranje rebara i ploče debljine **4 (5) cm** obaviti istovremeno. Ukupna debljina MK treba da bude **20 (25) cm**.



# Zadatak – LMT fert

Dimenzionisati polumontažnu ploču prikazanu na skici ispod. Težina podova i pregradnih zidova je  $2.5 \text{ kN/m}^2$ . Korisno opterećenje za stambene objekte (kategorija A).



# ***Zadatak – LMT fert***

## **1. Analiza opterećenja**

- Stalno opterećenje

$$g = g_{st} + \Delta g = 3.0 + 2.5 = 5.5 \text{ kN/m}^2$$

- Korisno opterećenje

$$q = 2.0 \text{ kN/m}^2 \text{ (kategorija A)}$$

- Granično opterećenje

$$p_{Ed} = 1.35 \cdot 5.5 + 1.5 \cdot 2.0 = 10.425 \text{ kN/m}^2$$

## **2. Statički uticaji**

- Statički sistem: prosta greda raspona 5.0 m

- Maksimalni moment:

$$M_{Ed,max} = 10.43 \cdot 5.0^2 / 8 = 32.58 \text{ kNm}$$

# Zadatak – LMT fert

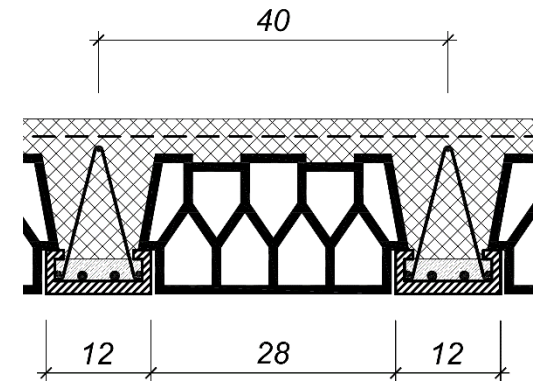
## 3. Dimenzionisanje

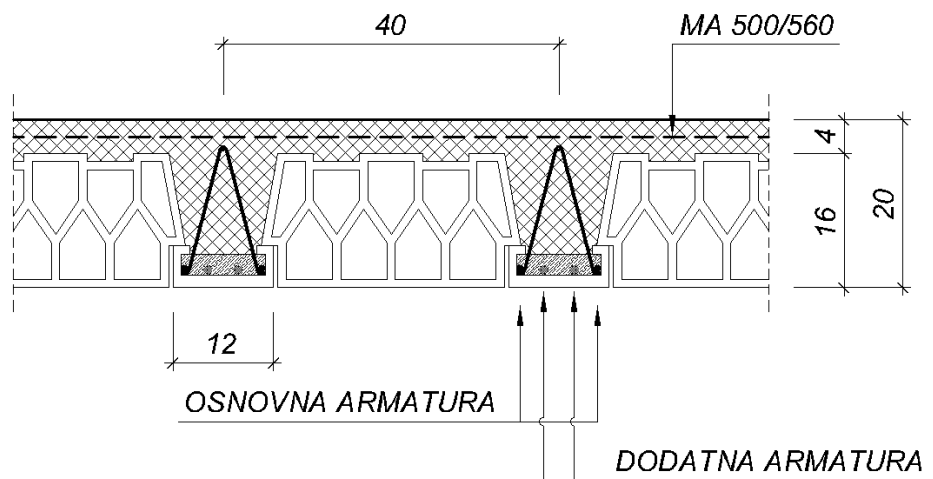
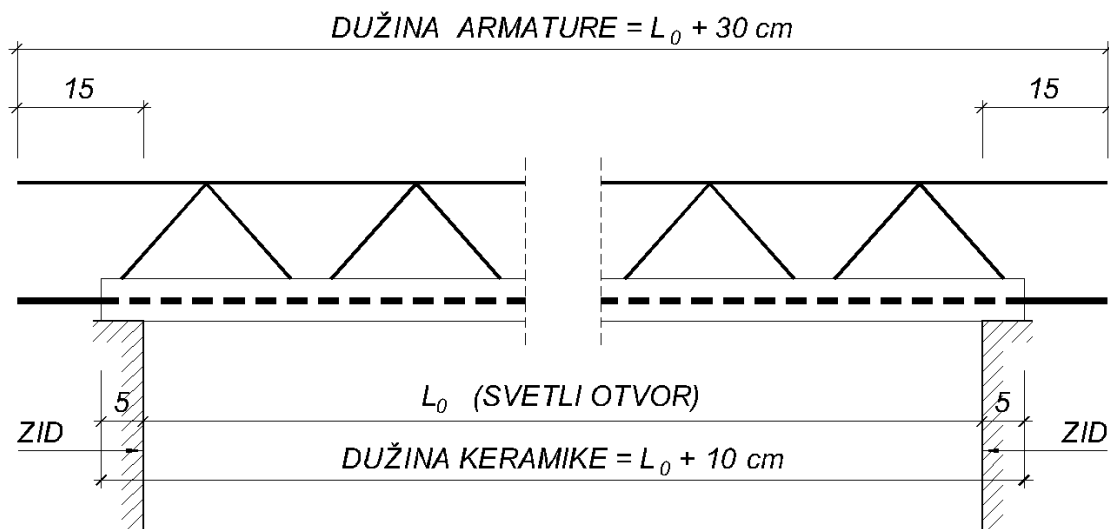
- $d_1 = 3 \text{ cm}$      $d = 20 - 3 = 17 \text{ cm}$
- C25/30,  $f_{cd} = 0.85 \cdot 25 / 1.5 = 14.2 \text{ MPa} = 1.42 \text{ kN/cm}^2$
- B500 B,  $f_{yd} = 500 / 1.15 = 435 \text{ MPa} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$

