

Stanisław WYBRANIEC

Zastosowanie metod geoelektrycznych przy poszukiwaniu złóż surowców stałych na przykładzie prac w Sudetach i w Górach Świętokrzyskich

WSTĘP

Geoelektryka dysponuje szeroką gamą metod poszukiwawczych oraz ich odmian i dlatego może rozwiązywać bardzo różne problemy geologiczne. Ogólnie można powiedzieć, że metody geoelektryczne — podobnie zresztą jak inne metody geofizyczne — pozwalają określać elementy zalegania obiektów geologicznych w skorupie ziemskiej. Obiekty geologiczne mogą mieć różne kształty i są w różny sposób ułożone. Dla celów geoelektrycznych wyodrębnić można trzy podstawowe modele budowy.

Pierwszy model to obiekt o przewodności elektronicznej w ośrodku wysokooporowym. Temu modelowi odpowiadają ciała rud siarczkowych. Drugi model to układ warstw równoległych, ułożonych stromo, a trzeci — układ warstw równoległych, ułożonych płasko. W przyrodzie spotyka się na ogół kombinacje tych modeli.

Do rozwiązywania problemów związanych z pierwszym modelem, czyli np. poszukiwań ciał rud — dobrych przewodników, stosuje się metodę polaryzacji naturalnej (potencjałów własnych Ziemi), różne metody indukcyjne, metodę polaryzacji wzbudzonej oraz metody radiowe, zwłaszcza metodę infradługich fal radiowych.

Modele drugi i trzeci rozwiązuje się przy pomocy jednakowych metod, z tym że do drugiego stosuje się profilowanie daną metodą, a do trzeciego — sondowania. Często na jednym obszarze stosuje się obie modyfikacje: profilowania i sondowania, gdy budowa jest kombinacją modelu drugiego i trzeciego. Ze stosowanych metod należy tu wymienić przede wszystkim metodę elektrooporową (opornościową) oraz metody: magnetotelluryczną i telluryczną, sondowań częstotliwościowych, stabilizacji pola elektromagnetycznego i metodę infradługich fal radiowych.

Metody te mają różny zasięg głębokościowy: od kilkunastu metrów dla metod fal radiowych do kilkuset kilometrów dla metody magnetotellurycznej.

Należy wspomnieć o niebagatelnej zalecie niektórych metod geoelektrycznych, mianowicie o możliwości wykonywania pomiarów z powietrza. Chodzi tu głównie o metody rozwiązujące model pierwszy. Istnieje wiele napowietrznych modyfikacji metod indukcyjnych. W ten sposób rozwiązuje się także problemy związane z modelem drugim (metody infradługości fal radiowych, procesów przejściowych). Obecnie dąży się do wypracowania sposobów umożliwiających wykonywanie sondowań z powietrza.

W Polsce badania geoelektryczne na szerszą skalę zaczęto stosować dopiero w latach pięćdziesiątych. W pierwszym okresie wykonano dużo prac w Sudetach i Górach Świętokrzyskich w związku z poszukiwaniem rud polimetalu. Stosowano głównie metodę polaryzacji naturalnej (PS) i metodę indukcyjną. W Sudetach śledzono bardzo intensywnie anomalie związane z łupkami grafitowymi. Na północnym obrzeżeniu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego prowadzono prace związane z poszukiwaniem złóż cynku i ołowiu. Stosowano tu metodę elektrooporową, głównie sondowania oraz w niewielkim zakresie profilowanie. Dzięki tym pracom uzyskiwano informacje dotyczące morfologii stropu utworów wapienia muszlowego. W południowej części GZW przeprowadzono badania metodą elektrooporową w celu określenia stropu utworów karbońskich, leżących tutaj pod nakładem mioceniowym.

Te ostatnie prace, jak i poprzednie, prowadzono już na początku lat sześćdziesiątych. W tym też okresie rozpoczęto cykl prac związanych z poszukiwaniem złóż kaolinu. Od 1963 r. do chwili obecnej przebadano geofizycznie większość masywów granitoidowych Dolnego Śląska perspektywicznych z punktu widzenia tego surowca. Prace te zostały zakończone w roku 1974 badaniami na masywie Wądroża Wielkiego.

Z innych prac surowcowych w Sudetach należy wspomnieć o badaniach związanych z poszukiwaniem barytu oraz żył kwarcu i pokładów kwarcytów trzeciorzędowych (H. Kurbiel, S. Wybraniec, 1971).

