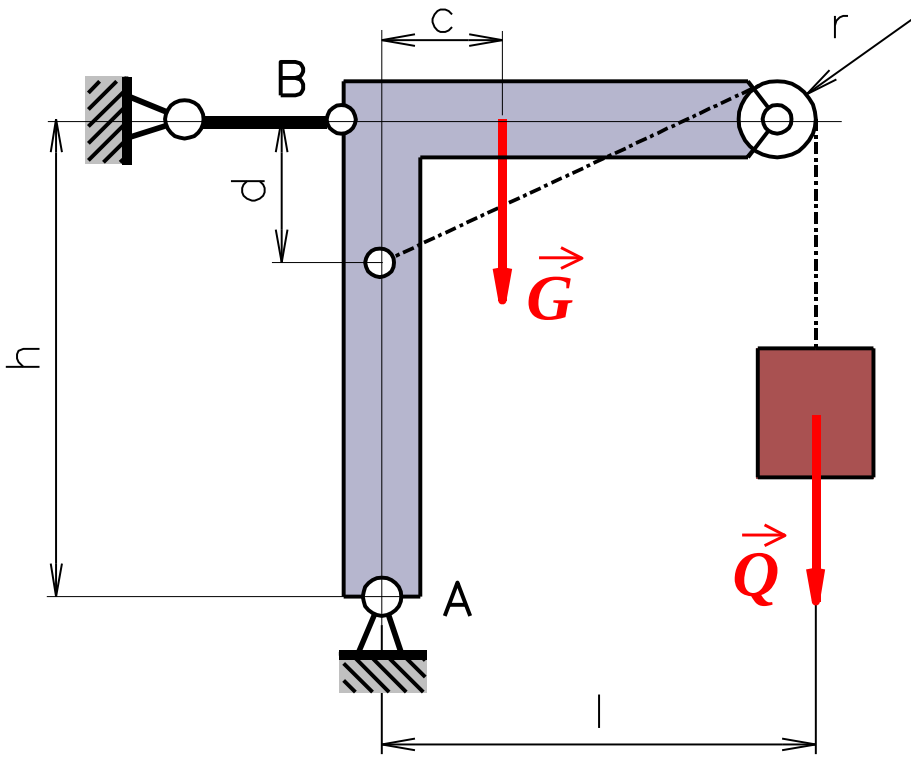
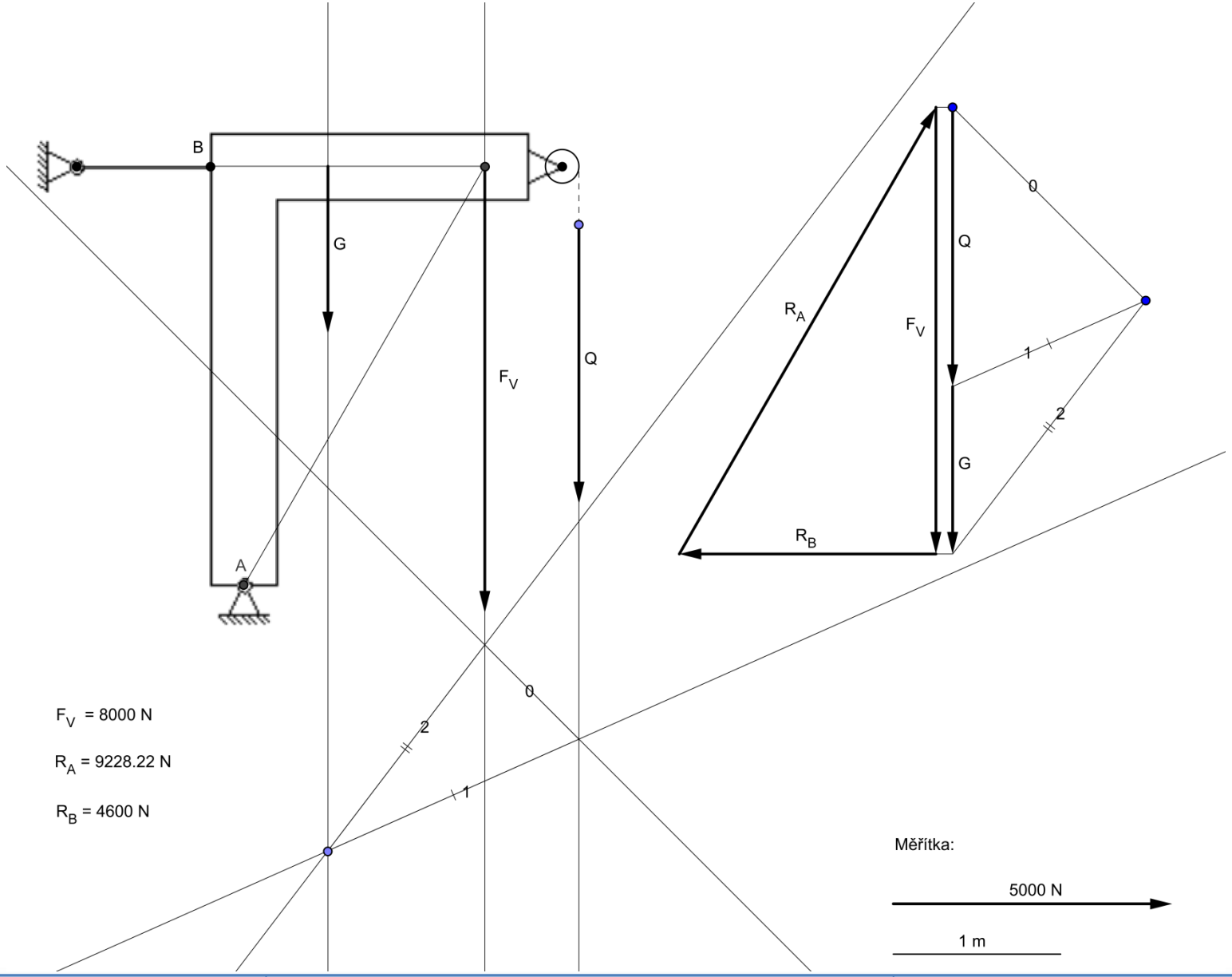
Zadání



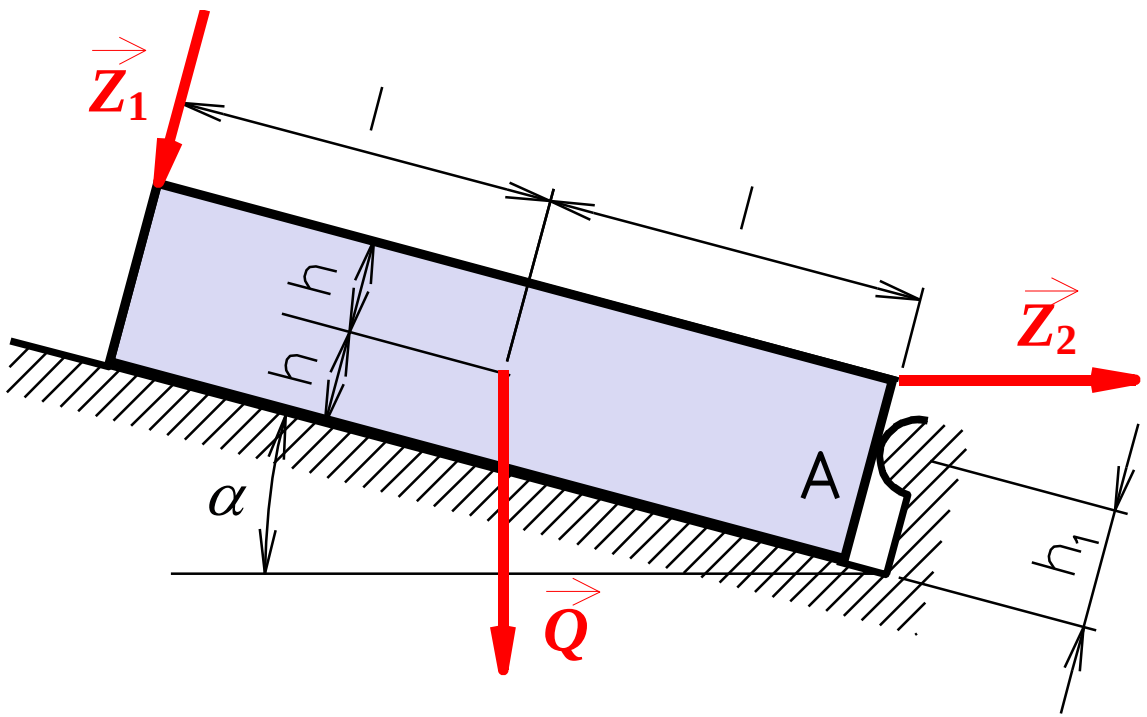
Výložník jeřábu tíhy **G** je zatížen břemenem tíhy **Q**. Břemeno je zavěšeno na laně, které je vedeno přes kladku a je upevněno na tělese výložníku. Určete reakce ve vazbách *A*, *B*. Úlohu řešte početně a graficky.

Dáno: $G = 3000$ N , $Q = 5000$ N ,
$h = 2{,}5$ m , $l = 2$ m ,
$c = 0{,}5$ m , $d = 1$ m ,
$r = 0{,}1$ m.