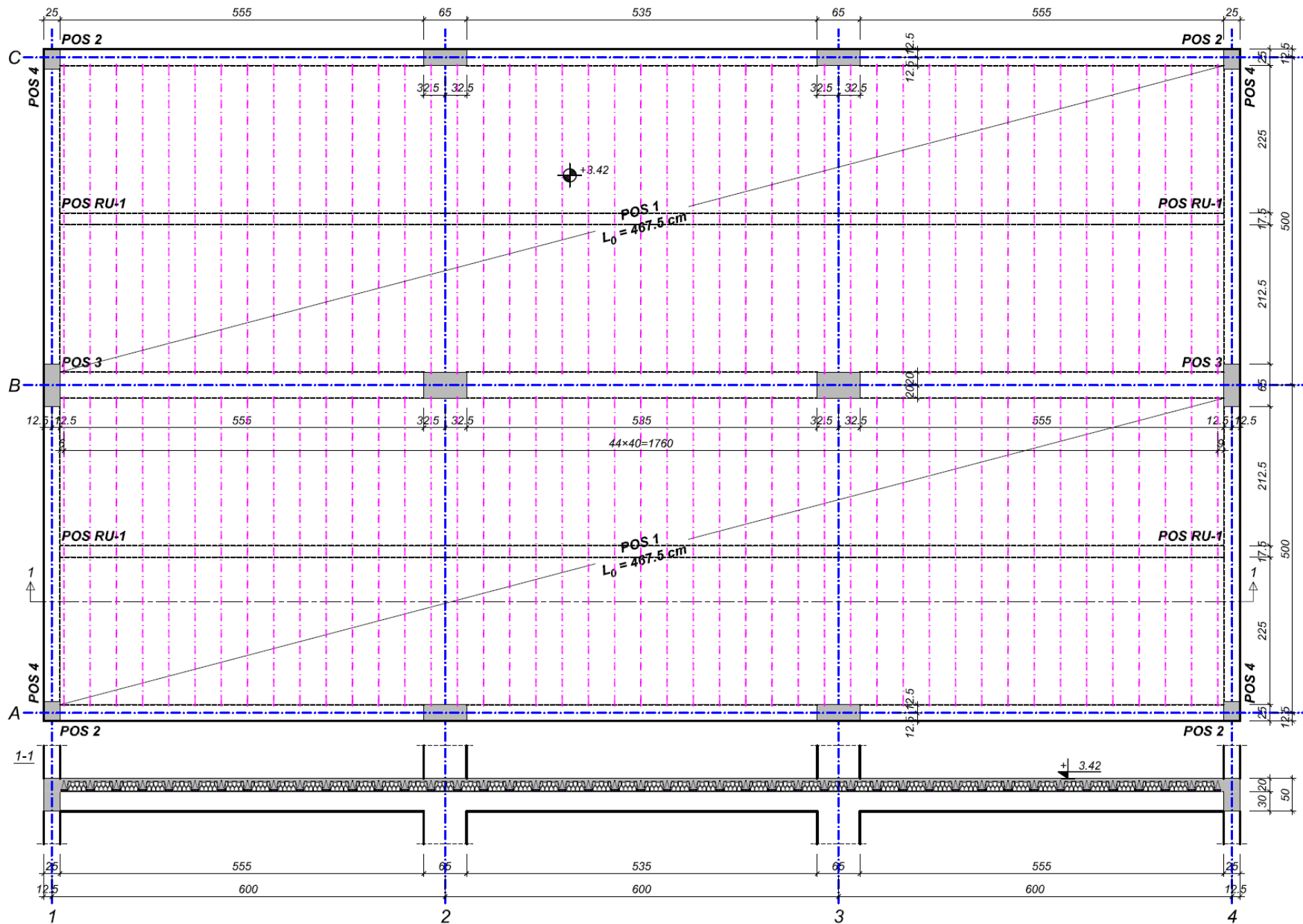
$$k = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_{Ed}}{b_{eff} \cdot f_{cd}}}} = \frac{17}{\sqrt{\frac{3258}{100 \cdot 1.42}}} = 3.55$$

$$A_{s1} = 8.458 \times 17 \times \frac{1.42}{43.5} = 4.70 \text{ cm}^2 / m$$

- Za jedno rebro:  $A_{s1} = 0.40 \times 4.7 = 1.88 \text{ cm}^2$
- Ugrađena armatura rešetke: **2Ø8** = 1.00 cm<sup>2</sup>
- Potrebna dodatna armatura:  $\Delta A_s = 1.88 - 1.0 = 0.88 \text{ cm}^2$
- Usvojeno **2Ø8** (1.0 cm<sup>2</sup>)







# Zadatak 1 – PRSLINE

*Izvršiti kontrolu prslina u ploči iznad srednjeg oslonca indirektnim postupkom. Podaci za proračun:*

