2.5.4 Páka v praxi

Předpoklady: 020503

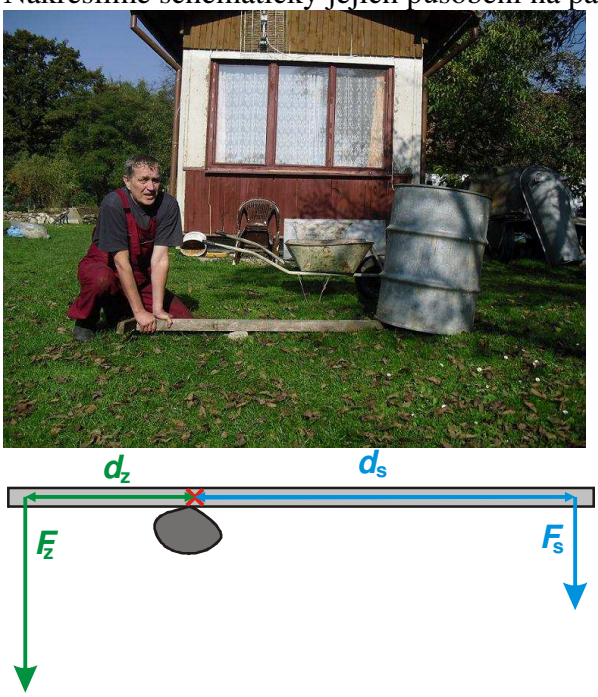
Pomůcky:

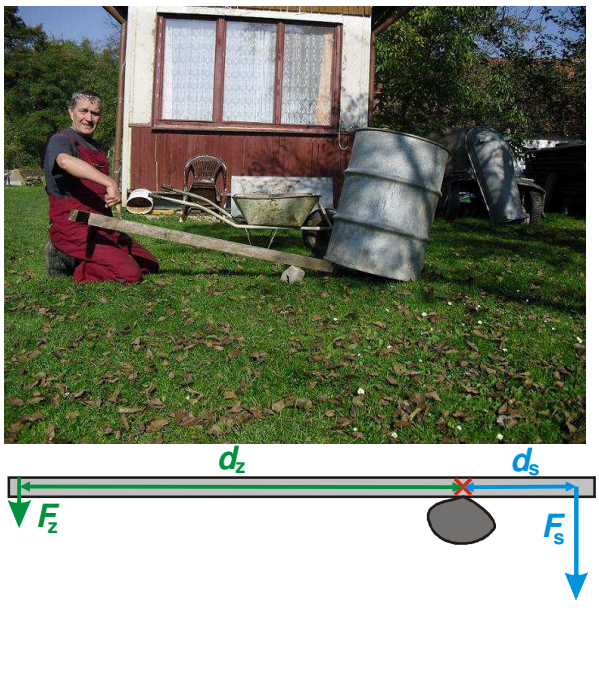
Př. 1: Vysvětli, proč vpravo je nadzvednutí barelu lehké a vlevo těžké.

Na obou fotografiích se zahrádkář snaží nadzvednout sud pomocí dřeva podloženého kamenem. Používá tak houpačku (páku), na kterou působí dvě síly:

- síla zahrádkáře F_z,
- síla sudu F_s.

Nakreslíme schématicky jejich působení na páku v obou situacích.





Rameno síly, kterou působí zahrádkář, je daleko menší než rameno síly sudu $\Rightarrow$ zahrádkář musí na páku působit podstatně větší silou než na ni působí sud $\Rightarrow$ sud se mu

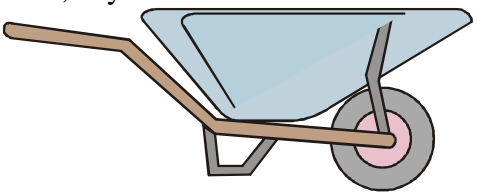
Rameno síly, kterou působí zahrádkář, je daleko větší než rameno síly sudu $\Rightarrow$ zahrádkář musí na párku působit podstatně menší silou než na ni působí sud $\Rightarrow$ sud se

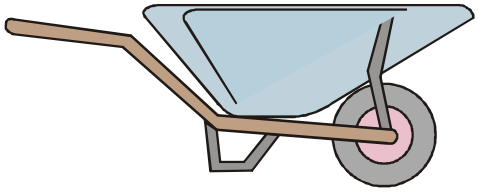
zvedá těžce. mu zvedá snadno.

