

MECHANIKA TEORETYCZNA

dr inż. Paweł Szeptyński

adres: p. 320 – III p. WIL

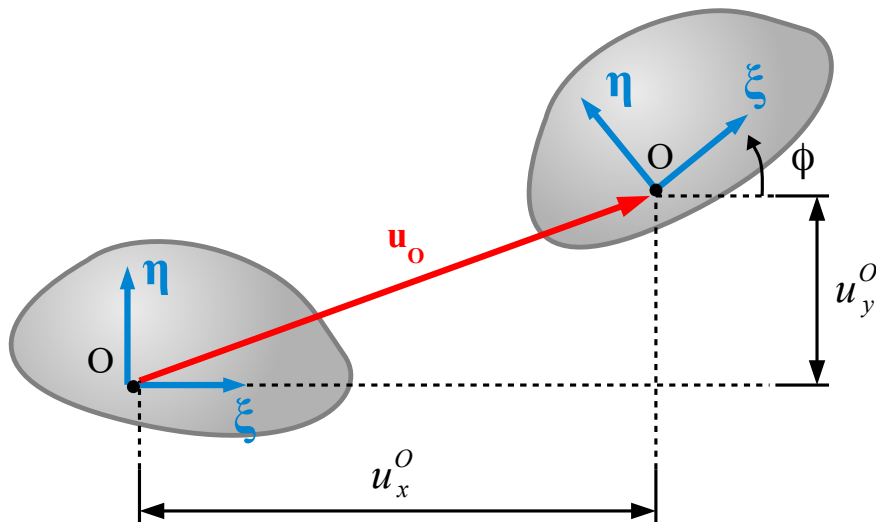
tel. 12 628 20 30

e-mail: pszeptynski@pk.edu.pl

PODPORY

STOPNIE SWOBODY PŁASKICH UKŁADÓW MECHANICZNYCH

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_x^O \\ u_y^O \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi \\ \eta \end{bmatrix}$$



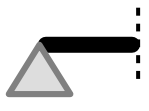

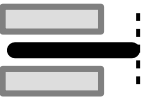




$$\{u_x^O, u_y^O, \phi\} \Rightarrow LSS = 3$$

Ruch płaski:

- **Przesunięcie poziome** u_x^O
- **Przesunięcie pionowe** u_y^O
- **obrót** ϕ

PODPORY W PŁASKICH UKŁADACH MECHANICZNYCH

nazwa podpory	symbol	u_x	u_y	ϕ
podpora przegubowa przesuwna		✓	✗	✓
podpora przegubowa przesuwna		✗	✓	✓
podpora przegubowa nieprzesuwna		✗	✗	✓
utwierdzenie z przesuwem		✗	✓	✗
utwierdzenie z przesuwem		✓	✗	✗
pełne utwierdzenie		✗	✗	✗
klin		✓	✓	✗

REAKCJE PODPOROWE W PŁASKICH UKŁADACH MECHANICZNYCH

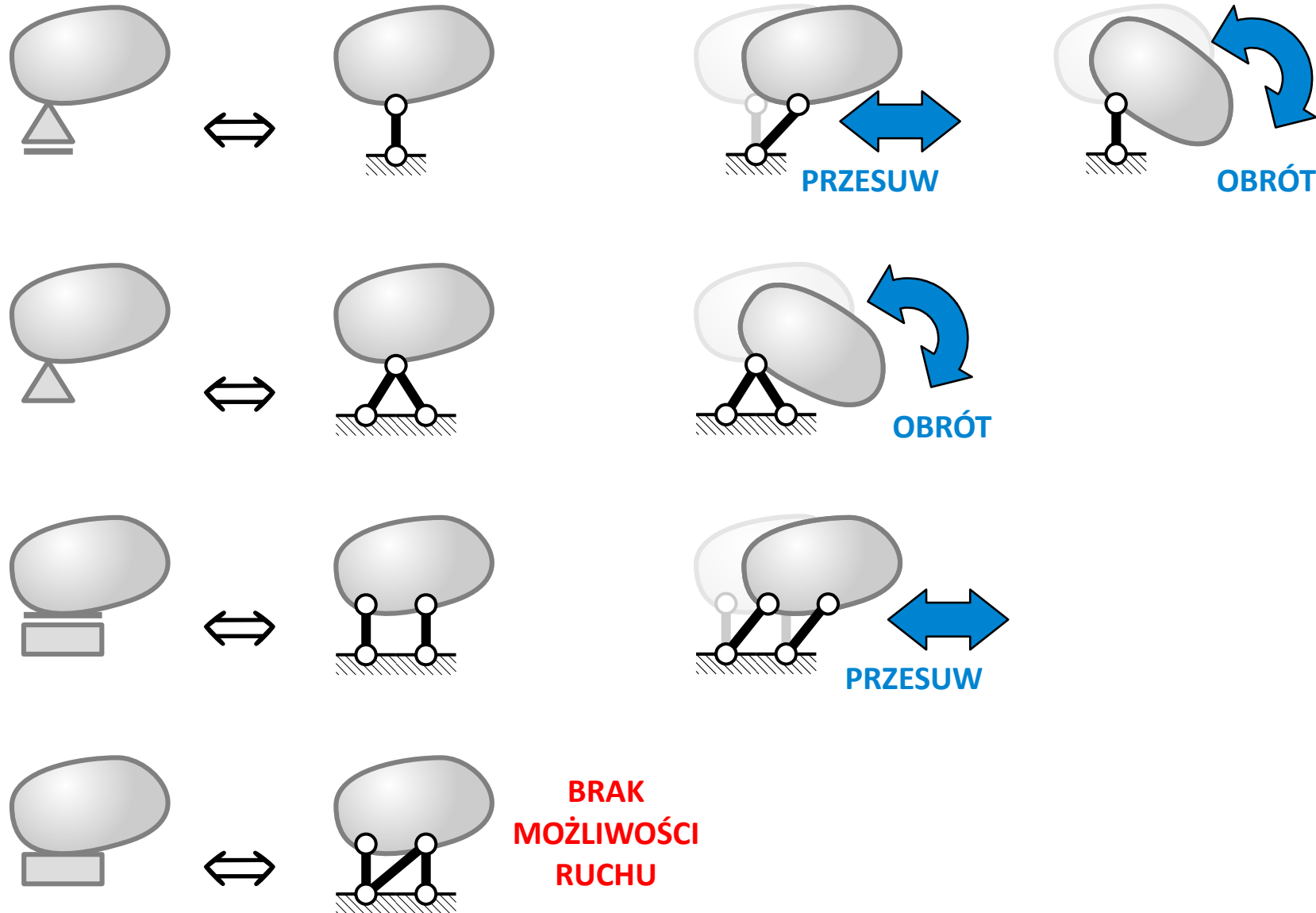
nazwa podpory	symbol	u_x	u_y	ϕ
podpora przegubowa przesuwna		✓	✗	✓
podpora przegubowa przesuwna		✗	✓	✓
podpora przegubowa nieprzesuwna		✗	✗	✓
utwierdzenie z przesuwem		✗	✓	✗
utwierdzenie z przesuwem		✓	✗	✗
pełne utwierdzenie		✗	✗	✗
klin		✓	✓	✗

Reakcje podporowe odpowiadają zablokowanym stopniom swobody.

Blokadę przesuwu na zadanym kierunku gwarantuje siła odpowiednio duża **siła na tym kierunku**.

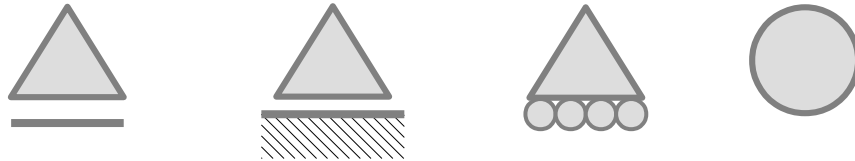
Blokadę obrotu gwarantuje para sił o odpowiednio dużym **momencie**.

SCHEMATY PRĘTOWE DLA PODPÓR W UKŁADACH PŁASKICH



PODPORA PRZEGUBOWA PRZESUWNA

RÓŻNE SYMBOLE

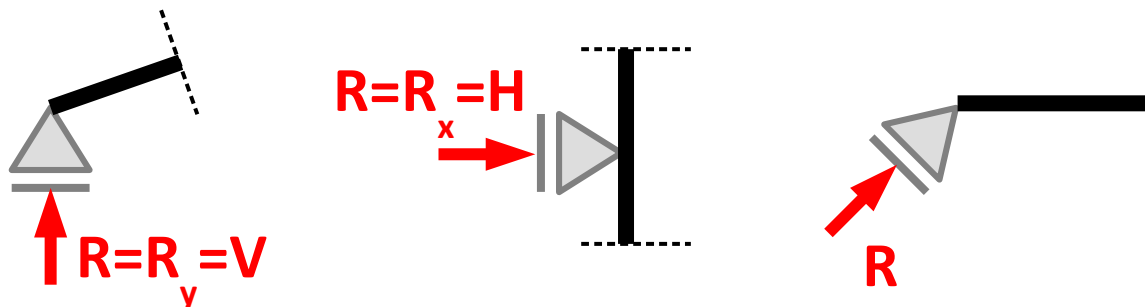
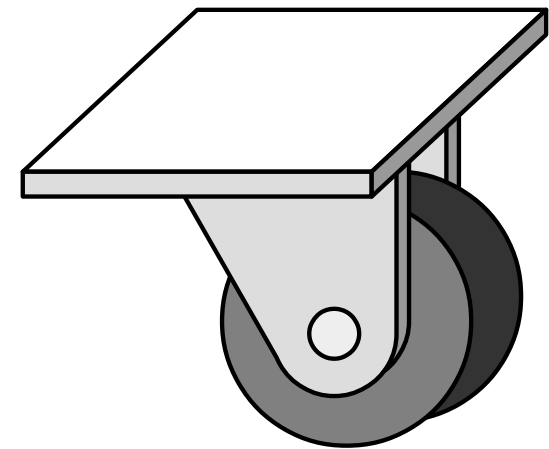


	u_x	u_y	ϕ
	✓	✗	✓

1 NIEWIADOMA REAKCJA

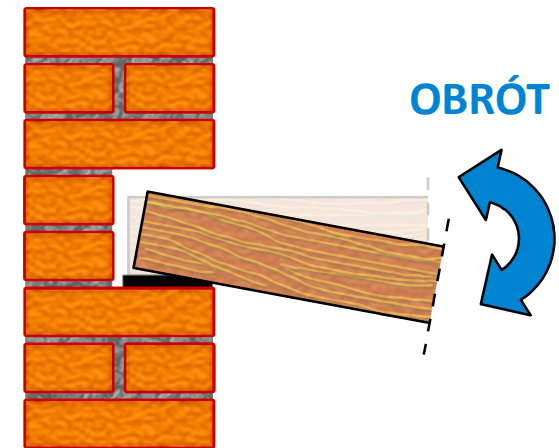
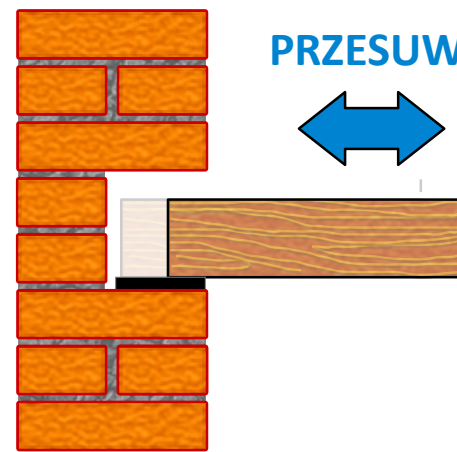
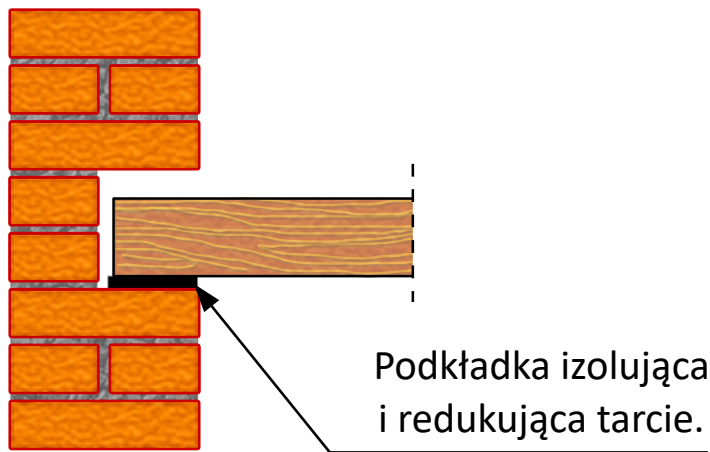
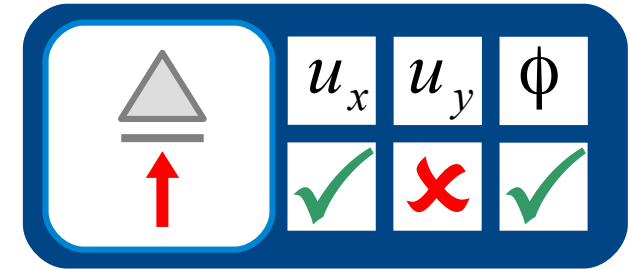
Siła reakcji w przypadku podpory przegubowej przesuwnej jest zawsze równoległa do kierunku zablokowanego przesuwu.