Poza Sudetami obszarem intensywnie rozpoznawanym przy pomocy badań geoelektrycznych są Góry Świętokrzyskie. W ostatnich latach wykonano tu wiele prac związanych z poszukiwaniem złóż rud żelaza w serii ilastej z pogranicza dewonu dolnego i środkowego, złóż surowców węglanowych w obrębie utworów dewonu środkowego oraz złóż piaskowców kwarcytowych dewonu dolnego i kambru. Pod względem geofizycznym był to problem śledzenia wychodni odpowiednich serii skalnych przykrytych nakładem oraz określenia miąższości tego nakładu na wybranych odcinkach.

Niżej podane będą trzy przykłady zastosowania metody elektrooporowej do rozwiązania problemów łączących się z drugim i trzecim modelem budowy. Są to przykłady typowe, reprezentujące większość badań geoelektrycznych w Polsce.

PRACE GEOELEKTRYCZNE NA MASYWIE GRANITOWYM STRZEGOM — SOBÓTKA

W związku z poszukiwaniem złóż surowca kaolinowego wytypowano najpierw dwa masywy granitowe do przebadania: masywy Strzegom — Sobótka i Strzelin — Żulowa. Ponieważ obszar badań był bardzo duży

i stosunkowo mało poznany, stwierdzono, że przebadanie go przy pomocy otworów wiertniczych byłoby długotrwałe i bardzo kosztowne. Zwrócono więc uwagę na badania geoelektryczne.

W uproszczeniu można przyjąć, że przekrój ze zwietrzeliną kaolinową, czyli kaolinem pierwotnym wraz z utworami nadkładu tworzy układ płaskorównoległy, dogodny do badania przy pomocy sondowań elektrycznych. Po rozpoznaniu oporności rzeczywistych skał występujących w przekroju stwierdzono, że strefy kaolinowe mają oporność od około 40 do około 80 omometrów, czyli że różnią się wyraźnie od oporności podłoża nie zwietrzałego, wynoszącej zwykle kilkaset omometrów. Stwierdzono jednak jednocześnie, że identyczne oporności jak kaoliny mają niektóre skały nadkładu kenozoicznego, mogące leżeć bezpośrednio nad granitem.

W związku z powyższym wypracowano następującą metodykę prac poszukiwawczych na tym terenie, uwzględniającą ścisły związek między pracami geoelektrycznymi a geologiczno-wiertniczymi. Prace geoelektryczne miały za zadanie: a — określenie głębokości, ukształtowania i tektoniki krystalicznego podłoża podtrzeciorzędowego; b — wydzielenie w utworach leżących na tym podłożu partii różniących się opornością elektryczną, ze zwróceniem szczególnej uwagi na strefy kaolinowe.

W pierwszym etapie cały obszar pokryto siatką sondowań w postaci ciągów w odstępach 1,5—2 km. Sondowania na ciągach sytuowane były w odległościach 500—1000 m. Otrzymany obraz morfologii podłoża wysokooporowego (fig. 1) pozwolił wyeliminować dużą część obszaru o głębokim zaleganiu podłoża. Wykryto bowiem istnienie bardzo głębokiej rynnny, biegnącej wzdłuż uskoku brzeżnego. Dane z interpretacji sondowań zostały obecnie potwierdzone wynikami wiercenia z Mokrzeszowa (około 2 km na E od Świebodzie), w którym do 650 m nie przewiercono utworów trzeciorzędowych.

Analiza oporności warstw nadkładu w powiązaniu z danymi z wierceń pozwoliła wyznaczyć strefy perspektywiczne do dalszych szczegółowych badań wiertniczych i geofizycznych. Przeprowadzone następnie wiercenia wykazały, że bardziej perspektywiczna jest część wschodnia masywu Strzegom — Sobótka, i tu skoncentrowano dalsze prace poszukiwawcze.

W celu uzyskania dokładniejszego obrazu morfologii podłoża na obszarach perspektywicznych wykonano szczegółowe badania geoelektryczne, stosując krok sondowań 200—300 m w ciągach o odstępach 300—500 m. Ponieważ stwierdzono istnienie związku między tektoniką dysjunktywną a kaolinizacją, wykonano także badania i pod tym kątem. Wykorzystano dla tego celu profilowanie elektryczne. Badania profilowe przesłodziły dwa główne systemy uskoku we wschodniej części masywu, biegnące mniej więcej równoległe do uskoku brzeżnego. Wykryto także strefę tektoniczną (o biegu SW-NE) na NE od Świdnicy. W profilowaniu stosowano układy niesymetryczne i symetryczne, zwykle dwupoziomowe, o kroku 20, 30 i 50 m.