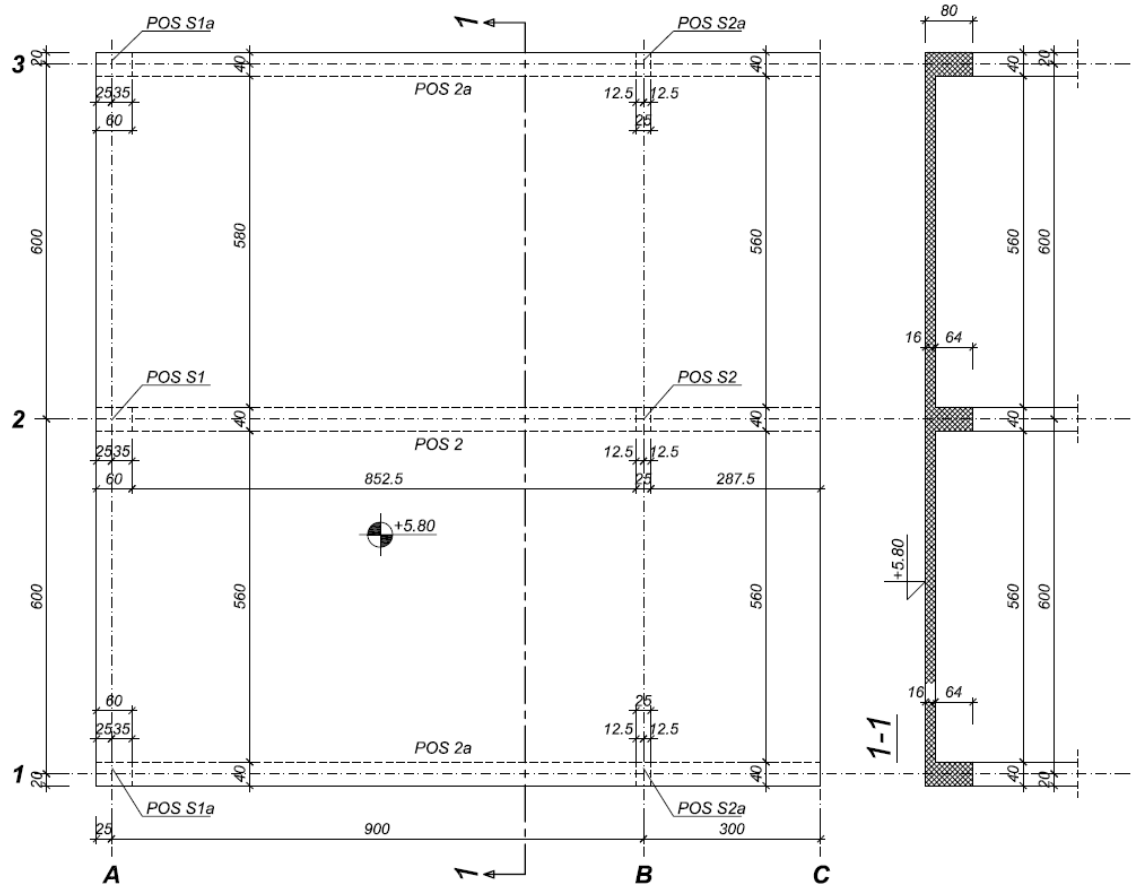
$$\Delta g = 2.0 \text{ kN/m}^2$$

$$q = 3.0 \text{ kN/m}^2$$

*C25/30*

***B500B***

*XC2*



# Zadatak 1 – PRSLINE

## Proračun minimalnih površina armature:



Za armiranobetonske ili prethodno napregnute ploče u zgradama izloženim savijanju bez aksijalnog zatezanja, *posebne mere za kontrolu prslina nisu neophodne kada ukupna debljina ploče nije veća od 200 mm i kada su ispunjeni zahtevi iz 9.3* (SRPS EN 1992-1-1 7.3.3 (1))

Usvojena armatura ploče iznad oslonca: Ø16/15 (13.4 cm<sup>2</sup>/m)

Minimalna površina armature iz uslova sprečavanja krstog loma:

$$A_{s1,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d \geq 0.0013 \cdot b_t \cdot d$$

|                 |     |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $f_{ck}$ (MPa)  | 20  | 25  | 30  | 35  | 40  |
| $f_{ctm}$ (MPa) | 2.2 | 2.6 | 2.9 | 3.2 | 3.5 |

$$A_{s1,min} = 0.26 \cdot \frac{2.6}{500} \cdot 100 \cdot 120 = 1.62 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**B500B**

$$\geq 0.0013 \cdot 100 \cdot 120 = 1.56 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_{s1,usv} = 13.4 \text{ cm}^2/\text{m} > 1.62 \text{ cm}^2/\text{m} = A_{s1,min}$$

# Zadatak 1 – PRSLINE

## Proračun minimalnih površina armature (SRPS EN 1992: 7.3.2):

Usvojena armatura ploče iznad oslonca: Ø16/15 (13.4 cm<sup>2</sup>/m)

Minimalna površina armature iz uslova prslina:

- $A_{s1,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_{s1}}$
- Pravougaoni presek i čisto savijanje:  $k_c = 0.4$

|       |                                                                                                                                   |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $k_c$ | koeficijent kojim se uzima u obzir dijagram napona u preseku neposredno pre pojave prsline, kao i promena kraka unutrašnjih sila: |
|       | za čisto zatezanje: $k_c = 1,0$                                                                                                   |
|       | za savijanje ili savijanje kombinovano sa aksijalnim silama:                                                                      |

VIDI IZRAZ 7.1 !!!

# Zadatak 1 – PRSLINE

## Proračun minimalnih površina armature:

Usvojena armatura ploče iznad oslonca: Ø16/15 (13.4 cm<sup>2</sup>/m)

Minimalna površina armature iz uslova prslina:

- $A_{s1,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_{s1}}$
- Pravougaoni presek i čisto savijanje:  $k_c = 0.4$
- AB ploča visine manje od 30 cm:  $k = 1.0$

**$k$**  koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj linearno podeljenih ravnotežnih napona na smanjivanje sila usled sprečenih deformacija  
= 1,0 za rebra visine  $h \leq 300$  mm ili flanše širine manje od 300 mm  
= 0,65 za rebra visine  $h \geq 800$  mm ili flanše širine veće od 800 mm  
za međuvrednosti važi interpolacija

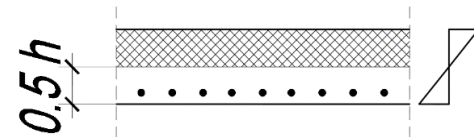
# Zadatak 1 – PRSLINE

## Proračun minimalnih površina armature:

Usvojena armatura ploče iznad oslonca: Ø16/15 (13.4 cm<sup>2</sup>/m)

Minimalna površina armature iz uslova prslina:

- $A_{s1,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_{s1}}$
- Pravougaoni presek i čisto savijanje:  $k_c = 0.4$
- AB ploča visine manje od 30 cm:  $k = 1.0$
- Efektivna čvrstoća pri zatezanju u trenutku pojave prslina:  $f_{ct,eff} = f_{ctm}$
- Površina betona u zategnutoj zoni pre pojave prslina:  $A_{ct} = 0.5 \cdot b \cdot h$
- Najveći dopušteni napon nakon pojave prslina:  $\sigma_{s1} = f_{yk}$



# Zadatak 1 – PRSLINE

## Proračun minimalnih površina armature:

Usvojena armatura ploče iznad oslonca: Ø16/15 (13.4 cm<sup>2</sup>/m)

Minimalna površina armature iz uslova prslina:

- $$A_{s1,min} = \frac{k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot A_{ct}}{\sigma_{s1}}$$
- $$A_{s1,min} = \frac{0.4 \cdot 1 \cdot 2.6 \cdot 0.5 \cdot 100 \cdot 16}{500} = 1.66 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{s1,usv} = 13.4 \text{ cm}^2/m > 1.66 \text{ cm}^2/m = A_{s1,min}$$

