

## RÓWNANIA RÓWNOWAGI DLA PŁASKIEGO UKŁADU SIŁ

Aby dowolny płaski układ sił był w równowadze (nie wywoływał ruchu), wektor główny oraz moment główny tego układu muszą być równe zero.

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^{i=n} \bar{P}_i = 0 \quad \bar{M}_O = \sum_{i=1}^{i=n} \bar{M}_{O_i} = 0 .$$

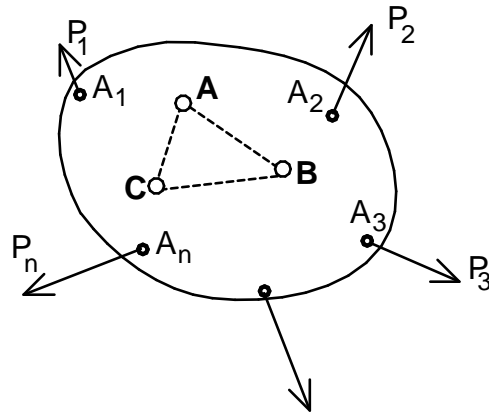
Zapis algebraiczny (dwa równania rzutów sił, jedno równanie momentów):

$$\sum_{i=1}^{i=n} P_{X_i} = 0 , \quad \sum_{i=1}^{i=n} P_{Y_i} = 0 , \quad \sum_{i=1}^{i=n} M_{O_i} = 0$$

Równania rzutów mogą zostać zastąpione równaniami momentów względem innych punktów.

### WARIANT 1:

Równania równowagi składają się z trzech równań momentów



$$\sum_{i=1}^{i=n} M_{Ai} = 0 \quad \sum_{i=1}^{i=n} M_{Bi} = 0 \quad \sum_{i=1}^{i=n} M_{Ci} = 0$$

WARUNEK:

punkty A, B i C nie mogą leżeć na jednej prostej.

### WARIANT 2:

Równania równowagi składają się z dwóch równań momentów oraz jednej sumy rzutów sił.

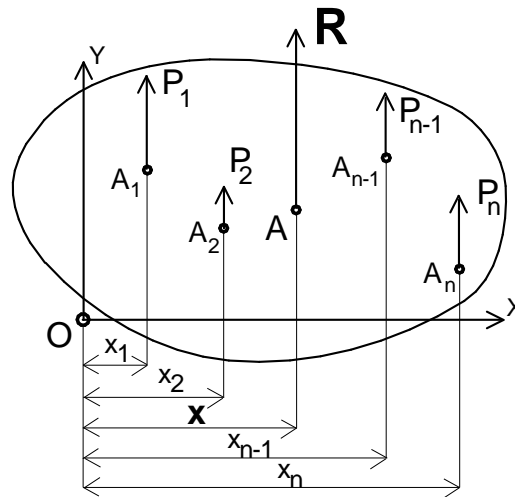
$$\sum_{i=1}^{i=n} P_{xi} = 0 \quad \sum_{i=1}^{i=n} M_{Ai} = 0 \quad \sum_{i=1}^{i=n} M_{Bi} = 0$$

WARUNEK:

dowolna oś X nie może być prostopadła do prostej łączącej punkty A i B.

# RÓWNOWAGA PŁASKIEGO UKŁADU SIŁ RÓWNOLEGLYCH

Układ sił równoległych  $P_1, P_2, \dots, P_n$ , przyłożonych do punktów  $A_1, A_2, \dots, A_n$  ciała sztywnego.



	Zapis wektorowy	Zapis skalarny
Wypadkowa sił:	$\bar{R} = \sum_{i=1}^{i=n} \bar{P}_i$	$R = \sum_{i=1}^{i=n} P_i$

Dla sił o zwrocie przeciwnym niż na powyższym rysunku należy przyjąć znak „-”.

**Wyznaczenie linii działania wypadkowej R:**  
suma momentów wszystkich sił względem punktu O

$$R \cdot x = \sum_{i=1}^{i=n} P_x \cdot x_i \quad x = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_x \cdot x_i}{R} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} P_x \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{i=n} P_x}$$

W przypadku, gdy  $R = 0$  układ nie ma wypadkowej i jest równoważny parze sił o momencie

$$M_O = \sum_{i=1}^{i=n} M_{O_i} = \sum_{i=1}^{i=n} P_i \cdot x_i$$