

*AKADEMIA GÓRNICZO - HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE*

*WYDZIAŁ GEODEZJI GÓRNICZEJ I INŻYNIERII
ŚRODOWISKA*

*KIERUNEK GEODEZJA I KARTOGRAFIA
KRAKÓW - ROK III*



**WPLYW DENIWELACJI TERENU NA
NIEJEDNORODNOŚĆ SKALI ZDJĘCIA
LOTNICZEGO
(KARTOMETRYCZNOŚĆ ZDJĘCIA)**

SPRAWOZDANIE TECHNICZNE

Zleceniodawca: Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie

Wykonawca: Barbara Błotnicka

Przedmiot zlecenia: Wpływ deniwelacji terenu na niejednorodność skali zdjęcia lotniczego

Otrzymane materiały:

- zdjęcie lotnicze w postaci cyfrowej terenu rejonu Beskidu Sądeckiego (Wola Łużańska): format 23 x 23 cm, piksel skanowania 25 μm , stała kamery 153.17 mm (g.tif).
- zdjęcie lotnicze w postaci cyfrowej rejonu Nowa Huta: format 23 x 23 cm, piksel skanowania 25 μm , stała kamery 152.40 mm (n.tif).
- mapy topograficzne terenów przedstawionych na zdjęciach w postaci cyfrowej (g.tif i n.tif) o pikselu skanowania 70 μm .

Wykorzystane oprogramowanie: GIMP, MS Excel, SMath Studio

Realizacja tematu:

Otrzymano zadanie oceny kartometryczności otrzymanych zdjęć lotniczych. Prace podzielono na etap prac pomiarowych oraz etap prac obliczeniowych. Poniżej znajduje się opis prac pomiarowych, wyniki prac obliczeniowych, zrzuty ekranu dokumentujące wykonanie pomiarów oraz wnioski.

Prace pomiarowe:

1. Narysowanie dwóch przekątnych pomiędzy znaczkami tłowymi w celu wyznaczenia punktu głównego zdjęcia.
2. Narysowanie na zdjęciu lotniczym odcinka AC oraz BD jako jak najdłuższego odcinka symetrycznego względem punktu głównego zdjęcia.
3. Narysowanie na mapie topograficznej odcinka AC oraz BD analogicznie jak z zdjęcia lotniczym (na zdjęciu jak i na mapie odcinki miały takie same początki i końce – skrzyżowania charakterystycznych ulic).
4. Pomiar narysowanych odcinków na zdjęciu lotniczym i na mapie oraz zapisanie wyników.
5. Wyznaczenie wysokości końców odcinków H_A , H_B , H_C , H_D w punktach A, B, C i D oraz zanotowanie wyników.
6. Wyznaczenie średniej wysokości terenu H_{SR} na podstawie maksymalnej i minimalnej wysokości odczytanej z mapy topograficznej.
7. Narysowanie promieni radialnych do punktów o ekstremalnych wysokościach - r_{max} i r_{min} .
8. Pomiar narysowanych promieni radialnych.
9. Powyższe czynności wykonane zostały dla terenu Beskidu Sądeckiego oraz terenu Nowej Huty.

Prace obliczeniowe:

TEREN BESKIDÓW

Zdjęcie

$$d_{AC} := 7970,5 \cdot px = 199,26 \text{ mm}$$

$$d_{BD} := 7354,0 \cdot px = 183,85 \text{ mm}$$

$$H_A := 328,7 \text{ m}$$

$$H_{\max} := 576,0 \text{ m}$$

$$H_B := 308,4 \text{ m}$$

$$H_{\min} := 292,0 \text{ m}$$

$$H_C := 367,5 \text{ m}$$

$$r_{\min} := 3924,1 \cdot px = 98,10 \text{ mm}$$

$$H_D := 538,6 \text{ m}$$

$$r_{\max} := 4222,0 \cdot px = 105,55 \text{ mm}$$

$$H_{\acute{S}R} := \frac{H_{\max} + H_{\min}}{2} = 434 \text{ m}$$

Mapa

$$d_{AC'} := 8335,6 \cdot p_{xs} = 583,49 \text{ mm}$$

$$d_{BD'} := 7527,3 \cdot p_{xs} = 526,91 \text{ mm}$$

$$px := 25 \mu\text{m}$$

$$p_{xs} := 70 \mu\text{m}$$

Wyznaczenie skali zdjęcia dla poziomy odcinka AC i BD:

$$m_{ZAC} := \frac{5835 \text{ m}}{0,1993 \text{ m}} = 29277,47$$

$$m_{ZBD} := \frac{5269 \text{ m}}{0,1839 \text{ m}} = 28651,44$$

Wyznaczenie wysokości lotu ponad średni poziom odcinka AC i BD:

$$C_k := 153,17 \text{ mm}$$

$$W_{AC} := m_{ZAC} \cdot C_k = 4484,43 \text{ m}$$

$$W_{BD} := m_{ZBD} \cdot C_k = 4388,54 \text{ m}$$

Wyznaczenie wysokości absolutnej lotu:

$$H_{AC} := \frac{H_A + H_C}{2} = 348,10 \text{ m}$$

$$H_{BD} := \frac{H_B + H_D}{2} = 423,50 \text{ m}$$

$$W_{OAC} := W_{AC} + H_{AC} = 4832,53 \text{ m}$$

$$W_{OBD} := W_{BD} + H_{BD} = 4812,04 \text{ m}$$

$$W_0 := \frac{W_{OAC} + W_{OBD}}{2} = 4822,29 \text{ m}$$

$$W_{\acute{S}R} := W_0 - H_{\acute{S}R}$$

Wyznaczenie mianownika średniej skali zdjęcia:

$$m_{Z\acute{S}R} := \frac{W_0 - H_{\acute{S}R}}{C_k} = 28649,77$$

Wyznaczenie średniego piksela terenowego zdjęcia:

$$P_{T\acute{S}R} := m_{Z\acute{S}R} \cdot px = 0,72 \text{ m}$$

Wyznaczenie ekstremalnych mianowników skali zdjęcia:

$$m_{Z\max} := \frac{W_0 - H_{\min}}{C_k} = 29576,85$$

$$m_{Z\min} := \frac{W_0 - H_{\max}}{C_k} = 27722,70$$

$$\Delta m_Z := m_{Z\max} - m_{Z\min} = 1854,15$$

Wyznaczenie ekstremalnych wielkości pikseli terenowych:

$$P_{t\max} := m_{Z\max} \cdot px = 0,74 \text{ m}$$

$$P_{t\min} := m_{Z\min} \cdot px = 0,69 \text{ m}$$

Mianowniki skali dla punktów A, B, C i D:

$$m_{ZA} := \frac{W_0 - H_C}{C_k} = 29083,93$$

$$m_{ZB} := \frac{W_0 - H_D}{C_k} = 27966,87$$

$$m_{ZC} := \frac{W_0 - H_A}{C_k} = 29337,24$$

$$m_{ZD} := \frac{W_0 - H_B}{C_k} = 29469,78$$

Określenie przesunięć radialnych dla punktów o ekstremalnych wysokościach:

$$\Delta h_1 := H_{\dot{S}R} - H_{\min} = 142 \text{ m}$$

$$\Delta h_2 := H_{\dot{S}R} - H_{\max} = -142 \text{ m}$$

$$\Delta r := \frac{\Delta h_1 \cdot r_{\max}}{W_0} = 3,11 \text{ mm}$$

$$\Delta r' := \frac{\Delta h_2 \cdot r_{\min}}{W_0} = -2,89 \text{ mm}$$

Określenie maksymalnych, prognozowanych przesunięć radialnych spowodowanych deniwelacjami terenu:

Format zdjęcia 23 cm x 23 cm $a := 23 \text{ cm}$

Połowa przekątnej formatu zdjęcia $p := \frac{\sqrt{2} \cdot a}{2} = 16,26 \text{ cm}$

$$\Delta r_{\max} := \frac{\Delta h_1 \cdot p}{W_0} = 4,79 \text{ mm}$$

Określenie prognozowanej powierzchni zdjęcia odpowiadającej kryterium dokładności fotomapy:

$\sigma := 0,6 \text{ mm}$

$$R_{\max} := \frac{\sigma \cdot W_0}{\Delta h_1} = 2,04 \text{ cm}$$

Powierzchnie zdjęcia $a^2 = 0,0529 \text{ m}^2$

Powierzchnia koła spełniająca kryterium kartometryczności $3,1415 \cdot R_{\max}^2 = 0,0013 \text{ m}^2$

