



## Wstęp do współczesnej inżynierii



w3



## Wstęp do współczesnej inżynierii

Praca np. przy podnoszeniu elementu o masie  $m$  na wysokość  $H$  będzie zawsze taka sama

W zastosowaniach przemysłowych ciekawsza jest szybkość wykonywania pracy niż sama praca

Moc:

$$N = \frac{W}{t} \quad \left[ \frac{J}{s} \right] = \left[ \frac{N \cdot m}{s} \right] = [W]$$

Praca:

$$W = F \cdot x$$

$$N = \frac{F \cdot x}{t} = F \cdot v \quad \left[ N \cdot \frac{m}{s} \right] = [W]$$

Moc w ruchu obrotowym:

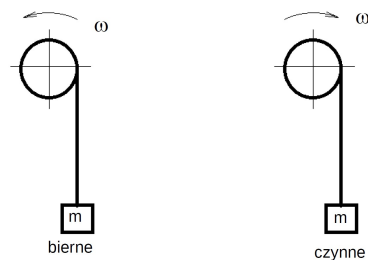
$$N = M \cdot \omega \quad \left[ N \cdot m \cdot \frac{1}{s} \right] = [W]$$



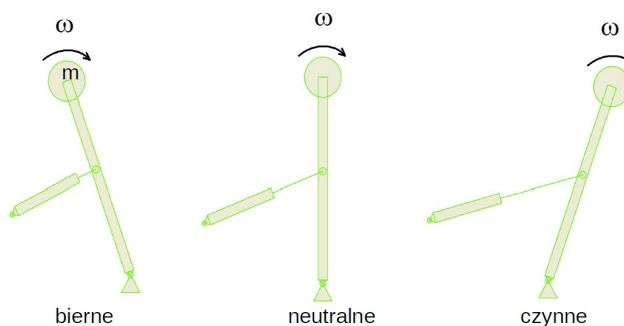


## Wstęp do współczesnej inżynierii

Kierunek przepływu mocy i charakter obciążenia



Zmienność obciążenia:



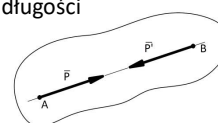
## Wstęp do współczesnej inżynierii

Zasady statyki

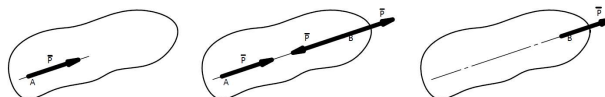
- Dwie siły przyłożone do ciała sztywnego równoważą się tylko wtedy, gdy działają wzdłuż jednej prostej, są przeciwnie skierowane i mają tę samą długość

$$\vec{P}' = -\vec{P}$$

$$P' = P$$

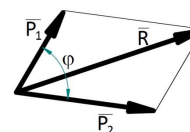


- Działanie sił przyłożonych do ciała sztywnego nie ulegnie zmianie, gdy do tego układu dodamy lub odejmiemy dowolny układ równoważących się sił, czyli tzw. układ zerowy



- Zasada równoległoboku.

$$R = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2 \cdot P_1 \cdot P_2 \cdot \cos \varphi}$$



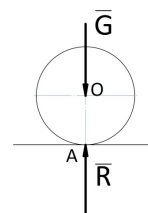


## Wstęp do współczesnej inżynierii

### Zasady statyki

•Zasada zeszywnienia. Równowaga sił działających na ciało odkształcalne, nie zostanie naruszona przez zeszywnienie tego ciała.

•Zasada działania i przeciwdziałania. Każdemu działaniu towarzyszy równe co do wartości i przeciwnie skierowane wzdłuż tej samej prostej przeciwdziałanie



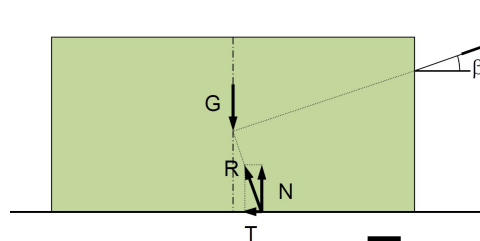
•Zasada oswobodzenia od więzów. Każde ciało nieswobodne można myślowo oswobodzić od więzów, zastępując ich działanie odpowiednimi reakcjami.



## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Tarcie

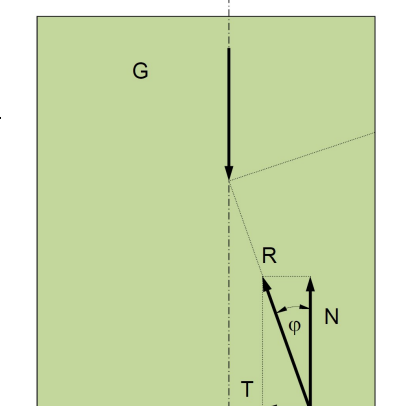


$$T = \mu \cdot N$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{T}{N}$$



$$\mu = \operatorname{tg} \varphi$$



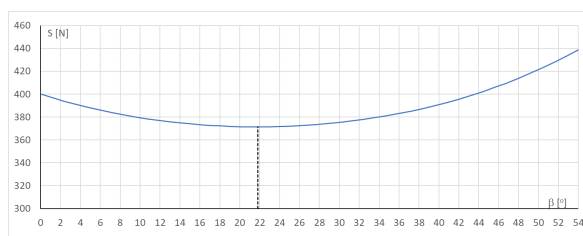


## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Tarcie

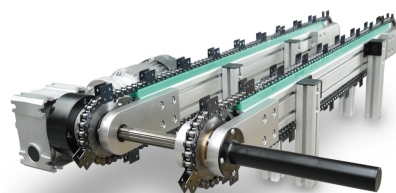
Trące się materiały	$\mu$ spoczyn.	$\beta$ [°]	Tarcie w ruchu
Drewno po drewnie	0,4 ÷ 0,7	21,8 ÷ 35	0,2 ÷ 0,4
Żeliwo po żeliwie	0,16 ÷ 0,22	9,1 ÷ 12,4	0,1
Stal po żeliwie	0,11 ÷ 0,18	6,3 ÷ 10,2	0,1
Stal po stali	0,15 ÷ 0,17	8,5 ÷ 9,7	0,15
Drewno po metalu	0,60	31	0,40
Pas skórzany po żeliwie	0,50	26,6	0,28
Żeliwo po brązie	0,18	10,2	0,15
Sznur konopny po drewnie	0,5 ÷ 0,8	26,6 ÷ 38,7	0,3 ÷ 0,4
Stal po lodzie	0,02 ÷ 0,03	1,1 ÷ 1,7	0,015



## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Tarcie



HABERKORN

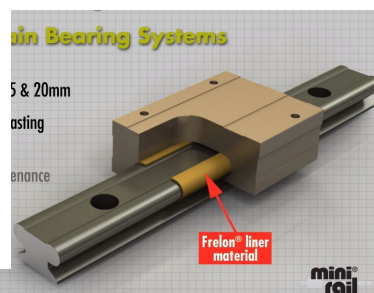
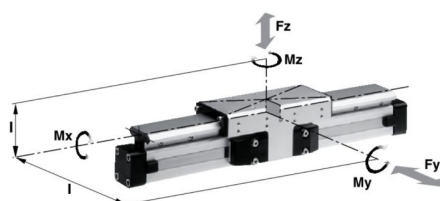




## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

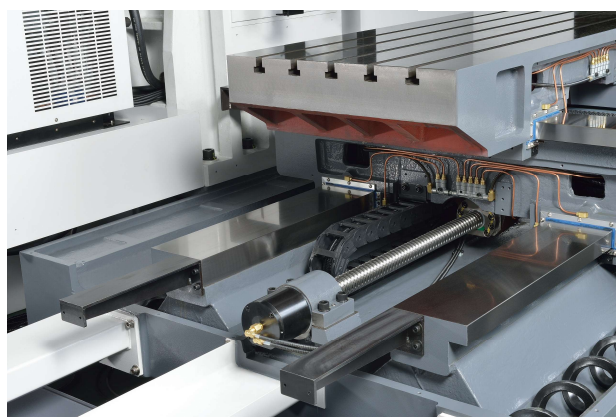
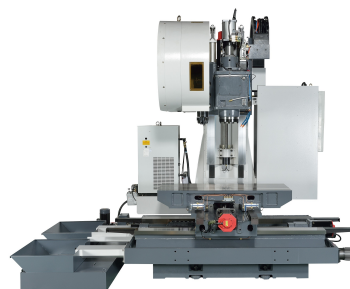
Tarcie



## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Tarcie





## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Tarcie

Współczynniki tarcia dla różnych zestawień ślizgowych powierzchni styku (wartości wzorcowe)

