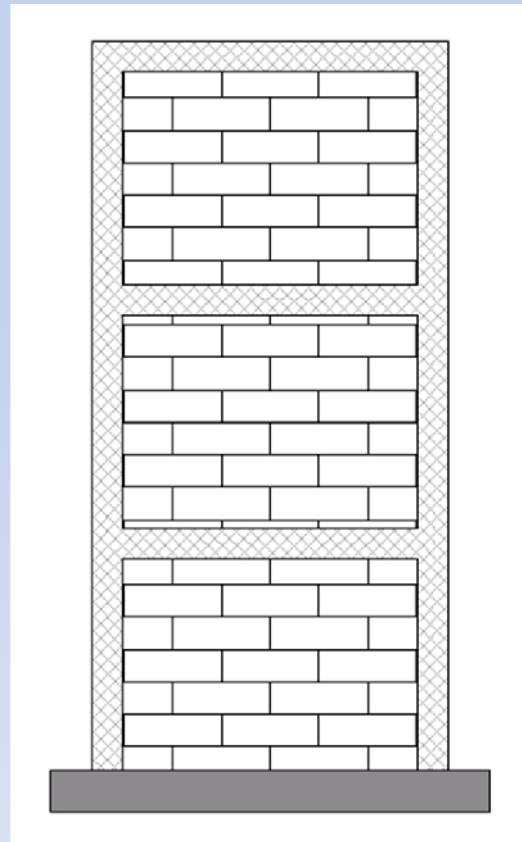


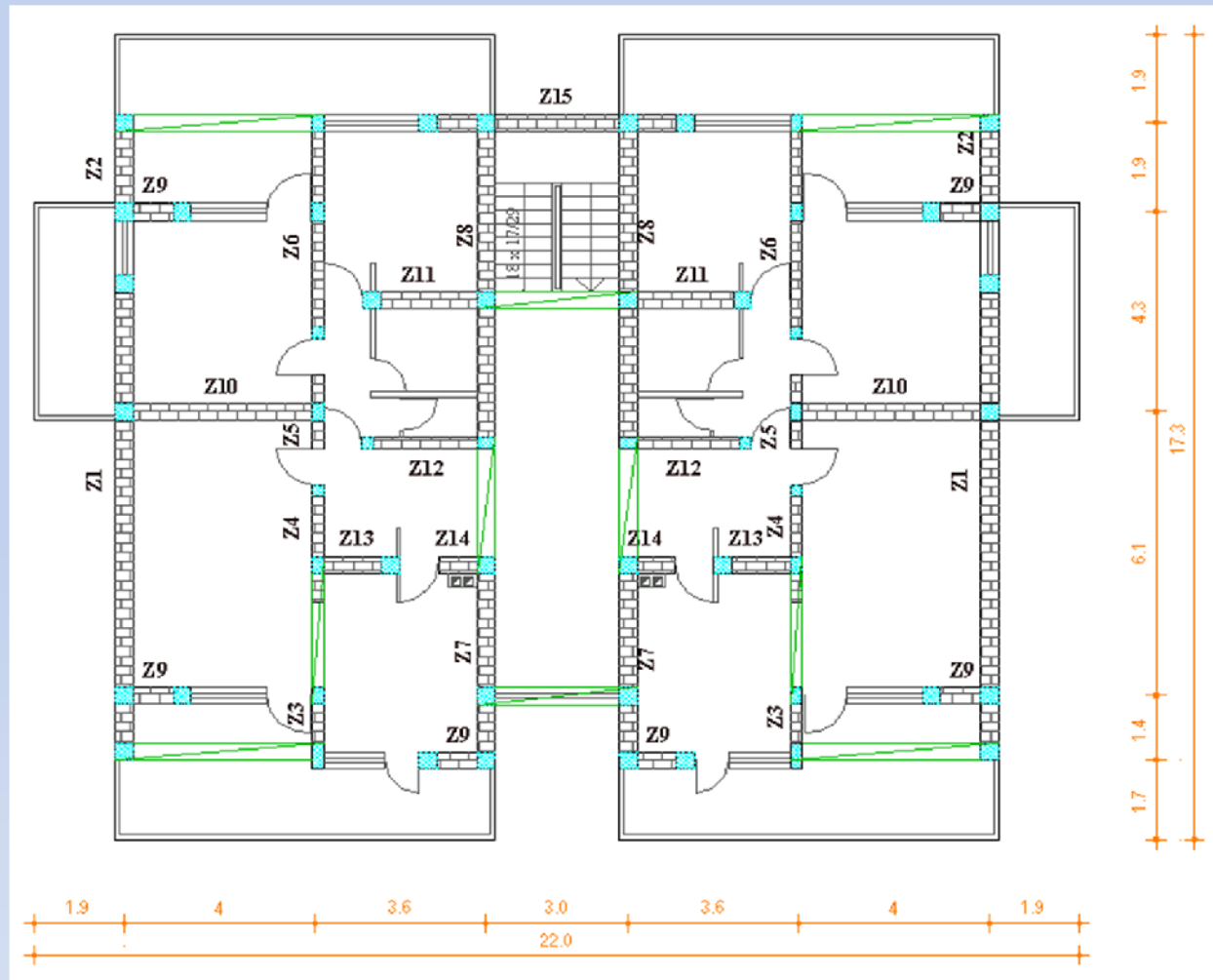
# EN 1996: ZIDANE KONSTRUKCIJE

Primjer prora una zida uokvirenog  
serklažima u skladu sa EN 1996



Mr Jelena Pejovi , dipl.inž.gra .

