



POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ GEODEZJI I KARTOGRAFII



Plac Politechniki 1, p. 301, 00-661 Warszawa,
www.gik.pw.edu.pl
tel. (22) 234 72 23, e-mail: dziekan@gik.pw.edu.pl

**Geodezyjne prace pomiarowo-badawcze wykonane
przez Wydział Geodezji i Kartografii Politechniki
Warszawskiej w ramach XXXIX Polskiej Wyprawy
Antarktycznej na Wyspie Króla Jerzego**

Kierownik pracy: dr inż. Marcin Rajner
Wykonawcy: dr inż. Krzysztof Bakula
dr inż. Marcin Rajner
mgr inż. Sławomir Łapiński
mgr inż. Maria Kowalska
mgr inż. Mariusz Pasik

luty 2016 r.

Opracowanie zawiera następujące prace:

1. Założenie, pomiar i opracowanie dwufunkcyjnej osnowy geodezyjnej
w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego str. 3
2. Pomiar sytuacyjno-wysokościowy i wykonanie mapy zasadniczej
w skali 1:500 w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego str. 19
3. Naziemny skaning laserowy w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej
im. Henryka Arctowskiego str. 25
4. Opracowanie numerycznych modeli wysokościowych okolic Polskiej
Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego str. 47
5. Pomiar fotopunktów w okolicy Polskiej Stacji Antarktycznej
im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego str. 54

Niniejsze opracowanie jest raportem z pracy statutowej zrealizowanej w Katedrze Geodezji i Astronomii Geodezyjnej oraz Katedrze Geodezji Inżynierskiej i Systemów Pomiarowo-Kontrolnych pt. „Wykonanie pomiarów geodezyjnych w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego i przygotowanie koncepcji badań na Wyspie Króla Jerzego”.



POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ GEODEZJI I KARTOGRAFII



Plac Politechniki 1, p. 301, 00-661 Warszawa,
www.gik.pw.edu.pl
tel. (22) 234 72 23, e-mail: dziekan@gik.pw.edu.pl

Temat pracy:

**Założenie, pomiar i opracowanie dwufunkcyjnej osnowy
geodezyjnej w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej
im. Henryka Arctowskiego**

Kierownik pracy: dr inż. Marcin Rajner
Wykonawcy: dr inż. Marcin Rajner
mgr inż. Sławomir Łapiński
mgr inż. Maria Kowalska
mgr inż. Mariusz Pasik

marzec 2015 r.

1. Przedmiot i cel pracy

Geodezyjną osnowę dwufunkcyjną w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego założono w celu wykonania w nawiązaniu do niej pomiaru sytuacyjno-wysokościowego dla opracowania mapy zasadniczej w skali 1:500 oraz inwentaryzacji 3D metodą naziemnego skaningu laserowego.

2. Rodzaj stabilizacji i rozmieszczenie punktów

Zastosowano dwa rodzaje stabilizacji punktów: punkt ziemny w postaci stalowego gwoźdźca o średnicy 1 cm zakończonego główką o średnicy 2 cm (Rys. 1) oraz punkt ścienny w postaci stalowych okrągłych tarcz celowniczych z folią dalmierczą o średnicy 4 cm połączonych z bolcem o wymiarach $\varnothing 8$ mm x 80 mm (Rys. 2). Ponadto wykorzystano istniejącą już stabilizację jednego z punktów w postaci punktu wymuszonego centrowania w formie stalowej tulei zamocowanej na betonowym słupie.

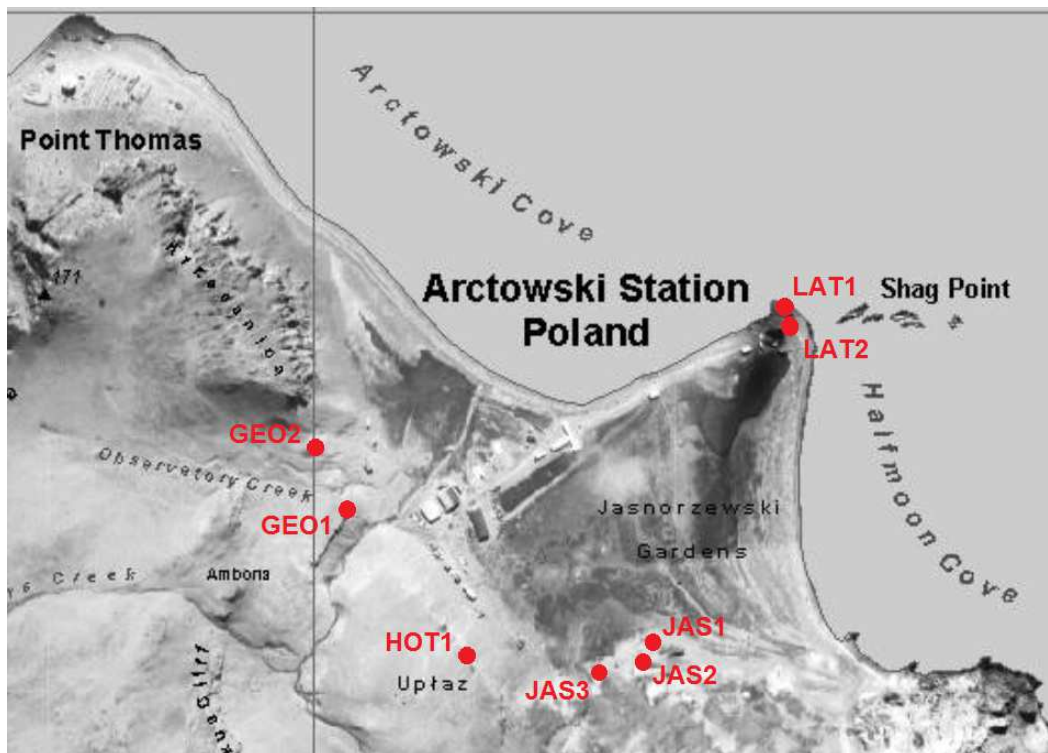


Rys. 1. Przykład stabilizacji ziemnej



Rys. 2. Przykład stabilizacji ściennej

Orientacyjne rozmieszczenie punktów osnowy i zastosowany rodzaj stabilizacji przedstawiają Rys. 3 oraz Tab. 1.



Rys. 3. Orientacyjna lokalizacja punktów.

Źródło podkładu graficznego: PUDEŁKO R. 2007. Western shore of Admiralty Bay, King George Island, South Shetlands, orthophoto 1:10 000 scale. Zakład Biologii Antarktyki PAN, Warszawa.

Tab. 1. Sposób stabilizacji i opis lokalizacji punktów

Numer punktu	Rodzaj stabilizacji (Z-ziemna, Ś-ścienna, S-słup)	Opis lokalizacji punktów
JAS1	S	Punkt zlokalizowany na betonowym słupie w południowej części mszarnika zwanego Ogrodami Jasnorzewskiego
JAS2	Ś	Punkt znajduje się na skale na południowym krańcu mszarnika zwanego Ogrodami Jasnorzewskiego
JAS3	Z	Punkt zastabilizowano na skale obok strumienia spływającego ze wzniesienia z mogiłą Włodzimierz Puchalskiego
LAT1	Ś	Punkt umieszczony na skale z latarnią morską od strony zachodniej
LAT2	Z	Punkt założono na skale po stronie południowej budynku znajdującego się obok latarni
HOT1	Ś	Punkt zamocowano na skale na wzniesieniu Uptaz
GEO1	Ś	Punkt znajduje się na skale powyżej Budynku Geologów w kierunku zachodnim
GEO2	Z	Punkt zlokalizowany na skale powyżej Budynku Geologów w kierunku wzgórza Point Thomas

3. Metodyka pomiaru i opracowania osnowy dwufunkcyjnej

Jako punkt nawiązania osnowy do globalnego układu odniesień wybrano zastabilizowany na betonowym słupie Punkt Jasnorzewskiego (JAS1), na którym w przeszłości prowadzono obserwacje astronomiczne (Rys. 4). Jego pozycję określono w oparciu o dwufazowe statyczne obserwacje GNSS zarejestrowane odbiornikiem Topcon HiPer Pro w interwale 30-sekundowym w dniu 14.03.2015 r. w trakcie 12-godzinnej sesji pomiarowej. Zgodnie z rekomendacjami Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) opracowanie sieci wykonano w układzie ITRF (International Terrestrial Reference Frame), przyjmując elipsoidę GRS80 (Geodetic Reference System), jako elipsoidę odniesienia. Ze względu na dużą czasową odległość rekomendowanej realizacji układu ITRF2000 (epoka 2000.0), zastosowano nowszy układ ITRF2008 i pozycje stacji odniesienia wyznaczone na epokę średniego czasu obserwacji (2015.2). Opracowanie obserwacji wykonano w AUSPOS Online GPS Processing Service w nawiązaniu do 14 punktów sieci International GNSS Service (IGS) zlokalizowanych na Antarktydzie, w Ameryce Południowej oraz w Australii. Wykorzystano oprogramowanie Bernese GPS Software Version 5.0 oraz efemerydy satelitów IGS Rapid Orbit, a także zastosowano 10-stopniową maskę powyżej horyzontu miejsca obserwacji. Uzyskano współrzędne geodezyjne prezentowane w Tab. 2 z błędami 6 mm w kierunku południkowym i równoleżnikowym oraz 14 mm dla wysokości elipsoidalnej.



Rys. 4. Punkt Jasnorzewskiego (JAS1) z odbiornikiem GNSS

Na trzech innych punktach (GEO2, JAS3, LAT2) ze stabilizacją ziemną, wykonano tym samym sprzętem dwufazowe statyczne obserwacje GNSS w 6-godzinnych sesjach pomiarowych. Opracowanie wykonano w programie Topcon Tools v. 8.2 w nawiązaniu do punktu JAS1. Uzyskano współrzędne prezentowane w Tab. 2 z błędami 1 mm w kierunku południkowym i równoleżnikowym oraz 2 mm dla wysokości elipsoidalnej.

Tab. 2. Wykaz współrzędnych BLH punktów osnowy

Oznaczenie	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
JAS1	62 09 41.36305 S	58 28 09.30243 W	25.256
GEO2	62 09 33.18427 S	58 28 38.73956 W	57.957
JAS3	62 09 42.75459 S	58 28 14.07535 W	27.803
LAT2	62 09 29.20219 S	58 27 57.60892 W	25.701

Dla uniknięcia w trakcie późniejszych pomiarów konieczności stałej sygnalizacji powyższych punktów osnowy w postaci scentrowanych pryzmatów lub tarcz celowniczych, osnowę rozbudowano o kolejne cztery punkty ze stabilizacją ścienną. Pozycje tych punktów wyznaczono w oparciu o precyzyjne obserwacje kątowo-liniowe wykonane tachimetrem skanującym Leica Nova MS50. Obserwacje wykonano z 4 stanowisk swobodnych, wiążących wszystkie obserwowane punkty sieci w powierzchniową sieć kątowo-liniową. Wyrównanie swobodne obserwacji na płaszczyźnie XY wykonano w programie Pxy autorstwa Waldemara Odziemczyka w nawiązaniu do 4 punktów wyznaczonych uprzednio z obserwacji GNSS w płaskim odwzorowaniu kartograficznym. Zastosowano odwzorowanie Gaussa-Krügera z południkiem osiowym $L_0 = 58^{\circ}30' W$ i skalą długości w południku osiowym $m_0 = 1$. Dla uniknięcia ujemnych wartości do współrzędnej Y dodano 500 km, natomiast do współrzędnej X dodano 10000 km. Tak zdefiniowane odwzorowanie nazwano układem współrzędnych płaskich ARC2015. Uzyskano błędy średnie współrzędnych X,Y nie większe niż 2 mm. Zestawienie współrzędnych w tym układzie prezentuje Tab. 3.

Tab. 3. Wykaz współrzędnych płaskich X,Y punktów osnowy w układzie ARC2015

Oznaczenie	ARC2015	
	X [m]	Y [m]
GEO1	3105244.271	501226.290
GEO2	3105324.544	501176.575
HOT1	3105057.889	501370.719
JAS1	3105071.171	501602.676
JAS2	3105041.876	501594.548
JAS3	3105028.124	501533.554
LAT1	3105458.484	501772.400
LAT2	3105447.560	501772.172

Dowiązanie wysokościowe osnowy wykonano w oparciu o wieloletnie obserwacje poziomu morza prowadzone w pobliżu Stacji Arctowskiego od 1978 r. Za punkt odniesienia przyjęto reper zastabilizowany na skale w sąsiedztwie latarni, o wysokości ortometrycznej $H = 3,025$ m wyznaczonej względem średniego poziomu morza w Zatoce Admiralicji. Poziom ten określono na podstawie dobowych zapisów minimalnych i maksymalnych poziomów morza zarejestrowanych w latach 1998-1999 przez Zbigniewa Battke. Do wyznaczenia wysokości punktów osnowy

użyto metody niwelacji trygonometrycznej. Opracowanie wykonano w programie *Pwm* autorstwa Waldemara Odziemczyka, uzyskując maksymalny błąd wysokości na poziomie 2 mm. Wykaz wysokości ortometrycznych punktów osnowy zawarto w Tab. 4.

Tab. 4. Wykaz wysokości ortometrycznych punktów osnowy

Oznaczenie	H _{ort} [m]
GEO1	26.439
GEO2	37.125
HOT1	34.475
JAS1	4.422
JAS2	10.043
JAS3	6.970
LAT1	12.817
LAT2	4.876

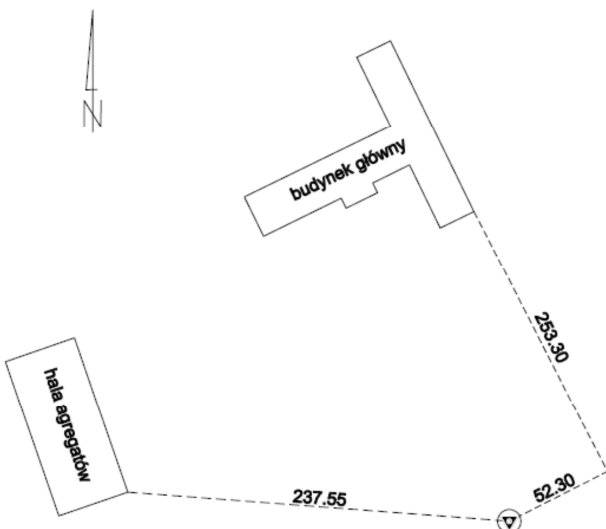
4. Lokalizacja punktów osnowy

Szczegółową lokalizację punktów przedstawiają opisy topograficzne oraz fotografie, stanowiące załączniki do niniejszego opracowania.