Badania geoelektryczne dostarczyły wielu informacji o budowie tego obszaru. Umożliwiło to sytuowanie wierceń w sposób oszczędny i unikanie stref negatywnych. Trzeba jednak wyraźnie podkreślić, że jak dotąd, przy pomocy metod geofizycznych nie można określić czy dana strefa kaolinizacji będzie zawierała kaolin przydatny dla potrzeb ceramiki szlachetnej, czy też nie.

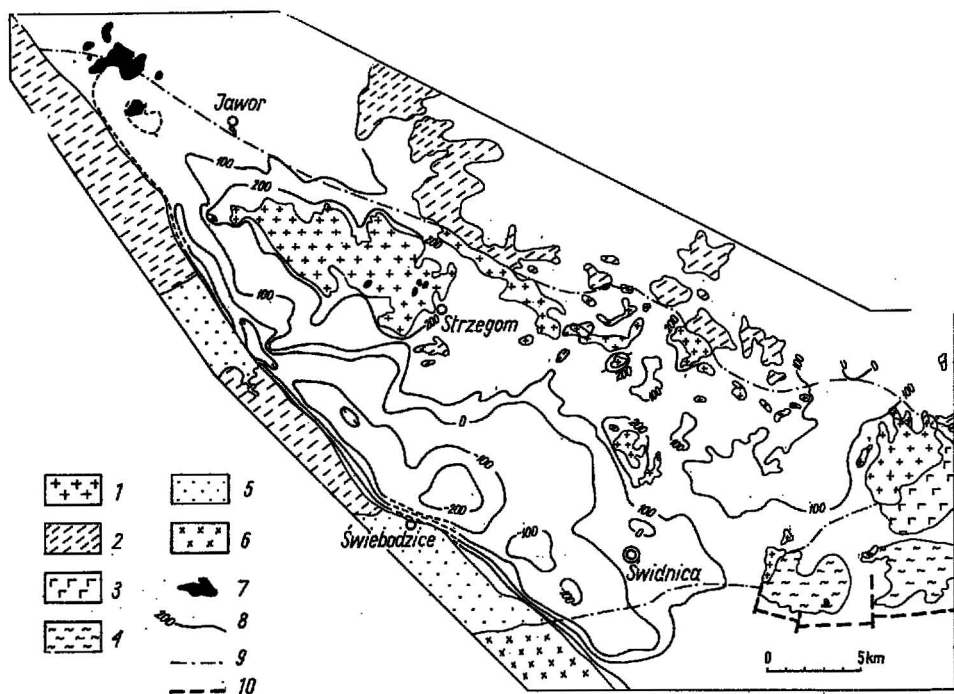


Fig. 1. Mapa izohips stropu podłoża wysokooporowego rejonu Strzegom — Sobótka

Isohypse map of the high resistivity basement top in the Strzegom — Sobótka area

1 — granity; 2 — łupki metamorficzne; 3 — gabra; 4 — serpentyny; 5 — skały osadowe paleozoiku; 6 — gnejsy; 7 — bazalty; 8 — izohipsy podłoża wysokooporowego co 100 m; 9 — granice geologiczne pod nakładem kenozoicznym; 10 — uskoki

1 — granites; 2 — metamorphic schists; 3 gabbros; 4 — serpentinites; 5 — Palaeozoic sedimentary rocks; 6 — gneisses; 7 — basalts; 8 — isohypses of the high resistivity basement, every 100 m; 9 — geological boundaries under the Cainozoic cover; 10 — faults

W wyniku geologicznych prac rozpoznawczych we wschodniej części masywu wykryto i udokumentowano trzy złoża surowca kaolinowego o przydatności przemysłowej (Bolesławice, Kalno i Śmiałowice). Jak wynika z analizy efektywności prac geofizycznych (przeprowadzonej przez O. Gawrońskiego) zastosowanie badań geoelektrycznych pozwoliło obniżyć koszty poszukiwań w tym rejonie o 42%. Prace geoelektryczne wykonywali tu P. Stenzel, R. i S. Kucharscy, B. Pilarska oraz S. Braniecki z Przedsiębiorstwa Poszukiwań Geofizycznych.

PRACE GEOELEKTRYCZNE NA POGORZU IZERSKIM

W latach 1971—1972 wykonano w tym rejonie prace geoelektryczne związane także z poszukiwaniem złóż kaolinu (S. Kucharska, R. Kuchar-

ski). Sytuacja geologiczna jest tu odmienna, więc zastosowano trochę inną metodykę prac.

