

PRÓBA ZASTOSOWANIA BADAŃ MAGNETYCZNYCH DO KARTOWANIA SKAŁ OSADOWYCH W REJONIE CHĘCIN

Badania magnetyczne w rejonie Gór Świętokrzyskich, a zwłaszcza na arkuszu Kielce (1:100 000) wykonywane były jeszcze w latach 1941—1942 przez prof. St. Pawłowskiego. Badania te miały charakter regionalny, a celem ich było przesiedlenie zachowania się składowej pionowej. Z magnetyzmu ziemskiego na północnych stokach Gór Świętokrzyskich w nawiązaniu do pomiarów z okresu przedwojennego (B. Bańskiego z lat 1937—1939 na arkuszu Kielce 1:300 000) oraz pomiarów A. Dutkowskiego i L. Romana z 1939 r. w północno-zachodniej części arkusza Radom (1:300 000).

Omawiając wyniki swych badań prof. Pawłowski podkreśla, że nie obrazują one efektów, któreby można było wiązać z elementami budowy skał osadowych Gór Świętokrzyskich. Zdaniem prof. Pawłowskiego „wykonane badania magnetyczne ustalają na tym obszarze niektóre szczegóły planu i charakteru krystaliniku, występującego w bezpośrednim podłożu i w sąsiedztwie Gór Świętokrzyskich, a w szczególności odwzorowanie fragmentów krystalicznej masy wschodniej rozczłonkowanej w pobliżu swojej południowo-zachodniej krawędzi. Głębokość tych mas oceniana jest na kilka do dziesięciu kilometrów. W podłożu Gór Świętokrzyskich płyciej, możliwe jest występowanie tylko skał krystalicznych kwaśnych. Lokalne wykryte w Górach Świętokrzyskich anomalie magnetyczne podkreślają interesujące momenty hercyńskich dyslokacji”.

Mimo że w obrazie magnetycznym otrzymanym przez prof. Pawłowskiego nie dostrzega się efektów, które odzwierciedlałyby zróżnicowanie skał osadowych autor niniejszego artykułu pokusił się o przeprowadzenie próby zastosowania metody magnetycznej do kartowania skał osadowych w rejonie Gór Świętokrzyskich (Chęciny).

OPIS GEOLOGICZNY REJONU PRAC

Przekrój geologiczny wzdłuż badanego profilu magnetycznego przedstawia ryc. 1 sporządzona w skali 1:20 000 z mapy J. Czarnockiego w skali 1:100 000 —

opis geologiczny również oparto na materiałach J. Czarnockiego.

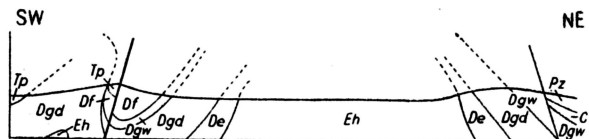
Pod względem geologicznym środkowa część profilu przebiega przez antyklinę chęcińską zbudowaną z utworów dolnego kambru holmioowego wykształconego tu w facji łupkowo-szarogłazowej. Są to łupki ilaste, żółtooliwkowe, z nielicznymi cienkimi wkładkami piaskowców kwarcytowych. Początkowa i końcowa część profilu przebiega przez twory środkowego dewonu — jest to seria jasnych dolomitów marglistych należących do eiflu. Dolomity te są miejscami zażelazone i ku górze przechodzą w grubopłytkowe dolomity oraz masywne wapienie żywetu. Ławice wapieni koralowych żywetu są na Górze Zelejowej pocięte licznymi poprzecznymi szczelinami mineralnymi, miejscami dochodzącymi do kilku metrów szerokości.

Szczeliny te są na ogół wypełnione białym lub różowym kalcytem, z którym równorzędnie występuje galena tworząca cienkie i nieregularne żyłki lub rozproszona jest w kalcyście jako drobnokrystaliczne skupienia.

