

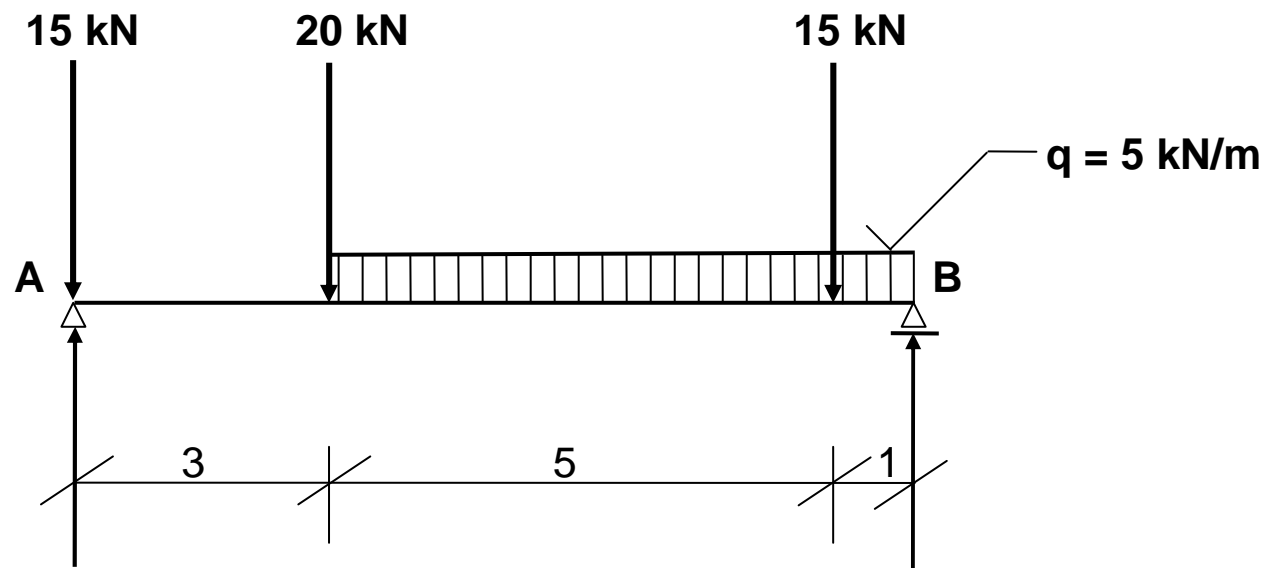
Všeobecné základy lesníckych stavieb

PROGRAM č. 3

Nosník

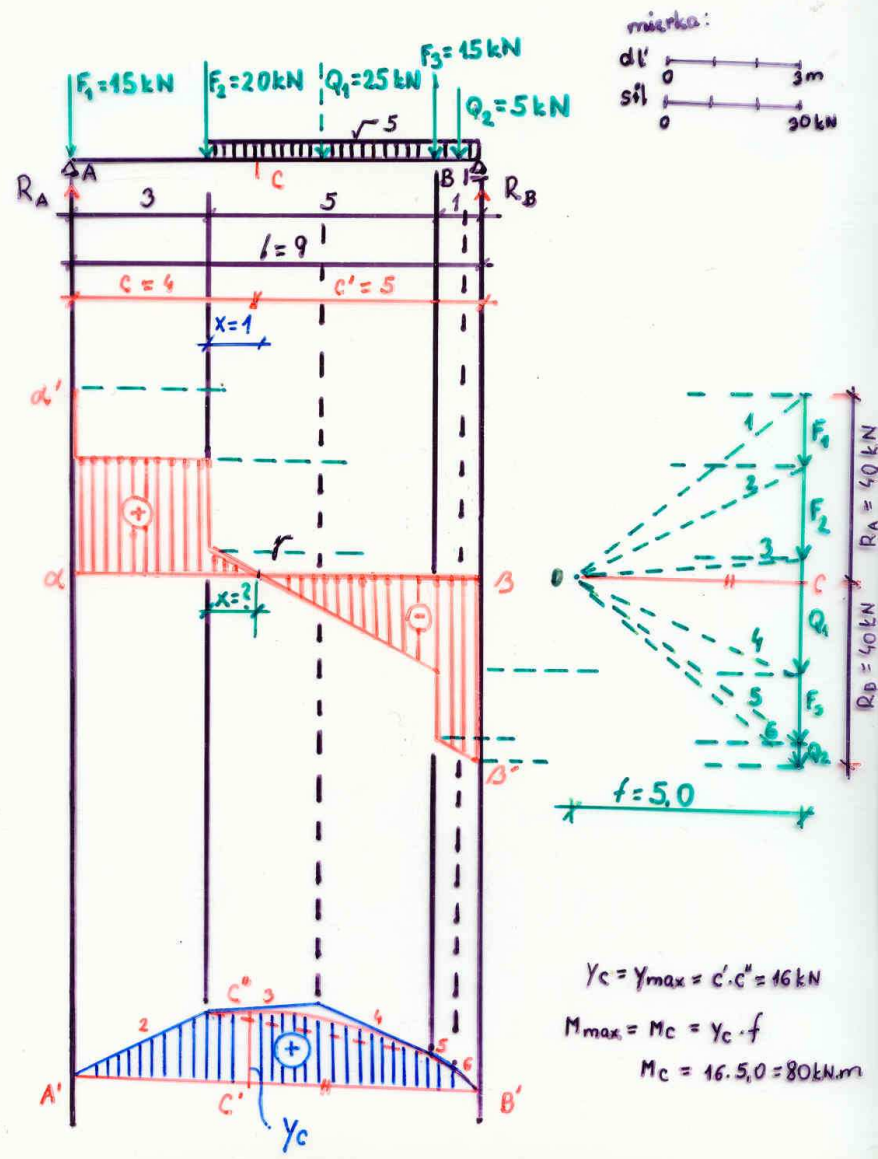
Zadanie

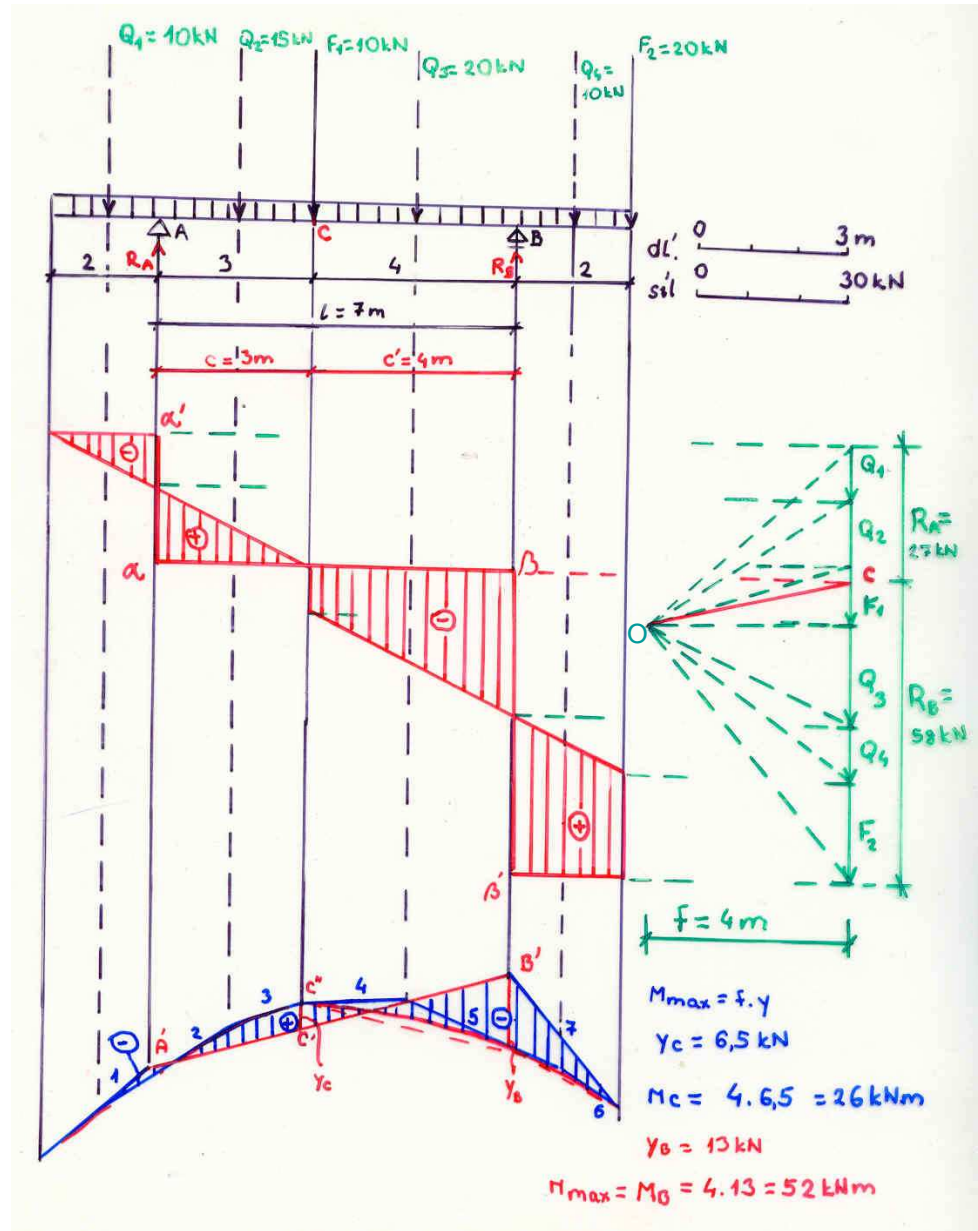
- riešte graficky a počtársky jednoduchý prostý nosník
- prevedte jeho návrh a posúdenie prierezu

