

# Projekt TMM

Kierunek: Inżynieria Mechatroniczna

Przedmiot: PKMUM

Przygotował: Igor Cena; nr albumu 414888

Grupa laboratoryjna: 1

Rok akademicki: 2023/2024

Prowadzący: dr. inż. Krzysztof Holak

Temat projektu: Mech-5B-w1



## Spis treści

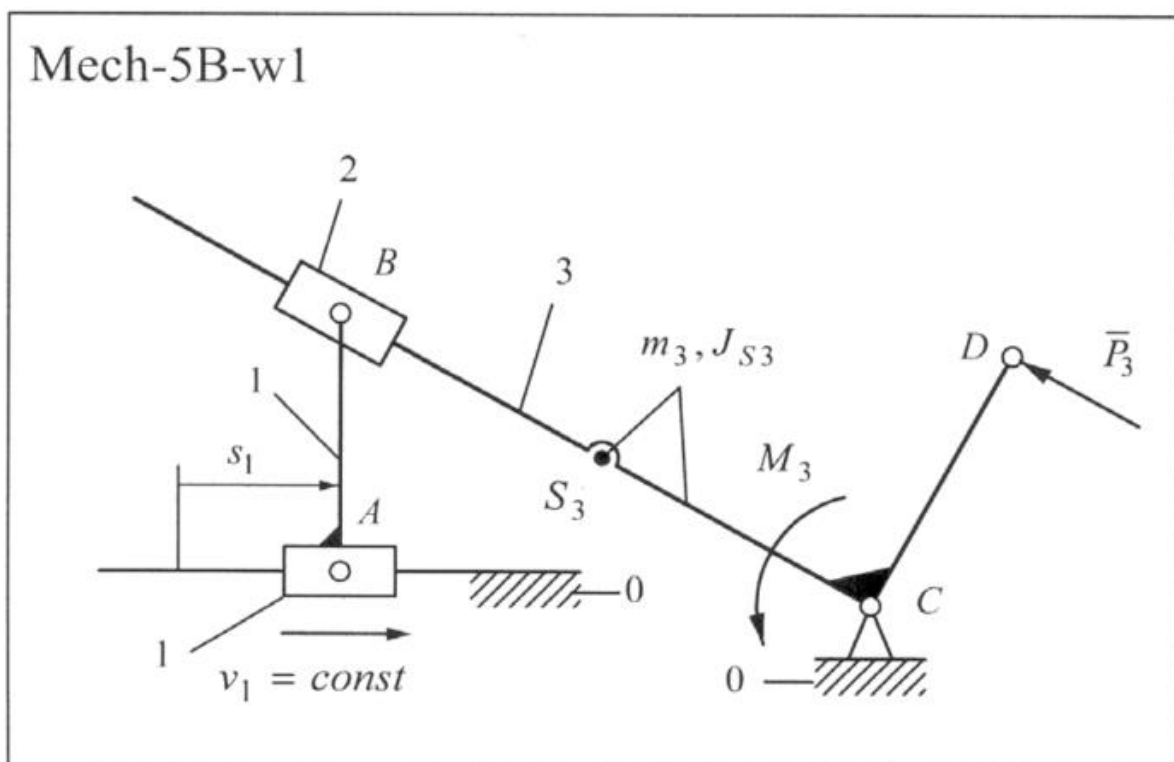
1. Dobór łańcucha kinematycznego .....	3
2. Schemat ideowy mechanizmu .....	3
3. Ruchliwość i klasa mechanizmu.....	3
3.1 Ruchliwość mechanizmu .....	3
3.2 Klasa mechanizmu.....	4
4. Dobór parametrów geometrycznych, kinematycznych i dynamicznych badanego mechanizmu .....	4
4.1 Parametry geometryczne.....	4
4.2 Parametry kinematyczne .....	5
4.3 Parametry dynamiczne.....	5
5. Analiza prędkości metodą grafoanalityczną .....	5
5.1 Wynik analizy prędkości w programie SAM:.....	7
6. Analiza przyspieszenia metodą grafoanalityczną .....	8
6.1 Wynik analizy przyspieszeń w programie SAM: .....	9
7. Analiza prędkości i przyspieszeń metodą analityczną .....	10
7.1 Wynik analizy kąta $\varphi_3$ w programie SAM.....	13
8. Zestawienie wyników .....	14
9. Analiza kinostatyczna mechanizmu .....	14
9.1 Analiza siły w programie SAM.....	17
9.2 Zestawienie wyników .....	18

# 1. Dobór łańcucha kinematycznego

W tabeli zostały zebrane informacje dotyczące struktury i parametrów projektowanego mechanizmu.

Dane	Parametry
Struktura mechanizmu	$\frac{0}{-} P \frac{1(z)}{-} \left( O \frac{2(p)}{-} P \frac{3(z)}{-} O_p \frac{0}{-} \right)$
Parametry kinematyczne członu napędzającego	$(s_1; V_1; 0)$
Masa i moment bezwładności poszczególnych członów $(m_i; J_{Si})$	$(0; 0) (0; 0) (m_3; J_{S3})$
Siły zewnętrzne i ich momenty oddziałujące na poszczególne człony $(P_i; M_i)$	$(0; 0) (0; 0) (P_3; M_3)$
Szukana siła równoważąca	$P_{R1}$

## 2. Schemat ideowy mechanizmu



## 3. Ruchliwość i klasa mechanizmu

### 3.1 Ruchliwość mechanizmu

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

$n = 3$  – liczba członów.

$p_4 = 0$  – liczba par kinematycznych klasy 4

$p_5 = 4$  – liczba par kinematycznych klasy 5 - (0,1), (1,2), (2,3), (3,0).

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

Ruchliwość mechanizmu wynosi 1.

### 3.2 Klasa mechanizmu

Odłączając człon 1, który jest członem napędzającym zostaje nam grupa strukturalna złożona z członów 2 i 3.

Ruchliwość grupy strukturalnej:  $w_2 = 3n - 2p_5 - p_4$

$n=2$

$p_5 = 3 - (0,2), (2,3), (3,0)$

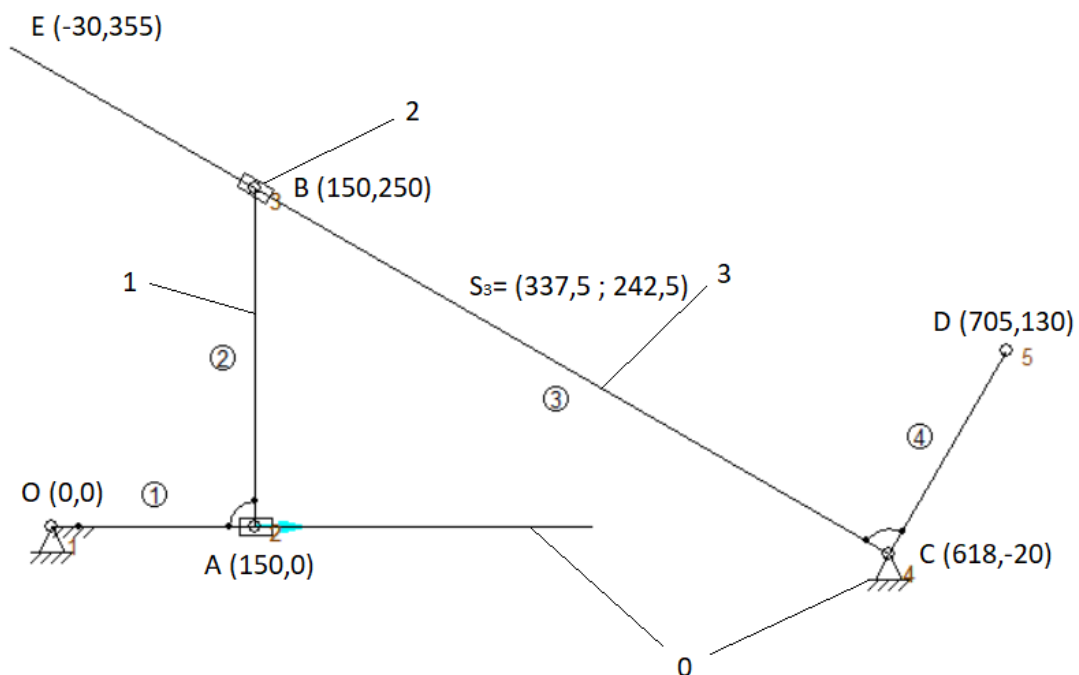
$$w_2 = 3 * 2 - 2 * 3 = 0$$

Grupa strukturalna (2,3) jest grupą klasy 2 postaci 3.

W związku w powyższym analizowany mechanizm jest mechanizmem klasy 2. Jego nazwa strukturalna to mechanizm suwakowo-jarzmowy.

## 4. Dobór parametrów geometrycznych, kinematycznych i dynamicznych badanego mechanizmu

### 4.1 Parametry geometryczne



Długości poszczególnych członów w analizowanym położeniu:

$$l_{AB} = 0,25 \text{ m}$$

$$l_{BC} = \sqrt{0,468^2 + 0,27^2} = 0,5403 \text{ m}$$

$$l_{CD} = \sqrt{0,087^2 + 0,15^2} = 0,1734 \text{ m}$$

$$l_{CS_3} = \sqrt{0,2805^2 + 0,2625^2} = 0,3842 \text{ m}$$

$$l_{BS_3} = \sqrt{0,1875^2 + 0,0075^2} = 0,1877 \text{ m}$$

## 4.2 Parametry kinematyczne

Prędkość członu napędzającego  $V_A$  przyjmuje  $0,5 \frac{m}{s}$ .

Przemieszczenie punktu A wyraża się wzorem:

$$s_A = s_0 + V_A t = 0,15 + 0,5t = 0,05(3 + 10t) [m]$$

, gdzie  $s_0$  to przemieszczenie początkowe mechanizmu o wartości 0,15m.

## 4.3 Parametry dynamiczne

Człon 3 traktujemy jako masowy. Przyjmuje, że jest to pręt o średnicy przekroju równej  $d=0,03 \text{ m}$ , wykonany ze stali.

Długość całego członu wynosi  $l_{CE} = \sqrt{0,648^2 + 0,375^2} = 0,7487 [m]$ .

Gęstość stali wynosi  $\rho = 7860 \frac{kg}{m^3}$ .

Objętość członu  $V = \pi d^2 l_{CE} = \pi * 0,03^2 * 0,7487 = 0,002117 [m^3]$ .

Zatem masa całego elementu wynosi  $m_3 = 7860 * 0,002117 = 16,64 kg$ .

Moment bezwładności członu wynosi  $J_{S3} = \frac{m_3 l_{CE}^2}{12} = \frac{16,64 * 0,7487^2}{12} = 0,7773 [kg * m^2]$ .

Ciężar przyłożony w środku ciężkości członu wynosi  $G_3 = m_3 g = 16,64 * 9,81 = 163,24 [N]$ .

Przyjmuje również wartość siły zewnętrznej  $P_3 = 100 N$  oraz wartość momentu, który powstał w skutku  $M_3 = P_3 l_{CD} = 100 * 0,1734 = 17,34 [Nm]$ .

## 5. Analiza prędkości metodą grafoanalityczną

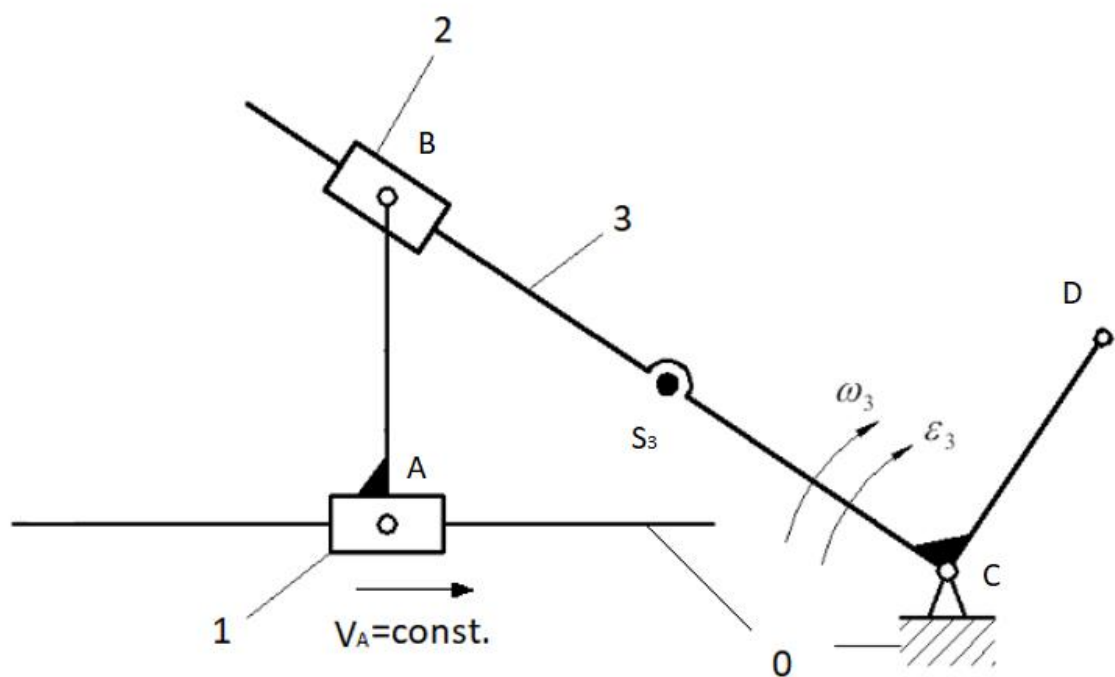
Przeprowadzam analizę dla położenia początkowego:  $t=0 \text{ s}$ .

