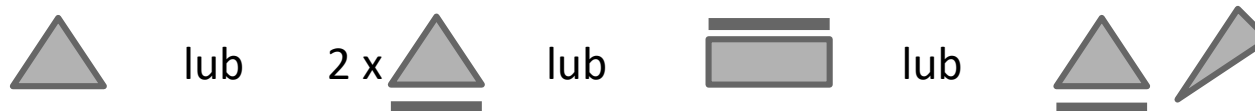


Dla każdej z brył sztywnych wchodzących w skład układu mechanicznego należy wyznaczyć:

- **Położenie chwilowego środka obrotu (ChŚO)**
- **Rozkład prędkości w wybranych punktach**

Zaczynamy zawsze od bryły, do której przyłożone są dwie więzi, tj.:



Ponieważ bryła sztywna na płaszczyźnie ma 3 stopnie swobody, obecność 2 więzi redukuje liczbę stopni swobody do 1, co oznacza, że **położenie ChŚO jest jednoznacznie określone** a **rozkład prędkości określony jest z dokładnością do zwrotu i wielkości, które na początku wybieramy dowolnie**, ale proporcje między prędkościami w różnych punktach będą zawsze takie same.

Dla wszystkich pozostałych brył zwroty i wielkości prędkości muszą wynikać ze zwrotu i wielkości założonych dla bryły pierwszej.

Jeśli w układzie zadana jest prędkość któregoś z punktów, to zwrot i wielkość prędkości założonej dla pierwszej tarczy dobieramy w taki sposób, aby była zgodna z tą daną.

## WYZNACZANIE ROZKŁADU PRĘDKOŚCI W UKŁADACH BRYŁ SZTYWNYCH O JEDNYM STOPNIU SWOBODY

Ruch płaski bryły sztywnej możemy w każdej chwili interpretować jako ruch po okręgu wokół chwilowego środka obrotu. W ruchu po okręgu podstawową zależnością jest wzór:

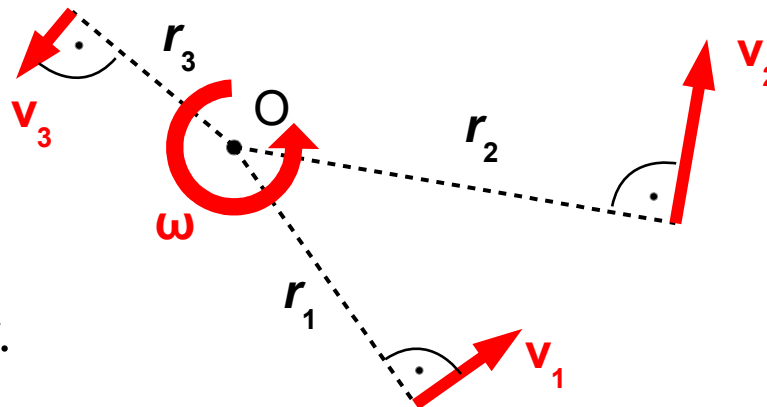
$$\mathbf{v} = \boldsymbol{\omega} \times \mathbf{r} \quad \Rightarrow \quad v = \omega r$$

$$v_1 = \omega r_1$$

$$v_2 = \omega r_2$$

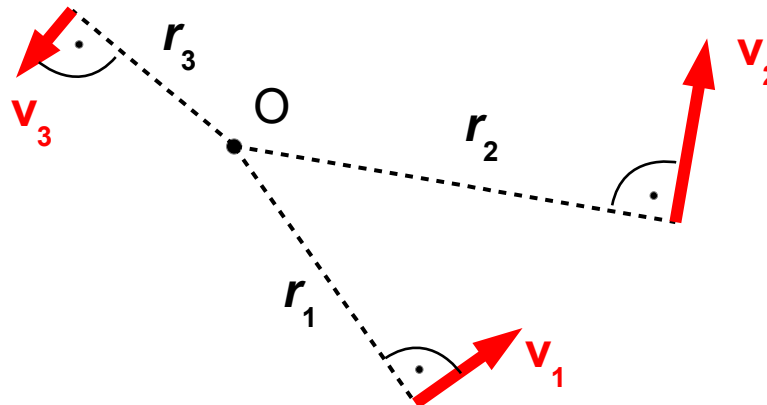
$$v_3 = \omega r_3$$

$$\frac{v_1}{r_1} = \frac{v_2}{r_2} = \frac{v_3}{r_3} = \omega = \text{const.}$$



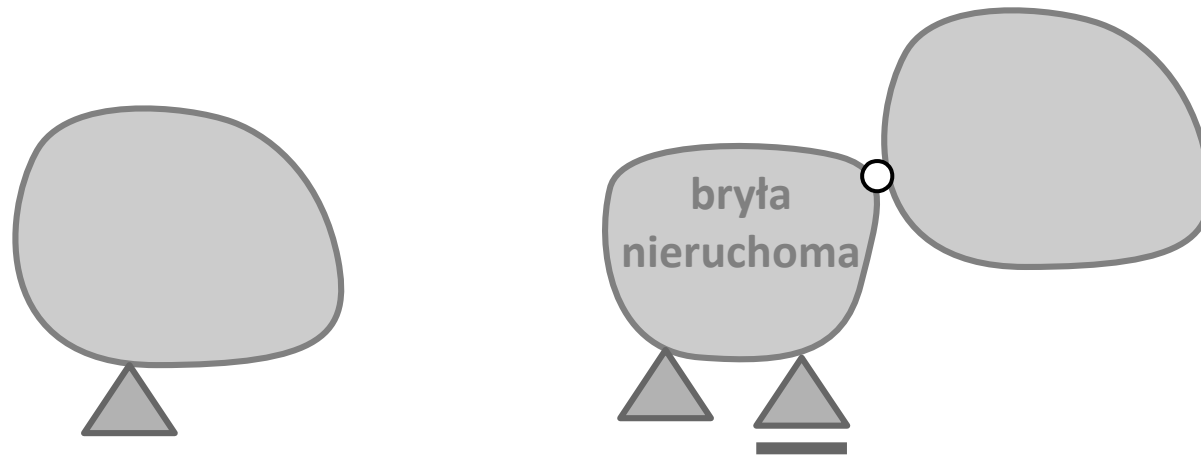
## KROK 1 – WYZNACZENIE POŁOŻENIA CHWILOWEGO ŚRODKA OBROTU

**Chwilowy środek obrotu** znajduje się  
w znanym **punkcie nieruchomym**  
lub  
w **punkcie przecięcia się prostych**  
**prostopadłych do kierunków prędkości.**



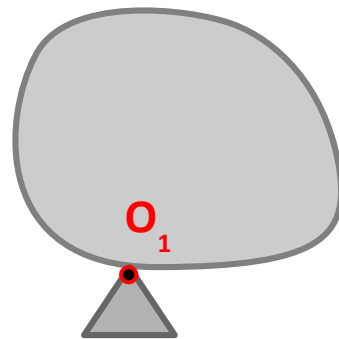
## KROK 1 – WYZNACZENIE POŁOŻENIA CHWILOWEGO ŚRODKA OBROTU

**Chwilowy środek obrotu** znajduje się  
w znanym **punkcie nieruchomym**  
lub  
w **punkcie przecięcia się prostych**  
**prostopadłych do kierunków prędkości.**

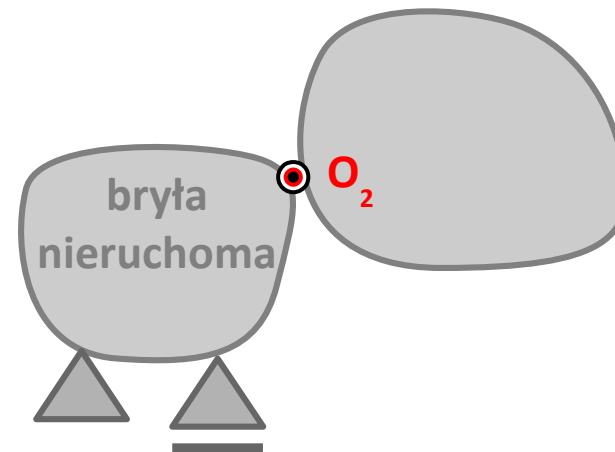


## KROK 1 – WYZNACZENIE POŁOŻENIA CHWILOWEGO ŚRODKA OBROTU

**Chwilowy środek obrotu** znajduje się  
w znanym **punkcie nieruchomym**  
lub  
w **punkcie przecięcia się prostych**  
**prostopadłych do kierunków prędkości.**



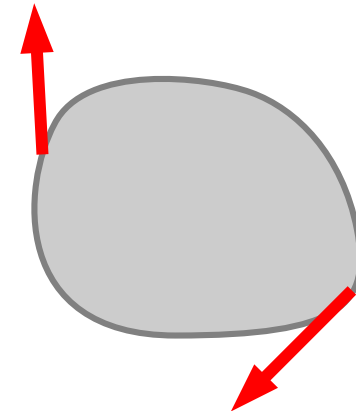
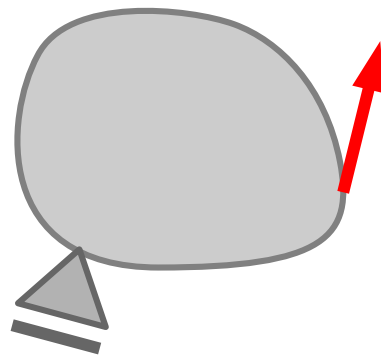
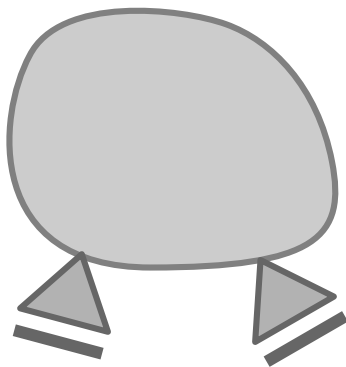
Punkt nieruchomy  
na podporze  
**przegubowej nieprzesuwnej**



Punkt nieruchomy  
w przegubie łączącym daną bryłę  
z **bryłą nieruchomą**

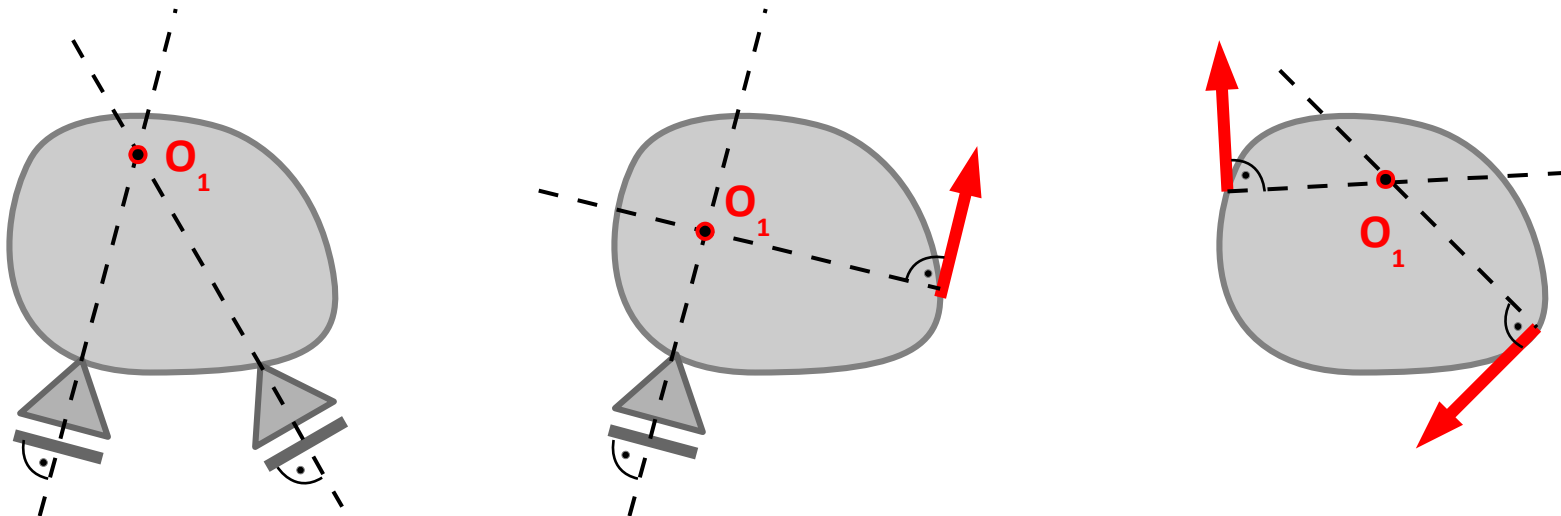
## KROK 1 – WYZNACZENIE POŁOŻENIA CHWILOWEGO ŚRODKA OBROTU

**Chwilowy środek obrotu** znajduje się  
w znanym **punkcie nieruchomym**  
lub  
w **punkcie przecięcia się prostych**  
**prostopadłych do kierunków prędkości.**



