

Konstanty KARACZUN

## Pole normalne składowej pionowej $Z$ magnetyzmu ziemskiego z obszaru Polski dla epoki 1957.5

W 1955 roku zostało zakończone na obszarze Polski regionalne zdjęcie składowej pionowej  $Z$  magnetyzmu ziemskiego, prowadzone przez różnych autorów i różne instytucje od przeszło 20 lat. Jedynie obszar Sudetów nie został objęty tym zdjęciem. Ze względu na skomplikowaną budowę geologiczną w Sudetach odpowiednikiem zdjęcia regionalnego było na tym obszarze zdjęcie półszeregowe — profilowe.

W związku z wzrastającymi potrzebami geologii w 1954 r. zaistniała konieczność szybkiego zestawienia przeglądowych map magnetycznych składowej pionowej  $Z$  magnetyzmu ziemskiego. Na podstawie materiałów badań magnetycznych, zgromadzonych przede wszystkim w Archiwum Instytutu Geologicznego, została zestawiona przez A. Dąbrowskiego, K. Karaczuna, M. Karaczun i H. Orkiszę „Przeglądowa Mapa Magnetyczna Polski — anomalie składowej pionowej  $Z$  magnetyzmu ziemskiego“ w różnych skalach.

Z uwagi na konieczność szybkiego wydania mapy, jej autorzy nie mogli jednolicie opracować wyników badań pochodzących z różnych lat i w różny sposób przedstawianych. Zrezygnowano więc z dokładniejszej analizy i uwzględnienia wpływów zmian wiekowych, wyeliminowania częstokroć dość znacznych błędów nawiązań baz pomiarowych, dokonywanych zazwyczaj wagami magnetycznymi systemu Schmidta, i innych czynników, które mogły dawać różnice na granicy zdjęć zestawianych z różnych lat. Pomimo tych usterek będące w dyspozycji mapy magnetyczne stanowiły pełnowartościowy materiał do interpretacji geologicznej w skali regionalnej. Nie zrezygnowano także z możliwości dokładniejszego opracowania materiałów zebranych w najbliższych latach, co stało się aktualne dzięki zakończeniu zdjęcia regionalnego na obszarze Polski.

W Zakładzie Geofizyki Instytutu Geologicznego powstała koncepcja przeprowadzenia pomiarów nawiązawczych punktów oporowych wszystkich zdjęć magnetycznych przy użyciu magnetometrów La Coura BMZ. Wprawdzie w latach 1949—1955 S. Pawłowski, J. Skorupa i K. Karaczun wykonali pomiary magnetometrami La Coura BMZ na licznych punktach bazowych, lecz ze względu na niewielki zakres tych pomia-

rów, obejmujących w poszczególnych latach stosunkowo niewielkie obszary, nie można było sprowadzić całości wyników zdjęć magnetycznych do jednego poziomu i do jednej epoki. Zebranie materiałów pomiarowych z jednej epoki miało umożliwić również opracowanie wzoru na pole normalne składowej pionowej Z magnetyzmu ziemskiego dla obszaru Polski. Wreszcie wyniki pomiarów magnetometrami BMZ, dzięki dużej ich dokładności, umożliwiły gromadzenie materiału dla zbadania przebiegu zmian wiekowych. Zebrany materiał miał więc w rezultacie umożliwić opracowanie ostatecznej wersji przeglądowej mapy magnetycznej dla obszaru Polski, a w przyszłości ewentualne modyfikowanie tej mapy z uwzględnieniem zmian wiekowych.

W 1956 r. posługując się magnetometrami La Coura BMZ nr 42 i 43 rozpoczęto pomiary na punktach bazowych i niektórych punktach опорowych wszystkich zdjęć wykonanych do tego roku. W 1956 r. w zasadzie zostały wykonane pomiary na wszystkich punktach bazowych. Ponieważ rok ten cechowała dość znaczna aktywność magnetyczna, występowały liczne i o znacznej amplitudzie burze magnetyczne, a także dość częste uszkodzenia aparatury rejestracyjnej w Obserwatorium Magnetycznym w Świdrze, wynikła konieczność wykonania powtórnych pomiarów. Pomiarami uzupełniającymi objęto również w latach 1958—1959 dość znaczną ilość punktów o dobrze określonej wartości składowej Z, co umożliwiło sprowadzenie pomiarów z różnych lat do jednej epoki.

W wyniku przeprowadzonych pomiarów składowej pionowej Z magnetyzmu ziemskiego powstała w Polsce sieć 470 punktów, mniej więcej równomiernie rozmieszczonych na obszarze całego kraju. Do sieci tej zostały włączone także punkty nawiązań na granicy polsko-czechosłowackiej, oraz nawiązania obserwatoriów magnetycznych Świder — Pruhonice — Hurhanowo, wykonane w 1957 r. przez J. Skorupę.

