



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Materiály zpracované a inovované  
v rámci projektu

## **Perspektivy krajinného managementu - inovace krajinářských disciplín**

Číslo projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0080

Předmět: Technická mechanika a základy technického  
kreslení

část 4: Řešení nosníků

## 1. NOSNÍK ZATÍŽENÝ OSAMĚLÝMI BŘEMENY

Dimenzujte daný nosník dle obrázku

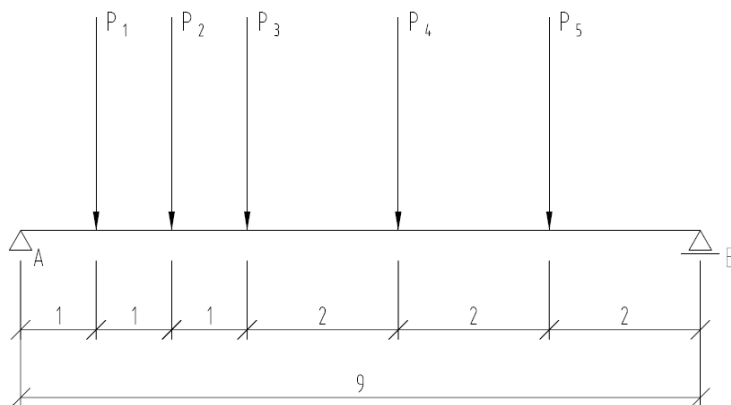
a/ dřevěný  $b : h = 5 : 7$

(výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $f_d = 12\text{MPa}$ ,  $\gamma_1 = 0,85$ ,  $\gamma_2 = 0,80$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $f_o = 100\text{MPa}$ .)

$P_1 = 4\text{ kN}$ ,  $P_2 = 4\text{ kN}$ ,  $P_3 = 3\text{ kN}$ ,  $P_4 = 2\text{ kN}$ ,  $P_5 = 2\text{ kN}$

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.



## 1. NOSNÍK ZATÍŽENÝ OSAMĚLÝMI BŘEMENY

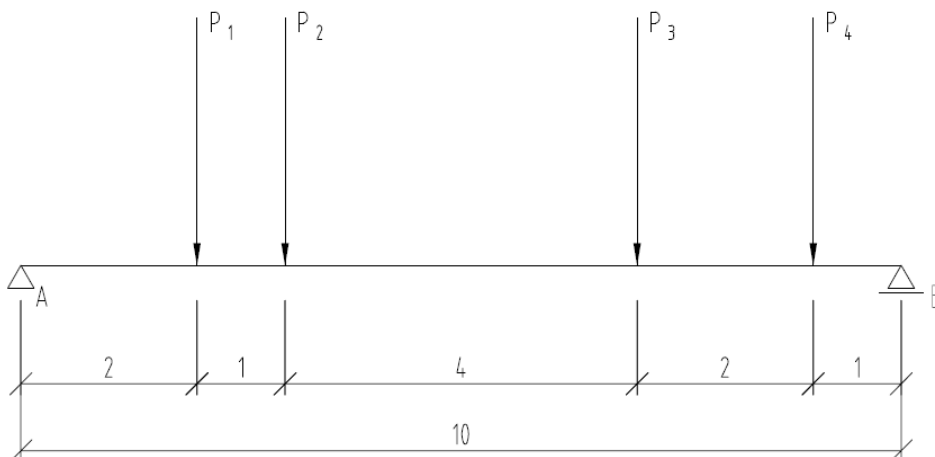
Dimenzujte daný nosník dle obrázku

a/ dřevěný  $b : h = 5 : 7$  (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $f_d = 8\text{MPa}$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100\text{MPa}$ .)

$P_1 = 2\text{ kN}$ ,  $P_2 = 3\text{ kN}$ ,  $P_3 = 5\text{ kN}$ ,  $P_4 = 4\text{ kN}$

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.



## 2. NOSNÍK ZATÍŽENÝ SPOJITÝM ROVNOMĚRNÝM ZATÍŽENÍM

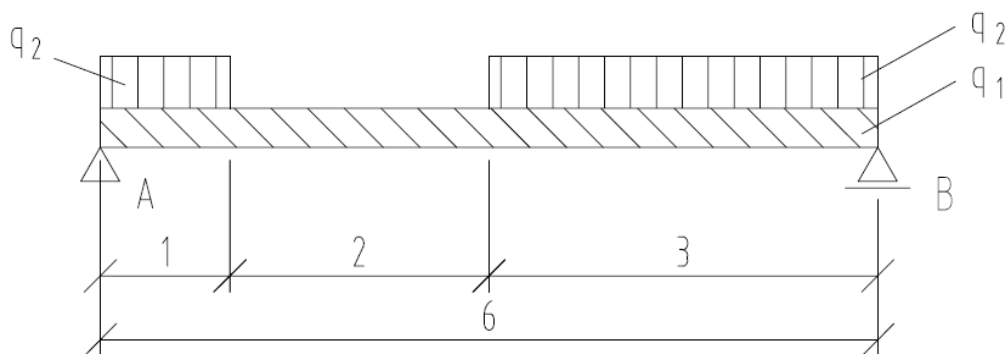
Dimenzujte daný nosník dle obrázku.

$$q_1 = 1 \text{ kNm}^{-1}, q_2 = 5 \text{ kNm}^{-1}$$

a/ dřevěný  $b : h = 5 : 7$  (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $f_d = 10 \text{ MPa}$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100 \text{ MPa}$ .)

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.



## 3. NOSNÍK ZATÍŽENÝ SPOJITÝM ROVNOMĚRNÝM ZATÍŽENÍM

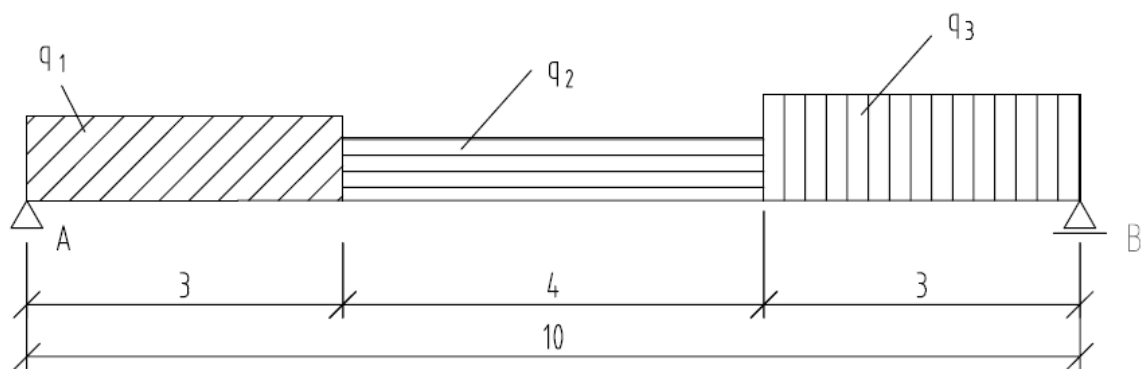
Dimenzujte daný nosník dle obrázku.

$$q_1 = 3,5 \text{ kNm}^{-1}, q_2 = 2,5 \text{ kNm}^{-1}, q_3 = 6 \text{ kNm}^{-1}$$

a/ dřevěný  $b : h = 5 : 7$  (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $f_d = 10 \text{ MPa}$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100 \text{ MPa}$ .)