## Osnova objekta

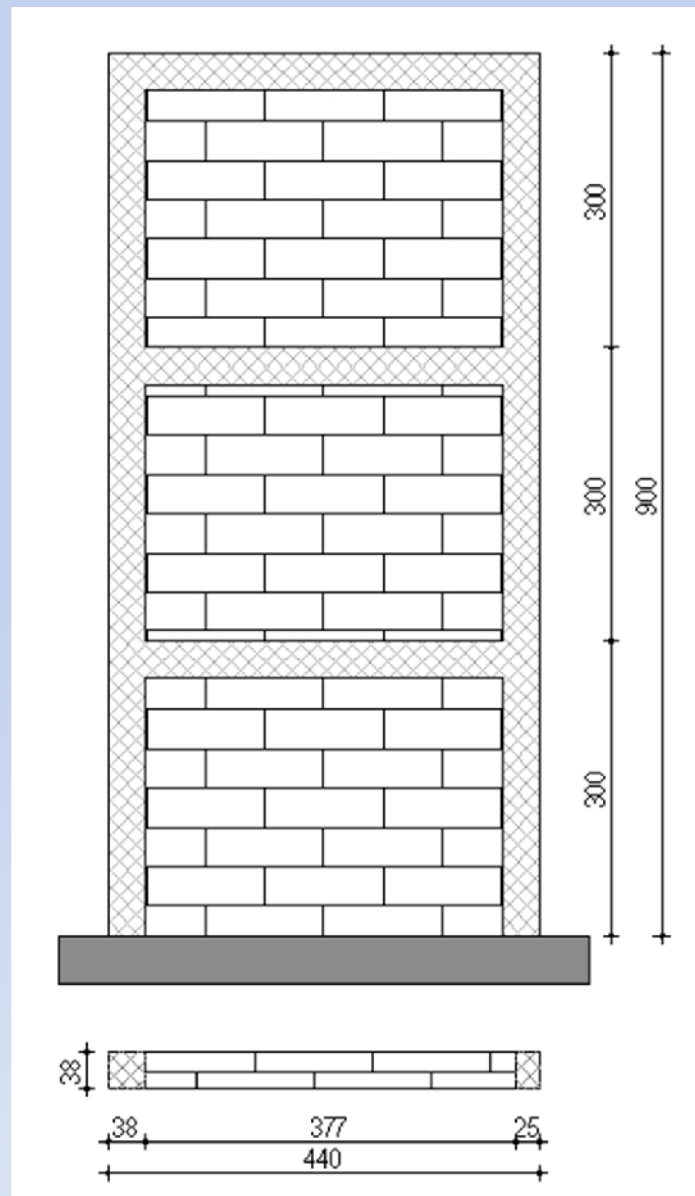


## Osnovni podaci o objektu

- ❖ Objekt predstavlja stambenu zidanu zgradu.
- ❖ Objekt ima tri etaže S+P+1, spratna visina sprata iznosi 3.0m. Ukupna visina objekta 9.0m.
- ❖ Objekt je u osnovi dimenzija 18mx14m.
- ❖ Međuspratna tavanica je AB ploča debljine 12cm.
- ❖ Zidovi su debljine 38cm i 25cm.
- ❖ Marka opeke je M10, marka maltera je M5, beton je klase C25/30 i armatura RA400/500.
- ❖ Objekt se fundira na tlu A kategorije.
- ❖ Maksimalno horizontalno ubrzanje tla je  $a_g=0.40g$ .

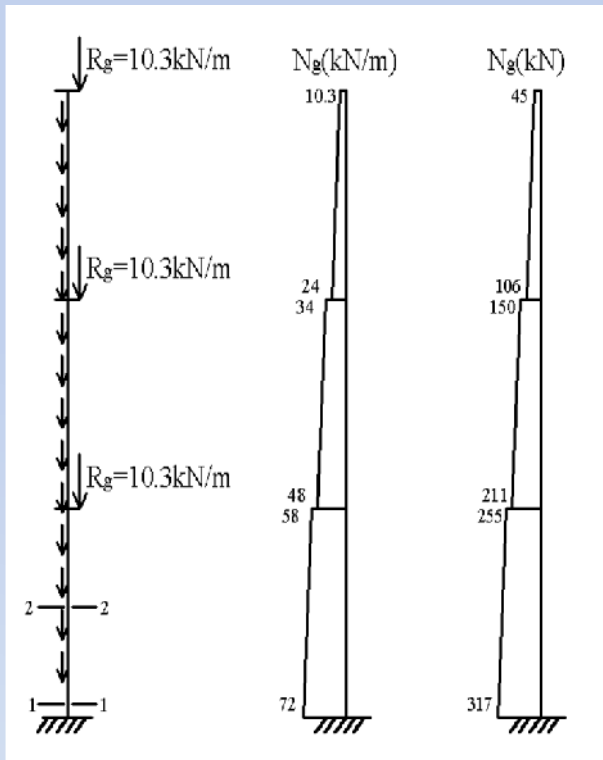
Analiza opterećenja objekta urađena je u skladu sa EN 1990 i EN 1991.  
Seizmički proračun za objekt je urađen u skladu sa EN 1998-1:2004  
(Metoda božne sile)