W tej chwili przemieszczenie punktu A wynosi:  $s_A = 0,05(3 + 10 * 0) = 0,15 [m]$ .

W celu wykonania analizy metodą grafoanalityczną przyjmuje podziałkę prędkości mechanizmu:

$$k_V = \frac{V}{(V)} = \frac{1}{100} \left[ \frac{\frac{m}{s}}{mm} \right]$$

W praktyce oznacza to, że wektor prędkości (V) o długości 100 mm jest równoznaczny z jego rzeczywistą wartością  $V=1 \frac{m}{s}$ .



Równanie prędkości:

$$\overline{V_{B_1}} = \overline{V_{B_3}} + \overline{V_{B_2B_3}}$$

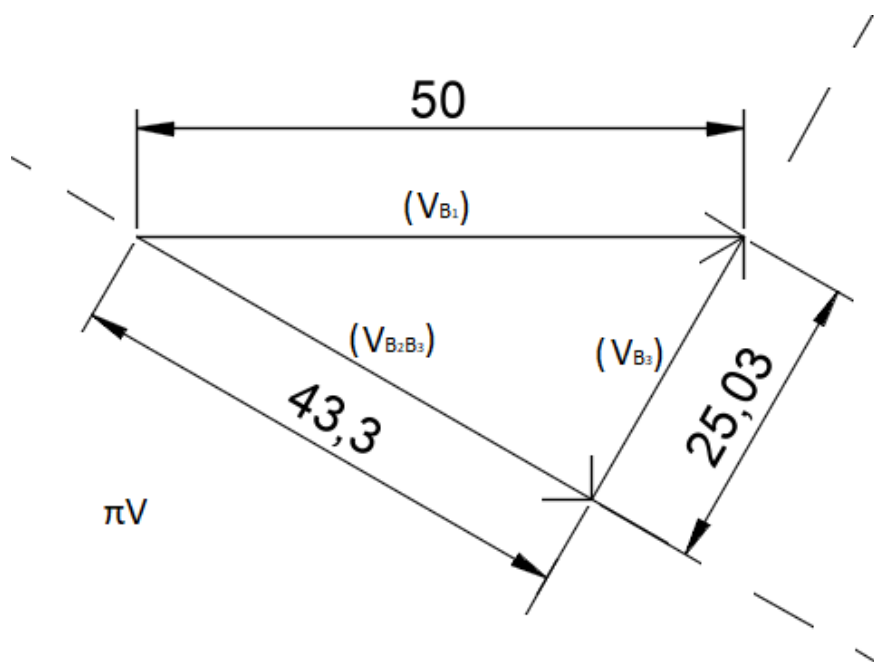
Znane tylko co do kierunku są wektory  $\overline{V_{B_3}}$  i  $\overline{V_{B_2B_3}}$ .

Kierunek wektora  $\overline{V_{B_3}}$  jest  $\perp BC$ , a wektora  $\overline{V_{B_2B_3}}$  -  $\parallel BC$ .

A znany co do kierunku i wartości jest wektor  $\overline{V_{B_1}}$ .

$$V_{B_1} = V_A = 0,5 \frac{m}{s}$$

Rysuje plan prędkości i na jego podstawie wyliczam resztę wartości prędkości.



$$(\overline{V_{B_2B_3}}) = 43,3 \text{ mm}$$

$$(\overline{V_{B_3}}) = 25,03 \text{ mm}$$

$$V_{B_2B_3} = 0,433 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_{B_3} = 0,2503 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Na podstawie wartości prędkości  $V_{B_3}$  obliczam prędkość kątową  $\omega_3$ .

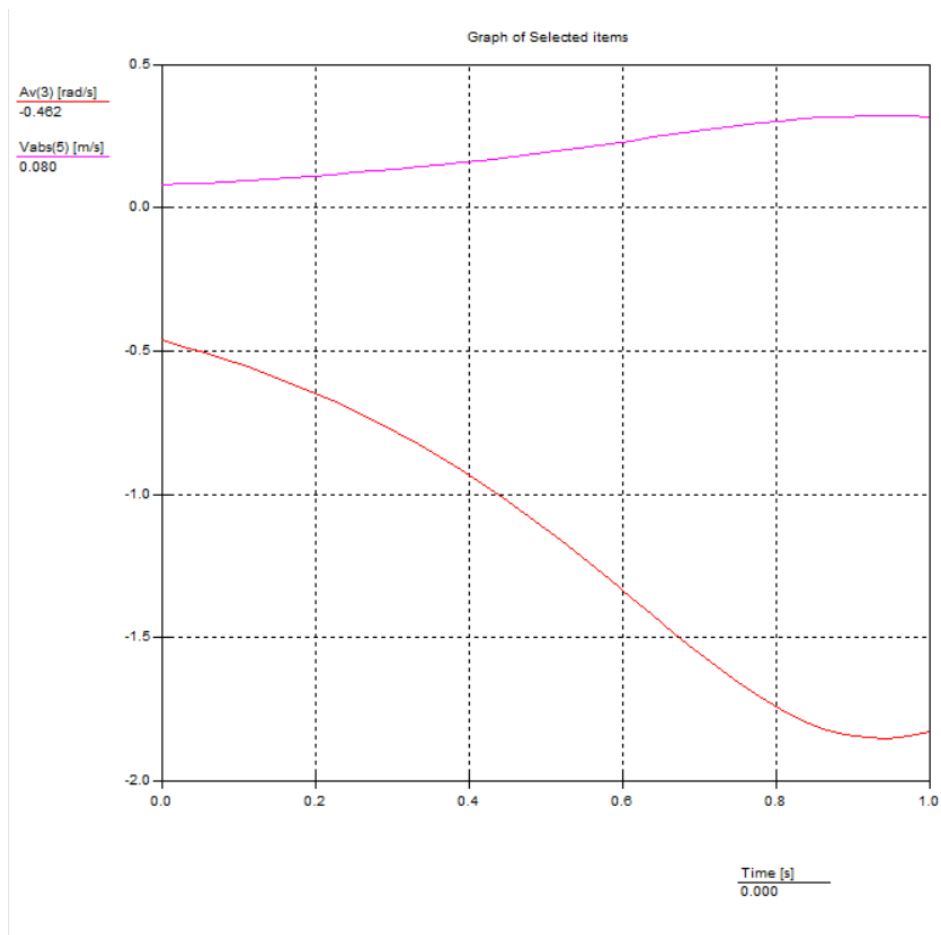
$$\omega_3 = \frac{V_{B_3}}{l_{BC}} = \frac{0,2503}{0,5403} = 0,463 \left[ \frac{1}{\text{s}} \right]$$

Znając prędkość kątową  $\omega_3$  obliczam szukaną wartość  $V_D$  oraz  $V_{S_3}$ .

$$V_D = \omega_3 l_{CD} = 0,4633 * 0,1734 = 0,0803 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$V_{S_3} = \omega_3 l_{CS_3} = 0,4633 * 0,3842 = 0,178 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## 5.1 Wynik analizy prędkości w programie SAM:



## 6. Analiza przyspieszenia metodą grafoanalityczną

Przeprowadzam analizę dla położenia początkowego:  $t=0$  s.