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.



#### 4. NOSNÍK ZATÍŽENÝ KOMBINOVANÝM ZATÍŽENÍM

Dimenzujte daný nosník dle obrázku.

$F_1 = 4 \text{ kN}$ ,  $F_2 = 5 \text{ kN}$ ,  $F_3 = 5 \text{ kN}$ ,  $F_4 = 1 \text{ kN}$ ,  $F_5 = 1 \text{ kN}$ ,

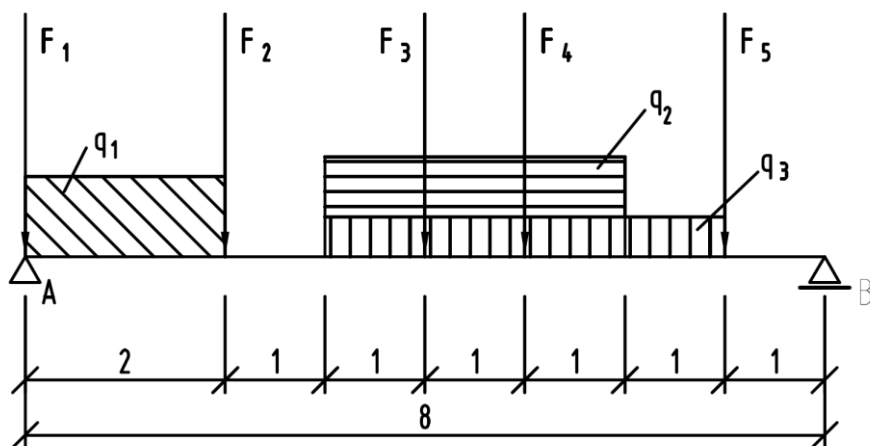
$q_1 = 2 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $q_2 = 1 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $q_3 = 5 \text{ kNm}^{-1}$

a/ dřevěný  $b : h = 5 : 7$  (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $f_d = 12 \text{ MPa}$ ,  $\gamma_1 = 0,85$ ,

$\gamma_2 = 0,80$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100 \text{ MPa}$ ,  $\gamma_1 = 0,85$ ,  $\gamma_2 = 0,80$ )

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou v metrech.



#### 5. NOSNÍK ZATÍŽENÝ KOMBINOVANÝM ZATÍŽENÍM

Dimenzujte daný nosník dle obrázku.

$F_1 = 2 \text{ kN}$ ,  $F_2 = 1 \text{ kN}$ ,  $F_3 = 2 \text{ kN}$ ,  $F_4 = 1 \text{ kN}$

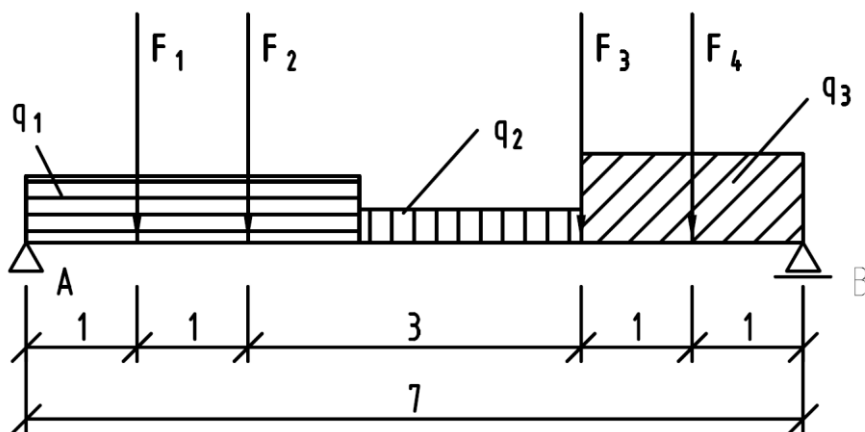
$q_1 = 4 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $q_2 = 2 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $q_3 = 5 \text{ kNm}^{-1}$

a/ dřevěný  $b : h = 5 : 7$

(výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $f_d = 12 \text{ MPa}$ ,  $\gamma_1 = 0,8$ ,  $\gamma_2 = 0,85$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100 \text{ MPa}$ )

Vykreslete obrazce T a M. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.



## ŘEŠENÉ PŘÍKLADY

### 1. NOSNÍK ZATÍŽENÝ OSAMĚLÝMI BŘEMENY

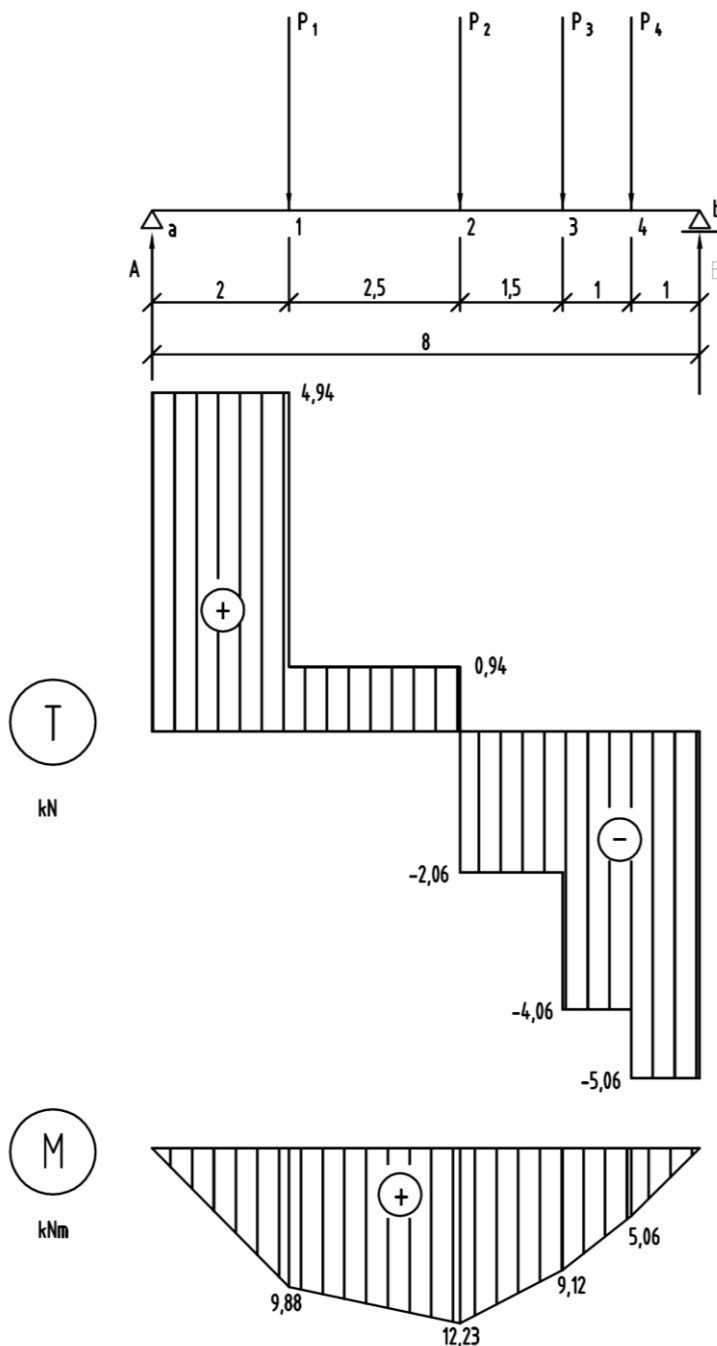
Dimenzujte daný nosník dle obrázku:

a/ dřevěný b : h = 5 : 7 (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $R_d = 8\text{MPa}$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100\text{MPa}$ .)

