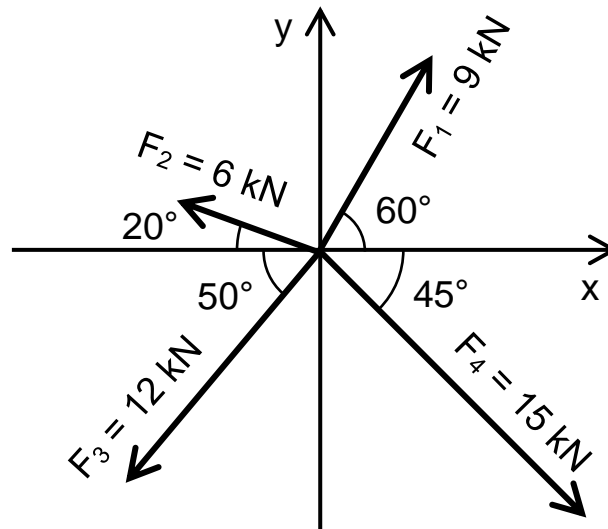


## Rovinný svazek sil

Postup výpočtu pro soustavu sil v hodině číslo 16.

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



Početní 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:

$$F_{1,x} = \cos \alpha_1 \cdot F_1 = \cos 60^\circ \cdot 9 = 4,5 \text{ kN}$$

$$F_{1,y} = \sin \alpha_1 \cdot F_1 = \sin 60^\circ \cdot 9 = 7,79 \text{ kN}$$

$$F_{2,x} = \cos \alpha_2 \cdot F_2 = \cos 20^\circ \cdot 6 = 5,64 \text{ kN}$$

$$F_{2,y} = \sin \alpha_2 \cdot F_2 = \sin 20^\circ \cdot 6 = 2,05 \text{ kN}$$

---

$$F_{3,x} = \cos \alpha_3 \cdot F_3 = \cos 50^\circ \cdot 12 = 7,71 \text{ kN}$$

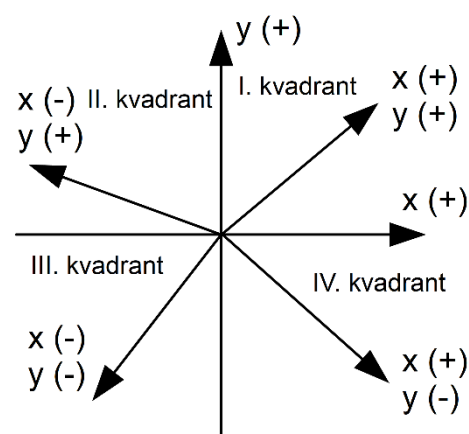
$$F_{3,y} = \sin \alpha_3 \cdot F_3 = \sin 50^\circ \cdot 12 = 9,19 \text{ kN}$$

---

$$F_{4,x} = \cos \alpha_4 \cdot F_4 = \cos 45^\circ \cdot 15 = 10,61 \text{ kN}$$

$$F_{4,y} = \sin \alpha_4 \cdot F_4 = \sin 45^\circ \cdot 15 = 10,61 \text{ kN}$$

3. Vypočteme velikost jednotlivých složek (x, y) výslednice. Znaménka dosadíme dle směru jednotlivých složek. Pro lepší zorientování v problému přiřadíme znaménka dle obrázku. Pro tento příklad dosadíme do výpočtu složek výslednice přímo vzorce z bodu 2. Díky tomu získáme hodnoty složek výslednice přesněji, protože při zaokrouhlování jednotlivých dílčích výpočtů dochází k nepřesnému výpočtu konečné veličiny (výslednice).



