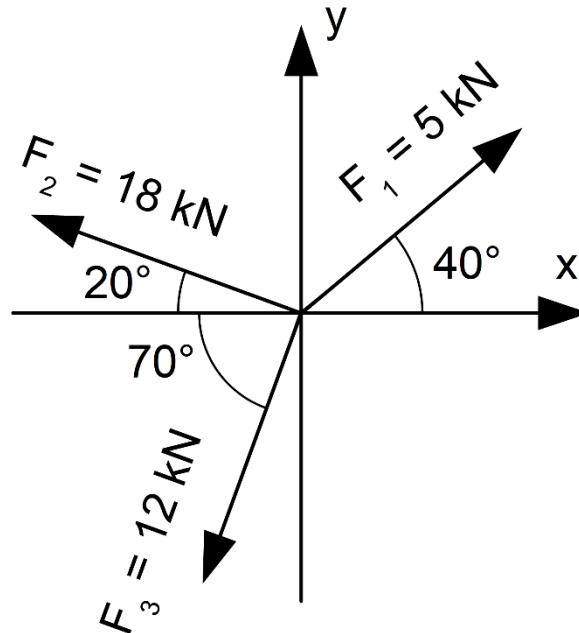


## Rovinný svazek sil

Postup výpočtu pro soustavu sil v hodině číslo 15.

Určete velikost a polohu výslednice! Úlohu řešte početně i graficky.



Počtení řešení:

1. Zvolíme konvenci pro kladný směr sil. Pro náš výpočet bude kladný směr odpovídat směru souřadnicových os. Tj. směr x doprava, směr y nahoru.
2. Veškeré síly rozložíme pomocí goniometrických funkcí na složky x a y.

$$F_{i,x} = \cos \alpha_i \cdot F_i \quad F_{i,y} = \sin \alpha_i \cdot F_i$$

Při použití uvedených vzorců měříme velikost úhlu alfa vždy k ose x (tj. jedná se o úhel mezi paprskem síly a osou x). Pokud je udán úhel k ose y, dopočítáme velikost druhého vedlejšího úhlu.

Rozklad jednotlivých sil:

$$F_{1,x} = \cos \alpha_1 \cdot F_1 = \cos 40^\circ \cdot 5 = 3,83 \text{ kN}$$

$$F_{1,y} = \sin \alpha_1 \cdot F_1 = \sin 40^\circ \cdot 5 = 3,21 \text{ kN}$$

---

$$F_{2,x} = \cos \alpha_2 \cdot F_2 = \cos 20^\circ \cdot 18 = 16,91 \text{ kN}$$

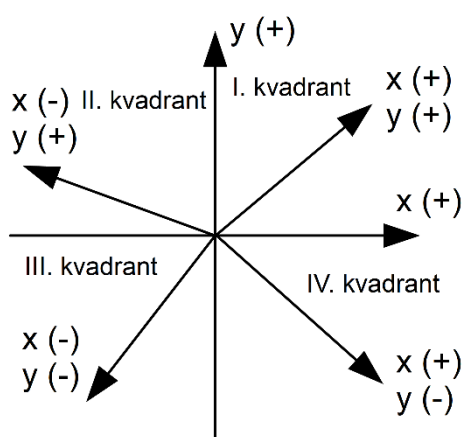
$$F_{2,y} = \sin \alpha_2 \cdot F_2 = \sin 20^\circ \cdot 18 = 6,16 \text{ kN}$$

---

$$F_{3,x} = \cos \alpha_3 \cdot F_3 = \cos 70^\circ \cdot 12 = 4,10 \text{ kN}$$

$$F_{3,y} = \sin \alpha_3 \cdot F_3 = \sin 70^\circ \cdot 12 = 11,28 \text{ kN}$$

3. Vypočteme velikost jednotlivých složek (x, y) výslednice. Znaménka dosadíme dle směru jednotlivých složek. Pro lepší zorientování v problému přiřadíme znaménka dle obrázku.



$$F_{v,x} = \sum_{i=1}^n F_{i,x}$$

$$F_{v,x} = 3,83 - 16,91 - 11,28$$

$$F_{v,x} = -17,19 \text{ kN}$$

$$F_{v,y} = \sum_{i=1}^n F_{i,y} = 3,21 + 6,16 - 11,28 = -1,91 \text{ kN}$$

Znaménka složek výslednice určují výsledný směr výslednice. Protože jsou obě složky výslednice záporné, bude výslednice směřovat do třetího kvadrantu, tj. vlevo dolů.

4. Vypočítáme velikost výslednice. Jednotlivé složky můžeme dosadit kladné bez ohledu na znaménko, protože druhá mocnina má vždy kladný výsledek.