W układach płaskich jest zatem prostopadła do przesuwu dopuszczalnego



PODPORA PRZEGUBOWA PRZESUWNA

( „PODPARCIE PROSTE”)

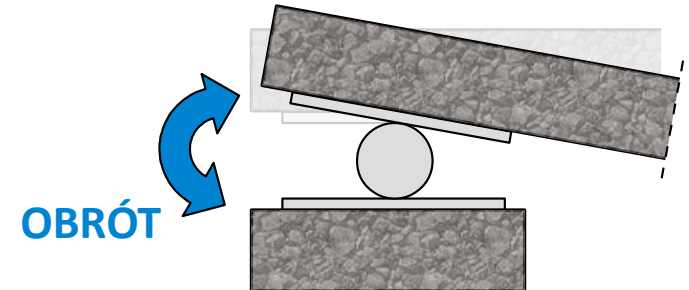
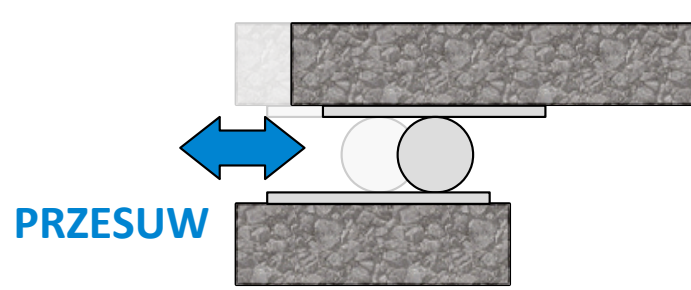
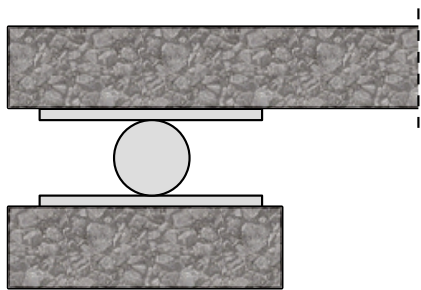
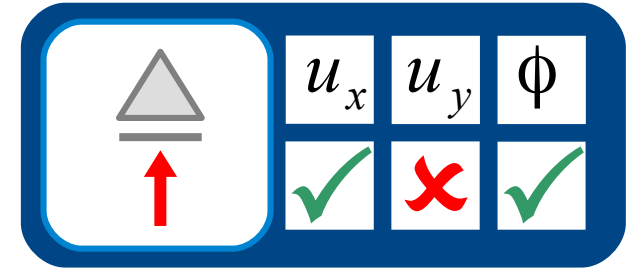
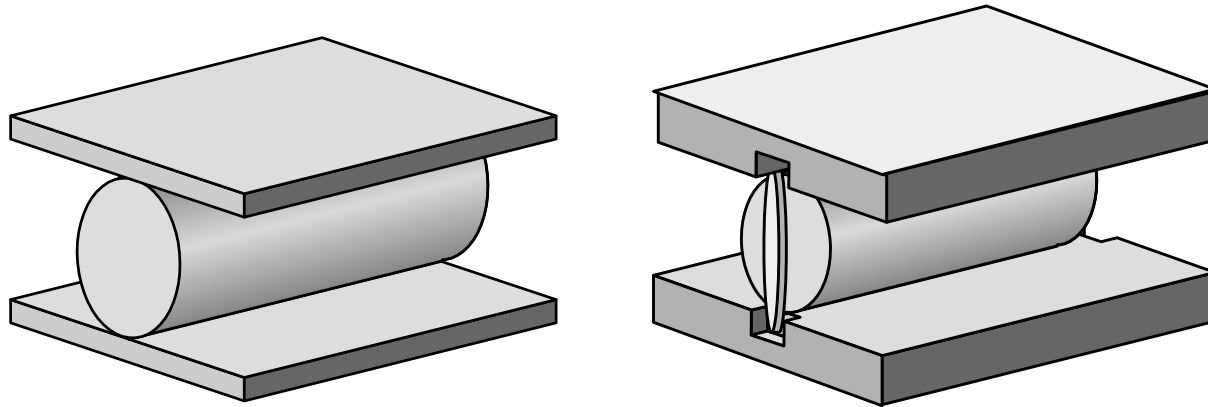


Tarcie skutkuje **obecnością dodatkowej poziomej siły reakcji**, proporcjonalnej do siły nacisku, a zatem do reakcji pionowej. W przypadku bardzo dużego tarcia podpora przegubowa przesuwna nabiera charakteru podpory przegubowej nieprzesuwnej.

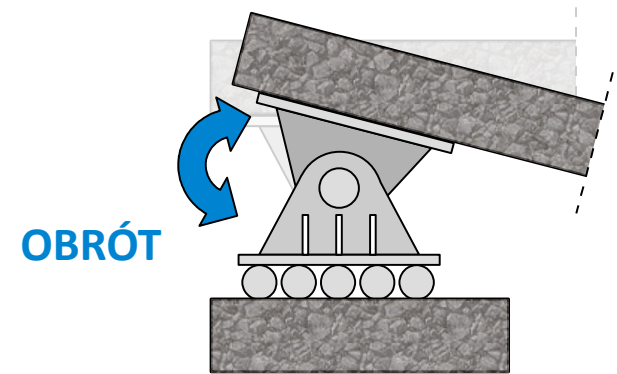
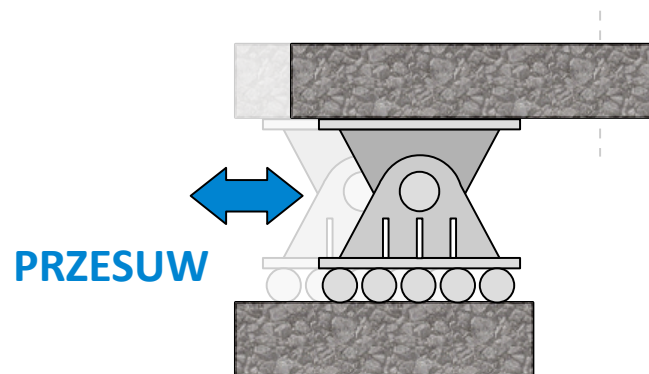
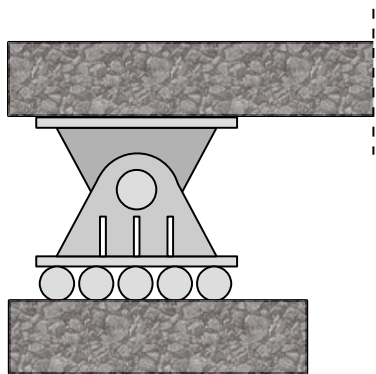
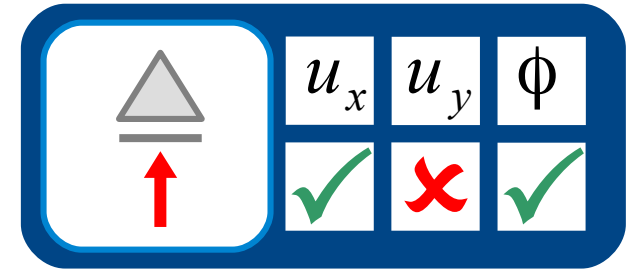
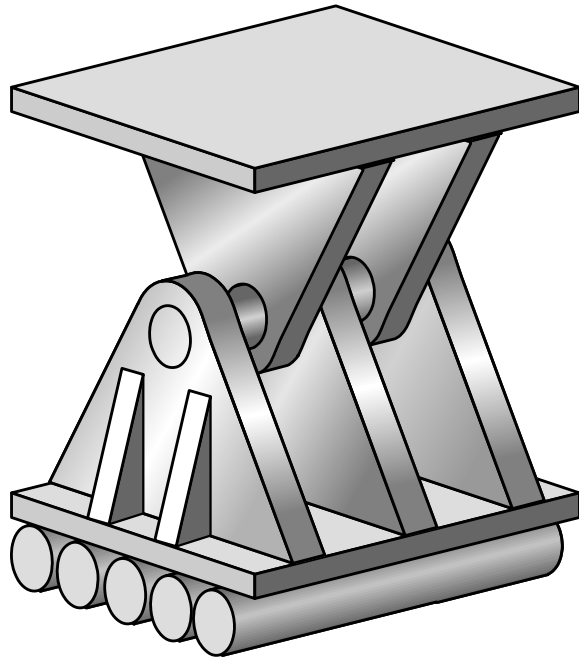
PODPORA PRZEGUBOWA PRZESUWNA

ŁOŻYSKO WAŁKOWE

( „ROLKA”)

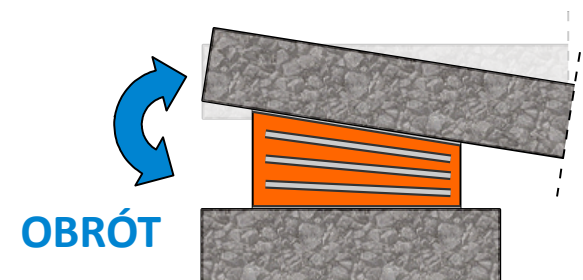
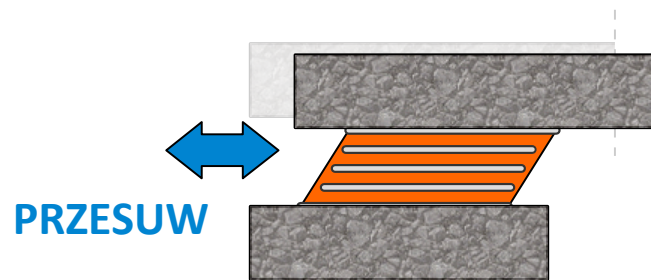
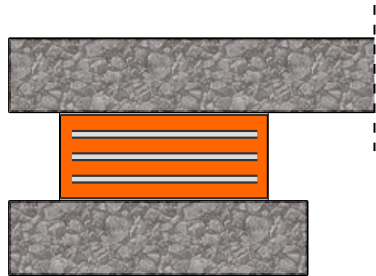
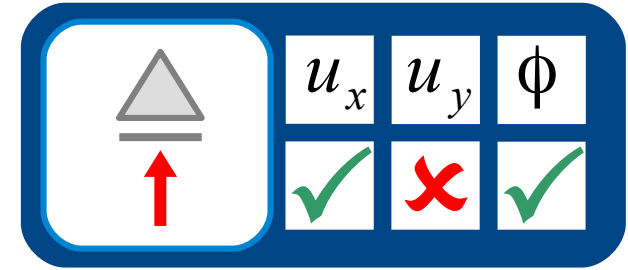
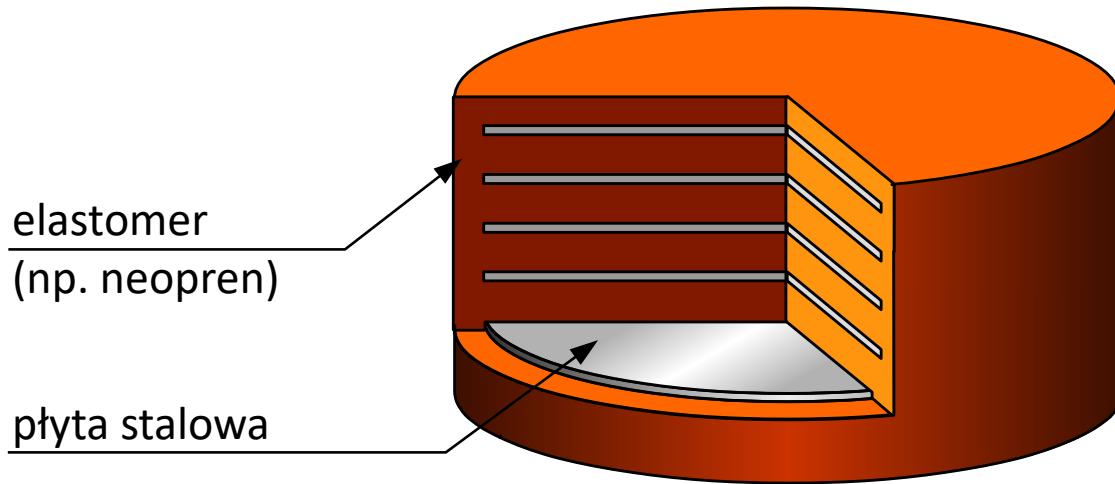


PODPORA PRZEGUBOWA PRZESUWNA



PODPORA PRZEGUBOWA PRZESUWNA

ŁOŻYSKO ELASTOMEROWE



PODPORA PRZEGUBOWA PRZESUWNA

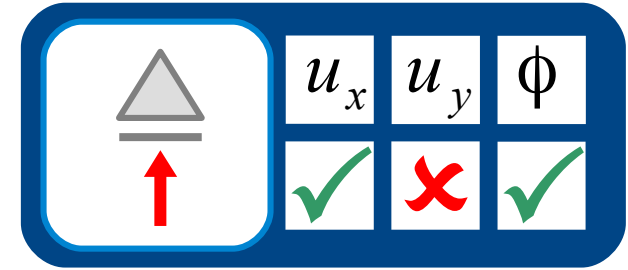
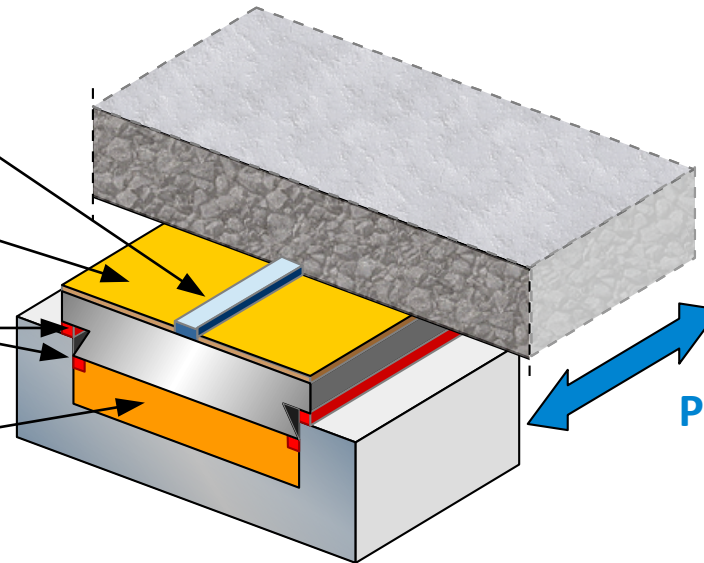
ŁOŻYSKO GARNKOWE

przewodnica

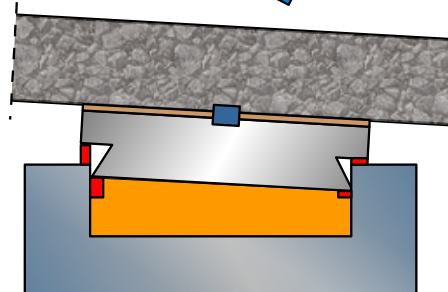
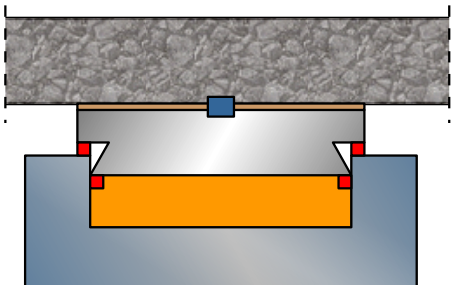
warstwa poślizgowa (PTFE)

