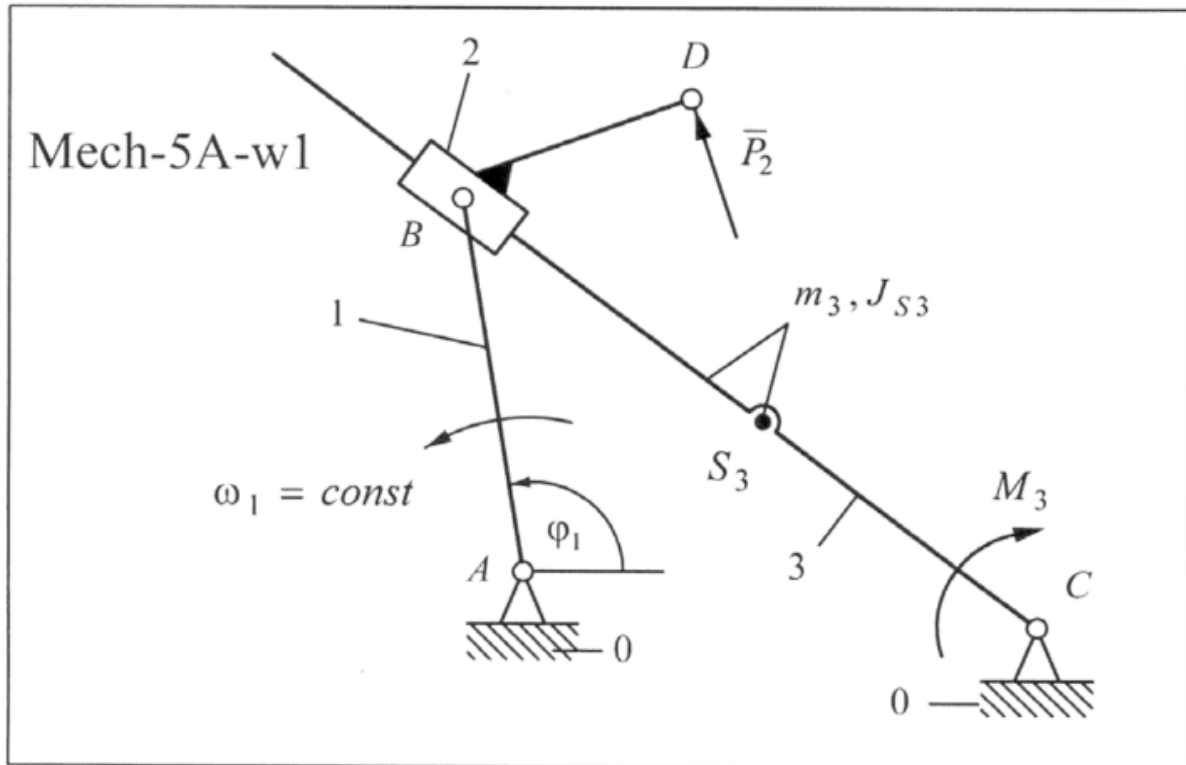


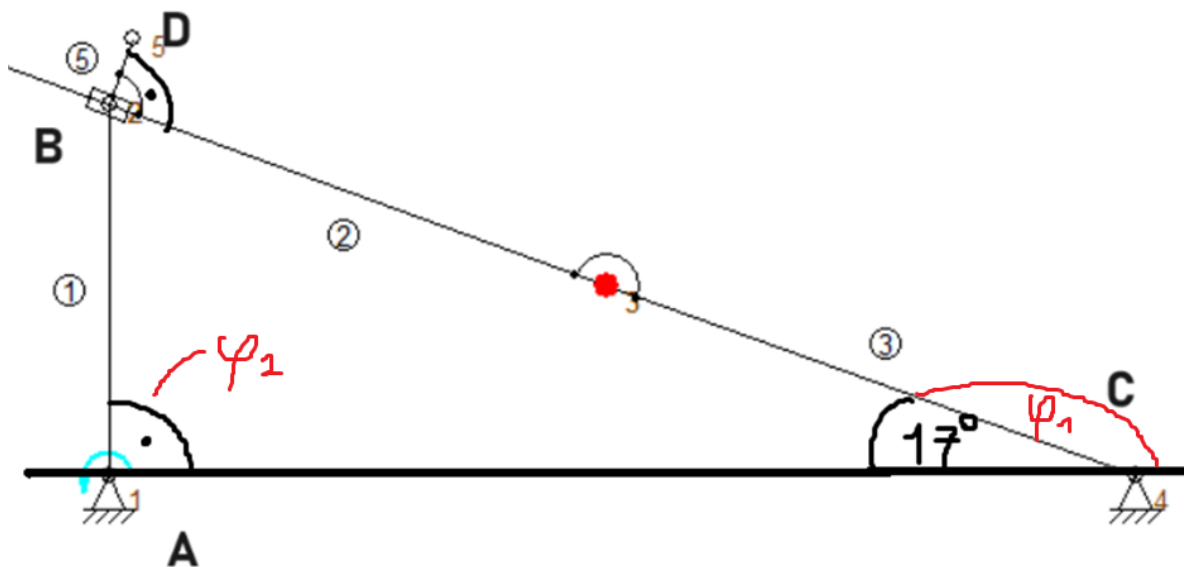
Projekt

Teoria maszyn i mechanizmów

$$\underline{0} \xrightarrow{O} \underline{1(p)} \left(\underline{O} \xrightarrow{2(z)} \underline{P} \xrightarrow{3(p)} \underline{O_p} \xrightarrow{0} \right)$$



1. Schemat mechanizmu z wymiarami i rozmieszczeniem członów



Znane oraz dobrane wymiary:

$$|AB| = 0,258\text{m}$$

$$|AC| = 0,714\text{m}$$

$$|BC| = 0,76\text{m}$$

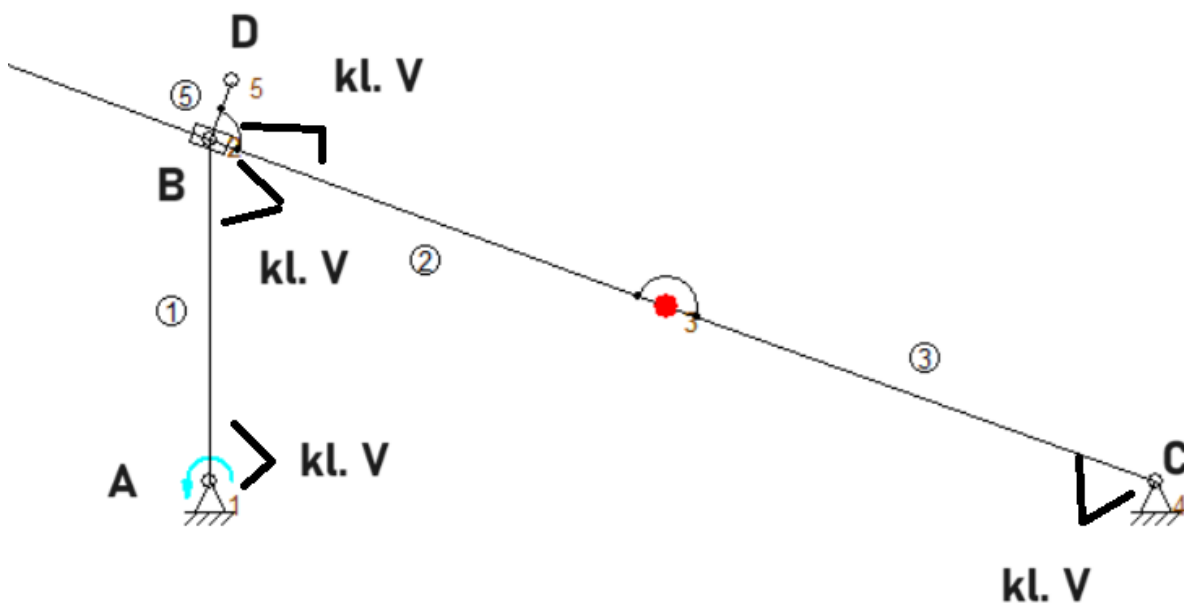
$$\varphi_1 = 163^\circ \text{ (od osi x)}$$

$$\varphi_2 = 90^\circ \text{ (od osi x)}$$

$$\omega_1 = 5 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\varepsilon_1 = 0 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

2. Określenie ruchliwości mechanizmu



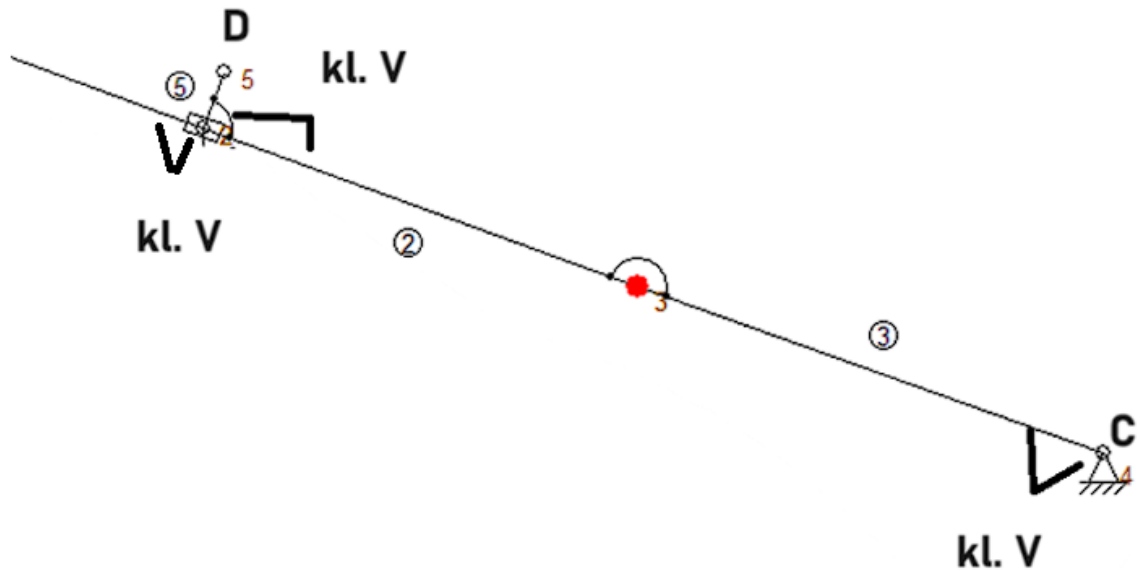
Korzystając ze wzoru

$$w = 3n - 2p_5 - p_4$$

Dostajemy następujące równanie:

$$w = 3 * 3 - 2 * 4 - 0 = 1$$

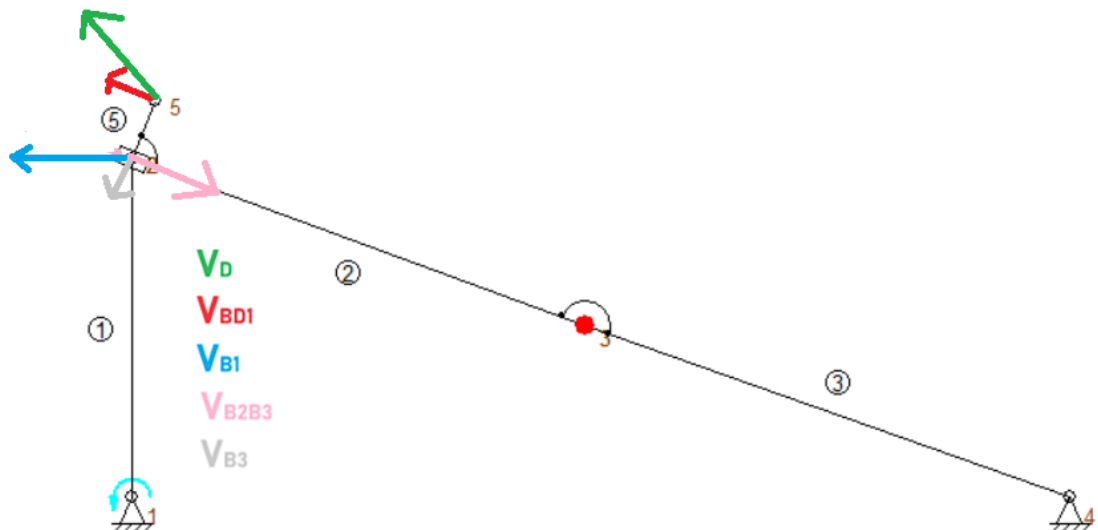
Po odłączeniu członu napędzającego od grupy strukturalnej obliczamy jej ruchliwość



