

Module 3

Antwoorden van de toetsopgaven

Opgave 1

- a** $F = l_1 \times A_1 \times \rho \times g = f_m \times A_1; \Rightarrow l_1 = 100 \times 10^3 \text{ mm}$
b $l_2 = 80 \times 10^3 \text{ mm}$
c $\Delta l = 392 \text{ mm}$

Opgave 2

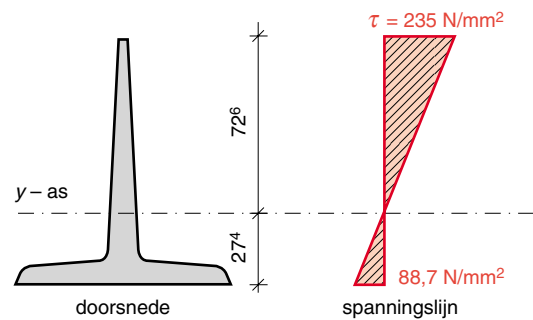
- a** $F = 84 \times 10^3 \text{ N}$
b $\Delta T = 42,8^\circ$

Opgave 3

- a** $\Delta T = 7,9^\circ \rightarrow T_o = 19,9^\circ$
b $\sigma = -50,55 \text{ N/mm}^2$

Opgave 4

$M_y = 5,77 \text{ kNm}$



Figuur 3.18

Opgave 5

- a** t.o.v. de onderzijde: $y_z = 875 \text{ mm}$
b $I_y = 872334 \times 10^6 \text{ mm}^4$

Opgave 6

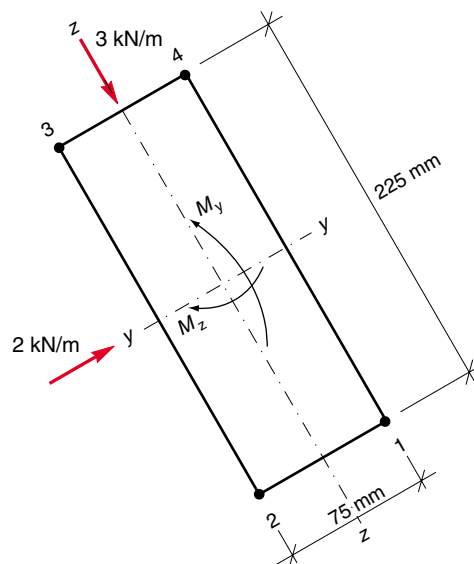
- a $I_y = I_z = 42\,725,6 \times 10^6 \text{ mm}^4$
 b $W_y = 85\,451 \times 10^3 \text{ mm}^3$
 c Er mag geen trekspanning in de doorsnede aanwezig zijn,
 $M = 854,5 \text{ kNm}$

Opgave 7

$$M_y = 3,375 \text{ kNm} \quad M_z = 2,25 \text{ kNm}$$

$$\sigma_1 = 5,33 + 10,667 = 16,0 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_3 = -5,33 - 10,667 = -16,0 \text{ N/mm}^2$$

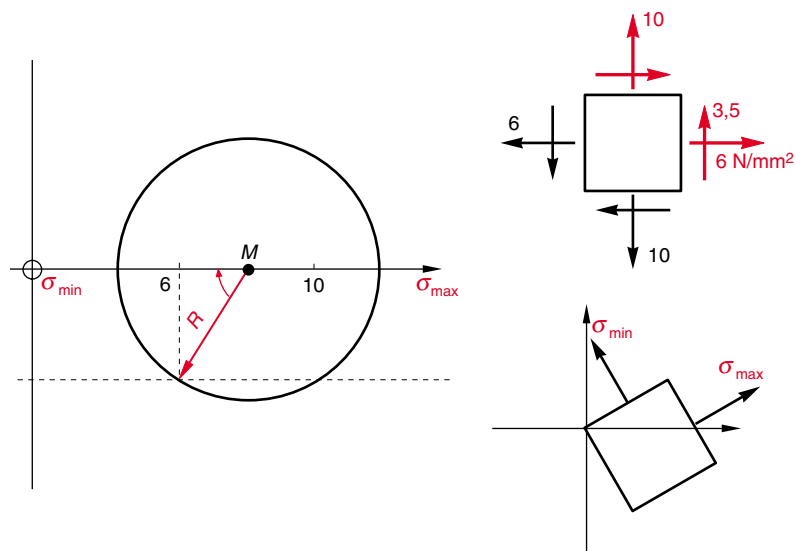
$$\sigma_2 = 5,33 - 10,667 = -5,3 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_4 = -5,33 + 10,667 = 5,3 \text{ N/mm}^2$$