W celu wykonania analizy metodą grafoanalityczną przyjmuje podziałkę przyspieszenia mechanizmu:

$$k_a = \frac{a}{(a)} = \frac{1}{100} \left[ \frac{\frac{m}{s^2}}{mm} \right]$$

W praktyce oznacza to, że wektor przyspieszenia ( $a$ ) o długości 100 mm jest równoznaczny z jego rzeczywistą wartością  $a = 1 \frac{m}{s^2}$ .

Równanie przyspieszeń:

$$\overline{a_{B_1}} = \overline{a_{B_2B_3}} + \overline{a_{B_3}^n} + \overline{a_{B_3}^\tau} + \overline{a_{cor}}$$

Znane tylko co do kierunku są wektory  $\overline{a_{B_2B_3}}$  i  $\overline{a_{B_3}^\tau}$ .

Kierunek wektora  $\overline{a_{B_3}^\tau}$  jest  $\perp BC$ , a wektora  $\overline{a_{B_2B_3}}$  -  $\parallel BC$ .

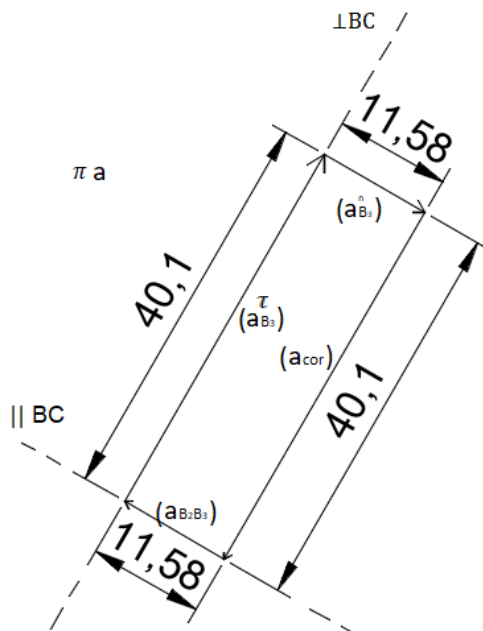
A znany co do kierunku i wartości jest wektor  $\overline{a_{B_1}}$ ,  $\overline{a_{B_3}^n}$  oraz  $\overline{a_{cor}}$ .

$$a_{B_1} = 0$$

$$a_{B_3}^n = \omega_3^2 l_{BC} = 0,463^2 * 0,5403 = 0,1158 \left[ \frac{m}{s^2} \right] \text{ (kierunek } \parallel BC)$$

$$a_{cor} = 2\omega_3 V_{B_2B_3} = 2 * 0,463 * 0,433 = 0,401 \left[ \frac{m}{s^2} \right] \text{ (kierunek } \perp BC)$$

Plan przyspieszeń:



$$(a_{B_2B_3}) = 11,58 \text{ mm}$$

$$a_{B_2B_3} = 0,1158 \frac{m}{s^2}$$

$$(a_{B_3}^\tau) = 40,1 \text{ mm}$$

$$a_{B_3}^\tau = 0,401 \frac{m}{s^2}$$



$$a_{B_3} = \sqrt{a_{B_3}^n{}^2 + a_{B_3}^\tau{}^2} = \sqrt{0,1158^2 + 0,401^2} = 0,4174 \frac{m}{s^2}$$

Obliczam przyspieszenie kątowe członu 3:

$$\varepsilon_3 = \frac{a_{B_3}^\tau}{l_{BC}} = \frac{0,401}{0,5403} = 0,7422 \left[ \frac{1}{s^2} \right]$$

Przyspieszenie punktu D:

$$a_D^n = \omega_3^2 l_{CD} = 0,463^2 * 0,1734 = 0,0372 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

$$a_D^\tau = \varepsilon_3 l_{CD} = 0,7422 * 0,1734 = 0,1287 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

$$a_D = \sqrt{a_D^n{}^2 + a_D^\tau{}^2} = \sqrt{0,0372^2 + 0,1287^2} = 0,134 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

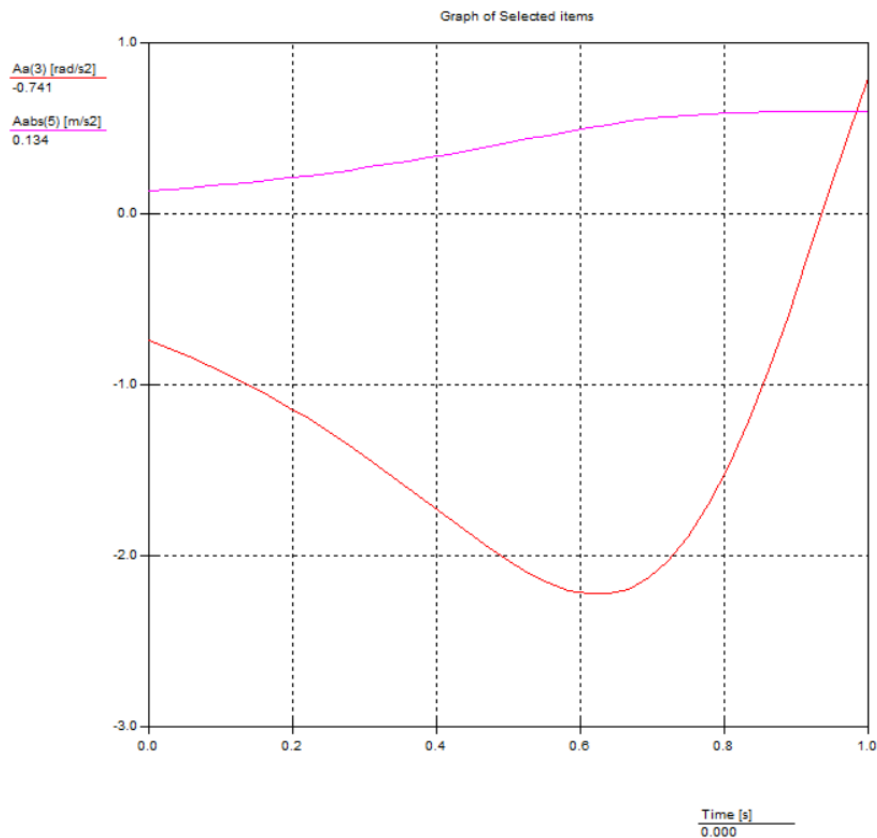
Przyspieszenie punktu  $S_3$ :

$$a_{S_3}^n = \omega_3^2 l_{CS_3} = 0,463^2 * 0,3842 = 0,0824 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

$$a_{S_3}^\tau = \varepsilon_3 l_{CS_3} = 0,7422 * 0,3842 = 0,2852 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

