

Оразмеряване на правоъгълно сечение за напречна сила

Напречно сечение

Размери - $b = 30$ cm, $h = 80$ cm

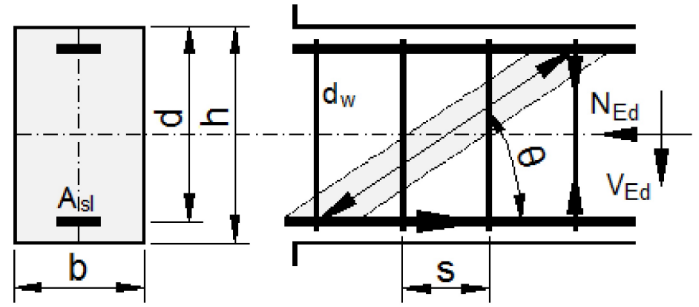
Площ - $A_c = b \cdot h = 30 \cdot 80 = 2400$ cm²

Надлъжна рмировка - $A_{sl} = 12$ cm²

Полезна височина - $d = h - \underline{5} = 80 - \underline{5} = 75$ cm

Коефициент на армиране

$$\rho_1 = A_{sl} / (b \cdot d) = 12 / (30 \cdot 75) = 0.0053$$



Материали

Бетон [БДС EN 1992-1-1, Таблица 3.1] Стомана за напречна армировка

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1.00$$

$$\gamma_s = 1.15$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 20 / 1.5 = 13.33 \text{ MPa} \quad f_{ywd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 434.78 \text{ MPa}$$

Разрезни усилия

Напречна сила - $V_{Ed} = 600$ kN.m Осова сила - $N_{Ed} = 0$ kN

Носимоспособност без напречна армировка

[БДС EN 1992-1-1, т. 6.2.2]

$$k = 1 + \sqrt{20/d} = 1 + \sqrt{20/75} = 1.52$$

Напрежения от осова сила ($N_{Ed} > 0$ при натиск)

$$\sigma_{cp} = 10 \cdot N_{Ed} / A_c = 10 \cdot 0 / 2400 = 0 \text{ MPa}$$

Приема се не повече от $0.2 \cdot f_{cd} = 0.2 \cdot 13.33 = 2.67$ MPa

$$\sigma_{cp} = \min(\sigma_{cp}; 0.2 \cdot f_{cd}) = \min(0; 0.2 \cdot 13.33) = 0 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c = 0.18 / 1.5 = 0.12$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 0.035 \cdot 1.52^{3/2} \cdot \sqrt{20} = 0.29$$

$$k_1 = 0.15$$

Носимоспособност

(6.2a) от БДС EN 1992-1-1

$$V_{Rd,c} = 0.1 \cdot (C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = 0.1 \cdot (0.12 \cdot 1.52 \cdot (100 \cdot 0.0053 \cdot 20)^{1/3} + 0.15 \cdot 0) \cdot 30 \cdot 75 = 90.13 \text{ kN}$$

Приема се не по-малко от

$$V_{Rd,c,min} = 0.1 \cdot (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b \cdot d = 0.1 \cdot (0.29 + 0.15 \cdot 0) \cdot 30 \cdot 75 = 65.76 \text{ kN} \quad (6.2b) \text{ от БДС EN 1992-1-1}$$

$$V_{Rd,c} = \max(V_{Rd,c,min}; V_{Rd,c}) = \max(65.76; 90.13) = 90.13 \text{ kN}$$

Проверка:

$$V_{Ed} = 600 \text{ kN} > V_{Rd,c} = 90.13 \text{ kN.} \text{ Необходима е напречна армировка по изчисление.}$$

Носимоспособност с напречна армировка

[БДС EN 1992-1-1, т.6.2.3]

