

## Równania sił przekrojowych

### Przekrój poprzeczny

Przekroju dokonujemy dzieląc układ na rozłączne podukłady: jedną z części myślowo odrzucamy zastępując jej oddziaływanie pewnym układem sił wewnętrznych.

### Siła wewnętrzna w punkcie przekroju

Jest to funkcja wektorowa 2 wektorów (promienia wodzącego punktu i normalnej zewnętrznej przekroju), określająca wypadkową sił międzycząsteczkowych, z jakimi wszystkie punkty materialne odrzuconej części układu działają na punkt przekroju.

### Twierdzenie o równoważności układów sił zewnętrznych i wewnętrznych

Na podstawie tego twierdzenia, siły przekrojowe – występujące w przekroju cięcia jako siły wewnętrzne jednego podukładu – są statycznie równoważne układowi sił zewnętrznych, działających na odrzuconą część układu.

### Moment zginający (gnący)

Jest to moment pochodzący od sił zewnętrznych działających na odrzuconą część układu, liczony względem środka ciężkości przekroju cięcia. Moment zginający rysujemy po stronie włókien rozciąganych.

### Siła poprzeczna (tnąca, ścinająca)

Jest to suma sił, pochodząca od sił zewnętrznych działających na odrzuconą część układu, rzutowana na płaszczyznę cięcia (prostopadłą do normalnej zewnętrznej przekroju). Jedną z konwencji znakowania przyjmuje, że dodatnia siła poprzeczna działa zegarowo względem normalnej zewnętrznej przekroju.

### Siła podłużna

Jest to suma sił, pochodząca od sił zewnętrznych działających na odrzuconą część układu, rzutowana na kierunek normalnej zewnętrznej przekroju. Zazwyczaj przyjmuje się, że dodatnia siła podłużna ma zwrot zgodny z normalną zewnętrzną przekroju.

### Związki różniczkowe

Pomiędzy momentem zginającym  $M$ , siłą poprzeczną  $Q$ , siłą podłużną  $N$ , promieniem krzywizny  $\rho$ , gęstością obciążenia normalnego do osi pręta  $q$  i stycznego do niej  $p$ , zachodzą związki:

$$\begin{aligned}\frac{dM(s)}{ds} &= Q(s) \\ \frac{dQ(s)}{ds} + \frac{N(s)}{\rho} &= -q(s), \\ \frac{dN(s)}{ds} - \frac{Q(s)}{\rho} &= -p(s)\end{aligned}$$

które dla belek prostych (o zerowej krzywiznie) przyjmują postać:

$$\frac{dM(x)}{dx} = Q(x), \quad \frac{dQ(x)}{dx} = -q(x), \quad \text{oraz:} \quad \frac{d^2M(x)}{dx^2} = -q(x).$$

W przekroju zerowania się siły poprzecznej występuje ekstremum momentu zginającego.

### Zadania

Zapisać równania sił przekrojowych dla poniższych układów przyjmując geometrię i obciążenia.

