

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Kierunek: Geodezja i Kartografia



Marta Pieńkowska
Nr indeksu 96078

Budowa numerycznego modelu pokrycia terenu na podstawie zdjęć pozyskanych przez bezzałogowy statek latający

Praca inżynierska

Opiekun pracy
dr inż. Grzegorz Józków

Wrocław, styczeń 2017

Pracę dedykuję moim rodzicom

Oświadczenie

1. Ja, niżej podpisany/a:
Marta Magdalena Pieńkowska
autor pracy dyplomowej pt. Budowa numerycznego modelu pokrycia terenu na podstawie zdjęć pozyskanych przez bezzałogowy statek latający
2. Numer albumu : 96078
3. Student/ka Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
4. Kierunku studiów Geodezja i Kartografia

Oświadczam, że ww. praca dyplomowa:

- nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. Nr 24, poz. 83 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym,
- nie zawiera danych i informacji, które uzyskałem/łam w sposób niedozwolony.

Oświadczam również, że treść pracy dyplomowej zapisanej na przekazanym przeze mnie jednocześnie nośniku elektronicznym, jest zgodna z treścią zawartą w wydrukowanej wersji pracy, przedstawionej w procedurze dyplomowania.

Wrocław, dnia 20.....roku
(miesiąc słownie)

.....
(czytelny podpis studenta/ki)

OŚWIADCZENIE OPIEKUNA PRACY

Oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa została przygotowana pod moim kierunkiem w Instytucie Geodezji i Geoinformatyki i stwierdzam, że spełnia ona warunki do przedstawienia jej w postępowaniu o nadanie tytułu zawodowego.

.....
data

.....
czytelny podpis opiekuna pracy

BUDOWA NUMERYCZNEGO MODELU POKRYCIA TERENU NA PODSTAWIE ZDJĘĆ POZYSKANYCH PRZEZ BEZZAŁOGOWY STATEK LATAJĄCY

Streszczenie pracy

Celem niniejszej pracy jest opracowania numerycznego modelu pokrycia terenu na podstawie zdjęć pozyskanych przez bezzałogowy statek latający. Składa się ona z dwóch części: teoretycznej - zawierającej informacje na temat fotogrametrii, teorii rzutu środkowego, aerotriangulacji, bezzałogowych statków latających oraz praktycznej – zbudowania NMPT. Prace terenowe zostały wykonane w Obornikach Śląskich przez Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.

W części praktycznej w programie Agisoft PhotoScan została wykonana orientacja zewnętrzna, dzięki czemu położenie środków rzutów zostało wyrównane metodą aerotriangulacji. Aerotriangulacja wykonana została z wykorzystaniem 13 fotopunktów, a ostateczne parametry kalibracji kamery zostały wyznaczone w procesie samokalibracji. Błąd aerotriangulacji mierzony na punktach kontrolnych wynosił 5,2 cm, a błąd reprojektacji 0,505 pix. Została utworzona gęsta chmura punktów i przestrzenna siatka trójkątów. Wykorzystując siatkę trójkątów został zbudowany numeryczny model pokrycia terenu w strukturze GRID, co było przedmiotem tej pracy.

Słowa kluczowe: numeryczny model pokrycia terenu, bezzałogowe statki latające, fotogrametria, Agisoft PhotoScan

CREATING DIGITAL SURFACE MODEL BASED ON IMAGES COLLECTED FROM UNMANNED AERIAL VEHICLE

Summary

The purpose of this thesis is to make a digital surface model based on images collected from an aerial vehicle. The thesis consists of two parts: a theoretical – contains information about photogrammetry, theory of central projection, aerotriangulation, unmanned aerial vehicles and a practical part – creating a DSM. The fieldwork was performed in Oborniki Śląskie by the University of Environmental and Life Science in Wrocław.

In the practical part using Agisoft PhotoScan software exterior orientation was made, thanks to which the position of the central projections was aligned by the method of aerotriangulation. The aerotriangulation was made by using 13 control points and final camera calibration parameters were appointed in a self-calibration process. The aerotriangulation error of the check points' position was 5,2 cm and the reprojection error was 0,505 pix. A dense point cloud and a mesh were created. Using the mesh the digital surface model was created in GRID structure which was the aim of this work.

Key words: digital surface model, unmanned aerial vehicles, photogrammetry, Agisoft PhotoScan

Spis treści

1.	Wstęp, cel i zakres pracy.....	7
2.	Fotogrametria i teoria rzutu środkowego	8
2.1.	Fotogrametria	8
2.2.	Rzut środkowy.....	8
3.	Bezzałogowe statki latające, bezzałogowe systemy latające	9
3.1.	Budowa UAS	9
3.2.	Zastosowanie UAS	9
3.3.	Zalety UAS	10
4.	Aparatura pomiarowa.....	10
4.1.	Dron Trimble UX5	10
4.2.	Aparat Sony NEX-5T wraz z obiektywem Voigtlander.....	11
5.	Obszar opracowania oraz dane wykorzystane w opracowaniu	11
6.	Wstępne opracowanie materiałów	12
7.	Wstępna orientacja zewnętrzna	13
8.	System GPS/INS w fotogrametrii lotniczej	14
9.	Półowa osnowa fotogrametryczna i aerotriangulacja.....	14
10.	Ostateczna aerotriangulacja.....	15
11.	Budowa gęstej chmury punktów	17
12.	Budowa przestrzennej siatki trójkątów	17
13.	Numeryczny model pokrycia terenu.	18
14.	Podsumowanie	21
	Bibliografia.....	22
	Spis rysunków	23
	Spis tabel	23
	OPERAT TECHNICZNY	24

1. Wstęp, cel i zakres pracy

Współczesny rozwój bezzałogowych systemów latających umożliwia ich szerokie wykorzystanie w nauce, technice oraz codziennym życiu. Systemy te coraz częściej są stosowane w fotogrametrii i teledetekcji. Fotogrametria lotnicza i satelitarna mimo zaawansowanego rozwoju, jest ograniczona przez duże koszty, czy przepisy związane z lotnictwem [1]. Dlatego coraz większym zainteresowaniem cieszy się wykorzystanie dronów do celów geodezyjnych i fotogrametrycznych.

Zastosowanie bezzałogowych systemów latających niesie ze sobą wiele wyzwań. Utrzymanie stabilności lotu, a co za tym idzie dobrej geometrii zdjęć, wyznaczenie dokładnej pozycji i wychyleń położenia, czy zastosowanie odpowiedniego oprogramowania i algorytmów obliczeniowych, które będą w stanie sprostać wielu zadaniom.

Celem niniejszej pracy była budowa numerycznego modelu pokrycia terenu z wykorzystaniem oprogramowania Agisoft PhotoScan, które umożliwia fotogrametryczne opracowanie obrazów. Posiada ono wiele algorytmów obliczeniowych służących do wyrównania zdjęć, aerotriangulacji, budowy gęstej chmury punktów, modeli w postaci siatki trójkątów czy numerycznego modelu pokrycia terenu. Program pozwala na stworzenie gotowego produktu, wykonywanie obliczeń oraz eksport do różnych formatów. Jego wielofunkcyjność umożliwiła wykonanie całości obliczeń wykorzystując jedynie oprogramowanie Agisoft PhotoScan.

Praca składa się z części teoretycznej, w której zostały opisane zagadnienia związane z fotogrametrią i numerycznym modelem pokrycia terenu oraz z części praktycznej - operatu technicznego zawierającego wyniki obliczeń w programie Agisoft PhotoScan.

2. Fotogrametria i teoria rzutu środkowego

2.1. Fotogrametria

Fotogrametria to dziedzina nauki, techniki i praktyki zajmująca się pomiarem obiektów, określaniem ich położenia, kształtów i wymiarów na podstawie obrazów fotograficznych [2]. Określenie fotogrametria pochodzi od greckich słów *photos* – światło, *gramma* – zapis i *metro* – pomiar. Zatem możemy stwierdzić, że fotogrametria to pomiar obiektów zapisanych światłem [3].

Fotogrametria ma swoje podwaliny w fotografii, a ta z kolei swój początek wzięła od malarstwa. Artyści starali się przenieść trójwymiarowe obiekty na płaszczyznę. Pojawiło się pojęcie perspektywy i rzutowania punktów na płaszczyznę. Właściwie można powiedzieć, że perspektywa linearna jest pojęciem tożsamym z rzutem środkowym [3].

Dzięki wynalezieniu w 1839 roku fotografii rozwinęło się sporządzanie map terenów górskich na podstawie zdjęć, które były wykonywane ze stanowisk naziemnych. Kolejnym krokiem było podwieszenie kamery do gondoli balonu. Wynalezienie w 1903 roku samolotu otworzyło przed fotogrametrią ogromne możliwości [2].

Obecnie w fotogrametrii są wykorzystywane zdjęcia z pułapu naziemnego, lotniczego oraz satelitarnego. Fotogrametria lotnicza wykorzystuje zdjęcia wykonane za pomocą samolotów, śmigłowców, a nawet bezzałogowych statków powietrznych [3].

Biorąc pod uwagę metody opracowania zdjęć, fotogrametrię można podzielić na:

- a) analogową – wykorzystującą analogową postać danych oraz analogowe metody opracowania (optyczno-mechaniczne rozwiązanie zależności geometrycznych pomiędzy obiektem a jego obrazem na zdjęciu),
- b) analityczną – wykorzystującą metody analityczne, wynik opracowania zazwyczaj ma postać wektorową, która jest zapisywana na nośnikach komputerowych
- c) oraz cyfrową, która jest przedmiotem tej pracy - wykorzystuje postać cyfrową danych. Wynik może być przedstawiony w postaci wektorowej lub rastrowej. Metoda ta wykorzystuje bardzo wysoki poziom automatyzacji procesów [3].

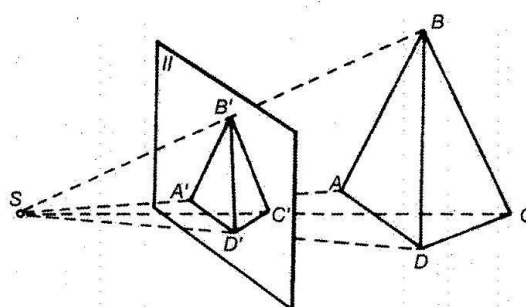
2.2. Rzut środkowy

Podstawą geometryczną rozwiązań fotogrametrycznych jest rzut środkowy przedstawiony na Rys. 2.1. Aby odwzorować czworościan ABCD na płaszczyźnie, należy połączyć jego wierzchołki w punkcie S zwanym środkiem rzutu. W wyniku przebiecia płaszczyzny π prostymi rzutującymi otrzymamy obrazy punktów A, B, C, D (ślady

prostych). Zatem obrazy punktów są rzutami środkowymi punktów, a figura jest rzutem środkowym czworościanu [2].

Rys.2.1. Rzut środkowy [2]

(π – płaszczyzna rzutu,
 S – środek rzutu,
 $ABCD$ – czworościan,
 $A'B'C'D'$ – czworościan
 zrzutowany na płaszczyznę π)



3. Bezzałogowe statki latające, bezzałogowe systemy latające

Bezzałogowy statek latający, bezzałogowy aparat latający (ang. *UAV – unmanned/unpiloted aerial vehicle*) zwany popularnie bezzałogowcem lub dronem – to konstrukcja latająca umożliwiającą wykonanie lotu bez pilota na pokładzie, bez możliwości zabrania pasażerów oraz pozwalająca na wielokrotne użycie. Pojęciem bezzałogowy system latający (ang. *UAS – unmanned aerial system*) możemy określić kompletny system, który składa się z właściwego aparatu latającego, modułów sterowania, stacji naziemnych i in. [5].

3.1. Budowa UAS

Bezzałogowy system latający składa się z pięciu elementów:

- a) właściwej platformy nośnej (może zawierać sensory do pozyskiwania danych),
- b) systemu kontroli lotów (w tym sensory systemu inercyjnego – INS/IMU, systemu GNSS, magnetometr, barometr i in.),
- c) systemu awioniki (zdalne lub automatyczne sterowanie lotem),
- d) systemu transmisji danych zarejestrowanych przez sensory,
- e) naziemnej stacji kontrolnej (projektowanie tras lotu, zdalne pilotowanie) [5].

3.2. Zastosowanie UAS

Systemy bezzałogowe są szeroko wykorzystywane w geodezji, fotogrametrii, teledetekcji oraz innych dziedzinach nauki. Przykładami mogą być: aerofotografia niskiego pułapu, aerotriangulacja, NMT, NMPT, ortomozaiki, ortofotomapy, mapy tematyczne i in. Systemy UAS są również stosowane do wykonywania różnych pomiarów, takich jak: pomiary katastralne, badania termowizyjne, wyznaczenie objętości mas ziemnych, badania przemieszczeń obiektów inżynierski i in. [5]

3.3. Zalety UAS

Wykorzystanie bezzałogowców do celów fotogrametrycznych, teledetekcyjnych i innych posiada wiele zalet, które dają im przewagę nad tradycyjnymi samolotami:

- a) lot poniżej poziomu chmur (eliminuje problem braku widoczności terenu w przypadku zachmurzenia),
- b) zastosowanie autopilota (brak czynnika ludzkiego),
- c) uzyskanie zdjęć o wysokiej rozdzielczości,
- d) wysoka precyzja lotu fotogrametrycznego,
- e) pozyskiwanie danych z obszarów niebezpiecznych,
- f) pozyskiwanie danych z obszarów niedostępnych (np. z powodu powodzi, pożaru),
- g) mniejsze koszty pozyskania danych [1].

4. Aparatura pomiarowa

4.1. Dron Trimble UX5

Bezzałogowa Platforma Lotnicza Trimble UX5 (Rys. 4.1.), jest to stałopłat o masie 2,5 kg, rozpiętości skrzydeł 1 m, prędkości 80 km/h i maksymalnym czasie lotu około 50 min (60 km). Według producenta konstrukcja drona zapewnia możliwość wykonywania nalogów w prawie każdym terenie i prawie każdych warunkach pogodowych. Jego budowa jest odporna na uderzenia, trwała i wytrzymała. Zestaw zawiera kontroler lotu wraz z aplikacją umożliwiającą sterowanie lotem [9].



Rys. 4.1. Trimble UX5 [9]

4.2. Aparat Sony NEX-5T wraz z obiektywem Voigtlander

Sony NEX-5T (Rys. 4.2.) to aparat bezlusterkowy, bazujący na wcześniejszym modelu NEX-5R, wyposażony dodatkowo w interfejs WiFi pozwalający na połączenie ze



smartfonami i tabletami. Cechami charakterystycznymi są: zminiaturyzowany korpus oraz precyzyjne śledzenie ostrości. Efektywna rozdzielczość wynosi 16,1 megapiksela [7]. Do aparatu został zamontowany asferyczny obiektyw Voigtlander o ogniskowej 15 mm.

Rys. 4.2. Sony NEX-5T [7]

5. Obszar opracowania oraz dane wykorzystane w opracowaniu

Nalot przeprowadzono w miejscowości Oborniki Śląskie (okolice ul. Wyszyńskiego - Rys. 5.1) w powiecie trzebnickim, województwie dolnośląskim. Teren opracowania został wybrany jako centralna część obszaru pokrytego wykonanymi zdjęciami.