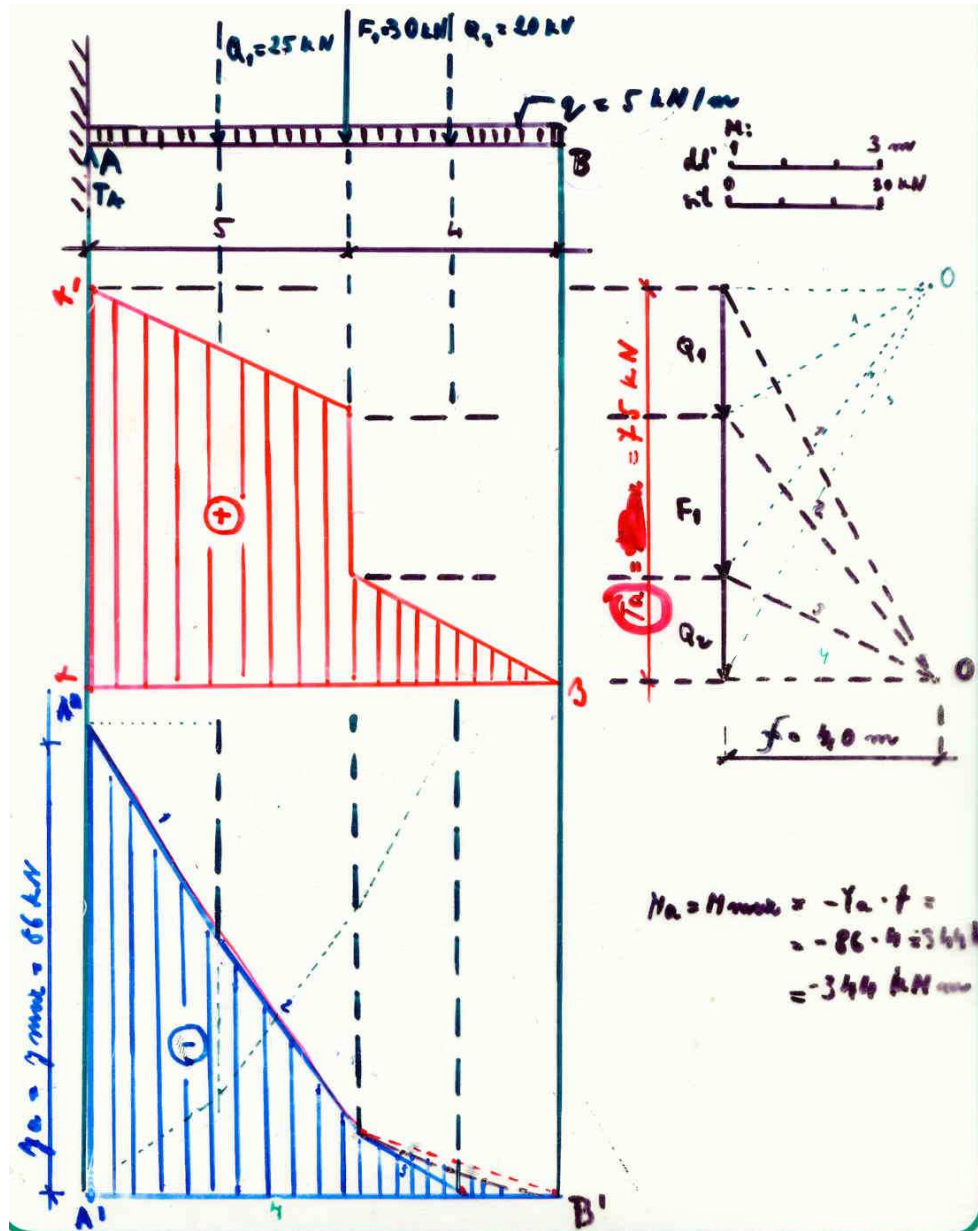


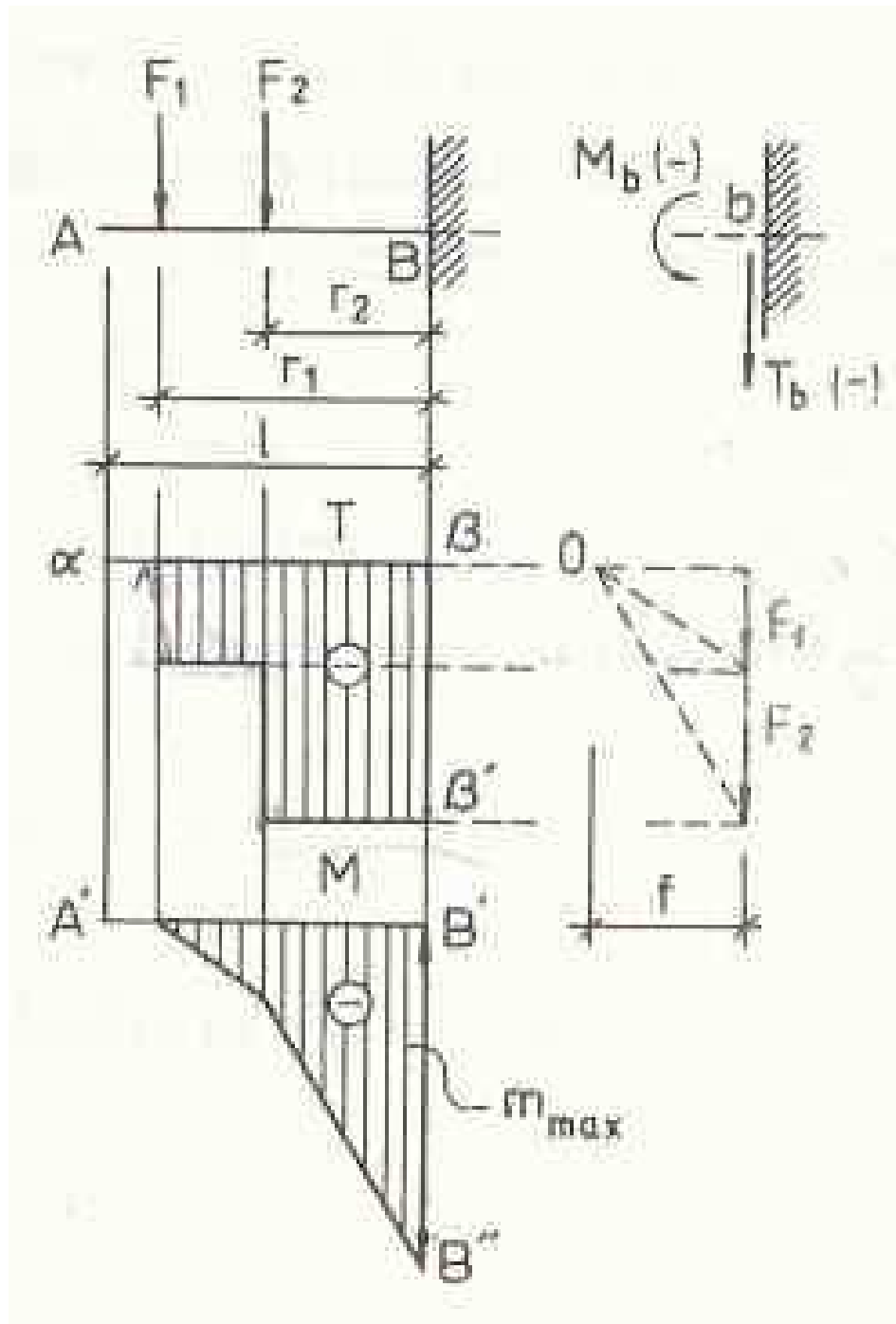
A. Grafické riešenie

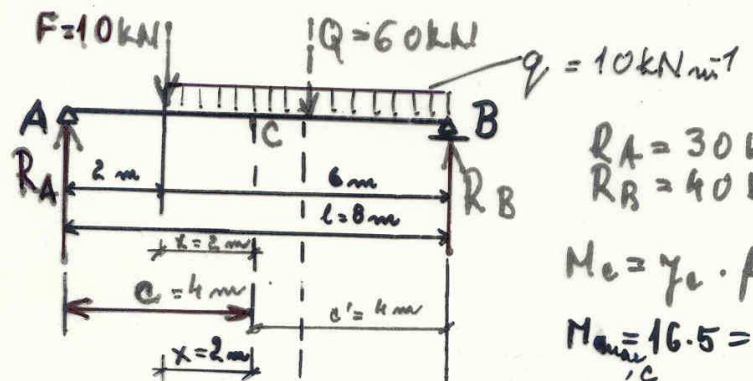
1. Zakreslenie zodpovedajúcej statickej schémy
2. Určenie zaťaženia: druh, poloha, veľkosť
3. Nákres zložkového obrazca
4. Nákres momentového obrazca