$$w = 3 * 2 - 2 * 3 - 0 = 0$$

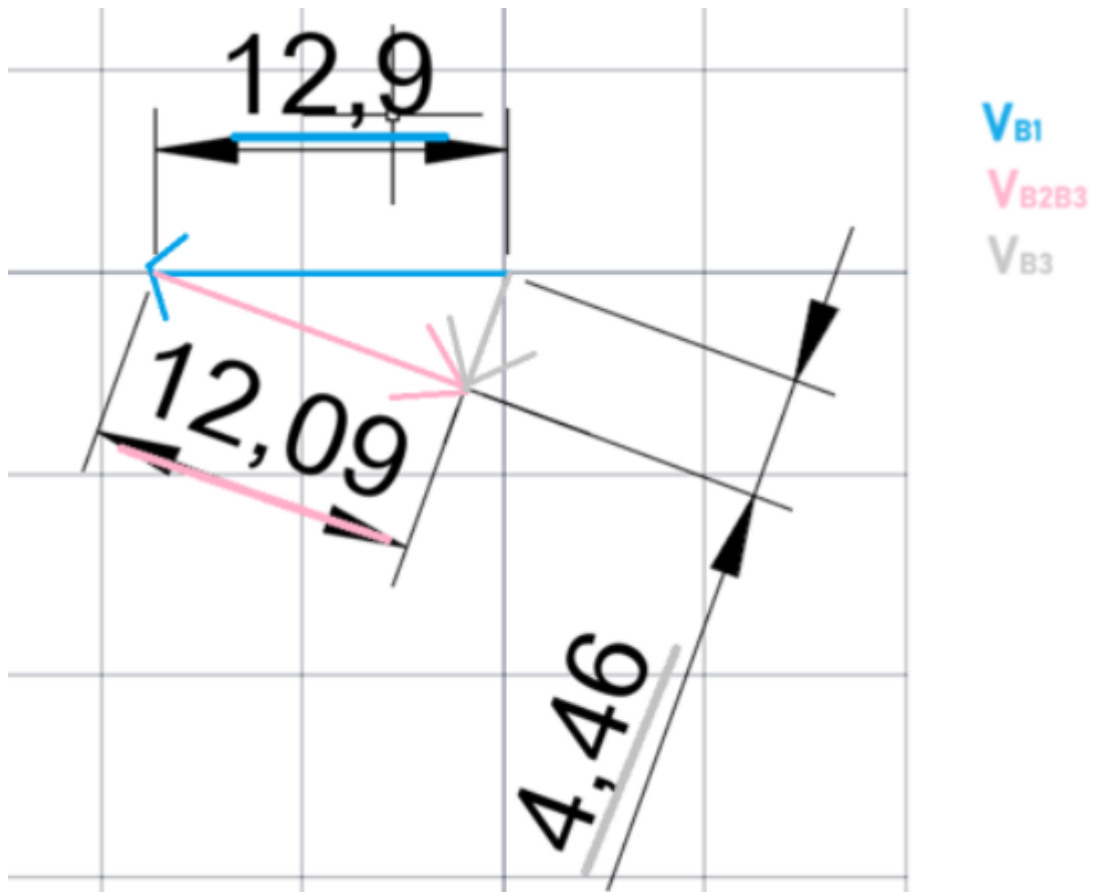
Dzięki ruchliwości równej 0 wiemy, że układ jest statycznie i dynamicznie wyznaczalny.

3. Prędkości



Przyjęta wartość $\omega_1 = 5 \frac{rad}{s}$, więc

$V_{B1} = \omega_1 * |AB| = 0,258 * 5 = 1,29 \frac{m}{s}$, przyjęto podziałkę gdzie $1m/s = 10$, na tej podstawie oraz przyjętych kątów dostaliśmy następujące wartości prędkości V_{B3} oraz V_{B2B3}



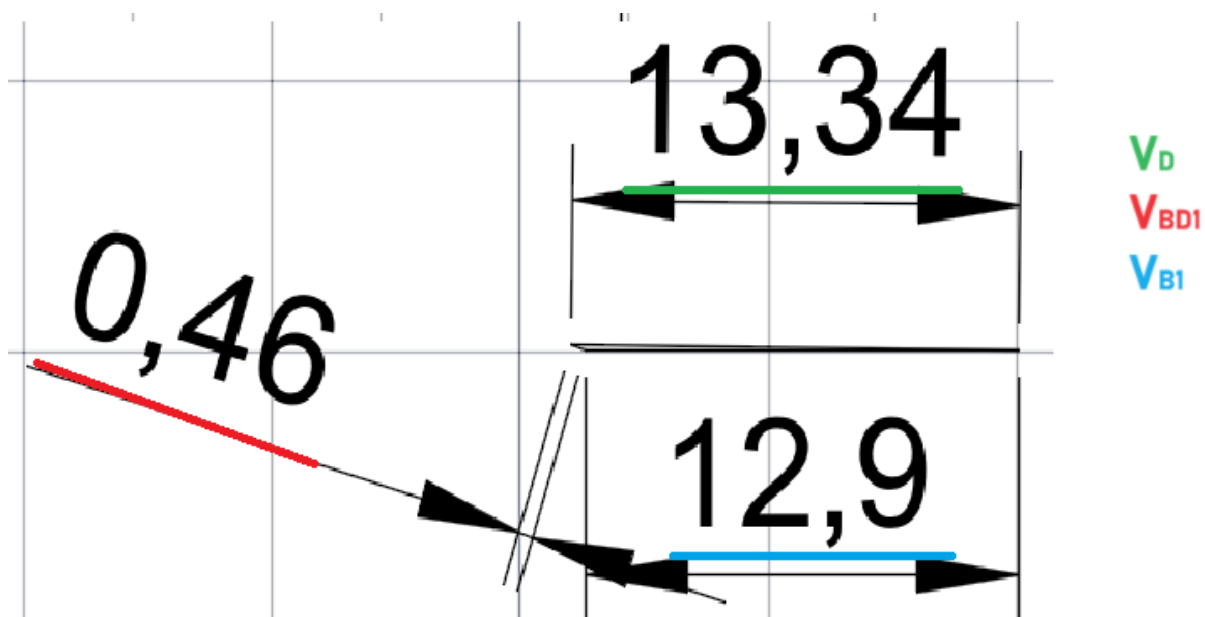
Aby obliczyć prędkość punktu D potrzebujemy obliczyć prędkość kątową punktu nr3

$$\omega_3 = \frac{v_{B3}}{|BC|} = \frac{0,746}{0,76} = 0,98 \frac{rad}{s}$$

Prędkość punktu D jest sumą wektorową prędkości v_{B3} oraz v_{BD1} , obliczając v_{BD1} oraz znając kąty otrzymamy prędkość v_D

