

Sekcja Fotogrametrii i Teledetekcji Komitetu Geodezji Polskiej Akademii Nauk  
oraz  
Zakład Fotogrametrii i Teledetekcji Akademii Rolniczej w Krakowie

Archiwum Fotogrametrii Kartografii i Teledetekcji  
Vol. 6, 1997, str. 227-234

**Ireneusz Ewiak,**

## **PORÓWNANIE DOKŁADNOŚCI OPRACOWANIA WARSTWICOWEGO METODĄ NUMERYCZNĄ I CYFROWĄ**

### *Spis treści*

*Przedstawiono porównanie wyników opracowania mapy warstwicowej wykonanej na Planicompie P1 Zeiss oraz ImageStation - Intergraph. Pomiar wysokości punktów Numerycznego Modelu Terenu na Planicompie P1 wykonano metodą wysokościowego profilowania terenu, zaś na ImageStation-Intergraph metodą autokorelacji obrazów.*

### **1. Wstęp**

W referacie przedstawiono wyniki opracowania mapy warstwicowej w skali 1:2000 dwiema metodami w oparciu o pomiar Numerycznego Modelu Terenu.

Pierwszy pomiar wykonano na zdjęciach oryginalnych z wykorzystaniem autografu analitycznego P1 firmy Zeiss i dołączonego pakietu programów PHOCUS, zaś warstwicę opracowano za pomocą programu HiFi-88.

Drugi pomiar wykonano na zdjęciach cyfrowych na fotogrametrycznej stacji roboczej ImageStation 6487 firmy Intergraph, a warstwicę opracowano programem MGE Terrain Modeler.

Celem pracy było określenie różnic pomiędzy wynikami uzyskanymi z tych metod.

## 2. Zakres opracowania

Do opracowania wykorzystano stereogram zdjęć lotniczych pola testowego "Wieliczka" (czarno-białe diapozytywy).

Zdjęcia wykonane zostały kamerą RC10 o odległości obrazu 152 mm, w skali 1:5800.

Orientację bezwzględną modelu wykonano na fotopunktach sygnalizowanych o błędzie średnim współrzędnych  $X, Y, Z = \pm 5 \text{ cm}$ .

Do opracowania wybrano otwarty fragment terenu (deniwelacje nie przekraczają 30m), gdyż w założeniu pomiar na zdjęciach cyfrowych miano wykonać w sposób automatyczny, tj. bez pomiaru linii szkieletowych i ręcznej edycji NMT.

Do określenia współrzędnych  $X, Y, Z$  punktów strukturalnych NMT przy pomiarze analitycznym wykorzystano program MDTM systemu PHOCUS.

Średnia odległość sąsiednich punktów opisujących powierzchnię terenu jak i wymiar rastra bazy danych systemu HiFi-88 wynosiły 10m.

Dane początkowe (wyniki pomiaru NMT) wczytano do bazy danych HiFi-88 (program DBSTO).

Pierwotny NMT został przetworzony na regularny systemowy NMT (program UTDEM) na bazie którego został wyinterpolowany ciąg punktów opisujących warstwicę (program UTCLG).

Do pomiaru cyfrowego, zdjęcia zeskanowano za pomocą skanera PS1 firm Zeiss/Intergraph z wielkością piksela  $30 \mu\text{m}$ . Pomiar wysokości wykonano metodą autokorelacji obrazów, programem Match-T. Pomierzono wysokości w wierzchołkach siatki kwadratów o boku 10m. Z pomierzonych wysokości został utworzony trójkątowy model terenu, a następnie model siatkowy o boku oczka siatki 5m. Warstwicę generowano bez wygładzania NMT.

Dla każdej z opracowanych map warstwicowych sporządzono trzy profile oznaczone (A - B) o kierunkach przebiegu:

Profil 1: (A) południowy-wschód - (B) północny zachód

Profil 2: (A) południe - (B) północ

Profil 3: (A) południowy-zachód - (B) północny wschód

Na podstawie par odpowiadających sobie profili odczytano różnice wysokości wybranych punktów.

