

Aktualizacja map i danych magnetycznych do potrzeb gospodarki narodowej

Jednym z pierwszych zadań, jakie postawiono Geodezji-nemu Instytutowi Naukowo-Badawczemu, powołanemu po wyzwoleniu w resorcie geodezji, obecnemu Instytutowi Geodezji i Kartografii było opracowanie mapy izogon Polski, czyli mapy deklinacji magnetycznej, a także utrzymanie jej aktualności w następnych wydaniach. Pierwsze wydanie — na epokę 1955,0 — było rezultatem prac pomiarowych, obliczeniowych i kartograficznych wykonanych pod kierunkiem Instytutu w okresie 1952—1956. W latach 1958—1959 powtórzono obserwacje na niektórych punktach zdjęcia w celu uchwycenia rozkładu przestrzennego zjawiska zmian wiekowych i jednocześnie uzupełniono niektóre rejonu nowymi punktami. Wobec konieczności dalszej systematycznej aktualizacji mapy w 1957 roku została założona sieć 20 magnetycznych punktów wiekowych, obserwowanych na ogół co kilka lat. Sieć ta służy również celom badawczym w zakresie zmian wiekowych pola magnetycznego Ziemi.

Następnym poważnym etapem jest zdjęcie magnetyczne Polski na epokę 1965,0, opracowane w latach 1964—1970, które oprócz deklinacji obejmuje składową poziomą i pionową pola magnetycznego, drugie pełne zdjęcie całego kraju po opracowaniu Kalinowskiego z 1928 roku, a pierwsze w obecnych granicach. Inicjatywa realizacji zdjęcia, podjęta w latach 1963—1964 przez międzyresortowy zespół koordynacyjny, złożony z przedstawicieli zainteresowanych instytucji, pod patronatem Komitetu Międzynarodowej Współpracy Geofizycznej, była ściśle powiązana z ideą opracowania jednolitej mapy magnetycznej europejskich krajów socjalistycznych, rozwijaną na konferencjach regionalnych MWG w Warszawie (1961), Budapeszcie (1962) i Poczdamie (1963). W latach następnych współpraca regionalna nad tym problemem była i jest do chwili obecnej kontynuowana w ramach Grupy Roboczej 1.6. KAPG z aktywnym udziałem strony polskiej, reprezentowanej przez specjalistów z Instytutu Geodezji i Kartografii. Omawiane zdjęcie magnetyczne stało się integralną częścią zdjęcia regionalnego po uzgodnieniu przebiegu izolinii w rejonach granicznych ze zdjęciami państw sąsiadujących.

Wspomniany zespół koordynujący wytypował grupę roboczą do praktycznego przeprowadzenia prac nad zdjęciem, powierzając jednocześnie Instytutowi Geodezji i Kartografii rolę wiodącą w tym zakresie. Współpracę zadeklarowa-

ły: Zakład Geofizyki PAN, Instytut Geologiczny i Służba Topograficzna WP, których wkład w okresie realizacji robót przyczynił się wydatnie do pomyślnej realizacji postawionych zadań.

Na zakończenie tego pobieżnego przeglądu prac, stanowiącego jednocześnie informację o posiadanym materiale obserwacyjnym, należy wspomnieć o kompilacji mapy izogon Europy na 1972 rok i badaniach zmian wiekowych deklinacji magnetycznej na tym obszarze, stanowiących podłoże opracowań krajowych.

*

Elementy pola magnetycznego Ziemi zmieniają się w czasie. Oznacza to, że wykazywane na mapach magnetycznych, topograficznych czy nawigacyjnych wartości elementów pola nie są identyczne z wartościami obserwowanymi. Wartości obserwowane, jako chwilowe, zostają odpowiednio przetworzone, zwykle zredukowane do średniej wartości rocznej odpowiadającej epoce opracowania mapy magnetycznej. Odczytane z takiej mapy wartości mogą być przeliczane na inne epoki, zależnie od potrzeb użytkowników mapy. Do przeliczeń tych wykorzystuje się podawane na mapie dodatkowe informacje o przewidywanych zmianach pola magnetycznego w czasie oraz ich rozkładzie na określonym obszarze. Badaniom zmian pola służy działalność obserwatoriów magnetycznych, prowadzących ciągle zapisy elementów pola oraz systematyczne pomiary sieci wiekowych punktów magnetycznych.

Już na podstawie powyższych stwierdzeń ogólnych można wyprowadzić wniosek, że aktualność określonej mapy magnetycznej jest czasowo ograniczona. Przez okres aktualności mapy magnetycznej należy zatem rozumieć okres liczony od epoki opracowania (epoki odniesienia), w którym różnica między aktualną wartością elementu pola a odczytaną z mapy nie przekracza błędu charakterystycznego dla tej mapy lub jej fragmentu.

Tak zdefiniowany okres aktualności mapy magnetycznej zależy od:

a) dokładności mapy, na którą wpływają takie elementy, jak: skala, dokładność pomiarów, cięcie izolinii, anomalność pola;

b) znajomości rozkładu czasowo-przestrzennego zmiany wiekowej danego elementu pola na obszarze ujętym na mapie i w epoce jej opracowania, co warunkuje wartość prognozy tej zmiany.

