# Fotogrametryczne opracowanie stereogramu zdjęć lotniczych: orientacja modelu stereo, numeryczny model terenu, ortofotogram oraz mapa 3D

Część A: Orientacja stereogramu cyfrowych zdjęć lotniczych z wykorzystaniem systemu Racurs Photomod



## 1. Wprowadzenie teoretyczne

## Orientacja stereogramu zdjęć lotniczych na stacji fotogrametrycznej Racurs Photomod

Cyfrową stacją fotogrametryczną nazywamy zestaw programów komputerowych do opracowania zdjęć lotniczych lub naziemnych. W ogólności programy te służą do pracy na zdjęciach zgrupowanych najczęściej w bloki zdjęć, składające się z szeregów, a te - ze stereogramów. W szczególności dla naszego ćwiczenia wybrano pojedynczy stereogram. W programie służącym do obserwacji stereoskopowej (w naszym przypadku Racurs Photomod) realizowana jest bezpośrednio zależność pomiędzy położeniami (współrzędnymi  $\mathbf{x}_i, \mathbf{y}_i$  i  $\mathbf{x}_p, \mathbf{y}_p$ ) kursorów (znaczków pomiarowych) na obu zdjęciach a współrzędnymi terenowymi wyznaczonymi przez przecięcie dwóch promieni rzutujących zdefiniowanych środkami rzutów i położeniem kursorów na zdjęciach. Mówiąc inaczej, każdemu położeniu kursorów na obu zdjęciach odpowiada jeden punkt przecięcia w przestrzeni przedmiotowej (punkt terenowy). Jeżeli kursory zostaną umieszczone na obrazie tego samego punktu na obu zdjęciach (punkty homologiczne), to w przecięciu promieni rzutujących uzyskamy współrzędne terenowe (XYZ) punktu. Praca na stacji fotogrametrycznej polega, zatem na znajdowaniu na obu zdjęciach punktów homologicznych i po umieszczeniu na nich znaczków pomiarowych dokonaniu rejestracji wyznaczonych współrzędnych terenowych. Zasada ta realizowana jest w praktyce z wykorzystaniem sztucznego efektu stereoskopowego i niejako od tyłu. Zgodnie z zasadą sztucznego efektu stereoskopowego przestrzenny znaczek pomiarowy (dwa znaczki pomiarowe kojarzone w naszym umyśle w jeden punkt przestrzenny) dotyka powierzchni modelu stereoskopowego tylko wtedy, gdy oba znaczki materializują na zdjęciach ten sam punkt. Zatem jeśli obserwowany znaczek przestrzenny znajduje się poza powierzchnią modelu (nad lub pod), wtedy wyznaczany w przecięciu promieni punkt nie należy do zbioru punktów terenowych, a kursory nie mogą pokazywać tego samego punktu na obu zdjęciach.

Zasadę pracy stacji fotogrametrycznej można wyjaśnić poprzez analizę równań kolinearności wiążących układy zdjęcia lewego ( $x_1$ ,  $y_1$ ) i prawego ( $x_p$ , $y_p$ ) z przestrzennym układem terenowym (X, Y, Z):

$$x = -c_k \frac{r_{11}(X - X_0) + r_{21}(Y - Y_0) + r_{31}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)}$$
$$y = -c_k \frac{r_{12}(X - X_0) + r_{22}(Y - Y_0) + r_{32}(Z - Z_0)}{r_{13}(X - X_0) + r_{23}(Y - Y_0) + r_{33}(Z - Z_0)}$$

Jeśli znamy elementy orientacji zewnętrznej i wewnętrznej zdjęć (c<sub>k</sub>, X<sub>0</sub>, Y<sub>0</sub>, Z<sub>0</sub>, oraz kąty  $\phi$ ,  $\omega$ ,  $\kappa$  zawarte w elementach macierzy obrotów a<sub>ii</sub>) to znając współrzędne terenowe punktu (X,Y,Z) możemy wyliczyć jego położenie na zdjęciu lewym i prawym. Praktycznie realizowane jest to w ten sposób, że za pomocą manipulatora (myszy) generowane są przyrosty współrzędnych terenowych  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ , a program oblicza dla prawego i lewego zdjęcia położenie (x,y) kursorów na tych zdjęciach. Równocześnie obserwator śledzi efekt w postaci położenia przestrzennego kursora na stereogramie stwierdzając, czy jest on pod czy nad modelem. W zależności od tego dalej zmienia współrzędne terenowe trzema generatorami myszy zbliżając się coraz bardziej do celu, czyli osadzenia kursora na powierzchni modelu. Po zrealizowaniu tego zadania następuje rejestracja współrzędnych, będących szukanymi współrzędnymi terenowymi punktu.