Jako element oceny dokładności opracowanych map warstwicowych przyjęto błąd średni  $m_{\Delta h}$  (patrz: wzór poniżej) obliczany na podstawie różnic pomiędzy wysokościami punktów określonymi z mapy warstwicowej sporządzonej w systemie HIFI-88 Zeiss oraz systemie ImageStation-Intregraph.

$$m_{\Delta h} = \sqrt{\frac{\sum_1^n \Delta h^2}{2n}}$$

### 3. Otrzymane wyniki

Na przekrojach Wieliczka-Profil 1, sporządzonych na podstawie map warstwicznych wykonanych w systemie HIFI-88 oraz systemie ImageStation-Intergraph, wybrano 23 punkty odpowiadające 23 odległościom liczonym od początku profilu.

W punktach tych, odczytano różnice wysokości przyjmując mapę warstwicową sporządzoną w systemie HIFI-88 za mapę wzorcową.

Otrzymano różnice wysokości w granicach od  $\Delta h_{\min} = 0.00\text{m}$  do  $\Delta h_{\max} = 0.53\text{m}$

Błąd średni różnic wysokości  $m_{\Delta h}$  wybranych punktów obliczony na podstawie poniższego wzoru wyniósł:

$$m_{\Delta h} = \sqrt{\frac{\sum_1^n \Delta h^2}{2n}} = 0.16 \text{ m}$$

Postępując analogicznie, na przekrojach Wieliczka-Profil2 wybrano 25 punktów, otrzymując różnice wysokości od  $\Delta h_{\min} = 0.00\text{m}$  do  $\Delta h_{\max} = 0.88\text{m}$ .

Błąd średni różnic wysokości  $m_{\Delta h}$  wybranych punktów obliczony na podstawie poniższego wzoru wyniósł:

$$m_{\Delta h} = \sqrt{\frac{\sum_1^n \Delta h^2}{2n}} = 0.52 \text{ m}$$

Na przekrojach Wieliczka-Profil3 wybrano 16 punktów.

Różnice wysokości odczytane w tych punktach wahały się w granicach od  $\Delta h_{\min} = 0.00\text{m}$  do  $\Delta h_{\max} = 2.00\text{m}$ , a błąd średni różnic wysokości  $m_{\Delta h}$  obliczony na podstawie poniższego wzoru wyniósł:

$$m_{\Delta h} = \sqrt{\frac{\sum_1^n \Delta h^2}{2n}} = 0.60 \text{ m}$$

#### 4. Spostrzeżenia i wnioski

Różnice wysokości odczytane na podstawie pary profili wahają się w granicach od 0.00m do 2.00m (cięcia warstwcowe). Najmniejsze różnice wysokości odczytano wzdłuż profilu pierwszego, dla którego obliczony błąd  $m_{\Delta h}$  wynosi 0.16m, zaś największe wzdłuż profilu trzeciego, dla którego  $m_{\Delta h}$  wynosi 0.60m.

Warstwice wygenerowane na bazie NMT w obu systemach obarczone są błędem.

Istotny wpływ na dokładność warstw w terenie morenowym ma poprawność rozmieszczenia i odpowiednia gęstość punktów NMT. Gęstość ta powinna się zmieniać w zależności od lokalnego charakteru opracowywanego terenu, podobnie jak gęstość punktów regularnej siatki interpolacyjnej generowanej w systemach cyfrowych.

Istotne jest również dokładne naniesienie linii szkieletowych na wygenerowanych epipolarnych zobrazowaniach modelu stereoskopowego. Jest to widoczne na profilu Nr3, gdzie NMT wygenerowany na ImageStation Intergraph wygładził ciek, co spowodowało różnicę  $\Delta H = 2.0$  m.

Dla cięcia warstwcowego 2m przyjmuje się kryterium błędu średniego wysokości warstwicy w granicach 1/3 cięcia warstwcowego. Na tej podstawie możemy wnioskować, że otrzymane błędy średnie różnic wysokości mieszczą się w tym kryterium.

Mapy warstwcowe sporządzane metodami analitycznymi i numerycznymi mogą być dla terenów morenowych zastąpione z powodzeniem mapami warstwcowymi wykonanymi na bazie systemów cyfrowych.

