

—TRDNOST—

2020/2021

VAJE

Marko Zupan

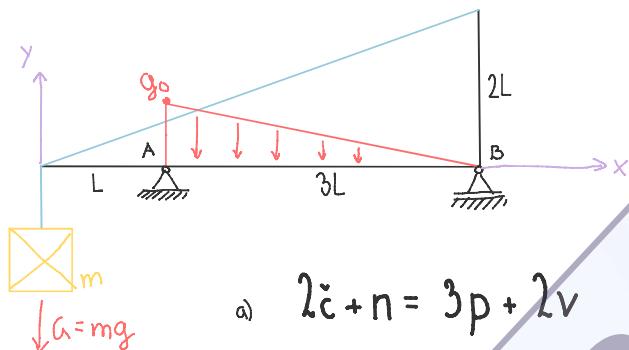
VAJA 1

STATIKA - reakcije, notranje obremenitve

TRDNOST - napetosti deformacije → predpogoj: notranje obremenitve

1. naloge

Za konstrukcijo preverite statično določenost in izračunajte mesto in velikost največjega notranjega upogibnega momenta.



$$\begin{aligned} L &= 1 \text{ m} \\ G &= 2 \text{ kN} \\ g_0 &= 10 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

- a) statična določenost
b) notranji upogibni moment (absolutna max. vrednost)

$$2\tilde{c} + n = 3p + 2v$$

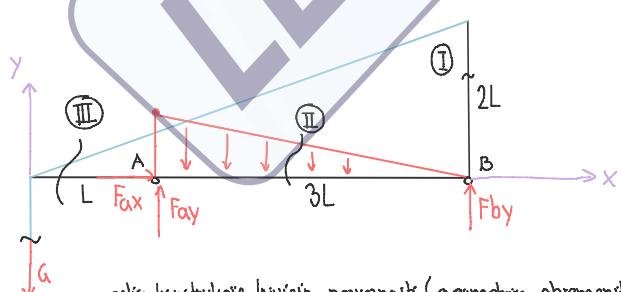
$$\begin{aligned} \tilde{c} &= \text{število členkov po posameznih elementih} \\ n &= \text{število neznanik v podporah} \\ p &= \text{število konstrukcijskih elementov (palic + nosilcev)} \\ v &= \text{število vozil} \end{aligned}$$

$$\frac{2 \cdot 2 + 3}{L} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{D} \quad (\text{izpolnjeni pogoj})$$

Ce je sila v vrvi znana se upošteva kot obremenitev in ne kot kons. element.

$L=D$ statično določena konstrukcija
 $L>D$ statično nedoločena konstrukcija
 $L<D$ statično predoločena konstrukcija → mehanizem (konstrukcija ni dovolj podprtta, gibanje)

b) izračunamo reakcije v podporah



ravnovesne enačbe

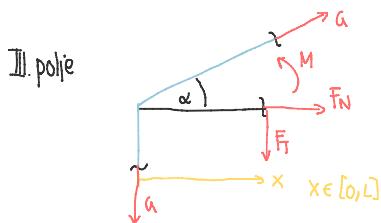
$$\begin{aligned} \sum F_{ix} = 0 &= F_{ax} \\ \sum F_{iy} = 0 &= F_{ay} + F_{bby} - G - \frac{g_0 \cdot 3L}{2} \end{aligned}$$

$$F_{bby} = G + \frac{g_0 \cdot 3L}{2} - F_{ay} = 4,33 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 &= G \cdot 4L - F_{ay} \cdot 3L + \frac{g_0 \cdot 3L}{2} \cdot \frac{2}{3} 3L \\ F_{ay} &= \frac{4 \cdot G + g_0 \cdot 3L}{3} = 12,67 \text{ kN} \end{aligned}$$

polici konstrukcije izvajajo nezveznosti (geometrija, obremenitve, materialne lastnosti)

