

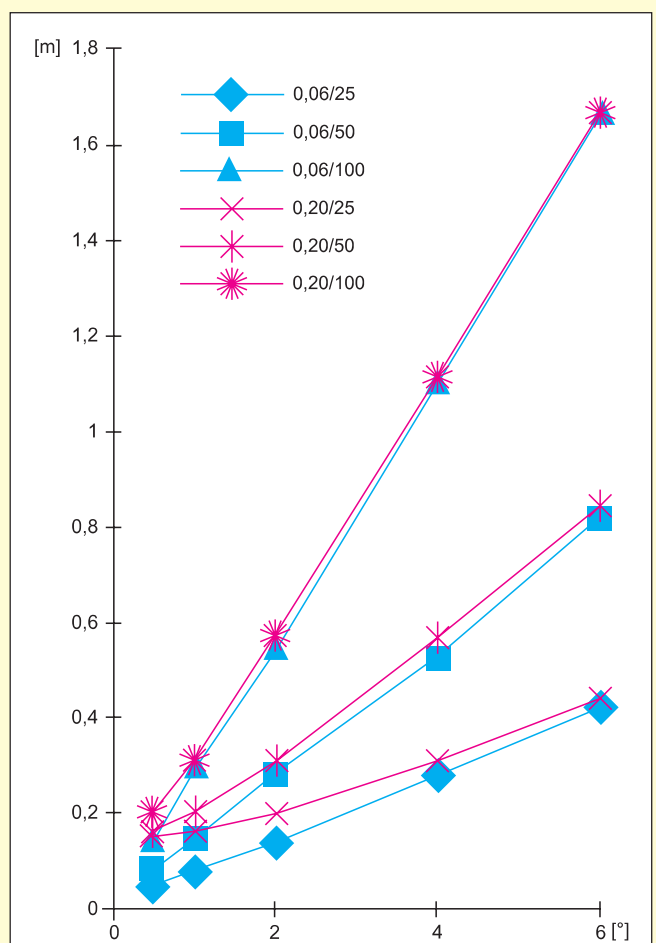
O dokładności numerycznego modelu terenu opracowanego fotogrametrycznie

JERZY WYSOCKI

W artykule przedstawiono uogólnione zagadnienie dokładności opracowań wysokościowych w aspekcie metod analogowych i metod cyfrowych w fotogrametrii. Przeprowadzone analizy wykazały, że w terenie równinnym (nachylenie 0-6°), z powodu wpływu chropowatości jego powierzchni, głównym parametrem determinującym dokładność aproksymacji powierzchni terenu za pomocą siatki punktów jest odległość punktów tej siatki, przy odpowiednio mniejszym wpływie dokładności pomiaru wysokości punktów siatki – w miarę wzrastania kąta nachylenia terenu.

Metody fotogrametryczne, jako potencjalnie szybkie, ekonomicznie opłacalne i w wysokim stopniu zautomatyzowane, są przedmiotem szerokiego zainteresowania w aspekcie dostarczania informacji przestrzennej dla różnych potrzeb gospodarczych. Jednakże dokładność pomiarów wykonywanych dla opracowań inżynierskich ma podstawowe znaczenie i rozszerzanie zakresu zastosowań fotogrametrii dla tych potrzeb, wymaga prowadzenia odpowiednich badań i analiz w tym zakresie.

Jak wynika z prowadzonych badań (Ackermann 1973, Preuss 1993, Waldhausl 1980, Wysocki 1987), podstawowymi czynnikami decydującymi o finalnej dokładności numerycznego opracowania fotogrametrycznego są: błędy identyfikacji punktu, skala zdjęć lotniczych, jakość fotograficzna obrazu, wielkość piksela w opracowaniach cyfrowych, dokładność osnowy oporowej, precyzja instrumentu i metody opracowania, korekcja błędów systematycznych. Należy zauważyć, że decydujący wpływ mają błędy identyfikacji punktu, pod którym to pojęciem będziemy rozumieli dokładność ustawienia znacznika pomiarowego (3D). Przy obserwacjach stereoskopowych dokładność wysokościowych pomiarów fotogrametrycznych sięga 0,008% odległości fotografowania (Preuss 1993) i pozwala na uzyskiwanie wysokich dokładności przy dużych, ana-



