

Opmerkingen: Zie §4.4, blz. 150 t/m 153

Zie §4.5.4, blz. 160 t/m 163

Zie §4.6, blz. 165 t/m 166

Antwoorden:

a. $F_p = 432 \text{ kN}$

b. $\sigma_b = -10 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_o = 0 \text{ N/mm}^2$

c. $\sigma_b = +3,33 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_o = -13,33 \text{ N/mm}^2$

Toelichting:

Doorsnedegrootheden:

$$A = 86,4 \times 10^3 \text{ mm}^2 \text{ en } W = 5,184 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

a. In C: t.g.v. verdeelde belasting: $M_z = +69,12 \text{ kNm}$

t.g.v. voorspankracht: $N = -N_p$ en $M_z = -(0,1 \text{ m}) \times F_p$

Totaal in doorsnede C:

$$N = -N_p \text{ en } M_z = (+69,12 \text{ kNm}) - (0,1 \text{ m}) \times F_p$$

De onderste vezels lopen de meeste kans op trek te worden belast.

$$\sigma_o = \frac{-F_p}{86,4 \times 10^{-3} \text{ m}^2} + \frac{(+69,12 \text{ kNm}) - (0,1 \text{ m}) \times F_p}{5,184 \times 10^{-6} \text{ m}^3} \leq 0$$

Hieruit volgt: $F_p \geq 432 \text{ kN}$

b. In doorsnede C geldt: $N = -432 \text{ kN}$ en $M_z = +25,92 \text{ kNm}$.

$$\sigma^{(N)} = \frac{-432 \times 10^3 \text{ kN}}{86,4 \times 10^3 \text{ mm}^2} = -5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_b^{(M)} = \frac{(+25,92 \times 10^6 \text{ Nmm})}{-5,184 \times 10^6 \text{ mm}^3} = -5 \text{ N/mm}^2 \text{ en } \sigma_o^{(M)} = +5 \text{ N/mm}^2$$

c. In doorsnede C geldt: $N = -432 \text{ kN}$ en $M_z = -43,2 \text{ kNm}$.

$$\sigma^{(N)} = \frac{-432 \times 10^3 \text{ kN}}{86,4 \times 10^3 \text{ mm}^2} = -5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_b^{(M)} = \frac{-43,2 \times 10^6 \text{ Nmm}}{-5,184 \times 10^6 \text{ mm}^3} = +8,33 \text{ N/mm}^2 \text{ en } \sigma_o^{(M)} = -8,33 \text{ N/mm}^2$$

d. In werkelijkheid zijn de normaalspanningen op de kopse vlakken van de balk nul, met uitzondering van het gebied waar de voorspankabel is verankerd. De berekende spanningsverdeling is statisch equivalent met de excentrisch aangrijpende voorspankracht, maar heeft feitelijk pas geldigheid op enige afstand (in de orde van grootte van de balkhoogte) van de verankering.