

ANALIZA SKALI

Skala to podstawowy element mapy. Określenie jej dla mapy dawnej rzutuje na znakomitą większość innych analiz. Najczęściej wykorzystujemy skalę średnią dla całej mapy, dlatego tak ważne jest jej poprawne określenie.

Większość map archiwalnych ma skalę liczbową lub podziałkę liniową. W tym drugim przypadku mogą pojawić się jednak trudności z poprawnym odczytem skali, wynikające np. z zastosowania jednostek pomiarowych, których wartość nie jest znana lub wzbudza wątpliwości. Skala uzyskana z porównania wartości zmierzonej na podziałce z odpowiadającą jej rzeczywistą odległością powinna być zweryfikowana poprzez wykorzystanie innej metody. Najczęściej jest to określenie skali średniej jako średniej arytmetycznej z pomiarów skal indywidualnych na pojedynczych odcinkach. W tym celu należy wybrać punkty, które można zidentyfikować na mapie dawnej i współczesnej, a których położenie nie uległo



Ryc. 1. *Mapa Franciae Orientalis... Descriptio* S. A. Rotenhana z atlasu Orteliusa z 1592 r. (zmniejszona 1,9 razy) (Krzywicka-Blum 1994, fragment)

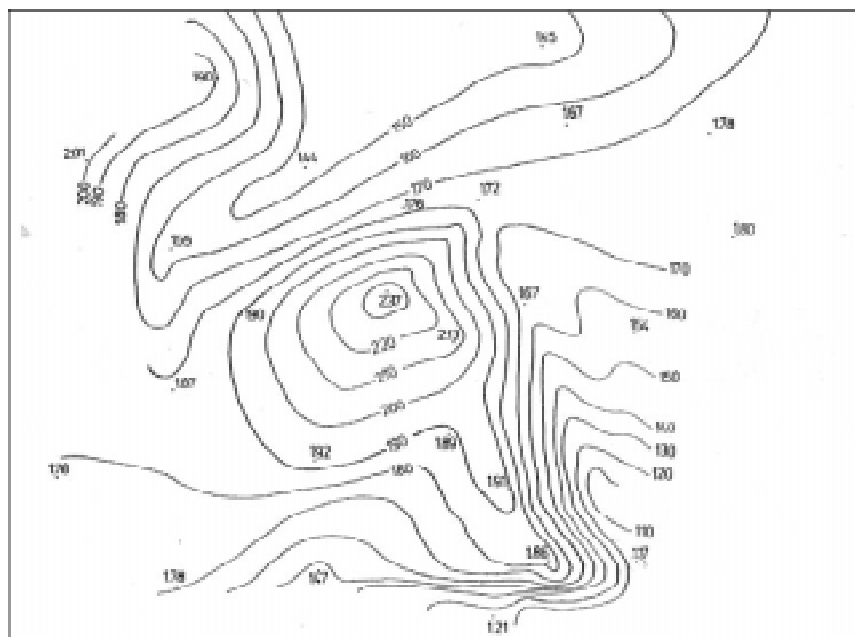
S. A. Rothenhan's *Mapa Franciae Orientalis... Descriptio* published in the atlas of Ortelius (1592) (1.9 times reduced) (Krzywicka-Blum 1994, a fragment)

zmianie. Następnie trzeba obliczyć skale odcinków pomiędzy każdym z punktów i pozostałymi, przy czym punkty powinny zostać dobrane w taki sposób, aby kierunki odcinków były zróżnicowane. Zapewni to reprezentatywność uzyskanej skali.

Inną metodą badania skali jest określenie jej na podstawie siatki kartograficznej. Polega ona na pomiarze długości jednego stopnia na mapie i porównaniu z wartością stopnia w rzeczywistości (Pietkiewicz 1980).

Oryginalny graficzny sposób analizy skali zaproponowała Krzywicka-Blum (1994). Polega on na przedstawieniu zmienności skali mapy za pomocą izolinii, czego rezultatem jest czytelny i zrozumiały obraz lokalnych zróżnicowań tej cechy mapy. Regularnie rozmieszczone punkty, które wykorzystano do mierzenia skal indywidualnych, tworzą w tej metodzie wierzchołki trójkątów (ryc. 1). Do każdego z trójkątów przypisane są trzy wartości skal, odpowiadające skalom odcinków, stanowiących boki trójkątów. Wartość średniej arytmetycznej z tych trzech skal przypisujemy punktowi leżącemu na przecięciu środkowych trójkąta.

