

Wytrzymałość materiałów czyli bezpieczeństwo

MECHANIKA TECHNICZNA

MECHANIKA CIAŁ
SZTYWNYCH

MECHANIKA CIAŁ
ODKSZTAŁCALNYCH

DOŚWIADCZENIE

MECHANIKA CIAŁ STAŁYCH

WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW I KONSTRUKCJI

- Teoria sprężystości,
- Teoria plastyczności,
- Wytrzymałość zmęczeniowa
- Teoria konstrukcji cienkościennych (pręty, płyty, powłoki),
- Teoria konstrukcji wielowarstwowych,
- Teoria materiałów kompozytowych,
- Teoria materiałów porowatych
- ...

MECHANIKA PŁYNÓW

- Hydromechanika,
- aeromechanika

MECHANIKA
GRUNTÓW
(budownictwo)

WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW



Wytrzymałość jest częścią mechaniki ciał odkształcalnych o praktycznym inżynierskim charakterze. Zajmuje się **analitycznym i eksperymentalnym badaniem zjawisk** zachodzących w materiałach konstrukcyjnych i konstrukcjach poddanych obciążeniom zewnętrznym.

Obciążenia zewnętrzne wywołują w materiale **siły wewnętrzne**, które mogą być opisywane przez **naprężenia** oraz wywołują **deformacje materiału**, których miarą są **odkształcenia**. Siły wewnętrzne, naprężenia i odkształcenia są podstawowymi pojęciami stosowanymi w wytrzymałości materiałów i konstrukcji.

WYTRZYMAŁOŚĆ MATERIAŁÓW



Zadaniem wytrzymałości materiałów jest określenie:

- wytrzymałości konstrukcji tzn. odporności konstrukcji na zniszczenie,
- sztywności konstrukcji tzn. odporności konstrukcji na deformacje (odkształcenie).

Wytrzymałość i sztywność elementu zależą przede wszystkim od:

- rodzaju materiału i jego stanu (zależny od rodzaju obróbki),
- kształtu i wymiarów elementu,
- rodzaju i wartości sił oraz ich przebiegu w czasie.

WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW



Jednorodność, gdy materiał wypełnia objętość ciała w sposób ciągły.

Materiały stosowane w wytrzymałości materiałów dzielą się na:

- Izotropowe, gdy właściwości materiału są identyczne we wszystkich kierunkach,
- Anizotropowe, gdy właściwości materiału są różne w zależności od kierunku.

Typy odkształceń:

- Sprężyste, które ustępują po zaprzestaniu działania obciążenia,
- Plastyczne, czyli trwałe, widoczne w konstrukcji po usunięciu obciążenia.

WŁAŚCIWOŚCI MODELI CIAŁ



W klasycznym podejściu do wytrzymałości stosuje się **model ciała jednorodnego, izotropowego, idealnie sprężystego.**

ELEMENTY KONSTRUKCYJNE



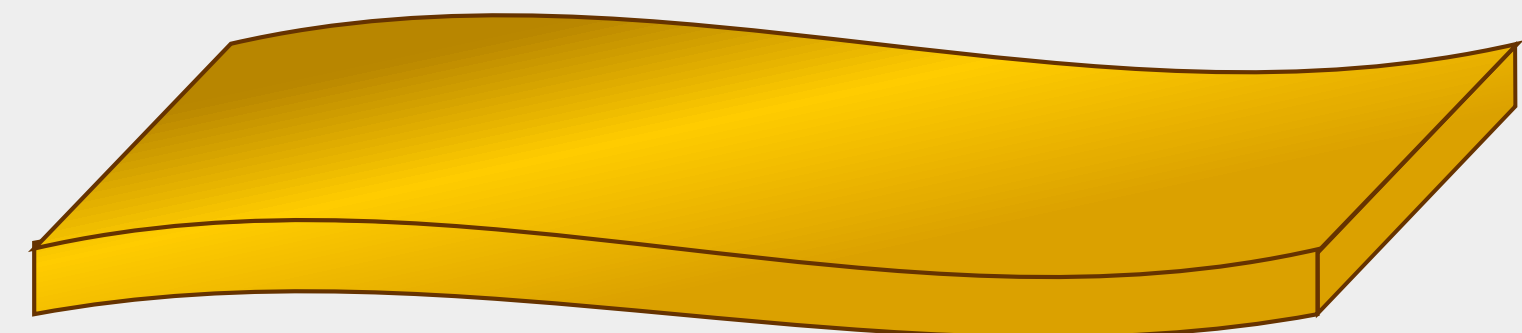
PRĘT to bryła geometryczna wypełniona materiałem, której jeden wymiar (długość) jest znacznie większy od pozostałych