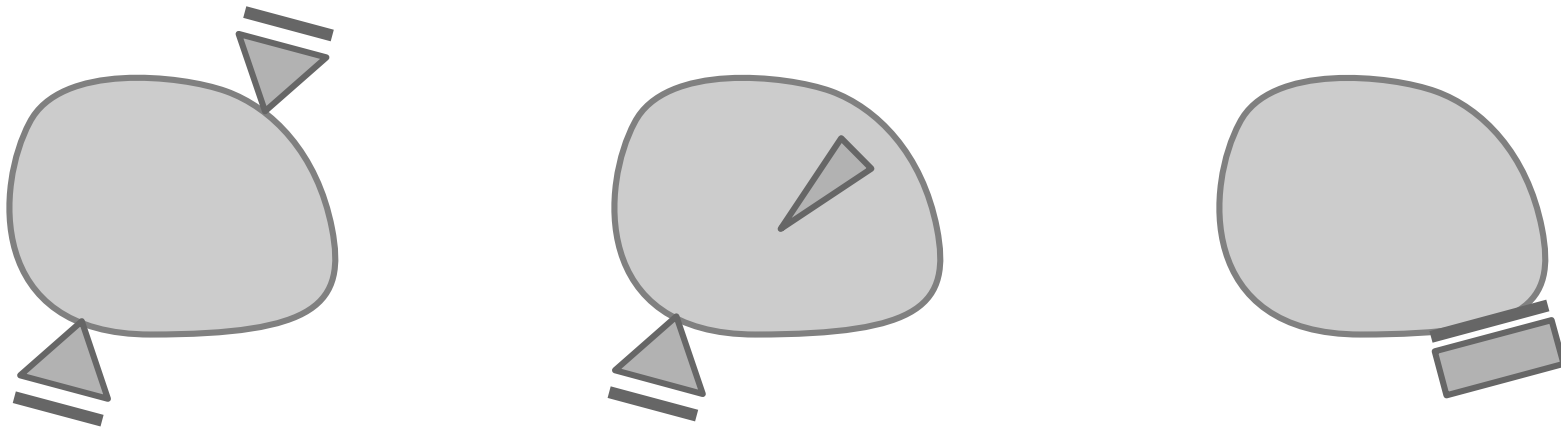
## KROK 1 – WYZNACZENIE POŁOŻENIA CHWILOWEGO ŚRODKA OBROTU

**Chwilowy środek obrotu** znajduje się  
w znanym **punkcie nieruchomym**  
lub  
w **punkcie przecięcia się prostych**  
**prostopadłych do kierunków prędkości.**



## KROK 1 – WYZNACZENIE POŁOŻENIA CHWILOWEGO ŚRODKA OBROTU

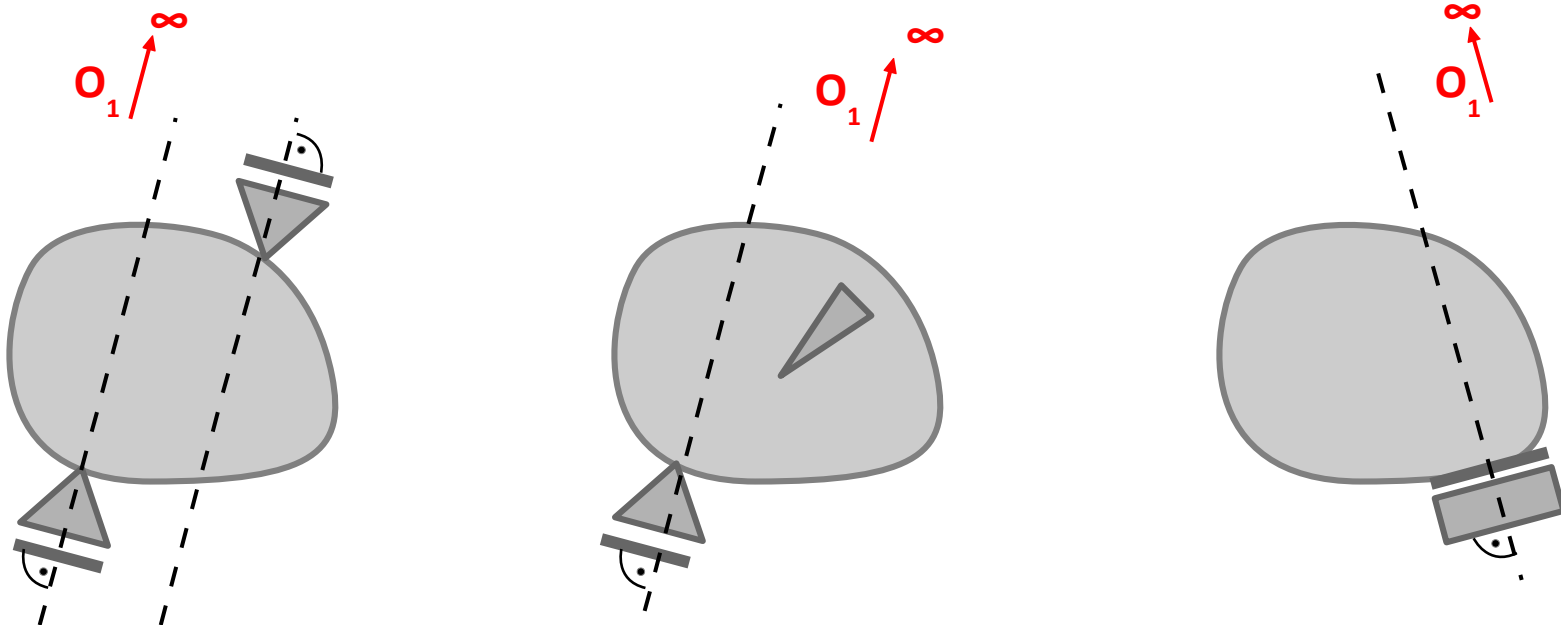
**Chwilowy środek obrotu** znajduje się  
w znanym **punkcie nieruchomym**  
lub  
w **punkcie przecięcia się prostych**  
**prostopadłych do kierunków prędkości.**





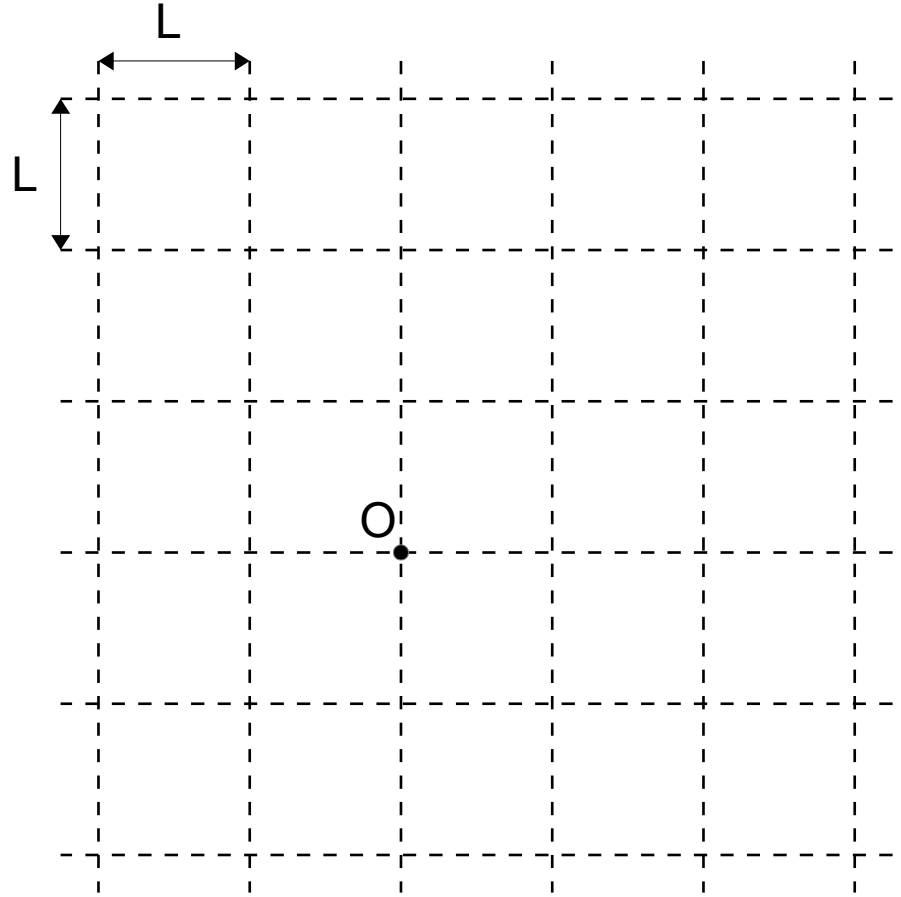
KROK 1 – WYZNACZENIE POŁOŻENIA CHWILOWEGO ŚRODKA OBROTU

**Chwilowy środek obrotu** znajduje się  
w znanym **punkcie nieruchomym**  
lub  
w **punkcie przecięcia się prostych**  
**prostopadłych do kierunków prędkości.**

