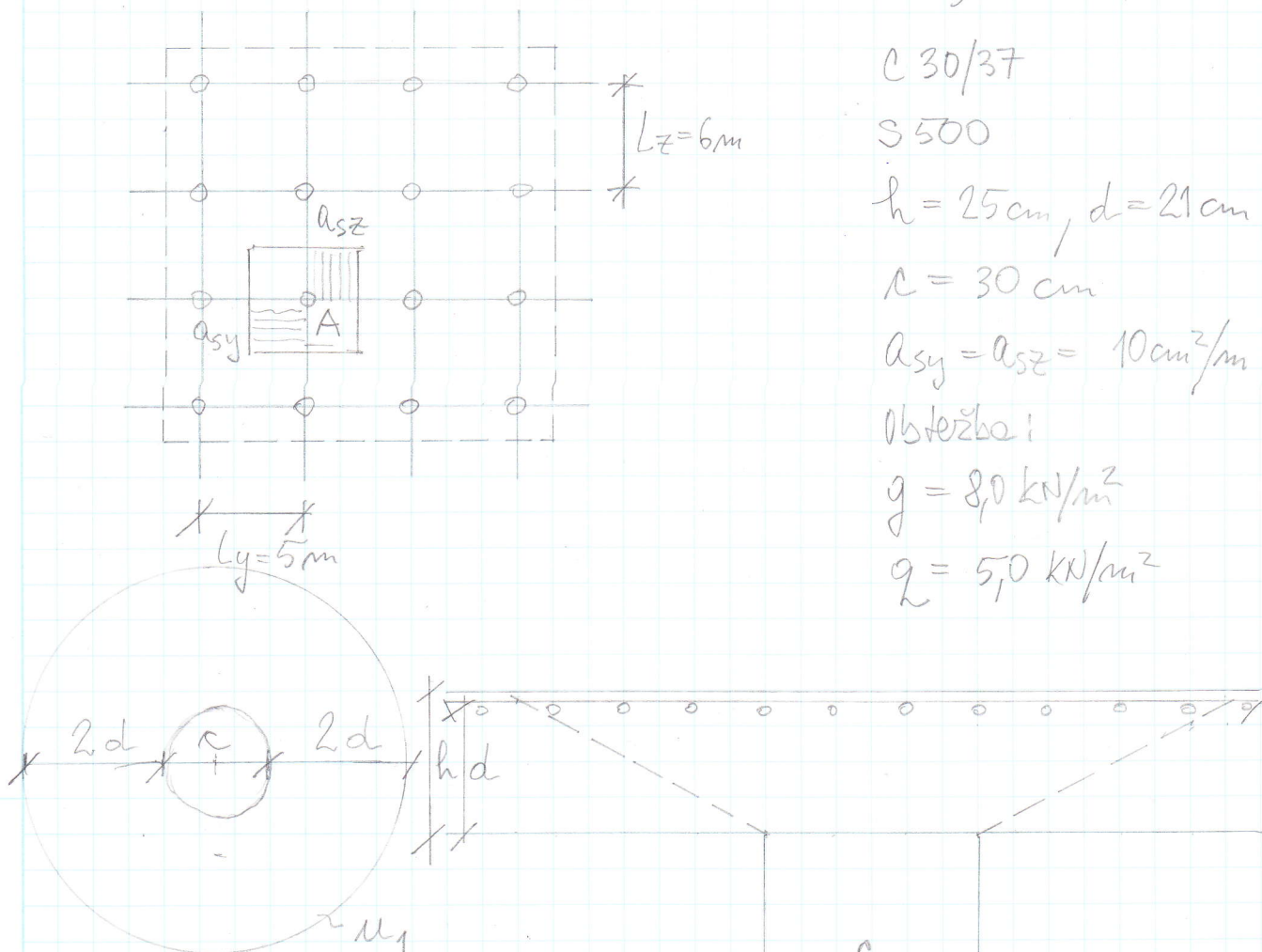


4.4 MEJNO STANJE NOSILNOSTI - STRIŽNA OBREMENITVA - PREBOJ PLOŠČE (SIST EN 1992-1-1; točki 6.4 in 9.4)



C 30/37

S 500

$h = 25 \text{ cm}, d = 21 \text{ cm}$

$r = 30 \text{ cm}$

$A_{sy} = A_{sz} = 10 \text{ cm}^2/\text{m}$

Obtežbe:

$g = 8,0 \text{ kN/m}^2$

$q = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Kontrolni obseg:

$$D = r + 2 \cdot 2d = 30 + 2 \cdot 2 \cdot 21 = 114 \text{ cm}$$

$$u_1 = \pi \cdot D = \pi \cdot 1,14 = 3,58 \text{ m} \quad \text{kontrolni obseg}$$

$$q_{Ed} = \mu_g \cdot g + \mu_q \cdot q = 1,35 \cdot 8 + 1,50 \cdot 5 = 18,3 \text{ kN/m}^2$$

STEBER A (Obravnavamo preboj notranjega stebra A)

$$V_{Ed} = R = q_{Ed} \cdot l_y \cdot l_z = 18,3 \cdot 5 \cdot 6 = 549,0 \text{ kN}$$

Reducirana prečna sila $V_{Ed,red}$:

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed} = V_{Ed} - q_{Ed} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 549 - 18,3 \cdot \frac{\pi \cdot 1,14^2}{4} = 530,3 \text{ kN}$$

KONTROLA:

a) Ob obsegu stebra oz. ob obsegu obremenjene plošče ne sme biti presežne največje prelojene širine mogetot; [MPa]

$$N_{Ed} < N_{Rd,max} ; N_{Rd,max} \text{ " največje prelojene širine odpornost vzdolž, "}$$

b) širina armature za prelo plošče ni potrebna, če velja: [MPa]

$$N_{Ed} < N_{Rd,c} ; N_{Rd,c} \text{ " projektne vrednost največje širine odpornosti vzdolž dinamizirane kontrolnega preseka pri plošči brez širine armature za preloj "}$$

c) Če $N_{Ed} > N_{Rd,c} \Rightarrow$ potrebno zagotoviti širino armature za preloj

$$\text{iz pogoje } N_{Ed} \leq N_{Rd,cs} ; N_{Rd,cs} \text{ " projektne vrednost, " pri plošči s širino armature}$$

$$N_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k (100 \cdot f_{el} \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp} \geq (N_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$f_{el} \text{ v [MPa]}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 ; d \text{ v [mm]}$$

$$f_{el} = \sqrt{f_{ey} \cdot f_{ez}} \leq 0,02$$

$$\sigma_{cp} = (\sigma_{cy} + \sigma_{cz}) / 2 ; \sigma_{cy} = \frac{N_{Ed,y}}{A_{cy}} ; \sigma_{cz} = \frac{N_{Ed,z}}{A_{cz}}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{f_{ck}}$$

$$k_1 = 0,1$$

$$N_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$N_{Ed,y}$ in $N_{Ed,z}$ " vzdolžni sili po celotni širini dele plošče med stebri za notranji stebel

$\beta = 1,15$ " za notranji stebel (vpliv ekscentričnosti obkrožja vpliv prilepke in napetosti vzdolž in prečno napetosti)

$$N_{Ed} = \beta \cdot \frac{N_{Ed,red.}}{u \cdot d} = 0,081 \frac{kN}{cm^2} \text{ (največje) širine mogetot vzdolž kontrolnega preseka}$$

$$N_{Rd,cs} = 0,75 N_{Rd,c} + 1,5 \left(\frac{d}{s_r} \right) \cdot A_{sw} f_{ywd,ef} \left(\frac{1}{u_{1,d}} \right) \sin \alpha$$

A_{sw} ... ploščina prečnega preseka enega obsega strižne armature obli stebra [mm²]

s_r ... radialna razdalja med obsegi strižne armature [mm]

$f_{ywd,ef}$... učinkovita projektna trdnost strižne armature za preboj

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25d \leq f_{ywd} \text{ [MPa]}$$

d ... srednja vrednost stebrih višin v pravokotnih smereh [mm]

α ... kot med strižno armaturo za preboj in ravnišo ploščo

Če je predvidena ena sama linija pravokotno usmerjenih polj, lahko namesto d/s_r vzamemo vrednost 0,67.

Detajliziranje (točke 9.4.3)

Tik ob stebrih je potrebna strižna trdnost enakega ne

$$N_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_o \cdot d} \leq N_{Rd,max} = 0,5 \cdot V_{fcd}$$

u_o ... za notranji stebel

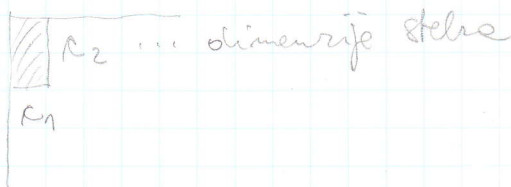
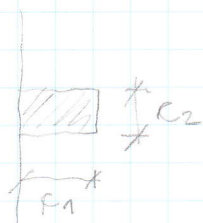
za robni stebel

za vogalni stebel

$u_o =$ obseg stebra [mm]

$$u_o = c_2 + 3d \leq c_2 + 2c_1 \text{ [mm]}$$

$$u_o = 3d \leq c_1 + c_2 \text{ [mm]}$$



$$\beta = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] ; f_{ck} \text{ v [MPa]} ; \beta \dots \text{ redukcijski faktor trdnosti}$$