uszczelki

elastomer

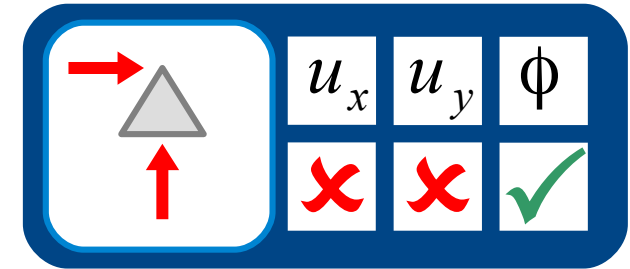


OBRÓT



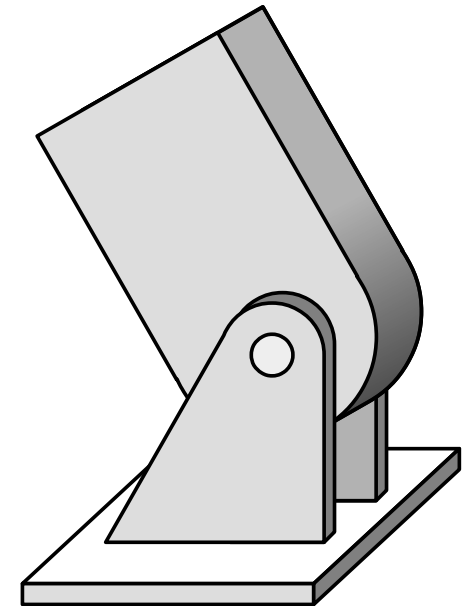
PODPORA PRZEGUBOWA NIEPRZESUWNA

RÓŻNE SYMBOLE



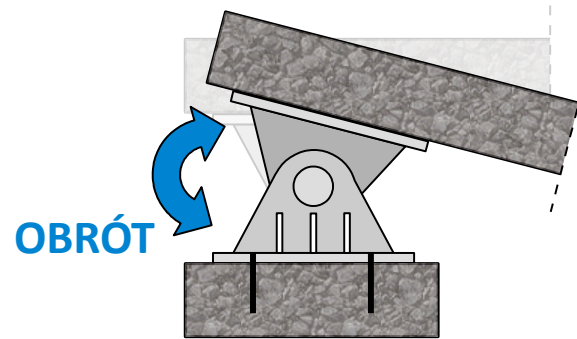
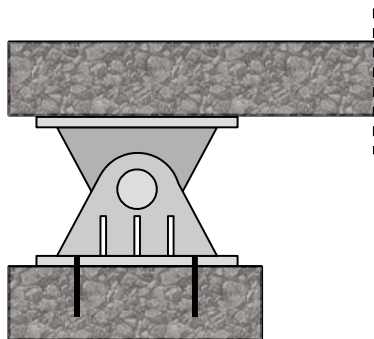
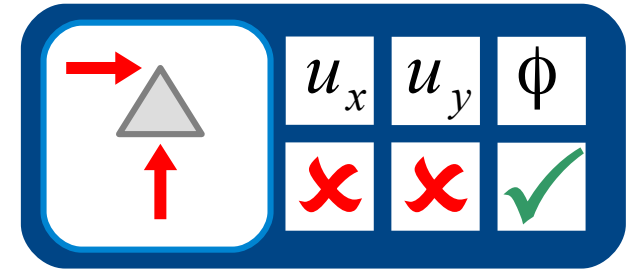
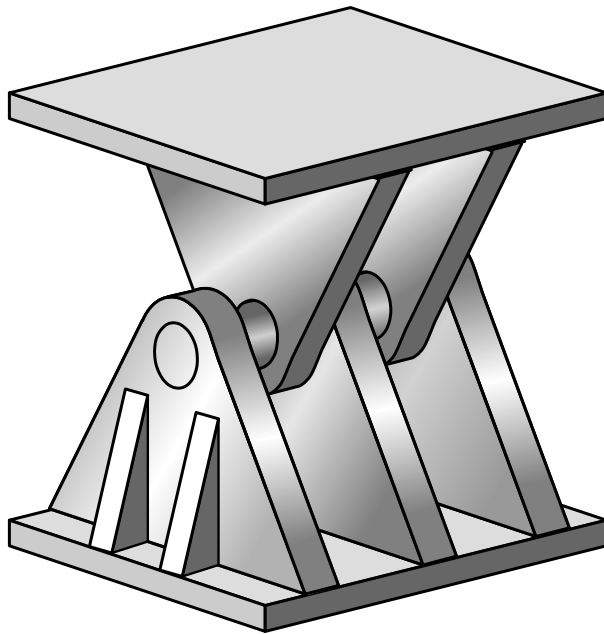
2 NIEWIADOME REAKCJE

- składowa pionowa i pozioma reakcji o nieznannej wielkości i kierunku
- alternatywnie:
 - norma (długość wektora) siły
 - kąt nachylenia siły do ustalonego kierunku.



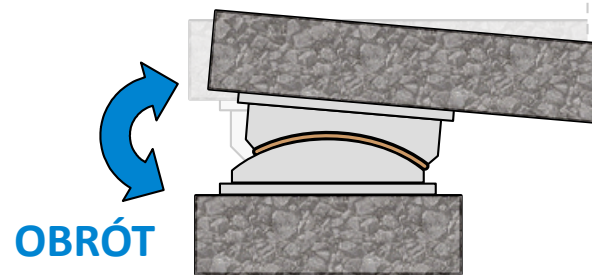
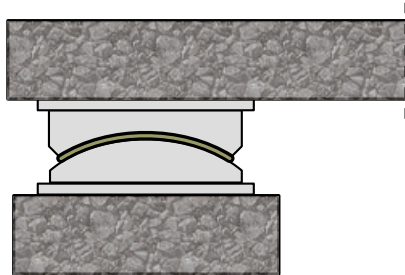
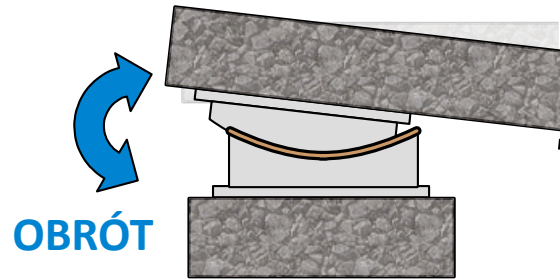
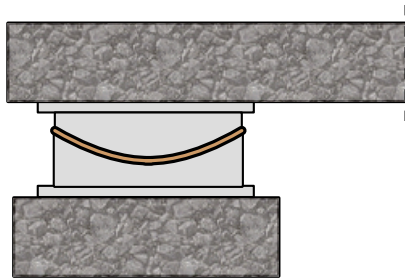
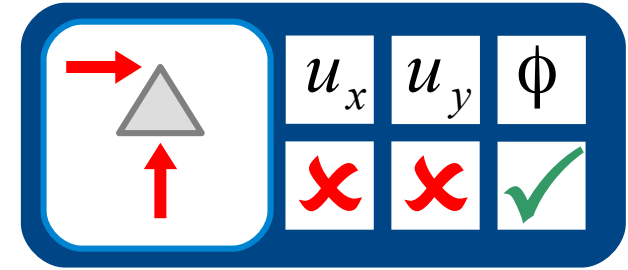
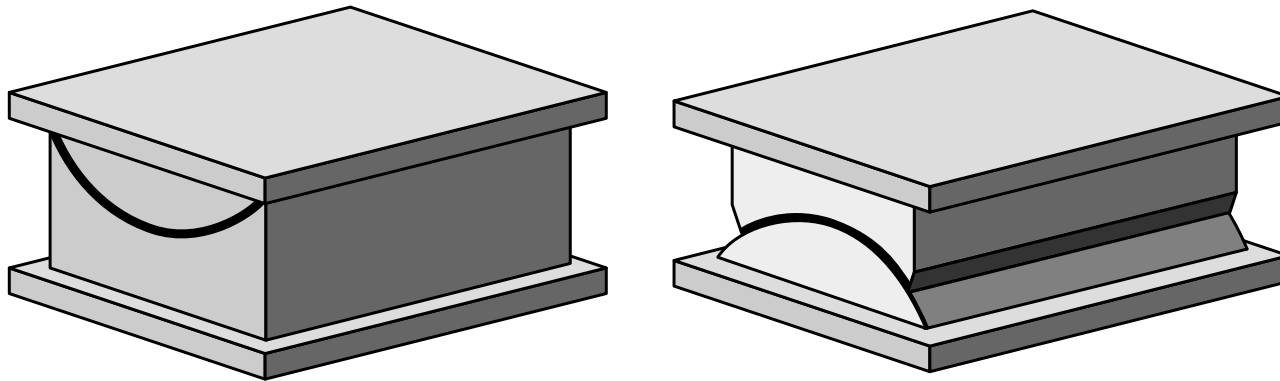
PODPORA PRZEGUBOWA NIEPRZESUWNA

( „SZPILKA”)



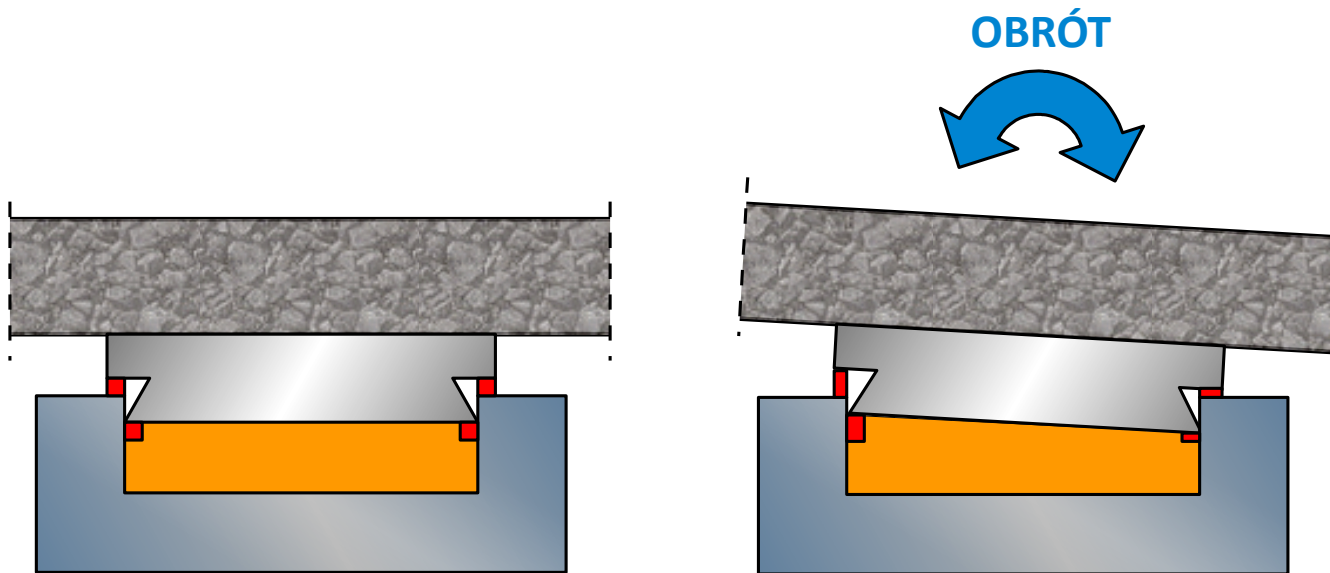
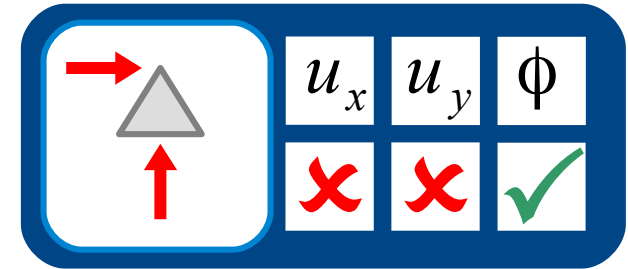
PODPORA PRZEGUBOWA NIEPRZESUWNA

ŁOŻYSKO SOCZEWKOWE



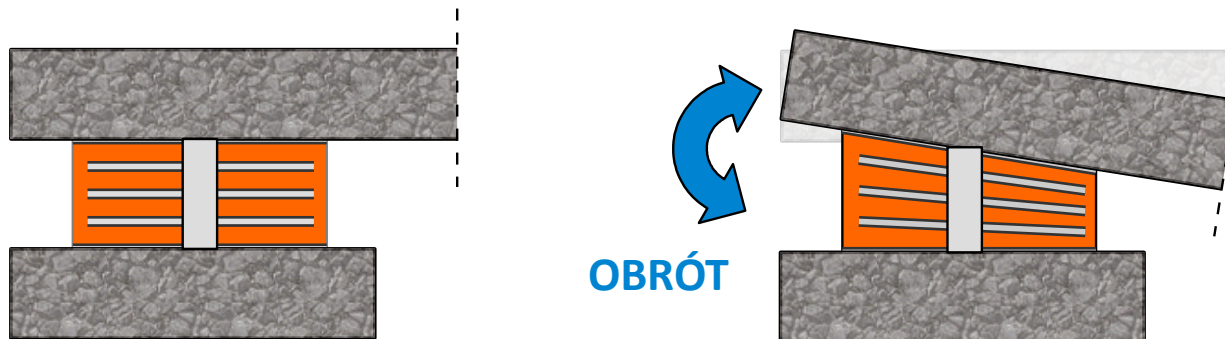
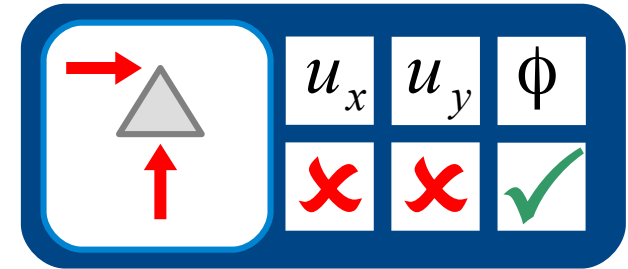
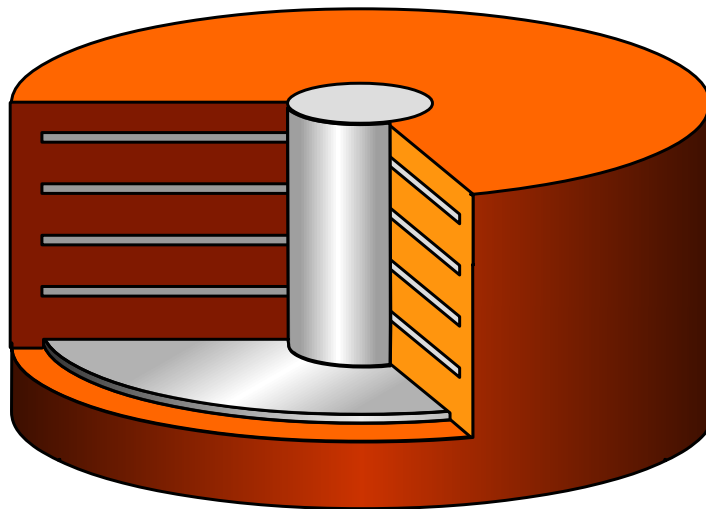
PODPORA PRZEGUBOWA NIEPRZESUWNA

