

## Obliczanie reakcji

**Równania równowagi** są liniowymi równaniami algebraicznymi, obowiązuje zasada superpozycji: reakcje od obciążeń (działających niezależnie) równe są sumie reakcji od każdego z obciążeń oddzielnie.

Równania równowagi dla przestrzennego układu sił to układ 6 równań: sumy momentów względem osi układu współrzędnych (3 równania) oraz sumy rzutów na te osie (kolejne 3 równania).

Równania równowagi dla płaskiego układu sił (3 równania) mogą przyjmować jedną z trzech form:

- sumy momentów względem 3 punktów nie współliniowych
- sumy momentów względem 2 punktów i suma rzutów na oś, która nie jest prostopadła do odcinka łączącego te punkty
- sumy rzutów na osie układu i suma momentu względem dowolnego punktu

Przyjęty układ współrzędnych nie musi być prostokątny.

**Dla zbieżnego układu sił** jedynie 3 równania rzutów sił są niezależne (a dla układu płaskiego układ ten redukuje się do 2 niezależnych równań: suma rzutów na 2 osie (nie muszą być prostopadłe do siebie)).

Równania równowagi **dla układu sił równoległych** są układem 3 równań dla układu przestrzennego a dla układu płaskiego są to 2 równania liniowo niezależne: suma rzutów na oś nie prostopadłą do kierunku sił i suma momentów względem dowolnego punktu.

**Równanie przegubu** stwierdza, że suma momentów od sił działających na część układu znajdującą się po jednej stronie przegubu – liczona względem przegubu – jest równa zero.

Reakcje statyczne obliczamy jedynie dla układów zewnętrznie geometrycznie niezmiennych. Jeśli układ jest geometrycznie zmienny (jest mechanizmem), konieczne jest uwzględnienie sił bezwładności d’Alemberta.

### Algorytm obliczenia reakcji:

Algorytm zależy od wyników analizy geometrycznej niezmienności wewnętrznej. Jeśli układ jest geometrycznie wewnętrznie niezmienny, reakcje wyliczamy z równań równowagi.

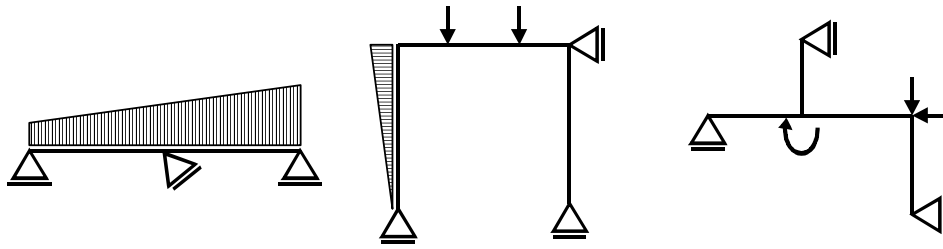
Dla układów geometrycznie zmiennych wewnętrznie potrzebne są dodatkowo równania przegubu albo wykonanie dodatkowych cięć (przekrojów). W tym ostatnim przypadku sposób postępowania jest znacznie bardziej skomplikowany i wymaga dodatkowej wiedzy o siłach przekrojowych w układach prętowych.

W prostszym przypadku algorytm jest następujący:

- układ uwalniamy z więzów zastępując ich działanie odpowiednimi reakcjami (zwrot dowolny)
- wybieramy jeden z układów równań równowagi tak, aby – jeśli to możliwe – doprowadzić do rozprzęgnięcia równań (po jednej niewiadomej w każdym z równań), dla układów 3-przegubowych dodajemy równanie przegubu
- wyznaczenie reakcji w układach analogicznych do 3-przegubowych wymaga dokonania dodatkowych przekrojów (cięć)
- dla ujemnych wartości reakcji wynikowych zaleca się nie zmieniać przyjętych zwrotów sił (stanowi to częstą przyczynę błędów)
- dokonujemy sprawdzenia obliczeń tak, aby – w miarę możliwości – zweryfikować wszystkie obliczone wartości („na raz”).

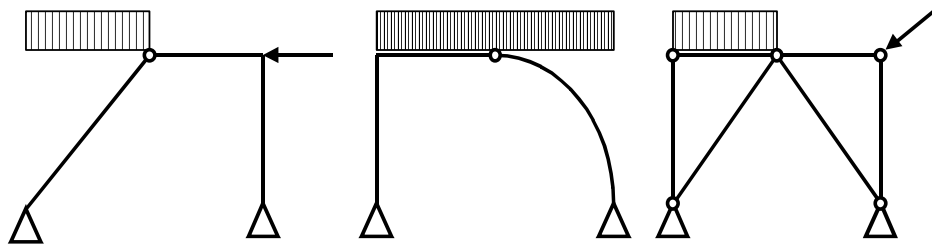
### Rozprężnięty układ równań równowagi

Obliczyć reakcje w poniższych układach:



### Reakcje układu 3-przegubowego

Określić reakcje w poniższych układach:



### Reakcje - układy analogiczne do 3-przegubowych

Określić reakcje w poniższych układach, wykonując niezbędne dodatkowe przekroje:

