

Ocena dokładności mapy numerycznej
uzyskanej z graficzno-numerycznego przetworzenia map analogowych

Czy numerycznie znaczy dokładniej?

WŁADYSŁAW DĄBROWSKI, DANUTA DĄBROWSKA, ADAM DOSKOCZ, JERZY LUBARSKI

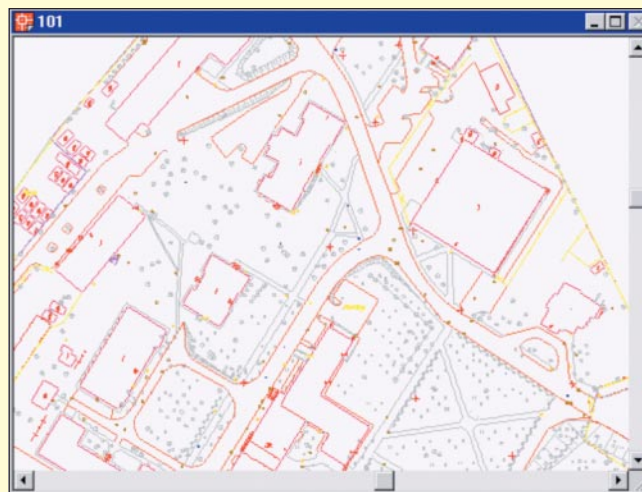
W dobie szybkiego rozwoju technologii obróbki danych geodezyjnych, od pomiaru, poprzez różne opracowania numeryczne, do wydrukowania mapy, pilnym problemem staje się określenie ich realnej dokładności. Czas potrzebny do opracowania mapy numerycznej i klasycznego arkusza mapy jest porównywalny, a produkt finalny w przypadku mapy numerycznej bezspornie lepszy.

Na stwierdzeniu tym nie można jednak poprzestać, ponieważ dokładność, a przy tym użyteczność różnie tworzonych map numerycznych jest niejednakowa i stwarzać może dotkliwe ograniczenia w korzystaniu z nich. W pracy niniejszej podjęto próbę oceny dokładności mapy numerycznej uzyskanej z przetworzenia aktualnie istniejących map analogowych.

Mapa analogowa jest obrazem powierzchni Ziemi, aktualnym w momencie jej tworzenia, lecz z biegiem lat, na skutek zachodzących zmian w treści sytuacyjno-wysokościowej, przestaje odzwierciedlać stan istniejący w terenie, w związku z tym jest wielokrotnie aktualizowana. Miara dokładności graficznej mapy jest średni błąd położenia szczegółu sytuacyjnego I grupy dokładnościowej w stosunku do najbliższego punktu poziomej osnowy geodezyjnej. Na pierworysie mapy analogowej, niezależnie od metody jej powstania, nie powinien on przekroczyć 0,3 mm w skali mapy (Instrukcja G-4). Punkt sytuacyjny otrzymuje określone położenie na mapie w wyniku szeregu czynności polowych i kameralnych. Mają one, obok pożądanej niezmienności podkładu kartograficznego, zasadniczy wpływ na dokładność mapy.

Mapa analogowa, ze względu na wymaganą przejrzystość graficzną treści, przedstawia selektywnie sytuację terenową, a ze względu na wytrzymałość podkładu pozwala na ograniczoną liczbę aktualizacji. Niestety nie posiada ona znanych już dziś możliwości połączenia informacji opisowych o obiektach w całość, jest więc produktem nie mogącym sprostać wyzwaniom współczesnej geodezji i tempa zarządzania współczesną gospodarką.

W opracowaniu przyjęto, że wysoka dokładność mapy numerycznej z pomiarów bezpośrednich może stanowić kryterium porównawcze do określenia dokładności mapy numerycznej uzyskanej innym sposobem. Wynika stąd, że mapa numeryczna z pomiarów bezpośrednich oraz mapa numeryczna tego samego obszaru uzyskana z przetworzenia map analogowych zawierają porównywalne zbiory współrzędnych punktów, informujące o położeniu tych samych szczegółów sytuacyjnych.



Rys. 1. Fragment badanego obszaru (mapa I)

W niniejszej pracy do porównania wybrano zbiór współrzędnych 1001 punktów rozmieszczonych równomiernie na badanym obszarze wielkości około 46 hektarów. Punkty te, będące szczegółami sytuacyjnymi I grupy dokładnościowej, zostały precyzyjnie zidentyfikowane na obydwu mapach: mapie numerycznej powstałej w wyniku pomiarów bezpośrednich (zwanej dalej mapą I) oraz mapie numerycznej uzyskanej w wyniku przetworzenia map analogowych (zwanej dalej mapą II). Na podstawie tych współrzędnych określono składowe wektora przesunięcia punktu, jego długość i azymut. Analizie poddano także na obu mapach powierzchnię rzutu budynków, długość konturu budynków oraz liczbę załamów konturu budynków.