Obszar zbudowany jest z granitognejsów z wkładkami łupków metamorficznych oraz leukogranitów. Miejscami górne partie podłoża są skaolinizowane. Istniała tu stara kopalnia kaolinu *Kamień*. Nadkład kenozoiczny jest cienki i jego miąższość wynosi od 0 do 50 m.

Zadaniem prac geoelektrycznych było wykrycie stref głębszej kaolinizacji drogą lokalizacji stref niskooporowych oraz określenie ich perspektywiczności. Podobnie jak na masywie Strzegom — Sobótka obszar pokryto najpierw siatką sondowań usytuowanych w ciągach. Odstępy między sondowaniami wynosiły przeciętnie 250—500 m, a odległości między ciągami 500—1000 m. Zlokalizowano w ten sposób kilka stref niskooporowych (fig. 2), które z kolei geologicznie sprawdzono przy pomocy wierceń. Dokładniejsze badania wykonano w rejonie starej kopalni *Kamień*. Zrealizowano je w postaci profilowania symetrycznego trójpoziomowego o AB do 100—160 m i kroku 10 m. Odległości między profilami wynosiły od około 100 do 250 m. Profilowanie wykazało tu (fig. 3) istnienie niewielkich stref kaolinizacji: pierwsza związana jest obszarowo ze starą kopalnią kaolinu, a druga leży na południe od niej. Wiercenie sprawdzające napotkało w strefie drugiej kaolin o wysokiej jakości.

Niezależnie od wierceń rdzeniowych, sprawdzających, strefy niskooporowe w ramach badań geoelektrycznych rozwiercane były wiertnicą bezrdzeniową WH-1, służącą do odwiercania otworów strzałowych. Wykonano tu 26 otworów, których głębokości mieściły się w granicach od 1,5 do 9,2 m. Mimo iż stosowano wiertnicę bezrdzeniową, moż

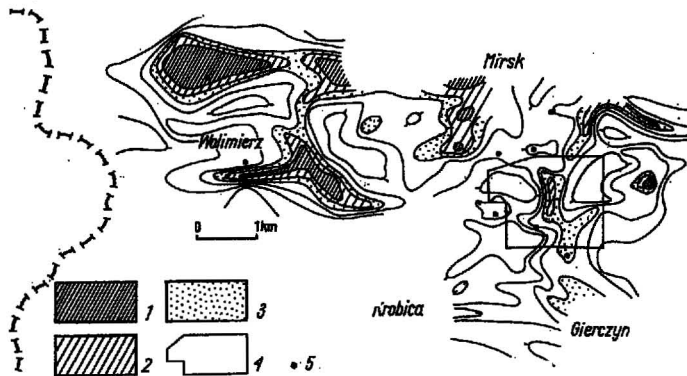


Fig. 2. Mapa oporności pozornej dla rozstawu elektrod AB 60 m z rejonu Mirska

Apparent resistivity map of the Mirsk area for AB electrode spacing = 60 m

1 — oporności pozorne mniejsze od 100 Ω m; 2 — oporności pozorne od 100 do 150 Ω m; 3 — oporności pozorne od 150 do 200 Ω m; 4 — obszar szczegółowego zdjęcia przedstawionego na fig. 3; 5 — otwory wiercnicze

1 — apparent resistivities lower than 100 Ω m; 2 — apparent resistivities from 100 to 150 Ω m; 3 — apparent resistivities from 150 to 200 Ω m; 4 — area covered by detailed survey presented in Fig. 3; 5 — boreholes