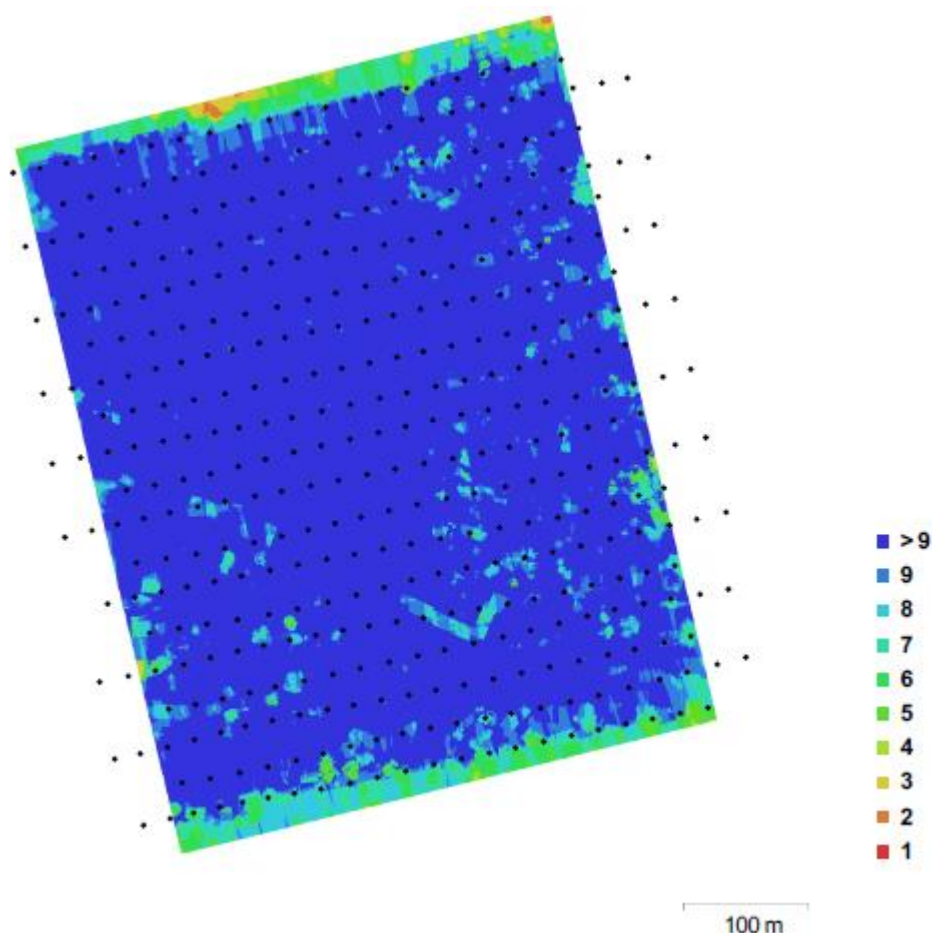
Rys. 5.1. Obszar opracowania

Od zleceniodawcy – Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu - otrzymałam następujące dane:

1. 404 zdjęcia w 19 szeregach formacie JPG o rozdzielczości 4912x3264 pikseli.
2. Elementy orientacji zewnętrznej zdjęć w postaci współrzędnych środków rzutów zdjęć w układzie WGS84 wraz z wysokościami elipsoidalnymi i z wartościami kątów orientacji platformy yaw, pitch, roll wyznaczone przez systemy pokładowe z danych nawigacyjnych.
3. Współrzędne fotopunktów i punktów kontrolnych w układzie 2000 wraz z wysokościami w układzie Kronsztadt-86.
4. Plik XML z przybliżonymi parametrami kalibracji kamery.
5. Plik .txt z warunkami lotu.

6. Wstępne opracowanie materiałów

Pracę w programie Agisoft PhotoScan rozpoczęto od wstępnego opracowania danych. Pierwszym elementem było przeliczenie wysokości elipsoidalnych środków rzutów na wysokości normalne w programie TRANSPOL 2.06, ponieważ Agisoft PhotoScan nie posiada zaimplementowanych modeli geoid. Następnie został utworzony plik projektowy w programie Agisoft PhotoScan. Wstępne prace polegały na: ustawieniu parametrów, wczytaniu zdjęć, wczytaniu przybliżonych elementów orientacji zewnętrznej i wewnętrznej oraz zmianie układu opracowania na układ 2000 strefa 6. Rysunek 6.1. przedstawia pokrycie obszaru opracowania zdjęciami.



Rys. 6.1. Pokrycie zdjęć

7. Wstępna orientacja zewnętrzna

Elementami orientacji zewnętrznej są współrzędne środków rzutów oraz trzy elementy kątowe. W przypadku tego opracowania elementami kątowymi są kąty RPY, czyli roll, pitch, yaw. Wyrażają one chwilowe prędkości kątowe obracającej się bryły sztywnej (drona). Powstają przez obrót względem układu bazowego (yaw – oś Z, roll – oś X, pitch oś Y).

W programie Agisoft PhotoScan za orientację zewnętrzną odpowiada funkcja Align Photos – wyrównanie zdjęć. Zdjęcia zostały wyrównane metodą aerotriangulacji. W odróżnieniu od klasycznej fotogrametrii na tym etapie pracy program wykorzystuje środki rzutów zamiast fotopunktów naziemnych. W procesie wyrównania punkty wiążące są wyznaczane automatycznie metodą dopasowania obrazów [4]. W niniejszym opracowaniu liczba wykorzystanych punktów wiążących wyniosła około 683 tysiące. Wstępne wyrównanie bloku wykonane zostało w celu łatwiejszego odszukiwania fotopunktów na zdjęciach – na podstawie wskazanego położenia fotopunktu na dwóch zdjęciach, użyte

oprogramowanie automatycznie oblicza przybliżone położenie punktów na pozostałych zdjęciach, gdyż przybliżona orientacja zewnętrzna zdjęć jest znana.

8. System GPS/INS w fotogrametrii lotniczej

Pomiar elementów orientacji zewnętrznej został wykonany przez zintegrowany system GPS/INS. Inercyjny System Nawigacyjny (ang. *INS - Inertial Navigation System*) wykonuje ciągły pomiar wzdłuż trzech ortogonalnych osi. Najważniejszym elementem systemu INS jest Inercyjna Jednostka Pomiarowa (ang. *IMU – Inertial Measurement Unit*), w której znajdują się akcelerometry mierzące przyspieszenia liniowe oraz żyroskopy mierzące prędkości kątowe [3]. Dane pochodzące z IMU są w układzie współrzędnych IMU, dlatego są dodatkowo transformowane do systemu współrzędnych naziemnych [1].

Integracja systemu GPS i ISN poprawia osiągnięte dokładności. Systemy te mają różną propagację błędów, dlatego są wzajemnie komplementarne [3]. Błąd systematyczny systemu INS w postaci spadku dokładności pomiaru z upływem czasu jest korygowany przez system GPS, który jest stabilny i dokładny w czasie. INS jest natomiast wykorzystywany do interpolacji pozycji w czasie ewentualnych przerw w łączności z GPS [2] oraz do wyznaczenia elementów kątowych.

9. Polowa osnowa fotogrametryczna i aerotriangulacja

Fotopunkty (ang. *control points, ground control points - GCP*) są to odfotografowane, dające się jednoznacznie zidentyfikować na zdjęciu punkty o współrzędnych wyznaczonych metodami geodezyjnymi. Fotopunkty stanowią tzw. polową osnowę fotogrametryczną. Wiążą blok zdjęć z terenem. Dzięki temu można utworzyć przestrzenną siatkę trójkątów łączącą obrazy punktów na zdjęciach z ich położeniem w terenie [3]. Sieć taką określamy mianem aerotriangulacji (ang. *aerial triangulation, aerotriangulation*) [2]. Aerotriangulacja jest nazywana również poziomym zagęszczeniem osnowy fotogrametrycznej [1].

Aerotriangulacja wykorzystuje warunek kolinearności, który wiąże współrzędne terenowe, współrzędne punktów na zdjęciach oraz elementy orientacji wewnętrznej i zewnętrznej [3]. Zależności te przedstawia wzór 9.1.

$$x - x_0 + \Delta_x = -c_k \frac{a_{11}(X - X_0) + a_{12}(Y - Y_0) + a_{13}(Z - Z_0)}{a_{31}(X - X_0) + a_{32}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)}$$

$$y - y_0 + \Delta_y = -c_k \frac{a_{21}(X - X_0) + a_{22}(Y - Y_0) + a_{23}(Z - Z_0)}{a_{31}(X - X_0) + a_{32}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)}$$

9.1. Wzory kolinearności

x, y – współrzędne tłoowe punktu; x_0, y_0 – współrzędne punktu głównego zdjęcia; X, Y, Z – współrzędne terenowe punktu; X_0, Y_0, Z_0 – współrzędne terenowe środka rzutów kamery; $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{33}$ – macierz obrotu zdjęcia (elementy macierzy są funkcjami kątowymi elementów orientacji zdjęcia); Δ_x, Δ_y – zapis modelu zniekształceń współrzędnych tłowych[3];

Dla opracowywanego obszaru punkty zostały zasygnalizowane w terenie za pomocą białej farby. Fotopunkty zostały pomierzone metodą GPS, a wysokości wyznaczone za pomocą niwelacji, natomiast współrzędne punktów kontrolnych obliczono za pomocą tachimetrii.

10. Ostateczna aerotriangulacja

Kolejnym etapem opracowania jest ostateczna aerotriangulacja. W programie Agisoft PhotoScan została wykorzystana funkcja *Optimize Camera Alignment*, dzięki której zostały zoptymalizowane takie parametry jak:

- f – odległość obrazowa,
- c_x, c_y – współrzędne punktu głównego,
- k_1, k_2, k_3 – współczynniki dystorsji radialnej,
- p_1, p_2 – współczynniki dystorsji tangencjalnej [6].

Dystorsja radialna oznacza, że kąt wejścia promienia głównego nie jest równy kątowi wyjścia, co powoduje radialne przesunięcie obrazu punktu. Dystorsja tangencjalna oznacza, że obrazy linii prostych przechodzących przez punkt główny nie są proste. Dystorsja radialna działa wzdłuż promienia radialnego, natomiast tangencjalna jest prostopadła do promienia radialnego. Matematycznie zjawisko dystorsji opisuje model Browna przedstawiony we wzorze 10.1. [3]

$$dr = K_1 r^3 + K_2 r^5 + K_3 r^7 + \dots$$

10.1. Model Browna

dr – przesunięcie radialne spowodowane dystorsją;

r – promień radialny;

K_1, K_2, K_3, \dots - współczynniki wielomianu dystorsji;

Po wskazaniu położenia fotopunktów i punktów kontrolnych na zdjęciach wygenerowano ponownie punkty wiążące i wyrównano blok zdjęć. Ze względu na dużą liczbę punktów wiążących można było zastosować metodę samokalibracji (aerotriangulacji blokowej z parametrami dodatkowymi), która opiera się na wielokrotnym odwzorowaniu fotopunktów na kilku zdjęciach. Jej celem jest kalibracja serii zdjęć oraz kompensacja

szczątkowych błędów systematycznych [3]. Pozwala ona wyznaczyć elementy orientacji wewnętrznej kamery w procesie aerotriangulacji - traktowane jako niewiadome. Po wyznaczeniu tych parametrów ponownie wykonano wyrównanie, używając wyznaczonych parametrów kalibracji kamery jako stałych.

Poprawność aerotriangulacji została sprawdzona poprzez wczytanie położenia punktów kontrolnych. Błędy położenia fotopunktów i punktów kontrolnych zostały przedstawione w tabelach 10.1. i 10.2.

Punkt	Odchyłka XY [m]	Odchyłka Z [m]	Odchyłka 3D [m]	Liczba wiązek	Odchyłka reprojekcji [pix]
P1	0,0324	0,0017	0,0325	15	0,511
P10	0,0070	0,0053	0,0088	12	0,367
P11	0,0391	0,0255	0,0467	13	0,347
P12	0,0591	0,0047	0,0593	12	0,278
P13	0,0555	0,0004	0,0555	13	0,644
P2	0,0427	-0,0012	0,0427	16	0,436
P3	0,0393	-0,0021	0,0394	5	0,605
P4	0,0194	0,0004	0,0194	18	0,422
P5	0,0516	-0,0159	0,0540	15	0,586
P6	0,0288	0,0023	0,0289	13	0,239
P7	0,0324	0,0054	0,0328	13	0,385
P8	0,0091	0,0002	0,0091	8	0,317
P9	0,0517	-0,0074	0,0522	11	0,275
Błąd średni	0,0395	0,0090	0,0405		0,434

Tab. 10.1. Błędy fotopunktów

Punkt	Odchyłka XY [m]	Odchyłka Z [m]	Odchyłka 3D [m]	Liczba wiązek	Odchyłka reprojekcji [pix]
102	0,0309	0,0191	0,0363	15	0,393
127	0,0093	0,0492	0,0501	7	0,204
161	0,0446	0,0019	0,0447	15	0,547
207	0,0322	-0,0066	0,0328	11	0,544
27	0,0739	0,0154	0,0755	15	0,534
294	0,0210	0,0205	0,0294	13	0,383
299	0,0199	0,0035	0,0202	14	0,584
371	0,0207	0,0228	0,0308	9	0,591
402	0,0895	0,0236	0,0926	16	0,495
75	0,0591	0,0141	0,0608	13	0,575
Błąd średni	0,0472	0,0219	0,0520		0,505

Tab. 10.2. Błędy punktów kontrolnych

11. Budowa gęstej chmury punktów

Agisoft PhotoScan tworzy gęstą chmurę punktów w oparciu o parametry kalibracji kamery oraz elementy orientacji zewnętrznej. Dla obszaru opracowania program wygenerował około 55,5 mln punktów. Została zastosowana jakość średnią, co oznacza, że matching został wykonany na zdjęciach przeskalowanych 4-krotnie w stosunku do oryginalnego rozmiaru.

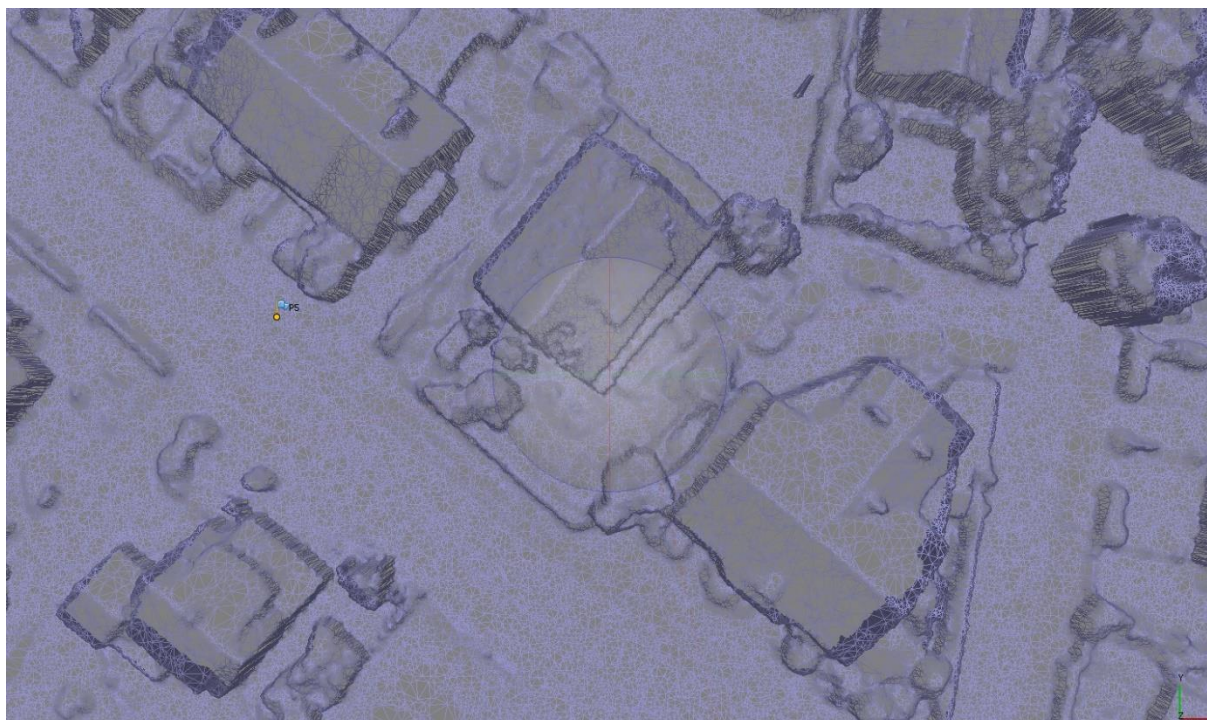
Utworzona chmura punktów została przefiltrowana ręcznie pod względem poprawności. Wybrano opcję manualnej filtracji, ze względu na niewielki obszar opracowania i większą dokładność takiej filtracji. Zostały usunięte punkty odstające nadmiernie w górę lub w dół od powierzchni pokrycia terenu. Największe błędy występowały na granicy obszaru opracowania, ze względu na mniejsze pokrycie zdjęć.

Z uwagi na to, że celem tego opracowania jest numeryczny model pokrycia terenu, z opracowania wyłączono również punkty, które nie były trwale związane z powierzchnią terenu, np. samochody, kosze na śmieci, trampoliny, nieuprzątnięte odpady i inne.

12. Budowa przestrzennej siatki trójkątów

Kolejnym etapem opracowania było utworzenie przestrzennej sieci trójkątów, czyli struktury TIN (ang. *Triangulated Irregular Network*). Wewnątrz każdego trójkąta powierzchnia terenu jest reprezentowana przez płaszczyznę opartą na wierzchołkach tego trójkąta, czyli powierzchnia rzeczywista terenu jest reprezentowana przez przylegające do siebie trójkąty zawierające wierzchołki o znanych współrzędnych [3].

W programie Agisoft PhotoScan ustalono liczbę poligonów jako średnią, wówczas do tworzenia TIN program wykorzystuje 1/15 punktów występujących w gęstej chmurze punktów [6]. Fragment modelu przestrzennej siatki trójkątów przedstawia rysunek 12.1.



Rys. 12.1. Fragment przestrzennej siatki trójkątów z programu Agisoft PhotoScan

13. Numeryczny model pokrycia terenu.

Numeryczny model pokrycia terenu (ang. *Digital Surface Model – DSM*) jest to numeryczny opis powierzchni terenu zawierający obiekty na powierzchni tego terenu, takie jak budynki, drzewa oraz elementy infrastruktury [3]. Ważnym pojęciem jest również numeryczny model terenu (ang. *Digital Terrain Model – DTM*), który jest dyskretną (punktową) reprezentacją wysokości topograficznej powierzchni terenu wraz z algorytmem interpolacyjnym [2]. NMT wymaga odfiltrowania punktów wysokościowych, które nie znajdują się na powierzchni terenu [3].

