

ZASTOSOWANIE METOD GEOFIZYCZNYCH PRZY POSZUKIWANIU ZŁÓŻ RUD METALI NIEŻELAZNYCH W POLSCE

POSZUKIWANIA ZŁÓŻ RUD metali nieżelaznych a w związku z tym także badania geofizyczne były i są prowadzone w południowej części kraju, przede wszystkim w obszarach odkrytych, jak: Góry Świętokrzyskie i Sudety, oraz na terenach Dolnego i Górnego Śląska. W północnej części kraju poszukiwania nie były jeszcze podejmowane, nie można też mówić o perspektywach poszukiwań rud metali nieżelaznych, ponieważ w północno-wschodniej Polsce, gdzie podłoże krystaliczne leży najpłycej, badania geologiczne są dopiero na etapie rozpoznania petrograficznego.

Pierwsze po II wojnie światowej badania geofizyczne w zakresie poszukiwań złóż rud metali nieżelaznych podjął Wydział Geofizyki Stosowanej Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie. Były to przede wszystkim badania geoelektryczne (elektrooporowe i metoda polaryzacji spontanicznej) oraz w mniejszym zakresie — magnetyczne.

Od 1952 r. największą ilość geofizycznych prac poszukiwawczych przeprowadziło Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych, które jest jedyną tego rodzaju instytucją usługową w Polsce. Asortyment metodyczny geofizycznych prac poszukiwawczych obejmuje wszystkie metody klasyczne — grawimetryczną, magnetyczną, sejsmiczną i elektryczną oraz karotażowe.

Najwięcej prac badawczych i poszukiwawczych przeprowadzono za pomocą metod elektrycznych reprezentowanych przez stale wzrastającą ilość odmian przystosowanych do badań w różnych warunkach geologicznych i topograficznych.

OBSZAR DOLNEGO ŚLĄSKA to tereny potencjalnego występowania rud metali nieżelaznych. Po ostatniej wojnie przeprowadzono tu szereg badań geofizycznych w związku z poszukiwaniami rud miedzi, niklu, wolframu, molibdenu, glinu oraz rud polimetalicznych.

W strefie przedsudeckiej, w pasie Lubin — Szprotawa — Koźuchów — Zary, gdzie rudy miedzi związane są z łupkami typu mansfeldzkiego, pomimo dużej ich koncentracji i znacznej mierzności serii złożowej nie są one wykrywalne powierzchniowymi metodami geofizycznymi. Badaniom geofizycznym postawiono więc do rozwiązania zadanie strukturalne.

Okolicznością sprzyjającą jest zdecydowane zróżnicowanie własności sprężystych masywu krystalicznego względem czerwonego spągowca oraz tego ostatniego względem anhydrytów cechsztyńskich. Prace zdjęciowe przeprowadzono w latach 1957—1960 metodą sejsmiczną, głównie refrakcyjną.

Na obszarze między Lubinem a Sieroszowicami zlokalizowano wychodnie anhydrytów łącznie z dolomitami, określono zasięg utworów krystalicznych wału oraz określono mierzność nadkładu. Miejscami określono zasięg i głębokość zalegania stropu pstręgo piaskowca. Wyniki badań sejsmicznych zostały wykorzystane do opracowania dokumentacji geologicznej w kategorii C₂.

Na pozostałym obszarze, na W od Sieroszowic aż po Zary prace sejsmiczne posłużyły do ustalenia regionalnego zasięgu kompleksu anhydrytów i dolomitów.

Na całym terenie badań dla poszczególnych utworów otrzymano następujące wartości prędkości gra-

nicznej w metrach na sekundę: anhydryty i dolomity 4500—5500, czerwony spągowiec 3000—4000, masyw krystaliczny wału 5000—6000, pstry piaskowiec 3000—4000.