#### Literatura

- Wysocki J.: Możliwości podnoszenia dokładności fotogrametrycznych opracowań warstwcowych. Mat. konf. PAN, Kraków 1993
- Wysocki J.: On the internal accuracy of the photogrammetric contour lines. Ann. Wars. Agric. Univ. SGGW-AR, Land Reclam, 21 1985
- Hausbrandt S.: Rachunek wyrównawczy i obliczenia geodezyjne, Tom I-II, PPWK, Warszawa 1971

#### Załącznik 1

Rysunek mapy warstwcowej w skali 1:2000 sporządzonej w systemie P-1 Zeiss przy użyciu oprogramowania HIFI-88.

**Załącznik 2**

Rysunek mapy warstwicznej w skali 1:2000 sporządzonej w systemie ImageStation-Intergraph przy użyciu oprogramowania MGE Terrain Modeler

**Załącznik 3**

Przekroje Wieliczka-Profil 1 wykonane na podstawie pomiarów z map warstwicznych opracowanych na systemach HIFI-88 Zeiss oraz ImageStation-Intergraph.

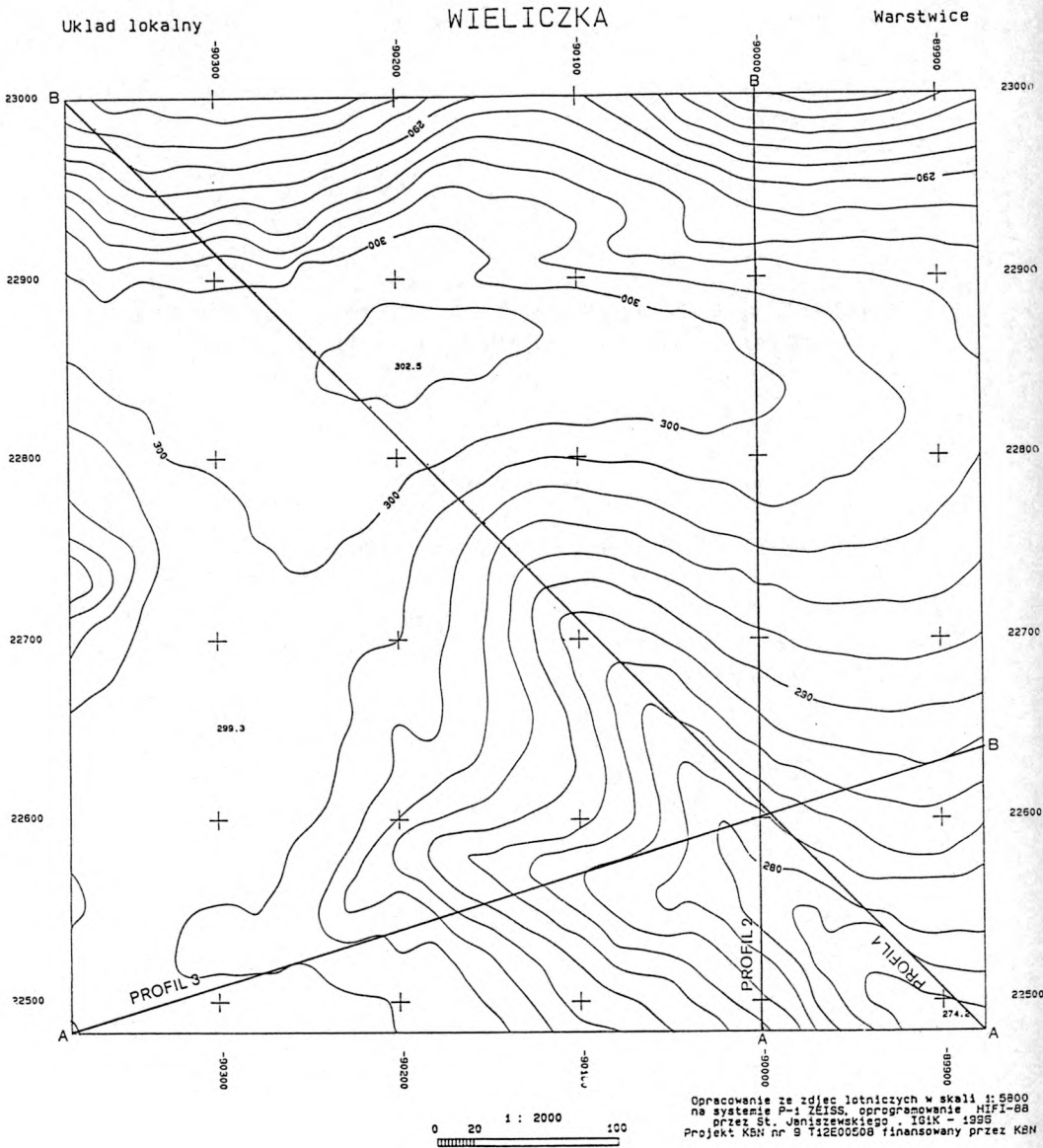
**COMPARISON OF ACCURACY NUMERICAL AND DIGITAL  
METHOD OF COUNTOUR MAP ELABORATION.**