# Zadatak 1 – PRSLINE

## Kontrola prslina indirektnim postupkom:

Granično stanje upotrebljivosti – kvazi-stalna (QP) kombinacija:

$$q_{qp} = g_k + \psi_2 \cdot q_k$$

*Korisna opterećenja u zgradama, prema kategoriji (videti EN 1991-1-1)*

| <b>Dejstvo</b>                                                                                            | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| <i>Kategorija A: prostorije za domaćinstvo i stanovanje</i>                                               | 0.7      | 0.5      | 0.3      |
| <i>Kategorija B: kancelarijske prostorije</i>                                                             | 0.7      | 0.5      | 0.3      |
| <i>Kategorija C: prostorije za okupljanje ljudi</i>                                                       | 0.7      | 0.7      | 0.6      |
| <i>Kategorija D: trgovačke prostorije</i>                                                                 | 0.7      | 0.7      | 0.6      |
| <i>Kategorija E: skladišne prostorije</i>                                                                 | 1        | 0.9      | 0.8      |
| <i>Kategorija F: saobraćajne površine, težina vozila <math>\leq 30</math> kN</i>                          | 0.7      | 0.7      | 0.6      |
| <i>Kategorija G: saobraćajne površine, <math>30</math> kN &lt; težina vozila <math>\leq 160</math> kN</i> | 0.7      | 0.5      | 0.3      |
| <i>Opterećenje od vetra na zgrade (videti EN 1991-1-4)</i>                                                | 0.6      | 0.2      | 0        |
| <i>Temperatura (osim požara) u zgradama (videti EN 1991-1-5)</i>                                          | 0.6      | 0.5      | 0        |

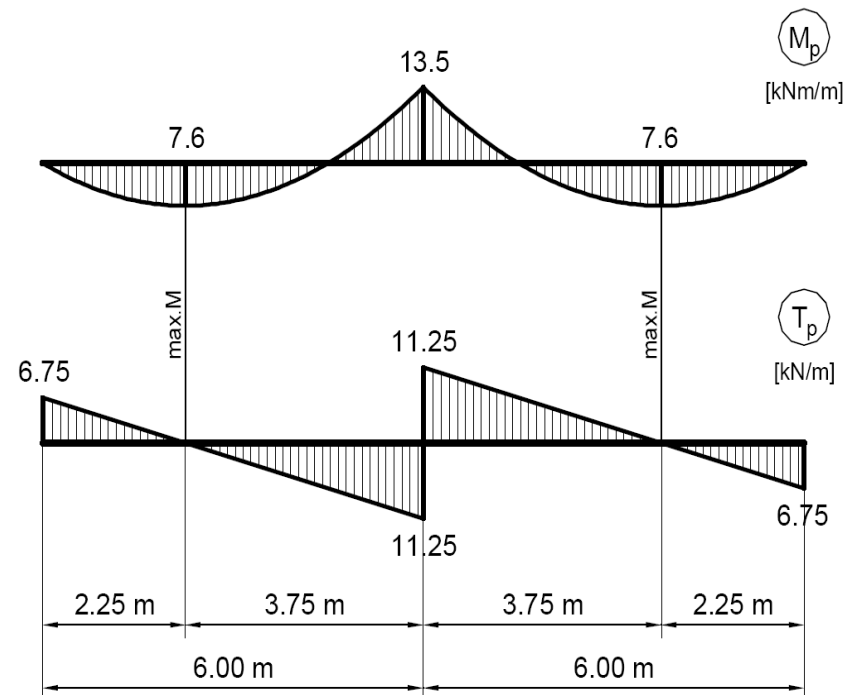
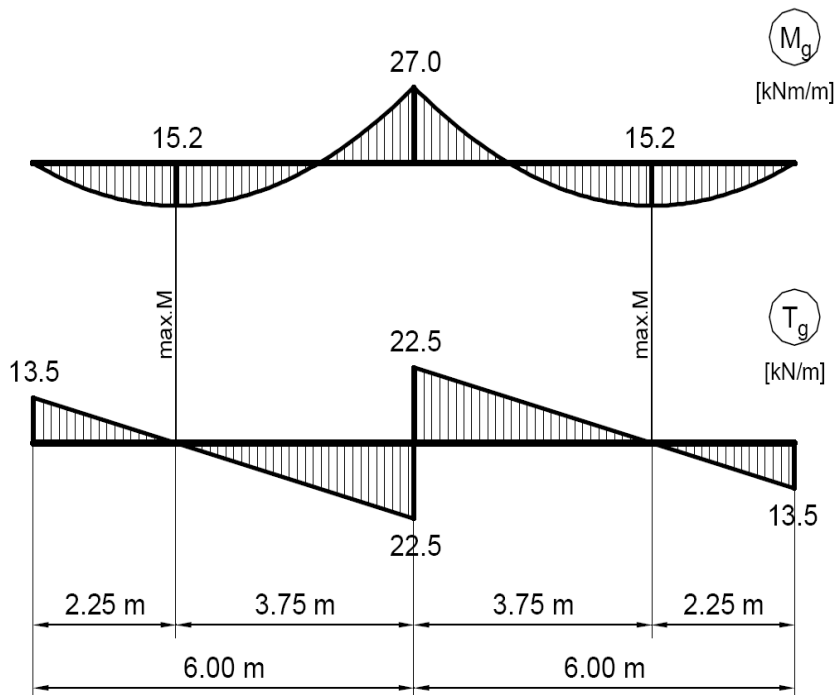
# Zadatak 1 – PRSLINE

## Kontrola prslina indirektnim postupkom:

Moment u ploči iznad oslonca od kvazi-stalne kombinacije opterećenja:

$$M_g = 27.0 \text{ kNm/m}$$

$$M_q = 13.5 \text{ kNm/m}$$



# Zadatak 1 – PRSLINE

## Kontrola prslina indirektnim postupkom:

Moment u ploči iznad oslonca od kvazi-stalne kombinacije opterećenja:

$$M_g = 27.0 \text{ kNm/m}$$

$$M_q = 13.5 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed}(QP) = 27.0 + 0.3 \cdot 13.5 = 31.05 \text{ kNm/m}$$

