

POMIARY BAZOWE MAGNETOMETRAMI LA COURA BMZ W POLSCE

W 1955 R. ZOSTAŁO zakończone regionalne zdjęcie składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego prowadzone od przeszło dwudziestu lat na obszarze Polski przez różne instytucje. Jedynie obszar Sudetów nie został objęty zdjęciem regionalnym. Rozpoczęto tam w 1955 r. na zlecenie Instytutu Geologicznego zdjęcie półszczegółowe — odpowiednik zdjęcia regionalnego na pozostałym obszarze Polski. Półszczegółowe zdjęcie magnetyczne na obszarze Sudetów zostało zakończone w 1960 r.

W 1954 r. wzrastające potrzeby geologii pociągnęły za sobą konieczność szybkiego zestawienia przeglądowych map magnetycznych składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego. Na podstawie materiałów wyżej wymienionych zdjęć

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.

Wskutek tego, iż mapy należało wydać szybko, autorzy nie mogli jednolicie opracować wyników badań z różnych lat i różnie przedstawionych. Musiano zrezygnować przy zestawieniu map z dokładniejszego uwzględnienia wpływów zmian wiekowych i wyeliminowania częstokroć dość znacznych błędów nawiązań baz pomiarowych, dokonanych zwykłymi wagami magnetycznymi systemu Schmidta. Pomimo tych usterek zestawione mapy magnetyczne stanowiły pełnowartościowy materiał do interpretacji geologicznej w skali regionalnej.

Nie zrezygnowano jednak z możliwości dokładniejszego opracowania materiałów pomiarów magnetycznych w przyszłości. W Zakładzie Geofizyki Instytutu Geologicznego powstała idea przeprowadzenia pomiarów nawiazawczych baz pomiarowych wszystkich dotychczasowych zdjęć magnetycznych składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego w celu jednolitego opracowania zebranych dotychczas materiałów. Realizacja tego zagadnienia była możliwa, gdyż IG posiadał dwa magnetometry systemu La Coura BMZ (Magnetometric Zero Balance), co umożliwiło wykonanie półabsolutnych pomiarów składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego z dużą dokładnością i stabilnością poziomu nawet przy dużych odległościach między punktami pomiarowymi.

Pierwsze pomiary bazowe magnetometrami BMZ wykonał prof. S. Pawłowski w 1949–1950 r. Pomiarami została objęta wówczas część baz regionalnego zdjęcia przedwojennego, bazy prowadzonego w tym czasie zdjęcia regionalnego Podlasia i Lubelszczyzny J. Skorupy oraz kilka punktów pomiarów absolutnych S. Kalinowskiego. Dalsze pomiary bazowe tymi samymi magnetometrami BMZ wykonał J. Skorupa w 1951–52 r., przede wszystkim na bazach regionalnych zdjęć magnetycznych w Karpatach i szczegółowych zdjęć magnetycznych w Sudetach, prowadzonych przez PPG. W 1954 r. rozpoczął systematyczne pomiary magnetometrami BMZ na punktach bazowych i licznych punktach опорowych zdjęć regionalnych i półszczełowych prowadzonych przez PPG. Pomiary przeprowadzono również i na bazach zdjęcia przedwojennego w północnej Polsce, aby zaktualizować materiały do zestawienia przeglądowej mapy magnetycznej Polski. Prace tego rodzaju były kontynuowane również w 1955 r. Poza wymienionymi pomiarami magnetometrami BMZ J. Skorupa przeprowadził w 1955 i 1957 r. pomiary, mające na celu nawiązanie obserwatoriów magnetycznych Polski i Czechosłowacji (Świder, Hurbanovo, Pruhonice) oraz nawiązanie bazowych punktów magnetycznych położonych po obu stronach granicy polsko-czechosłowackiej.

W 1955 r. zostało zakończone regionalne zdjęcie składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego na obszarze kraju z wyjątkiem Sudetów, gdzie ze względu na skomplikowaną budowę geologiczną odpowiednikiem zdjęcia regionalnego było zdjęcie półszczełowe-profilowe.

