

B4FEM. Opgave 1.2.3 løsningsforslag

Opgave 1.2.3.

Et system er opbygget som vist nedenfor af 3 stænger.

- Aluminium med diameter D_a , længde L_a og E-modul 70 Gpa.
- Kobber med diameter D_k , længde L_k og E-modul 120 Gpa.
- Stål med diameter D_s , længde L_s og E-modul 210 Gpa

Opgaven skal løses med blyant og papir eller på MathCad som en FEM-beregning med opstilling af stivhedsmatrix, randbetingelser, belastninger og "hist op og kom herved".

Diametre og længder kan vælges frit, dog vil det nok være en god idé af vælge

$$L_a = L_k + L_s.$$

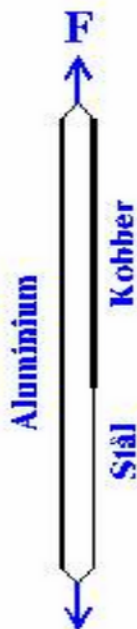
Påvirkningen F kan også vælges frit.

Eksempel på værdier:

$$E_a := 70000 \quad A_a := \frac{\pi}{4} \cdot 20^2 \quad L_a := 4000$$

$$E_c := 120000 \quad A_c := \frac{\pi}{4} \cdot 16^2 \quad L_c := 2500$$

$$E_s := 210000 \quad A_s := \frac{\pi}{4} \cdot 12^2 \quad L_s := 1500$$



$$F = 40 \text{ kN}$$

For nemheds skyld sættes u_1 til 0. Dette svarer til, at stængerne er fastholdte foroven

$$K := \begin{pmatrix} K_a + K_c & -K_c & -K_a \\ -K_c & K_c + K_s & -K_s \\ -K_a & -K_s & K_a + K_s \end{pmatrix} \quad a = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} \quad f := \begin{pmatrix} -F \\ 0 \\ F \end{pmatrix} \quad u_1 := 0$$

$$K \cdot u = U \quad \text{Da } u_1 \text{ er 0:}$$

$$\begin{pmatrix} K_c + K_s & -K_s \\ -K_s & K_a + K_s \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_2 \\ u_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ F \end{pmatrix} \quad u_2 := 1 \quad u_3 := 1$$

Given

$$(K_c + K_s) \cdot u_2 - K_s \cdot u_3 = 0$$

$$-K_s \cdot u_2 + (K_a + K_s) \cdot u_3 = F$$

$$\text{Find}(u_2, u_3) = \begin{pmatrix} 2.162 \\ 3.48 \end{pmatrix}$$