Między Lubinem a Sieroszowicami w latach 1957—1958 przeprowadzono również próby zastosowania metody elektrooporowej do śledzenia tektoniki i ewentualnie kartowania wychodni cechsztynu. Z uzyskanych rezultatów wynika, że w aktualnych warunkach głębokiego zalegania badanych utworów, niedostatecznie różniących się między sobą pod względem przewodnictwa elektrycznego, wyposażenie techniczne tej samej klasy co i stosowane wówczas nie rokuje nadziei na możliwość wykorzystania metody elektrooporowej nawet dla tego etapu rozpoznania.

Dla poszczególnych utworów otrzymano następujące wartości oporności właściwej w ohmometrach: czwartorzęd i trzeciorzęd od 14 do 30 (lokalnie do 95), pstry piaskowiec od 40 do 60, niekiedy do ok. 180, masyw krystaliczny wału od 160 do wartości bardzo dużych (praktycznie ∞), czerwony spągowiec od 50 do 150, anhydryty i dolomity 180— ∞ .

Pod względem oporności właściwej praktycznie nie odróżniają się utwory czwartorzędowe od trzeciorzędowych oraz dolomity od anhydrytów. Wskutek niedostatecznie dużego zróżnicowania własności elektrycznych między utworami wału, czerwonego spągowca i anhydrytami, interpretacja wykresów sondowań elektrooporowych jest dość problematyczna i przy aktualnych głębokościach nie udaje się ustalić wyraźnych granic elektrycznych między nimi.

W rejonie Miedzianki k. Jeleniej Góry i w rejonie Srebrnej Góry k. Nowej Rudy do lokalizacji stref mineralizacji typu żyłowego zastosowano w 1953 r. metodę profilowania elektrooporowego. W obu przypadkach żyły kruszczone są na ogół cienkie i niedostatecznie odróżniają się od otoczenia pod względem przewodnictwa elektrycznego. Stosując zbyt duże rozstawy elektrod nie uzyskano pozytywnych rezultatów. Na obszarze Srebrnej Góry, gdzie należało zlokalizować przedłużenia znanych żył barytowych z galeną, pirytem i chalkopirytem w masywie gnejsowym, spośród metod klasycznych przypuszczalnie pozytywne wyniki mogły dać jedynie szczegółowe badania grawimetryczne, jednak nie podejmowano już dalszych prób wykorzystania badań geofizycznych.

Stosując w 1953 r. podobną metodykę, tj. profilowanie elektrooporowe w rejonie Starej Góry k. Wojcieszowa otrzymano bardzo wyraźne zmiany oporności pozornej nad żyłami polimetalicznymi, które w tym przypadku były niemal czystym konglomeratem siarczków występujących w szczelinach płytko pod powierzchnią. Odpowiednio gęstym zdjęciem profilowym zlokalizowano przebieg szerszych stref spękań zawierających minerały rudne. Zbyt cienkie, pojedyncze żyły nie zaznaczały się na wykresach profilowych.

Badania przeprowadzone na obszarze Starej Góry są w Polsce bodaj jedynym przykładem pozytywnych rezultatów zastosowania klasycznej metody elektrooporowej do bezpośredniego wykrywania złóż rud nieżelaznych typu żyłowego.

Na terenach występowania pasa łupków staropaleozoicznych, w obszarze Stara Góra — Wojcieszów —

Jeżów Sudecki — Golejów — Pławna — Rząsiny a także w okolicach Bolkowa i Chelmca do kartowania stref podwyższonej koncentracji siarczków polimetali zastosowano metodę indukcyjną i polaryzacji spontanicznej (PS). Badania geoelektryczne prowadzono etapami w latach 1954—1960. Są to zdjęcia profilowe półszeregowe i szeregowe.

Za pomocą obu metod wykryto i zlokalizowano szereg stref anomalnych różnej szerokości i długości i o różnych amplitudach. Minima anomalii PS wahają się najczęściej w granicach od kilkunastu do kilkudziesięciu miliwoltów, a miejscami osiągają nawet wartości kilkuset miliwoltów. Wielkość i charakter poszczególnych anomalii pozwalają ocenić jakościowo stopień koncentracji minerałów rudnych na podstawie odpowiednich kryteriów geofizycznych.