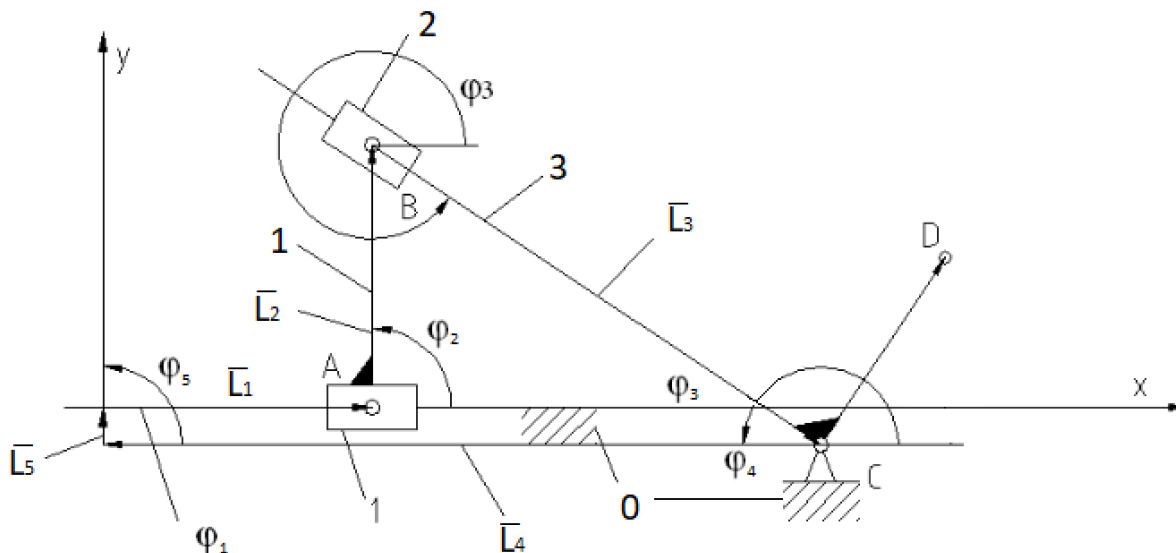
$$a_{S_3} = \sqrt{a_{S_3}^n{}^2 + a_{S_3}^\tau{}^2} = \sqrt{0,0824^2 + 0,2852^2} = 0,297 \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

## 6.1 Wynik analizy przyspieszeń w programie SAM:



## 7. Analiza prędkości i przyspieszeń metodą analityczną

Przyjmuje układ współrzędnych i rysuje wielobok wektorowy punktów charakterystycznych.



Równanie wieloboku wektorowego, którym został opisany mechanizm:

$$\bar{L}_1 + \bar{L}_2 + \bar{L}_3 + \bar{L}_4 + \bar{L}_5 = 0$$

Dane i szukane:

$$L_1 = L_1(t) = s_A(t) = 0,05(3 + 10t)$$

$$\varphi_1 = \text{const.} = 0$$

$$L_2 = \text{const.} = 0,25 \text{ m}$$

$$\varphi_2 = \text{const.} = 90^\circ$$

$$L_3 = L_3(t) - \text{szukana}$$

$$\varphi_3 = \varphi_3(t) - \text{szukana}$$

$$L_4 = \text{const.} = 0,618 \text{ m}$$

$$\varphi_4 = \text{const.} = 180^\circ$$

$$L_5 = \text{const.} = 0,02 \text{ m}$$

$$\varphi_5 = \text{const.} = 90^\circ$$

Rzutuję wektory na osie x i y:

$$\begin{array}{ll} x: & L_1(t) + L_3(t) \cos(\varphi_3(t)) - L_4 = 0 \\ y: & L_2 + L_3(t) \sin(\varphi_3(t)) + L_5 = 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} 1 \\ 2 \end{array}$$

Równania różniczkujemy:

$$x: \quad \dot{L}_1(t) + \dot{L}_3(t) \cos(\varphi_3(t)) - L_3(t) \sin(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t) = 0 \quad 3$$

$$y: \quad \dot{L}_3(t) \sin(\varphi_3(t)) + L_3(t) \cos(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t) = 0 \quad 4$$

Powstałe równania ponownie różniczkujemy:

$$x: \quad \ddot{L}_1(t) + \ddot{L}_3(t) \cos(\varphi_3(t)) - \dot{L}_3(t) \sin(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t) - \dot{L}_3(t) \sin(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t) - L_3(t) \cos(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t)^2 - L_3(t) \sin(\varphi_3(t)) \ddot{\varphi}_3(t) = 0 \quad 5$$

$$y: \quad \ddot{L}_3(t) \sin(\varphi_3(t)) + \dot{L}_3(t) \cos(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t) + \dot{L}_3(t) \cos(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t) - L_3(t) \sin(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t)^2 + L_3(t) \cos(\varphi_3(t)) \ddot{\varphi}_3(t) = 0 \quad 6$$

Skracając 5 i 6:

$$x: \quad \ddot{L}_1(t) + \ddot{L}_3(t) \cos(\varphi_3(t)) - 2\dot{L}_3(t) \sin(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t) - L_3(t) \cos(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t)^2 - L_3(t) \sin(\varphi_3(t)) \ddot{\varphi}_3(t) = 0 \quad 5$$

$$y: \quad \ddot{L}_3(t) \sin(\varphi_3(t)) + 2\dot{L}_3(t) \cos(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t) - L_3(t) \sin(\varphi_3(t)) \dot{\varphi}_3(t)^2 + L_3(t) \cos(\varphi_3(t)) \ddot{\varphi}_3(t) = 0 \quad 6$$

Przeprowadzam analizę dla położenia początkowego:  $t=0$  s.

$$L_1(t) = L_1(0) = 0.15 \text{ m}$$

$$\dot{L}_1(t) = V_A = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\ddot{L}_1(t) = a_A = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Ponadto:

$$\dot{L}_3(t) = V_3$$

$$\dot{\varphi}_3(t) = \omega_3$$

$$\ddot{L}_3(t) = a_3$$

$$\ddot{\varphi}_3(t) = \varepsilon_3$$

Rozwiązując układ równań 1 i 2 otrzymujemy:

$$L_3(t) = 0.5403 \text{ m}$$

$$\varphi_3(t) = 30^\circ$$

Rozwiązując układ równań 3 i 4 otrzymujemy:

$$V_3 = -0.433 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\omega_3 = 0.4627 \frac{1}{\text{s}}$$

Rozwiązując układ równań 5 i 6 otrzymujemy:

$$a_3 = 0.1157 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\varepsilon_3 = 0.7416 \frac{1}{\text{s}^2}$$