W dotychczasowej praktyce stosuje się różne sposoby przedłużania aktualności map magnetycznych drogą wprowadzenia do ich treści informacji o zmianie rocznej kartowanego elementu pola. Informację tę podaje się w formie liczby lub w postaci mapy izopor (w małej skali) umieszczonej w rogu arkusza lub na ramce odpowiedniej mapy. Niekiedy izopory nanosi się razem z izoliniami elementu pola magnetycznego, wyróżniając je innym kolorem lub linią przerywaną. Aby otrzymać aktualną wartość elementu pola, odczytuje się z mapy jego wartość w żądanym punkcie, a następnie do odczytanej wartości dodaje poprawkę ze względu na zmianę roczną (zmianę wiekową na rok).

Z obserwacji zmian wiekowych pola magnetycznego Ziemi, choćby w okresie kilku lat, wynika, że pole to nie zmienia się liniowo. Jeśli nawet przyjąć założenie, że dla epoki odniesienia jest już znana i zamieszczona na mapie aktualna zmiana roczna, co w praktyce nie zawsze ma miejsce, przeprowadzona w przytoczony sposób redukcja odczytanej z mapy wartości elementu pola do innej epoki jest tym mniej dokładna, im więcej czasu upłynęło od epoki opracowania mapy. W związku z tym w warunkach polskich okres aktualności podstawowych map magnetycznych kraju określono na:

5 lat w wypadku mapy deklinacji magnetycznej (mapy izogon);

10 lat w wypadku map pozostałych elementów pola.

Należy podkreślić, że chodzi tu o mapy zdjęcia podstawowego, wykonanego w określonym czasie na całym obszarze kraju z zastosowaniem jednolitej natężenia pola magnetycznego możliwie najbardziej zbliżonej do średniego standardu (poziomu absolutnego) obserwatoriów magnetycznych rejonu Europy Środkowej. Na obszarze Polski jest bowiem wiele zdjęć magnetycznych obejmujących różne rejony kraju, nieraz bardzo szczegółowych, wykonywanych w różnych okresach według współczesnego standardu. Wprowadzenie w ostatnim dziesięcioleciu do powszechnego użytku magnetometru protonowego jest znacznym krokiem naprzód w zakresie ujednolicenia standardów obserwatoriów magnetycznych i podniesienia dokładności polowych pomiarów magnetycznych.

Omawiana redukcja skartowanego elementu pola do innej epoki dotyczy wypadku, gdy użytkownik mapy chce otrzymać jako rezultat średnią wartość roczną w tej epoce. W praktyce jednak częściej występuje zagadnienie określenia na podstawie mapy magnetycznej najprawdopodobniejszej wartości elementu pola w określonym momencie (wartości chwilowej). W tym celu na niektórych mapach, na przykład francuskich, zamieszcza się wykresy lub tabele wartości średnich miesięcznych w roku oraz średni przebieg zmian danego elementu pola zachodzących w cyklu dobowym. Na podstawie tych informacji wyznacza się różnice między średnią wartością roczną tego elementu a wartością w określonym momencie odpowiedniego miesiąca, uzyskując w ten sposób dodatkową, szukaną redukcję momentalną.

Wielu wydawców map magnetycznych rezygnuje jednak z zamieszczania na mapach średnich przebiegów miesięcznych i dobowych.

Wynika to z tego, że:

a) uśredniony przebieg zmian może się wyraźnie różnić od rzeczywistego, zwłaszcza w okresach zwiększonej aktywności magnetycznej;

b) uśrednione przebiegi są obliczane na podstawie epok, które już minęły, wobec czego obliczanie redukcji do momentu w okresie wykorzystania mapy jest ekstrapolacją przebiegu zmian.

Wydaje się jednak, że większa liczba informacji na mapie, zwiększająca prawdopodobieństwo otrzymania poprawnego wyniku, jest pożyteczna, o ile tylko użytkownik mapy orientuje się w korzyściach i mankamentach wprowadzania omawianej redukcji.

*

Przytoczony przegląd zagadnień dotyczący korzystania z map magnetycznych może już uzasadnić kierunek badań mających na celu dostarczenie użytkownikowi poprawnych i aktualnych danych magnetycznych żądanego obszaru lub dowolnego punktu tego obszaru. Przez termin poprawne dane należy tu rozumieć najprawdopodobniejsze wartości elementu pola magnetycznego na określonej epokę, uzyskane ze zbioru informacji o jego zmianach i rozkładzie, natomiast aktualność danych oznacza, że epoka ta powinna być możliwie bliska okresowi wykorzystania danych.