5. Určenie reakcií – $R_A; \dots$
6. Obrázec priečnych síl
7. Určenie nebezpečného prierezu – **C**
8. Výpočet maximálneho ohybového momentu – M_{\max}



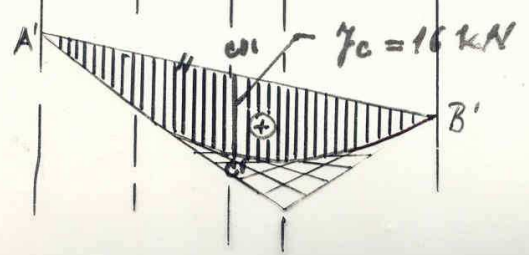
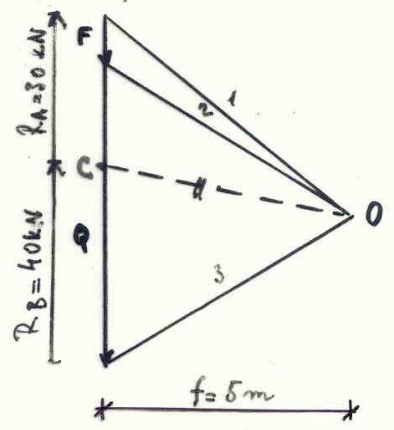
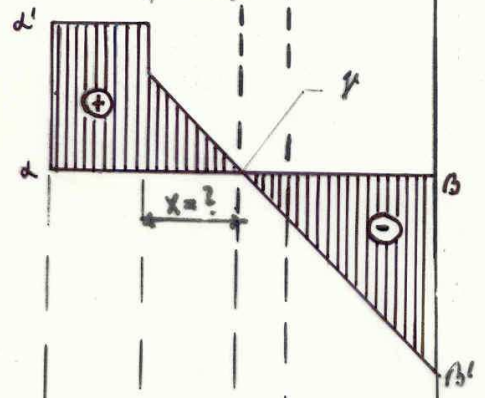








