

## A. Wpływ deniwelacji terenu na niejednorodność skali zdjęcia lotniczego (kartometryczność zdjęcia)

### Materiały i narzędzia do wykonania ćwiczenia:

Zdjęcie lotnicze w postaci cyfrowej terenu rejonu Beskidów, format 23x23 cm, piksel skanowania 25 $\mu$ m, stała kamery 153,17mm (Beskid.tif)

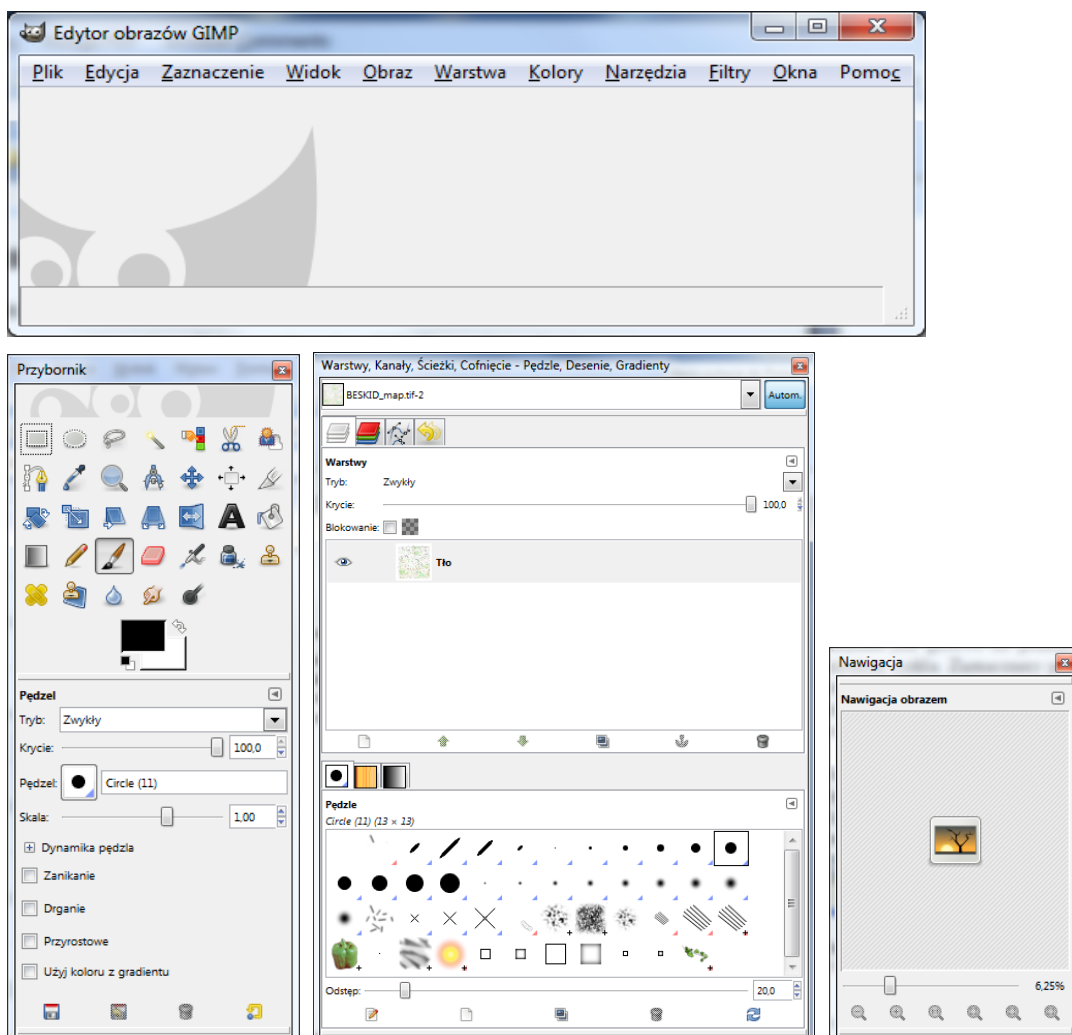
Zdjęcie lotnicze w postaci cyfrowej rejonu Nowa Huta, format 23x23 cm, piksel skanowania 25 $\mu$ m, stała kamery 152,40mm (Krakow.tif)

Mapy topograficzne terenów przedstawionych na zdjęciach w skali 1:10 000 w postaci cyfrowej (BESKID\_map.tif i KRAKOW\_map.tif) z pikselem skanowania 70 $\mu$ m lub papierowej.