W ten sposób uzyskujemy sieć punktów cechowanych, które stanowią podstawę do przeprowadzenia interpolacji i wykreślenia izolinii (ryc. 2). Autorka zastosowała tę metodę do analizy dwu map z atlasu Orteliusa, natomiast Medyńska-Gulij do map księstw śląskich autorstwa Khünoviusa (Medyńska-Gulij 2002).



Ryc. 2. Model zmienności skali mapy *Franciae orientalis* (Krzywicka-Blum 1994, fragment)
Isopleth showing scale variation of the map *Franciae Orientalis* (Krzywicka-Blum 1994, a fragment)

ANALIZA ODLEGŁOŚCI

Odległości pomiędzy wybranymi punktami są bodajże najczęściej badanym elementem map dawnych. Niewątpliwie wynika to z prostoty założeń, gdyż niezbędne są jedynie dwa punkty zidentyfikowane na dawnej i współczesnej mapie. Na tak uzyskanych danych można przeprowadzać wiele operacji.

Różnica między odległością rzeczywistą a zmierzoną na dawnym materiale kartograficznym może być przedstawiona jako błąd bezwzględny (czyli owa różnica w kilometrach) bądź względny (wyrażony w procentach stosunek błędu bezwzględnego do odległości rzeczywistej). Wyniki pomiarów przedstawiane są w tabelach i dla nich oblicza się średnią. Może to być średnia arytmetyczna, znacznie częściej stosuje się jednak średnią obliczoną z wzoru Gaussa. Wzór ten ma postać:

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n E_i^2}{n}}$$

gdzie: E – błąd indywidualny odległości, n – liczba odcinków (pomiarów).

Przedstawione powyżej obliczenia są bardzo powszechne, a świadczy o tym duża liczba opracowań, w których je wykorzystano (Hook, Perry 1976; Pietkiewicz 1980; Szeliga 1968; Trafas 1982; Wereszczyński 1967).

Średnia gaussowska jest najczęściej stosowanym, ale nie jedynym sposobem liczbowej prezentacji błędów odległości. Można znaleźć przykłady zastosowania odchylenia standardowego (Hook, Perry 1976) lub obliczania średniego bezwzględnego błędu odległości na odcinkach pięciokilometrowych (Trafas 1982).

Percepcję rozrzutu obliczonych błędów znacznie ułatwia ich graficzne przedstawienie na wykresach (Pietkiewicz 1980; Szeliga 1968).

Analiza odległości to jedno z najczęstszych badań map dawnych. Niemniej jednak można znaleźć rozwiązania oryginalne i ciekawe, np. zastosowanie współczynnika korelacji (Stone, Gemmel 1977). Współczynnik obliczany jest dla par odległości (rzeczywistej i pomierzonej) pomiędzy punktami. Im wynik bliższy wartości 1, tym mniejsze zniekształcenia występują na badanej mapie. Możliwe jest także przedstawienie przestrzennego zróżnicowania współczynnika za pomocą izolinii. Jako punkty interpolacyjne służą punkty pomiarowe, którym przypisano wartości współczynnika korelacji pomiędzy danym punktem a wszystkimi pozostałymi.

ANALIZA KIERUNKÓW

Metody analizy kierunków na mapach są analogiczne do tych wykorzystywanych w analizie odległości. Błędy indywidualne, czyli różnice pomierzonych

na dawnym planie i rzeczywistych wartości azymutu, są zestawiane, a na ich podstawie obliczane są błędy średnie (najczęściej stosowana jest wspomniana wcześniej średnia gaussowska, rzadziej arytmetyczna) (Medyńska-Gulij 2002; Pietkiewicz 1980; Szeliga 1968; Trafas 1982). Rozkład błędów kierunków, podobnie jak błędów odległości, przedstawić można za pomocą histogramu (Medyńska-Gulij 2002; Pietkiewicz 1980; Szeliga 1968).

Kolejną analogią do analiz odległości jest badanie błędów na określonych odcinkach (np. średni błąd kątów przy długości ramion równej pięć kilometrów – Trafas 1982).

W badaniach map morskich analizuje się różę kierunków, porównując namiary współczesne z namiarami według róży z mapy dawnej (Wereszczyński 1967).

ANALIZA WSPÓLRZĘDNYCH GEOGRAFICZNYCH

Analiza współrzędnych geograficznych map dawnych dokonywana jest poprzez porównanie wartości rzeczywistych i pomierzonych. Następnie oblicza się (korzystając ze wzoru Gaussa) średnie błędy szerokości i długości geograficznej (Boczyńska, Midzio 1974; Medyńska-Gulij 2002; Pietkiewicz 1980; Szeliga 1968). Dane te mogą być przedstawione zarówno w mierze kątowej, jak i liniowej. Także i w tych analizach przedstawia się błędy indywidualne za pomocą histogramów.

