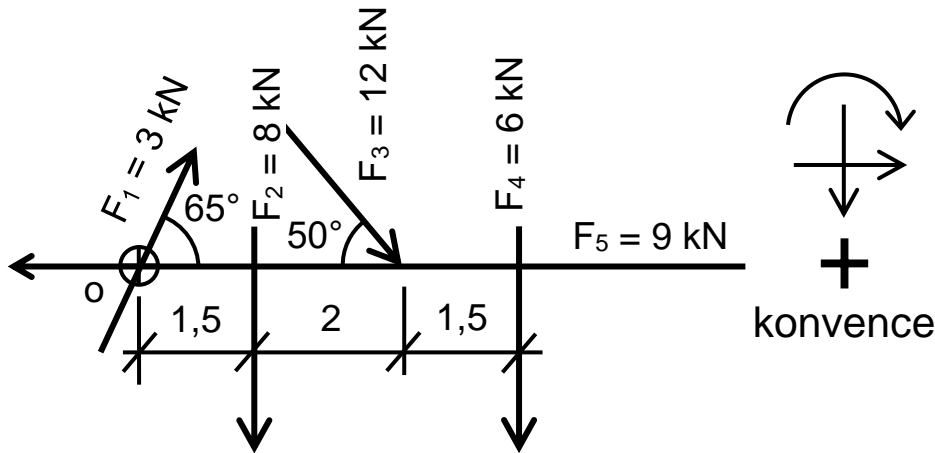


Obecná soustava sil v rovině

Postup výpočtu pro soustavu sil v hodině číslo 32.

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



Počtení řešení:

1. Zvolíme konvenci pro kladný směr sil a ohybového momentu. Pro náš výpočet bude kladný směr sil odpovídat směru dolů a kladný směr momentu otáčení ve směru hodinových ručiček.
2. Zvolíme střed otáčení. Ten volíme v průsečíku sil F_1 a F_5 (označen o). Vždy musí ležet na vodorovné síle.
3. Rozložíme všechny šikmé síly na složku x a y. Pro pořádek vypíšeme také svislé i vodorovné síly a přiřadíme je k příslušným složkám. Znaménka silám přiřadíme později.

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

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

$$F_{1,x} = 3 \cdot \cos 65^\circ = 1,268 \text{ kN}$$

$$F_{1,y} = 3 \cdot \sin 65^\circ = 2,719 \text{ kN}$$

$$F_{2,x} = 0$$

$$F_{2,y} = F_2 = 8 \text{ kN}$$

$$F_{3,x} = 12 \cdot \cos 50^\circ = 7,713 \text{ kN}$$

$$F_{3,y} = 12 \cdot \sin 50^\circ = 9,193 \text{ kN}$$

$$F_{4,x} = 0$$

$$F_{4,y} = F_4 = 6 \text{ kN}$$

$$F_{5,x} = F_5 = 9 \text{ kN}$$

$$F_{5,y} = 0$$

4. Vypočteme velikost složky $F_{v,x}$ výslednice. Tu vypočteme jako algebraický součet všech složek x z předchozího bodu. Složky s nulovou hodnotou ($F_{2,x}$, $F_{4,x}$) vynecháme.

$$F_{v,x} = \sum_{i=1}^n F_{i,x} = F_{1,x} + F_{3,x} - F_5 = 1,268 + 7,713 - 9 = -0,019 \text{ kN} \approx 0$$

5. Vypočteme velikost složky $F_{v,y}$ výslednice. Tu vypočteme jako algebraický součet všech složek y z bodu číslo 3. Složky s nulovou hodnotou ($F_{5,y}$) vynecháme.

$$F_{v,y} = \sum_{i=1}^n F_{i,y} = -F_{1,y} + F_2 + F_{3,y} + F_4 = -2,719 + 8 + 9,193 + 6 = 20,474 \text{ kN}$$

6. Vypočteme velikost výslednice F_v . Výpočet provedeme pomocí Pythagorovy věty. Znaménka složek výslednice můžeme ignorovat a vše dosadit kladné. Záporné číslo umocněné na druhou má vždy kladný výsledek.

$$F_v = \sqrt{F_{v,x}^2 + F_{v,y}^2} = \sqrt{0,019^2 + 20,474^2} = 20,474 \text{ kN}$$

7. Určíme polohu výslednice. Tu určíme jako rameno složky $F_{v,y}$. Vycházíme pouze ze složek sil ve směru y . Složky ve směru x ignorujeme.

$$F_{v,y} \cdot p = \sum_{i=1}^n F_{i,y} \cdot p_i = F_2 \cdot 1,5 + F_{3,y} \cdot 3,5 + F_4 \cdot 5$$

$$20,474 \cdot p = 8 \cdot 1,5 + 9,193 \cdot 3,5 + 6 \cdot 5$$

$$p = \frac{8 \cdot 1,5 + 9,193 \cdot 3,5 + 6 \cdot 5}{20,474} = 3,623 \text{ m}$$

