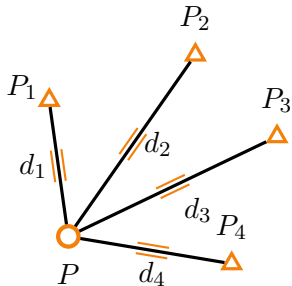


Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



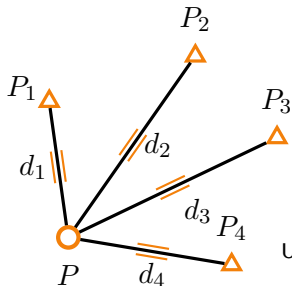
$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 \\ 15 \\ 15 \\ 12 \end{bmatrix} [\text{mm}]$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

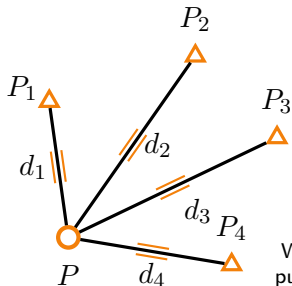
$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Ujednolicenie jednostek

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

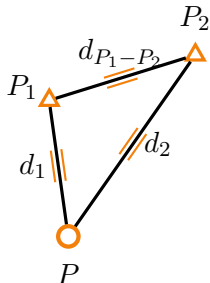
$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych (na ćwiczeniach w trosce o czas, wartości te były podane, w projekcie nr 2 trzeba je sobie samodzielnie policzyć)

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



P_3

P_4

$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

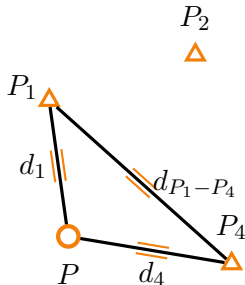
$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P_1} & Y_{P_1} \\ X_{P_2} & Y_{P_2} \\ X_{P_3} & Y_{P_3} \\ X_{P_4} & Y_{P_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

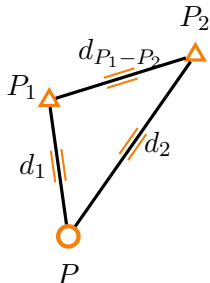
$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



P_3

P_4

$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

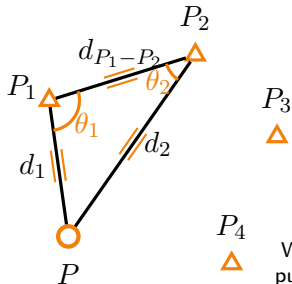
$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P_1} & Y_{P_1} \\ X_{P_2} & Y_{P_2} \\ X_{P_3} & Y_{P_3} \\ X_{P_4} & Y_{P_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

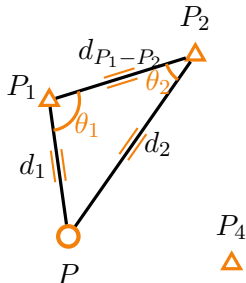
$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P_1} & Y_{P_1} \\ X_{P_2} & Y_{P_2} \\ X_{P_3} & Y_{P_3} \\ X_{P_4} & Y_{P_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych

$$d_{P_1-P_2} = \sqrt{(X_{P_2} - X_{P_1})^2 + (Y_{P_2} - Y_{P_1})^2} = 167,9767 \text{ m}$$

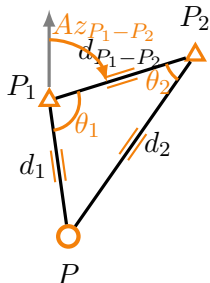
$$\theta_1 = \arccos \left(\frac{d_1^2 + d_{P_1-P_2}^2 - d_2^2}{2 \cdot d_1 \cdot d_{P_1-P_2}} \right) = 1,738044 \text{ rad } (\sim 110,6^\circ)$$

$$\theta_2 = \arccos \left(\frac{d_2^2 + d_{P_1-P_2}^2 - d_1^2}{2 \cdot d_2 \cdot d_{P_1-P_2}} \right) = 0,658430 \text{ rad } (\sim 41,9^\circ)$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P_1} & Y_{P_1} \\ X_{P_2} & Y_{P_2} \\ X_{P_3} & Y_{P_3} \\ X_{P_4} & Y_{P_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