Dzięki zakończeniu zdjęcia regionalnego stało się aktualne zagadnienie jednolitego opracowania istniejących materiałów badań magnetycznych prowadzonych w różnych częściach kraju w różnych epokach. Wprawdzie przeprowadzone do 1955 r. pomiary magnetometrami BMZ dostarczyły nieco materiałów odnoszących się do tego zagadnienia, jednak ze względu na stosunkowo niewielki zakres tych pomiarów, obejmujących w poszczególnych latach jedynie niewielkie obszary, nie można było sprowadzić całości wyników zdjęcia regionalnego do wspólnego 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 całego kraju. Wreszcie zebrane materiały pomiarów magnetycznych magnetometrami BMZ dzięki dużej dokładności pozwolą na określenie różnicy zmian rocznych (wiekowych) składowej pionowej „Z” na znacznej ilości punktów w stosunku do obserwatorium magnetycznego PAN w Świdrze.

Rozwiązanie wymienionych zagadnień ma w ostatecznym wyniku umożliwić opracowanie mapy anomalii składowej pionowej „Z” natężenie pola magnetycznego dla obszaru Polski, sprowadzonych do jednego poziomu i do jednej epoki, zaś w przyszłości — modyfikowanie tej mapy z uwzględnieniem zmian wiekowych.

W tym celu w 1956 r. rozpocząłem w ramach prac Zakładu Geofizyki IG systematyczne pomiary magnetometrami BMZ. Pomiarami zostały objęte niemal wszystkie punkty bazowe magnetyczne zdjęcia regionalnego zarówno przedwojennego, jak i powojennego prowadzonego przez PIG, IG, PPG i inne instytucje (12, 21) oraz punkty bazowe zdjęć szczegółowych i półszczełowych. Wykonano ponadto pomiary na kilku punktach pomiarów absolutnych S. Kalinowskiego z 1928 r. Na obszarze północno-zachodniej Polski pomiarami zostały objęte punkty pomiarów absolutnych R. Brocka, F. Burmeistera i F. Errulata z 1935 r. Do sieci bazowej poza obserwatorium geofizycznym w Świdrze zostały włączone obserwatoria magnetyczne w Belsku, na Helu i w Raciborzu.

Rok 1956 cechowała dość znaczna aktywność magnetyczna. Występowały liczne i o dużej amplitudzie burze magnetycz-

ne, które uniemożliwiały redukcję pomiarów na krzywą dzień” na rejestrowaną przez obserwatorium geofizyczne PAN im S. Kalinowskiego w Świdrze. Dość często następowały także w tym roku awarie magnetografów tego obserwatorium. Wskutek tego powstała konieczność powtórzenia pomiarów na stanowiskach pomierzonych w takich dniach. Pomiary takie zostały przeprowadzone w latach 1958 i 1959. Wykonano wówczas także znaczną ilość pomiarów na sąsiednich bazach pomiarowych, aby zdobyć materiały, na których podstawie można by określić różnicę zmian rocznych w stosunku do Świdra i móc przeliczyć te pomiary do epoki 1956,0.

W wyniku dotychczasowych pomiarów magnetometrami BMZ nr 42 i nr 43 istnieje obecnie w Polsce 470 punktów sieci pierwszego rzędu. Rozmieszczenie tych punktów przedstawiono na załączonej mapce. Na niektórych punktach pomiary BMZ prowadzone są od 1949 r., co pozwala na podjęcie dyskusji o zmianach wiekowych składowej pionowej „Z”, inne zaś mogą służyć temu problemowi w przyszłości. Zebrane jako wynik pomiarów BMZ materiały pozwalają na sprowadzenie wszystkich dotychczasowych pomiarów składowej „Z” do jednej epoki i do jednego poziomu.

