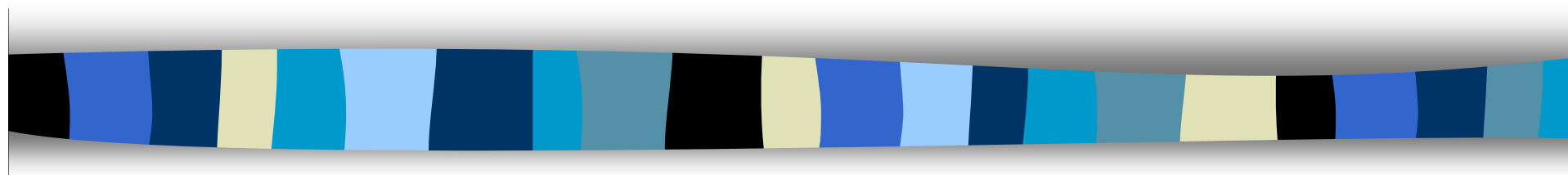
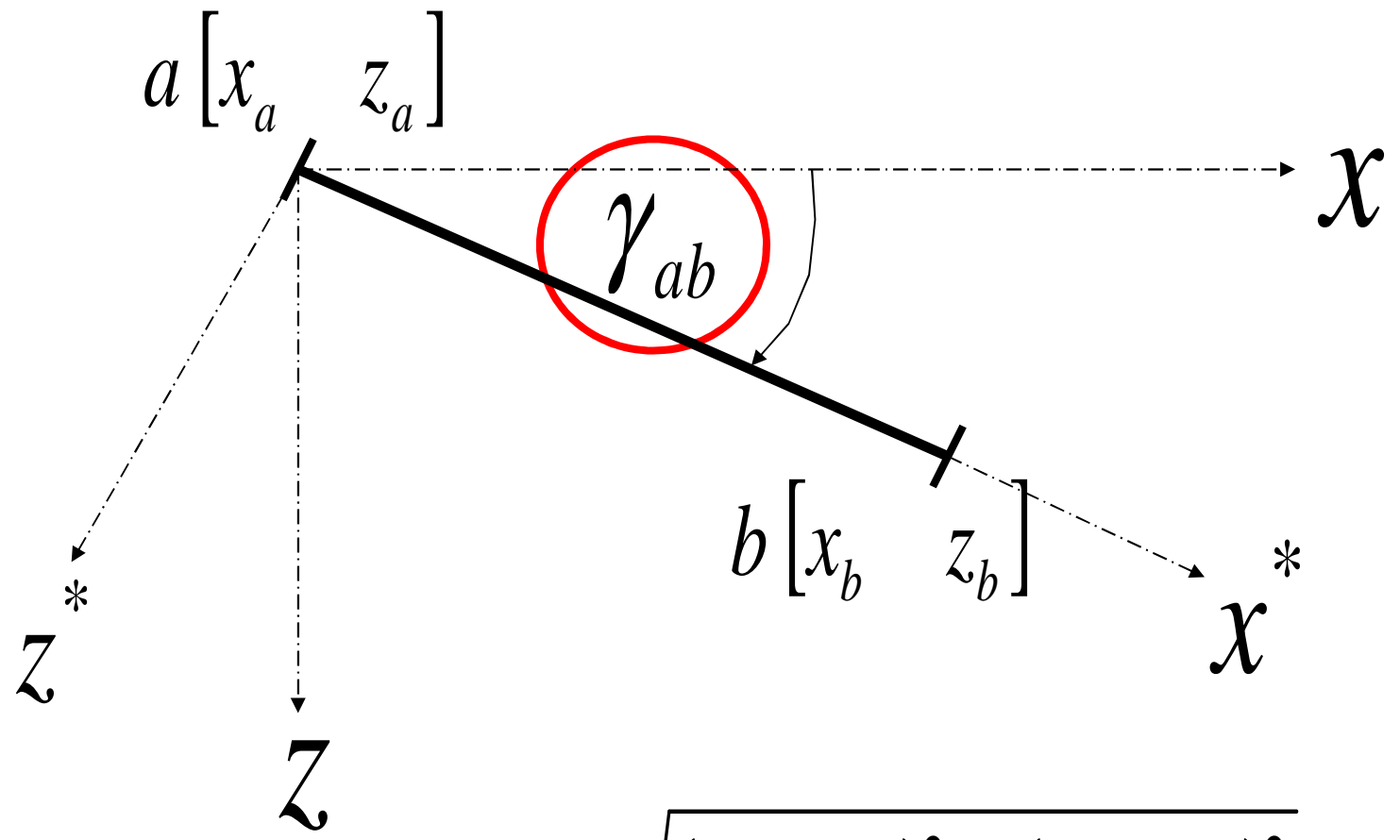
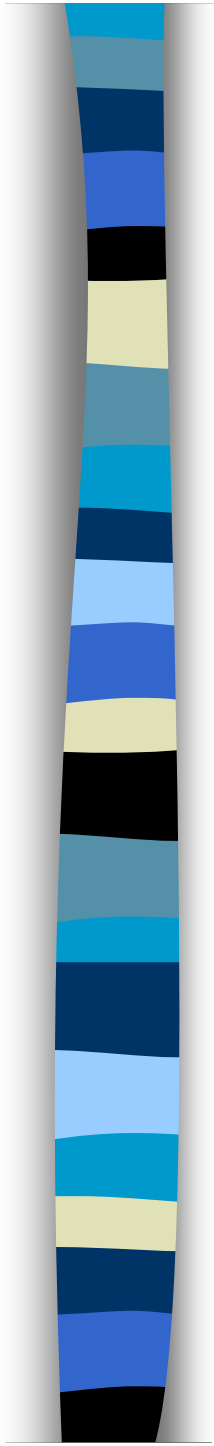