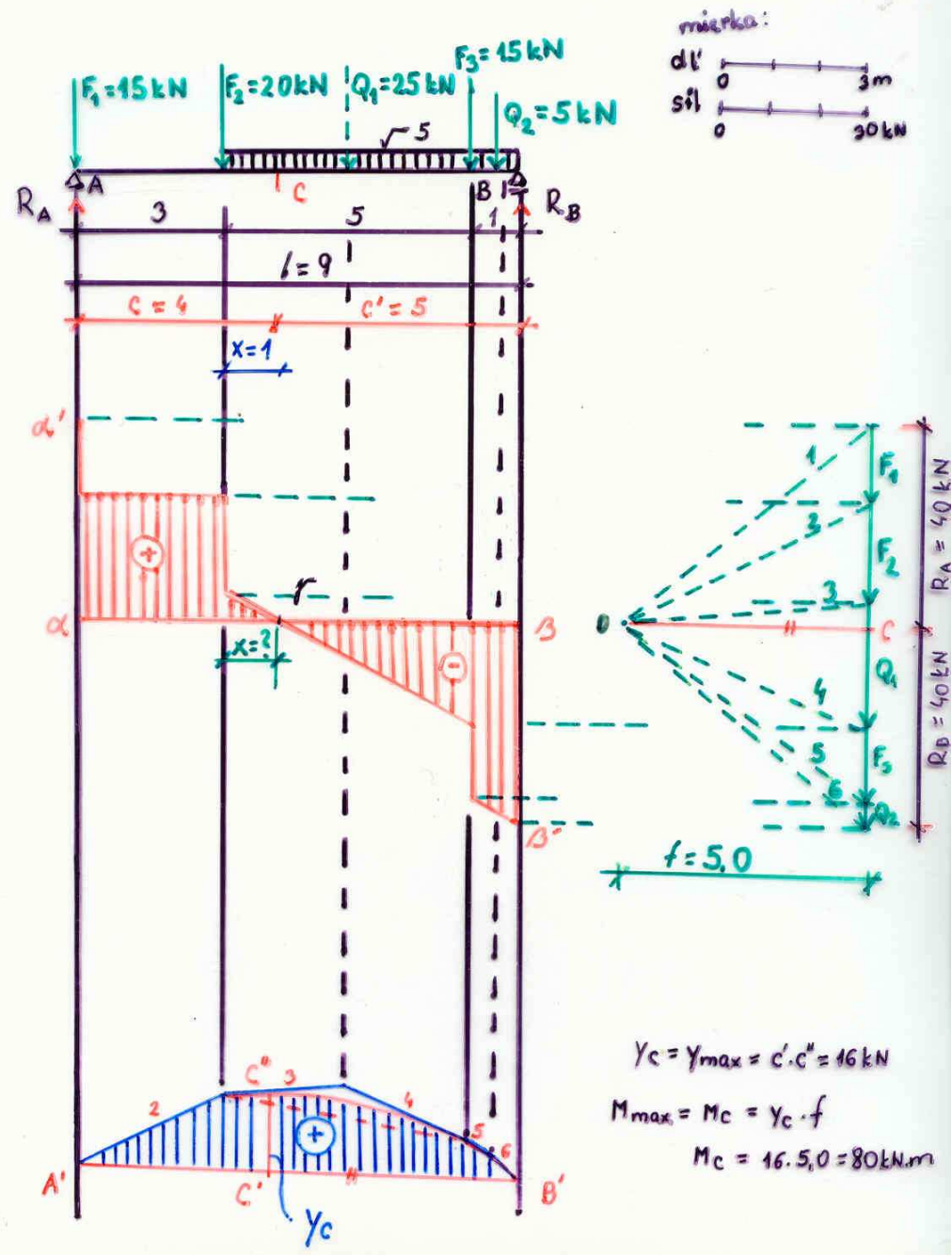
$R_A = 30 \text{ kN}$
 $R_B = 40 \text{ kN}$
 $M_c = \gamma_c \cdot f$
 $M_{max} = 16 \cdot 5 = 80 \text{ kNm}$



B. Počtárske riešenie

1. Zakreslenie zodpovedajúcej statickej schémy
2. Určenie zaťaženia: druh, poloha, veľkosť
3. Výpočet podporových reakcií – R_A ; R_B ;
4. Vyhľadanie nebezpečného prierezu – **C**
5. Výpočet maximálneho ohybového momentu – M_{max}

6. Návrh prierezu => podľa materiálu
DN:, resp. MS:
7. Posúdenie prierezu



1. Veľkosť náhradného zaťaženia

$$Q_1 = l \cdot q = 5m \cdot 5kN \cdot m^{-1} = \underline{25kN}$$

$$Q_2 = 1m \cdot 5kN \cdot m^{-1} = \underline{5kN}$$

2. Veľkosť podporových reakcií

(tretia momentová podmienka rovnováhy:

súčet momentov k určitému bodu sa rovná nule – otáčanie nenastane)

a. veľkosť podporovej reakcie – R_A

$$\sum \mathbf{M}_B = 0$$

$$R_A \cdot l - F_1 \cdot l - F_2 \cdot 6 - Q_1 \cdot 3,5 - F_3 \cdot 1 - Q_2 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_A \cdot 9 - 15 \cdot 9 - 20 \cdot 6 - 25 \cdot 3,5 - 15 \cdot 1 - 5 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_A = \frac{135 + 120 + 87,5 + 15 + 2,5}{9} = \frac{360}{9} = \underline{40kN}$$