Pomiary magnetometrami BMZ są pomiarami względnymi. Określa się nimi różnicę między stanowiskiem o znanej wartości składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego a szeregiem punktów pomiarowych leżących w znacznej odległości od tego stanowiska. Dzięki dużej dokładności i stabilności w obserwatoriach magnetycznych używa się magnetometrów BMZ do określania wartości podstawy magnetografów. Zwykle pomiary polowe nawiazawcze są do obserwatorium magnetycznego, w którym prowadzi się ciągłą rejestrację zmian wartości pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego w czasie. Takim punktem nawiazawczym a zarazem punktem odniesienia dla punktów bazowych pomierzonych przez S. Pawłowskiego w 1949–50 r. i przez J. Skorupę w 1951 było obserwatorium magnetyczne w Świdrze. W 1952 r. J. Skorupa ze względu na trudności pomiarowe w Świdrze, spowodowane zaburzeniami pola magnetycznego, przez kolejkę elektryczną, obrał nową bazę nawiazawczą położoną w Józefosławiu w obrębie poligonu geodezyjnego Politechniki Warszawskiej. Dzięki niewielkiej odległości od Świdra oraz dokonaniu tej samej ilości pomiarów porównawczych w Świdrze i w Józefosławiu punkt nawiazawczy w Józefosławiu miał tę samą wagę co i Świder, gdyż pomiary mogły być przedstawione zarówno w odniesieniu do Świdra, jak i do Józefosławia. W poszczególnych latach starano się wykonywać jak największą ilość pomiarów nawiazawczych między Świdrem a Józefosławiem, gdyż chodziło o jak najdokładniejsze określenie różnicy wartości składowej pionowej „Z” Świder-Józefosław. W 1959 r. w Świdrze pomiary magnetometrami BMZ podczas dnia były niemożliwe do wykonania wskutek silnych zaburzeń powodowanych prądami błędzającymi. Istniała jedynie możliwość wykonywania tych pomiarów w nocy w okresie przerwy w ruchu pociągów elektrycznych. Nowym punktem nawiazawczym poza Józefosławiem w 1959 r. było obserwatorium magnetyczne w Belsku, które dzięki położeniu z dala od wszelkich zaburzeń będzie stanowiło punkt nawiazawczy i punkt odniesienia dla przyszłych pomiarów bez obierania punktów pośrednich takich jak Józefosław.

W okresie prac pomiarowych celem zabezpieczenia jak największej dokładności przeprowadzanych pomiarów magnetometrami BMZ, starano się zachowywać ustalone rygory podczas każdego pomiaru na każdym stanowisku. Nieprzestrzeganie rygorów pomiarowych może w efekcie spowodować błędy otrzymanych wartości od kilku do kilkunastu gamma.

Pomiar składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego magnetometrami BMZ polega na kompensowaniu natężenia miejscowego tej składowej magnesami dodatkowymi o znanych momentach magnetycznych. Niewielką resztę pola redukuje się dodatkowym magnesem obrotowym, dobierając jego położenie przy stałej odległości obrotem dokoła stałej osi poziomej. Jest to metoda zerowego wychylenia lameli pomiarowej. Wyznaczenie położenia zerowego czy też, jak je powszechnie nazywano, „położenia neutralnego” dla każdego z używanych magnetometrów BMZ wykonano w okresie przygotowawczym przed przystąpieniem do prac polowych, metodą opisaną w 1952 r. przez J. Skorupę. Podczas prac pomiarowych schemat obserwacji został ułożony w ten sposób, iż każdą serię obserwacyjną zamykano obrotem magnetometru o 180°, co umożliwiało kontrolę położenia zerowego po skończeniu każdego pomiaru oraz właściwego odczytu na skali.

Podczas pomiarów lunetka w magnetometrach była skierowana na południe, gdyż w tym położeniu systemu magnetometri mają największą czułość. Kierunek północny ustalano za pomocą zwykłej busoli. Pomiary obu aparatami były dokonywane z jednego statywu. Przechodząca była przy tym kolejność wprowadzona podczas pomiarów w 1951 r.: dokonywano pomiaru magnetometrem nr 42, a przy magnetometrze nr 43 otwierano skrzynkę w celu przybrania przez jej części temperatury otoczenia. Po zakończeniu pomiaru BMZ 42 przystępowano do pomiaru BMZ 43. Dla ochrony aparatów przed wpływami atmosferycznymi używano dużego parasola amagnetycznego.