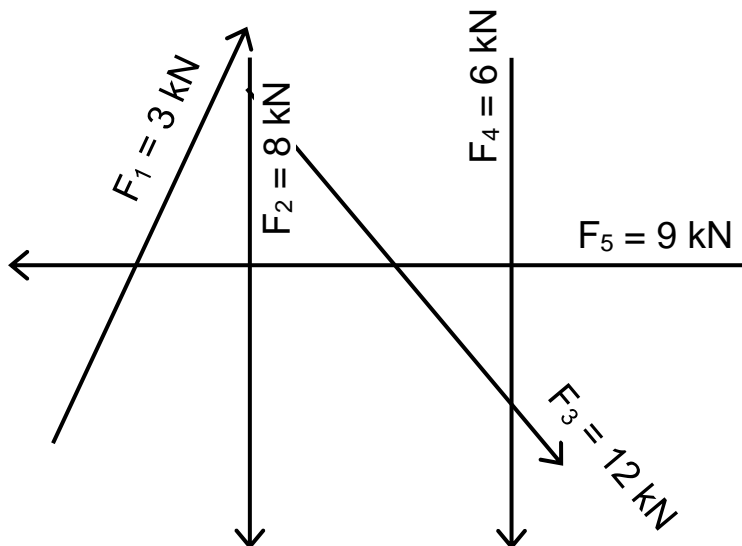
8. Určíme úhel, který svírá výslednice s osou x (vodorovný směr). Obě složky výslednice dosazujeme kladné (absolutní hodnota). Vždy dosazujeme složku y nad zlomkovou čáru. Pokud složky ve zlomku přehodíme, vyjde úhel mezi výslednicí a osou y .

$$\alpha = \tan^{-1} \left| \frac{F_{v,y}}{F_{v,x}} \right| = \tan^{-1} \left| \frac{20,474}{0,019} \right| = 89,947^\circ \approx 90^\circ$$

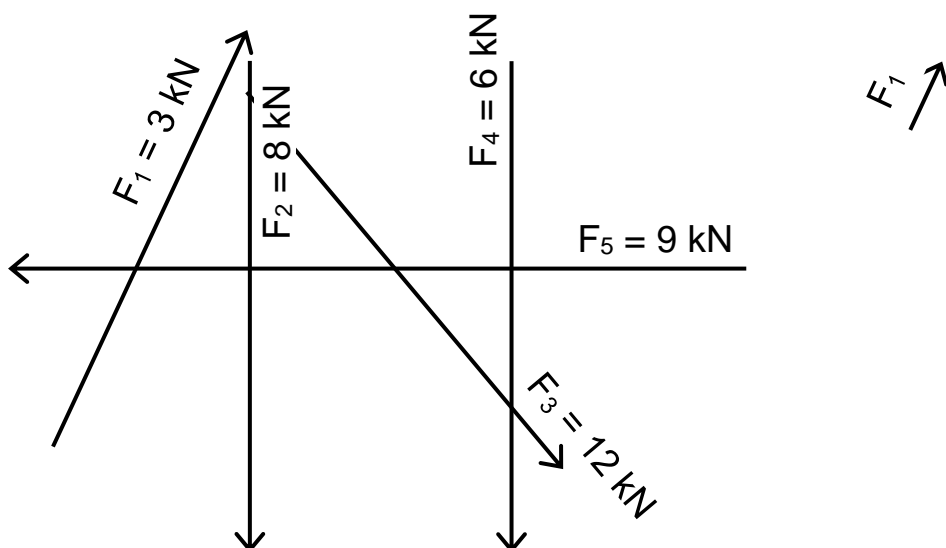
Hotovo! Zbývá už jenom zakreslit výslednici do obrázku.

Grafické řešení:

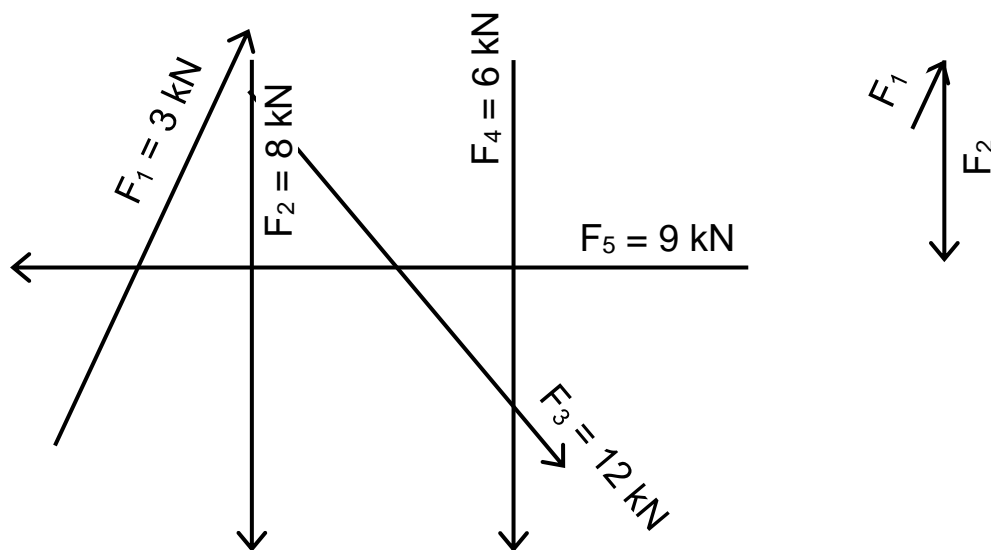
1. Narýsujeme si zadání příkladu přesně a v měřítku vzdálenosti sil. Délka paprsků sil není důležitá, ale nakreslíme je velmi dlouhé. Vzdálenost působišť sil budeme vynášet na paprsku vodorovné síly. Důležitá je pouze vzájemná vzdálenost jednotlivých sil.



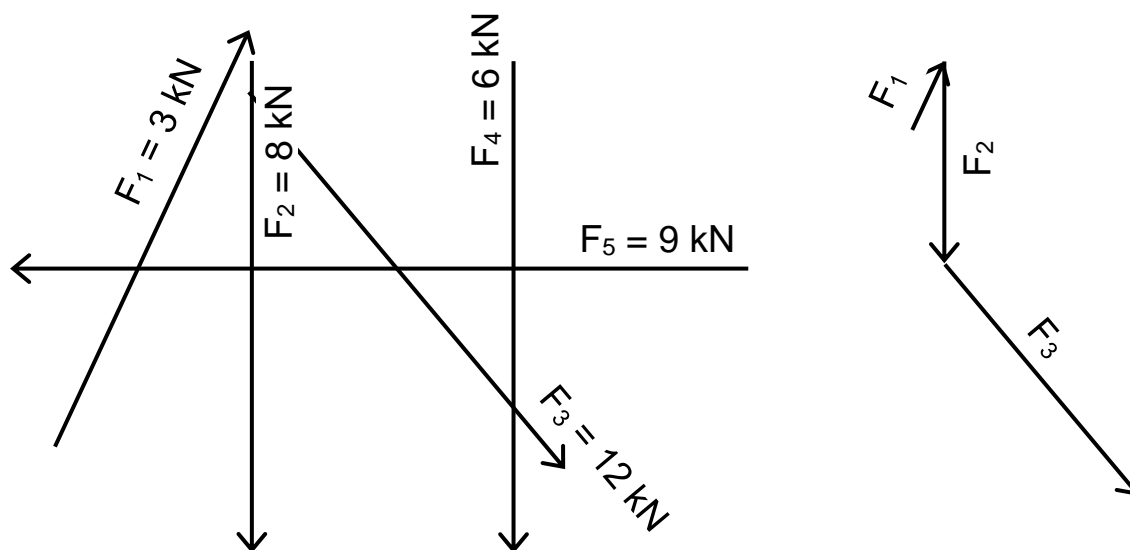
2. Nyní sestavíme složkovou čáru výslednice. Jako první narýsujeme paprsek síly F_1 . Tentokrát musíme délku paprsku i její směr narýsovat přesně v měřítku. Postup sestavení složkové čáry je stejný, jako rovinného svazku sil.



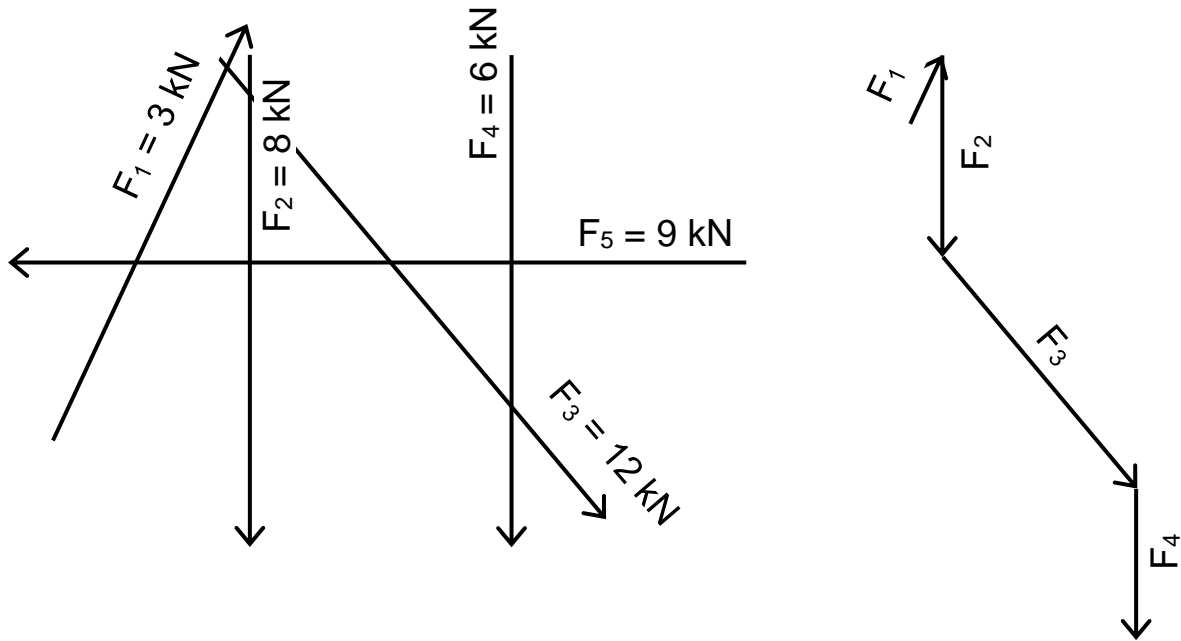
3. Dále narýsujeme paprsek síly F_2 . Jeho začátek umístíme do koncového bodu síly F_1 . Opět musí být délka a směr paprsku v měřítku.