Dokładność numerycznego modelu terenu według formuły (1)

wet średnich skalach zdjęć lotniczych. Jednak jest to jednocześnie pewna granica dokładności opracowań stereoskopowych zdeterminowana indywidualną zdolnością stereoskopowego widzenia obserwatora (Kohut 1977). Wydaje się, że próg ten może być łatwiejszy do pokonania przy zastosowaniu fotogrametrii cyfrowej z wykorzystaniem techniki matchingu (Jacobson 1992, Zieliński 1997). Jednak, jak się wydaje, pilniejszy do rozwiązania jest problem ograniczania wpływu części systematycznej błędów na dokładność fotogrametrycznych opracowań wysokościowych, przewyższającej część przypadkową błędów opracowań numerycznych (Ackermann 1973, Wysocki 1987).

Naturalną granicą w zakresie dokładności aproksymacji powierzchni terenu jest szorstkość i chropowatość tej powierzchni (Wysocki 1979). Na dokładność wyznaczania wysokości punktu naturalnego istotny wpływ ma szorstkość powierzchni terenu, którą można oszacować w przeciętnych warunkach terenowych na ok. 0,05 m. W związku z tym zwiększanie dokładności pomiaru fotogrametrycznego poniżej tej wartości nie ma dla punktów naturalnych uzasadnienia. Na dokładność aproksymacji powierzchni terenu za pomocą siatki punktów duży wpływ ma chropowatość jego powierzchni. Przeanalizujemy to zagadnienie w oparciu o zaproponowaną (Wysocki 1999) formułę, wyrażającą dokładność aproksymacji powierzchni terenu za pomocą siatki punktów DTM z uwzględnieniem wpływu warunków terenowych:

$$m_b^2 = 0,5A^2 + 0,1(Dtg\alpha/2)^2 \quad (1)$$

gdzie:

A – charakteryzuje (za pomocą błędu średniego) dokładność określenia wysokości punktów siatki DTM,

D – przeciętna odległość punktów siatki (w danym rejonie) wyrażona w metrach,

α – przeciętna wartość kąta nachylenia terenu (w danym rejonie) wyrażona w stopniach.

Na podstawie formuły (1) przeprowadzono analizy dla:

■ dwóch „klas” dokładności określenia wysokości punktów siatki; A = 0,06 m oraz A = 0,20 m, ■ trzech standardów odległości punktów siatki; D = 25 m, D = 50 m oraz D = 100 m, ■ nachyleń terenu; 0,5°, 1, 2, 4 oraz 6°.

Wyniki analiz przedstawiono na rysunku obok. Przeprowadzone analizy wykazały, że w terenie równinnym (nachylenie 0-6°), z powodu wpływu chropowatości jego powierzchni, głównym parametrem determinującym dokładność aproksymacji powierzchni terenu za pomocą siatki punktów DTM jest odległość punktów tej siatki, przy odpowiednio mniejszym wpływie dokładności pomiaru wysokości punktów siatki – w miarę wzrastania kąta nachylenia terenu. Należy zauważyć, że zwiększanie gęstości mierzonych punktów siatki wielokrotnie mniej wpływa na ekonomikę pomiarów fotogrametrycznych niż geodezyjnych pomiarów terenowych. Przemawia to za celowością coraz szerszego wykorzystywania programów do automatycznego generowania wysokościowego modelu terenu (MATCH-T) stosowanych w autografach cyfrowych (np. w fotogrametrycznej stacji roboczej Image Station firmy Integraph).