Główny autor opracowania: Mariusz Pasik – m.pasik@gik.pw.edu.pl

Załącznik nr 1

OPIS TOPOGRAFICZNY PUNKTU GEODEZYJNEGO

Oznaczenie sekcji	JAS1	Nr katalogowy
ARKUSZ 1	Nazwa punktu	
Polska Stacja Antarktyczna im. Henryka Arctowskiego, Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe		
Miejsce stabilizacji		
X= 3105071.171 m Y=501602.676 m H _{ort} =6.970 m B=62° 09' 41.36305''S L=58° 28' 09.30243''W H _{el} =25.256 m		
		stalowa tuleja w słupie betonowym
		WYKONAWCA: Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska Instytucja Mariusz Pasik 24.05.2015 Sporządził Data



Załącznik nr 2

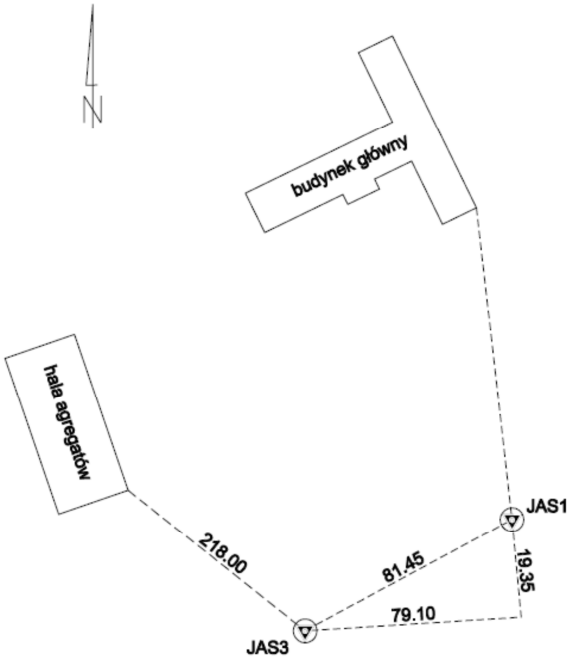
OPIS TOPOGRAFICZNY PUNKTU GEODEZYJNEGO

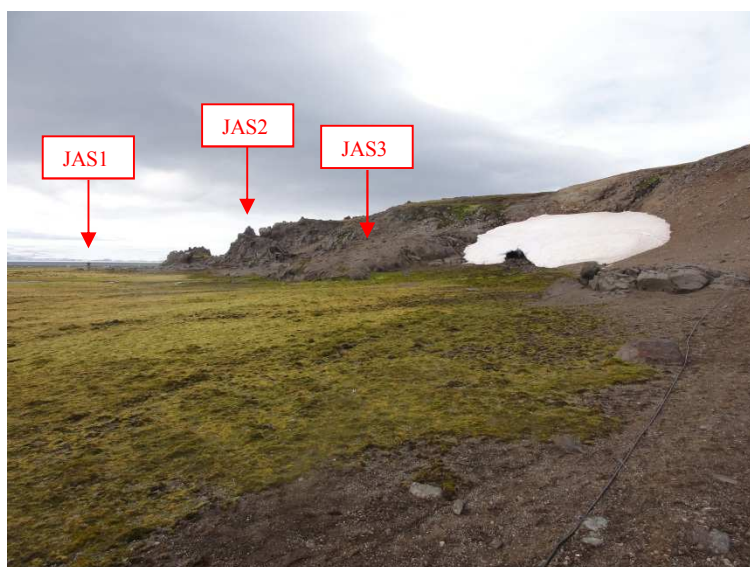
Oznaczenie sekcji ARKUSZ 1	JAS2	Nr katalogowy
Nazwa punktu		
Polska Stacja Antarktyczna im. Henryka Arctowskiego, Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe		
Miejsce stabilizacji		
X= 3105041.876 m Y=501594.548 m H _{ort} =10.043 m	B=	L=
		H _{el} =
		stalowa tarcza celownicza
		WYKONAWCA: Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska Instytucja Mariusz Pasik 24.05.2015 Sporządził Data



Załącznik nr 3

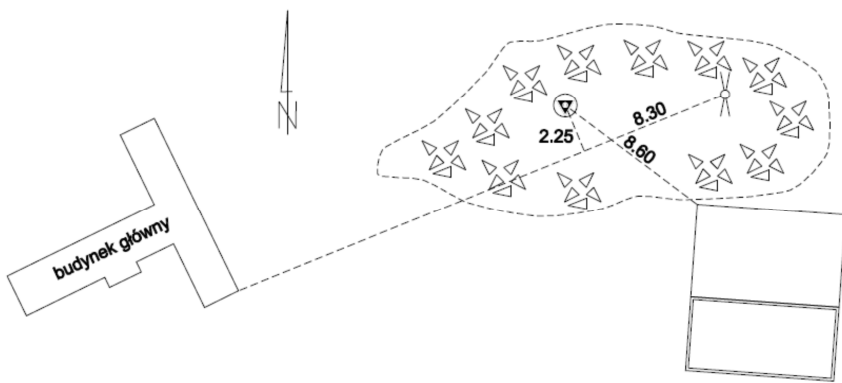
OPIS TOPOGRAFICZNY PUNKTU GEODEZYJNEGO

Oznaczenie sekcji	JAS3	Nr katalogowy
ARKUSZ 1	Nazwa punktu	
Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe		
Miejsce stabilizacji		
X= 3105028.124 m Y=501533.554 m H _{ort} =4.422 m B=62° 09' 42.75459"S L=58° 28' 14.07535"W H _{el} =27.803 m		
		stalowy gwóźdź
		
		WYKONAWCA:
		Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska
		Instytucja
Mariusz Pasik		24.05.2015
Sporządził		Data



Załącznik nr 4

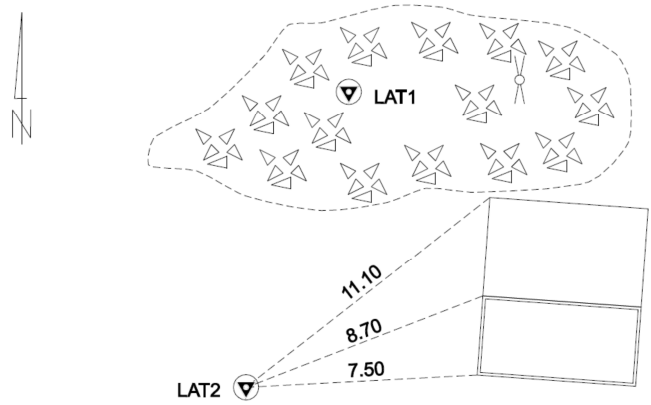
OPIS TOPOGRAFICZNY PUNKTU GEODEZYJNEGO

Oznaczenie sekcji ARKUSZ 1	LAT1	Nr katalogowy
Nazwa punktu		
Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe		
Miejsce stabilizacji		
X= 3105458.484 m Y=501772.400 m H _{ort} =12.817 m B= L= H _{el} =		
		stalowa tarcza celownicza 
WYKONAWCA: Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska		
Instytucja		
Mariusz Pasik		24.05.2015
Sporządził		Data



Załącznik nr 5

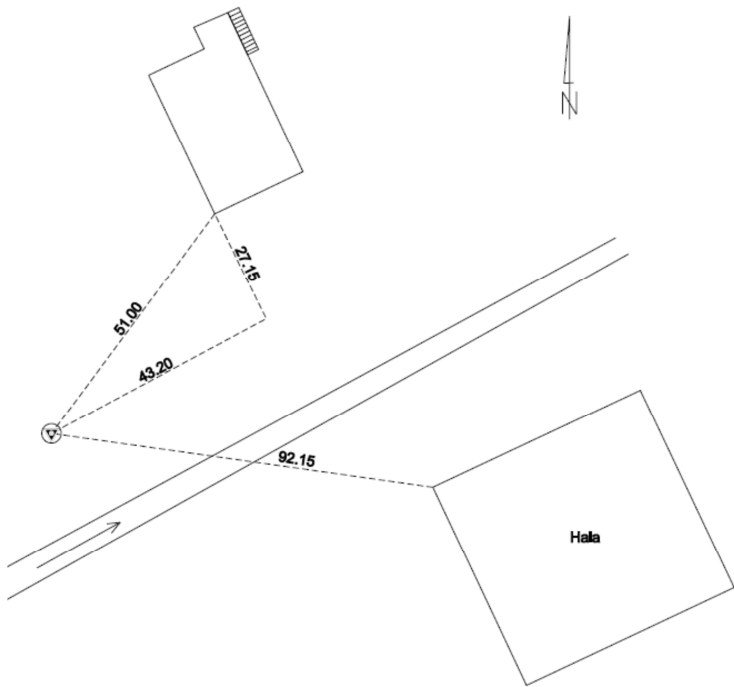
OPIS TOPOGRAFICZNY PUNKTU GEODEZYJNEGO

Oznaczenie sekcji ARKUSZ 1	LAT2	Nr katalogowy
Nazwa punktu		
Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe		
Miejsce stabilizacji		
X= 3105447.560 m Y=501772.172 m H _{ort} =4.876 m B=62° 09' 29.20219"S L=58° 27' 57.60892"W H _{el} =25.701 m		
		stalowy gwóźdź 
		WYKONAWCA: Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska Instytucja Mariusz Pasik 24.05.2015 Sporządził Data



Załącznik nr 6

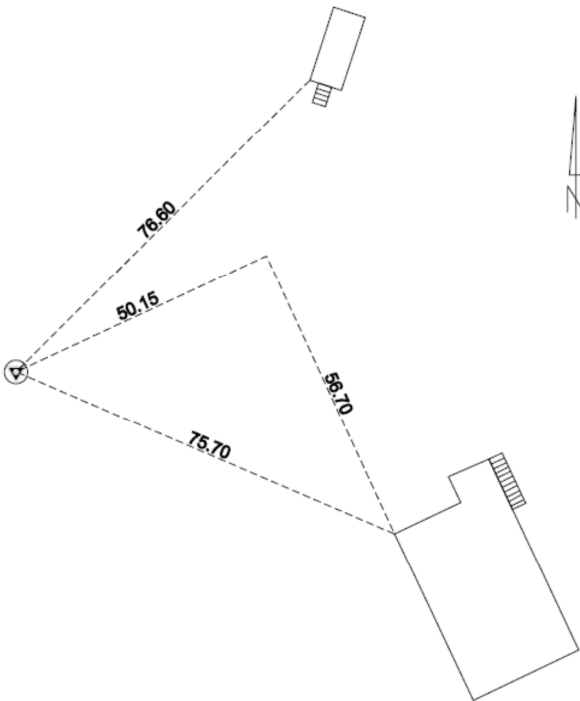
OPIS TOPOGRAFICZNY PUNKTU GEODEZYJNEGO

Oznaczenie sekcji ARKUSZ 1	GEO1	Nr katalogowy
Nazwa punktu		
Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe		
Miejsce stabilizacji		
X= 3105244.271 m Y=501226.290 m H _{ort} =26.439 m	B=	L=
		H _{el} =
		stalowa tarcza celownicza 
		WYKONAWCA: Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska
		Instytucja
		Mariusz Pasik 24.05.2015
		Sporządził Data



Załącznik nr 7

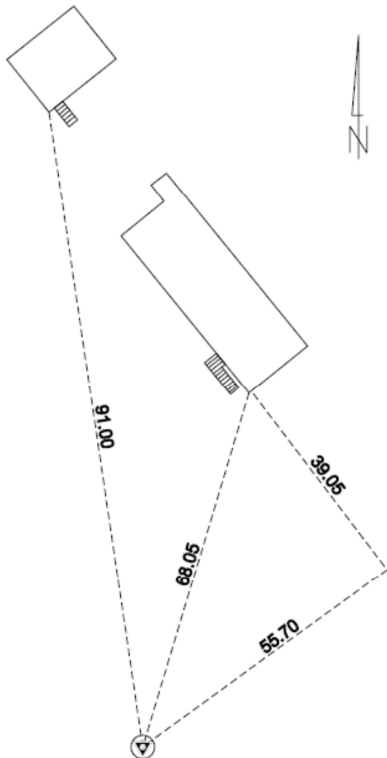
OPIS TOPOGRAFICZNY PUNKTU GEODEZYJNEGO

Oznaczenie sekcji ARKUSZ 1	GEO2	Nr katalogowy
Nazwa punktu		
Wyspa Króla Jerzego, Sztetlandy Południowe		
Miejsce stabilizacji		
X= 3105324.544 m Y=501176.575 m H _{ort} =37.125 m B=62° 09' 33.18427"S L=58° 28' 38.73956"W H _{el} =57.957 m		
		stalowy gwóźdź  WYKONAWCA: Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska Instytucja Mariusz Pasik 24.05.2015 Sporządził Data



Załącznik nr 8

OPIS TOPOGRAFICZNY PUNKTU GEODEZYJNEGO

Oznaczenie sekcji ARKUSZ 1	HOT1		Nr katalogowy
Nazwa punktu			
Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe			
Miejsce stabilizacji			
X= 3105057.889 m Y=501370.719 m H _{ort} =34.475 m		B=	L=
		H _{el} =	
		stalowa tarcza celownicza 	
		WYKONAWCA: Wydział Geodezji i Kartografii Politechnika Warszawska Instytucja Mariusz Pasik 24.05.2015 Sporządził Data	







POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ GEODEZJI I KARTOGRAFII

Plac Politechniki 1, p. 301, 00-661 Warszawa, www.gik.pw.edu.pl
tel. (22) 234 72 23, e-mail: dziekan@gik.pw.edu.pl



Temat pracy:

**Pomiar sytuacyjno-wysokościowy i wykonanie mapy
zasadniczej w skali 1:500 w rejonie Polskiej Stacji
Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego**

Kierownik pracy: dr inż. Marcin Rajner
Wykonawcy: dr inż. Marcin Rajner
mgr inż. Sławomir Łapiński
mgr inż. Maria Kowalska
mgr inż. Mariusz Pasik

marzec 2015 r.