Szczególą uwagę w okresie prac polowych zwracano na należyte odwilgocenie wnętrza magnetometrów. Było to łatwe do stwierdzenia dzięki zmianie barwy preparatu osuszającego, który po wchłonięciu i związaniu chemicznym wody zmienił swą barwę z niebieskiej na różową. Ważne to jest szczególnie w okresie silnego zawilgocenia powietrza (miesiące wiosenne i jesienne), gdyż jak wskazują uzyskane materiały, magnetometry należyte odwilgocane pracują sprawniej.

Bardzo duży wpływ na dokładność pomiarów BMZ ma temperatura. Zbyt duży gradient termiczny może częstokroć spowodować różnicę w określeniu składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego przekraczającą wartość 5 gamma w poszczególnych seriach pomiarowych. Wzrost lub spadek temperatury większy niż 0,2° w ciągu 1 minuty daje rozrzut w określeniu wartości „Z” do 2 gamma. Dlatego w okresie prac polowych na licznych stanowiskach czekano przez kilkanaście minut, by poszczególne części magnetometrów mogły przybrać temperaturę otoczenia. Podczas transportu magnetometrów samochodem, przy dość znacznych różnicach temperatury wewnątrz samochodu i nazewnątrz a także przy znacznych (ok. 50 km) odległościach między stanowiskami pomiarowymi, przykrywano skrzynki z aparatami płaszczem, kocem itp., aby stworzyć swego rodzaju osłonę izolacyjną, przez co nie traciło się czasu na chłodzenie BMZ na stanowiskach pomiarowych. Ten sposób izolacji termicznej aparatów dawał zupełnie dobre wyniki, gdy chodzi o stabilność temperatury magnetometrów.

Program pomiarowy starano się układać tak, by mieć możliwość śledzenia ewentualnych zmian miejsca zera magnetometrów. W tym celu poza punktem nawiązaniowym w Józefosławiu oraz poza obserwatoriami magnetycznymi w Świdrze, w Belsku, na Helu i w Raciborzu, powtarzano obserwacje także na licznych stanowiskach pomiarowych. Na podstawie zebranego materiału stwierdzono dobrą stabilność obu magnetometrów. Nie zauważono żadnych większych gwałtownych skoków. Magnetometr BMZ 42 w 1950 r. doznał prawdopodobnie zmiany wartości momentu głównego magnesu kompensacyjnego, co dało różnicę jego wskazań wyższą o ok. 1036 gamma od rzeczywistej wartości natężenia składowej pionowej „Z”. Magnetometr ten w latach następnym nie wykazywał żadnych większych zmian. Zauważono natomiast pewną różnicę między obu magnetometrami zmieniającą się w zależności od rejonu badań i odległości od obserwatorium, do którego zapisów redukuje się pomiary. Wpływ na to mogą mieć pewne anomalności zmian krótkookresowych krzywej dziennej lub też zmiany parametrów magnesów kompensacyjnych. Te ostatnie zwłaszcza należałoby wycechować w obserwatorium Rude Skov, gdyż magnetometry BMZ nr 42 i nr 43 są używane do prac polowych od 1949 r. i pomimo dobrej stabilności magnesów mogły zajść w nich zmiany. Bardzo możliwe, iż magnetometry wykazują pewien niewielki ruch zmiany miejsca zera, jednak zmiany te dzięki częstym pomiarom na punktach nawiązaniowych podczas prac polowych nie mają praktycznie większego wpływu na dokładność pomiarów i na otrzymane ostatecznie wartości poszczególnych stanowisk. Nie wydaje się możliwe, by zmiany miejsca zera były w obu magnetometrach równoległe, a równoległość zachowania się obu magnetometrów jest stwierdzona niezależnie zarówno przeze mnie, jak i przez J. Skorupę.

Na każdym stanowisku pomiarowym wykonywano serię pomiarów składającą się z 9 do 12 pojedynczych obserwacji, przy czym starano się, by czas między poszczególnymi obserwacjami wynosił 1 minutę. Przeprowadzone w ten sposób pomiary pozwalały na określenie zmian temperatury Δt w jednakowych odstępach czasu dla poszczególnych serii. Czas trwania przeprowadzonych w ten sposób serii pomiarowych obu magnetometrami wraz z ustawieniem przyrządów wynosił na każdym stanowisku ok. 30 minut.

