



Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola technická Brno, Sokolská 1
Šablona: Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

Název: Mechanika, statika

Téma: Prutové soustavy početní řešení

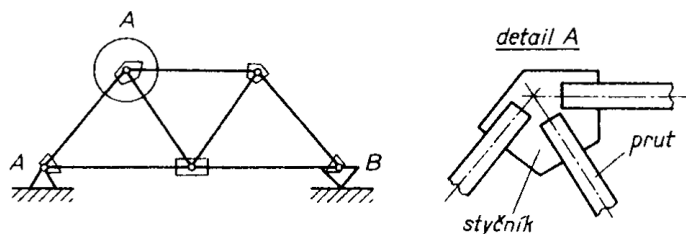
Autor: Ing. Jaroslav Svoboda

Číslo: VY_32_INOVACE_10 – 18

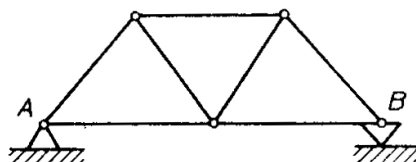
**Anotace: Početní určení sil prutech soustavy. Metodou styčnickovou a metodou řezů.
Určeno pro první ročník strojírenství 23-41-M/01.
Vytvořeno říjen 2012**

1. Prutová soustava

Některé nosníky jsou vytvářeny jako prutová soustava. Tato se skládá z jednotlivých prutů, které jsou spolu spojeny zpravidla styčnickovými plechy, tak aby se podélné těžišťové osy prutů protínaly v jednom bodě. K plechům mohou být pruty nýtovány, lepeny, nejčastěji však přivařeny.



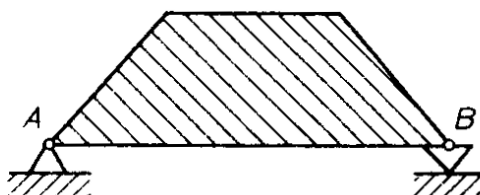
Toto spojení na styčnicích zjednodušíme a nahrazujeme je kloubovým spojením.



Pro zdárné řešení prutové soustavy musí být splněny tyto podmínky:

1. Prutová soustava musí být dokonale tuhá. Pruty musí tvořit staticky určité obrazce, kterými jsou trojúhelníky.
2. Na uvolněných prutech musí být rovnováha sil.
3. V jednotlivých styčnicích musí být rovnováha sil.

Je-li prutová soustava dokonale tuhá můžeme určit vazebné síly



Pro lepší orientaci jednotlivé styčníky označíme písmeny a pruty čísly. Při číslování prutů zachováváme stejný smysl obtáčení styčníku. Při řešení osových sil můžeme použít všech podmínek rovnováhy.

Z nich jsme schopni určit síly v přerušených prutech.

2. Metoda styčníková

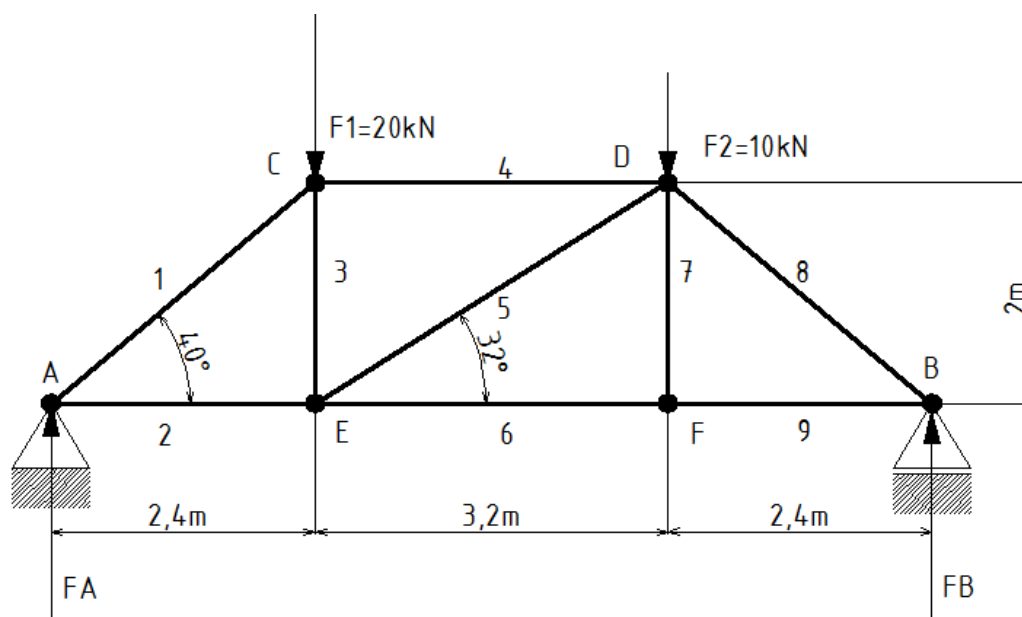
Síly působící na každý styčník tvoří soustavu různoběžných sil, protínajících se v jednom bodě. Neznámé osové síly určíme z podmínek rovnováhy.