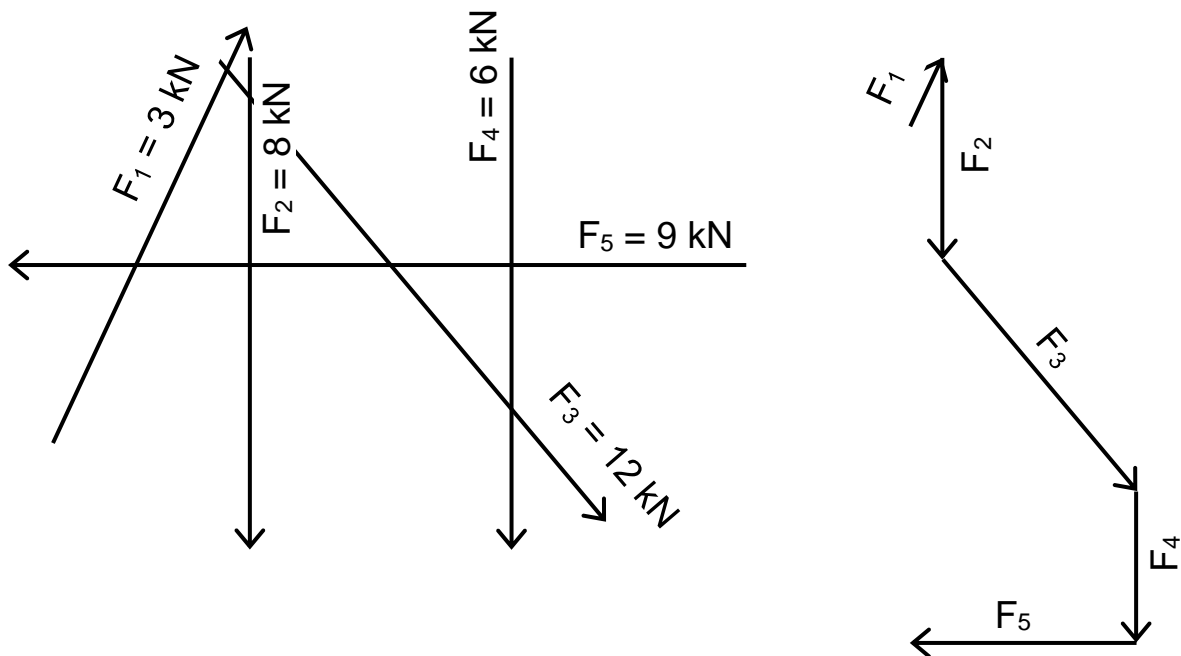
4. Dále narýsujeme paprsek síly F_3 . Jeho začátek umístíme do koncového bodu síly F_2 . Opět musí být délka i směr paprsku v měřítku.



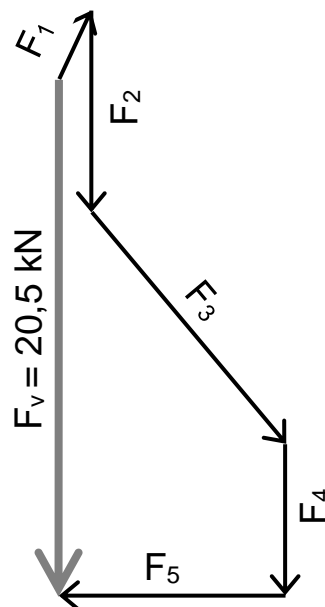
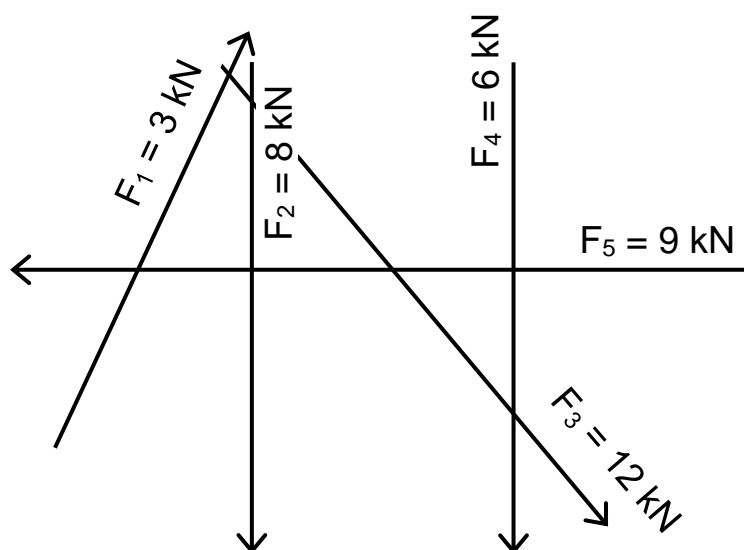
5. Dále narýsujeme paprsek síly F_4 . Jeho začátek umístíme do koncového bodu síly F_3 . Opět musí být délka i směr paprsku v měřítku.