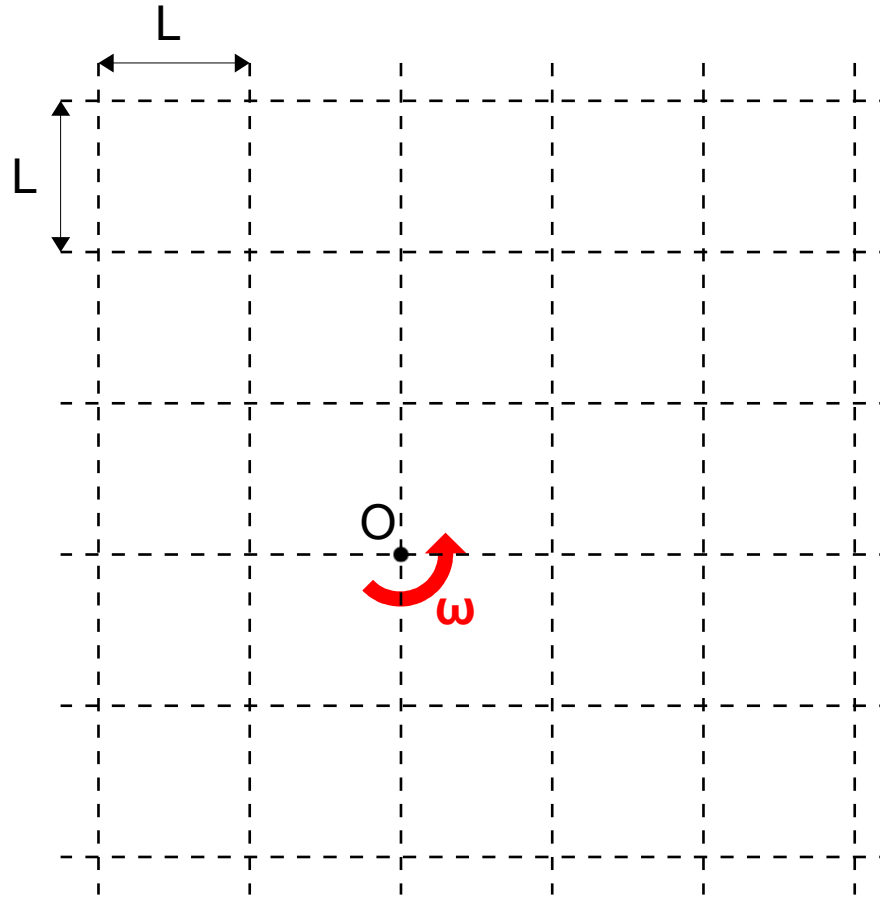


**Obrót wokół niewłaściwego chwilowego środka obrotu  
(punktu w nieskończoności) → translacja**

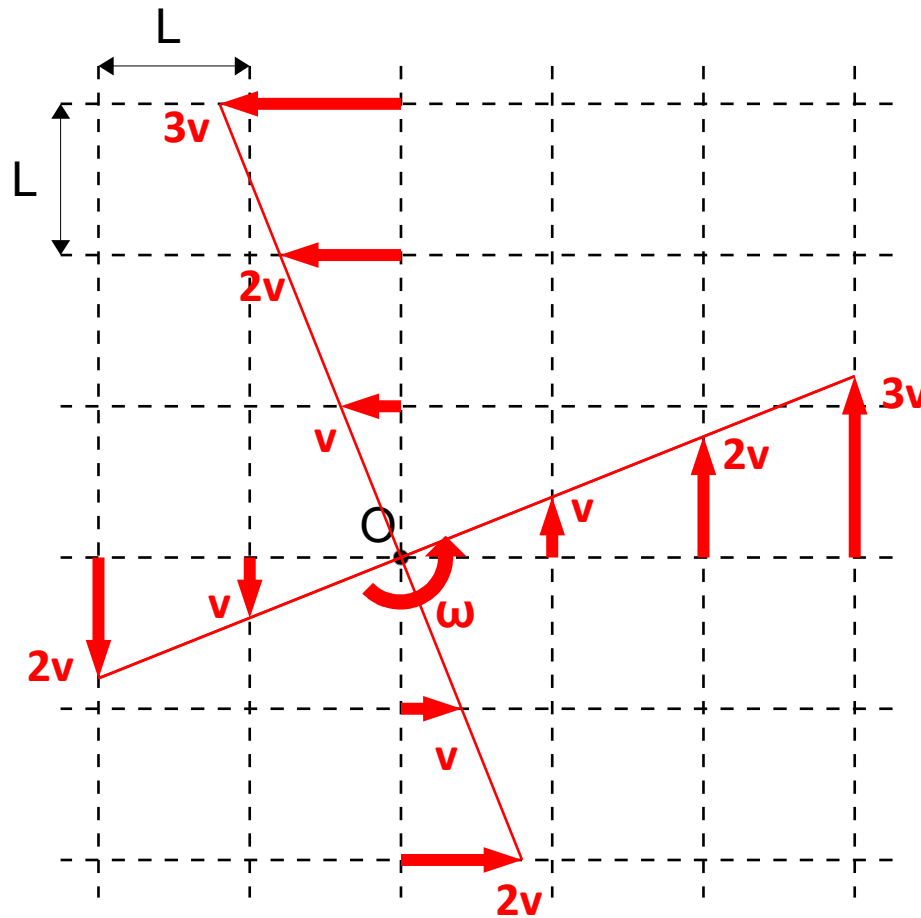
KROK 2 – WYZNACZENIE ROZKŁADU PRĘDKOŚCI



## KROK 2 – WYZNACZENIE ROZKŁADU PRĘDKOŚCI

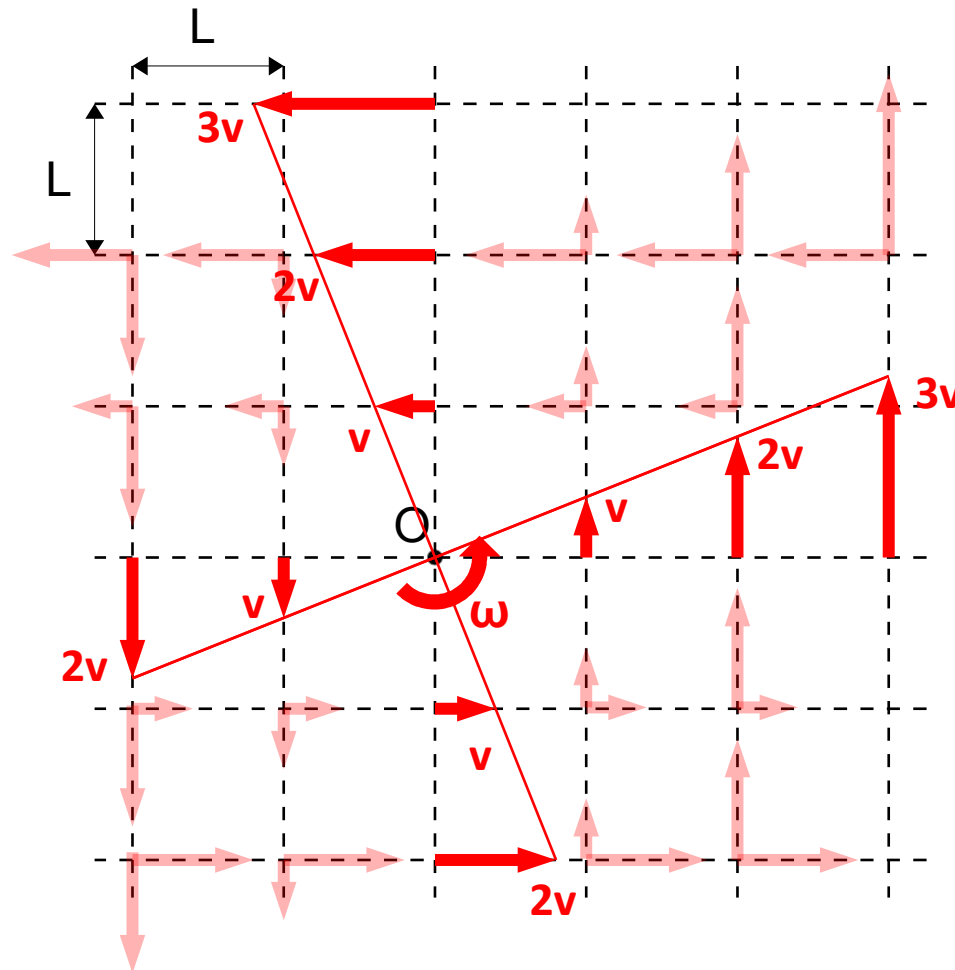


KROK 2 – WYZNACZENIE ROZKŁADU PRĘDKOŚCI



$$v = \omega L$$

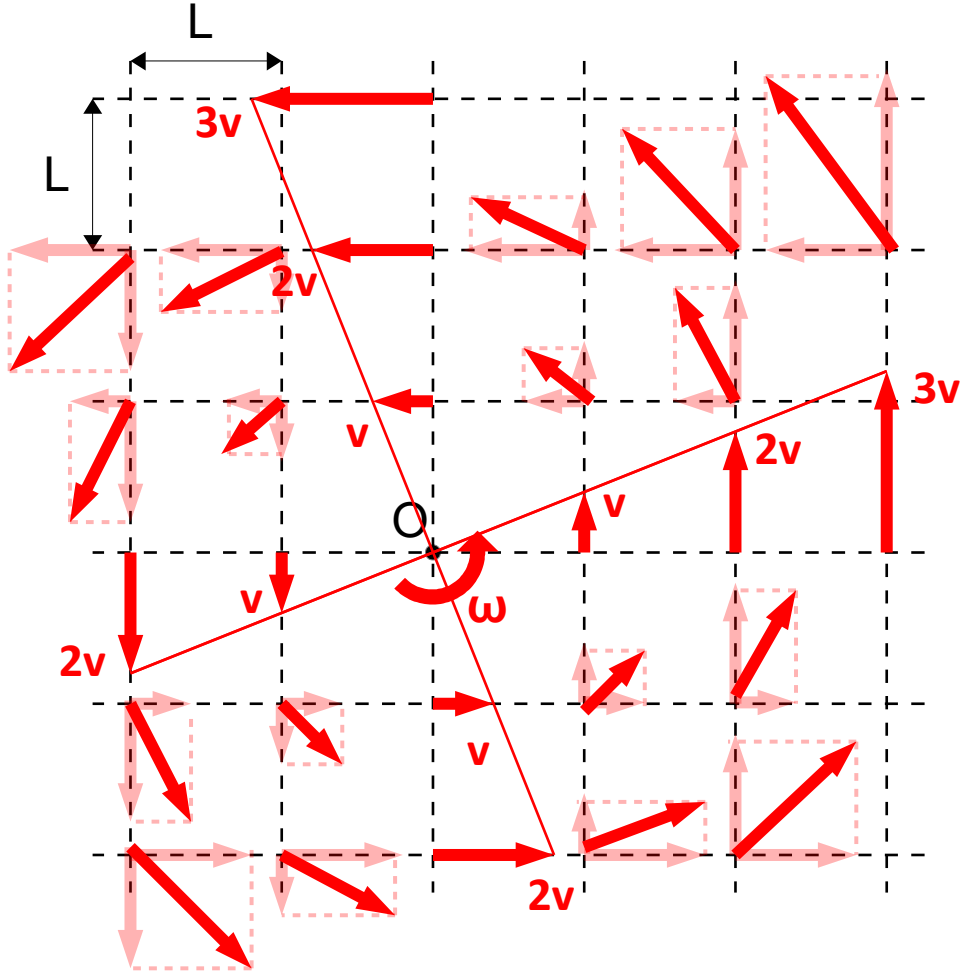
## KROK 2 – WYZNACZENIE ROZKŁADU PRĘDKOŚCI



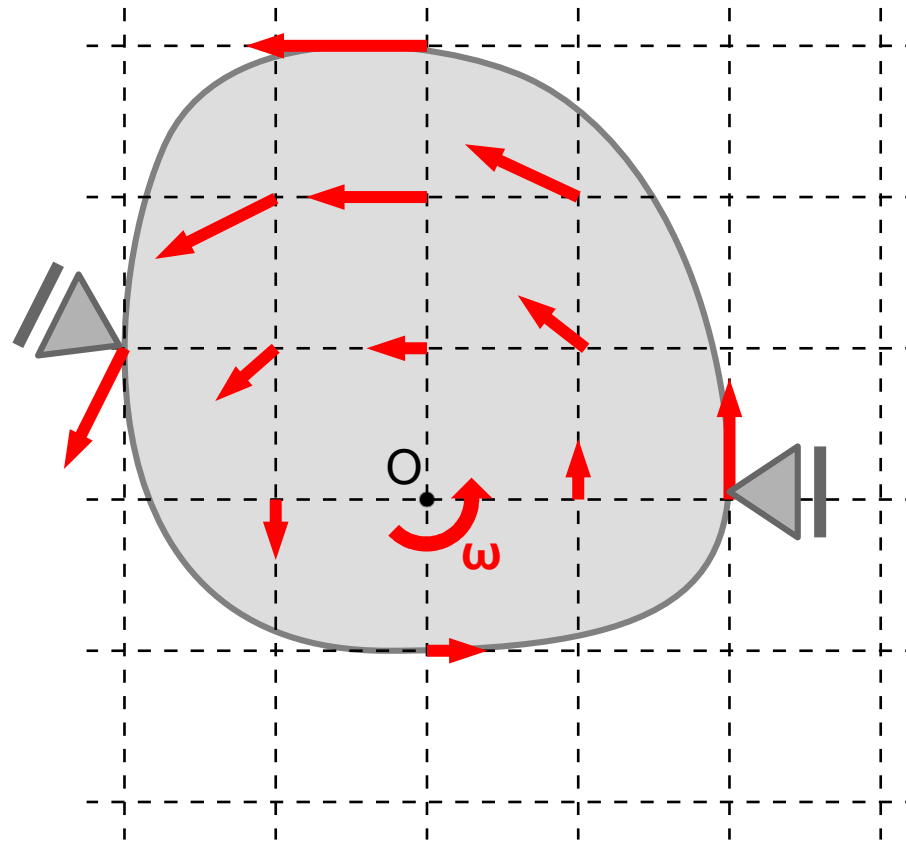
Rzuty wektorów prędkości punktów bryły sztywnej na prostą łączącą te punkty są takie same.