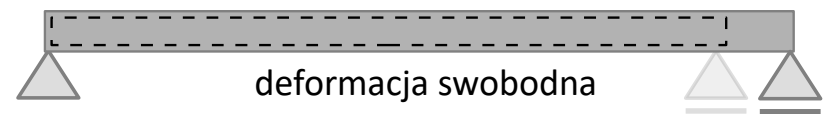
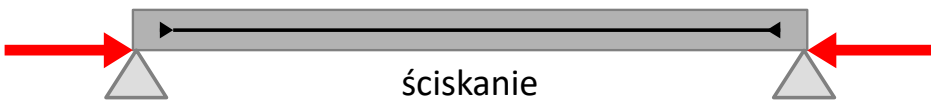
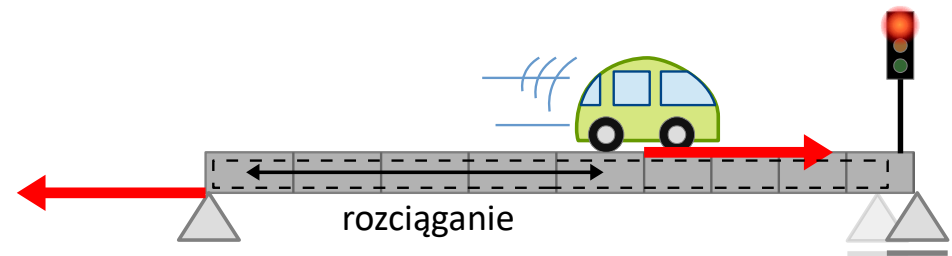
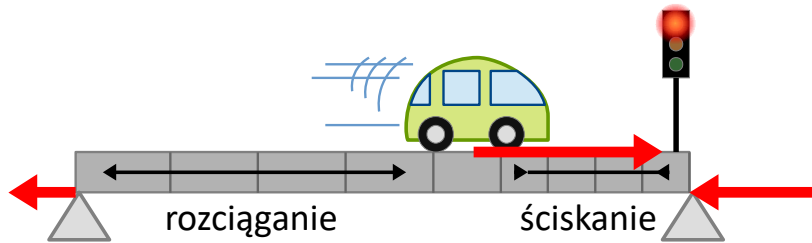
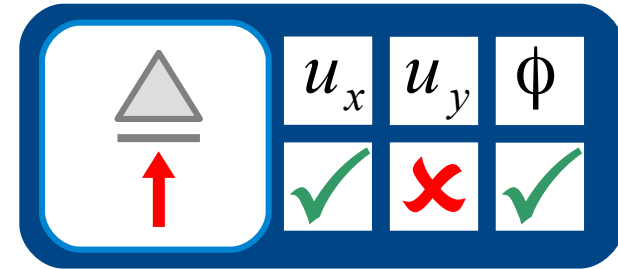
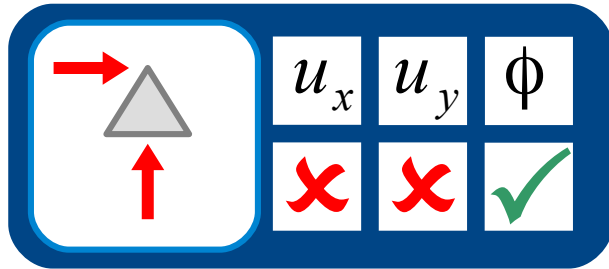
ŁOŻYSKO GARNKOWE



PODPORA PRZEGUBOWA NIEPRZESUWNA

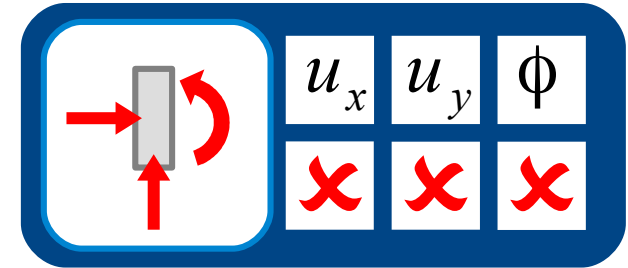
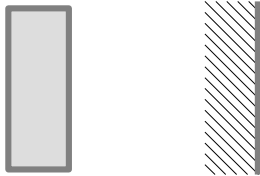
ŁOŻYSKO ELASTOMEROWE





PEŁNE UTWIERDZENIE

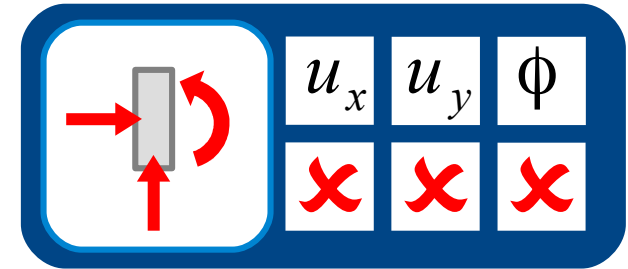
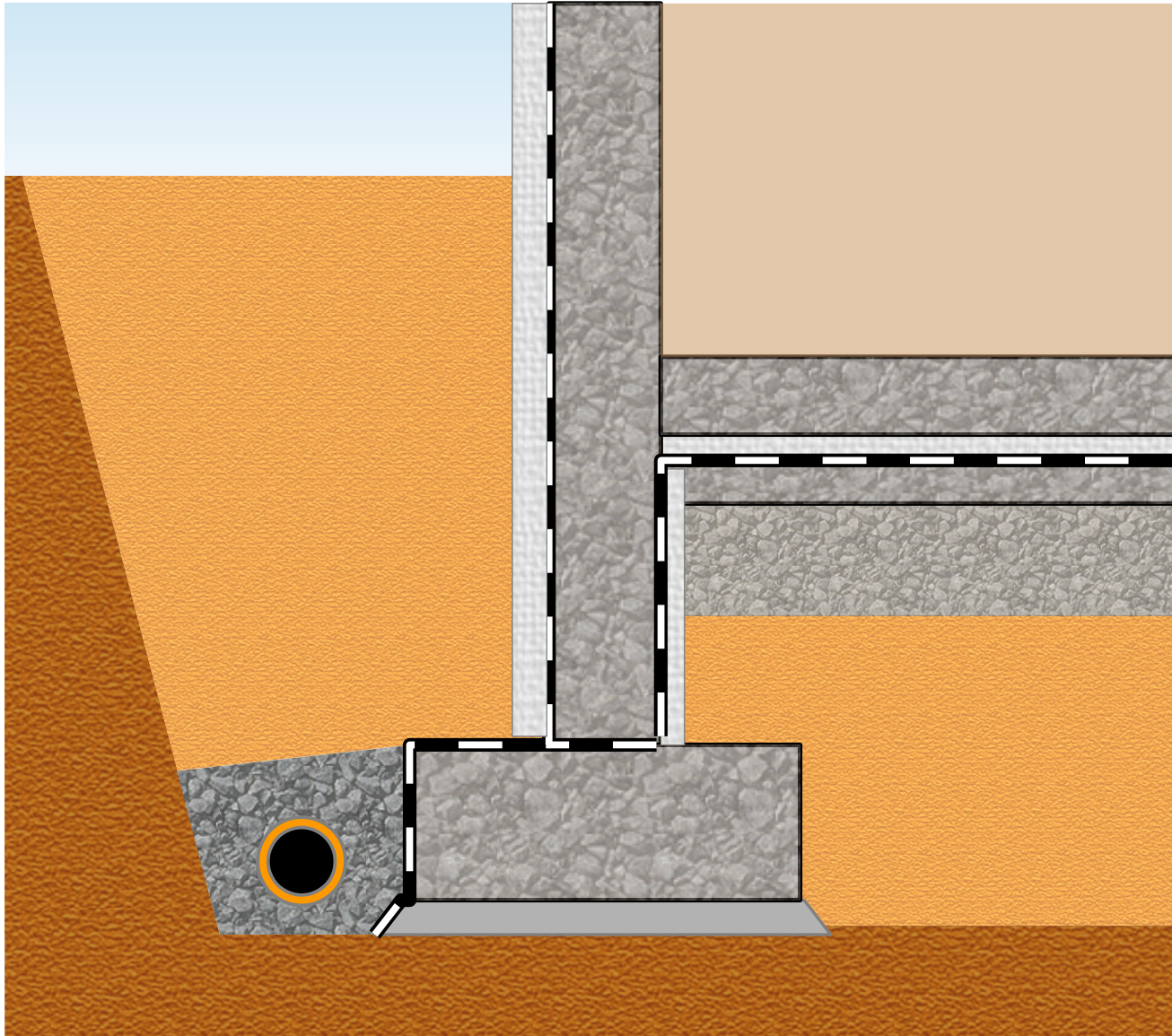
RÓŻNE SYMBOLE



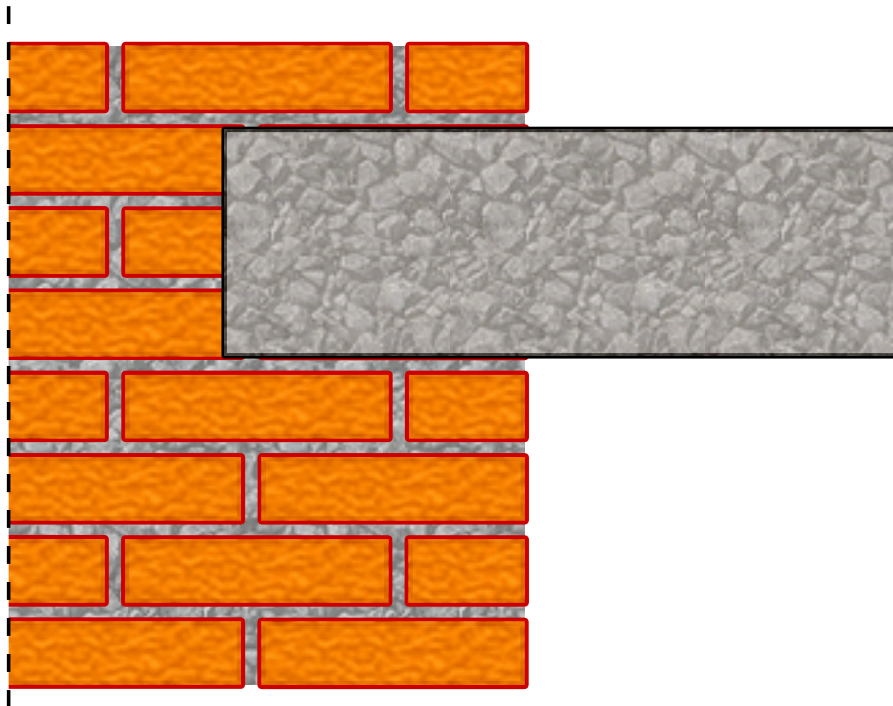
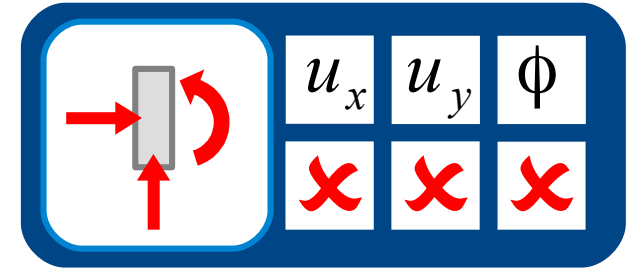
3 NIEWIADOME REAKCJE

- składowa pionowa i pozioma reakcji o nieznannej wielkości i kierunku
- moment utwierdzenia

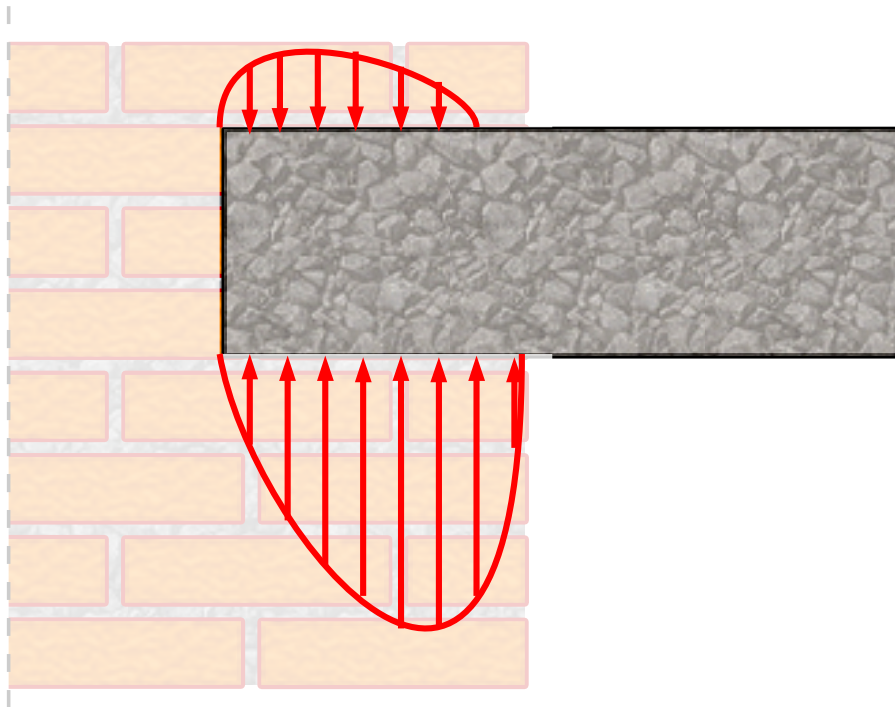
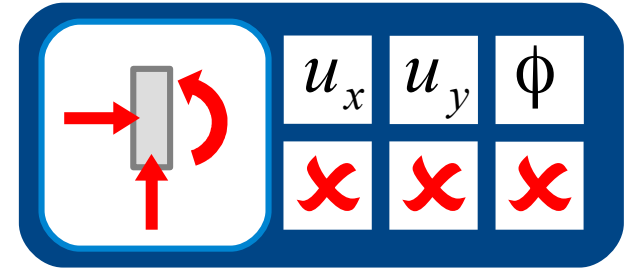
PEŁNE UTWIERDZENIE