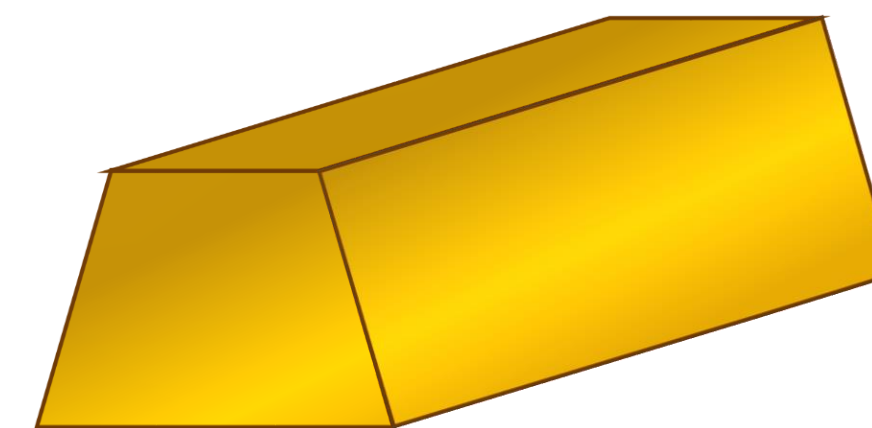
PŁYTA to bryła geometryczna wypełniona materiałem, której jeden wymiar (grubość) jest zdecydowanie mniejszy od dwóch pozostałych



POWŁOKA to bryła geometryczna wypełniona materiałem, której jeden wymiar (grubość) jest zdecydowanie mniejszy od dwóch pozostałych, a jej płaszczyzna jest krzywoliniowa



BRYŁA wypełniona materiałem, której trzy wymiary są tego samego rzędu



WARUNKI WYTRZYMAŁOŚCIOWE



Warunek bezpieczeństwa gwarancja spełnienia wymagań konstrukcyjnych, technologicznych oraz eksploatacyjnych. Spójność konstrukcji nie zostanie naruszona w czasie użytkowania pod wpływem działającego obciążenia



Warunek sztywności gwarancja zachowania kształtu konstrukcji. Odkształcenie mogłoby spowodować trudności we właściwym użytkowaniu