Obecná deformační metoda



Řešení rovinných rámců

!!! rozlišujeme globální a lokální souřadný systém !!!



$$l_{ab} = \sqrt{(x_b - x_a)^2 + (z_b - z_a)^2}$$

$$\cos \gamma_{ab} = \frac{x_b - x_a}{l_{ab}} \quad \sin \gamma_{ab} = \frac{z_b - z_a}{l_{ab}}$$

Transformační matice

- ortogonální matice, tzn. $T_{ab}^{-1} = T_{ab}^T$

$$T_{ab} = \begin{bmatrix} \cos \gamma_{ab} & \sin \gamma_{ab} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\sin \gamma_{ab} & \cos \gamma_{ab} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 0 & \cos \gamma_{ab} & \sin \gamma_{ab} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\sin \gamma_{ab} & \cos \gamma_{ab} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



Analýza prutu

- **globální** primární vektor

$$\bar{R}_{ab} = T_{ab}^T \bar{R}_{ab}^*$$

- **globální** matice tuhosti prutu

$$k_{ab} = T_{ab}^T k_{ab}^* T_{ab}$$

**!!! k výpočtu používáme
globální vektor i matici !!!**



Koncové síly

- **globální** vektor koncových sil

... slouží k určení reakcí ...

- **lokální** vektor koncových sil

$$R_{ab}^* = T_{ab} R_{ab}$$

... slouží k vykreslení vnitřních sil ...

