

Krzyworzeka Marcin
Urban Adam
Wrona Tadeusz

PRÓBA OKREŚLENIA DOKŁADNOŚCI POŁOŻENIA RÓŻNYCH SZCZEGÓŁÓW NA ORTOFOTOMAPIE CYFROWEJ

Streszczenie

Przedstawiono wyniki prac dotyczących określenia dokładności wyznaczenia współrzędnych typowych szczegółów terenowych odczytanych z ortofotomapy cyfrowej w skali 1:2000 wraz z wyznaczeniem współrzędnych szczegółów niewidocznych na ortofotomapie.

1. Wstęp

Ortofotomapa cyfrowa jako w pełni kartometryczny materiał umożliwia sporządzanie map tematycznych. Ze względu na bogactwo treści i pełną metryczność z powodzeniem może być także wykorzystana dla celów planowania przestrzennego. Wysoka kartometryczność ortofotomapy umożliwia wyznaczenie współrzędnych punktów terenowych, których dokładność zależy między innymi od rodzaju mierzonego szczegółu. [1] Celem badań było porównanie współrzędnych typowych szczegółów terenowych pozyskanych w wyniku prac polowych ze współrzędnymi tychże punktów odczytanych z obrazu ortofotomapy cyfrowej zwizualizowanej na Video Stereo Digitizer - AGH [3]. Szukano także odpowiedzi na pytanie: w oparciu o współrzędne terenowe jakich punktów (szczeólów) można wyznaczyć współrzędne innych punktów nieodfotografowanych i co wpływa na ich dokładność. Odpowiedź na to pytanie umożliwi przedstawienie sugestii odnośnie wykorzystania ortofotomapy cyfrowej dla celów urządzania terenów rolnych, ewidencji gruntów i budynków, planowania miejscowego, lokalizacji inwestycji i innych. [2]

2. Opis przeprowadzonych prac

Badania przeprowadzono na wycinku barwnej ortofotomapy cyfrowej w skali 1:2000 z terenu Nowa Huta-Chałupki otrzymanej ze zdjęć w skali 1:5000 wykonanych w 1994 r., zeskanowanych z rozdzielczością 1200

dpi. Ortofotomapa ta została sporządzona z pikselem o wielkości terenowej 16 cm. (800 dpi). Wpasowanie w układ współrzędnych terenowych przeprowadzono w oparciu o współrzędne siatki kilometrowej wygenerowanej na obrazie ortofotomapy. W celu wyznaczenia wpływu błędów obserwatora na dokładność określenia współrzędnych pomiary zostały wykonane niezależnie przez 4 obserwatorów.

Z całej powierzchni ortofotomapy wytypowano dwa obszary tj. teren użytków rolnych (Rys.1) i tereny zagospodarowane - (Rys.2). Na każdym z obszarów zaznaczono szczegóły, których współrzędne określono w trakcie opracowania. Współrzędne wybranych punktów odczytano za pomocą autografu cyfrowego VSD.

Dla terenów użytków rolnych odczytano współrzędne szczegółów takich jak:

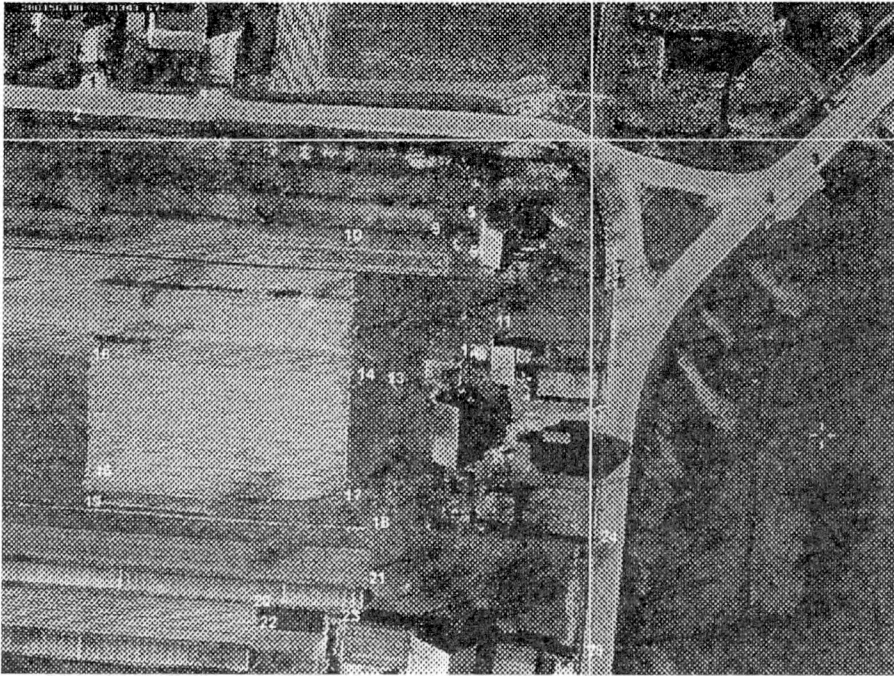
- granice władania (miedze),
- granice użytków.