- „prędkości pionowe przesuwamy w pionie”
- „prędkości poziome przesuwamy w poziomie”

KROK 2 – WYZNACZENIE ROZKŁADU PRĘDKOŚCI

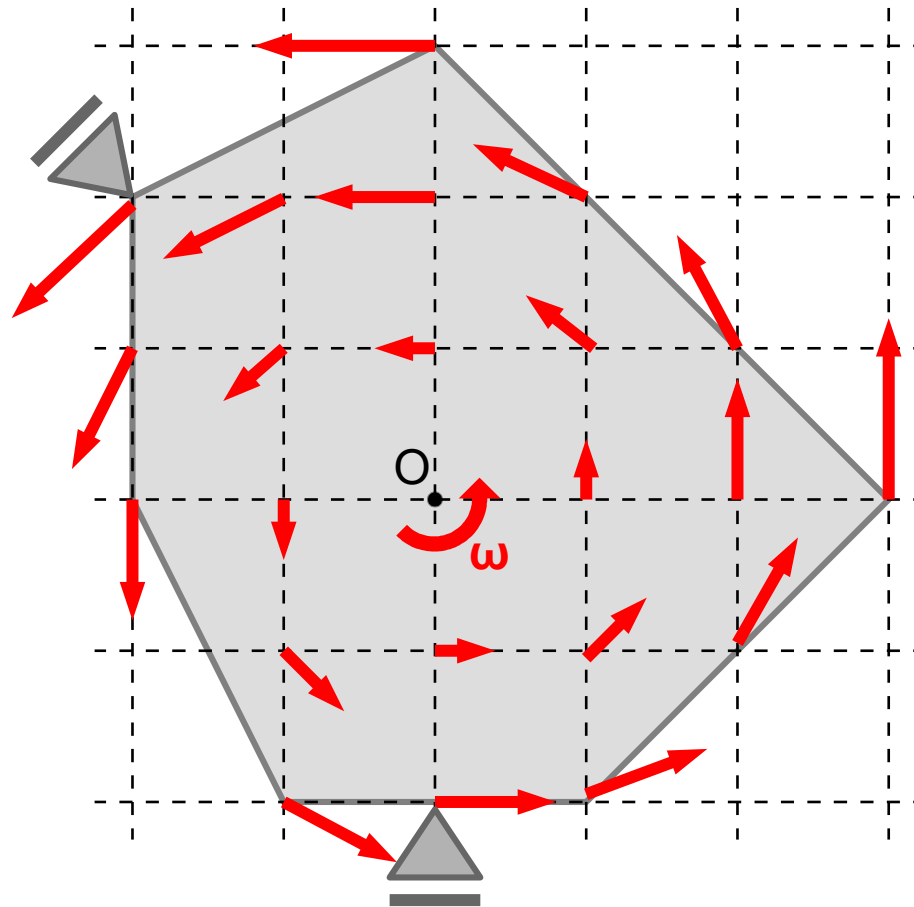


## KROK 2 – WYZNACZENIE ROZKŁADU PRĘDKOŚCI



Rozkład prędkości w bryle sztywnej jest jednoznacznie określony przez położenie chwilowego środka obrotu, które wynika z przyłożonych podpór i nie zależy od kształtu bryły.

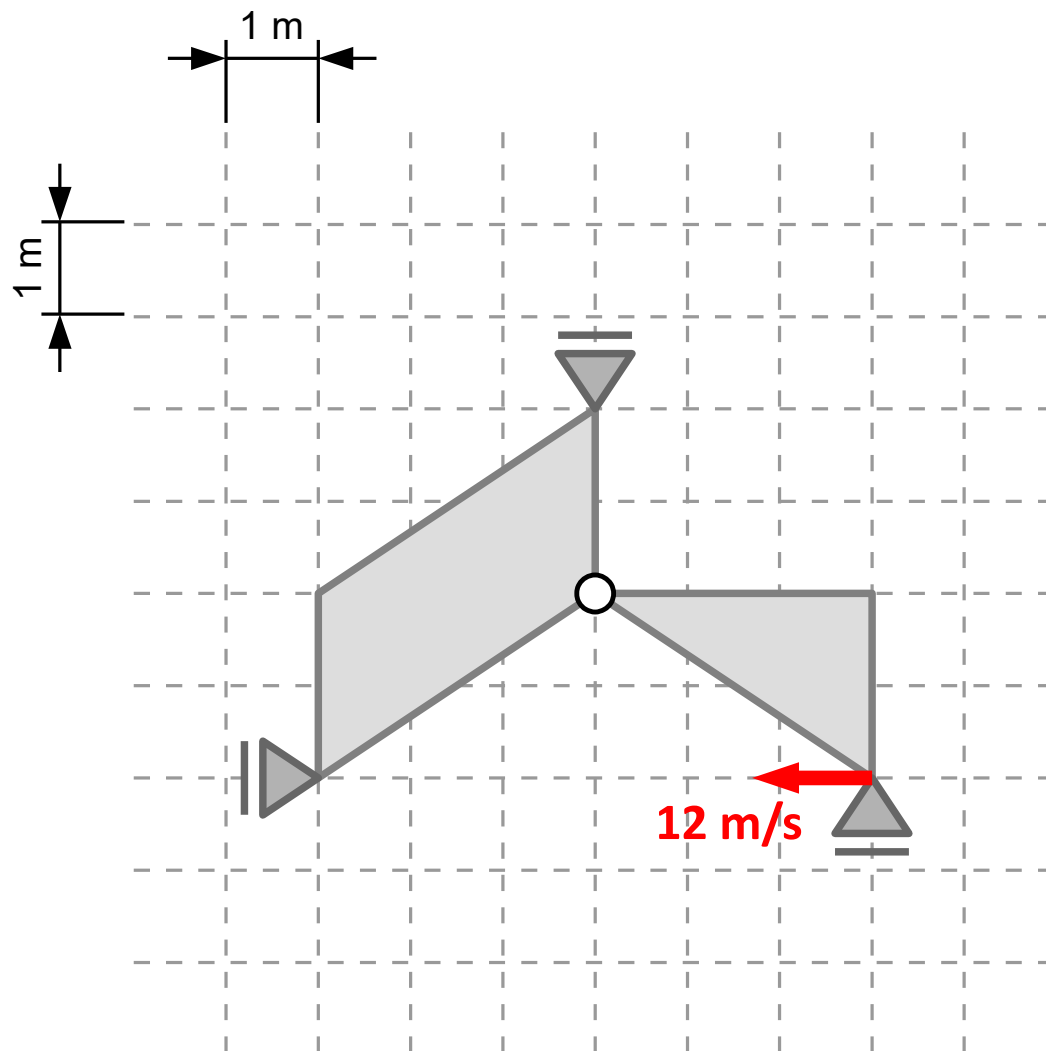
## KROK 2 – WYZNACZENIE ROZKŁADU PRĘDKOŚCI



Rozkład prędkości w bryle sztywnej jest jednoznacznie określony przez położenie chwilowego środka obrotu, które wynika z przyłożonych podpór i nie zależy od kształtu bryły.

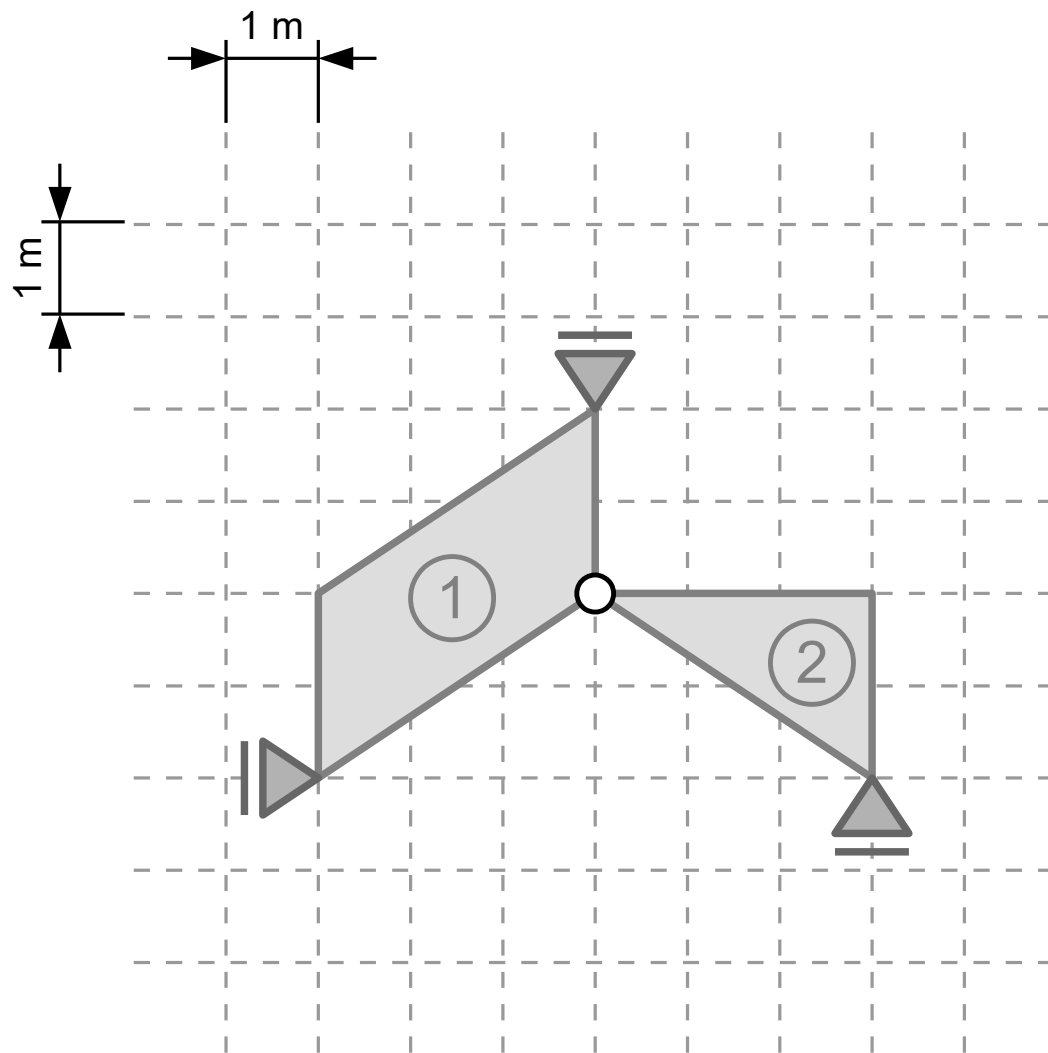


PRZYKŁAD 1



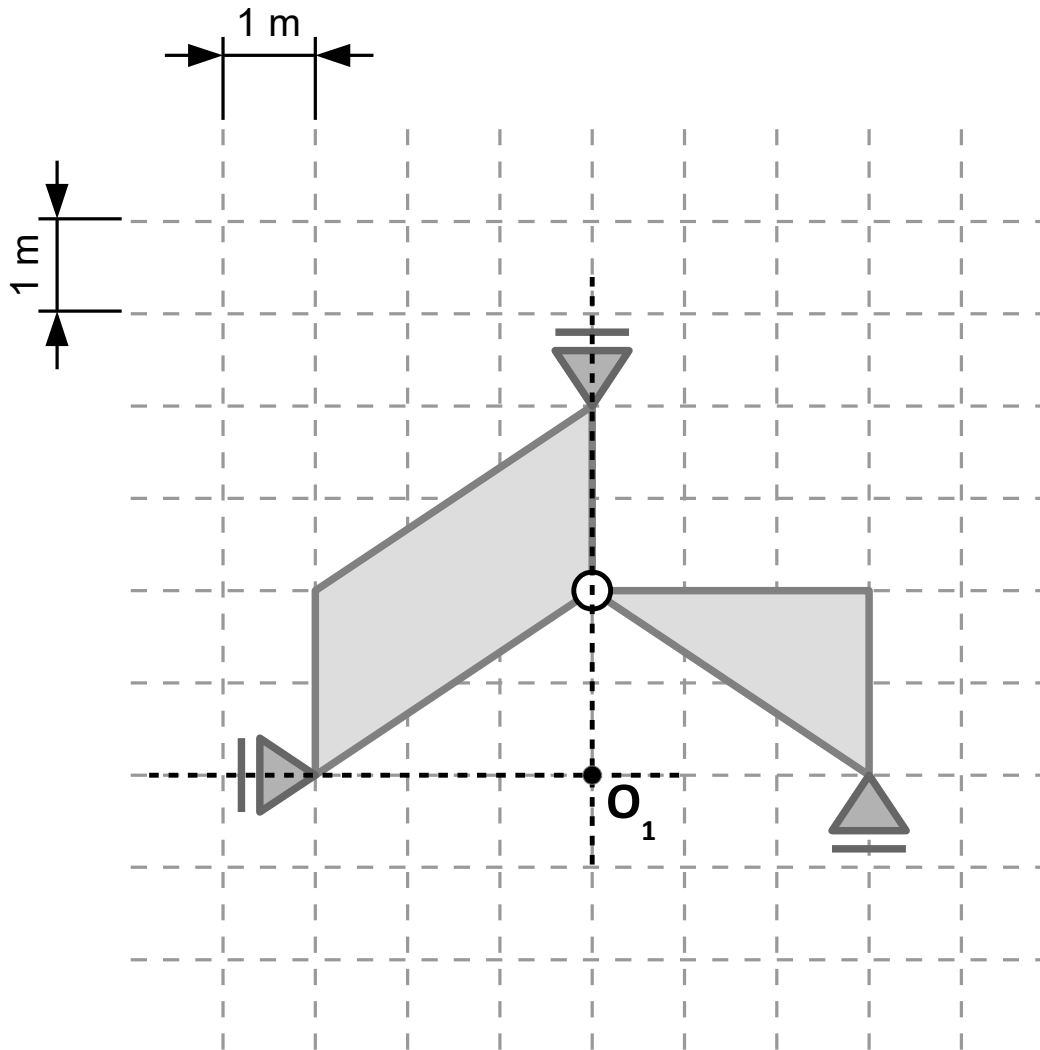
Wyznaczyć rozkład prędkości w danym układzie mechanicznym.