Obie zastosowane metody badawcze również silnie reagują na łupki grafitowe, które na wykresach profilowych zaznaczają się w charakterystyczny dla nich sposób w postaci szerokich stref zaburzeń. Efekty wywołane łupkami grafitowymi są tak duże, iż na ich tle mogą nie zaznaczać się zaburzenia, których źródłem są minerały rudne nawet o znacznej koncentracji. Jednak stwierdzono, iż łupkom w badanym obszarze towarzyszy mineralizacja siarczkowa. Z tego powodu znajomość zasięgu i charakteru przebiegu stref zaburzeń elektrycznych, świadczących o dużym prawdopodobieństwie występowania łupków grafitowych, ma uzasadnione znaczenie dla geologii poszukiwawczej.

Prace wiertnicze przeprowadzone na kilku anomaliiach PS potwierdziły słuszność wskazań wyników geofizycznych, jednak prócz stwierdzenia mineralizacji nie natrafiono na większe skupienia minerałów rudnych. W pewnych przypadkach obie stosowane tu metody elektryczne przyczyniły się pośrednio do wyjaśnienia zakrytej tektoniki terenu badań przez wykrywanie i dokładną lokalizację stref mineralizacyjnych towarzyszących uskokom.

Metodę indukcyjną i PS zastosowano ponadto w rejonie Paszowic (1955 r.), gdzie pozwoliły na dokładniejsze zlokalizowanie strefy okruszczenia, siarczkami, głównie molibdenitem, przebiegającej w granitach.

Analogiczne badania przeprowadzono w 1955 r. w strefie występowania łupków izerskich od Gierczyna po granicę państwa. Zadaniem tych prac było wychwycenie stref mineralizacji siarczkowej, którym niekiedy towarzyszy przemysłowa koncentracja kaszetytu.

W rezultacie wykonanych prac otrzymano szereg anomalii PS, z których część jest zlokalizowana bezpośrednio nad znanymi strefami okruszczenia, natomiast większość anomalii o bardzo dużych amplitudach zaburzeń pola PS leży poza tymi strefami.

W związku z poszukiwaniami boksytów w rejonie Ząbkowic Śląskich przeprowadzono w 1960–61 r. badania geoelektryczne, których celem było określenie morfologii masywu gabrowego, w szczególności wykrywanie zagłębień, w których możliwe jest występowanie rud aluminium.

Za pomocą sondowań i profilowania elektrooporowego określono charakter występowania masywu gabrowego w okolicach Brzeźnicy i Braszowic. W podłożu wysokooporowym (ponad 600 Ω m) wyraźnie zaznaczają się obniżenia linii stropu wskazujące na istnienie ok. 30 m zagłębień.

Podobną metodykę zastosowano w rejonie Jordanova, gdzie również w 1960 r. tytułem próby podjęto prace geofizyczne w związku z poszukiwaniami rud niklu. Celem prac było wykrywanie zagłębień w strefie wietrzenia serpentynitów.

Ze względu na brak wyraźnej granicy między wietrzeliną a skałą litą badania geoelektryczne wypadły niekorzystnie. Być może, zagadnienie metodyki badań nie zostało dostatecznie opracowane.

W pewnych przypadkach przy poszukiwaniach rud niklu dobre rezultaty daje metoda magnetyczna, którą dla takich celów zastosowano w Polsce w kilku rejonach.

W rejonie Szklar metodą magnetyczną okonturowano wysad serpentynitowy. W okolicach Jordanova, Kielczyna i w rejonie Sobótka-Tapadła kartowano masywy serpentynitowe w celach rudnych i surowcowych. W rejonie Złotego Stoku przeprowadzono prace magnetyczne na obszarze zrudzonej strefy kontaktu wapieni z łupkami krystalicznymi i gnejsami.

W rejonie Strzelin — Strzegom badaniami magnetycznymi okonturowano w niektórych miejscach brzeg masywu granitowego, któremu może towarzyszyć wolframit.

Wszędzie tu wyraźne zróżnicowanie badanych skał pod względem pobudliwości magnetycznej stwarzało korzystne warunki dla stosowania metody magnetycznej.

