

HERONIM OLENDEREK

Podstawy matematyczne i rodzaje polskich powojennych map topograficznych

Mathematical Bases and Sorts of Polish Post-War Topographical Maps

Lasy Państwowe wprowadzają do nadleśnictw system informatyczny. Prowadzone są intensywne prace badawcze nad wprowadzaniem w leśnictwie systemów informacji przestrzennej (Olenderek H., Korpetta D., 1992). Źródłem zasilania systemu informacji przestrzennej będą przede wszystkim istniejące leśne mapy gospodarcze, mapy przeglądowe i mapy topograficzne. Forma i treść map leśnych jest jednoznacznie zdefiniowana a ich wykorzystanie dla potrzeb systemów wymagać będzie przede wszystkim sprawdzenia aktualności i dokładności. W środowisku leśników są to mapy ogólnie znane i stosowane. Wobec dużej różnorodności tego rodzaju opracowań, ocena możliwości ich wykorzystania przy budowie systemów informacji przestrzennej wymaga znajomości przynajmniej ogólnych zasad matematycznych ich sporządzania, podstaw klasyfikacji oraz kryteriów wyboru. Jest to istotny powód usprawiedliwiający zamieszczenie w czasopiśmie leśnym artykułu problemowego o charakterze typowo kartograficznym.

Każda mapa wykonana jest w pewnym odwzorowaniu. Zagadnienie przekształcenia kulistej powierzchni Ziemi na powierzchnię płaską ma istotne znaczenie dla użytkowników map, gdyż w rezultacie odwzorowania następuje zmiana pewnych zależności geometrycznych występujących w rzeczywistości na powierzchni kuli lub elipsoidy. Zależności sferyczne między różnymi elementami mogą być zachowane również na płaszczyźnie. Istnieje nieograniczona liczba sposobów odwzorowania powierzchni sferycznej na płaszczyznę, nie ma jednak odwzorowania z wiernym odtworzeniem wszystkich relacji geometrycznych występujących na powierzchni kuli. Kąty, pola, odległości i kierunki podlegają różnym zmianom; ponadto istnieje wiele innych zależności przestrzennych, które mogą, ale nie muszą, być zachowane. Wobec bogatej różnorodności, ich klasyfikacja jest problemem niezwykle skomplikowanym. Próby jej dokonania były podejmowane niejednokrotnie, ale żadna z propozycji nie zyskała powszechnej akceptacji.

Dla większości map szkolnych oraz na mapach ogólnogeograficznych małoskalowych najbardziej pożądane jest odwzorowanie pól bez zniekształceń, a więc **odwzorowania**

równopole, zaś dla map topograficznych wielkoskalowych i średnioskalowych oraz map nawigacyjnych — odwzorowania wiernokątne.

Najbardziej popularnym odwzorowaniem jest, skonstruowane już w 1569 r. **odwzorowanie Merkatora** (Robinson A., Sale R., Morrison J. 1988). W zasadzie jest to odwzorowanie walcowe, w praktyce jednak musi być konstruowane sposobami matematycznymi. Teoretyczny walec styka się z powierzchnią kuli wzdłuż równika. Ziemia ma kształt kuli, a równik jest jednym z kół wielkich, możemy więc obrócić walec o 90 stopni tak, by linią podstawową stał się południk, który wraz z południkiem przeciwległym zastąpi równik. Przy takim położeniu walca odwzorowanie to nosi nazwę **poprzeczne odwzorowanie Merkatora**. Odwzorowanie to służy za podstawę do tworzenia międzynarodowego układu współrzędnych prostokątnych płaskich UTM. Aby zmniejszyć zniekształcenia realizuje się odwzorowanie powierzchni kuli na poboczną walca przecinającą się z powierzchnią kuli. Otrzymuje się wtedy dwie wiernie odwzorowane linie sieczności, które są kołami małymi przebiegającymi równoległe względem południka środkowego w odległości około 180 km po obu jego stronach. Pasy południkowe (strefy) mają rozpiętość 6 stopni długości geograficznej, poczynając od południka 180 stopni. Dzielą się one na czworoboki o wysokości 8 stopni szerokości geograficznej. **Odwzorowanie UTM (uniwersalne transwersalne odwzorowanie Merkatora)** zalecane jest od 1951 r. przez Międzynarodową Unię Geodezyjną do stosowania w pracach geodezyjnych i topograficznych. Powierzchnią odniesienia jest elipsoida międzynarodowa lub Clarke'a.

W państwach Europy środkowej i wschodniej stosowana jest inna modyfikacja odwzorowania Merkatora, dokonana przez Niemców K. Gaussa i L. Krügera, tzw. odwzorowanie Gaussa-Krügera (Bonatowski G., Jaczynowski S., Mróz W., 1988). Jest to równokątne walcowe poprzeczne odwzorowanie elipsoidy obrotowej Krasowskiego na płaszczyznę, przy czym środkowy południk obszaru, zwany też południkiem osiowym, odtwarza się wiernie. Obszar Polski jest odwzorowany w trzech 6-stopniowych pasach odwzorowawczych. Każdy z pasów jest oddzielnie odwzorowany i stanowi oddzielny układ. Mapy sporządzane w tym **układzie, zwanym "1942"**, mają siatkę kartograficzną i kilometrową. Arkusze map topograficznych mają kształt trapezów, linie podziału pokrywają się z obrazami równoleżników i południków. Podział jest zgodny z Międzynarodową Mapą Świata (MMS) w skali 1:1000000 ($\Delta\phi = 4^\circ$, $\Delta\lambda = 6^\circ$).

