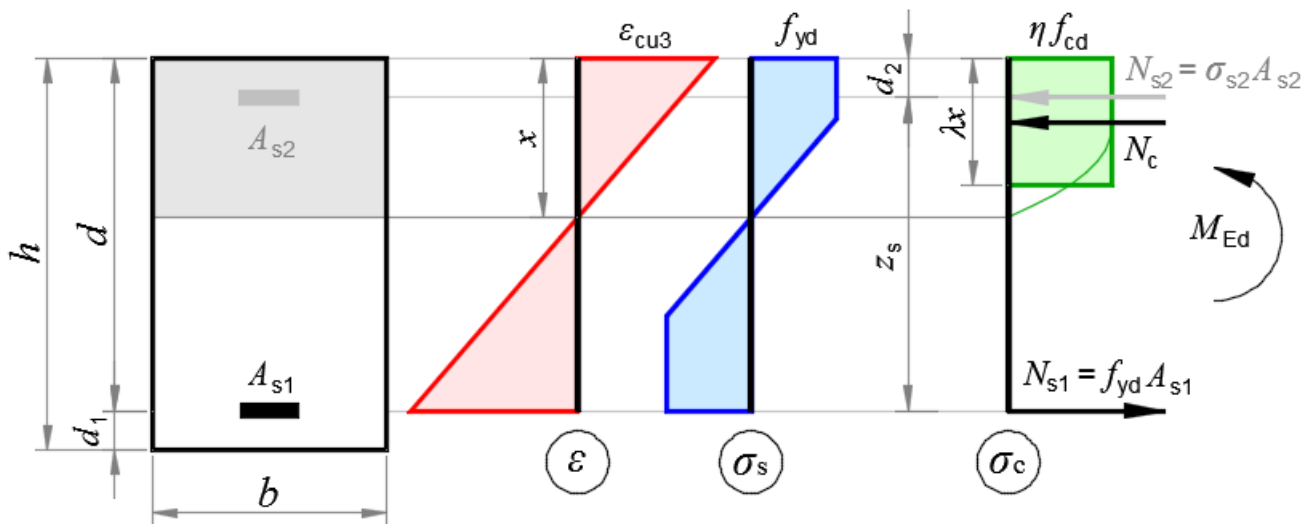


Оразмеряване на правоъгълно сечение за огъване



Огъващ момент - $M_{Ed} = 370$ kNm

Размери на напречното сечение

Ширина - $b = 30$ cm, Височина - $h = 50$ cm

Бетонно покритие до центъра на армировката - $d_1 = 5$ cm

Полезна височина - $d = h - d_1 = 50 - 5 = 45$ cm

Характеристики на материалите

Бетон

[БДС EN 1992-1-1, Таблица 3.1]

Характеристична стойност на цилиндричната

якост на натиск на бетона - $f_{ck} = 20$ MPa

Коефициент на сигурност - $\gamma_c = 1.5$, $\alpha_{cc} = 1$

Изчислителна стойност - $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 1 \cdot 20 / 1.5 = 13.33$ MPa

Коефициенти за привеждане към правоъгълна диаграма - $\lambda = 0.8$, $\eta = 1.0$

Гранична деформация в натиснатия ръб на бетона - $\epsilon_{cu3} = 0.0035$

Средна стойност на якостта на осов опън - $f_{ctm} = 2.2$ MPa

Армировка

Характеристична граница на провлачване на стоманата - $f_{yk} = 500$ MPa

Коефициент на сигурност на материала - $\gamma_s = 1.15$

Изчислителна граница на провлачване на стоманата - $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1.15 = 434.78$ MPa

Модул на еластичност на армировъчната стомана - $E_s = 200000$ MPa

Определяне на армировката

Относителен огъващ момент - $m_{Ed} = 1000 \cdot M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}) = 1000 \cdot 370 / (30 \cdot 45^2 \cdot 1 \cdot 13.33) = 0.46$

Височина на натисковата зона - $x = d / \lambda \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot m_{Ed}}) = 45 / 0.8 \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.46}) = 39.71$ cm

Относителна височина - $\xi = x / d = 39.71 / 45 = 0.88$

Деформация при достигане на границата на провлачване

$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s = 434.78 / 200000 = 0.0022$

Относителна височина на натисковата зона при достигане на границата на провлачване

$\xi_{yd} = \epsilon_{cu3} / (\epsilon_{cu3} + \epsilon_{yd}) = 0.0035 / (0.0035 + 0.0022) = 0.62$

Гранична относителна височина на натисковата зона - $\xi_{lim} = 0.62$

(въведете ξ_{yd} при еластичен анализ или 0.45 при пластичен анализ)

Проверка: $\xi = 0.88 > \xi_{lim} = 0.62$ - необходима е натискова армировка

Приемаме $\xi = \xi_{lim} = 0.62$ и оразмеряваме с натискова армировка

Височина на натисковата зона - $x = \xi \cdot d = 0.62 \cdot 45 = 27.9$ cm

Разстояние от натиснатия ръб до центъра на натисковата армировка

$$d_2 = h - d = 50 - 45 = 5$$

Разстояние между армировките - $z_s = d - d_2 = 45 - 5 = 40$ cm

Резултантна натискова сила в бетона - $N_c = b \cdot \lambda \cdot x \cdot \eta \cdot f_{cd} / 10 = 30 \cdot 0.8 \cdot 27.9 \cdot 1 \cdot 13.33 / 10 = 892.8$ kN

Необходима опънна армировка

$$A_{s1} = (M_{Ed} \cdot 100 + N_c \cdot (\lambda \cdot x / 2 - d_2)) / (f_{yd} / 10 \cdot z_s) = (370 \cdot 100 + 892.8 \cdot (0.8 \cdot 27.9 / 2 - 5)) / (434.78 / 10 \cdot 40) = 24.44 \text{ cm}^2$$

Деформации в натисковата армировка

$$\epsilon_{s2} = (x - d_2) / x \cdot \epsilon_{cu3} = (27.9 - 5) / 27.9 \cdot 0.0035 = 0.0029$$

Напрежения в натисковата армировка

$$\sigma_{s2} = \min(\epsilon_{s2} \cdot E_s; f_{yd}) = \min(0.0029 \cdot 200000; 434.78) = 434.78 \text{ MPa}$$

Необходима натискова армировка

$$A_{s2} = (M_{Ed} \cdot 100 - N_c \cdot (d - \lambda \cdot x / 2)) / (\sigma_{s2} / 10 \cdot z_s) = (370 \cdot 100 - 892.8 \cdot (45 - 0.8 \cdot 27.9 / 2)) / (434.78 / 10 \cdot 40) = 3.9 \text{ cm}^2$$

Коефициенти на армиране

$$\rho_1 = A_{s1} / (b \cdot d) = 24.44 / (30 \cdot 45) = 0.018$$

$$\rho_2 = A_{s2} / (b \cdot d) = 3.9 / (30 \cdot 45) = 0.0029$$

Минимален коефициент на армиране за опънната армировка

[БДС EN 1992-1-1, т. 9.2.1.1]

$$\rho_{\min} = \max(0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}; 0.0013) = \max(0.26 \cdot 2.2 / 500; 0.0013) = 0.0013$$

Минимална армировка - $A_{s_{\min}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0.0013 \cdot 30 \cdot 45 = 1.76 \text{ cm}^2$

Максимален коефициент на армиране - $\rho_{\max} = 0.04$