

Użytkowa dokładność wielkoskalowych map cyfrowych Zielonej Góry

# MIASTO DOCENIŁO ORTOFOTO

Władze miast będących liderami w zakresie wykorzystania systemów informacji geograficznej (GIS) w swej codziennej pracy stosują najnowsze rozwiązania geoinformatyczne. Przykładem godnym naśladowania jest Urząd Miasta Zielona Góra, który w ramach GIS-u wykorzystuje również ortofotomapę cyfrową.

WŁADYSŁAW DĄBROWSKI,  
ADAM DOSKOCZ,  
TOMASZ MRÓWCZYŃSKI

Wydział Geodezji i Gospodarowania Mieniem Urzędu Miasta Zielona Góra we współpracy z Wydziałem Geodezji i Gospodarki Przemysłowej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie wykonał na przestrzeni ostatnich 7 lat prace w zakresie modernizacji oraz utrzymania odpowiedniej jakości państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego na terenie miasta.

## • OSNOWA SZCZEGÓŁOWA

W latach 1998-99 zrealizowano szczegółową ośnowę odtwarzalną III klasy. Ośnowę nawiązano do istniejących punktów poziomej osnowy geodezyjnej I i II klasy, wykorzystując klasyczne pomiary kątowno-liniowe oraz satelitarne

pomiary GPS. W ramach projektowanej osnowy odtwarzalnej adaptowano 480 punktów istniejącej szczegółowej poziomej osnowy III klasy. Po wykonaniu modernizacji poziomej osnowy geodezyjnej uzyskano wiarygodną i wysoce dokładną podstawę do realizacji prac geodezyjnych i kartograficznych. Maksymalna wielkość błędu położenia punktu poziomej osnowy odtwarzalnej III klasy Zielonej Góry wynosi  $m_p = 0,027$  m [Sprawozdanie, 1999].

Należy także dodać, że metodą niwelacji geometrycznej (z dokładnością 10 mm/km) wyznaczono wysokości punktów poligonowych stabilizowanych ziemnie oraz punktów odtwarzalnych „typu A”, uzyskując sieć punktów zaklasyfikowanych do szczegółowej wysokościowej osnowy geodezyjnej IV klasy. W związku z tym szczegółowa osnowa odtwarzalna III klasy odgrywa rolę osnowy dwufunkcyjnej w myśl projektu instrukcji G-2, stanowiąc znaczące udo-

godnienie realizacji na terenie miasta bezpośrednich pomiarów sytuacyjno-wysokościowych.

Pochodząca z nowego opracowania szczegółowa pozioma osnowa geodezyjna III klasy (3115 punktów) posłużyła jako zbiór punktów dostosowania (obok 84 punktów I i II klasy) w wyznaczeniu parametrów transformacji pomiędzy układem lokalnym miasta Zielona Góra a układem 2000 [Kadaj, 2002]. Następnie na podstawie tych parametrów przeliczono bazę danych wielkoskalowej mapy cyfrowej m. Zielona Góra do państwowego układu współrzędnych 2000.

W zrealizowanych badaniach określono rzeczywistą dokładność położenia (X, Y) sytuacyjnych punktów kontrolnych w zbiorach map cyfrowych. Następnie na podstawie stwierdzonych błędów położenia szczegółów sytuacyjnych wyznaczono zakres przydatności pozyskanych danych cyfrowych oraz



Fragment ortofotomapy Zielonej Góry w skali 1:2000 z nałożoną wektorową treścią EGIB

określono dokładność wielkoskalowych map cyfrowych [Dąbrowski i Doskocz, 2006].