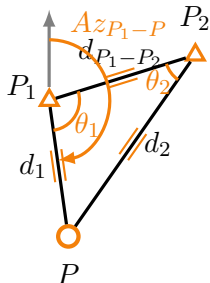
Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych

$$Az_{P_1 P_2} = \arctan \frac{Y_{P_2} - Y_{P_1}}{X_{P_2} - X_{P_1}} = 1,269\,304 \text{ rad } (\sim 80,8^\circ)$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



P_3

P_4

$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d1} \\ m_{d2} \\ m_{d3} \\ m_{d4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych

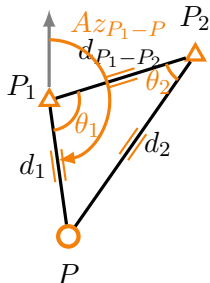
$$Az_{P_1 P_2} = \arctg \frac{Y_{P_2} - Y_{P_1}}{X_{P_2} - X_{P_1}} = 1,269\,304 \text{ rad } (\sim 80,8^g)$$

$$Az_{P_1 P} = Az_{P_1 P_2} + \theta_1 = 3,007\,348 \text{ rad } (\sim 191,5^g)$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



P_3

P_4

$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d1} \\ m_{d2} \\ m_{d3} \\ m_{d4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych

$$Az_{P_1 P_2} = \arctan \frac{Y_{P_2} - Y_{P_1}}{X_{P_2} - X_{P_1}} = 1,269\,304 \text{ rad } (\sim 80,8^\circ)$$

$$Az_{P_1 P} = Az_{P_1 P_2} + \theta_1 = 3,007\,348 \text{ rad } (\sim 191,5^\circ)$$

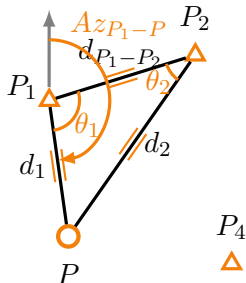
$$X_P^0 = X_{P1} + d_1 \cdot \cos Az_{P_1 P} = 1249,983 \text{ m}$$

$$Y_P^0 = Y_{P1} + d_1 \cdot \sin Az_{P_1 P} = 2410,038 \text{ m}$$

Krok po kroku rozwiązywanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wyznaczenie współrzędnych przybliżonych wszystkich punktów niewiadomych

Z różnych kombinacji różne wyniki, ale rozbieżność nie większa niż kilkanaście cm

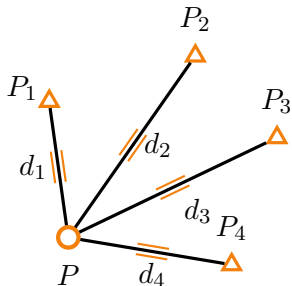
1249,983 m,	2410,038 m
1249,978 m,	2409,999 m
1249,980 m,	2410,017 m
1250,027 m,	2409,975 m
1249,996 m,	2410,019 m
1249,950 m,	2410,012 m

W dalszym przykładzie numerycznym przyjęto wartości [1250,180 m, 2409,860 m], tak jak były podane na ćwiczeniach.

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

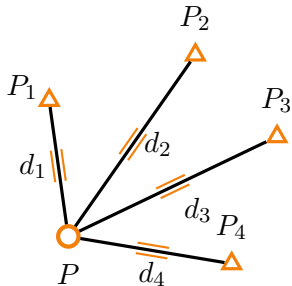
$$X_P^0 = 1250,180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409,860 \text{ m}$$

Ułożenie równań poprawek w formie macierzowej

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250,180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409,860 \text{ m}$$

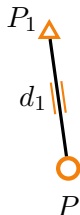
Ułożenie równań poprawek w formie macierzowej
Przypomnienie:

$$\begin{aligned} v_{d_{pk}} = & -\cos A_{pk}^0 \cdot \Delta X_p - \sin A_{pk}^0 \cdot \Delta Y_p \\ & + \cos A_{pk}^0 \cdot \Delta X_k + \sin A_{pk}^0 \cdot \Delta Y_k + \\ & + d_{pk}^0 - d_{pk}^{obs} \end{aligned}$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