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0$$

Při výpočtu předpokládáme, že neznámé osové síly působí vždy od styčníku a způsobují tah. Vyjde-li znaménko u síly opačné, je směr síly taktéž opačný.

Postup řešení si ukážeme na příkladu.

Vyřešte styčníkovou metodou osové síly v prutech ve styčníku A, C.



Určíme reakce:

$$\sum M_A = 0$$

$$F_1 \cdot 2,4 + F_2 \cdot (2,4 + 3,2) - F_B \cdot (2,4 + 3,2 + 2,4) = 0$$

$$F_B = \frac{F_1 \cdot 2,4 + F_2 \cdot (2,4 + 3,2)}{2,4 + 3,2 + 2,4}$$

$$F_B = 13 \text{ kN}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$-F_2 \cdot 2,4 - F_1 \cdot (2,4 + 3,2) + F_A \cdot (2,4 + 3,2 + 2,4) = 0$$

$$F_A = \frac{F_2 \cdot 2,4 + F_1 \cdot (2,4 + 3,2)}{2,4 + 3,2 + 2,4}$$

$$F_A = 17 \text{ kN}$$

Pro styčník A platí tyto podmínky rovnováhy:

$$\sum F_x = 0$$

$$S_1 \cdot \cos \alpha + S_2 = 0$$

$$S_2 = -S_1 \cdot \cos \alpha$$

$$\underline{S_2 = -20,25 \text{ kN}}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_A + S_1 \cdot \sin \alpha = 0$$

$$S_1 = -\frac{F_A}{\sin 40^\circ}$$

$$\underline{S_1 = 26,4 \text{ kN}}$$

Záporné znaménko u síly S_1 , znamená, že zvolený směr nebyl správný. Síla působí do styčníku. Do obrazu prutové konstrukce zakreslíme správné znaménko.

Pro styčník C platí tyto podmínky rovnováhy:

$$\sum F_x = 0$$

$$S_1 \cdot \cos \alpha + S_4 = 0$$

$$S_4 = -S_1 \cdot \cos \alpha$$

$$\underline{S_4 = -20,25 \text{ kN}}$$

$$\sum F_y = 0$$

$$-F_1 + S_1 \cdot \sin \alpha - S_3 = 0$$

$$S_3 = -F_1 + S_1 \cdot \sin \alpha$$

$$\underline{S_3 = -3,03 \text{ kN}}$$

Podobně bychom postupovali u dalších styčníků. Řešení nosníku pak může být zdlouhavé a náročné na správnou orientaci sil.

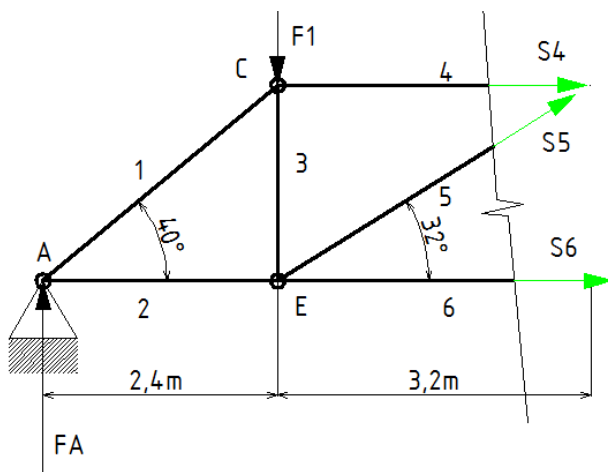
3. Metoda řezů

Prutovou soustavu přerušíme myšleným řezem nejvýše však ve třech prutech, z nichž pouze dva pruty s neznámými osovými silami mohou vycházet z téhož styčnicku. Pak můžeme při hledání osových sil použít všech tří podmínek rovnováhy.

$$\sum F_x = 0 \quad \sum F_y = 0 \quad \sum M = 0$$

Postup řešení si ukážeme na příkladu.