### Praca w programie GIMP

#### 1. Uruchomienie programu GIMP


Po uruchomieniu programu oprócz okna *Edytor obrazów GIMP* powinno być otwarte okno *Przybornik*, *Nawigacja* oraz *Warstwy*, *Kanały*, *Ścieżki...* jeżeli brakuje jakiegoś okna narzędziowego należy go otworzyć za pomocą menu: Okna→Ostatnio zamknięte doki lub Dokowane okna dialogowe




2. Otwarcie zdjęcia lotniczego: Plik→Otwórz
3. Zamiana trybu wyświetlania kolorów zdjęcia lotniczego z *Odcienie szarości* na tryb *RGB*: Obraz→Tryb→RGB
4. Dodanie warstwy „Przekatne” w pliku zdjęcia lotniczego: Warstwa→Nowa warstwa (Nazwa

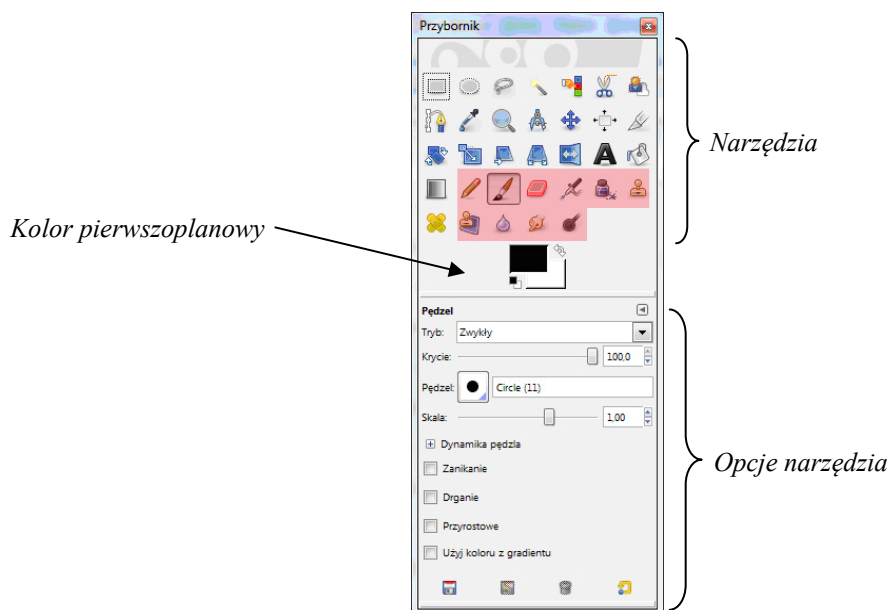
warstwy: *Przekątne*, *Szerokość* i *Wysokość* domyślne, Tryb wypełnienia warstwy: *Przezroczysta*)

W oknie *Warstwy*, *Kanały*, *Ścieżki...* pojawi się nowo dodana warstwa. Dzięki temu, narysowane na danej warstwie obiekty (linie, punkty, itp.) będzie można wyłączyć/włączyć,

klikając na symbol oka  znajdujący się przy danej warstwie.

5. Wyznaczenie punktu głównego poprzez narysowanie dwóch przekątnych pomiędzy znaczkami tłowymi

Główną zasadą rysowania linii prostych w programie GIMP jest wykorzystanie klawisza *Shift*. Praktycznie wszystkie ikony zaznaczone na czerwono można wykorzystać do narysowania linii, ale przykład poniżej zostanie przedstawiony dla narzędzia *Ołówek* 



Po wybraniu narzędzia do rysowania *Ołówek*, możemy wybrać styl rysowania i grubość linii (Jeżeli opcje narzędzia nie są widoczne w oknie *Przybornik*, należy je włączyć poprzez menu: *Okna*→*Dokowane okna dialogowe*→*Opcje narzędzia*).