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

$$F_{v,x} = \cos 60^\circ \cdot 9 - \cos 20^\circ \cdot 6 - \cos 50^\circ \cdot 12 + \cos 45^\circ \cdot 15$$

$$F_{v,x} = 1,75 \text{ kN}$$

$$F_{v,y} = \sin 60^\circ \cdot 9 + \sin 20^\circ \cdot 6 - \sin 50^\circ \cdot 12 - \sin 45^\circ \cdot 15$$

$$F_{v,y} = -9,95 \text{ kN}$$

Znaménka složek výslednice určují výsledný směr výslednice. Protože složka x výslednice je kladná a složka y výslednice záporná, bude výslednice směřovat do IV. kvadrantu, tj. vpravo dolů.

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

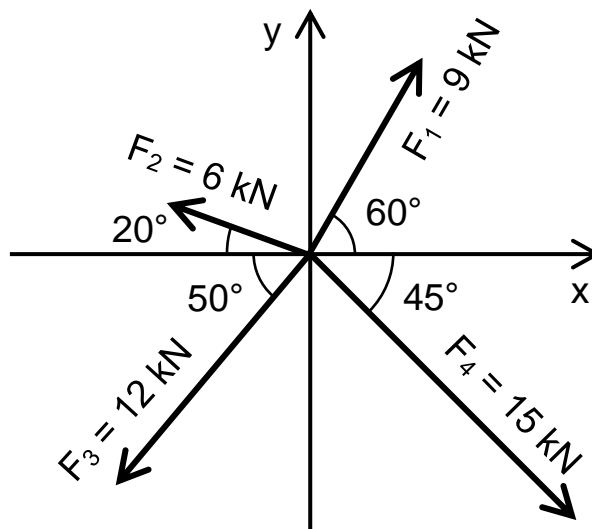
$$F_v = \sqrt{F_{v,x}^2 + F_{v,y}^2} = \sqrt{1,75 + 9,95^2} = 10,10 \text{ kN}$$

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

$$\alpha = \tan^{-1} \left| \frac{F_{v,y}}{F_{v,x}} \right| = \tan^{-1} \left| \frac{-9,95}{1,75} \right| = 80^\circ$$

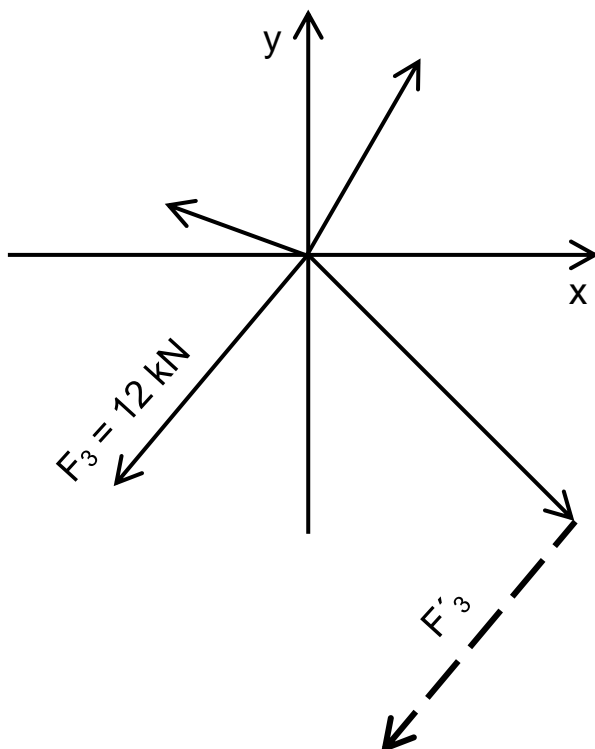
**Grafické řešení:**

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. 1:3).