- *Napon zatezanja u armaturi (približan postupak):*

$$\sigma_s = \frac{M_{Ed}}{z \cdot A_s} = \frac{31.05 \cdot 10^2}{0.9 \cdot 12 \cdot 13.4} = 21.45 \text{ kN/cm}^2$$

# Zadatak 1 – PRSLINE

- Ograničenje karakteristične širine prsline

| Klasa izloženosti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Armiranobetonski i prethodno napregnuti elementi sa kablovima bez prijanjanja sa betonom | Prethodno napregnuti elementi sa kablovima sa prijanjanjem |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Kvazi-stalna kombinacija opterećenja                                                     | Česta kombinacija opterećenja                              |
| X0, XC1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,4 <sup>1</sup>                                                                         | 0,2                                                        |
| XC2, XC3, XC4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0,3                                                                                      | 0,2 <sup>2</sup>                                           |
| XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                          | dekompresija                                               |
| <p>Napomena 1: Za klase izloženosti X0, XC1, širina prsline nema uticaja na trajnost i to ograničenje treba samo da obezbedi prihvatljiv izgled konstrukcije. Ako nema uslova koji se odnose na izgled ovo ograničenje može da se ublaži.</p> <p>Napomena 2: Za te klase izloženosti, osim toga, treba da se prover i dekompresija za kvazi-stalnu kombinaciju opterećenja.</p> |                                                                                          |                                                            |

# Zadatak 1 – PRSLINE

- Ograničenje karakteristične širine prsline za klasu izloženosti **XC2**

$$w_{k,dop} = 0.30 \text{ mm}$$

| Napon u armaturi (MPa) | $w_k = 0.4 \text{ mm}$ |                     | $w_k = 0.3 \text{ mm}$ |                     | $w_k = 0.2 \text{ mm}$ |                     |
|------------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
|                        | max $\varnothing s^*$  | max $e_\varnothing$ | max $\varnothing s^*$  | max $e_\varnothing$ | max $\varnothing s^*$  | max $e_\varnothing$ |
| 160                    | 40                     | 300                 | 32                     | 300                 | 25                     | 200                 |
| 200                    | 32                     | 300                 | 25                     | 250                 | 16                     | 150                 |
| 240                    | 20                     | 250                 | 16                     | 200                 | 12                     | 100                 |
| 280                    | 16                     | 200                 | 12                     | 150                 | 8                      | 50                  |
| 320                    | 12                     | 150                 | 10                     | 100                 | 6                      | –                   |
| 360                    | 10                     | 100                 | 8                      | 50                  | 5                      | –                   |

max  $\varnothing s^* = 19.3 \text{ mm}$

max  $e_\varnothing = 218 \text{ mm}$

Linearna interpolacija!

- Kontrola maksimalnog rastojanja šipki  $e_\varnothing$**

$$e_\varnothing = 150 \text{ mm} < 218 \text{ mm} = \max e_\varnothing$$

Uslov maksimalnog rastojanja armature je zadovoljen

# Zadatak 1 – PRSLINE

- **Kontrola maksimalnog prečnika armature  $\emptyset_s^*$**

- Visina zategnute zone neposredno pre pojave prsline:

$$h_{cr} = 0.5h = 0.5 \cdot 160 = 80 \text{ mm}$$

- Koeficijent koji opisuje oblik dijagrama zatezanja i promenu kraka unutrašnjih sila:  $k_c = 0.4$

- Korekcija etalonskog maksimalnog prečnika:

$$\emptyset_{s,\max} = \emptyset_s^* \frac{f_{ct,eff}}{2.9} \frac{k_c h_{cr}}{2(h-d)}$$

Korigovani prečnik:

$$\emptyset_{s,\max} = 19.3 \cdot \frac{2.6}{2.9} \cdot \frac{0.4 \cdot 80}{2 \cdot (160 - 120)} = 6.9 \text{ mm} < 16 \text{ mm}$$

Uslov maksimalnog prečnika armaturene šipke nije zadovoljen

Jedan od dva uslova je zadovoljen

# Zadatak 1 – PRSLINE

- **Eksperimentalnim i teorijskim izučavanjem prslina ustanovljeno je i sledeće:**
- -- Pri istoj površini armature, **upotreba (manjeg broja) debljih šipki** umesto (većeg broja) tanjih šipki (sa istom ukupnom površinom) **daje veći razmak prslina**. Pritom, ako je opterećenje dva posmatrana elementa isto, **prslina** u prvom slučaju **(sa većim razmakom) imaju veću širinu**.
- -- **Veći zaštitni sloj vodi većem rastojanju i većoj širini prslina** (pri istim ostalim parametrima).
- -- **Veći napon u armaturi daje veću širinu prslina**.
- -- **Elementi sa većim procentom armiranja imaju prslina sa manjim razmakom**. Pri standardnom eksploatacionom iskorišćenju materijala – odnosno (pri istom) naponu u armaturi, **to znači manju širinu prslina**.

## Zadatak 2 – UGIB

*Za ploču iz prethodnog zadatka izvršiti kontrolu ugiba u ploči indirektnim postupkom*

**Prvo polje ploče**

| $A_{s1,req}$<br>(cm <sup>2</sup> /m) | $A_{s1}$<br>(cm <sup>2</sup> /m) | $d_x$ (cm) |
|--------------------------------------|----------------------------------|------------|
| 6.48                                 | 7.53                             | 3.6        |

$$\rho = \frac{A_{s1,req}}{bd}$$



$$\rho = \frac{6.48}{100 \cdot 12.4} = 0.005$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \sqrt{25} = 0.005 = \rho$$

$$(L/d)_{lim,0} = K \left[ 11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

$\rho \leq \rho_0$

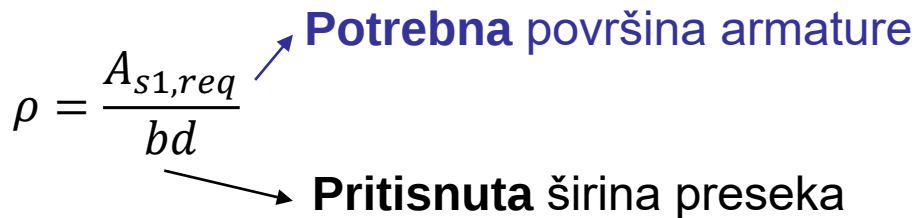
$$(L/d)_{lim,0} = K \left[ 11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho}} \right]$$