Kolor rysowanej linii wybiera się poprzez ustawienie *Koloru pierwszoplanowego* (należy kliknąć na czarno/biały prostokąt pomiędzy *Narzędziami* a *Opcjami narzędzia* w oknie *Przybornik* i wybrać kolor wyróżniający się na tle czarno-białego zdjęcia lotniczego).

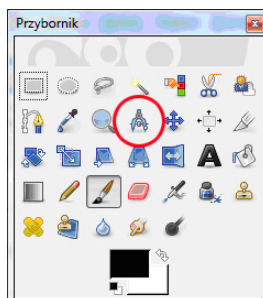
Następnie klikamy na obraz w miejscu, w którym ma być początek naszej linii prostej. Na obrazie pojawi nam się wówczas kropka, a jej wielkość reprezentuje grubość rysowanej linii. Po narysowaniu punktu początkowego linii wciskamy klawisz *Shift*. Pojawi nam się wówczas linia o początku w punkcie, który zaznaczyliśmy, następnie trzymając wciśnięty klawisz *Shift* przesuwamy linię do punktu końcowego, klikając na obraz.

Podczas rysowania przekątniowych łącznic znaczków tłowych, aby linia została narysowana precyzyjnie między znaczkami, należy wykorzystywać okno *Nawigacji* oraz powiększanie i pomniejszanie obrazu za pomocą *Scrolla* myszki (*Kółka* myszki) z przyciśniętym jednocześnie klawiszem *Ctrl*. Rysowanie linii można rozpocząć od odpowiedniego powiększenia pierwszego znaczka tłowego, kliknięcia na niego w celu zaznaczenia punktu początkowego linii, a następnie za pomocą okna *Nawigacji* przejechania z powiększeniem na przeciwny znaczek tłowy (w oknie *Nawigacji* należy przesunąć zaznaczony kwadrat w interesujące nas miejsce). Kiedy ponownie w oknie obrazu wciśniemy klawisz *Shift*, pojawi nam się nasza linia i precyzyjnie możemy zaznaczyć punkt końcowy.

6. Dodanie warstwy „*Odcinek\_AC*” w pliku zdjęcia lotniczego: *Warstwa*→*Nowa warstwa* (Nazwa warstwy: *Odcinek\_AC*, *Szerokość* i *Wysokość* domyślne, Tryb wypełnienia warstwy: *Przezroczysta*)

7. Narysowanie odcinka AC symetrycznego względem punktu głównego zdjęcia (odcinek ten powinien być jak najdłuższy, a jego optymalnym rozmieszczeniem jest usytuowanie wzdłuż przekątnych zdjęcia, gdzie punkty odcinka winny znajdować się po obu stronach punktu głównego zdjęcia i stanowić jednoznacznie identyfikowalne na mapie topograficznej szczegóły sytuacyjne).  
Rysowanie odcinka AC przebiega analogicznie jak przy rysowaniu przekątnych (należy wybrać inny kolor rysowanego odcinka niż przekątnych).
8. Otwarcie mapy topograficznej dla tego samego terenu: Plik→Otwórz
9. Dodanie warstwy „Odcinek\_AC” w pliku mapy topograficznej: Warstwa→Nowa warstwa (Nazwa warstwy: *Odcinek\_AC*, Szerokość i Wysokość domyślne, Tryb wypełnienia warstwy: Przezroczysta).
10. Narysowanie odcinka AC na mapie topograficznej, analogicznie jak przy rysowaniu odcinka na zdjęciu (należy wybrać taki kolor i grubość linii, aby narysowany odcinek wyróżniał się na tle mapy).
11. Pomiar narysowanych odcinków na zdjęciu lotniczym i na mapie topograficznej:

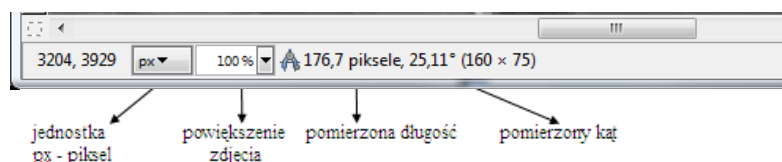
Do pomiaru odcinka na zdjęciu i mapie służy narzędzie *Miarka* 