Obliczenia wyników pomiarów były prowadzone niezależnie dwukrotnie w celu wyeliminowania ewentualnych błędów. Obliczenie i redukcję materiałów polowych przeprowadzano na podstawie wzorów redukcyjnych, które dla BMZ przyjmują ogólną postać:

$$Z = Z_c + Z_t + Z_s - \alpha t - 2\alpha \Delta t$$

gdzie Z_c — pole stałe głównego magnesu kompensacyjnego przy temperaturze 0°C

Z_t — pole zmienne magnesu obrotowego

Z_s — pole magnesu dodatkowego

α — kompleksowy współczynnik termiczny (dla magnesów i dla obudowy)

t — temperatura głównego magnesu kompensacyjnego

Δt — zmiany temperatury głównego magnesu kompensacyjnego w czasie

Powyższe stałe są wyznaczane eksperymentalnie w obserwatoriach magnetycznych. W naszym przypadku powyższy wzór, stanowiący podstawę obliczeń dla poszczególnego magnetometru BMZ bez użycia dodatkowych dolnych magnesów, przyjmuje postać:

$$\text{BMZ 42 : } Z = 44573 + Z_t - \alpha t - 2\alpha \Delta t$$

$$\text{BMZ 43 : } Z = 44193 + Z_t - \alpha t - 2\alpha \Delta t$$

Odpowiednie wartości α wynoszą:

$$\text{BMZ 42 : } \alpha = 16,4 \frac{Z}{44300} \gamma/1^\circ\text{C}$$

$$\text{BMZ 43 : } \alpha = 16,3 \frac{Z}{43950} \gamma/1^\circ\text{C}$$

Jak widać z wyżej przytoczonych wzorów, niezmiernie duż^o znaczenie przy pomiarach magnetometrami BMZ ma współczynnik termiczny α . Dla BMZ nr 42 wartość α zmienia się nie tylko w zależności od wartości składowej pionowej „Z”, lecz także ulega zmianie przy każdym magnecie dodatkowym (α zmienia się także w zależności od tego, czy oznaczony koniec magnesu jest skierowany do góry czy ku dołowi), zaś dla BMZ nr 43 α zależy przede wszystkim od wartości „Z”. Wartości Z_t zależą od położenia magnesu obrotowego i wynoszą dla poszczególnych BMZ:

$$\text{BMZ 42 przy położeniu } 0^\circ : +1166\gamma$$

$$\text{przy położeniu } 180^\circ : -1165\gamma$$

$$\text{BMZ 43 przy położeniu } 0^\circ : +1171\gamma$$

$$\text{przy położeniu } 180^\circ : -1171\gamma$$

Dla obliczenia wartości α jest konieczna znajomość wartości „Z”. Dlatego przy redukcji wyników pomiarów magnetometrami BMZ obliczono przede wszystkim wartości prowizoryczne „Z” dla pojedynczych obserwacji z każdej serii pomiarowej. Wartości prowizoryczne stanowiły podstawę do określenia właściwego, ostatecznego współczynnika termicznego dla poszczególnego magnetometru i dla danej bazy.

Dalszym etapem redukcji operatu pomiarowego było wprowadzenie poprawek na zmianę dzienną. Redukcja pomiarów na zmianyienne, zwłaszcza dla punktów odległych od obserwatorium magnetycznego, jest zagadnieniem szczególnie trudnym i skomplikowanym. Ogólnie jest znane zjawisko jednoczesności zmian o charakterze burzowym. Jednak zmiany krótkookresowe innego rodzaju mają zazwyczaj charakter lokalny. Z drugiej strony dla punktów położonych daleko od obserwatorium magnetycznego, z którego bierze się magnetogramy do redukcji na zmianyienne, a tym samym i mający inną długość geograficzną, dochodzi przesunięcie fazowe krzywej dziennej związane z czasem miejscowym. Biorąc pod uwagę pierwsze zjawisko (jednoczesność zmian burzowych) należałoby przeprowadzić redukcję w tym samym czasie co w obserwatorium, natomiast drugi fakt zmusza do uwzględnienia czasu miejscowego. Dlatego redukcję wyników pomiarów przeprowadzono dwukrotnie: z uwzględnieniem i bez uwzględnienia czasu lokalnego.

