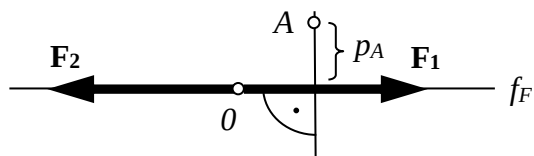


Príklad 2.10: Určite posuvný a otáčavý účinok k bodu A dvoch rovnako veľkých, ale opačne orientovaných síl F_1 a F_2 , ležiacich na spoločnej nositeľke - tzv. nulová dvojica síl (Obr.2.26.). Zadané: $F=200\text{ N}$, $p_A=0,5\text{ m}$.

- Posuvný účinok ($PÚ$): $F_1 + (-F_2) = 200 - 200 = 0\text{ N}$.
- Otáčavý účinok ($OÚ$): vzhľadom k ľubovoľne zvolenému momentovému bodu (napr. bod A) a dostaneme

$$F_1 \cdot p_A - F_2 \cdot p_A = 200 \cdot 0,5 - 200 \cdot 0,5 = 0\text{ Nm}.$$

Záver: Dve rovnako veľké, opačne orientované sily, ležiace na jednej nositeľke majú na teleso nulový silový a teda aj pohybový účinok.



Obr. 2.26

Príklad 2.12: Určite výslednicu $\mathbf{R}$ dvoch rôznobežných síl $\mathbf{F}_1$, $\mathbf{F}_2$ a veľkosti zložiek sily $\mathbf{R}$ v smere súradnicových osí x , y (Obr.2.33a). Zadané: $F_1=100\text{ N}$, $F_2=100\text{ N}$, $\alpha_1=30^\circ$, $\alpha_2=60^\circ$.

- Analyticky:

Veľkosť výslednice: aplikácia kosínusovej vety (Obr.2.33a)

$$\alpha = (\alpha_2 - \alpha_1) \Rightarrow \alpha = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha}$$

$$R = \sqrt{100^2 + 100^2 + 2 \cdot 100 \cdot 100 \cdot \cos(30^\circ)} \Rightarrow \mathbf{R = 193\text{ N}}$$

Smernosť výslednice: aplikácia sínusovej vety (Obr.2.33a)

$$\frac{F_2}{\sin \alpha'_R} = \frac{R}{\sin(\pi - \alpha)} \Rightarrow \sin \alpha'_R = \frac{F_2}{R} \cdot \sin(\pi - \alpha)$$

$$\sin \alpha'_R = 100 / 193 \cdot \sin 150^\circ = 0,259 \Rightarrow \alpha'_R = 15^\circ$$

Smerný uhol α_R (= uhol medzi $\mathbf{R}$ a kladnou poloosou x): $\alpha_R = \alpha_1 + \alpha'_R = 30^\circ + 15^\circ \Rightarrow \mathbf{\alpha_R = 45^\circ}$.

Veľkosti zložiek výslednice $\mathbf{R}$:

$$R_x = R \cdot \cos \alpha_R = 193 \cdot \cos 45^\circ \Rightarrow \mathbf{R_x = 136\text{ N}}$$

$$R_y = R \cdot \sin \alpha_R = 193 \cdot \sin 45^\circ \Rightarrow \mathbf{R_y = 136\text{ N}}$$

- Graficky:

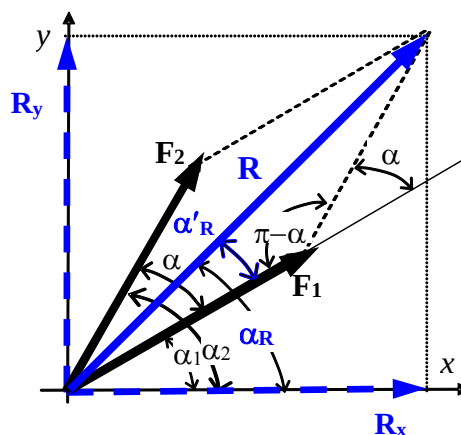
Zvolená mierka síl: $m_F = 2\text{ N/mm}$. Výsledky získame zo silového obrazca, zakresleného v mierke (Obr.2.33b). Odmeraním zistíme $\bar{R} = 97\text{ mm}$, $\bar{R}_x = 68\text{ mm}$, $\bar{R}_y = 68\text{ mm}$ a platí:

$$R = \bar{R} \cdot m_F = 97 \cdot 2 = \mathbf{194\text{ N}}; \quad \alpha'_R \cong 15^\circ,$$

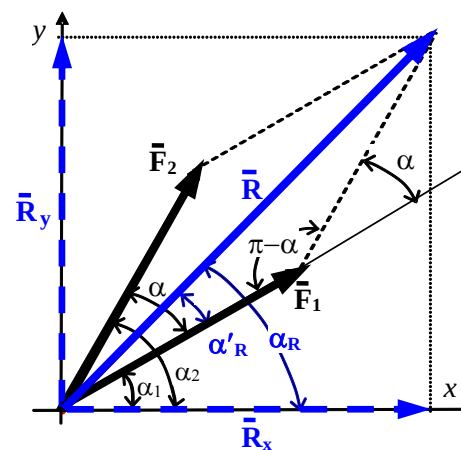
$$R_x = \bar{R}_x \cdot m_F = 68 \cdot 2 = \mathbf{136\text{ N}}$$

$$R_y = \bar{R}_y \cdot m_F = 68 \cdot 2 = \mathbf{136\text{ N}}.$$

Uhol medzi výslednicou $\mathbf{R}$ a kladnou poloosou x zistíme odmeraním v Obr.2.33b a platí $\alpha_R \cong 45^\circ$.