Narzędzie jest gotowe do pomiaru, jeżeli na zdjęciu kursor przyjmuje postać krzyżyka z symbolem cyrkla. Powiększenie zdjęcia (mapy) należy wybrać takie, aby dany mierzony odcinek był widoczny w całości w oknie zdjęcia (mapy). Następnie mierzymy zgrubnie dany odcinek poprzez kliknięcie na początek mierzonego odcinka i, nie puszczać klawisza myszki, przeciągnięcie kursora do miejsca gdzie ma znajdować się koniec mierzonego odcinka. Zaznaczony odcinek przedstawi nam się w postaci zaznaczonej linii pomiarowej na zdjęciu. W kolejnym kroku wskazujemy precyzyjnie początek i koniec mierzonego odcinka. W tym celu należy wykorzystując *Scroll* myszki (*Kółka* myszki) i klawisz *Ctrl* oraz okno Nawigacji ustawić odpowiednie powiększenie początku mierzonego odcinka i przesunąć koniec linii pomiarowej we właściwe miejsce.

Informacje dotyczące długości mierzonego odcinka oraz kąta są wyświetlane w pasku pod zdjęciem (mapą). Należy się upewnić, czy jednostką w jakiej dokonywany jest pomiar jest piksel [px]. Jeśli tak nie jest, należy kliknąć na strzałkę znajdującą się obok oznaczenia jednostki i z rozwijalnego menu wybrać piksele.

**Pomiary należy zanotować.**



12. Interpolacja wysokości końców odcinka AC ( $H_A$ ,  $H_C$ ) na mapie topograficznej w postaci cyfrowej (wykorzystując opisane narzędzia) lub papierowej.
13. Narysowanie i pomiar długości oraz interpolacja wysokości końców odcinka BD na zdjęciu lotniczym i mapie topograficznej:  
Analogicznie jak w pkt.6-12 należy stworzyć nowe warstwy, narysować (wybierając odpowiednią grubość i kolor linii, inne niż odcinka AC i przekątnych), a następnie zmierzyć odcinek BD na zdjęciu i na mapie. Odcinek BD powinien być wyznaczony symetrycznie

względem punktu głównego i w kierunku możliwie prostopadłym do odcinka AC. Interpolację wysokości końców odcinka BD ( $H_B$ ,  $H_D$ ) należy wykonać na mapie topograficznej w postaci cyfrowej lub papierowej.

14. Wyznaczenie średniego poziomu terenu ( $H_{sr}$ ) na podstawie maksymalnej ( $H_{max}$ ) i minimalnej ( $H_{min}$ ) wysokości odczytanej z mapy topograficznej w wersji papierowej lub cyfrowej (w obszarze pokrywającym się ze zdjęciem lotniczym).
15. Dodanie warstwy *Promień radialny* w pliku zdjęcia lotniczego: Warstwa→Nowa warstwa (Nazwa warstwy: *Promień radialny*, Szerokość i Wysokość domyślne, Tryb wypełnienia warstwy: Przezroczysta).
16. Narysowanie promieni radialnych do punktów o ekstremalnych wysokościach  $H_{max}$  i  $H_{min}$  na zdjęciu lotniczym  
Promień radialny to wektor zawarty pomiędzy punktem głównym a obrazem punktu o ekstremalnej wysokości. Zadanie to należy wykonać analogicznie jak przy rysowaniu odcinka na zdjęciu (należy wybrać taki kolor i grubość linii, aby narysowane promienie radialne wyróżniały się na tle zdjęcia),
17. Pomiar narysowanych promieni radialnych na zdjęciu lotniczym (narzędzie *Miarka*).

**UWAGA!** W celu zbadania kartometryczności zdjęcia lotniczego, pomiar niezbędnych wielkości (długości odcinków AC i BD, wysokości ich końców  $H_A$ ,  $H_C$ ,  $H_B$ ,  $H_D$ , maksymalnej  $H_{max}$  i minimalnej  $H_{min}$  wysokości terenu oraz promieni radialnych do punktów o ekstremalnych wysokościach  $r_{H_{max}}$  i  $r_{H_{min}}$ ) należy wykonać zarówno dla terenu nizinnego (Kraków) jak i górzystego (Beskid).