Grafické řešení



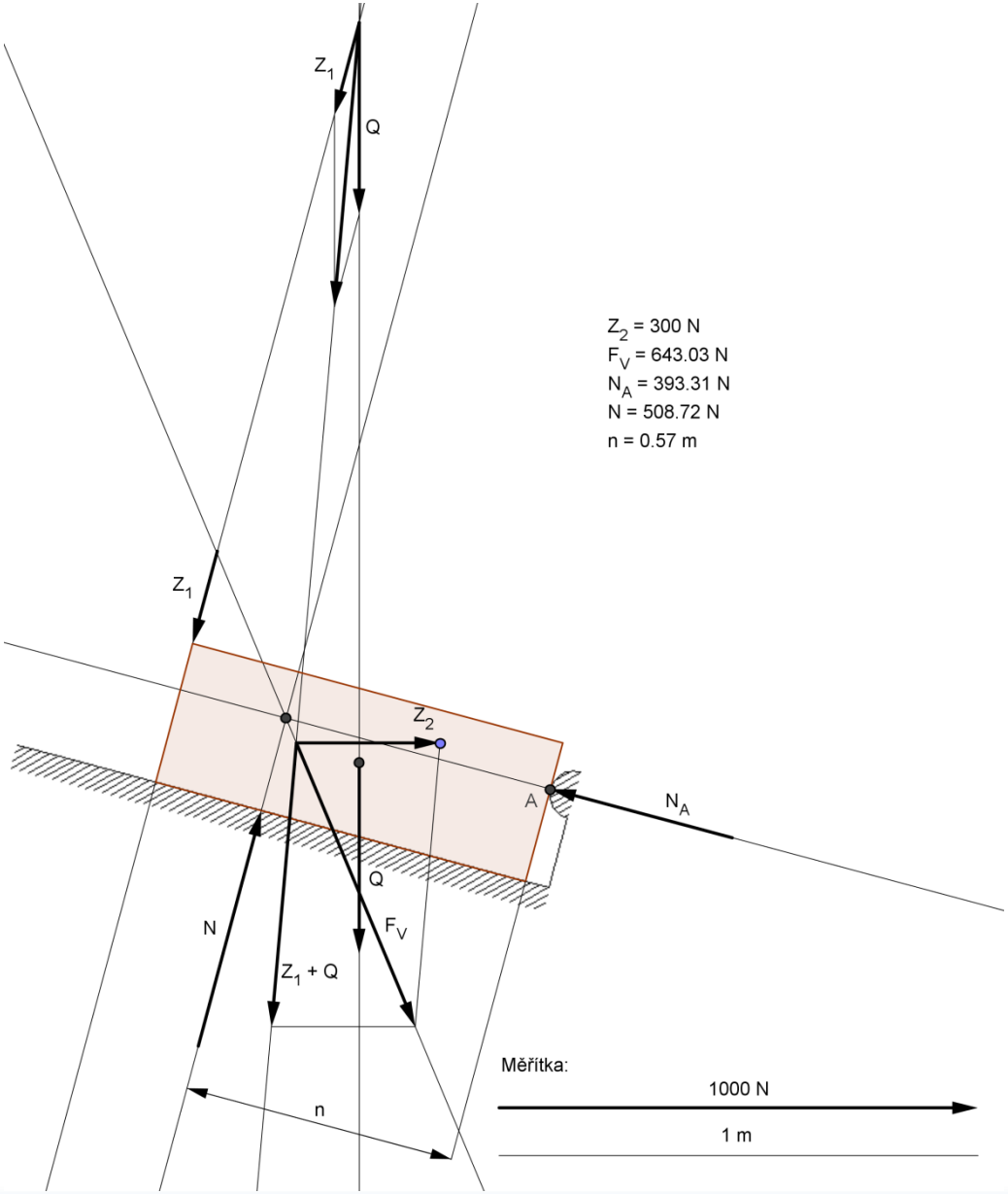
Zadání



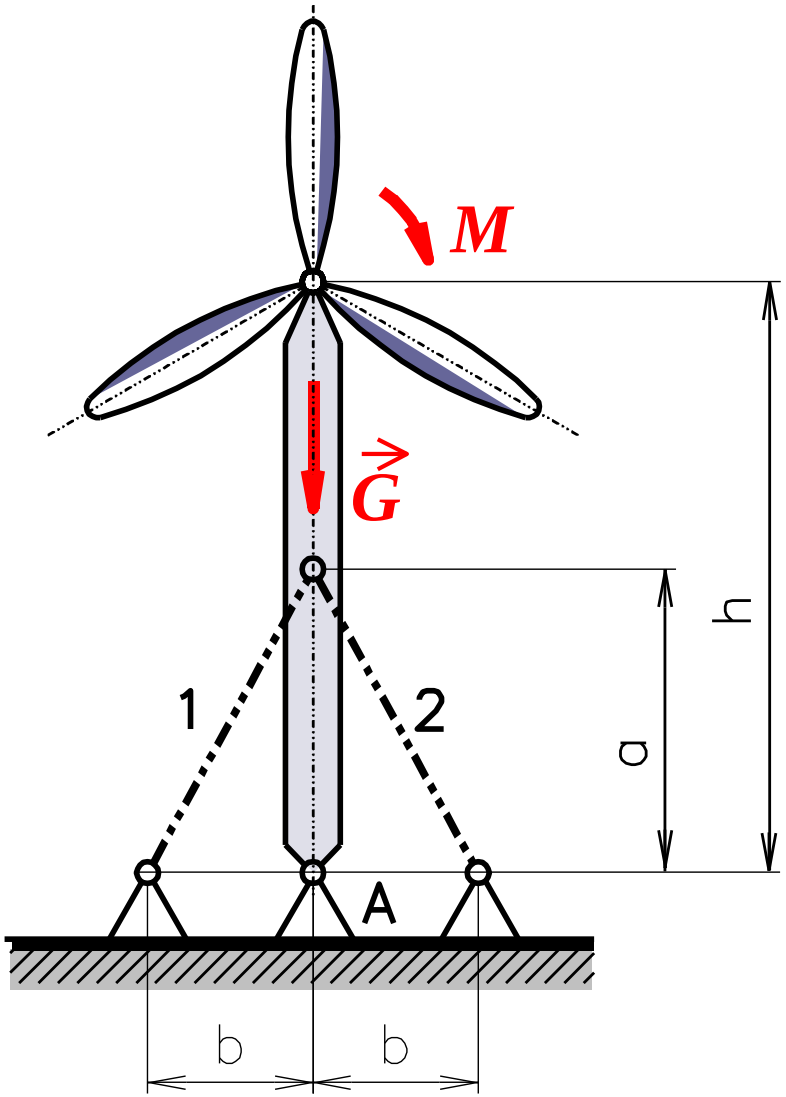
Těleso je uloženo na nakloněné rovině a opřeno o opěru *A*. Je zatíženo silami **Q** , $\mathbf{Z}_1$, $\mathbf{Z}_2$. Určete reakce vazeb. Dále určete velikost síly Z_{2k} při které dojde ke klopení tělesa. Úlohu řešte početně a graficky.

Dáno: $Q = 400$ N , $Z_1 = 200$ N , $Z_2 = 300$ N , $l = 0{,}4$ m , $h = 0{,}15$ m ,
$h_1 = 0{,}2$ m , $\alpha = 15°$.