**S u m m a r y**

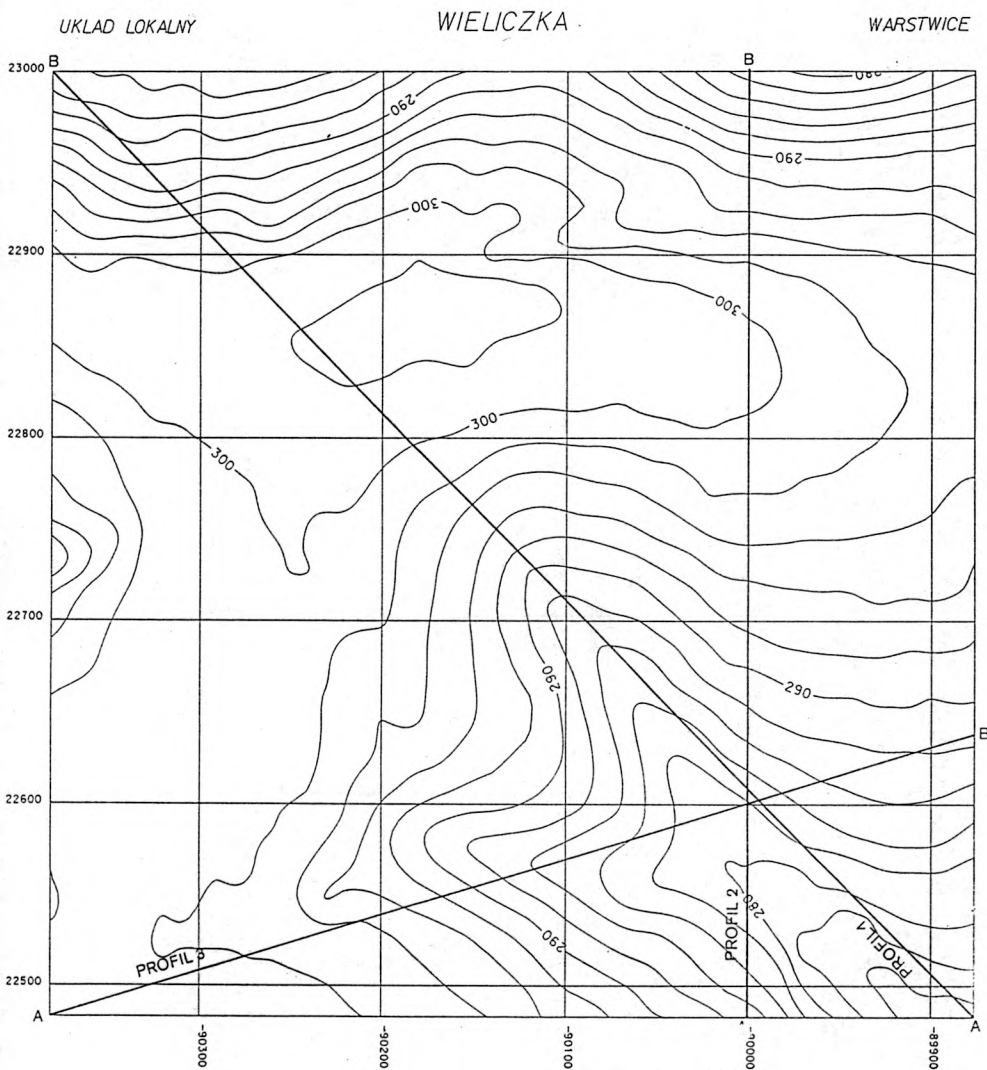
*Comparison of results of countour map elaboration produced on Planicomp P1 ZEISS and ImageStation-Intergraph was presented in the article.*