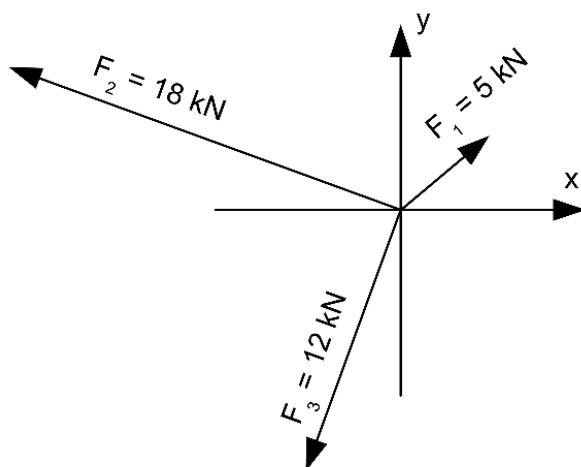
$$F_v = \sqrt{F_{v,x}^2 + F_{v,y}^2} = \sqrt{17,19^2 + 1,91^2} = 17,29 \text{ kN}$$

5. Určíme úhel alfa, který svírá výslednice s osou x. Zakreslení výslednice viz grafické řešení.

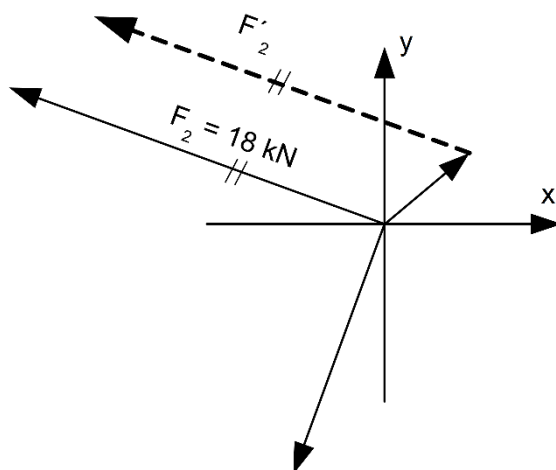
$$\alpha = \tan^{-1} \left| \frac{F_{v,y}}{F_{v,x}} \right| = \tan^{-1} \left| \frac{-1,91}{-17,19} \right| = 6,33^\circ \text{ tj. } 6^\circ 20'$$

## Grafické řešení:

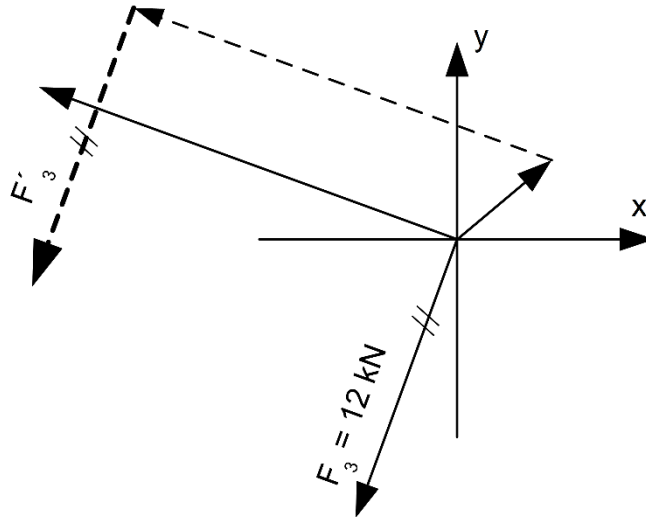
1. Narýsujeme si zadání příkladu přesně a v měřítku velikosti sil. Musí být správně vyneseny úhly a paprsek každé síly musí mít délku odpovídající velikosti síly ve zvoleném měřítku (např. 1:2).



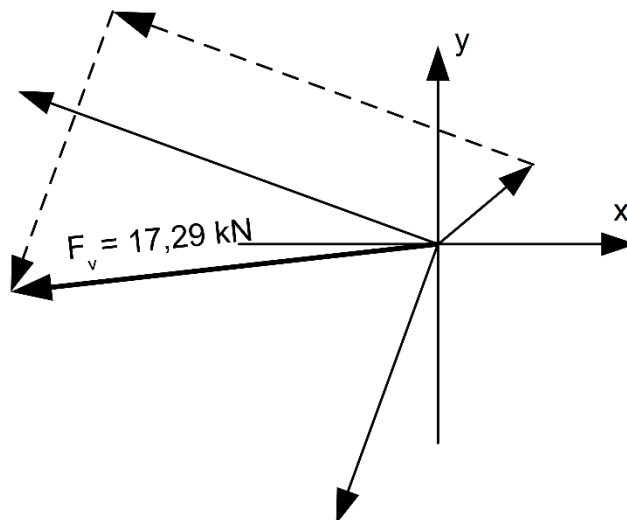
2. Zvolíme jednu sílu, kterou bude začínat složková čára výslednice sil. Pro náš příklad zvolíme  $F_1$ , její již zakreslený paprsek využijeme jako součást složkové čáry. Na volbě první síly a pořadí dalších sil nezáleží. Ve výuce budeme vynášet postupně dle číslování (1, 2, 3, ...) pro lepší orientaci.
3. Na konec paprsku síly  $F_1$  navážeme paprsek odpovídající síle  $F_2$ , který označíme  $F'_2$ . Jeho délka a směr musí odpovídat síle  $F_2$ .



4. Na konec paprsku  $F'_2$  navážeme paprsek odpovídající síle  $F_3$ , který označíme  $F'_3$ . Jeho délka a směr musí odpovídat síle  $F_3$ .



5. Výslednici získáme tak, že uzavřeme složkovou čáru. To znamená, že propojíme počátek složkové čáry (totožný s počátkem souřadnicové soustavy v průsečíku os x a y) s koncem složkové čáry. Konec složkové čáry se nachází na konci posledního paprsku ( $F'_3$ ). Směr výslednice je od počátku ke konci výslednicové čáry. Když změříme délku výslednice, získáme její velikost v příslušném měřítku.



Srovnej s [PDF](#) v hodině číslo 15, kde ve výkladu bylo použito jiného pořadí sil, přesto vyšla výslednice stejně.