Jak widać z tych równań, praca w trybie pomiaru autogrametrycznego (pomiary stereoskopowego z rejestracją współrzędnych terenowych) jest możliwa pod warunkiem wyznaczenia elementów orientacji zewnętrznej każdego zdjęcia stereogramu (elementy orientacji wewnętrznej są znane). Wyznaczenie wartości tych elementów jest celem procedury zwanej orientacją lub strojeniem stereogramu.

Orientacja stereogramu w systemie Racurs Photomod przebiega w 4 etapach:

- A. Założenie projektu fotogrametrycznego (def. Szeregu, zdjęć, kamery
- B. Orientacja wewnętrzna
- C. Orientacja wzajemna
- D. Orientacja bezwzględna

#### Ad.A. Projekt fotogrametryczny

Jest to plik lub zestaw plików zawierających dane i metadane fotogrametryczne. W naszym przypadku projekt fotogrametryczny założono dla jednego stereogramu. W praktyce stosuję się zasadę: jeden projekt - jeden blok. W różnych systemach fotogrametrycznych projekt jest reprezentowany przez różne formaty plików zawierające: ogólne dane o projekcie, dane kamer/kamery, dane zdjęć, dane modeli, dane fotopunktów, dane pomiarów wykonanych na zdjęciach (punktów wiążących oraz fotopunktów).

#### Ad. B. Orientacja wewnętrzna

Orientacja wewnętrzna jest procedurą, w której wykonywana jest transformacja płaska układu pikselowego do układu zdjęcia. Przebiega ona w różny sposób w zależności od tego, czy wykonujemy ją dla zeskanowanych zdjęć z kamer analogowych, czy też dla zdjęć z kamer cyfrowych.

Na zdjęciach z kamer cyfrowych układ obrazu jest zawsze równoległy do układu pikselowego. Układy te różnią się jedynie położeniem punktów początkowych i jednostkami. Dla układu obrazu jest to lewy górny narożnik obrazu, a dla układu zdjęcia punkt główny (x<sub>0</sub>, y<sub>0</sub>), który najczęściej znajduje się w pobliżu środka obrazu. Różnicę jednostek obu układów determinuje wielkość piksela matrycy kamery (**Pixel Size**), która musi być znana. Współrzędne w układzie pikselowym to wielkości niemianowane, określające numer wiersza i kolumny mierzonego piksela. Przeliczenie jednostek z układu pikselowego na układ zdjecia wymaga przemnożenia współrzędnych pikselowych przez wielkość rzeczywistą piksela matrycy obrazu. Ponieważ transformacja układu pikselowego do układu zdjęcia w tym przypadku sprowadza się do przesunięcia (translacji) i zmiany jednostek układu pikselowego, dlatego w większości stacji fotogrametrycznych wystarczy podać wielkość matrycy obrazu, współrzędne pikselowe punktu głównego oraz rozmiar piksela matrycy, aby program sam wykonał orientację wewnętrzną.

#### Ad. C. Orientacja wzajemna

Celem tego etapu orientacji stereogramu jest wyznaczenie parametrów opisujących wzajemne położenie zdjęć. Orientacja wzajemna jest procedurą analityczną, w wyniku której doprowadzane są do przecięcia wybrane promienie homologiczne wiązek obu zdjęć stereogramu.

Wielkość  $B_x$  przyjmowana jest przez program jako składowa bazy w skali zdjęcia (b<sub>x</sub>). Nie jest to wielkość podawana przez operatora, lecz obliczana przez program, jako średnia paralaksa podłużna ze

współrzędnych x' i x'' wszystkich punktów użytych do obliczeń. W takim przypadku model, przez który rozumiemy punkty przecięcia promieni jednoimiennych powstaje w skali bardzo zbliżonej do wymiarów matrycy kamery cyfrowej.

Obliczenie 5 elementów orientacji wzajemnej oraz współrzędnych przecięcia promieni jednoimiennych wykonuje się w przestrzennym układzie modelu, który pokrywa się z przestrzennym układem zdjęcia lewego (w metodzie kątowo-liniowej z założenia elementy kątowe lewego zdjęcia są równe zero). Układ ten zaczepiony jest w środku rzutów lewego zdjęcia, osie X i Y są odpowiednio równoległe do osi x i y na zdjęciu, a oś Z pokrywa się z osią kamery.

Ze względu na nieliniowość równań kolinearności, z których wyznaczane są elementy orientacji wzajemnej, proces obliczeniowy przeprowadzany jest iteracyjnie, natomiast jako przybliżone wartości elementów orientacji wzajemnej przyjmuje się wartości zerowe.