Osady cechsztyńskie wykształcone są w postaci zlepieńców podstawowych oraz ciemnych wapieni bitumicznych.

CEL I UZASADNIENIE BADAŃ

Dotychczasowe prace magnetyczne wykazały olbrzymią przydatność tej metody do badań głębokiego



Ryc. 1. Przekrój geologiczny przez antyklinę chęcińską (wg J. Czarnockiego).

Tp — pstry piaskowiec, Pz — cechsztyń, C — karbon dolny, Df — fran, Dgw — żywet — wapienie, Dgd — żywet — dolomity, De — eifel, Eh — kambr dolny holmioowy.

podłoża, a zwłaszcza śledzenia głębokości czynnego magnetycznie podłoża krystalicznego. Pierwszy etap prac magnetycznych polegający na wykonaniu badań regionalnych został w zasadzie zakończony i słuszne wydaje się szukanie dla tej metody zastosowań do rozwiązywania problemów wymagających badań coraz bardziej szczegółowych i pozwalających na stwierdzenie efektów nawet małych różnic pobudliwości magnetycznej skał. Takie zastosowanie metody magnetycznej m.in. mogłoby mieć miejsce przy kartowaniu niektórych skał osadowych odznaczających się małymi różnicami pobudliwości magnetycznej w stosunku do skał otaczających.

W tabeli pobudliwości magnetycznej skał w opracowaniu pt.: „Magnetyczne metody poszukiawcze” W. Gadzała podaje następujące pobudliwości:
 dolomity od 1 do $+5 \cdot 10^{-6}$ wg Reicha-Zwergera,
 wapień od 0 do $-25 \cdot 10^{-6}$ wg Łogaczowa,
 łupki gliniaste od 0 do $-100 \cdot 10^{-6}$ wg Reicha-Zwergera,
 łupki metamorficzne od 0 do $-5000 \cdot 10^{-6}$ wg Łogaczowa.

Jak z powyższego wynika, mimo że istnieje rozpiętość w pobudliwości tych samych skał, wynikająca z ilościowych różnic w ich składzie mineralogicznym, to znacznie większe rozpiętości pobudliwości magnetycznej zaznaczają się między wyżej wymienionymi typami skał terygenicznych a węglanowych. Skłoniło to autora do przeprowadzenia próby wykonania profilu magnetycznego przechodzącego prostopadle do struktur geologicznych przez wapień i dolomity oraz łupki kambryjskie, w celu ewentualnego stwierdzenia możliwości oznaczenia granic geologicznych i uskoków.

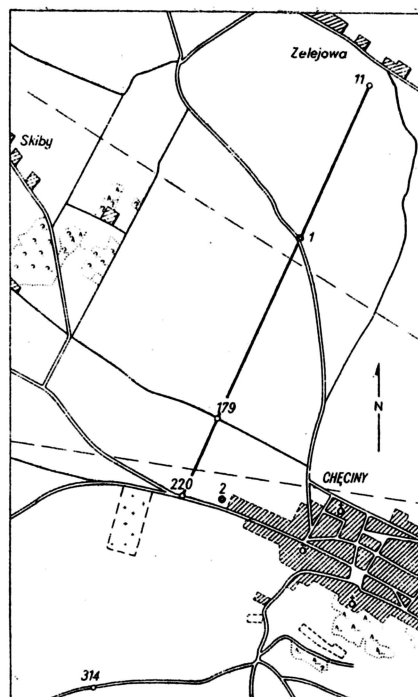
METODYKA PRAC POŁOWYCH I OBLICZENIOWYCH

Jako teren przeprowadzenia próby autor wybrał rejon Chęciny ze względu na to, iż występują tam utwory kambru zbudowanego z łupków, które mają bezpośredni kontakt z wapieniami i dolomitami dewońskimi. Ponadto w rejonie Chęciny występuje szereg uskoków, w których zostały stwierdzone w większym lub mniejszym stopniu procesy mineralizacyjne. Dla przeprowadzenia próby w lipcu 1957 r. wykonane zostały magnetyczne pomiary szczegółowe na profilu przebiegającym prostopadle do struktur geologicznych o długości około 3 km i kierunku NNE-SSW biegnącym od wsi Zelejowa do drogi Chęciny—Korzecko (ryc. 2).

