



## Wstęp do współczesnej inżynierii



w4

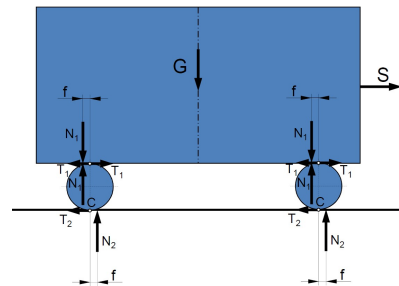


## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Siła przy toczeniu

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



Material toczącego się elementu i podłoża	Współczynnik tarcia tocznego f [cm]
Krażek drewniany po drewnie	twarde 0,06 ÷ 0,15 miękkie
Krażek 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





## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Łożyska toczne

Rodzaj łożyska	Współczynnik tarcia $\mu$
Łożyska kulkowe nieuszczelnione	0,0010 ÷ 0,0015
Łożyska kulkowe skośne jednorzędowe dwurzędowe	0,0015 ÷ 0,0020 0,0025
Łożyska kulkowe wahlwe nieuszczelnione	0,0010
Łożyska kulkowe dwukierunkowe	0,0024
Łożyska walcowe z pełną liczbą walczków	0,0010 ÷ 0,0015 0,0015 ÷ 0,0020
Łożyska stożkowe	0,0015 ÷ 0,0020
Łożyska baryłkowe	0,0018
Łożyska igiełkowe nieuszczelnione	0,0025
Łożyska kulkowe wzdłużne	0,0013
Łożyska baryłkowe wzdłużne	0,0018
Łożyska igiełkowe wzdłużne	0,0050
Łożyska walcowe wzdłużne	0,0050



$$M = F \cdot \mu \cdot \frac{d}{2}$$

gdzie: M – moment tarcia,  $\mu$  - współczynnik tarcia, F – obciążenie łożyska, d – wewnętrzna średnica łożyska.



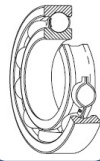
## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

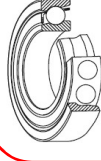
Łożyska toczne

Rodzaj łożyska	Współczynnik tarcia $\mu$
Łożyska kulkowe nieuszczelnione	0,0010 ÷ 0,0015
Łożyska kulkowe skośne jednorzędowe dwurzędowe	0,0015 ÷ 0,0020 0,0025
Łożyska kulkowe wahlwe nieuszczelnione	0,0010
Łożyska kulkowe dwukierunkowe	0,0024
Łożyska walcowe z pełną liczbą walczków	0,0010 ÷ 0,0015 0,0015 ÷ 0,0020
Łożyska stożkowe	0,0015 ÷ 0,0020
Łożyska baryłkowe	0,0018
Łożyska igiełkowe nieuszczelnione	0,0025
Łożyska kulkowe wzdłużne	0,0013
Łożyska baryłkowe wzdłużne	0,0018
Łożyska igiełkowe wzdłużne	0,0050
Łożyska walcowe wzdłużne	0,0050

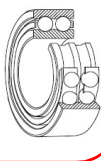
Łożyska kulkowe poprzeczne jednorzędowe



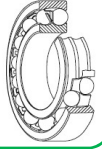
Łożyska kulkowe skośne jednorzędowe



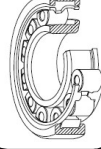
Łożyska kulkowe skośne dwurzędowe



Łożyska kulkowe wahlwe



Łożyska walcowe



$$M = F \cdot \mu \cdot \frac{d}{2}$$

gdzie: M – moment tarcia,  $\mu$  - współczynnik tarcia, F – obciążenie łożyska, d – wewnętrzna średnica łożyska.



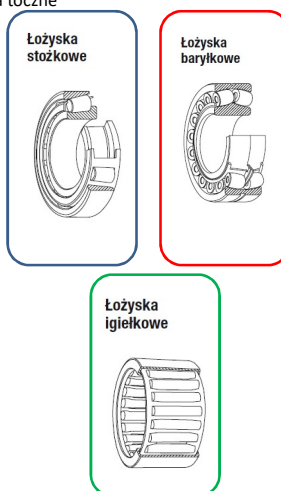


## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Łożyska toczne

Rodzaj łożyska	Współczynnik tarcia $\mu$
Łożyska kulkowe nieuszczelnione	0,0010 ÷ 0,0015
Łożyska kulkowe skośne jednorzędowe dwurzędowe	0,0015 ÷ 0,0020 0,0025
Łożyska kulkowe wahlwe nieuszczelnione	0,0010
Łożyska kulkowe dwukierunkowe	0,0024
Łożyska walcowe z pełną liczbą walczków	0,0010 ÷ 0,0015 0,0015 ÷ 0,0020
Łożyska stożkowe	0,0015 ÷ 0,0020
Łożyska baryłkowe	0,0018
Łożyska igiełkowe nieuszczelnione	0,0025
Łożyska kulkowe wzdłużne	0,0013
Łożyska baryłkowe wzdłużne	0,0018
Łożyska igiełkowe wzdłużne	0,0050
Łożyska walcowe wzdłużne	0,0050