1. Przedmiot i cel pomiaru

Pomiarem sytuacyjno-wysokościowym objęto obiekty Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego i teren sąsiadujący z nią o łącznej powierzchni ok. 24 ha. Prace wykonano w okresie 13.03-31.03.2015 r. Orientacyjny zakres pomiaru przedstawia Rys. 1. Pomiar wykonano w celu opracowania mapy zasadniczej w skali 1:500.



Rys. 1. Orientacyjny zakres pomiaru sytuacyjno-wysokościowego.

Źródło podkładu graficznego: PUDEŁKO R. 2007. Western shore of Admiralty Bay, King George Island, South Shetlands, orthophoto 1:10 000 scale. Zakład Biologii Antarktyki PAN, Warszawa.

2. Metodyka pomiaru

Pomiar szczegółów wykonano z wykorzystaniem techniki GNSS RTK oraz tachimetrii elektronicznej. Wykorzystano w tym celu zestaw RTK Topcon HiPer Pro i tachimetr elektroniczny Leica Nova TS09 3". Do transmisji poprawek różnicowych wykorzystano łączność radiową. W rezultacie prac pomiarowych zarejestrowano ponad 9 tys. punktów. Pomiary wykonano w nawiązaniu do dwufunkcyjnej osnowy geodezyjnej założonej dla tego celu i opisanej w niezależnym opracowaniu „Założenie, pomiar i opracowanie dwufunkcyjnej osnowy geodezyjnej w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego”.

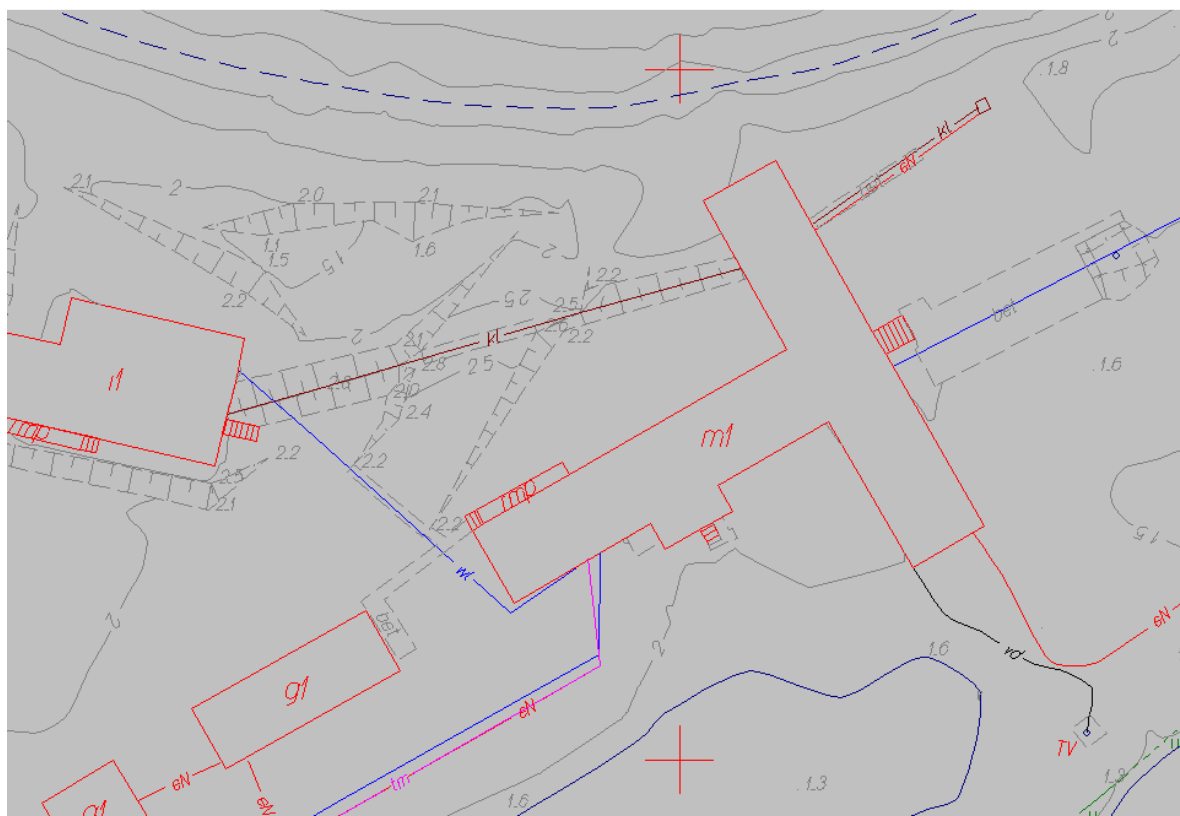
Pomiary wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz.U. 2011 nr 263 poz. 1572).

3. Opracowanie danych pomiarowych i mapy zasadniczej

Do opracowania danych z pomiaru RTK wykorzystano firmowe oprogramowania Topcon TopSurv oraz Topcon Tools, natomiast opracowanie danych z pomiarów tachymetrycznych wykonano w programie Winkalk firmy CODER.

Współrzędne x,y pikiet wyznaczono w układzie współrzędnych płaskich ARC2015, którego realizacją są współrzędne założonej osnowy geodezyjnej. Jest to układ stworzony z wykorzystaniem odwzorowania Gaussa-Krügera o południku osiowym $Lo = 58^{\circ}30'$ i skali długości $mo = 1$. Dla opracowania wysokościowego przyjęto poziom odniesienia, określony jako średni poziom morza w latach 1998-1999. Szczegółowy opis definicji układów odniesienia zawiera wymienione już opracowanie „Założenie, pomiar i opracowanie dwufunkcyjnej osnowy geodezyjnej w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego”.

Wobec uchylecia w dniu 13.01.2015 r. Rozporządzenia Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 12 lutego 2013 r. w sprawie bazy danych geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu, bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej (Dz.U. 2013 poz. 383) mapę zasadniczą wykonano w oparciu o wcześniejszą regulację, którą jest Instrukcja Techniczna K-1 z 1998r. wprowadzona Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 marca 1999 r. w sprawie standardów technicznych dotyczących geodezji, kartografii oraz krajowego systemu informacji o terenie.





Rys. 3. Wizualizacja 3D treści mapy zasadniczej w systemie GEO-MAP.

Mapę w wersji numerycznej wykonano w systemie informacji o terenie GEO-MAP firmy GEO-SYSTEM Sp. z o.o. z symboliką znaków graficznych opartych na instrukcji K-1. Fragment opracowania oraz wizualizacji 3D w tym systemie prezentują Rys. 2 i Rys. 3. W opracowaniu treści wysokościowej zastosowano cięcie warstwicowe 0,5m. Ze względu na duże zagęszczenie warstwic powyżej wysokości 5m n.p.m. zwiększono cięcie warstwicowe do 1m. Finalne opracowanie w wersji numerycznej przygotowano dodatkowo w formatach DXF i DWG. Mapę w wersji analogowej przygotowano na dwóch arkuszach w niestandardowym podziale sekcijnym 1000x1400mm, co w skali 1:500 odpowiada obszarowi o wymiarach 500x700m.

Na mapie przedstawiono zarys linii brzegowej zarejestrowanej przy najniższym i najwyższym poziomie morza w okresie pomiaru (woda niska - 26.03.2015 godz. 9.00 UTC i woda wysoka - 22.03.2015 godz. 12.00 UTC). Ze względów bezpieczeństwa zasięg morza został pomierzony dla ekstremalnych stanów wody dostępnych do pomiaru przy świetle dziennym, ustalonych na podstawie prognoz pływów morskich.

4. Dokumentacja techniczna

Dokumentacja techniczna składa się z części analogowej i numerycznej.

Część analogową stanowią wydruki mapy zasadniczej na dwóch arkuszach w dwóch wersjach (czarno-białej i kolorowej) po 1 egzemplarzu.

Część numeryczną, zapisaną w folderze *Mapa zasadnicza* na dysku stanowiącym załącznik do niniejszego opracowania, stanowią następujące pliki:

- *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej.MAP*
Plik zawiera mapę zasadniczą opracowaną w systemie GEO-MAP.
- *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej AutoCAD_2004.DWG*
Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej AutoCAD_2013.DWG

- Pliki zawierają mapę zasadniczą opracowaną w formacie AutoCAD DWG.
- *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej AutoCAD_2004.DXF*
Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej AutoCAD_2013.DXF
Pliki zawierają mapę zasadniczą opracowaną w formacie AutoCAD DXF.
 - *Ramka sekcyjna z metryką mapy.MAP*
Plik zawiera ramkę sekcijną arkusza mapy z metryką zawierającą tytuł, skalę, numer arkusza oraz informacje dotyczące przedmiotu zobrazowania oraz metodyki pomiaru i opracowania mapy. Ramkę opracowano w systemie GEO-MAP.
 - *Ramka sekcyjna z metryką mapy AutoCAD_2004.DWG*
Ramka sekcyjna z metryką mapy AutoCAD_2013.DWG
Pliki zawierają ramkę sekcijną arkusza mapy z metryką zawierającą tytuł, skalę, numer arkusza oraz informacje dotyczące przedmiotu zobrazowania oraz metodyki pomiaru i opracowania mapy. Ramkę opracowano w formacie AutoCAD DWG.
 - *Ramka sekcyjna z metryką mapy AutoCAD_2004.DXF*
Ramka sekcyjna z metryką mapy AutoCAD_2013.DXF
Pliki zawierają ramkę sekcijną arkusza mapy z metryką zawierającą tytuł, skalę, numer arkusza oraz informacje dotyczące przedmiotu zobrazowania oraz metodyki pomiaru i opracowania mapy. Ramkę opracowano w formacie AutoCAD DXF.
 - *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej z podziałem na arkusze.MAP*
Plik zawiera mapę zasadniczą opracowaną w systemie GEO-MAP z zasięgiem arkuszy.
 - *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej - Arkusz 1.MAP*
Plik zawiera Arkusz 1 mapy zasadniczej opracowanej w systemie GEO-MAP obejmujący centralny obszar Stacji.
 - *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej - Arkusz 2.MAP*
Plik zawiera Arkusz 2 mapy zasadniczej opracowanej w systemie GEO-MAP obejmujący obszar na północ od Stacji wokół stacji paliw.
 - *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej (wersja czarno-biała) - Arkusz 1.PDF*
Plik zawiera Arkusz 1 mapy zasadniczej do wydruku w wersji czarno-białej, obejmujący centralny obszar Stacji.
 - *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej (wersja kolorowa) - Arkusz 1.PDF*
Plik zawiera Arkusz 1 mapy zasadniczej do wydruku w wersji kolorowej, obejmujący centralny obszar Stacji.
 - *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej (wersja czarno-biała) - Arkusz 2.PDF*
Plik zawiera Arkusz 2 mapy zasadniczej do wydruku w wersji czarno-białej, obejmujący obszar na północ od Stacji wokół stacji paliw.
 - *Mapa zasadnicza Polskiej Stacji Antarktycznej (wersja kolorowa) - Arkusz 2.PDF*
Plik zawiera Arkusz 2 mapy zasadniczej do wydruku w wersji kolorowej, obejmujący obszar na północ od Stacji wokół stacji paliw.
 - *Instalator GEO-MAP.EXE*
Plik jest instalatorem systemu GEO-MAP z danymi demonstracyjnymi. Program typu freeware pozwala w wersji demonstracyjnej oglądać załączone w niniejszym opracowaniu pliki w formacie MAP.
 - *GEO-MAP.SYM*
Plik zawiera bibliotekę znaków dla powyższych opracowań w formacie MAP.

Po zainstalowaniu systemu GEO-MAP plik należy nadpisać w katalogu instalacyjnym systemu GEO-MAP w katalogu *GMW/SYM*.

- *GEO-MAP.LAY*

Plik zawiera bibliotekę znaków dla powyższych opracowań w formacie MAP. Po zainstalowaniu systemu GEO-MAP plik należy nadpisać w katalogu instalacyjnym systemu GEO-MAP w katalogu *GMW/LAY*.

Główny autor opracowania: Mariusz Pasik – m.pasik@gik.pw.edu.pl



Temat pracy:

**Naziemny skaning laserowy w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej
im. Henryka Arctowskiego**

Kierownik projektu: dr inż. Marcin Rajner
Wykonawcy: dr inż. Marcin Rajner
mgr inż. Sławomir Łapiński
mgr inż. Maria Kowalska
mgr inż. Mariusz Pasik

styczeń 2016 r.

1. Przedmiot i cel pracy

Opracowanie zawiera informacje techniczne dotyczące danych pozyskanych metodą naziemnego skaningu laserowego. W wyniku przeprowadzonych prac pozyskano skany terenu i budynków (wnętrza oraz elewacje wraz z dachami). W katalogu zbiorczym zawierającym dane i opracowania pomiarów geodezyjnych wykonanych w marcu 2015 roku podczas pobytu na Polskiej Stacji Antarktycznej im. H. Arctowskiego przez uczestników wyprawy Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, zamieszczono:

- dane źródłowe (nieprzetworzone skany)
- zarejestrowane chmury punktów (obejmujące budynki i teren wokół stacji)

2. Metodyka pomiarów i ich opracowania skanów

W celu pozyskania danych wykorzystano dwa instrumenty: skaner laserowy Z+F Imager 5006h oraz tachimetr skanujący Leica Nova MS50 z wewnętrzną kamerą (szerokokątną kamerą przeglądową oraz kamerą wysokiej rozdzielczości wbudowaną w lunetę instrumentu).

Za pomocą tachimetru skanującego Leica Nova MS50 wykonano skany elewacji zewnętrznych budynków wraz z dachami oraz terenu wokół zabudowań, natomiast za pomocą naziemnego skanera laserowego Z+F Imager 5006h zeskanowano wnętrza budynków oraz wykonano skany niezbędne do połączenia wnętrza budynków z obrysem zewnętrznym. Podział ten był wymuszony możliwościami pracy instrumentów w specyficznych warunkach oraz wydajnością i efektywnością pomiaru.

Chmury punktów zostały zorientowane w jednolitym zewnętrznym układzie współrzędnych płaskich ARC2015. Wysokości punktów chmury zostały wyznaczone w układzie wysokościowym zdefiniowanym za pomocą punktów sieci wysokościowej w rejonie stacji. Szczegóły dotyczące wykorzystywanej do orientacji skanów, nowo założonej osnowy pomiarowej i układów współrzędnych zawarto w odrębnym opracowaniu „Założenie, pomiar i opracowanie dwufunkcyjnej osnowy geodezyjnej w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego”.