Miarą poprawności przeprowadzonej orientacji wzajemnej jest szczątkowy błąd nieprzecięcia promieni jednoimiennych. Ponieważ wektor nieprzecięcia promieni (definiowany jako odcinek najkrótszej odległości pomiędzy promieniami skośnymi) występuje w kierunku prostopadłym do bazy (kierunek zbliżony do kierunku osi Y), dlatego nazywa się go błędem szczątkowym paralaksy poprzecznej. Przyjmujemy, że dla dobrze wykonanej orientacji wzajemnej wielkość tego błędu w skali zdjęcia nie powinna przekraczać 0.5 piksela.

W wyniku orientacji wzajemnej uzyskujemy tak zwany model fotogrametryczny. Nie posiada on jeszcze właściwej orientacji bezwzględnej, ale pozwala na prowadzenie pomiaru stereoskopowego w skali modelu. Układ modelu w przypadku kątowo-liniowej metody orientacji jest tożsamy z przestrzennym układem zdjęcia lewego. Mierzone na zdjęciach punkty homologiczne uzyskują współrzędne w tym właśnie układzie.

W celu realizacji orientacji wzajemnej należy pomierzyć, co najmniej 5 par punktów, reprezentujących promienie homologiczne (czyli jednoimienne tzn. takie, które reprezentują obraz tego samego punktu w obu wiązkach). Punkty te mierzymy w tzw. sześciu rejonach Grubera. Takie rozmieszczenie punktów zapewnia korzystne geometrycznie uwarunkowania rozwiązania a ponadto dysponujemy jedną obserwacją nadliczbową, co umożliwia ocenę dokładności wykonanych pomiarów i wykrycie błędów. Błędy mogą być spowodowane np. pomyłką w identyfikacji punktów. Uściślając, mierząc sześć lub więcej punktów wiążących, dążymy do jak najlepszego przecięcia się promieni jednoimiennych, czyli takiego, dla którego promienie jednoimienne będą przechodzić jak najbliżej siebie.

## Ad. D. Orientacja bezwzględna

Orientacja bezwzględna jest procedurą, w której wyznaczane są współczynniki 7-parametrowej transformacji przestrzennej układu modelu do układu terenowego (geodezyjnego). Do wykonania tego zadania konieczne jest posiadanie na stereogramie, co najmniej trzech fotopunktów, nieleżących na jednej prostej. Współrzędne terenowe tych fotopunktów uzyskujemy np. w wyniku pomiaru geodezyjnego. Współrzędne fotopunktów w układzie modelu uzyskujemy w drodze ich pomiaru na zdjęciach po orientacji wzajemnej. Jak w każdym z poprzednich etapów należy dążyć do tego, aby posiadać spostrzeżenia nadliczbowe umożliwiające wykonanie analizy dokładności przeprowadzonego etapu. W ramach wykonanej transformacji obliczane są elementy orientacji bezwzględnej modelu. Umożliwia to określenie elementów orientacji zewnętrznej zdjęć, co pozwala na generowanie dalszych produktów kartograficznych. W skrócie można powiedzieć, że 12 elementów orientacji zewnętrznej uzyskujemy w drodze wyznaczenia 5 elementów orientacji wzajemnej oraz 7 elementów orientacji bezwzględnej (5+7=12).

## 2. Przebieg ćwiczenia

- 2.1. Przygotowanie programu (czynności do wykonania jeden raz po instalacji)
- 1. Włączenie programu Photomod ikoną 📕
- 2. Ustawienia wstępne. Ustawiamy katalog roboczy:

PHOTOMOD initial setup	×
Settings folder	
D:\Projekty\Photomod\	
○ For all users on this computer	Only for me
Centralized profile management	
Use	
Centralized management folder	
Manage network profiles	
ОК	Cancel

Po zatwierdzeniu pojawia się informacja o konieczności utworzenia profilu:

🛷 Information		—	×
4	t least one profile must be created		^
1			
			~
	ОК		

3. Utworzenie profilu o defaultowych ustawieniach:

🞻 New profile		×
Input new profile name		
Local profile 1		
	ОК	Cancel

4. Podać nazwę folderu wirtualnego TiFZAO, wskazać [...] i wskazać katalog odpowiadający katalogowi wirtualnemu np. D:\Projekty\Photomod\ i zatwierdzić **OK**.