Wyliczone dla współrzędnych błędy średnie umożliwiają zastosowanie poniższego wzoru i obliczenie średniego błędu położenia punktów (Pietkiewicz 1980; Szeliga 1968).

$$M = \pm \sqrt{M_{\phi}^2 + M_{\lambda}^2}$$

gdzie M_{ϕ} i M_{λ} – średnie błędy szerokości i długości wyrażone w kilometrach.

Z literatury wynika, że błąd ten obliczany jest znacznie rzadziej niż błędy składowe (szerokości i długości geograficznej). Jest to tym bardziej dziwne, że zaledwie jedno obliczenie więcej pozwoliłoby na uzyskanie współczynnika, który w bardzo obrazowy sposób charakteryzuje ogólną dokładność badanej mapy.

Przeprowadzenie omawianej analizy wymaga obecności na badanym planie siatki kartograficznej. W przypadku jej braku (jak ma to miejsce na znacznej części planów dawnych i innych opracowań wielkoskalowych) można utworzyć lokalny układ współrzędnych, w którym przyjmie się pewien punkt początkowy (Wereszczyński 1967). Jest to jednak metoda niosąca sporo wątpliwości i w związku z tym mało powszechna.

ANALIZA POWIERZCHNI

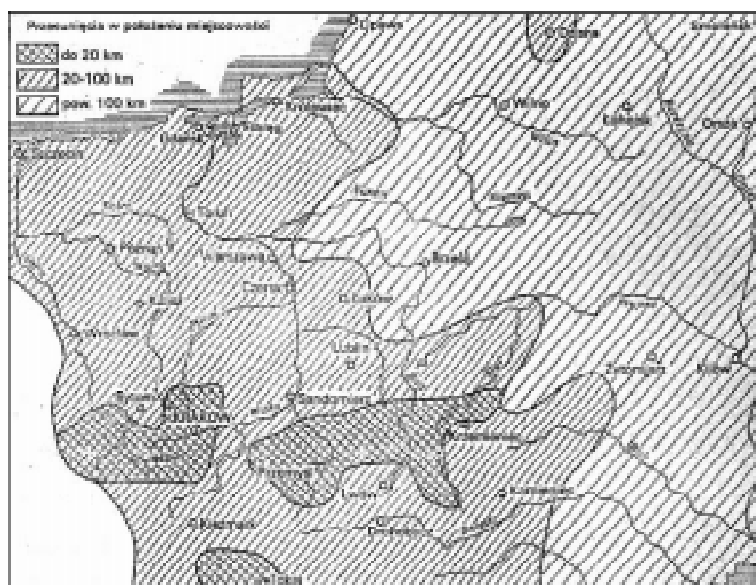
Analiza ta opiera się na porównaniu powierzchni zmierzonej na mapie dawnej i współczesnej. Porównanie jest możliwe po przeliczeniu wyników na takie same, współczesne jednostki miar (Hook, Perry 1976; Wereszczyński 1967).

GRAFICZNE METODY ANALIZY

Najpowszechniejszą metodą graficznego obrazowania rozbieżności między mapą dawną a współczesną jest siatka zniekształceń (Alexandrowicz, Jankowska 1989; Łuczyński 2001; Pietkiewicz 1980; Szeliga 1968). Konstruuje się ją, przenosząc siatkę kartograficzną z mapy współczesnej na archiwalną, modyfikując jednocześnie jej przebieg zgodnie z położeniem poszczególnych elementów na mapie dawnej. W rezultacie oczka siatki zatracają regularny kształt i stają się zdeformowanymi polami (ryc. 3).



Ryc. 3. Deformacje południków i równoleżników na mapie Sebastiana Münstera z 1540 r.
(Alexandrowicz, Jankowska 1989, zmniejszone)
Deformations of meridians and parallels on Sebastian Münster's map (1540)
(Alexandrowicz, Jankowska 1989, reduced)



Ryc. 5. Rozkład błędów położenia miejscowości na mapie Polski W. Grodeckiego (Boczyńska, Midzio 1974, zmniejszone)
Distribution of location errors of cities on the map of Poland by W. Grodecki (Boczyńska, Midzio, 1974, reduced)

z tych badań mogą wykazywać nie tyle błąd autora mapy dawnej, ile dynamikę procesów kształtujących dany element krajobrazu.