$\rho > \rho_0$

## Zadatak 2 – UGIB

*Za ploču iz prethodnog zadatka izvršiti kontrolu ugiba u ploči indirektnim postupkom*

$$\rho = \frac{A_{s1,req}}{bd}$$



**Prvo polje ploče**

| $A_{s1,req}$<br>(cm <sup>2</sup> /m) | $A_{s1}$<br>(cm <sup>2</sup> /m) | $d_x$ (cm) |
|--------------------------------------|----------------------------------|------------|
| 6.48                                 | 7.53                             | 3.6        |

$$\rho = \frac{6.48}{100 \cdot 12.4} = 0.005$$

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \sqrt{25} = 0.005 = \rho$$

$$(L/d)_{lim,0} = K \left[ 11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho}} \right] \quad \rho > \rho_0$$

$\rho'$  je koeficijent armiranja potrebnom pritisnutom armaturom  $\rho'$  u istom preseku u kome se određuje  $\rho$

## Zadatak 2 – UGIB

Osnovni odnosi raspon/statička visina za elemente od armiranog betona bez aksijalne sile pritiska

| Конструкцијски систем                                                                                                                                                   | K   | бетон изложен високим напонима $\rho = 1.5\%$ | бетон изложен ниским напонима $\rho = 0.5\%$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Проста греда, слободно ослоњена плоча која носи у једном или два правца                                                                                                 | 1,0 | 14                                            | 20                                           |
| Крајњи распон континуалне греде или континуалне плоче која носи у једном правцу, или континуална плоча која носи у два правца са континуитетом преко једне, дуже стране | 1,3 | 18                                            | 26                                           |
| Унутрашњи распон греде или плоче која носи у једном или два правца                                                                                                      | 1,5 | 20                                            | 30                                           |
| Плоча директно ослоњена на стубове, без греда (равна плоча), у односу на дужи распон                                                                                    | 1,2 | 17                                            | 24                                           |
| Конзола                                                                                                                                                                 | 0,4 | 6                                             | 8                                            |

$$(L/d)_{\text{lim},0} = 1.3 \cdot \left[ 11 + 1.5 \cdot \sqrt{25} \cdot \frac{0.005}{0.005} + 3.2 \cdot \sqrt{25} \cdot \left( \frac{0.005}{0.005} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] = 24$$

## Zadatak 2 – UGIB

- Korekcija u odnosu na usvojenu armaturu

$$(L/d)_{\lim} = (L/d)_{\lim,0} \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s1,prov}}{A_{s1,req}} \leq 1.5(L/d)_{\lim,0}$$

$$(L/d)_{\lim} = 24 \cdot \frac{500}{500} \cdot \frac{7.53}{6.48} = 24 \cdot 1.16 = 27.8$$