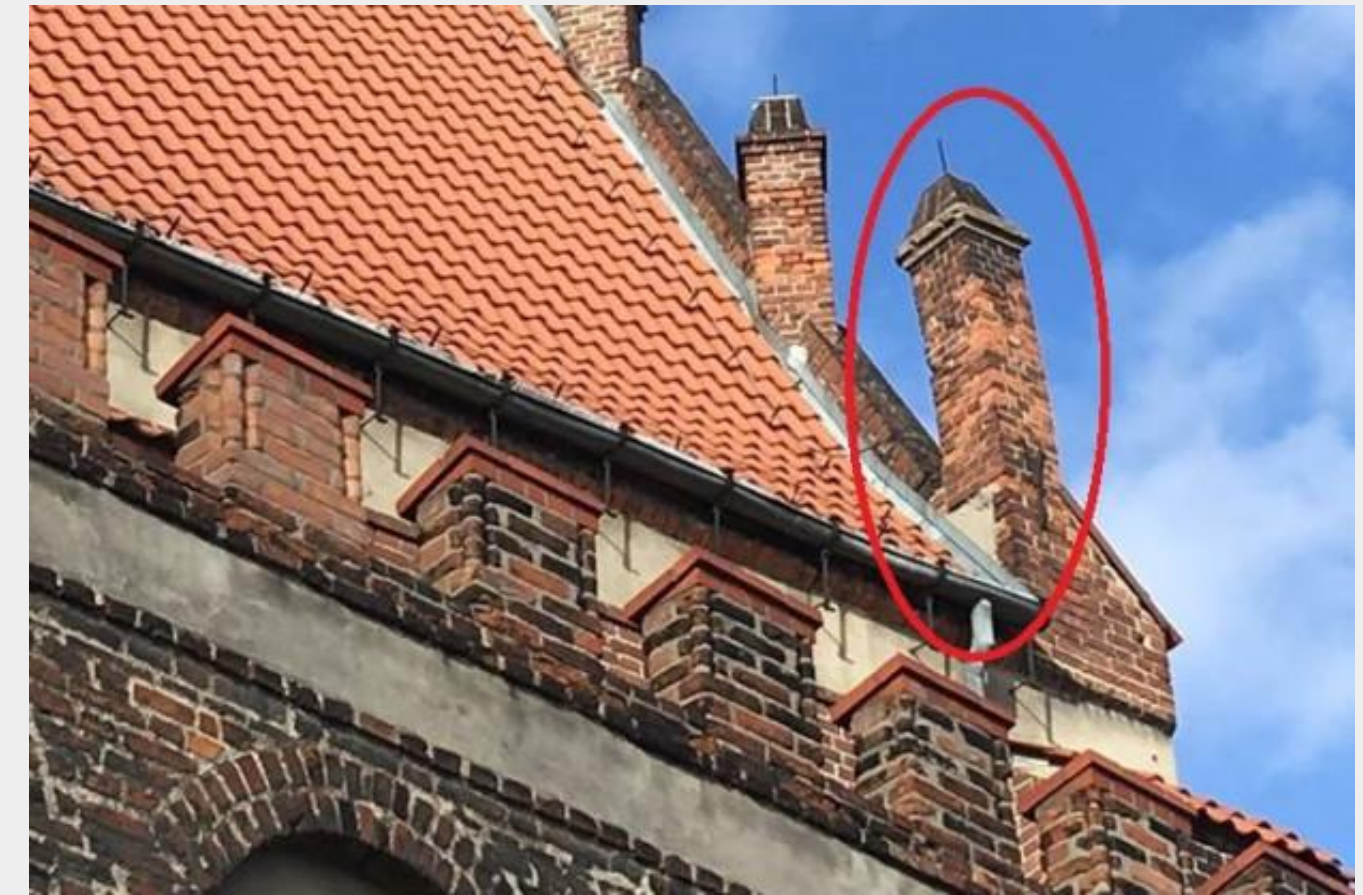


Ostwald M. *Podstawy wytrzymałość materiałów i konstrukcji*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2017 r.