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.

$P_1 = 4\text{ kN}$ ,  $P_2 = 3\text{ kN}$ ,  $P_3 = 2\text{ kN}$ ,  $P_4 = 1\text{ kN}$



#### 1. Výpočet reakcí

$$\sum M_a = 0$$

$$P_1 \cdot 2 + P_2 \cdot 4.5 + P_3 \cdot 6 + P_4 \cdot 7 - B \cdot 8 = 0$$

$$4 \cdot 2 + 3 \cdot 4.5 + 2 \cdot 6 + 1 \cdot 7 = B \cdot 8$$

$$B = 5.06\text{ kN}$$

$$\sum M_b = 0$$

$$A \cdot 8 - P_1 \cdot 6 - P_2 \cdot 3.5 - P_3 \cdot 2 - P_4 \cdot 1 = 0$$

$$A \cdot 8 - 4 \cdot 6 - 3 \cdot 3.5 - 2 \cdot 2 - 1 \cdot 1 = 0$$

$$A = 4.94\text{ kN}$$

#### 2. Výpočet posouvajících sil

$$T_a = A = 4.94\text{ kN}$$

$$T_{1L} = T_a = 4.94\text{ kN}$$

$$T_{1P} = T_{1L} - P_1 = 0.94\text{ kN}$$

$$T_{2L} = T_{1P} = 0.94\text{ kN}$$

$$T_{2P} = T_{1P} - P_2 = -2.06\text{ kN}$$

$$T_{3L} = T_{2P} = -2.06\text{ kN}$$

$$T_{3P} = T_{2P} - P_3 = -4.06\text{ kN}$$

$$T_{4L} = T_{3P} = -4.06\text{ kN}$$

$$T_{4P} = T_{3P} - P_4 = -5.06\text{ kN}$$

#### 3. Výpočet ohybových momentů

$$M_1 = A \cdot 2 = 9.88\text{ kNm}$$

$$M_2 = A \cdot 4.5 - P_1 \cdot 2.5 = 12.23\text{ kNm}$$

$$M_3 = B \cdot 2 - P_4 \cdot 1 = 9.12\text{ kNm}$$

$$M_4 = B \cdot 1 = 5.06\text{ kNm}$$

$$M_{\max} = M_2 = 12.23\text{ kNm}$$

4. Návrh :

a) dřevěný

$$W_d = \frac{M_{\max}}{R_d} = \frac{12230}{8 \cdot 10^6} = 0,0015287 \text{ m}^3 = 1529 \text{ cm}^3$$

Navrhují  $b = 17 \text{ cm}$ ,  $h = 24 \text{ cm}$

$$W_{d \text{ tab}} = 1632 \text{ cm}^3$$

b) ocelový

$$W_o = \frac{M_{\max}}{R_o} = \frac{12230}{100 \cdot 10^6} = 0,0001223 \text{ m}^3 = 122,3 \text{ cm}^3$$

Navrhují  $I \text{ č. } 18$

$$W_{o \text{ tab}} = 161 \text{ cm}^3$$

5. Posouzení :

a) dřevěný

$$\sigma_d = \frac{M_{\max}}{W_{d \text{ tab}}} = \frac{12230}{1632 \cdot 10^{-6}} = 7,49 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 7,49 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d \leq R_d$$

b) ocelový

$$\sigma_o = \frac{M_{\max}}{W_{o \text{ tab}}} = \frac{12230}{161 \cdot 10^{-6}} = 75,9 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 75,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_o \leq R_o$$

Návrhy vyhovují.

## 2. NOSNÍK ZATÍŽENÝ OSAMĚLÝMI BŘEMENY

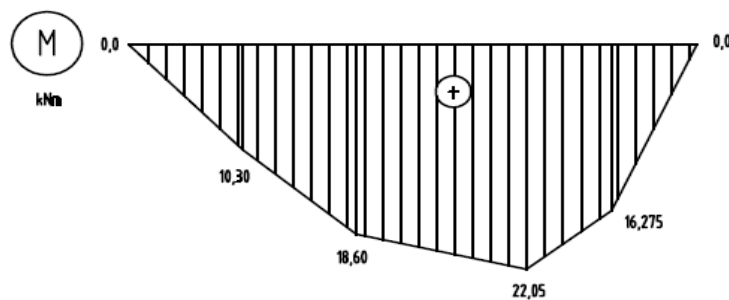
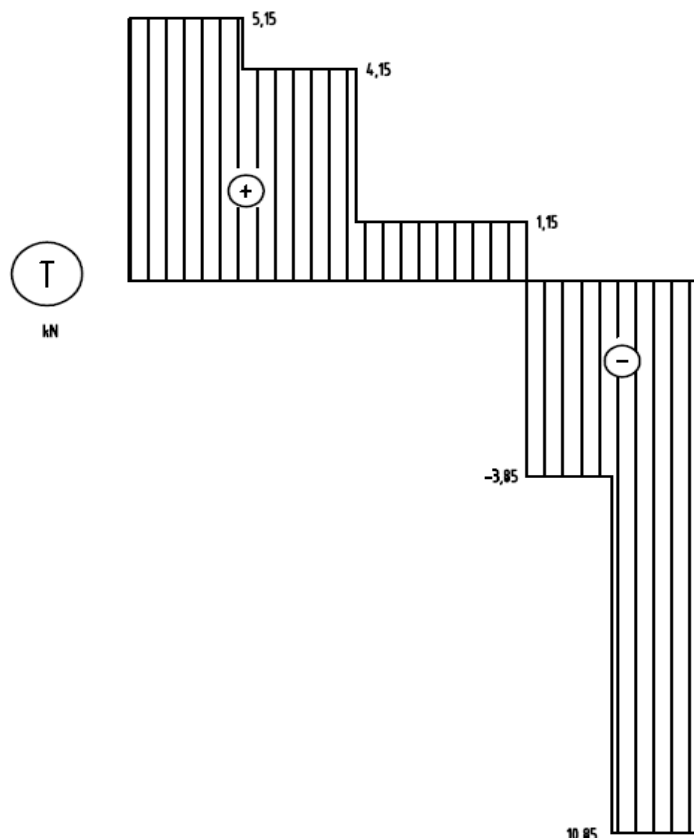
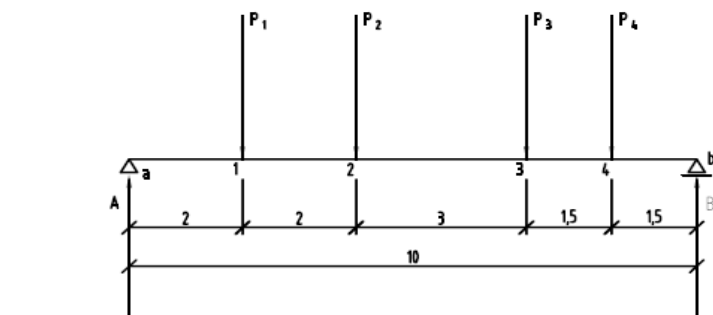
Dimenzujte daný nosník dle obrázku

a/ dřevěný b : h = 5 : 7 (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $R_d = 8 \text{ MPa}$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100 \text{ MPa}$ ).

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.

$P_1 = 1 \text{ kN}$ ,  $P_2 = 3 \text{ kN}$ ,  $P_3 = 5 \text{ kN}$ ,  $P_4 = 7 \text{ kN}$



### 1. Výpočet reakcí

$$\sum M_a = 0$$

$$P_1 \cdot 2 + P_2 \cdot 4 + P_3 \cdot 7 + P_4 \cdot 8,5 - B \cdot 10 = 0$$

$$1 \cdot 2 + 3 \cdot 4 + 5 \cdot 7 + 7 \cdot 8,5 = B \cdot 10$$

$$B = 10,85 \text{ kN}$$

$$\sum M_b = 0$$

$$A \cdot 10 - P_1 \cdot 8 - P_2 \cdot 6 - P_3 \cdot 3 - P_4 \cdot 1,5 = 0$$

$$A \cdot 10 - 1 \cdot 8 - 3 \cdot 6 - 5 \cdot 3 - 7 \cdot 1,5 = 0$$

$$A = 5,15 \text{ kN}$$

### 2. Výpočet posouvajících sil

$$T_a = A = 5,15 \text{ kN}$$

$$T_{1L} = T_a = 5,15 \text{ kN}$$

$$T_{1P} = T_{1L} - P_1 = 4,15 \text{ kN}$$

$$T_{2L} = T_{1P} = 4,15 \text{ kN}$$

$$T_{2P} = T_{1P} - P_2 = 1,15 \text{ kN}$$

$$T_{3L} = T_{2P} = 1,15 \text{ kN}$$

$$T_{3P} = T_{2P} - P_3 = -3,85 \text{ kN}$$

$$T_{4L} = T_{3P} = -3,85 \text{ kN}$$

$$T_{4P} = T_{3P} - P_4 = -10,85 \text{ kN}$$

### 3. Výpočet ohybových momentů

$$M_1 = A \cdot 2 = 10,3 \text{ kNm}$$

$$M_2 = A \cdot 4 - P_1 \cdot 2 = 18,6 \text{ kNm}$$

$$M_3 = A \cdot 7 - P_1 \cdot 5 - P_2 \cdot 3 = 22,05 \text{ kNm}$$

$$M_4 = B \cdot 1,5 = 16,275 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} = M_3 = 22,05 \text{ kNm}$$

4. Návrh :

a) dřevěný

$$W_d = \frac{M_{\max}}{R_d} = \frac{22,05 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^6} = 0,002756 \text{ m}^3 = 2756 \text{ cm}^3$$

Navrhuji  $b = 21 \text{ cm}$ ,  $h = 29 \text{ cm}$

$$W_{dtab} = 2943,5 \text{ cm}^3$$

b) ocelový

$$W_o = \frac{M_{\max}}{R_o} = \frac{22,05 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^6} = 0,0002205 \text{ m}^3 = 220,5 \text{ cm}^3$$

Navrhuji  $I$  č.22

$$W_{otab} = 278 \text{ cm}^3$$

5. Posouzení :

a) dřevěný

$$\sigma_d = \frac{M_{\max}}{W_{dtab}} = \frac{22,05 \cdot 10^3}{2943,5 \cdot 10^{-6}} = 7,49 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 7,49 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d \leq R_d$$

b) ocelový

$$\sigma_o = \frac{M_{\max}}{W_{otab}} = \frac{22,05 \cdot 10^3}{278 \cdot 10^{-6}} = 79,32 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 79,32 \text{ MPa}$$

$$\sigma_o \leq R_o$$

Návrhy vyhovují.



### 3. NOSNÍK ZATÍŽENÝ SPOJITÝM ROVNOMĚRNÝM ZATÍŽENÍM

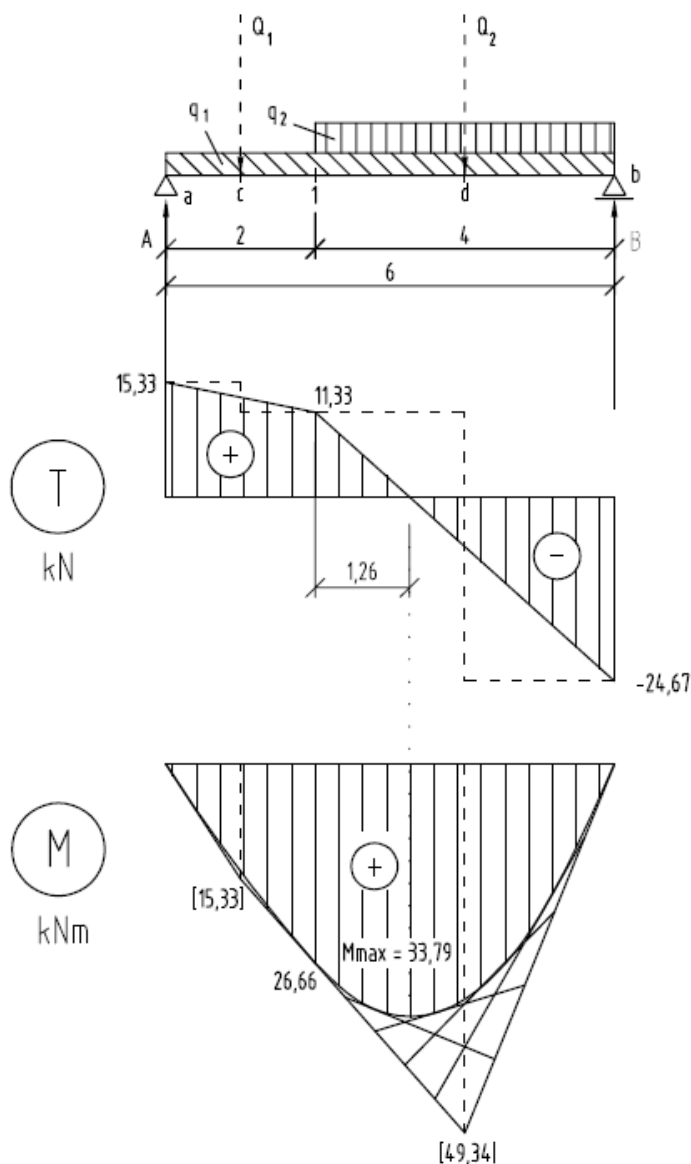
Dimenzujte daný nosník dle obrázku.

$$q_1 = 2 \text{ kNm}^{-1}, q_2 = 7 \text{ kNm}^{-1}$$

a/ dřevěný b : h = 5 : 7 (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $R_d = 8 \text{ MPa}$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100 \text{ MPa}$ .)

