ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2001
Seria: GÓRNICTWO z. 250 Nr kol. 1517

Violetta SOKOŁA-SZEWIOŁA
Politechnika Śląska, Gliwice

WPŁYW BŁĘDÓW ŚREDNICH PUNKTÓW OSNOWY NA BŁĄD POŁOŻENIA PUNKTU SYTUACYJNEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono wyniki analizy wpływu błędów średnich punktów osnowy na błąd położenia punktu sytuacyjnego przeprowadzonej na podstawie danych pozyskanych z bezpośrednich pomiarów w terenie. Zwrócono uwagę na duże dokładności, jakie pozwalają uzyskać obecnie stosowane przyrządy pomiarowe oraz możliwość wykorzystania tych danych w tworzeniu mapy numerycznej, której dokładność jest zgodna z dokładnością, z jaką wykonano pomiary.

THE INFLUENCE OF THE MEAN ERRORS OF THE MATRIX POINTS ON THE ERROR OF THE POSITION OF THE SITUATION POINT

Summary. The results of the analysis of the influence of the mean errors of the matrix points on the error of the position of the situation point, made on base of data, gained from the direct measurments, are presented in this article. The attention is called to the great measuring instruments, as well as to the possibility of making use of this data for creating the numerical map, that has then the same accuracy as the measurments.

1. Wstęp

Postęp techniczny w zakresie sprzętu komputerowego oraz oprogramowania, a także stosowanych metod i technologii pomiarowych doprowadził do rozwoju prac nad tworzeniem systemu informacji o terenie (SIT) w Polsce. W roku 1995 wprowadzono nowe uregulowania prawne w zakresie podstawowej mapy kraju - wydano nową wersję instrukcji K-1, określającą zasady opracowania map w postaci numerycznej jednocześnie zakładając, że mapy tego rodzaju stanowią podstawę SIT. Przyjęto, że mapa numeryczna to zbór informacji cyfrowej, zbiór obiektów posiadających różnorodne atrybuty przestrzenne i opisowe. [1].

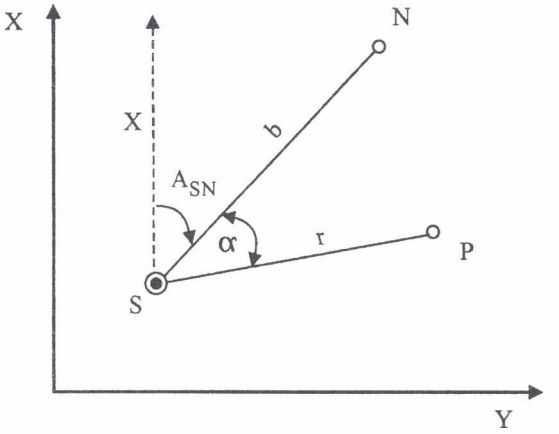
W roku 1998 po dokonaniu niezbędnych poprawek wydano nową wersję instrukcji K-1, która obowiązuje w chwili obecnej [6]. W większości mapy prowadzone są już w formie numerycznej, czyli baza danych zapewnia rejestrowanie, przechowywanie oraz przetwarzanie danych z dokładnością, z jaką je pozyskano. Punkty sytuacyjne umieszczone w bazie danych mapy numerycznej powinny być zgodnie z instrukcją K-1 scharakteryzowane błędem średnim położenia.

Dla wykonawstwa geodezyjnego, tworzenia baz danych SIT najważniejsze są wszelkie przepisy dotyczące wykonywania prac geodezyjno-kartograficznych. Szczególnego znaczenia nabiera tu opracowanie instrukcji dotyczących osnów klasy III oraz poziomej osnowy pomiarowej i pomiarów sytuacyjnych. Powinny one uwzględniać obecnie stosowane instrumenty i przyrządy, które pozwalają na uzyskanie znacznych dokładności wyników pomiarów. Dane dotyczące szczegółów sytuacyjnych pozyskiwane są głównie na podstawie pomiarów bezpośrednich w terenie, prowadzonych w oparciu o punkty osnowy szczegółowej i pomiarowej, a najczęściej stosowaną metodą pomiaru szczegółów terenowych jest metoda biegunowa jako ta, która pozwala na uzyskanie większych dokładności. Wymagane dokładności określenia położenia szczegółów sytuacyjnych względem najbliższych punktów osnowy uznanych za bezbłędne zgodnie z obowiązującą instrukcją G-4 wynoszą odpowiednio: dla szczegółów I grupy dokładnościowej - 0.10 m, dla szczegółów II grupy dokładnościowej 0,30 m, dla szczegółów III grupy dokładnościowej – 0.50 m [5]. Stosując nowoczesne tachimetry elektroniczne, pomiary metodą biegunową pozwalają na uzyskanie dokładności położenia punktów szczegółów sytuacyjnych rzędu ± 3 cm [7]. W licznych publikacjach dotyczących tego tematu autorzy proponują wydzielenie spośród poszczególnych grup dokładnościowych punktów granicznych jako tych, które wymagają największej dokładności ze względu na zagwarantowanie prawa własności [3, 7]. Zwracają także uwagę na wpływ czynnika związanego z błędnością punktów osnowy, który przesądza o dokładności pomiarów sytuacyjnych. W artykule [3] autor stwierdza, że przygotowywana obecnie nowa instrukcja G-4 definiuje maksymalne błędy średnie w proponowanych grupach dokładnościowych w stosunku do osnowy uznanej za bezbłędną. Podkreśla on jednocześnie, że istnieje szereg publikacji wskazujących, że niestety podejście to jest błędne [3] i proponuje, by wykorzystać i ustalić standard obliczania błędów średnich wybranych szczegółów terenowych, uwzględniając błędy punktów osnowy, na podstawie których były one mierzone. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki analizy określenia błędów średnich położenia punktów sytuacyjnych wykonane w Zakładzie Geodezji Górniczej Politechniki Śląskiej.