Příklad 1, zadání

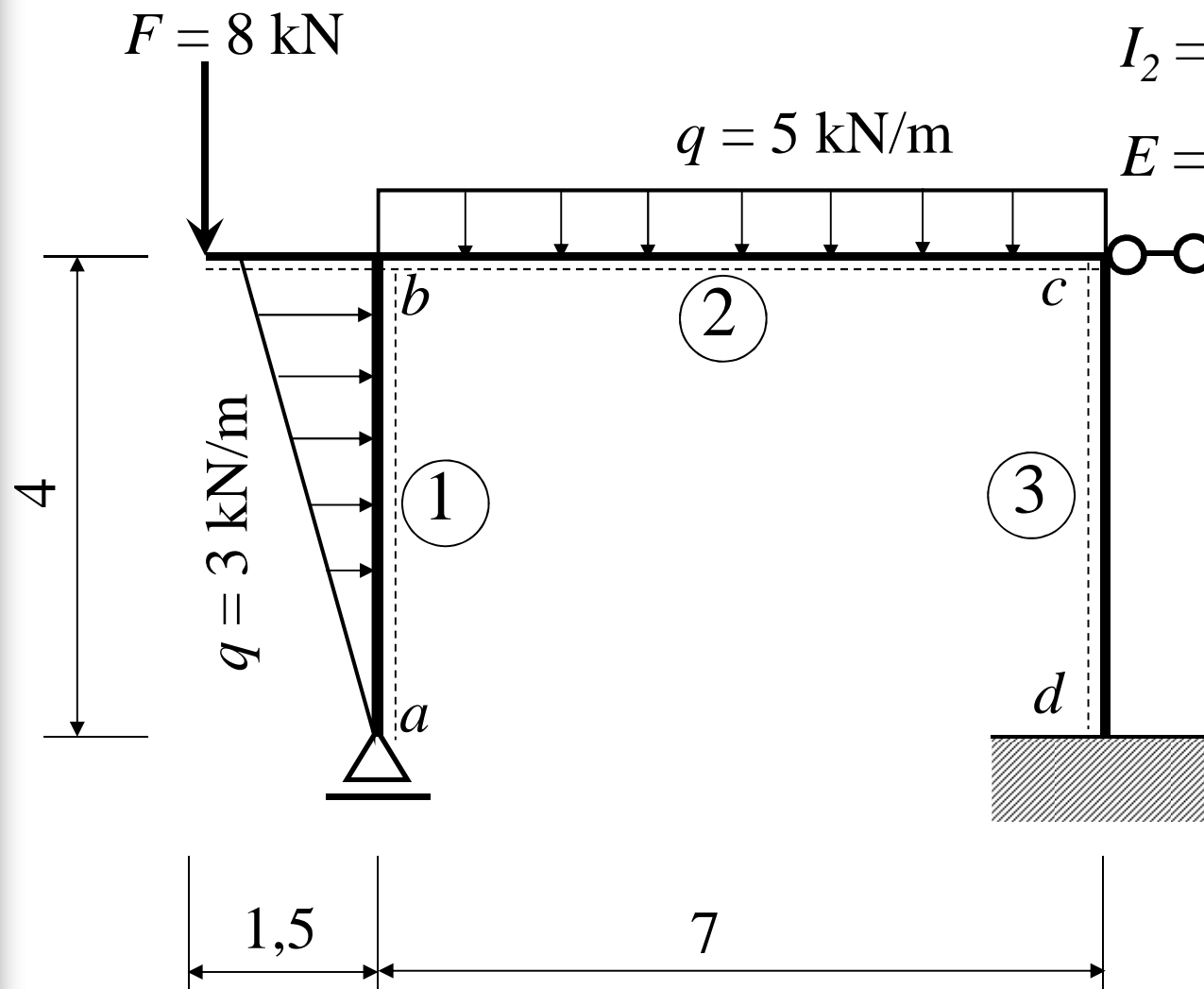
$$A_1 = A_3 = 0,12 \text{ m}^2$$