$$M = F \cdot \mu \cdot \frac{d}{2}$$

gdzie: M – moment tarcia,  $\mu$  - współczynnik tarcia, F – obciążenie łożyska, d – wewnętrzna średnica łożyska.

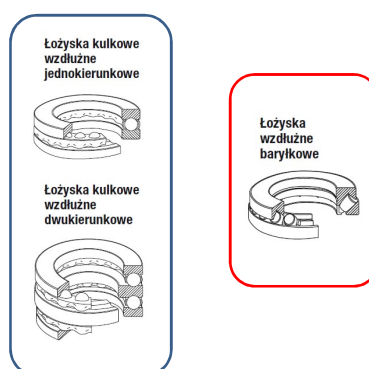


## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

Łożyska toczne

Rodzaj łożyska	Współczynnik tarcia $\mu$
Łożyska kulkowe nieuszczelnione	0,0010 ÷ 0,0015
Łożyska kulkowe skośne jednorzędowe dwurzędowe	0,0015 ÷ 0,0020 0,0025
Łożyska kulkowe wahlwe nieuszczelnione	0,0010
Łożyska kulkowe dwukierunkowe	0,0024
Łożyska walcowe z pełną liczbą walczków	0,0010 ÷ 0,0015 0,0015 ÷ 0,0020
Łożyska stożkowe	0,0015 ÷ 0,0020
Łożyska baryłkowe	0,0018
Łożyska igiełkowe nieuszczelnione	0,0025
Łożyska kulkowe wzdłużne	0,0013
Łożyska baryłkowe wzdłużne	0,0018
Łożyska igiełkowe wzdłużne	0,0050
Łożyska walcowe wzdłużne	0,0050



$$M = F \cdot \mu \cdot \frac{d}{2}$$

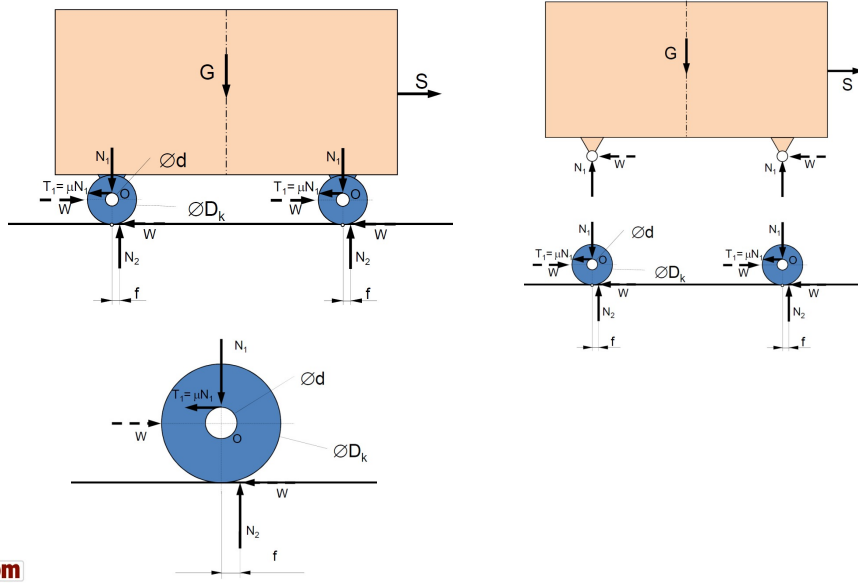
gdzie: M – moment tarcia,  $\mu$  - współczynnik tarcia, F – obciążenie łożyska, d – wewnętrzna średnica łożyska.