PRZYKŁAD 1



Zaczynamy od bryły 1, ponieważ ma przyłożone 2 więzi.

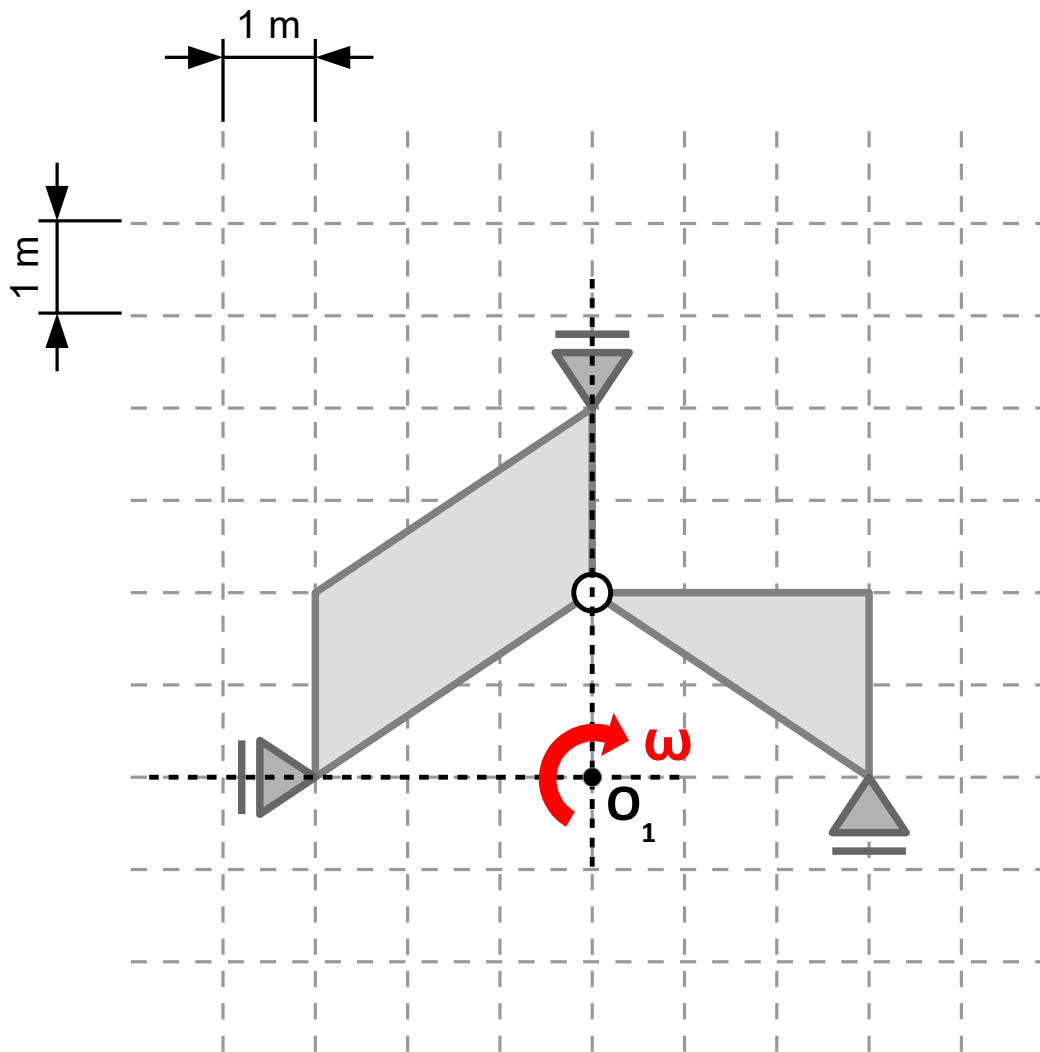
PRZYKŁAD 1



Chwilowy środek obrotu wyznaczamy w punkcie przecięcia się prostych prostopadłych do kierunków prędkości.

Kierunki prędkości określone są jako kierunki dopuszczalne na podporach.

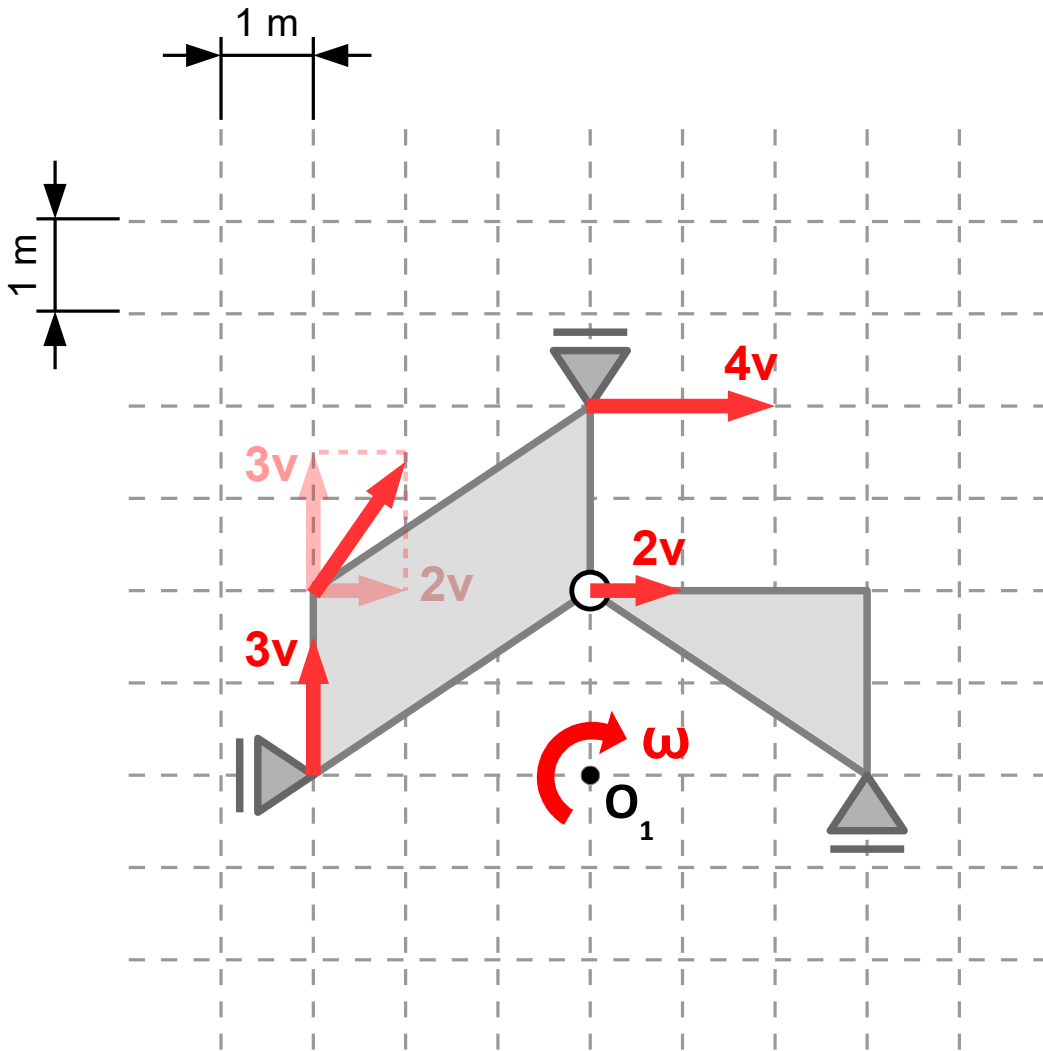
PRZYKŁAD 1



Zwrot i wielkość prędkości kątowej pierwszej bryły wybieram dowolnie.

