

# Biomechanika 3

## Skládání sil

Daniel Jandačka, PhD.

Projekt: Cizí jazyky v kinantropologii - CZ.1.07/2.2.00/15.0199



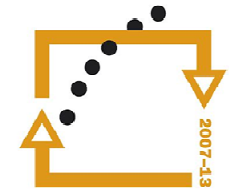
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost**

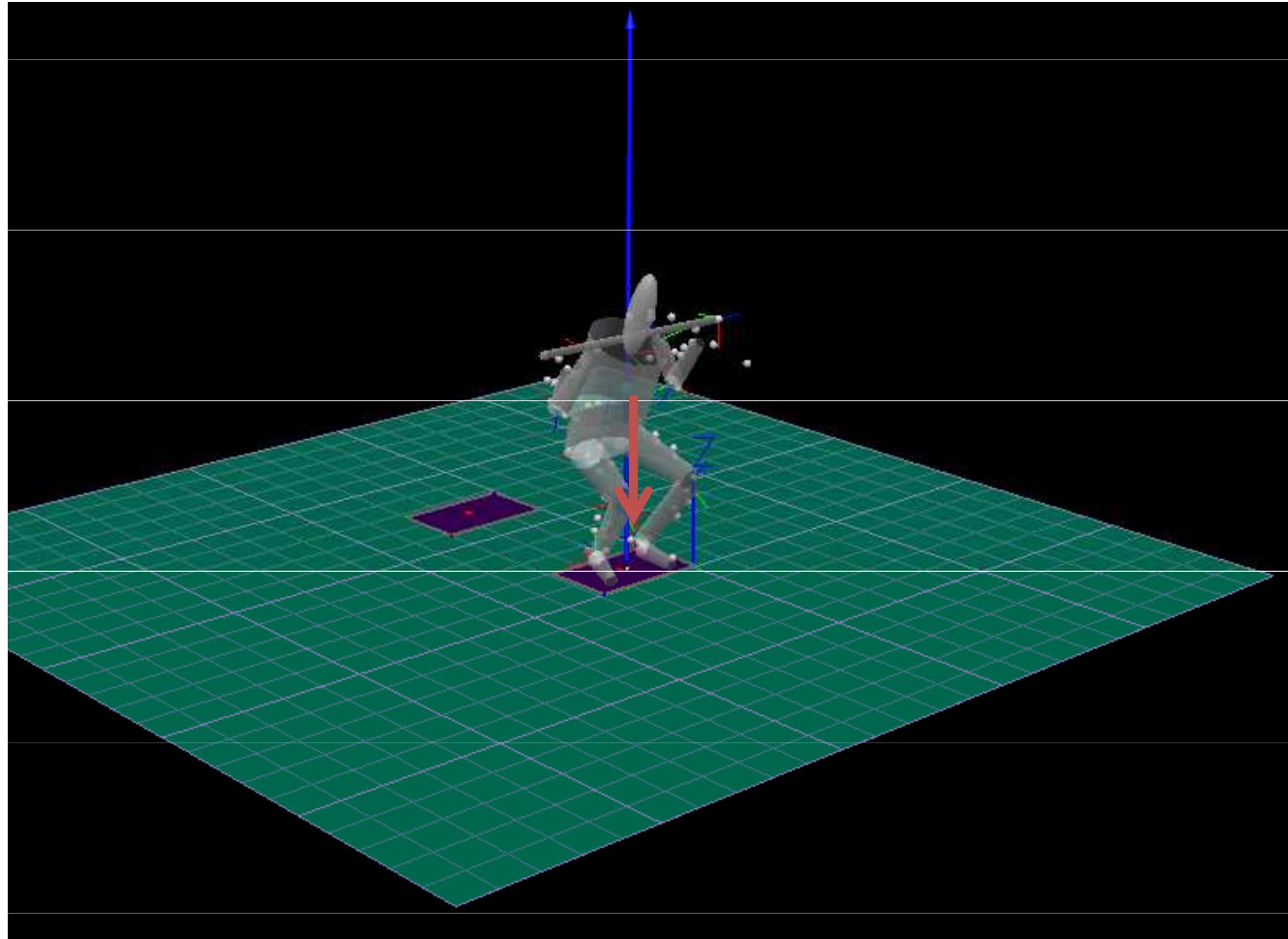


UNIVERSITAS  
OSTRAVIENSIS



**INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ**

Vektorový součet všech sil působících na těleso vyjadřuje výslednou sílu.