# Geometrija zida Z10 i popre ni presjek zida Z10

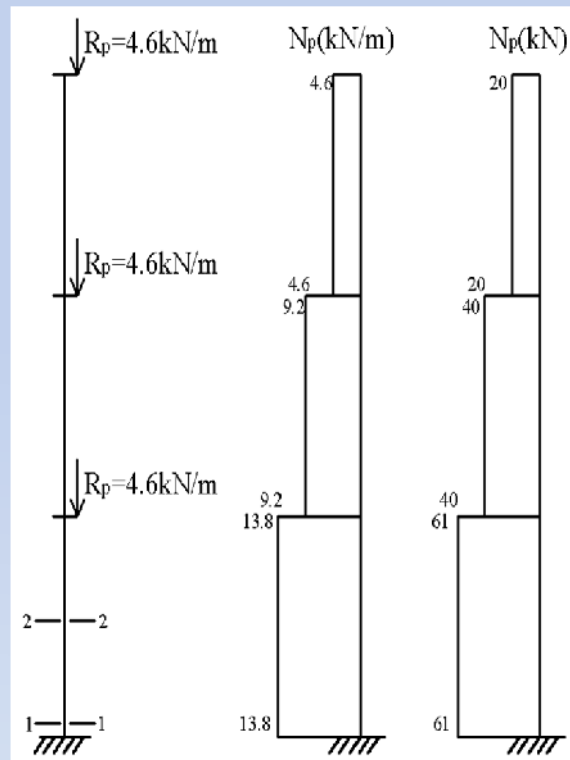


## Utjecaji u zidu Z10

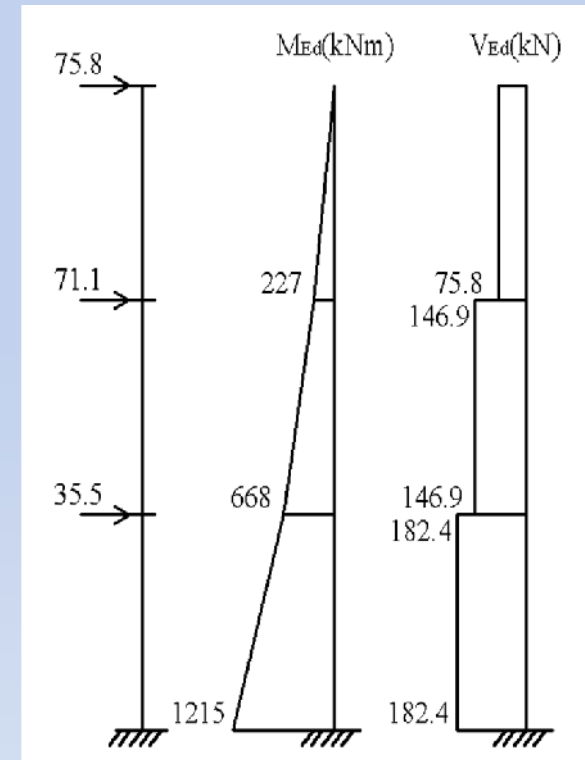
Utjecaji u zidu od stalnog optere enja



Utjecaji u zidu od korisnog optere enja



Utjecaji u zidu od seizmi kih sila



## Karakteristike upotrebljenog materijala

Marka opeke M10



Normalizovana srednja vrijednost vrste b na pritisak giter opeke:

$$f_b = 10 \text{ Pa}$$

Marka maltera M5



vrste m na pritisak maltera:

$$f_m = 5 \text{ Pa}$$



$$f_k = K \times f_b^{0.70} \times f_m^{0.30} = \\ = 0.45 \times 10^{0.70} \times 5^{0.30} = 3.66 \text{ MPa}$$

$K=0.45$  prema tabeli 3.3. iz EN 1996 - za giter opeku koja spada u grupu 2 i malter opšte namjene.

Modul elastičnosti  $E$  se određuje (EN 1996-1-1:2005 3.7.2(2)):

$$E = 1000 \times f_k = 1000 \times 3.66 = 3660 \text{ MPa}$$

Modul smicanja  $G$  se određuje na sledeći način (EN1996-1-1:2005 3.7.3(1)):

$$G = 40\% \times E = 0.4 \times 3660 = 1464 \text{ MPa}$$

Parcijalni koeficijent sigurnosti za materijal (EN 1996-1-1:2005 2.4.3(1)P):

$$\gamma_m = 2.5$$

Za seizmičku proračunsku situaciju koristi se parcijalni koeficijent sigurnosti

$$\frac{2}{3} \cdot \gamma_m = \frac{2}{3} \cdot 2.5 = 1.67$$

## Kontrola napona pritiska u zidu

Pri grani nom stanju nosivosti, prora unska vrijednost vertikalnog optere enja koje djeluje na zid,  $N_{Ed}$ , mora da bude manja ili jednaka prora unskoj vrijednosti nosivosti zida na pritisak,  $N_{Rd}$ :

$$N_{Ed} \leq N_{Rd}$$

Prora unska vrijednost nosivosti zida na pritisak:

$$N_{Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_d$$

gdje je:

$\Phi$  - koeficijent izvijanja

A – površina popre nog presjeka zida

$f_d$  – prora unska vrijednost vrsto e zida na pritisak

$$A = t \cdot L = 38 \cdot 440 = 16720 \text{ cm}^2$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} = \frac{3.66}{2.5} = 1.46 \text{ MPa} = 0.146 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Koeficijent izvijanja kojim se uzima u obzir vitkost i ekscentri nost odre uje se u skladu sa EN 1996-1-1:2005 6.1.2.2.