Connect virtual folder	_		×
Virtual folder name			
TIFZAO			
Contents			
Folder			
D:\Projekty\Photomod			
⊖ Storage group			
		Edit	
	ОК	Cance	el l
		-	

## 5. Należy potwierdzić restart **Photomoda**.

🛷 Infor	nation	_		×
1	For the changes to take effect it is necessary to restart all PHO currently running.	TOMOD	modules	*
	ОК			Ť

## 2.2. Założenie projektu

6. Po samoczynnym restarcie programu w oknie **Project management** dać **Create**:



Tworzymy nowy projekt, podając nazwę projektu, opcja **Central projection** (projekt dotyczy zwykłych zdjęć tworzonych w rzucie środkowym), układ współrzędnych 1992 oraz klikamy katalog wirtualny TiFZAO:

Jame		
(rakow		
escription		
-comption		~
		~
ype		
Central projection	O ADS 40/80/100	
Satellite scanner imagery	○ VisionMap A3 SLF	
Coordinate system		
WGS 84 / TM 1992/19 (WGS 84 / TM	1 1992/19) Select	
		-
Relief elevation min	m max m	
Relief elevation min roject path	m max m	
Relief elevation min roject path /TiFZAO /TiFZAO/AutoSave /TiFZAO/Config	m max m	
Relief elevation min Project path 	m max m	
Relief elevation min Project path (TIFZAO) (TIFZAO/AutoSave (TIFZAO/Config) (TIFZAO/Logs) (TIFZAO/Profiles)	m max m	¢
Relief elevation min roject path 	m max m	
Relief elevation min roject path 	m max m	<b>Q</b> (‡)
Relief elevation min Project path /TiFZAO/AutoSave /TiFZAO/Config /TiFZAO/Logs /TiFZAO/Profiles /TiFZAO/Scripts /TiFZAO/Imp /TiFZAO/UserData	m max m	
Relief elevation min Project path (TIFZAO/AutoSave (TIFZAO/Config) (TIFZAO/Config) (TIFZAO/Logs) (TIFZAO/Profiles) (TIFZAO/Scripts) (TIFZAO/Tmp) (TIFZAO/UserData)	m max m	2
Relief elevation min Project path 	m max m	2
Relief elevation min Project path 	m max m	2
Relief elevation min Project path (TIFZAO/AutoSave /TIFZAO/Config /TIFZAO/Logs /TIFZAO/Logs /TIFZAO/Profiles /TIFZAO/Scripts /TIFZAO/Scripts /TIFZAO/UserData	m m	
Relief elevation min Project path TIFZAO/AutoSave TIFZAO/Config TIFZAO/Config TIFZAO/Logs TIFZAO/Profiles TIFZAO/Scripts TIFZAO/Tmp TIFZAO/UserData	m max m	

Klikamy na katalog TiFZAO i na dole pojawia się ścieżka /TiFZAO/Krakow i dajemy OK.

7. Samoczynnie otwiera się okienko do definicji bloku:

😪 New strip	×
Name: Strip 1	
🗌 Irregular strip	
	OK Cancel

Dajemy **OK**.

- Otwieramy z menu głównego okienko Project Project state, w którym można również uruchamiać poszczególne funkcje lub przynajmniej obserwować przebieg orientacji naszego modelu.
- Chwilowo, bez zamykania okien Photomoda, przechodzimy do struktury katalogu D:\Projekty\Photomod\ i widzimy, że w katalogu projektu Kraków utworzyła się struktura katalogów. Tworzymy w D:\Projekty\Photomod\ katalog Fotogramy i do niego kopiujemy 2

obrazy (**17\_1396\_rgb.tif**, **17\_1397\_rgb.tif**) i plik ze współrzędnymi osnowy fotogrametrycznej (**osnowa.txt**).

- 10. Wracamy do **Photomoda**, w otwartym oknie **Block editor** dodajemy zdjęcie ikoną (Add images from resources) oba obrazy wskazujemy je w katalogu **Fotogramy**, po zatwierdzeniu przetwarzają się: dla każdego generuje się piramida obrazów oraz tile'owanie.
- 11. Można nacisnąć przycisk **Refresh** w **Project state** i zobaczyć, że zdjęcia zostały dodane. Ustawione są poprawnie, wstępnie według standardowego pokrycia podłużnego 60proc.



12. Wyszukujemy otwarty pasek AT:



😎 Camera	– 🗆 X
Import Export Standard cameras	
Camera: DMC 153	
Camera type	t of origin 🔥
Digital     O Film	
Show digital camera parameters in	
⊚mm ⊖pix Olr	n lower left corner 📃
Focal length, mm:     120     Pixel       Calibration date:     Image: 10.04.2020 model     X: 1       Principal point, mm:     X: 0.0000     Sensor       Description:     Image: 10.0000     Image: 10.0000	size, micron 2 Y: 12 or size, pix (optional) X: 7680 Y: 13824
Nee	
INONE	~
	OK Cancel

Następnie zapisujemy nową kamerę **OK**.