NA OBSZARZE GÓRNEGO ŚLĄSKA i jego północnego obrzeżenia przeprowadzono w kilkunastu rejonach badania geofizyczne w związku z poszukiwaniami złóż rud cynku i ołowiu, a ostatnio również boksytów.

Najwięcej badań geofizycznych wykonano w pasie Wieluń — Kalety — Olkusz, z którym wiąże się nadzieje występowania rud cynkowo-olowiowych. Elementem interesującym tu geologię poszukiwawczą są osady wapienia muszlowego, w którym występuje podwyższona koncentracja minerałów rudnych.

Wobec tego, że skały zawierające minerały rudne na większych głębokościach praktycznie nie odróżniają się od tychże skał płonnych pod względem własności fizycznych wykorzystywanych w metodach geofizycznych — przed geofizykami postawiono zadanie określenia charakteru zalegania wapienia muszlowego. Praktycznie zadanie to sprowadzało się do określenia głębokości stropu wapienia muszlowego i lokalizacji stref zaburzonych tektonicznie, w których często występuje znaczna koncentracja minerałów rudnych.

Okolicznością sprzyjającą podjęciu badań geofizycznych na wspomnianych terenach jest różne ukształtowanie litologiczne łów kajprowych i osadów wapienia muszlowego. Utwory ilaste i węglanowe różnią się zdecydowanie między sobą zarówno pod względem własności sprężystych, jak i elektrycznych.

Do śledzenia morfologii stropu wapienia muszlowego zastosowano metody elektryczne ze względu na ich tanią i znaczną operatywność w porównaniu z sejsmicznymi, a po wtóre ze względu na niewielkie powierzchnie poszczególnych obszarów badań. Momentem sprzyjającym dla wyboru metod elektrycznych był fakt, że wapienie muszlowe często występuje na niewielkich głębokościach, a niekiedy wychodzi na powierzchnię, bowiem posiadany w kraju sprzęt pomiarowy do badań geoelektrycznych nie pozwalał osiągać większych głębokości w aktualnych warunkach geologicznych przy zapewnieniu wymaganej dokładności wyników pomiarów.

Utwory wapienia muszlowego są skałami o dużej oporności właściwej, która na obszarze między Wieluniem a Olkuszem waha się w granicach od około 300 Ω m do wartości bardzo dużych (praktycznie ∞). Wobec niewielkiej oporności właściwej łów kajprowych (15—60 Ω m) osady wapienia muszlowego stanowią dla metod elektrycznych przewodni horyzont wysokooporowy.

W zależności od wymaganego stopnia szczegółowości badań, prace geoelektryczne miały charakter zdjęciowy powierzchniowy lub profilowy o odpowiedniej gęstości obserwacji. W przypadkach gdy zachodziła potrzeba określenia głębokości horyzontów oporowych, posługiwano się sondowaniami elektrycznymi w układach Wennera lub Wennera-Lee'a, natomiast do lokalizacji uskoków stosowano tzw. profilowanie elektrooporowe dwu lub trójpoziomowe w układach symetrycznych.

Prace geofizyczne przeprowadzone w rejonie Wielunia pozwoliły na zlokalizowanie kilku stref dys-

lokacyjnych. Między innymi na N od miejscowości Kopydów wykazano istnienie potężnego uskoku o kilkusetmetrowym zrzućcie.

Z braku dokładniejszej znajomości budowy geologicznej nie wszystkie elementy przekrojów geofizycznych mogły być zinterpretowane w sposób jednoznaczny. Poza tym miejscami w strefach zrzućconych horyzont elektryczny, który przypuszczalnie powinien być odpowiednikiem stropu wapienia muszlowego, leży poza praktycznym zasięgiem głębokościowym stosowanej ówczesnie (1959—1960 r.) aparatury pomiarowej. Należy się spodziewać, że projektowane zastosowanie specjalnej aparatury generatorowej, o większej mocy zasilania z automatyczną rejestracją fotograficzną, dostarczy dokładniejszych wskazań o charakterze zalegania wapienia muszlowego w głębszych partiach zrzućconych, a tym samym pozwoli zamknąć pierwszy etap badań geofizycznych w tym rejonie.