## • DOKŁADNOŚĆ PUNKTÓW Z POMIARÓW BEZPOŚREDNICH

W 1999 roku oceniono dokładność opracowania sytuacyjnego wielkoskalowej mapy cyfrowej m. Zielona Góra wykonanej na podstawie istniejących wyników pomiarów sytuacyjnych przeprowadzonych w latach 1974-99. Badania wykonano na 7 obiektach kontrolnych, wykorzystując łącznie 1619 punktów kontrolnych następującego rodzaju: B – punkty załamania konturu budynków; G – punkty graniczne; U – punkty armatury uzbrojenia naziemnego. W tej liczbie ustalono, że 41 punktów obarczonych jest błędami grubymi, i wyłączono je z oceny dokładności. Wzorcowe współrzędne punktów kontrolnych wyznaczono tachimetrycznie z nowych pomiarów terenowych zawierających obserwacje nadliczbowe, co pozwoliło na ściśle wyrównanie wyników pomiarów kontrolnych i ocenę ich dokładności. Stwierdzono, że średnia wielkość błędu położenia punktów kontrolnych wyznaczonych z pomiarów tachimetrem elektronicznym wyniosła 0,02 m (względem punktów poziomej osnowy geodezyjnej).

Wykonana ocena dokładności wykazała, że adaptowanie wyników wcześniejszych pomiarów bezpośrednich

zrealizowanych w oparciu o dokładną osnowę geodezyjną generalnie zapewniło wykonanie wielkoskalowej mapy cyfrowej z dokładnością dawnych pomiarów sytuacyjnych – rzędu 0,10-0,20 m (tabela).

## • DOKŁADNOŚĆ PUNKTÓW Z ORTOFOTOMAPY

W latach 2005-2006 zrealizowano ocenę dokładności opracowania sytuacyjnego ortofotomapy cyfrowej m. Zielona Góra wykonanej w skali bazowej 1:2000. Pracę badawczą wykonano na podstawie 33 sekcji ortofotomapy w postaci rastrowej (pliki .tif) i towarzyszących im plików referencyjnych (.tfw). W badaniach dysponowano zbiorem współrzędnych płaskich 501 punktów kontrolnych, które wyznaczono metodą bezpośrednich pomiarów terenowych tachimetrem elektronicznym. Z materiału pomiarowego zawierającego co najmniej dwie obserwacje nadliczbowe dla każdego kontrolnie pomierzonego punktu sytuacyjnego uzyskano (w wyniku wyrównania ściślego) współrzędne płaskie w układzie 2000 i błąd położenia. Średnia wielkość błędu położenia wyniosła 0,03 m (względem punktów poziomej osnowy geodezyjnej).

W badaniach rozpatrywano sytuacyjne punkty kontrolne będące niemal wy-

### BŁĘDY POŁOŻENIA SYTUACYJNYCH PUNKTÓW KONTROLNYCH WIELKOSKALOWYCH OPRAWAŃ CYFROWYCH ZIELONEJ GÓRY

Metoda pozyskania danych do wykonania mapy cyfrowej	Skala bazowa oprac. mapy	Numer obiektu kontrolnego lub rodzaj analizowanych szczegółów	Liczba punktów kontrolnych	Stwierdzony błąd położenia punktu [m]	Mianownik skali mapy spełniającej wymóg standardu dokładności (dozwolona skala prezentacji graficznej)
Wprowadzenie wyników wcześniejszych pomiarów bezpośrednich	1:500	1	257	0,15	500 (1:500)
		2	217	0,21	700 (1:1000)
		3	209	0,33	1100 (1:2000)
		4	241	0,22	733 (1:1000)
		5	318	0,20	666 (1:1000)
		6	264	0,14	466 (1:500)
		7, arkusz 2(2)	72	0,21	700 (1:1000)
		ŁĄCZNIE	1578	0,22	733 (1:1000)
Manualna wektoryzacja rastrowego obrazu ortofotomapy	1:2000	I	14	0,30	1000 (1:1000)
		II	34	0,35	1166 (1:2000)
		III	28	0,33	1100 (1:1000)
		IV	172	0,33	1100 (1:1000)
		V	128	0,27	900 (1:1000)
		VI	40	0,30	1000 (1:1000)
		VII	40	0,28	933 (1:1000)
		ŁĄCZNIE	456	0,31	1033 (1:1000)