b. veľkosť podporovej reakcie - R_B

$$\sum \mathbf{M}_A = 0$$

$$-R_B \cdot l + Q_2 \cdot 8,5 + F_3 \cdot 8 + Q_1 \cdot 5,5 + F_2 \cdot 3 = 0$$

$$R_B \cdot 9 - 5 \cdot 8,5 - 15 \cdot 8 - 25 \cdot 5,5 - 20 \cdot 3 = 0$$

$$R_B = \frac{42,5 + 120 + 137,5 + 60}{9} = \frac{360}{9} = \underline{40kN}$$

3. Kontrola

$$R_A + R_B = F_1 + F_2 + Q_1 + F_3 + Q_2$$

$$40 + 40 = 15 + 20 + 25 + 15 + 5$$

$$\underline{80kN = 80kN}$$

4. Poloha nebezpečného bodu

$$T_c = 0$$

$$R_A - F_1 - F_2 - Q_1 = 40 - 15 - 20 - 25 = -20$$

$$R_A - F_1 - F_2 - q \cdot x = 0$$

$$x = \frac{R_A - F_1 - F_2}{q} = \frac{40 - 15 - 20}{5} = \frac{5}{5} = 1m$$

$$\mathbf{c} = 3 + \mathbf{x} = 3 + 1 = \mathbf{4m}$$

$$\mathbf{c}' = 1 - \mathbf{c} = 9 - 4 = \mathbf{5m}$$

5. Maximálny ohybový moment - M_{\max}

z ľavej strany:

$$M_{\max} = M_c = R_A \cdot c - F_1(3+x) - F_2 \cdot x - q \cdot x \cdot \frac{x}{2}$$

$$M_c = 40 \cdot 4 - 15 \cdot 4 - 20 \cdot 1 - 5 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$M_c = 160 - 60 - 20 - 2,5$$

$$\underline{M_c = 77,5 \text{ kNm}}$$

6. Návrh prierezu

$$DN : W_x = \frac{M_{\max}}{\sigma_{dov, ohyb}}$$

$$MS : W_x = \frac{M_v}{m \cdot R_o} = \frac{M_{\max} \cdot \eta}{m \cdot R_o}$$

kde: M_v – výpočtový ohybový moment

η – súčiniteľ zaťaženia – **tab. 15**

W_x – prierezový modul

m - súčiniteľ podmienok pôsobenia (pre oceľ $m = 1$)

(pre drevo $m = m_1 \cdot m_2$) – **tab. 14**

(m_1 - vplyv vlhkosti, m_2 – vplyv trvania zaťaženia)

R_o – výpočtová pevnosť základná – **tab. 11, 13**

$M_{\max} = M_c > 50 \text{ kNm}$ - oceľový nosník

$M_c < 50 \text{ kNm}$ - drevený nosník

$$M_v = 1,1 \cdot 77,5 \text{ kNm} = 85,25 \text{ kNm}$$

$$W_x = \frac{85,25 \text{ kNm}}{1 \cdot 200 \text{ MPa}} = \frac{0,085 \text{ MNm}}{1 \cdot 200 \text{ MPa}} = 0,0004262 \text{ m}^3 = 426,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

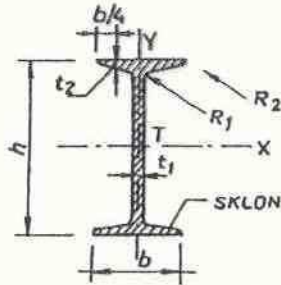
Súčinitele podmienok pôsobenia

Konštrukcia materiál	č. súč.	zohľadnenie vplyvu	hodnota
oceľové	m_1 m_2 m_3	deformácia prútov rovinných priehrad deformácia prútov priestorových priehrad zaťaženie žeriavových dráh nad 5 t	0,85 0,75 – 1,20 0,90
drevené	m_1 m_2 m_3 m_4 m_5	vlhkosť prostredia trvanie a kombinácia zaťaženia počet lamiel lepených prierezov zakrivenie prúta výška prierezu pre $h < 300$ mm $h = 300 - 1000$ mm	0,85 0,80 – 1,00 0,85 – 1,20 1,00 – 1,65 1,00 1,00 – 0,70
betón	m_1 m_2 m_3 m_4 - m_8	význam stavby krehkosť vplyv výstuže vplyv predpätia	- bežné - mimoriadne 1,00 0,90 0,80 – 1,00 - -

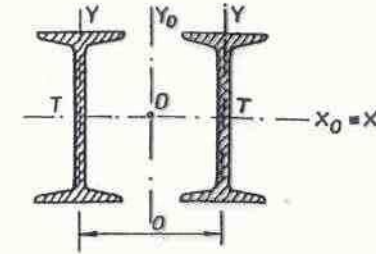
Orientačné hodnoty dovolených a výpočtových namáhání

Materiál	Druh namáhania		Namáhanie		
			Dovolené σ_{dv}	Výpočtové R	
			MPa		
Kovy, ocele pevnosti	Základné výpočtové	valcovaná oceľ, výkovky		200 - 280	
		odliatky		160 - 240	
		skrutky na strih		150 - 300	
		nity na strih		160 - 230	
		klince na strih		370 - 880	
Drevo	Tlak	rovnobežne s vláknami	mäkké	10 - 11	8 - 12
			tvrdé	13	10,5 - 14
		kolmo na vlákna	mäkké	1,5 - 1,7	1,8 - 3
			tvrdé	2,5	3 - 5
	Ťah	rovnobežne s vláknami	mäkké	8,5 - 9	10
			tvrdé	10	13
	Ohyb		mäkké	10 - 11	9 - 12
			tvrdé	13	10 - 12,5
Betón	Dostredný tlak	trieda 0 (zn. 105)	1,84	3,36	
		trieda I (zn. 105)	2,30	4,84	
		trieda II (zn. 105)	2,87	6,40	
Murivo kvádrové	kamenné hrubé v tlaku riadkové v tlaku		7,5 - 29,5	0,1 - 3,8	
			7,5 - 29,5	1,7 - 13,8	

Valcované oceľové nosníky I podľa ČSN 42 5550



g – hmotnosť 1 m
 A – prierezová plocha
 I_x, I_y – moment zotrvačnosti k osi X, Y
 W_x, W_y – prierezový modul k osi X, Y
 i_x, i_y – polomer zotrvačnosti k osi X, Y
 a – vzdialenosť, pri ktorej $I_{x0} = I_{y0}$