Na obszarze terenów zagospodarowanych wyznaczeniu podlegały współrzędne następujących szczegółów terenowych:

- narożniki budynków,
- słupy,
- ogrodzenia,
- granice użytków



Rys.1 Wycinek ortofotomapy cyfrowej - teren użytków rolnych [4]



Rys. 2 Wycinek ortofotomapy cyfrowej - teren zagospodarowany [4].

2.1. Określenie błędów pozornych identyfikacji punktów.

Każdy z obserwatorów odczytywał współrzędne terenowe wskazanych szczegółów z obydwu obszarów ośmiokrotnie. Rozkład błędów identyfikacji punktów dla poszczególnych obserwatorów przedstawia tabela 1.

Średnie błędy pozorne identyfikacji 24 szczegółów przez poszczególnych obserwatorów (dla obszarów terenów rolnych) wyrażone w [m].

Tabela 1

Nr pkt.	OB_1 [m]			Ob_2 [m]			Ob_3 [m]			Ob_4 [m]		
	mx	my	mp	mx	my	mp	mx	my	mp	mx	my	mp
	+/-			+/-			+/-			+/-		
Śr. błąd ident. pkt.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Maks. różnice	3x 0.02	1x 0.04	1x 0.04	1x 0.06	1x 0.05	1x 0.07	1x 0.05	1x 0.04	1x 0.05	1x 0.05	2x 0.02	1x 0.05