P_2



P_3



P_4



$$\begin{bmatrix} X_{P_1} & Y_{P_1} \\ X_{P_2} & Y_{P_2} \\ X_{P_3} & Y_{P_3} \\ X_{P_4} & Y_{P_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400, 200 & 2389, 750 \\ 1450, 080 & 2550, 150 \\ 1359, 880 & 2640, 360 \\ 1219, 960 & 2589, 840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151, 581 \\ 244, 275 \\ 255, 235 \\ 182, 312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0, 008 \\ 0, 015 \\ 0, 015 \\ 0, 012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250, 180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409, 860 \text{ m}$$

Ułożenie równań poprawek w formie macierzowej

$$v_{d_{P-P_1}} = -\cos A_{P-P_1}^0 \cdot \Delta X_P - \sin A_{P-P_1}^0 \cdot \Delta Y_P + d_{P-P_1}^0 - d_{P-P_1}^{obs}$$

$$A_{P-P_1}^0 = \arctg \frac{Y_{P_1} - Y_P^0}{X_{P_1} - X_P^0} = -0,133\,254 \text{ rad } (\sim -8,5^\circ)$$

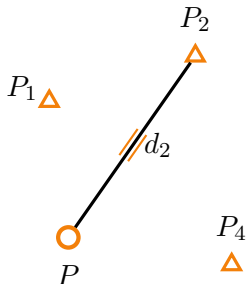
$$d_{P-P_1}^0 = \sqrt{(X_{P_1} - X_P^0)^2 + (Y_{P_1} - Y_P^0)^2} = 151,3619 \text{ m}$$

$$A = \begin{bmatrix} -0,9911347 & 0,1328604 \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} -0,21914 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400, 200 & 2389, 750 \\ 1450, 080 & 2550, 150 \\ 1359, 880 & 2640, 360 \\ 1219, 960 & 2589, 840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151, 581 \\ 244, 275 \\ 255, 235 \\ 182, 312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0, 008 \\ 0, 015 \\ 0, 015 \\ 0, 012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250, 180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409, 860 \text{ m}$$

Ułożenie równań poprawek w formie macierzowej

$$v_{d_{P-P_2}} = -\cos A_{P-P_2}^0 \cdot \Delta X_P - \sin A_{P-P_2}^0 \cdot \Delta Y_P + d_{P-P_2}^0 - d_{P-P_2}^{obs}$$

$$A_{P-P_2}^0 = \arctg \frac{Y_{P_2} - Y_P^0}{X_{P_2} - X_P^0} = 0,611\,934 \text{ rad } (\sim 39,0^\circ)$$

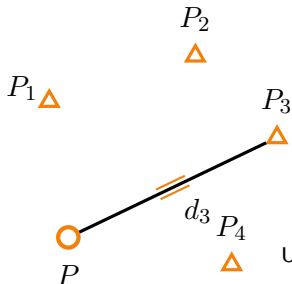
$$d_{P-P_2}^0 = \sqrt{(X_{P_2} - X_P^0)^2 + (Y_{P_2} - Y_P^0)^2} = 244,2157 \text{ m}$$

$$A = \begin{bmatrix} -0,9911347 & 0,1328604 \\ -0,8185387 & -0,5744512 \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} -0,21914 \\ -0,05932 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400, 200 & 2389, 750 \\ 1450, 080 & 2550, 150 \\ 1359, 880 & 2640, 360 \\ 1219, 960 & 2589, 840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151, 581 \\ 244, 275 \\ 255, 235 \\ 182, 312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0, 008 \\ 0, 015 \\ 0, 015 \\ 0, 012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250, 180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409, 860 \text{ m}$$

Ułożenie równań poprawek w formie macierzowej

$$v_{d_{P-P_3}} = -\cos A_{P-P_3}^0 \cdot \Delta X_P - \sin A_{P-P_3}^0 \cdot \Delta Y_P + d_{P-P_3}^0 - d_{P-P_3}^{obs}$$

$$A_{P-P_3}^0 = \arctg \frac{Y_{P_3} - Y_P^0}{X_{P_3} - X_P^0} = 1,126 596 \text{ rad } (\sim 71,7^\circ)$$

$$d_{P-P_3}^0 = \sqrt{(X_{P_3} - X_P^0)^2 + (Y_{P_3} - Y_P^0)^2} = 255,2731 \text{ m}$$

$$A = \begin{bmatrix} -0,9911347 & 0,1328604 \\ -0,8185387 & -0,5744512 \\ -0,4297358 & -0,9029546 \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} -0,21914 \\ -0,05932 \\ 0,03806 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:

$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400, 200 & 2389, 750 \\ 1450, 080 & 2550, 150 \\ 1359, 880 & 2640, 360 \\ 1219, 960 & 2589, 840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

P_3
△

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151, 581 \\ 244, 275 \\ 255, 235 \\ 182, 312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0, 008 \\ 0, 015 \\ 0, 015 \\ 0, 012 \end{bmatrix}$$

$$X_P^0 = 1250, 180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409, 860 \text{ m}$$

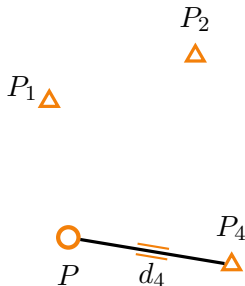
Ułożenie równań poprawek w formie macierzowej

$$v_{d_{P-P_4}} = -\cos A_{P-P_4}^0 \cdot \Delta X_P - \sin A_{P-P_4}^0 \cdot \Delta Y_P + d_{P-P_4}^0 - d_{P-P_4}^{obs}$$

$$A_{P-P_4}^0 = \arctg \frac{Y_{P_4} - Y_P^0}{X_{P_4} - X_P^0} = 1,737 152 \text{ rad } (\sim 110,6^\circ)$$

$$d_{P-P_4}^0 = \sqrt{(X_{P_4} - X_P^0)^2 + (Y_{P_4} - Y_P^0)^2} = 182,4994 \text{ m}$$

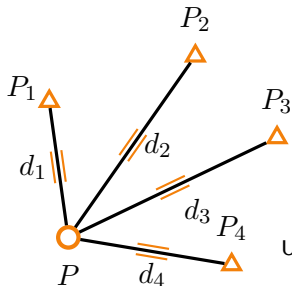
$$A = \begin{bmatrix} -0,9911347 & 0,1328604 \\ -0,8185387 & -0,5744512 \\ -0,4297358 & -0,9029546 \\ 0,1655895 & -0,9861947 \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} -0,21914 \\ -0,05932 \\ 0,03806 \\ 0,18744 \end{bmatrix} [\text{m}]$$



Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400, 200 & 2389, 750 \\ 1450, 080 & 2550, 150 \\ 1359, 880 & 2640, 360 \\ 1219, 960 & 2589, 840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151, 581 \\ 244, 275 \\ 255, 235 \\ 182, 312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0, 008 \\ 0, 015 \\ 0, 015 \\ 0, 012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250, 180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409, 860 \text{ m}$$

Ułożenie równań poprawek w formie macierzowej

$$A = \begin{bmatrix} -0, 9911347 & 0, 1328604 \\ -0, 8185387 & -0, 5744512 \\ -0, 4297358 & -0, 9029546 \\ 0, 1655895 & -0, 9861947 \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} -0, 21914 \\ -0, 05932 \\ 0, 03806 \\ 0, 18744 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

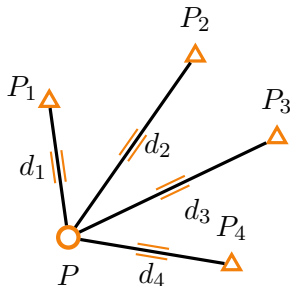
$$P = \begin{bmatrix} m_{d_1}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_{d_2}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_{d_3}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_{d_4}^2 \end{bmatrix}^{-1} =$$

$$\begin{bmatrix} 15625 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4444, 444 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 4444, 444 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 6944, 444 \end{bmatrix}$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250,180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409,860 \text{ m}$$