$$L/d = 600/12.4 = 48.4$$

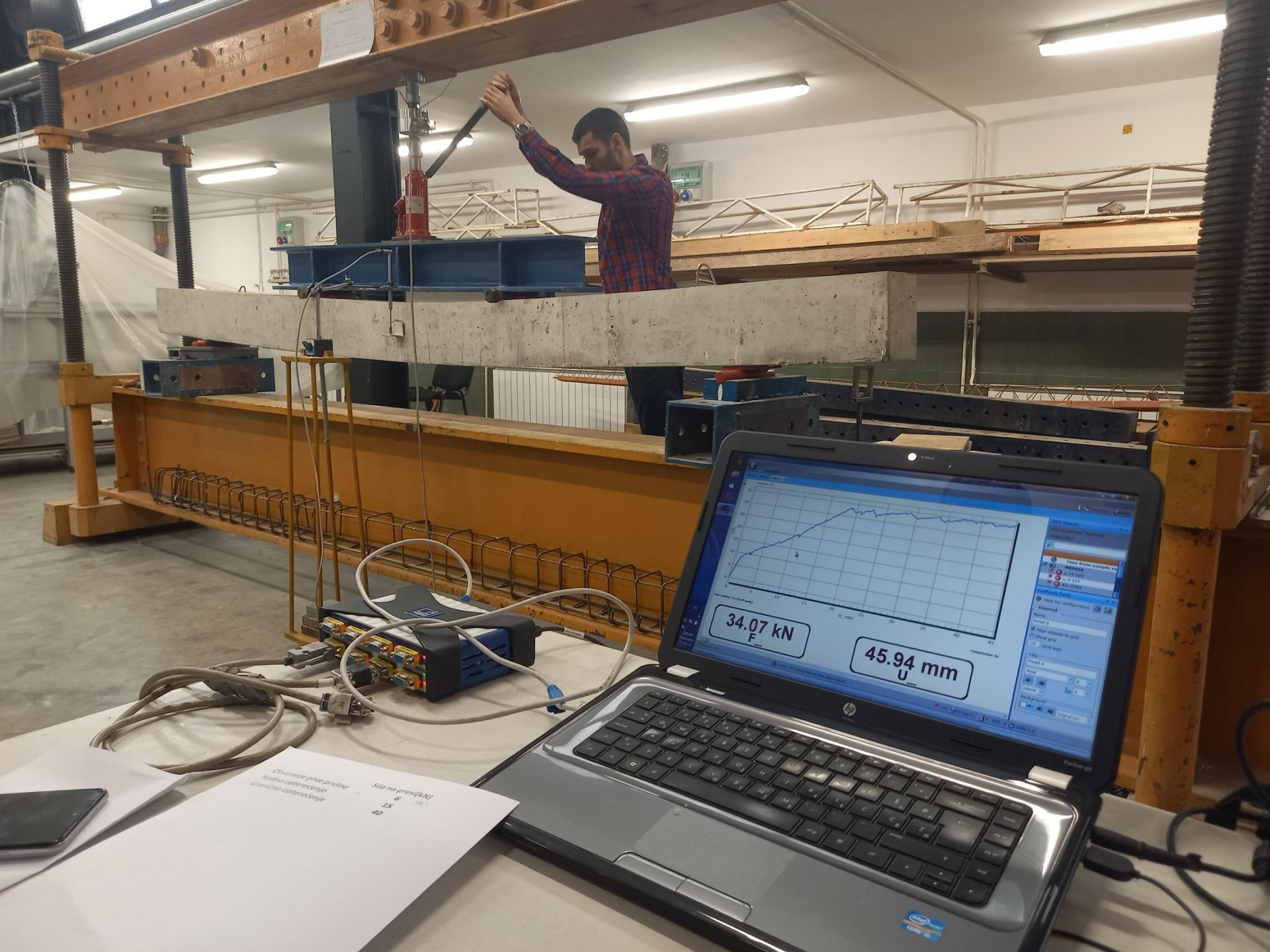
$$(L/d) = 48.4 > 27.8 = (L/d)_{\lim}$$

Kontrola ugiba ograničavanjem odnosa raspon/visina nije zadovoljena

*PREDLOZI ?*







Charakteristika prve polovine  
Rozložení napětí  
Grafická reprezentace

| Sila na prst [kN] |
|-------------------|
| 6                 |
| 15                |
| 40                |

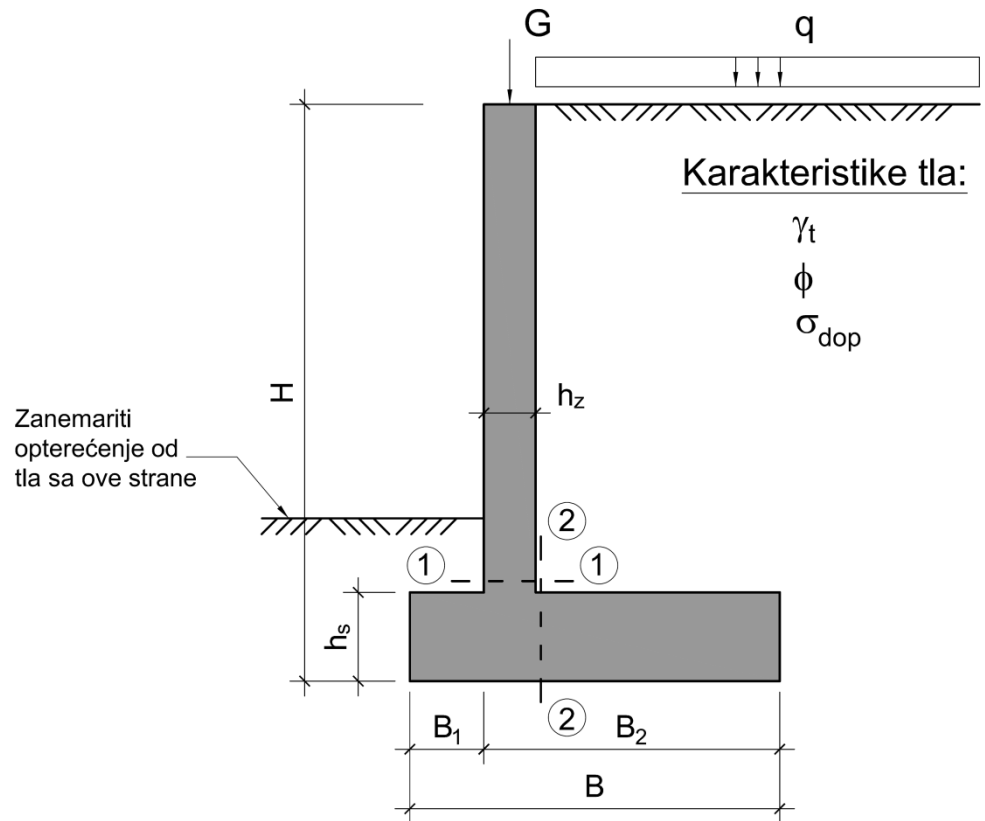


## Zadatak 3 – POTPORNI ZIDOV

*Dimenzionisati potporni zid prikazan na skici . Podaci za proračun:*

$$\begin{aligned} H &= 4.3 \text{ m} \\ B_1 &= 0.3 \text{ m} \\ B_2 &= 2.2 \text{ m} \\ h_z &= 34 \text{ cm} \\ h_s &= 40 \text{ cm} \\ \gamma_t &= 22 \text{ kN/m}^3 \\ \phi &= 25^\circ \end{aligned}$$
$$q = 12 \text{ kN/m}^2$$
$$G = 30 \text{ kN/m}^1$$

B500 B  
C25/30  
XC2



## Zadatak 3 – POTPORNI ZIDOVI

*Potporni zidovi se proveravaju za:*

- *Stabilnost zida kao krutog tela (prevrtanje, klizanje, naponi u tlu) – Osnove geotehničkih konstrukcija*
- *Nosivost AB preseka na složeno savijanje*

## Zadatak 3 – POTPORNİ ZIDOVI

*Potporni zidovi se proveravaju za:*

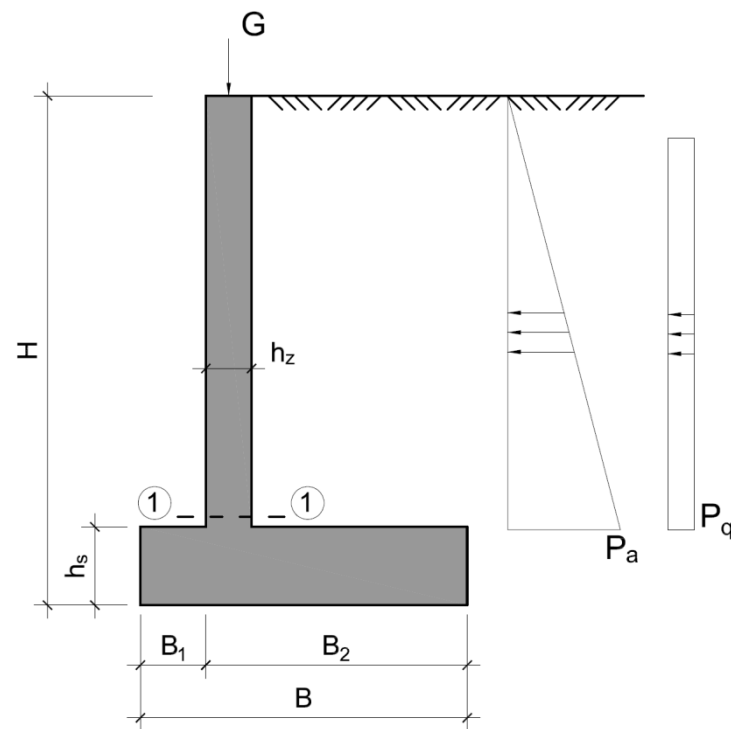
- Nosivost AB preseka na složeno savijanje*