Př. 2: Na které fotografii je sud na kolečku naložený správně? Proč? Jak se má správně nakládat na kolečko?

Správně je sud na ložený na pravém obrázku (zahrádkář jej evidentně zvedá bez větší námahy).

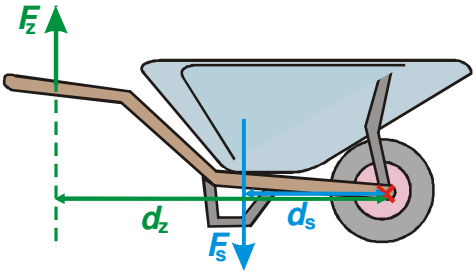
Př. 3: Najdi osu otáčení při zvedání kolečka a zakresli do obrázku síly, které na něj (jako na páku) působí (gravitační sílu na kolečko samotné zanedbej). Do levého obrázku nakresli situaci na levé fotografii, do pravého na pravé. Kam musíme nakládat náklad, aby se kolečko snadno zvedalo?

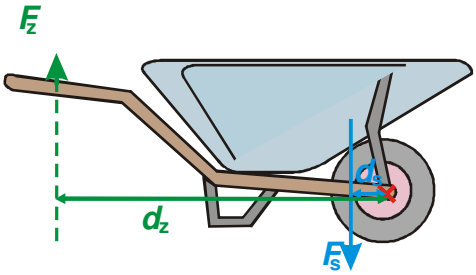




Osa otáčení je ve středu kola. Na kolečko působí (po zanedbání gravitační síly na kolečko) dvě síly:

- síla zahrádkáře F_z (zvedá rukojeť působením směrem vzhůru),
- síla sudu F_s (tlačí kolečko dolů).