Profil magnetyczny został wytyczony teodolitem, a wszystkie punkty pomiarowe na profilu zostały zlokalizowane za pomocą taśmy w odległościach co 10 m od siebie i zapaliskowane. Do pomiarów użyto wagi magnetycznej Z systemu Fanselau produkcji niemieckiej firmy Askania Werke. Obserwacje zmian dziennych były dokonywane za pomocą wagi magnetycznej Z systemu Schmidta również firmy Askania Werke. Czułość obu przyrządów wyznaczana była w pierwszym okresie codziennie, w późniejszym zaś co kilka dni.

Na profilu założone zostały 2 punkty oporowe (nr 1 i nr 2), które zostały ze sobą dwukrotnie powiązane w dniach 15 VII i 1 VIII 1957 r. W dniu 1 VIII 1957 r. punkt oporowy nr 2 został 5-krotnie powiązany z punktem wiekowym w Karczówce k. Kielc. Punkt ten został wyznaczony BMZ-em m.in. w 1952 r. przez Instytut Geologiczny i stanowi dla niniejszego opracowania przyjęty poziom odniesienia.

Pracę w terenie rozpoczynano codziennie pomiarem na jednym z punktów oporowych, a następnie wykonywano pomiary na profilu, zamykając je na punkcie oporowym w okresach czasu nie dłuższych jak 2 godziny. Każdy pomiar obejmował po 4 odczyty w kolejności NW-NW-NE-NE, a przy różnicy odczytów po jednej stronie większej niż 0,2 działki dokonywano odczytu dodatkowego. Pracę każdego dnia kończono również na punkcie oporowym. Dla zwiększenia dokładności, przez cały czas pomiarów



Ryc. 2. Sytuacja profilu magnetycznego w obszarze badań Góry Świętokrzyskie (antyklina chęcińska).

na profilu przeprowadzane były obserwacje własne zmian dziennych za pomocą drugiego przyrządu na punkcie oporowym nr 2. Pomiary zmian dziennych wykonywane były w 5-minutowych odstępach czasu. Dla sprawdzenia w jakim stopniu zwiększyć można dokładność wyników przy redukcji pomiarów na własną krzywą — prace obliczeniowe zostały wykonane w 2 wariantach.

Pierwszy obejmował redukcję pomiarów na krzywą zarejestrowaną w Obserwatorium Geofizycznym w Świdrze, natomiast drugi obejmował redukcję pomiarów na własną krzywą zmian dziennych.

Na podstawie dwukrotnego wiązania punktów oporowych między sobą oraz 5-krotnego wiązania punktu oporowego nr 2 z punktem bazowym Karczówka, wyliczono szereg różnic między punktami oporowymi oraz między punktem oporowym nr 2 a bazą Karczówka i różnice te uśredniono. Przy wyliczeniach średnich różnic między punktami oporowymi a bazą Karczówka powstało nie zamknięcie wynoszące 2 γ , które zostało rozrzucone na odpowiednie przesła i o wartości te poprawiono średnie różnice między punktami oporowymi.

Znając wartość względną Z bazy Karczówka w układzie ogólnopolskim w epoce 1952 wyznaczoną BMZ-em przez Instytut Geologiczny i wynoszącą $\Delta Z = 199 \gamma$, poprawką geograficzną $+534 \gamma$ i anomalii $\Delta A = 733 \gamma$ oraz znając wyrównane różnice między bazą a punktami oporowymi wyliczono dla nich wartości ΔZ w epoce 1952. Wartości te z wyrównania na krzywą świderską wynoszą:

baza Karczówka — $+199 \gamma$
 punkt oporowy nr 1 — $+173 \gamma$
 punkt oporowy nr 2 — $+171 \gamma$

W analogiczny sposób po wyrównaniu wyników na krzywą własną otrzymano szereg różnic dla punktów oporowych nr 1 i 2 oraz bazą Karczówka, które po uśrednieniu dały zamknięcie równe 0, co już świadczy o większej dokładności pomiarów uzyskanej przy redukcji na własną krzywą dzienną.

