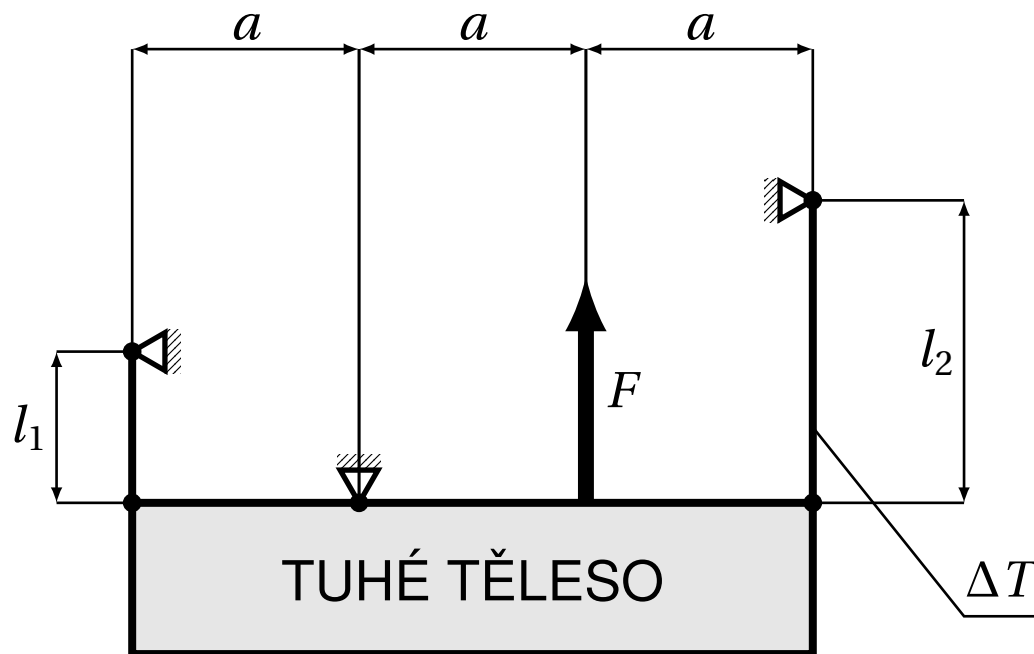


Příklad 1:

Dáno:  $a, l_1, l_2, E, S, F, \alpha_T, \Delta T$

Určete: síly v prutech



## Řešení 1:

### 1. rovnice rovnováhy

$$R_x = 0 \quad (1)$$

$$N_1 + R_y + F + N_2 = 0 \quad (2)$$

$$N_1 \cdot a - F \cdot a - N_2 \cdot 2 \cdot a = 0 \quad (3)$$

4 neznámé  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $N_1$  a  $N_2$ , 3 rovnice  $\rightarrow$  1x staticky neurčitá úloha

### 2. fyzikální rovnice

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l_1}{E \cdot S} \quad (4)$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l_2}{E \cdot S} + \alpha_T \cdot l_2 \cdot \Delta T \quad (5)$$

### 3. deformační rovnice

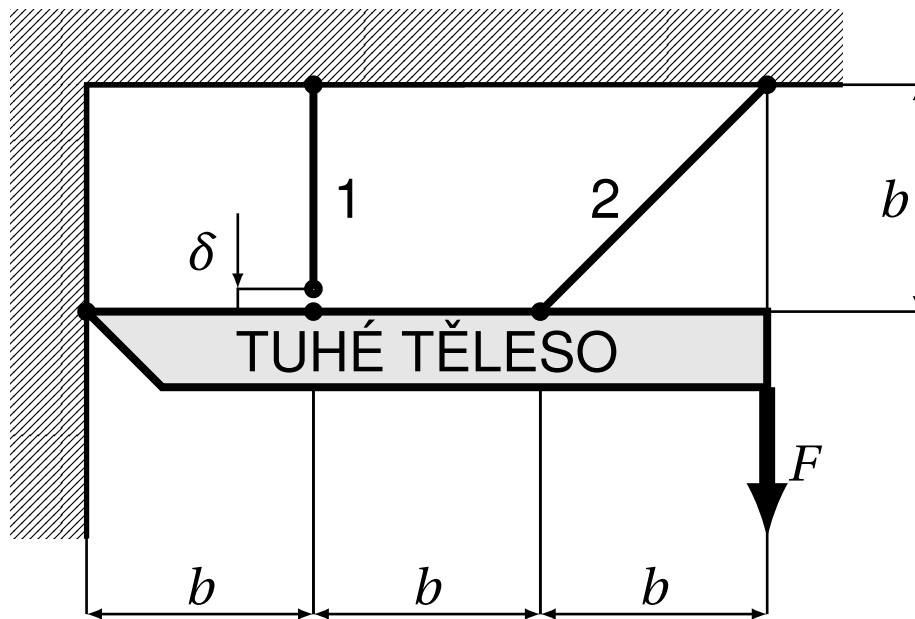
$$-\frac{\Delta l_1}{a} = \frac{\Delta l_2}{2 \cdot a} \quad (6)$$