Na podstawie teorii par obserwacji wyprowadzono wzór określający średni błąd położenia punktu sytuacyjnego I grupy dokładnościowej na mapie II [Dąbrowski 1998, Doskocz 1998]:

$$m_{PII} = \sqrt{\left(\frac{dL_1^2 + dL_2^2 + \dots + dL_n^2}{n} - m_{PI}^2 \right)} \quad (1)$$

gdzie: n – liczba punktów, m_{PI} – średni błąd położenia punktu na mapie I, m_{PII} – średni błąd położenia punktu na mapie II, dL – długości wektora przesunięcia punktu.

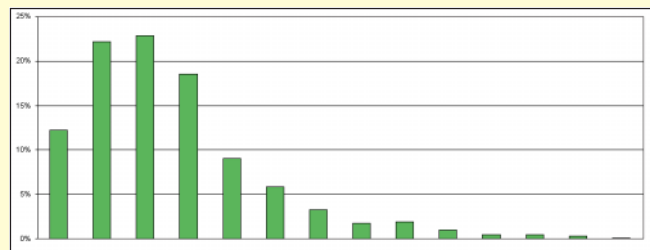
Mapa numeryczna z pomiarów bezpośrednich (mapa I) była opracowana w oparciu o osnowę odtwarzalną III klasy założoną w 1986 r. o błędzie $m_p < 3$ cm [Dąbrowski, 1996], zaś mapa II w oparciu o poligonizację techniczną II klasy z 1974 r. Na analizowanym obszarze zidentyfikowano też 11 punktów posiadających współrzędne w układach mapy I (1986) i mapy II (1974). Posłużyły one, jako punkty dostosowania, do wykonania afinicznej transformacji zbioru współrzędnych punktów mapy II do układu mapy I. Liniowy błąd transformacji wyniósł 2,5 cm. Mapa I opracowana została w systemie GEO-INFO w lipcu 1995 r. Pomiar wykonano tachimetrem elektronicznym. Średni błąd położenia punktu na mapie I wyniósł $m_{PI} = 4,4$ cm [Dąbrowski, 1998]. Z kolei mapa II powstała z przetworzenia mapy zasadniczej w skali 1:500. Pomiar szczegółów zrealizowano metodą fotogrametryczną według stanu z października 1977 roku. Siatka kwadratów i osnowa zostały naniesione za pomocą koordynatografu, zaś sytuacja i rzeźba za pomocą autografu Wild A8 i nanośnika szczegółów. Pierworys mapy sytuacyjno-wysokościowej wykreślono w 1977 roku. Aktualizację mapy wykonywano na podstawie pomiarów bezpośrednich dowiązywanych najpierw do osnowy z roku 1974, a po roku 1986 – do osnowy powstałej właśnie w tym roku. Późniejszemu przetwarzaniu poddano więc mapę zasadniczą o niejednorodnej dokładności.

Proces wykonania przyszłej mapy numerycznej został podzielony na dwa etapy. Pierwszy z nich polegał na opracowaniu osnowy geodezyjnej i ewidencji gruntów w programie EWMAPA. Wszystkie punkty osnowy szczegółowej III klasy oraz połączenia granic działek ewidencyjnych tworzone były na podstawie współrzędnych, które obliczono bezpośrednio z pomiaru terenowego. Inne elementy mapy ewidencyjnej, takie jak szczegóły sytuacyjne II i III grupy dokładnościowej: granice użytków czy granice klasyfikacji gruntów, przenoszone były do programu poprzez digitalizację nakładek ewidencyjnych. Drugi etap opracowania mapy numerycznej wykonany był w programie CADCore. Polegał on na wektoryzacji zeskanowanych (na skanerze stołowym) arkuszy map analogowych wraz z nakładkami uzbrojenia podziemnego w skalach 1:500 i 1:1000.

Wektoryzacji poddano m.in.: ■ budynki i budowle wraz z elementami towarzyszącymi, ■ poziomy posadowienia parteru, ■ ogrodzenia trwałe, ■ chodniki i elementy towarzyszące, ■ krawężniki jezdni.

Zbiory wektorowe w systemach CADCore i EWMAPA zaktualizowano danymi z operatorów technicznych robót wykonanych w okresie od pobrania materiałów z ODG-K w roku 1993 do dnia pisemnego zgłoszenia roboty do odbioru – w roku 1996.