Powierzchnia zdjęcia w procentach spełniająca kryterium kartometryczności $P := \frac{0,0013}{0,0529} = 2,46 \%$

Obliczenie wielkości dopuszczalnych deniwelacji terenu dla spełnienia warunku kartometryczności zdjęcia:

$$\Delta H_{\max} := \frac{\sigma \cdot W_0}{p} = 17,79 \text{ m}$$

TEREN NOWEJ HUTY

Zdjęcie

$$d_{AC} := 7615,7 \cdot px = 190,39 \text{ mm}$$

$$d_{BD} := 8329,1 \cdot px = 208,23 \text{ mm}$$

$$H_A := 210,0 \text{ m}$$

$$H_{\max} := 220,0 \text{ m}$$

$$H_B := 201,0 \text{ m}$$

$$H_{\min} := 188,5 \text{ m}$$

$$H_C := 192,5 \text{ m}$$

$$r_{\min} := 4020,5 \cdot px = 100,51 \text{ mm}$$

$$H_D := 196,4 \text{ m}$$

$$r_{\max} := 4480,3 \cdot px = 112,01 \text{ mm}$$

$$H_{\text{ŚR}} := \frac{H_{\max} + H_{\min}}{2} = 204,25 \text{ m}$$

Mapa

$$d_{AC'} := 7474,9 \cdot pxs = 523,24 \text{ mm}$$

$$d_{BD'} := 8175,7 \cdot pxs = 572,3 \text{ mm}$$

$$px := 25 \mu\text{m}$$

$$pxs := 70 \mu\text{m}$$

Wyznaczenie skali zdjęcia dla poziomu odcinka AC i BD:

$$m_{ZAC} := \frac{5232 \text{ m}}{0,1993 \text{ m}} = 26251,88 \quad m_{ZBD} := \frac{5723 \text{ m}}{0,1839 \text{ m}} = 31120,17$$

Wyznaczenie wysokości lotu ponad średni poziom odcinka AC i BD:

$$C_k := 153,17 \text{ mm}$$

$$W_{AC} := m_{ZAC} \cdot C_k = 4021 \text{ m}$$

$$W_{BD} := m_{ZBD} \cdot C_k = 4766,68 \text{ m}$$

Wyznaczenie wysokości absolutnej lotu:

$$H_{AC} := \frac{H_A + H_C}{2} = 201,25 \text{ m}$$

$$H_{BD} := \frac{H_B + H_D}{2} = 198,70 \text{ m}$$

$$W_{OAC} := W_{AC} + H_{AC} = 4222,25 \text{ m}$$

$$W_{OBD} := W_{BD} + H_{BD} = 4965,38 \text{ m}$$

$$W_0 := \frac{W_{OAC} + W_{OBD}}{2} = 4593,81 \text{ m}$$

$$W_{\text{ŚR}} := W_0 - H_{\text{ŚR}}$$

Wyznaczenie mianownika średniej skali zdjęcia:

$$m_{Z\text{ŚR}} := \frac{W_0 - H_{\text{ŚR}}}{C_k} = 28658,12$$

Wyznaczenie średniego piksela terenowego zdjęcia:

$$P_{T\text{ŚR}} := m_{Z\text{ŚR}} \cdot px = 0,72 \text{ m}$$

Wyznaczenie ekstremalnych mianowników skali zdjęcia:

$$m_{Z\max} := \frac{W_0 - H_{\min}}{C_k} = 28760,94$$

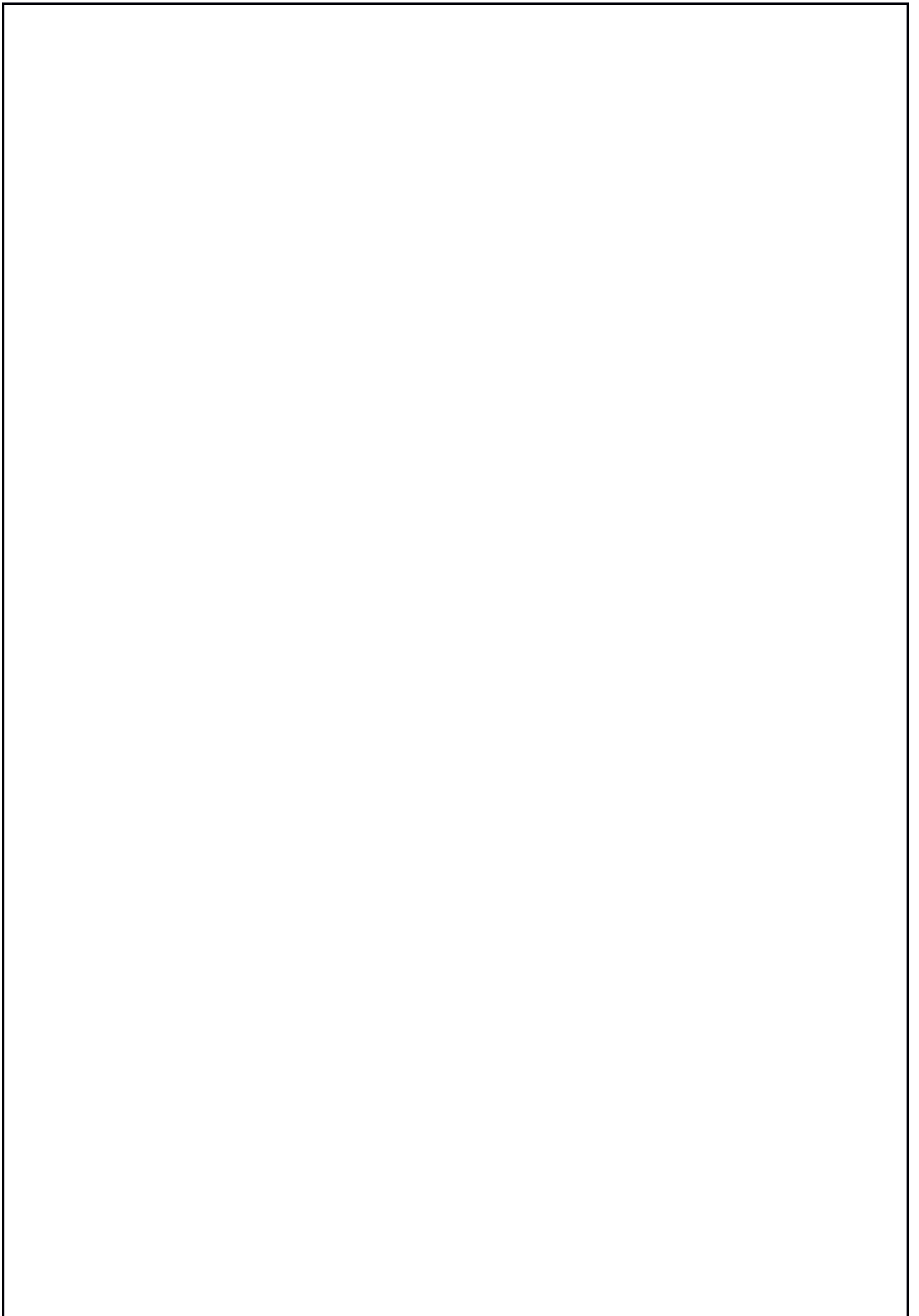
$$m_{Z\min} := \frac{W_0 - H_{\max}}{C_k} = 28555,29$$

$$\Delta m_Z := m_{Z\max} - m_{Z\min} = 205,65$$

wyznaczenie ekstremalnych wielkości pikseli terenowych:

$$P_{t\max} := m_{Z\max} \cdot px = 0,72 \text{ m}$$

$$P_{t\min} := m_{Z\min} \cdot px = 0,71 \text{ m}$$



Mianowniki skali dla punktów A, B, C i D:

$$m_{ZA} := \frac{W_0 - H_C}{C_k} = 28734,83$$

$$m_{ZB} := \frac{W_0 - H_D}{C_k} = 28709,37$$

$$m_{ZC} := \frac{W_0 - H_A}{C_k} = 28620,58$$

$$m_{ZD} := \frac{W_0 - H_B}{C_k} = 28679,34$$

Określenie przesunięć radialnych dla punktów o ekstremalnych wysokościach:

$$\Delta h_1 := H_{\dot{S}R} - H_{\min} = 15,75 \text{ m} \quad \Delta h_2 := H_{\dot{S}R} - H_{\max} = -15,75 \text{ m}$$

$$\Delta r := \frac{\Delta h_1 \cdot r_{\max}}{W_0} = 0,38 \text{ mm} \quad \Delta r' := \frac{\Delta h_2 \cdot r_{\min}}{W_0} = -0,34 \text{ mm}$$