WARUNKI WYTRZYMAŁOŚCIOWE



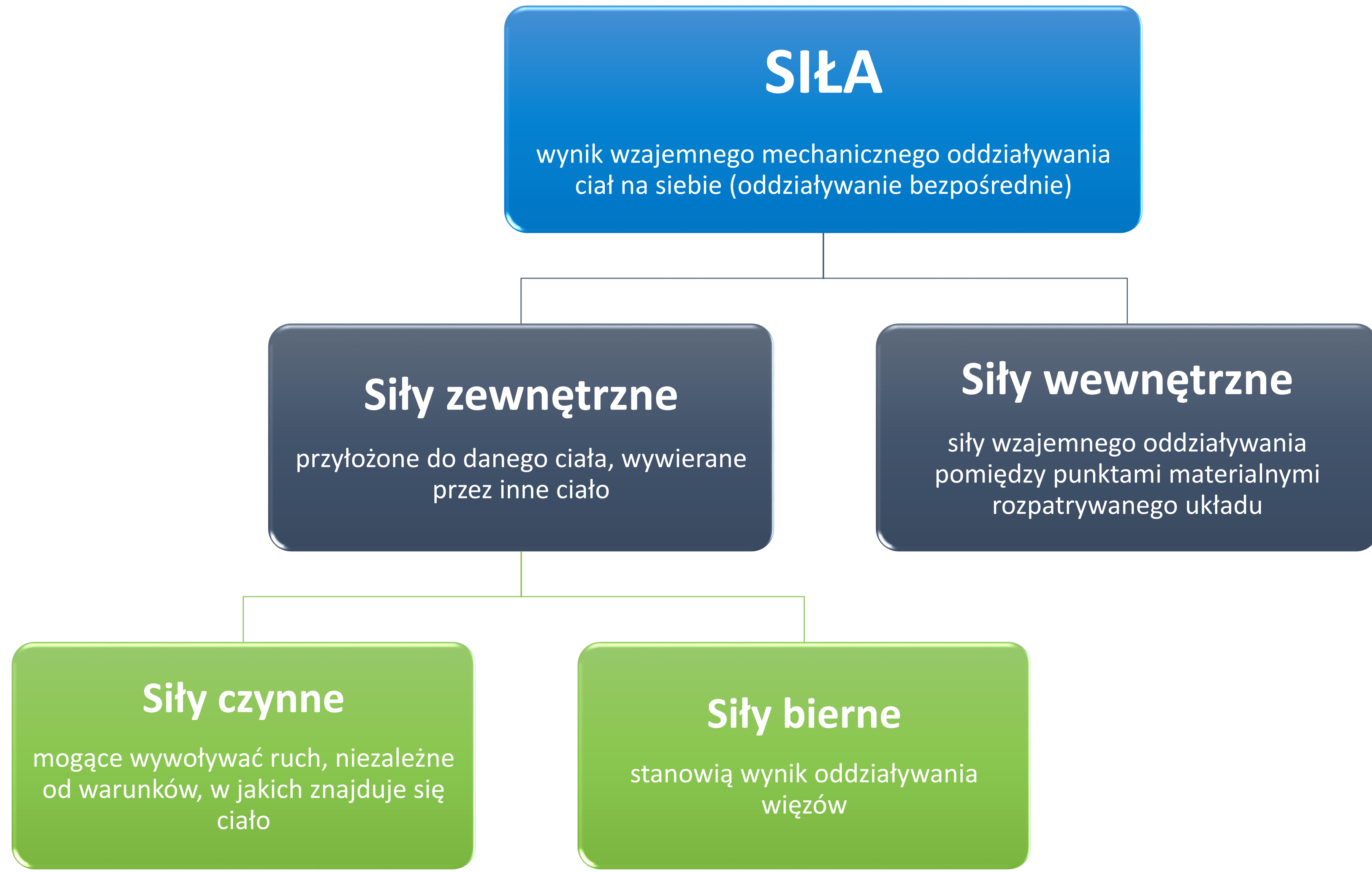
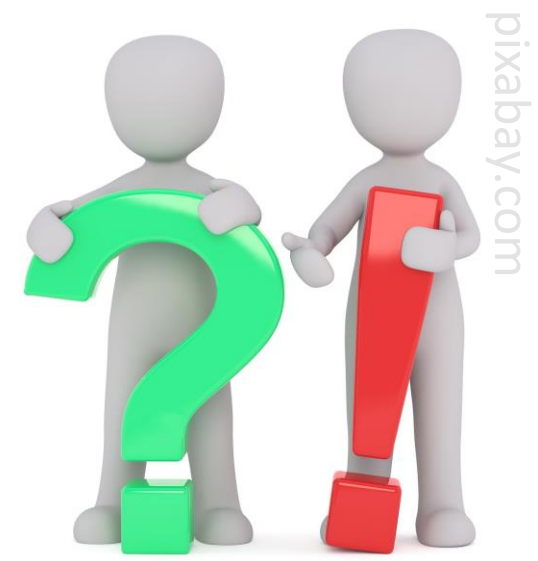
Warunek stateczności gwarancja zachowania kształtu konstrukcji



Warunek ekonomiczności gwarantuje dobór właściwego materiału oraz odpowiedniego zaprojektowania konstrukcji ze względu na koszty wytworzenia



Ostwald M. *Podstawy wytrzymałość materiałów i konstrukcji*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2017 r.



SIŁY W WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW



Właściwości sił wewnętrznych

Siły wewnętrzne w ciele sztywnym powstają w wyniku działania zewnętrznego obciążenia

Siły wewnętrzne to wzajemne oddziaływanie cząstek ciała pod wpływem działającego obciążenia