Vrijednost koeficijenta izvijanja  $\Phi_i$  pri vrhu i pri dnu zida se odre uje u funkciji ekscentriciteta:

$$\Phi_i = 1 - 2 \cdot \frac{e_i}{t}$$

$$e_i = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} + e_{init} \geq 0.05t$$

$$e_i = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{init} = \frac{7.1}{519} + \frac{h_{ef}}{450} = 0.0136 + \frac{0.75 \cdot 3.0}{450} =$$

$$= 0.0136m + 0.005m = 0.0186m$$

$$\leq 0.05 \cdot t = 0.05 \cdot 0.38 = 0.019m \Rightarrow e_i = 0.019m$$

$$\Phi_i = 1 - 2 \cdot \frac{e_i}{t} = 1 - 2 \cdot \frac{0.019}{0.38} = 0.9$$

$$N_{Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_d = 0.9 \cdot 16720 \cdot 0.146 = 2197kN$$

$$N_{Ed} = 1.35 \cdot N_g + 1.5 \cdot N_p = 1.35 \cdot 317 + 1.5 \cdot 60.7 = 519kN$$

$$N_{Rd} = 2197 \text{ kN} > N_{Ed} = 519kN$$

Vrijednost koeficijenta izvijanja  $\Phi_m$  u sredini visine zida se odre uje pomo u dijagrama datog u Aneksu G EN 1996-1-1:2005 koriste i  $e_{mk}$ .

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0.05t$$

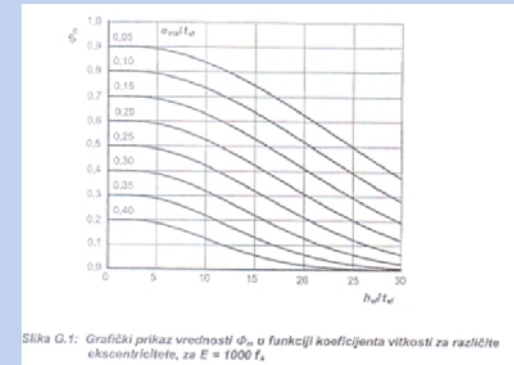
$$e_m = \frac{M_{md}}{N_{nd}} + e_{hm} \pm e_{init}$$

$$M_{1d} = M_{2d} \Rightarrow M_{md} = 0$$

$$e_k = 0.002 \cdot \phi_{\infty} \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \cdot \sqrt{t \cdot e_m} = 0.002 \cdot 1.0 \cdot 5.92 \cdot \sqrt{0.38 \cdot 0.005} = 0.00052m$$

$$e_m = e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{0.75 \cdot 3.0}{450} = 0.005m$$

$$e_{mk} = e_m + e_k = 0.00552m \leq 0.05 \cdot t = 0.019m \Rightarrow e_{mk} = 0.019m$$



Slika G.1: Grafički prikaz vrednosti  $\phi_m$  u funkciji koeficijenta vitkosti za različite ekscentricitete, za  $E = 1000 f_s$ .

Iz dijagrama sledi za

$$\frac{e_{mk}}{t_{ef}} = 0.05$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = 5.92$$

$$\phi_m = 0.88$$

$$N_{Rd} = \Phi_m \cdot A \cdot f_d = 0.88 \cdot 16720 \cdot 0.146 = 2148kN$$

$$N_{Rd} = 2148 \text{ kN} > N_{Ed} = 477kN$$



Kontrola na pritisak zida je zadovoljena

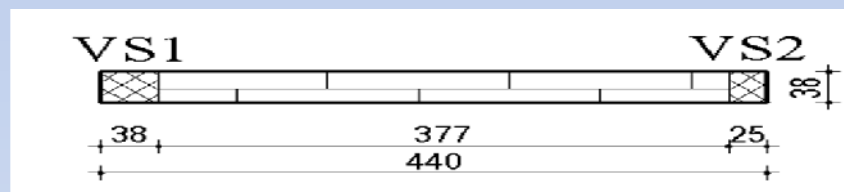
## Kontrola na smicanje u zidu

Pri grani nom stanju nosivosti, prora unska vrijednost smi u eg optere enja koje djeluje na zid uokviren serklažima,  $V_{Ed}$ , mora da bude manja ili jednaka prora unskoj vrijednosti nosivosti zida uokvirenog serklažima na smicanje,  $V_{Rd}$ , tako da je:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