Рамо на вътрешните сили - $z = 0.9 \cdot d = 0.9 \cdot 75 = 67.5$ cm

$$v_1 = 0.6 \cdot (1 - f_{ck}/250) = 0.6 \cdot (1 - 20/250) = 0.55$$

(6.6N) от БДС EN 1992-1-1 и NA.2.46

$$k_{\sigma} = \sigma_{cp} / f_{cd} = 0 / 13.33 = 0$$

Коефициентът α_{cw} се определя в зависимост от стойността на k_{σ}

$$\alpha_{cw} = 1 + k_{\sigma} = 1 + 0 = 1 \text{ за } 0 < k_{\sigma} < 0.25$$

Носимоспособност на натисковия диагонал при $\theta = 45$

(6.9) от БДС EN 1992-1-1

$$V_{Rd_max_45} = 0.1 \cdot \alpha_{cw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / 2 = 0.1 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 67.5 \cdot 0.55 \cdot 13.33 / 2 = 745.2 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 600 \text{ kN} \leq V_{Rd_max_45} = 745.2 \text{ kN. Проверката е удовлетворена!}$$

Ъгъл на наклона на натисковия диагонал

$$\theta = 0.5 \cdot \text{asin}(V_{Ed} / V_{Rd_max_45}) = 0.5 \cdot \text{asin}(600 / 745.2) = 26.81^{\circ}$$

Приема се в границите $21.8 \leq \theta \leq 45$ ($1 \leq \cot(\theta) \leq 2.5$)

(6.7N) от БДС EN 1992-1-1 и NA.2.47

$$\theta = \max(21.8; \min(\theta; 45)) = \max(21.8; \min(26.81; 45)) = 26.81^{\circ}$$

Носимоспособност на натисковия диагонал

(6.9) от БДС EN 1992-1-1

$$V_{Rd_max} = 0.1 \cdot \alpha_{cw} \cdot b \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot(\theta) + \tan(\theta)) = 0.1 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 67.5 \cdot 0.55 \cdot 13.33 / (\cot(26.81) + \tan(26.81)) = 600 \text{ kN}$$

$$\text{Проверка: } V_{Ed} = 600 \text{ kN} \leq V_{Rd_max} = 600 \text{ kN}$$

Необходима напречна армировка

(6.8) от БДС EN 1992-1-1

$$A_{sw} = 1000 \cdot V_{Ed} / (z \cdot f_{ywd} \cdot \cot(\theta)) = 1000 \cdot 600 / (67.5 \cdot 434.78 \cdot \cot(26.81)) = 10.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Избрани са $n_w = 2$ - срезни стремена с диаметър - $d_w = 8$ mm

$$\text{Площ на един срез - } A_{s1} = \pi \cdot (d_w / 20)^2 = 3.14 \cdot (8 / 20)^2 = 0.5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Необходимо разстояние - } s = 100 \cdot n_w \cdot A_{s1} / A_{sw} = 100 \cdot 2 \cdot 0.5 / 10.33 = 9.73 \text{ cm}$$

Максимално разстояние в участък от 1/4 от опората в греда

$$s_{max} = \max(0.6 \cdot d; 30) = \max(0.6 \cdot 75; 30) = 45 \text{ cm}$$

[БДС EN 1992-1-1 NA.2.80]

Коефициент на армиране

$$\rho_w = A_{sw} / (s \cdot b) = 10.33 / (9.73 \cdot 30) = 0.035$$

(9.4) от БДС EN 1992-1-1

$$\rho_{w_min} = 0.1 \cdot \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 0.1 \cdot \sqrt{20} / 500 = 0.00089$$

[БДС EN 1992-1-1 NA.2.79]

Допълнителна осова сила в надлъжната армировка

$$\Delta F_{td} = 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot \cot(\theta) = 0.5 \cdot 600 \cdot \cot(26.81) = 593.58 \text{ kN}$$

(6.18) от БДС EN 1992-1-1

Опънно отместване на диаграмата на надлъжната армировка

$$a_1 = z \cdot \cot(\theta) / 2 = 67.5 \cdot \cot(26.81) / 2 = 66.78 \text{ cm}$$

(9.2) от БДС EN 1992-1-1