Tabela 2

Lp	Wart.średnie (1-4)		Obserwator_1		Obserwator_2		Obserwator_3		Obserwator_4		[m]	[m]	[m]	+/- mp
	-X _{gr}	Y _{gr}	dx	dy	dx	dy	dx	dy	dx	dy				
1	410,70	297,32	0,76	0,16	0,30	0,10	-1,41	-0,40	0,36	0,17	0,96	0,27	1,00	
2	402,48	297,29	0,09	0,19	-0,07	-0,25	-0,08	-0,04	0,07	0,11	0,09	0,19	0,21	
3	393,75	156,91	-0,08	-0,04	-0,05	0,09	-0,08	0,09	0,22	-0,14	0,17	0,11	0,20	
4	386,32	165,41	0,01	-0,04	-0,01	-0,05	-0,14	0,05	0,16	0,05	0,12	0,05	0,13	
5	384,64	221,07	-0,15	0,12	-0,02	-0,06	-0,01	0,19	0,05	0,19	-0,11	0,14	0,10	0,17
6	378,76	221,81	0,37	0,04	-0,06	-0,03	-0,22	0	-0,10	-0,01	0,26	0,03	0,26	
7	372,51	197,64	0,01	0,32	-0,02	0,12	0,01	0,36	-0,02	0,11	0,02	0,29	0,29	
8	371,06	197,64	-0,07	-0,05	-0,06	0,02	0,06	0,02	0,05	0,03	0,07	0,04	0,08	
9	374,98	227,71	1,21	-0,08	-3,58	0,03	1,31	-0,07	1,05	0,11	2,39	0,09	2,39	
10	375,96	244,52	1,00	0,61	-3,13	-2,17	1,07	0,75	1,08	0,84	2,09	1,45	2,54	
11	361,46	219,03	-0,41	-0,01	-0,10	0,07	0,46	-0,03	0,05	-0,05	0,36	0,05	0,36	
12	357,32	224,93	-0,12	-0,08	0,06	-0,05	-0,03	0,09	0,10	0,03	0,10	0,08	0,12	
13	353,37	237,71	0,08	0,27	-0,06	-0,04	0,02	0,12	-0,04	-0,35	0,06	0,26	0,27	
14	355,19	245,79	0,02	-0,06	-0,06	-0,05	0	0,08	0,01	0,03	0,04	0,07	0,08	
15	358,92	295,16	-0,08	-0,12	0,10	0,06	0,11	-0,08	0,06	0,16	0,10	0,13	0,16	
16	333,38	295,67	-0,01	0	-0,16	0,06	0,05	-0,07	0,14	0	0,13	0,05	0,14	
17	330,64	246,69	-0,05	-0,08	0,08	0,02	-0,09	-0,03	0,07	0,11	0,08	0,08	0,11	
18	326,15	242,51	0,13	-0,05	-0,30	-0,08	0,04	-0,03	-0,14	0,18	0,21	0,01	0,21	
19	329,51	295,90	-0,05	0,02	0,06	-0,18	-0,05	0,10	0,04	0,05	0,06	0,12	0,13	
20	311,34	263,00	-0,29	-0,19	0,52	-0,15	-0,33	0,14	0,08	0,19	0,39	0,19	0,43	
21	314,15	243,06	-0,02	0,13	0,11	0,13	-0,03	0,38	-0,07	0,36	0,08	0,32	0,33	
22	303,98	264,25	1,17	0,40	-3,22	-1,49	1,02	0,56	1,01	0,53	2,14	0,99	2,36	
23	308,39	247,50	0,56	0,02	-0,17	-0,03	-0,09	0,04	-0,31	-0,10	0,38	0,06	0,38	
24	322,99	200,05	0,18	-0,26	0,03	0,34	-0,47	0,11	0,25	-0,21	0,32	0,28	0,42	

$$X_{gr} - X = dx \quad Y_{gr} - Y = dy$$

Błędy identyfikacji wyliczone z odchyłek od wartości średniej (ogólnej).

Dane z Tabeli 1 sugerują wysoką zgodność identyfikacji przez wszystkich obserwatorów, niezależnie od ich doświadczenia. Jest to zapewne spowodowane dobrze czytelnym odzwierciedleniem szczegółów na ortofotomapie barwnej, a również wykonaniem odczytów współrzędnych przez każdego z obserwatorów w krótkim przedziale czasu (nawet bezpośrednio seria po serii). Przy takim sposobie pomiaru czynnik zapamiętywania mógł istotnie wpłynąć (poprawić) na powtarzalność odczytów. Dane Tabeli charakteryzują tylko zgodność identyfikacji w ramach serii obserwacji wykonanych przez poszczególnych obserwatorów.

W Tabeli 2 zestawiono błędy identyfikacji obliczone na podstawie odchyłek wartości otrzymanych przez poszczególnych obserwatorów od wartości średniej ze wszystkich obserwacji. Wielkości podane w Tabeli 2 odzwierciedlają różnice w identyfikacji tych samych szczegółów dokonanej przez 4 obserwatorów. Wartości te miarodajnie charakteryzują poprawność interpretacji oraz dokładność identyfikacji analizowanych reprezentatywnych szczegółów terenowych. W tabeli zwracają uwagę zbyt duże odchyłki będące wynikiem różnej interpretacji (odczytanie) szczegółu przez poszczególnych obserwatorów.

2.2 Określenie średniego błędu położenia punktu.

Współrzędne wymienionych szczegółów odczytane z ortofotomapy cyfrowej porównano ze współrzędnymi tychże punktów wyznaczonymi z pomiarów terenowych (pomiar instrumentem Theo 020 z nasadką dalmierczą Di4). W tabelach 3 i 4 przedstawiono porównanie współrzędnych terenowych wybranych szczegółów ze współrzędnymi odczytanymi z ortofotomapy cyfrowej. Na ich podstawie zestawiono tabelę wynikową przedstawiającą błędy średnie położenia punktów m_p w terenie - tabela 5.