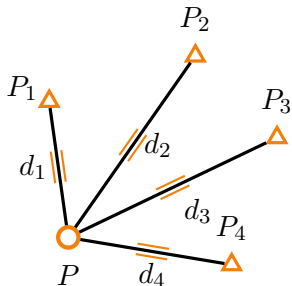
Dalej już klasycznie

$$dX = \begin{bmatrix} \Delta X_P \\ \Delta Y_P \end{bmatrix} = -(A^T P A)^{-1} (A^T P L) = \begin{bmatrix} -0,1990 \\ 0,1538 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400, 200 & 2389, 750 \\ 1450, 080 & 2550, 150 \\ 1359, 880 & 2640, 360 \\ 1219, 960 & 2589, 840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151, 581 \\ 244, 275 \\ 255, 235 \\ 182, 312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0, 008 \\ 0, 015 \\ 0, 015 \\ 0, 012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250, 180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409, 860 \text{ m}$$

Dalej już klasycznie

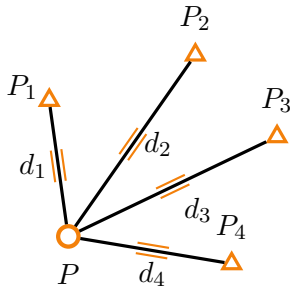
$$dX = \begin{bmatrix} \Delta X_P \\ \Delta Y_P \end{bmatrix} = -(A^T P A)^{-1} (A^T P L) = \begin{bmatrix} -0, 1990 \\ 0, 1538 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X = \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_P^0 \\ Y_P^0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X_P \\ \Delta Y_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1249, 9810 \\ 2410, 0138 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400, 200 & 2389, 750 \\ 1450, 080 & 2550, 150 \\ 1359, 880 & 2640, 360 \\ 1219, 960 & 2589, 840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151, 581 \\ 244, 275 \\ 255, 235 \\ 182, 312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0, 008 \\ 0, 015 \\ 0, 015 \\ 0, 012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250, 180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409, 860 \text{ m}$$

Dalej już klasycznie

$$dX = \begin{bmatrix} \Delta X_P \\ \Delta Y_P \end{bmatrix} = -(A^T P A)^{-1} (A^T P L) = \begin{bmatrix} -0, 1990 \\ 0, 1538 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

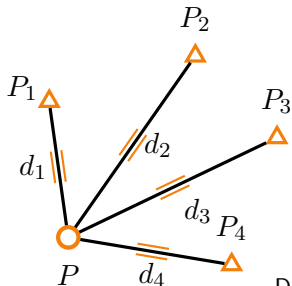
$$X = \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_P^0 \\ Y_P^0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X_P \\ \Delta Y_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1249, 9810 \\ 2410, 0138 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$V = \begin{bmatrix} V_{d_1} \\ V_{d_2} \\ V_{d_3} \\ V_{d_4} \end{bmatrix} = A \cdot dX + L = \begin{bmatrix} -0, 0015 \\ 0, 0152 \\ -0, 0153 \\ 0, 0028 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Krok po kroku rozwiązywanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250,180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409,860 \text{ m}$$

Dalej już klasycznie

$$dX = \begin{bmatrix} \Delta X_P \\ \Delta Y_P \end{bmatrix} = -(A^T P A)^{-1} (A^T P L) = \begin{bmatrix} -0,1990 \\ 0,1538 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X = \begin{bmatrix} X_P \\ Y_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_P^0 \\ Y_P^0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X_P \\ \Delta Y_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1249,9810 \\ 2410,0138 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

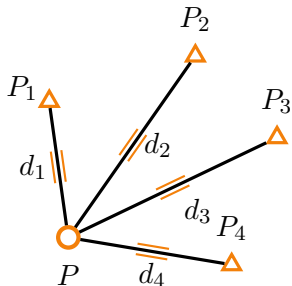
$$V = \begin{bmatrix} V_{d_1} \\ V_{d_2} \\ V_{d_3} \\ V_{d_4} \end{bmatrix} = A \cdot dX + L = \begin{bmatrix} -0,0015 \\ 0,0152 \\ -0,0153 \\ 0,0028 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Wszystkie kontrole jak przy sieci niwelacyjnej

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250,180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409,860 \text{ m}$$

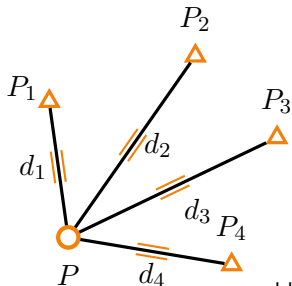
$\sigma_0 = 1,0382$ [niemianowane!]
wyrównane obserwacje

$$y^w = y + V = \begin{bmatrix} 151,5795 \\ 244,2902 \\ 255,2197 \\ 182,3148 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