Przyjmując jak wyżej wartość bazy Karczówka w epoce 1952 wartości ΔZ dla punktów oporowych z wyrównania na krzywą własną wynoszą:

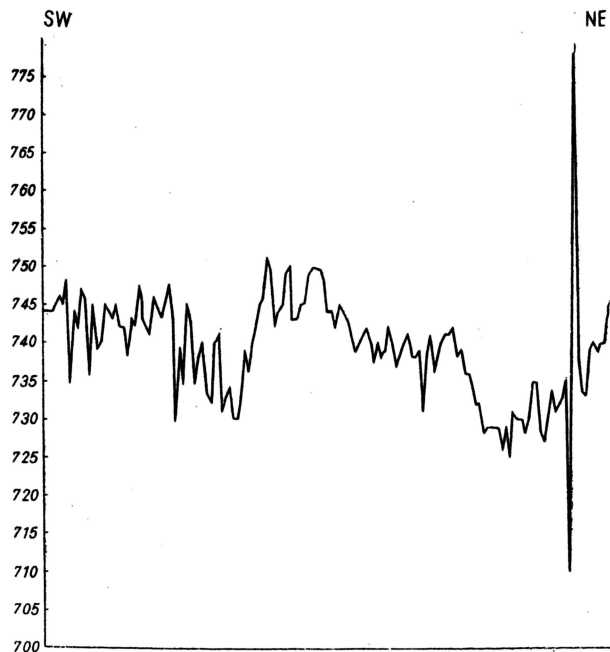
baza Karczówka — $+199 \gamma$
 punkt oporowy nr 1 — $+173 \gamma$
 punkt oporowy nr 2 — $+174 \gamma$

Dalsze obliczenia w obu wariantach przebiegały już w sposób identyczny. Różnica między pomierzoną

a wyliczoną wartością punktów опорowych daje nam poprawkę na stanowiska powtarzane dla tych punktów (dryft przyrządu).

Poprawki na stanowiska powtarzane dla wszystkich pozostałych punktów wyliczono drogą interpolacji w czasie między punktami, dla których poprawka na stanowiska powtarzane została już obliczona. Po uwzględnieniu poprawki na stanowiska powtarzane otrzymaliśmy odczyt poprawiony w γ , do którego dodając różnicę poziomów otrzymaliśmy wartość ΔZ dla pozostałych punktów.

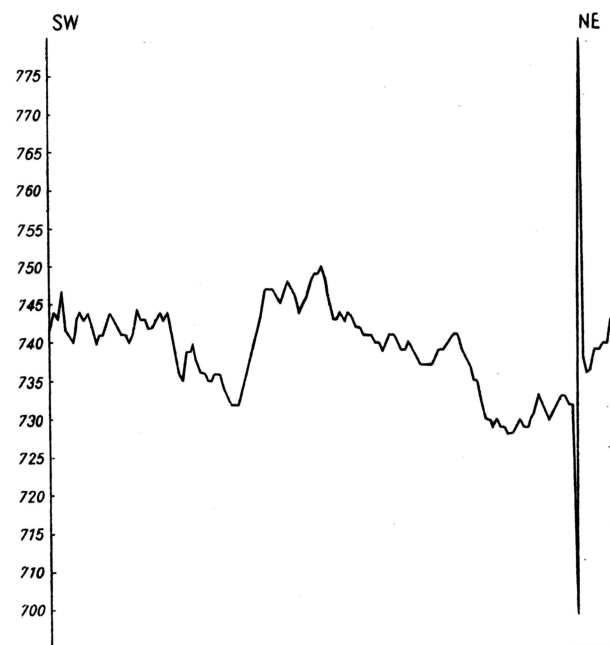
Dla obliczenia wartości anomalii ΔA pionowej składowej przyjęto poprawkę geograficzną wg układu przyjętego przez Instytut Geologiczny (dla bazy Karczówka wynosi ona $+534 \gamma$) stosując zmianę pola normalnego równą $+5 \gamma$ na kilometr z południa na północ. Z otrzymanych wartości ΔA sporządzono wykres anomalii składowej i pionowej Z natężenia pola magnetycznego na badanym profilu (ryc. 3).