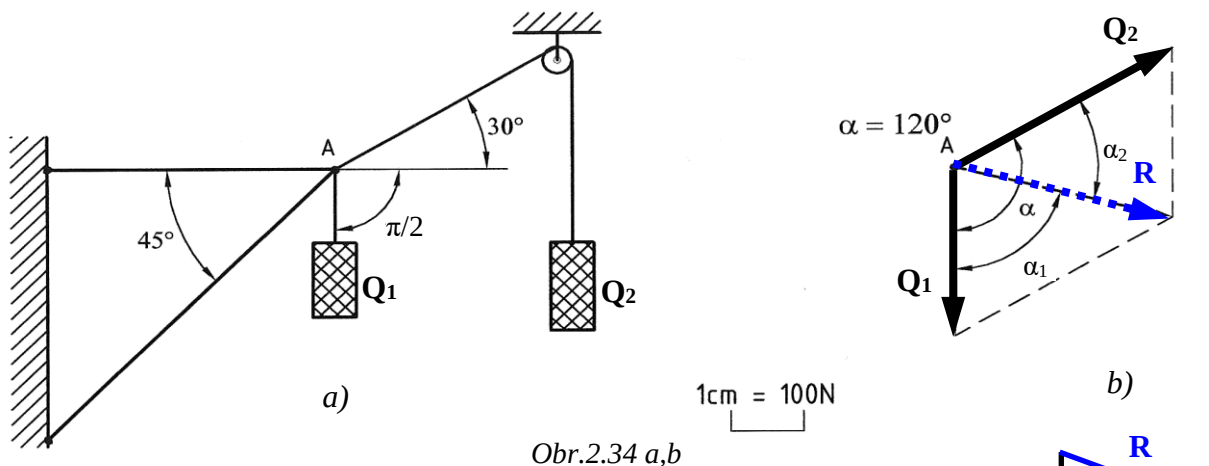


Obr. 2.33a



Obr. 2.33b

Príklad 2.13: Určte výpočtom aj graficky veľkosť a smer výslednej sily $\mathbf{R}$ pôsobiacej v bode A konzolového nosníka zataženého zavesenými bremenami $\mathbf{Q}_1, \mathbf{Q}_2$. Zadané: $Q_1 = 250 \text{ N}$, $Q_2 = 350 \text{ N}$, uhly podľa obrázka.



Analyticky:

$$R = \sqrt{Q_1^2 + Q_2^2 + 2Q_1Q_2 \cos \alpha}$$

$$R = \sqrt{250^2 + 350^2 + 2 \cdot 250 \cdot 350 \cdot \cos 120^\circ} = \sqrt{97500} = 312,24 \text{ N}.$$

Smer sily $\mathbf{R}$, t.j. napríklad uhol α_1 získame zo sínusovej vety

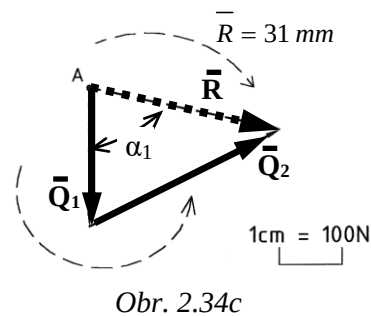
$$\frac{Q_2}{R} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin(\pi - \alpha)} \Rightarrow \sin \alpha_1 = \frac{Q_2}{R} \sin(\pi - \alpha) = \frac{350}{312,24} \cdot \sin 60^\circ = 0,9707 \Rightarrow \alpha_1 = 76^\circ 07'.$$

$$\text{Uhol } \alpha_2 = \alpha - \alpha_1 = 120^\circ - 76^\circ 07' = 43^\circ 53'.$$

Graficky:

Zvolíme mierku síl, napr. $m_F = 10 \text{ N.mm}^{-1}$ ($\equiv 100 \text{ N.cm}^{-1}$) a určíme veľkosť zobrazovacích úsečiek zložiek síl

$$\bar{Q}_1 = \frac{Q_1}{m_F} = \frac{250}{10} = 25 \text{ mm}, \quad \bar{Q}_2 = \frac{Q_2}{m_F} = \frac{350}{10} = 35 \text{ mm}.$$



Zo silového obrazca $\bar{R} = \bar{Q}_1 + \bar{Q}_2$ (obr.2.34c) odmeriame veľkosť výslednice $\bar{R} = 31 \text{ mm}$. Jej prenáso-
bením mierkou síl určíme veľkosť sily $\mathbf{R}$ v [N].

$$\text{Platí } R = \bar{R} \cdot m_F = 31 \cdot 10 \cong 310 \text{ N}, \text{ odmeraním zistíme } \alpha_1 \cong 75^\circ.$$

Příklad 2.14: Rozložte analyticky aj graficky sily F_1, F_2 do dvoch navzájom kolmých zložiek (Obr.2.36).
Zadané: $F_1(15,-10,135^\circ,500\text{ N})$, $F_2(0,0,300^\circ,8000\text{ N})$.