Poprawki na czas miejscowy w stosunku do Świdra są dość znaczne i maksymalnie wynoszą dla najbardziej odległych punktów bazowych:

Hrubieszów +10,5 minuty
Przytor -27,5 minuty

Wartości zredukowane z obu etapów poddawano analizie i w przypadkach budzących wątpliwość pomiary powtarzano, co odnosiło się szczególnie do pomiarów wykonywanych w czasie zaburzeń na punktach dość znacznie odległych od Świdra.

Do 1959 r. redukcję pomiarów przeprowadzano na podstawie krzywych dziennych otrzymywanych z obserwatorium magnetycznego w Świdrze. Wskutek bardzo silnych zaburzeń w Świdrze od 1959 r. zmiany składowej pionowej „Z” nie są rejestrowane, a redukcji pomiarów z tego roku dokonano na podstawie magnetometrów otrzymanych z obserwatoriów magnetycznych PAN w Raciborzu i na Helu.

Zebrane materiały pomiarów magnetometrami BMZ pozwoliły stwierdzić, że średni błąd pojedynczego określenia wartości „Z” obu magnetometrami dla prac prowadzonych przeze mnie wynosi $\pm 2,9$ gamma (łącznie z błędami redukcji).

Odpowiednio wartość średniego błędu dla pomiarów z 1949 r. i 1950 r. wg S. Pawłowskiego wynosi nie więcej niż $\pm 2,5$ gamma. J. Skorupa dla pomiarów z 1951–1952 r. określa wielkość średniego błędu na równy $\pm 2,5$ gamma.

Analiza zredukowanych materiałów wskazuje, iż bezpośredni wpływ na dokładność wyników pomiarów ma jakość magnetogramów. Wykorzystywane do redukcji pomiarów magnetogramy nie zawsze umożliwiały redukcję pomiarów z dokładnością zbliżoną do dokładności pomiarów. Stąd też wynika konieczność powtórzenia pomiarów wykonanych w 1956 r. na licznych stanowiskach. Wypływa z tego wniosek, że bardzo pilnym zadaniem obecnych obserwatoriów geofizycznych PAN jest zabezpieczenie możliwości redukcji materiałów pomiarowych z dokładnością wymaganą obecnie przy prowadzonych magnetycznych badaniach prospekcyjnych. Wymagania co do dokładności stawiane prowadzonym obecnie prospekcyjnym badaniom magnetycznym są coraz większe i otrzymanie należytej dokładności decyduje często o celowości prowadzenia prac.

Dokładność określenia wartości składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego za pomocą magnetometrów BMZ na punktach bazowych nabiera wymowy przy porównaniu z pomiarami absolutnymi wykonywanymi przez różnych autorów na obszarze Polski. E. Kalinowska-Widomska podaje, że wartości składowej pionowej „Z” absolutnego zdjęcia magnetycznego S. Kalinowskiego z 1928,5 r. mogą być obciążone błędem ± 120 gamma. J. Skorupa przypuszcza, iż pomiary Eschenhagena i Edlera z lat 1898–1903 mogą być obciążone błędem ± 150 gamma. Pomiar R. Brocka, F. Burmeistera i F. Errulata z 1935 r. według mnie mają dokładność ± 50 do ± 70 gamma.

Dokładność nawiązań punktów bazowych, wykonanych za pomocą zwykłych wag magnetycznych systemu Schmidta, jest różna i zależy przede wszystkim od tego, czy obszar jest magnetycznie spokojny czy anomalny. Przeciętne różnice określenia wartości składowej pionowej „Z” za pomocą magnetometrów BMZ i wag systemu Schmidta wahają się w granicach ± 25 gamma, wliczając do tej wartości również i zmiany roczne. Maksymalne różnice występują wówczas, gdy punkt bazowy jest zlokalizowany na anomalii (np. punkt bazowy Wigry ma wartość niższą o ponad 70 gamma z pomiarów wagą Schmidta w stosunku do pomiarów (BMZ), mniejsze natomiast są na obszarach niezaburzonych.