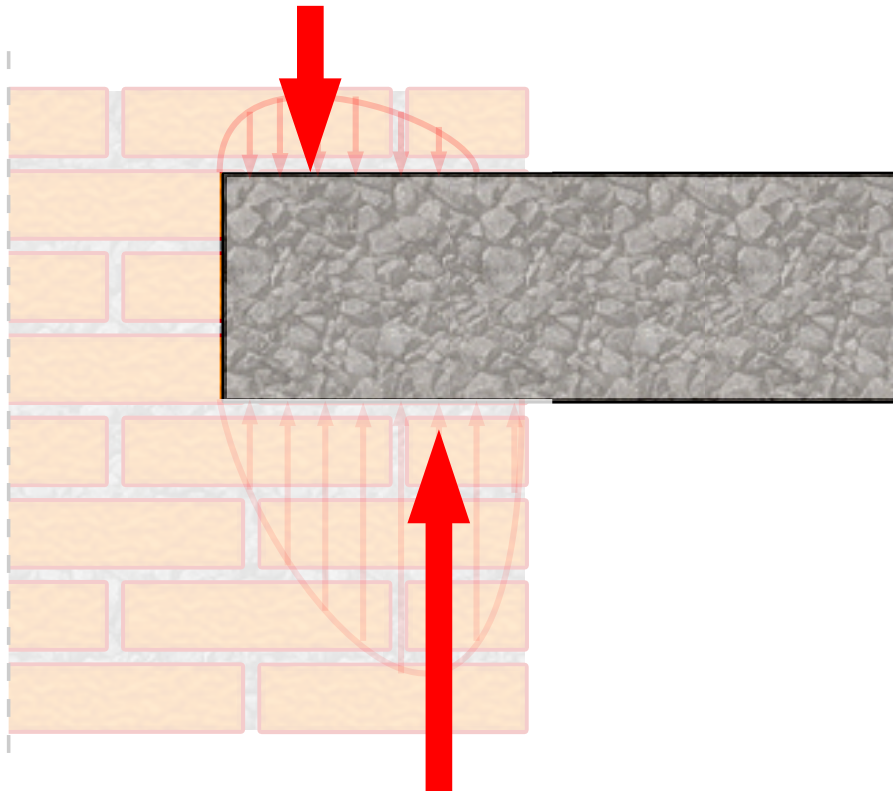
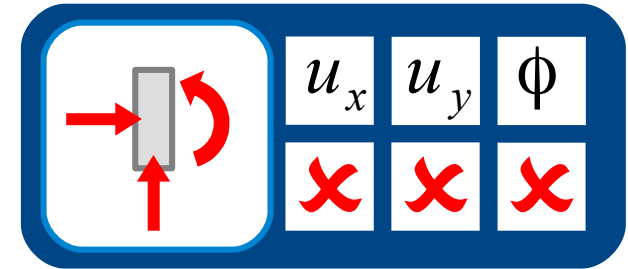
PEŁNE UTWIERDZENIE



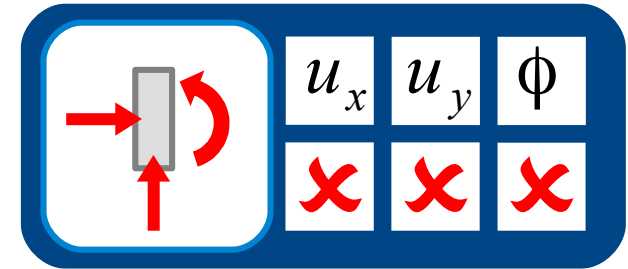
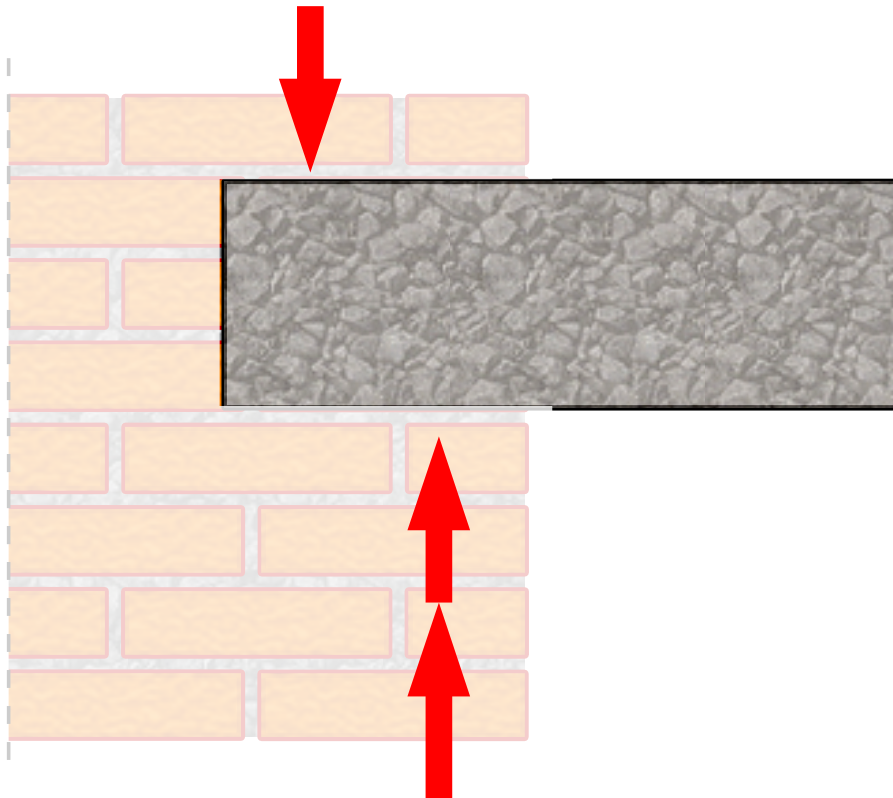
PEŁNE UTWIERDZENIE



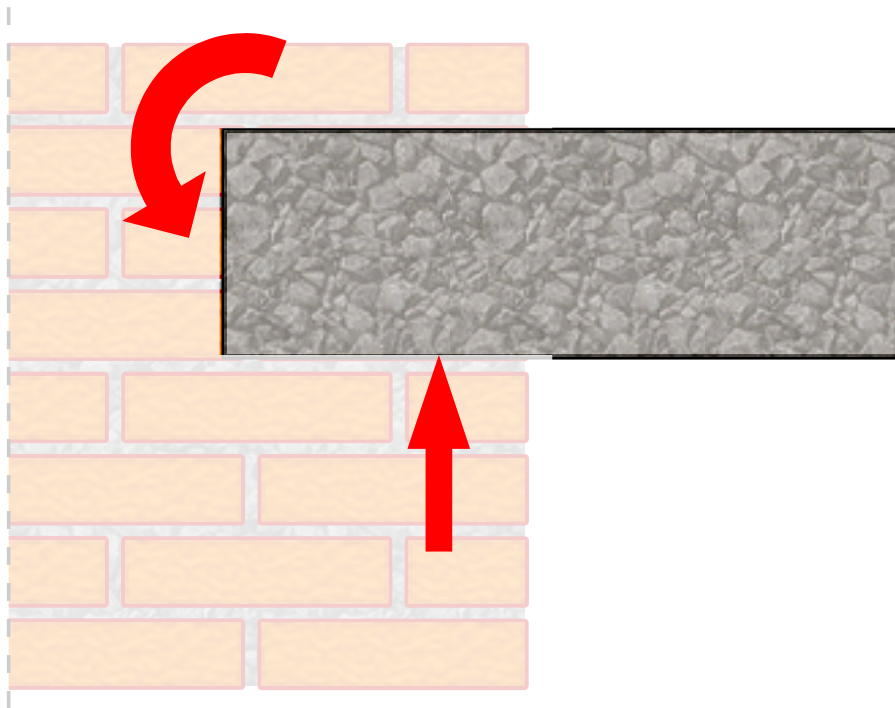
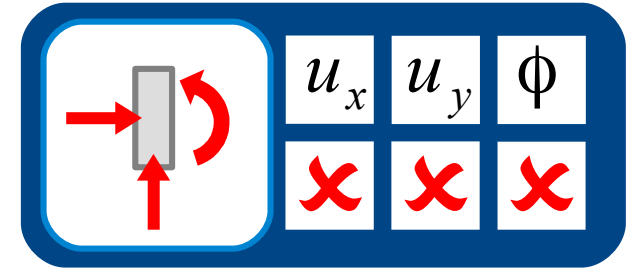
PEŁNE UTWIERDZENIE



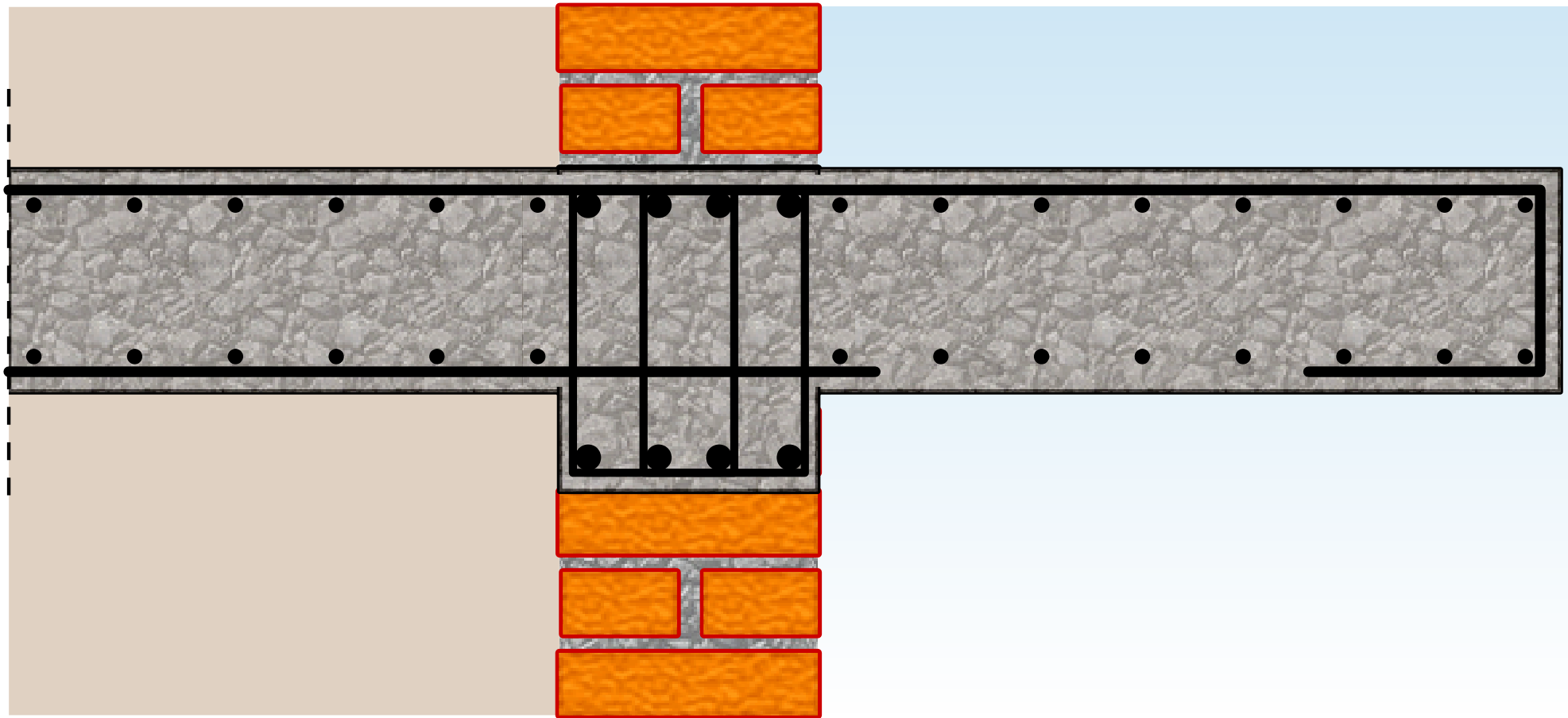
PEŁNE UTWIERDZENIE



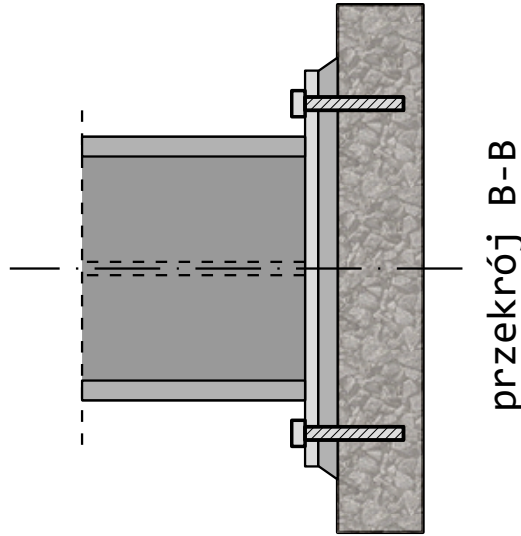
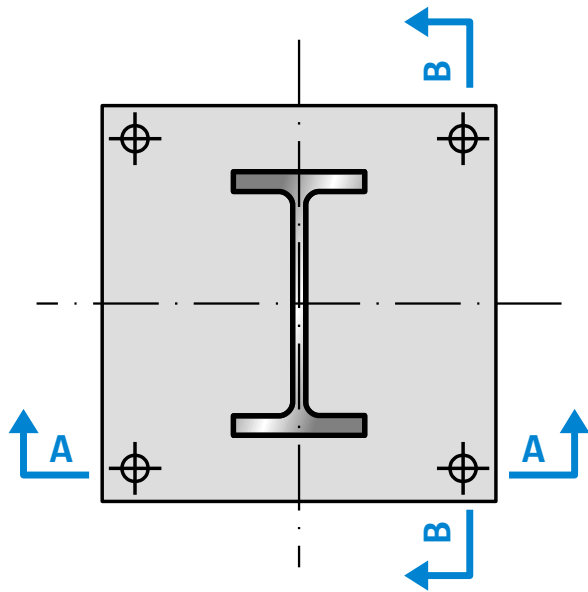
PEŁNE UTWIERDZENIE