*Vertikální výskok  
vrhače koulí s činkou  
Měřeno v Centru  
diagnostiky lidského  
pohybu Ostravské  
univerzity*

Výsledná síla = modrá reakční – červená tíhová

V případě sil, které působí v jedné přímce, můžeme síly skládat algebraicky.



### Příklad

Trenér asistuje svému svěřenci při zvedání nakládací činky o hmotnosti 100 kg v případě cvičení bench press. Trenér působí na nakládací činku silou 70 N a sportovec silou 920 N směrem vzhůru. Podařilo se jim zvednout nakládací činku? Jakou výslednou silou bylo působeno na činku?

### Řešení

Tíhovou sílu činky můžeme vypočítat takto:

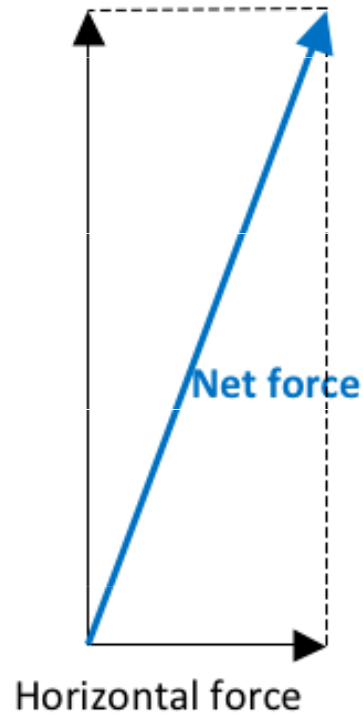
$F_G = mg = 100 \cdot 9,81 = 981 \text{ N}$ . Předpokládejme, že směr působení síly vzhůru je směr kladný, tedy:

$$F = 70 \text{ N} + 920 \text{ N} + (-981 \text{ N}) = 9 \text{ N}.$$

Výsledná síla  $F$  je tedy 9 N a sportovec s dopomocí trenéra nakládací činku zvedne.

## Sbíhavé síly

Vertical force



Pokud spojíme působíště horizontální síly a koncový bod vertikální síly, získáme sílu výslednou.

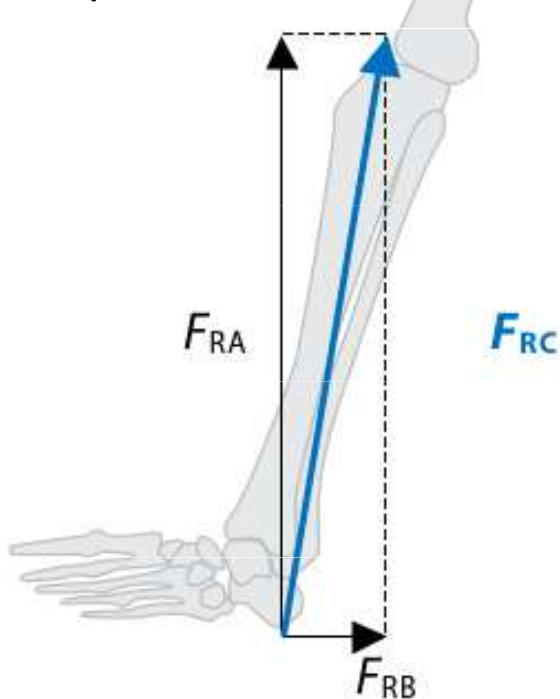
Resultant (Net) force can also be described by the angle between the resultant force and either the vertical or horizontal line.