V nadaljevanju rešimo nosilec po poljih. □ moramo rezultati tudi čez vriv



$$\alpha = \arctan \left(\frac{1}{2} \right) = 26,57^\circ$$

$$\sum F_{ix} = 0 = F_N + G \cdot \cos \alpha$$

$$\sum F_{iy} = 0 = -F_T - G + G \sin \alpha$$

$$\sum M_p = 0 = G \cdot x - G \cdot \sin \alpha \cdot x + M \quad M = G(\sin \alpha - 1) \cdot x$$

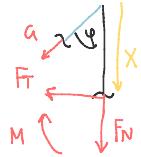
$$\begin{aligned} F_N &= -G \cos \alpha = -1,79 \text{ kN} \\ F_T &= -G + G \sin \alpha = -1,11 \text{ kN} \end{aligned}$$

sporočuje po maksimalnem upogibnem momentu

$$\begin{aligned} M(x=0) &= 0 \text{ Nm} \\ M(x=L) &= 1,1 \text{ kNm} \end{aligned} \quad \} \text{ robovi}$$

□ če nimamo linearne funkcije moramo preventi tudi stacionarne točke

I. polje



$$\varphi = 90^\circ - \alpha$$

$$\sum F_{ix} = 0 = -F_T - G \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\sum F_{iy} = 0 = -F_N - G \cdot \sin \alpha$$

$$F_T = -G \cdot \cos \alpha = -1,79 \text{ kN}$$

$$F_N = -G \cdot \sin \alpha = -0,89 \text{ kN}$$

$$x \in [0, 2L]$$

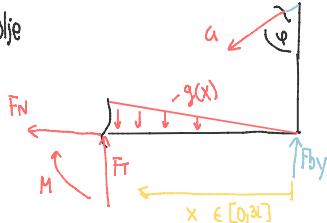
$$\sum M_p = 0 = -M + G \cdot \cos \alpha \cdot x = 0$$

$$M = G \cdot \cos \alpha \cdot x$$

$$M(x=0) = 0 \text{ Nm}$$

$$M(x=2L) = 3,58 \text{ kNm}$$

II. polje



$$\text{Določimo funkcijo } g(x): \quad g(x) = a \cdot x + b$$

$$g(0) = 0 \Rightarrow b = 0$$

$$g(3L) = g_0 = a \cdot 3L$$

$$g(x) = \frac{g_0 \cdot x}{3L}$$

$$\sum F_{ix} = 0 = -F_N - G \cdot \cos \alpha \quad F_N = -G \cdot \cos \alpha = -1,79 \text{ kN}$$

$$\sum F_{iy} = 0 = F_T + F_{By} - G \cdot \sin \alpha - \frac{g_0 x^2}{6L}$$

$$F_T = G \cdot \sin \alpha + \frac{g_0 x^2}{6L} - F_{By} =$$

$$\sum M_p = 0 = +F_{By} \cdot x + G \cdot \cos \alpha \cdot 2L - G \cdot \sin \alpha \cdot x - \frac{g_0 \cdot x^3}{18L} - M$$

$$M(x=0) = 3,58 \text{ kNm}$$

$$M(x=3L) = -1,11 \text{ kNm}$$

$$M(x=L) = 6,87 \text{ kNm}$$

maksimalni moment

$$M' = 0$$

$$M = F_{By} \cdot x + G \cdot \cos \alpha \cdot 2L - G \cdot \sin \alpha \cdot x - \frac{g_0 x^3}{18L}$$

$$\text{ekstrem momenta}$$

$$M' = F_{By} - G \cdot \sin \alpha \cdot 2L - G \cdot \cos \alpha \cdot x - G \cdot \sin \alpha \cdot x - \frac{g_0 x^2}{6L}$$

$$\frac{g_0 x^2}{6L} + G \cdot \cos \alpha \cdot x + G \cdot \sin \alpha \cdot (1+2) - F_{By} = 0$$

$$x_0 = \pm 1,4 \text{ m}$$