### Wstęp do współczesnej inżynierii

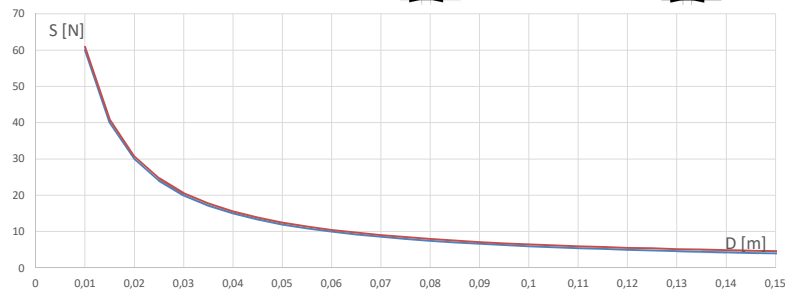
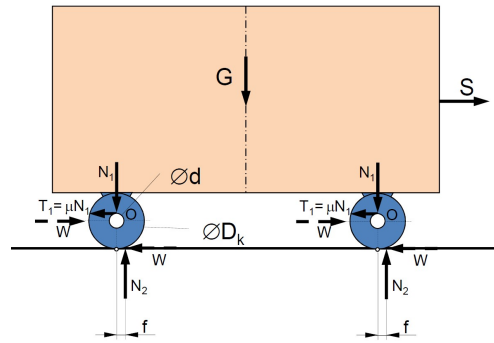
Skąd się biorą opory ruchu



### Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

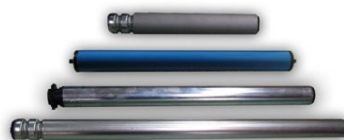
$$S = \frac{G \cdot (\mu \cdot d + 2 \cdot f)}{D_k} \quad [N]$$





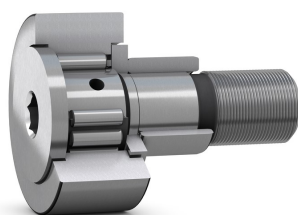
## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu



## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

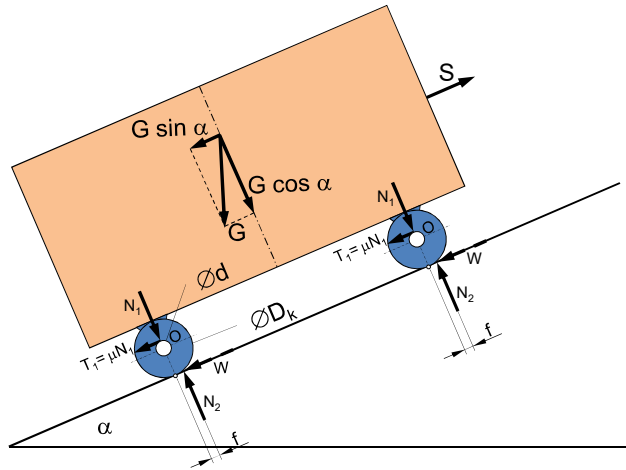




**Wstęp do współczesnej inżynierii**

Skąd się biorą opory ruchu

$$S = \frac{G \cdot \cos\alpha \cdot (\mu \cdot d + 2 \cdot f)}{D_k} + G \cdot \sin\alpha \quad [N]$$

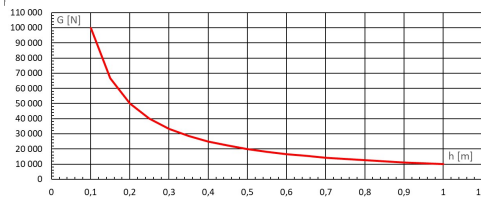
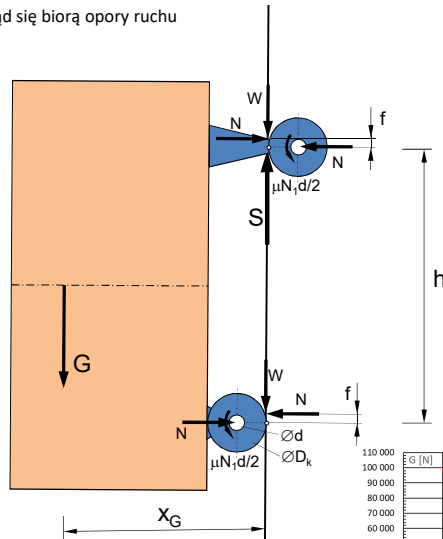