Krok po kroku rozwiązywanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250,180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409,860 \text{ m}$$

błędy średnie wyrównanych niewiadomych, obie składowe

$$\text{cov}(dX) = \sigma_0^2 \cdot (A^T P A)^{-1} =$$

$$\begin{bmatrix} m_{X_P^w}^2 & \text{cov}(X_P^w, Y_P^w) \\ \text{cov}(X_P^w, Y_P^w) & m_{Y_P^w}^2 \end{bmatrix}$$

$$m_{X_P^w} = 7,4 \text{ mm}; \quad m_{Y_P^w} = 9,4 \text{ mm}$$

błąd położenia punktu

$$m_{pP} = \sqrt{m_{X_P^w}^2 + m_{Y_P^w}^2} = 12,0 \text{ mm}$$

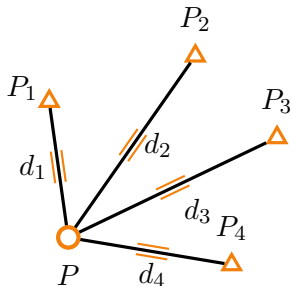
korelacja

$$\rho_{X_P, Y_P} = \frac{\text{cov}(X_P^w, Y_P^w)}{m_{X_P^w} \cdot m_{Y_P^w}} = -0,04$$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} [\text{m}], \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} [\text{m}]$$

$$X_P^0 = 1250,180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409,860 \text{ m}$$

błędy średnie pomiarów

$$\text{cov}(y) = \sigma_0^2 \cdot (A \cdot (A^T P A)^{-1} A^T)$$

$$\begin{bmatrix} m_{d1w} \\ m_{d2w} \\ m_{d3w} \\ m_{d4w} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7,6 \\ 8,0 \\ 9,0 \\ 9,4 \end{bmatrix} [\text{mm}]$$

błędy średnie zadanych funkcji
macierz Jakobiego

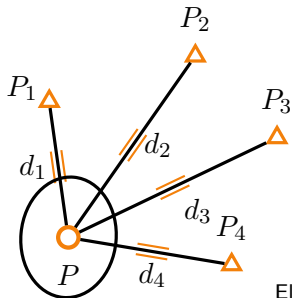
$$D =$$

Z prawa propagacji kowariancji $m_{u1} = m_{u2} =$

Krok po kroku rozwiązanie zadania z ćwiczeń

Wariant 1

Dane:



$$\begin{bmatrix} X_{P1} & Y_{P1} \\ X_{P2} & Y_{P2} \\ X_{P3} & Y_{P3} \\ X_{P4} & Y_{P4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1400,200 & 2389,750 \\ 1450,080 & 2550,150 \\ 1359,880 & 2640,360 \\ 1219,960 & 2589,840 \end{bmatrix} \text{ [m]}$$

$$\begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 151,581 \\ 244,275 \\ 255,235 \\ 182,312 \end{bmatrix} \text{ [m]}, \quad \begin{bmatrix} m_{d_1} \\ m_{d_2} \\ m_{d_3} \\ m_{d_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,008 \\ 0,015 \\ 0,015 \\ 0,012 \end{bmatrix} \text{ [m]}$$

$$X_P^0 = 1250,180 \text{ m}, \quad Y_P^0 = 2409,860 \text{ m}$$

Elipsa błędu średniego

$$Q = (A^T P A)^{-1} = \begin{bmatrix} 5,180 \cdot 10^{-5} & -2,662 \cdot 10^{-6} \\ -2,662 \cdot 10^{-6} & 8,264 \cdot 10^{-5} \end{bmatrix}$$

$$a = \sigma_0 \cdot \sqrt{2\lambda_1} = 10,5 \text{ mm}$$

$$b = \sigma_0 \cdot \sqrt{2\lambda_2} = 13,3 \text{ mm}$$

$$\varphi = \frac{1}{2} \arctg \left(\frac{2 \cdot Q_{XY}}{Q_X - Q_Y} \right) = -1.485 \text{ rad} (-94,6^\circ)$$

(skala elipsy inna niż skala sieci)