Dane wysokościowe konieczne do utworzenia NMT i NMPT można pozyskiwać z bezpośrednich pomiarów terenowych (np. GPS, tachimetria) lub technikami fotogrametrycznymi, takimi jak:

- a) opracowania zdjęć lotniczych,
- b) opracowania obrazów satelitarnych,
- c) lotniczy skaning laserowy (LiDAR),
- d) lotnicza i satelitarna interferometria radarowa (InSAR) [3],
- e) opracowanie zdjęć pozyskanych z bezzałogowych systemów latających.

Według *Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu* w bazie danych dotyczącej numerycznego terenu gromadzi się informacje takie, jak:

- a) zbiory danych pomiarowych dotyczące numerycznego modelu terenu w postaci punktów oraz linii,
- b) zbiory danych dotyczących NMT i NMPT opisujące ukształtowanie terenu na podstawie przekształconych algorytmem interpolacyjnym danych pomiarowych,
- c) metadane.

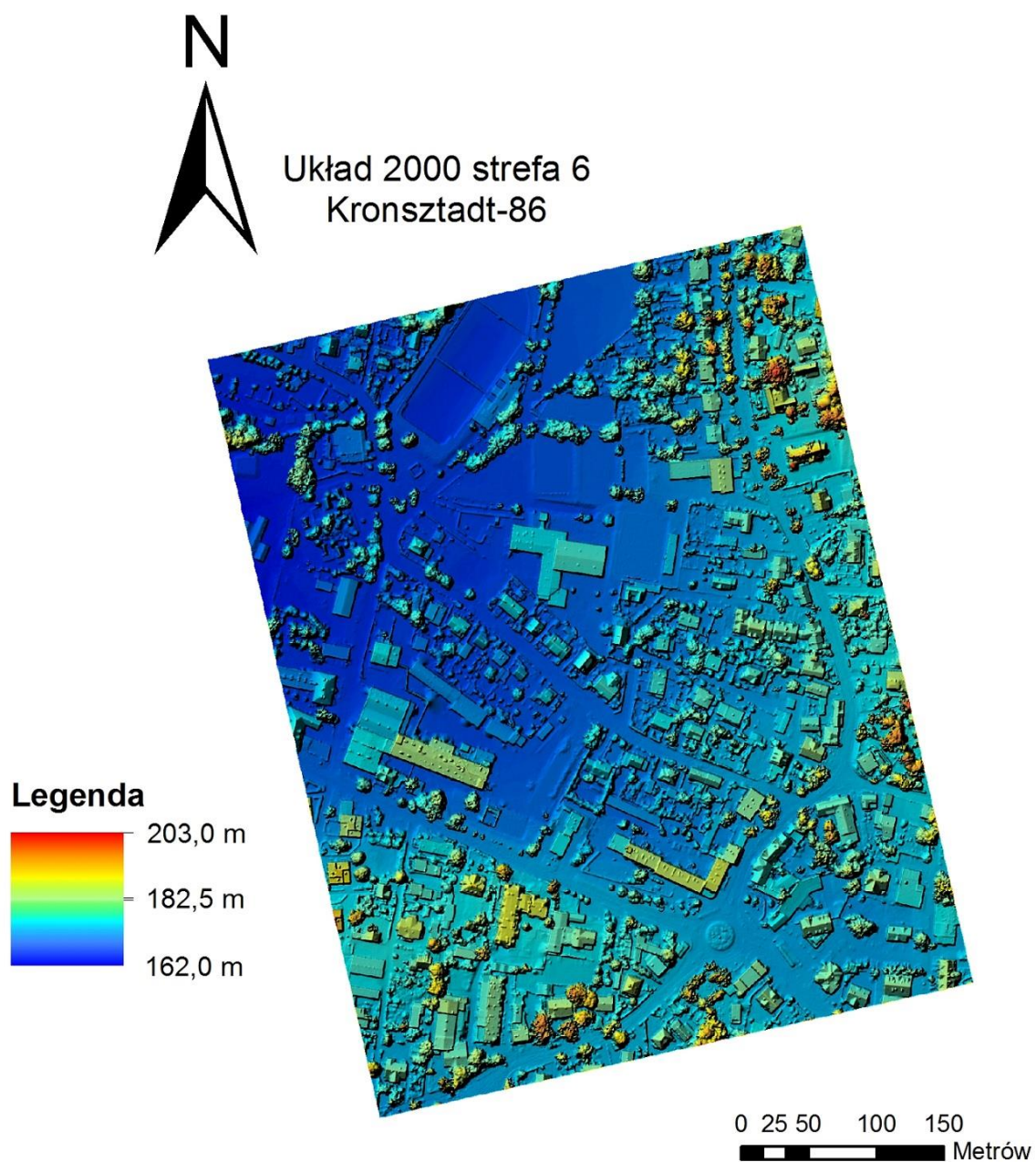
Rozporządzenie zezwala na wykorzystanie danych pozyskanych innymi niż lotnicze i satelitarne metodami i technikami pomiarowymi do aktualizacji bazy danych dot. NMT [8]. Pozwala to na wykorzystanie danych pozyskanych z bezzałogowych statków latających, które de facto nie są zobrazowaniami lotniczymi.

W programie Agisoft PhotoScan został utworzony numeryczny model pokrycia terenu (Rys. 13.1.) na podstawie utworzonej wcześniej przestrzennej siatki trójkątów. Program generuje siatkę GRID (regularna siatka kwadratów) zawierającą informacje wysokościowe. Pozwala też na wykonywanie obliczeń, takich jak pomiary odległości, powierzchni, głośności i innych [6].

Utworzony model wyeksportowano do postaci GeoTIFF. Wybrano wielkość oczka siatki GRID o boku 10 cm. Wynikało to z zagęszczenia terenu trójkątami wcześniej utworzonego modelu TIN. Jest to rozdzielczość wyższa niż dla NMPT-0 określonego w rozporządzeniu [8]. Według producenta aparatury pomiarowej dla wysokości 75 m rozdzielczość piksela terenowego wynosi 2,4 cm, czyli wygenerowany model jest wykonany z około 4-krotnie mniejszą rozdzielczością.

Numeryczny model terenu oraz numeryczny model pokrycia terenu znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach nauki i techniki, takich jak:

- a) hydrografia (zagrożenie powodzią, symulacje),
- b) projektowanie przebiegu szlaków komunikacyjnych i łączności,
- c) tworzenie orofotomapy,
- d) obronność, ratownictwo, zarządzanie kryzysowe (operacje wojskowe, ocena skażenia),
- e) kopalnie (ocena urobku),
- f) planistyka, urbanistyka (ocena projektów),
- g) ekologia (rozprzestrzenianie zanieczyszczeń),
- h) rolnictwo (nawadnianie, ocena erozji) [3].



Rys. 13.1. Numeryczny model pokrycia terenu

14. Podsumowanie

Celem niniejszej pracy było zbudowanie numerycznego modelu pokrycia terenu na podstawie zdjęć pozyskanych z bezzałogowego statku latającego. Materiały otrzymane od zlecniodawcy – Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu – oraz oprogramowanie Agisoft PhotoScan umożliwiły wykonanie tego zadania. Wykorzystanie bezzałogowego statku latającego pozwoliło na ograniczenie kosztów nalotu oraz uzyskanie zdjęć o wysokiej rozdzielczości

Po wstępnym opracowaniu danych została wykonana aerotriangulacja. Jej dokładność można określić na podstawie błędu położenia fotopunktów, który wyniósł 4,0 cm oraz 0,434 pix oraz punktów kontrolnych – 5,2 cm oraz 0,505 pix. Zostały zbudowane kolejno chmura punktów, przestrzenna siatka trójkątów oraz numeryczny model pokrycia terenu.

Program Agisoft PhotoScan umożliwił sprawne opracowanie wyników pomiarów. Jest on dobrym narzędziem do wykonywania tego typu zadań. Algorytmy obliczeniowe działają sprawnie i pozwalają na otrzymanie produktu dobrej jakości.

Numeryczny model pokrycia terenu został wyeksportowany do postaci GeoTIFF w rozdzielczości 10 cm. Na utworzonym modelu można wykonywać obliczenia, przeprowadzać analizy przestrzenne, wczytać go do innego oprogramowania, czy wykorzystać do innych celów przedstawionych w niniejszej pracy.

Bibliografia:

Literatura:

1. Jankowicz B., 2011: „Systemy wielkoseryjnej rejestracji obrazów w fotogrametrycznych bezzałogowych nalotach niskopułapowych. Rozprawy, zeszyt 349”, Kraków, Wydawnictwo Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
2. Kurczyński Z., Preuss R., 2011: „Podstawy fotogrametrii”, Warszawa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
3. Kurczyński Z., 2014: „Fotogrametria”, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN
4. Preuss R., 2014: „Automatyzacja procesu przetwarzania danych obrazowych”, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, vol. 26, s. 119-127
5. Sawicki P., 2012: „Bezzałogowe aparaty latające UAV w fotogrametrii i teledetekcji – stan obecny i kierunki rozwoju”, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 23, s. 365–376

Pozostałe źródła:

6. „Agisoft PhotoScan User Manual: Professional Edition, Version 1.2”, 2016
7. Olech R., 2013: „Sony NEX-5T”, http://www.optyczne.pl/6110-news-Sony_NEX-5T.html (dostęp 05.01.2016)
8. Rozporządzenie MSWiA z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu
9. „The Complete Unmanned Aerial System”, <http://uas.trimble.com/ux5> (dostęp 05.01.2016)

Spis rysunków:

Rys. 2.1. Rzut środkowy

Rys. 4.1. Trimble UX5

Rys. 4.2. Sony NEX-5T

Rys. 5.1. Obszar opracowania

Rys. 6.1. Pokrycie zdjęć

Rys. 12.1. Fragment przestrzennej siatki trójkątów z programu Agisoft PhotoScan

Rys. 13.1. Numeryczny model pokrycia terenu

Spis tabel:

Tab. 10.1. Błędy fotopunktów

Tab. 10.2. Błędy punktów kontrolnych

OPERAT TECHNICZNY

Spis dokumentów

Lp.	Nazwa dokumentu	Numer strony (od – do)
1	Spis dokumentów	1-1
2	Sprawozdanie techniczne	2-2
3	Materiały otrzymane od zleceniodawcy: Dane na temat lotu i aparatury pomiarowej Wykaz współrzędnych środków rzutów w układzie WGS84 wraz z wysokościami elipsoidalnymi Wykaz współrzędnych fotopunktów w układzie 2000 wraz z wysokościami w układzie Kronsztadt-86 Raporty z obliczeń współrzędnych punktów kontrolnych pomierzonych tachimetrycznie	3-15
4	Raport obliczenia wysokości normalnych środków rzutów w układzie Kronsztadt-86	16-25
5	Załącznik 1. Raport z programu Agisoft PhotoScan	26-32

Materiały w postaci cyfrowej:

Załącznik 2. Numeryczny model pokrycia terenu

05.01.2016

Sprawozdanie techniczne

1. Określenie celu, oraz zakres rzeczowego i terytorialnego wykonania prac geodezyjnych lub kartograficznych:

Wykonanie numerycznego modelu pokrycia terenu na podstawie zdjęć z bezzałogowego systemu latającego

jedn.ewid: *Oborniki Śląskie*

obręb: *Oborniki Śląskie*

okolice ul. Wyszyńskiego

2. Wykonawca

Marta Pieńkowska

3. Zleceniodawca

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

4. Okres w jakim wykonywane były prace geodezyjne lub kartograficzne:

prace rozpoczęto dnia **01.10.2016**

prace zakończono dnia **05.01.2017**

5. Pełny opis przebiegu i rezultat wyników prac geodezyjnych i/lub kartograficznych zawierający w szczególności:

a) zakres wykorzystania materiałów otrzymanych od zleceniodawcy

Po przeprowadzeniu analizy dokumentów otrzymanych od zleceniodawcy – Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu - pod względem ich dokładności, aktualności i kompletności potwierdza się ich przydatność do wykonania niniejszego opracowania. Dokumenty zostały dołączone do operatu technicznego

b) wykorzystane oprogramowanie:

Agisoft PhotoScan

c) zastosowane technologie i metody pomiarowe:

Wysokości elipsoidalne środków rzutów zostały przeliczone na wysokości normalne w układzie Kronsztadt-86 w programie TRANSPOL 2.06. W programie Agisoft PhotoScan została wykonana wstępna orientacja zewnętrzna metodą aerotriangulacji z wykorzystaniem współrzędnych, wysokości i elementów kątowych środków rzutów. Właściwa aerotriangulacja została wykonana na podstawie położenia fotopunktów i punktów kontrolnych z wykorzystaniem samokalibracji. Błąd aerotriangulacji mierzonych na punktach kontrolnych wyniósł 5,2 cm, a błąd reprojekcji wiązek rzutujących 0,505 pix.

Utworzono gęstą chmurę punktów - matching został wykonany na zdjęciach przeskalowanych 4-krotnie w stosunku do oryginalnego rozmiaru. Odfiltrowano pikiety błędnie położone oraz nie należące do numerycznego modelu pokrycia terenu. Na podstawie chmury punktów utworzono przestrzenną siatkę trójkątów, a następnie numeryczny model pokrycia terenu w strukturze GRID w rozdzielczości 10 cm. Raport z programu Agisoft PhotoScan znajduje się w Załączniku 1.

6. Informacje dotyczące wykonanej bazy roboczej:

Współrzędne w układzie: 2000 strefa 6, Kronsztadt86

Numeryczny model pokrycia terenu w formacie GeoTIFF

Całość prac wykonano w oparciu o:

- Rozporządzenie MSWiA w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. nr 263, poz. 1572 z dnia 9.11.2011)
- Rozporządzenia MSWiA w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu (Dz.U. nr 263 poz. 1571 z dnia 3.11.2011)

05.01.2017

Materiały otrzymane od zleceniodawcy

Dane na temat lotu i aparatury pomiarowej

Pokrycia zdjęć:

- podłużne 80%
- poprzeczne 80%

Wysokość: 95m AGL nad ms startu ok. 75 m nad terenem opracowania

Dron: Trimble UX5

Kamera: Sony NEX-5T

Obiektyw: asferyczny obiektyw Voigtlander o ogniskowej 15mm

05.01.2017

Wykaz współrzędnych środków rzutów w układzie WGS84 wraz z wysokościami elipsoidalnymi

Zdjęcie	Szerokość geograficzna [°]	Długość geograficzna [°]	Wysokość elipsoidalna [m]	yaw [°]	pitch [°]	roll [°]
DSC02020.JPG	51.30548414	16.91530729	288.11	257.37	1.51	2.18
DSC02021.JPG	51.30544557	16.91498263	289.69	259.03	2.63	2.10
DSC02022.JPG	51.30541287	16.91471338	289.98	258.58	1.20	1.64
DSC02023.JPG	51.30537614	16.91441975	289.42	258.52	-0.33	2.32
DSC02024.JPG	51.30534019	16.91413281	288.75	258.95	-1.25	0.88
DSC02025.JPG	51.30530566	16.91386199	287.72	258.10	-1.67	1.19
DSC02026.JPG	51.30526399	16.91354364	285.05	258.43	-2.96	-3.62
DSC02027.JPG	51.30522579	16.91328260	281.61	255.72	0.76	1.18
DSC02028.JPG	51.30516615	16.91290267	279.05	256.17	3.53	0.13
DSC02029.JPG	51.30511862	16.91260281	277.38	256.24	6.90	1.61
DSC02030.JPG	51.30506783	16.91227093	276.32	257.81	7.68	2.12
DSC02031.JPG	51.30501951	16.91193995	276.71	257.57	7.81	-0.62
DSC02032.JPG	51.30497206	16.91161598	277.09	256.68	9.94	0.57
DSC02033.JPG	51.30492157	16.91127495	277.94	257.51	11.15	1.79
DSC02034.JPG	51.30487493	16.91095906	279.71	258.15	11.13	0.14
DSC02035.JPG	51.30482659	16.91062339	282.16	257.60	9.74	1.19
DSC02036.JPG	51.30477980	16.91029103	283.83	257.31	9.18	0.50
DSC02037.JPG	51.30473676	16.90998664	286.60	256.46	9.78	0.43
DSC02038.JPG	51.30468362	16.90960513	288.82	258.73	5.06	1.90
DSC02039.JPG	51.30464843	16.90933777	290.44	255.79	5.22	3.82
DSC02040.JPG	51.30460960	16.90901188	291.13	258.14	3.72	-0.38
DSC02041.JPG	51.30439879	16.90961886	288.60	75.15	-1.58	-1.74
DSC02042.JPG	51.30444962	16.90991550	288.66	77.92	-3.31	2.02
DSC02043.JPG	51.30450189	16.91022477	287.61	81.35	-1.46	5.06
DSC02044.JPG	51.30455041	16.91056435	285.05	77.87	-1.92	-1.52
DSC02045.JPG	51.30459596	16.91091678	282.50	77.16	0.71	-0.23
DSC02046.JPG	51.30463330	16.91119740	280.72	77.19	3.82	-4.81
DSC02047.JPG	51.30468675	16.91157359	278.34	77.81	6.17	-6.19
DSC02048.JPG	51.30475190	16.91197413	278.84	75.18	8.92	-2.83
DSC02049.JPG	51.30480566	16.91227681	279.49	73.82	11.11	-0.74
DSC02050.JPG	51.30487363	16.91264985	281.16	74.04	7.98	1.78
DSC02051.JPG	51.30493636	16.91301301	282.03	73.64	5.08	0.05
DSC02052.JPG	51.30499098	16.91334439	281.32	73.95	8.71	-1.53
DSC02053.JPG	51.30505117	16.91371595	282.05	76.48	9.96	0.31
DSC02054.JPG	51.30510578	16.91406224	283.71	75.95	10.08	0.49
DSC02055.JPG	51.30515673	16.91440206	286.16	77.39	7.23	2.51
DSC02056.JPG	51.30520816	16.91476516	288.61	78.90	5.01	0.94
DSC02057.JPG	51.30524563	16.91505299	289.60	78.24	7.43	2.48
DSC02058.JPG	51.30528737	16.91540562	290.75	79.92	11.15	-1.21
DSC02059.JPG	51.30533170	16.91577090	293.15	79.36	7.55	-2.44

