Opmerkingen: Zie §4.4, blz. 150 t/m 153
Zie §4.5, blz. 153 t/m 165

Antwoorden:

c. $F_\text{p} = 400 \text{ kN}$

e. $\sigma_\text{b} = 0 \text{ N/mm}^2$
$\sigma_\text{o} = +3{,}09 \text{ N/mm}^2$

f. $\sigma_\text{b} = -12{,}35 \text{ N/mm}^2$
$\sigma_\text{o} = +3{,}09 \text{ N/mm}^2$

Toelichting:

Doorsnedegrootheden:
$A = 86{,}4 \times 10^3 \text{ mm}^2$ en $I_{zz} = 933{,}12 \times 10^6 \text{ mm}^4$

a. $A_\text{v} = 16 \text{ kN } (\downarrow)$; $B_\text{v} = 32 \text{ kN } (\uparrow)$; $M_\text{A} = 0$; $M_{z;\text{B}} = -64 \text{ kNm}$

b. Tengevolge van de door de voorspanstaaf op de balkeinden uitgeoefende excentrische drukkracht geldt over de gehele lengte van de balk: $N = -F_\text{p}$ en $M_z = +F_\text{p} \times (0{,}1 \text{ m})$.

c. In B: $N = -F_\text{p}$ en $M_z = (-64 \text{ kNm}) + F_\text{p} \times (0{,}1 \text{ m})$

In B de grootste kans op trekspanningen in de bovenste vezels:

$$\sigma_\text{b} = -\frac{F_\text{p}}{A} + \frac{F_\text{p} \times (0{,}1 \text{ m})(-0{,}18 \text{ m})}{I_{zz}} + \frac{(-64 \text{ kNm})(-0{,}18 \text{ m})}{I_{zz}}$$

$$\sigma_\text{b} = -\frac{F_\text{p}}{86{,}4 \times 10^{-3} \text{ m}^2} - \frac{F_\text{p} \times (0{,}18 \times 10^{-3} \text{ m}^2)}{933{,}12 \times 10^{-6} \text{ m}^4} + \frac{11{,}52 \text{ kNm}^2}{933{,}12 \times 10^{-6} \text{ m}^4} \leq 0$$

Na uitwerking:

$$-F_\text{p} - 1{,}667 F_\text{p} + (1066{,}67 \text{ kN}) \leq 0 \;\Rightarrow\; F_p \geq 400 \text{ kN}$$

e. In doorsnede B geldt: $N = -400 \text{ kN}$ en $M_z = -24 \text{ kNm}$

$$\sigma^{(N)} = \frac{-400 \times 10^3 \text{ kN}}{933{,}12 \times 10^3 \text{ mm}^2} = -4{,}63 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_\text{b}^{(M)} = \frac{(-24 \times 10^6 \text{ Nmm})(-180 \text{ mm})}{933{,}12 \times 10^6 \text{ mm}^3} = +4{,}63 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_\text{o}^{(M)} = \frac{(-24 \times 10^6 \text{ Nmm})(180 \text{ mm})}{933{,}12 \times 10^6 \text{ mm}^3} = -4{,}63 \text{ N/mm}^2$$

f. In doorsnede A geldt: $N = -400 \text{ kN}$ en $M_z = +40 \text{ kNm}$

$$\sigma^{(N)} = \frac{-400 \times 10^3 \text{ kN}}{933{,}12 \times 10^3 \text{ mm}^2} = -4{,}63 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_\text{b}^{(M)} = \frac{(+40 \times 10^6 \text{ Nmm})(-180 \text{ mm})}{933{,}12 \times 10^6 \text{ mm}^3} = -7{,}72 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_\text{o}^{(M)} = \frac{(+40 \times 10^6 \text{ Nmm})(180 \text{ mm})}{933{,}12 \times 10^6 \text{ mm}^3} = +7{,}72 \text{ N/mm}^2$$