$$v_{BD1} = \omega_3 * |DB| = 0,98 * 0,047 = 0,04606 \frac{m}{s}$$

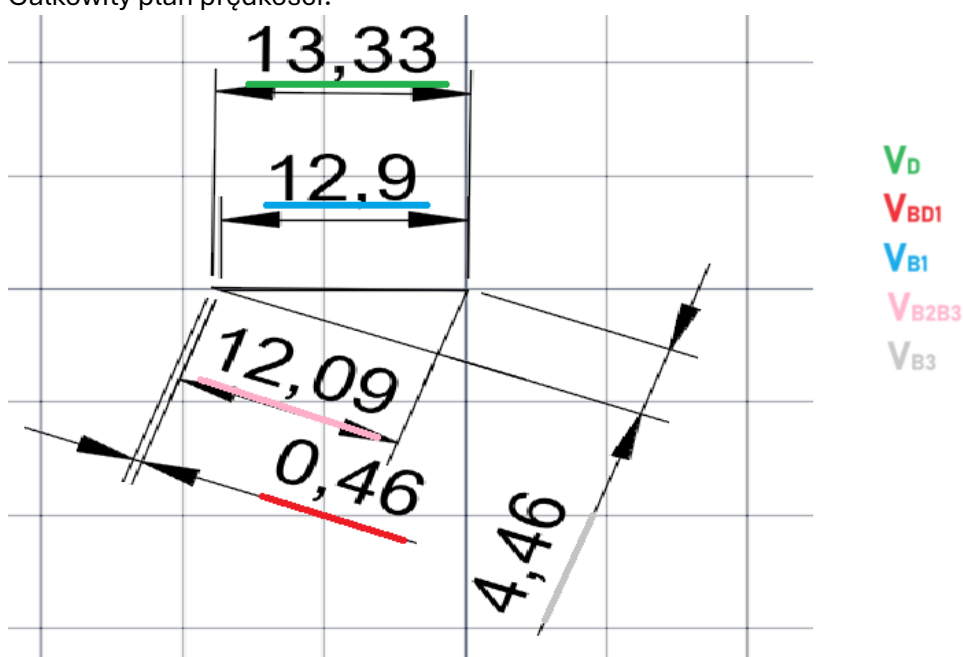
Pamiętając o podziałce dostajemy:



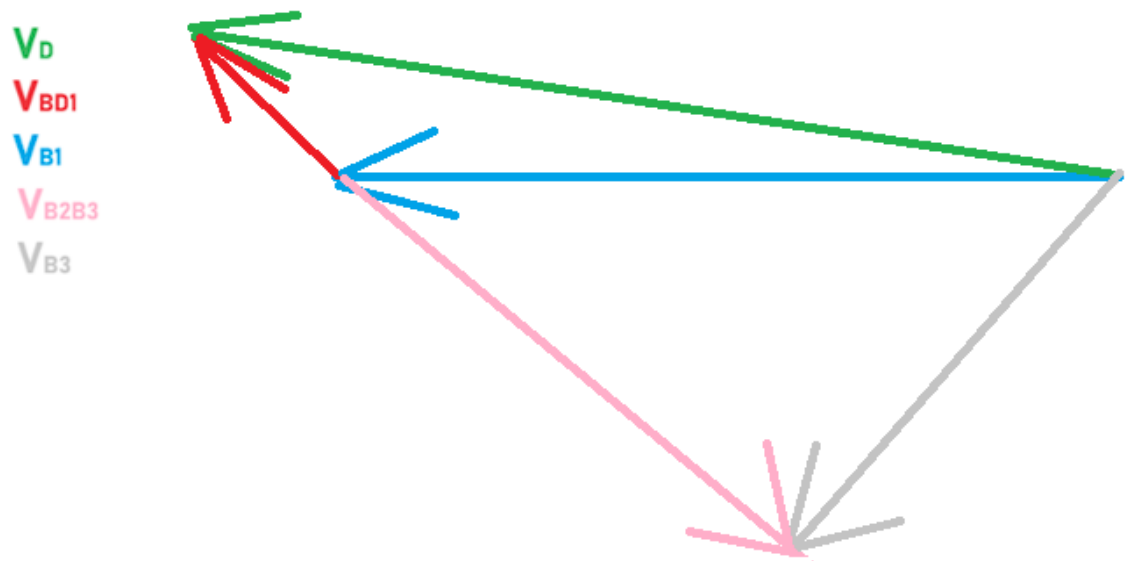
Kąt jest zbyt mały dlatego pozwoliłem dodać sobie rysunek poglądowy aby pokazać kierunki i zwroty wektorów



Całkowity plan prędkości:



Kąt jest zbyt mały dlatego pozwoliłem dodać sobie rysunek poglądowy aby pokazać kierunki i zwroty wszystkich wektorów.



Porównując do prędkości w SAM'ie

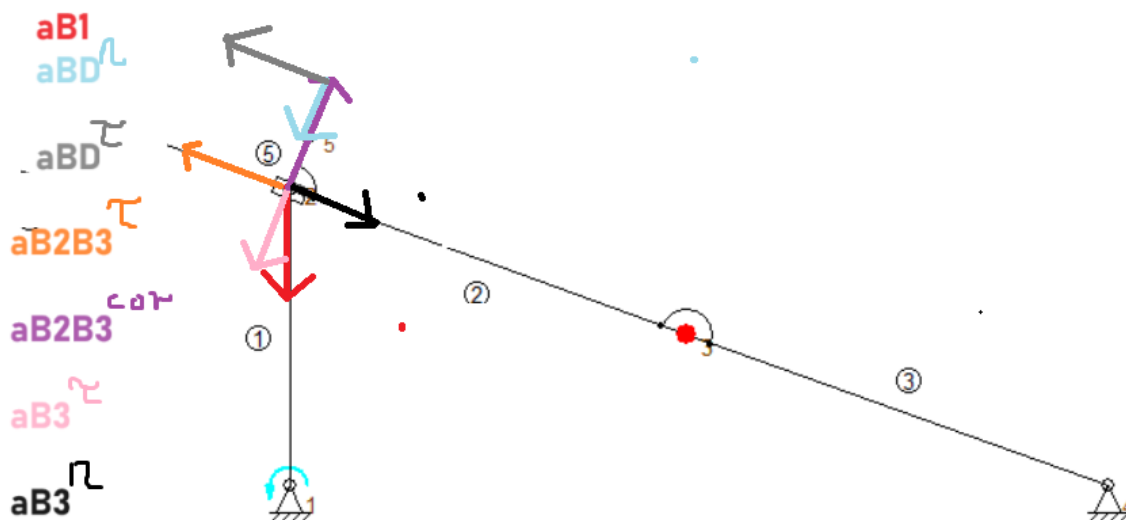
Vabs(2) [m/s]
1.288

Vabs(3) [m/s]
0.470

Vabs(5) [m/s]
1.337

Dostajemy bardzo bliskie prędkości punktu dla naszej prędkości v_{B1} (w SAM $Vabs(2)$) oraz dla prędkości v_D (w SAM $Vabs(5)$)

4. Przyspieszenia



Przyspieszenie punktu B1

Wektorowa suma przyspieszenia normalnego i stycznego jest równa wektorowi przyspieszenia punktu B1

Znając ω_1 oraz ε_1 obliczamy $a_{B1}^{\tau} = \varepsilon_1 * |AB| = 0$

$$a_{B1}^n = \omega_1^2 * |AB| = 6,45 \frac{m}{s^2}$$

Znając przyspieszenie punktu B1 łatwo odnajdziemy przyspieszenie punktu B2

$$\overline{a_{B1}} = \overline{a_{B2}} \rightarrow \overline{a_{B1}^n} = \overline{a_{B2}^n} \rightarrow \overline{a_{B1}^{\tau}} = \overline{a_{B2}^{\tau}}$$