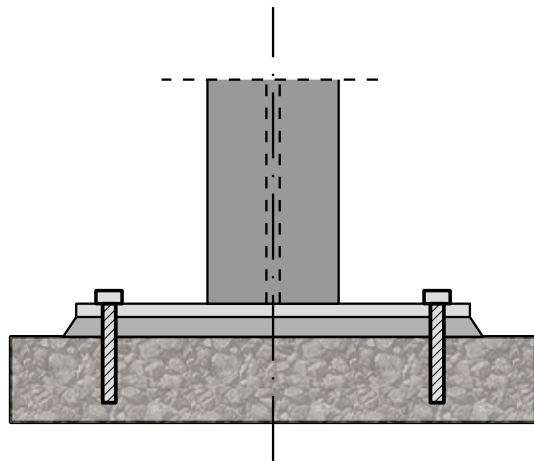
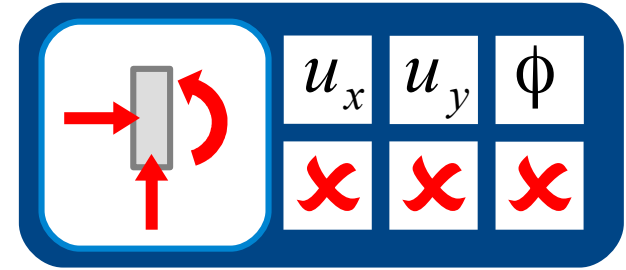
PEŁNE UTWIERDZENIE ???



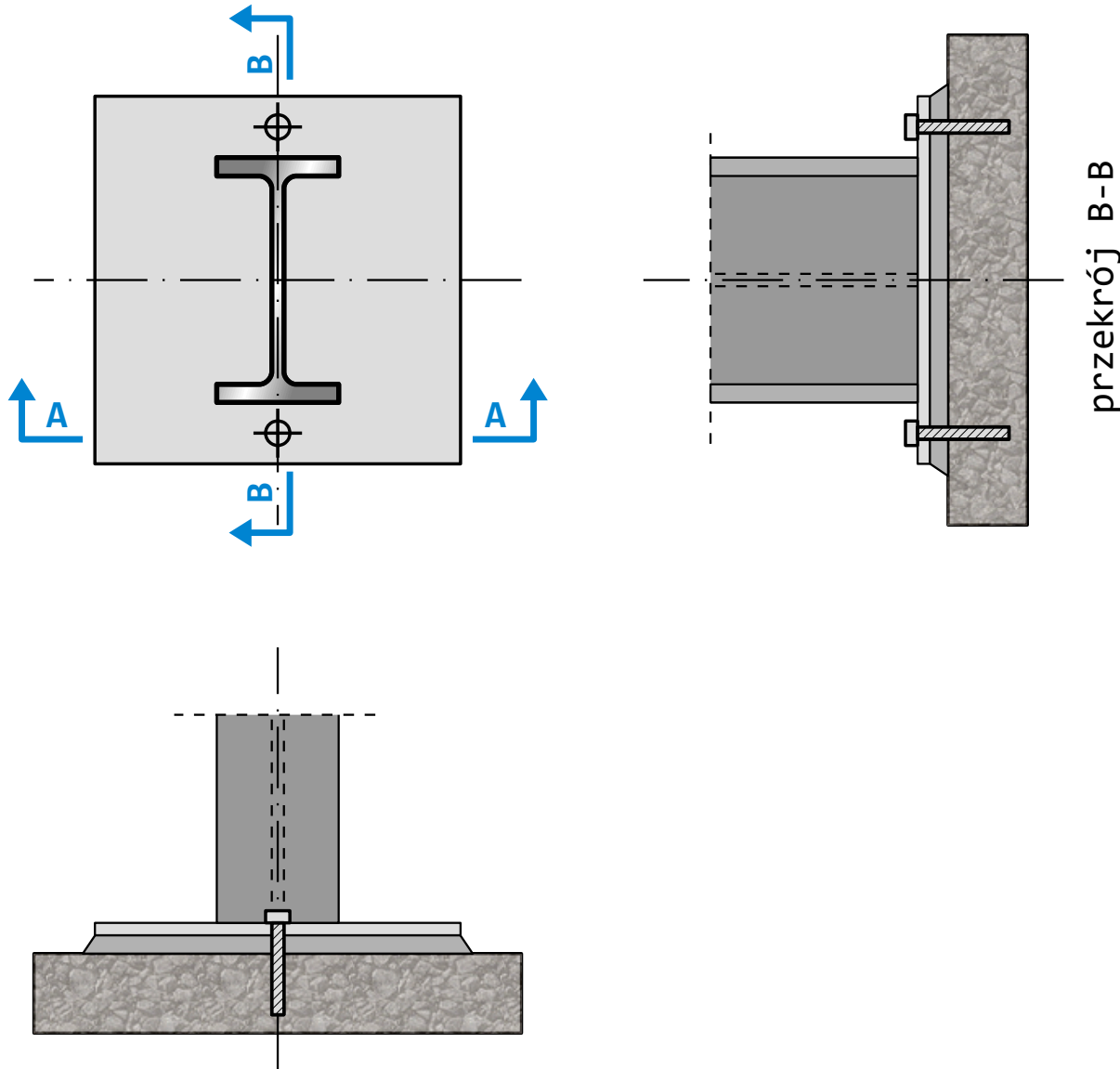
PEŁNE UTWIERDZENIE

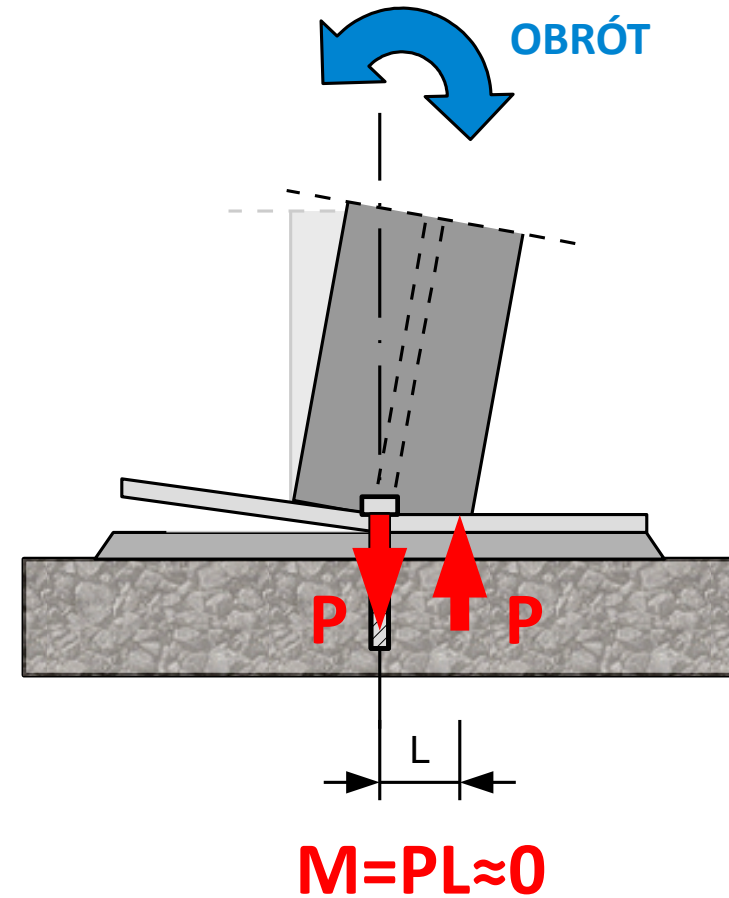
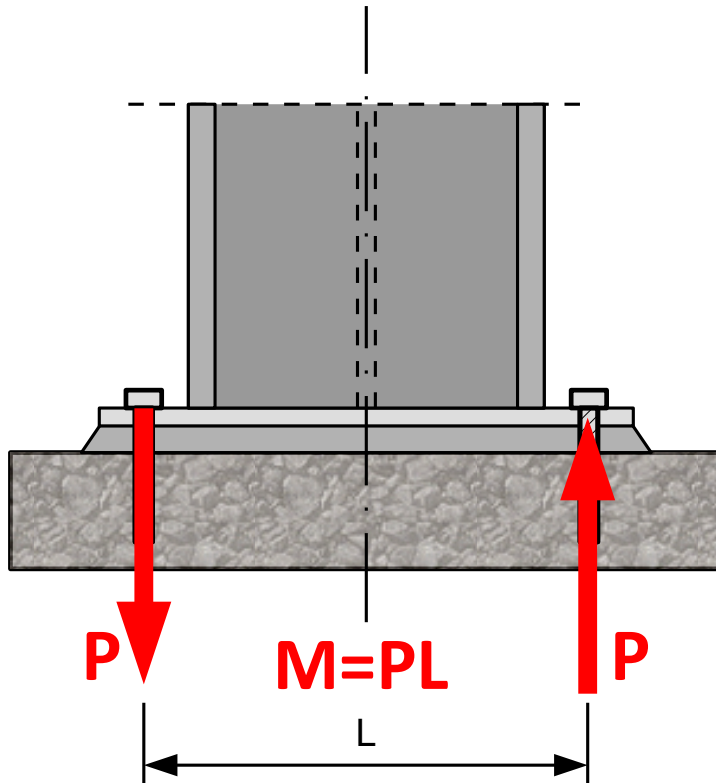
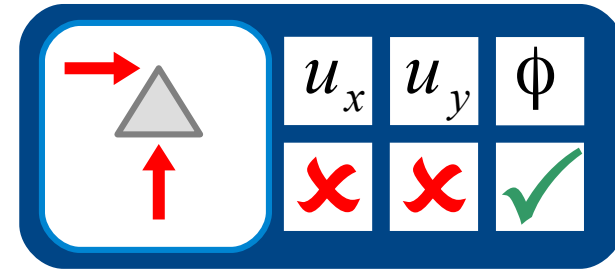
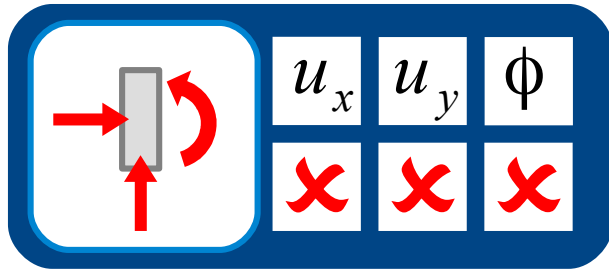


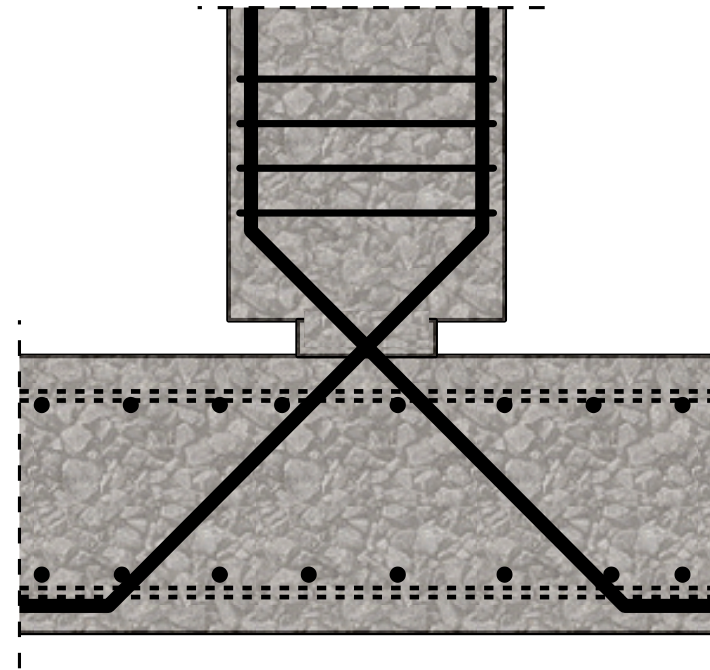
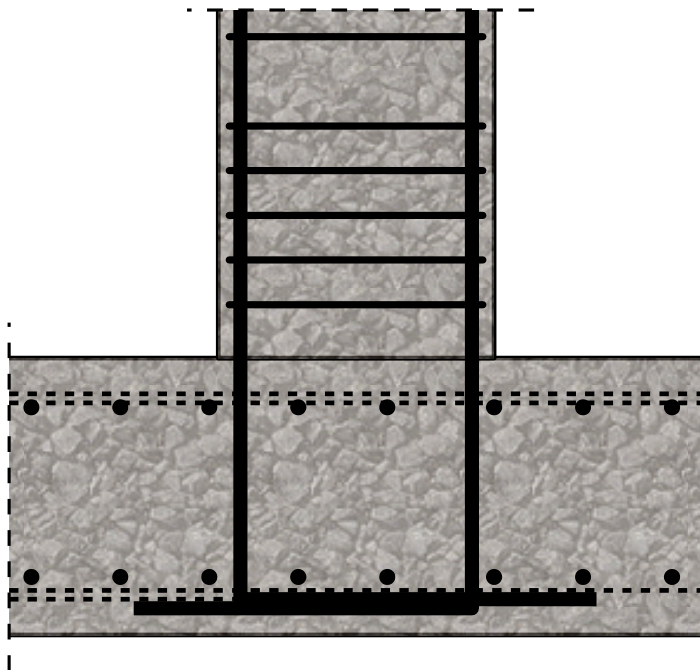
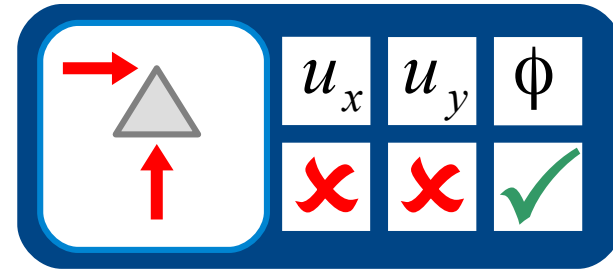
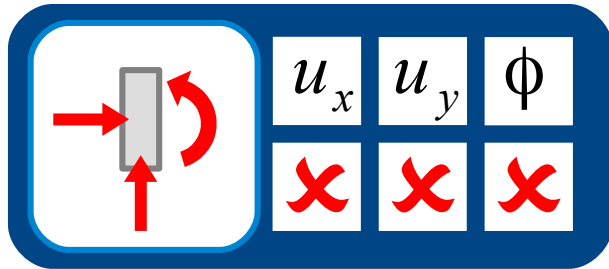
przekrój B-B