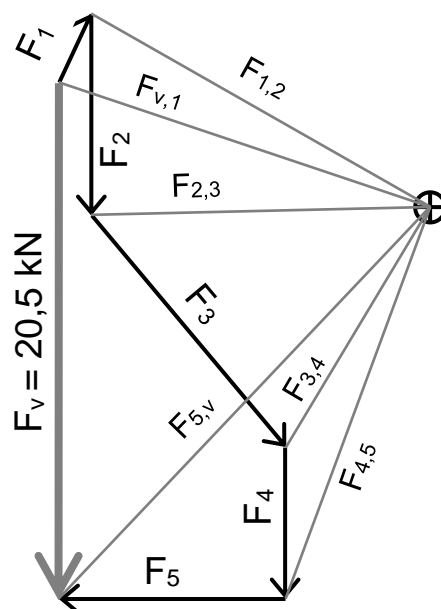
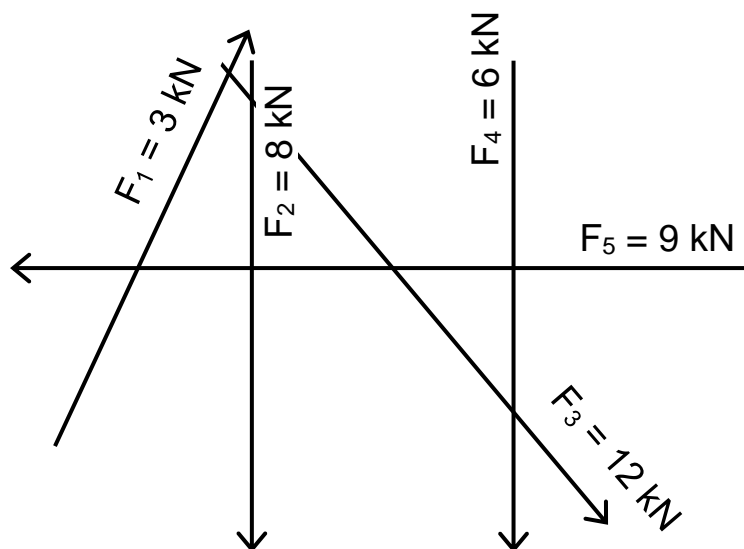
6. Dále narýsujeme paprsek síly F_5 . Jeho začátek umístíme do koncového bodu síly F_4 . Opět musí být délka i směr paprsku v měřítku.



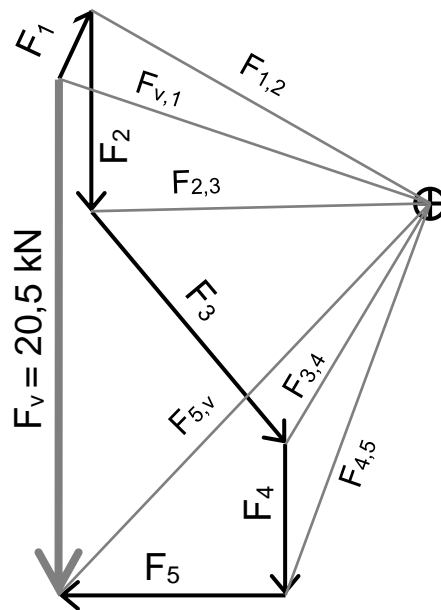
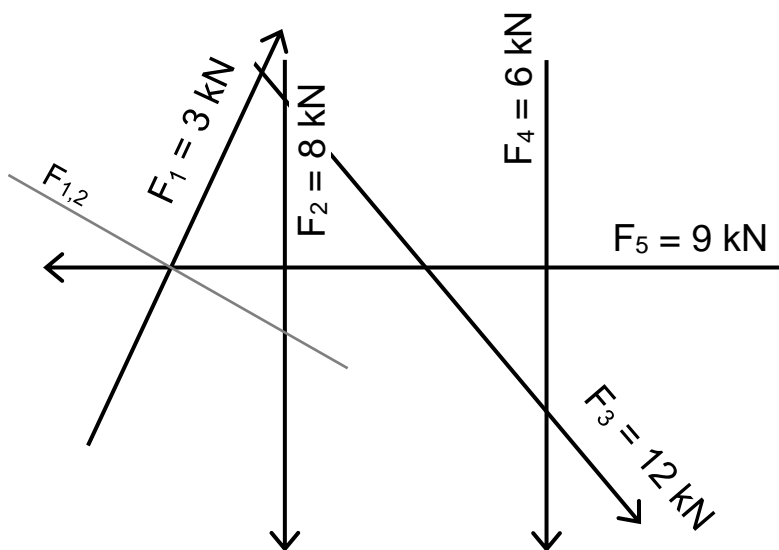
7. Uzavřeme složkovou čáru výslednicí. Její počátek je na počátku síly F_1 a konec v koncovém bodu síly F_5 . Pokud změříme její délku, zjistíme velikost 20,5 kN. Přesnost výsledku závisí na přesnosti rýsování.