6 rovnic pro 6 neznámých  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $\Delta l_1$  a  $\Delta l_2$

Příklad 2:

Dáno:  $b, E, S, F, \delta \ll b$

Určete: síly v prutech po montáži



## Řešení 2:

### 1. rovnice rovnováhy

$$R_x + N_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0 \quad (1)$$

$$R_y + N_1 + N_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} - F = 0 \quad (2)$$

$$R_y \cdot 2 \cdot b + N_1 \cdot b + F \cdot b = 0 \quad (3)$$

4 neznámé  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $N_1$  a  $N_2$ , 3 rovnice  $\rightarrow$  1x staticky neurčitá úloha

### 2. fyzikální rovnice

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot b}{E \cdot S} \quad (4)$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot b \cdot \sqrt{2}}{E \cdot S} \quad (5)$$

### 3. deformační rovnice

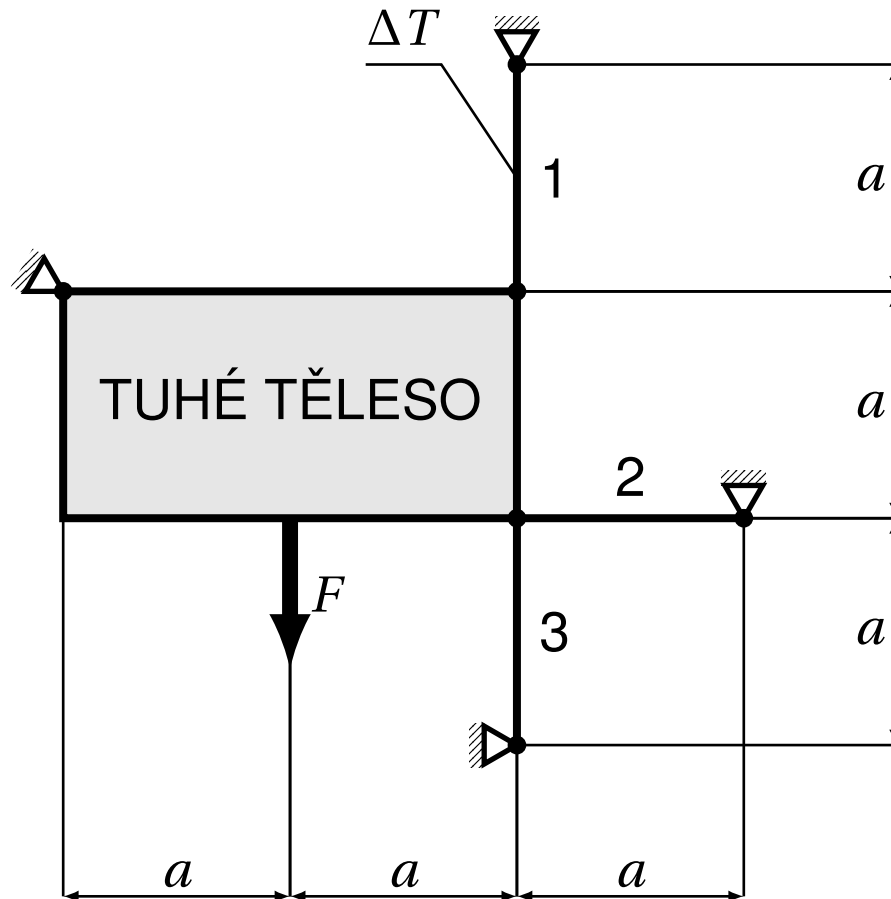
$$\frac{\Delta l_1 - \delta}{b} = \frac{2 \cdot \Delta l_2}{\sqrt{2} \cdot 2 \cdot b} \quad (6)$$