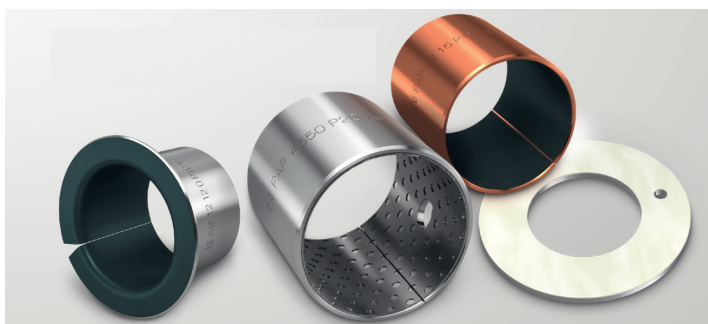
Zestawienie ślizgowych powierzchni styku	Współczynnik tarcia	
	$\mu$ min.	maks.
stal-stal	0,08	0,20
stal-brąz	0,10	0,25
stal-brąz spiekany z PTFE	0,05	0,25
stal-tkanina PTFE	0,02	0,15
stal-PTFE FRP	0,05	0,20



## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Tarcie

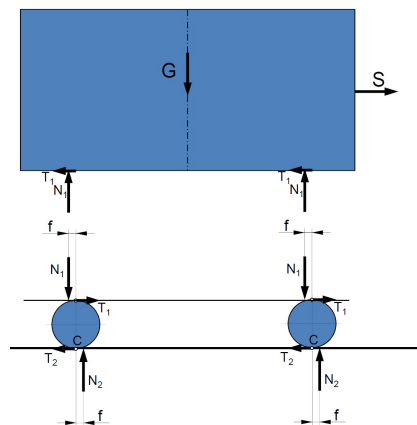
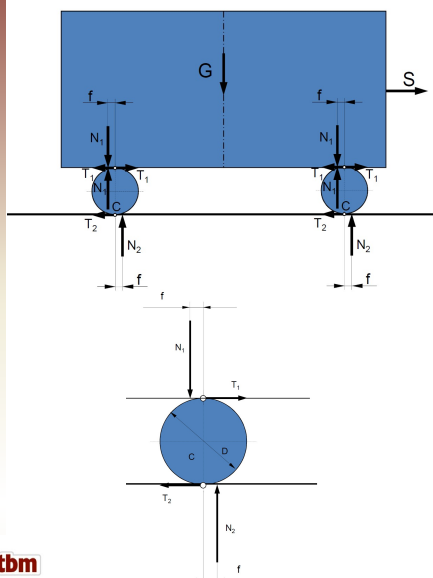




**Wstęp do współczesnej inżynierii**

Skąd się biorą opory ruchu

Siła przy toczeniu

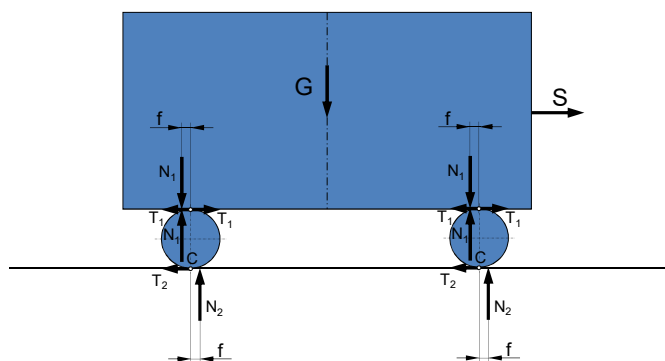


**Wstęp do współczesnej inżynierii**

Skąd się biorą opory ruchu

Siła przy toczeniu

$$S = G \cdot \frac{2 \cdot f}{D_k} \quad [N]$$





## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Siła przy toczeniu

Materiał toczącego się elementu i podłoża	Współczynnik tarcia tocznego $f$ [cm]
Krążek drewniany po drewnie	twarde 0,06 ÷ 0,15 miękkie
Krążek drewniany po stali	0,03
Koło stalowe po stali	0,05
Koło stalowe po kamieniu i bruku	0,15
Koło stalowe po asfalcie	0,6
Koło stalowe po gumie	1,5 ÷ 6
Hartowane kulki po hartowanej stali	0,001
Żeliwny krążek po żeliwie	0,08