$$\omega = \frac{v}{1 \text{ m}}$$

PRZYKŁAD 1

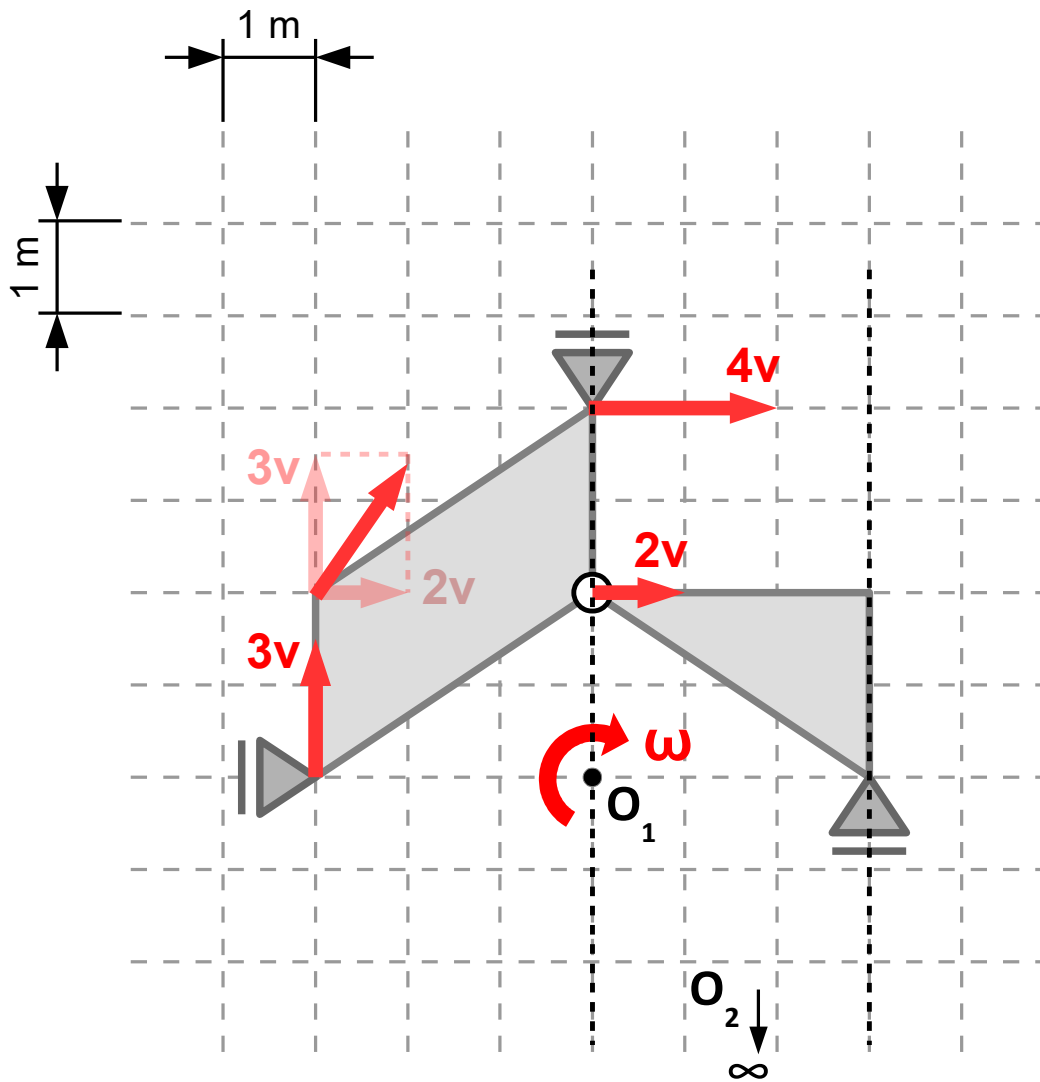


Wyznaczamy rozkład prędkości

$$\omega = \frac{v}{1 \text{ m}}$$

$$v = \omega r$$

PRZYKŁAD 1



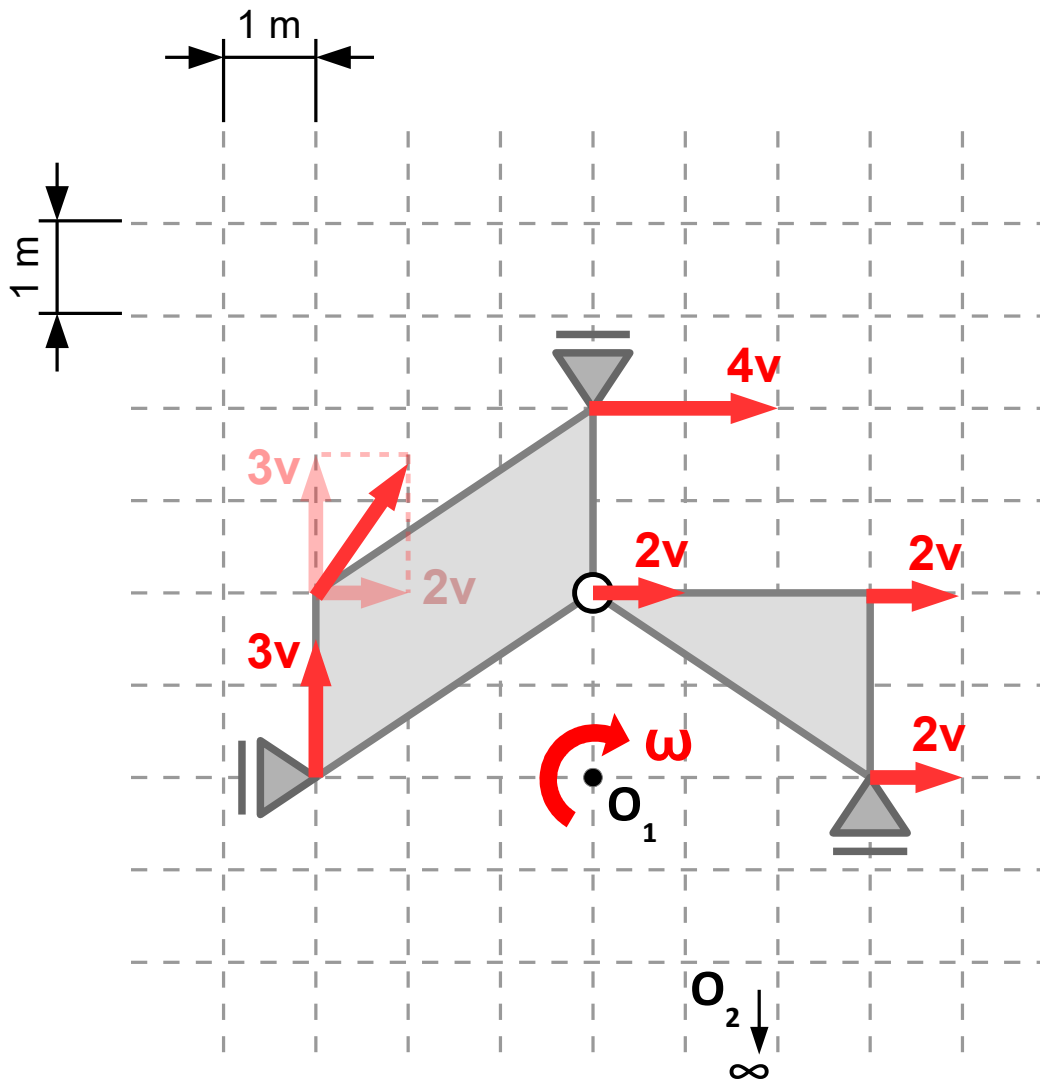
Chwilowy środek obrotu dla drugiej bryły wyznaczamy w punkcie przecięcia się prostych prostopadłych do kierunków prędkości.

Jeden z tych kierunków jest już określony – jest to prędkość w przegubie, który jest punktem wspólnym bryły 1 i bryły 2.

Drugi kierunek określony jest jako kierunek dopuszczalny na podporze.

Proste te są równoległe. Chwilowy środek obrotu bryły 2 jest punktem niewłaściwym w nieskończoności

PRZYKŁAD 1

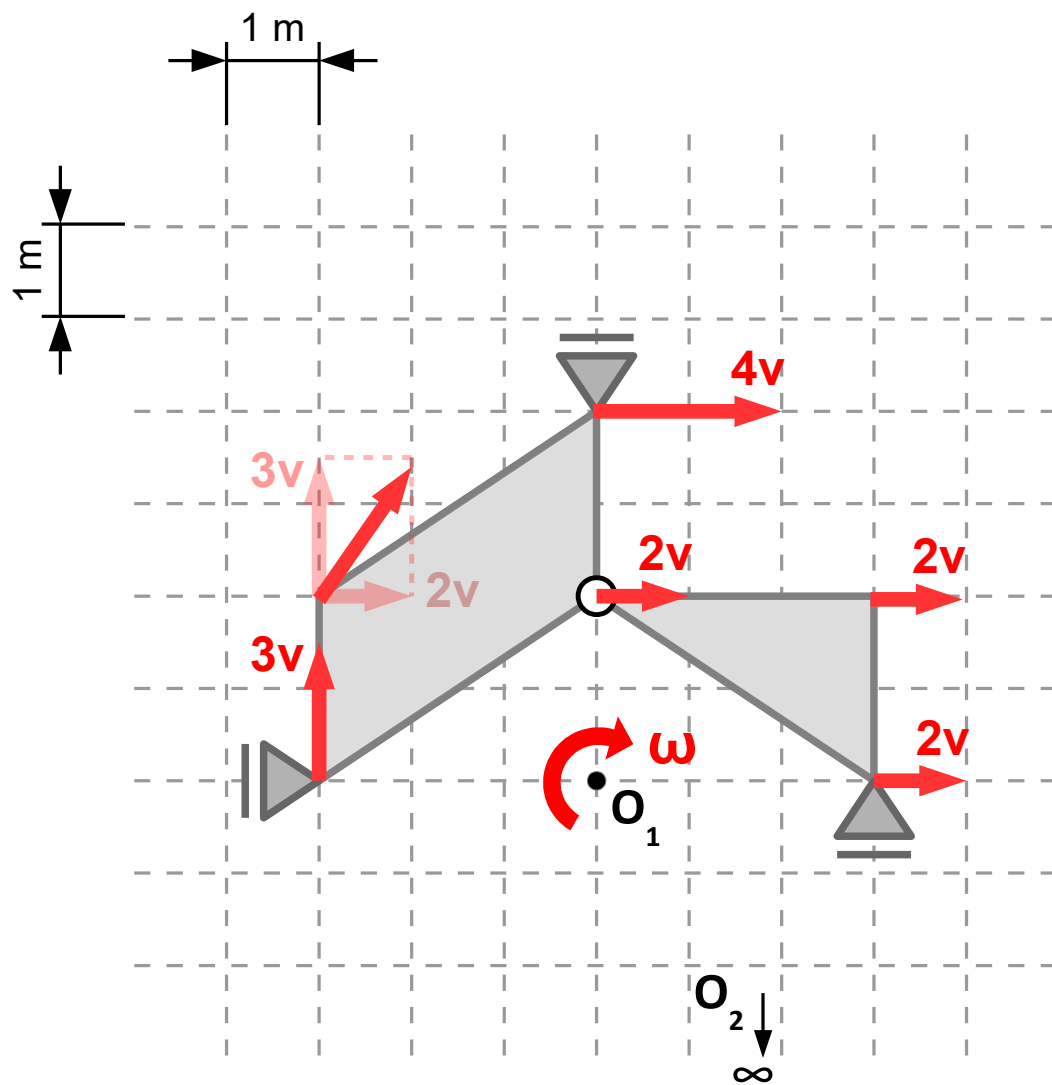


Bryła podlegająca translacji (przesunięciu równoległemu) ma stały rozkład prędkości. Wszystkie punkty bryły mają taki sam wektor prędkości

Rozkład prędkości w bryle 2 nie może być założony z góry, ale musi wynikać z założonego ruchu bryły 1.

Skoro przegub porusza się z prędkością  $2v$  w prawo i jest punktem bryły podlegającej translacji, to wszystkie punkty tej bryły muszą mieć taką samą prędkość.

PRZYKŁAD 1



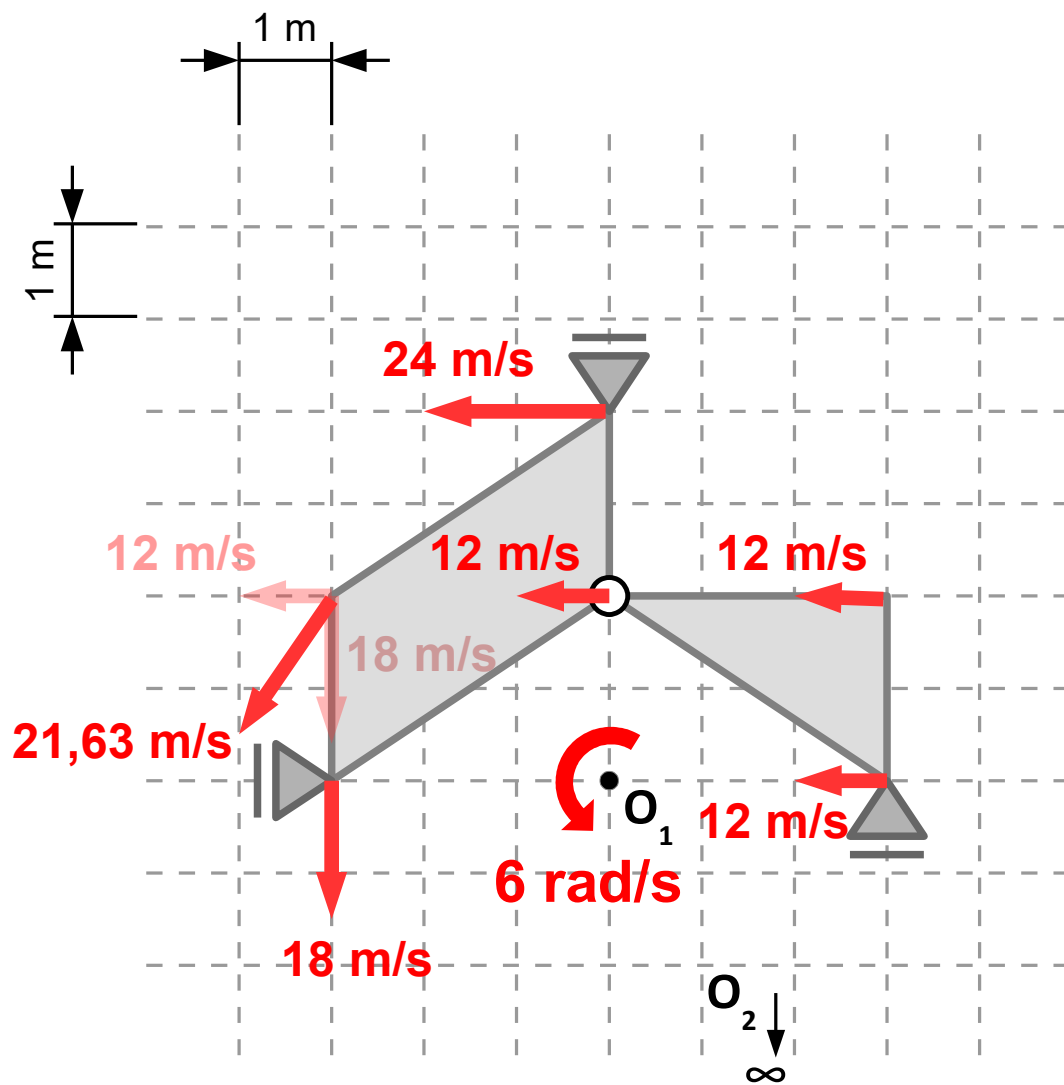
W treści zadania powiedziane było, że punkt na podporze w bryle 2 porusza się w lewo z prędkością 12 m/s. To znaczy, że:

$$2v = -12 \text{ m/s}$$

$$v = -6 \text{ m/s}$$



PRZYKŁAD 1



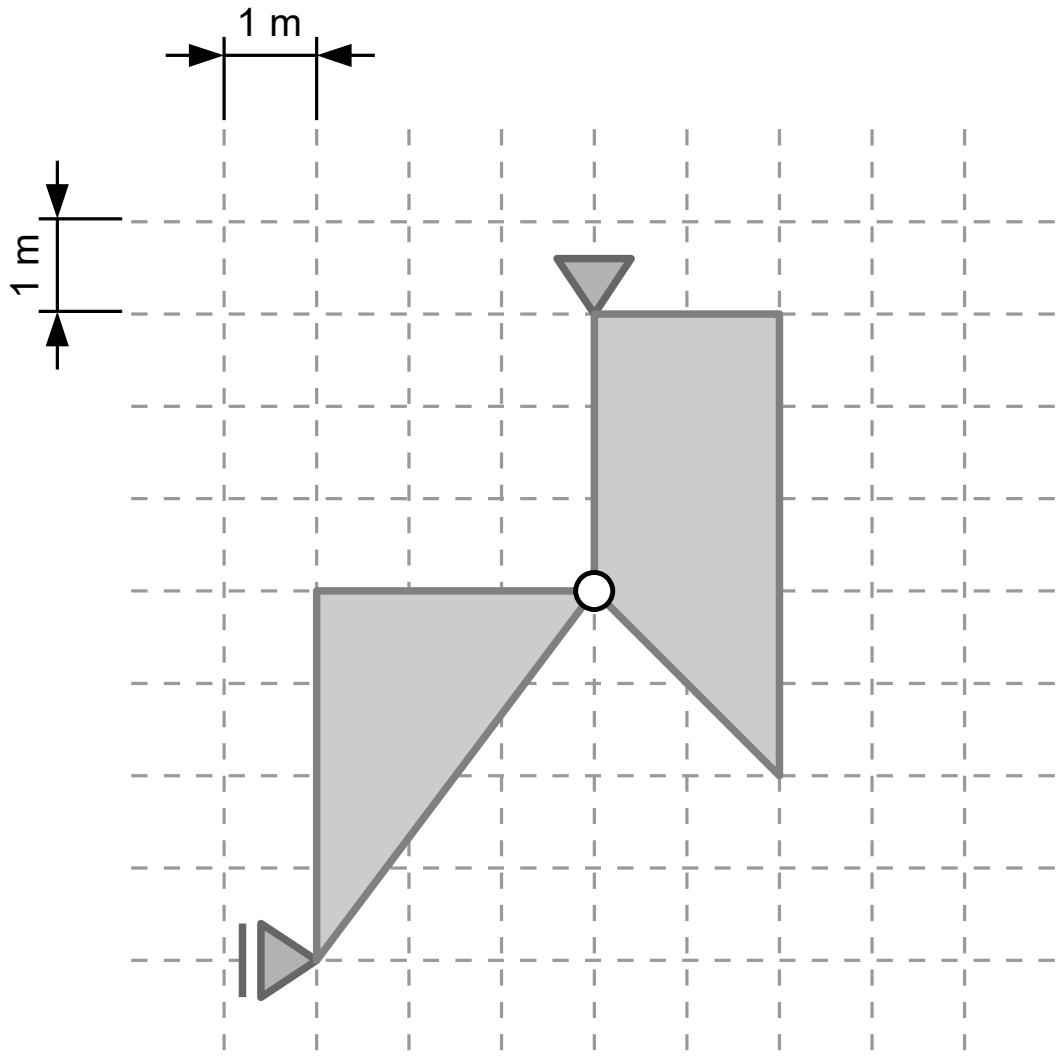
W treści zadania powiedziane było, że punkt na podporze w bryle 2 porusza się w lewo z prędkością 12 m/s. To znaczy, że:

$$2v = -12 \text{ m/s}$$

$$v = -6 \text{ m/s}$$

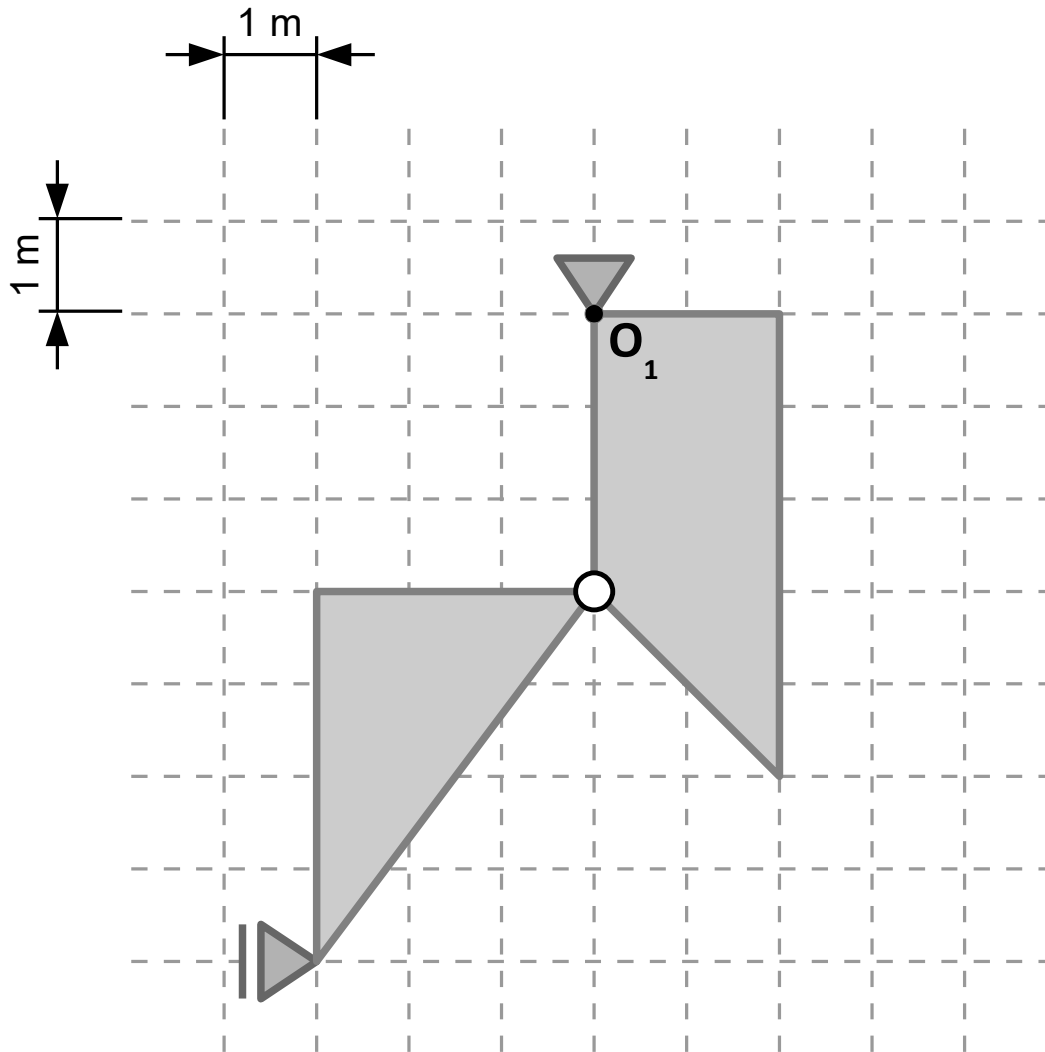
Rzeczywisty zwrot prędkości okazuje się przeciwny od założonego na początku.

PRZYKŁAD 2



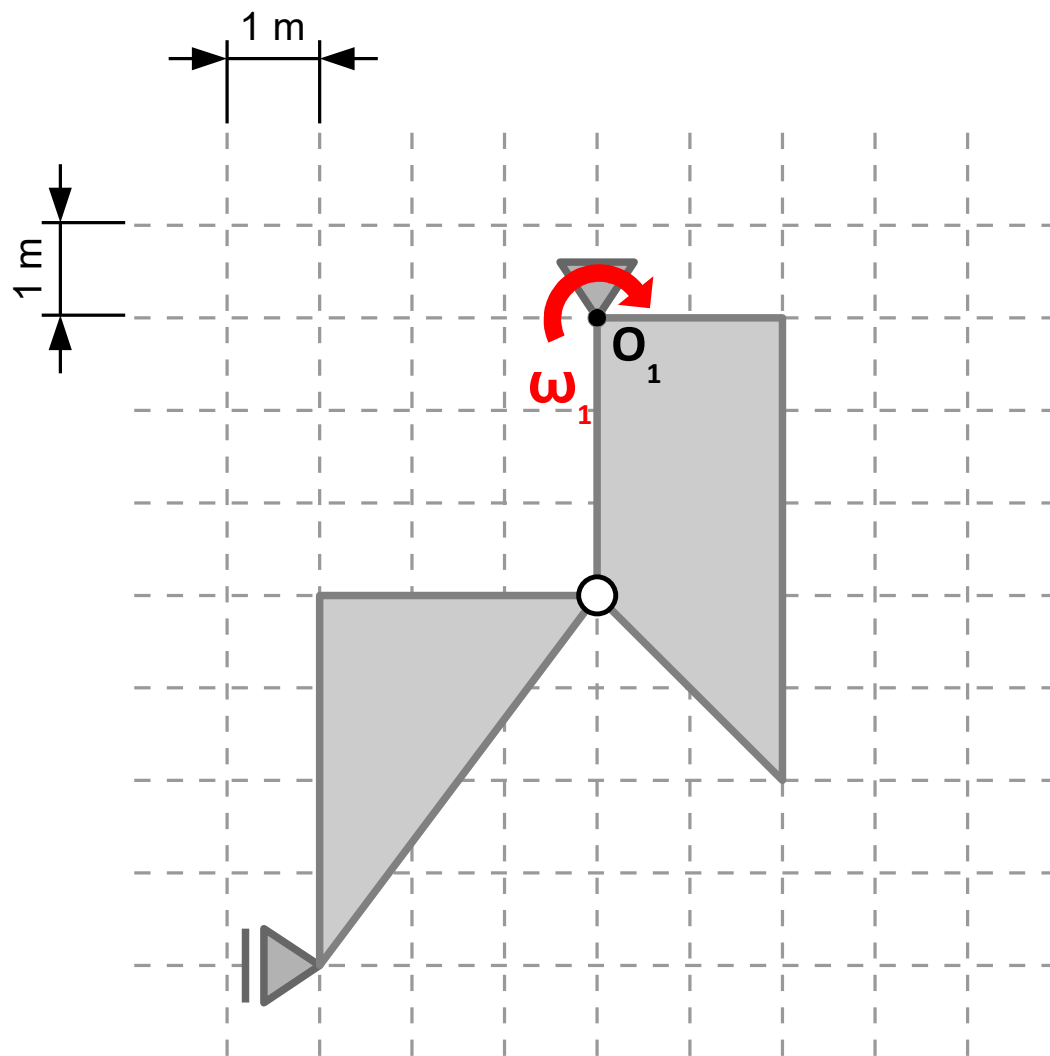
Wyznaczyć rozkład prędkości w danym układzie mechanicznym.

PRZYKŁAD 2



Zaczynamy od bryły podpartej podporą przegubową nieprzesuwną. Jest to punkt nieruchomy, zatem, jeśli bryła w ogóle może się poruszać, to punkt ten musi być chwilowym środkiem obrotu.