Orientacja wzajemna skanów pozyskanych instrumentem Z+F Imager 5006h została wykonana w oparciu o kule skaningowe, papierowe szachownice oraz naturalne punkty łączne. Dla celów orientacji chmur punktów w zewnętrznym układzie współrzędnych wykorzystano punkty rozmieszczone na zewnątrz budynków zasygnalizowane w postaci kontrastowych szachownic, których współrzędne zostały wyznaczone za pomocą pomiaru tachimetrycznego. Wzajemna orientacja chmur punktów oraz ich transformacja do układu zewnętrznego została wykonana w programie ASCAN, dla każdego obiektu załączono wyznaczone macierze transformacji.

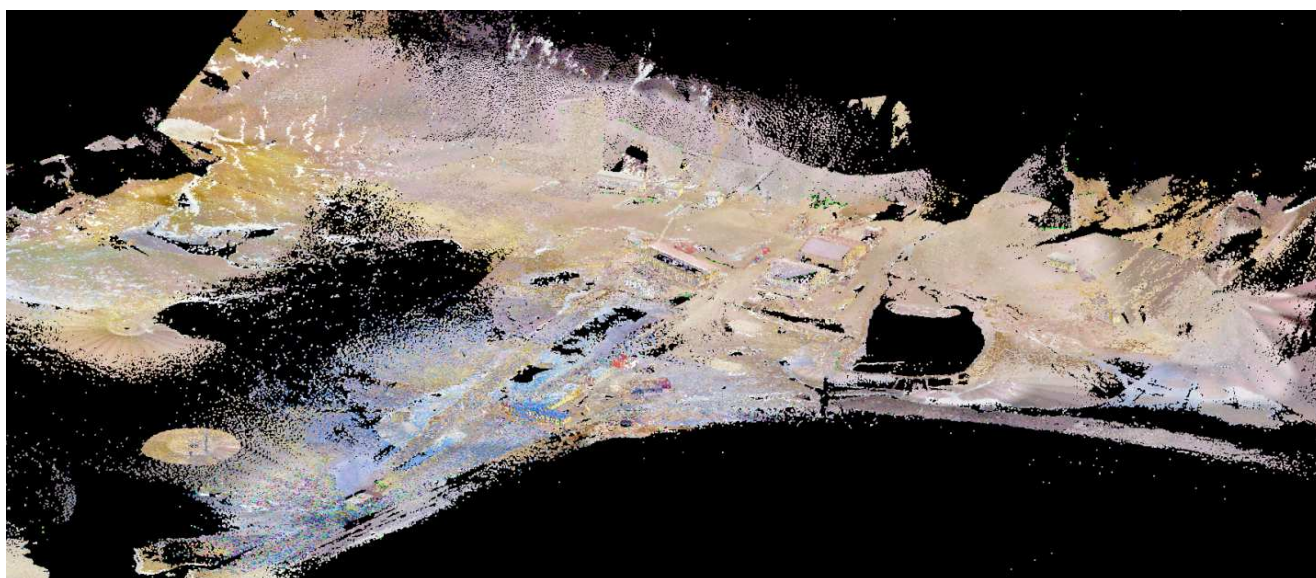
Skany wykonane tachimetrem Leica Nova MS50 zorientowano w zewnętrznym układzie współrzędnych automatycznie bezpośrednio w terenie w momencie pomiaru, za pomocą wewnętrznego oprogramowania na podstawie obserwacji kąto-liniowych wykonanych do punktów osnowy pomiarowej.

Poniżej zaprezentowano przykładowe wyniki skanowania. Rysunek 1 przedstawia chmurę punktów, obejmującą obszar wokół stacji oraz elewacje zewnętrzne budynków wraz z dachami. Rysunek 2 prezentuje skan wnętrza jednego z pomieszczeń Stacji, natomiast rysunek 3 przedstawia przekrój poziomy przez budynek główny uzyskany w wyniku wycięcia poziomego fragmentu z połączonej chmury punktów.

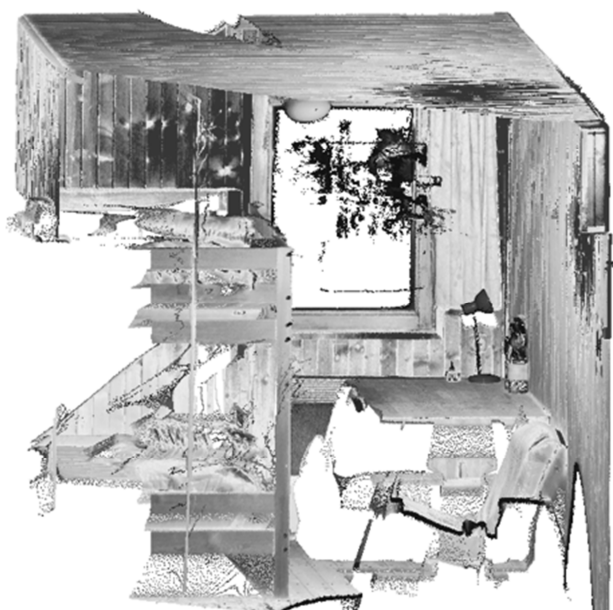
3. Zarejestrowane dane i dokumentacja techniczna

- **Obszar stacji oraz elewacje budynków wraz z dachami**

Chmura punktów obejmująca teren stacji, elewacje i dachy budynków została zamieszczona w folderze *Leica_teren na zewnątrz*. W podfolderze *dane orginalne* zamieszczono dane nie przetworzone w formacie zapisu Leica (pliki w formacie *xml* oraz odpowiadające im foldery ze zdjęciami i skanami w formacie *.sdb*), natomiast w podfolderze *Leica_obszar stacji* zamieszczono wyeksportowaną chmurę punktów obejmującą teren wokół budynków wraz z ich elewacjami zewnętrznymi i dachami w formatach *.las .laz .pts .txt .xyz*. Zgodnie z ustaleniami pliki z rozszerzeniem *.txt* zawierające zorientowane skany większe niż 300 MB zostały dodatkowo podzielone na mniejsze pliki do 300 MB z przyrostkami w rozszerzeniach kolejno 000, 001 itd. Dla ograniczenia objętości danych pliki powstałe z podziału skompresowano w postaci archiwów WinRAR o tych samych nazwach.



Rys. 1. Chmura punktów obejmująca obszar wokół stacji oraz elewacje zewnętrzne budynków Stacji.



Rys. 2. Fragment skanu wnętrza jednego z budynku Stacji.



Rys. 3. Budynek główny Stacji – przekrój przez chmurę punktów.

- **Wnętrza budynków**

Skany wnętrza budynków zamieszczono w folderach o nazwach zgodny z roboczo przyjętymi nazwami budynków. W folderze *szkice* zamieszczono szkic poglądowy oraz szkice terenowe z pomiaru. Na szkicu poglądowym przedstawiono przyjęte nazewnictwo budynków. Na szkicach terenowych zaznaczono stanowiska skanera, przybliżone położenie kul skaningowych (symbol: kółko z literą k), kontrastowych szachownic do skaningu (kółko ze strzałką w środku) oraz współrzędne punktów wyznaczonych metodą biegunową. Na większości stanowisk wykonywano dwa skany – poglądowy w jakości „preview”, którego nazwa znajduje się na szkicu w nawiasie, oraz docelowy w dobranej rozdzielczości. Dla ułatwienia orientacji przyjęto zasadę, że skany poglądowe są numerowane nieparzyście, a skany docelowe – parzyście (w szczególnych sytuacjach następowały wyjątki od tej zasady). Podobnie jak dla danych na zewnątrz budynków, skany docelowe zarejestrowane wewnątrz budynków oraz następnie zorientowane w zewnętrznym układzie współrzędnych, zapisane w formatach *.txt* i *.asc* podzielono na pliki nie większe niż 300 MB dodając przyrostki w rozszerzeniach (000, 001 itd.). Dla ograniczenia objętości danych zarówno pliki niepodzielone, jak i podzielone, skompresowano w postaci archiwów WinRAR.

Dane w poszczególnych folderach uporządkowano w gromadząc je w podfolderach w następujący sposób:

format ASCII - skany w formatach *.asc* lub *.txt*. Ze względu na wielkość plików część skanów wymagała wcześniejszego oczyszczenia i odrzedzenia (przyjęto, że minimalna odległość między sąsiednimi punktami wynosi 0.005 m). Pliki, które zostały przetworzone są opatrzone wyrazem Cloud w nazwie.

macierze obrotów - macierze transformacji zawierające parametry obrotu i przesunięcia skanów docelowych (można je podczytać również dla innych skanów wykonanych z danego stanowiska, ponieważ skaner nie był przestawiany na danym stanowisku pomiędzy kolejnymi skanami)

oryginalne dane - nie przetworzone dane w formacie Z+F

zorientowane - skany w formatach .asc lub .txt zorientowane w zewnętrznym układzie współrzędnych obejmujące zewnętrzne elewacje budynków oraz ich wnętrza. Pliki bez numeru w nazwie są to pliki pozyskane w wyniku wycięcia obrysu budynku z chmury punktów pozyskanej tachimetrem skanującym, są one zorientowane w zewnętrznym układzie współrzędnych.

Dokumentację techniczną w postaci numerycznej, zapisano w katalogu *Naziemny skaning laserowy* na dysku stanowiącym załącznik do niniejszego opracowania. W celu ułatwienia orientacji w danych zamieszczono poniżej zestawienie plików.

Główny autor opracowania: Maria Kowalska – m.kowalska@gik.pw.edu.pl

Zestawienie plików:

- **Dane dotyczące wnętrzbudynków**

Folder: szkice\

agregaty.PDF
agregaty_góra.PDF
Belweder.PDF
geofizyka.PDF
hale.PDF
hotel_1_hotel_2.PDF
hotel_3.PDF
laboratorium.PDF
meteo.PDF
meteo_wejscie.PDF
samolot.PDF
szkic poglądowy.PDF

Folder: agregaty\

format ASCII\

agregaty.txt
pinpong_1.xyz.asc
pinpong_10.xyz.asc
pinpong_11.xyz.asc
pinpong_12.xyz.asc
pinpong_13.xyz.asc
pinpong_14Cloud.txt
pinpong_15.xyz.asc
pinpong_16.xyz.asc
pinpong_17.xyz.asc
pinpong_18Cloud.txt
pinpong_19.xyz.asc
pinpong_19_1.xyz.asc
pinpong_19_2Cloud.txt
pinpong_19_3.xyz.asc
pinpong_19_4Cloud.txt
pinpong_21_2.xyz.asc
pinpong_22.xyz.asc
pinpong_23_1.xyz.asc
pinpong_23_2.xyz.asc
pinpong_23Cloud.txt
pinpong_25.xyz.asc
pinpong_26Cloud.txt
pinpong_27.xyz.asc
pinpong_28Cloud.txt
pinpong_29.xyz.asc
pinpong_3.xyz.asc
pinpong_30Cloud.txt
pinpong_31.xyz.asc
pinpong_32Cloud.txt
pinpong_33.xyz.asc
pinpong_34Cloud.txt
pinpong_35.xyz.asc
pinpong_36Cloud.txt
pinpong_38Cloud.txt
pinpong_39.xyz.asc
pinpong_4.xyz.asc
pinpong_40Cloud.txt
pinpong_42.xyz.asc

pinpong_44_3.xyz.asc
pinpong_5.xyz.asc
pinpong_6Cloud.txt
pinpong_7.xyz.asc
pinpong_8.xyz.asc
pinpong_9.xyz.asc

macierze obrotow\

pinpong_10.xyz.dat.txt
pinpong_12.xyz.dat.txt
pinpong_14Cloud.dat.txt
pinpong_16.xyz.dat.txt
pinpong_18Cloud.dat.txt
pinpong_19_2Cloud.dat.txt
pinpong_19_4Cloud.dat.txt
pinpong_22.xyz.dat.txt
pinpong_23_2.xyz.dat.txt
pinpong_23Cloud.dat.txt
pinpong_26Cloud.dat.txt
pinpong_28Cloud.dat.txt
pinpong_30Cloud.dat.txt
pinpong_32Cloud.dat.txt
pinpong_34Cloud.dat.txt
pinpong_36Cloud.dat.txt
pinpong_38Cloud.dat.txt
pinpong_4.xyz.dat.txt
pinpong_40Cloud.dat.txt
pinpong_42.xyz.dat.txt
pinpong_44_3.xyz.dat.txt
pinpong_6Cloud.dat.txt
pinpong_8.xyz.dat.txt

oryginalne dane\

pinpong_1.zfs
pinpong_10.zfs
pinpong_11.zfs
pinpong_12.zfs
pinpong_13.zfs
pinpong_14.zfs
pinpong_15.zfs
pinpong_16.zfs
pinpong_17.zfs
pinpong_18.zfs
pinpong_19.zfs
pinpong_19_1.zfs
pinpong_19_2.zfs
pinpong_19_3.zfs
pinpong_19_4.zfs
pinpong_21_2.zfs
pinpong_22.zfs
pinpong_23.zfs
pinpong_23_1.zfs
pinpong_23_2.zfs
pinpong_25.zfs
pinpong_26.zfs
pinpong_27.zfs
pinpong_28.zfs
pinpong_29.zfs
pinpong_3.zfs
pinpong_30.zfs
pinpong_31.zfs

pinpong_32.zfs
pinpong_33.zfs
pinpong_34.zfs
pinpong_35.zfs
pinpong_36.zfs
pinpong_38.zfs
pinpong_39.zfs
pinpong_4.zfs
pinpong_40.zfs
pinpong_42.zfs
pinpong_44_3.zfs
pinpong_5.zfs
pinpong_6.zfs
pinpong_7.zfs
pinpong_8.zfs
pinpong_9.zfs

zorientowane\

agregaty.txt
pinpong_10_zorientowane.txt
pinpong_12_zorientowane.txt
pinpong_14Cloud_zorientowane.txt
pinpong_16_zorientowane.txt
pinpong_18Cloud_zorientowane.txt
pinpong_19_2Cloud_zorientowane.txt
pinpong_19_4Cloud_zorientowane.txt
pinpong_22_zorientowane.txt
pinpong_23_2_zorientowane.txt
pinpong_23Cloud_zorientowane.txt
pinpong_26Cloud_zorientowane.txt
pinpong_28Cloud_zorientowane.txt
pinpong_30Cloud_zorientowane.txt
pinpong_32Cloud_zorientowane.txt
pinpong_34Cloud_zorientowane.txt
pinpong_36Cloud_zorientowane.txt
pinpong_38Cloud_zorientowane.txt
pinpong_4_zorientowane.txt
pinpong_40Cloud_zorientowane.txt
pinpong_42_zorientowane.txt
pinpong_44_3_zorientowane.txt
pinpong_6Cloud_zorientowane.txt
pinpong_8_zorientowane.txt