Dzięki znajomości przyspieszeń punktu B1 oraz punktu B2 możemy znaleźć przyspieszenie punktu B3

$$\overline{a_{B3}} = \overline{a_{B3}^n} + \overline{a_{B3}^{\tau}} = \overline{a_{B2}^n} + \overline{a_{B2B3}^{\tau}} + \overline{a_{B2B3}^{cor}}$$

Wyliczając wszystko co znamy dostajemy:

$$a_{B2}^n = 6,45 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{B3}^n = \omega_3^2 * |BC| = 0,7299 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{B2B3}^{cor} = 2 * 0,98 * 1,209 = 2,36964 \frac{m}{s^2}$$

Reszta przyspieszeń odczytujemy z planu prędkości

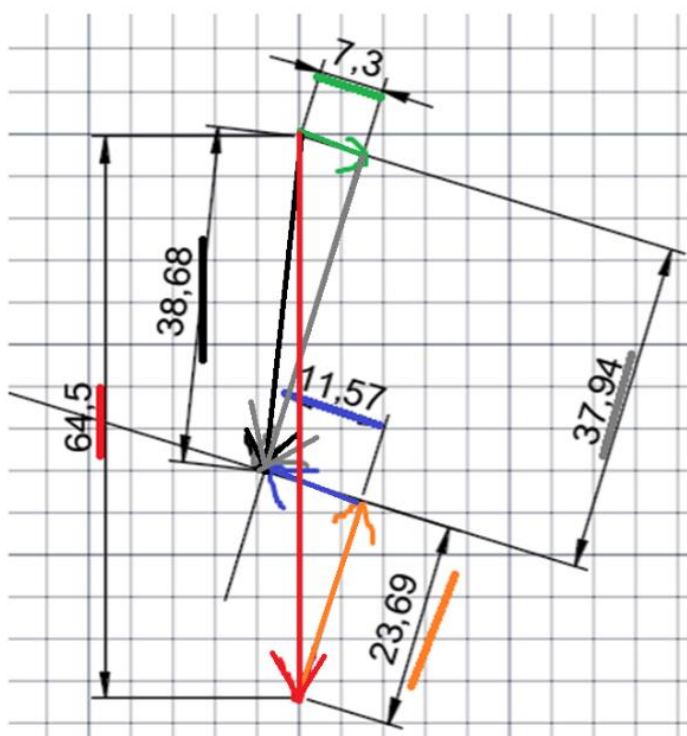
$$a_{B3}^{\tau} = 3,868 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{B3}^{\tau} = 3,794 \frac{m}{s^2}$$

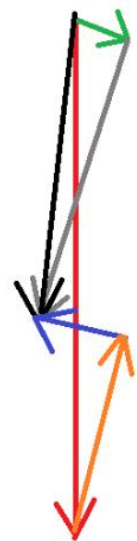
$$a_{B2B3}^{\tau} = 1,157 \frac{m}{s^2}$$

Wyliczamy również ε_3 dla obliczenia przyspieszeń punktu D

$$\varepsilon_3 = \frac{3,794}{0,76} = 4,99 \frac{m}{s^2}$$



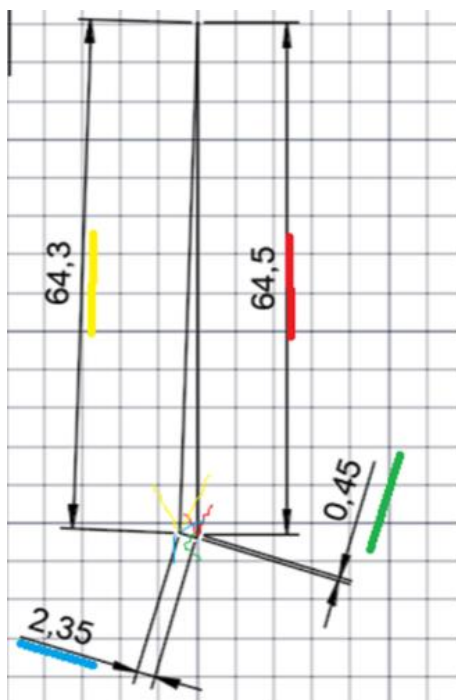
a_{B3}^n
 a_{B3}^t
 a_{B3}
 a_{B2B3}^n
 a_{B2B3}^t
 a_{B2}^n



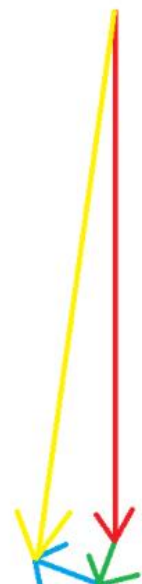
Aby obliczyć przyspieszenie punktu D potrzebujemy najpierw wyliczyć składowe tego przyspieszenia:

$$a_{BD2}^n = \omega_3^2 * |BD| = 0,04514 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{BD2}^t = \varepsilon_3 * |BD| = 0,23453 \frac{m}{s^2}$$