Spełnienie postawionych wymagań jest uwarunkowane szeregiem czynników. Do najpoważniejszych należy zaliczyć:

1) dobór odpowiednich metod zarówno czasowej, jak i przestrzennej interpolacji i ekstrapolacji zmian wiekowych w celu obliczenia redukcji od epoki pomiaru do epoki opracowania mapy magnetycznej (epoki odniesienia mapy). Polska sieć magnetycznych punktów wiekowych, założonych do wyznaczania zmian wiekowych elementów pola, nie jest dotychczas w całości obserwowana w każdym roku. Powstaje więc niejednokrotnie konieczność interpolacji lub ekstrapolacji tych wartości w celu obliczenia zmiany elementu pola na punkcie wiekowym w żądanym przedziale czasu. Po wyznaczeniu tej zmiany na wszystkich punktach wiekowych przechodzi się do wyinterpolowania jej wartości dla dowolnego punktu zdjęcia magnetycznego. Interpolacja numeryczna przy nieliniowym charakterze tych zmian względem czasu i współrzędnych geograficznych wymaga wypracowania optymalnych metod, zbadania ich dokładności i przydatności;

2) wprowadzenie nowoczesnej techniki rejestracji, przetwarzania i kartograficznego opracowania danych magnetycznych. Umożliwi to dostarczenie użytkownikowi tak aktualnych map, aby nie potrzebował wprowadzać poprawki ze względu na zmianę wiekową danego elementu pola. Jeśli chodzi o mapę izogon Polski, to przy obecnej wartości zmiany wiekowej deklinacji magnetycznej okres tak pojętej aktualności wynosi 1—2 lat, co oznacza konieczność wydawania aktualnej mapy raz na 2 lata. Niezależnie od istotnego uproszczenia sposobu korzystania z takiej mapy, szybkość cyklu produkcyjnego pozwala na uwzględnienie w obliczeniach danych pomiarowych z ostatniego roku, co zmniejsza okres ekstrapolacji czasowej przy redukowaniu wyników zdjęcia magnetycznego do epoki opracowania mapy. Zakładając obserwację całej sieci punktów wiekowych w każdym roku oraz możliwość uzyskania średnich wartości rocznych elementów pola z obserwatorium w I kwartale następnego roku, na żadnym punkcie wiekowym okres ekstrapolacji nie będzie dłuższy niż 1 rok. Niestety, taka obserwacja sieci jest obecnie dopiero w fazie starań, praktycznie więc okres ten może dochodzić na niektórych punktach wiekowych nawet do 4 lat;

3) zasadę wykorzystania do obliczeń każdego pomiaru wykonanego na punktach zdjęcia magnetycznego. Opracowane metody redukcji nie mogą pomijać żadnej obserwacji wykonanej na danym punkcie zdjęcia, to znaczy powinny być przystosowane do wyrównania w wypadku obserwacji nadliczbowych. Jest to ważny warunek, ponieważ punkty powtarzane otwierają możliwość wyznaczania błędów obliczonych wartości, a zatem oceny przydatności stosowanych metod. W związku z tym, jednym z pierwszych kroków w nakreślonym kierunku badań jest utworzenie banku danych magnetycznych. Koncepcja tego banku bierze pod uwagę:

— zakres zbioru, obejmujący wszystkie dane uzyskane drogą bezpośredniego pomiaru elementów pola na punktach zdjęcia magnetycznego i punktach wiekowych;

— rozszerzalność zbioru zarówno dotyczącą punktów, jak i nowych pomiarów na istniejących punktach. Oczywiście zgodnie z tym, co powiedziano w punkcie 2, koncepcja banku przewiduje również:

— możliwość oprogramowania banku do celów praktycznych, przede wszystkim do projektowania zdjęć uzupełniających, wykrywania błędów grubych, aktualizacji zdjęć przez czasoprzestrzenną interpolację, automatyzacji prac kartograficznych;

— przydatność do badań naukowych, między innymi do sporządzania projektów zdjęć magnetycznych, oceny poprawności rozkładu punktów zdjęcia, poszukiwania regularności lub anomalii zmian wiekowych pola magnetycznego Ziemi.

Realizację koncepcji rozpoczęto w 1976 roku w kooperacji z Centrum Informatycznym Geodezji i Kartografii, w wyniku której zrealizowano podstawowy etap prac nad organizacją zbiorów danych systemu informatycznego Bank Danych Magnetycznych, w skrócie BDM, co z kolei umożliwiło wykonanie eksperymentalnych automatycznych redukcji deklinacji magnetycznej z epoki na epokę.

*

Aktualność map magnetycznych ma duże znaczenie praktyczne w gospodarce narodowej. W dziedzinie topografii i kartografii znajomość aktualnych wartości deklinacji magnetycznej umożliwia podniesienie na wyższy poziom sposobu wykazywania tych wartości na mapach topograficznych, to jest drukowania na marginesie schematycznych mapek izogon zamiast podawania średniej deklinacji całego arkusza. Znaczenie aktualnych zdjęć magnetycznych w geofizyce poszukiwawczej polega na stworzeniu możliwości dokładniejszego obliczania pól normalnych i to zarówno regionalnych, jak i lokalnych, co jest podstawą badania budowy skorupy ziemskiej drogą interpretacji obserwowanych na powierzchni anomalii magnetycznych.