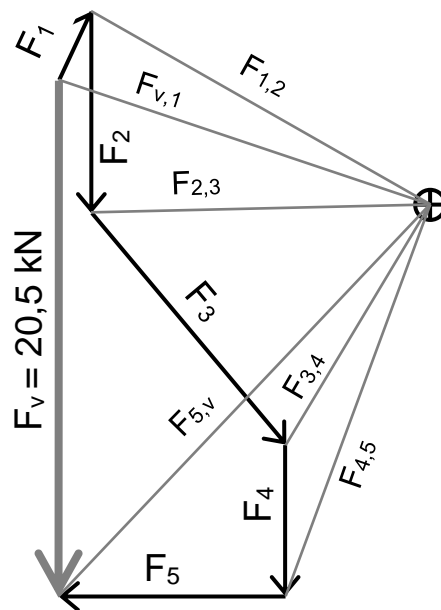
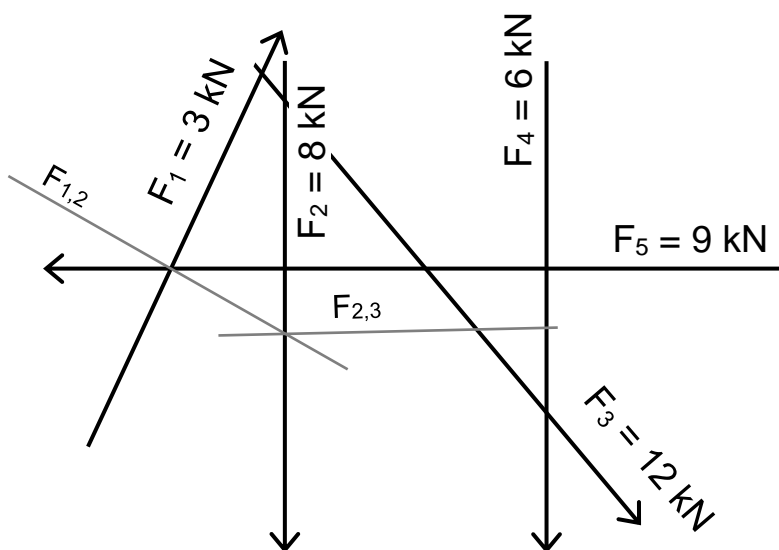
8. Zvolíme bod, ze kterého budou vycházet určovací paprsky. Zvolený bod propojíme přímkami se všemi počátky/konci sil. Tím nám vzniknou určovací paprsky, které řádně popíšeme.



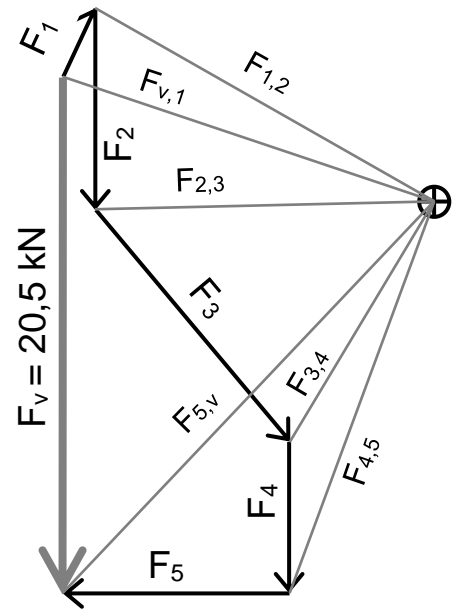
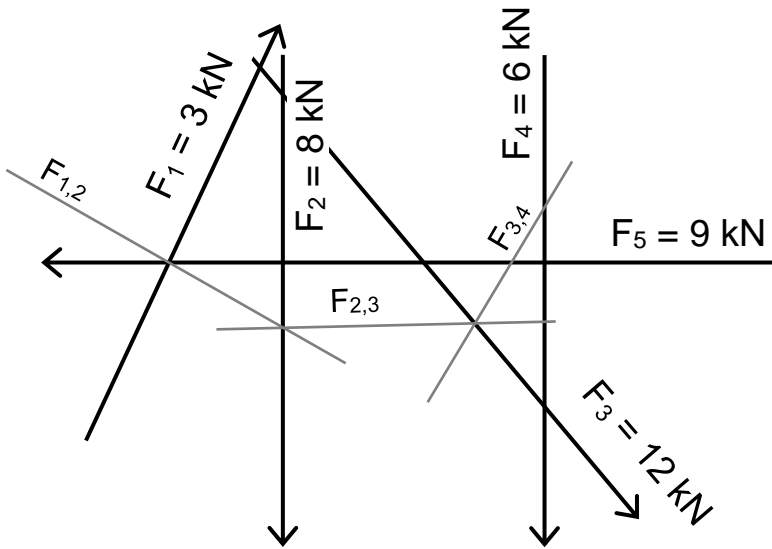
9. Přeneseme první určovací paprsek ($F_{1,2}$) tak, aby protínal síly F_1 a F_2 . Přenesený paprsek musí mít stejný sklon, jako původní.