Analiza zebranego materiału pomiarów magnetometrami La Coura BMZ pozwoliła stwierdzić, że wartość średniego błędu pojedynczego określenia wartości składowej Z obu magnetometrami, łącznie z błędami redukcji, wynosi  $\pm 2,9\gamma$ .

Wszystkie pomiary zostały nawiązane do Obserwatorium Magnetycznego im. S. Kalinowskiego w Świdrze, które było także punktem odniesienia dla wszystkich punktów pomiarowych. Wartości poszczególnych punktów pomiarowych policzono i sprowadzono do epoki 1957.5.

Jednolity materiał, jaki otrzymano w wyniku przeprowadzonych pomiarów składowej pionowej Z magnetyzmu ziemskiego przy użyciu magnetometrów La Coura BMZ, zgodnie z założeniami stworzył podstawy do opracowania wzoru na pole normalne.

Wyprowadzenie pola normalnego dla obszaru Polski nie było sprawą łatwą i prostą. Sprawia to skomplikowany obraz magnetyczny oraz wyraźny podział na dwa odrębne regiony magnetyczne: północno-wschodnia Polska — o bardzo zróżnicowanym obrazie magnetycznym — i pozostała część kraju — o obrazie bardziej spokojnym.

Autorzy poszczególnych zdjęć magnetycznych na obszarze Polski w różnych latach redukowali pomiary, stosując różne wzory na pole normalne. Wzorami najbardziej znanymi i mającymi istotne znaczenie

ze względu na wielkość obszaru objętego zdjęciem magnetycznym, zredukowanym przy użyciu wzoru na pole normalne, były wzory opracowane przez F. Burmeister'a, M. Rössigera, S. Pawłowskiego, oraz przyjęte przez S. Daszyńskiego, a zmodyfikowane przez J. Skorupę tzw. pole kilometrowe. Dla niektórych lokalnych prac szczegółowych stosowany był także wzór A. Nippoldta i wreszcie dla zdjęcia magnetycznego w okolicach Warszawy opracowany przez E. Kalinowską-Widomską.

Z polskich opracowań dotyczących pola normalnego na uwagę zasługuje przede wszystkim wzór opracowany przez S. Pawłowskiego. Na podstawie absolutnych pomiarów wykonanych przez A. Kalinowskiego i zredukowanych do epoki 1928,5 przeliczył on zmiany składowej pionowej w funkcji współrzędnych geograficznych. Wzór przybrał postać:

$$Z_{\gamma, 1928,5} = 42334 + 556 (\Delta\varphi)^{\circ} + 80 (\Delta\lambda)^{\circ}$$

gdzie:  $\varphi_0 = 50^{\circ}52'$   
 $\lambda_0 = 20^{\circ}36'$

Za punkt odniesienia S. Pawłowski przyjął Kielce jako punkt zerowy na podstawie analizy wyników badań S. Kalinowskiego, oraz badań wariometrycznych dla obszaru Gór Świętokrzyskich.

W okresie powojennym, a i do chwili obecnej stosowane jest powszechnie w Polsce tzw. pole kilometrowe, przyjęte przez S. Daszyńskiego przed II wojną światową. Pole kilometrowe zostało zmodyfikowane przez J. Skorupę, który ustalił wzór:

$$Z_{\gamma, 1950,5} = 42791 + 556 (\Delta\varphi)^{\circ}$$

gdzie:  $\varphi_0 = 50^{\circ}45'$

Jak widać z tego wzoru, dla wyprowadzenia anomalii stosowano poprawki na normalną zmianę składowej  $Z$  w kierunku południowym, a pomijano zmiany równoleżnikowe. Zaletą przyjętego pola kilometrowego była możliwość szybkiego policzenia anomalii składowej pionowej  $Z$ , co przy magnetycznych badaniach prowadzonych na dużą skalę było bardzo wygodne. Mankamentem pola kilometrowego było pominięcie zmian równoleżnikowych, co w pewnym sensie deformowało obraz anomalii magnetycznych na obszarze Polski, nie miało jednak większego wpływu na interpretację lokalnych anomalii składowej pionowej  $Z$ .

Pomierzona w Polsce sieć 470 punktów podstawowych stworzyła możliwość podjęcia próby opracowania wzoru na pole normalne. W pierwszej wersji został opracowany wzór na pole normalne na podstawie średnich wartości dla 52 pól jednostopniowych z materiałów obszaru Polski. Jednakże wzór ten nie mógł charakteryzować rozkładu pola normalnego dla obszaru całego kraju. Dlatego zwrócono się z prośbą o nadesłanie danych z obserwatoriów magnetycznych z obszaru Europy. Dzięki uprzejmości kierownictw tych obserwatoriów otrzymano dane z: Tromsø, Södankyla, Dombas, Lerwick, Słuck, Lowö, Wysokaja Dubrawa, Rude Skov, Kazań, Krasnaja Pachra, Eskdalemur, Wingst, Wäntenveen, Swider, Niemegk, Valentia-Cahirciiveen, Hartland, Manhay, Pruhonice, Lwów, Wien-Kobenzl, Fürstfeldbrück, Hurbanowo, Zürich, Odessa, Genua-Castellaccio, Tbilisi, Kandilli, Tortosa, Coimbra, San Miguel, San Fernando, Ksara i Heluan.