Wszystkie scharakteryzowane metody umożliwiają badanie map dawnych, co pozwala poznać rozwój kartografii, technik wykonywania map i dokonywania pomiarów terenowych. Poprawnie i rzetelnie zanalizowana mapa dawna staje się nieocenionym materiałem źródłowym dla geografów, historyków, urbanistów i wielu innych specjalistów.

LITERATURA

- Alexandrowicz S., Jankowska E. 1989: O metodach badania map z XVI–XVII wieku (na przykładzie wybranych map krajów Europy Środkowej i Wschodniej). *Polski Przegląd Kartograficzny*, 21, 3–4: 134–147.
- Boczyńska M., Midzio J. 1974: Analiza dokładności Mapy Polski Wacława Grodeckiego. *Polski Przegląd Kartograficzny*, 6, 1: 29–33.
- Hook J., Perry R. A. 1976: The planimetric accuracy of tithe maps. *The Cartographic Journal*, 13, 2: 177–183.
- Konias A. 1984: Metody oceny dokładności dawnych map. *Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartograficznych, X, Teoretyczne i metodyczne problemy współczesnej kartografii*. Lublin: 64–76.
- Krzywicka-Blum E. 1994: Nowa metoda analizy i prezentacji zmienności skali dawnych map dużych obszarów. *Polski Przegląd Kartograficzny*, 26, 2: 75–84.

- Łuczyński J. 2001: Analiza dokładności mapy Wielkiego Księstwa Litewskiego Tomasza Makowskiego z 1613 r., tzw. radziwiłłowskiej na podstawie siatki zniekształceń. *Polski Przegląd Kartograficzny*, 33, 4: 365–371.
- Medyńska-Gulij B. 2002: Mapy księstw śląskich świdnickiego, jaworskiego i legnickiego z II połowy XVII wieku Fryderyka Khünoviusa. Wyd. GAJT, Wrocław.
- Pietkiewicz S. 1980: Mapa Polski *Milionówka* Bernarda Wapowskiego (1526). *Studia i Materiały z Dziejów Nauki Polskiej*, C, 24: 37–62.
- Stone J. C., Gemmell A. M. D. 1977: An experiment in comparative analysis of distortion on historical maps. *The Cartographic Journal*, 14, 1: 7–11.
- Szeliga J. 1968: Analiza dokładności wybranych map wybrzeża polskiego z XVII i XVIII wieku. *Zeszyty Geograficzne Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Gdańsku*, 10: 37–85.
- Szeliga J. 1993: Metody i stan dokładnościowych badań dawnych map z obszaru Polski. *Z dziejów kartografii*, VI, *Dorobek polskiej historii kartografii*. Warszawa: 51–66.
- Trafas K. 1982: Rękopiśmienne mapy górnej Wisły. *Zeszyty Naukowe Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica*, 900, *Geodezja*, 74: 93–105.
- Wereszczyński J. 1967: Studia nad mapami morskimi Fryderyka Getkanta. *Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej*, (zeszyt specjalny) 5: 5–48.

SUMMARY

The first part of the article concerns scale assessment. An average value of scale results from several local scales. They, in turn, are obtained by selecting points on the early map which can be identified beyond doubt on the modern map and measuring and comparing corresponding distances on both maps.

Scale variation can be presented by means of isopleth interpolated according to values of local scales (see Fig. 1 and 2).

Analysis of distances is a very common type of examination. Two error ratios are used in most cases – relative and absolute. Absolute error is the difference between measured and real distance, while relative is the relation of the absolute error value to real distance (in percentage). Individual errors are listed and average values are calculated. The most common formula is Gauss average:

$$M = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n E_i^2}{n}}$$

where: E – individual errors of distance, n – number of distances compared.

Apart from this, other methods are used: arithmetic mean, standard deviation or correlation coefficient. Map angles are examined in the way distances are. Individual errors are used to calculate Gauss average. An analysis of coordinate points is also based on Gauss formula. The result is an average error of latitude and longitude (in metres or degrees). Both can be used to calculate average location error. The formula is:

$$M = \pm \sqrt{M_\varphi^2 + M_\lambda^2}$$

where M_φ and M_λ – average latitude and longitude errors.

An analysis of areas is reduced to, in most cases, simple comparison of measured values.

Graphic methods of examination help to visualize accuracy of early maps. The most popular one is the distortion grid. It is the grid drawn on the early map according to location of points whose real coordinates may be read from the modern map (see Fig. 3). Other methods are: showing differences between maps (Fig. 4), presenting regions of similar distortion (Fig. 5) and mentioned isopleths of scale variation.