Średni błąd położenia punktu (teren zagospodarowany)

Tabela 3

Nr pkt.	Typ szczeǳółu	Ortofotomapa		Teren		[m]		
		Xo	Yo	Xt	Yt	dX	dY	mp +/-
5	<i>budynek</i>	-30384.64	280221.07	-30385.25	280220.53	0.61	0.54	0.81
6	<i>budynek</i>	-30378.76	280221.81	-30378.85	280221.30	0.09	0.51	0.52
11	<i>budynek</i>	-30361.46	280219.03	-30361.69	280218.72	0.23	0.31	0.39
7	<i>stłp</i>	-30372.51	280197.87	-30373.58	280197.70	0.08	0.17	0.19
25	<i>stłp</i>	-30300.44	280203.16	-30300.64	280202.94	0.20	0.22	0.30
8	<i>ogrodz</i>	-30371.06	280197.64	-30371.18	280197.31	0.12	0.33	0.35
24	<i>ogrodz</i>	-30322.99	280200.05	-30323.54	280200.35	0.55	-0.30	0.62
9	<i>gr.użytku</i>	-30373.56	280227.74	-30373.63	280227.73	0.07	0.01	0.07
10	<i>gr.użytku</i>	-30374.09	280245.35	-30374.86	280244.90	0.77	0.45	0.89

Średni błąd położenia punktu (teren użytków rolnych).

Tabela 4

Nr pkt.	Typ szczegółu	Ortofotomapa		Teren		[m]		
		X _o	Y _o	X _t	Y _t	dX	dY	mp +/-
2	miedza	-30318.71	280400.25	-30318.75	280400.06	0.04	0.19	0.19
3	miedza	-30297.51	280402.50	-30297.51	280402.21	0.00	-0.29	0.29
15	miedza	-30241.00	280565.44	-30241.31	280565.99	0.31	-0.55	0.63
6	miedza	-30277.13	280404.07	-30277.27	280403.87	0.14	0.20	0.24
11	miedz-uż.	-30225.46	280406.21	-30225.83	280406.71	0.37	-0.51	0.63
13	miedz-uż.	-30231.64	280481.90	-30231.96	280481.28	0.32	0.62	0.70
17	użytek	-30276.93	280550.43	-30277.35	280550.58	0.42	-0.15	0.44
18	użytek	-30275.49	280535.49	-30275.80	280535.17	0.31	0.32	0.44
21	użytek	-30274.23	280489.44	-30274.95	280489.72	0.72	-0.28	0.77

Uśrednione wartości błędów położenia szczegółów.

Tabela 5

Grupa dokładnościowa	Typ szczegółu	Średni błąd położenia punktu m _p [m]
1 grupa	Budynki	0.57
	Słupy	0.24
	Ogrodzenia	0.48
	Miedza	0.34
2 grupa	Miedza-użytek	0.66
	Użytek	0.55

Aby odpowiedzieć na pytanie postawione we wstępie, a dotyczące wyznaczenia położenia szczegółów niewidocznych na ortofotomapie (np. niewidoczna trójmiedza), przeprowadzono próbę wyznaczenia współrzędnych stanowiska (trójmiedza) w oparciu o takie szczegóły terenowe jak: granice władania (miedze), ogrodzenia, słupy. Współrzędne stanowiska wyliczono z domiarów liniowych i porównano ze współrzędnymi otrzymanymi z pomiaru bezpośredniego, które przyjęto za bezbłędne. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 6.

Błędy współrzędnych szczegółów nieodfotografowanych.

Tabela 6

Szczegół	Współrzędne terenowe		Współrzędne wyznaczone		dx [m]	dy [m]	mp +/- [m]
	X _o	Y _o	X	Y			
Słupy	-277.61	406.67	-277.61	406.73	0.00	0.06	0.06
	-227.28	205.07	-227.19	205.18	0.09	0.11	0.14
ogrodzenia	-277.61	406.67	-277.00	406.54	0.61	-0.13	0.62
	-227.28	205.07	-227.13	204.74	0.15	-0.33	0.36
miedze	-277.61	406.67	-277.26	406.05	0.35	-0.62	0.76
	-277.61	406.67	-277.50	406.49	0.11	-0.18	0.21
	-277.61	406.67	-277.42	406.08	0.19	-0.59	0.62

3. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych prac można stwierdzić że:

-dokładność identyfikacji zależy głównie od rodzaju szczegółu (charakteru jego obrazu na ekranie monitora).