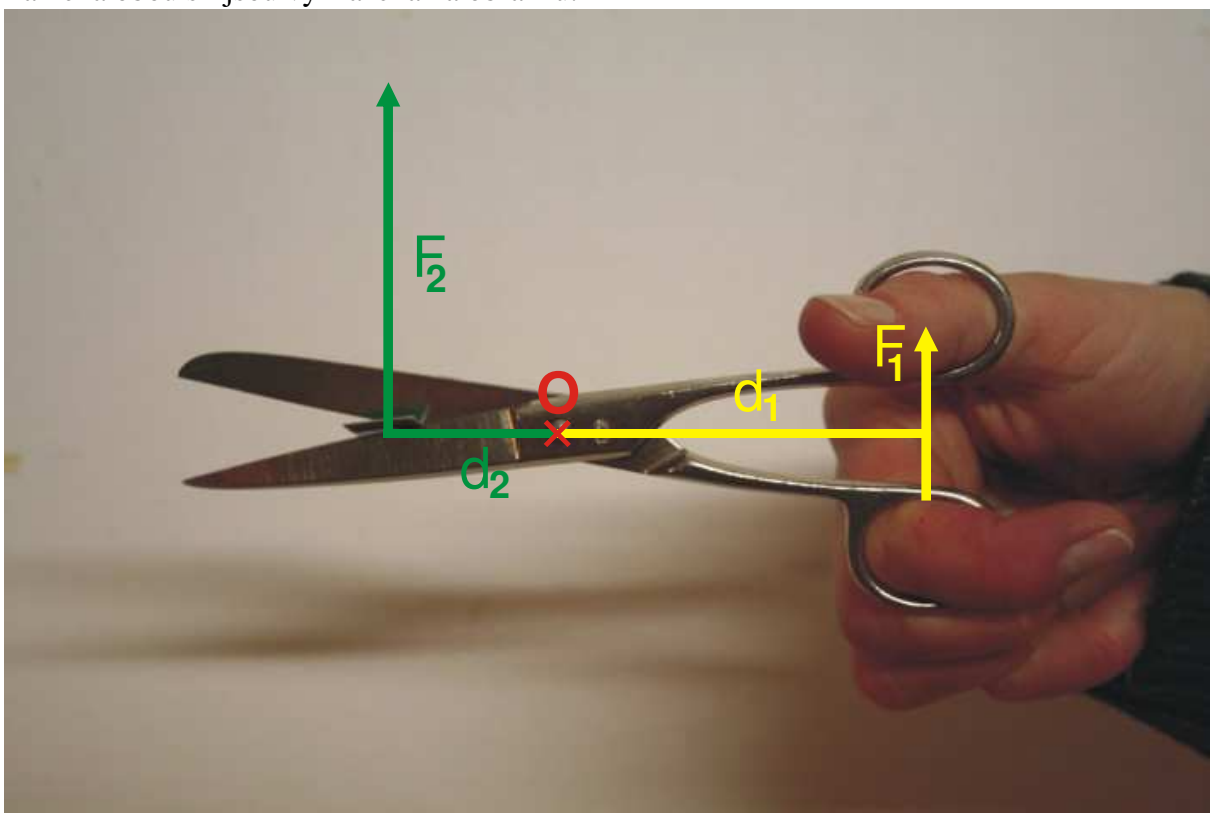
Na pravém obrázku je rameno síly zahrádkáře daleko větší než rameno síly sudu $\Rightarrow$ síla zahrádkáře může být daleko menší než síla sudu $\Rightarrow$ kolečko půjde daleko snadněji zvednout (pootočit).

Náklad musíme do kolečka nakládat tak, aby jeho těžiště byl co nejblíže před osou otáčení kola (ale stále ve směru k rukojeti, aby se kolečko nepřeklopilo).

Páku využívá i mnoho dalších nástrojů. Například nůžky jsou sestaveny ze dvou ramen (dvou pák) spojených nýtem. V nýtu je osa otáčení.
Na každé rameno působí dvě síly:

- síla prstu F_1 (prst tlačí ramena nůžek k sobě),
- sílu střihaného předmětu F_2 (předmět se brání tomu, aby ho nůžky přestřihly.
  Partnerská síla této síly - síla nůžek na papír - je právě tou silou, kterou potřebujeme vytvořit)

Ramena obou sil jsou vyznačena na obrázku.



Délky ramen na obrázku: $d_1 = 55\,\text{mm}$, $d_2 = 26\,\text{mm}$. Aby byla páka v rovnováze, musí platit:

$$M_1 = M_2$$

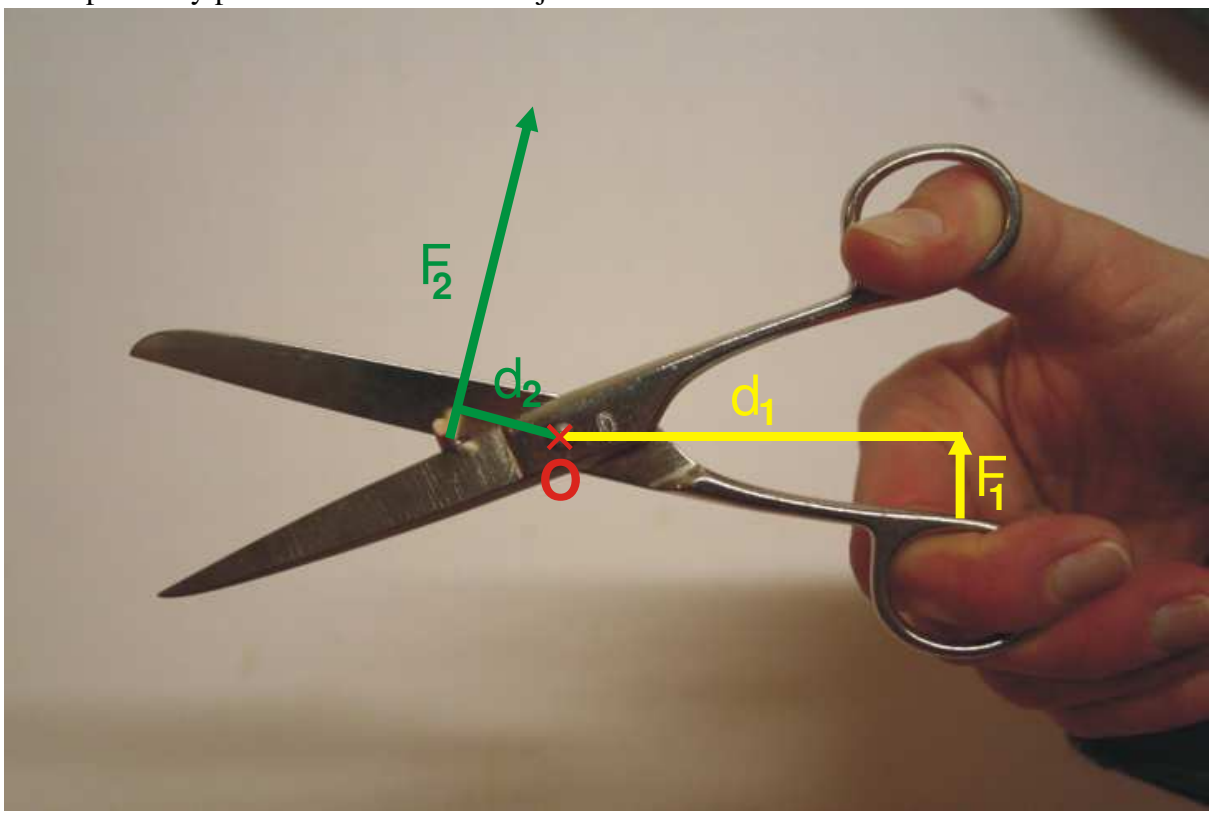
$$F_1 d_1 = F_2 d_2$$

$$F_2 = F_1 \frac{d_1}{d_2}$$

Dosadíme naměřené hodnoty $F_2 = F_1 \frac{d_1}{d_2} = F_1 \frac{55}{26} = F_1 \cdot 2{,}1$. Nůžky v tomto okamžiku zesilují sílu ruky více než dvakrát.

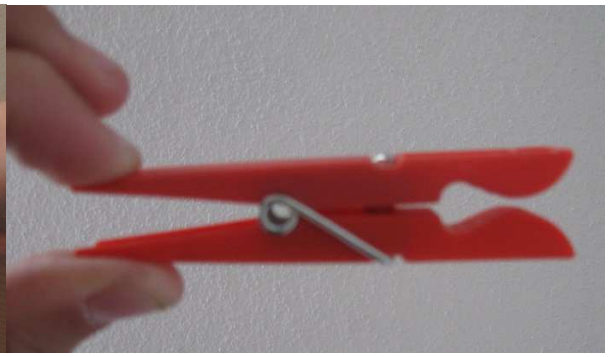
Př. 4: Jak postupuješ, když máš nůžkami přestřihnout tvrdý předmět (například špejli)? Vysvětli.

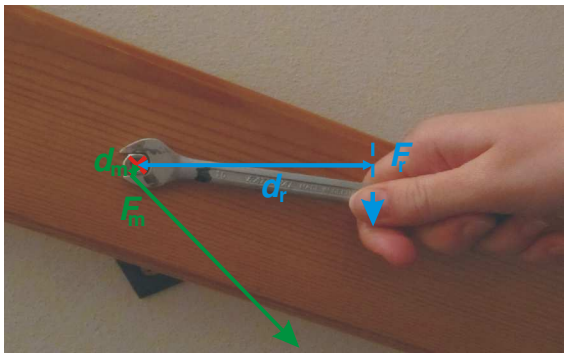
Tvrdé předměty při střihání dáváme co nejblíže ose.