$$P_a = K_a \cdot \gamma_t \cdot h = 0.41 \cdot 22 \cdot (4.3 - 0.4) = 35.18 \text{ kN/m}^2$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 \left( 45 - \frac{25}{2} \right) = 0.41$$

$$h = H - h_s = 4.3 - 0.4 = 3.9 \text{ m}$$

$$P_q = K_a \cdot q_1 = 0.41 \cdot 12 = 4.92 \text{ kN/m}^2$$



## Zadatak 3 – POTPORNI ZIDOVI

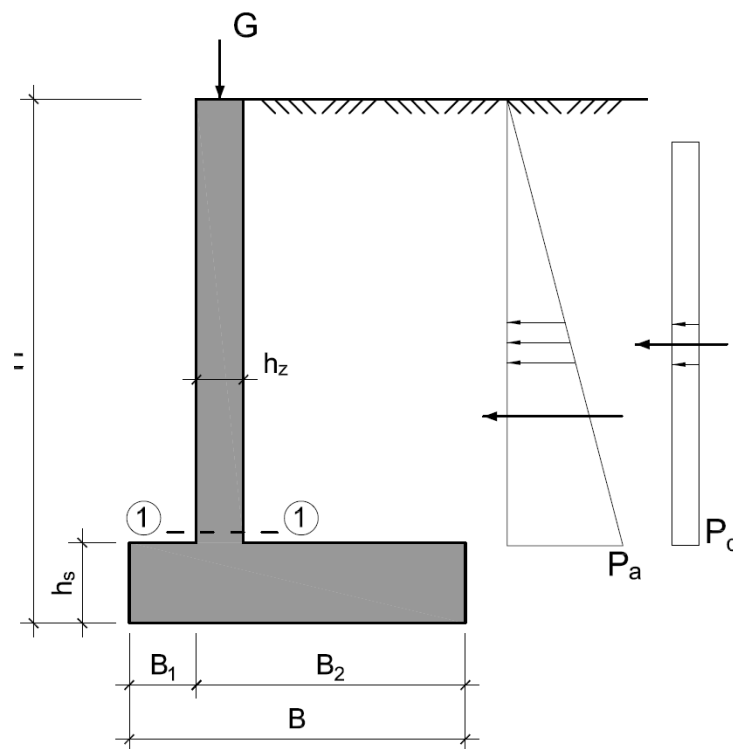
Potporni zidovi se proveravaju za:

- Nosivost AB preseka na složeno savijanje

$$\begin{aligned} M_{1-1} &= \frac{1}{2} P_a \cdot h \cdot \frac{h}{3} + P_q \cdot h \cdot \frac{h}{2} = \\ &= \frac{1}{2} \cdot 35.18 \cdot 3.9 \cdot \frac{3.9}{3} + 4.92 \cdot 3.9 \cdot \frac{3.9}{2} = \\ &= 126.6 \text{ kNm/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{g,1-1} &= h_z \cdot h \cdot \gamma_c = 0.34 \cdot 3.9 \cdot 25 = \\ &= 33.15 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$N_{G,1-1} = 30 \text{ kN/m}$$



## Zadatak 3 – POTPORNI ZIDOVI

*Potporni zidovi se proveravaju za:*

- Nosivost AB preseka na složeno savijanje*

$$M_{Ed} = 1.5 \cdot 126.6 = 189.9 \text{ kNm/m}$$

$$N_{Ed} = 1.0 \cdot (33.15 + 30) = 63.15 \text{ kN/m}$$

$$\text{C25/30} \quad f_{cd} = 0.85 \cdot 25 / 1.5 = 14.2 \text{ MPa} = 1.42 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{B500 B} \quad f_{yd} = 500 / 1.15 = 435 \text{ MPa} = 43.5 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{pretp. } d_1 = 5 \text{ cm}$$

$$d = h - d_1 = 34 - 5 = 29 \text{ cm}$$

$$M_{Eds} = 189.9 + 63.15 \times \left( \frac{0.34}{2} - 0.05 \right) = 197.5 \text{ kNm / m}$$

## Zadatak 3 – **POTPORNI ZIDOVI**

*Potporni zidovi se proveravaju za:*

- Nosivost AB preseka na složeno savijanje*

$$k = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}}} = \frac{29}{\sqrt{\frac{197.5 \cdot 10^2}{100 \cdot 1.42}}} = 2.46$$

$$\varepsilon_c / \varepsilon_{s1} = 3.5 / 12.07\text{‰} \Rightarrow \omega_1 = 18.2\%$$

$$A_{s1} = 18.2 \times \frac{100 \times 29}{100} \times \frac{1.42}{43.5} - \frac{63.15}{43.5} = 15.78 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

*usvojeno: **Ø16/12.5** (16.08 cm<sup>2</sup>/m)*

## Zadatak 3 – POTPORNI ZIDOVI

*Potporni zidovi se proveravaju za:*

- Nosivost AB preseka na složeno savijanje*

$$k = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}}} = \frac{29}{\sqrt{\frac{197.5 \cdot 10^2}{100 \cdot 1.42}}} = 2.46$$

$$A_{s1} = 18.2 \times \frac{100 \times 29}{100} \times \frac{1.42}{43.5} - \frac{63.15}{43.5} = 15.78 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

$$A_{sp} = 0.2 \cdot 15.78 = 3.16 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

*usvojeno: Ø12/30 (3.77 cm<sup>2</sup>/m)*

## Zadatak 3 – POTPORNI ZIDOVI

*Potporni zidovi se proveravaju za:*

- Nosivost AB preseka na složeno savijanje*