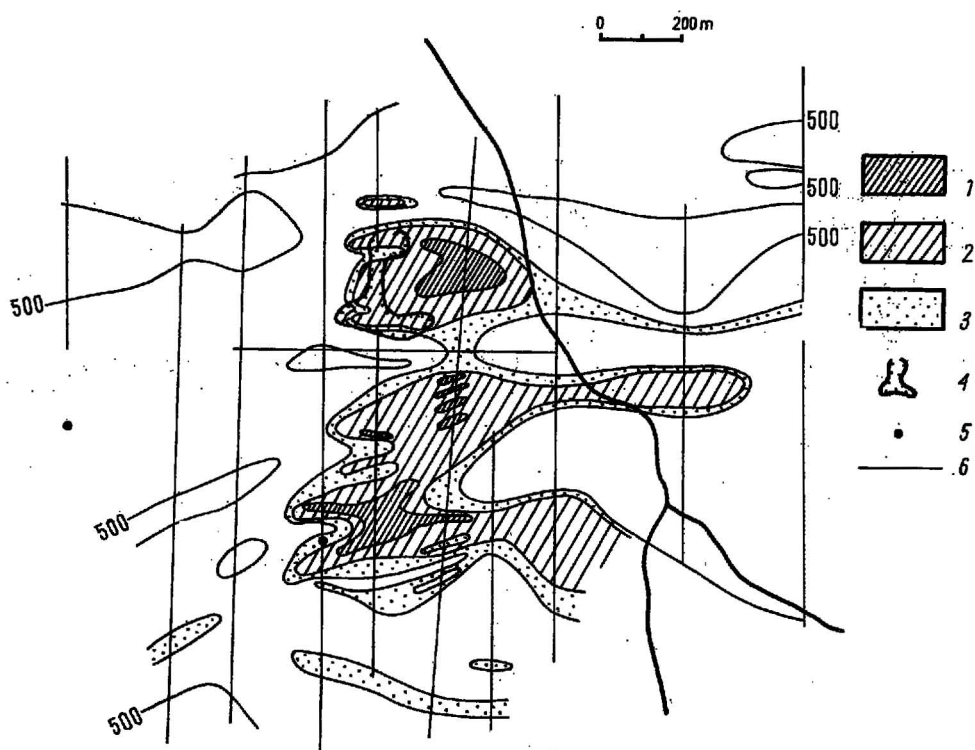


Fig. 3. Mapa oporności pozornej dla rozstawu elektrod AB 60 m z rejonu dawnej kopalni kaolinu Kamień

Apparent resistivity map of the area of the old kaoline mine at Kamień for AB electrode spacing = 60 m

1 — oporności pozorne mniejsze od 100 Ω m; 2 — oporności pozorne od 100 do 150 Ω m; 3 — oporności pozorne od 150 do 200 Ω m; 4 — wyrobiska dawnej kopalni kaolinu; 5 — otwory wiertnicze; 6 — profile elektryczne

1 — apparent resistivities lower than 100 Ω m; 2 — apparent resistivities from 100 to 150 Ω m; 3 — apparent resistivities from 150 to 200 Ω m; 4 — workings of the old kaoline mine; 5 — boreholes; 6 — electrical profiles

na było z dość dobrym przybliżeniem ustalić litologię przewierczanych utworów. Przy badaniach na małych głębokościach jest to bardzo pomocne dla prawidłowej interpretacji danych polowych. Często bowiem się zdarza, że podobne utwory w różnych rejonach mają odmienne oporności. Przykładem tego są oporności kaolinów, które, jak wspomniano wyżej, w rejonie masywu strzegomskiego mają oporności od 40 do 80 omm, a na Pogórze Izerskim — najczęściej od 70 do 150 omm.

PRACE GEOELEKTRYCZNE W REJONIE BODZENTYNA

Przedstawione badania są dość typowe, jeśli chodzi o prace geoelektryczne w Górach Świętokrzyskich. Ogólnie mówiąc, mamy tu do czynienia ze śledzeniem wychodni warstw nachylonych, przykrytych nadkładem zmiennej miąższości od 0 do 20—30 m, a miejscami większej.