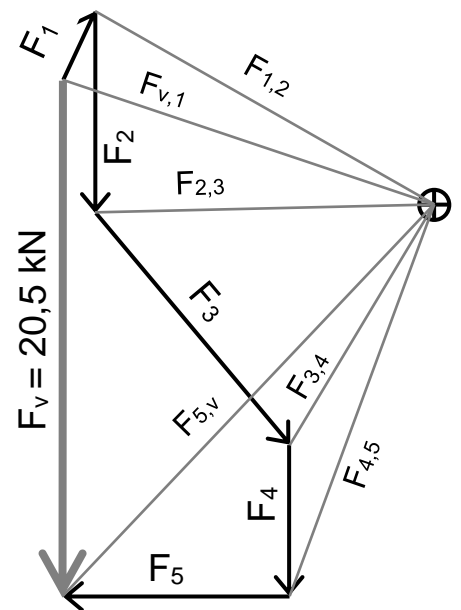
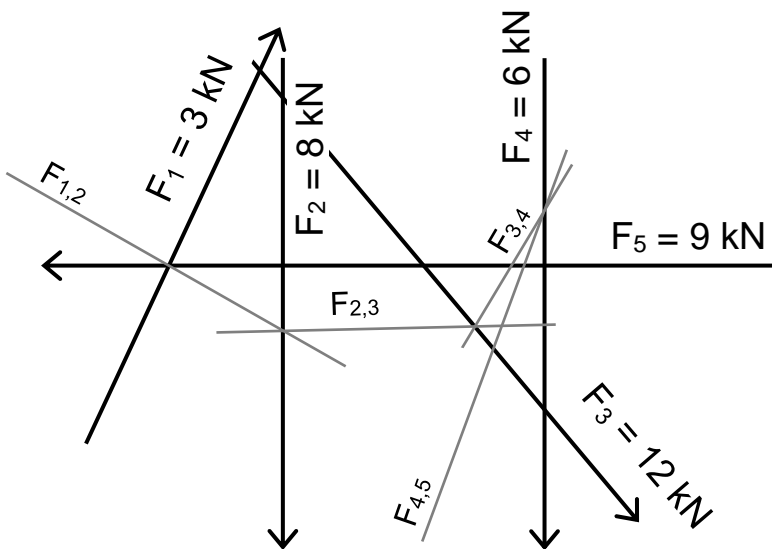
10. Přeneseme další určovací paprsek ($F_{2,3}$) tak, aby protínal síly F_2 a F_3 . Musí procházet průsečíkem paprsků $F_{1,2}$ a F_2 .



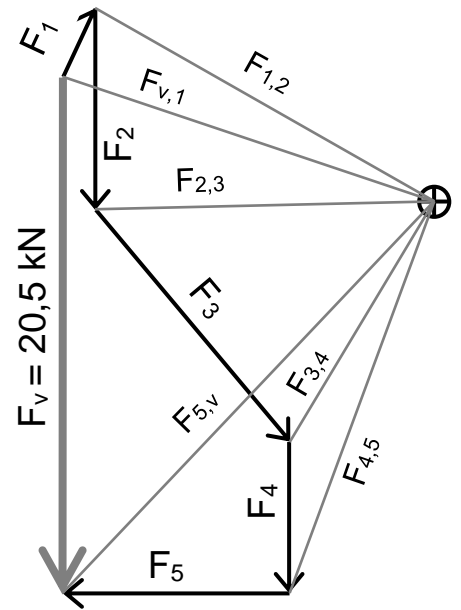
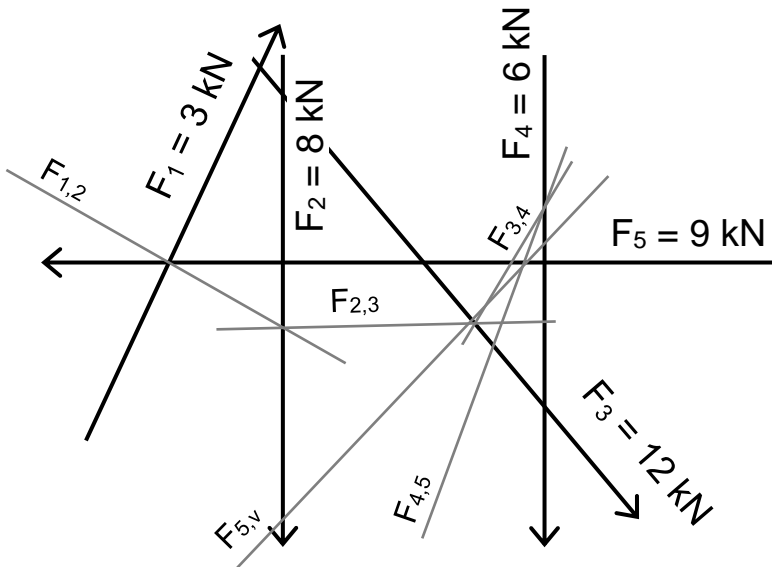
11. Přeneseme další určovací paprsek ($F_{3,4}$) tak, aby protínal síly F_3 a F_4 . Musí procházet průsečíkem paprsků $F_{2,3}$ a F_3 .