Grafické řešení



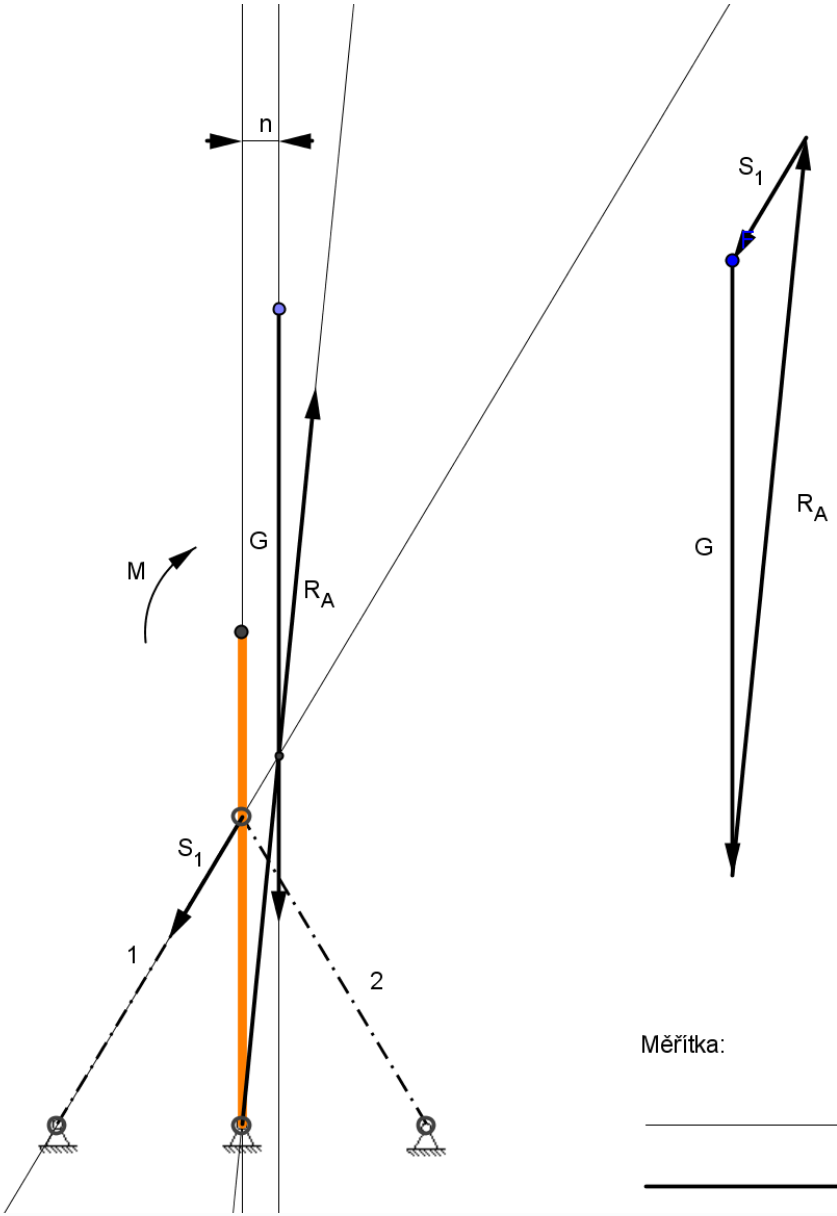
Zadání



Na rotor větrné elektrárny působí silová dvojice o momentu **M**. Stožár s rotorem má tíhu **G**. Určete síly v lanech a reakci ve vazbě *A*. Úlohu řešte početně a graficky.

Dáno: $M = 1500$ Nm , $G = 5000$ N ,
$h = 4$ m , $a = 2{,}5$ m , $b = 1{,}5$ m.

Grafické řešení

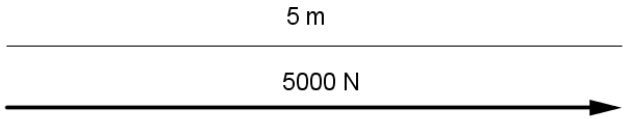


$$n = \frac{M}{G} = 0.3 \text{ m}$$

$$S_1 = 1166.19 \text{ N}$$

$$R_A = 6029.93 \text{ N}$$

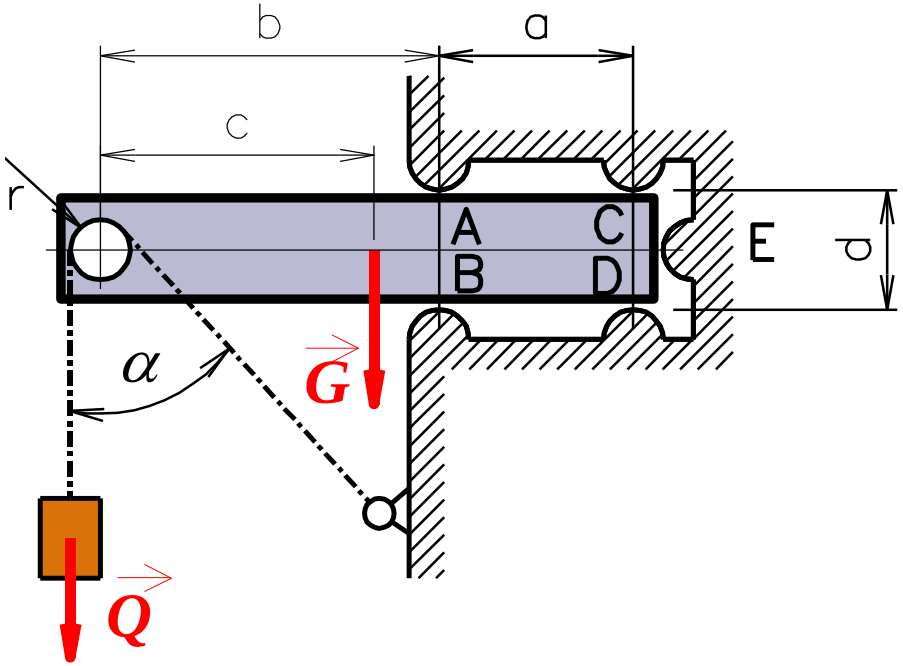
Měřítka:



Komentář

Nahrazením (výslednou silou; součtem) silové dvojice o momentu **M** **a** tíhy **G** stožáru je síla **G,** posunutá o míru *n* (tedy o rameno silové dvojice se silami o velikosti *G*, kterou nahradíme silovou dvojici o momentu **M** ($M = G\,n$)). Při zatížení soustavy touto výslednou silou dojde k napnutí lana 1 a k prověšení lana 2, které není schopno přenášet tlakovou sílu.
Pokud by byla silová dvojice orientována opačně, posouvala by se výsledná síla doleva a došlo by k napnutí lana 2 a prověšení lana 1.