łącznie szczegółami I grupy dokładnościowej, dobrze identyfikowalnymi na rastrowym obrazie ortofotomapy oraz dostępnymi do jednoznacznego wyznaczenia położenia metodą manualnej wektoryzacji. Przyjęte punkty kontrolne to: I – elementy ogrodzenia (inne niż słupy); II – narożniki elementów betonowych; III – punkty załamania konturu budynków; IV – punkty załamania linii krawężników; V – słupy inne; VI – słupy ogrodzenia; VII – studzienki.

Współrzędne określające sytuacyjne położenie punktów kontrolnych na rastrowym obrazie ortofotomapy wyznaczono ostatecznie jako wartość średniej arytmetycznej ze współrzędnych pozyskanych w wyniku dwukrotnej manualnej wektoryzacji tych punktów. Na podstawie różnic współrzędnych z podwójnej wektoryzacji (zgodnie z teorią par obserwacji) oszacowano jej dokładność. Stwierdzono, że dokładność wektoryzacji sytuacyjnego położenia punktów kontrolnych wyniosła średnio 0,05 m (zakres dokładności wektoryzacji na rastrowych obrazach poszczególnych sekcji ortofotomapy wyniósł od 0,03 m do 0,08 m).

Uśrednione współrzędne z wyników dwukrotnej wektoryzacji były podstawą do realizacji badań w zakresie oceny dokładności ortofotomapy cyfrowej Zielonej Góry. W ramach badań porównano je ze współrzędnymi wyznaczonymi w trakcie terenowego pomiaru kontrolnego.

W trakcie manualnej wektoryzacji sytuacyjnego położenia punktów kontrolnych stwierdzono, że spośród zbioru 501 punktów wyznaczonych w pomiarach terenowych 39 punktów kontrolnych jest nieprzydatnych do badań (głównie ze względu na brak możliwości jednoznacznego odczytania ich współrzędnych płaskich z rastrowego obrazu ortofotomapy) i 6 punktów obciążonych jest błędami grubymi – punkty te wyłączono z oceny dokładności.

Wykonana ocena dokładności wykazała, że błąd położenia analizowanych punktów kontrolnych – pozyskanych poprzez wektoryzację wykonaną na rastrowym obrazie ortofotomapy – wyniósł średnio  $0,30 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ . Wskazało to na możliwość prowadzenia punktowych pomiarów sytuacyjnych na rastrowym obrazie badanej ortofotomapy (opracowanej w skali bazowej 1:2000) z wysoką dokładnością. W odniesieniu do większości analizowanych szczegółów sytuacyjnych możliwe jest zastosowanie skali 1:1000 w prezentacji

graficznej pozyskanych danych wektorowych (tabela).

Uzyskane wyniki potwierdziły, że ortofotomapa cyfrowa Zielonej Góry w naturalny sposób stała się wartościowym uzupełnieniem wielkoskalowej mapy cyfrowej w zakresie treści mapy ewidencji gruntów i budynków oraz mapy zasadniczej. Zarówno jako opracowanie autonomiczne, jak i w połączeniu z treścią innych map cyfrowych ortofotomapa w skali 1:2000 jest doskonałym źródłem do realizacji opracowań tematycznych i studialnych w ramach miejskiego systemu GIS [UMZG, 2006].

## WZÓR DO NAŚLADOWANIA

W ramach podsumowania należy stwierdzić, że – w warunkach powszechnego tworzenia map cyfrowych będących często produktami o niepełnej aktualności i nieokreślonej dokładności – postępowanie Urzędu Miasta Zielona Góra w zakresie rozwiązania kwestii modernizacji geodezyjnej osnowy szczegółowej oraz technologii wykonania wielkoskalowych opracowań cyfrowych zasługuje na pełne uznanie i jest godne naśladowania.