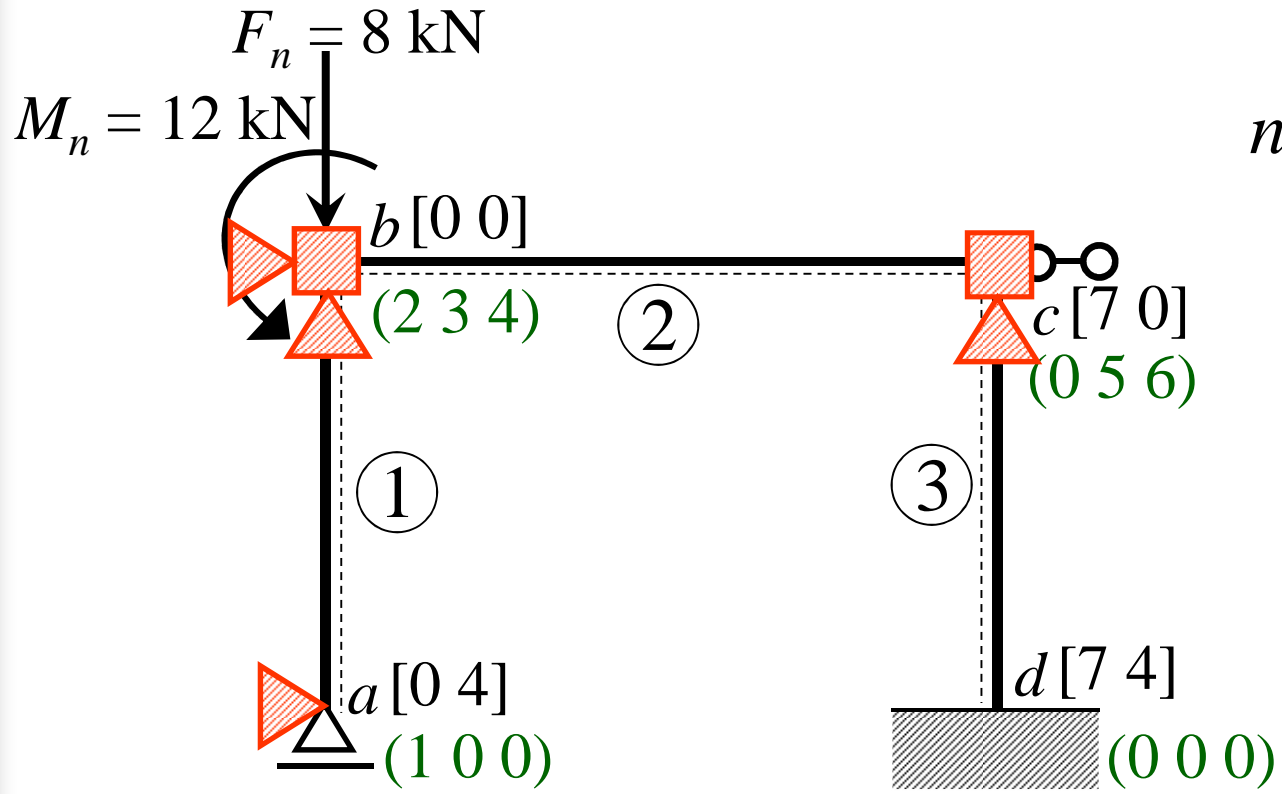
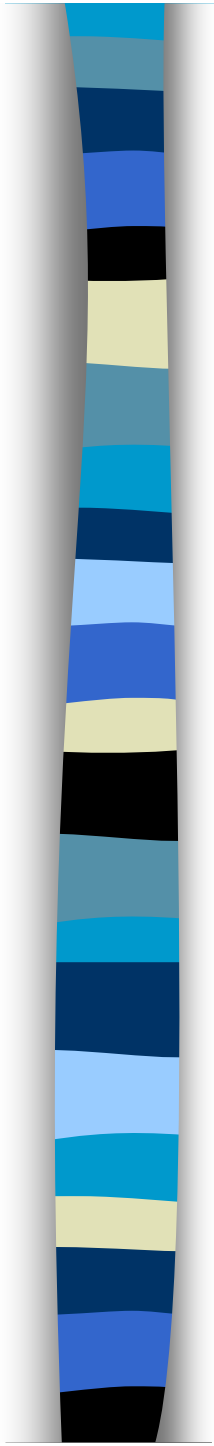
$$I_1 = I_3 = 0,0016 \text{ m}^4$$