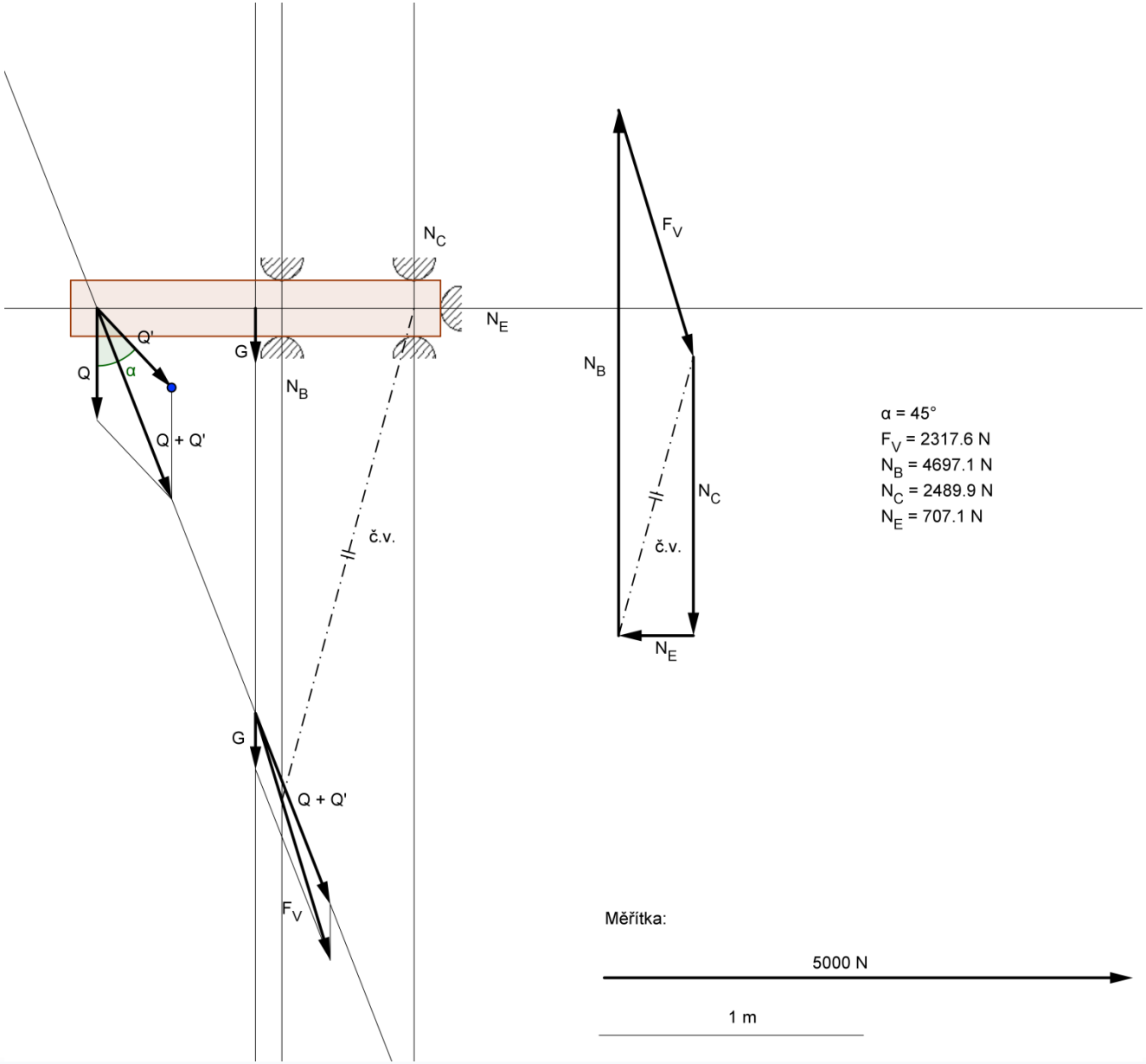
Zadání



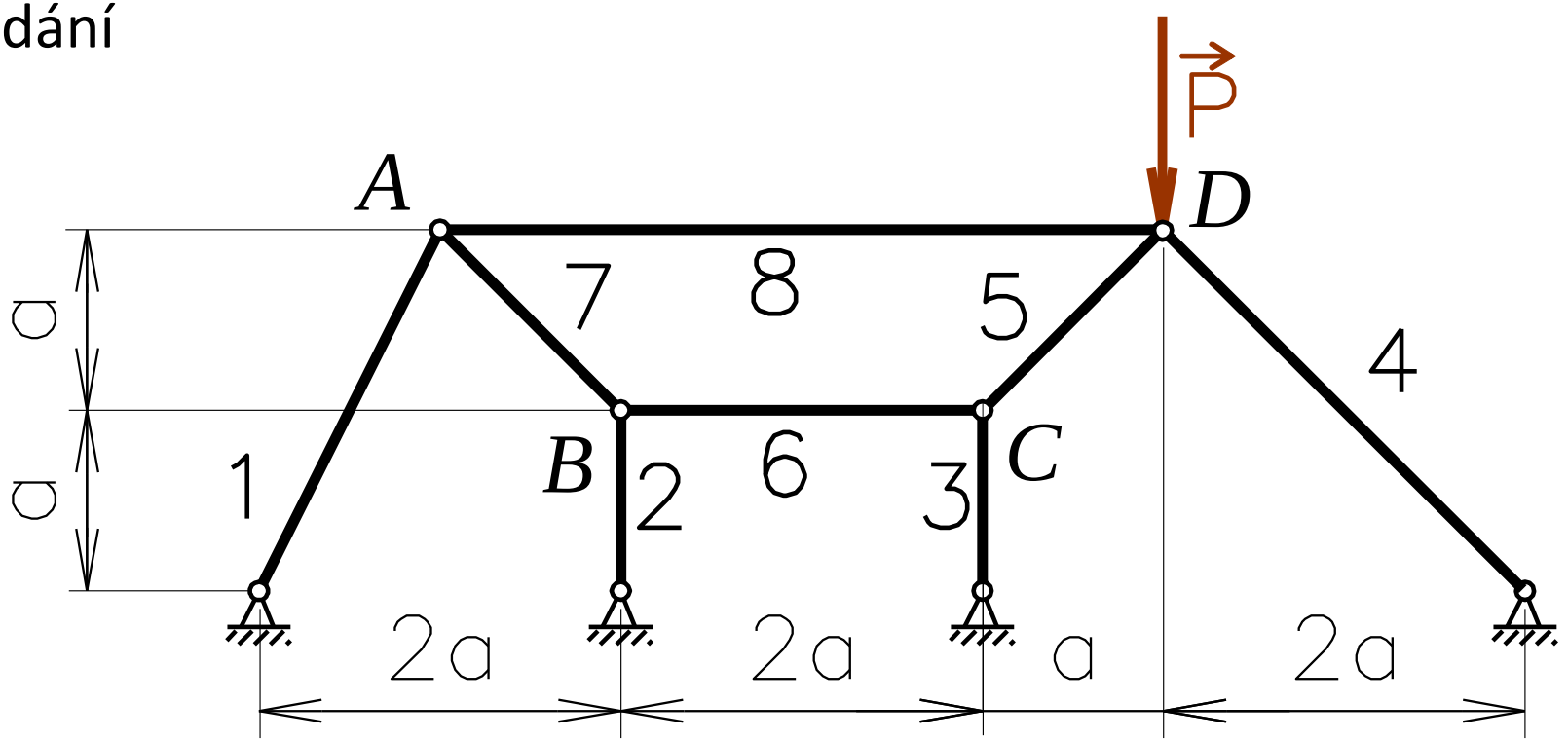
Trám tíhy **G** je uložen ve vedení realizovaném obecnými vazbami *A*, *B*, *C*, *D* a opřen o opěru *E*. Je zatížen břemenem tíhy **Q**, které je zavěšeno na laně vedeném přes kladku a upevněném na základním rámu. Určete reakce vazeb. Úlohu řešte početně a graficky.

Dáno: $G = 500$ N , $Q = 1000$ N ,
$a = 0{,}5$ m , $b = 0{,}7$ m ,
$c = 0{,}6$ m , $d = 0{,}2$ m ,
$r = 0{,}05$ m , $\alpha = 45°$.

Grafické řešení



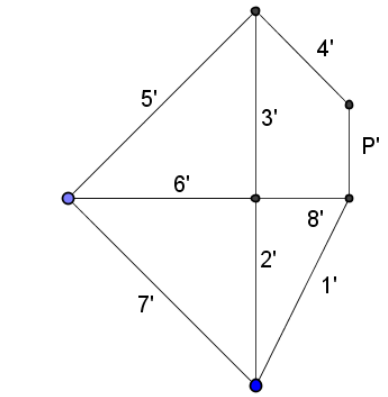
Zadání



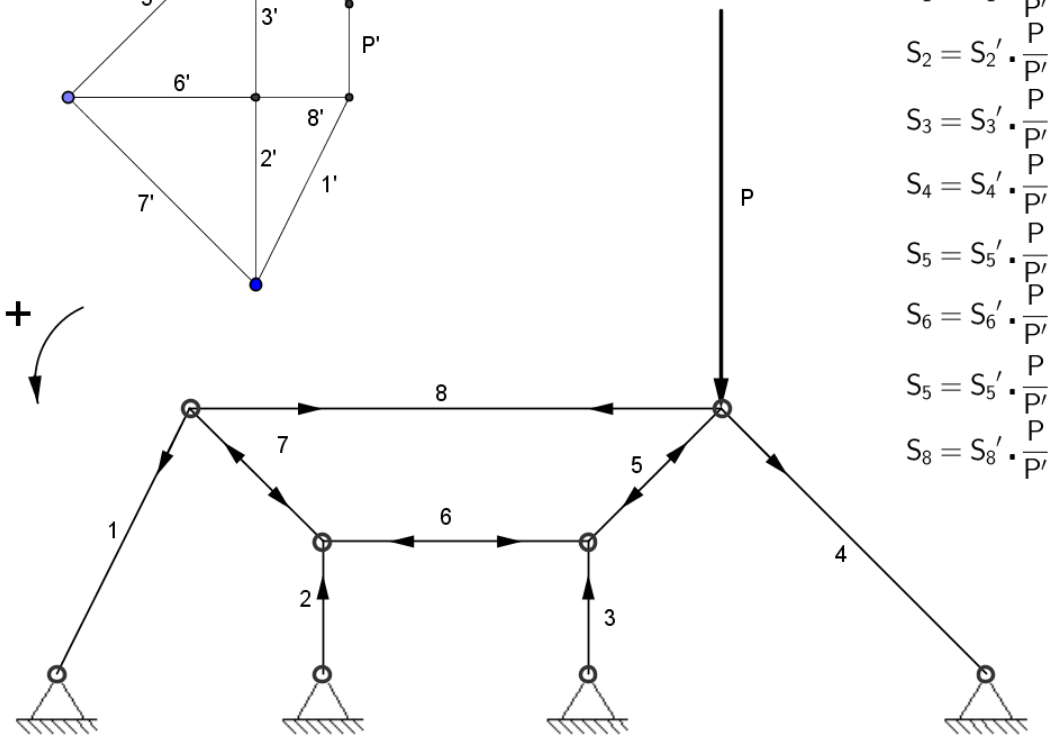
Prutová soustava je zatížena silou **P**. Určete statickou a tvarovou určitost soustavy a síly v prutech styčníkovou metodou.

Dáno: a = 1 m , P = 1000 N.

Grafické řešení



Postup konstrukce



Skutečné síly :

$$P = P' \cdot \frac{P}{P'} = P = 1000\ N$$

$$S_1 = S_1' \cdot \frac{P}{P'} = 2236.07\ N$$

$$S_2 = S_2' \cdot \frac{P}{P'} = -2000\ N$$

$$S_3 = S_3' \cdot \frac{P}{P'} = -2000\ N$$

$$S_4 = S_4' \cdot \frac{P}{P'} = 1414.21\ N$$

$$S_5 = S_5' \cdot \frac{P}{P'} = -2828.43\ N$$

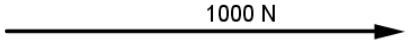
$$S_6 = S_6' \cdot \frac{P}{P'} = -2000\ N$$

$$S_5 = S_5' \cdot \frac{P}{P'} = -2828.43\ N$$

$$S_8 = S_8' \cdot \frac{P}{P'} = 3000\ N$$

Měřítko sil : $\frac{P}{P'}$

Měřítka:

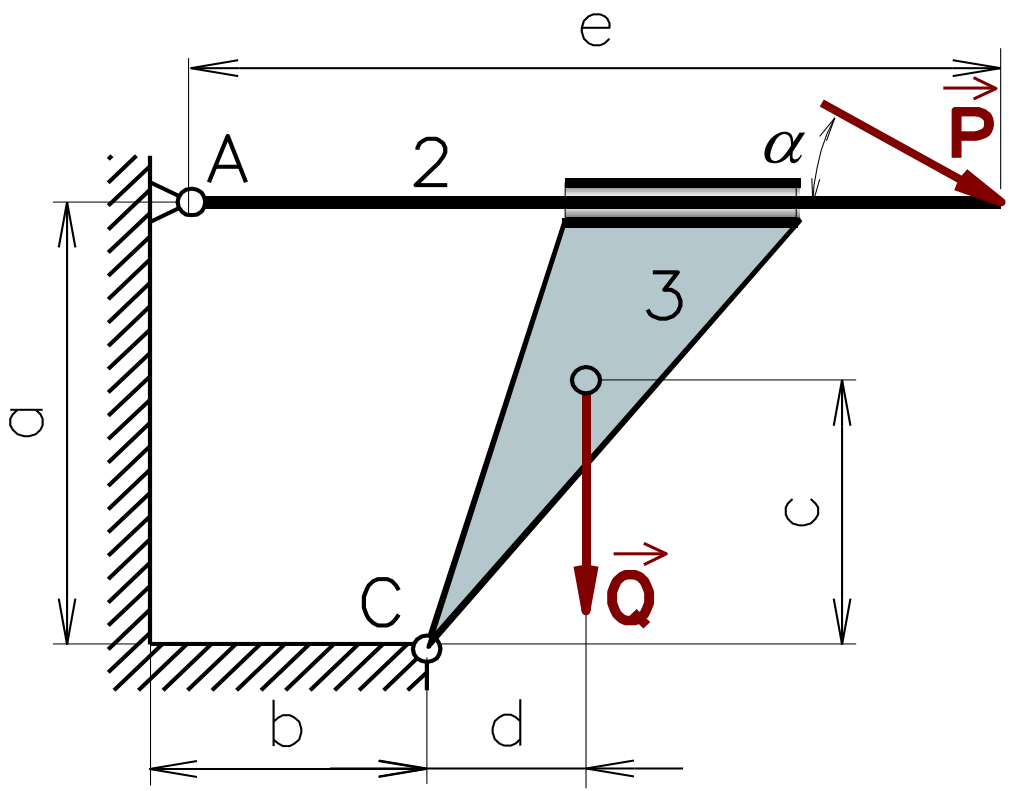


2 m

Komentář

Metoda neurčitého měřítka
Je založena na skutečnosti, že řešení soustavy lze popsat soustavou lineárních rovnic. Zvětšíme/zmenšíme-li zátěžnou sílu P v určitém poměru, zvětší/zmenší se reakce i síly v prutech ve stejném poměru. Zvolíme-li například sílu v prutu 7 a vyřešíme-li postupně rovnováhu styčníků *A*, *B* a *C*, vyjde nám ve styčníku *D* pro rovnováhu síla P'. Velikosti skutečných sil pak získáme násobením získaných sil měřítkem P/P'.
Řešení je provedeno Cremonovým obrazcem viz komentář k příkladu 8.6 ze cvičení 8.

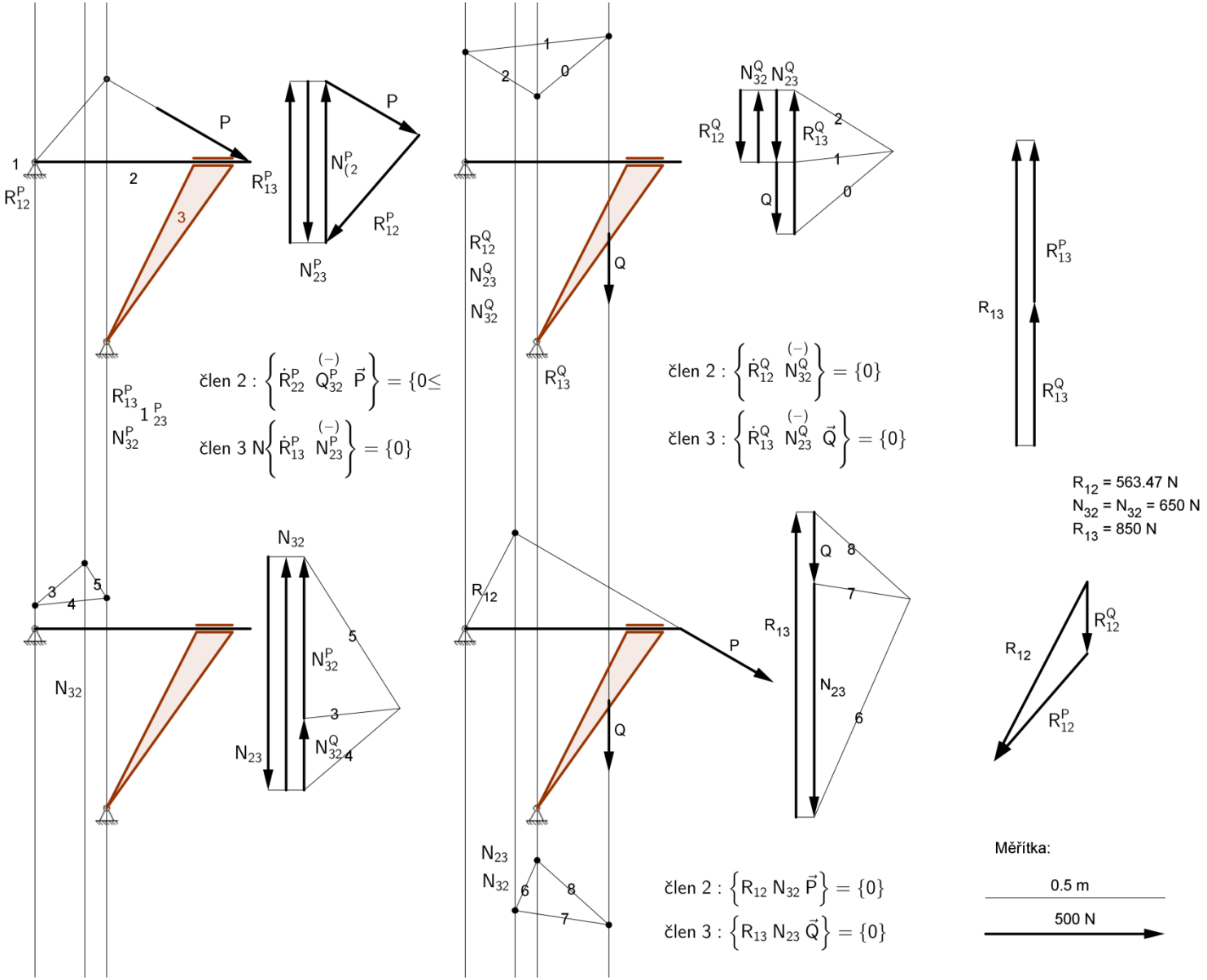
Zadání



Konzola je zatížená silami **P** a **Q**. Určete graficky reakce ve vazbách.

Dáno: a = 0,5 m , b = 0,2 m , c = 0,3 m , d = 0,2 m ,
e = 0,6 m , α = 30°, P = 300 N , Q = 200 N.

Grafické řešení

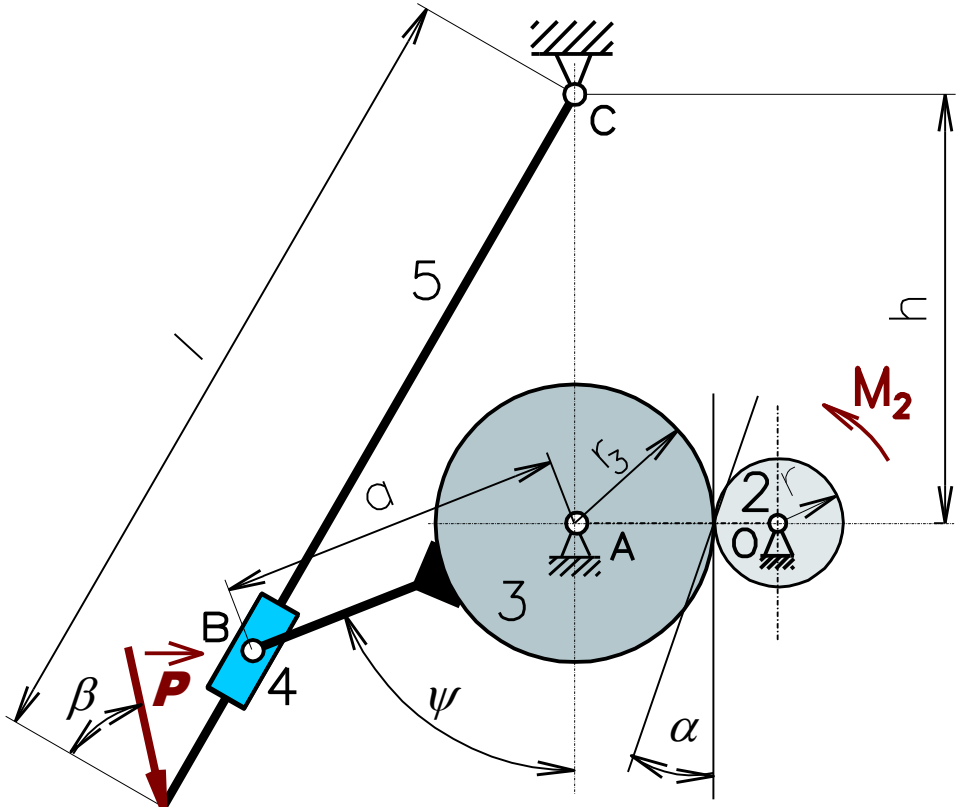


Komentář

V horní polovině obrázku jsou řešeny dílčí reakce, při zatížení soustavy buď pouze silou **P** nebo pouze silou **Q**.

V dolní polovině obrázku jsou pak dílčí reakce sečteny a je ukázáno, že výsledné celkové reakce splňují podmínky rovnováhy tří sil, působících jak na člen 2, tak i na člen 3.