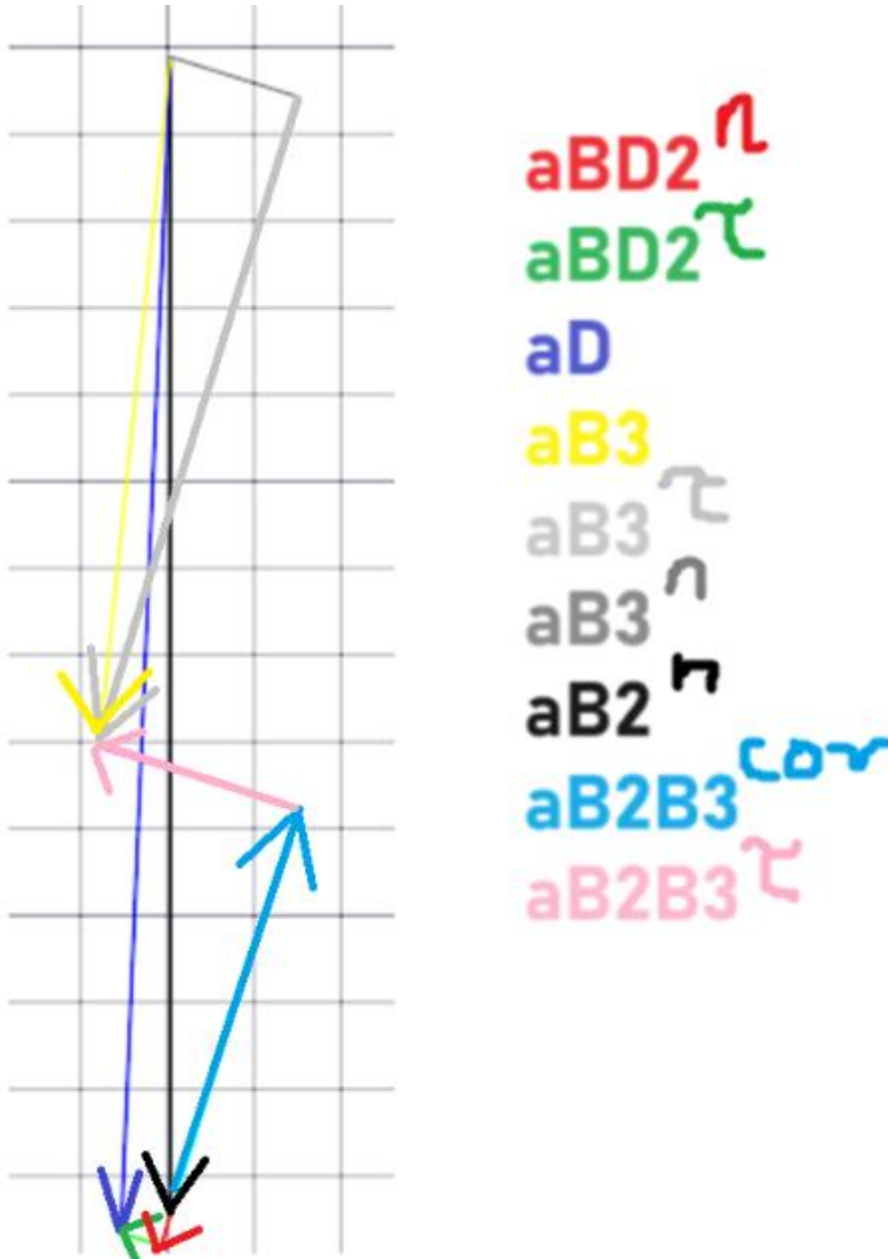
a_D
 a_{BD2}^n
 a_{BD2}^t
 a_{B2}^n



Stosując odpowiednią podziałkę obliczamy przyspieszenie punktu D

$$a_D = 6,43 \frac{m}{s^2}$$

Wykonujemy całkowity plan przyspieszeń:



Porównujemy wyniki z SAM'em

Aabs(2) [m/s²]
6.438

Aabs(5) [m/s²]
6.435

Aabs(5) - a_D

Aabs(2) - a_{B3}

Jak widać różnica jest niewielka.

5. Analiza kinetostatyczna

Przyjmujemy masę suwaka jako 1kg, wartość M_3 jako 5 Nm, a siłę P_2 5N

Przyjmujemy, że masa i moment bezwładności będą tyczyć się suwaka.

Wyliczamy moment bezwładności:

$$J = \frac{ml^2}{12} = 0,048 \text{ kg} * \text{m}^2$$

Wyznaczamy siłę bezwładności:

$$B_2 = \overline{a_{B2}}^n * (-m) = 6,45 \text{ N}$$

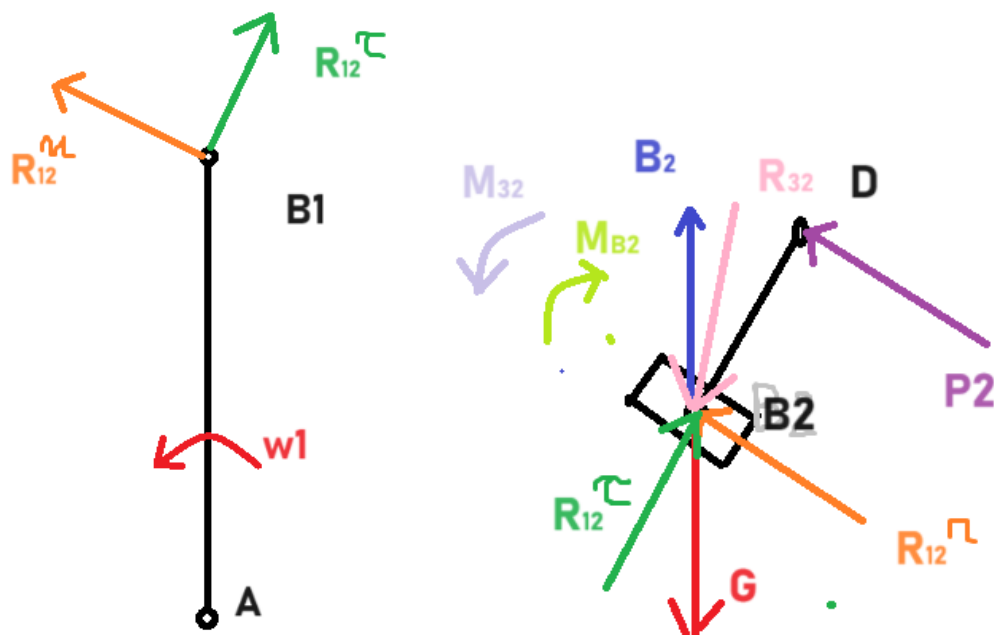
Oraz moment pochodzący od siły bezwładności