• Analyticky:

$$F_1(15;-10;135^\circ;500\text{N})$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha = 180^\circ - 135^\circ = 45^\circ$$

$$F_{1x} = F_1 \cdot \cos \alpha = 500\text{ N} \cdot \cos 135^\circ = 500 \cdot -0.707 = -353,5\text{ N}$$

$$\text{alebo } F_{1x} = -(F_1 \cdot \cos \beta) = -(500\text{ N} \cdot \cos 45^\circ) = -(500 \cdot 0,707) = -353,5\text{ N}$$

$$F_{1y} = F_1 \cdot \sin \alpha = 500\text{ N} \cdot \sin 135^\circ = 353,6\text{ N}$$

$$\text{alebo } F_{1y} = +(F_1 \cdot \sin \beta)$$

$$F_{1x} = [15;-10;180^\circ;353,5\text{ N}]$$

$$F_{1y} = [15;-10;90^\circ;353,5\text{ N}]$$

• Graficky (Obr.2.36a):

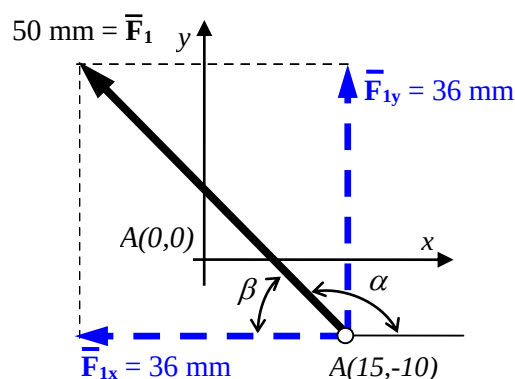
$$m_F = 10\text{ N} / 1\text{ mm} = 10\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1} \Rightarrow 1\text{ mm} = 10\text{ N}$$

$$F_{1x} = m_F \cdot \bar{F}_{1x} = 10\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot 36\text{ mm} = 360\text{ N}$$

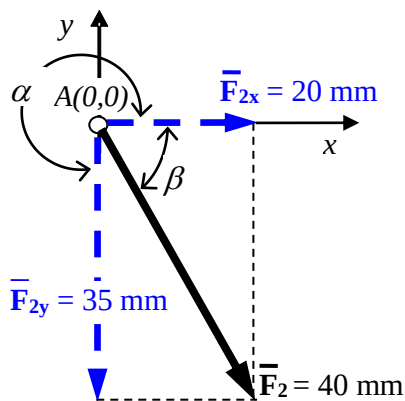
$$F_{1y} = m_F \cdot \bar{F}_{1y} = 10\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot 36\text{ mm} = 360\text{ N}$$

$$F_{1x} = [15;-10;180^\circ;360\text{N}]$$

$$F_{1y} = [15;-10;90^\circ;360\text{N}]$$



Obr. 2.36a



Obr. 2.36b

• Analyticky:

$$F_2(0;0;300^\circ;8000\text{N})$$

$$\beta = 360^\circ - \alpha = 360^\circ - 300^\circ = 60^\circ$$

$$F_{2x} = F_2 \cdot \cos \alpha = 8000\text{ N} \cdot \cos 60^\circ = 4000\text{ N} \quad \text{príp.} = +(F_2 \cdot \cos \beta)$$

$$F_{2y} = F_2 \cdot \sin \alpha = 8000\text{ N} \cdot \sin 300^\circ = -6928\text{ N} \quad \text{príp.} = -(F_2 \cdot \sin \beta)$$

$$F_{2x} = [0;0;0^\circ;4000\text{N}]$$

$$F_{2y} = [0;0;270^\circ;6928\text{N}]$$

• Graficky (Obr.2.36b):

$$m_{F_2} = 200\text{ N} / 1\text{ mm} = 200\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1} \Rightarrow 1\text{ mm} = 200\text{ N}$$

$$F_{2y} = m_F \cdot \bar{F}_{2y} = 200\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot 35\text{ mm} = 7000\text{ N}$$

$$F_{2x} = m_F \cdot \bar{F}_{2x} = 200\text{ N} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot 20\text{ mm} = 4000\text{ N}$$

$$F_{2x} = [0;0;0^\circ;4000\text{N}]$$

$$F_{2y} = [0;0;270^\circ;7000\text{N}]$$

Poznámka: Obrázky 2.36 a, b sú nakreslené v zvolenej mierke.

Príklad 2.15: Uvažujme teleso o hmotnosti m , zavesené na dvoch lanách 1,2 (Obr.2.39a). Odvodte vzťahy pre určenie veľkosti síl F_1 , F_2 , ktoré v lanách vzniknú vplyvom vlastnej tiaže telesa.