Systematyczne zwiększanie się różnic wartości składowej pionowej „Z” ze wschodu na zachód można obserwować na bazach pomiarowych badań regionalnych przeprowadzonych przez L. Romana i innych w latach 1938–1939. Różnica ta na punkcie Otolino k. Płocka wynosi -4 gamma, w Sierakowie i Żninie ok. -100 gamma. Poza błędami określenia wartości składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego widoczny jest tu także wpływ zmian wiekowych, które maleją ku zachodowi. Generalnie biorąc, zgodne to jest z wynikami otrzymanymi przez licznych autorów.

Dyskusję nad zagadnieniem zmian wiekowych różni autorzy opierali na materiałach o różnej dokładności. Dokładne dane otrzymane w wyniku pomiarów przeprowadzonych magnetometrami BMZ na profilu wzdłuż granicy polsko-czechosłowackiej w latach 1952–57 podaje J. Skorupa (20).

Zebrane obecnie materiały wyników pomiarów BMZ pozwalają rozszerzyć dyskusję dotyczącą zagadnienia zmian wiekowych składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego na większy obszar kraju, a otrzymane wyniki potwierdzają dane J. Skorupy dla zbadanego przez niego obszaru. Jednak materiały te nie dają ostatecznej oceny dynamiki, liniowości czy anomalności tych zmian.

Dyskusję dalszą poświęconą temu problemowi będzie można podjąć w najbliższych latach po przeprowadzeniu powtórnych pomiarów na istniejących obecnie stanowiskach. Realizacja tego zagadnienia jest możliwa dzięki dużej dokładności magnetycznych przyrządów pomiarowych. Śledzenie zmian wiekowych pozwoli na modyfikowanie map magnetycznych dla dowolnej epoki. Dobra stabilność użytych przyrządów i zdobyte doświadczenie w okresie prac polowych pozwoliły stwierdzić, iż najbardziej odpowiednim okresem dla tego rodzaju prac są miesiące, w których nie ma większych wahań temperatur oraz występują nieznaczne amplitudy zmian dziennych. Doświadczenie to zostanie wykorzystane przy pomiarach w latach najbliższych.