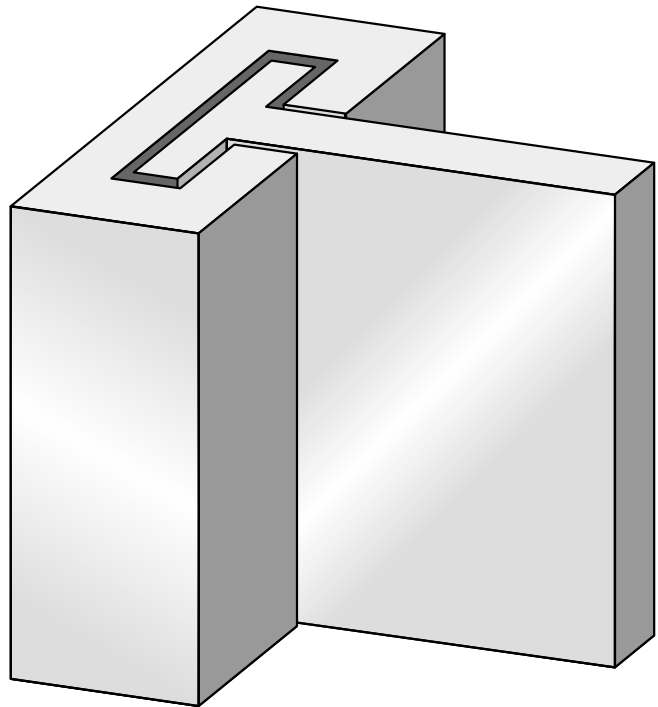
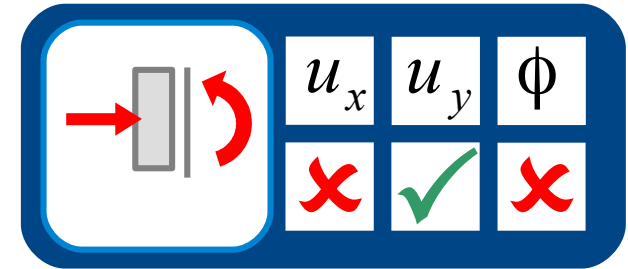
PEŁNE UTWIERDZENIE / PODPORA PRZEGUBOWA



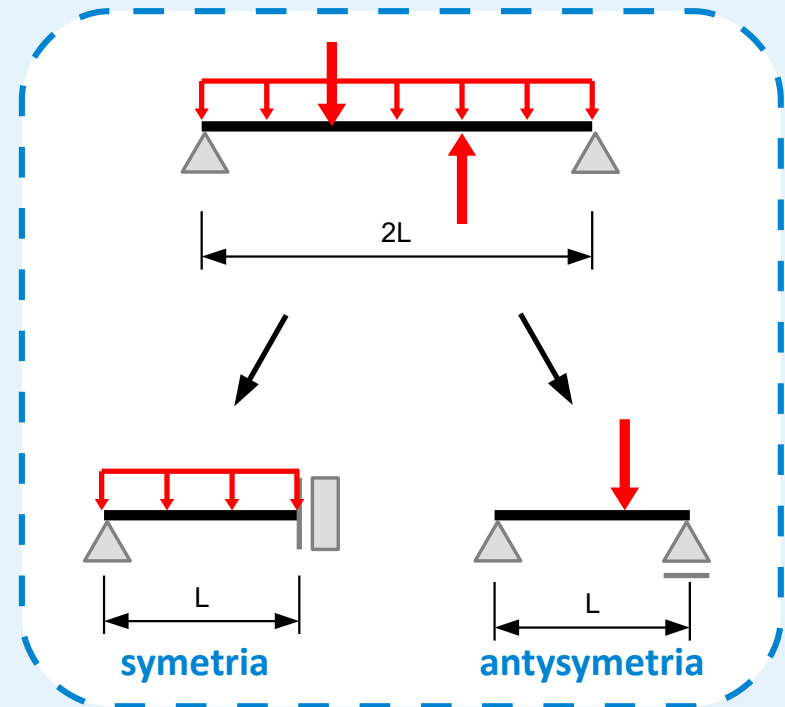




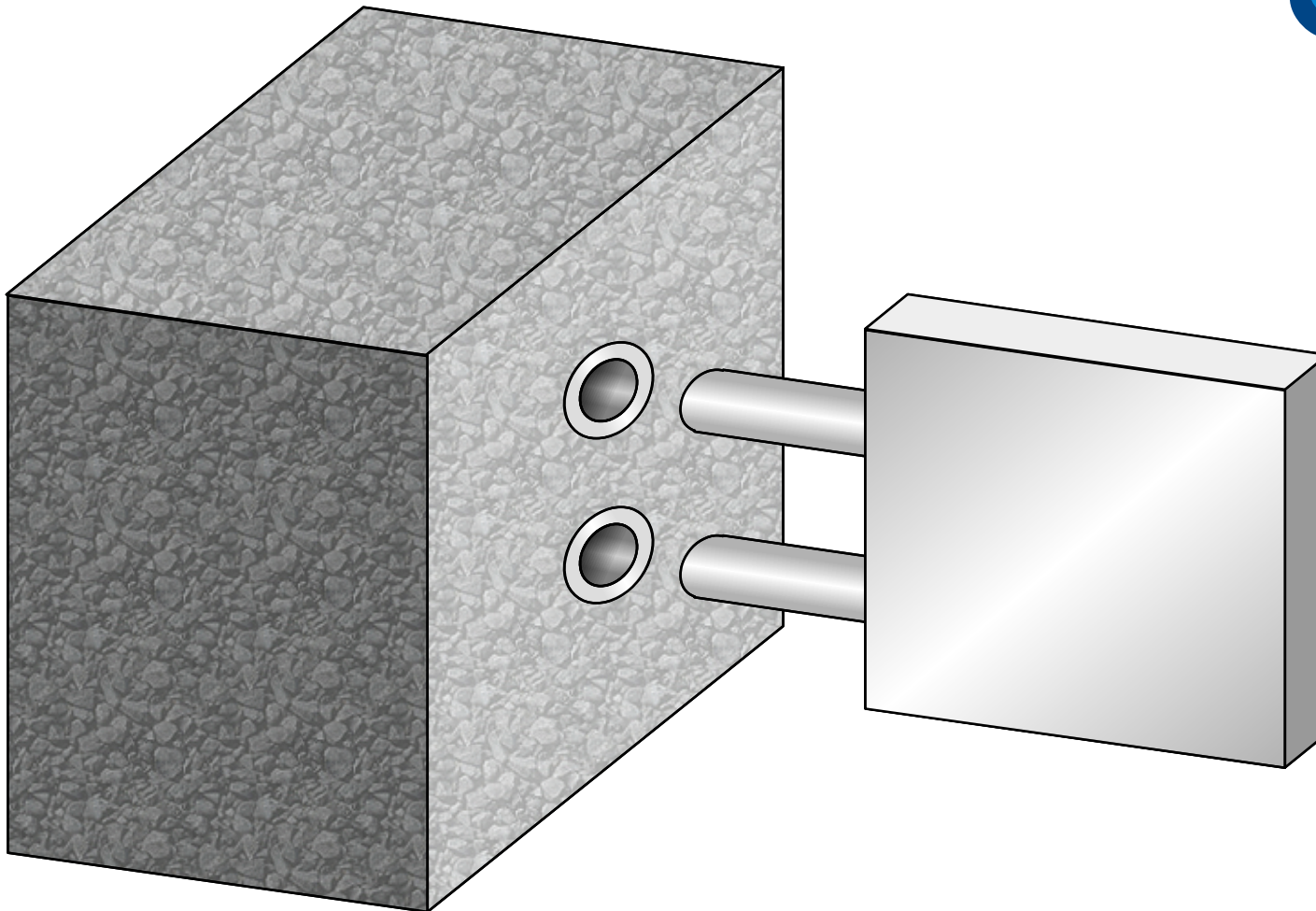
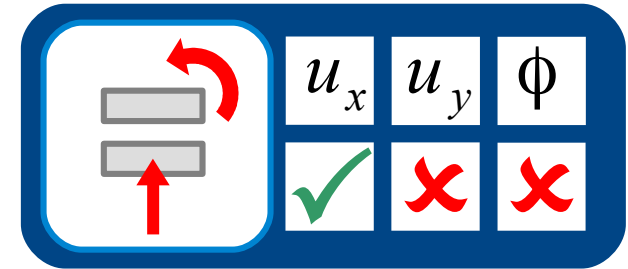
UTWIERDZENIE Z PRZESUWEM



Zastosowanie w mechanice budowli.
 Zastąpienie układu symetrycznego dwoma mniejszymi:
 symetrycznym i antysymetrycznym



UTWIERDZENIE Z PRZESUWEM

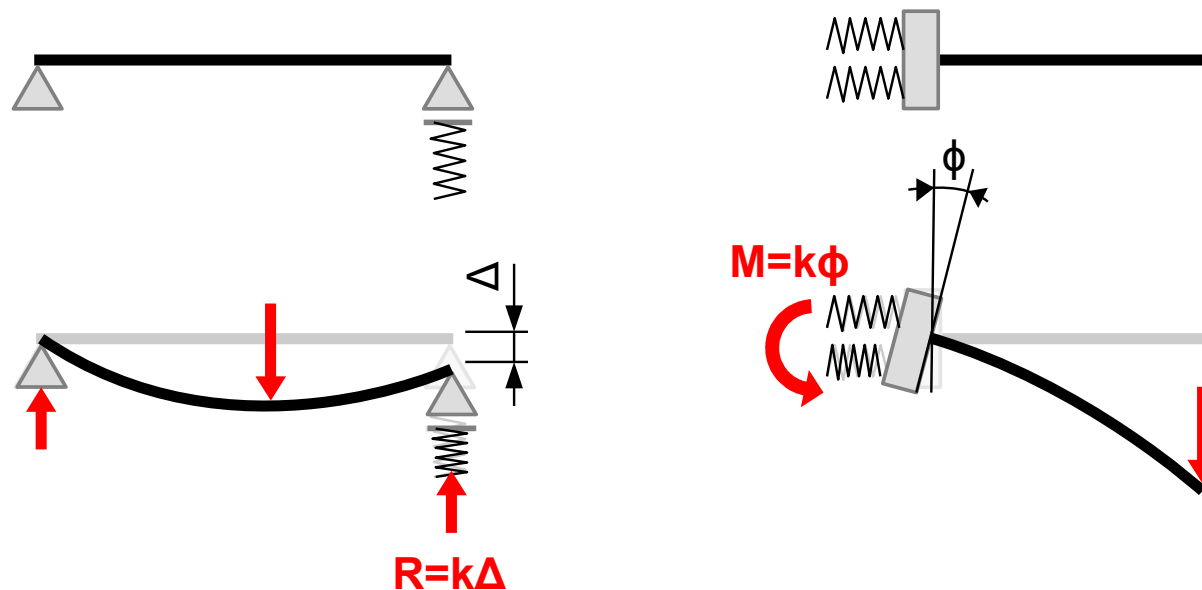


PODPORY SPRĘŻYSTE

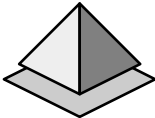
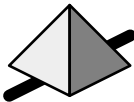
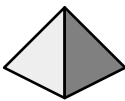
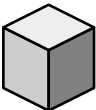
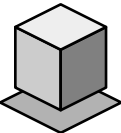
Należy uznać, że **nie ma podpór idealnych**.

Odkształcalność podpór i elementów konstrukcyjnych skutkuje powstawaniem przemieszczeń i obrotów. W wielu przypadkach można przyjąć, że **przemieszczenie jest wprost proporcjonalne** do pojawiających się na podporze **sił reakcji** – jest to zgodne z **liniową teorią sprężystości**. W niektórych przypadkach możliwe jest oszacowanie go współczynnika proporcjonalności, tj. **sztywności podpory** k .

Możliwe jest przyjęcie modelu matematycznego konstrukcji, w którym reakcje są proporcjonalne do przemieszczeń – mówimy wtedy o **podporach sprężystych** lub **podporach podatnych**. Aby rozwiązać takie zagadnienie **musimy wiedzieć w jaki sposób odkształca się konstrukcja**.