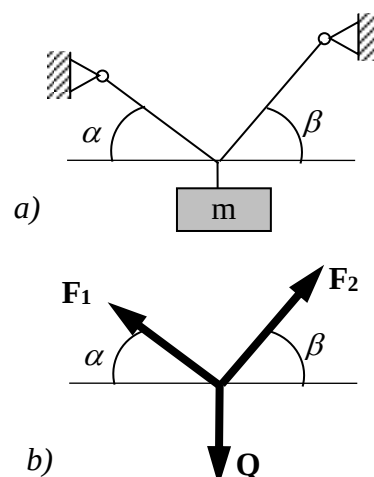
Analyticky:

Teleso uvoľníme (t.j. väzby nahradíme vo forme silových účinkov) a zavedieme sily F_1 , F_2 , vznikajúce v lanách (obr.2.39b). Pre rovnováhu síl musí platiť rovnica rovnováhy vo vektorovom tvare

$$\sum_{i=1}^3 \mathbf{F}_i = \mathbf{0} \Rightarrow \mathbf{Q} + \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = \mathbf{0}.$$

Priemetom síl do pravouhlých zložiek v smere osí x, y dostaneme už rovnice v skalárnom tvare

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^3 F_{ix} = 0 \Rightarrow -F_{1x} + F_{2x} = -F_1 \cdot \cos \alpha + F_2 \cdot \cos \beta = 0 \\ \sum_{i=1}^3 F_{iy} = 0 \Rightarrow -Q + F_{1y} + F_{2y} = -Q + F_1 \cdot \sin \alpha + F_2 \cdot \sin \beta = 0 \end{cases}.$$



Obr.2.39 a,b

Máme k dispozícii 2 rovnice s 2 neznámymi. Ich riešením je možné určiť veľkosť neznámych síl F_1 a F_2 . Jednou z možností matematického riešenia je vyjadrenie oboch neznámych z rovníc, napr. v tvare

$$\begin{aligned} -F_1 \cdot \cos \alpha + F_2 \cdot \cos \beta = 0 &\Rightarrow F_1 = \frac{F_2 \cdot \cos \beta}{\cos \alpha} \\ -Q + F_1 \cdot \sin \alpha + F_2 \cdot \sin \beta = 0 &\Rightarrow F_2 = \frac{Q - F_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} \end{aligned}$$

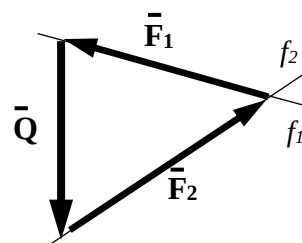
a dosadenie zvolenej neznámej (vyjadrenej z jednej rovnice) do rovnice druhej. Napríklad, ak za F_1 dosadíme do vzťahu pre F_2 a za $Q = m \cdot g$ dostaneme všeobecný vzťah pre veľkosť sily F_2

$$\begin{aligned} F_2 = \frac{Q - F_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} &= \frac{Q - \frac{F_2 \cdot \cos \beta}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{Q - F_2 \cdot \cos \beta \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \beta} = \frac{Q}{\cos \alpha \cdot \sin \beta} - F_2 \cdot \left(\frac{\cos \beta \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \beta} \right) \\ F_2 - F_2 \cdot \left(\frac{\cos \beta \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \beta} \right) &= \frac{Q}{\cos \alpha \cdot \sin \beta} \Rightarrow F_2 \cdot \left(1 - \frac{\cos \beta \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \beta} \right) = \frac{Q}{\cos \alpha \cdot \sin \beta} \Rightarrow F_2 = \frac{\frac{Q}{\cos \alpha \cdot \sin \beta}}{\left(1 - \frac{\cos \beta \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha \cdot \sin \beta} \right)}. \end{aligned}$$

Poznámka: K dispozícii sú však aj ďalšie známe spôsoby riešenia sústav rovníc.

- Graficky:

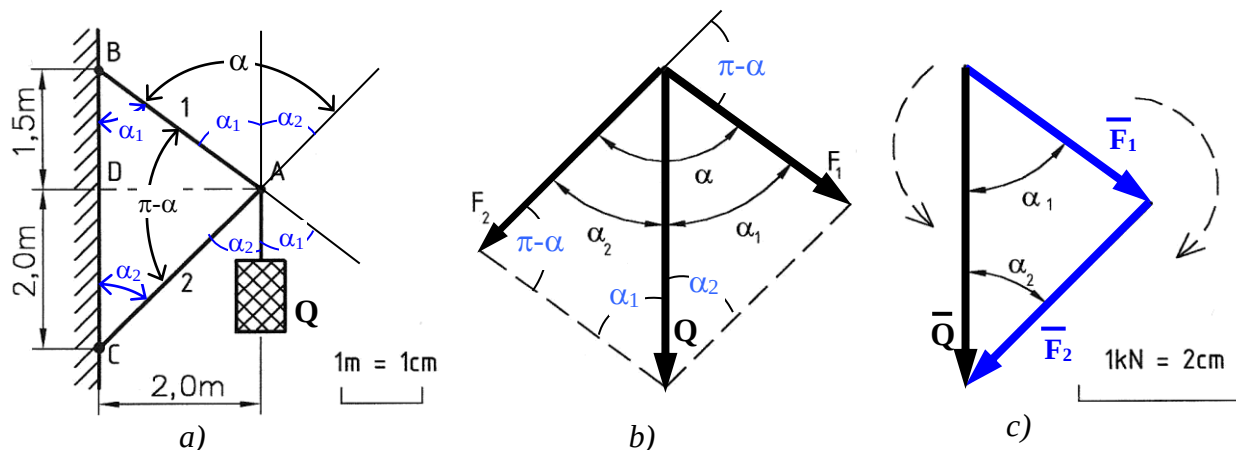
Zvolíme vhodnú mierku síl m_F , zakreslíme v mierke známu silu Q , nakreslíme rovnobežky s nositeľkami f_1, f_2 síl F_1 a F_2 a umiestnime ich do počiatku a konca sily Q . Získame tak zobrazovacie úseky $\bar{F}_1$ a $\bar{F}_2$ (Obr.2.39c). Ich veľkosť odmeriame zo silového obrazca a ich prenasobením mierkou síl m_F dostaneme ($F_1 = \bar{F}_1 \cdot m_F$, $F_2 = \bar{F}_2 \cdot m_F$) a takto určíme ich skutočnú veľkosť v [N].