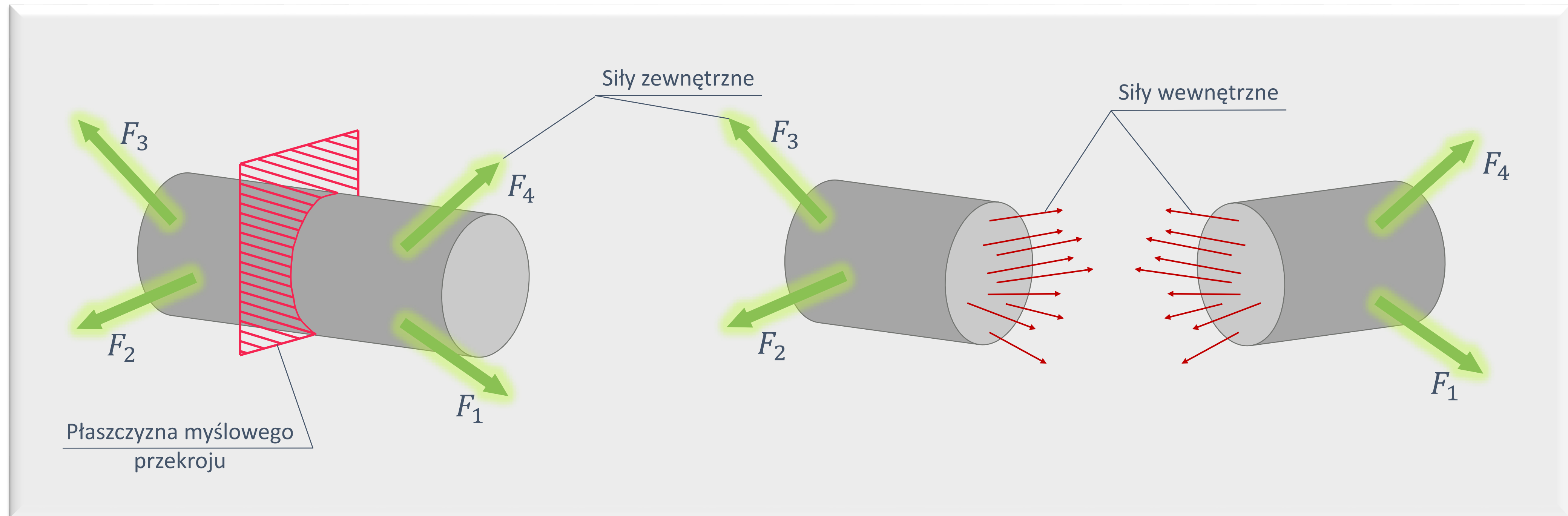
Siły wewnętrzne w dwóch częściach ciała przekrojonego myślowo równoważą się, tzn. mają takie same punkty przyłożenia, kierunki i moduły lecz przeciwne zwroty

W celu wyznaczenia sił wewnętrznych należy wyznaczyć statyczną równowagę układu wszystkich sił działających na myślowo odciętą część ciała