## 2.3. Orientacja wewnętrzna

13. W oknie Manage project cameras zaznaczamy nasze zdjęcia w polu Project images, wybieramy kamerę DMC\_153, obrót 0 stopni przy zaznaczonych opcjach Assign... oraz Set camera rotation... i dajemy Execute.



Informacja w tabeli zdjęć **Project images** aktualizuje się – dzięki podanemu kątowi 0 stop. Policzona zostaje orientacja wewnętrzna – widać plusy w kolumnie **Int. or.**:

Name	Int. or.	Camera	Rotation
🗉 🗹 Strip 1			
✓ 17_1396_rgb	+	DMC 153.x-cam	0°
✓ 17_1397_rgb	+	DMC 153.x-cam	0°

Dajemy Close.

14. Aktualizujemy stan pokazany w Project state przyciskiem Refresh:



Widać, że etap orientacji wewnętrznej mamy zaliczony.

## 2.4. Orientacja wzajemna

15. Orientacja wzajemna – pomiar punktów wiążących. Zaznaczamy w Block editor oba zdjęcia i wybieramy ikonkę w toolbarze AT (jeśli jest niewidoczny, otwieranie toolbarów odbywa się z menu głównego Window – Toolbars). Otwierają się 2 okna: ze zdjęciami i ich powiększeniami oraz poniżej tabela punktów Triangulation points:



16. Na lewym zdjęciu widać zaznaczone na niebiesko obszary Grubera. W pierwszym klikamy i znajdujemy element jednoznaczny, szukamy go na drugim zdjęciu – używamy ikonek Zoom In, Zoom Out oraz Center on marker 🗐 . Ustawiamy marker na lewym zdjęciu, następnie dajemy tam ikonkę New tie point +, potem ustawiamy marker na prawym zdjęciu na tym samym punkcie i dajemy sąsiednią ikonkę



17. Czynność kontynuujemy: mają być pomierzone po dwa punkty na obu zdjęciach w każdym z 6 obszarów Grubera. Już po pomiarze szóstego punktu wiążącego policzy się wstępnie orientacja wzajemna tych dwóch zdjęć. Kończymy pomiar 12 punktów i sprawdzamy paralaksy poprzeczne (nieprzecięcie się promieni jednoimiennych na pomierzonych przez nas punktach będące wynikiem naszych błędów pomiarowych) – paralaksa możliwa do wyświetlenia w pikselach (na każdym punkcie powinna być mniejsza niż 0,5 piksela – przełącznik jest pod

dwiema ikonami

Jeśli na jakimś punkcie jest przekroczone, należy kliknąć na ten punkt w tabeli, zdjęcia pokażą ten punkt i można go poprawić. Przykładowy błąd popełniony podczas pomiaru znaleziony dzięki analizie paralaks poprzecznych:



Poprawa: przestawiamy marker w poprawne miejsce, dajemy ikonkę **Add/move** measurement into marker position (Ins). Potwierdzamy obliczenia przyciskiem Apply.

18. Następnie należy zapisać raport z orientacji wzajemnej odpowiednią ikoną <sup>III</sup> z ustawieniami jak poniżej:

💎 Relative orientation report settings	×
Main parameters Additional	
Show report	
For all images	
○ For selected images	
Add adjacent images	
Stereopairs	Triplets
Check vertical parallax	Check residuals in triplets
Vertical parallax threshold:	Triplet residuals threshold:
DY 0.5	XY 1.000 Z 2.000
● pix. ○ RMS	● pix. ○ RMS
O mm O Mean abs. value	O mm O Mean abs. value
Max	⊖ m
Check discrepancy of kappa angle from block layout	
Angle discrepancy threshold, degrees: 30.00	
Check number of tie points	
Minimum number: 6	Check number of tie points
Check point distribution uniformity	Minimum number: 2
Check errors in interstrip stereopairs	
	OK Cancel

W raporcie szczególną uwagę należy zwrócić na parametr: Vertical parallax, pix.: RMS, Mean abs., Max.