PODPORY W UKŁADACH PRZESTRZENNYCH – przykłady

nazwa podpory	symbol	u_x	u_y	u_z	ϕ_x	ϕ_y	ϕ_z
podpora przegubowa z przesuwnem w płaszczyźnie		✓	✓	✗	✓	✓	✓
podpora przegubowa z przesuwnem wzdłuż prostej		✓	✗	✗	✓	✓	✓
podpora przegubowa nieprzesuwna		✗	✗	✗	✓	✓	✓
pełne utwierdzenie		✗	✗	✗	✗	✗	✗
utwierdzenie z przesuwnem w płaszczyźnie		✓	✓	✗	✗	✗	✗

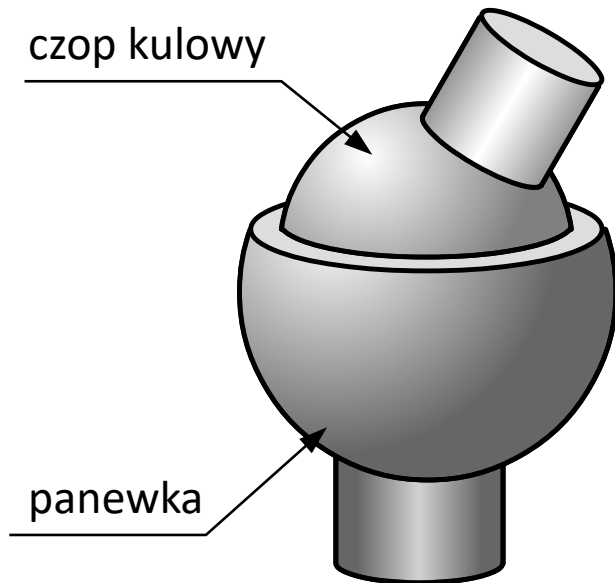
REAKCJE PODPOROWE W UKŁADACH PRZESTRZENNYCH – przykłady

nazwa podpory	symbol	u_x	u_y	u_z	ϕ_x	ϕ_y	ϕ_z
podpora przegubowa z przesuwnem w płaszczyźnie		✓	✓	✗	✓	✓	✓
podpora przegubowa z przesuwnem wzdłuż prostej		✓	✗	✗	✓	✓	✓
podpora przegubowa nieprzesuwna		✗	✗	✗	✓	✓	✓
pełne utwierdzenie		✗	✗	✗	✗	✗	✗
utwierdzenie z przesuwnem w płaszczyźnie		✓	✓	✗	✗	✗	✗

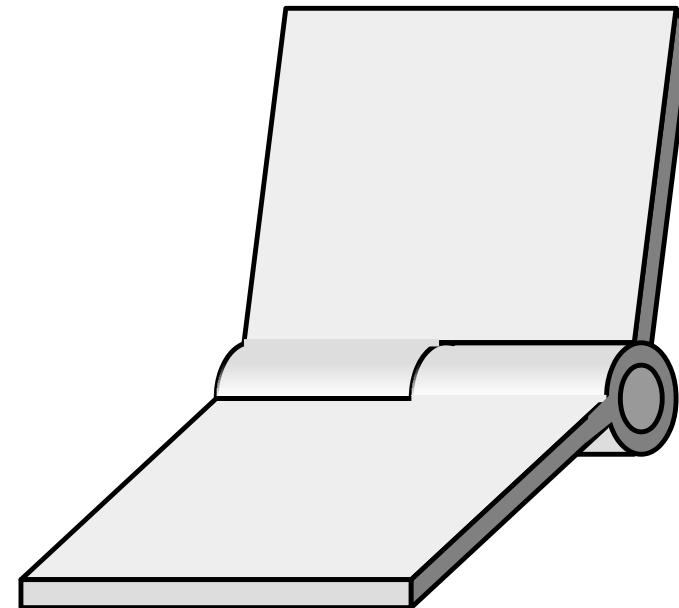
INNE ELEMENTY KONSTRUKCYJNE

PRZEGUB

ŁOŻYSKO KULOWE

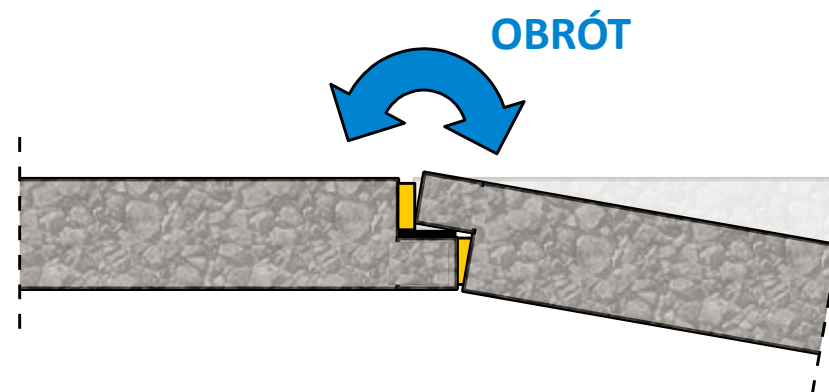
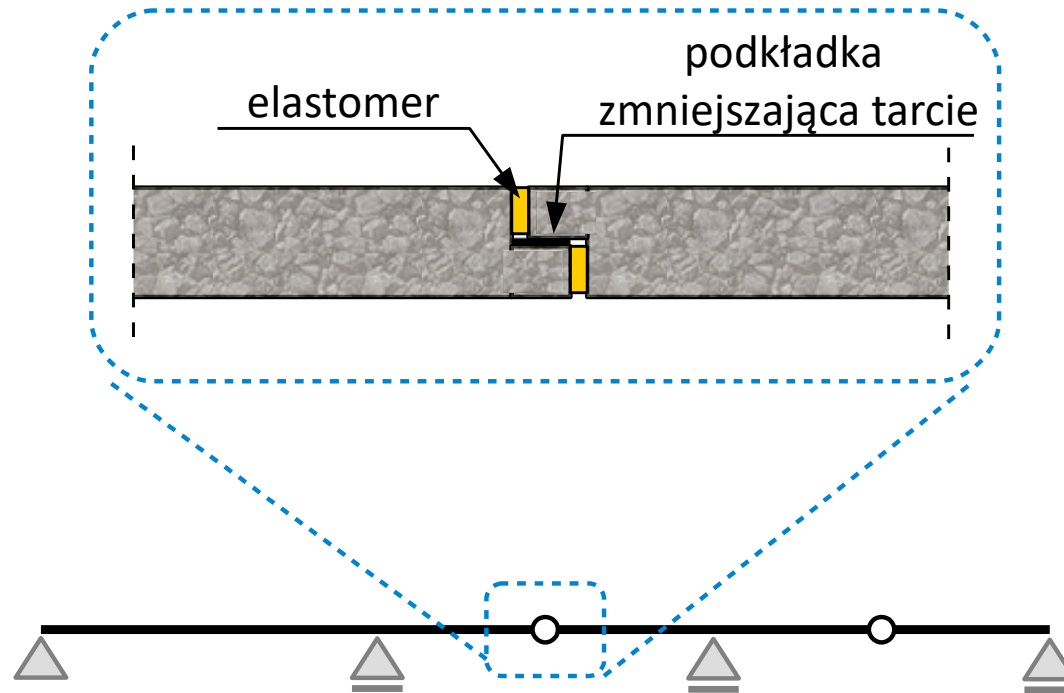


ZAWIAS

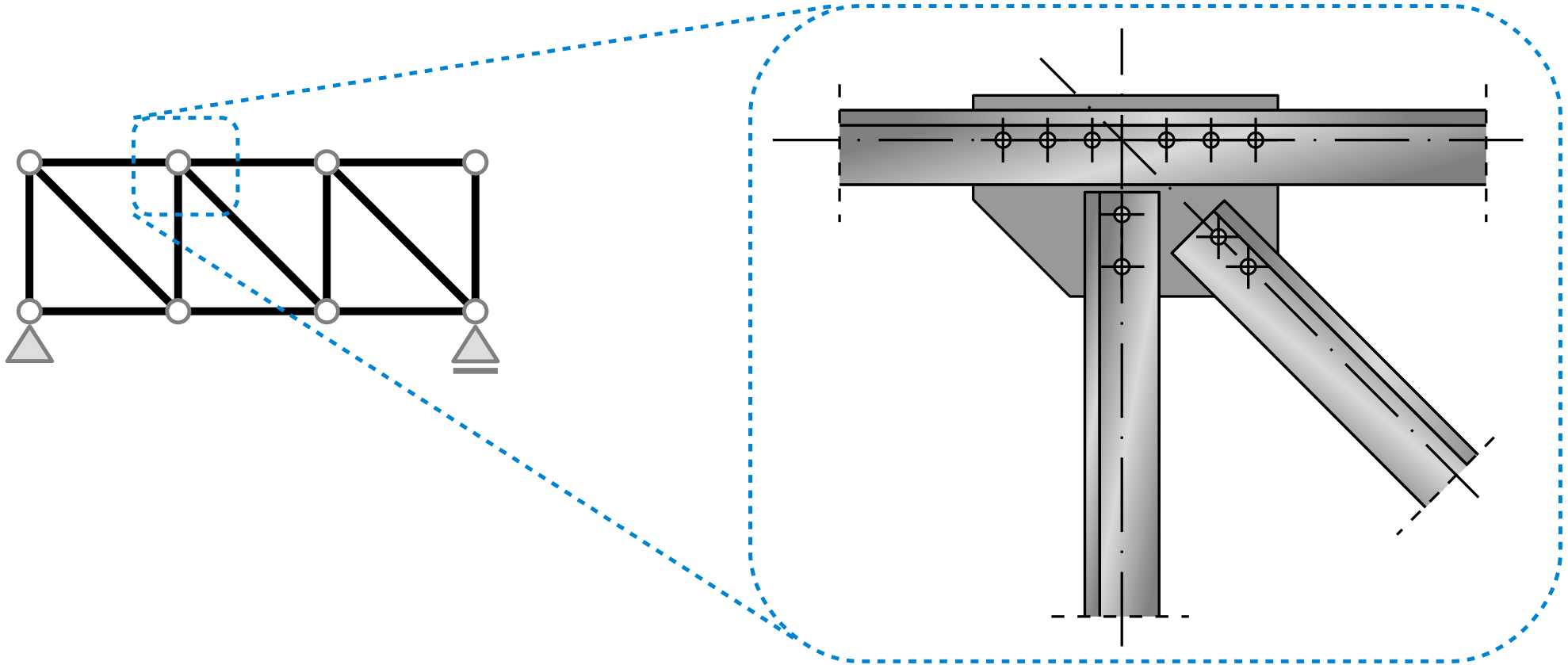


PRZEGUB

DYLATACJA

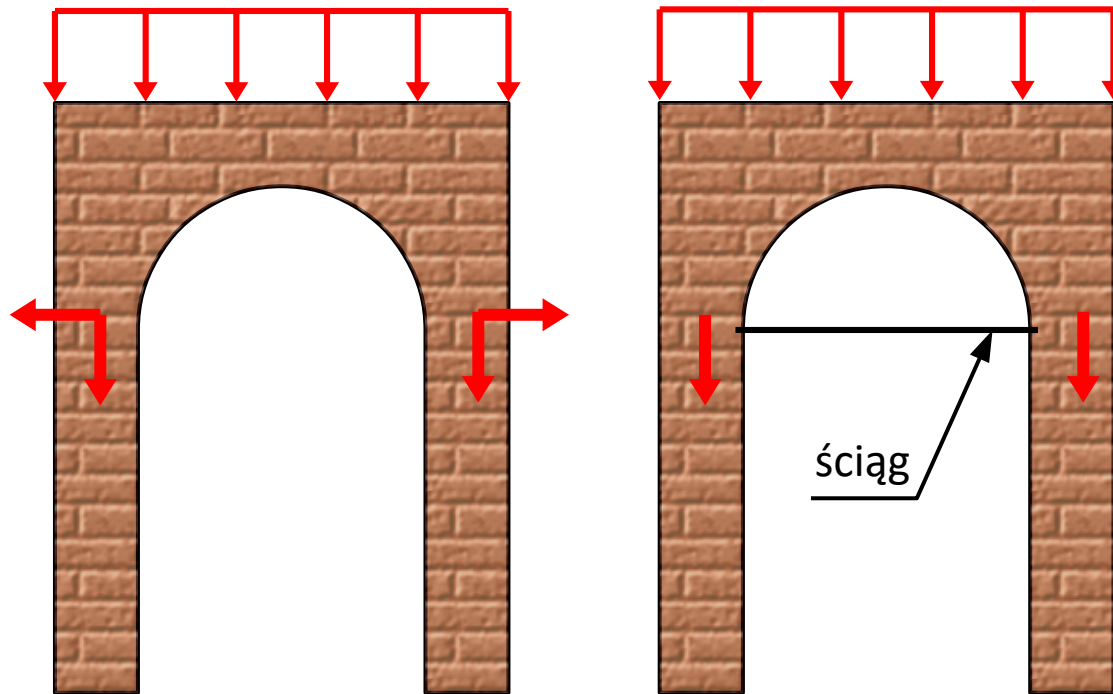


PRZEGUB KRATOWNICE



ŚCIAĞ

ŚCIAĞ – element konstrukcyjny przenoszący siłę rozporu.



PRĘT KRATOWY

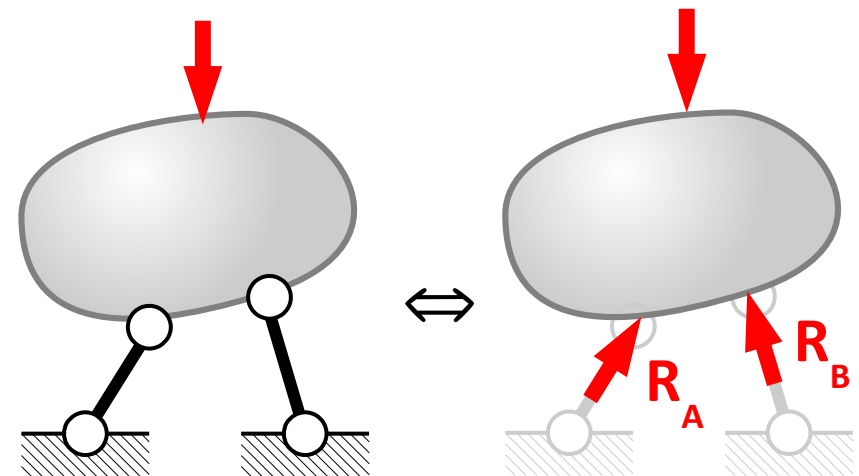
PRĘT KRATOWY

- prosty
- zakończony obustronnie przegubami
- obciążony jedynie na końcach

$$\begin{cases} \frac{d^4 w}{dx^4} = 0 \\ M(0) = -EI \frac{d^2 w}{dx^2} \Big|_{x=0} = 0 \\ M(L) = -EI \frac{d^2 w}{dx^2} \Big|_{x=L} = 0 \end{cases}$$



Jedyną siłą, jaką przenosi **pręt kratowy** jest **siła osiowa**, tj. siła na kierunku osi pręta



CIĘGNO

CIĘGNO – element konstrukcyjny przenoszący jedynie rozciągającą siłę osiową