LITERATURA

1. Bock R., Burmeister F., Errulat F. — Magnetische Reichvermessung 1935, O. Geoph. Institut Potsdam. Abh. Nr 6 Berlin 1948.
2. Dąbrowski A. — Pomiar absolutny na punktach wiekowych w 1949 r. PIG Biul. 82. Warszawa 1952.
3. Dąbrowski A., Karaczun K. — Zmiany wiekowe składowej pionowej „Z” magnetyzmu ziemskiego na terenie środkowej i północno-wschodniej Polski w okresie 1928–1954. IG Biul. 128. Warszawa 1957.
4. Haaz J.B. — L'effet de la temperature dans les mesures au BMZ. „Acta Technica Acad. Scient. Hungar”. Tomus XXX, Fasc. 3–4. Budapest 1960.
5. Janowski B.M. — Ziemnej magnetyzm. Moskwa 1953.
6. Kalinowska-Widomska E. — Zdjęcie magnetyczne anomalii Warszawskiej. Obserw. Geof. w Świdrze. Prace nr 12. Warszawa 1949.
7. Kalinowski S. — Levé magnetique de la Pologne. Obserw. Magn. w Świdrze. Prace nr 5. Warszawa 1933.
8. La Cour D. — The magnetometric zero balance, the BMZ by D. La Cour. Publ. Fra Danske Meteor. Inst. Comm. Magn. Nr 19. Kobenhavn 1942.
9. Olczak T. — Wyniki pomiarów magnetycznych absolutnych wykonanych w 1942 r. PIG Biuletyn 82. Warszawa 1952.
10. Olczak T. — Zmiany wiekowe magnetyzmu ziemskiego na ziemiach polskich w pięćdziesięciolecie 1900–1950. PIG Biuletyn 82. Warszawa 1952.
11. Olczak T. — Über die Säkularänderungen des Erdmagnetismus in Polen im Zeitraum von 1901,0 bis 1935,0. „Acta Geoph. Pol.”, Vol. III, nr 1. Warszawa 1955.
12. Orkisz H. — Względne zdjęcia magnetyczne składowej pionowej na wschodnim przedgórzu Karpat od Bystrzycy Nadworniańskiej po San. Inst. Geof. i Meteor. U.J.K. Komunikaty X Nr 122. Lwów 1939.
13. Pawłowski S. — Anomalie magnetyczne w Polsce. PIG Biuletyn 44. Warszawa 1947.
14. Pawłowski S. — Kilka zagadnień geofizycznych w Polsce. PIG Biuletyn. Warszawa 1952.
15. Pawłowski S. — Badania magnetyczne w latach 1941–1944. Inst. Geolog. Biuletyn. Warszawa 1953.
16. Przybyszewski E. — Comparison of La Cour Magnetometers at the Geophysical Observatory on the Hel Peninsula. „Acta Geoph. Pol.” Vol. V., nr 1. Warszawa 1957.
17. Przybyszewski E. — Porównanie magnetometrów La Coura Obserwatorium Geofizycznego na Helu, Obserwatorium Geofizycznego w Świdrze i Uniwersytetu Warszawskiego. „Acta Geoph. Pol.”. Vol. VI, nr 1. Warszawa 1958.
18. Schmidt A. — Die magnetische Vermessung I Ordnung des Königreiches Preussen 1898 bis 1903 nach den Beobachtungen von M. Eschenhagen und J. Edler. Preuss. Meteorol. Inst. Veroff., Nr 27, Abh. Bd. IV. Nr 12. Berlin 1914.

19. S k o r u p a J. — Badania składowej pionowej magnetyzmu ziemskiego na Podlasiu i Lubelszczyźnie w latach 1949—1950. PIG Biuletyn. Warszawa 1952.
20. S k o r u p a J. — Zmiany wiekowe składowej pionowej magnetyzmu ziemskiego w Sudetach i Karpatach w latach 1952—1957. „Acta Geoph. Pol.” Vol. VII, nr 3/4. Warszawa 1959.
21. S t e n z E. — Zdjęcie magnetyczne północnej części Śląska. Pol. Akad. Umiej. Pr. geol. Nr 6. Kraków 1939.

S U M M A R Y

In this paper the author shortly discusses the history of measurement works conducted in Poland by means of the BMZ-magnetometers. He gives the characteristics of 42-BMZ and 43-BMZ magnetometers, presents methods of field works, as well as methods concerning the reduction of the field measurements. On the basis of analysis of material having been measured, one has estimated that for works conducted by the author during 1956, the average error of results amounts $\pm 2,9$ gamma, the value of reduction errors inclusive.

As a result of measurements made by means of the La Coura BMZ magnetometers, there exist to-day in Poland a net of 470 base points. Data obtained during measurements allow to elaborate equally the existing materials from measuring the Z vertical component of the earth's magnetism for construction of magnetic map of Poland. Moreover,

materials collected in one period make possible an elaboration of a formula for the normal field of the Z component for the area of Poland as well as they give basis for discussion on problems concerning the changes of age.

Р Е З Ю М Е

В настоящей работе автор кратко излагает историю проведения измерений при помощи магнитометров BMZ-42 и BMZ-43, описывается методика полевых и камеральных работ. Изучение замеренных данных показано, что средняя ошибка результатов измерений, произведенных автором в 1956 г, равна $\pm 2,9$ гамма, включая сюда и погрешности обработки материалов.

В итоге произведенных в Польше измерений при помощи магнитометров Ла-Кюра BMZ территория страны покрыта сеткой 470 базисных пунктов. Полученные данные позволяют производить единую обработку материалов по определению вертикальной составляющей Z земного магнетизма с целью составления магнитной карты Польши. Кроме того, данные полученные на протяжении одной эпохи дают возможность определить формулу нормального поля составляющей Z для территории Польши, а также составляют основу для обсуждения вопроса вековых колебаний.