Identyfikacja poszczególnych prędkości i przemieszczeń na podstawie równań:

$$V_{B_2B_3} = V_3 = -0,433 \frac{m}{s}$$

$$V_{B_3} = L_3(t)\omega_3 = 0,5403 * 0,4627 = 0,25 \frac{m}{s}$$

$$a_{B_2B_3} = a_3 = 0,1157 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{B_3}^{\tau} = -L_3(t)\varepsilon_3 = -0,5403 * 0,7416 = -0,4007 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{B_3}^n = -L_3(t)\omega_3^2 = -0,1157 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{B_3} = \sqrt{a_{B_3}^{n^2} + a_{B_3}^{\tau^2}} = \sqrt{(-0,1157)^2 + (-0,4007)^2} = 0,4171 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{cor} = -2V_3\omega_3 = -2 * (-0,433) * 0,4627 = 0,4007 \frac{m}{s^2}$$

Prędkość i przyspieszenie punktu D:

$$V_D = \omega_3 l_{CD} = 0,4627 * 0,1734 = 0,0802 \frac{m}{s}$$

$$a_D^n = \omega_3^2 l_{CD} = 0,4627^2 * 0,1734 = 0,0371 \frac{m}{s^2}$$

$$a_D^{\tau} = \varepsilon_3 l_{CD} = 0,7416 * 0,1734 = 0,1286 \frac{m}{s^2}$$

$$a_D = \sqrt{a_D^{n^2} + a_D^{\tau^2}} = \sqrt{0,0371^2 + 0,1286^2} = 0,1338 \frac{m}{s^2}$$

Prędkość i przyspieszenie punktu S<sub>3</sub>:

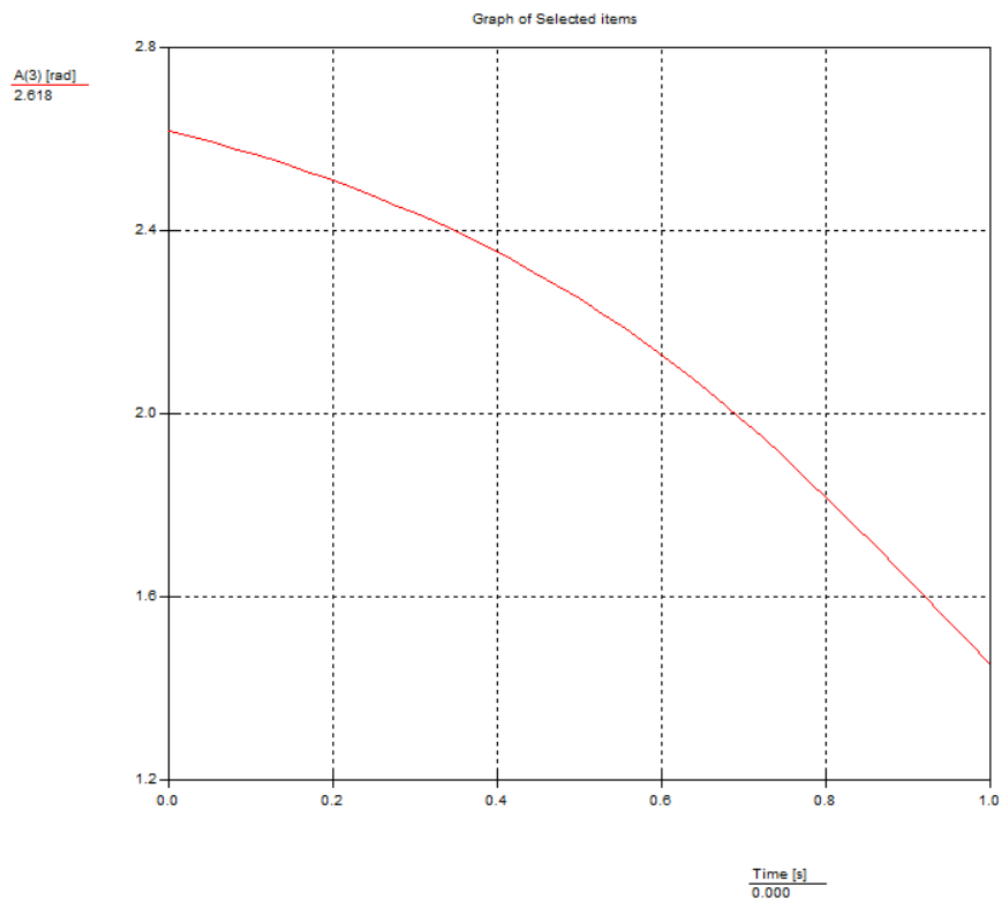
$$V_{S_3} = \omega_3 l_{CS_3} = 0,4627 * 0,3842 = 0,1778 \frac{m}{s}$$

$$a_{S_3}^n = \omega_3^2 l_{CS_3} = 0,4627^2 * 0,3842 = 0,0823 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{S_3}^{\tau} = \varepsilon_3 l_{CS_3} = 0,7416 * 0,3842 = 0,2849 \frac{m}{s^2}$$

$$a_{S_3} = \sqrt{a_{S_3}^{n^2} + a_{S_3}^{\tau^2}} = \sqrt{0,0823^2 + 0,2849^2} = 0,2965 \frac{m}{s^2}$$

## 7.1 Wynik analizy kąta $\varphi_3$ w programie SAM



$$2,618 \text{ rad} \approx 150^\circ$$

$$\varphi_3 = 180^\circ - 150^\circ = 30^\circ$$

## 8. Zestawienie wyników

Parametr	Metoda grafoanalityczna	Metoda analityczna	SAM
$V_D \left[ \frac{m}{s} \right]$	0,0803	0,0802	0,08
$V_{B_3} \left[ \frac{m}{s} \right]$	0,2503	0,25	-
$V_{B_2B_3} \left[ \frac{m}{s} \right]$	0,433	-0,433	-
$V_{S_3} \left[ \frac{m}{s} \right]$	0,178	0,1778	-
$\varphi_3 [^\circ]$	-	30	30
$\omega_3 \left[ \frac{1}{s} \right]$	0,463	0,4627	-0,462
$\varepsilon_3 \left[ \frac{1}{s^2} \right]$	0,7422	0,7416	-0,741
$a_D \left[ \frac{m}{s^2} \right]$	0,134	0,1338	0,134
$a_{B_3} \left[ \frac{m}{s^2} \right]$	0,4174	0,4171	-
$a_{B_2B_3} \left[ \frac{m}{s^2} \right]$	0,1158	0,1157	-
$a_{S_3} \left[ \frac{m}{s^2} \right]$	0,297	0,2965	-