Figuur 3.19

Opgave 8

- a Zie figuur.
- b De hoofdspanningen zijn: $\sigma_{\min} = 3,97 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{\max} = 12,03 \text{ N/mm}^2$
- c Zie figuur.



Figuur 3.20

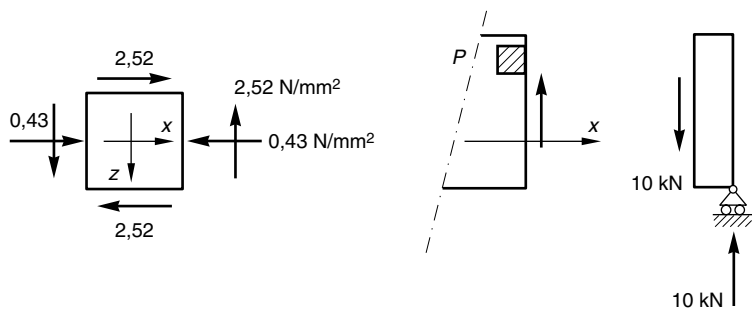
Opgave 9

- a $V_d = 10 \text{ kN}$; $M_d = 1,0 \text{ kNm}$;
 IPE 400: $b = 180 \text{ mm}$; $t_f = 13,5 \text{ mm}$; $t_w = 8,6 \text{ mm}$;
 $I_y = 23\,128 \times 10^4 \text{ mm}^4$

$$\tau = \frac{10 \times 10^3 \times (180 \times 13,5 \times 193,25 + 8,6 \times 86,5 \times 156,75)}{8,6 \times 23\,128 \times 10^4} = 2,95 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma = - \frac{10 \times 0,1 \times 10^6 \times 100}{23\,128 \times 10^4} = -0,43 \text{ N/mm}^2$$

De normaalspanning op een vlakje evenwijdig aan de staaf-as is nul, de schuifspanning heeft dezelfde richting als de dwarskracht op de positieve snede. Zie figuur 3.21.



Figuur 3.21

b Hoofdspanningen en hoofdrichting

$$\sigma_{\min} = -0,215 - \sqrt{0,215^2 + 2,95^2} = -3,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\max} = -0,215 + \sqrt{0,215^2 + 2,95^2} = 2,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\tan(2\alpha) = \frac{2,95}{0,215} \rightarrow \alpha = 43^\circ$$

Opgave 10**a** $n = 21$, neutrale lijn op 128,5 mm vanaf de bovenzijde van het hout**b** Het totale traagheidsmoment van de samengestelde doorsnede:

$$I_i = 19570 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Als de spanning in het hout maatgevend is geldt:

$$M = \frac{12,04 \times 19570 \times 10^4}{128,5} = 18,3 \times 10^6 \text{ Nmm} = 18,3 \text{ kNm}$$

Als de spanning in het staal maatgevend is geldt:

$$M = \frac{235 \times 19570 \times 10^4}{21 \times (458 - 128,5)} = 6,6 \times 10^6 \text{ Nmm} = 6,6 \text{ kNm}$$

Maatgevend is dus een moment van 6,6 kNm waarbij de vloeispanning in het *staal* wordt bereikt.