Folder: belweder

format ASCII\

belweder.txt
belweder_1.xyz.asc
belweder_10_Cloud.txt
belweder_11_1.xyz.asc
belweder_11_2Cloud.txt
belweder_11_3.xyz.asc
belweder_13.xyz.asc
belweder_14.xyz.asc
belweder_15.xyz.asc
belweder_16_Cloud.txt
belweder_2.xyz.asc
belweder_2_Cloud.txt
belweder_3.xyz.asc
belweder_4Cloud.txt
belweder_5.xyz.asc

belweder_6.xyz.asc
belweder_7.xyz.asc
belweder_8_Cloud.txt
belweder_9.xyz.asc

macierze obrotow\

belweder_10_Cloud.dat.txt
belweder_11_2Cloud.dat.txt
belweder_11_3.xyz.dat.txt
belweder_14.xyz.dat.txt
belweder_16_Cloud.dat.txt
belweder_2_Cloud.dat.txt
belweder_4Cloud.dat.txt
belweder_6.xyz.dat.txt
belweder_8_Cloud.dat.txt

oryginalne dane\

belweder_1.zfs
belweder_10.zfs
belweder_11_1.zfs
belweder_11_2.zfs
belweder_11_3.zfs
belweder_13.zfs
belweder_14.zfs
belweder_15.zfs
belweder_16.zfs
belweder_2.zfs
belweder_3.zfs
belweder_4.zfs
belweder_5.zfs
belweder_6.zfs
belweder_7.zfs
belweder_8.zfs
belweder_9.zfs

zorientowane\

belweder.txt
belweder_10_Cloud_zorientowany.txt
belweder_11_2-Cloud_zorientowany.txt
belweder_11_3_zorientowany.txt
belweder_14_zorientowany.txt
belweder_16_Cloud_zorientowany.txt
belweder_2_Cloud_zorientowany.txt
belweder_4Cloud_zorientowany.txt
belweder_6_zorientowany.txt
belweder_8_Cloud_zorientowany.txt

Folder: geofizyka

format ASCII\

geofizyka.txt
geofizyka_1.xyz.asc
geofizyka_10Cloud.txt
geofizyka_11.xyz.asc
geofizyka_12Cloud.txt
geofizyka_13.xyz.asc
geofizyka_14.xyz.asc
geofizyka_14_1.xyz.asc
geofizyka_14_2.xyz.asc
geofizyka_15.xyz.asc
geofizyka_16Cloud.txt

geofizyka_2Cloud.txt
geofizyka_3.xyz.asc
geofizyka_4Cloud.txt
geofizyka_5_1.xyz.asc
geofizyka_6Cloud.txt
geofizyka_7.xyz.asc
geofizyka_8Cloud.txt
geofizyka_9.xyz.asc
geofizyka_wejscie_Cloud.txt

macierze obrotow\

geofizyka_10Cloud.dat.txt
geofizyka_12Cloud.dat.txt
geofizyka_14_2.xyz.dat.txt
geofizyka_16Cloud.dat.txt
geofizyka_2Cloud.dat.txt
geofizyka_4Cloud.dat.txt
geofizyka_6Cloud.dat.txt
geofizyka_8Cloud.dat.txt
geofizyka_wejscie_Cloud.dat.txt

oryginalne dane\

geofizyka_1.zfs
geofizyka_10.zfs
geofizyka_11.zfs
geofizyka_12.zfs
geofizyka_13.zfs
geofizyka_14.zfs
geofizyka_14_1.zfs
geofizyka_14_2.zfs
geofizyka_15.zfs
geofizyka_16.zfs
geofizyka_2.zfs
geofizyka_3.zfs
geofizyka_4.zfs
geofizyka_5_1.zfs
geofizyka_6.zfs
geofizyka_7.zfs
geofizyka_8.zfs
geofizyka_9.zfs
geofizyka_wejscie.zfs

zorientowane\

geofizyka.txt
geofizyka_10Cloudzorientowane.txt
geofizyka_12Cloud_zorientowane.txt
geofizyka_14_2_zorientowany.txt
geofizyka_16Cloud_zorientowane.txt
geofizyka_2Cloud_zorientowany.txt
geofizyka_4Cloud_zorientowane.txt
geofizyka_6Cloud_zorientowane.txt
geofizyka_8Cloud_zorientowane.txt
geofizyka_wejscie_Cloud_zorientowany.txt

Folder: hala_1

format ASCII\

hala_1.txt
hala_1_1.xyz.asc.txt
hala_1_2.xyz.asc.txt
hala_1_3_1.xyz.asc.txt

hala_1_3_2Cloud.txt
hala_1_3_3.xyz.asc.txt
hala_1_3_4Cloud.txt

macierze obrotow\

hala_1_2.xyz.dat.txt
hala_1_3_2Cloud.dat.txt
hala_1_3_4Cloud.dat.txt

oryginalne dane\

hala_1_1.zfs
hala_1_2.zfs
hala_1_3_1.zfs
hala_1_3_2.zfs
hala_1_3_3.zfs
hala_1_3_4.zfs

zorientowane\

hala_1.txt
hala_1_2.xyz.asc
hala_1_3_2.xyz.asc
hala_1_3_4.xyz.asc

Folder: hala_2

format ASCII\

hala_2.txt
hala_2_1.xyz.asc
hala_2_2.xyz.asc
hala_2_4.xyz.asc
hala_2_4Cloud.txt
hala_2_6.xyz.asc
hala_2_6Cloud.txt
hala_2_8.xyz.asc
hala_2_8Cloud.txt

macierze obrotow\

hala_2_2.xyz.dat
hala_2_2.xyz.dat.txt
hala_2_4Cloud.dat
hala_2_4Cloud.dat.txt
hala_2_6Cloud.dat
hala_2_6Cloud.dat.txt
hala_2_8Cloud.dat
hala_2_8Cloud.dat.txt

oryginalne dane\

hala_2_1.zfs
hala_2_2.zfs
hala_2_4.zfs
hala_2_6.zfs
hala_2_8.zfs

zorientowane\

hala_2.txt
hala_2_2Cloud.txt
hala_2_4Cloud.txt
hala_2_6Cloud.txt
hala_2_8Cloud.txt

Folder: hotel_1

format ASCII\

- hotel_1.txt
- hotel_1_1.xyz.asc
- hotel_1_1.xyz.asc.txt
- hotel_1_3.xyz.asc
- hotel_1_4.xyz.asc
- hotel_1_6.xyz.asc

macierze obrotow\

- hotel_1_1.xyz.dat.txt
- hotel_1_3.xyz.dat.txt
- hotel_1_4.xyz.dat.txt
- hotel_1_6.xyz.dat.txt

oryginalne dane\

- hotel_1_1.zfs
- hotel_1_2.zfs
- hotel_1_3.zfs
- hotel_1_4.zfs
- hotel_1_6.zfs

zorientowane\

- hotel_1.txt
- hotel_1_1_zorientowany.xyz.asc.txt
- hotel_1_3_zorientowany.xyz.asc.txt
- hotel_1_4.xyz.asc.txt
- hotel_1_6_zorientowany.xyz.asc.txt

Folder: hotel_2

format ASCII\

- hotel_2.txt
- hotel_2_1.xyz.asc.txt
- hotel_2_2Cloud.txt
- hotel_2_3.xyz.asc.txt
- hotel_2_4.xyz.asc.txt

macierze obrotow\

- hotel_2_1.xyz.dat
- hotel_2_2Cloud.dat
- hotel_2_3.xyz.dat
- hotel_2_4.xyz.dat

oryginalne dane\

- hotel_2_1.zfs
- hotel_2_2.zfs
- hotel_2_3.zfs
- hotel_2_4.zfs

zorientowane\

- hotel_2.txt
- hotel_2_1.xyz.asc
- hotel_2_2.xyz.asc
- hotel_2_3.xyz.asc
- hotel_2_4.xyz.asc

Folder: hotel_3

format ASCII\

hotel_3.txt
hotel_3_10Cloud.txt
hotel_3_11.xyz.asc
hotel_3_12Cloud.txt
hotel_3_14.xyz.asc
hotel_3_15.xyz.asc
hotel_3_16Cloud.txt
hotel_3_17.xyz.asc
hotel_3_18Cloud.txt
hotel_3_19.xyz.asc
hotel_3_2.xyz.asc
hotel_3_20Cloud.txt
hotel_3_21.xyz.asc
hotel_3_21_1.xyz.asc
hotel_3_22Cloud.txt
hotel_3_23.xyz.asc
hotel_3_24Cloud.txt
hotel_3_25.xyz.asc
hotel_3_26Cloud.txt
hotel_3_27.xyz.asc
hotel_3_28_1.xyz.asc
hotel_3_28_3.xyz.asc
hotel_3_3.xyz.asc
hotel_3_32Cloud.txt
hotel_3_4.xyz.asc
hotel_3_5.xyz.asc
hotel_3_6Cloud.txt
hotel_3_7.xyz.asc
hotel_3_8Cloud.txt
hotel_3_9.xyz.asc

macierze_obrotu\

hotel_3_10Cloud.dat.txt
hotel_3_12Cloud.dat.txt
hotel_3_14.xyz.dat.txt
hotel_3_16Cloud.dat.txt
hotel_3_18Cloud.dat.txt
hotel_3_2.xyz.dat.txt
hotel_3_20Cloud.dat.txt
hotel_3_22Cloud.dat.txt
hotel_3_24Cloud.dat.txt
hotel_3_26Cloud.dat.txt
hotel_3_28_3.xyz.dat.txt
hotel_3_32Cloud.dat.txt
hotel_3_4.xyz.dat.txt
hotel_3_6Cloud.dat.txt
hotel_3_8Cloud.dat.txt

oryginalne dane\

hotel_3_10.zfs
hotel_3_11.zfs
hotel_3_12.zfs
hotel_3_14.zfs
hotel_3_15.zfs
hotel_3_16.zfs
hotel_3_17.zfs
hotel_3_18.zfs
hotel_3_19.zfs
hotel_3_2.zfs
hotel_3_20.zfs
hotel_3_21.zfs

hotel_3_21_1.zfs
hotel_3_22.zfs
hotel_3_23.zfs
hotel_3_24.zfs
hotel_3_25.zfs
hotel_3_26.zfs
hotel_3_27.zfs
hotel_3_28_1.zfs
hotel_3_28_2.zfs
hotel_3_28_3.zfs
hotel_3_3.zfs
hotel_3_32.zfs
hotel_3_4.zfs
hotel_3_5.zfs
hotel_3_6.zfs
hotel_3_7.zfs
hotel_3_8.zfs
hotel_3_9.zfs

zorientowane\

hotel_3_10Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_12Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_14_zorientowany.txt
hotel_3_16Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_18Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_20Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_22Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_24Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_26Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_28_3_zorientowane.txt
hotel_3_2zorientowane.txt
hotel_3_32Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_4zorientowane.txt
hotel_3_6Cloud_zorientowane.txt
hotel_3_8Cloud_zorientowane.txt

Folder: laboratorium

format ASCII\

lab_wejscie.xyz.asc
laboratorium.txt
laboratorium_1_1.xyz.asc
laboratorium_1_2Cloud.txt
laboratorium_10.xyz.asc
laboratorium_11.xyz.asc
laboratorium_12Cloud.txt
laboratorium_13_1.xyz.asc
laboratorium_13_2Cloud.txt
laboratorium_15.xyz.asc
laboratorium_16Cloud.txt
laboratorium_17.xyz.asc
laboratorium_18.xyz.asc
laboratorium_19.xyz.asc
laboratorium_20Cloud.txt
laboratorium_20Cloud.dat.txt
laboratorium_3.xyz.asc
laboratorium_4Cloud.txt
laboratorium_5.xyz.asc
laboratorium_6Cloud.txt
laboratorium_7.xyz.asc
laboratorium_8.xyz.asc

laboratorium_9.xyz.asc

macierze_obrotu\

lab_wejscie.xyz.dat.txt
laboratorium_1_2Cloud.dat.txt
laboratorium_10.xyz.dat.txt
laboratorium_12Cloud.dat.txt
laboratorium_13_2Cloud.dat.txt
laboratorium_16Cloud.dat.txt
laboratorium_18.xyz.dat.txt
laboratorium_20Cloud.dat.txt
laboratorium_4Cloud.dat.txt
laboratorium_6Cloud.dat.txt
laboratorium_8.xyz.dat.txt

oryginalne dane\

lab_wejscie.zfs
laboratorium_1_1.zfs
laboratorium_1_2.zfs
laboratorium_10.zfs
laboratorium_11.zfs
laboratorium_12.zfs
laboratorium_13_1.zfs
laboratorium_13_2.zfs
laboratorium_15.zfs
laboratorium_16.zfs
laboratorium_17.zfs
laboratorium_18.zfs
laboratorium_19.zfs
laboratorium_20.zfs
laboratorium_3.zfs
laboratorium_4.zfs
laboratorium_5.zfs
laboratorium_6.zfs
laboratorium_7.zfs
laboratorium_8.zfs
laboratorium_9.zfs

zorientowane\

laboratorium_8_zorientowane.txt
laboratorium_6Cloud_zorientowane.txt
laboratorium_4Cloud_zorientowane.txt
laboratorium_20Cloud_zorientowane.txt
laboratorium_18_zorientowane.txt
laboratorium_16Cloud_zorientowane.txt
laboratorium_13_2Cloud_zorientowane.txt
laboratorium_12Cloud_zorientowane.txt
laboratorium_10_zorientowane.txt
laboratorium_1_2Cloud_zorientowane.txt
laboratorium.txt
lab_wejscie_zorientowane.txt