# Trigonometrická technika

## Příklad

Vertikální reakční síla země (normálová kontaktní síla), která působí na nohu běžce, má velikost  $F_{RA} = 2200$  N, třecí síla působí směrem dozadu a její velikost je  $F_{RB} = 500$  N. Jaký je směr a velikost výslednice těchto dvou sil  $F_{RC}$ ?

**Obrázek** Došlap při běhu. Modrá šipka reprezentuje výslednou reakční sílu  $F_{RC}$ . Černé šipky reprezentují třecí složku reakční síly  $F_{RB}$  a vertikální složku reakční síly  $F_{RA}$ , které působí na chodidlo.



## Řešení

Použijeme Pythagorovu větu k výpočtu výsledné síly:

$$F_{RA}^2 + F_{RB}^2 = F_{RC}^2$$

$$F_{RC}^2 = 2200^2 + 500^2$$

$F_{RC} = 2256$  N. Funkci arkustangens ( $\arctg F_{RC}/F_{RB}$ ) použijeme ke stanovení úhlu mezi výslednou a horizontální silou:

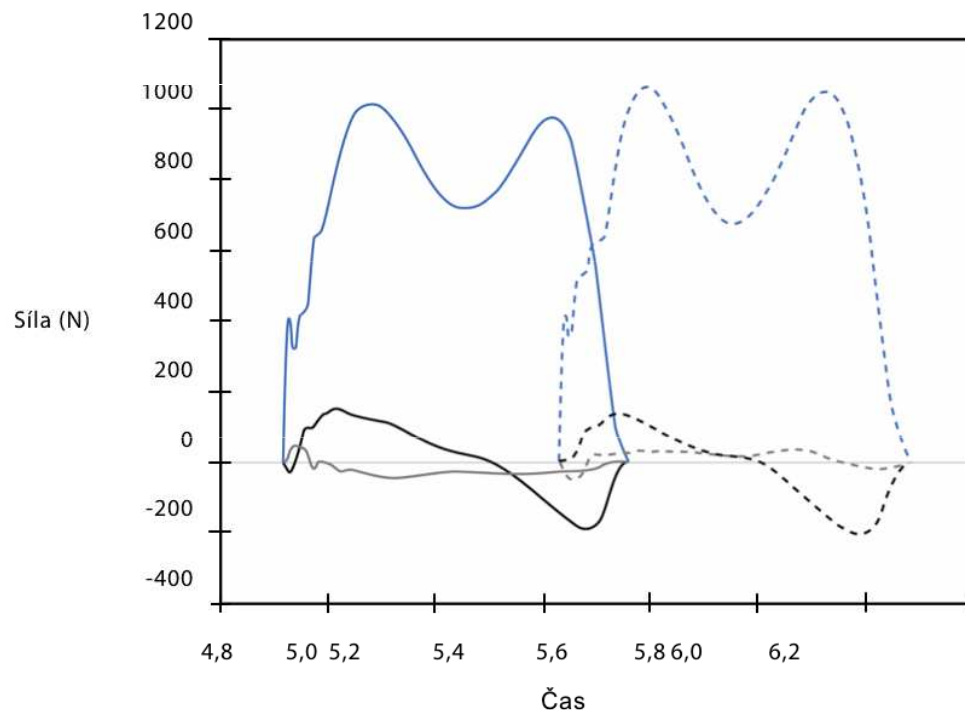
Výsledná síla  $F_{RC}$  má velikost 2256 N a svírá úhel  $\alpha = 77,5^\circ$  s horizontální rovinou.

**Velikost výsledné síly dvou působících kolmých sil můžeme získat pomocí Pythagorovy věty, její směr pomocí trigonometrie.**

# Rozklad sil

Rozklad sil do složek nám umožňuje analyzovat příčiny pohybu ve směru vertikálním, mediolaterálním a anteroposterior odděleně.