**Wstęp do współczesnej inżynierii**

Skąd się biorą opory ruchu

$$S = \frac{2 \cdot G \cdot x_G (\mu \cdot d + 2 \cdot f)}{h} + G \quad [N]$$

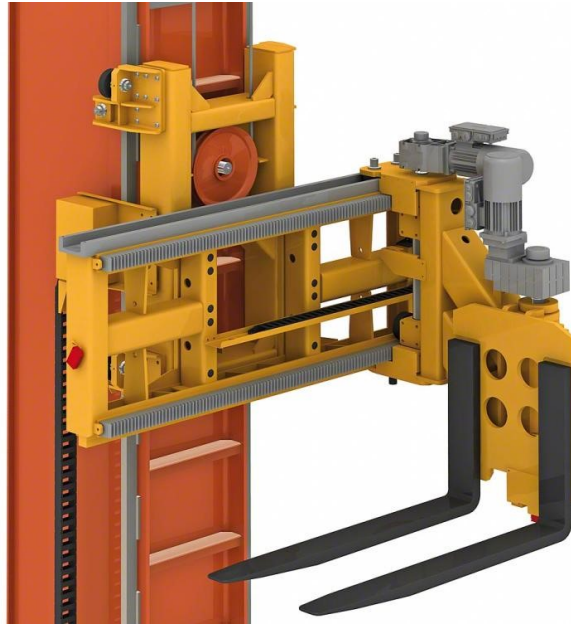
$$N = G \cdot \frac{x_G}{h}$$





## Wstęp do współczesnej inżynierii

Skąd się biorą opory ruchu

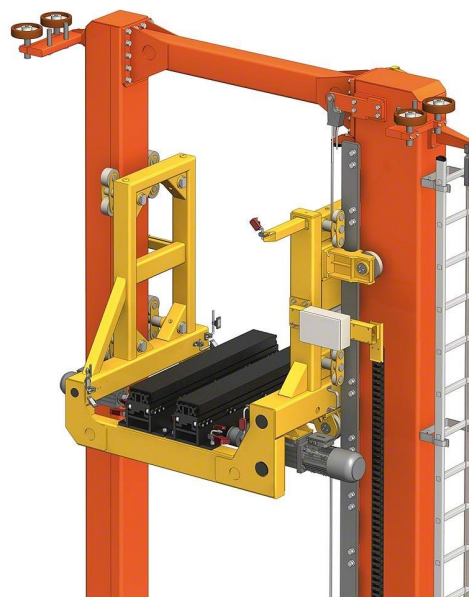


Źródło: Mecalux



## Wstęp do współczesnej inżynierii

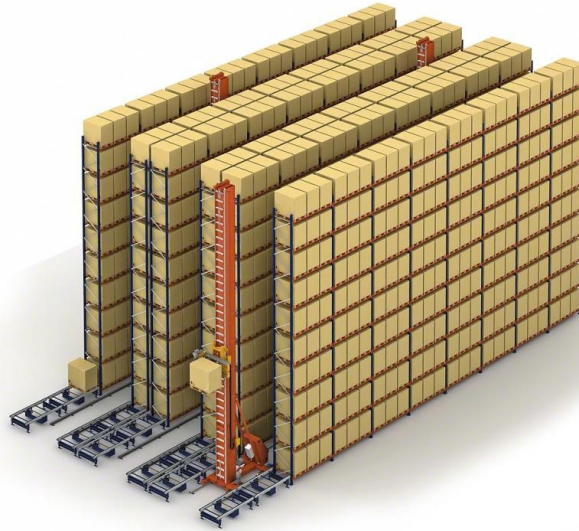
Skąd się biorą opory ruchu



Źródło: Mecalux



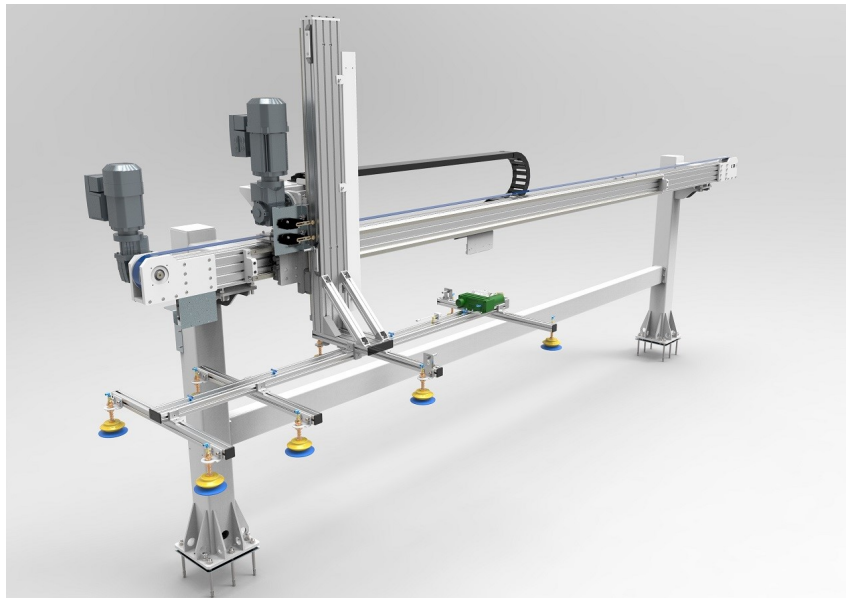
## Wstęp do współczesnej inżynierii



Źródło: Mecalux



## Wstęp do współczesnej inżynierii

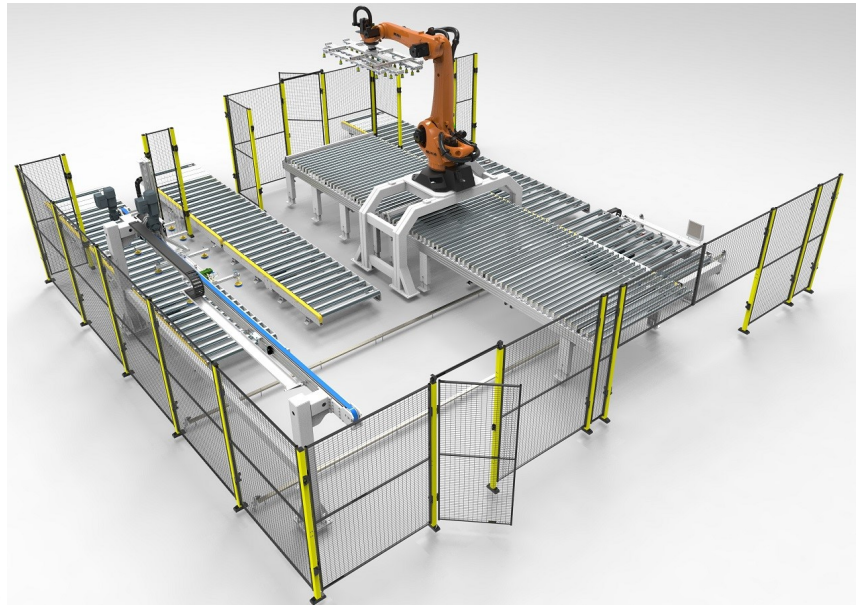


Źródło: <http://www.voytehpolska.com>





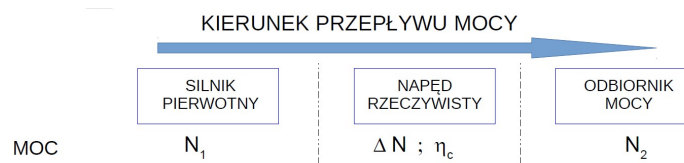
## Wstęp do współczesnej inżynierii



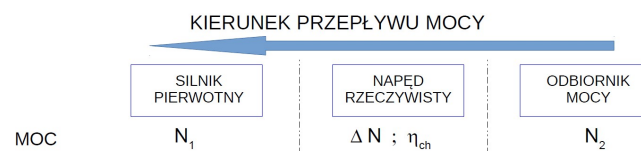
Źródło: <http://www.voytehpolska.com>



## Wstęp do współczesnej inżynierii



$$\eta_c = \frac{N_2}{N_1} = \frac{N_2}{N_2 + \Delta N}$$



$$\eta_c = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_2 - \Delta N}{N_2}$$





## Wstęp do współczesnej inżynierii

$\eta_c$	$\eta_{ch}$
1	1
0,98	0,98
0,96	0,958
0,94	0,936
0,92	0,913
0,90	0,889
0,88	0,864
0,86	0,837
0,84	0,810
0,82	0,780
0,80	0,750

### SPRAWNOŚCI:

#### Pojedyncza przekładnia otwarta z kołami walcowymi:

- Łożyskowanie ślizgowe  $\eta = 0,93 - 0,95$
- Łożyskowanie toczne  $\eta = 0,95 - 0,97$

#### Pojedyncza przekładnia zamknięta z kołami walcowymi:

- Łożyskowanie ślizgowe  $\eta = 0,96 - 0,97$
- Łożyskowanie toczne  $\eta = 0,97 - 0,98$

#### Bęben linowy. krążek linowy

- Łożyskowanie ślizgowe  $\eta = 0,94 - 0,95$
- Łożyskowanie toczne  $\eta = 0,96 - 0,97$