- na podstawie wyników analizy dokładnościowej przeprowadzonej dla szczegółów z dwóch grup obejmujących : dobrze identyfikowalne miedze, ogrodzenia, słupy, budynki (grupa I) i granice użytków (grupa II) wynika że średnia wartość błędu położenia punktu mieści się pomiędzy 0.24 m. (słupy) ,a 0.57 m. (budynki). *Wielkości te spełniają kryterium dokładnościowe stawiane mapie zasadniczej w skali 1:2000 tj. (dokładność wyznaczenia położenia punktu w stosunku do najbliższego punktu osnowy geodezyjnej dla I grupy dokładnościowej wynoszące +/- 0.3 mm. w skali mapy).

Średni błąd położenia punktu dla szczegółów grupy II to +/-0.6 mm. w skali mapy, warunek ten także został spełniony- zatem ortofotomapa cyfrowa umożliwia wyznaczenie położenia punktu z dokładnością wymaganą dla mapy w skali 1:2000.

Odrębny problem to konieczność uczytelnienia ortofotomapy, w tym również naniesienia szczegółów nieodfotografowanych. Zaproponowano metodę wyznaczenia współrzędnych punktów szczegółów nieodfotografowanych wykorzystując do tego celu odczytane z ortofotomapy współrzędne „mocnych” punktów tj. słupów, ogrodzeń, dobrze identyfikowalnych miedz. Najmniejsze błędy położenia punktów nieodfotografowanych uzyskano przy wykorzystaniu dla ich wyznaczenia dobrze identyfikowalnych szczegółów punktowych (słupy, czytelne narożniki budynków). Autorzy zdają sobie sprawę, że zbyt skromna ilość obserwacji i analizowanych szczegółów nie pozwala na wyciągnięcie kategoriycznych - w pełni uzasadnionych wniosków. W oparciu o takie dane można przedstawić tylko pewne sugestie odnośnie wpływu różnych czynników na dokładność położenia szczegółów.

Literatura:

[1] Węgrzyn Zbigniew „ Określenie współrzędnych z ortofotografii cyfrowej przy użyciu VSD-AGH ”. -Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum nt. Systemy informacji terenowej GIS/LIS oraz analityczne i cyfrowe opracowania w fotogrametrii i teledetekcji. Kraków 19.05.1994 r.

[2] Węgrzyn Zbigniew „ Uwagi o przydatności ortofotografii cyfrowej w zarządzaniu obszarów wiejskich ”. Materiały Ogólnopolskiego Seminarium nt. Systemy informacji przestrzennej dla obszarów wiejskich z wykorzystaniem danych teledetekcyjnych. Kraków 9.02.1995 r.

- [3] Zieliński A. Jachimski J. Boroń A. „Video Stereo Digitizer i wstępna ocena dokładności pomiaru wielkoskalowych zdjęć lotniczych”. Materiały Ogólnopolskiego Sympozjum nt. Opracowanie cyfrowych map dla potrzeb fotogrametrii i teledetekcji. Kraków 14.05. 1993 r.
- [4] Fragment ortofotomapy cyfrowej udostępniony przez OPGK Kraków

Summary

AN ATTEMPT OF DETAILS ACCURACY DETERMINATION FROM DIGITAL ORTHOPHOTO

Paper presents details accuracy information measured in terrain and from digital orthophoto 1:2000 scale. Paper also consider possibilities of coordinate determination of invisible on orthophoto points.

Marcin Krzyworzeka
Adam Urban
Tadeusz Wrona
Department of Photogrammetry and Remote Sensing
Agricultural University in Krakow.

E-mail: rkrzywo@cyf-kr.edu.pl

Recenzował: Prof. dr hab. inż. Zbigniew Sitek