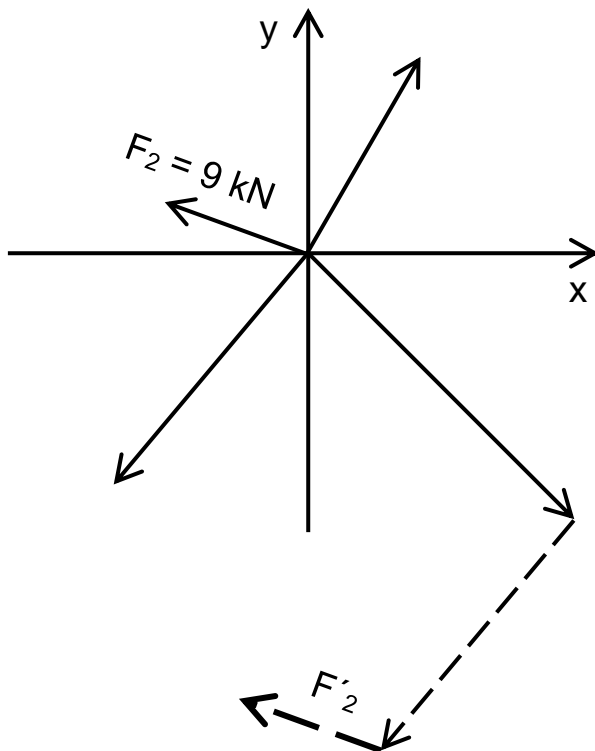


2. Zvolíme jednu sílu, kterou bude začínat složková čára výslednice sil. Pro náš příklad zvolíme  $F_4$ , její již zakreslený paprsek využijeme jako součást složkové čáry. Na volbě první síly a pořadí dalších sil nezáleží. Budeme síly vynášet v opačném pořadí (4, 3, 2, 1), než odpovídá jejich číselnému značení. Ve výuce budeme vynášet postupně dle číslování (1, 2, 3, ...) pro lepší orientaci.

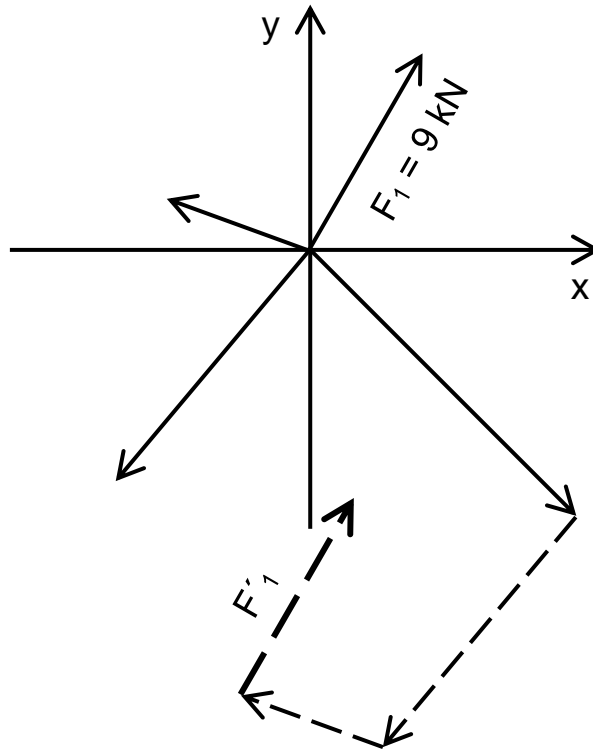
3. Na konec paprsku síly  $F_4$  navážeme paprsek odpovídající síle  $F_3$ , který označíme  $F'_3$ . Jeho délka a směr musí odpovídat síle  $F_3$ .



4. Na konec paprsku  $F'_3$  navážeme paprsek odpovídající síle  $F_2$ , který označíme  $F'_2$ . Jeho délka a směr musí odpovídat síle  $F_2$ .



5. Na konec paprsku  $F'_2$  navážeme paprsek odpovídající síle  $F_1$ , který označíme  $F'_1$ . Jeho délka a směr musí odpovídat síle  $F_1$ .



7. Výslednici získáme tak, že uzavřeme složkovou čáru. To znamená, že spojíme 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 ( $F'_1$ ). 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 16, kde v příkladu bylo použito jiného pořadí sil, přesto vyšla výslednice stejně.