Tab. 5

Prierez I č.	h	b	g	A	I_x	I_y	W_x	W_y	i_x	i_y	a	Prierez I č.
	mm		kg	mm^2	mm^4		mm^3		mm			
násobiteľ	-			10^2	10^4		10^3		-			
8	80	42	5,94	7,8	77,7	6,28	19,4	2,99	32	9,1	62	8
10	100	50	8,34	10,6	170	12,2	34,1	4,86	40	10,7	78	10
12	120	58	11,1	14,2	327	21,4	54,5	7,38	48	12,3	94	12
14	140	66	14,3	18,2	572	35,1	81,8	10,6	56	13,9	108	14
16	160	74	17,9	22,8	934	54,6	117	14,8	64	15,5	124	16
18	180	82	21,9	27,9	1 440	81,2	160	19,8	72	17,1	140	18
20	200	90	26,2	33,4	2 140	116	214	25,9	80	18,7	156	20
22	220	98	31,0	39,5	3060	162	278	33,1	88	20,3	172	22
24	240	106	36,2	46,1	4 240	220	353	41,5	96	21,9	188	24
26	260	113	41,9	53,3	5 730	287	441	50,9	104	23,2	202	26
28	280	119	47,9	61,0	7 580	363	541	61,0	111	24,4	218	28
30	300	125	54,2	69,0	9 790	449	652	71,9	119	25,5	234	30
32	320	131	61,0	77,7	12 500	554	781	84,6	127	26,7	248	32
34	340	137	68,0	86,7	15 700	672	922	98,1	134	27,8	264	34
36	360	143	76,1	97	19 600	817	1 090	114	142	29,0	278	36
38	380	149	84,0	107	24 000	972	1 260	131	150	30,2	294	38
40	400	155	92,3	118	29 100	1 140	1 460	148	157	31,2	308	40
45	450	170	115	147	45 700	1 690	2 030	199	176	33,9	348	45
50	500	185	140	179	68 300	2 400	2 730	260	195	36,7	384	50

pre $W_x = 426.10^3 \text{ mm}^3 \Rightarrow$ I č. 26 $W_{xn} = 441.10^3 \text{ mm}^3$ (tab. 5)

7. Posúdenie napätia na ohyb - σ_o

$$\sigma_o = \frac{M_v}{W_{xn}} = \frac{0,08525 \text{ MNm}}{0,00044 \text{ m}^3} = \underline{193,3 \text{ MPa}}$$

Podmienka: $\sigma_o < m.R_o$
 $193,3 < 200 \text{ MPa}$

1. Veľkosť náhradného bremena

$$Q_1 = l \cdot q = 5m \cdot 5kN \cdot m^{-1} = \underline{25kN}$$

$$Q_2 = 4m \cdot 5kN \cdot m^{-1} = \underline{20kN}$$

2. Podporové reakcie

$$T_a = \sum (F + Q) = (Q_1 + F_1 + Q_2) = 25 + 30 + 20 = 75kN$$

3. Maximálny ohybový moment

$$M_{\max} = M_A = -(Q_1 \cdot 2,5 + F_1 \cdot 5 + Q_2 \cdot 7) = -(25 \cdot 2,5 + 30 \cdot 5 + 20 \cdot 7) = -(50 + 150 + 140) = -340kN \cdot m$$

4. Návrh prierezu nosníka

$M_{\max} > 50kN \cdot m \Rightarrow$ návrh oceľového nosníka

$$W_x = \frac{M_{\max} \cdot \eta}{m \cdot R_0} = \frac{0,340 \cdot 1,1}{1.200} = \frac{0,370}{1.200} = 0,00187m^3 = 1870 \cdot 10^3 m^3$$

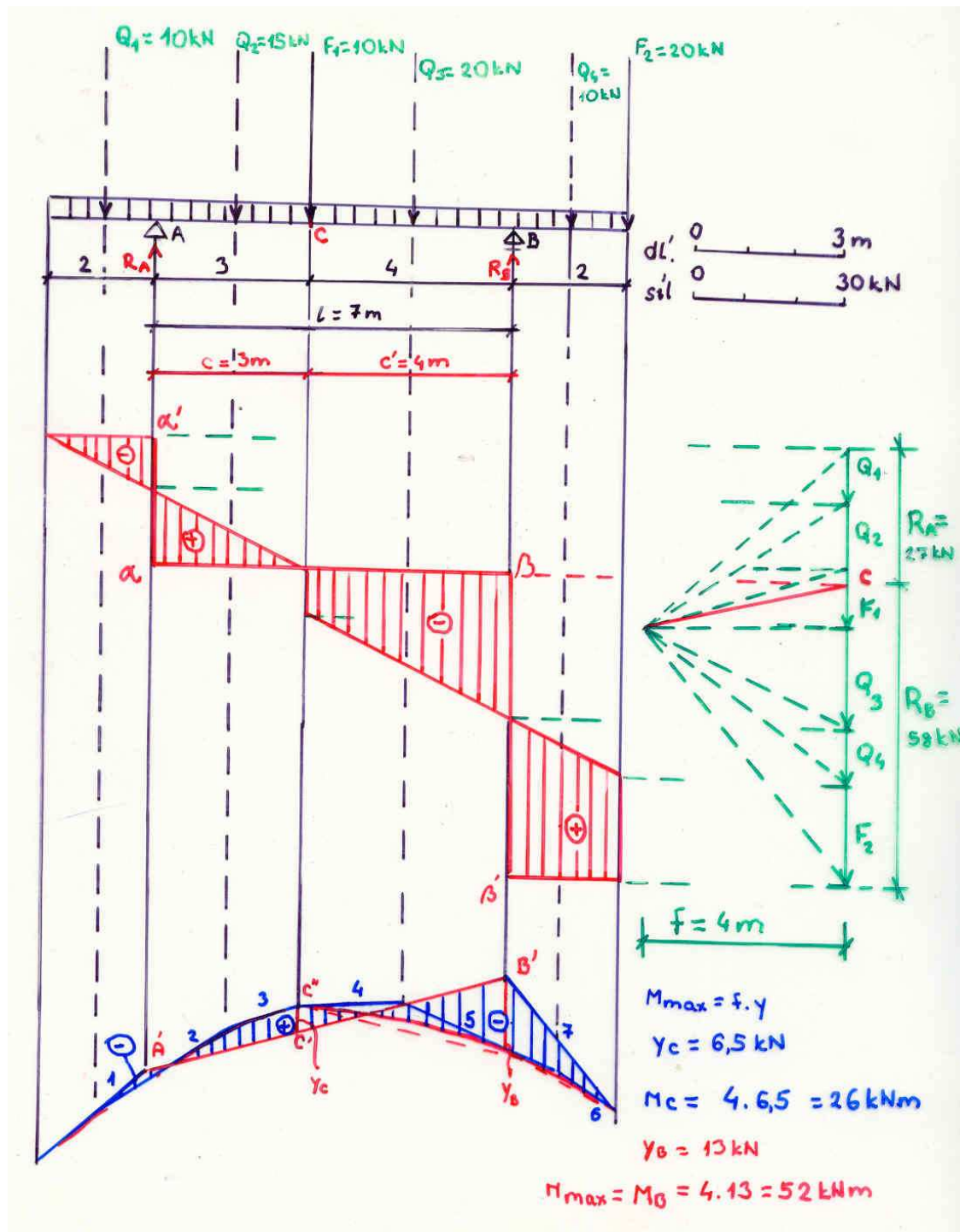
pre $W_x = 1870 \cdot 10^3 mm^3 \Rightarrow$ I č. 45 $W_{xn} = 2030 \cdot 10^3 mm^3$