Autor jest pracownikiem Katedry Geodezji i Fotogrametrii Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, gdzie pracuje na stanowisku profesora nadzwyczajnego

Literatura:

- Ackermann F., 1973, *Numerische Photogrammetrie*, Band 5. H. Wichmann Verlag, Karlsruhe
- Jacobson K., 1992, *Accuracy Requirements*, Digital Photogrammetry Seminar, Integraph
- Kohut F., 1977, *Skusane sposobnosti fotogrametrickych vyhodnocovatele*, Geod. a Kart. Obzor, 5
- Pruss R., 1993, *Fotogrametryczne oracowania numeryczne – aspekty dokładnościowe*, Mat. Konf. PAN, AR w Krakowie
- Waldhausl P., 1980, *Ergebnisse des Versuches Wien der OEEPE/C*, Presented paper, Kommission IV, ISP-Kongres, Hamburg
- Wysocki J., 1979, *Analiza dokładności opracowań warstwicowych do projektowania drenowania użytków rolnych*, Zesz. Nauk. SGGW-AR, Melioracje Rolne nr 18
- Wysocki J., 1987, *On accuracy of the photogrammetric digital determination of elevations*, Ann. Warsaw Agricult. Univ. SGGW, Land Reclam 23
- Wysocki J., 1999, *On the method of estimation of the accuracy of digital terrain mode*, Ann. Warsaw Agricult. Univ., SGGW, (w redakcji)
- Zieliński J.M., 1997, *Analiza metod podwyższania dokładności pomiaru stereoskopowego na obrazach cyfrowych*, Geodezja tom 3, AGH, Kraków

PENTAX

OFERTA PROMOCYJNA
Nareszcie stać Cię na jakość.



16450 zł

PCS-215

UŁATW SOBIE ŻYCIE
I KUP INSTRUMENT
Z REJESTRACJĄ,
NA KTÓRY CIĘ STAĆ.

PCS-215 + R

18450 zł

Dokładność +/- (3 + 3 ppm) mm
5" (15°)

Zasięg na jedno lustro 1 km
Minimalny czas pomiaru 0,5 sek.
Oprogramowanie rejestracji
w języku polskim

ZASŁUŻYŁEŚ NA TEN INSTRUMENT

AFL-240



1995 zł

Jedynie najbardziej zaawansowane technologicznie automatyczne niwelatory samoogniskujące.

TYP	AFL-240	AFL-280	AFL-320
POW.	24x	28x	32x
DOKŁ.	2,0 mm	1,5 mm	0,4 mm

Wodoodporne niwelatory precyzyjne o najwyższej jakości kompensatorze z AFL. **AL-240**

TYP	AL-240	AL-270	AL-300	AL-320
POW.	24x	27x	30x	32x
DOKŁ.	2,0 mm	1,5 mm	0,5 mm	0,4 mm



1545 zł

AL-180



999 zł

Samopoziomujące niwelatory techniczne.

TYP	AL-180	AL-200	AL-220
POW.	18x	20x	22x
DOKŁ.	2,5 mm	2,5 mm	2,5 mm

BEZPŁATNIE:

- PENTAX'a niezawodność
- PENTAX'a najbardziej zaawansowaną technologię
- PENTAX'a najwyższej jakości optykę
- PENTAX'a dwuletnią gwarancję
- PENTAX'a najniższe promocyjne ceny

Za drobną opłatą sprzedajemy: tyczki pomiarowe, tyczki pod lustro, pryzmaty z tarczą, statywy, łaty, ruletki, znaki stabilizacyjne FENO, radiotelefony, niwelatory laserowe i oprogramowanie geodezyjne.



Geodezja to nasza pasja

GEOPRYZMAT

05-090 RASZYN, ul. Mieszka I-go 49
tel./fax (022) 720 28 44,
tel. 0-601 34 71 34, 0-501 15 85 08

Podane ceny są promocyjnymi i mogą ulec podwyższeniu bez uprzedzenia oraz nie zawierają podatku VAT.