Ryc. 3. Składowa pionowa Z magnetyzmu ziemskiego na profilu Chęciny, wg pomiaru z 1957 r.

około 10 γ autor niniejszego opracowania wychodząc z założenia, że obraz taki m.in. może być spowodowany wpływami lokalnymi, wywołanymi bardzo skomplikowaną tektoniką tego rejonu i dużą zmiennością facji w ramach utworów tego samego wieku — obliczył krzywą wartości anomalii „regionalnych” ΔZ wg metody Griffina przyjmując $r = 30 \text{ m}$ w celu wyeliminowania z otrzymanego obrazu magnetycznego wpływów lokalnych (ryc. 4).

Obliczenie anomalii „regionalnych” metodą Griffina dało w wyniku częściowe zlikwidowanie ząbków na wykresie spowodowanych wpływami lokalnymi, reszta tych ząbków pozostała w dalszym ciągu. Dla sprawdzenia otrzymanych wyników w 1962 r. wspólnie z mgr K. Karaczunem wykonaliśmy po tym samym profilu pomiary sprawdzające. Pomiary wykonaliśmy wagą magnetyczną typu Fanselau. Prace polowe wykonano w identyczny sposób jak w 1957 r. dowiadując wszystkie pomiary do punktu опорowego nr 1.



Ryc. 4. Składowa pionowa Z magnetyzmu ziemskiego na profilu Chęciny z pomiaru przeprowadzonego w 1957 r. (wg Griffina $r = 30 \text{ m}$).

Dla obliczenia średniego błędu pojedynczego spostrzeżenia na punkcie powtarzanym stosowano wzór:

$$M_o = \mp \sqrt{\frac{[\Sigma vv]}{n-1}}$$

gdzie: M_o — średni błąd pojedynczego spostrzeżenia,
 V — różnica między średnią arytmetyczną a pojedynczą obserwacją,
 $n-1$ — ilość spostrzeżeń.

Przy wyrównaniu na krzywą świderską obliczony w ten sposób średni błąd wynosi:

$$M_o = \pm 4,12 \gamma$$

Przy wyrównaniu na krzywą własną średni błąd wynosi:

$$M_o = \pm 3,16 \gamma$$

Za podkład topograficzny zasadniczo służyły odbitki ze zdjęcia lotniczego, ze względu jednak na to, że nie zawsze odbitki te były dostępne zachodziła również konieczność posługiwania się w terenie mapą w skali 1:100 000 arkusz Kielce opracowaną w latach 1927—28 przez Wojskowy Instytut Geograficzny.

Ponieważ otrzymany wykres ΔZ (ryc. 2) przedstawia linię bardzo poząbkowaną, a wahania jej wynoszą

Ze względu na to, że pomiary z 1962 r. miały za zadanie jedynie sprawdzenie istnienia anomalii zaobserwowanej na uskoku oraz ogólne sprawdzenie przebiegu krzywej ΔZ otrzymanej z pomiarów w 1957 r. prace obliczeniowe pomiarów wykonanych w 1962 r. zostały przeprowadzone sposobem nieco uproszczonym.