Określenie maksymalnych, prognozowanych przesunięć radialnych spowodowanych deniwelacjami terenu:

$$\text{Format zdjęcia } 23 \text{ cm} \times 23 \text{ cm} \quad a := 23 \text{ cm}$$

$$\text{Połowa przekątnej formatu zdjęcia} \quad p := \frac{\sqrt{2} \cdot a}{2} = 16,26 \text{ cm}$$

$$\Delta r_{\max} := \frac{\Delta h_1 \cdot p}{W_0} = 0,56 \text{ mm}$$

Określenie prognozowanej powierzchni zdjęcia odpowiadającej kryterium dokładności fotomapy:

$$\sigma := 0,6 \text{ mm}$$

$$R_{\max} := \frac{\sigma \cdot W_0}{\Delta h_1} = 17,5 \text{ cm}$$

$$\text{Powierzchnie zdjęcia} \quad a^2 = 0,0529 \text{ m}^2$$

$$\text{Powierzchnia koła spełniająca kryterium kartometryczności} \quad 3,1415 \cdot R_{\max}^2 = 0,0962 \text{ m}^2$$

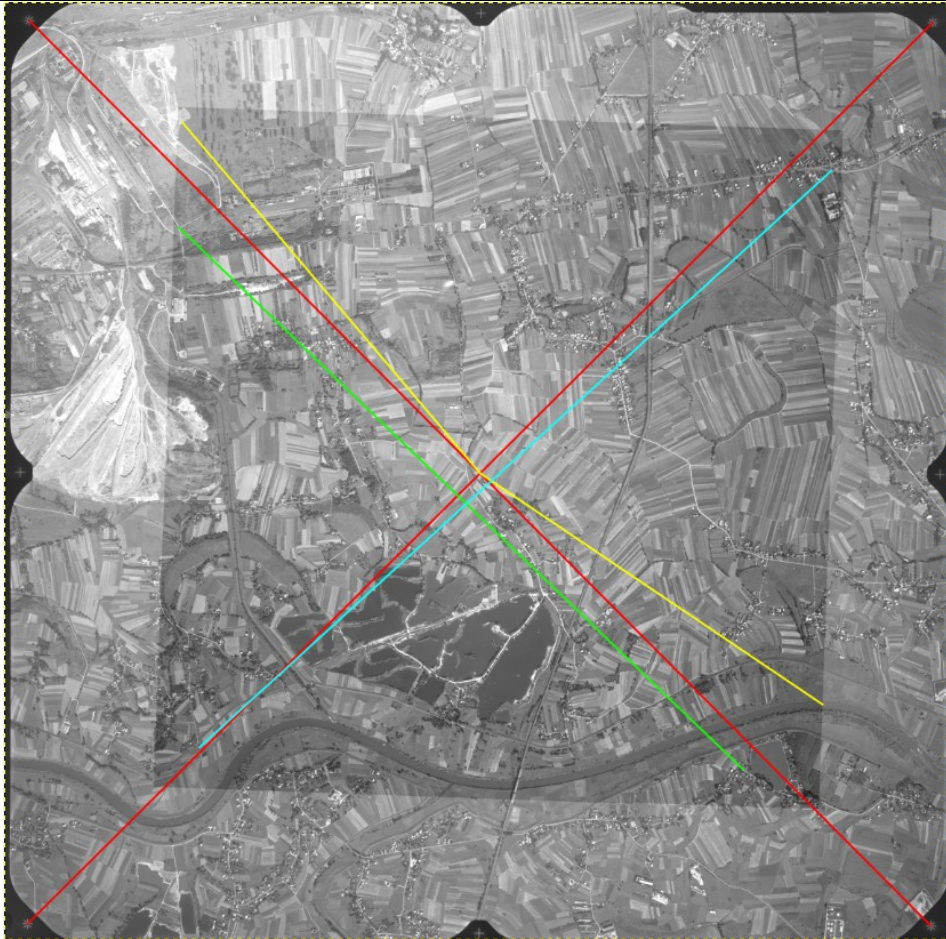
$$\text{Powierzchnia zdjęcia w procentach spełniająca kryterium kartometryczności} \quad p := \frac{0,0962}{0,0529} = 181,85 \%$$