Délky ramen na obrázku: $d_1 = 62\,\text{mm}$, $d_2 = 16\,\text{mm}$. Dosadíme naměřené hodnoty do vzorce pro sílu F_2: $F_2 = F_1 \frac{d_1}{d_2} = F_1 \frac{62}{16} = F_1 \cdot 3{,}9$. Nůžky v tomto okamžiku zesilují sílu ruky téměř čtyřikrát (a střihání je tak jednodušší než by bylo v původní situaci).

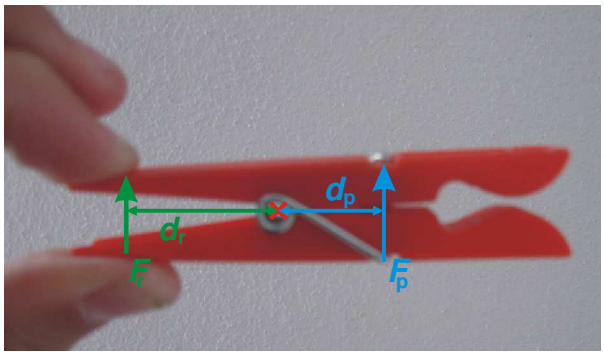
Př. 5: Na fotografiích jsou zachyceny různé nástroje, které využívají páku. Zakresli do obrázků osy otáčení, působící síly (pokud má nástroj dvě ramena nakresli síly působící pouze na jedno z ramen) a zjisti, kolikrát páka zesiluje (zeslabuje) sílu.





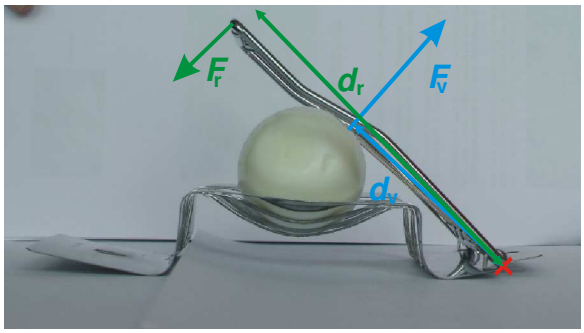
Na klíč působí dvě síly:
síla ruky F_r, která se snaží otáčet maticí,
síla matice F_m, která se otáčení snaží zabránit (její původcem je tření mezi maticí a šroubem).
Délky ramen: $d_r = 3{,}1\,\text{cm}$, $d_m = 0{,}15\,\text{cm}$ $\Rightarrow$

$F_m = F_r \dfrac{d_r}{d_m} = F_1 \dfrac{3{,}1}{0{,}15} = F_1 \cdot 21$ $\Rightarrow$ klíč zesiluje sílu ruky 21 krát.



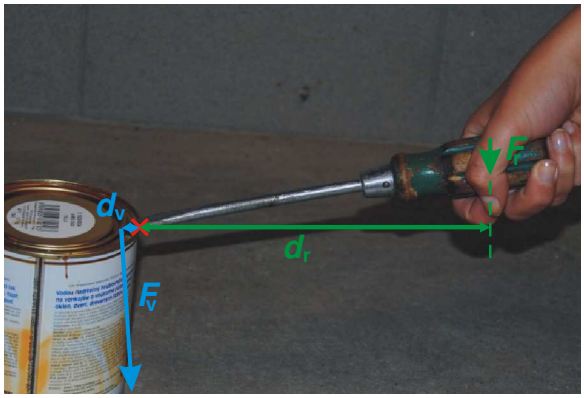
Na kolík působí dvě síly:
síla ruky F_r, která se ho snaží rozevřít,
síla pružinky F_p, která se snaží kolík zavřít.
Délky ramen: $d_r = 2\,\text{cm}$, $d_m = 1{,}5\,\text{cm}$ $\Rightarrow$

$F_p = F_r \dfrac{d_r}{d_p} = F_r \dfrac{2}{1{,}5} = F_1 \cdot 1{,}3$ $\Rightarrow$ kolik zesiluje sílu ruky 1,3 krát.