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.



$$Q_1 = q_1 \cdot 2 = 4 \text{ kN}$$

$$Q_2 = (q_1 + q_2) \cdot 4 = 36 \text{ kN}$$

1. Výpočet reakcí

$$\sum M_a = 0$$

$$Q_1 \cdot 1 + Q_2 \cdot 4 - B \cdot 6 = 0$$

$$4 \cdot 1 + 36 \cdot 4 = B \cdot 6$$

$$B = 24,67 \text{ kN}$$

$$\sum M_b = 0$$

$$A \cdot 6 - Q_1 \cdot 5 - Q_2 \cdot 2 = 0$$

$$A \cdot 6 - 4 \cdot 5 - 36 \cdot 2 = 0$$

$$A = 15,33 \text{ kN}$$

2. Výpočet posouvajících sil

$$T_a = A = 15,33 \text{ kN}$$

$$T_1 = T_a - Q_1 = 15,33 - 4 = 11,33 \text{ kN}$$

$$T_x = 0$$

$$T_x = T_1 - Q_x$$

$$T_1 - Q_x = 0$$

$$T_1 - (q_1 + q_2) \cdot x = 0$$

$$11,33 - 9 \cdot x = 0$$

$$x = \frac{11,33}{9} = 1,26 \text{ m}$$

3. Výpočet ohybových momentů

$$M_1 = A \cdot 2 - Q_1 \cdot 1 = 26,66 \text{ kNm}$$

$$M_x = A \cdot (2 + x) - Q_1(1 + x) - (q_1 + q_2) \frac{x^2}{2} = 33,79 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} = M_x = 33,79 \text{ kNm}$$

Pomocné momenty :

$$[M_c] = A \cdot 1 = 15,33 \text{ kNm}$$

$$[M_d] = B \cdot 2 = 49,34 \text{ kNm}$$

4. Návrh :

a) dřevěný

$$W_d = \frac{M_{\max}}{R_d} = \frac{33,79 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^6} = 0,0042237 \text{ m}^3 = 4223,7 \text{ cm}^3$$

Navrhuji  $b = 24 \text{ cm}$ ,  $h = 33 \text{ cm}$

$$W_{dtab} = 4356 \text{ cm}^3$$

b) ocelový

$$W_o = \frac{M_{\max}}{R_o} = \frac{33,79 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^6} = 0,0003379 \text{ m}^3 = 337,9 \text{ cm}^3$$

Navrhuji I č.24

$$W_{otab} = 354 \text{ cm}^3$$

5. Posouzení:

a) dřevěný

$$\sigma_d = \frac{M_{\max}}{W_{dtab}} = \frac{33,79 \cdot 10^3}{4356 \cdot 10^{-6}} = 7,757 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 7,757 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d \leq R_d$$

b) ocelový

$$\sigma_o = \frac{M_{\max}}{W_{otab}} = \frac{33,79 \cdot 10^3}{354 \cdot 10^{-6}} = 95,452 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 95,452 \text{ MPa}$$

$$\sigma_o \leq R_o$$

Návrhy vyhovují.

#### 4. NOSNÍK ZATÍŽENÝ SPOJITÝM ROVNOMĚRNÝM ZATÍŽENÍM

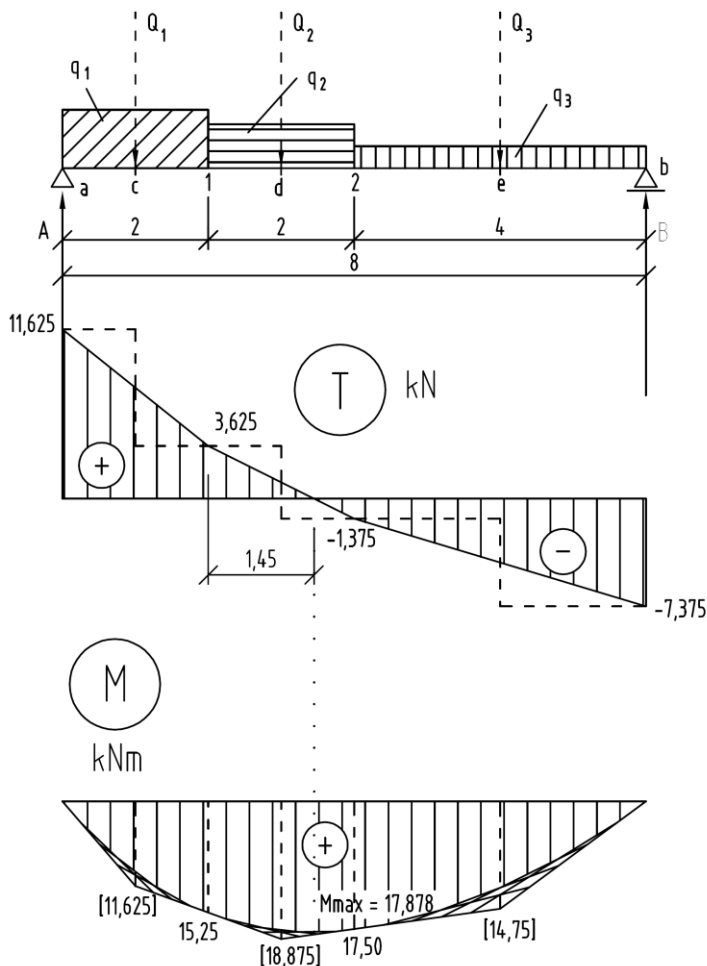
Dimenzujte daný nosník dle obrázku.

$$q_1 = 4 \text{ kNm}^{-1}, q_2 = 2,5 \text{ kNm}^{-1}, q_3 = 1,5 \text{ kNm}^{-1}$$

a/ dřevěný b : h = 5 : 7 (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $R_d = 8 \text{ MPa}$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100 \text{ MPa}$ .)

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.



$$Q_1 = q_1 \cdot 2 = 8 \text{ kN}$$

$$Q_2 = q_2 \cdot 2 = 5 \text{ kN}$$

$$Q_3 = q_3 \cdot 4 = 6 \text{ kN}$$

##### 1. Výpočet reakcí

$$\sum M_a = 0$$

$$Q_1 \cdot 1 + Q_2 \cdot 3 + Q_3 \cdot 6 - B \cdot 8 = 0$$

$$8 \cdot 1 + 5 \cdot 3 + 6 \cdot 6 = B \cdot 8$$

$$B = 7,375 \text{ kN}$$

$$\sum M_b = 0$$

$$A \cdot 8 - Q_1 \cdot 7 - Q_2 \cdot 5 - Q_3 \cdot 2 = 0$$

$$A \cdot 8 - 8 \cdot 7 - 5 \cdot 5 - 6 \cdot 2 = 0$$

$$A = 11,625 \text{ kN}$$

##### 2. Výpočet posouvajících sil

$$T_a = A = 11,625 \text{ kN}$$

$$T_1 = T_a - Q_1 = 11,625 - 8 = 3,625 \text{ kN}$$

$$T_2 = T_1 - Q_2 = 3,625 - 5 = -1,375 \text{ kN}$$

$$T_x = 0$$

$$T_x = T_1 - Q_x$$

$$T_1 - Q_x = 0$$

$$T_1 - q_2 \cdot x = 0$$

$$3,625 - 2,5 \cdot x = 0$$

$$x = \frac{3,625}{2,5} = 1,45 \text{ m}$$

##### 3. Výpočet ohybových momentů

$$M_1 = A \cdot 2 - Q_1 \cdot 1 = 15,25 \text{ kNm}$$

$$M_2 = A \cdot 4 - Q_1 \cdot 3 - Q_2 \cdot 1 = B \cdot 4 - Q_3 \cdot 2 = 17,5 \text{ kNm}$$

$$M_x = A \cdot (2 + x) - Q_1(1 + x) - q_2 \frac{x^2}{2} = 17,878 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} = M_x = 17,878 \text{ kNm}$$