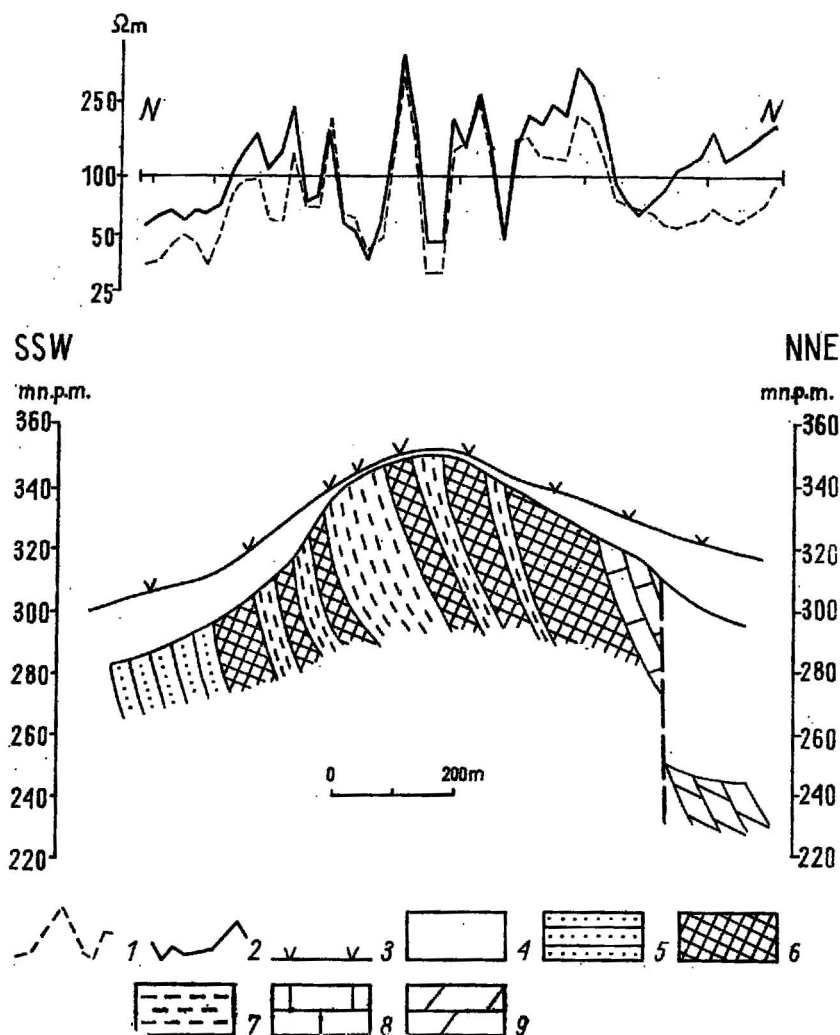


Fig. 4. Wykres profilowania elektrycznego i jego interpretacja geologiczna

Resistivity profile and its geological interpretation

1 — wykres profilowania dla AB 180 m; 2 — wykres profilowania dla AB 380 m; 3 — sondowania elektryczne; 4 — nadkład; 5 — łupki, mułowce, łowce — żedyn; 6 — piaskowce i piaskowce kwarcytowe — ems + zigen; 7 — łupki i mułowce — ems + zigen; 8 — łupki, ły, margle i wapień — eifel dolny; 9 — dolomity — eifel górny

1 — resistivity curve for AB = 180 m; 2 — resistivity curve for AB = 380 m; 3 — electrical sounding; 4 — overburden; 5 — shales, siltstones, claystones — Gedinnian; 6 — sandstones and quartzitic sandstones — Emsian + Siegenian; 7 — shales and siltstones — Emsian + Siegenian; 8 — shales, clays, marls and limestones — Lower Eifelian; 9 — dolomites — Upper Eifelian

W omawianym przypadku głównym celem było śledzenie wychodni utworów dewonu dolnego pod nadkładem czwartorzędu (lokalnie i trzeciorzęd), a także wydzielenie pakietów łupkowych i piaskowcowych. Po-

szukiwanym surowcem były przewarstwienia piaskowców kwarcytowych. Poza tym do badań należało także wyznaczenie biegu ważniejszych uskokiów oraz określenie miąższości nadkładu nad seriami piaskowcowymi.

Zastosowano tu profilowanie elektryczne symetryczne dwupoziomowe o rozstawach AB — 180 i 380 m i kroku 20 m. Odległości między profilami wynosiły najpierw 300 m, a później w niektórych miejscach wykonano zagęszczenia.

Dla przykładu (fig. 4) przedstawiono jeden z wykresów profilowych oraz jego interpretację geologiczną. Jak widać wyniki są bardzo kontrastowe. Utwory dewonu są łatwe do zidentyfikowania. Serie piaskowcowe wyróżniają się jako anomalie wysokooporowe. Dowiązując obraz geoelektryczny do istniejących danych geologicznych wykonano mapę geologiczną (fig. 5). Nowa mapa jest bardziej szczegółowa i prezentuje o wiele więcej elementów niż dotychczasowa mapa nie uwzględniająca danych geoelektrycznych.