Obliczenie wielkości dopuszczalnych deniwelacji terenu dla spełnienia warunku kartometryczności zdjęcia:

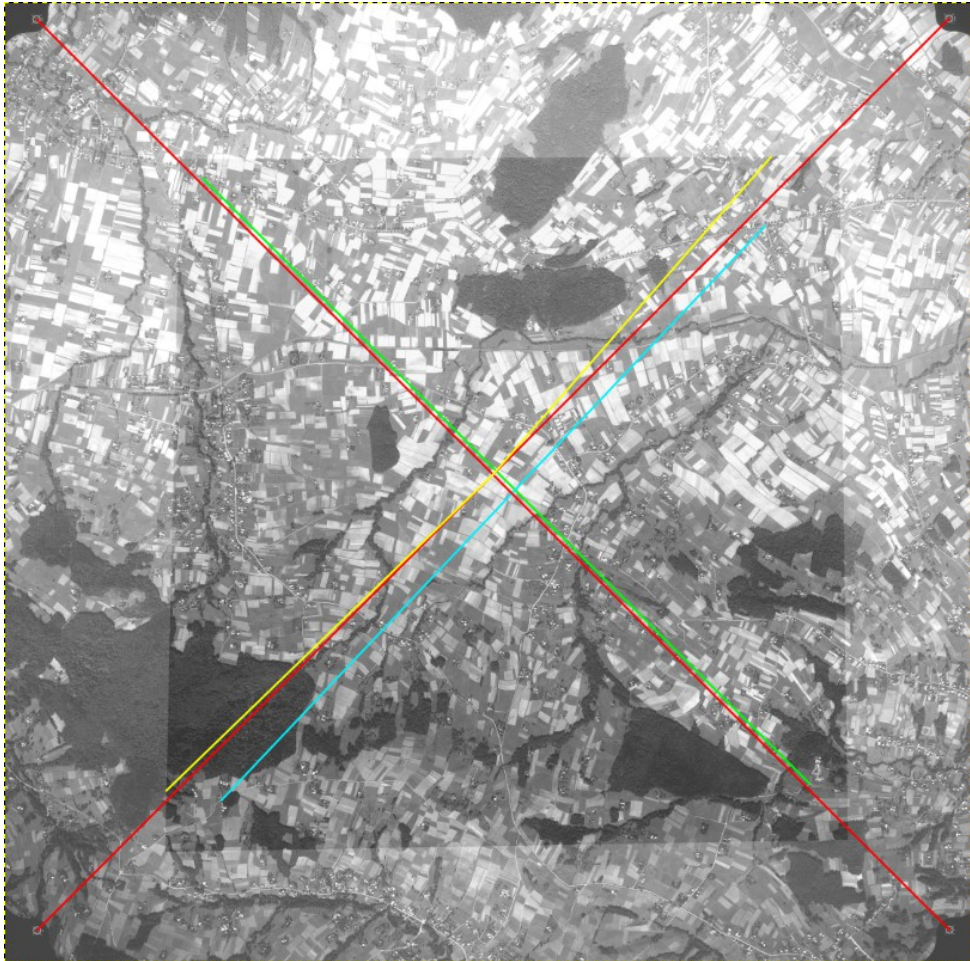
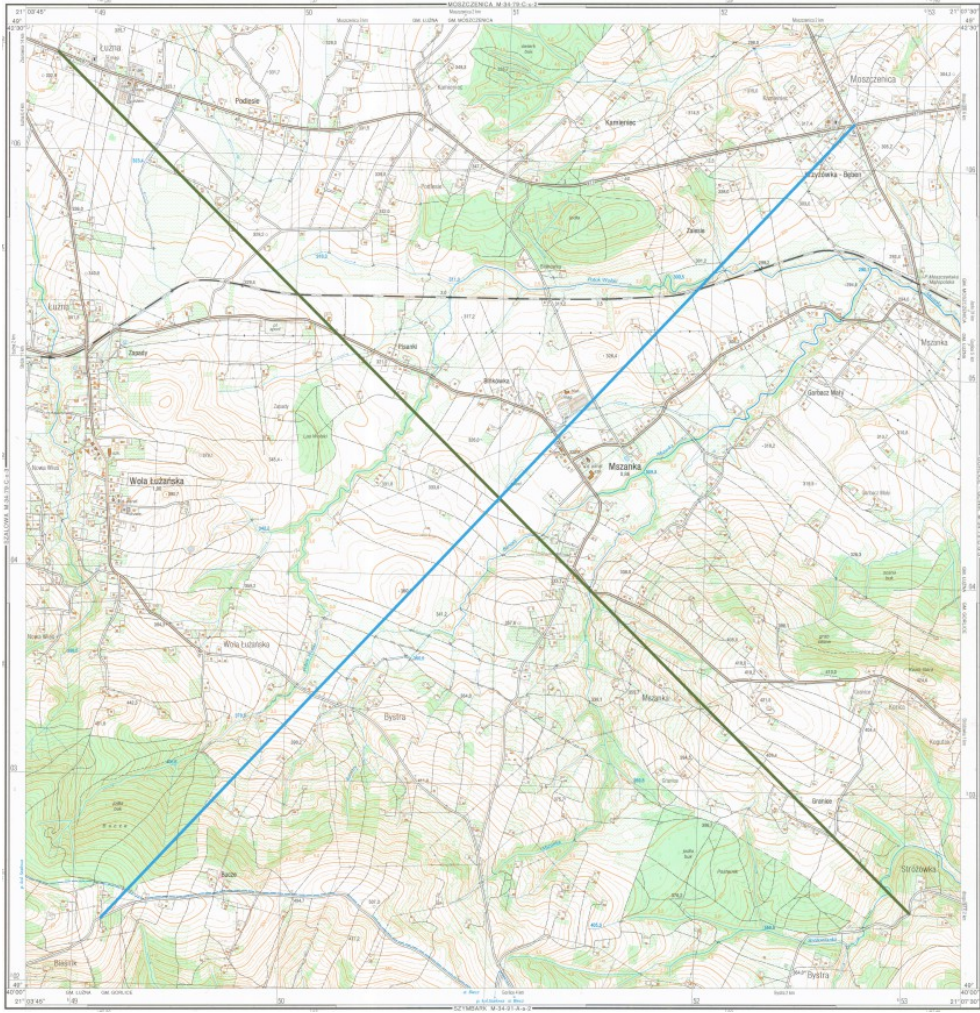
$$\Delta H_{\max} := \frac{\sigma \cdot W_0}{p} = 16,95 \text{ m}$$