Po wymnożeniu wartości w działkach przez czułość przyrządu przeprowadzono wyrównanie, przyjmując pierwszą wartość punktu nr 1 za stałą i poprawkę dla tego punktu równą 0 — różnicę między tą stałą wartością a wartościami otrzymanymi z powtarzania tego punktu w odstępach czasu 1—2 godz. dały poprawki dla tego punktu, obejmujące zmiany dzienne i dryft przyrządu łącznie. Taki sposób wyrównania w tym przypadku nie spowodował większego błędu, gdyż przebieg zmian dziennych w dniach 27 i 28 VI 1962 r. wg danych obserwatorium w Belsku jest zupełnie spokojny i regularny. Wartości poprawek dla pozostałych punktów pomiarowych obliczono drogą interpolacji w czasie między pomiarami na punkcie опорowym nr 1.

W celu porównania wyników pomiarów wykonane w 1962 r. sprowadzono do poziomu przyjętego przy opracowaniu z 1957 r. Wykres składowej pionowej ΔZ z pomiarów z 1962 r. na części profilu przedstawia ryc. 5.

WYNIKI

Mówiąc ogólnie o uzyskanym z pomiaru obrazie składowej pionowej ΔZ (ryc. 3) należy przede wszystkim zastanowić się nad dużą ilością ząbków o amplitudzie około 10 γ . Trudno w sposób jednoznaczny odpowiedzieć na przyczynę ich powstania oraz ich znaczenie, dopatrywałem się tu 3 możliwych przyczyn, a mianowicie:

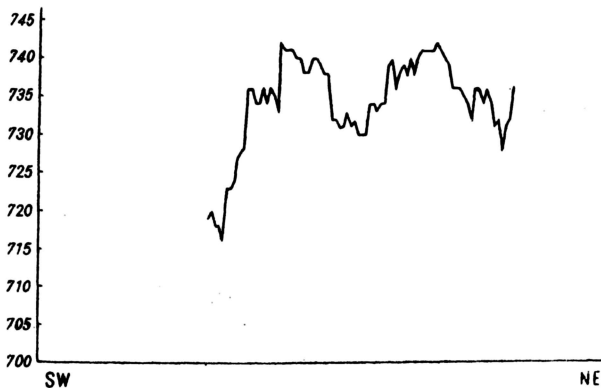
1) że zaznaczają się one na wykresie wskutek błędów spowodowanych redukcją pomiarów na krzywą świderską,

2) że są one wynikiem błędów przyrządu i pomiaru,

3) że obrazują zjawiska fizyczne będące wynikiem skomplikowanej tektoniki oraz zmiennością facji w ramach utworów tego samego wieku.

Dla wyjaśnienia pierwszego przypuszczenia wykonane zostały obliczenia w drugim wariancie, tj. z wyrównaniem pomiarów na krzywą własną, w wyniku tego wyrównania ząbki na krzywej pozostały i w większości pokrywają się z tymi, jakie otrzymano z wyrównania na krzywą świderską, wynika więc z tego wniosek, iż zmiany dzienne nie są powodem takiego charakteru wykresu składowej pionowej ΔZ .

Dla sprawdzenia drugiego przypuszczenia w 1962 r. wspólnie z mgr K. Karaczunem wykonaliśmy na większej części profilu pomiary sprawdzające drugim przyrządem. Wyniki tych prac przedstawia ryc. 5, na której poza spadkiem wartości w środkowej

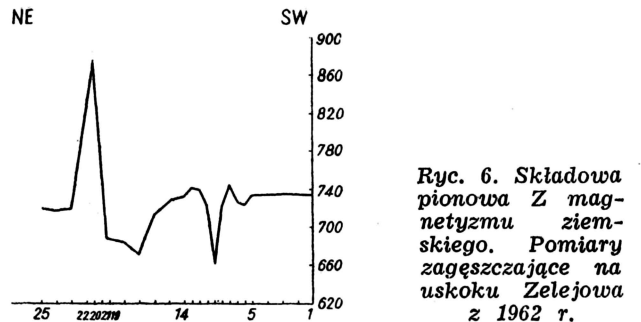


Ryc. 5. Składowa pionowa Z magnetyzmu ziemskiego na profilu Chęciny wg pomiaru z 1962 r.