## 9. Analiza kinostatyczna mechanizmu

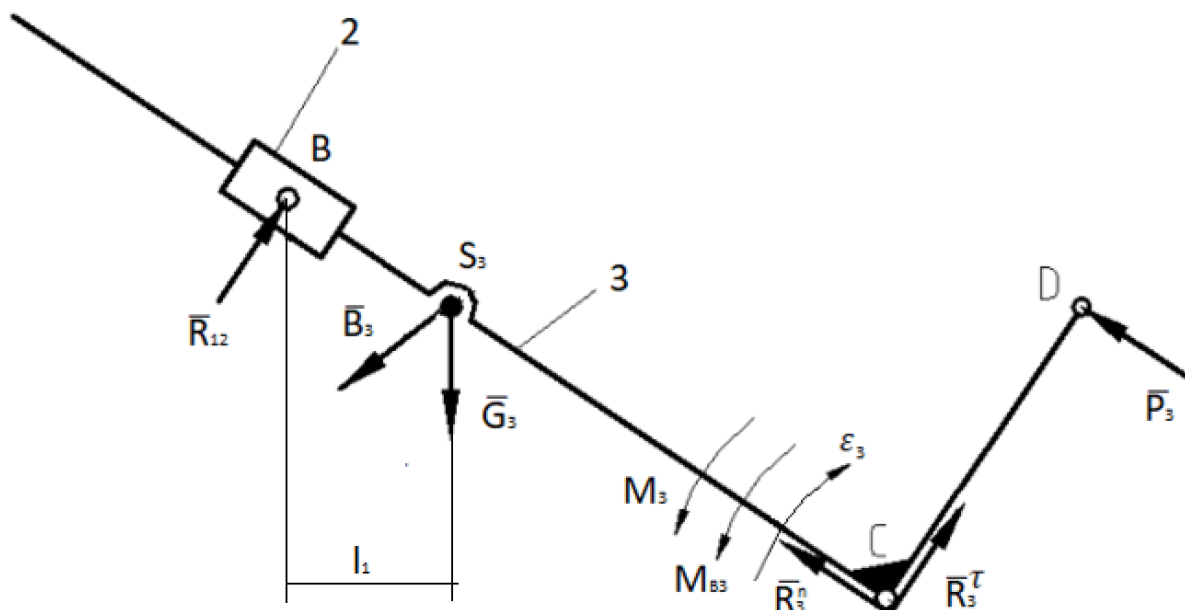
Wcześniej obliczone i przyjęte wartości parametrów:

Parametr	Wartość
Masa członu 3 - $m_3$	16,64 kg
Moment bezwładności członu 3 - $J_{S_3}$	0,7773 kg* m <sup>2</sup>
Ciężar członu 3 - $G_3$	163,24 N
Siła zewnętrzna - $P_3$	12 N
Moment siły zewnętrznej - $M_3$	3 Nm

Siła bezwładności i moment od siły bezwładności:

$$\begin{aligned}\overline{B_3} &= -m_3 \overline{a_{S_3}} \\ B_3 &= m_3 a_{S_3} = 16,64 * 0,297 = 4,942 \text{ N} \\ \overline{M_{B_3}} &= -J_{S_3} \overline{\varepsilon_3} \\ M_{B_3} &= J_{S_3} \varepsilon_3 = 0,7773 * 0,742 = 0,5768 \text{ Nm}\end{aligned}$$

Uwalniam grupę strukturalną (2,3) z więzów oraz przykładam siły reakcji i zewnętrzne:



Suma wektorowa sił działających na mechanizm:

$$\overline{R_{12}} + \overline{G_3} + \overline{B_3} + \overline{P_3} + \overline{R_3^n} + \overline{R_3^t} = 0$$

Równanie posiada 3 niewiadome i można z niego ułożyć tylko 2 równania co czyni go aktualnie niemożliwym do rozwiązania. Uzyskuje dodatkowe równanie z równowagi momentów względem punktu B.

$$B_3 l_{BS3} + G_3 l_1 - R_3^t l_{BC} - P_3 l_{CD} - M_3 - M_{B3} = 0$$

Z równania uzyskuje wartość siły  $R_3^t$ :

$$R_3^t = \frac{B_3 l_{BS3} + G_3 l_1 - P_3 l_{CD} - M_3 - M_{B3}}{l_{BC}}$$

$$R_3^t = \frac{4,942 * 0,1877 + 163,24 * 0,1875 - 12 * 0,1734 - 3 - 0,5768}{0,5403}$$

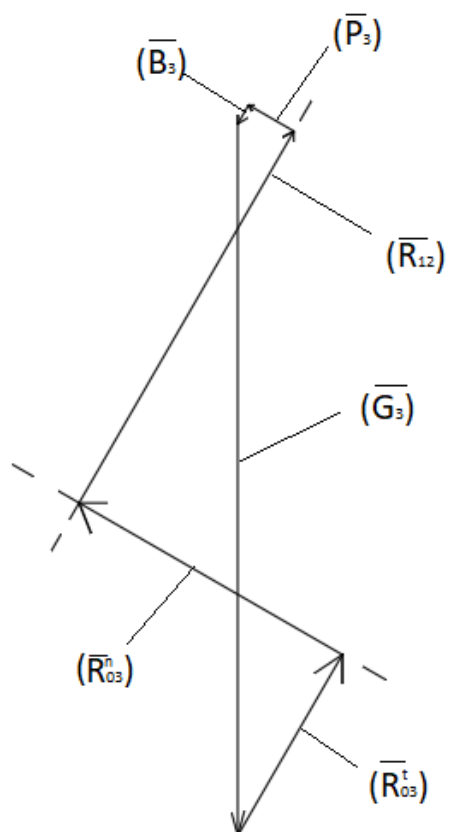
$$R_3^t = 47,895 \text{ N}$$

Mając wartość tej siły pozostają nam tylko dwie niewiadome -  $\overline{R_{12}}$  i  $\overline{R_3^n}$ , które można wyliczyć korzystając z metody grafoanalitycznej i wieloboku sił. Wykorzystuje podziałkę sił:

$$k_F = \frac{F}{(F)} = \frac{1}{10} \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}} \right]$$

W praktyce oznacza to, że wektor siły (F) o długości 10 mm jest równoznaczny z jego rzeczywistą wartością  $F=1\text{N}$ .