$$A_2 = A_4 = 0,16 \text{ m}^2$$

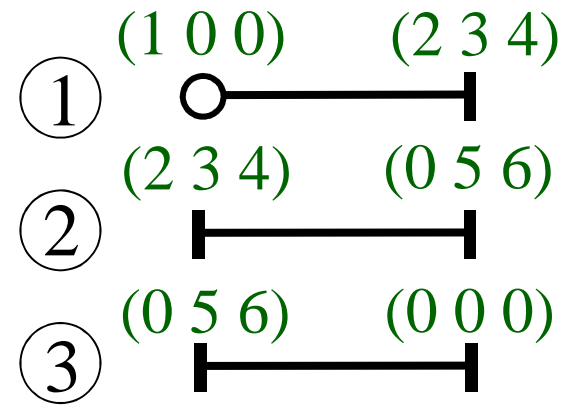
$$I_2 = I_4 = 0,0021 \text{ m}^4$$

$$E = 20 \text{ GPa}$$





$n_{p,ODM} = 6$



Matice tuhosti soustavy **K**

1500,0	-1500,0	0,0	-6000,0	0,0	0,0
-1500,0	458642,9	0,0	6000,0	0,0	0,0
0,0	0,0	601469,4	-5142,9	-1469,4	-5142,9
-6000,0	6000,0	-5142,9	48000,0	5142,9	12000,0
0,0	0,0	-1469,4	5142,9	601469,4	5142,9
0,0	0,0	-5142,9	12000,0	5142,9	56000,0

Zatěžovací vektor soustavy **F**

$\bar{\mathbf{R}}$	\mathbf{S}	$\mathbf{F} = \mathbf{S} - \bar{\mathbf{R}}$
-1,20	0,00	1,20
-4,80	0,00	4,80
-17,50	8,00	25,50
17,22	12,00	-5,22
-17,50	0,00	17,50
-20,42	0,00	20,42

Globální vektor deformací

$$\mathbf{r} = \begin{Bmatrix} u_a \\ u_b \\ w_b \\ \varphi_b \\ w_c \\ \varphi_c \end{Bmatrix} \begin{array}{|c|} \hline -0,000069 \\ \hline 0,000013 \\ \hline 0,000044 \\ \hline -0,000220 \\ \hline 0,000028 \\ \hline 0,000413 \\ \hline \end{array}$$

Lokální celkové koncové síly prutů

- prut 1

26,47
0,00
0,00
-26,47
-6,00
-8,00
- prut 2

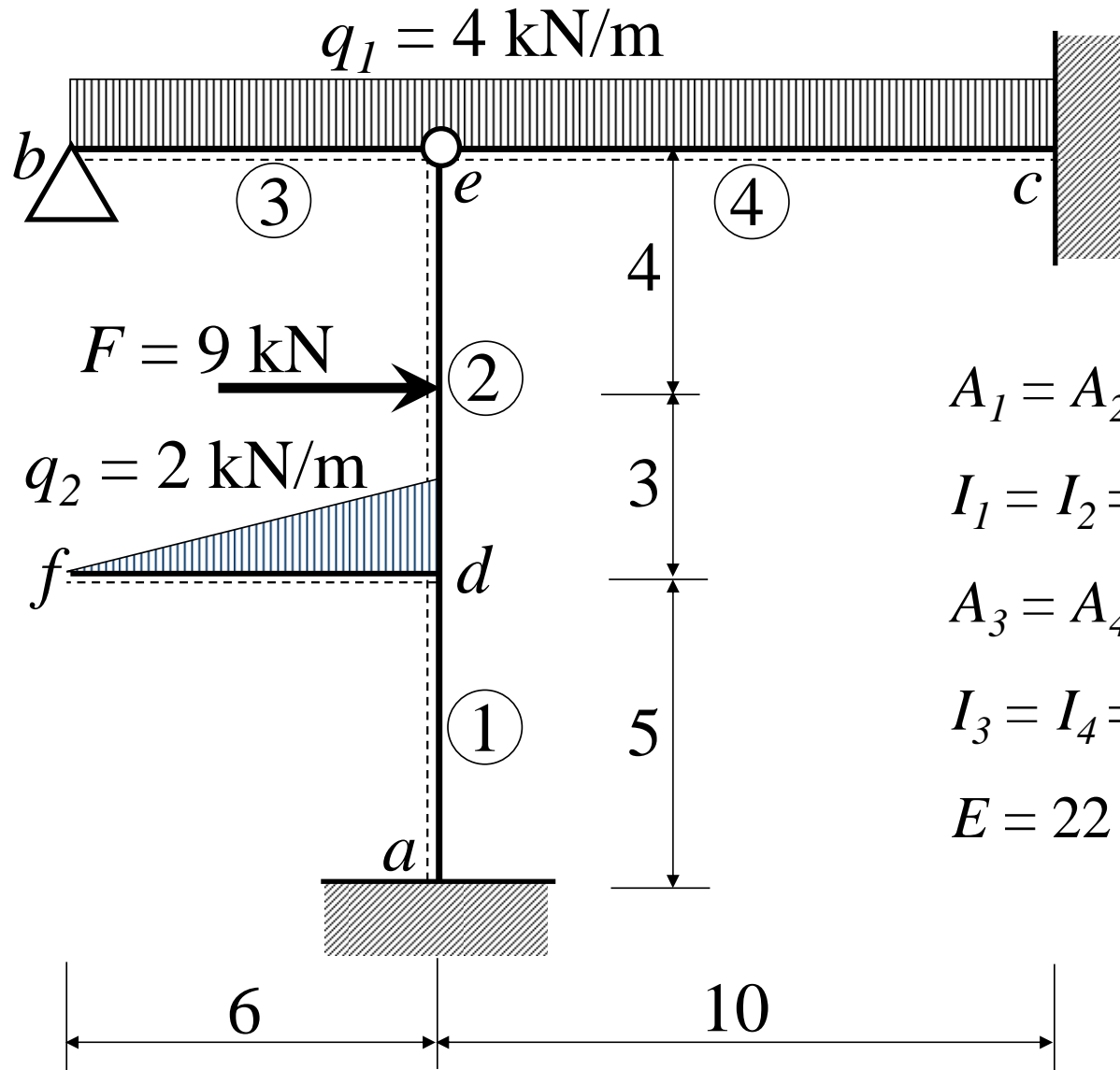
6,00
-18,47
20,00
-6,00
-16,53
-13,23
- prut 3