Obr. 2.39c

? Vypočítajte veľkosť síl v lanách, ak je zadané: $m = 200 \text{ kg}$, $\alpha = 30^\circ$, $\beta = 45^\circ$.

Príklad 2.16: Konzola je zaťažená silou Q . Analyticky aj graficky určte veľkosť a zmysel zaťaženia prútov 1 a 2 konštrukcie. Zadané: $Q=2\text{ kN}$, usporiadanie a rozmery podľa obr. 2.40.



Obr. 2.40

- **Analyticky:** využitím sínusovej a kosínusovej vety

Prúty 1 a 2 sú namáhané od sily Q (napr. od zaveseného bremena o hmotnosti m). Podľa obr.2.40b platí

$$\frac{Q}{\sin(\pi - \alpha)} = \frac{F_1}{\sin \alpha_2} \Rightarrow F_1 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin(\pi - \alpha)} \cdot Q \Rightarrow F_1 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha} \cdot Q$$

$$\frac{Q}{\sin(\pi - \alpha)} = \frac{F_2}{\sin \alpha_1} \Rightarrow F_2 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin(\pi - \alpha)} \cdot Q \Rightarrow F_2 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha} \cdot Q$$

Z obr.2.40a určíme zatiaľ neznáme uhly. Platí: $\boxed{\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\overline{DA}}{\overline{BD}} \text{ resp. } \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\overline{DA}}{\overline{CD}}, \text{ ak vieme } \overline{DA}=2\text{ m.}}$

Prípadne je možné aj využitie ďalšej funkcie $\sin \alpha_1 = \frac{\overline{DA}}{\overline{AB}}$ a $\sin \alpha_2 = \frac{\overline{DA}}{\overline{AC}}$, kde podľa Pythagorovej vety možno určiť neznáme rozmery

$$\overline{AB} = \sqrt{\overline{DB}^2 + \overline{AD}^2} = 2,5\text{ m}, \quad \overline{AC} = \sqrt{\overline{CD}^2 + \overline{AD}^2} = 2,828\text{ m}.$$

Hľadané uhly potom získame nasledovne:

$$\sin \alpha_1 = \frac{2}{2,5} = 0,8 \Rightarrow \alpha_1 = 53,13^\circ; \quad \sin \alpha_2 = \frac{2}{2,828} = 0,707 \Rightarrow \alpha_2 = 45^\circ$$

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 = 98,131^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 0,989.$$

Dosadením do vyššie uvedených rovníc pre neznáme sily v prútoch dostaneme

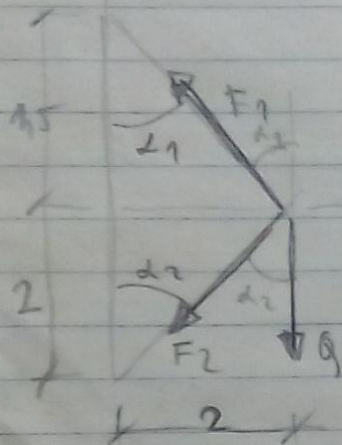
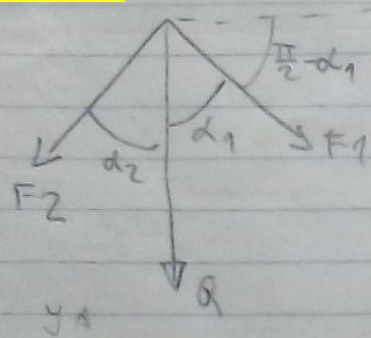
$$\boxed{F_1 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \alpha} \cdot Q = \frac{0,707}{0,989} \cdot 2 = 1,428\text{ kN}}, \quad \boxed{F_2 = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha} \cdot Q = \frac{0,8}{0,989} \cdot 2 = 1,618\text{ kN}}.$$