**Obrázek** Rozklad reakční síly působící na chodidlo člověka při chůzi do tří složek. Plná čára představuje složky reakční síly působící na levou nohu a přerušovaná čára složky reakční síly působící na pravou nohu. Modře jsou značeny **vertikální**, černě **anteroposteriorní** a šedě **mediolaterální** složky síly.



Rozklad sil umožňuje lepší pochopení nervosvalových funkcí člověka při mnoha pohybových úkolech.



# Rovnováha

Statika je oblast mechaniky zabývající se silami, které působí na tělesa ve statické nebo dynamické rovnováze.

Při statické rovnováze jsou tělesa v klidu



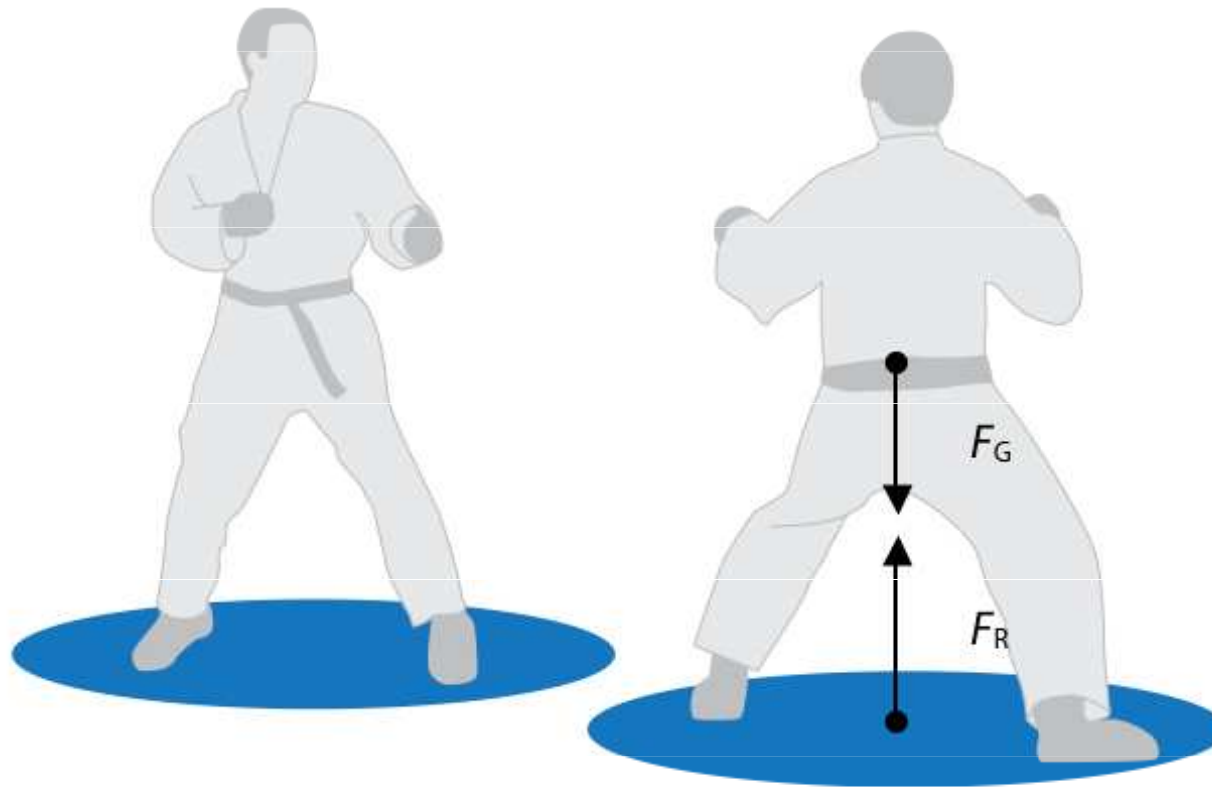
Při dynamické rovnováze se tělesa pohybují s konstantní rychlostí co do velikosti i směru (přímočarý pohyb)



V obou případech je výsledná síla působící na tělesa nulová.