SIŁY W WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW

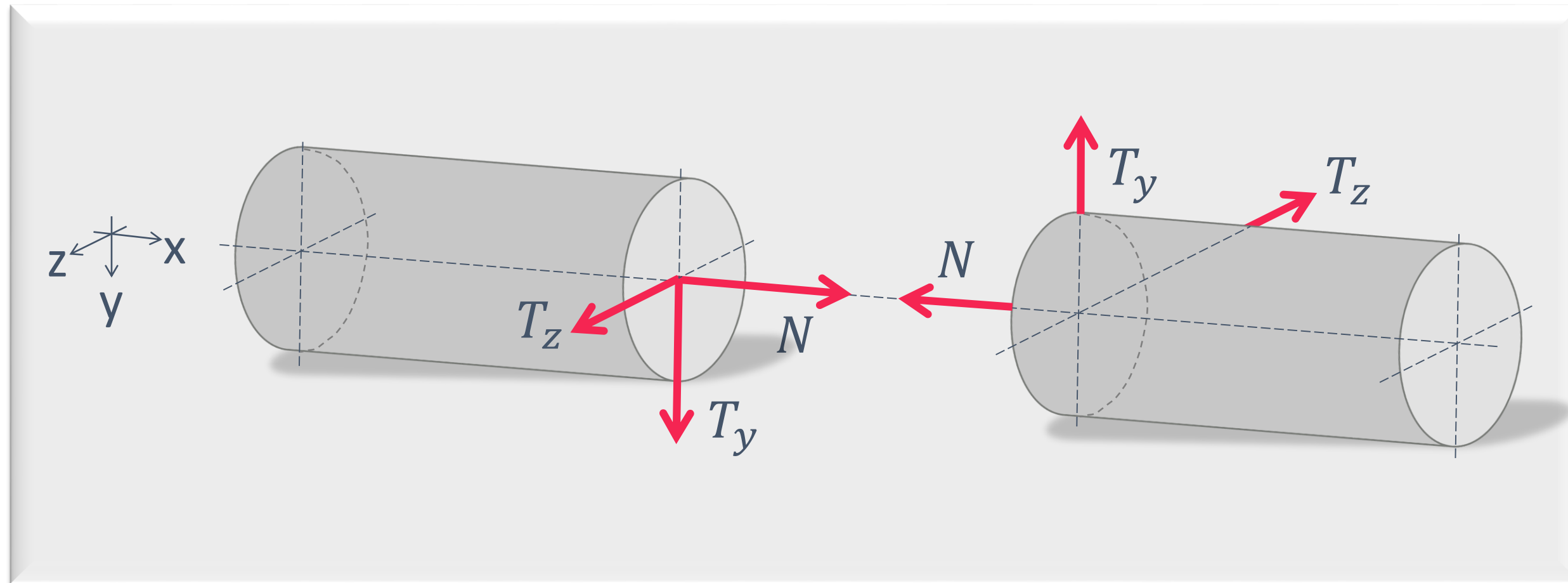


Metoda myślowego przekroju ciała sztywnego



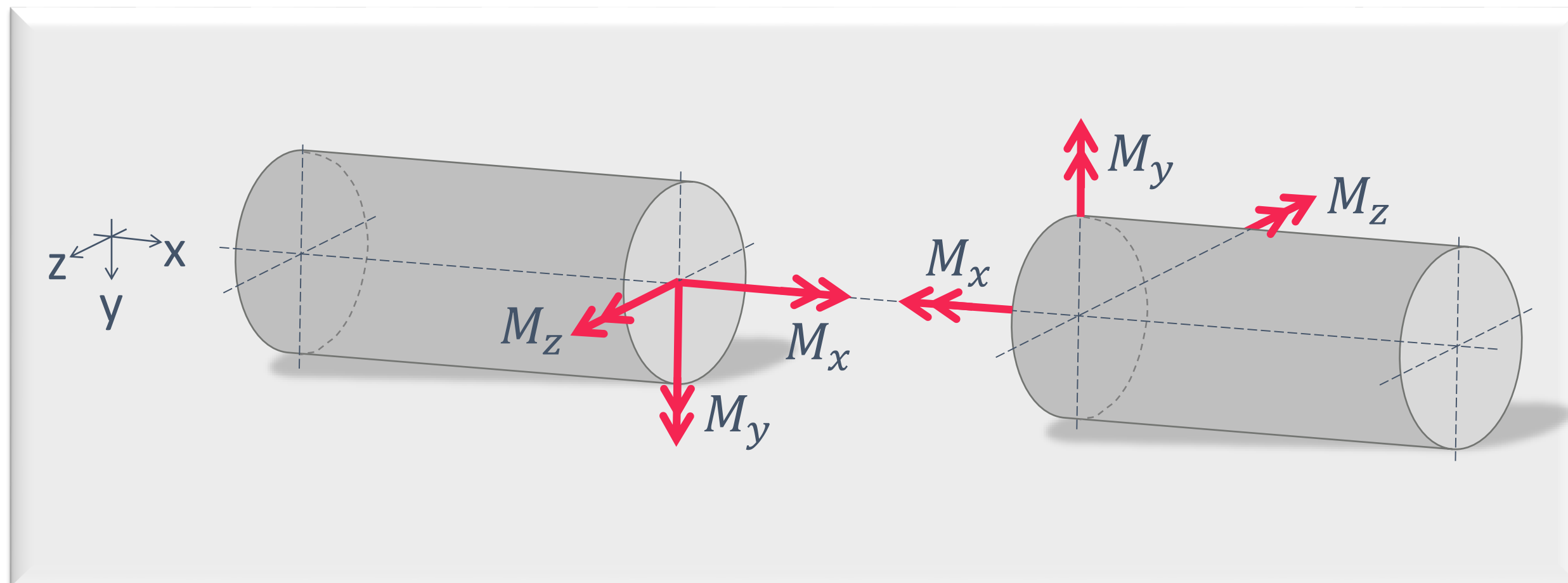
Zielnica J. *Wytrzymałość materiałów*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 1996 r.

SIŁY I MOMENTY WEWNĘTRZNE



Rodzaje sił wewnętrznych

- N – siła normalna (siła osiowa, siła wzdłużna),
- T_y, T_z – siły poprzeczne (siły tnące, siły ścinające).