Obliczenia przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów wykonanych w terenie w celu realizacji opracowania mapy numerycznej dla miejscowości Zbrosławice [2]. Analizę wykonano dla wybranych punktów szczegółów terenowych I grupy dokładnościowej w dwóch wariantach. W pierwszym uznano osnowę za bezbłędną, w drugim uwzględniono błędy średnie punktów osnowy.

2. Rozważania teoretyczne

Pomiary terenowe prowadzone są najczęściej na podstawie punktów wyznaczonych z odpowiednią dokładnością z punktów wyższych klas. W związku z tym błąd położenia tych punktów zależy od błędu, z jakim wyznaczane są punkty osnowy, jak i dokładności pomiaru elementów wyznaczających ten punkt z punktów osnowy. Błąd położenia punktu dla metody biegunowej można określić na bazie następujących rozważań:



Rys. 1. Pomiar metodą biegunową
Fig. 1. The polar method

- przy pomiarach szczegółów metodą biegunową współrzędne punktu P określamy na podstawie zależności:

$$Xp = Xs + r\cos(A_{SN}+\alpha)$$
$$Yp = Ys + r\sin(A_{SN}+\alpha), \qquad (1)$$

gdzie:

Xs, Ys - współrzędne stanowiska pomiarowego,

r - długość biegunowa,

A_{SN} - azymut linii orientacji,

α - kąt poziomy między kierunkiem nawiązania i celową do określonego punktu P,

przyjmując:

$$A_{SP}=A_{SN}+\alpha \tag{2}$$

oraz

$$A_{SN} = \operatorname{arctg}\left[\frac{(Y_N - Y_S)}{(X_N - X_S)}\right], \tag{3}$$

gdzie:

X_N, Y_N- współrzędne punktu nawiązania.

Wartość poszukiwanych błędów określenia położenia punktu wyznaczona została z prawa przenoszenia błędów. Założono równość błędów wyznaczenia położenia punktów S i N otrzymując:

$$m_p^2 = m_S^2 + m_r^2 + \frac{2r^2}{b^2} m_S^2 + r^2 \frac{m_\alpha^2}{\rho^2}, \tag{4}$$

gdzie:

b - długość boku osnowy,

ms - błąd średni położenia punktu osnowy (stanowisko i nawiązanie))

m_r - błąd średni pomiaru długości biegunowej,

m_α - błąd pomiaru kąta,

ρ - przelicznik kątowy.

3. Analiza wpływu błędów średnich punktów osnowy na wartość błędu położenia punktu sytuacyjnego

Wyniki analizy wpływu błędów średnich położenia punktów sytuacyjnych wykonano dla dwóch przypadków. W pierwszym uznano osnowę za bezbłędną, w drugim uwzględniono błędy średnie punktów osnowy (tab.1, tab.2). Obliczenia przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów wykonanych w terenie w celu realizacji opracowania mapy numerycznej dla miejscowości Zbrosławice. Pomiary wykonywano w obszarze o powierzchni ok. 40 ha,

metodą biegunową, wykorzystując tachimetr NIKON DTM400. Zaprojektowano, założono i pomierzono osnowę pomiarową nawiązaną do jednego punktu osnowy podstawowej oraz punktów osnowy szczegółowej III klasy. Skorzystano ze 170 punktów osnowy pomiarowej. Pomierzono 6942 pikiety oraz wiele innych miar kontrolnych. Analizę przeprowadzono dla wybranych punktów szczegółów terenowych I grupy dokładnościowej. Obliczenia wykonano na podstawie wzoru (4), przy różnym stosunku długości biegunowej do długości boku osnowy.

Przyjęto:

- $m_r = \pm 0{,}02$ m – błąd pomiaru odległości,
- $m_\alpha = \pm 0{,}0070^g$ – błąd pomiaru kąta.