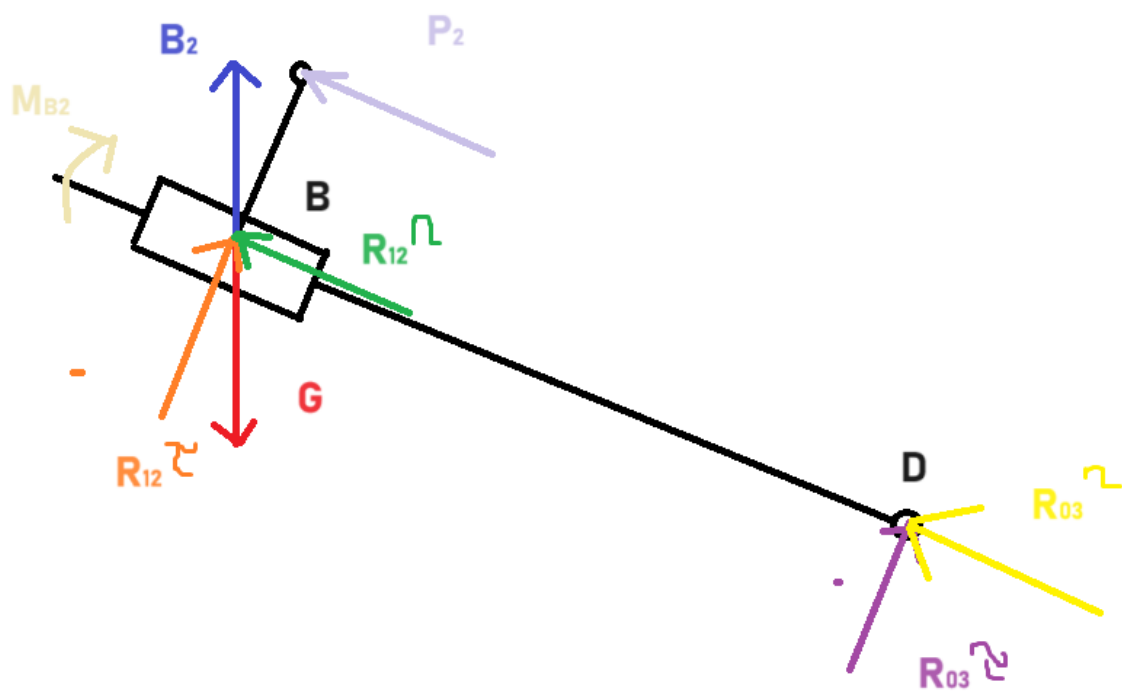
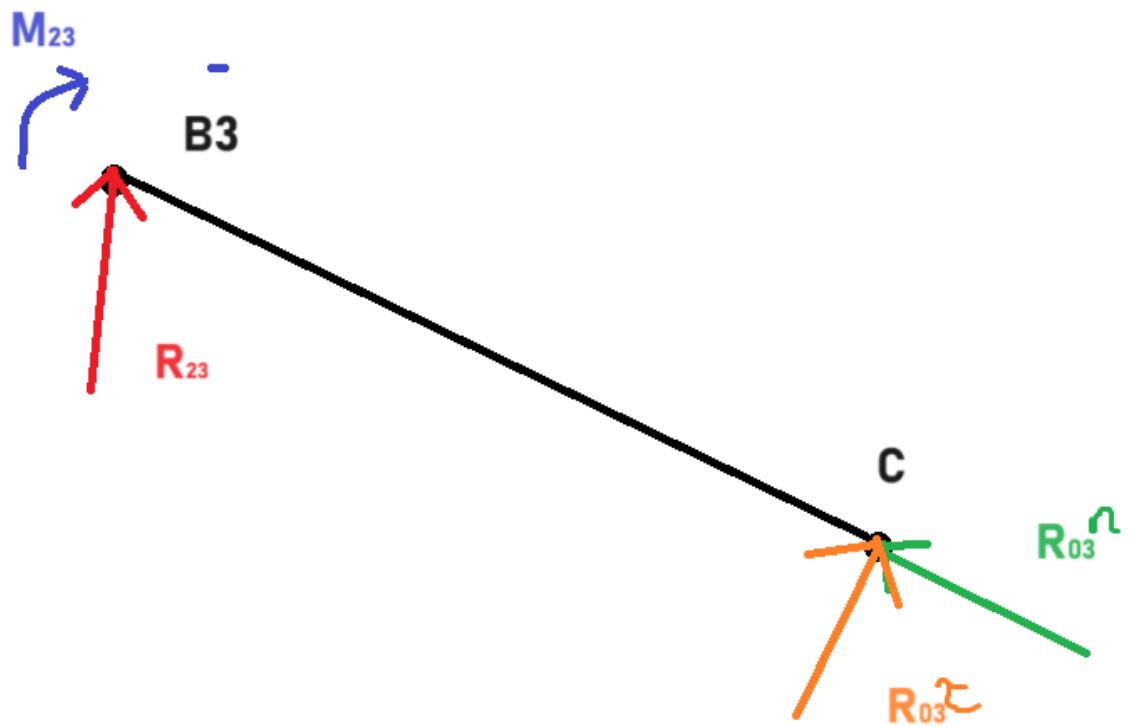
$$\overline{M_{B2}} = J * \varepsilon_3 = 0,048 * 4,99 = 0,23952 \text{ Nm}$$

Siła grawitacji dla naszej masy:

$$\overline{G} = m * g = 9,81 \text{ N}$$

Odrzucam człon napędzające oraz uwalniam od więzów wszystkie człony.





Równanie wektorowe członu drugiego:

$$\overline{R_{12}^{\tau}} + \overline{R_{12}^n} + \overline{R_{32}} + \overline{P_2} + \overline{B_2} + \overline{G} = 0$$

Równanie wektorowe członu trzeciego

$$\overline{R_{23}^n} + \overline{R_{03}^t} + \overline{R_{03}^n} = 0, \quad R_{03}^n = 0$$

Równanie wektorowe grupy strukturalnej:

$$\overline{R_{12}^t} + \overline{R_{12}^n} + \overline{R_{03}^t} + \overline{P_2} + \overline{G_2} + \overline{B_2} = 0$$

Nieznane reakcje, które możemy obliczyć:

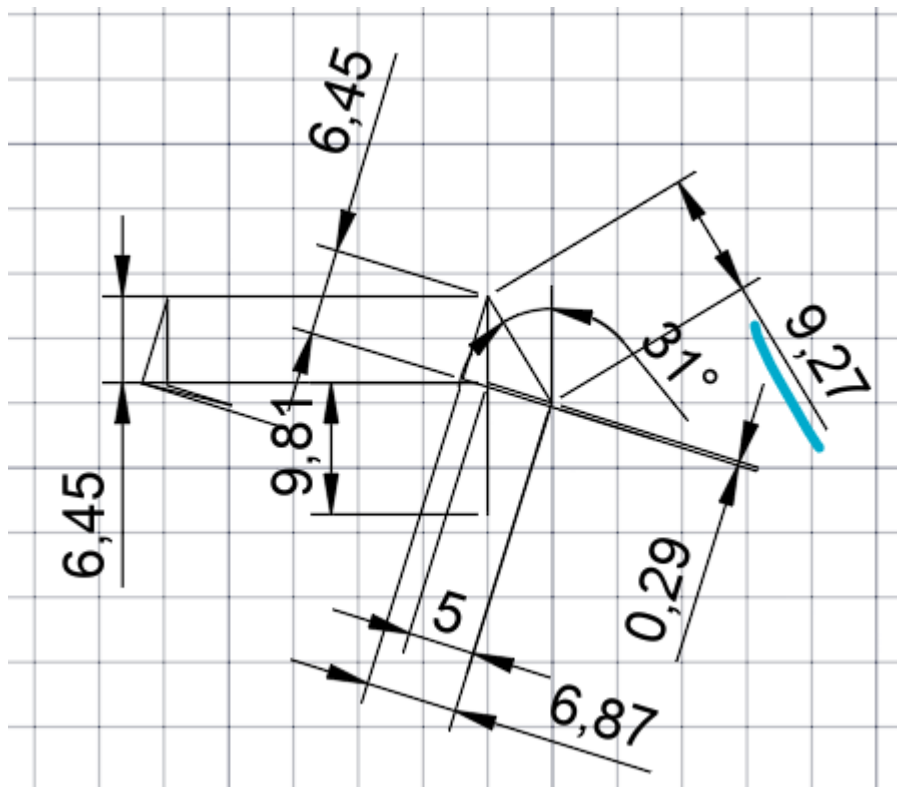
Dla członu drugiego:

$$M_{32} = M_{B2} - P_2 * |BD| = 0,00452 \text{ Nm}$$

Dla członu trzeciego:

$$R_{03}^t = \frac{M_{23} - M_3}{|BC|} = -6,573 \text{ N}$$

Aby obliczyć R_{12} potrzebujemy narysować plan sił:





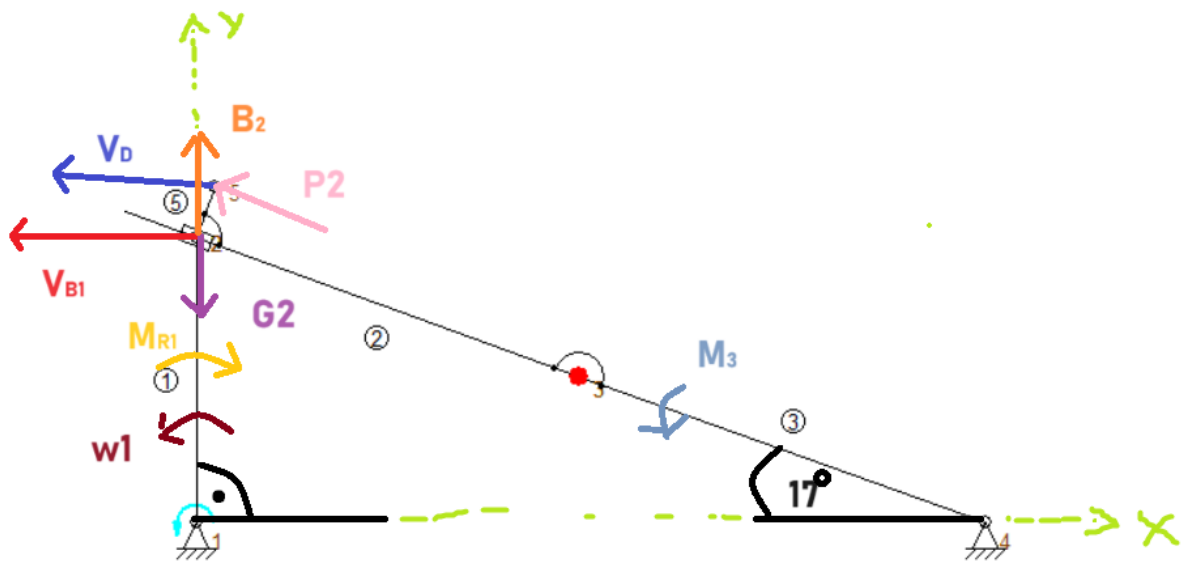
Podkreślona wartość jest równa sile R_{12} w [N]

A zadany kąt jest potrzebny do obliczenia momentu równoważącego metodą grafoanalityczną.

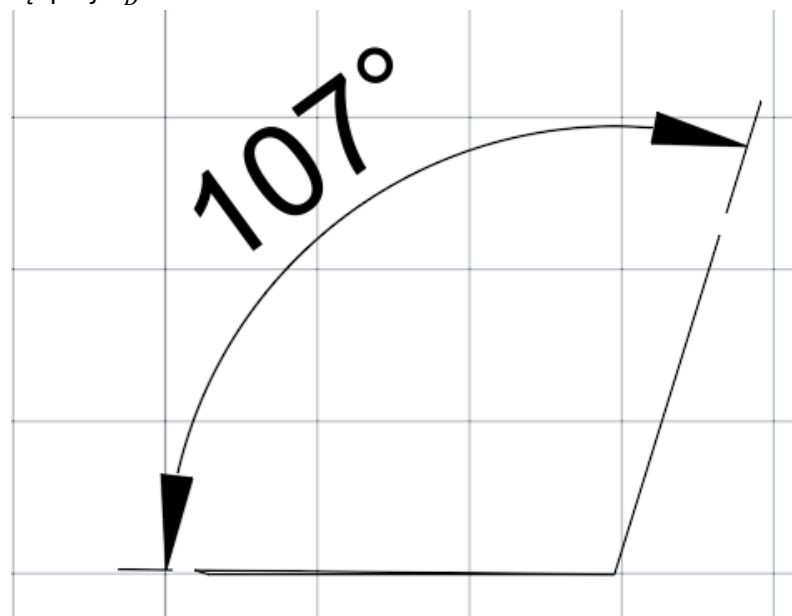
Moment równoważący

$$M_{R1} = -R_{12} * \sin(31^\circ) * AB = -1,2318 \text{ Nm}$$

Metoda mocy chwilowych:



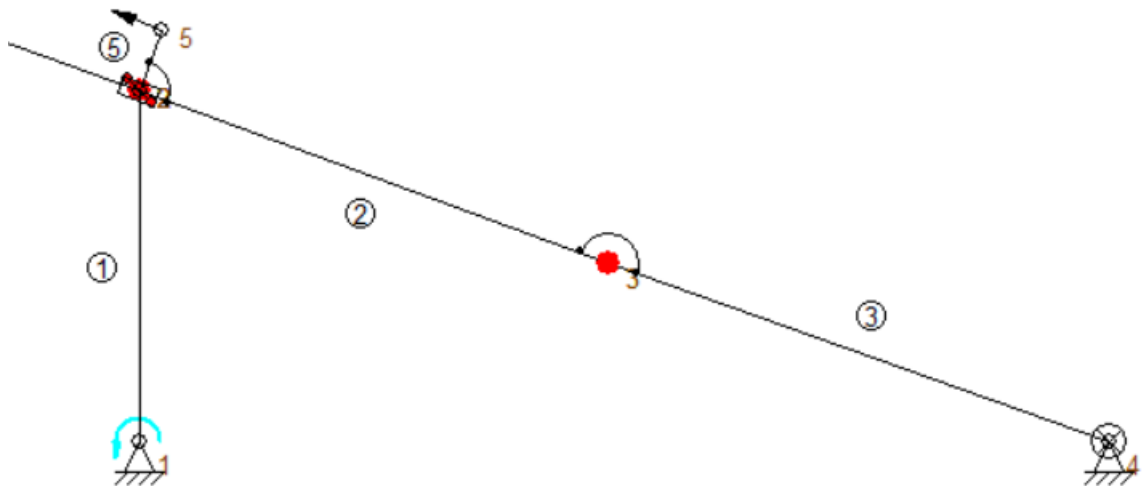
Sprawdzam kąt przy v_D



Wynosi $107 - 90 = 17$ stopni

$$M_{R1} = \frac{M_3 * \omega_3 * \cos(0^\circ) - M_{B2} * \omega_3 * \cos(0^\circ) + P_2 * v_D * \cos(17^\circ)}{\omega_1} = 1,10242 \text{ Nm}$$

Przykładam moment obrotowy,



Odczytane z SAM'a:

T2(2) [Nm]
1.173

Porównanie wyników momentu równoważącego:

Metoda grafoanalityczna	Metoda mocy chwilowych	SAM
-1,2318 Nm	1,10242 Nm	1,173 Nm