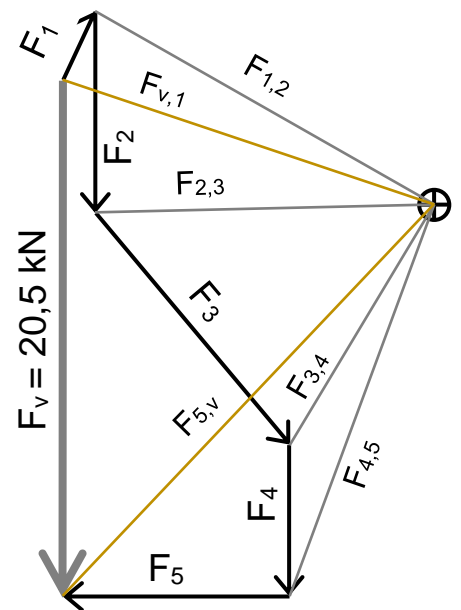
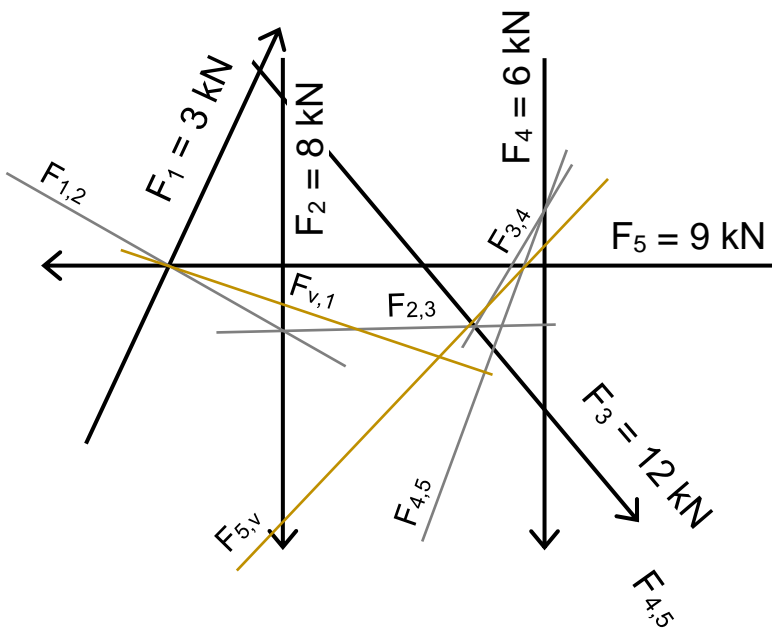
12. Přeneseme další určovací paprsek ($F_{4,5}$) tak, aby protínal síly F_4 a F_5 . Musí procházet průsečíkem paprsků $F_{3,4}$ a F_4 .



13. Přeneseme další určovací paprsek ($F_{5,v}$). Musí procházet průsečíkem paprsků $F_{4,5}$ a F_5 .

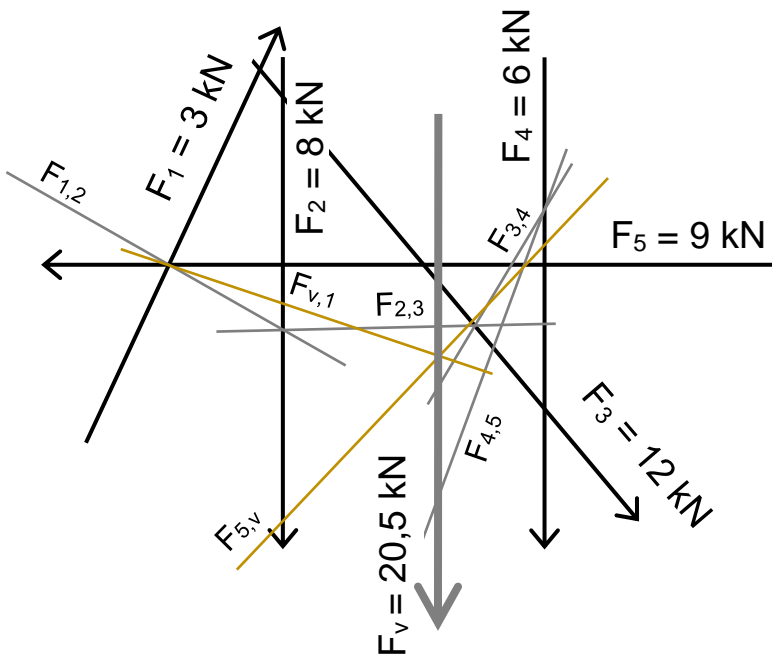


14. Přeneseme další určovací paprsek ($F_{v,1}$). Musí procházet průsečíkem paprsků $F_{1,2}$ a F_1 .



Pro lepší orientaci jsou, v tomto kroku, určovací paprsky zobrazeny oranžovou barvou. V jejich vzájemném průsečíku bude umístěna výslednice.

15. Do průsečíku určovacích paprsků $F_{v,1}$ a $F_{5,v}$ přeneseme paprsek výslednice. Paprsek musí mít stejný směr (tj. také sklon) jako v pravém obrázku.



Máme hotovo!!!