**UWAGA!** Do sprawozdania należy załączyć zrzuty ekranu z narysowanymi odcinkami, promieniami radialnymi i przekątnymi na tle zdjęć lotniczych i map dla terenu nizinnego i górzystego oraz skan wszystkich spisanych na kartce pomiarów potwierdzonych podpisem prowadzącego.

## B. Określenie wysokości pionowego obiektu na zdjęciu lotniczym

### Materiały do wykonania ćwiczenia:

Zdjęcie lotnicze w postaci cyfrowej (lotnicze.tif)

Wykaz współrzędnych znaczków tłowych i fotopunktów (Znaczk\_tlowe\_fotopunkty.txt)

Lokalizacja fotopunktów (fotopunkty.jpg) i przydział fotopunktów (Podzial\_fotopunkty.pdf)

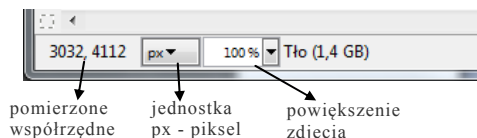
Wykaz współrzędnych pikselowych obiektów podlegających pomiarowi (Rozdzial\_danych.pdf)

### Praca w programie GIMP

1. Otwarcie zdjęcia lotniczego: Plik→Otwórz
2. Pomiar współrzędnych pikselowych 4 znaczków tłowych w celu wyznaczenia piksela skanowania zdjęcia ( $p_s$ ).

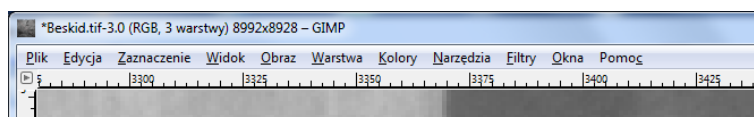
Informacje dotyczące współrzędnych wyświetlane są w pasku pod zdjęciem. Należy upewnić się, czy jednostką w jakiej dokonywany jest pomiar jest piksel [px].

**Pomiary należy zanotować.**



3. Pomiar współrzędnych pikselowych wskazanych fotopunktów (analogicznie jak w pkt.2) w celu wyznaczenia skali zdjęcia dla średniego poziomu odcinków między wskazanymi fotopunktami oraz wysokości absolutnej lotu  $A_0$ .

4. Zamiana trybu wyświetlania kolorów zdjęcia lotniczego z *Odcienie szarości* na tryb *RGB*:  
Obraz→Tryb→RGB
5. Wyznaczenie punktu głównego zdjęcia lotniczego (analogicznie jak w części A pkt.4-5)
6. Pomiar promienia radialnego do punktu górnego wskazanego obiektu:  
Pomiar promienia radialnego należy wykonać analogicznie jak pomiar promieni radialnych w części A (pkt.15-17). Początek promienia radialnego będzie znajdował się w punkcie głównym zdjęcia (na przecięciu się łącznic znaczków tłowych (przekątnych zdjęcia)), a koniec na górze wskazanego obiektu. W celu odnalezienia wskazanego do pomiaru obiektu należy posługiwać się współrzędnymi pikselowymi wyświetlanymi w pasku pod zdjęciem. Pomocne mogą okazać się również linijki wyświetlane w głównym oknie obrazu.



7. Pomiar przesunięcia radialnego góry wskazanego obiektu względem dołu (jego podstawy) narzędziem *Miarka*.
8. Sprawdzenie czy przesunięcia radialne krawędzi danego obiektu (długości odcinków krawędzi) rosną wraz z wielkością promienia radialnego oraz czy kierunek krawędzi pokrywa się z kierunkiem promienia radialnego.
9. Sprawdzenie długości pionowych krawędzi budynków o takiej samej ilości kondygnacji na środku zdjęcia ( $r \approx 0$ ), w połowie obszaru ( $r \approx 50-70\text{mm}$ ) i w pobliżu ramki ( $r \geq 100\text{mm}$ ).
10. Dla kilku dowolnie wybranych obiektów narysować promień radialny do górnego punktu obiektu i sprawdzić czy dolny punkt znajduje się również na tym promieniu (kolor tych promieni radialnych wybrać inny niż promienia radialnego w pkt.6).