Po przedstawieniu genealogii analizowanej mapy II można już przypuszczać, że wyjściowa dokładność materiałów źródłowych była różna. Po dokładnym zbadaniu obliczono, że znaczna liczba długości wektorów przesunięcia 1001 badanych punktów



Rys. 2. Procentowa reprezentacja długości wektorów przesunięcia punktu w analizowanym zbiorze

(bo aż 42,7%) ma długość ponad 30 cm, 9,3% – ponad 60 cm, zaś 1,4% – ponad 1 m. Dla całego badanego zbioru procentowe występowanie wektora przesunięcia punktów ilustruje rys. 2. Powierzchnie budynków na mapach I i II w 37% przypadków różnią się o ponad 10 m², w 4,2% – o ponad 50 m² i sięgają wartości 86,4 m². W 35,7% budynków długości konturu różnią się o wartość przekraczającą 1 m, a maksymalna różnica dochodzi do 21,5 m. W 34,3% budynków wystąpiła różnica w liczbie załamów konturu. Czterema punktami załamów różni się aż 11% budynków.

Na podstawie wzoru (1) obliczono średni błąd położenia punktu sytuacyjnego I grupy na mapie II. Wyniósł on $m_{PII} = 37,7$ cm, przy założeniu średniego błędu położenia punktu na mapie I równego $m_{PI} = 4,4$ cm [Dąbrowski, 1998].

Zgodnie z wymogami Instrukcji G-4, mapa analogowa powinna charakteryzować się średnim błędem położenia nie większym od 0,3 mm w skali mapy. Badana mapa II o średnim błędzie $m_{PII} = 37,7$ cm spełnia ten warunek dla skali $M = 1257$ (0,03 cm x $M = 37,7$ cm). Wynika stąd, że wymogi instrukcji spełnione są w tym przypadku dla skal mniejszych od 1:1257, czyli w obowiązującej systematyce opracowań geodezyjnych dla skal nie większych od 1:2000.

Wyniki przeprowadzonych analiz pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Badana mapa numeryczna uzyskana z przetworzenia map analogowych ma dokładność określoną błędem średnim położenia szczegółu sytuacyjnego I grupy $m_{PII} = 37,7$ cm i charakteryzuje się niejednorodną dokładnością na całym obszarze.
2. Na analizowanej mapie miała miejsce dobra zgodność osnów (długości wektorów przesunięcia punktów dostosowania nie przekraczały 10 cm). Można założyć, że w przypadku większych rozbieżności między osnowami dokładność mapy będzie malała.
3. Generowanie rysunku analizowanej mapy numerycznej w skalach 1:500 lub 1:1000 w rzeczywistości ogranicza jej wykorzystanie dla celów projektowych i do innych zadań o odpowiednich wymaganiach dokładnościowych.
4. Mapa II będąca przetworzeniem numerycznym analogowej mapy zasadniczej w skali 1:500 realnie spełnia wymagania dokładnościowe mapy opracowanej w skali nie większej niż 1:2000.
5. Nie przesądzając o szczegółowych przyczynach małej dokładności mapy II można przyjąć, że wpłynęła na nią w dużym stopniu dokładność i genealogia danych źródłowych.
6. W interesie szerokiego kręgu użytkowników map numerycznych konieczne jest badanie dokładności opracowywanych map numerycznych przed ich oddaniem do rąk użytkowników.

Literatura:

- Dąbrowski Władysław, Dąbrowska Danuta, Lewandowicz Elżbieta, Nojak Jarosław, Wierciński Tadeusz (1996), *Propozycja nauczania technologii mapy numerycznej z pomiarów bezpośrednich*, Seminarium pt. „Wspomaganie komputerowe nauczania przedmiotów komunikacyjnych i geodezyjnych na wydziałach budownictwa lądowego”, materiały seminarium cz. II, 16-17 listopada 1995, Gliwice, s. 185-191;
- Dąbrowski Władysław, Dąbrowska Danuta, Lewandowicz Elżbieta, Wierciński Tadeusz (1998), *Doświadczalne wyznaczenie dokładności mapy numerycznej z pomiarów bezpośrednich*, VIII Konferencja Naukowo-Techniczna „Systemy Informacji Przestrzennej”, tom I, PTIP, 19-21 maja 1998, Warszawa, s. 99-102;
- Doskocz Adam, Lubarski Jerzy (1998): *Próba określenia dokładności mapy numerycznej uzyskanej metodą przetwarzania graficzno-numerycznego*, praca magisterska, Biblioteka Główna ART, Olsztyn;
- Instrukcja Techniczna G-4, GUGiK (1979), Warszawa.