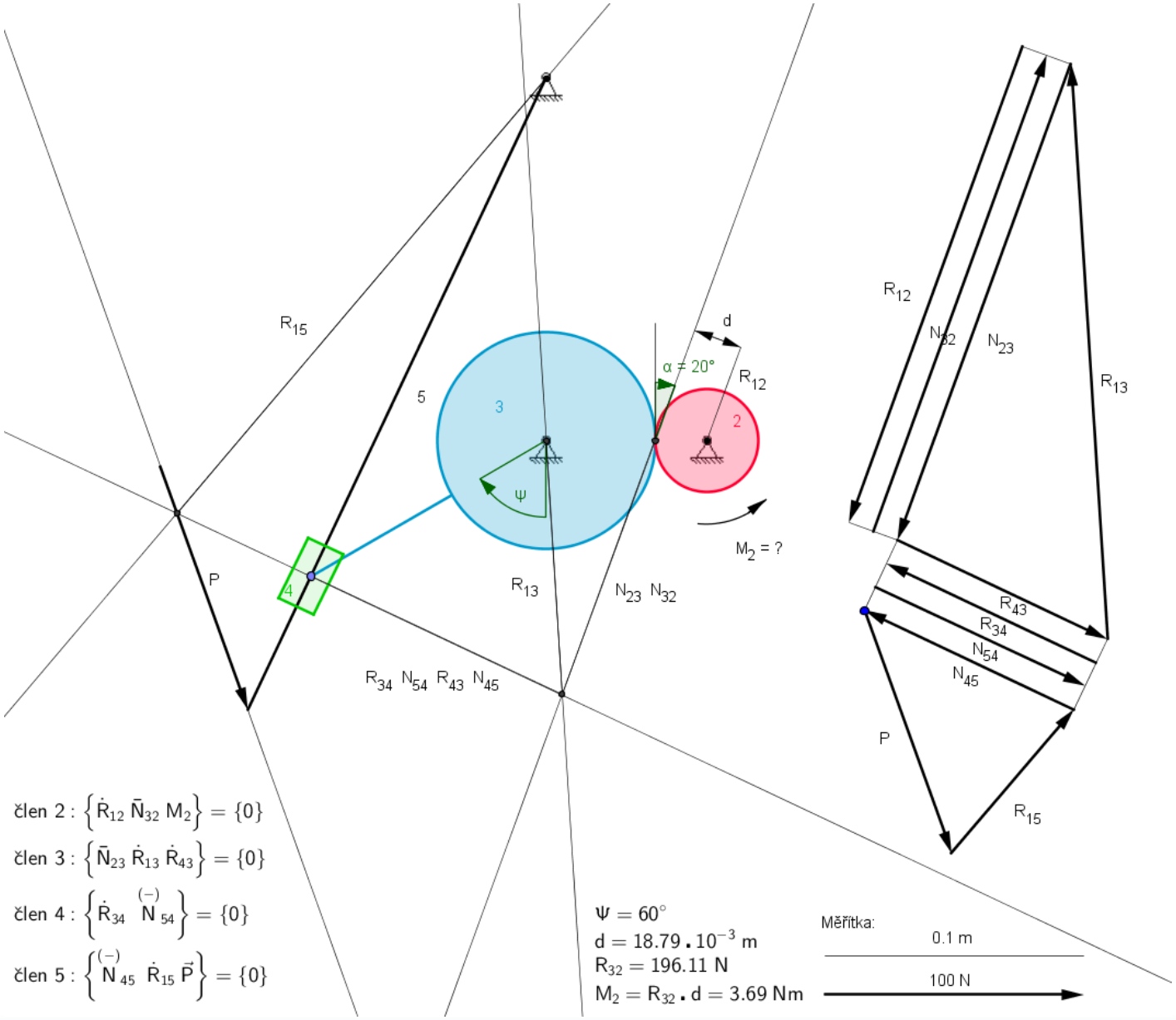
Zadání



Mechanismus podavače je zatížen silou **P**. Určete graficky velikost momentu hnací silové dvojice $\mathbf{M}_2$ působící na člen 2 v poloze dané úhlem ψ.

Dáno: $P = 100$ N , $l = 0{,}27$ m , $a = 0{,}105$ m , $h = 0{,}14$ m ,
$r_3 = 0{,}042$ m , $r = 0{,}02$ m , $\alpha = 20°$, $\beta = 45°$, $\psi = 60°$.

Grafické řešení



člen 2 : $\left\{ \dot{R}_{12}\ \bar{N}_{32}\ M_2 \right\} = \{0\}$

člen 3 : $\left\{ \bar{N}_{23}\ \dot{R}_{13}\ \dot{R}_{43} \right\} = \{0\}$

člen 4 : $\left\{ \dot{R}_{34}\ \overset{(-)}{N}_{54} \right\} = \{0\}$

člen 5 : $\left\{ \overset{(-)}{N}_{45}\ \dot{R}_{15}\ \vec{P} \right\} = \{0\}$

$\psi = 60°$

$d = 18.79 \cdot 10^{-3}$ m

$R_{32} = 196.11$ N

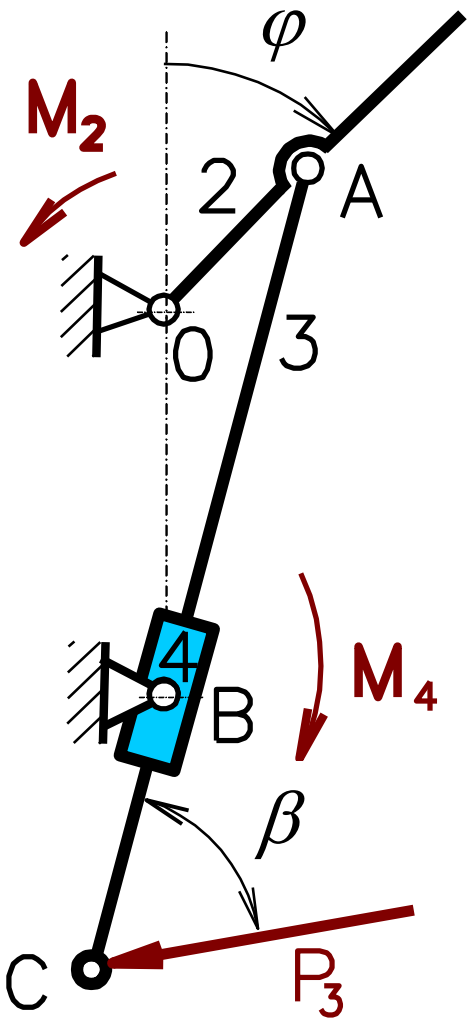
$M_2 = R_{32} \cdot d = 3.69$ Nm

Měřítka:

0.1 m

100 N

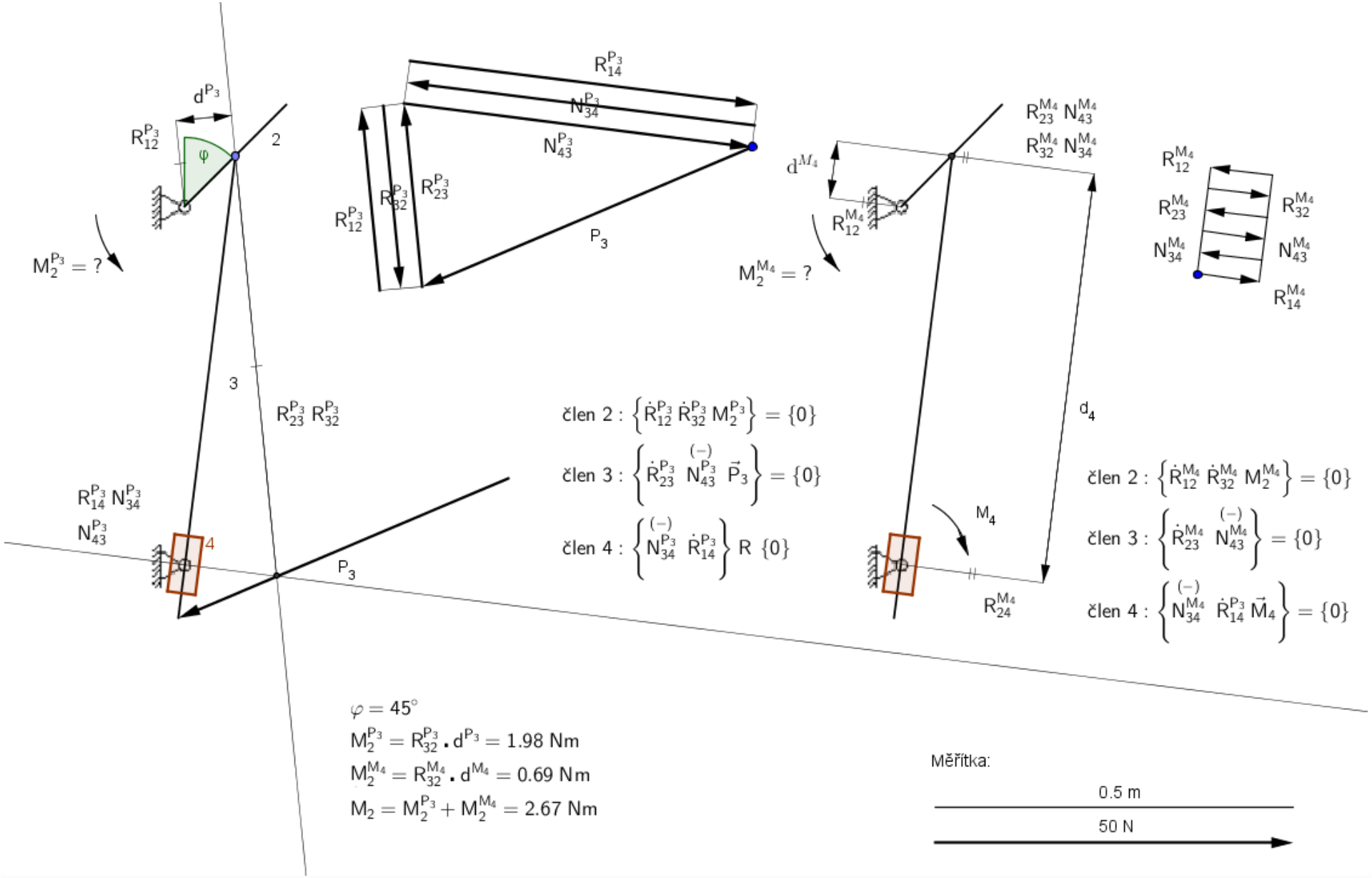
Zadání



Na člen 3 mechanismu míchadla působí síla $\mathbf{P}_3$ a na člen 4 silová dvojice $\mathbf{M}_4$. Určete graficky silovou dvojici $\mathbf{M}_2$ působící na člen 2 pro rovnováhu mechanismu.