Vyřešte metodou řezů osově síly v prutech 4,5,6.



$$\sum F_y = 0$$

$$F_A - F_1 + S_5 \cdot \sin 32^\circ = 0$$

$$S_5 = \frac{F_1 - F_A}{\sin 32^\circ}$$

$$S_5 = 5,66 \text{ kN}$$

$$\sum M_E = 0$$

$$F_A \cdot 2,4 + S_4 \cdot 2,0 = 0$$

$$S_4 = -\frac{F_A \cdot 2,4}{2,0}$$

$$S_4 = -20,4 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0$$

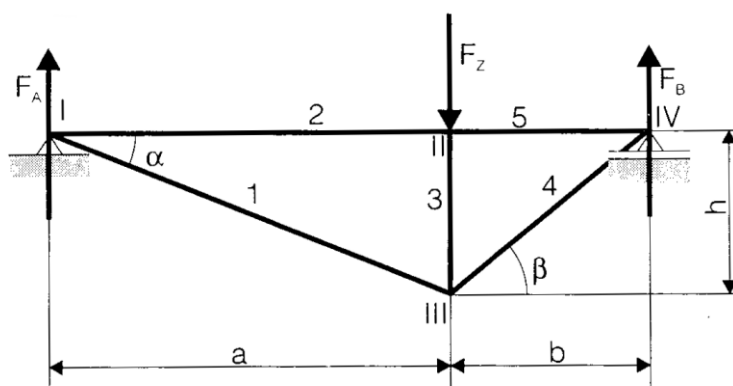
$$S_4 + S_6 + S_5 \cdot \cos 32^\circ = 0$$

$$S_6 = -S_4 - S_5 \cdot \cos$$

$$S_6 = -25,19 \text{ kN}$$

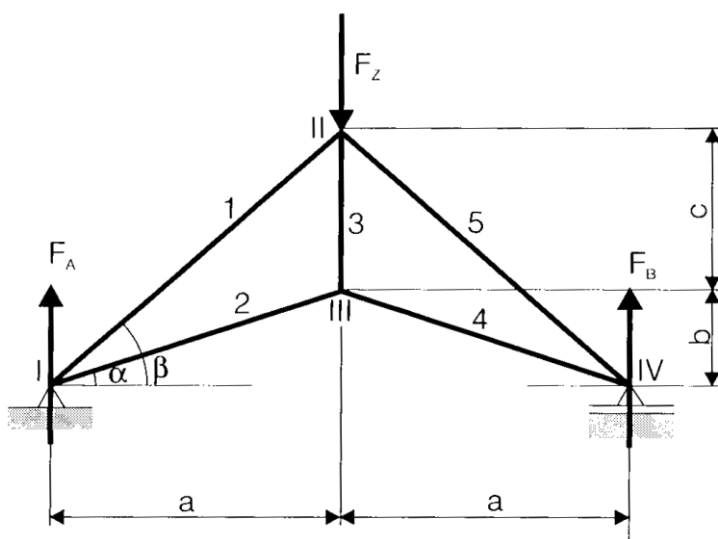
4. Otázky a úkoly:

1. Určete početně velikost osových sil v zadané prutové konstrukci



A	B
$F_z=5000\text{N}$	$F_z=6000\text{N}$
$a=2,5\text{m}$	$a=2,5\text{m}$
$b=1,5\text{m}$	$b=2\text{m}$
$h=1\text{m}$	$h=1,25\text{m}$

1. Určete početně velikost osových sil v zadané prutové konstrukci



A	B
$F_z=5000\text{N}$	$F_z=6000\text{N}$
$a=2\text{m}$	$a=2,5\text{m}$
$a=0,75$	$a=0,8\text{m}$
$a=1,25\text{m}$	$a=1,5\text{m}$