DSC02060.JPG	51.30536916	16.91605893	292.82	78.14	3.90	-1.59
DSC02061.JPG	51.30499508	16.91552206	288.16	257.37	3.36	1.18
DSC02062.JPG	51.30496091	16.91527550	289.05	260.79	0.12	-2.18
DSC02063.JPG	51.30490788	16.91491838	288.36	261.58	-1.00	-1.11
DSC02064.JPG	51.30486077	16.91461779	287.49	258.37	0.80	2.00
DSC02065.JPG	51.30481884	16.91433605	286.36	258.01	0.19	1.00
DSC02066.JPG	51.30477213	16.91402142	284.44	257.09	0.22	1.46
DSC02067.JPG	51.30473208	16.91374871	282.38	254.70	1.77	2.52
DSC02068.JPG	51.30468702	16.91343578	281.14	256.94	3.75	1.57
DSC02069.JPG	51.30463703	16.91308927	280.76	257.09	5.22	1.65
DSC02070.JPG	51.30458757	16.91274234	280.37	256.71	4.20	-0.29
DSC02071.JPG	51.30454738	16.91246461	279.66	257.56	7.10	1.16
DSC02072.JPG	51.30450493	16.91217442	279.65	257.61	8.72	1.11
DSC02073.JPG	51.30444702	16.91176306	280.49	258.59	9.77	1.96
DSC02074.JPG	51.30440402	16.91145030	282.16	257.21	9.40	2.28
DSC02075.JPG	51.30435754	16.91111369	283.49	256.20	8.26	0.02
DSC02076.JPG	51.30431079	16.91078498	284.48	257.07	7.87	-1.17
DSC02077.JPG	51.30426387	16.91047155	284.86	256.99	8.15	0.96
DSC02078.JPG	51.30421534	16.91015292	285.25	256.52	8.86	2.66
DSC02079.JPG	51.30416570	16.90981082	285.94	257.76	8.30	0.92
DSC02080.JPG	51.30412658	16.90952289	286.71	257.27	6.41	1.62
DSC02081.JPG	51.30408502	16.90920274	287.55	257.81	7.06	0.81
DSC02082.JPG	51.30390194	16.90978013	281.86	79.04	4.93	3.11
DSC02083.JPG	51.30394314	16.91012489	281.54	78.69	4.27	-3.54
DSC02084.JPG	51.30398318	16.91045750	281.30	79.70	4.04	-5.62
DSC02085.JPG	51.30402493	16.91076365	281.50	78.02	5.67	-4.79
DSC02086.JPG	51.30407701	16.91110902	281.70	76.11	6.27	-1.21
DSC02087.JPG	51.30412497	16.91141771	281.90	74.95	6.07	-1.78
DSC02088.JPG	51.30418064	16.91176683	282.10	74.08	8.17	-1.06
DSC02089.JPG	51.30423558	16.91209508	282.34	73.96	8.05	-0.23
DSC02090.JPG	51.30429259	16.91242881	282.84	75.03	7.44	1.71
DSC02091.JPG	51.30435093	16.91278148	283.33	75.98	7.43	0.74
DSC02092.JPG	51.30440536	16.91312787	283.74	75.79	6.60	-2.05
DSC02093.JPG	51.30444641	16.91339388	284.16	76.61	6.11	1.48
DSC02094.JPG	51.30449862	16.91375213	284.80	78.11	7.01	1.73
DSC02095.JPG	51.30453898	16.91405005	285.69	78.13	7.92	-2.51
DSC02096.JPG	51.30458598	16.91440183	288.04	76.41	5.21	-2.87
DSC02097.JPG	51.30462423	16.91467910	289.49	79.63	4.33	3.90
DSC02098.JPG	51.30466755	16.91500760	289.98	80.72	3.32	-0.05
DSC02099.JPG	51.30470606	16.91533082	289.42	84.14	1.72	2.82
DSC02100.JPG	51.30473581	16.91564692	288.36	82.92	1.86	-1.57
DSC02101.JPG	51.30476585	16.91598555	286.72	78.36	5.04	-6.26
DSC02102.JPG	51.30480476	16.91631567	286.60	76.34	8.98	-5.22
DSC02103.JPG	51.30450045	16.91573325	286.16	258.02	4.06	-1.89
DSC02104.JPG	51.30445920	16.91542079	285.91	257.21	2.95	0.13
DSC02105.JPG	51.30442100	16.91514384	285.53	256.20	0.80	-0.82

DSC02106.JPG	51.30438420	16.91490173	284.72	254.57	1.89	-0.77
DSC02107.JPG	51.30432437	16.91454333	283.66	255.05	2.65	0.80
DSC02108.JPG	51.30427282	16.91423964	282.61	254.53	4.18	0.32
DSC02109.JPG	51.30422406	16.91394387	281.75	257.48	2.56	1.19
DSC02110.JPG	51.30417040	16.91360669	281.69	261.26	3.87	6.89
DSC02111.JPG	51.30413348	16.91331059	283.16	265.38	4.91	2.01
DSC02112.JPG	51.30410159	16.91297844	286.82	263.01	8.81	-2.50
DSC02113.JPG	51.30406808	16.91262311	288.44	260.70	5.95	-1.14
DSC02114.JPG	51.30402907	16.91228153	288.72	257.96	4.18	-2.96
DSC02115.JPG	51.30399283	16.91201960	287.34	258.11	2.89	-3.25
DSC02116.JPG	51.30395026	16.91175333	287.84	254.80	3.73	-1.76
DSC02117.JPG	51.30388796	16.91138850	288.21	254.87	3.92	0.97
DSC02118.JPG	51.30383944	16.91111494	287.71	252.30	2.64	0.71
DSC02119.JPG	51.30378589	16.91082129	287.05	253.50	0.13	2.50
DSC02120.JPG	51.30373384	16.91052879	285.61	256.74	0.61	1.37
DSC02121.JPG	51.30368597	16.91023916	284.66	258.89	3.43	4.28
DSC02122.JPG	51.30364110	16.90993855	285.16	258.14	5.82	0.30
DSC02123.JPG	51.30359644	16.90961324	284.98	257.96	4.61	-2.20
DSC02124.JPG	51.30355652	16.90934128	284.67	257.03	1.76	1.18
DSC02125.JPG	51.30339535	16.90994665	284.05	80.95	2.93	-3.49
DSC02126.JPG	51.30344007	16.91031228	283.01	80.10	7.46	-3.38
DSC02127.JPG	51.30348508	16.91067129	282.51	79.08	7.49	-3.84
DSC02128.JPG	51.30352934	16.91101463	281.83	75.48	4.61	-1.17
DSC02129.JPG	51.30357947	16.91137442	281.46	72.44	6.85	-3.93
DSC02130.JPG	51.30362908	16.91171739	282.01	76.54	10.75	-1.94
DSC02131.JPG	51.30368360	16.91207428	282.94	75.68	10.05	-3.13
DSC02132.JPG	51.30373650	16.91240625	284.38	75.35	9.47	0.72
DSC02133.JPG	51.30378926	16.91273897	285.22	76.11	7.80	-0.11
DSC02134.JPG	51.30384146	16.91307595	284.91	76.95	7.14	-1.13
DSC02135.JPG	51.30389700	16.91343705	284.53	76.74	4.63	-2.12
DSC02136.JPG	51.30395159	16.91379622	284.41	77.83	5.10	-0.61
DSC02137.JPG	51.30398942	16.91404249	284.83	75.82	7.84	-0.87
DSC02138.JPG	51.30405077	16.91443416	285.24	74.53	7.35	-0.51
DSC02139.JPG	51.30409481	16.91470287	286.40	75.72	6.10	-0.11
DSC02140.JPG	51.30415378	16.91508080	286.78	77.61	5.39	4.41
DSC02141.JPG	51.30420142	16.91542653	287.17	76.79	6.74	4.77
DSC02142.JPG	51.30423984	16.91575669	288.19	79.51	9.70	-0.21
DSC02143.JPG	51.30427787	16.91608610	289.82	79.18	6.22	-1.06
DSC02144.JPG	51.30431955	16.91642002	291.49	77.19	4.82	-2.07
DSC02145.JPG	51.30396111	16.91593491	282.22	256.19	6.90	0.26
DSC02146.JPG	51.30390899	16.91560309	283.55	256.28	6.81	3.33
DSC02147.JPG	51.30386290	16.91528538	284.49	258.45	5.09	3.43
DSC02148.JPG	51.30382125	16.91495706	285.94	260.39	7.74	1.40
DSC02149.JPG	51.30379210	16.91468897	287.49	262.52	8.09	-4.26
DSC02150.JPG	51.30375315	16.91433900	289.16	260.41	4.38	-4.00
DSC02151.JPG	51.30371286	16.91401691	288.61	260.67	1.33	-4.47

DSC02152.JPG	51.30367332	16.91374154	287.61	257.81	-1.08	0.05
DSC02153.JPG	51.30362217	16.91340477	286.44	256.19	3.29	3.02
DSC02154.JPG	51.30358424	16.91313552	287.46	258.14	3.22	0.26
DSC02155.JPG	51.30353918	16.91280336	288.01	259.45	5.35	-1.32
DSC02156.JPG	51.30349240	16.91246968	288.65	257.33	4.97	-0.26
DSC02157.JPG	51.30344793	16.91215950	289.23	257.52	3.43	-1.79
DSC02158.JPG	51.30340663	16.91187997	288.89	256.36	3.49	-1.31
DSC02159.JPG	51.30337032	16.91163561	288.56	258.12	2.89	-2.75
DSC02160.JPG	51.30331294	16.91128248	288.05	254.54	0.84	2.05
DSC02161.JPG	51.30326328	16.91098719	286.61	255.85	3.58	0.58
DSC02162.JPG	51.30321502	16.91070100	284.44	253.60	3.39	3.12
DSC02163.JPG	51.30315876	16.91037251	281.86	255.19	5.01	3.99
DSC02164.JPG	51.30311318	16.91008229	281.72	257.05	8.00	3.51
DSC02165.JPG	51.30306775	16.90975132	282.83	258.57	8.41	-1.16
DSC02166.JPG	51.30302044	16.90938822	284.44	260.72	9.34	-0.86
DSC02167.JPG	51.30288196	16.91010143	284.05	79.50	2.66	-2.31
DSC02168.JPG	51.30292598	16.91046199	282.38	79.45	4.83	-0.56
DSC02169.JPG	51.30296775	16.91082280	281.40	81.01	8.56	-1.40
DSC02170.JPG	51.30300630	16.91114809	281.78	78.78	8.36	-4.59
DSC02171.JPG	51.30305396	16.91150887	282.17	78.91	8.31	-2.65
DSC02172.JPG	51.30309735	16.91180020	282.68	74.82	5.75	-0.32
DSC02173.JPG	51.30315642	16.91218275	283.23	75.62	8.33	-0.74
DSC02174.JPG	51.30320975	16.91253763	285.10	77.61	7.97	2.00
DSC02175.JPG	51.30325003	16.91283450	287.60	78.20	7.37	-3.64
DSC02176.JPG	51.30329642	16.91317673	289.18	76.31	5.66	-3.99
DSC02177.JPG	51.30333397	16.91344228	288.46	75.51	1.81	2.10
DSC02178.JPG	51.30338246	16.91378399	287.11	76.64	3.79	-1.07
DSC02179.JPG	51.30342956	16.91412496	285.72	76.25	3.39	-2.80
DSC02180.JPG	51.30346807	16.91439363	285.68	77.11	6.28	0.75
DSC02181.JPG	51.30351714	16.91473058	286.23	77.25	5.84	-0.82
DSC02182.JPG	51.30355663	16.91498938	287.83	73.25	4.03	-1.43
DSC02183.JPG	51.30361526	16.91536928	288.88	76.15	3.85	2.47
DSC02184.JPG	51.30366211	16.91569036	289.94	75.63	5.30	0.70
DSC02185.JPG	51.30370358	16.91599565	289.75	77.90	0.98	-0.49
DSC02186.JPG	51.30374843	16.91633640	288.44	77.87	2.07	-1.56
DSC02187.JPG	51.30378725	16.91663567	286.61	79.28	4.58	-4.03
DSC02188.JPG	51.30344497	16.91609060	283.35	256.18	5.46	-2.53
DSC02189.JPG	51.30340043	16.91578831	283.90	259.57	5.52	-0.93
DSC02190.JPG	51.30335241	16.91546490	284.51	259.82	3.48	-2.56
DSC02191.JPG	51.30330278	16.91513701	285.22	257.21	3.78	-0.05
DSC02192.JPG	51.30326517	16.91488919	284.49	256.47	2.84	0.99
DSC02193.JPG	51.30322043	16.91459563	284.42	255.33	4.11	0.49
DSC02194.JPG	51.30316407	16.91422204	284.63	258.19	5.20	1.41
DSC02195.JPG	51.30312108	16.91392690	284.84	257.93	6.92	0.48
DSC02196.JPG	51.30307140	16.91357609	285.05	258.06	7.09	1.22
DSC02197.JPG	51.30302880	16.91327149	285.26	256.30	5.99	-0.39

DSC02198.JPG	51.30297758	16.91292766	286.05	256.46	7.82	0.42
DSC02199.JPG	51.30292825	16.91260268	287.49	255.25	9.66	2.16
DSC02200.JPG	51.30288122	16.91227832	288.94	255.61	9.92	2.85
DSC02201.JPG	51.30283737	16.91194877	290.22	257.25	3.40	1.25
DSC02202.JPG	51.30280603	16.91170526	289.80	259.10	3.70	3.88
DSC02203.JPG	51.30276943	16.91140244	289.38	258.94	0.27	1.27
DSC02204.JPG	51.30273093	16.91107348	287.94	260.83	0.32	-2.43
DSC02205.JPG	51.30269678	16.91079998	285.86	260.13	1.56	-0.23
DSC02206.JPG	51.30265262	16.91045966	283.49	258.54	4.14	0.44
DSC02207.JPG	51.30261590	16.91017997	283.74	258.25	7.15	2.19
DSC02208.JPG	51.30256952	16.90984457	284.24	258.24	7.69	0.60
DSC02209.JPG	51.30252226	16.90951657	285.05	258.18	7.70	-0.54
DSC02210.JPG	51.30235075	16.91039753	284.48	77.55	3.69	-3.61
DSC02211.JPG	51.30238870	16.91071216	284.86	78.28	5.52	-1.49
DSC02212.JPG	51.30243012	16.91102827	285.25	77.03	4.60	-6.92
DSC02213.JPG	51.30248117	16.91136247	286.11	75.77	1.82	-4.21
DSC02214.JPG	51.30252891	16.91164304	285.61	77.18	3.53	-2.11
DSC02215.JPG	51.30258490	16.91195969	285.11	71.64	3.73	2.18
DSC02216.JPG	51.30263557	16.91226080	284.61	73.68	2.68	1.10
DSC02217.JPG	51.30269876	16.91265426	284.83	73.27	5.08	-3.96
DSC02218.JPG	51.30274187	16.91293811	286.44	72.73	6.59	0.94
DSC02219.JPG	51.30279512	16.91328421	287.83	76.53	2.33	2.31
DSC02220.JPG	51.30284055	16.91357836	287.91	77.29	1.29	-1.07
DSC02221.JPG	51.30289016	16.91390916	287.41	78.57	4.26	2.80
DSC02222.JPG	51.30293235	16.91422152	286.66	78.02	2.83	2.96
DSC02223.JPG	51.30296180	16.91446860	285.89	81.99	1.89	1.71
DSC02224.JPG	51.30299800	16.91485300	285.16	81.01	3.04	-2.17
DSC02225.JPG	51.30302794	16.91516227	284.33	79.35	4.89	-5.06
DSC02226.JPG	51.30307097	16.91551212	285.51	77.50	7.35	-2.95
DSC02227.JPG	51.30312505	16.91590181	286.22	78.64	5.34	-4.71
DSC02228.JPG	51.30316880	16.91618935	285.12	76.41	6.23	-3.41
DSC02229.JPG	51.30322919	16.91655113	284.67	75.11	5.12	-3.43
DSC02230.JPG	51.30328258	16.91684060	284.23	73.33	6.25	0.68
DSC02231.JPG	51.30294822	16.91627047	286.49	256.33	2.99	-0.76
DSC02232.JPG	51.30289852	16.91597172	287.65	253.47	1.68	-4.62
DSC02233.JPG	51.30284112	16.91565412	288.16	255.19	2.42	4.09
DSC02234.JPG	51.30278708	16.91534253	287.33	255.39	-0.22	0.98
DSC02235.JPG	51.30274695	16.91509991	285.72	256.16	-0.35	1.67
DSC02236.JPG	51.30269576	16.91477293	284.18	257.25	2.47	0.98
DSC02237.JPG	51.30264443	16.91441671	283.46	257.32	3.54	4.12
DSC02238.JPG	51.30260973	16.91414087	282.35	258.83	6.34	0.88
DSC02239.JPG	51.30256637	16.91378839	282.90	259.54	6.88	-2.63
DSC02240.JPG	51.30252173	16.91344848	283.83	261.63	6.92	-2.96
DSC02241.JPG	51.30248104	16.91314728	285.19	259.78	6.33	-1.85
DSC02242.JPG	51.30243539	16.91281306	286.05	257.88	4.98	1.15
DSC02243.JPG	51.30239272	16.91249534	286.88	258.74	5.86	0.23