Folder: meteo

format ASCII\

meteo_wejscie.xyz.asc
meteo_9.xyz.asc
meteo_8.xyz.asc
meteo_7.xyz.asc
meteo_5.xyz.asc
meteo_4Cloud.txt

meteo_3.xyz.asc
meteo_2Cloud.txt
meteo_20.xyz.asc
meteo_19.xyz.asc
meteo_18Cloud.txt
meteo_17.xyz.asc
meteo_16.xyz.asc
meteo_14.xyz.asc
meteo_13.xyz.asc
meteo_12Cloud.txt
meteo_11.xyz.asc
meteo_10Cloud.txt
meteo_1.xyz.asc
meteo.txt

macierze_obrotu\

meteo_wejscie.xyz.dat.txt
meteo_8.xyz.dat.txt
meteo_5.xyz.dat.txt
meteo_4Cloud.dat.txt
meteo_2Cloud.dat.txt
meteo_20.xyz.dat.txt
meteo_18Cloud.dat.txt
meteo_16.xyz.dat.txt
meteo_14.xyz.dat.txt
meteo_12Cloud.dat.txt
meteo_10Cloud.dat.txt

oryginalne dane\

meteo_wejscie.zfs
meteo_9.zfs
meteo_8.zfs
meteo_7.zfs
meteo_5.zfs
meteo_4.zfs
meteo_3.zfs
meteo_20.zfs
meteo_2.zfs
meteo_19.zfs
meteo_18.zfs
meteo_17.zfs
meteo_16.zfs
meteo_14.zfs
meteo_13.zfs
meteo_12.zfs
meteo_11.zfs
meteo_10.zfs
meteo_1.zfs

zorientowane\

meteo_wejscie_zorientowane.txt
meteo_8_zorientowane.txt
meteo_5_zorientowane.txt
meteo_4Cloud_zorientowane.txt
meteo_2Cloud_zorientowane.txt
meteo_20_zorientowane.txt
meteo_18Cloud_zorientowane.txt
meteo_16_zorientowane.txt
meteo_14_zorientowane.txt
meteo_12Cloud_zorientowane.txt

meteo_10Cloud_zorientowane.txt
meteo.txt

Folder: samolot

oryginalne dane\

sauna_wejscie.zfs
sauna_2.zfs
sauna_1.zfs
samolot_99.zfs
samolot_98.zfs
samolot_97_1.zfs
samolot_95_3.zfs
samolot_95_2.zfs
samolot_94.zfs
samolot_92.zfs
samolot_91.zfs
samolot_90.zfs
samolot_9.zfs
samolot_89.zfs
samolot_88_3.zfs
samolot_84.part2.zfs
samolot_84.zfs
samolot_83.zfs
samolot_82.zfs
samolot_81_3.zfs
samolot_81_2.zfs
samolot_80.zfs
samolot_8.zfs
samolot_79_3.zfs
samolot_79_2.zfs
samolot_79.zfs
samolot_78.zfs
samolot_77_2.zfs
samolot_76.zfs
samolot_75.zfs
samolot_74.zfs
samolot_73.zfs
samolot_72.zfs
samolot_71.zfs
samolot_70.zfs
samolot_7.zfs
samolot_69.zfs
samolot_68.zfs
samolot_67.zfs
samolot_66.zfs
samolot_65.zfs
samolot_64.zfs
samolot_63.zfs
samolot_62_2.zfs
samolot_61.zfs
samolot_60.zfs
samolot_6.zfs
samolot_59.zfs
samolot_58.zfs
samolot_57.zfs
samolot_56.zfs
samolot_55.zfs
samolot_54.zfs
samolot_53.zfs
samolot_52.zfs

samolot_51.zfs
samolot_50.zfs
samolot_5.zfs
samolot_49.zfs
samolot_48.zfs
samolot_47.zfs
samolot_46.zfs
samolot_45.zfs
samolot_44.zfs
samolot_43.zfs
samolot_42.zfs
samolot_41.zfs
samolot_40.zfs
samolot_4.zfs
samolot_39.zfs
samolot_38.zfs
samolot_37.zfs
samolot_36.zfs
samolot_35.zfs
samolot_34.zfs
samolot_33.zfs
samolot_30.zfs
samolot_3.zfs
samolot_29.zfs
samolot_28.zfs
samolot_27.zfs
samolot_26.zfs
samolot_25.zfs
samolot_24.zfs
samolot_23.zfs
samolot_22.zfs
samolot_21.zfs
samolot_20.zfs
samolot_2.zfs
samolot_19.zfs
samolot_18.zfs
samolot_17.zfs
samolot_16.zfs
samolot_15.zfs
samolot_14.zfs
samolot_13.zfs
samolot_12.zfs
samolot_11.zfs
samolot_106.zfs
samolot_105.zfs
samolot_104.zfs
samolot_103.zfs
samolot_102.zfs
samolot_101.zfs
samolot_100.zfs
samolot_10.zfs
samolot_1.zfs

format ASCII\

sauna_wejscieCloud.txt
sauna_wejscie.xyz.asc
sauna_2.xyz.asc
sauna_1.xyz.asc
samolot_98Cloud.txt
samolot_95_3.xyz.asc
samolot_94Cloud.txt

samolot_92Cloud.txt
samolot_90.xyz.asc
samolot_88_3Cloud.txt
samolot_82.xyz.asc
samolot_80Cloud.txt
samolot_8.xyz.asc
samolot_78.xyz.asc
samolot_76Cloud.txt
samolot_74.xyz.asc
samolot_72.xyz.asc
samolot_70.xyz.asc
samolot_6Cloud.txt
samolot_68.xyz.asc
samolot_66.xyz.asc
samolot_64Cloud.txt
samolot_62_2Cloud.txt
samolot_60.xyz.asc
samolot_58.xyz.asc
samolot_56.xyz.asc
samolot_54Cloud.txt
samolot_52.xyz.asc
samolot_50.xyz.asc
samolot_4Cloud.txt
samolot_48Cloud.txt
samolot_46.xyz.asc
samolot_44.xyz.asc
samolot_42Cloud.txt
samolot_40.xyz.asc
samolot_38.xyz.asc
samolot_36.xyz.asc
samolot_34.xyz.asc
samolot_30.xyz.asc
samolot_28Cloud.txt
samolot_26.xyz.asc
samolot_24.xyz.asc
samolot_22Cloud.txt
samolot_21.xyz.asc
samolot_20.xyz.asc
samolot_2.xyz.asc
samolot_18.xyz.asc
samolot_16.xyz.asc
samolot_14.xyz.asc
samolot_12.xyz.asc
samolot_106Cloud.txt
samolot_104Cloud.txt
samolot_102.xyz.asc
samolot_100Cloud.txt
samolot_10.xyz.asc

macierze\

sauna.w.xyz.dat.txt
sauna.2.xyz.dat.txt
sauna.1.xyz.dat.txt
samolot.98Cloud.dat.txt
samolot.95_3.xyz.dat.txt
samolot.94Cloud.dat.txt
samolot.92Cloud.dat.txt
samolot.90.xyz.dat.txt
samolot.88_3Cloud.dat.txt
samolot.82.xyz.dat.txt
samolot.80Cloud.dat.txt

samolot.8.xyz.dat.txt
samolot.78.xyz.dat.txt
samolot.76Cloud.dat.txt
samolot.74.xyz.dat.txt
samolot.72.xyz.dat.txt
samolot.70.xyz.dat.txt
samolot.6Cloud.dat.txt
samolot.68.xyz.dat.txt
samolot.66.xyz.dat.txt
samolot.64Cloud.dat.txt
samolot.62_2Cloud.dat.txt
samolot.60.xyz.dat.txt
samolot.58.xyz.dat.txt
samolot.54Cloud.dat.txt
samolot.52.xyz.dat.txt
samolot.50.xyz.dat.txt
samolot.4Cloud.dat.txt
samolot.48Cloud.dat.txt
samolot.46.xyz.dat.txt
samolot.44.xyz.dat.txt
samolot.42Cloud.dat.txt
samolot.40.xyz.dat.txt
samolot.38.xyz.dat.txt
samolot.36.xyz.dat.txt
samolot.34.xyz.dat.txt
samolot.30.xyz.dat.txt
samolot.28Cloud.dat.txt
samolot.26.xyz.dat.txt
samolot.24.xyz.dat.txt
samolot.22Cloud.dat.txt
samolot.20.xyz.dat.txt
samolot.2.xyz.dat.txt
samolot.18.xyz.dat.txt
samolot.16.xyz.dat.txt
samolot.14.xyz.dat.txt
samolot.12.xyz.dat.txt
samolot.106Cloud.dat.txt
samolot.104Cloud.dat.txt
samolot.102.xyz.dat.txt
samolot.100Cloud.dat.txt
samolot.10.xyz.dat.txt

zorientowane\

sauna_wejscie_zorientowane.txt
sauna_2_zorientowane.txt
sauna_1_zorientowane.txt
samolot_98Cloud_zorientowane.txt
samolot_95_3_zorientowane.txt
samolot_94Cloud_zorientowane.txt
samolot_92Cloud_zorientowane.txt
samolot_90_zorientowane.txt
samolot_88_3Cloud_zorientowane.txt
samolot_82_zorientowane.txt
samolot_80Cloud_zorientowane.txt
samolot_8_zorientowane.txt
samolot_78_zorientowane.txt
samolot_76Cloud_zorientowane.txt
samolot_74_zorientowane.txt
samolot_72_zorientowane.txt
samolot_70_zorientowane.txt
samolot_6Cloud_zorientowane.txt

samolot_68_zorientowane.txt
samolot_66_zorientowane.txt
samolot_64Cloud_zorientowane.txt
samolot_62_2Cloud_zorientowane.txt
samolot_60_zorientowane.txt
samolot_58_zorientowane.txt
samolot_54Cloud_zorientowane.txt
samolot_52_zorientowane.txt
samolot_50_zorientowane.txt
samolot_4Cloud_zorientowane.txt
samolot_48Cloud_zorientowane.txt
samolot_46_zorientowane.txt
samolot_44_zorientowane.txt
samolot_42Cloud_zorientowane.txt
samolot_40_zorientowane.txt
samolot_38_zorientowane.txt
samolot_36_zorientowane.txt
samolot_34_zorientowane.txt
samolot_30_zorientowane.txt
samolot_2zorientowane.txt
samolot_28Cloud_zorientowane.txt
samolot_26zorientowane.txt
samolot_24_zorientowane.txt
samolot_22Cloud_zorientowane.txt
samolot_21_zorientowane.txt
samolot_20_zorientowane.txt
samolot_18_zorientowane.txt
samolot_16_zorientowane.txt
samolot_14_zorientowane.txt
samolot_12_zorientowane.txt
samolot_106Cloud_zorientowane.txt
samolot_104Cloud_zorientowane.txt
samolot_102_zorientowane.txt
samolot_100Cloud_zorientowane.txt
samolot_10_zorientowane.txt
samolot.txt

- **Dane dotyczące budynków i terenu stacji – chmury punktów**

Folder: Leica_teren na zewnątrz

Leica_obszar stacji\

stacja_ostateczny.las
stacja_ostateczny.laz
stacja_ostateczny.pts
stacja_ostateczny.txt
stacja_ostateczny.xyz
stacja_ostateczny_RGB.txt

dane oryginalne\

STACJA_ARC.xml
STACJA1.xml
STACJA2.xml
STACJA3.xml
STACJA4.xml
STACJA5.xml
STACJA6.xml
STACJA7.xml
STACJA8.xml
STACJA9.xml

STACJA_ARC_xml\
STACJA1_xml\
STACJA2_xml\
STACJA3_xml\
STACJA4_xml\
STACJA5_xml\
STACJA6_xml\
STACJA7_xml\
STACJA8_xml\
STACJA9_xml\



POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ GEODEZJI I KARTOGRAFII



Plac Politechniki 1, p. 301, 00-661 Warszawa,
www.gik.pw.edu.pl
tel. (22) 234 72 23, e-mail: dziekan@gik.pw.edu.pl

Temat pracy:

**Opracowanie numerycznych modeli wysokościowych okolic
Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego**

Kierownik pracy: dr inż. Marcin Rajner
Wykonawcy: dr inż. Krzysztof Bakula
dr inż. Marcin Rajner
mgr inż. Sławomir Łapiński
mgr inż. Maria Kowalska
mgr inż. Mariusz Pasik

grudzień 2015 r.

1. Przedmiot i cel pracy

Celem niniejszej pracy było opracowanie wysokorozdzielczych numerycznych modeli wysokościowych: numerycznego modelu terenu (NMT) i numerycznego modelu pokrycia terenu (NMPT), opisujących topografię terenu w okolicach Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego. Wykorzystano w tym celu dane pozyskane techniką naziemnego skanowania laserowego, jak również pomiary tachymetryczne i dane GNSS RTK. Łącznie pomiarem objęto teren sąsiadujący ze stacją o łącznej powierzchni ok. 24 ha. Orientacyjny zakres pozyskanych danych wysokościowych przedstawia Rys. 1. Pomiary wykonano w okresie 13.03-31.03.2015 r.



Rys. 1. Orientacyjny zakres numerycznych modeli wysokościowych.