Raport należy wydrukować do PDFa, wybierając jako drukarkę np. **Microsoft print to PDF**. Po odświeżeniu **Project state** wyglądać powinien tak:



## 2.5. Orientacja bezwzględna

19. Przechodzimy do orientacji bezwzględnej. Importujemy współrzędne terenowe GCP: otwieramy okno z listą punktów ikoną w toolbarze głównym programu, następnie w zakładce dla GCP:

😒 Tria	ngulatio	n points	(total: 12 /	/ visibl	e: 0]										_		$\times$
A ž		GCP list			×	Tie poi	nts										
🖹 M	1 🔺 î	* *	🍋 🔻 🛛	•	X#Y 🔟	XYZ XY.		*\	b *∧	۵ 🔍 🕈	🍠 ź	■ <u>{</u>	4				
Code	•	Name	▲ T	уре	Х	, m	Y, m		Z, m	Std. dev. X,	m Std. (	dev. Y, m	Std. dev. Z, i	m Number of	f meas.		
																0	v
																0	ĸ
																Car	cel
																Re	et
																Ap	ply
			-					-									

dajemy ikonkę	( <b>Import</b> ) (z	osnowa.txt):
---------------	----------------------	--------------

Line template	2							
Name, X, Y, Z								~ 합 🟦
Start import f	rom line	1	▲ ▼					
Preview maxi	mum	10	1 lines					
Automatically	v validate templa	ite 🗸	•					
- Available fi	elds				Fie	ld separators		
Name	StdDev					Comma	Tab	
X								
Y						space		on
Z						Other		
StdDevX StdDev/V					De	rimal separator		Misc
StdDevXY						Defeteele		
StdDevZ						Point only		011-8
					0	Point or comma	9	Parse ° ' "
Preview file:	D:\Projekty\c_krl	k_TiFZAO\osno	wa.txt			1		
	Name	X	Y	Z				^
1	1001	566784.223	243928.594	204.754				
2	1002	566786.056	243913.912	204.681				
3	1003	566809.772	243946.089	204.973				~
Drag a field n	ame from the lis	t of available fie	elds on a grid co	olumn to a	assign	column type.		
Double-click	on grid column	to cancel assigr	nment.					
Points with	existing names -			0.01				
• керіасе				U SKI	p			
Skip empt	ty text attributes							
Convert c	oordinate system	n						
Input coord	linate system							
WGS 84 / 1	TM 1992/19 (WGS	5 84 / TM 1992/	19)				S	elect 💮
Orientation	n: left, geo-refere	encing: global o	oordinate syste	em				
Output coo	rdinate system							
WGS 84 / 1	TM 1992/19 (WGS	5 84 / TM 1992/	19)				S	elect
Orientation	n: left, geo-refere	encing: global o	oordinate syste	em				
							OK	Cancel

Należy zatwierdzić, pojawi się okno ze wstawionymi błędami punktów wg ustawień w programie:

😔 Import G	round Control I	Points			_		×
Name	X, m	Y, m	Z, m	Std. dev. X,	Std. dev. Y,	Std. dev. Z,	
✓ 1001	566784.223	243928.594	204.754	0.2	0.2	0.2	
1002	566786.056	243913.912	204.681	0.2	0.2	0.2	
1003	566809.772	243946.089	204.973	0.2	0.2	0.2	
1004	567155.643	243723.901	211.143	0.2	0.2	0.2	
1005	567164.746	243720.613	211.234	0.2	0.2	0.2	
1006	567164.517	243715.442	211.234	0.2	0.2	0.2	
1007	566919.08	243399.786	226.668	0.2	0.2	0.2	
1008	566936.566	243399.367	227.002	0.2	0.2	0.2	
1009	566918.748	243377.986	226.249	0.2	0.2	0.2	
1010	566845.387	242679.063	205.665	0.2	0.2	0.2	
1011	566857.84	242685.794	204.597	0.2	0.2	0.2	
1012	566872.14	242693.4	203.563	0.2	0.2	0.2	
1013	567154.419	242701.124	203.005	0.2	0.2	0.2	
1014	567157.195	242694.355	202.946	0.2	0.2	0.2	
1015	567165.122	242682.529	203.080	0.2	0.2	0.2	
					ОК	Cance	el

20. Po potwierdzeniu można przejść do pomiaru fotopunktów – jak poprzednio w toolbarze AT

wybieramy ikonę : otwiera się okno do pomiaru **Points measurement** i tabela z punktami **Triangulation points**. Mamy pomierzyć 5 punktów, po jednym z każdego obszaru modelu, tzn. jeden spośród punktów 1001 – 1003, jeden spośród 1004-1006 i tak dalej aż do 1015. Należy samodzielnie wybrać 5 punktów, nie korzystając z wyboru innej osoby.

Pomiar przebiega następująco. Po otwarciu w/w okien należy przełączyć tabelę z punktami na widoczność fotopunktów ikoną:

😎 Triangulation points [te



Wybrany pierwszy punkt zaznaczamy w tabeli i szukamy jego opisu topograficznego: pliki od 1001\_1003.png do 1013\_1015.png. Powiększamy odpowiedni obszar na zdjęciu, zaznaczamy

markerem na jednym zdjęciu, dajemy ikonkę **Add/move measurement into marker** 

**position** (Ins), potem mierzymy to samo miejsce na drugim zdjęciu i także dajemy ikonkę **Add/move measurement into marker position** (Ins). Po pomiarze w tabeli jest widoczne, że w kolumnie **Number of meas.** pojawia się cyfra 2.