W zależności od skali formaty map są następujące:

Skala			Przykład godła
1: 25000	$\Delta\phi = 5'$	$\Delta\lambda = 7'5''$	N-33-136-C-d
1: 50000	$\Delta\phi = 10'$	$\Delta\lambda = 15'$	N-33-136
1:100000	$\Delta\phi = 20'$	$\Delta\lambda = 30'$	N-33-XXXI
1:200000	$\Delta\phi = 40'$	$\Delta\lambda = 1^\circ$	N-33-D
1:500000	$\Delta\phi = 2^\circ$	$\Delta\lambda = 3^\circ$	N-33

W latach pięćdziesiątych, sześćdziesiątych i siedemdziesiątych były wykonywane mapy w układzie "1942" również w skalach:

Skala	Przykład godła	
1:10000	$\Delta\phi = 2'30''$	$\Delta\lambda = 3'45''$ N-33-136-C-d-4
1: 5000	$\Delta\phi = 1'15''$	$\Delta\lambda = 1'52''5$ N-33-136-C-d-4-c

Mapy w skali 1:10000 pokryły 96% obszaru państwa, mapy 1:5000 około 4%. Stosowano znaki z klucza 1954, 1956, 1962 lub 1967.

Mapa w skali 1:25000, wg znaków umownych z lat 1949, 1954, 1959 lub 1967, ma teoretyczny średni błąd położenia sytuacyjnego punktu $\pm 12,5$ m, a średni błąd wysokości $\pm 1,0$ m. Praktycznie błędy te w pierwszych wydaniach były znacznie większe.

W układzie współrzędnych prostokątnych płaskich 1942 przyjęto stosowanie do prac geodezyjno-kartograficznych elipsoidy Krasowskiego, z punktem przyłożenia do powierzchni rzeczywistej w okrągłej sali obserwatorium astronomicznego w Pułkowie (dzielnica Leningradu) oraz odniesienie wysokości punktów do średniego poziomu Morza Bałtyckiego w Kronsztadzie (Główny Urząd Geodezji i Kartografii 1978a, b, 1981).

31 grudnia 1976 r. wydano zarządzenie w sprawie opracowania edycji cywilnej map topograficznych i udostępnienie ich użytkownikom gospodarki narodowej. Opracowano nowy państwowy układ współrzędnych prostokątnych płaskich — zwany **układem 1965**.

Układ ten nie jest układem jednolitym. Podstawą matematyczną opracowania map jest:

- układ współrzędnych prostokątnych płaskich w odwzorowaniu płaszczyznowym, ukośnym, wiernokątnym, przyjętym dla czterech fragmentów Polski; są to tzw. cztery strefy odwzorowania: strefa I — obejmuje południowo-wschodnią część Polski; strefa II — północno-wschodnią część Polski strefa III — północno-zachodnią część Polski i strefa IV — południowo-zachodnią część Polski;
- układ współrzędnych prostokątnych płaskich w odwzorowaniu Gaussa-Krügera przyjęty dla jednego fragmentu kraju obejmującego województwo częstochowskie i katowickie. Jest to tzw. V strefa odwzorowawcza.

Każda strefa odwzorowawcza ma własny początek układu współrzędnych. Układy współrzędnych są wzajemnie przesunięte i skręcone. Układ został tak pomyślany, aby nie można było złożyć w jedną całość map dla całego obszaru państwa.

Ten podstawowy mankament oraz brak siatki kartograficznej na mapach topograficznych sprzedanych w układzie "1965" powoduje, że w ramach poszczególnych stref odwzorowawczych można budować tylko lokalne systemy informatyczne oparte na siatce kilometrowej tych map, bez możliwości transformowania informacji zawartych w bazie danych na strefy sąsiednie. W układzie "1965" mapy są sporządzane w skalach 1:10000 (1:5000), 1:25000, 1:50000.

Na początku lat osiemdziesiątych wprowadzono nowy **układ współrzędnych prostokątnych płaskich — GUGiK-1980**. Mapy sporządzane w tym układzie są sporządzane w jednolitym dla całego kraju odwzorowaniu guasisterograficznym, ukośnym, wiernokątnym. Jest to zmodyfikowane odwzorowanie guasistereograficzne WIG. Płaszczyzna sieczna przebiega wzdłuż almukantaratu o promieniu 215 km względem punktu głównego o współrzędnych geograficznych $B=52^{\circ}10'$ i $L = 19^{\circ}10'$, leżącego w środku Polski. Wykorzystano elipsoidę Bessela zmniejszoną o 1/3500.