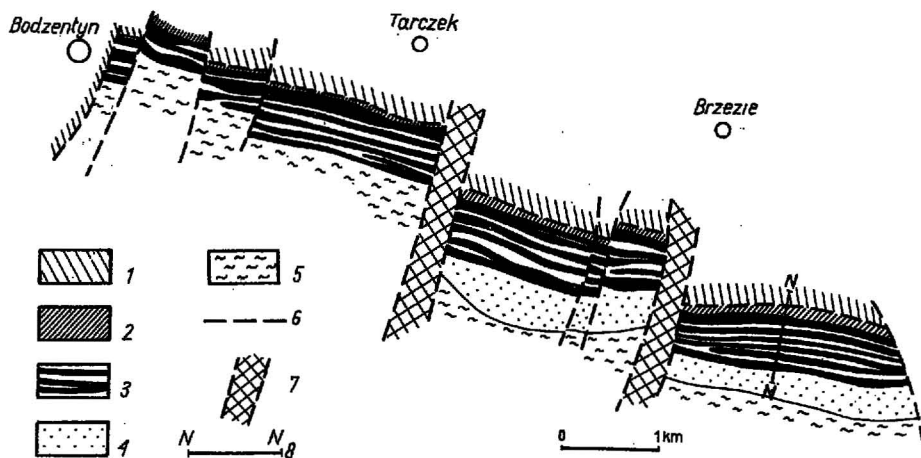


Fig. 5. Mapa geologiczna odkryta rejonu Bodzentyna według badań geoelektrycznych

Geological solid map of the Bodzentyn area based on electrical results

1 — eifel górny; 2 — eifel dolny; 3 — ems + zigen (z przewarstwieniami piaskowców kwarcytowych); 4 — zedyn; 5 — sylur; 6 — uskoki; 7 — strefy uskokowe; 8 — linia profilu przedstawionego na fig. 4

1 — Upper Eifelian; 2 — Lower Eifelian; 3 — Emilian + Siegenian (with quartzitic sandstones intercalations); 4 — Gedinnian; 5 — Silurian; 6 — faults; 7 — fault zones; 8 — electrical profile presented in Fig. 4

W celu określenia miąższości nadkładu wykonano krótkie ciągi sondowań nad utworami dewonu dolnego. Wyniki interpretacji sondowań przedstawiono w postaci przekrojów geofizyczno-geologicznych.

Dokładność wyznaczenia granic wychodni, przy stosowanym tutaj kroku = 20 m, wynosi około 10 m. Możliwość rozdzielania pakietów łupkowych i piaskowcowych zależy od wielkości kroku, najcieńsze wydzielane warstwy muszą mieć miąższość pozorną rzędu wielkości kroku. Tak więc stosując mniejszy krok (np. 5 lub 2 m) można wydzielając pojedyncze warstwy o miąższościach pozornych rzędu 5, a nawet 2 m. Oczy-

wiście musi być spełniony warunek, by wydzielana warstwa wyraźnie się różniła opornością od warstw sąsiednich oraz by miąższość nadkładu nie przekraczała kilku metrów.

Badania geoelektryczne w rejonie Bodzentyna były wykonywane pod kierownictwem geologicznym dr T. Wróblewskiego przez A. Urbańskiego i Z. Wachowicza z Przedsiębiorstwa Geologicznego w Kielcach.

PERSPEKTYWY ROZWOJU METOD GEOELEKTRYCZNYCH DLA ZAGADNIEŃ RUDNYCH

Podane przykłady świadczą o tym, że metoda elektroporowa może być bardzo efektywnym narzędziem przy rozwiązywaniu różnych problemów złożowych. Rozwój metod geoelektrycznych na świecie idzie w dwóch kierunkach. Pierwszy kierunek — to poszukiwanie metod pozwalających rozwiązywać nowe problemy (np. poszukiwanie złóż na większych głębokościach), a drugi — to dążenie do rozwiązywania problemów standardowych metodami efektywniejszymi, czyli szybciej i taniej.

Jako przykład pierwszego kierunku podać można rozwój metody polaryzacji wzbudzonej, która w ciągu ostatnich dziesięciu lat zrobiła ogromną karierę na świecie (W. A. Komarow, 1972). W Polsce prace doświadczalne tą metodą prowadzi się od kilku lat. Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych zakupiło ostatnio nową doskonalszą aparaturę. Rozpoczęcie prac tą aparaturą zaplanowano już w 1974 r. Można ją będzie wykorzystywać przy poszukiwaniu złóż siarczków do głębokości około 200 m, czyli na obrzeżeniu GZW, w Sudetach, na bloku przedsudeckim i w Górach Świętokrzyskich.

Drugi kierunek rozwoju metod geoelektrycznych obrazuje nam rozwój metod radiowych i naturalnego pola elektromagnetycznego. Bardzo intensywnie wdrażana jest metoda infradługich fal radiowych i to zarówno w wariantach napowietrznych, jak i naziemnych. Bardzo lekka aparatura, szybkość pomiaru, wykorzystanie istniejących źródeł pola stawiają tę metodę w rzędzie efektywnych narzędzi do kartowania geologicznego. Podobne zalety wykazuje stosowanie naturalnego pola elektromagnetycznego. Metody oparte na jego wykorzystaniu są ostatnio także rozwijane.