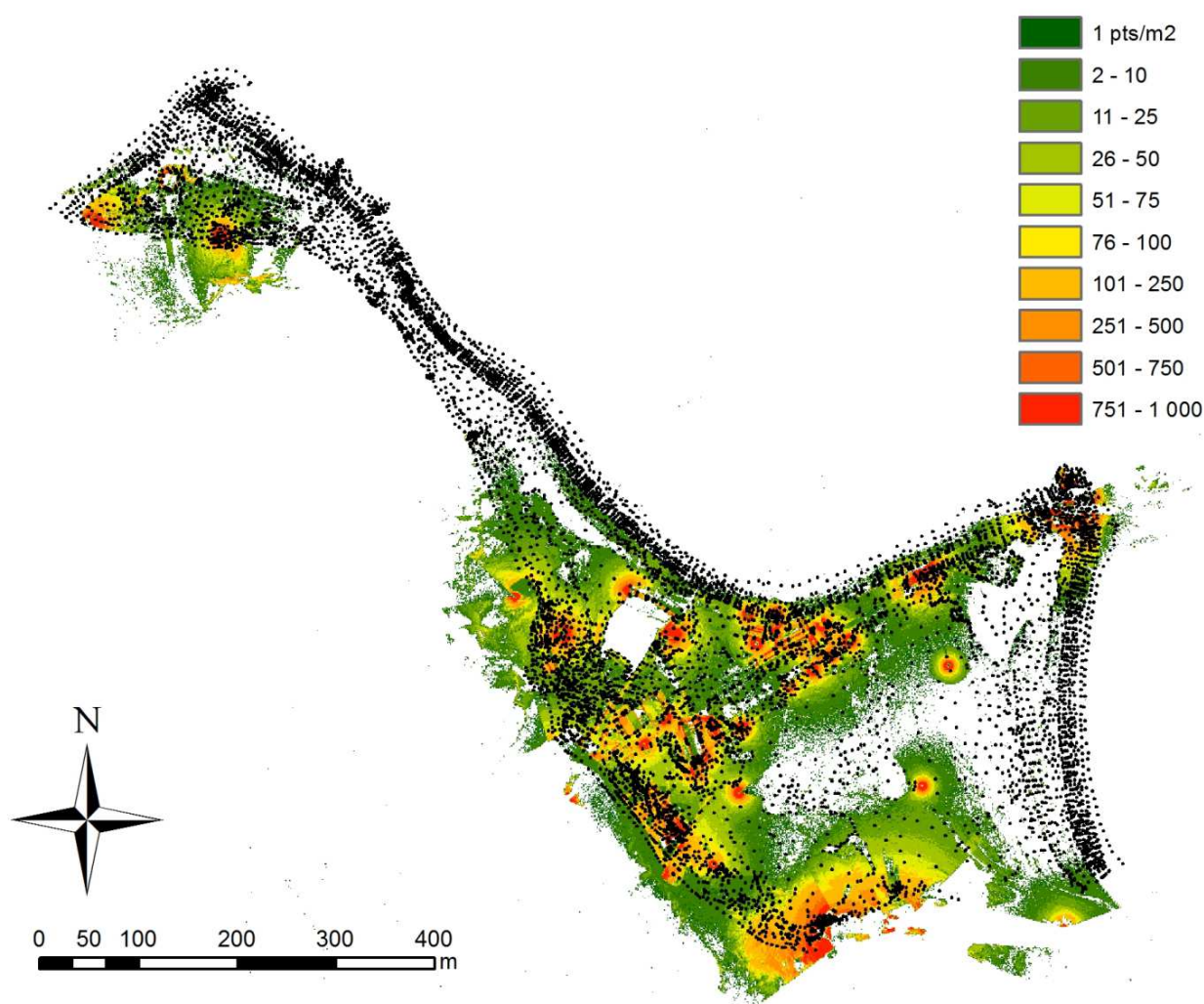
Źródło podkładu graficznego: PUDEŁKO R. 2007. Western shore of Admiralty Bay, King George Island, South Shetlands, orthophoto 1:10 000 scale. Zakład Biologii Antarktyki PAN, Warszawa.

2. Metodyka pomiaru i pozyskane dane

Do pozyskania danych techniką naziemnego skaningu laserowego wykorzystano tachimetr skanujący Leica Nova MS50. Ze względu na niewielkie deniwelacje terenu wokół stacji oraz duże powierzchnie pokryte okresowo wodą zmniejszające zasięg pomiaru lub uniemożliwiające pomiar tą techniką, uzyskano pokrycie i gęstość danych prezentowane na Rys. 2. Gęstość danych sięgała od kilku do kilku tysięcy punktów na metr kwadratowy. Wykorzystana do opracowania modeli chmura liczyła ponad 27 milionów punktów. W obszarach, w których brak było danych ze skaningu laserowego lub ich gęstość była niewielka, do opracowania modeli wysokościowych wykorzystano dodatkowo dane tachymetryczne i GNSS RTK (Rys. 2), pozyskane dla opracowania mapy zasadniczej opisane w odrębnym opracowaniu „Pomiar sytuacyjno-wysokościowy i wykonanie mapy zasadniczej w skali 1:500 w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego”. Z kolei w miejscach redundancji informacji wysokościowych, dane te pełniły rolę

wartości referencyjnych dla celów kontroli precyzji opracowanych modeli.

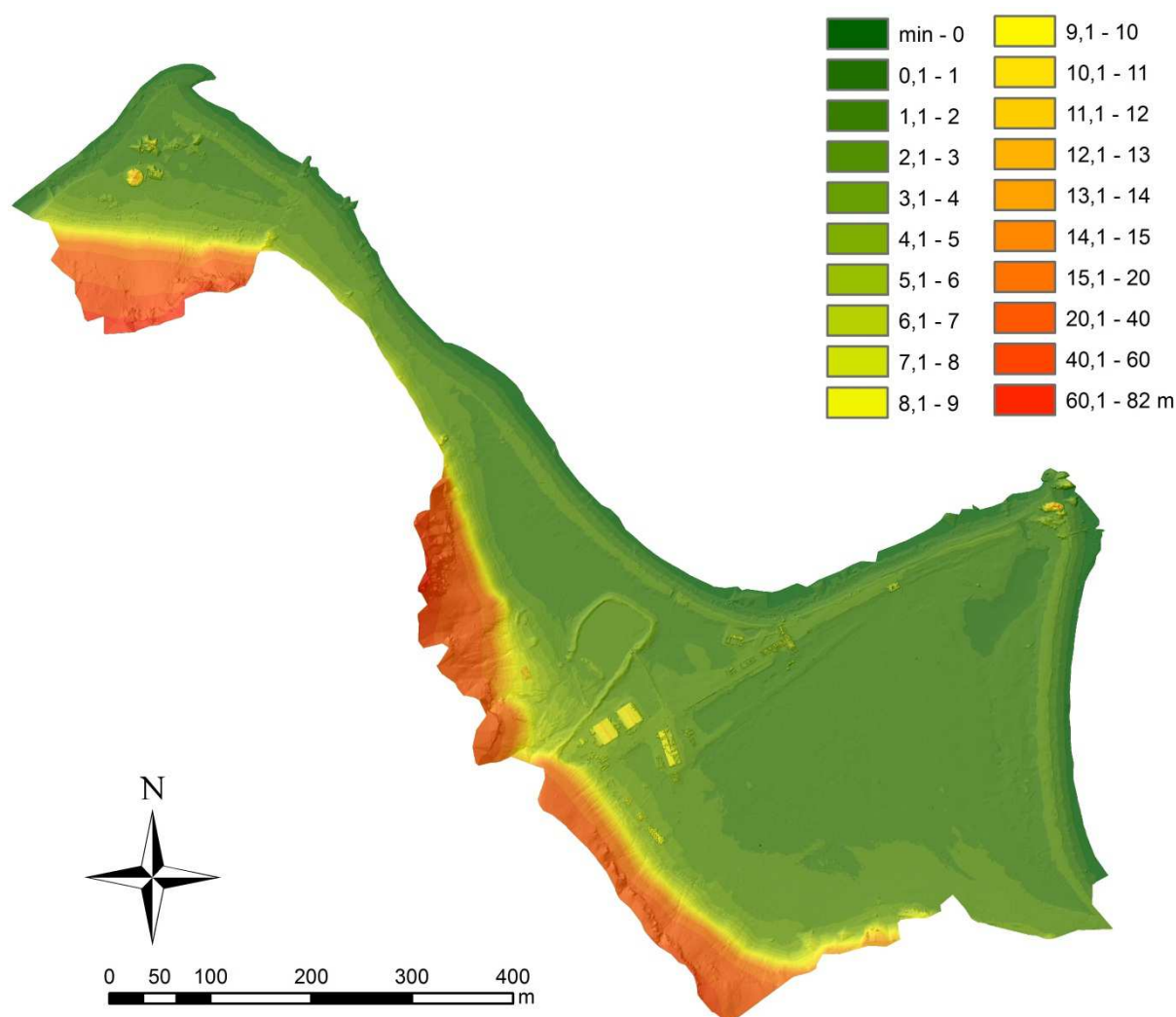
Zarówno chmury punktów, jak i dane z pomiarów klasycznych, zostały zorientowane w jednolitym zewnętrznym układzie współrzędnych płaskich ARC2015. Wysokości punktów pomiarowych zostały wyznaczone w układzie wysokościowym zdefiniowanym za pomocą punktów sieci wysokościowej w rejonie stacji. Szczegóły dotyczące wykorzystywanej do orientacji skanów, nowo założonej osnowy pomiarowej i układów współrzędnych zawarto w odrębnym opracowaniu „Założenie, pomiar i opracowanie dwufunkcyjnej osnowy geodezyjnej w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego”. Z kolei szczegóły dotyczące pozyskania danych techniką naziemnego skaningu laserowego obejmuje inne opracowanie „Naziemny skaningu laserowego w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego”.



Rys. 2. Dane pomiarowe wykorzystane do stworzenia numerycznych modeli wysokościowych: gęstość chmury punktów z naziemnego skanowania laserowego zaprezentowana w skali barwnej oraz pikiety pozyskane techniką GNSS RTK i tachimetrycznie (czarne punkty).

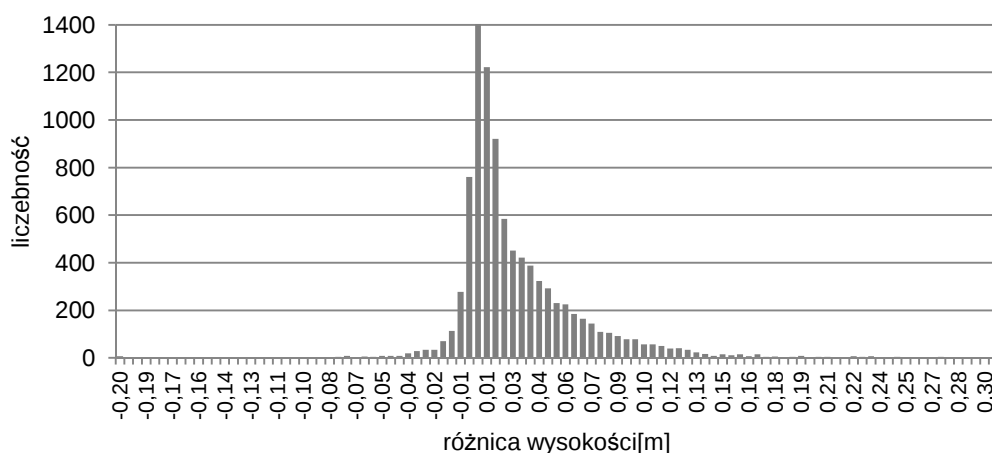
3. Opracowanie danych pomiarowych i modeli wysokościowych

Wstępne odfiltrowanie danych pomiarowych przeprowadzono w oprogramowaniu Trimble Inpho. Rezultat opracowania w postaci numerycznego modelu pokrycia terenu (NMPT) opracowanego w oprogramowaniu ArcGIS firmy Esri prezentuje Rys. 3. Model ten powstał ze wszystkich punktów chmury i pikiet wysokościowych poprzez interpolację metodą IDW wyznaczającą wysokość węzła siatki poprzez średnią ważoną, gdzie waga jest odwrotnie proporcjonalna do odległości punktów branych pod uwagę w wyznaczaniu wysokości węzła siatki. Dla obszaru opracowania utworzono również numeryczny model terenu (NMT). Punkty związane z pokryciem - w szczególności budynki i obiekty antropogeniczne zostały tu usunięte za pomocą manualnej filtracji.

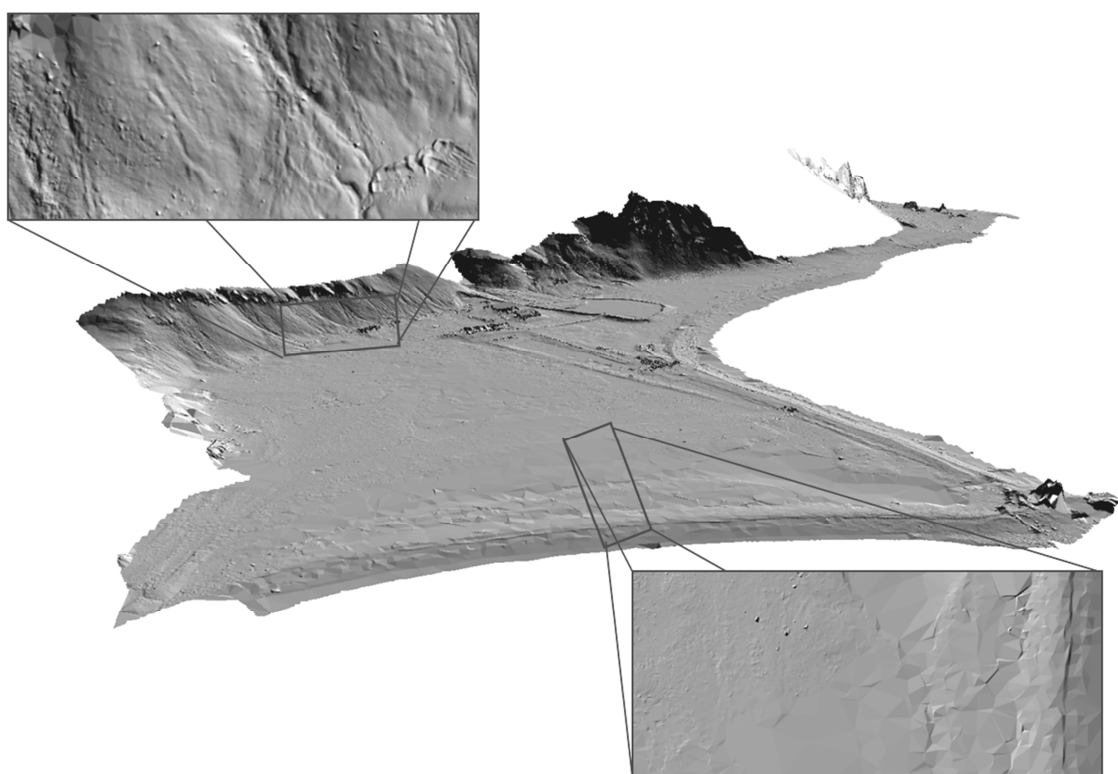


Rys. 3. Numeryczny model pokrycia terenu (NMPT) obszaru okolicy Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego na podstawie wieloźródłowych danych wysokościowych. Wizualizacja za pomocą barwnej prezentacji wysokości z nałożonym modelem cieniowanym.

W celu weryfikacji dokładności opracowanych modeli wysokościowych, wyinterpolowane wysokości modelu zostały porównane z wartościami referencyjnymi w miejscach pomiaru tachimetrycznego lub techniką GNSS RTK. Histogram różnic wysokości zaprezentowano na rysunku 4. Średnia wartość różnicy wyniosła 0.03 m, a dokładność w postaci wartości średniej kwadratowej (RMS - *Root Mean Square*) oszacowano na 0.05 m.



Rys. 4. Histogram różnic wysokości wyinterpolowanych z numerycznego modelu terenu i z pomiaru tachimetrycznego lub GNSS RTK.