Plan sił:



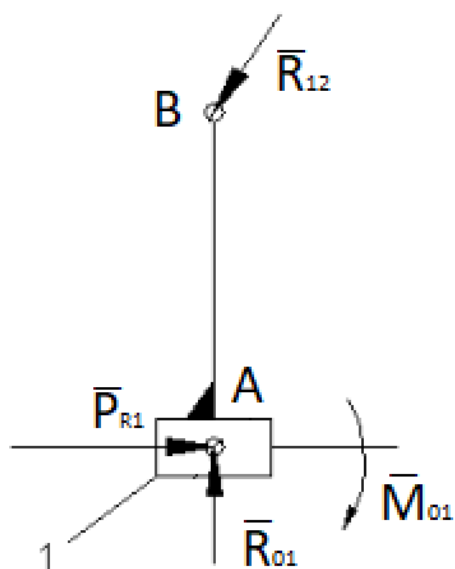
$$(R_{12}) = 984,2 \text{ mm}$$

$$R_{12} = 98,42 \text{ N}$$

$$(R_3^n) = 696,2 \text{ mm}$$

$$R_3^n = 69,62 \text{ N}$$

Rysuję siły działające na człon napędzający uwolniony od więzów:



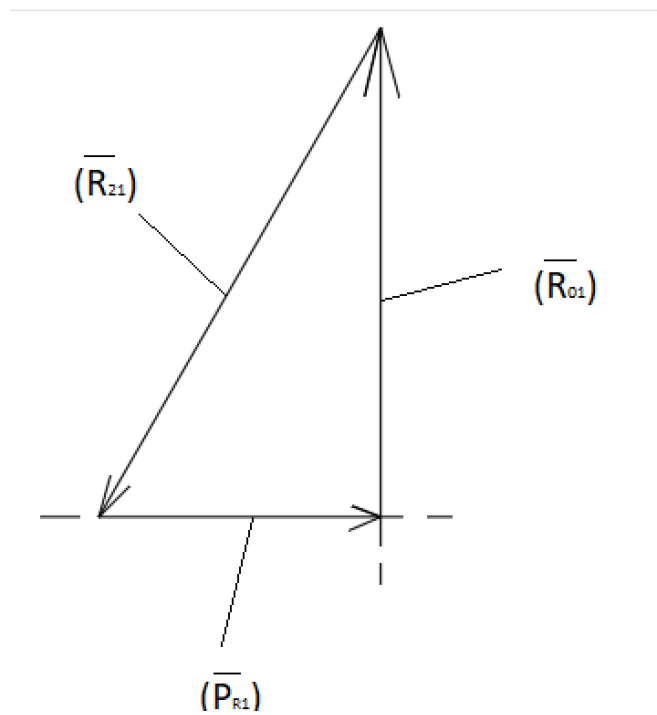
Równanie wieloboku sił:

$$\overline{R_{12}} + \overline{P_{R1}} + \overline{R_{01}} = 0$$



Wektory  $\overline{P_{R1}}$  i  $\overline{R_{01}}$  są znane co do kierunku, a wektor  $\overline{R_{12}}$  co do kierunku i wartości.

Rysuje plan sił:



$$(P_{R1}) = 492,1 \text{ mm}$$

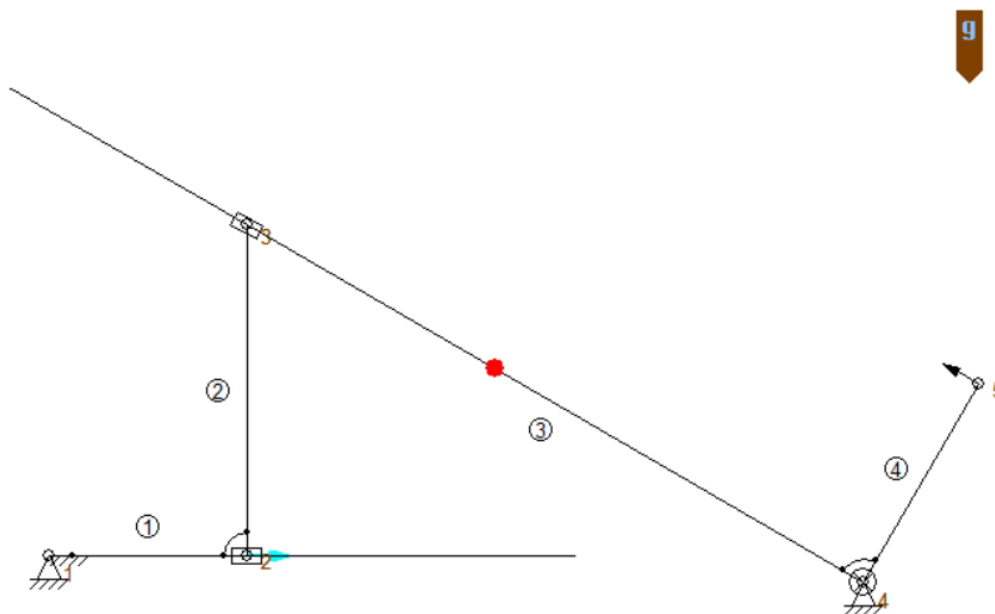
$$P_{R1} = 49,21 \text{ N}$$

$$(R_{01}) = 852,3 \text{ mm}$$

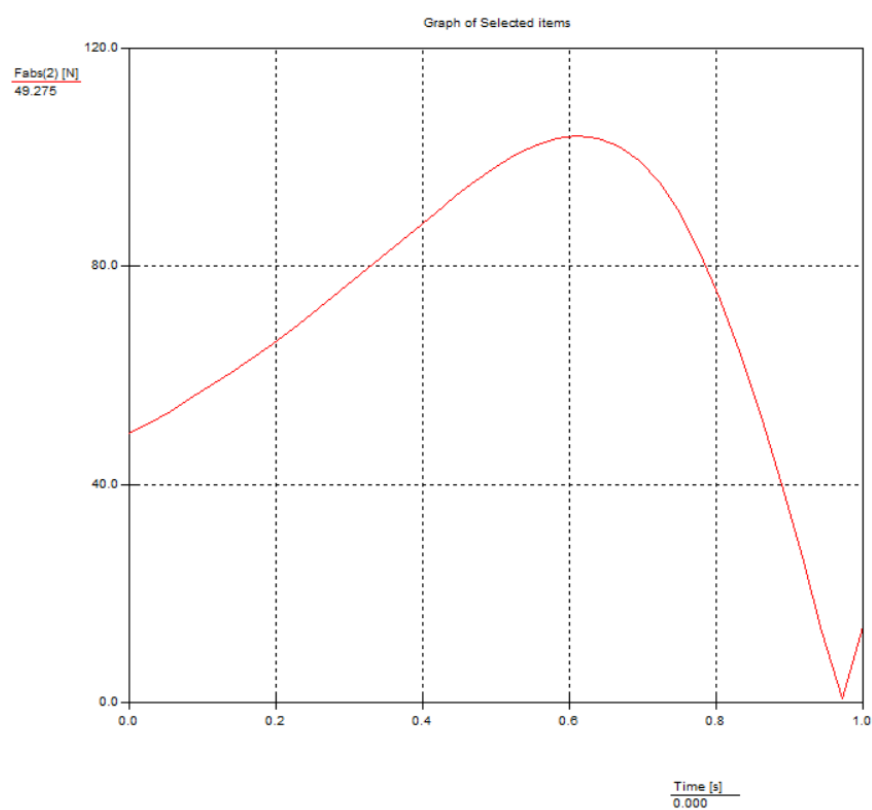
$$R_{01} = 85,23 \text{ N}$$

## 9.1 Analiza siły w programie SAM

Model:



wykres:



## 9.2 Zestawienie wyników

	Metoda grafoanalityczna	SAM
Wartość siły $P_{R1}$ [N]	49,21	49.275