DSC02244.JPG	51.30235157	16.91217431	287.71	263.26	7.72	0.61
DSC02245.JPG	51.30230946	16.91182810	288.40	263.46	4.96	-4.17
DSC02246.JPG	51.30227507	16.91155544	288.78	261.32	5.61	-3.48
DSC02247.JPG	51.30223149	16.91122420	289.17	257.35	6.08	-2.76
DSC02248.JPG	51.30218120	16.91087491	290.35	256.28	6.50	0.96
DSC02249.JPG	51.30213969	16.91059667	290.98	255.88	4.39	1.16
DSC02250.JPG	51.30209008	16.91026937	290.39	255.59	1.49	-2.36
DSC02251.JPG	51.30204761	16.91000537	289.25	254.46	1.60	2.61
DSC02252.JPG	51.30199455	16.90968315	289.07	254.08	5.28	1.67
DSC02253.JPG	51.30182448	16.91052267	285.63	80.52	3.49	-2.42
DSC02254.JPG	51.30186204	16.91088252	285.79	80.52	1.74	-3.92
DSC02255.JPG	51.30189439	16.91119469	285.96	80.05	2.30	-6.94
DSC02256.JPG	51.30193638	16.91154088	286.13	82.05	5.12	-4.23
DSC02257.JPG	51.30198301	16.91186005	286.49	75.58	3.51	-3.13
DSC02258.JPG	51.30203389	16.91217963	287.94	76.02	3.93	-1.07
DSC02259.JPG	51.30208633	16.91250861	287.97	75.56	0.99	-0.77
DSC02260.JPG	51.30212665	16.91275552	287.55	76.59	-1.90	-2.84
DSC02261.JPG	51.30217743	16.91307001	286.86	75.87	-1.57	-0.69
DSC02262.JPG	51.30223541	16.91343590	285.39	75.17	0.52	0.20
DSC02263.JPG	51.30227691	16.91371653	283.86	77.74	3.00	4.83
DSC02264.JPG	51.30232633	16.91407807	282.89	77.50	1.70	-3.41
DSC02265.JPG	51.30236640	16.91437590	282.49	75.76	4.98	-0.29
DSC02266.JPG	51.30241648	16.91473427	284.16	77.35	6.94	-1.88
DSC02267.JPG	51.30246718	16.91507540	285.83	72.60	3.81	-3.84
DSC02268.JPG	51.30251342	16.91537405	287.19	72.38	3.67	-2.76
DSC02269.JPG	51.30256726	16.91570203	285.72	71.32	1.06	-2.40
DSC02270.JPG	51.30261213	16.91597172	283.83	73.19	0.52	-4.98
DSC02271.JPG	51.30267674	16.91633971	281.39	73.63	4.30	2.45
DSC02272.JPG	51.30273974	16.91670308	280.48	74.51	7.14	2.65
DSC02273.JPG	51.30278985	16.91701912	281.10	76.05	6.59	1.19
DSC02274.JPG	51.30241081	16.91653844	282.50	254.50	-2.46	-3.24
DSC02275.JPG	51.30235930	16.91627789	281.36	252.55	-3.34	-1.42
DSC02276.JPG	51.30229619	16.91597520	279.72	250.77	0.64	5.07
DSC02277.JPG	51.30223887	16.91566949	279.08	257.04	4.80	8.82
DSC02278.JPG	51.30219043	16.91534179	278.82	259.12	7.53	1.42
DSC02279.JPG	51.30214806	16.91498673	278.55	258.91	5.93	-0.04
DSC02280.JPG	51.30210450	16.91463196	278.29	258.03	4.91	-0.05
DSC02281.JPG	51.30206987	16.91435674	278.79	259.01	8.63	0.19
DSC02282.JPG	51.30202541	16.91398622	279.44	259.25	9.14	-1.69
DSC02283.JPG	51.30198673	16.91368076	280.69	258.37	7.95	0.00
DSC02284.JPG	51.30194080	16.91332025	282.16	262.12	7.26	-0.02
DSC02285.JPG	51.30190583	16.91303553	282.94	259.35	6.28	-0.53
DSC02286.JPG	51.30186344	16.91269436	283.44	258.33	5.24	-1.18
DSC02287.JPG	51.30181972	16.91235732	283.75	256.97	6.21	0.06
DSC02288.JPG	51.30177730	16.91203824	284.06	258.84	8.60	-2.30
DSC02289.JPG	51.30173329	16.91171465	284.55	257.79	7.78	1.56

DSC02290.JPG	51.30169745	16.91145851	285.38	258.22	6.94	0.80
DSC02291.JPG	51.30165201	16.91111325	286.22	258.08	5.80	-2.07
DSC02292.JPG	51.30160917	16.91079242	285.61	258.16	3.67	-2.60
DSC02293.JPG	51.30156953	16.91051709	284.61	255.74	3.22	-0.40
DSC02294.JPG	51.30151850	16.91018367	283.75	256.67	5.09	0.78
DSC02295.JPG	51.30132506	16.91069101	284.96	76.10	1.41	0.75
DSC02296.JPG	51.30136114	16.91102271	285.05	81.06	0.60	-0.31
DSC02297.JPG	51.30139533	16.91135110	282.94	78.72	-1.44	-1.77
DSC02298.JPG	51.30142851	16.91167911	281.42	80.76	1.78	-3.24
DSC02299.JPG	51.30146820	16.91202444	282.53	78.95	5.40	-5.89
DSC02300.JPG	51.30151713	16.91239359	283.69	79.31	5.93	-6.21
DSC02301.JPG	51.30157398	16.91276282	285.16	74.13	5.58	-2.99
DSC02302.JPG	51.30162048	16.91302830	287.83	74.08	5.23	-1.51
DSC02303.JPG	51.30167423	16.91332523	289.08	73.27	1.41	-1.54
DSC02304.JPG	51.30174136	16.91370408	287.66	74.19	-1.22	0.46
DSC02305.JPG	51.30178718	16.91398398	284.94	74.81	1.86	4.75
DSC02306.JPG	51.30183553	16.91433735	283.21	77.27	4.95	0.64
DSC02307.JPG	51.30187052	16.91463994	283.04	79.53	4.78	-2.88
DSC02308.JPG	51.30191120	16.91497697	282.87	78.54	2.76	-2.67
DSC02309.JPG	51.30195410	16.91529722	282.70	76.34	3.86	-2.22
DSC02310.JPG	51.30200370	16.91562582	282.52	72.58	4.42	-1.25
DSC02311.JPG	51.30206022	16.91597935	282.35	74.92	5.00	0.82
DSC02312.JPG	51.30210299	16.91625170	282.14	76.85	6.39	2.44
DSC02313.JPG	51.30215404	16.91659529	281.89	77.83	6.53	-4.52
DSC02314.JPG	51.30221169	16.91698126	281.64	77.16	7.05	-0.71
DSC02315.JPG	51.30225752	16.91726797	281.39	74.82	1.53	-1.12
DSC02316.JPG	51.30185092	16.91665913	281.85	255.36	6.73	2.84
DSC02317.JPG	51.30180005	16.91632892	282.07	256.70	7.07	1.83
DSC02318.JPG	51.30175998	16.91606130	282.49	254.95	6.78	-5.22
DSC02319.JPG	51.30170465	16.91572115	283.48	254.58	6.69	2.98
DSC02320.JPG	51.30165585	16.91544082	283.86	255.64	5.53	5.27
DSC02321.JPG	51.30160178	16.91509753	284.25	258.76	8.71	4.93
DSC02322.JPG	51.30155918	16.91476265	285.05	259.97	6.79	1.62
DSC02323.JPG	51.30152231	16.91444805	285.44	260.06	6.41	0.16
DSC02324.JPG	51.30148544	16.91412752	285.67	261.11	6.21	1.60
DSC02325.JPG	51.30145344	16.91383114	285.89	262.13	5.33	-0.04
DSC02326.JPG	51.30142067	16.91351724	286.12	260.58	5.82	-1.11
DSC02327.JPG	51.30138466	16.91319201	286.06	259.66	4.35	0.28
DSC02328.JPG	51.30135301	16.91291143	285.44	259.73	3.94	-0.99
DSC02329.JPG	51.30131293	16.91257533	285.79	258.75	6.64	0.41
DSC02330.JPG	51.30128055	16.91231310	286.13	258.22	5.53	-2.75
DSC02331.JPG	51.30123819	16.91199639	285.72	257.31	3.62	-2.09
DSC02332.JPG	51.30119022	16.91167767	285.30	256.17	3.94	-0.10
DSC02333.JPG	51.30113908	16.91136098	283.72	254.72	4.23	0.30
DSC02334.JPG	51.30108924	16.91105320	283.64	256.62	6.95	4.12
DSC02335.JPG	51.30105069	16.91080130	284.14	257.66	7.84	1.21

DSC02336.JPG	51.30100042	16.91042736	285.33	258.42	5.97	-3.11
DSC02337.JPG	51.30095533	16.91010498	285.79	255.83	7.27	-0.76
DSC02338.JPG	51.30077536	16.91093138	287.05	83.64	0.50	-3.22
DSC02339.JPG	51.30080514	16.91117971	288.20	80.12	-1.72	-2.98
DSC02340.JPG	51.30085299	16.91151627	287.64	77.43	-1.98	-3.33
DSC02341.JPG	51.30090349	16.91184110	286.86	75.11	-1.73	2.01
DSC02342.JPG	51.30094808	16.91212718	285.61	75.70	0.50	1.41
DSC02343.JPG	51.30100003	16.91248114	284.23	77.00	1.49	-2.38
DSC02344.JPG	51.30104092	16.91276231	283.92	78.24	2.78	-2.69
DSC02345.JPG	51.30109211	16.91310592	283.61	78.03	2.70	-1.61
DSC02346.JPG	51.30114283	16.91345113	283.29	77.18	1.87	-2.81
DSC02347.JPG	51.30119082	16.91378160	282.61	76.61	1.98	-1.06
DSC02348.JPG	51.30123668	16.91408297	282.39	76.36	5.33	1.13
DSC02349.JPG	51.30127669	16.91435162	282.60	77.23	6.50	0.43
DSC02350.JPG	51.30133494	16.91474403	282.82	71.32	6.37	-0.77
DSC02351.JPG	51.30138502	16.91506863	283.04	73.76	1.79	-6.47
DSC02352.JPG	51.30143655	16.91537129	283.26	75.48	5.18	-1.84
DSC02353.JPG	51.30149573	16.91570726	284.35	78.04	2.31	1.27
DSC02354.JPG	51.30154166	16.91599571	284.60	76.27	4.18	5.42
DSC02355.JPG	51.30158702	16.91632395	284.85	77.32	4.33	2.48
DSC02356.JPG	51.30162936	16.91668410	285.11	77.98	2.26	-1.70
DSC02357.JPG	51.30166903	16.91703686	285.83	77.64	6.04	0.75
DSC02358.JPG	51.30170195	16.91730353	287.49	78.07	2.66	0.13
DSC02359.JPG	51.30135146	16.91687610	283.80	256.18	3.49	2.04
DSC02360.JPG	51.30129944	16.91655305	283.38	256.84	4.66	2.53
DSC02361.JPG	51.30125239	16.91624087	283.41	256.35	5.74	1.54
DSC02362.JPG	51.30120645	16.91591448	283.60	256.08	6.06	0.27
DSC02363.JPG	51.30116326	16.91560496	283.80	257.06	5.90	-1.01
DSC02364.JPG	51.30111647	16.91527551	283.99	257.66	7.63	-1.72
DSC02365.JPG	51.30107079	16.91495933	284.18	258.03	7.12	0.57
DSC02366.JPG	51.30102392	16.91463680	285.16	257.81	9.08	2.37
DSC02367.JPG	51.30097613	16.91429269	287.69	258.44	7.39	2.64
DSC02368.JPG	51.30093171	16.91394422	289.16	258.58	6.83	3.46
DSC02369.JPG	51.30089220	16.91362013	290.05	257.93	3.48	-1.84
DSC02370.JPG	51.30085942	16.91335753	290.07	257.22	3.09	0.99
DSC02371.JPG	51.30081782	16.91302566	289.79	258.49	3.56	0.09
DSC02372.JPG	51.30078660	16.91276789	289.51	259.17	5.63	-0.21
DSC02373.JPG	51.30073930	16.91239386	289.24	255.06	5.77	-0.85
DSC02374.JPG	51.30070077	16.91210848	289.01	258.52	3.47	-5.86
DSC02375.JPG	51.30065459	16.91179457	288.79	254.57	6.17	-3.64
DSC02376.JPG	51.30060400	16.91150269	288.56	251.79	4.07	0.21
DSC02377.JPG	51.30054899	16.91120532	288.33	252.61	3.50	2.18
DSC02378.JPG	51.30049235	16.91088136	287.20	257.03	3.99	1.12
DSC02379.JPG	51.30045054	16.91061447	286.64	258.40	4.48	2.37
DSC02380.JPG	51.30040559	16.91030117	285.99	258.69	4.33	1.04
DSC02381.JPG	51.30024832	16.91109240	283.11	79.98	-4.50	-6.23