Rys. 5. Prezentacja cieniowanego numerycznego modelu terenu z porównaniem miejsc o lepszej i gorszej jakości danych związanych z gęstością i rozmieszczeniem pomiarów wysokościowych (na górze - dane o dużej gęstości z naziemnego skaningu laserowego, na dole - dane o mniejszej gęstości z pomiarów tachimetrycznych i GNSS RTK).

Aby zachować potencjał informacyjny danych, szczególnie na obszarach, na których gęstość danych była bardzo duża, modele opracowano w rozdzielczości 0.2 m. Niestety w obszarach, w których danych ze skaningu laserowego nie było, a wysokość terenu opisywana była tylko przez dane tachymetryczne i obserwacje GNSS RTK model ten prezentuje dużo gorszą dokładność szacowaną na 0.1-0.2 m (Rys. 5) Dla analiz o niższej dokładności utworzono również modele o rozdzielczości nieco niższej tj. 1 m.

4. Dokumentacja techniczna

Dokumentacja techniczna zawiera opracowania w formie numerycznej.

Dane numeryczne, zapisane w katalogu *Numeryczne modele wysokościowe* na dysku stanowiącym załącznik do niniejszego opracowania, stanowią następujące pliki:

- Numeryczny model pokrycia terenu w formacie *GEOTIFF* o rozdzielczości przestrzennej 0.2 m (*NMPT_0_2.tif*)
- Numeryczny model terenu w formacie *GEOTIFF* o rozdzielczości przestrzennej 0.2 m (*NMT_0_2.tif*)
- Numeryczny model pokrycia terenu w formacie *GEOTIFF* o rozdzielczości przestrzennej 1 m (*NMPT_1.tif*)
- Numeryczny model terenu w formacie *GEOTIFF* o rozdzielczości przestrzennej 1 m (*NMT_1.tif*)
- Numeryczny model pokrycia terenu w formie modelu cieniowanego w formacie *GEOTIFF* o rozdzielczości przestrzennej 1 m (*cienNMPT_1.tif*)
- Numeryczny model terenu w formie modelu cieniowanego w formacie *GEOTIFF* o rozdzielczości przestrzennej 1 m (*cienNMT_1.tif*)
- Georefencja modeli wysokościowych w różnych rozdzielczościach zapisanych w formacie *GEOTIFF* (*NMPT_0_2.tfw*; *NMT_0_2.tfw*; *NMPT_1.tfw*; *NMT_1.tfw*; *cienNMPT_1.tfw*; *cienNMT_1.tfw*)
- Numeryczny model pokrycia terenu w formacie *AutoCAD 2013 DWG* o rozdzielczości przestrzennej 0.2 m (*NMPT_0_2.dwg*)
- Numeryczny model terenu w formacie *AutoCAD 2013 DWG* o rozdzielczości przestrzennej 0.2 m (*NMT_0_2.dwg*)
- Numeryczny model pokrycia terenu w formacie *AutoCAD 2013 DWG* o rozdzielczości przestrzennej 1 m (*NMPT_1.dwg*)
- Numeryczny model terenu w formacie *AutoCAD 2013 DWG* o rozdzielczości przestrzennej 1 m (*NMT_1.dwg*)
- Numeryczny model pokrycia terenu w formacie tekstowym o rozdzielczości przestrzennej 0.2 m w konwencji ENZ (*NMPT_0_2.txt*)
- Numeryczny model terenu w formacie tekstowym o rozdzielczości przestrzennej 0.2 m w konwencji ENZ (*NMT_0_2.txt*)
- Numeryczny model pokrycia terenu w formacie tekstowym o rozdzielczości przestrzennej 1 m w konwencji ENZ (*NMPT_1.txt*)
- Numeryczny model terenu w formacie tekstowym o rozdzielczości przestrzennej 1 m w konwencji ENZ (*NMT_1.txt*)

- Numeryczny model pokrycia terenu w formacie *LandXML* w wersjach 1.0, 1.1 i 1.2 o rozdzielczości przestrzennej 0.2 m w konwencji NEZ (*NMPT_0_2_v10.xml*; *NMPT_0_2_v11.xml*; *NMPT_0_2_v12.xml*)
- Numeryczny model terenu w formacie *LandXML* w wersjach 1.0, 1.1 i 1.2 o rozdzielczości przestrzennej 0.2 m w konwencji NEZ (*NMT_0_2_v10.xml*; *NMT_0_2_v11.xml*; *NMT_0_2_v12.xml*)
- Numeryczny model pokrycia terenu w formacie *LandXML* w wersjach 1.0, 1.1 i 1.2 o rozdzielczości przestrzennej 1 m w konwencji NEZ (*NMPT_1_v10.xml*; *NMPT_1_v11.xml*; *NMPT_1_v12.xml*)
- Numeryczny model terenu w formacie *LandXML* w wersjach 1.0, 1.1 i 1.2 o rozdzielczości przestrzennej 1 m w konwencji NEZ (*NMT_1_v10.xml*; *NMT_1_v11.xml*; *NMT_1_v12.xml*)

Główny autor opracowania: Krzysztof Bakula – k.bakula@gik.pw.edu.pl



POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ GEODEZJI I KARTOGRAFII



Plac Politechniki 1, p. 301, 00-661 Warszawa,
www.gik.pw.edu.pl
tel. (22) 234 72 23, e-mail: dziekan@gik.pw.edu.pl

Temat pracy:

**Pomiar fotopunktów w okolicy Polskiej Stacji Antarktycznej
im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego**

Kierownik projektu: dr inż. Marcin Rajner
Wykonawcy: dr inż. Marcin Rajner
mgr inż. Sławomir Łapiński
mgr inż. Maria Kowalska
mgr inż. Mariusz Pasik

marzec 2015 r.

1. Przedmiot i cel pracy

Pozycje fotopunktów w rejonie Polskiej Stacji Antarktycznej im. Henryka Arctowskiego na Wyspie Króla Jerzego założono w celu ich wykorzystania do georeferencji zobrazowań fotogrametrycznych i satelitarnych. Jako fotopunktu wykorzystano punkty charakterystyczne infrastruktury technicznej i budynków stacji oraz domku obserwacyjnego na przylądku Demay Point.

2. Metodyka pomiaru

Pomiar współrzędnych geodezyjnych fotopunktów wykonano techniką satelitarną RTK w nawiązaniu do dwufunkcyjnej osnowy geodezyjnej założonej w okolicy stacji. Wysokości ortometryczne punktów wyznaczono metodą niwelacji trygonometrycznej względem średniego poziomu morza wyznaczonego w latach 1998-1999, za wyjątkiem punktu FOT8 zlokalizowanego na przylądku Demay Point, którego wysokość określono metodą niwelacji satelitarnej przy założeniu średniego odstępów geoidy $N=20,834$ m wyznaczonego w rejonie stacji.

3. Lokalizacja fotopunktów

Szczegółową lokalizację fotopunktów i ich współrzędne przedstawiają poniższe opisy oraz fotografie.

Główny autor opracowania: Maria Kowalska – m.kowalska@gik.pw.edu.pl

Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT1	3107265.633	423460.519	1.593
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 31.545029 S	58 28 08.583249 W	22.427
Opis punktu	<i>Południowy narożnik budynku Meteo. Wysokość odnosi się do terenu.</i>		

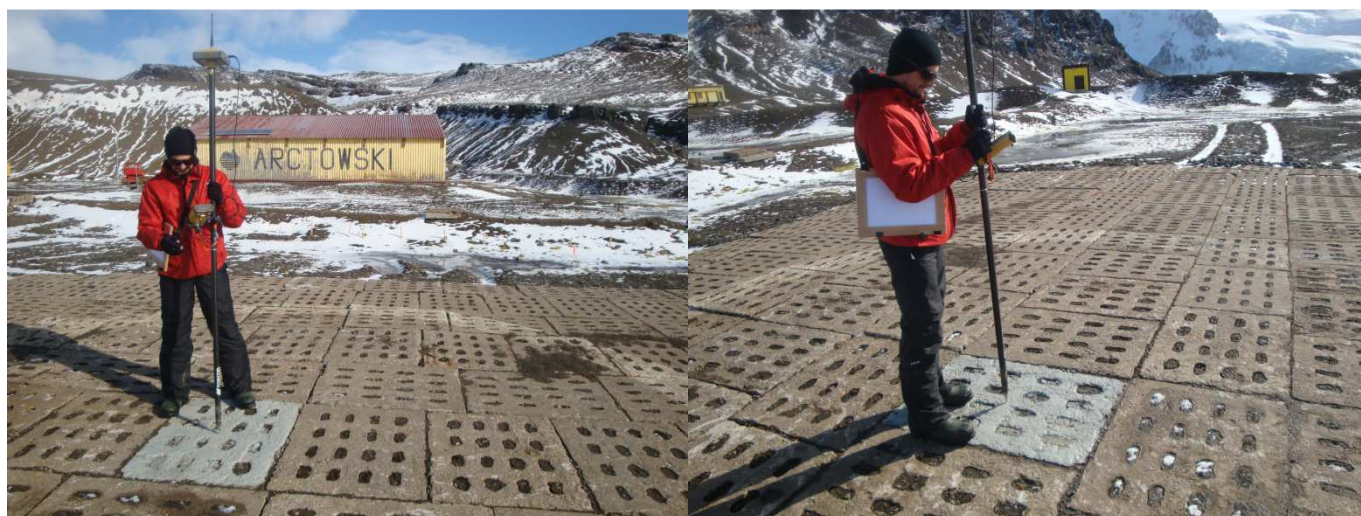
Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT1_DACH	3107265.623	423460.525	4.812
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 31.545337 S	58 28 08.582852 W	25.646
Opis punktu	<i>Południowy narożnik budynku Meteo. Wysokość odnosi się do poziomego dachu.</i>		



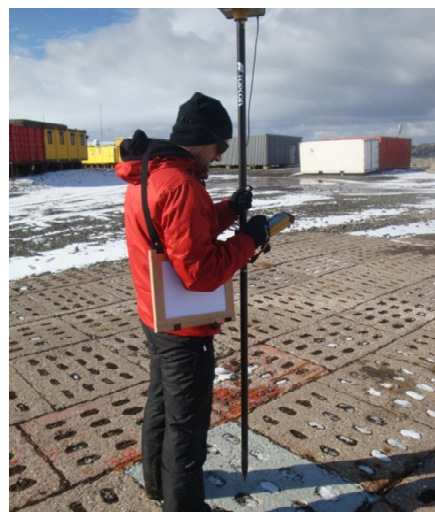
Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT2	3107194.889	423501.194	2.019
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 33.860158 S	58 28 05.884617 W	22.853
Opis punktu	<i>Maszt meteorologicznej stacji pomiarowej (narożnik północno-zachodni)</i>		



Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT3	3107201.058	423267.242	2.186
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 33.489308 S	58 28 22.034024 W	23.020
Opis punktu	<i>Środek lądowiska dla helikopterów zlokalizowanego bliżej magazynów.</i>		



Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT4	3107169.836	423243.756	2.559
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 34.480651 S	58 28 23.705305 W	23.393
Opis punktu	Środek lądowiska dla helikopterów zlokalizowanego bliżej wybrzeża.		



Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT5	3107135.147	423245.150	3.270
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 35.602259 S	58 28 23.663479 W	24.104
Opis punktu	<i>Południowo-wschodnia krawędź skrzyżowania ścieżki prowadzącej od budynku głównego do hali agregatów. Na zdjęciu w tle hala agregatów.</i>		



Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT6	3107050.283	423212.413	4.386
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 38.319667 S	58 28 26.058008 W	25.220
Opis punktu	<i>Południowa krawędź przecięcia chodników biegnących do domków letnich.</i>		



Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT7	3107046.320	423217.435	4.072
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 38.451387 S	58 28 25.717351 W	24.906
Opis punktu	<i>Północna krawędź przecięcia chodników biegnących do domków letnich.</i>		



Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (**)
FOT8	3100868.276	425101.863	7.338
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 12 59.398627 S	58 26 25.042156 W	28.172
Opis punktu	Refugio na przylądku Demay Point – południowo-wschodni narożnik dachu budynku. Wysokość nad poziomem gruntu 285 cm.		



Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT9	3106739.151	423458.818	30.327
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 48.551369 S	58 28 09.525487 W	51.161
Opis punktu	<i>Środek krzyża mogiły Włodzimierza Puchalskiego na poziomie terenu.</i>		



Nr punktu	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m] (*)
FOT9_GORA	3106738.940	423459.095	33.270
	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
	62 09 48.558411 S	58 28 09.506693 W	54.104
Opis punktu	<i>Wierzchołek krzyża mogiły Puchalskiego.</i>		



Wykaz współrzędnych fotopunktów

NR	B [° ' "]	L [° ' "]	H _{el} [m]
FOT1	62 09 31.545029 S	58 28 08.583249 W	22.427
FOT1_DACH	62 09 31.545337 S	58 28 08.582852 W	25.646
FOT2	62 09 33.860158 S	58 28 05.884617 W	22.853
FOT3	62 09 33.489308 S	58 28 22.034024 W	23.020
FOT4	62 09 34.480651 S	58 28 23.705305 W	23.393
FOT5	62 09 35.602259 S	58 28 23.663479 W	24.104
FOT6	62 09 38.319667 S	58 28 26.058008 W	25.220
FOT7	62 09 38.451387 S	58 28 25.717351 W	24.906
FOT8	62 12 59.398627 S	58 26 25.042156 W	28.172
FOT9	62 09 48.551369 S	58 28 09.525487 W	51.161
FOT9_GORA	62 09 48.558411 S	58 28 09.506693 W	54.104

NR	X UTM [m]	Y UTM [m]	H _{ort} [m]
FOT1	3107265.633	423460.519	1.593 (*)
FOT1_DACH	3107265.623	423460.525	4.812 (*)
FOT2	3107194.889	423501.194	2.019 (*)
FOT3	3107201.058	423267.242	2.186 (*)
FOT4	3107169.836	423243.756	2.559 (*)
FOT5	3107135.147	423245.150	3.270 (*)
FOT6	3107050.283	423212.413	4.386 (*)
FOT7	3107046.320	423217.435	4.072 (*)
FOT8	3100868.276	425101.863	7.338 (**)
FOT9	3106739.151	423458.818	30.327 (*)
FOT9_GORA	3106738.940	423459.095	33.270 (*)

(*) wysokość ortometryczna odniesiona do średniego poziomu morza w rejonie stacji

(**) wysokość ortometryczna wyznaczona w oparciu o średni odstęp geoidy N=20,834 m wyznaczony w rejonie stacji