Wzór na pole normalne opracowany został metodą analityczną, opartą na wzorze Taylora z uwzględnieniem jego wyrazów drugiego stopnia. Na podstawie pomiarów magnetometrami BMZ z obszaru Polski i nawiązań na granicy polsko-czechosłowackiej policzono średnie wartości pół stopniowych. W ten sposób otrzymano wartości 52 pół jedno-stopniowych.

Wartości te wraz z danymi z 34 wyżej wymienionych obserwatoriów posłużyły do ułożenia 86 równań obserwacyjnych. Poszczególne wartości zawagowano w następujący sposób: dla danej wartości z obserwatorium zakładano wagę 1, dla pół jednostopniowych zaś waga takiego pola zależała od ilości punktów wchodzących w średnią wartość tego pola. Dane z obszaru Polski zostały więc w pewnym stopniu uprzywilejowane i miały większy wpływ na właściwsze scharakteryzowanie pola normalnego. Na podstawie wzoru Taylora z uwzględnieniem jego wyrazów drugiego stopnia, z ułożonych 86 równań policzono współczynniki, posilkując się matematyczną maszyną elektronową Instytutu Geodezji i Kartografii. Policzony w ten sposób wzór na pole normalne dla obszaru Polski przedstawia się następująco:

$$Z_{\gamma 1937,5} = 43866 + 532,2135 (\Delta\varphi)^\circ + 68,6648 (\Delta\lambda)^\circ + 0,9404 (\Delta\varphi)^\circ (\Delta\lambda)^\circ - 9,8817 (\Delta\varphi)^\circ{}^2 + 2,1903 (\Delta\lambda)^\circ{}^2$$

gdzie:  $\varphi_0 = 50^\circ 52'$   
 $\lambda_0 = 20^\circ 36'$

Jako wartość zerową przyjęto za S. Pawłowskim wartość punktu Kielce, kierując się zarówno motywacją tego autora, jak i tym, że na punkcie tym istnieje pewna ciągłość pomiarów absolutnych, co daje możliwość względnie dokładnego określenia zmian wiekowych. Jako punkt zerowy nie mogło być wzięte Obserwatorium Magnetyczne w Świdrze, gdyż znajduje się ono na dość znacznej anomalii regionalnej.

Opracowanie wzoru na pole normalne stworzyło możliwość jednolitego opracowania i przedstawienia w wersji ostatecznej przeglądowej mapy anomalii składowej pionowej Z magnetyzmu ziemskiego, sporządzonej na podstawie wyników wszystkich dotychczasowych zdjęć magnetycznych.

Na zakończenie autor składa uprzejmie podziękowanie wszystkim tym Instytucjom, które nadesłały dane z obserwatoriów magnetycznych.

Zakład Geofizyki Instytutu Geologicznego  
 Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
 Nadesłano dnia 4 marca 1964 r.

#### PIŚMIENNICTWO

- BOCK R., BURMEISTER F., ERRULAT F. (1948) — Magnetische Reichsvermessung 1935.0. Cz. I. Berlin.
- BOCK R., BURMEISTER F., ERRULAT F. (1956) — Magnetische Reichsvermessung 1935.0. Cz. II. Deutsches Hydrographisches Inst. Hamburg.

- KALINOWSKA-WIDOMSKA E. (1949) — Zdjęcie magnetyczne anomalii warszawskiej. Prace Obserw. Geof. w Świdrze, nr 12. Warszawa.
- ORKISZ H. (1939) — Względne zdjęcie magnetyczne składowej pionowej na wschodnim przedgórzu Karpat — od Bystrzycy Nadworniańskiej po San. Inst. Geof. i Meteor. U.J.K., Komunikaty, 10, nr 122. Lwów.
- PAWŁOWSKI S. (1947) — Anomalie magnetyczne w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol., 44. Warszawa.
- RÖSSIGER M. (1941) — Das erdmagnetische Normalfeld der Vertikalintensität für Mitteleuropa Epoche 1941,5. Beiträge zur Angewandten Geophysik, 9, nr 2. Leipzig.
- SKORUPA J. (1952) — Badania składowej pionowej magnetyzmu ziemskiego na Podlasiu i Lubelszczyźnie w latach 1949—1950. Biul. Państw. Inst. Geol. [b. n.]. Warszawa.