6 rovnic pro 6 neznámých  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $\Delta l_1$  a  $\Delta l_2$

Příklad 3:

Dáno:  $a, F, E, S, \Delta T, \alpha_T$

Určete: napětí v prutech



## Řešení 3:

### 1. rovnice rovnováhy

$$R_x + N_2 = 0 \quad (1)$$

$$R_y + N_1 - F - N_3 = 0 \quad (2)$$

$$N_1 \cdot 2 \cdot a + N_2 \cdot a - N_3 \cdot 2 \cdot a - F \cdot a = 0 \quad (3)$$

5 neznámých  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $N_1$ ,  $N_2$  a  $N_3$ , 3 rovnice  $\rightarrow$  2x staticky neurčitá úloha

### 2. fyzikální rovnice

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot a}{E \cdot S} + \alpha_T \cdot \Delta T \cdot a \quad (4)$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot a}{E \cdot S} \quad (5)$$

$$\Delta l_3 = \frac{N_3 \cdot a}{E \cdot S} \quad (6)$$



### 3. deformační rovnice

$$\Delta l_1 = -\Delta l_3 \quad (7)$$

$$\Delta l_1 = 2 \cdot \Delta l_2 \quad (8)$$

8 rovnic pro 8 neznámých  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $\Delta l_1$ ,  $\Delta l_2$  a  $\Delta l_3$

$$R_x = -\frac{F + 2 \cdot \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E \cdot S}{9}$$

$$R_y = \frac{5 \cdot F + \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E \cdot S}{9}$$

$$N_1 = \frac{2 \cdot F - 5 \cdot \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E \cdot S}{9}$$

$$N_2 = \frac{F + 2 \cdot \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E \cdot S}{9}$$

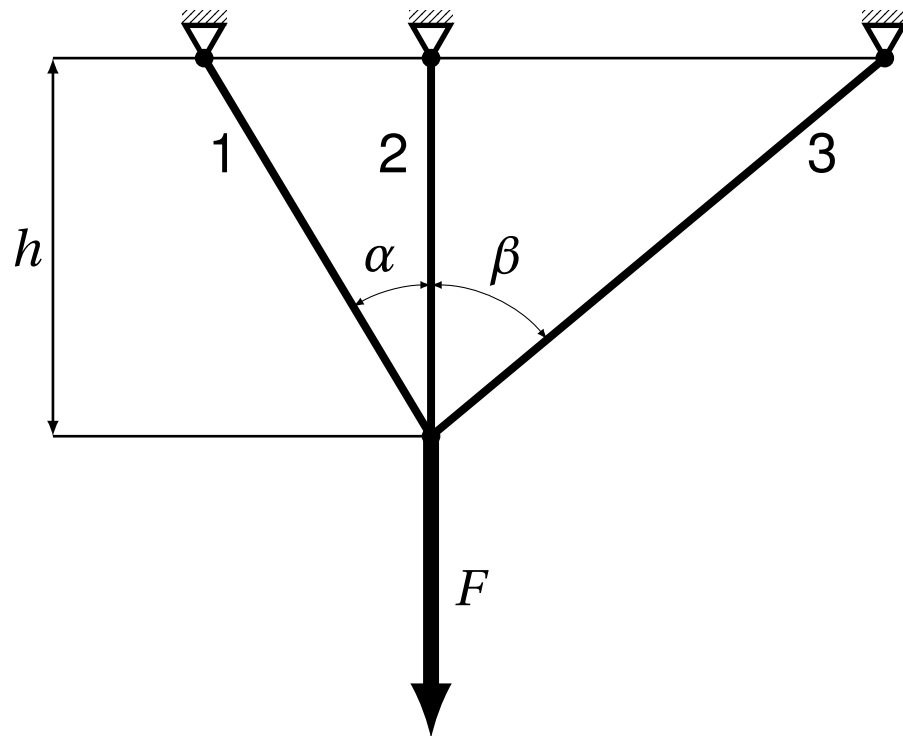
$$N_3 = -\frac{2 \cdot F + 4 \cdot \alpha_T \cdot \Delta T \cdot E \cdot S}{9}$$