Jeśli chodzi o metodę infradługich fal radiowych, to Instytut Geologiczny ma w najbliższym planie wdrożenie jej do praktyki.

Istnieje również potrzeba udoskonalenia sposobów interpretacji danych geofizycznych. Uzyskuje się to przez: a — kompleksową interpretację danych z kilku metod geofizycznych; b — stosowanie nowoczesnych metod matematycznych do obróbki i interpretacji danych (S. Wybraniec, 1973); c — wykorzystanie elektronicznej techniki obliczeniowej (ETO).

Jak wykazuje praktyka, najłatwiejsze jest wykorzystanie ETO do standardowej interpretacji. W coraz większym stopniu stosuje się EMC Odra 1204 (jest w posiadaniu PPG) do interpretacji sondowań elektrycznych, a ściślej mówiąc do sprawdzania interpretacji drogą obliczania róż-

nych wariantów krzywych. Istnieją plany dalszej automatyzacji interpretacji, w pierwszym okresie jakościowej.

Wprowadzenie w życie pozostałych postulatów jest trudniejsze i wymaga podniesienia kwalifikacji geofizyków poprzez przyswajanie najnowszych osiągnięć światowych w tym względzie i poznawanie nowoczesnych metod matematycznych.

Problem nie zostałby wyczerpany, gdyby nie wspomnieć o wzajemnej współpracy między geofizykami a geologami. Rozwiązanie problemu geologicznego na drodze geofizycznej nie zależy tylko od geofizyka, ale także od geologa. Od geologa należy wymagać rozumienia roli geofizyki w kompleksie metod geologicznych. Można stwierdzić, że coraz większa jest liczba geologów właściwie oceniających możliwości geofizyki stosowanej i umiejących wykorzystać jej bardzo szerokie możliwości do rozwiązywania interesujących ich problemów. Podane w artykule przykłady prawidłowego rozwiązania problemów geologicznych są zasługą nie tylko samych geofizyków, ale i geologów, dla których te prace były wykonywane.

Zakład Geofizyki
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 27 kwietnia 1974 r.

PIŚMIENNICTWO

- KURBIEL H., WYBRANIEC S. (1971) — Zastosowanie metod geofizycznych przy poszukiwaniu złóż stałych surowców mineralnych. *Prz. geol.*, 19, p. 96—99, nr 2. Warszawa.
- WYBRANIEC S. (1973) — Statystyczno-informacyjna analiza wyników badań geofizycznych dla określenia perspektywiczności obszarów poszukiwań. *Kwart. geol.*, 17, p. 839—851, nr 4. Warszawa.
- КОМАРОВ В. А. (1972) — Электроразведка методом вызванной поляризации. Изд. Недра. Ленинград.

Станислав ВЫБРАНЕЦ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ДЛЯ ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДОГО СЫРЬЯ НА ПРИМЕРЕ РАБОТ, ПРОВЕДЕННЫХ В СУДЕТАХ И В СВЕНТОКШИНСКИХ ГОРАХ

Резюме

Представлено три типичных примера применения метода электрических сопротивлений для поисков месторождений твердого сырья. Два первых касаются исследований в Судетах, проводившихся для поисков каолинового сырья, образующегося при выветривании грани-

тоидных массивов. Применено электрзондирование и электропрофилрование. По району Свентокшиских гор представлены результаты работ по поискам месторождений кварцитовых песчаников нижнего девона. Проблема решалась также при помощи электропрофилрования и зондирования.

Кроме того кратко представлены направления развития методов электроразведки, необходимых для поисков месторождений твердого сырья на свете и в Польше.

Stanisław WYBRANIEC

**EXAMPLES OF APPLICATION OF GEOELECTRICAL METHODS
TO EXPLORATION FOR SOLID MINERALS
(SUDETES MOUNTAINS AND ŚWIĘTOKRZYSKIE MOUNTAINS)**

S u m m a r y

Three typical examples of application of the geoelectrical method to exploration for solid minerals are reviewed. The first two examples are illustrated by the surveys completed in the Sudetes mountains to explore for kaoline related to weathering of the granitoid massifs. Geoelectrical methods proved helpful in exploration for Lower Devonian quartzitic sandstones in the Świętokrzyskie Mountains. In all these cases electrical sounding and profiling was adopted.

In addition, development trends in geoelectrical methods for solid minerals purposes both worldwide and in Poland are briefly reviewed.