**Uwaga!** Za wysokość  $H_D$  podstawy obiektu należy przyjąć wysokość najbliższego fotopunktu.

**Uwaga!** Do sprawozdania należy załączyć zrzut ekranu z narysowanymi promieniami radialnymi i przekątnymi na tle zdjęcia lotniczego oraz skan wszystkich spisanych na kartce pomiarów potwierdzonych podpisem prowadzącego.

**W przypadku chęci zapisu narysowanych obiektów z zachowaniem podziału na warstwy, należy zapisać plik jako obraz XCF programu GIMP (z rozszerzeniem .xcf)**

## Wytyczne do sprawozdania technicznego

### CZĘŚĆ A.

**I.** Dane formalno-prawne, wykorzystane materiały i oprogramowanie.

**II.** Krótki opis wykonanych czynności pomiarowych i obliczeniowych.

**III.** Wyniki obliczeń:

Dla obu zdjęć (terenu nizinnego – Kraków i górzystego – Beskid) należy podać:

- $H_{\max}$ ,  $H_{\min}$  - odczytane z mapy oraz obliczone  $\Delta H_{\max}$  i  $H_{\text{sr}}$
- skale zdjęcia dla średniego poziomu odcinka AC i BD:  $m_{zAC}$ ,  $m_{zBD}$
- wysokości lotu ponad średni poziom odcinka AC i BD:  $W_{AC}$ ,  $W_{BD}$
- wysokość absolutną lotu  $W_0$  oraz  $W_0^{AC}$ ,  $W_0^{BD}$  i uzyskaną wielkość  $\Delta W_0 = W_0^{AC} - W_0^{BD}$  oraz wnioski dotyczące dokładności  $\Delta W_0 \leq 0.5\% W$
- mianownik średniej skali zdjęcia  $m_{z\text{sr}}$ , ekstremalne mianowniki skali zdjęcia  $m_{z\min}$ ,  $m_{z\max}$  oraz  $\Delta m_z = m_{z\max} - m_{z\min}$ ,
- mianowniki skali dla wszystkich punktów (A,B,C,D):  $m_{zA}$ ,  $m_{zB}$ ,  $m_{zC}$  i  $m_{zD}$
- przesunięcia radialne dla punktów o ekstremalnych wysokościach  $\Delta r_{H\max}$  i  $\Delta r_{H\min}$

- maksymalne prognozowane przesunięcie radialne  $\pm\Delta r_{\max}$  spowodowane deniwelacjami terenu (podać również przyjętą wielkość maksymalnego promienia radialnego na zdjęciu)
- prognozowaną powierzchnię zdjęcia odpowiadającą kryterium dokładności fotomapy wraz z wielkością promienia radialnego opisującego na zdjęciu koło, w którym zawarte punkty zdjęcia spełniać będą kryterium kartometryczności oraz procent powierzchni zdjęcia, który możemy uważać za fotomapę w skali zdjęcia o dokładności  $\pm 0.6\text{mm}$ .
- dopuszczalne deniwelacje terenu dla spełnienia warunku kartometryczności zdjęcia  $\pm\Delta H_{\max}$  (maksymalna różnica wysokości terenu odfotografowanego na zdjęciu, dla której zdjęcie możemy uważać za fotomapę)

#### IV. Wnioski:

- pokazanie zależności pomiędzy wysokością lotu, wysokością punktów a skalą zdjęcia
  - dlaczego pomimo takich samych różnic wysokości od płaszczyzny odniesienia przesunięcia radialne dla punktów o ekstremalnych wysokościach mają inne wartości i dlaczego różnią się od siebie znakiem
  - porównanie obliczonego przedziału wielkości  $\pm\Delta r_{\max}$  z obliczonymi wielkościami  $\Delta r_{H_{\max}}$  i  $\Delta r_{H_{\min}}$  dla punktów o ekstremalnych wysokościach (skomentować ich wzajemną zależność)
  - wniosek wiążący obliczoną wielkość dopuszczalnej deniwelacji terenu dla spełnienia warunku kartometryczności zdjęcia  $\pm\Delta H_{\max}$  z geometria zdjęcia
  - porównanie kartometryczności uzyskanej dla obu zdjęć (terenu nizinnego – Kraków i górzystego – Beskid) i formułowanie wniosków dotyczących zależności błędów geometrii zdjęcia od topografii terenu.
- V. Część obliczeniowa: wyniki wszystkich pomiarów wykonanych na zdjęciach i mapach: długości odcinków AC i BD, wysokości ich końców  $H_A, H_C, H_B, H_D$ , maksymalną  $H_{\max}$  i minimalną  $H_{\min}$  wysokość terenu oraz promienie radialne do punktów o ekstremalnych wysokościach  $r_{H_{\max}}$  i  $r_{H_{\min}}$  (przeliczenie pomierzonych wielkości odpowiednio na [mm] lub [m] i inne obliczenia potwierdzające wyniki z pkt. III).
- VI. Załączniki: zrzuty z ekranu ilustrujące poprawność wykonanych prac (zrzuty z narysowanymi odcinkami, promieniami radialnymi i przekątnymi na tle zdjęcia lotniczego dla terenu nizinnego i górzystego) oraz skan spisanych na kartce pomiarów wykonanych na zdjęciach potwierdzonych podpisem prowadzącego.

