

## 2.1.47

### Givet

Stång av legering, 7075-T6

$$A = 3 \text{ cm}^2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$



### Sökt

Area- och viktminkning om vi byter till en fiberkomposit

#### Alternativ 1: Aluminium

$$E_A = 72 \text{ GPa}$$

$$\rho_A = 2800 \text{ kg/m}^3$$

$$\sigma_s = 470 \text{ MPa}$$

$$E_f = 280 \text{ GPa}$$

$$\rho_f = 1900 \text{ kg/m}^3$$

$$\sigma_{bf} = 2500 \text{ MPa}$$

$$\nu_f = 0.5$$

#### Alternativ 2: Kolfiber + polyester

$$E_m = 3.7 \text{ GPa}$$

$$\rho_m = 1100 \text{ kg/m}^3$$

$$\sigma_{bm} = 50 \text{ MPa}$$

$$\nu_m = 0.5$$

### Lösning

Steg 1: Dimensionera efter styrka

Vad klarar aluminiumstången?

$$P_{\max} = A_A \sigma_s = (3 \cdot 10^{-4}) \cdot 470$$

$$P_{\max} = 141\,000 \text{ N}$$

Vad klarar kompositstången?

$$P = N_f + N_m$$

$$= A_f \sigma_f + A_m \sigma_m$$

Eftersom kompositen sitter ihop vet vi att matrisen och fibern töjs lika mycket.

Deformationssamband:

$$\varepsilon_f = \varepsilon_m$$

$$P = (A_f E_f + A_m E_m) \varepsilon$$

Vem går sönder först, matrisen eller fibern?

$$\varepsilon_{\max,f} = \frac{\sigma_{bf}}{E_m} = \frac{2500 \cdot 10^6}{280 \cdot 10^9}$$

$$\varepsilon_{\max,f} = 8.9 \cdot 10^{-3}$$

$$\varepsilon_{\max,m} = \frac{\sigma_{bm}}{E_m} = \frac{50 \cdot 10^6}{3.7 \cdot 10^9}$$

$$\varepsilon_{\max,m} = 13.5 \cdot 10^{-3}$$

Fibern går sönder först så vi sätter in den töjningen:

$$P_{\max,komposit} = (A_f E_f + A_m E_m) \cdot 8.9 \cdot 10^{-3}$$

$$P_{\max,komposit} = A_{komposit} (0.5 \cdot 280 + 0.5 \cdot 3.7) \cdot 10^9 \cdot 8.9 \cdot 10^{-3}$$

Vi vet att kompositen inte får vara svagare, så vad blir minsta area?

$$P_{\max} = A_{komposit} (0.5 \cdot 280 + 0.5 \cdot 3.7) \cdot 10^6 \cdot 8.9$$

$$141000 = A_{komposit} \cdot 1.262 \cdot 10^9$$

$$A_{komposit} = 1.11 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Steg 2: Dimensionera efter styvhetskrav

$$Styvhetskrav = \frac{P}{\delta} = \frac{EA}{L}$$

$$k_{AL} = \frac{A_{AL} E_{AL}}{L_{AL}}$$

$$k_{komposit} = \frac{A_k E_k}{L_k}$$

Vi vet att kompositen inte får bli vekare, så vilken är den minsta arean?

$$k_{AL} = k_{komposit}$$

$$\frac{A_{AL} E_{AL}}{L_{AL}} = \frac{A_k E_k}{L_k}$$

$$A_k = \frac{A_{AL} E_{AL}}{E_k}$$

$$A_k = \frac{3 \cdot 10^{-4} \cdot 72 \cdot 10^9}{(280 \cdot 0.5 + 3.7 \cdot 0.5) \cdot 10^9}$$

$$A_k = 1.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

För att få samma styvhetskrav och styrka krävs allts  $A_k = 1.5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ .

Förbättring:

$$\frac{A_k}{A_{AL}} = 0.5$$

$$\frac{m_k}{m_{AL}} = \frac{A_k \textcolor{red}{L} \rho_k}{A_{AL} \textcolor{red}{L} \rho_{AL}}$$

$$\frac{m_k}{m_{AL}} = \frac{1.5 \cdot 10^{-4} \cdot (0.5 \cdot 1900 + 0.5 \cdot 1100)}{3 \cdot 10^{-4} \cdot 2800} \quad \left[ \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \right]$$

$$\frac{m_k}{m_{AL}} = \frac{170}{630} = 0.27$$