Pomocné momenty :

$$[M_c] = A \cdot 1 = 11,625 \text{ kNm}$$

$$[M_d] = A \cdot 3 - Q_1 \cdot 2 = 18,875 \text{ kNm}$$

$$[M_e] = B \cdot 2 = 14,75 \text{ kNm}$$

4. Návrh :

a) dřevěný

$$W_d = \frac{M_{\max}}{R_d} = \frac{17,878 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^6} = 0,002235 \text{ m}^3 = 2235 \text{ cm}^3$$

Navrhuji  $b = 19 \text{ cm}$ ,  $h = 27 \text{ cm}$

$$W_{dtab} = 2308,6 \text{ cm}^3$$

b) ocelový

$$W_o = \frac{M_{\max}}{R_o} = \frac{17,878 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^6} = 0,00017878 \text{ m}^3 = 178,78 \text{ cm}^3$$

Navrhuji  $I \text{ č. } 20$

$$W_{o tab} = 214 \text{ cm}^3$$

5. Posouzení:

a) dřevěný

$$\sigma_d = \frac{M_{\max}}{W_{dtab}} = \frac{17,878 \cdot 10^3}{2308 \cdot 10^{-6}} = 7,746 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 7,746 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d \leq R_d$$

b) ocelový

$$\sigma_o = \frac{M_{\max}}{W_{o tab}} = \frac{17,878 \cdot 10^3}{214 \cdot 10^{-6}} = 83,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 83,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_o \leq R_o$$

Návrhy vyhovují.

## 5. NOSNÍK ZATÍŽENÝ KOMBINOVANÝM ZATÍŽENÍM

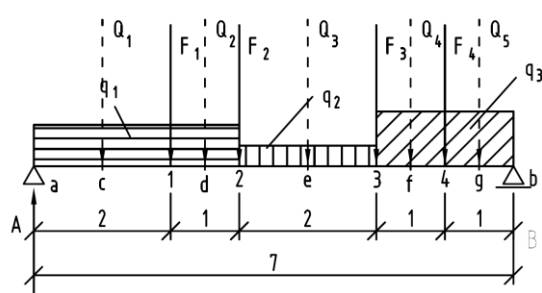
Dimenzujte daný nosník dle obrázku.

$F_1 = 2 \text{ kN}$ ,  $F_2 = 1 \text{ kN}$ ,  $F_3 = 4 \text{ kN}$ ,  $F_4 = 3 \text{ kN}$ ,  $q_1 = 2 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $q_2 = 1 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $q_3 = 3 \text{ kNm}^{-1}$

a/ dřevěný b : h = 5 : 7 (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $R_d = 12 \text{ MPa}$ ,  $\gamma_1 = 0,85$ ,  $\gamma_2 = 0,80$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100 \text{ MPa}$ ,  $\gamma_1 = 0,85$ ,  $\gamma_2 = 0,80$ )

Vykreslete obrazce posouvajících sil a momentový. Rozměry nosníku jsou v metrech.



$$Q_1 = q_1 \cdot 2 = 4 \text{ kN}$$

$$Q_2 = q_1 \cdot 1 = 2 \text{ kN}$$

$$Q_3 = q_2 \cdot 2 = 2 \text{ kN}$$

$$Q_4 = q_3 \cdot 1 = 3 \text{ kN}$$

$$Q_5 = q_3 \cdot 1 = 3 \text{ kN}$$

1. Výpočet reakcí

$$\sum M_b = 0$$

$$A \cdot 7 - Q_1 \cdot 6 - F_1 \cdot 5 - Q_2 \cdot 4,5 - F_2 \cdot 4 - Q_3 \cdot 3 - F_3 \cdot 2 - Q_4 \cdot 1,5 - F_4 \cdot 1 - Q_5 \cdot 0,5 = 0$$

$$A \cdot 7 - 4 \cdot 6 - 2 \cdot 5 - 2 \cdot 4,5 - 1 \cdot 4 - 2 \cdot 3 - 4 \cdot 2 - 3 \cdot 1,5 - 3 \cdot 1 - 3 \cdot 0,5 = 0$$

$$A = 10,0 \text{ kN}$$

$$\sum M_a = 0$$

$$-B \cdot 7 + Q_5 \cdot 6,5 + F_4 \cdot 6 + Q_4 \cdot 5,5 + F_3 \cdot 5 + Q_3 \cdot 4 + F_2 \cdot 3 + Q_2 \cdot 2,5 + F_1 \cdot 2 + Q_1 \cdot 1 = 0$$

$$-B \cdot 7 + 3 \cdot 6,5 + 3 \cdot 6 + 3 \cdot 5,5 + 4 \cdot 5 + 2 \cdot 4 + 1 \cdot 3 + 2 \cdot 2,5 + 2 \cdot 1 + 4 \cdot 1 = 0$$