Kontrolni obseg, pri katerem strižna armatura ni potrebna, u_{out} je potrebno izračunati z izrazom

$$u_{out} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{N_{Rd,c} \cdot d}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd,c} &= C_{Rd,c} \cdot k (100 \cdot f_{le} \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \geq V_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \\ &= 0,12 \cdot 1,98 (100 \cdot 0,005 \cdot 30)^{1/3} + 0,1 \cdot 0 = 0,586 \text{ MPa} = \underline{\underline{0,059 \frac{kN}{cm^2}}} \end{aligned}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{f_{le}} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{210}} = 1,98$$

$$f_{le} = \sqrt{f_{ey} \cdot f_{ez}} = \sqrt{0,005^2} = 0,005$$

$$f_{ly} = \frac{a_{sy}}{b_w \cdot d} = \frac{10}{100 \cdot 21} = 0,0048 \approx 0,005 = f_{ez}$$

$$\sigma_{cp} = 0 \quad (N_{ed} = 0 \dots \text{izolirana stle po širini plošče})$$

$$k_1 = 0,1 \quad ; \quad V_{min} = 0,035 \cdot 1,98^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,534 \text{ MPa}$$

$$V_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} = V_{min} = 0,534 \text{ MPa} = 0,0534 \frac{kN}{cm^2}$$

$$N_{ed} = \beta \cdot \frac{V_{ed,red}}{u_i \cdot d} = 1,15 \cdot \frac{530,3}{358 \cdot 21} = 0,081 \frac{kN}{cm^2} > N_{Rd,c}$$

⇒ potrebujemo škrtno armaturo
prihi prelozja

$$N_{Rd,max} = 0,5 \cdot V \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,528 \cdot \frac{30}{1,5} = 5,28 \text{ MPa} = 0,528 \frac{kN}{cm^2}$$

$$V = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{f_{ctk}}{250} \right] = 0,6 \cdot \left[1 - \frac{30}{250} \right] = 0,528$$

$$N_{ed} \leq N_{Rd,max} \quad \checkmark$$

→ Kontrola škrtnih odporov:
TIK OB STREBU:

$$N_{ed} = \frac{\beta \cdot V_{ed}}{u_o \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 549}{\pi \cdot 30 \cdot 21} = 0,32 \frac{kN}{cm^2} = 3,2 \text{ MPa}$$

$$N_{ed} \leq N_{Rd,max} = 0,528 \frac{kN}{cm^2} \quad \checkmark$$

Določitev sklenjene armature:

$$N_{Rd,cs} = 0,75 N_{Rd,c} + 1,5 \left(\frac{d}{s_r} \right) \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \left(\frac{1}{u \cdot d} \right) \cdot s_{ind} \geq N_{ed}$$