- **Graficky:**

Zvolíme vhodnú mierku síl, napr. $m_F = 0,05\text{ kN/mm}$. Platí $\overline{Q} = Q / m_F = 2 / 0,05 = 40\text{ mm}$. Vynesieme silu Q a rovnobežky s nositeľkami f_1, f_2 hľadaných síl F_1 a F_2 . Zo získaného zložkového obrazca (obr.2.40c) odmeriame ich zobrazovacie úseky $\overline{F}_1 \cong 29\text{ mm}$, $\overline{F}_2 \cong 34\text{ mm}$ a určíme veľkosť a zmysel hľadaných síl v prútoch v [N]. Dostaneme $F_1 = \overline{F}_1 \cdot m_F = 29 \cdot 0,05 \cong 1,45\text{ kN}$ a $F_2 = \overline{F}_2 \cdot m_F = 34 \cdot 0,05 \cong 1,7\text{ kN}$.

Pr.2.16

podane warunki równowagi



$$H: \sum F_{ix} = 0: -F_{1x} - F_{2x} = 0$$

$$V: \sum F_{iy} = 0: -Q - F_{2y} + F_{1y} = 0$$

$$-F_1 \sin \alpha_1 - F_2 \sin \alpha_2 = 0 \rightarrow F_1 = \frac{-F_2 \sin \alpha_2}{\sin \alpha_1}$$

$$-Q - F_2 \cos \alpha_2 + F_1 \cos \alpha_1 = 0$$

$$-Q - F_2 \cos \alpha_2 + \left(\frac{-F_2 \sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} \right) \cos \alpha_1 = 0$$

$$-2 - F_2 \cdot 0,707 - \frac{F_2 \cdot 0,707}{0,5} \cdot 0,6 = 0$$

$$\alpha_1 = 52,13^\circ$$

$$\sin \alpha_1 = 0,8$$

$$\cos \alpha_1 = 0,6$$

$$-F_2 \cdot 0,707 - F_2 \cdot 0,53025 = 2$$

$$-F_2 \cdot (0,707 + 0,53025) = 2$$

$$-F_2 = \frac{2}{-1,237}$$

$$F_2 = \underline{\underline{1,616 \text{ kN}}}$$

$$\alpha_2 = 45^\circ$$

$$\sin \alpha_2 = 0,707$$

$$\cos \alpha_2 = 0,707$$

$$F_1 = \frac{-F_2 \sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \frac{-1,616 \cdot 0,707}{0,8}$$

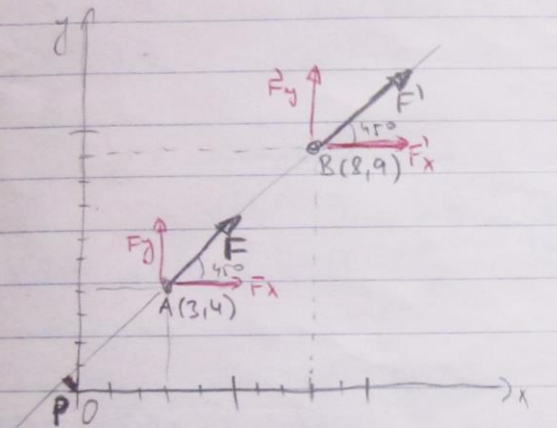
$$F_1 = \underline{\underline{-1,478 \text{ kN}}}$$

Príklad 2.17: Preukážte, že posunutím sily F po jej nositeľke f_F - do bodu B sa jej výsledný účinok na dokonale tuhé teleso, napr. vzhľadom k bodu O, nezmení. Zadané: $F(3,4; 45^\circ, 2 \text{ kN})$, $B(8,9)$.

Pr.2.17

POSUNUTIE SILY
PO NOSITEĽKE

$F(3,4; 45^\circ, 2 \text{ kN})$ $F' \rightarrow B = ?$



• Posunutý účinok sily:

$F = F' = 2 \text{ kN}$

• Otáčajúci účinok sily:

$M = F \cdot p$ alebo v.p.v

$M = 2 \cdot -0,707$

$M = -1,414 \text{ kNm}$

$M_{F(O)} = -F_x \cdot 4 + F_y \cdot 3$

$M_{F(O)} = -1,414 \cdot 4 + 1,414 \cdot 3$

$M_{F(O)} = -1,414 \text{ kNm}$

$M_{F'(O)} = -F'_x \cdot 9 + F'_y \cdot 8$

$M_{F'(O)} = -1,414 \cdot 9 + 1,414 \cdot 8$

$M_{F'(O)} = -1,414 \text{ kNm}$

$F_x = F \cdot \cos 45^\circ = 1,414$

$F_y = F \cdot \sin 45^\circ = 1,414$

$F'_x = F_x$

$F'_y = F_y$

Sily F a F' majú po OTT rovnaký pohyb účinnok to sú silové ekvivalencie

$p_F = x_A \cdot \sin 45^\circ - y_A \cdot \cos 45^\circ$

$p_F = 3 \cdot 0,707 - 4 \cdot 0,707$

$p_F = -0,707$

$p_{F'} = x_B \cdot \sin 45^\circ - y_B \cdot \cos 45^\circ$

$p_{F'} = 8 \cdot 0,707 - 9 \cdot 0,707 = -0,707$

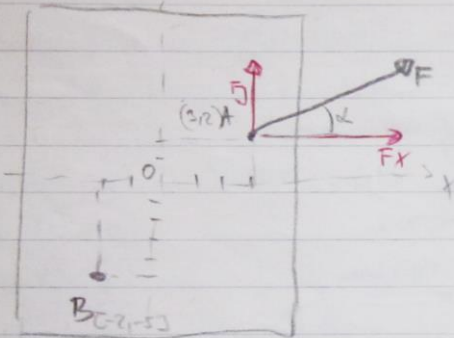
Záver: Posunutím sily po jej nositeľke sa jej statické účinky na dokonale tuhé teleso nezmenia.