Rodzaje momentów wewnętrznych

- M_x – moment skręcający,
- M_y, M_z – momenty gnące.

Ostwald M. *Podstawy wytrzymałość materiałów i konstrukcji*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2017 r.

NAPRĘŻENIA

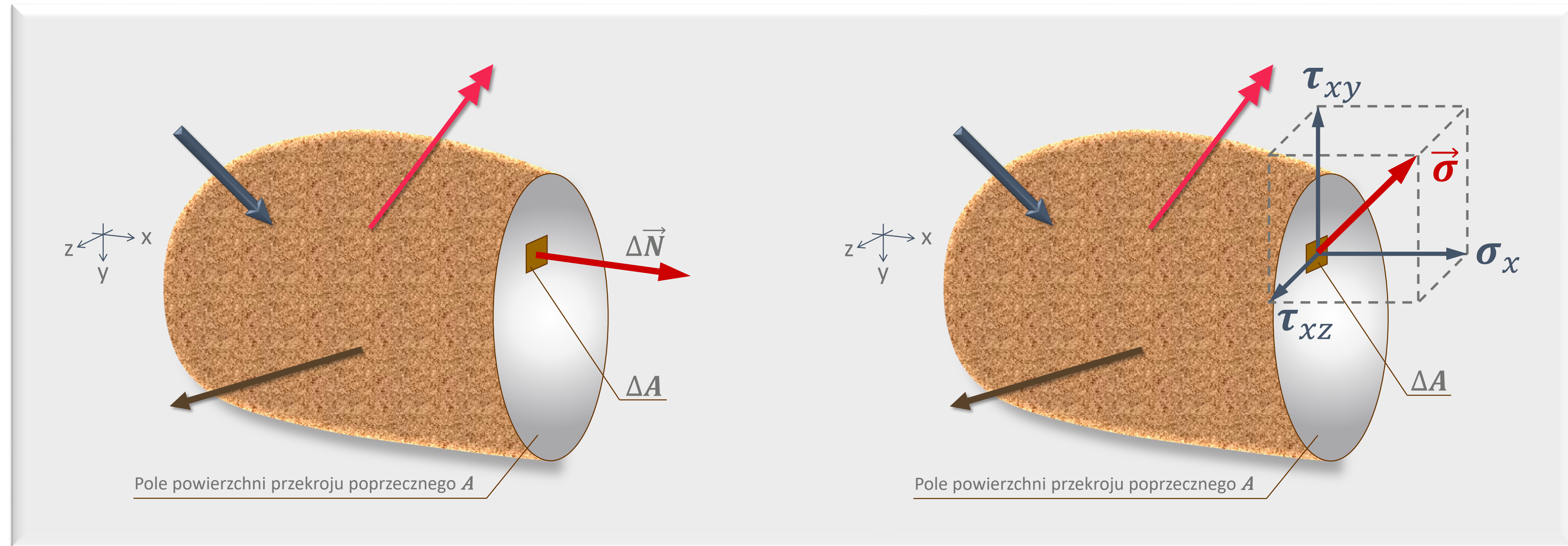


Naprężeniem p nazywa się iloraz nieskończenie małej wypadkowej siły spójności dN przez nieskończenie małe pole rozważanego przekroju dA

$$p = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta N}{\Delta A} = \frac{dN}{dA}$$

Ostwald M. *Podstawy wytrzymałość materiałów i konstrukcji*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2017 r.

NAPRĘŻENIA



Ostwald M. *Podstawy wytrzymałość materiałów i konstrukcji*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2017 r.

Składowe naprężenia
 σ_x – naprężenie normalne
 τ_{xy}, τ_{xz} – naprężenia styczne

NAPRĘŻENIA



Naprężeniem normalnym σ w danym przekroju ciała nazywa się iloraz siły normalnej N w tym przekroju przez pole jego powierzchni A

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

JEDNOSTKA NAPRĘŻENIA

$$\left[\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right], \quad \left[\text{MPa} = \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$$

Ostwald M. *Podstawy wytrzymałość materiałów i konstrukcji*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2017 r.