Příklad 4:

Dáno:  $h$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $E$ ,  $S$ ,  $F$

Určete:  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$



## Řešení 4:

### 1. rovnice rovnováhy

$$-N_1 \cdot \sin \alpha + N_3 \cdot \sin \beta = 0 \quad (1)$$

$$N_1 \cdot \cos \alpha + N_2 + N_3 \cdot \cos \beta - F = 0 \quad (2)$$

3 neznámé  $N_1$ ,  $N_2$  a  $N_3$ , 2 rovnice  $\rightarrow$  1x staticky neurčitá úloha

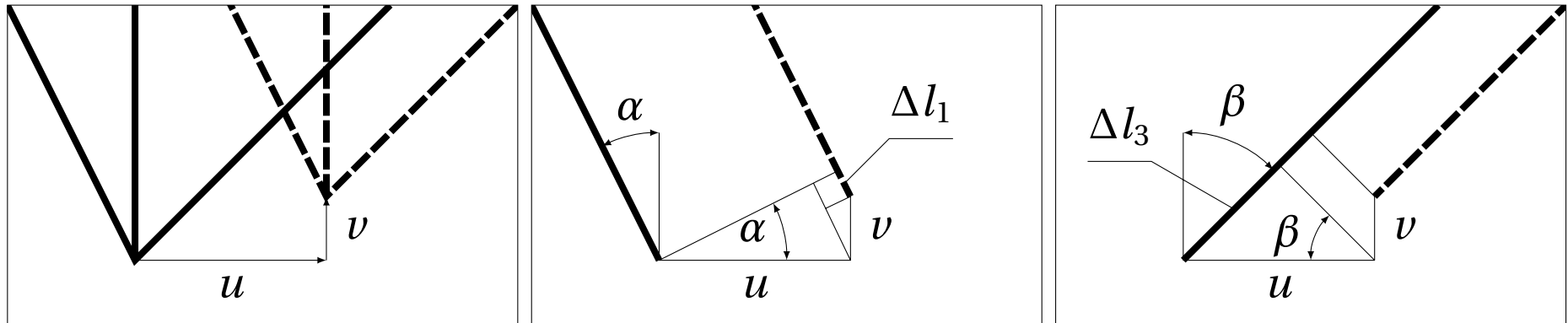
### 2. fyzikální rovnice

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot \frac{h}{\cos \alpha}}{E \cdot S} \quad (3)$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot h}{E \cdot S} \quad (4)$$

$$\Delta l_3 = \frac{N_3 \cdot \frac{h}{\cos \beta}}{E \cdot S} \quad (5)$$

### 3. deformační rovnice



$$\Delta l_1 = u \cdot \sin \alpha - v \cdot \cos \alpha \quad (6)$$

$$\Delta l_2 = 0 - v \quad (7)$$

$$\Delta l_3 = -u \cdot \sin \beta - v \cdot \cos \beta \quad (8)$$

8 rovnic pro 8 neznámých  $N_1, N_2, N_3, \Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, u$  a  $v$

řešení  $N_1$ :