DSC02382.JPG	51.30028725	16.91144091	281.72	78.58	1.93	-4.25
DSC02383.JPG	51.30032487	16.91172193	282.49	74.34	5.60	-2.07
DSC02384.JPG	51.30036585	16.91200528	284.16	77.18	3.29	-2.36
DSC02385.JPG	51.30042566	16.91239604	285.82	74.58	2.41	-4.02
DSC02386.JPG	51.30047477	16.91268897	286.10	71.88	1.59	-5.26
DSC02387.JPG	51.30053118	16.91300094	285.86	72.13	0.50	6.44
DSC02388.JPG	51.30058408	16.91330602	285.62	74.13	0.22	3.82
DSC02389.JPG	51.30062859	16.91360026	285.38	77.39	-0.67	3.71
DSC02390.JPG	51.30066808	16.91390530	284.39	78.47	1.68	0.36
DSC02391.JPG	51.30070847	16.91423589	284.94	75.37	2.29	-0.22
DSC02392.JPG	51.30075133	16.91457186	284.83	76.27	-0.59	1.50
DSC02393.JPG	51.30078237	16.91483046	283.17	78.32	-0.55	-1.01
DSC02394.JPG	51.30082127	16.91514363	281.22	76.73	3.58	-5.13
DSC02395.JPG	51.30087695	16.91553782	280.87	76.61	2.70	-3.98
DSC02396.JPG	51.30092501	16.91584578	280.51	75.76	3.82	-2.57
DSC02397.JPG	51.30098723	16.91621254	280.40	74.26	5.82	-1.16
DSC02398.JPG	51.30104361	16.91652644	280.78	73.85	6.08	1.30
DSC02399.JPG	51.30110561	16.91687755	281.17	72.16	6.81	0.39
DSC02400.JPG	51.30116271	16.91720730	281.88	73.75	7.19	1.01
DSC02401.JPG	51.30121882	16.91754108	282.07	75.01	5.97	-0.20
DSC02402.JPG	51.30083267	16.91708365	282.79	257.67	7.07	0.78
DSC02403.JPG	51.30078882	16.91676010	283.51	258.93	5.61	0.06
DSC02404.JPG	51.30074995	16.91645704	284.22	258.65	4.58	-0.64
DSC02405.JPG	51.30071811	16.91621319	284.44	258.19	4.18	0.04
DSC02406.JPG	51.30066813	16.91585041	284.62	257.21	4.24	-0.22
DSC02407.JPG	51.30062663	16.91556119	284.80	257.34	5.10	-0.67
DSC02408.JPG	51.30057818	16.91523389	284.97	257.09	6.06	0.77
DSC02409.JPG	51.30052397	16.91486304	285.15	257.26	6.98	3.84
DSC02410.JPG	51.30048781	16.91458757	285.69	258.41	5.98	-2.84
DSC02411.JPG	51.30044096	16.91424319	286.38	257.11	5.95	-0.60
DSC02412.JPG	51.30039238	16.91391540	286.58	255.73	5.56	-2.43
DSC02413.JPG	51.30035088	16.91364846	286.78	256.98	5.07	1.17
DSC02414.JPG	51.30029933	16.91331048	286.98	259.48	4.83	0.69
DSC02415.JPG	51.30025126	16.91297467	287.18	258.05	7.85	1.42
DSC02416.JPG	51.30021055	16.91266010	289.04	260.06	9.93	2.39
DSC02417.JPG	51.30017544	16.91234928	290.83	259.80	5.17	-3.43
DSC02418.JPG	51.30014411	16.91206804	292.18	260.57	1.22	-3.85
DSC02419.JPG	51.30010912	16.91178142	291.46	258.39	0.67	-2.34
DSC02420.JPG	51.30007137	16.91151147	290.05	258.50	1.11	0.07
DSC02421.JPG	51.30003076	16.91123527	288.38	256.46	-1.38	-0.35
DSC02422.JPG	51.29998578	16.91094524	285.72	256.19	-0.32	-1.07
DSC02423.JPG	51.29992989	16.91061867	283.30	254.58	4.71	2.14

05.01.2017

Wykaz współrzędnych fotopunktów w układzie 2000 wraz z wysokościami w układzie Kronsztadt-86

Numer	X [m]	Y [m]	H [m]	mp [m]
P1	5686017,905	6424103,272	239,180	0,004
P2	5686037,515	6424202,369	241,500	0,003
P3	5685989,434	6424053,857	238,775	0,005
P4	5685927,811	6424133,179	240,038	0,004
P5	5685896,295	6424179,813	240,996	0,004
P6	5685855,459	6424217,422	242,514	0,004
P7	5685831,756	6424259,922	244,262	0,004
P8	5685801,917	6424341,129	246,705	0,004
P9	5685805,468	6424400,273	247,512	0,004
P10	5685910,438	6424394,341	248,471	0,003
P11	5686011,660	6424343,010	247,852	0,000
P12	5685816,757	6424021,208	242,171	0,006
P13	5685705,289	6424276,413	247,130	0,007

05.01.2017

Raporty z obliczeń współrzędnych punktów kontrolnych pomierzonych tachimetrycznie

TACHIMETRIA - P1

Stanowisko : Nr = P1; X = 5686017.905; Y = 6424103.272; H = 164.180

Punkty nawiązania : P2, P3

Nr celu	Kod	D niezr.	Kier. [g]	Kąt zenit	H cel	X	Y	H	mp	mh
P2			0.0000			5686037.515	6424202.369	166.500		
P2		101.060	0.0000	98.5362	1.533	5686037.515	6424202.369	166.500		
P3		57.027	179.1604	100.4485	1.533	5685989.434	6424053.857	163.775		
27	asf	8.914	122.8954	100.6695	1.533	5686009.112	6424101.814	164.079	0.002	0.002
75	chod	57.476	26.8169	98.4418	1.533	5686005.037	6424159.271	165.580	0.002	0.002
102	wlaz	34.069	53.5512	98.3284	1.533	5685997.408	6424130.470	165.067	0.002	0.002
127	chod	41.785	29.8651	98.9916	1.533	5686006.610	6424143.496	164.835	0.002	0.002
P3		57.037	179.1624	100.4483	1.533	5685989.434	6424053.857	163.775		
P2		101.040	0.0013	98.5362	1.533	5686037.515	6424202.369	166.500		

Hst = 164.180, i = 1.526, fk = -0.0004

Do wyznaczenia błędów przyjęto m_alfa=0.0006g; md=a+b*D/1000m, a=0.002 b=0.002 m;

m_beta=0.0006g; m_hi=0.002m; m_hc=0.001m

TACHIMETRIA - P2

Stanowisko : Nr = P2; X = 5686037.515; Y = 6424202.369; H = 166.500

Punkty nawiązania : P11, P1

Nr celu	Kod	D niezr.	Kier. [g]	Kąt zenit	H cel	X	Y	H	mp	mh
P11			169.5228			5686011.660	6424343.010	172.852		
P11		143.096	169.5228	97.7132	0.400	5686011.660	6424343.010	172.852		
P11		143.095	169.5230	97.7100	0.400	5686011.660	6424343.010	172.852		
P1		101.087	345.5119	102.2264	0.400	5686017.905	6424103.272	164.180		
P1		101.087	345.5117	102.2244	0.400	5686017.905	6424103.272	164.180		
402	skarpa	25.301	303.2385	101.6426	1.533	5686018.357	6424185.856	165.925	0.002	0.002
P11		143.102	169.5243	97.5804	0.700	5686011.660	6424343.010	172.852		

Hst = 166.500, i = 1.611, fk = -0.0001

Do wyznaczenia błędów przyjęto m_alfa=0.0006g; md=a+b*D/1000m, a=0.002 b=0.002 m;

m_beta=0.0006g; m_hi=0.002m; m_hc=0.001m

TACHIMETRIA - P3

Stanowisko : Nr = P3; X = 5685989.434; Y = 6424053.857; H = 163.775

Punkty nawiązania : P4, P1

Nr celu	Kod	D niezr.	Kier. [g]	Kąt zenit	H cel	X	Y	H	mp	mh
P1			379.1604			5686017.905	6424103.272	164.180		
P1		57.032	379.1604	99.6418	1.533	5686017.905	6424103.272	164.180		
P4		100.452	54.4813	99.9743	0.400	5685927.811	6424133.179	165.038		
161	kraw	11.339	17.1737	105.3821	0.400	5685988.594	6424065.124	164.037	0.002	0.002
P4		100.454	54.4799	99.9747	0.400	5685927.811	6424133.179	165.038		
P1		57.027	379.1509	99.6477	0.400	5686017.905	6424103.272	164.180		

Hst = 163.775, i = 1.619, fk = -0.0013

Do wyznaczenia błędów przyjęto m_alfa=0.0006g; md=a+b*D/1000m, a=0.002 b=0.002 m;

m_beta=0.0006g; m_hi=0.002m; m_hc=0.001m

TACHIMETRIA - P4

Stanowisko : Nr = P4; X = 5685927.811; Y = 6424133.179; H = 165.038

Punkty nawiązania : P3, P5

Nr celu	Kod	D niezr.	Kier. [g]	Kąt zenit	H cel	X	Y	H	mp	mh
---------	-----	----------	-----------	-----------	-------	---	---	---	----	----

P3			0.0000			5685989.434	6424053.857	163.775		
P3		100.479	0.0000	101.5137	0.400	5685989.434	6424053.857	163.775		
207	kratka	20.465	20.2165	105.2543	0.400	5685944.727	6424121.785	164.470	0.002	0.002
P5		56.284	195.7886	100.1825	0.400	5685896.295	6424179.813	165.996		
P3		100.481	0.0012	101.5137	0.400	5685989.434	6424053.857	163.775		

Hst = 165.038, i = 1.519, fk = -0.0007

Do wyznaczenia błędów przyjęto $m_{\alpha}=0.0006g$; $md=a+b \cdot D/1000m$, $a=0.002$ $b=0.002$ m;

$m_{\beta}=0.0006g$; $m_{hi}=0.002m$; $m_{hc}=0.001m$

TACHIMETRIA - P6

Stanowisko : Nr = P6; X = 5685855.459; Y = 6424217.422; H = 167.514

Punkty nawiązania : P5, P7

Nr celu	Kod	D niezr.	Kier. [g]	Kąt zenit	H cel	X	Y	H	mp	mh
P5			10.5696			5685896.295	6424179.813	165.996		
P5		55.581	10.5696	103.0869	0.400	5685896.295	6424179.813	165.996		
P7		48.667	190.3403	99.2544	0.400	5685831.756	6424259.922	169.262		
294	asf	37.725	191.2252	99.8572	0.400	5685836.628	6424250.110	168.775	0.002	0.002
299	zas	20.422	196.6041	101.8099	0.400	5685843.813	6424234.187	168.109	0.002	0.002
P5		55.583	10.5697	103.0871	0.400	5685896.295	6424179.813	165.996		

Hst = 167.514, i = 1.576, fk = -0.0001

Do wyznaczenia błędów przyjęto $m_{\alpha}=0.0006g$; $md=a+b \cdot D/1000m$, $a=0.002$ $b=0.002$ m;

$m_{\beta}=0.0006g$; $m_{hi}=0.002m$; $m_{hc}=0.001m$

TACHIMETRIA - P8

Stanowisko : Nr = P8; X = 5685801.917; Y = 6424341.129; H = 171.704

Punkty nawiązania : P9, P7

Nr celu	Kod	D niezr.	Kier. [g]	Kąt zenit	H cel	X	Y	H	mp	mh
P7			380.3687			5685831.756	6424259.922	169.262		
P7		86.593	380.3687	102.6493	0.400	5685831.756	6424259.922	169.262		
P9		59.252	154.1333	100.3756	0.400	5685805.468	6424400.273	172.512		
371	asf	17.027	158.3613	104.8182	0.400	5685801.808	6424358.107	171.575	0.002	0.002
P7		86.592	380.3691	102.6502	0.400	5685831.756	6424259.922	169.262		

Hst = 171.704, i = 1.558, fk = -0.0006

Do wyznaczenia błędów przyjęto $m_{\alpha}=0.0006g$; $md=a+b \cdot D/1000m$, $a=0.002$ $b=0.002$ m;

$m_{\beta}=0.0006g$; $m_{hi}=0.002m$; $m_{hc}=0.001m$

05.01.2017

Raport obliczenia wysokości normalnych środków rzutów w układzie Kronsztadt-86

Zdjęcie	Szerokość geograficzna [°]	Długość geograficzna [°]	Wysokość elipsoidalna [m]	Wysokość normalna [m]
DSC02020.JPG	51,30548414	16,91530729	288,11	248,19
DSC02021.JPG	51,30544557	16,91498263	289,69	249,77
DSC02022.JPG	51,30541287	16,91471338	289,98	250,06
DSC02023.JPG	51,30537614	16,91441975	289,42	249,50
DSC02024.JPG	51,30534019	16,91413281	288,75	248,83
DSC02025.JPG	51,30530566	16,91386199	287,72	247,80
DSC02026.JPG	51,30526399	16,91354364	285,05	245,13
DSC02027.JPG	51,30522579	16,91328260	281,61	241,69
DSC02028.JPG	51,30516615	16,91290267	279,05	239,13
DSC02029.JPG	51,30511862	16,91260281	277,38	237,46
DSC02030.JPG	51,30506783	16,91227093	276,32	236,40
DSC02031.JPG	51,30501951	16,91193995	276,71	236,79
DSC02032.JPG	51,30497206	16,91161598	277,09	237,17
DSC02033.JPG	51,30492157	16,91127495	277,94	238,02
DSC02034.JPG	51,30487493	16,91095906	279,71	239,79
DSC02035.JPG	51,30482659	16,91062339	282,16	242,24
DSC02036.JPG	51,30477980	16,91029103	283,83	243,90
DSC02037.JPG	51,30473676	16,90998664	286,60	246,67
DSC02038.JPG	51,30468362	16,90960513	288,82	248,89
DSC02039.JPG	51,30464843	16,90933777	290,44	250,51
DSC02040.JPG	51,30460960	16,90901188	291,13	251,20
DSC02041.JPG	51,30439879	16,90961886	288,60	248,67
DSC02042.JPG	51,30444962	16,90991550	288,66	248,73
DSC02043.JPG	51,30450189	16,91022477	287,61	247,68
DSC02044.JPG	51,30455041	16,91056435	285,05	245,12
DSC02045.JPG	51,30459596	16,91091678	282,50	242,58
DSC02046.JPG	51,30463330	16,91119740	280,72	240,80
DSC02047.JPG	51,30468675	16,91157359	278,34	238,42
DSC02048.JPG	51,30475190	16,91197413	278,84	238,92
DSC02049.JPG	51,30480566	16,91227681	279,49	239,57
DSC02050.JPG	51,30487363	16,91264985	281,16	241,24
DSC02051.JPG	51,30493636	16,91301301	282,03	242,11
DSC02052.JPG	51,30499098	16,91334439	281,32	241,40
DSC02053.JPG	51,30505117	16,91371595	282,05	242,13
DSC02054.JPG	51,30510578	16,91406224	283,71	243,79
DSC02055.JPG	51,30515673	16,91440206	286,16	246,24
DSC02056.JPG	51,30520816	16,91476516	288,61	248,69

DSC02057.JPG	51,30524563	16,91505299	289,60	249,68
DSC02058.JPG	51,30528737	16,91540562	290,75	250,83
DSC02059.JPG	51,30533170	16,91577090	293,15	253,23
DSC02060.JPG	51,30536916	16,91605893	292,82	252,91
DSC02061.JPG	51,30499508	16,91552206	288,16	248,24
DSC02062.JPG	51,30496091	16,91527550	289,05	249,13
DSC02063.JPG	51,30490788	16,91491838	288,36	248,44
DSC02064.JPG	51,30486077	16,91461779	287,49	247,57
DSC02065.JPG	51,30481884	16,91433605	286,36	246,44
DSC02066.JPG	51,30477213	16,91402142	284,44	244,52
DSC02067.JPG	51,30473208	16,91374871	282,38	242,46
DSC02068.JPG	51,30468702	16,91343578	281,14	241,22
DSC02069.JPG	51,30463703	16,91308927	280,76	240,84
DSC02070.JPG	51,30458757	16,91274234	280,37	240,45
DSC02071.JPG	51,30454738	16,91246461	279,66	239,74
DSC02072.JPG	51,30450493	16,91217442	279,65	239,73
DSC02073.JPG	51,30444702	16,91176306	280,49	240,57
DSC02074.JPG	51,30440402	16,91145030	282,16	242,24
DSC02075.JPG	51,30435754	16,91111369	283,49	243,56
DSC02076.JPG	51,30431079	16,91078498	284,48	244,55
DSC02077.JPG	51,30426387	16,91047155	284,86	244,93
DSC02078.JPG	51,30421534	16,91015292	285,25	245,32
DSC02079.JPG	51,30416570	16,90981082	285,94	246,01
DSC02080.JPG	51,30412658	16,90952289	286,71	246,78
DSC02081.JPG	51,30408502	16,90920274	287,55	247,62
DSC02082.JPG	51,30390194	16,90978013	281,86	241,93
DSC02083.JPG	51,30394314	16,91012489	281,54	241,61
DSC02084.JPG	51,30398318	16,91045750	281,30	241,37
DSC02085.JPG	51,30402493	16,91076365	281,50	241,57
DSC02086.JPG	51,30407701	16,91110902	281,70	241,77
DSC02087.JPG	51,30412497	16,91141771	281,90	241,97
DSC02088.JPG	51,30418064	16,91176683	282,10	242,18
DSC02089.JPG	51,30423558	16,91209508	282,34	242,42
DSC02090.JPG	51,30429259	16,91242881	282,84	242,92
DSC02091.JPG	51,30435093	16,91278148	283,33	243,41
DSC02092.JPG	51,30440536	16,91312787	283,74	243,82
DSC02093.JPG	51,30444641	16,91339388	284,16	244,24
DSC02094.JPG	51,30449862	16,91375213	284,80	244,88
DSC02095.JPG	51,30453898	16,91405005	285,69	245,77
DSC02096.JPG	51,30458598	16,91440183	288,04	248,12
DSC02097.JPG	51,30462423	16,91467910	289,49	249,57
DSC02098.JPG	51,30466755	16,91500760	289,98	250,06
DSC02099.JPG	51,30470606	16,91533082	289,42	249,50