Prora unska vrijednost nosivosti na smicanje zida uokvirenog serklažima  $V_{Rd}$  dobija se kao zbir nosivosti na smicanje zida i betona serklaža:

$$V_{Rd} = V_{Rd,zid} + V_{Rd,c}$$



$$V_{Rd,zid} = f_{vd} \cdot t \cdot L_c$$

$$f_{vk} = f_{vko} + 0.4 \cdot \sigma_d = 0.2 + 0.4 \cdot 0.097 = 0.24 \text{ MPa}$$

$$\leq 0.065 \cdot f_b = 0.065 \cdot 10 = 0.65 \text{ MPa}$$

$$f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_m} = \frac{0.24}{1.67} = 0.14 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd,zid} = 0.14 \cdot 10^3 \cdot 0.38 \cdot 2.6 = 138 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \left[ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho / f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d \quad \min V_{Rd,c} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

EC2 1992-1-1:2004 9.6.2.2(1)

$$V_{Rd,c} (VS1) = 71 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} (VS2) = 50 \text{ kN}$$



$$V_{Rd} = V_{Rd,zid} + V_{Rd,c} = 138 + 71 + 50 = 259 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 1.0 \cdot V_g + 0.3 \cdot V_p + 1.0 \cdot V_s = 182 \leq V_{Rd} = 259 \text{ kN}$$

Kontrola na smicanje zida je zadovoljena



## Kontrola na savijanje zida

Pri grani nom stanju nosivosti, prora unska vrijednost momenta savijanja koji djeluje na zid uokviren serklažima,  $M_{Ed}$ , mora da bude manja ili jednaka prora unskoj vrijednosti momenta nosivosti zida uokvirenog serklažima,  $M_{Rd}$ , tako da je:

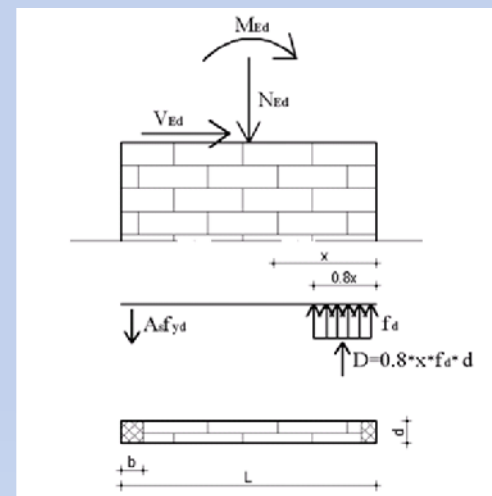
$$M_{Ed} \leq M_{Rd}$$

Prora unska vrijednost momenta nosivosti  $M_{Rd}$  data je izrazom:

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left( \frac{L-b}{2} \right) + 0.8 \cdot x \cdot d_z \cdot f_d \cdot \left( \frac{L}{2} - 0.4 \cdot x \right)$$

Položaj neutralne ose  $x$  odre uje se iz ravnoteže sila:

$$A_s \cdot f_{yd} + N_{Ed} - 0.8 \cdot x \cdot d_z \cdot f_d = 0$$



$$VS1 \Rightarrow \min A_s = 1\% \cdot A_{VS1} = 0.01 \cdot 38 \cdot 38 = 14.4 \text{ cm}^2 \geq 3 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{Usvaja se } 8R\phi 16.$$

$$VS2 \Rightarrow \min A_s = 1\% \cdot A_{VS2} = 0.01 \cdot 38 \cdot 25 = 9.5 \text{ cm}^2 \geq 3 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{Usvaja se } 5R\phi 16.$$

$$M_{Rd} (VS1) = 2582 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} (VS2) = 1966 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 1.0M_g + 0.3 \cdot M_p + 1.0M_s = 1215 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 2582 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 1215 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 1966 \text{ kNm}$$

Usvojena minimalna armatura u vertikalnim serklažima VS1 i VS2 zadovoljava.

Napomena: Dimenzije vertikalnih serklaža se mogu smanjiti na VS1 38x15cm i VS2 na 25x15cm.

Po PIOVS'81-u minimalna armatura u vertikalnim serklažima je 4R $\phi$ 14.

Ova koli ina armture bi zadovoljila i u slu aju razmatranog zida.



Jelena Pejovic

jelenar@t-com.me

mob. tel. 069 383 208

**Hvala na pažnji!**