Na kráječ působí dvě síly:
síla ruky F_r, která se snaží kráječ sklopit (z rozříznout vajíčko),
síla vajíčka F_v, která kráječi brání ve sklopení.
Délky ramen: $d_r = 4{,}7\,\text{cm}$, $d_v = 2{,}7\,\text{cm}$ $\Rightarrow$

$F_m = F_r \dfrac{d_r}{d_m} = F_1 \dfrac{4{,}7}{2{,}7} = F_1 \cdot 1{,}7$ $\Rightarrow$ kráječ zesiluje sílu ruky 1,7 krát.



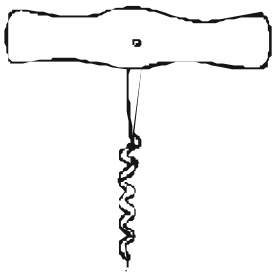
Osou otáčení je bod, ve kteérm je šroubovák zapřený o konzervu.
Na šroubovák působí dvě síly:
síla ruky F_r, která se snaží zatlačit rukojeť dolů (a tím odklonit víčko),
síla víčka F_v, která šroubováku brání v tomto pohybu.
Délky ramen: $d_r = 4,6\,\text{cm}$, $d_v = 0,25\,\text{cm}$ $\Rightarrow$

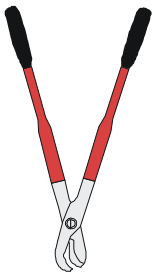
$$F_m = F_r \frac{d_r}{d_m} = F_1 \frac{4,6}{0,25} = F_1 \cdot 18 \Rightarrow$$ šroubovák zesiluje sílu ruky 18 krát.

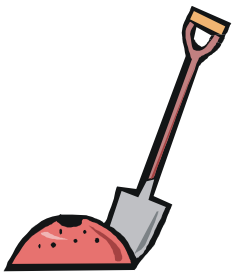
Pedagogická poznámka: Řešení předchozího i následujícího příkladu provádíme průběžně tak, aby žáci mohli využívat zkušenosti s opravenými situacemi při řešení situací nových.

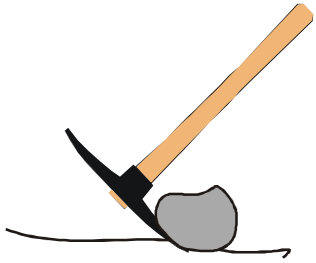
Pedagogická poznámka: V následujícím příkladu jsou problematické všechny obrázky, na kterých je páka vidět jako přímka (ne jako bod) (vývrtka, šroubovák, klíč, křídlatá matka). Síla, rameno a osa tvoří trojici navzájem kolmých směrů a pokud je směr osy jedním ze směrů zachycených na fotografii, jeden ze dvou zbývajících na ní vidět není. Žáci tak nemají přirozený směr, ve kterém by kreslili buď ramena nebo síly.

Př. 6: Všechny následující nástroje využívají páku. Dokresli do obrázku osu otáčení, působící síly a jejich ramena (pokud má nástroj tvoří dvě spojené páky, kresli pouze síly působící na jednu z nich).