Istotny jest również fakt, że władze Zielonej Góry dostrzegają znaczne korzyści płynące z posiadania tego typu opracowań i finansują ich tworzenie. Korzyści te są na tyle cenne, iż po czterech latach (w roku 2006) zrealizowano nową, aktualną ortofotomapę dla obszaru miasta i okolic.

WŁADYSŁAW DĄBROWSKI i ADAM DOSKOCZ są pracownikami naukowymi Katedry Geodezji Szczegółowej UWM w Olsztynie, TOMASZ MRÓWCZYŃSKI jest pracownikiem Urzędu Miasta Zielonej Góry.

## Literatura

- Dąbrowski W., Doskocz A., 2006: Kompleksowa ocena dokładności wielkoskalowych opracowań cyfrowych miasta Zielona Góra. Roczniki Geomatyki, Tom IV Zeszyt 3 (s. 81-93), Warszawa;
- Jóźwiak I., Grobelny M., 2006: Miasto w komputerze. W: Raport Computerworld „Informatyka w administracji publicznej”, data publikacji: 6 lutego 2006 roku, źródło: <http://www.idg.pl/artykuly/50735.html> [odczytano: 2006-05-29];
- Kadaj R., 2002: Wyznaczenie parametrów transformacji pomiędzy układem Zielona Góra a układem „2000”. ALGORES-SOFT s.c., Rzeszów;
- Sprawozdanie, 1999: Sprawozdanie techniczne z założenia osnowy poziomej szczegółowej III klasy (sieć odwzorzalna) - Obiekt: m. Zielona Góra. Wykonawca: OPGK „Geomap” Sp. z o.o., Zielona Góra;
- Projekt Instrukcji technicznej G-2, 2001: Szczegółowa pozioma i wysokościowa osnowa geodezyjna i przeliczenia współrzędnych między układami. Główny Geodeta Kraju, Warszawa;
- UMZG, 2006: Serwis internetowy Urzędu Miasta Zielona Góra. <http://www.zielona-gora.pl/UMZG/?id=614981> [wersja z: 2006-05-29].

## CO TAM, PANIE, W INTERNECIE?

### STARODRUKI W SIECI

Politechnika Gdańska wraz z kilkoma innymi uczelniami (Politechniką Śląską w Gliwicach, Politechniką Wrocławską, Akademią Górniczo-Hutniczą oraz



z Wyższą Szkołą Informatyki i Zarządzania w Rzeszowie) uczestniczą w międzynarodowym projekcie Universal Digital Library. Jest to światowa biblioteka cyfrowa, której koordynatorem jest uniwersytet Carnegie Mellon z Pensylwanii. Politechnika Gdańska wzbogaci zasoby światowej biblioteki cyfrowej o skany najcenniejszych zbiorów, w tym starodruków, rękopisów i inkunabułów.

Do publikacji udostępnianych na stronie [www.wbss.pg.gda.pl](http://www.wbss.pg.gda.pl) należą także podręczniki i skrypty. W udostępnionym w internecie zasobie starodruków znajduje się m.in. „Geometra Polski” Stanisława Solskiego z 1683 roku. Materiały te poddawane są skanowaniu, które przeprowadzane jest tak, aby światło jak najmniej szkodziło cennej kolekcji. Politechnika Gdańska od koordynatora projektu otrzymała w tym celu specjalny skaner. Do cyfrowej biblioteki w pierwszej kolejności wprowadzone zostaną najcenniejsze zbiory starych druków i rękopisów, a następnie druki wydane w latach 1801-1945 wraz z czasopismami technicznymi.

### GUGIŁ PO NOWEMU

Strona internetowa Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii została zmieniona. Tak jak do tej pory znaleźć na niej można dane teleadresowe urzędu, obowiązujące akty prawne, informacje o uprawnieniach zawodowych, systemach GIS i EGIB. Wygląd i układ strony nie uległ dużej zmianie.