5. Posúdenie napätia na ohyb - σ_o

$$\sigma_o = \frac{M_v}{W_{xn}} = \frac{0,370MNm}{0,002030m^3} = \underline{182,3MPa}$$

Podmienka: $\sigma_o < m \cdot R_0$
 $182,3 < 200 MPa$

Príklad č.3



1. Velikost' náhradného břemena

$$Q_1 = l \cdot q = 2m \cdot 5kN \cdot m^{-1} = \underline{10kN} \quad Q_3 = 4m \cdot 5kN \cdot m^{-1} = \underline{20kN}$$

$$Q_2 = 3m \cdot 5kN \cdot m^{-1} = \underline{15kN} \quad Q_4 = 2m \cdot 5kN \cdot m^{-1} = \underline{10kN}$$

2. Velikost' podporových reakcí

$$R_A : \sum M_B = 0$$

$$R_A \cdot l - Q_1(1+l) - Q_2(1,5+4) - F_1 \cdot 4 - Q_3 \cdot 2 + Q_4 \cdot 1 + F_2 \cdot 2 = 0$$

$$R_A \cdot 7 = Q_1 \cdot 7 + Q_2 \cdot 5,5 + F_1 \cdot 4 + Q_3 \cdot 2 - Q_4 \cdot 1 - F_2 \cdot 2$$

$$R_A = \frac{10 \cdot 7 + 15 \cdot 5,5 + 10 \cdot 4 + 20 \cdot 2 - 10 \cdot 1 - 20 \cdot 2}{7}$$

$$R_A = \underline{27,5kN}$$

$$R_B : \sum M_A = 0$$

$$R_B \cdot l - F_2 \cdot 9 - Q_4 \cdot 8 - Q_3 \cdot 5 - F_1 \cdot 3 - Q_2 \cdot 1,5 + Q_1 \cdot 1 = 0$$

$$R_B = \frac{20 \cdot 9 + 10 \cdot 8 + 20 \cdot 5 + 10 \cdot 3 - 15 \cdot 1,5 - 10 \cdot 1}{7}$$

$$R_B = \underline{57,5kN}$$

3. Kontrola

$$Q_1 + Q_2 + F_1 + Q_3 + Q_4 + F_2 = R_A + R_B$$

$$10 + 15 + 10 + 20 + 10 + 30 = 27,5 + 57,5$$

$$85,0kN = 85,0kN$$

4. **Poloha nebezpečného bodu**

$$R_A - Q_1 - Q_2 - F_1$$

$$27,5 - 10 - 15 - 10 = \underline{-7,5kN}$$

nebezpečný prierez je v priesečníku sily – F_1

$$c = 3m$$

$$c' = l - 3 = 7 - 3 = 4m$$

5. **Maximálny ohybový moment - M_{\max}**

v bode C: $M_c = -Q_1(1+c) + R_A \cdot c - Q_2 \cdot 1,5$

$$M_c = -10 \cdot 4 + 27,6 \cdot 3 - 15 \cdot 1,5$$

$$M_c = -10 + 82,8 - 22,5$$

$$\underline{M_c = 20,1kNm}$$

v bode B: $M_{MAX} = M_B = F_2 \cdot 2 + Q_4 \cdot 1 = 20 \cdot 2 + 10 \cdot 1 = \underline{50kNm}$

6. Návrh prierezu dreveného nosníka

$$MS : W_x = \frac{M_v}{m_1 \cdot m_2 \cdot R_o} = \frac{M_{\max} \cdot \eta}{m \cdot R_o} = \frac{0,050MN \cdot 1,1}{0,68 \cdot 12MPa} = \frac{55MN}{8,16MPa} = 0,006740m^3 = 6740 \cdot 10^3 mm^3$$

pre $W_x = 6740 \cdot 10^3 mm^3 \Rightarrow W_{xn} = 7733 \cdot 10^3 mm^3$ (tab. 2)

Nosník: $b = 290 mm$
 $h = 400 mm$

7. Posúdenie napätia na ohyb - σ_o

$$\sigma_o = \frac{M_v}{W_{xn}} = \frac{0,055MN}{0,007733m^3} = 7,11MPa$$

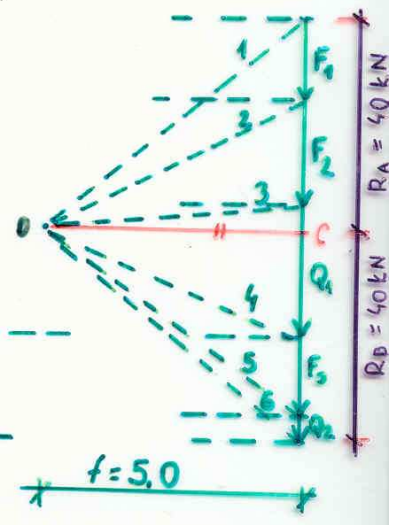
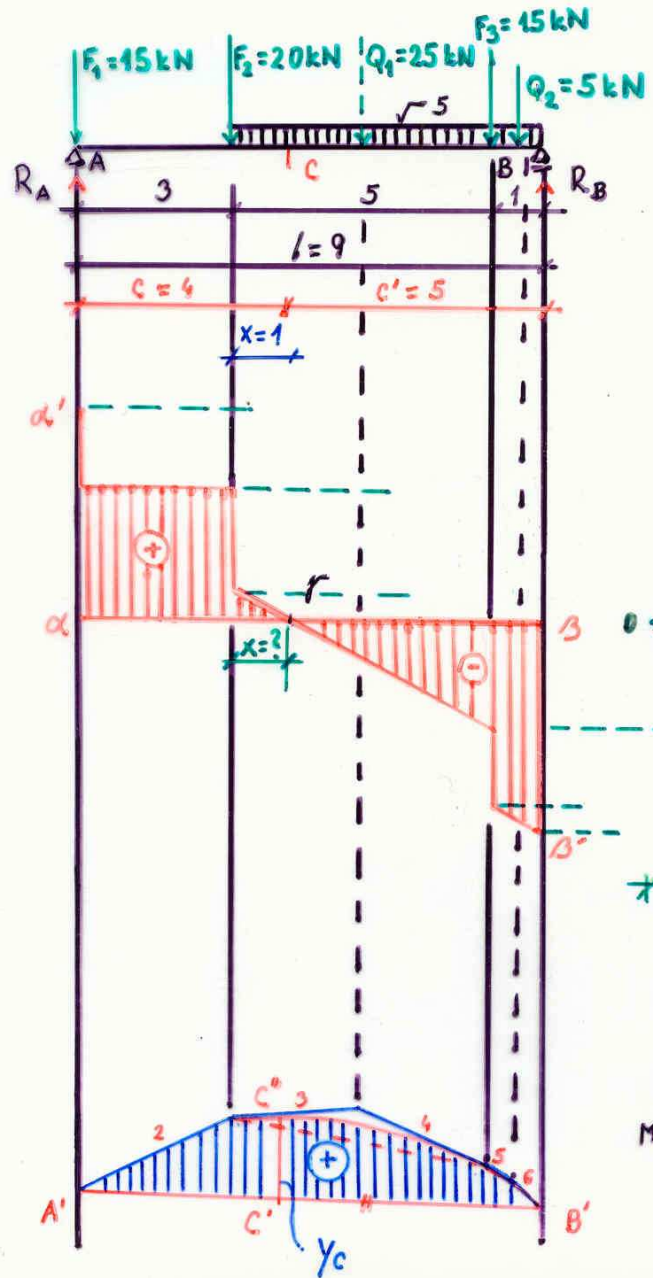
$$\sigma_o < m \cdot R_o$$