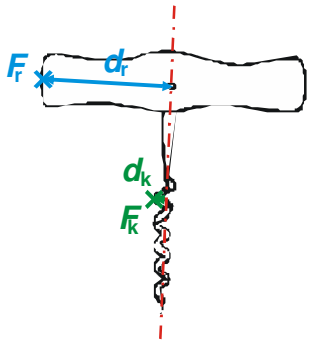






Vývrtka

Kleště na větve



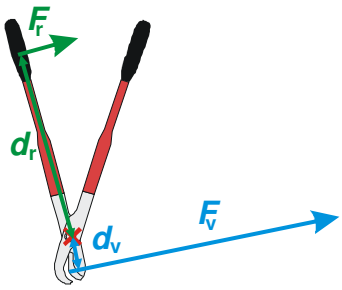
Osa otáčení prochází vývrtkou po celé délce (červená přerušovaná čára).
Síla ruky F_r je znázorněna pouze křížkem, protože směřuje kolmo k obrázku.
Síla korku F_k je znázorněna pouze křížkem, protože směřuje kolmo k obrázku.

Šroubovák

Osa otáčení prochází šroubovákem po celé délce (červená přerušovaná čára).
Síla ruky F_r je znázorněna pouze křížkem, protože směřuje kolmo k obrázku.
Síla šroubu $F_š$ je znázorněna pouze křížkem, protože směřuje kolmo k obrázku.

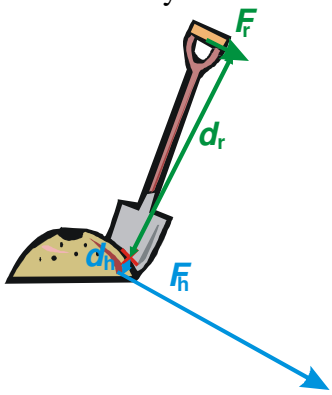
Klíč

Osa otáčení prochází klíčem po celé délce (červená přerušovaná čára).
Síla ruky F_r je znázorněna pouze křížkem, protože směřuje kolmo k obrázku (snaží se otočit klíčem).
Síla zámku F_z je znázorněna pouze křížkem, protože směřuje kolmo k obrázku (brání klíči v otáčení).



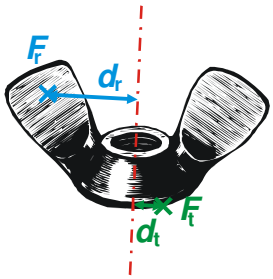
Osa otáčení prochází šroubem, který spojuje obě ramena (červený křížek).
Síla ruky F_r se snaží přitlačit ramena k sobě.
Síla větve F_v přitlačování ramen k sobě brání.

Rýč



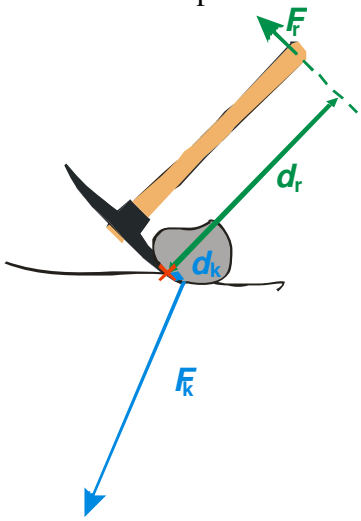
Osa otáčení prochází místem, kde se zadní strana rýče opírá o zem.
Síla ruky F_r se snaží přitlačit držadlo rýče k zemi (a tím zvednout hlínu).
Síla hlíny F_h působí na rýč a brání zvednutí.

Křídlatá matka



Osa otáčení prochází středem matky (červená přerušovaná čára).
Síla ruky F_r je znázorněna pouze křížkem, protože směřuje kolmo k obrázku (snaží se otočit matkou).
Třecí síla šroubu F_t je znázorněna pouze křížkem, protože směřuje kolmo k obrázku (brání matce v otáčení).

Krumpáč



Osa otáčení prochází místem, kde se zadní strana krumpáče opírá o zem.
Síla ruky F_r se snaží otočit krumpáčem (a tím zvednout kámen).
Síla kamene F_k působí na krumpáč a brání mu v otočení.

Shrnutí: Rovnováha sil na páce se často využívá k zesilování síly.