TEREN NOWEJ HUTY





TEREN BESKIDÓW



Wnioski:

W przypadku występowania deniwelacji terenu skala zdjęcia będzie zmieniała się odpowiednio do różnic wysokości terenu. Im większe deniwelacje występujące na danym terenie tym różnice pomiędzy ekstremalnymi wartościami pikseli terenowych będą większe.

Pomimo takich samych różnic wysokości od płaszczyzny odniesienia punkty o ekstremalnych wysokościach różnią się od siebie znakiem ponieważ leżą one po przeciwnych stronach płaszczyzny odniesienia a inne wielkości przesunięć radialnych spowodowane są inną wysokością względem płaszczyzny odniesienia.

Obliczone wielkości przesunięć radialnych dla punktów o ekstremalnych wysokościach w obu przypadkach mieszczą się w obliczonym przedziale maksymalnych przesunięć radialnych. Obliczona wielkość dopuszczalnej deniwelacji terenu dla spełnienia warunku kartometryczności zdjęcia ma związek z geometrią zdjęcia. Podczas obliczeń wykorzystuje się połowę przekątnej obrazu, im większa przekątna tym większe deniwelacje mogą występować na kartometrycznym zdjęciu.

Porównując wyniki badania kartometryczności dla obu przypadków można stwierdzić, że największy wpływ na kartometryczność zdjęć lotniczych mają wpływ deniwelacje terenu oraz średnia wysokość lotu. Dla terenów o większych różnicach wysokości należy wybierać wyższą wysokość lotu aby uzyskać większą część zdjęcia które będzie spełniało warunki kartometryczności.