Przy założeniu bezbłędności punktów osnowy uzyskano wartość średniego błędu położenia wybranych szczegółów sytuacyjnych I grupy dokładnościowej średnio ±3cm. Wyniki obliczeń wykonanych dla wariantu z założeniem błędności punktu osnowy przedstawiono w tab. 1 i tab. 2. Jak wynika z obliczeń, przy założeniu błędności punktów osnowy przy błędzie $m_S = m_N = 0.20$ m pomiary sytuacyjne nie spełniają w niektórych przypadkach wymogów dokładnościowych obowiązujących instrukcji technicznych.

Tabela 1

Wpływ błędów średnich punktów osnowy na błąd położenia punktu sytuacyjnego $m_N=m_S=0.20m$

NR PIKIETY	330	352	350	777	780	335	805	402	332	321	340	346	370	411	391	443	426	461	415
Stosunek pomierzonej odległości do długości boku osnowy	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,12	0,13	0,14	0,17	0,21	0,36	0,27	0,28	0,36	0,42	0,43	0,43	0,76
Średni błąd położenia pikiety[cm]	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21	22	22	22	23	23	24	24	30

Tabela 2

Wpływ błędów średnich punktów osnowy na błąd położenia punktu sytuacyjnego $m_n=m_s=0.05m$

NR PIKIETY	330	352	350	777	780	335	805	402	332	321	340	346	370	411	391	443	426	461	415
Stosunek pomierzonej odległości do długości boku osnowy	0,03	0,04	0,05	0,06	0,09	0,12	0,12	0,13	0,14	0,17	0,21	0,36	0,27	0,28	0,36	0,42	0,43	0,43	0,76
Średni błąd położenia pikiety[cm]	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	8

4. Podsumowanie

W artykule niniejszym zasygnalizowano problem wpływu błędów średnich punktów osnowy na błąd położenia punktu sytuacyjnego. Ma to szczególne znaczenie w sytuacji, w której opracowano już projekt nowej Instrukcji G-4, a tworzenie map numerycznych, które generalnie będą wykonywane na podstawie bezpośrednich pomiarów w terenie, pozwoli na uzyskanie dokładności mapy zgodnej z dokładnością, z jaką wykonano pomiary. Przedstawione wyniki obliczeń wykonane na podstawie danych pozyskanych z bezpośrednich pomiarów w terenie wykonanych metodą biegunową z wykorzystaniem tachimetru Nikon DTM400 pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- w nowo powstającej Instrukcji G-4 należałoby uwzględnić stosowanie mapy numerycznej oraz wykorzystywanie nowoczesnego sprzętu pozwalającego na uzyskanie znacznych dokładności pozyskania danych,
- wartość średniego błędu położenia punktu sytuacyjnego uzależniona jest od uwzględnienia bądź pominięcia błędności punktów nawiązania.

Zaprezentowane w artykule wyniki obliczeń wykonane przy przyjęciu błędności punktów osnowy wskazują, że w niektórych przypadkach wartość średniego błędu położenia punktu sytuacyjnego nie spełnia obecnie obowiązujących kryteriów dokładnościowych (tab.1). Zaostrzone kryteria dokładnościowe poziomych osnów szczegółowych i pomiarowych pozwoliłyby na wyeliminowanie takich przypadków.

LITERATURA

1. Adamczewski Z., Szumski Z.: Instrukcje K-1 i SWING - nowe unormowania podstawowej mapy kraju. Przegląd Geodezyjny 4/96.
2. Bogusławski T.: Opracowanie numerycznej mapy zasadniczej dla fragmentu obszaru Gminy Zbrosławice w oparciu o bezpośrednie pomiary w terenie. Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Śląska w Gliwicach, Gliwice 2001.
3. Dąbrowski W., Doskocz A.: Osnowy za mało dokładne. Geodeta 7/2000.
4. Gajdek J.: Granica jest jedna. Przegląd Geodezyjny 5/2001.
5. Instrukcja G-4. Pomiary sytuacyjne i wysokościowe. GUGiK. Warszawa1988
6. Instrukcja K-1. Państwowa Służba Geodezyjna i Kartograficzna, Warszawa 1998.

7. Latoś S.: O potrzebie i kierunkach zmian niektórych przepisów w zakresie poziomych osnów geodezyjnych i szczegółowych pomiarów sytuacyjnych. Przegląd Geodezyjny 3/2000.
8. Szumski Z.: Mapa numeryczna. Geodeta 1/97.Recenzent: Dr inż. J. Cygankiewicz

Recenzent: Dr inż. Władysław Stec

Abstract

The results of the analysis of the influence of the mean errors of the matrix points on the error of the position of the situation point, made on base of data, gained from the direct measurments, are presented in this article. The attention is called to the great measuring instruments, as well as to the possibility of making use of this data for creating the numerical map, that has then the same accuracy as the measurments. The problem of the influence of the mean errors of the matrix points on the error of the position of the situation point, that doesn`t, in some cases satisfy the accuracy requiments in this conditions, is mentioned here. The teoretical bases are presented in the part 2 (fig.1 and the equations 1, 2, 3, 4). The results of the position of the situations point are presented in the table 1 and 2.