$$B = 14 \text{ kN}$$

2. Výpočet posouvajících sil

$$T_a = A = 10,0 \text{ kN}$$

$$T_{1L} = T_a - Q_1 = 10,0 - 4,0 = 6,0 \text{ kN}$$

$$T_{1P} = T_{1L} - F_1 = 6 - 2 = 4,0 \text{ kN}$$

$$T_{2L} = T_{1P} - Q_2 = 4,0 - 2,0 = 2,0 \text{ kN}$$

$$T_{2P} = T_{2L} - F_2 = 2,0 - 1,0 = 1,0 \text{ kN}$$

$$T_{3L} = T_{2P} - Q_3 = 1,0 - 2,0 = -1,0 \text{ kN}$$

$$T_{3P} = T_{3L} - F_3 = -1,0 - 4 = -5,0 \text{ kN}$$

$$T_{4L} = T_{3P} - Q_4 = -5 - 3 = -8,0 \text{ kN}$$

$$T_{4P} = T_{4L} - F_4 = -8,0 - 3 = -11,0 \text{ kN}$$

$$T_b = T_{4P} - Q_5 = -11,0 - 3 = -14,0 \text{ kN}$$

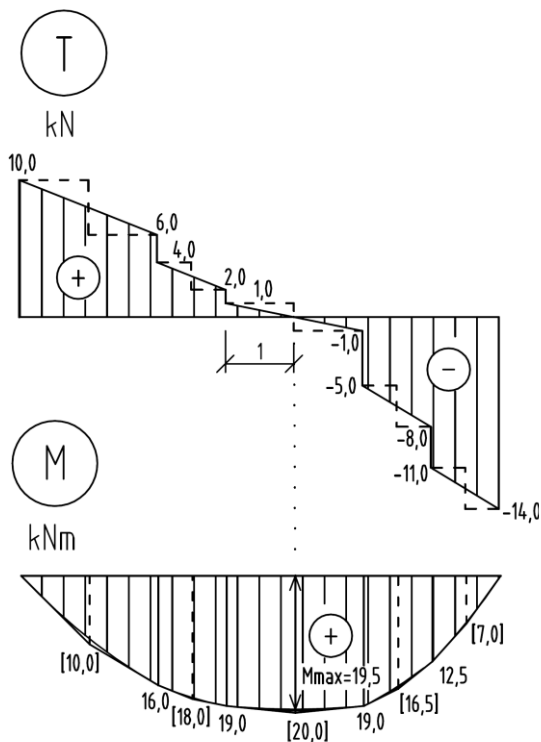
$$T_x = 0$$

$$T_x = T_{2P} - Q_x$$

$$T_{2P} - Q_x = 0$$

$$T_{2P} - q_2 \cdot x = 0$$

$$x = \frac{T_{2P}}{q_2} = \frac{1,0}{1,0} = 1,0 \text{ m}$$



### 3. Výpočet ohybových momentů

$$M_a = M_b = 0$$

$$M_1 = A \cdot 2 - Q_1 \cdot 1 = 16,0 \text{ kNm}$$

$$M_2 = A \cdot 3 - Q_1 \cdot 2 - F_1 \cdot 1 - Q_2 \cdot 0,5 = 19,0 \text{ kNm}$$

$$M_3 = B \cdot 2 - Q_5 \cdot 1,5 - F_4 \cdot 1 - Q_4 \cdot 0,5 = 19,0 \text{ kNm}$$

$$M_4 = B \cdot 1 - Q_5 \cdot 0,5 = 12,5 \text{ kNm}$$

$$M_x = A \cdot 4 - Q_1 \cdot 3 - F_1 \cdot 2 - Q_2 \cdot 1,5 - F_2 \cdot 1 - q_2 \cdot \frac{x^2}{2} = 19,5 \text{ kNm}$$

Pomocné momenty :

$$[M_c] = A \cdot 1,0 = 10,0 \text{ kNm}$$

$$[M_d] = A \cdot 2,5 - Q_1 \cdot 1,5 - F_1 \cdot 0,5 = 18,0 \text{ kNm}$$

$$[M_e] = A \cdot 4 - Q_1 \cdot 3 - F_1 \cdot 2 - Q_2 \cdot 1,5 - F_2 \cdot 1,0 = 20,0 \text{ kNm}$$

$$[M_f] = B \cdot 1,5 - Q_5 \cdot 1,0 - F_4 \cdot 0,5 = 16,5 \text{ kNm}$$

$$[M_g] = B \cdot 0,5 = 7,0 \text{ kNm}$$

### 4. Návrh :

a) dřevěný

$$W_d = \frac{M_{\max}}{R_d \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2} = \frac{19,5 \cdot 10^3}{12 \cdot 10^6 \cdot 0,85 \cdot 0,80} = 0,0023897 \text{ m}^3 = 2390 \text{ cm}^3$$

Navrhuji  $b = 20 \text{ cm}$ ,  $h = 28 \text{ cm}$

$$W_{d \text{ tab}} = 2613,3 \text{ cm}^3$$

b) ocelový

$$W_o = \frac{M_{\max}}{R_o \cdot \gamma} = \frac{19,5 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^6 \cdot 0,85 \cdot 0,80} = 0,0002867 \text{ m}^3 = 286,7 \text{ cm}^3$$

Navrhuji I č.24

$$W_{o \text{ tab}} = 354 \text{ cm}^3$$

### 5. Posouzení :

a) dřevěný

$$\sigma_d = \frac{M_{\max}}{W_{d \text{ tab}}} = \frac{19,5 \cdot 10^3}{2613,3 \cdot 10^{-6}} = 7,4 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 7,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d \leq R_d \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$$

b) ocelový

$$\sigma_o = \frac{M_{\max}}{W_{o \text{ tab}}} = \frac{19,5 \cdot 10^3}{354 \cdot 10^{-6}} = 55,08 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 55,08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_o \leq R_o \cdot \gamma_1 \cdot \gamma_2$$

Návrhy vyhovují.

## 6. NOSNÍK ZATÍŽENÝ KOMBINOVANÝM ZATÍŽENÍM

Dimenzujte daný nosník dle obrázku.

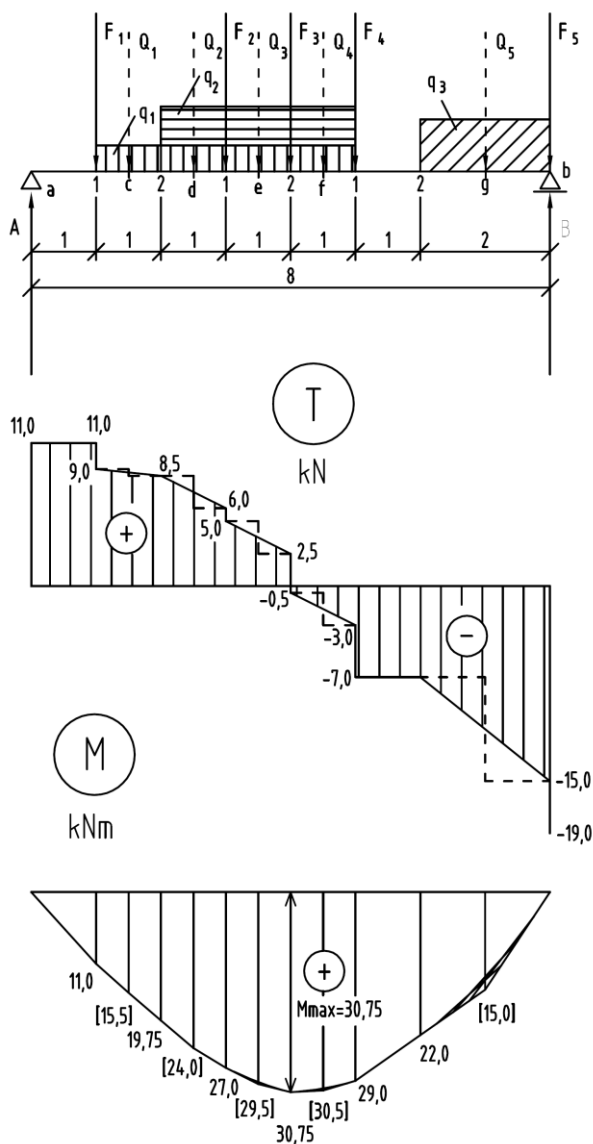
$F_1 = 2 \text{ kN}$ ,  $F_2 = 1 \text{ kN}$ ,  $F_3 = 3 \text{ kN}$ ,  $F_4 = 4 \text{ kN}$ ,  $F_5 = 4 \text{ kN}$ ,

