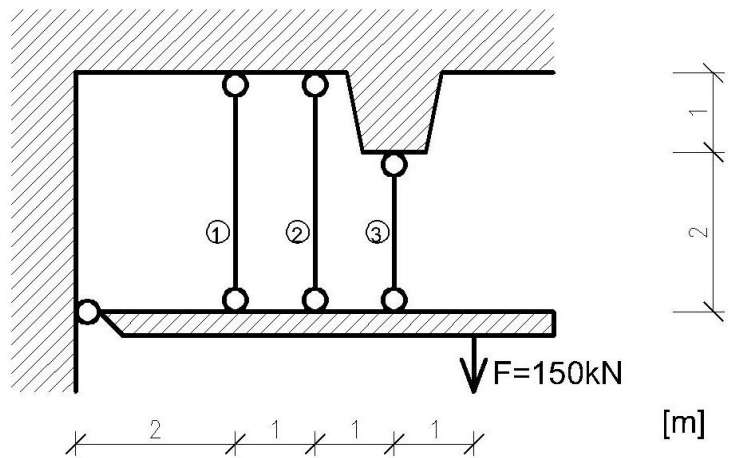


Obr.: Zadání

## Tuhý nosník zavěšený na táhlech

### Zadání

Tuhý nosník je kloubově uložen na jednom konci a zavěšen na třech táhlech. Všechny táhla jsou stejného materiálu a průřezu. Nosník je zatížen osamělým břemenem dle obrázku. Určete normálové síly v táhlech.



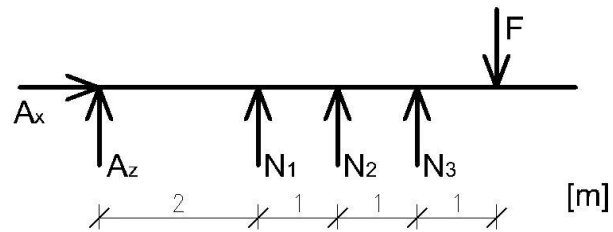
Obr.: Zadání

### Řešení

První krok je určení stupně statické neurčitosti. Uvažujete tuhý prut jako nosník podepřený pomocí kloubu a táhel.

Nakreslete všechny vnější síly působící na nosník (včetně reakcí) a určete stupeň statické neurčitosti:

$$S = (?)$$



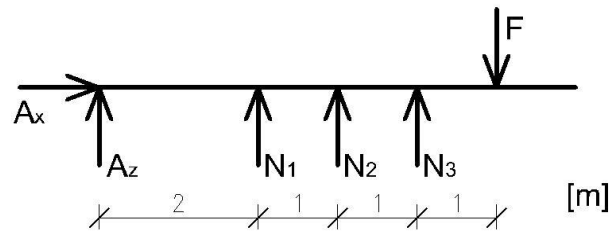
Obr.: Statické schéma

Konstrukce je 2x staticky neurčitá. Jsou tedy k dispozici 3 podmínky rovnováhy na rovinném prutu. Vzhledem k tomu, že předmětem zájmu jsou pouze normálové síly v táhlech, je možné napsat momentovou podmínku rovnováhy k místu podpory tuhého nosníku – k bodu *a*. Tím se vyloučí reakce v tomto bodě.

Napište momentovou podmínku rovnováhy k bodu *a*:

$$\sum M_{a,i} = 0$$

$$(?) N_1 + (?) N_2 + (?) N_3 - 5F = 0$$



Obr.: Statické schéma

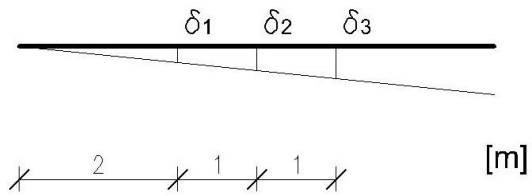
Konstrukce je 2x staticky neurčitá. Jsou tedy k dispozici 3 podmínky rovnováhy na rovinném prutu. Vzhledem k tomu, že předmětem zájmu jsou pouze normálové síly v táhlech, je možné napsat momentovou podmínku rovnováhy k místu podpory tuhého nosníku – k bodu  $a$ . Tím se vyloučí reakce v tomto bodě.