DSC02100.JPG	51,30473581	16,91564692	288,36	248,44
DSC02101.JPG	51,30476585	16,91598555	286,72	246,80
DSC02102.JPG	51,30480476	16,91631567	286,60	246,68
DSC02103.JPG	51,30450045	16,91573325	286,16	246,24
DSC02104.JPG	51,30445920	16,91542079	285,91	245,99
DSC02105.JPG	51,30442100	16,91514384	285,53	245,61
DSC02106.JPG	51,30438420	16,91490173	284,72	244,80
DSC02107.JPG	51,30432437	16,91454333	283,66	243,74
DSC02108.JPG	51,30427282	16,91423964	282,61	242,69
DSC02109.JPG	51,30422406	16,91394387	281,75	241,83
DSC02110.JPG	51,30417040	16,91360669	281,69	241,77
DSC02111.JPG	51,30413348	16,91331059	283,16	243,24
DSC02112.JPG	51,30410159	16,91297844	286,82	246,90
DSC02113.JPG	51,30406808	16,91262311	288,44	248,52
DSC02114.JPG	51,30402907	16,91228153	288,72	248,80
DSC02115.JPG	51,30399283	16,91201960	287,34	247,42
DSC02116.JPG	51,30395026	16,91175333	287,84	247,91
DSC02117.JPG	51,30388796	16,91138850	288,21	248,28
DSC02118.JPG	51,30383944	16,91111494	287,71	247,78
DSC02119.JPG	51,30378589	16,91082129	287,05	247,12
DSC02120.JPG	51,30373384	16,91052879	285,61	245,68
DSC02121.JPG	51,30368597	16,91023916	284,66	244,73
DSC02122.JPG	51,30364110	16,90993855	285,16	245,23
DSC02123.JPG	51,30359644	16,90961324	284,98	245,05
DSC02124.JPG	51,30355652	16,90934128	284,67	244,74
DSC02125.JPG	51,30339535	16,90994665	284,05	244,12
DSC02126.JPG	51,30344007	16,91031228	283,01	243,08
DSC02127.JPG	51,30348508	16,91067129	282,51	242,58
DSC02128.JPG	51,30352934	16,91101463	281,83	241,90
DSC02129.JPG	51,30357947	16,91137442	281,46	241,53
DSC02130.JPG	51,30362908	16,91171739	282,01	242,08
DSC02131.JPG	51,30368360	16,91207428	282,94	243,01
DSC02132.JPG	51,30373650	16,91240625	284,38	244,45
DSC02133.JPG	51,30378926	16,91273897	285,22	245,30
DSC02134.JPG	51,30384146	16,91307595	284,91	244,99
DSC02135.JPG	51,30389700	16,91343705	284,53	244,61
DSC02136.JPG	51,30395159	16,91379622	284,41	244,49
DSC02137.JPG	51,30398942	16,91404249	284,83	244,91
DSC02138.JPG	51,30405077	16,91443416	285,24	245,32
DSC02139.JPG	51,30409481	16,91470287	286,40	246,48
DSC02140.JPG	51,30415378	16,91508080	286,78	246,86
DSC02141.JPG	51,30420142	16,91542653	287,17	247,25
DSC02142.JPG	51,30423984	16,91575669	288,19	248,27

DSC02143.JPG	51,30427787	16,91608610	289,82	249,90
DSC02144.JPG	51,30431955	16,91642002	291,49	251,57
DSC02145.JPG	51,30396111	16,91593491	282,22	242,30
DSC02146.JPG	51,30390899	16,91560309	283,55	243,63
DSC02147.JPG	51,30386290	16,91528538	284,49	244,57
DSC02148.JPG	51,30382125	16,91495706	285,94	246,02
DSC02149.JPG	51,30379210	16,91468897	287,49	247,57
DSC02150.JPG	51,30375315	16,91433900	289,16	249,24
DSC02151.JPG	51,30371286	16,91401691	288,61	248,69
DSC02152.JPG	51,30367332	16,91374154	287,61	247,69
DSC02153.JPG	51,30362217	16,91340477	286,44	246,52
DSC02154.JPG	51,30358424	16,91313552	287,46	247,54
DSC02155.JPG	51,30353918	16,91280336	288,01	248,08
DSC02156.JPG	51,30349240	16,91246968	288,65	248,72
DSC02157.JPG	51,30344793	16,91215950	289,23	249,30
DSC02158.JPG	51,30340663	16,91187997	288,89	248,96
DSC02159.JPG	51,30337032	16,91163561	288,56	248,63
DSC02160.JPG	51,30331294	16,91128248	288,05	248,12
DSC02161.JPG	51,30326328	16,91098719	286,61	246,68
DSC02162.JPG	51,30321502	16,91070100	284,44	244,51
DSC02163.JPG	51,30315876	16,91037251	281,86	241,93
DSC02164.JPG	51,30311318	16,91008229	281,72	241,79
DSC02165.JPG	51,30306775	16,90975132	282,83	242,90
DSC02166.JPG	51,30302044	16,90938822	284,44	244,51
DSC02167.JPG	51,30288196	16,91010143	284,05	244,12
DSC02168.JPG	51,30292598	16,91046199	282,38	242,45
DSC02169.JPG	51,30296775	16,91082280	281,40	241,47
DSC02170.JPG	51,30300630	16,91114809	281,78	241,85
DSC02171.JPG	51,30305396	16,91150887	282,17	242,24
DSC02172.JPG	51,30309735	16,91180020	282,68	242,75
DSC02173.JPG	51,30315642	16,91218275	283,23	243,30
DSC02174.JPG	51,30320975	16,91253763	285,10	245,17
DSC02175.JPG	51,30325003	16,91283450	287,60	247,67
DSC02176.JPG	51,30329642	16,91317673	289,18	249,25
DSC02177.JPG	51,30333397	16,91344228	288,46	248,54
DSC02178.JPG	51,30338246	16,91378399	287,11	247,19
DSC02179.JPG	51,30342956	16,91412496	285,72	245,80
DSC02180.JPG	51,30346807	16,91439363	285,68	245,76
DSC02181.JPG	51,30351714	16,91473058	286,23	246,31
DSC02182.JPG	51,30355663	16,91498938	287,83	247,91
DSC02183.JPG	51,30361526	16,91536928	288,88	248,96
DSC02184.JPG	51,30366211	16,91569036	289,94	250,02
DSC02185.JPG	51,30370358	16,91599565	289,75	249,83

DSC02186.JPG	51,30374843	16,91633640	288,44	248,52
DSC02187.JPG	51,30378725	16,91663567	286,61	246,69
DSC02188.JPG	51,30344497	16,91609060	283,35	243,43
DSC02189.JPG	51,30340043	16,91578831	283,90	243,98
DSC02190.JPG	51,30335241	16,91546490	284,51	244,59
DSC02191.JPG	51,30330278	16,91513701	285,22	245,30
DSC02192.JPG	51,30326517	16,91488919	284,49	244,57
DSC02193.JPG	51,30322043	16,91459563	284,42	244,50
DSC02194.JPG	51,30316407	16,91422204	284,63	244,71
DSC02195.JPG	51,30312108	16,91392690	284,84	244,92
DSC02196.JPG	51,30307140	16,91357609	285,05	245,12
DSC02197.JPG	51,30302880	16,91327149	285,26	245,33
DSC02198.JPG	51,30297758	16,91292766	286,05	246,12
DSC02199.JPG	51,30292825	16,91260268	287,49	247,56
DSC02200.JPG	51,30288122	16,91227832	288,94	249,01
DSC02201.JPG	51,30283737	16,91194877	290,22	250,29
DSC02202.JPG	51,30280603	16,91170526	289,80	249,87
DSC02203.JPG	51,30276943	16,91140244	289,38	249,45
DSC02204.JPG	51,30273093	16,91107348	287,94	248,01
DSC02205.JPG	51,30269678	16,91079998	285,86	245,93
DSC02206.JPG	51,30265262	16,91045966	283,49	243,56
DSC02207.JPG	51,30261590	16,91017997	283,74	243,81
DSC02208.JPG	51,30256952	16,90984457	284,24	244,31
DSC02209.JPG	51,30252226	16,90951657	285,05	245,12
DSC02210.JPG	51,30235075	16,91039753	284,48	244,55
DSC02211.JPG	51,30238870	16,91071216	284,86	244,93
DSC02212.JPG	51,30243012	16,91102827	285,25	245,32
DSC02213.JPG	51,30248117	16,91136247	286,11	246,18
DSC02214.JPG	51,30252891	16,91164304	285,61	245,68
DSC02215.JPG	51,30258490	16,91195969	285,11	245,18
DSC02216.JPG	51,30263557	16,91226080	284,61	244,68
DSC02217.JPG	51,30269876	16,91265426	284,83	244,90
DSC02218.JPG	51,30274187	16,91293811	286,44	246,51
DSC02219.JPG	51,30279512	16,91328421	287,83	247,90
DSC02220.JPG	51,30284055	16,91357836	287,91	247,98
DSC02221.JPG	51,30289016	16,91390916	287,41	247,48
DSC02222.JPG	51,30293235	16,91422152	286,66	246,74
DSC02223.JPG	51,30296180	16,91446860	285,89	245,97
DSC02224.JPG	51,30299800	16,91485300	285,16	245,24
DSC02225.JPG	51,30302794	16,91516227	284,33	244,41
DSC02226.JPG	51,30307097	16,91551212	285,51	245,59
DSC02227.JPG	51,30312505	16,91590181	286,22	246,30
DSC02228.JPG	51,30316880	16,91618935	285,12	245,20

DSC02229.JPG	51,30322919	16,91655113	284,67	244,75
DSC02230.JPG	51,30328258	16,91684060	284,23	244,31
DSC02231.JPG	51,30294822	16,91627047	286,49	246,57
DSC02232.JPG	51,30289852	16,91597172	287,65	247,73
DSC02233.JPG	51,30284112	16,91565412	288,16	248,24
DSC02234.JPG	51,30278708	16,91534253	287,33	247,41
DSC02235.JPG	51,30274695	16,91509991	285,72	245,80
DSC02236.JPG	51,30269576	16,91477293	284,18	244,26
DSC02237.JPG	51,30264443	16,91441671	283,46	243,53
DSC02238.JPG	51,30260973	16,91414087	282,35	242,42
DSC02239.JPG	51,30256637	16,91378839	282,90	242,97
DSC02240.JPG	51,30252173	16,91344848	283,83	243,90
DSC02241.JPG	51,30248104	16,91314728	285,19	245,26
DSC02242.JPG	51,30243539	16,91281306	286,05	246,12
DSC02243.JPG	51,30239272	16,91249534	286,88	246,95
DSC02244.JPG	51,30235157	16,91217431	287,71	247,78
DSC02245.JPG	51,30230946	16,91182810	288,40	248,47
DSC02246.JPG	51,30227507	16,91155544	288,78	248,85
DSC02247.JPG	51,30223149	16,91122420	289,17	249,24
DSC02248.JPG	51,30218120	16,91087491	290,35	250,42
DSC02249.JPG	51,30213969	16,91059667	290,98	251,05
DSC02250.JPG	51,30209008	16,91026937	290,39	250,46
DSC02251.JPG	51,30204761	16,91000537	289,25	249,32
DSC02252.JPG	51,30199455	16,90968315	289,07	249,14
DSC02253.JPG	51,30182448	16,91052267	285,63	245,70
DSC02254.JPG	51,30186204	16,91088252	285,79	245,86
DSC02255.JPG	51,30189439	16,91119469	285,96	246,03
DSC02256.JPG	51,30193638	16,91154088	286,13	246,20
DSC02257.JPG	51,30198301	16,91186005	286,49	246,56
DSC02258.JPG	51,30203389	16,91217963	287,94	248,01
DSC02259.JPG	51,30208633	16,91250861	287,97	248,04
DSC02260.JPG	51,30212665	16,91275552	287,55	247,62
DSC02261.JPG	51,30217743	16,91307001	286,86	246,93
DSC02262.JPG	51,30223541	16,91343590	285,39	245,46
DSC02263.JPG	51,30227691	16,91371653	283,86	243,93
DSC02264.JPG	51,30232633	16,91407807	282,89	242,96
DSC02265.JPG	51,30236640	16,91437590	282,49	242,56
DSC02266.JPG	51,30241648	16,91473427	284,16	244,23
DSC02267.JPG	51,30246718	16,91507540	285,83	245,91
DSC02268.JPG	51,30251342	16,91537405	287,19	247,27
DSC02269.JPG	51,30256726	16,91570203	285,72	245,80
DSC02270.JPG	51,30261213	16,91597172	283,83	243,91
DSC02271.JPG	51,30267674	16,91633971	281,39	241,47

DSC02272.JPG	51,30273974	16,91670308	280,48	240,56
DSC02273.JPG	51,30278985	16,91701912	281,10	241,18
DSC02274.JPG	51,30241081	16,91653844	282,50	242,58
DSC02275.JPG	51,30235930	16,91627789	281,36	241,44
DSC02276.JPG	51,30229619	16,91597520	279,72	239,80
DSC02277.JPG	51,30223887	16,91566949	279,08	239,16
DSC02278.JPG	51,30219043	16,91534179	278,82	238,89
DSC02279.JPG	51,30214806	16,91498673	278,55	238,62
DSC02280.JPG	51,30210450	16,91463196	278,29	238,36
DSC02281.JPG	51,30206987	16,91435674	278,79	238,86
DSC02282.JPG	51,30202541	16,91398622	279,44	239,51
DSC02283.JPG	51,30198673	16,91368076	280,69	240,76
DSC02284.JPG	51,30194080	16,91332025	282,16	242,23
DSC02285.JPG	51,30190583	16,91303553	282,94	243,01
DSC02286.JPG	51,30186344	16,91269436	283,44	243,51
DSC02287.JPG	51,30181972	16,91235732	283,75	243,82
DSC02288.JPG	51,30177730	16,91203824	284,06	244,13
DSC02289.JPG	51,30173329	16,91171465	284,55	244,62
DSC02290.JPG	51,30169745	16,91145851	285,38	245,45
DSC02291.JPG	51,30165201	16,91111325	286,22	246,29
DSC02292.JPG	51,30160917	16,91079242	285,61	245,68
DSC02293.JPG	51,30156953	16,91051709	284,61	244,68
DSC02294.JPG	51,30151850	16,91018367	283,75	243,82
DSC02295.JPG	51,30132506	16,91069101	284,96	245,03
DSC02296.JPG	51,30136114	16,91102271	285,05	245,12
DSC02297.JPG	51,30139533	16,91135110	282,94	243,01
DSC02298.JPG	51,30142851	16,91167911	281,42	241,49
DSC02299.JPG	51,30146820	16,91202444	282,53	242,60
DSC02300.JPG	51,30151713	16,91239359	283,69	243,76
DSC02301.JPG	51,30157398	16,91276282	285,16	245,23
DSC02302.JPG	51,30162048	16,91302830	287,83	247,90
DSC02303.JPG	51,30167423	16,91332523	289,08	249,15
DSC02304.JPG	51,30174136	16,91370408	287,66	247,73
DSC02305.JPG	51,30178718	16,91398398	284,94	245,01
DSC02306.JPG	51,30183553	16,91433735	283,21	243,28
DSC02307.JPG	51,30187052	16,91463994	283,04	243,11
DSC02308.JPG	51,30191120	16,91497697	282,87	242,94
DSC02309.JPG	51,30195410	16,91529722	282,70	242,77
DSC02310.JPG	51,30200370	16,91562582	282,52	242,59
DSC02311.JPG	51,30206022	16,91597935	282,35	242,43
DSC02312.JPG	51,30210299	16,91625170	282,14	242,22
DSC02313.JPG	51,30215404	16,91659529	281,89	241,97
DSC02314.JPG	51,30221169	16,91698126	281,64	241,72

DSC02315.JPG	51,30225752	16,91726797	281,39	241,47
DSC02316.JPG	51,30185092	16,91665913	281,85	241,93
DSC02317.JPG	51,30180005	16,91632892	282,07	242,15
DSC02318.JPG	51,30175998	16,91606130	282,49	242,56
DSC02319.JPG	51,30170465	16,91572115	283,48	243,55
DSC02320.JPG	51,30165585	16,91544082	283,86	243,93
DSC02321.JPG	51,30160178	16,91509753	284,25	244,32
DSC02322.JPG	51,30155918	16,91476265	285,05	245,12
DSC02323.JPG	51,30152231	16,91444805	285,44	245,51
DSC02324.JPG	51,30148544	16,91412752	285,67	245,74
DSC02325.JPG	51,30145344	16,91383114	285,89	245,96
DSC02326.JPG	51,30142067	16,91351724	286,12	246,19
DSC02327.JPG	51,30138466	16,91319201	286,06	246,13
DSC02328.JPG	51,30135301	16,91291143	285,44	245,51
DSC02329.JPG	51,30131293	16,91257533	285,79	245,86
DSC02330.JPG	51,30128055	16,91231310	286,13	246,20
DSC02331.JPG	51,30123819	16,91199639	285,72	245,79
DSC02332.JPG	51,30119022	16,91167767	285,30	245,37
DSC02333.JPG	51,30113908	16,91136098	283,72	243,79
DSC02334.JPG	51,30108924	16,91105320	283,64	243,71
DSC02335.JPG	51,30105069	16,91080130	284,14	244,20
DSC02336.JPG	51,30100042	16,91042736	285,33	245,39
DSC02337.JPG	51,30095533	16,91010498	285,79	245,85
DSC02338.JPG	51,30077536	16,91093138	287,05	247,11
DSC02339.JPG	51,30080514	16,91117971	288,20	248,26
DSC02340.JPG	51,30085299	16,91151627	287,64	247,71
DSC02341.JPG	51,30090349	16,91184110	286,86	246,93
DSC02342.JPG	51,30094808	16,91212718	285,61	245,68
DSC02343.JPG	51,30100003	16,91248114	284,23	244,30
DSC02344.JPG	51,30104092	16,91276231	283,92	243,99
DSC02345.JPG	51,30109211	16,91310592	283,61	243,68
DSC02346.JPG	51,30114283	16,91345113	283,29	243,36
DSC02347.JPG	51,30119082	16,91378160	282,61	242,68
DSC02348.JPG	51,30123668	16,91408297	282,39	242,46
DSC02349.JPG	51,30127669	16,91435162	282,60	242,67
DSC02350.JPG	51,30133494	16,91474403	282,82	242,89
DSC02351.JPG	51,30138502	16,91506863	283,04	243,11
DSC02352.JPG	51,30143655	16,91537129	283,26	243,33
DSC02353.JPG	51,30149573	16,91570726	284,35	244,42
DSC02354.JPG	51,30154166	16,91599571	284,60	244,67
DSC02355.JPG	51,30158702	16,91632395	284,85	244,92
DSC02356.JPG	51,30162936	16,91668410	285,11	245,19
DSC02357.JPG	51,30166903	16,91703686	285,83	245,91