części wykresu — ogólny przebieg krzywej jest zachowany i większość ząbków pozostała bez zmian. Z porównania krzywych (ryc. 3 i 5) wydaje się przynajmniej częściowo słuszne przypuszczenie drugie, że istnienie ząbków spowodowane jest błędem przyrządu i pomiaru, tym bardziej że obliczony średni błąd wynosi $\pm 3,16 \gamma$, co może powodować wahania krzywej w granicach 7 γ .

Trzecie przypuszczenie, iż otrzymany obraz magnetyczny przedstawia skomplikowaną tektonikę oraz zmienność facji w ramach utworów tego samego wieku wydaje się być również przynajmniej częściowo słuszny, ze względu na to, że upady na badanym obszarze są bardzo duże i kierunki warstw geologicznych są bliskie pionowych — przy takiej budowie geologicznej i przy różnicach pobudliwości magnetycznej skał składających się na daną fację, obraz magnetyczny będzie przedstawiał niewielkie, lecz częste zmiany składowej pionowej ΔZ .

Obliczenie anomalii metodą Griffina dało w wyniku zlikwidowanie pewnej ilości ząbków na wykresie spowodowanych wpływami lokalnymi, pewna ich ilość pozostała jednak w dalszym ciągu, co chyba też przemawia za słusznością trzeciego przypuszczenia. Analizując ogólnie przebieg krzywej składowej ΔZ z pomiaru (ryc. 3 i 5) należy podkreślić, że strefa występowania łupków kambryjskich zaznaczyła się na profilu magnetycznym podwyższeniem się poziomu

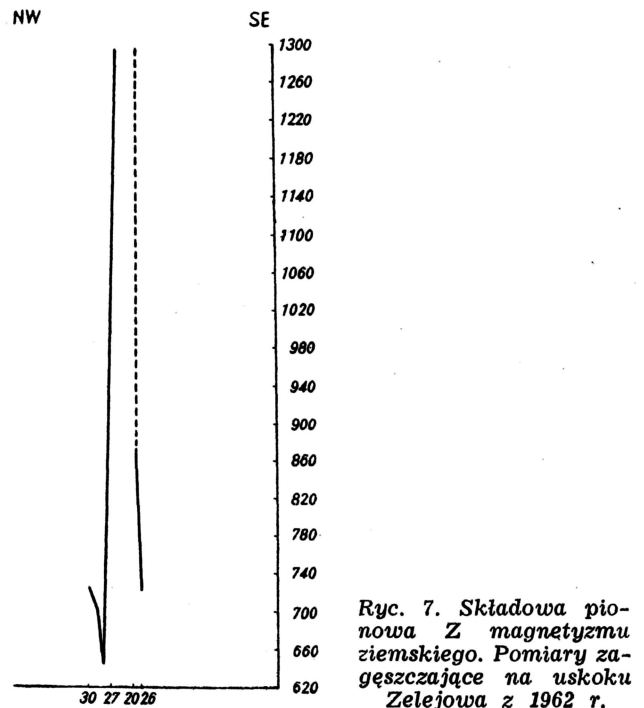


Ryc. 6. Składowa pionowa Z magnetyzmu ziemskiego. Pomiary zagęszczające na uskoku Zelejowa z 1962 r.

składowej pionowej Z o około 10 γ i odpowiada lokalizacji występowania tych łupków na przekroju geologicznym (ryc. 1). Końcowa część profilu na SW charakteryzuje się również podwyższonym poziomem w strefie występowania dolomitów, jednak może to być spowodowane m.in. zjawiskiem mineralizacji lub też zróżnicowaniem składu mineralnego tych dolomitów.