Momentová podmínka rovnováhy k bodu  $a$ :

$$\sum M_{a,i} = 0$$

$$2N_1 + 3N_2 + 4N_3 - 5F = 0$$

Nakreslete deformační schéma: možný pohyb tuhého nosníku a označte významné posuny.



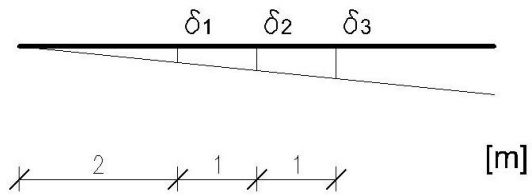
Obr.: Deformační schéma

Deformační podmínky vychází z deformačního schématu, kde se předpokládá natočení tuhého nosníku kolem bodu  $a$ . Posuny bodů nosníku  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  jsou zároveň protažení jednotlivých táhel.

Definujte vztah mezi jednotlivými protaženími

$$\delta_2 = (?) \cdot \delta_1$$

$$\delta_3 = (?) \cdot \delta_1$$



Obr.: Deformační schéma

Deformační podmínky vychází z deformačního schématu, kde se předpokládá natočení tuhého nosníku kolem bodu  $a$ . Posuny bodů nosníku  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  jsou zároveň protažení jednotlivých táhel.

Deformační podmínky:

$$\delta_2 = \frac{3}{2} \delta_1$$

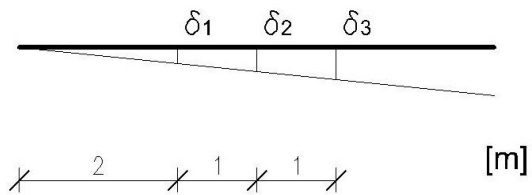
$$\delta_3 = \frac{4}{2} \delta_1$$

Dosaďte do deformačních podmínek vzorec pro protažení prutu  $\delta_i = \frac{N_i l_i}{EA}$

a určete vztah mezi normálovými silami v táhlech:

$$N_2 = (?) N_1$$

$$N_3 = (?) N_1$$



Obr.: Deformační schéma

Deformační podmínky vychází z deformačního schématu, kde se předpokládá natočení tuhého nosníku kolem bodu  $a$ . Posuny bodů nosníku  $\delta_1, \delta_2, \delta_3$  jsou zároveň protažení jednotlivých táhel.

Deformační podmínky:

$$\delta_2 = \frac{3}{2} \delta_1$$

$$\delta_3 = \frac{4}{2} \delta_1$$

Po dosazení vzorce pro protažení prutu  $\delta_i = \frac{N_i l_i}{EA}$

$$\frac{N_2 \cdot 3}{EA} = \frac{3}{2} \frac{N_1 \cdot 3}{EA}$$

$$\frac{N_3 \cdot 2}{EA} = \frac{4}{2} \frac{N_1 \cdot 3}{EA}$$

Po úpravě se dostane

$$N_2 = \frac{3}{2} N_1$$

$$N_3 = 3 N_1$$

Dosaďte deformační podmínky

$$N_2 = \frac{3}{2} N_1$$

$$N_3 = 3N_1$$

do statické podmínky

$$2N_1 + 3N_2 + 4N_3 - 5F = 0$$

a určete neznámé síly v táhlech:

$$N_1 = (?) \text{ [kN]}$$

$$N_2 = (?) \text{ [kN]}$$

$$N_3 = (?) \text{ [kN]}$$



Po dosazení deformačních podmínek

$$N_2 = \frac{3}{2} N_1$$

$$N_3 = 3N_1$$

do statické podmínky

$$2N_1 + 3N_2 + 4N_3 - 5F = 0$$

se získá

$$2N_1 + 3 \cdot \frac{3}{2} N_1 + 4 \cdot 3N_1 = 750 \cdot 10^3$$

z rovnice se určí

$$N_1 = 40,54 \cdot 10^3 N = 40,54 kN$$

Po zpětném dosazení do deformačních podmínek

$$N_2 = \frac{3}{2} N_1 = 60,81 kN$$

$$N_3 = 3N_1 = 121,62 kN$$