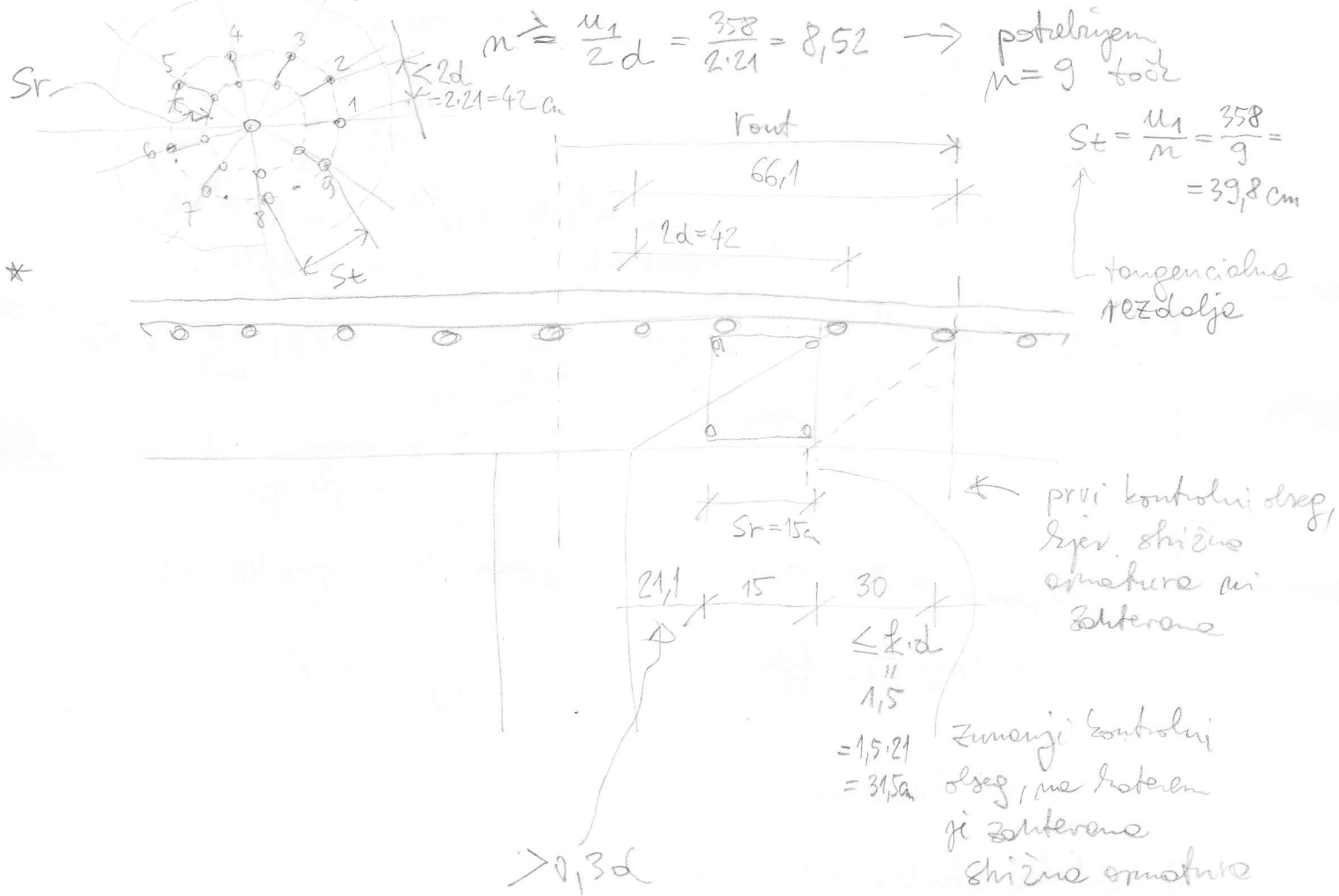
$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25 \cdot 210 = 302,5 \text{ MPa} \leq f_{ywd} = 434,8 \text{ MPa}$$

$$\frac{A_{sw}}{s_r} \geq \frac{N_{Ed} - 0,75 N_{Rd,c}}{1,5 \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1} \cdot \sin \alpha} =$$

$$= \frac{0,08 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} - 0,75 \cdot 0,059 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}{1,5 \cdot 302,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{1}{358 \text{ cm}} \cdot 1} = 0,29 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$\text{Zbieram } A_{sw} \rightarrow \phi 8 (A_s = 0,5 \text{ cm}^2) \quad \Rightarrow s_r \leq \frac{A_{sw}}{0,29}$$

$$A_{sw} = n \cdot 0,5 \text{ cm}^2 \Rightarrow s_r \leq 15,5 \text{ cm} \Rightarrow s_r = 15 \text{ cm}$$



* Mont... kontrolni oseg, tj. slika armature na zaterane

$$u_{out} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{N_{Rd,c} \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 549}{0,059 \cdot 21} = 509,6 \text{ cm} = 5,096 \text{ m}$$

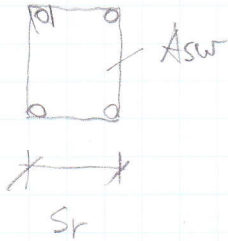
$$u_{out} = 2\pi \cdot r_{out} \Rightarrow r_{out} = \frac{u_{out}}{2\pi} = \frac{509,6}{2\pi} = 81,1 \text{ cm}$$

Kodiar je potrebna določena armatura, je preizkušena
shemena $A_{sw, min}$ podan z izrazom:

$$A_{sw, min} \cdot \frac{1,5 \cdot \sin \alpha + \cos \alpha}{s_r \cdot s_t} \geq 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

(zberem (znano))

$$A_{sw} (\phi 8) = 0,5 \text{ cm}^2 ; s_r = 15 \text{ cm} ; s_t = 39,8 \text{ cm}$$



$$0,5 \text{ cm}^2 \cdot \frac{1,5 \cdot \sin 90^\circ + \cos 90^\circ}{15 \text{ cm} \cdot 39,8 \text{ cm}} \geq 0,08 \cdot \frac{\sqrt{30}}{500}$$

$$0,00126$$

$$\geq 0,00088$$