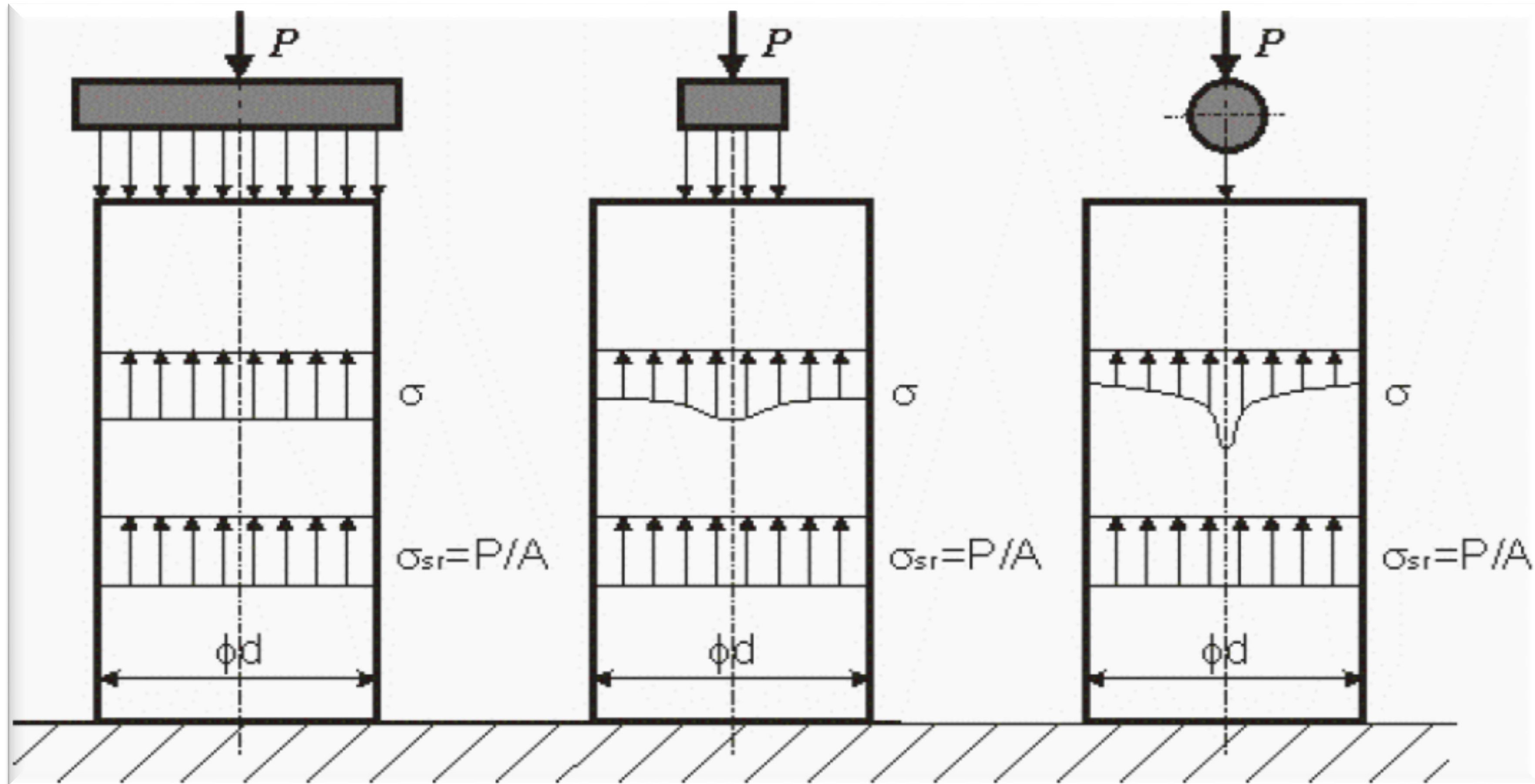
Zasada de Saint - Venanta



Jeśli na pewien niewielki obszar ciała sprężystego, będącego w równowadze, działają statycznie równoważne obciążenia (siły skupione), to w dostatecznej odległości od tego obszaru, rozkłady naprężeń są jednakowe a więc nie zależą od sposobu przyłożenia obciążenia

Ostwald M. *Podstawy wytrzymałość materiałów i konstrukcji*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2017 r.

Zasada de Saint - Venanta



Zasada superpozycji



Skutek w określonym miejscu i kierunku, wywołany przez zespół przyczyn działających równocześnie, można uważać za sumę algebraiczną skutków wywołanych w tym miejscu i kierunku przez każdą przyczynę z osobna