$$7,11 < 8,16 MPa$$

PROGRAM č. 3

sk. 1

Stanislav MACKO



$Y_c = Y_{\max} = c \cdot c' = 16 \text{ kN}$
 $M_{\max} = M_c = Y_c \cdot f$
 $M_c = 16 \cdot 5,0 = 80 \text{ kN.m}$

POČTÁRSKE RIEŠENIE

1. Veľkosť náhradného zaťaženia

$$Q_1 = l \cdot q = 5\text{ m} \cdot 5\text{ kN/m} = \underline{25\text{ kN}}$$

$$Q_2 = 1\text{ m} \cdot 5\text{ kN/m} = \underline{5\text{ kN}}$$

2. Veľkosť podporových reakcií

(Tretia momentová podmienka rovnováhy: súčet momentov k určitému bodu sa rovná nule – otáčanie nenastane)

a. veľkosť podporovej reakcie - R_A

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A \cdot 1 - F_1 \cdot 1 - F_2 \cdot 6 - Q_1 \cdot 3,5 - F_3 \cdot 1 - Q_2 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_A \cdot 9 - 15 \cdot 9 - 20 \cdot 6 - 25 \cdot 3,5 - 15 \cdot 1 - 5 \cdot 0,5 = 0$$

$$R_A = \frac{135 + 120 + 87,5 + 15 + 2,5}{9} = \frac{360}{9} = \underline{40\text{ kN}}$$

b. veľkosť podporovej reakcie - R_B

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_B \cdot 1 + Q_2 \cdot 8,5 + F_3 \cdot 8 + Q_1 \cdot 5,5 + F_2 \cdot 3 = 0$$

$$R_B \cdot 9 - 5 \cdot 8,5 - 15 \cdot 8 - 25 \cdot 5,5 - 20 \cdot 3 = 0 \quad /(-)$$

$$R_B = \frac{42,5 + 120 + 137,5 + 60}{9} = \frac{360}{9} = \underline{40\text{ kN}}$$

3. Kontrola

$$R_A + R_B = F_1 + F_2 + Q_1 + F_3 + Q_2$$

$$40 + 40 = 15 + 20 + 25 + 15 + 5$$

$$\underline{80\text{ kN} = 80\text{ kN}}$$

4. Poloha nebezpečného bodu

$$T_c = 0$$

$$R_A - F_1 - F_2 - Q_1 = 40 - 15 - 20 - 25 = -20$$

$$R_A - F_1 - F_2 - q \cdot x = 0$$

$$x = \frac{R_A - F_1 - F_2}{q} = \frac{40 - 15 - 20}{5} = \frac{5}{5} = \underline{1\text{ m}}$$

$$c = 3 + x = 3 + 1 = \underline{4\text{ m}}$$

$$c' = 1 - c = 9 - 4 = \underline{5\text{ m}}$$

5. Maximálny ohybový moment - M_{\max}

z ľavej strany

$$M_{\max} = M_c = R_A \cdot c - F_1(3+x) - F_2 \cdot x - q \cdot x \cdot \frac{x}{2}$$

$$M_c = 40 \cdot 4 - 15 \cdot 4 - 20 \cdot 1 - 5 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$M_c = 160 - 60 - 20 - 2,5$$

$$M_c = 77,5 \text{ kNm}$$

6. Návrh prierezu

$$DN: W_x = \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{dov,ohyb}}}$$

$$MS: W_x = \frac{M_v}{m \cdot R_o}$$

$$M_v = \eta \cdot M_{\max}$$

kde: M_v – výpočtový ohybový moment

η – súčiniteľ zaťaženia – **tab. 15**

W_x – prierezový modul

m – súčiniteľ podmienok pôsobenia (pre oceľ $m = 1$)

(pre drevo $m = m_1, m_2$) – **tab. 14**

(m_1 – vplyv vlhkosti, m_2 – vplyv trvania zaťaženia)

R_o – výpočtová pevnosť základná – **tab. 11, 13**

$M_c > 50 \text{ kNm}$ – oceľový nosník

$M_c < 50 \text{ kNm}$ – drevený nosník

$$M_v = 1,1 \cdot 77,5 \text{ kNm} = 85,25 \text{ kNm}$$

$$W_x = \frac{85,25 \text{ kNm}}{1 \cdot 200 \text{ MPa}} = \frac{0,08525 \text{ MNm}}{1 \cdot 200 \text{ MPa}} = 0,0004262 \text{ m}^3 = 426,2 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\text{pre } W_x = 426,10^3 \text{ mm}^3 \Rightarrow \text{I č. 26 } W_{\text{zn}} = 441,10^3 \text{ mm}^3$$

7. Posúdenie napätia na ohyb - σ_o

$$\sigma_o = \frac{M_v}{W_{\text{zn}}} = \frac{0,08525 \text{ MNm}}{0,000441 \text{ m}^3} = 193,3 \text{ MPa}$$

Podmienka: $\sigma_o < m \cdot R_o$

$$193,3 < 200 \text{ MPa}$$