V diagramu volného tělesa je nakresleno zkoumané těleso (sportovec) a vnější síly, které na něj působí.



**Obrázek** Diagram volného tělesa.  $F_R$  je součet reakčních sil působících na obě končetiny a  $F_G$  je tíhová síla působící na tělo sportovce.

Poznámka

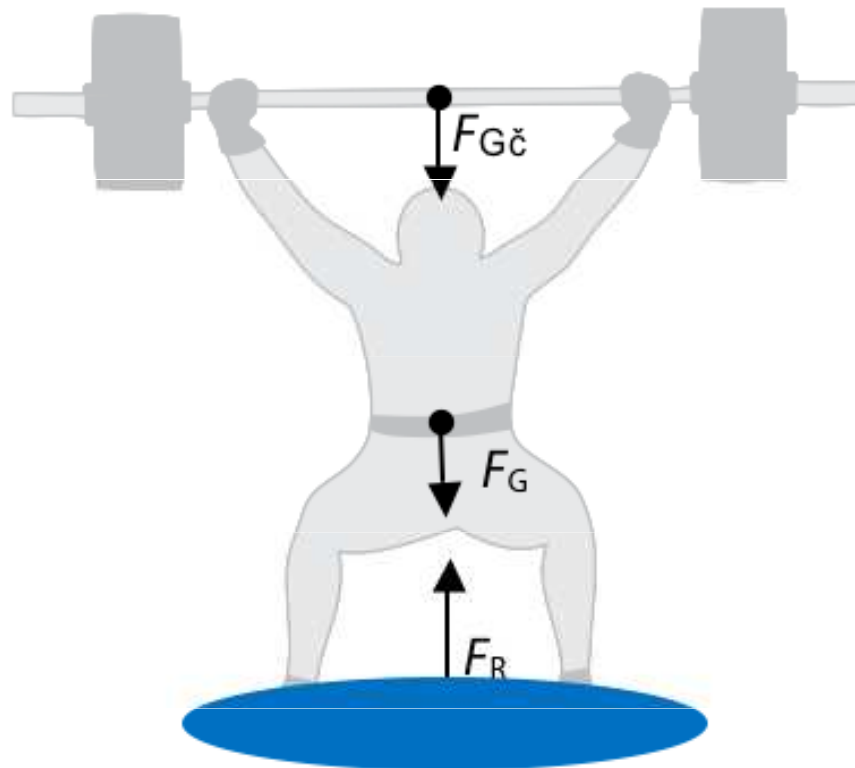
Reakční síly ve skutečnosti vznikají při kontaktu chodidel s podlahou. Přesto ilustrativně můžeme v diagramu volného tělesa zakreslit výslednou reakční sílu, jejíž bod aplikace je mimo kontakt podložky a chodidla v takzvaném centru tlaku „centre of pressure“.

# Statická analýza

Působí-li na těleso ve statické nebo dynamické rovnováze pouze dvě síly, jsou opačně orientované a mají stejnou velikost.

## Příklad

Vzpěrač hmotnosti 70 kg zvedl činku o hmotnosti 90 kg a drží ji nad hlavou. Pokud drží činku, jsou obě tělesa (vzpěrač a činka) ve statické rovnováze. Jaká je síla, která musí působit na vzpěračovy nohy, aby byl ve statické rovnováze?



Děkuji za pozornost



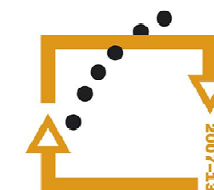
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost**



UNIVERSITAS  
OSTRAVIENSIS



INVESTICE  
DO ROZVOJE  
VZDĚLÁVÁNÍ