Pomiar kontynuujemy na wszystkich wybranych samodzielnie punktach.

-	Points mea	asurement									-		×
•	Q Q 9	🛛 🖽   🖛 🚽	↑ ↓ い   い   器 ⊑	🔊 - 🖇 🗖	🚺   🤙 🤇	* 👌 🔏	¥ 🖌 🗱	₩   ¥°	😿 r 💦 🗎 🗎 🦉 🖿	📰 🗖 🗖 🔖 io 🔯 👢			
	0,0	Q 🔍 🖽	.+ .# .4 🎸 🔐 📘					×	€, €, @, @, ⊞   .+	* 🍕 🔏 🔐   L			×
	17_1396	<u>i_rgb</u>			2				17_1397_rgb				
Ø	(7) 1:80 (	(3437.0000,1364	7.0000)-(-4.8300 mm,80.8260 n	ım)					2 1:80 (448.2000,13597.800	00)-(-40.6956 mm,80.2356 mm)			_
	0.0	Q 🖳 🖽	.+ .# .4 🔏 🔐 L					×	🔍 ् 🍳 🔍 🔳 🙏	· 🖈 🎝 🔏 谢 L			×
	17_1396	i_rgb	19 12	and the second			100		17_1397_rgb	the second second	the second second second		
	1			- <b>4</b> 200					F 1	<b>4</b> 201			
	(T) [ 1 (7	427 0000 126 47	0000 ( 4 0000	,					C 5 1 (440 2000 12507 0000	N ( 40 COEC	and the second second		
	(μ) 3:1 (a	\$437.0000,13047	.0000)-(-4.8300 mm,80.8260 mi	n)			No.		C 3:1 (448.2000, 13597.8000	))-(-40.0950 mm,80.2350 mm)			
	Triangulati	on points [total	: 27 / visible: 15]								-		×
	à 🖌	* 🕯 🗶	🎭 🔹 🛼 🔹 🚧 🙍	<u>xvz xvz</u>	☆ ☆ ☆	°. D. E	)   🍠 ź 🖬 🕻	1 1					
₿×	Code	Name	🔺 Type X, m	Y, m	Z, m	Std. dev. >	(, m Std. dev. Y	, m Std. c	lev. Z, m Number of meas.		^	Ok	¢
1	3	1001	Ground Contre 566784.223	243928.594	204.754	0.2	0.2	0.2	2			C	
1	4	1002	Ground Contre 566786.056	243913.912	204.681	0.2	0.2	0.2	0			Can	Lel
1	5	1003	Ground Contre 566809.772	243946.089	204.973	0.2	0.2	0.2	0			Res	et
1	7	1004	Ground Contre 567164 746	245723.901	211.145	0.2	0.2	0.2	0			6	
1	8	1005	Ground Contre 567164.746 Ground Contre 567164.517	243720.013	211.234	0.2	0.2	0.2	0		~	Арр	ly

21. Po pomiarze pięciu punktów przechodzimy do obliczenia orientacji bezwzględnej, wybieramy z **Project state** przycisk:



Otwiera się toolbar **Block adjustment**, w którym wybieramy ikonę **Edit adjustment and report parameters**:



Otwiera się okno **Parameters**, w którego 3 zakładkach zmieniamy w zakładce **Parameters** w polu **Adjustment method** (metoda wyrównania) na **bundle adjustment** (wyrównanie wiązki):

😎 Parameters	- 🗆 X
Coordinate system Adjustment Report	
Approximation computing method	Tie point rejection
<ul> <li>independent strips</li> </ul>	worst points 10
⊖ by block scheme	over acceptable residuals
Initial approximation parameters	Reject on one iteration:
Use current solution	1 points
Adjustment method	Systematic error compensation
○ keep initial approximation	Camera parameters self-calibration
◯ independent stereopairs	Perform self-calibration
bundle adjustment	Self-calibration parameters
Adjustment parameters	
	Adjust subblock
Model georeference	Select subblock
● free	
O by block scheme	
Basis m 1000	
ОК Сог	Cancel

Natomiast w zakładce **Report** należy zaznaczyć jak poniżej:

💎 Parameters	– 🗆 X
Coordinate system Adjustment Report	
Include in the report	Acceptable residuals
✓ Residuals	It is a same
🗹 control, check	⊖ by point type
🗹 on stereopairs	All
✓ tie and pass residuals	XY 0.200 m
✓ include singles	7 0.200
🗹 on images	- Scale
exterior orientation angles	scale
✓ details	1: 8401
mark bad points	Mean pixel size (GSD) m 0.101
✓ include acceptable	
Exterior orientation parameters	Residuals print format
Catalog	fixed point     floating point
print residuals	
GPS coordinates correction	Model
Exterior orientation angles correction	<ul> <li>alpha, omega, kappa</li> </ul>
Self-calibration results	🔿 omega, phi, kappa
Tie residuals	Units
between models	● radians
○ from mean value	⊖ degrees
	⊖ gons
OK Cor	npute Cancel

Wybieramy przycisk Compute. Wyniki sprawdzamy w oknie Residuals:

Residua	ls		x
RMS	Mean abs. value	Max	
Ex, Ey, E ground 0.036	z, Exy (metre) control points , 0.027 , 0.057 , 0.04	46	^
Stereop	air residuals		
tie point from n 0.000 mutua 0.000 targeted from n 0.000 mutua 0.000	ts nean , 0.000 , 0.000 , 0.00 l , 0.000 , 0.000 , 0.00 l points nean , 0.000 , 0.000 , 0.00 l , 0.000 , 0.000 , 0.00	00 00 00	
tie - pro from n 0.000	jection centers nean , 0.000 , 0.000 , 0.00	00	
0.000	, 0.000 , 0.000 , 0.00	00	•

Zakładka **RMS** podaje błędy średnie kwadratowe na punktach, zakładka **Max** podaje wartości maksymalne odchyłek. Dopuszczalne są na poziomie pół GSD. W naszym przypadku GSD wynosi 0,10m.

- 22. Przyciskiem Report (toolbar **Block adjustment**) generujemy przy domyślnych ustawieniach raport orientacji bezwzględnej, jak poprzednio drukując go do PDFa.
- 23. Ikoną Save orientation results 📾 (toolbar Block adjustment) zapisujemy wynik obliczeń i w oknie Project state dajemy Refresh. Po tym okno Project state powinno wyglądać następująco:



24. W tym momencie można przystąpić do pomiaru stereoskopowego.

## 2.6. Wprowadzenie do pomiaru stereoskopowego

- 25. Należy wybrać oba zdjęcia (w **Block editor** lub ustawiając opcję **Add to selection** w toolbarze **Tools** włącza się go w **Window-Toolbars**).
- 26. Następnie przestawić metodę wyświetlania modelu stereoskopowego w menu głównym **Service Settings**:

😎 Settings	×
Windows     Marker (block scheme)     Marker (stereopair)     Zoom     Accelerated transforms     Control     Modules	Stereo Stereomode Anaglyph Page-flipping
Block scheme     Raster     Stereo     Correlator     DEM     TIN     Grid     Pathway mode     Vectors     Labels     Elevation labels     Point numbers     Coordinate transform     Raster     Orientation     Undo     Backups     Auto-save     System	IBIK shutter glasses Launch driver automatically Setup driver
	OK Cancel

27. W tym samym oknie wybrać **Windows-Marker (stereopair)** i ustawić jako poniżej grubszy i większy znaczek mierzący:

Windows       Marker (stereopair)         Marker (block scheme)       Type         Marker (stereopair)       Type         Bold cross       ✓         Marker (stereopair)       ✓         Modules       Height (pix)         Block scheme       Reset         Stereo       Reset	Windows       Marker (block scheme)         Marker (stereopair)       Type         Bold cross       Width (pix)         Block scheme       Width (pix)         Block scheme       Reset         Block scheme       Color         Block scheme       Reset         Correlator       Color         DEM       Rotate by CS axes         Grid       Pathway mode         Vectors       Labels         Elevation labels       Height (pix)	Windows Marker (block scheme) Marker (stereopair) Zoom Accelerated transforms Control Modules Block scheme Raster Stereo Correlator DEM TIN Grid Pathway mode Vectors Labels Elevation labels Point numbers Coordinate transform Raster Orientation Undo Backups	😎 Settings	×
Corelator     Color     DEM     TIN     Grid	Pathway mode     Pethway mode     Vectors     Labels     Elevation labels	Pathway mode     Vectors     Labels     Elevation labels     Point numbers     Coordinate transform     Raster     Orientation     Direntation     Backups	Settings	X Marker (stereopair) Type Bold cross Width (pix) 35 Height (pix) 35 Reset Color Rotate by CS axes

- wyświetlanie stereo Toggle stereo on/off 🗳.
- 29. Wędrówka po modelu i poruszanie znaczkiem odbywa się przy pomocy narzędzi i przycisków funkcyjnych z toolbaru głównego okna **Stereopair.**

28.