*Measurement DTM coordinates for profiles was executed on Planicomp P1.*

*Measurement DTM coordinates with image autocorrelation method was executed on ImageStation-Intergraph.*



Załącznik 1. Opracowanie analityczne



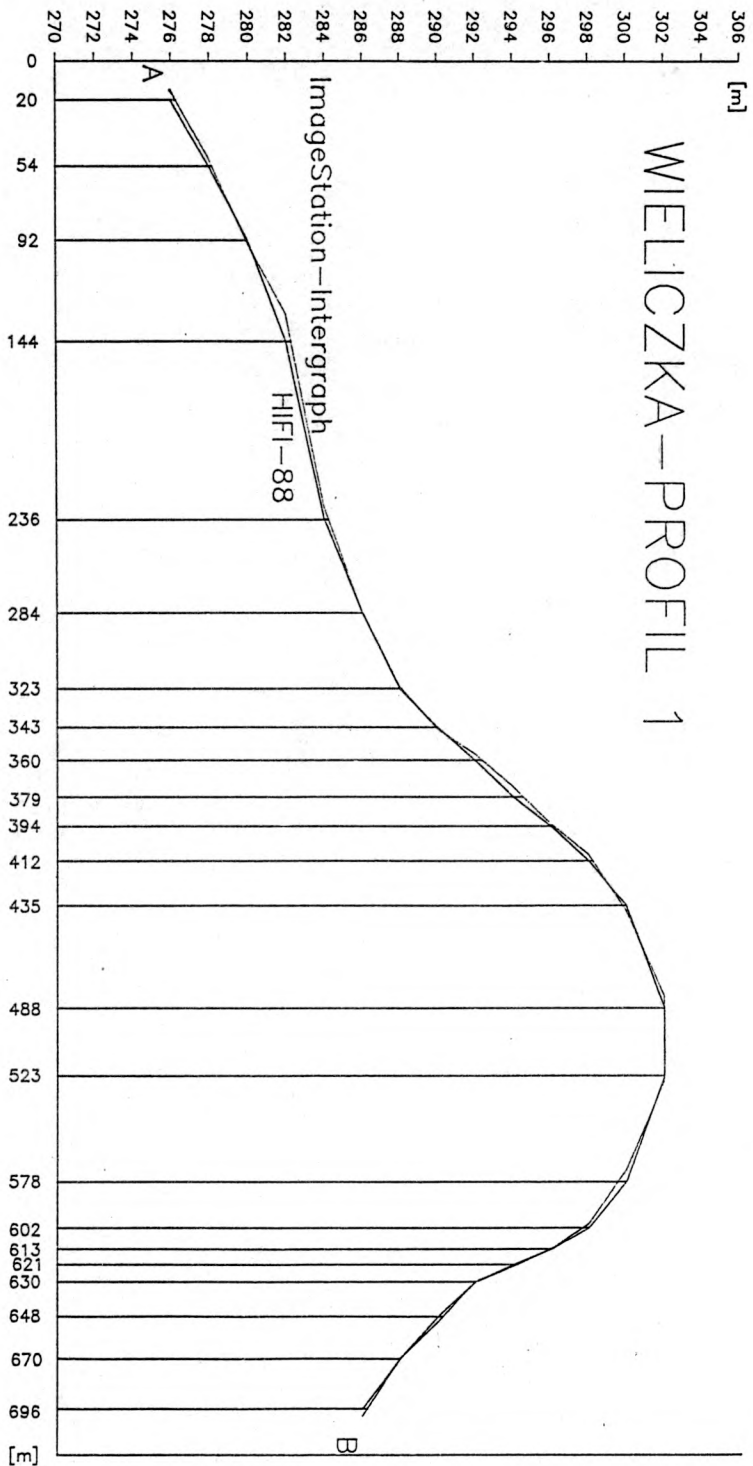
Skala 1:2000

Opracowanie ze zdjęć lotniczych w skali 1:5800  
na systemie ImageStation Intergraph oprogramowanie MGE Terrain Modeler  
przez dr Inz.J.Złobro oraz mgr Inz.I.Ewłak  
Projekt KBN nr 9 T12E00508 finansowany przez KBN

Załącznik 2. Opracowanie cyfrowe



## Załącznik 3. Przykładowy profil



Błąd średni różnicy wysokości danych punktów wynosi 0.16m.