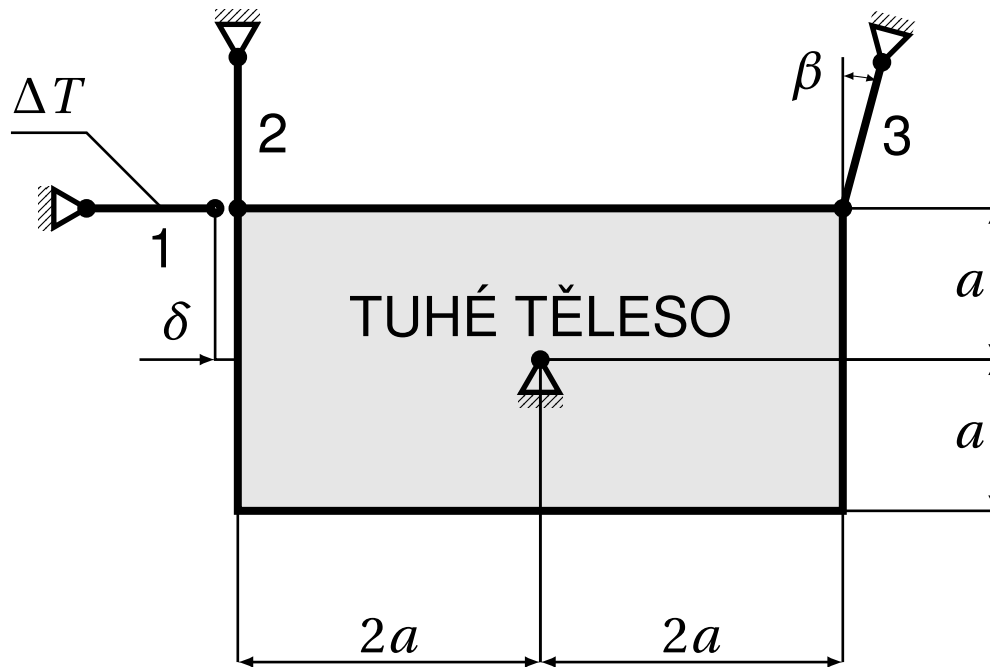
$$N_1 = \frac{(\cos(\alpha)^2 \cdot \cos(\beta) \cdot \sin(\beta)^2 + \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\beta)^2 \cdot \sin(\beta)) \cdot F}{(\cos(\alpha)^3 + 1) \cdot \cos(\beta) \cdot \sin(\beta)^2 + 2 \cdot \cos(\alpha)^2 \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\beta)^2 \cdot \sin(\beta) + \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha)^2 \cdot \cos(\beta)^3 + \cos(\alpha) \cdot \sin(\alpha)^2}$$

Příklad 5:

Dáno:  $a, l_1 = l_2 = l_3 = l, E, S, \alpha_T,$

$\Delta T, \beta, \delta \ll l$

Určete: síly v prutech



## Řešení 5:

### 1. rovnice rovnováhy

$$-N_1 + R_x + N_3 \cdot \sin \beta = 0 \quad (1)$$

$$N_2 + R_y + N_3 \cdot \cos \beta = 0 \quad (2)$$

$$N_2 \cdot 4 \cdot a + R_y \cdot 2 \cdot a - R_x \cdot a = 0 \quad (3)$$

5 neznámých  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $R_x$  a  $R_y$ , 3 rovnice  $\rightarrow$  2x staticky neurčitá úloha

### 2. fyzikální rovnice

$$\Delta l_1 = \frac{N_1 \cdot l}{E \cdot S} + \alpha_T \cdot \Delta T \cdot l \quad (4)$$

$$\Delta l_2 = \frac{N_2 \cdot l}{E \cdot S} \quad (5)$$

$$\Delta l_3 = \frac{N_3 \cdot l}{E \cdot S} \quad (6)$$



### 3. deformační rovnice

$$\Delta l_1 = \delta + a \cdot \varphi \quad (7)$$

$$\Delta l_2 = -2 \cdot a \cdot \varphi \quad (8)$$

$$\Delta l_3 = a \cdot \varphi \cdot (2 \cdot \cos \beta - \sin \beta) \quad (9)$$

9 rovnic pro 9 neznámých  $R_x$ ,  $R_y$ ,  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$ ,  $\Delta l_1$ ,  $\Delta l_2$ ,  $\Delta l_3$  a  $\varphi$