КОНСТАНТЫ КАРАЧУН

### НОРМАЛЬНОЕ ПОЛЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ (Z) ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМА ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ПОЛЬШИ ДЛЯ ЭПОХИ 1957,5

#### Резюме

До сих пор в Польше для редукции данных магнитных измерений применялись многими авторами разные формулы нормального поля. Покрытие всей территории Польши магнитной съемкой вертикальной составляющей (Z) привело к необходимости однородного сопоставления полученных материалов, а также дало основу для выведения формулы нормального поля. С этой целью в 1956—1959 гг. на территории Польши были произведены с помощью магнитометров Ла Кура БМЗ измерения в 470 точках, расположенных прежде всего в опорных точках всех произведенных до сих пор магнитных съемок.

На основании полученного материала подсчитаны средние значения одноступенчатых полей. Таким образом получены 52 средние значения для тех же полей.

Благодаря любезности заведующих магнитных обсерваторий были получены средние годовые значения из следующих наблюдений: Тромсе, Соданкюля, Донбас, Лервик, Слуцк, Лове, Высокая Дубрава, Руде Сков, Казань, Красная Пахра, Эскдалемюр, Вингет, Виттенвээн, Сьвидер, Немегк, Валленция. — Каирци-ивээн, Хартланд, Мангей, Прухонице, Львов, Вена — Кобенц, Фюрштенфельд-брюк, Гурбаново, Цюрих, Одесса, Генуя — Кастеллячио, Тбилиси, Кандилли, Торгоса, Коимбра, Сан Мигуэль, Сан Фернандо, Ксара и Хелюан.

Формула нормального поля для территории Польши была выведена аналитическим методом, основанным на формуле Тайлора с учетом членов второй степени. Вышеуказанные материалы послужили для выведения 86 уравнений,

по которым с помощью электронной математической машины Института геодезии и картографии были вычислены коэффициенты для формулы нормального поля вертикальной составляющей (Z) для эпохи 1957,5. Эта формула получила вид:

$$Z \gamma_{1957,5} = 43866 + 532,2135 (\Delta\varphi) + 68,6648 (\Delta\lambda) + \\ + 0,9404 (\Delta\varphi) (\Delta\lambda) - 9,8817 (\Delta\varphi)^2 + 2,1903 (\Delta\lambda)^2.$$

В качестве нулевого пункта принято гор. Келце с координатами:  $\varphi = 50^\circ 52'$  и  $\lambda = 20^\circ 36'$ .

Konstanty KARACZUN

### NORMAL FIELD OF VERTICAL COMPONENT Z OF THE EARTH'S MAGNETISM IN POLAND FOR THE EPOCH 1957,5

#### Summary

So far, various formulae for normal field have been applied by many authors in Poland when reducing the materials obtained from magnetic surveys. However, the covering of the whole area of Poland by magnetic survey of vertical component Z forced to elaborate these materials in a uniform way and gave a basis to calculate formula for normal field. For this purpose measurements were made in the years 1956—1959 in the area of Poland by means of La Cour's BMZ magnetometers at 470 measurement points located, first of all, at the base points of the magnetic surveys carried out previously.

On the material collected the mean values of one-degree fields have been calculated. This way 52 mean values have been obtained of these fields.

The mean annual values here considered were received thanks to the kindness of the directions of the following observatories: Tromsö, Sodankyla, Dombas, Lerwick, Sluck, Lowö, Wysokaya Dubrava, Rude Skov, Kazan, Krasnaya Pachra, Eskdalemur, Wingst, Wittenveen, Swider, Niemegek, Valentia — Cahiroiiveen, Hartland, Manhay, Pruhonice, Lwov, Vienna — Kobenzl, Fürstenfeldbrück, Hurbanovo, Zürich, Odessa, Genua — Castellaccio, Tbilisi, Kandilli, Tortosa, Coimbra, San Miguel, San Fernando, Ksara and Heluan.

The formula for normal field of the area of Poland was elaborated by an analytical method based on the Taylor's formula in consideration of the second degree expressions. The materials mentioned above were basis for preparing 86 equations, of which the coefficients of the formula for normal field of vertical component Z were calculated for the epoch 1957,5 in the Institute for Geodesy and Cartography (in Warsaw), using electronic digital computer. This formula took its form as follows:

$$Z\gamma_{1957,5} = 43866 + 532,2135 (\Delta\varphi) + 68,6648 (\Delta\lambda) + \\ + 0,9404 (\Delta\varphi) (\Delta\lambda) - 9,8817 (\Delta\varphi)^2 + 2,1903 (\Delta\lambda)^2$$

As zero point was taken the situation of Kielce with the following co-ordinates:  $\varphi = 50^\circ 52'$  and  $\lambda = 20^\circ 36'$ .