Príklad 2.18: Vykonať ekvivalentnú transformáciu sily F pôsobiacej v bode A tak, aby jej nové pôsobisko bolo v bode B . Zadané: $F(3,2; 30^\circ, 10 \text{ kN})$, $B(-2, -5)$.

Pr.2.18

PRELOŽENIE SILY NA TELESO (DTT)

$F(3,2; 30^\circ, 10 \text{ kN})$ $A(3,2)$
 $B(-2, -5)$



1. účinky podľa pôsobenia sily F

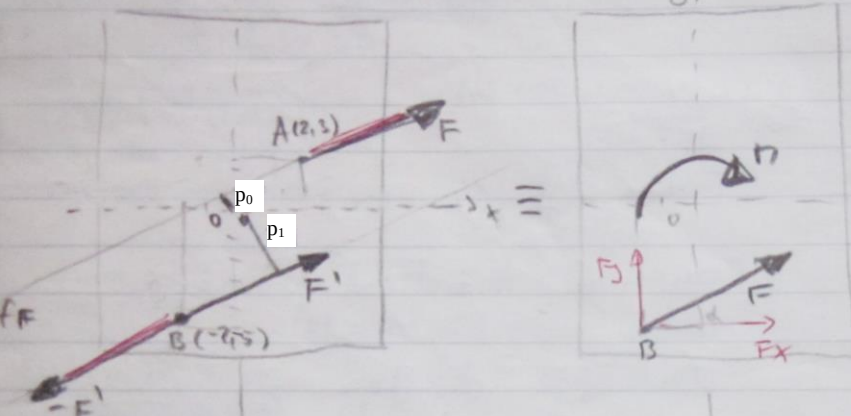
- posunutý $F = 10 \text{ kN}$
- otáčavý $M = F \cdot p$ alebo $V \cdot n \cdot V$

$p_0 = x_A \cdot \sin \alpha - y_A \cdot \cos \alpha$
 $p_0 = 3 \cdot 0,5 - 2 \cdot 0,866 = 1,5 - 1,732 = -0,232$

$F_x = F \cdot \cos \alpha = 10 \cdot 0,866 = 8,66 \text{ kN}$
 $F_y = F \cdot \sin \alpha = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ kN}$

$M_0 = F \cdot p_0 = 10 \cdot -0,232 = -2,32 \text{ kNm}$

$M_0 = -F_x \cdot 2 + F_y \cdot 3 = -8,66 \cdot 2 + 5 \cdot 3$
 $M_0 = -17,32 + 15 = -2,32 \text{ kNm}$



2. účinky podľa pôsobenia sily $F \rightarrow B$

- posunutý $F + F' - F' = F = 10 \text{ kN}$
- otáčavý $M = F \cdot p_1$ alebo $V \cdot n \cdot V$

$p_1 = x_B \cdot \sin \alpha - y_B \cdot \cos \alpha$
 $p_1 = -2 \cdot 0,5 - (-5) \cdot 0,866$
 $p_1 = -1 + 4,33 = 3,33 \text{ m}$

$M_{FF} = F \cdot p = F \cdot (p_0 - p_1)$
 $M_{FF} = 10 \cdot (-0,232 - 3,33)$
 $M_{FF} = 10 \cdot -3,562 = -35,62 \text{ kNm}$

$M_0 = F \cdot p' - M_{FF} = 10 \cdot 3,33 - 35,62 = 33,33 - 35,62$
 $M_0 = -2,32 \text{ kNm}$