$q_1 = 0,5 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $q_2 = 2 \text{ kNm}^{-1}$ ,  $q_3 = 4 \text{ kNm}^{-1}$

a/ dřevěný  $b : h = 5 : 7$  (výpočtová pevnost dřeva v ohybu  $R_d = 12 \text{ MPa}$ ,  $\gamma = 0,9$ )

b/ ocelový I profil (výpočtová pevnost oceli v ohybu  $R_o = 100 \text{ MPa}$ ,  $\gamma = 0,9$ )

Vykreslete obrazce T a M. Rozměry nosníku jsou uvedeny v metrech.



$$Q_1 = q_1 \cdot 1 = 0,5 \text{ kN}$$

$$Q_2 = (q_1 + q_2) \cdot 1 = 2,5 \text{ kN}$$

$$Q_3 = (q_1 + q_2) \cdot 1 = 2,5 \text{ kN}$$

$$Q_4 = (q_1 + q_2) \cdot 1 = 2,5 \text{ kN}$$

$$Q_5 = q_3 \cdot 2 = 8 \text{ kN}$$

1. Výpočet reakcí

$$\sum M_b = 0$$

$$A \cdot 8 - F_1 \cdot 7 - Q_1 \cdot 6,5 - Q_2 \cdot 5,5 - F_2 \cdot 5 - Q_3 \cdot 4,5 - F_3 \cdot 4 - Q_4 \cdot 3,5 - F_4 \cdot 3 - Q_5 \cdot 1 = 0$$

$$A \cdot 8 - 2 \cdot 7 - 0,5 \cdot 6,5 - 2,5 \cdot 5,5 - 1 \cdot 5 - 2,5 \cdot 4,5 - 3 \cdot 4 - 2,5 \cdot 3,5 - 4 \cdot 3 - 8 \cdot 1 = 0$$

$$A = 11,0 \text{ kN}$$

$$\sum M_a = 0$$

$$-B \cdot 8 + F_5 \cdot 8 + Q_5 \cdot 7 + F_4 \cdot 5 + Q_4 \cdot 4,5 + F_3 \cdot 4 + Q_3 \cdot 3,5 + F_2 \cdot 3 + Q_2 \cdot 2,5 + Q_1 \cdot 1,5 + F_1 \cdot 1 = 0$$

$$-B \cdot 8 + 4 \cdot 8 + 8 \cdot 7 + 4 \cdot 5 + 2,5 \cdot 4,5 + 3 \cdot 4 + 2,5 \cdot 3,5 + 1 \cdot 3 + 2,5 \cdot 2,5 + 0,5 \cdot 1,5 + 2 \cdot 1 = 0$$

$$B = 19 \text{ kN}$$

2. Výpočet posouvajících sil

$$T_a = A = 11,0 \text{ kN}$$

$$T_{1L} = T_a = 11,0 \text{ kN}$$

$$T_{1P} = T_{1L} - F_1 = 11 - 2 = 9 \text{ kN}$$

$$T_2 = T_{1P} - Q_1 = 9,0 - 0,5 = 8,5 \text{ kN}$$

$$T_{3L} = T_2 - Q_2 = 8,5 - 2,5 = 6,0 \text{ kN}$$

$$T_{3P} = T_{3L} - F_2 = 6 - 1 = 5,0 \text{ kN}$$

$$T_{4L} = T_{3P} - Q_3 = 5 - 2,5 = 2,5 \text{ kN}$$

$$T_{4P} = T_{4L} - F_3 = 2,5 - 3 = -0,5 \text{ kN}$$

$$T_{5L} = T_{4P} - Q_4 = -0,5 - 2,5 = -3,0 \text{ kN}$$

$$T_{5P} = T_{5L} - F_4 = 3,0 - 4 = -7,0 \text{ kN}$$

$$T_6 = T_{5P} = -7,0 \text{ kN}$$

$$T_b = T_6 - Q_5 = -7,0 - 8 = -15,0 \text{ kN}$$

3. Výpočet ohybových momentů

$$M_a = M_b = 0$$

$$M_1 = A \cdot 1 = 11,0 \text{ kNm}$$

$$M_2 = A \cdot 2 - F_1 \cdot 1 - Q_1 \cdot 0,5 = 19,75 \text{ kNm}$$

$$M_3 = A \cdot 3 - F_1 \cdot 2 - Q_1 \cdot 1,5 - Q_2 \cdot 0,5 = 27 \text{ kNm}$$

$$M_4 = B \cdot 4 - F_5 \cdot 4 - Q_5 \cdot 3 - F_4 \cdot 1 - Q_4 \cdot 0,5 = 30,75 \text{ kNm}$$

$$M_5 = B \cdot 3 - F_5 \cdot 3 - Q_5 \cdot 2 = 29,0 \text{ kNm}$$

$$M_6 = B \cdot 2 - F_5 \cdot 2 - Q_5 \cdot 1 = 22,0 \text{ kNm}$$

$$M_{\max} = M_4 = 30,75 \text{ kNm}$$

Pomocné momenty :

$$[M_c] = A \cdot 1,5 - F_1 \cdot 0,5 = 15,5 \text{ kNm}$$

$$[M_d] = A \cdot 2,5 - F_1 \cdot 1,5 - Q_1 \cdot 1 = 24,0 \text{ kNm}$$

$$[M_e] = A \cdot 3,5 - F_1 \cdot 2,5 - Q_1 \cdot 2 - Q_2 \cdot 1 - F_2 \cdot 0,5 = 29,5 \text{ kNm}$$

$$[M_f] = B \cdot 3,5 - F_5 \cdot 3,5 - Q_5 \cdot 2,5 - F_4 \cdot 0,5 = 30,5 \text{ kNm}$$

$$[M_g] = B \cdot 1 - F_5 \cdot 1 = 15,0 \text{ kNm}$$

4. Návrh :

a) dřevěný

$$W_d = \frac{M_{\max}}{R_d \cdot \gamma} = \frac{30,75 \cdot 10^3}{12 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 0,0028472 \text{ m}^3 = 2847,2 \text{ cm}^3$$

Navrhuji  $b = 21 \text{ cm}$ ,  $h = 29 \text{ cm}$

$$W_{d \text{ tab}} = 2943,5 \text{ cm}^3$$

b) ocelový

$$W_o = \frac{M_{\max}}{R_o \cdot \gamma} = \frac{30,75 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^6 \cdot 0,9} = 0,0003416 \text{ m}^3 = 341,6 \text{ cm}^3$$

Navrhuji  $I \text{ č.} 24$

$$W_{o \text{ tab}} = 354 \text{ cm}^3$$

5. Posouzení :

a) dřevěný

$$\sigma_d = \frac{M_{\max}}{W_{d \text{ tab}}} = \frac{30,75 \cdot 10^3}{2943,5 \cdot 10^{-6}} = 10,4 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 10,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_d \leq R_d \cdot \gamma$$

b) ocelový

$$\sigma_o = \frac{M_{\max}}{W_{o \text{ tab}}} = \frac{30,75 \cdot 10^3}{354 \cdot 10^{-6}} = 86,86 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 86,86 \text{ MPa}$$

$$\sigma_o \leq R_o \cdot \gamma$$

Návrhy vyhovují.