Odrębnym zagadnieniem wybiegającym poza ramy tematu, niemniej jednak ciekawym i godnym podkreślenia jest wyraźnie zaznaczająca się na wykresie magnetycznym (ryc. 3) anomalia spowodowana występowaniem uskoku na górze Zelejowej. Ponieważ anomalia ta w 1957 r. została uchwycona tylko jednym punktem pomiarowym, nie można było mieć pewności, że charakteryzuje ona uskoki, gdyż mogła być spowodowana sztucznym zaburzeniem wywołanym przysypaniem jakiegoś narzędzia żelaznego głazami. W 1962 r. wspólnie z mgr K. Karaczunem na odcinku występowania tej anomalii wykonaliśmy zdjęcie zagęszczające w odległościach punktów co 1 m (ryc. 6), a przez maksimum tej anomalii w punkcie nr 20 wykonaliśmy krótki profil prostopadły (ryc. 7).

Na odcinku tego profilu między punktami 20 i 27 wartość pionowej składowej była tak duża, że w odstępach co 1 m bez skreślenia nici przyrządu, nie można było zrobić pomiaru, gdyż obraz uciekał poza pole widzenia, dopiero na punkcie 27 odległym od pktu 20 o 3 m można było zaobserwować wartość składowej Z. Wymieniona anomalia zaznacza się w miejscu występowania litej skały, co raczej wyklucza możliwość sztucznego zaburzenia.



Ryc. 7. Składowa pionowa Z magnetyzmu ziemskiego. Pomiary zagęszczające na uskoku Zelejowa z 1962 r.

WNIOSKI KOŃCOWE

Pracę powyższą należy traktować jako próbę, która pozwala wyciągnąć wnioski na przyszłość dla właściwego opracowania tego tematu, tym bardziej że zebrany tu materiał połowy jest za mały, aby konkretnie sprecyzować odpowiedzi, co do możliwości kartowania skał osadowych metodą magnetyczną. Uzyskane wyniki pozwalają wyciągnąć wiele wniosków dotyczących właściwej metodyki dla tego rodzaju prac i są chyba zachęcające dla dalszych prac w tym kierunku.

Z wniosków metodycznych przede wszystkim należy podkreślić, że tego rodzaju prace powinny być wykonywane przyrzędem możliwie o jak największej dokładności, dobrze sprawdzonym i o bardzo dokładnie wyznaczonych współczynnikach.

Punkty pomiarowe należy rozmieszczać możliwie gęsto, stosując dokładną i możliwie trwałą ich stabilizację. Pomiaru nawiazawcze powinny być robione możliwie jak najczęściej w odstępach czasu nie przekraczających jednej godziny.

Obserwacje zmian dziennych przy tego rodzaju pomiarach należy prowadzić na miejscu pomiarów, gdyż korzystanie z krzywych obserwatorium przy większej jego odległości od miejsca pomiarów wpływa niekorzystnie na jakość wyników.

Anomalia magnetyczna otrzymana na uskoku Zelejowa wydaje się być również ciekawa i wymaga bliższego wyjaśnienia, bo chociaż wiadomo jest, iż uskok ten jest zmineralizowany, to jednak nie stwierdzono tam występowania magnetytu, pobudliwego magnetycznie hematytu lub też występowania skał wylewnych mogących dawać anomalie magnetyczne zaobserwowanej wielkości.

Wyjaśnienie stwierdzonego zjawiska geofizycznego nie wymaga jakichś większych prac geologicznych, gdyż charakter anomalii wskazuje na to, iż ciało ją wywołujące znajduje się płytko, na głębokości nie przekraczającej 5 m. Można spodziewać się, że bliższe poznanie przyczyn wywołujących anomalię magnetyczną na uskoku Zelejowa może przyczynić się do poszerzenia naszych wiadomości dotyczących mineralizacji tego rejonu i Gór Świętokrzyskich.