$F_x = 8,66 \text{ kN}$
 $F_y = 5 \text{ kN}$

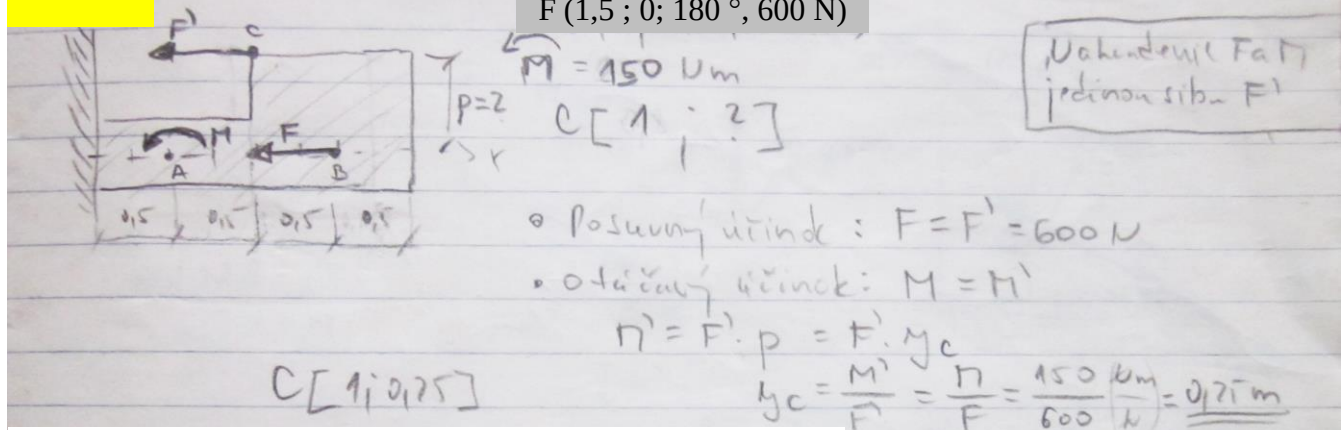
Záver: Silu F na DTT možno preložiť do iného bodu telesa tak, že do bodu prekladu vložíme rovnakú silu F a pridáme transformáciou vzniknutý otáčavý účinok vzhľadom k bodu prekladu o veľkosti $M = p \cdot F$.

Príklad 2.19: Nahradte silu F pôsobiacu v bode B a moment M staticky ekvivalentným účinkom vo forme jedinej sily F' , pôsobiacej v bode C. Zadané: $F=600\text{ N}$, $M=150\text{ Nm}$, rozmery podľa obrázka.

Pr.2.19

Silu F v bode B a moment M nahradiť jedinou silou F' pôsobiacou v bode C.

$F(1,5; 0; 180^\circ, 600\text{ N})$



$M = 150\text{ Nm}$

$p = 2$

$C[1; 0.25]$

• Posuvný účinek: $F = F' = 600\text{ N}$

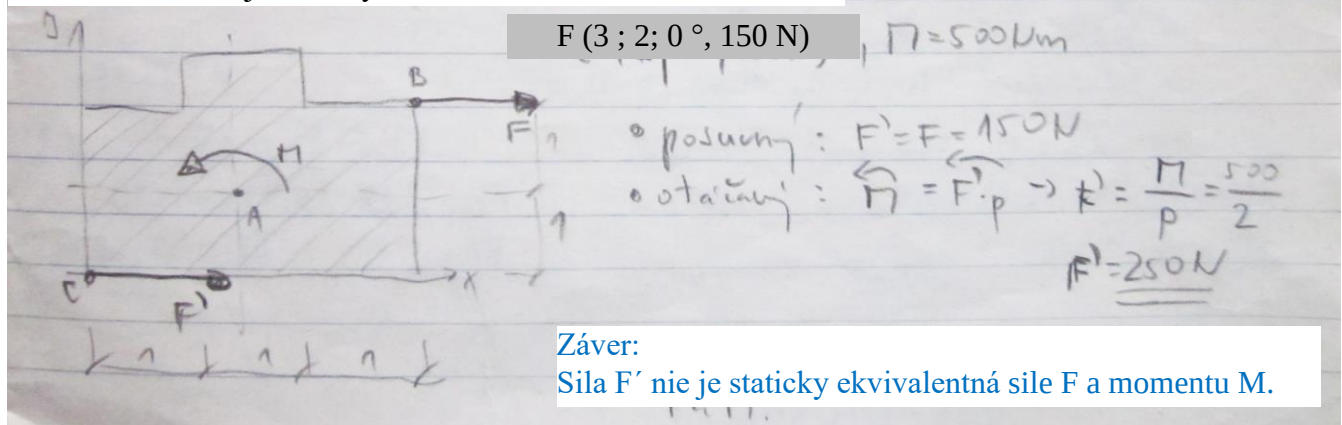
• Otáčavý účinek: $M = M'$

$M' = F' \cdot p = F' \cdot y_c$

$y_c = \frac{M'}{F'} = \frac{M}{F} = \frac{150\text{ Nm}}{600\text{ N}} = 0.25\text{ m}$

Nahradenie $(F \text{ a } M)$ jedinou silou F'

Overte, či sila F' je staticky ekvivalentná sile F a momentu M .



$F(3; 2; 0^\circ, 150\text{ N})$

$M = 500\text{ Nm}$

• posuvný: $F' = F = 150\text{ N}$

• otáčavý: $M' = M = 500\text{ Nm}$

$M' = F' \cdot p \rightarrow p = \frac{M'}{F'} = \frac{500}{150} = 3.33\text{ m}$

$F' = 150\text{ N}$

Záver:

Sila F' nie je staticky ekvivalentná sile F a momentu M .

Záver: Silu F a moment M je možné v statike (uvažovanie DTT) nahradiť jedinou silou F' . Takáto sila bude rovnako veľká ako sila F , avšak musí byť posunutá od nositeľky sily F o konkrétnu vzdialenosť $p = M / F$. Dôvodom je zavedenie otáčavých účinkov sily F' ako náhrady za nahradený moment M .