### CZEŚĆ B.

- I. Dane formalno-prawne, wykorzystane materiały i oprogramowanie.
- II. Krótki opis wykonanych czynności pomiarowych i obliczeniowych wraz z podaniem numeru pomierzonego obiektu oraz jego opisem (np. krawędź budynku dwukondygnacyjnego, wysokość ściany szczytowej, wysokość słupa energetycznego, wysokość słupa suwnicy, itp.).
- III. Wyniki obliczeń:
- wyznaczony piksel skanowania ( $p_s$ )
  - $H_{\max}, H_{\min}$  (odczytane z wykazu fotopunktów), przyjęta wysokość podstawy obiektu  $H_D$  oraz obliczone  $H_{sr}$
  - skale zdjęcia dla średniego poziomego odcinka między wskazanymi fotopunktami
  - wysokości lotu ponad średni poziomy odcinka między wskazanymi fotopunktami
  - wysokość absolutna lotu dla odcinków między wskazanymi fotopunktami i uzyskana wielkość  $\Delta W_0$ , wysokość absolutna lotu  $W_0$  oraz wnioski dotyczące dokładności  $\Delta W_0 \leq 0.5\% W$
  - wysokość lotu nad poziom podstawy obiektu  $W_D$
  - mianownik średniej skali zdjęcia  $m_{zsr}$ ,
  - określona dla danego obiektu wysokość  $\Delta h$  w [m] z dokładnością do 1 dcm.
- IV. Wnioski dotyczące zaobserwowanych przesunięć radialnych  $\Delta r$  (zależność wielkości przesunięcia radialnego od położenia na zdjęciu, sprawdzenie kierunku przesunięć radialnych).

V. Część obliczeniowa: wyniki wszystkich pomiarów wykonanych na zdjęciach (długości odcinków między zadanymi fotopunktami, promień radialny do górnego punktu obiektu  $r_G$ , oraz przesunięcie radialne  $\Delta r$  góry względem dołu) oraz wszystkie wykonane obliczenia (przeliczenie pomierzonych wielkości odpowiednio na [mm] lub [m] i inne obliczenia potwierdzające wyniki z pkt. III).

VI. Załączniki: zrzuty z ekranu ilustrujące poprawność wykonanych prac (zrzuty z narysowanymi odcinkami, promieniami radialnymi i przekątnymi na tle zdjęcia lotniczego) oraz skan spisanych na kartce pomiarów wykonanych na zdjęciach potwierdzonych podpisem prowadzącego.

**Uwaga!** Wszystkie mierzone odcinki na zdjęciach należy podać odpowiednio w [px] lub [mm] z dokładnością do 0.1 piksela lub 0.01 mm. Natomiast wszystkie dane terenowe należy podać w [m], gdzie dokładność wysokości lotu do 1 dcm, odcinków i współrzędnych terenowych do 1 cm. Mianowniki skali zdjęcia zawsze podajemy jako liczby całkowite (obliczone wielkości zaokrąglamy do liczb całkowitych).

**Uwaga!** Wszystkie spisane na kartce pomiary wykonane na zdjęciach przez studenta muszą być potwierdzone podpisem prowadzącego i załączone do oddawanego sprawozdania.

**Program GIMP można pobrać ze strony <http://www.gimp.org/downloads/>**