16,53
-4,96
13,23
-16,53
4,96
6,61

Určení reakcí vnějších vazeb

	kód.č.	Prut 1	Prut 2	Prut 3	S	Reakce	
<i>a</i>	1	0,00			0,00	-	0,00
	0	-26,47			0,00	R_{az}	-26,47
	0	0,00			0,00	-	0,00
<i>b</i>	2	-6,00	6,00		0,00	-	0,00
	3	26,47	-18,47		8,00	-	0,00
	4	-8,00	20,00		12,00	-	0,00
<i>c</i>	0		-6,00	4,96	0,00	R_{cx}	-1,04
	5		-16,53	16,53	0,00	-	0,00
	6		-13,23	13,23	0,00	-	0,00
<i>d</i>	0			-4,96	0,00	R_{dx}	-4,96
	0			-16,53	0,00	R_{dz}	-16,53
	0			6,61	0,00	M_d	6,61

Příklad 2, zadání



$$A_1 = A_2 = 0,72 \text{ m}^2$$

$$I_1 = I_2 = 0,0087 \text{ m}^4$$

$$A_3 = A_4 = 0,48 \text{ m}^2$$

$$I_3 = I_4 = 0,0058 \text{ m}^4$$

$$E = 22 \text{ GPa}$$

Určení reakcí vnějších vazeb

	k.č.	Prut 1	Prut 2	Prut 3	Prut 4	S	Reakce	
a	0	-5,32					R_{ax}	-5,32
	0	-32,99					R_{az}	-32,99
	0	15,88					M_a	15,88
b	0			-2,30			R_{bx}	-2,30
	0			-12,00			R_{bz}	-12,00
	0			0,00			-	0,00
c	0				-1,38		R_{cx}	-1,38
	0				-25,01		R_{cz}	-25,01
	0				-50,09		M_c	-50,09
d	3	5,32	-5,32			0,00	-	0,00
	4	32,99	-26,99			6,00	-	0,00
	5	10,74	1,26			12,00	-	0,00
e	1		-3,68	2,30	1,38		-	0,00
	2		26,99	-12,00	-14,99		-	0,00
	0		0,00	0,00	0,00		-	0,00