DSC02358.JPG	51,30170195	16,91730353	287,49	247,57
DSC02359.JPG	51,30135146	16,91687610	283,80	243,87
DSC02360.JPG	51,30129944	16,91655305	283,38	243,45
DSC02361.JPG	51,30125239	16,91624087	283,41	243,48
DSC02362.JPG	51,30120645	16,91591448	283,60	243,67
DSC02363.JPG	51,30116326	16,91560496	283,80	243,87
DSC02364.JPG	51,30111647	16,91527551	283,99	244,06
DSC02365.JPG	51,30107079	16,91495933	284,18	244,25
DSC02366.JPG	51,30102392	16,91463680	285,16	245,23
DSC02367.JPG	51,30097613	16,91429269	287,69	247,76
DSC02368.JPG	51,30093171	16,91394422	289,16	249,23
DSC02369.JPG	51,30089220	16,91362013	290,05	250,12
DSC02370.JPG	51,30085942	16,91335753	290,07	250,14
DSC02371.JPG	51,30081782	16,91302566	289,79	249,86
DSC02372.JPG	51,30078660	16,91276789	289,51	249,58
DSC02373.JPG	51,30073930	16,91239386	289,24	249,31
DSC02374.JPG	51,30070077	16,91210848	289,01	249,08
DSC02375.JPG	51,30065459	16,91179457	288,79	248,85
DSC02376.JPG	51,30060400	16,91150269	288,56	248,62
DSC02377.JPG	51,30054899	16,91120532	288,33	248,39
DSC02378.JPG	51,30049235	16,91088136	287,20	247,26
DSC02379.JPG	51,30045054	16,91061447	286,64	246,70
DSC02380.JPG	51,30040559	16,91030117	285,99	246,05
DSC02381.JPG	51,30024832	16,91109240	283,11	243,17
DSC02382.JPG	51,30028725	16,91144091	281,72	241,78
DSC02383.JPG	51,30032487	16,91172193	282,49	242,55
DSC02384.JPG	51,30036585	16,91200528	284,16	244,22
DSC02385.JPG	51,30042566	16,91239604	285,82	245,89
DSC02386.JPG	51,30047477	16,91268897	286,10	246,17
DSC02387.JPG	51,30053118	16,91300094	285,86	245,93
DSC02388.JPG	51,30058408	16,91330602	285,62	245,69
DSC02389.JPG	51,30062859	16,91360026	285,38	245,45
DSC02390.JPG	51,30066808	16,91390530	284,39	244,46
DSC02391.JPG	51,30070847	16,91423589	284,94	245,01
DSC02392.JPG	51,30075133	16,91457186	284,83	244,90
DSC02393.JPG	51,30078237	16,91483046	283,17	243,24
DSC02394.JPG	51,30082127	16,91514363	281,22	241,29
DSC02395.JPG	51,30087695	16,91553782	280,87	240,94
DSC02396.JPG	51,30092501	16,91584578	280,51	240,58
DSC02397.JPG	51,30098723	16,91621254	280,40	240,47
DSC02398.JPG	51,30104361	16,91652644	280,78	240,85
DSC02399.JPG	51,30110561	16,91687755	281,17	241,24
DSC02400.JPG	51,30116271	16,91720730	281,88	241,95

DSC02401.JPG	51,30121882	16,91754108	282,07	242,15
DSC02402.JPG	51,30083267	16,91708365	282,79	242,86
DSC02403.JPG	51,30078882	16,91676010	283,51	243,58
DSC02404.JPG	51,30074995	16,91645704	284,22	244,29
DSC02405.JPG	51,30071811	16,91621319	284,44	244,51
DSC02406.JPG	51,30066813	16,91585041	284,62	244,69
DSC02407.JPG	51,30062663	16,91556119	284,80	244,87
DSC02408.JPG	51,30057818	16,91523389	284,97	245,04
DSC02409.JPG	51,30052397	16,91486304	285,15	245,22
DSC02410.JPG	51,30048781	16,91458757	285,69	245,76
DSC02411.JPG	51,30044096	16,91424319	286,38	246,45
DSC02412.JPG	51,30039238	16,91391540	286,58	246,65
DSC02413.JPG	51,30035088	16,91364846	286,78	246,85
DSC02414.JPG	51,30029933	16,91331048	286,98	247,05
DSC02415.JPG	51,30025126	16,91297467	287,18	247,25
DSC02416.JPG	51,30021055	16,91266010	289,04	249,10
DSC02417.JPG	51,30017544	16,91234928	290,83	250,89
DSC02418.JPG	51,30014411	16,91206804	292,18	252,24
DSC02419.JPG	51,30010912	16,91178142	291,46	251,52
DSC02420.JPG	51,30007137	16,91151147	290,05	250,11
DSC02421.JPG	51,30003076	16,91123527	288,38	248,44
DSC02422.JPG	51,29998578	16,91094524	285,72	245,78
DSC02423.JPG	51,29992989	16,91061867	283,30	243,36

5.01.2017

Raport Agisoft

Numeryczny Model Pokrycia Terenu



Survey Data

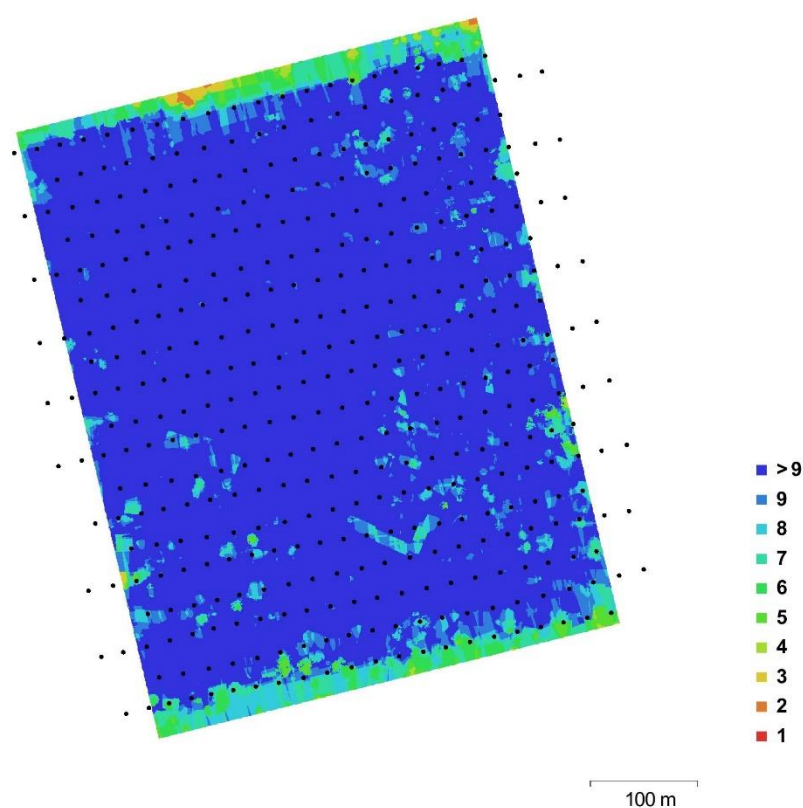


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	404	Camera stations:	404
Flying altitude:	86.5 m	Tie points:	683,175
Ground resolution:	2.38 cm/pix	Projections:	2,323,738
Coverage area:	2.57e+05 sq m	Reprojection error:	1.1 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
NEX-5T	4912 x 3264	unknown	unknown	Yes

Table 1. Cameras.

Camera Calibration

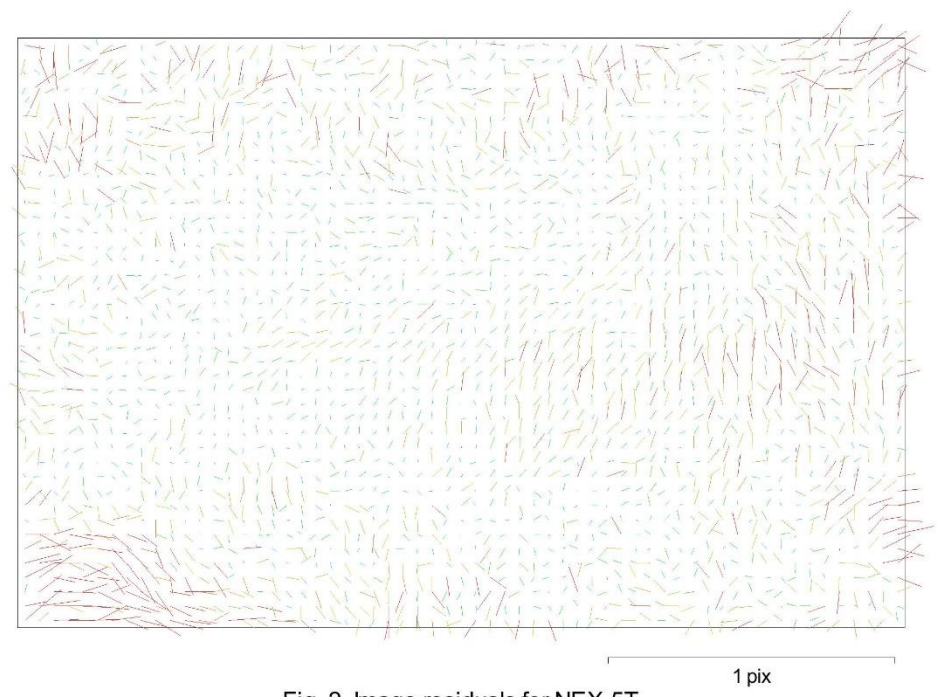


Fig. 2. Image residuals for NEX-5T.

NEX-5T

404 images

Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
4912 x 3264	unknown	unknown	Yes
Type:	Frame	F:	3243.04
Cx:	27.4138	B1:	0.0908564
Cy:	-14.9855	B2:	0.685576
K1:	-0.047624	P1:	-0.000187637
K2:	0.0356182	P2:	6.3709e-05
K3:	-0.009635	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Ground Control Points



Fig. 3. GCP locations.

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
P1	0.0324079	0.00170568	0.0324527	15	0.511
P10	0.00700168	0.00530311	0.00878331	12	0.367
P11	0.039113	0.0255025	0.0466927	13	0.347
P12	0.0591486	0.00469363	0.0593345	12	0.278
P13	0.0555301	0.000365947	0.0555313	13	0.644
P2	0.0427138	-0.00122195	0.0427313	16	0.436
P3	0.0393393	-0.00206965	0.0393937	5	0.605
P4	0.0194323	0.000393337	0.0194363	18	0.422
P5	0.0516265	-0.0159153	0.054024	15	0.586

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
P6	0.0287749	0.00234873	0.0288706	13	0.239
P7	0.0323961	0.00540936	0.0328446	13	0.385
P8	0.00905443	0.00023536	0.00905749	8	0.317
P9	0.0516526	-0.00736862	0.0521755	11	0.275
Total	0.0394712	0.00899544	0.0404833		0.434

Table 2. Control points.

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
102	0.0308815	0.019058	0.0362888	15	0.393
127	0.00929023	0.0492488	0.0501174	7	0.204
161	0.0446452	0.00185809	0.0446839	15	0.547
207	0.0321734	-0.00655857	0.032835	11	0.544
27	0.0739046	0.0154433	0.0755009	15	0.534
294	0.0209962	0.0205401	0.0293724	13	0.383
299	0.0198947	0.00347856	0.0201965	14	0.584
371	0.0206895	0.0227658	0.0307626	9	0.591
402	0.0895375	0.0236206	0.0926007	16	0.495
75	0.0590922	0.0141249	0.0607569	13	0.575
Total	0.0472268	0.0218708	0.0520452		0.505

Table 3. Check points.

Digital Elevation Model

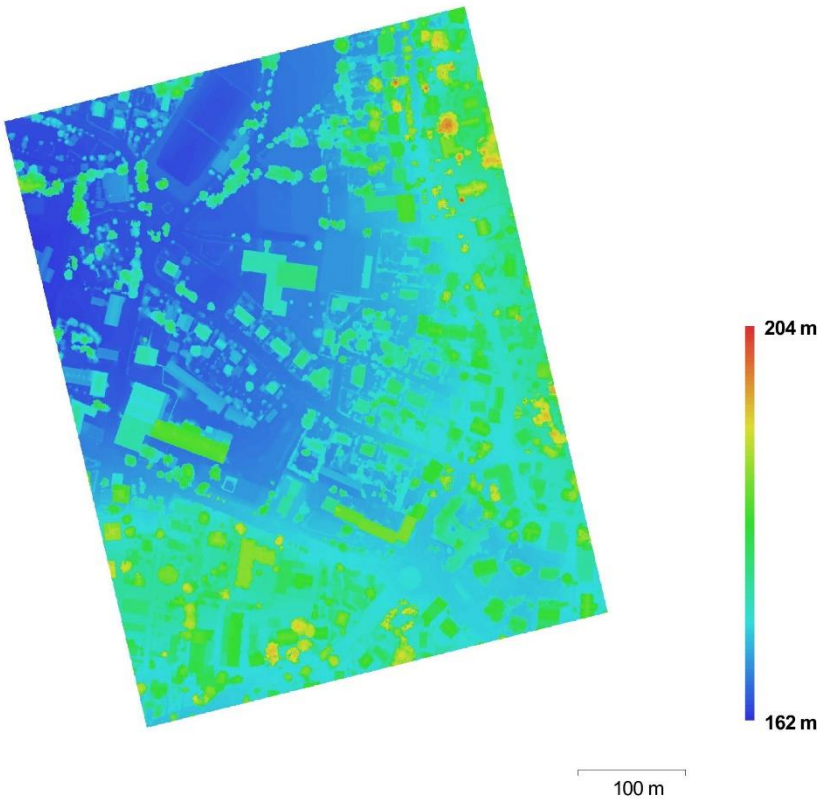


Fig. 4. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 9.54 cm/pix
Point density: 109.963 points per sq m

Processing Parameters

General	
Cameras	404
Aligned cameras	404
Markers	23
Coordinate system	ETRS89 / Poland CS2000 zone 6 (EPSG::2177)
Point Cloud	
Points	683,175 of 755,469
RMS reprojection error	0.202706 (1.09627 pix)
Max reprojection error	0.928909 (54.7195 pix)
Mean key point size	4.75351 pix
Effective overlap	3.59178
Alignment parameters	
Accuracy	High
Pair preselection	Reference
Key point limit	40,000
Tie point limit	10,000
Constrain features by mask	No
Matching time	27 minutes 43 seconds
Alignment time	3 minutes 11 seconds
Optimization parameters	
Parameters	f, b1, b2, cx, cy, k1-k3, p1, p2
Optimization time	7 seconds
Depth Maps	
Count	404
Reconstruction parameters	
Quality	Medium
Filtering mode	Moderate
Processing time	1 hours 11 minutes
Dense Point Cloud	
Points	55,457,469
Reconstruction parameters	
Quality	Medium
Depth filtering	Moderate
Processing time	14 minutes 22 seconds
Model	
Faces	11,003,402
Vertices	5,506,965
Reconstruction parameters	
Surface type	Height field
Source data	Dense
Interpolation	Enabled
Quality	Medium
Depth filtering	Moderate
Face count	11,091,493
Processing time	2 minutes 58 seconds
DEM	
Size	5,926 x 6,912
Coordinate system	ETRS89 / Poland CS2000 zone 6 (EPSG::2177)
Reconstruction parameters	
Source data	Mesh
Interpolation	Enabled