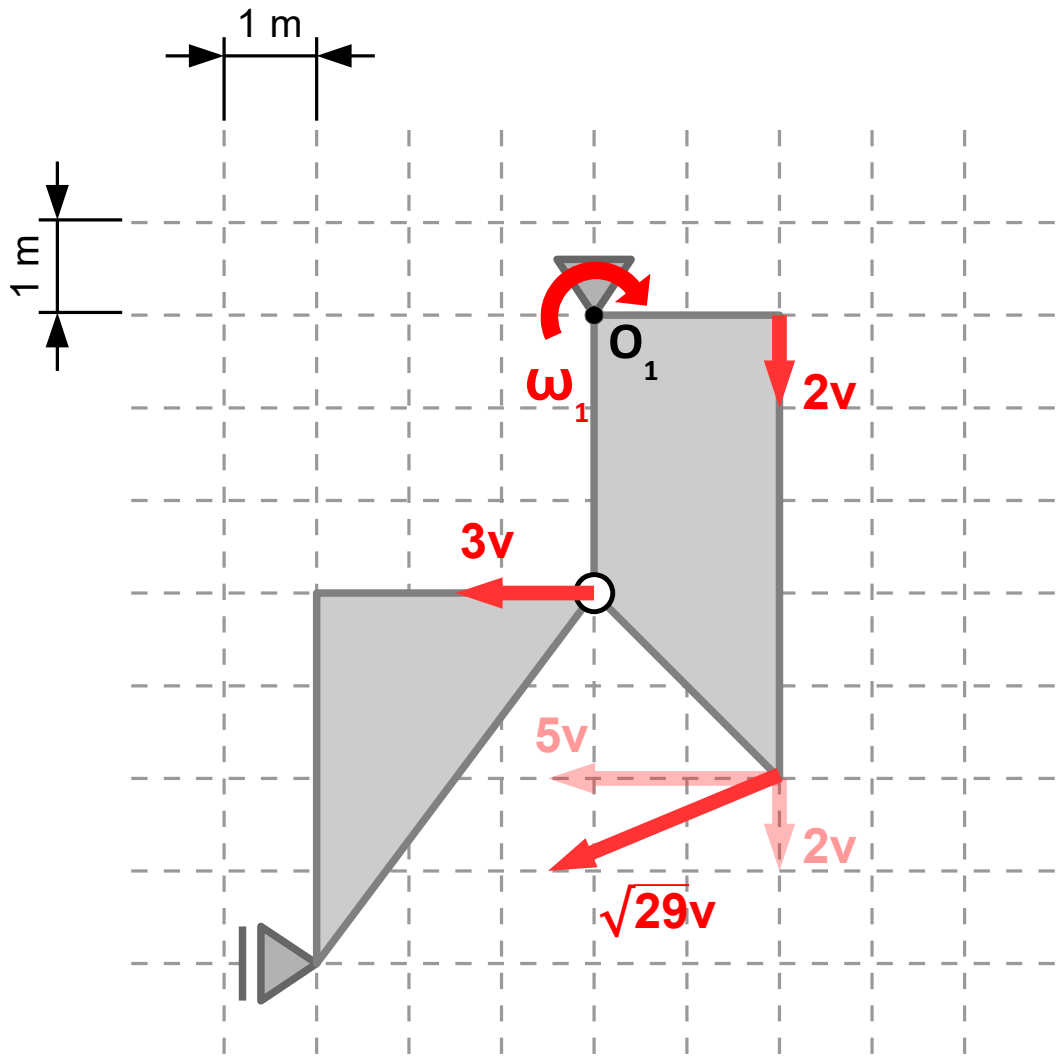
PRZYKŁAD 2



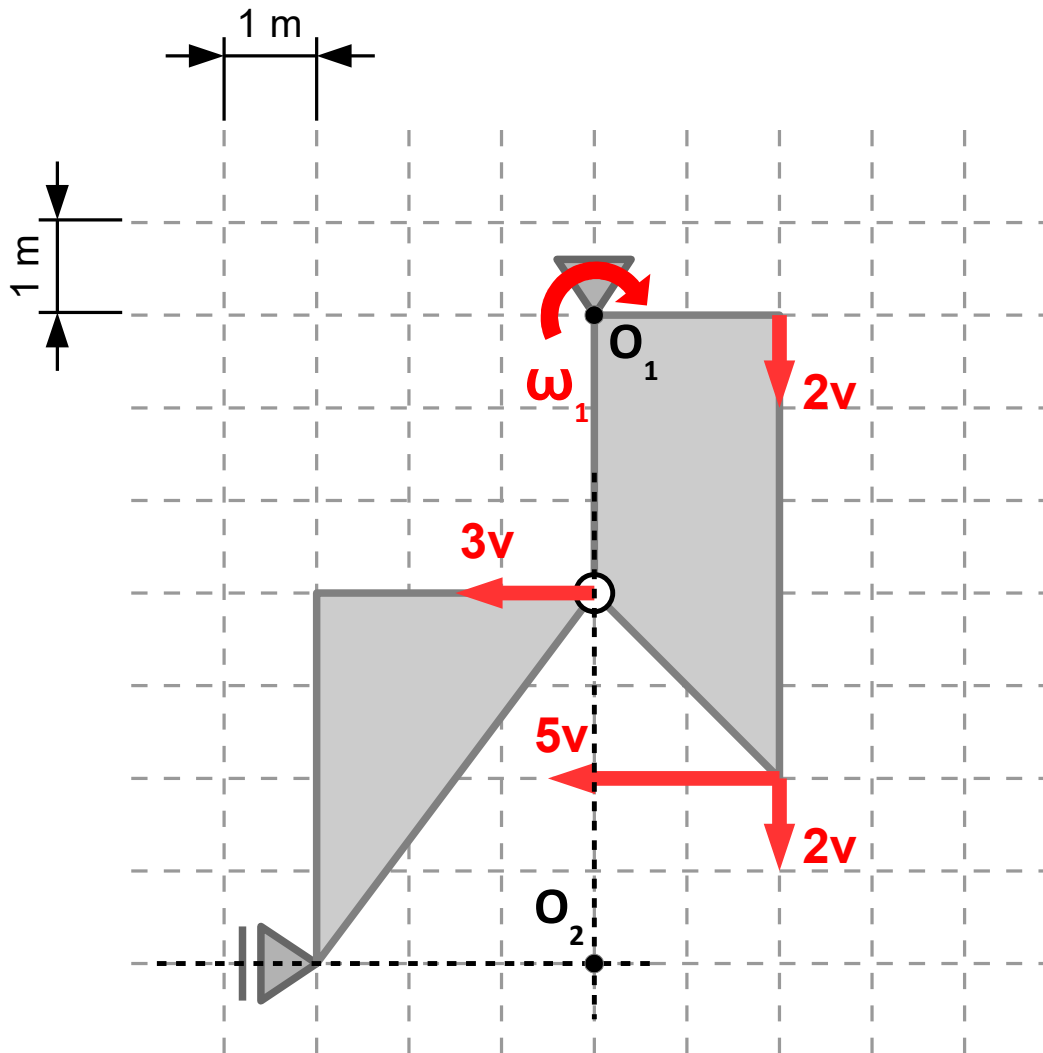
Zwrot i wielkość prędkości kątowej bryły 1 zakładamy w sposób dowolny.

PRZYKŁAD 2

Wyznaczamy rozkład prędkości dla bryły 1.



PRZYKŁAD 2

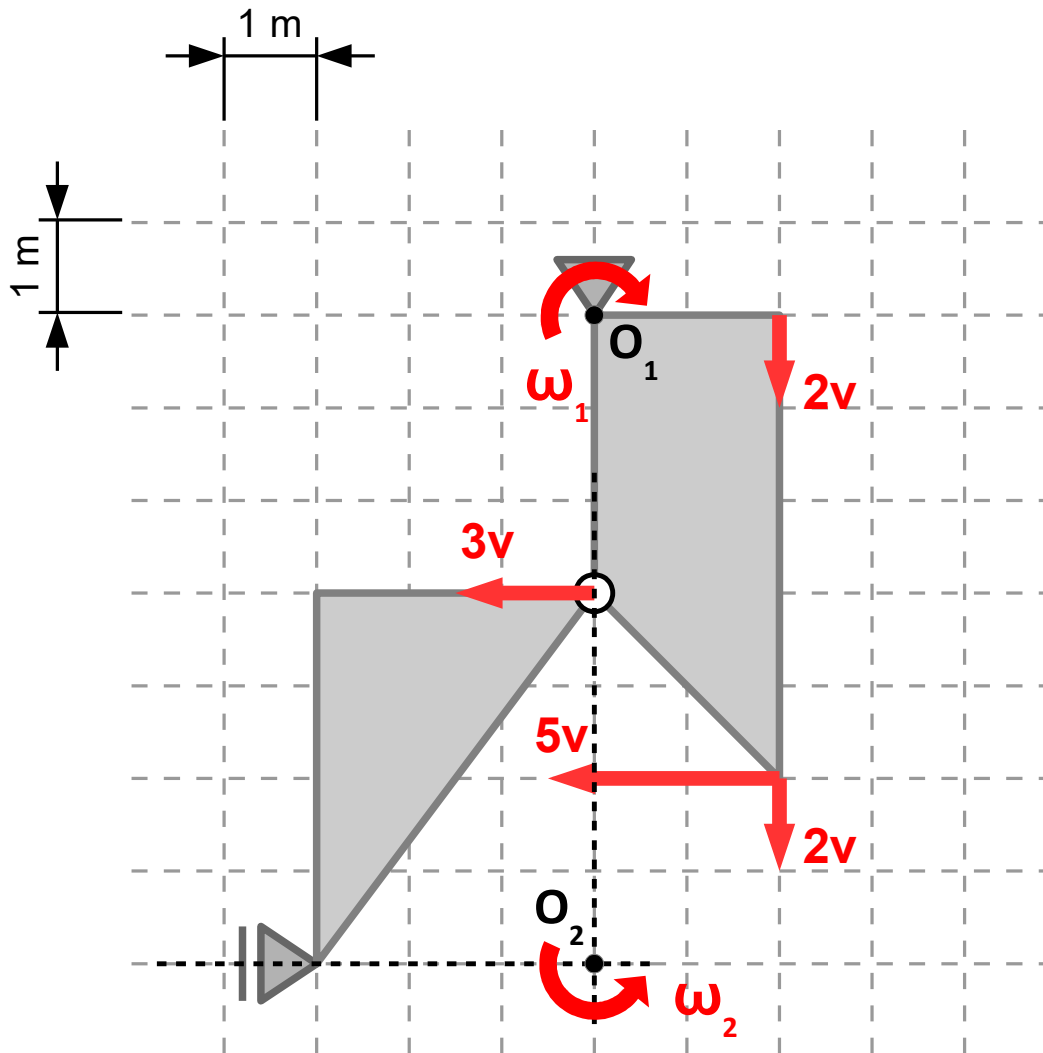


Chwilowy środek obrotu dla drugiej bryły wyznaczamy w punkcie przecięcia się prostych prostopadłych do kierunków prędkości.

Jeden z tych kierunków jest już określony – jest to prędkość w przegubie, który jest punktem wspólnym bryły 1 i bryły 2.

Drugi kierunek określony jest jako kierunek dopuszczalny na podporze.

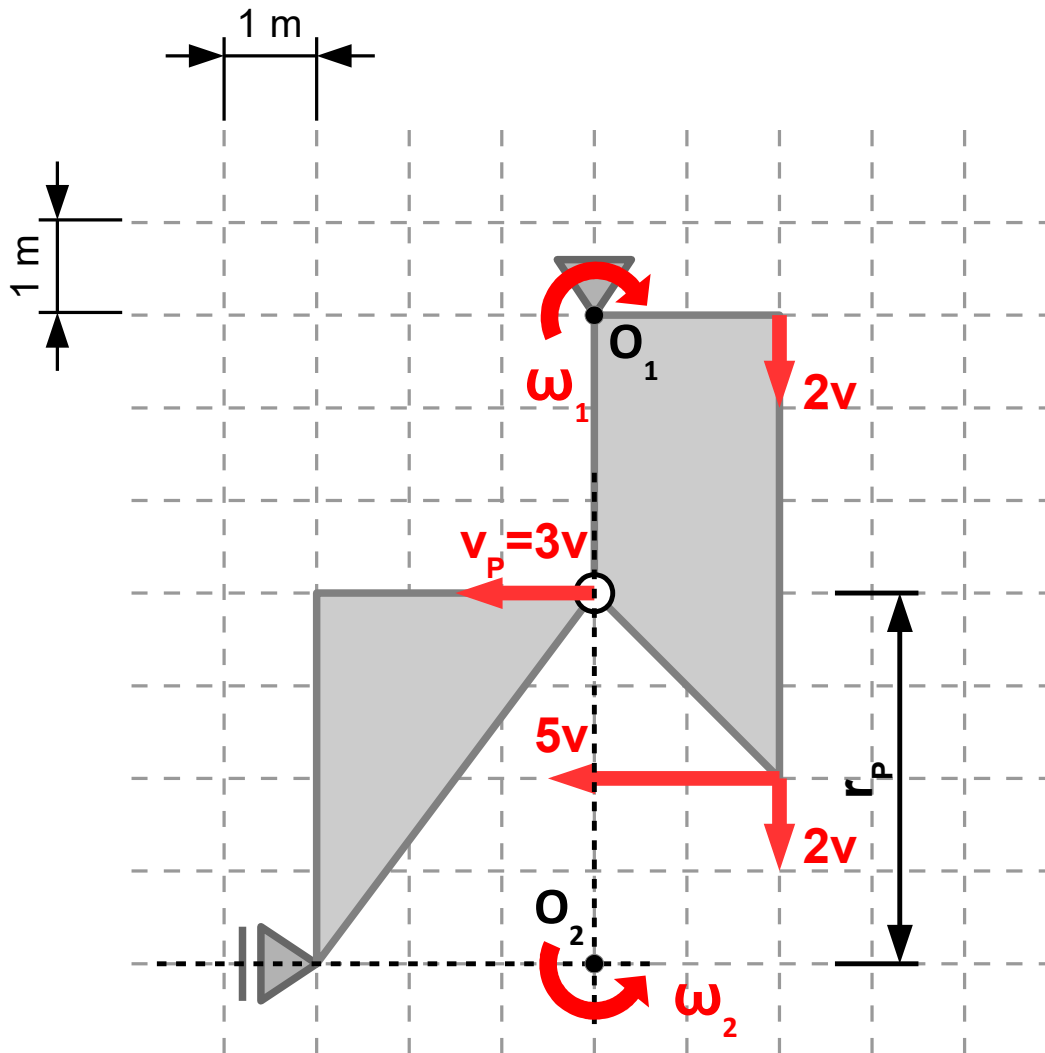
PRZYKŁAD 2



Zwrot i wielkość prędkości kątowej dla bryły 2 nie może być wybrany dowolnie, ale musi wynikać z założonego ruchu bryły 1.

Skoro przegub znajduje się powyżej  $O_2$  i porusza się w lewo, to bryła obracać się będzie przeciwnie do ruchu wskazówek zegara.

PRZYKŁAD 2



Wielkość prędkości kątowej bryły 2 wyznaczamy z zależności:

$$\omega_2 = \frac{v_P}{r_P} = \frac{3v}{4m}$$



PRZYKŁAD 2

Wyznaczamy rozkład prędkości dla bryły 2.