Dáno: $P_3 = 50$ N , $M_4 = 5$ Nm ,
$OA = 0{,}1$ m , $OB = 0{,}5$ m ,
$AC = 0{,}65$ m , $\varphi = 45°$, $\beta = 60°$.

Grafické řešení



člen 2 : $\left\{\dot{R}_{12}^{P_3}\ \dot{R}_{32}^{P_3}\ M_2^{P_3}\right\} = \{0\}$

člen 3 : $\left\{\dot{R}_{23}^{P_3}\ \overset{(-)}{N}_{43}^{P_3}\ \vec{P}_3\right\} = \{0\}$

člen 4 : $\left\{\overset{(-)}{N}_{34}^{P_3}\ \dot{R}_{14}^{P_3}\right\} R\ \{0\}$

člen 2 : $\left\{\dot{R}_{12}^{M_4}\ \dot{R}_{32}^{M_4}\ M_2^{M_4}\right\} = \{0\}$

člen 3 : $\left\{\dot{R}_{23}^{M_4}\ \overset{(-)}{N}_{43}^{M_4}\right\} = \{0\}$

člen 4 : $\left\{\overset{(-)}{N}_{34}^{M_4}\ \dot{R}_{14}^{P_3}\ \vec{M}_4\right\} = \{0\}$

$\varphi = 45^\circ$

$M_2^{P_3} = R_{32}^{P_3} \cdot d^{P_3} = 1.98\ \text{Nm}$

$M_2^{M_4} = R_{32}^{M_4} \cdot d^{M_4} = 0.69\ \text{Nm}$

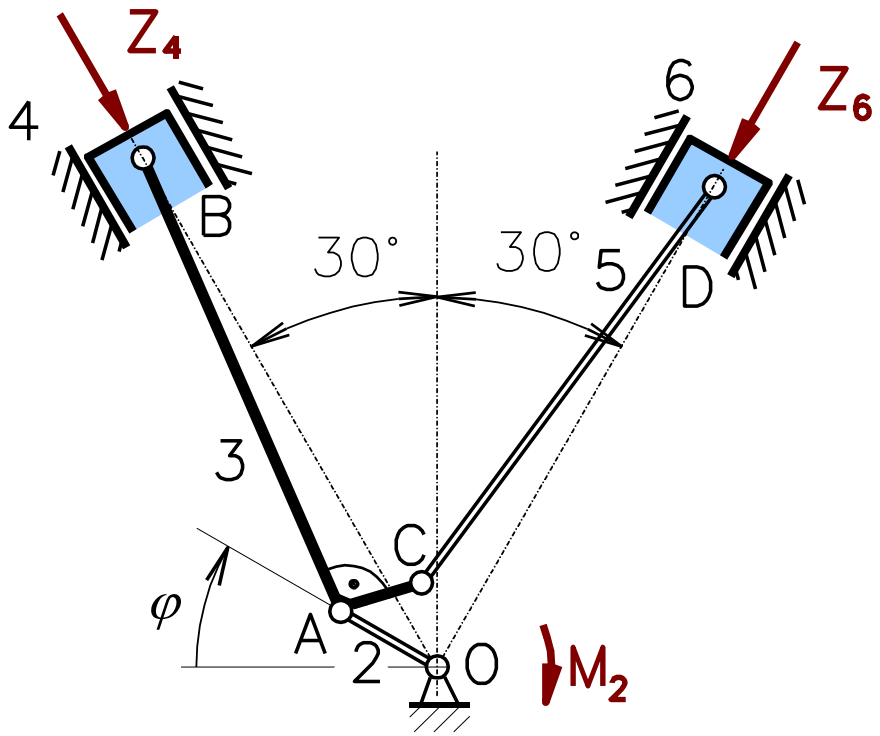
$M_2 = M_2^{P_3} + M_2^{M_4} = 2.67\ \text{Nm}$

Měřítka:

0.5 m

50 N

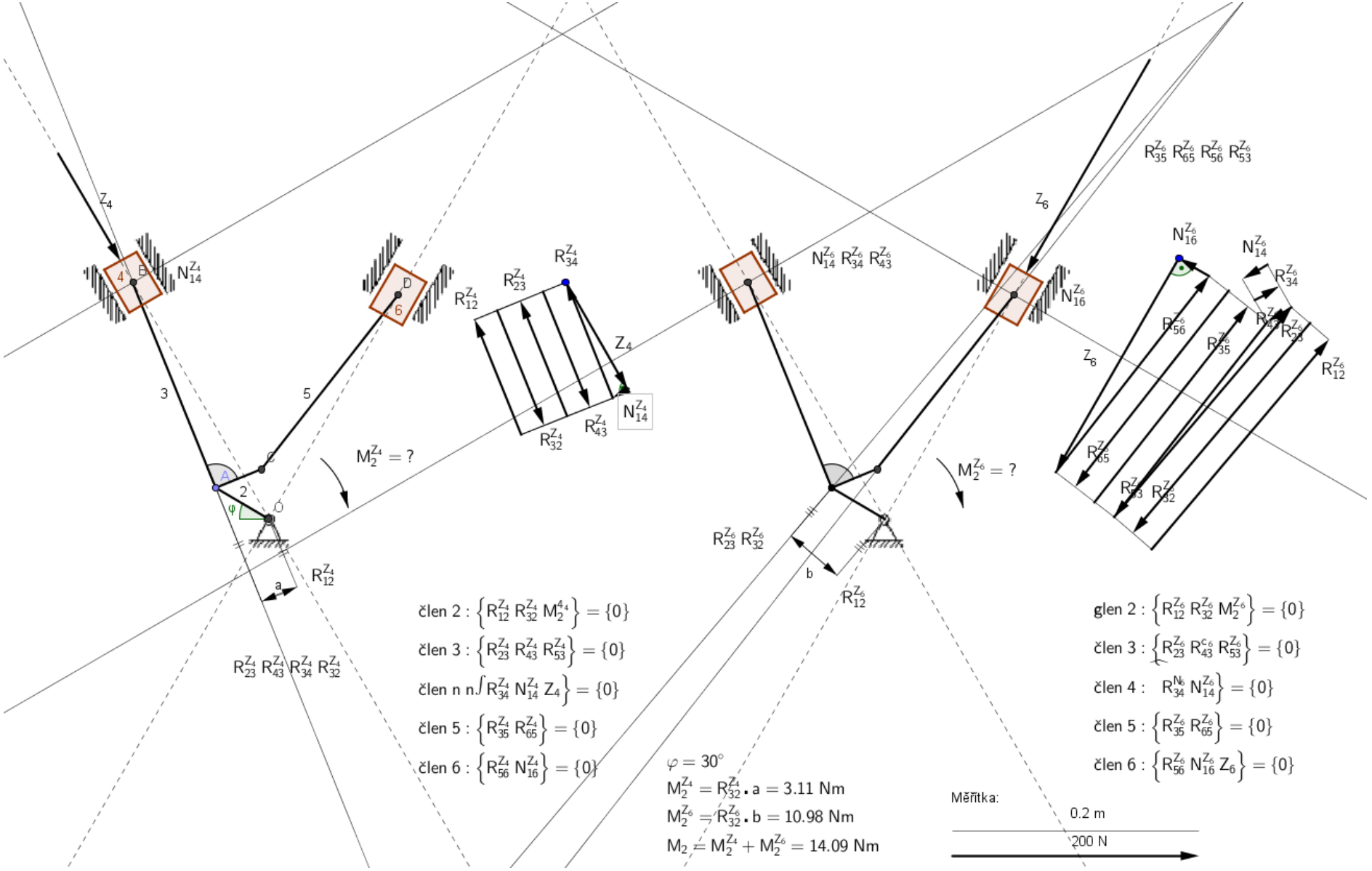
Zadání



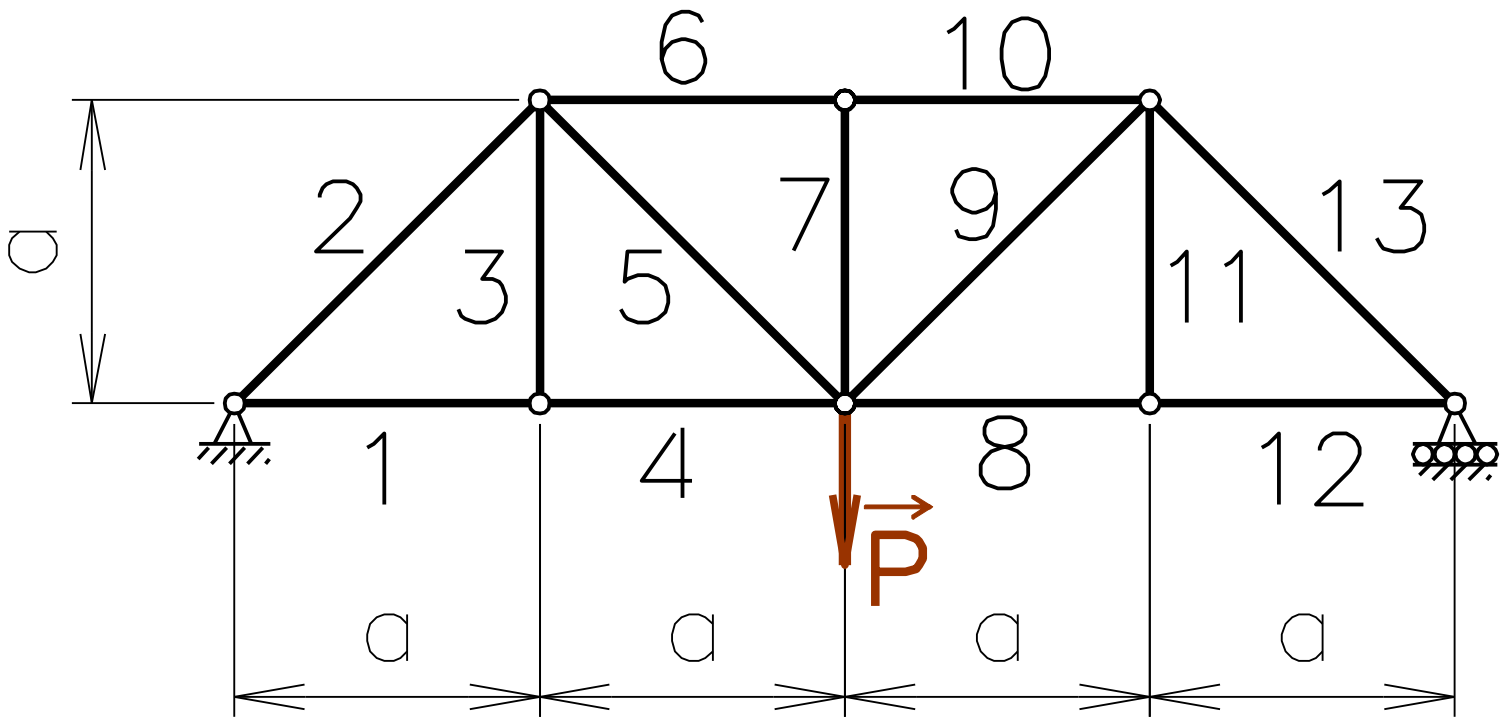
Na píst 4 spalovacího motoru s válci do V působí síla $\mathbf{Z}_4$ a na píst 6 působí síla $\boldsymbol{Z}_6$. Určete graficky silovou dvojici $\mathbf{M}_2$ působící na člen 2 pro rovnováhu mechanismu.

Dáno: $Z_4 = 100$ N, $Z_6 = 200$ N, $OA = 0{,}05$m , $AB = 0{,}18$ m ,
$AC = 0{,}04$ m , $CD = 0{,}18$ m , $\varphi = 30°$.

Grafické řešení



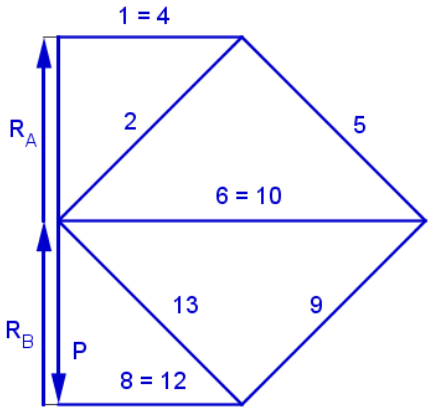
Zadání



Prutová soustava je zatížena silou **P**. Určete statickou určitost soustavy a vypočtěte sílu v prutu 5 průsečnou metodou.

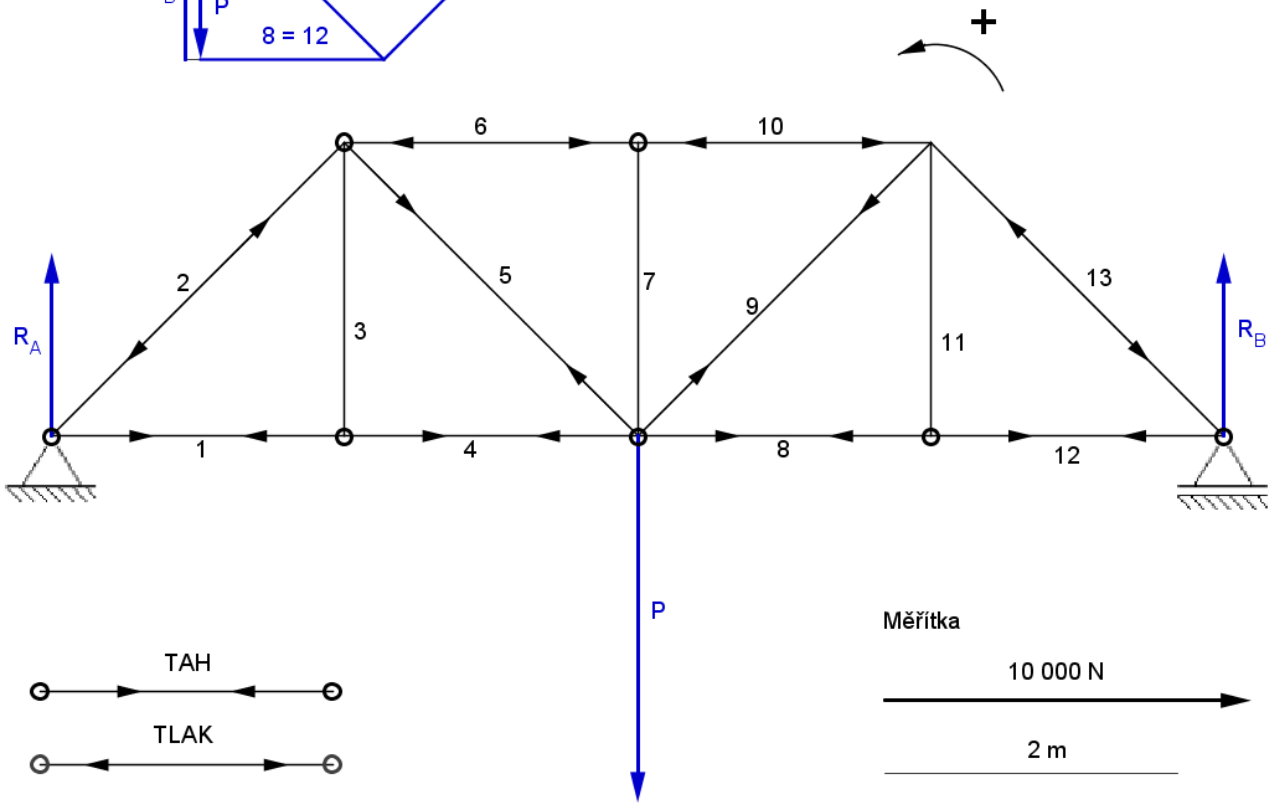
Dáno: a = 2 m , P = 10 000 N.

Grafické řešení



Postup konstrukce

$S_3 = S_7 = S_{11} = 0$
$S_1 = S_4 = S_8 = S_{12} = 5000$ N
$-S_2 = S_5 = S_9 = -S_{13} = 7071.07$ N
$S_6 = S_{10} = -10000$ N



Komentář

Grafická kontrola početního řešení – Cremonův obrazec

Při kreslení Cremonova obrazce je třeba dodržet následující postup:

(a) Určíme vnější reakce.

(b) Vnější síly a vnější reakce uspořádáme ve složkovém obrazci tak, jak za sebou následují, obcházíme-li obvod soustavy ve zvoleném smyslu.

(c) Osové síly prutů kreslíme ve složkových obrazcích jednotlivých styčníků tak, jak za sebou následují, obcházíme-li styčníky v témže smyslu.

(d) Vnější síly klademe zvnějšku mezi obvodové pruty.

Do Cremonova obrazce nekreslíme smysly sil v jednotlivých prutech.
Ty kreslíme přímo do obrázku mechanického modelu soustavy.
Z obrázku mechanického modelu určíme způsob namáhání prutů (tahové +, tlakové -).

Komentář

Reakce v rotační vazbě v místě *A* má obecně dvě složky R_{Ax} a R_{Ay}.
Z rovnice rovnováhy do směru x ihned plyne, že $R_{Ax} = 0$. Protože při grafickém řešení nepoužíváme složky sil, je reakce R_A v obrázku zakreslena jako svislá. To však platí pouze v tomto výjimečném případě zatížení a obecně reakce R_A (při jiném způsobu zatížení soustavy) NEBUDE svislá.