W odwzorowaniu "GUGiK 1980" są sporządzone mapy w skali 1:100000 i częściowo 1:200000 (17 arkuszy), przewiduje się wykonanie map w skalach: 1:500000 i 1:1000000.

Arkusze map 1:100000 i 1:200000 są sporządzane w podziale na sekcje trapezowo-elipsoidalne o wymiarach takich samych jak mapy w układzie "1942". Są one jednak przesunięte o 10' i są to dwa odrębne odwzorowania.

Oprócz wymienionych, dla terenu Polski można również spotkać następujące mapy topograficzne:

Mapa powiatów w skali 1:25000, tzw. obrębowa. Opracowana na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych, nie posiada żadnych współrzędnych i nie jest kartometryczna. Błędy i celowe skażenia sytuacji, szczególnie na granicach powiatów, wzdłuż rzek i na obszarach dużych kompleksów leśnych dochodzą do 750 m, a błędy wysokości — kilka metrów.

Mapa topograficzna w skali 1:50000 w układzie Borowa Góra, wydawana w latach pięćdziesiątych, jako fotomechaniczne dwukrotne powiększenie mapy w skali 1:1000000 w układzie Borowa Góra. Arkusz mapy tworzono z podzielenia na dwie południkowe części arkusza mapy źródłowej, dodając do godła litery A i B. **Układ Borowa Góra** jest przyjętym w Polsce międzywojennej a stosowanym również po wojnie lokalnym, obejmującym obszar Polski i tereny przyległe, systemem podziału i nomenklatury map topograficznych, opartym na siatce geograficznej.

Mapa topograficzna w skali 1:100000 w układzie Borowa Góra. Wydana w latach 1948–1953, sporządzana na podstawie różnych materiałów (polskie i niemieckie mapy z lat trzydziestych, częściowo uaktualniane), o niejednakowej dokładności. W latach siedemdziesiątych Wydawnictwa Geologiczne wydrukowały tę mapę w dwóch kolorach (brązowy — rzeźba, czarny — pozostałe elementy).

Mapa powiatów w skali 1:100000. Opracowana przez PPWK w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych. Materiałem źródłowym są mapy międzywojenne i mapa topograficzna w skali: 1:100000 w układzie Borowa Góra. Mapy nie mają żadnej siatki współrzędnych i są zniekształcone.

Mapy województw w skali 1:100000. Opracowano je dla wszystkich nowych 49 województw, treść identyczna jak mapy powiatów.

Mapy województw w skali 1:300000. Opracowane przez PPWK w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych dla poszczególnych województw przed zmianą podziału administracyjnego w 1975 r.

Mapa Polski w skali 1:500000. Wydana przez Wojskowy Instytut Geograficzny Sztabu Generalnego WP w 1947 r. Opracowana na podstawie różnych map, polskich i niemieckich z lat: 1934, 1936–1938, 1940–1943 częściowo uaktualnionych. Odwzorowanie stożkowe.

Mapy województw w skali 1:500000. Opracowane przez PPWK dla województw sprzed 1975 r. na podstawie mapy Polski z 1947 r. o treści bardzo zubożonej.

Mapa topograficzna w skali 1:10000 Tatry Polskie. Opracowana przez Służbę Topograficzną Sztabu Generalnego WP w 1986 r., głównie na podstawie mapy topograficznej w

skali 1:10000 (w układzie "1942"). Na mapę składa się 14 arkuszy mapowych i jeden arkusz z objaśnieniami.

*Z Katedry Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej
SGGW w Warszawie*

Literatura

1. **Bonatowski G., Jaczynowski S., Mróz W.**, 1988. Kartografia geologiczna cz. II. Terenoznawstwo. Miernictwo. Zasady fotografii. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa.
2. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 1978a. Instrukcja Techniczna O-1.
3. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 1978b. Instrukcja Techniczna O-2.
4. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 1981. Instrukcja Techniczna K-1.
5. **Olenderek H., Korpetta D.**, 1992. Systemy informacji przestrzennej w leśnictwie polskim — stan i perspektywy rozwoju. Materiały II Konferencji naukowo-technicznej "Systemy Informacji Przestrzennej", 25–27 października, Warszawa.
6. **Podlacha K.**, 1991. Podstawy matematyczne obecnych map topograficznych. Biuletyn Informatyczny, Instytut Geodezji i Kartografii. BOIN, TiE, t. XXXVI nr 1.
7. **Robinson A., Sale R., Morrison J.**, 1988. Podstawy kartografii, PWN, Warszawa.

Summary

Each topographical map is made in certain projection, which defines transformation of spherical surface of the Earth onto flat surface. The most popular is the Mercator projection. In the countries of Central and Eastern Europe, that projection is replaced by one of its modification — the Gauss-Krüger projection. Polish topographical maps are made in three coordinate systems: "1942", "1965", and "GUGiK-1980". The Gauss-Krüger projection is the base for "1942" coordinate system. These maps have been prepared in the following scales: 1:10 000 (1:5000), 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:300 000, 1:500 000. They will be used as a main input data for Geographical Information Systems.