Już na podstawie dotychczasowych prac geofizycznych można stwierdzić, że stanowią one poważny przyczynek do korekty mapy geologicznej okolic Wielunia, czego przykładem mogą być ponad 1000 m różnice między lokalizacją niektórych dyslokacji na mapie geologicznej a odpowiednimi granicami zmian oporności właściwej na zdjęciu geoelektrycznym.

W rejonie Koziegłów, gdzie warunki geologiczne są znacznie korzystniejsze dla prowadzenia badań geoelektrycznych, wykryto kilka nieciągłych zmian głębokości podłoża wysokooporowego, które według wyników geofizycznych zapada na NW. Wysokooporowy horyzont elektryczny, jak wynika z porównania z wierceniami, odwzorowuje tu strop wapienia muszlowego. W południowej części terenu badań występowałby on na głębokościach 120—200 m, a na N od Koziegłów osiąga głębokości ok. 300 m.

Dokładność lokalizacji uskoków w okolicach Wielunia i Koziegłów nie jest znana. Według kryteriów geofizycznych, w przypadkach znacznych amplitud zrzućtoń wynosiłaby $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{6}$ głębokości. Przy amplitudach mniejszych niż 20% głębokości partii zrzućconej profilowanie elektrooporowe nie dawało wyników interpretowalnych, ponieważ zmiany oporności pozornej powodowane uskokami leżały w granicach tła oscylacji oporności elektrycznej wywoływanych różnymi lokalnymi przyczynami.

Znacznie więcej elementów tektonicznych zlokalizowano za pomocą badań geoelektrycznych na obszarze między Kaletami a Brudzowicami. Wapien muszlowy leży tu przeciętnie na głębokości 10—50 m.

W badaniach przeprowadzonych w rejonie Kalet zastosowano sondowania i profilowanie elektryczne. Wykresy sondowań interpretowano na podstawie licznych wierceń wykonanych przed pracami geofizycznymi. Na odcinkach, gdzie z wierceń wynikało w sposób zupełnie pewny istnienie form tektonicznych, przekroje geofizyczne dały wyniki podobne. Za pomocą trójpoziomowych profili elektrooporowych dość dokładnie zlokalizowano północne skrzydło rowu tektonicznego, przebiegające poniżej miejscowości Jędrysek. Dokładność lokalizacji skrzydła południowego jest znacznie mniejsza, co zostało spowodowane brakiem dostatecznych kontrastów oporowych. Zdjęcie geoelektryczne pozwala również określić kierunki poszczególnych dyslokacji, nie wyjaśnia jednakże kwestii przedłużenia ich w kierunku wschodnim.

Dokładność określenia głębokości stropu wapienia muszlowego, choć leży on stosunkowo płytko, jest niewielka. Różnice między wierceniami a wynikami geofizycznymi przekraczają niekiedy 20%, co można usprawiedliwić m. in. zmienną opornością wapieni marglistych leżących na dolomitach, zbliżoną miejscami do oporności właściwej utworów występujących w nadkładzie.

W 1957 r. w okolicy miejscowości Jędrysek podjęto również próby zastosowania metody indukcyjnej i polaryzacji spontanicznej, nadających się do bezpośredniego wykrywania złóż siarczkowych. Pro-

file indukcyjne i PS przeprowadzone w ścisłym nawiązaniu do wierceń zarejestrowały szereg efektów elektrycznych, z których wynikałoby, że mineralizacja występuje w postaci lokalnych nieciągłych skupisk o zmiennej koncentracji. Na podstawie wielkości anomalii PS, osiągających niekiedy wartości do 40 mV, można sądzić, że w bliższym lub dalszym sąsiedztwie niektórych wierceń powinna występować mineralizacja bogatsza niż w miejscach, gdzie wykonano wiercenia.

Na pozostałym obszarze, na N i na E od Kalet zastosowano nieco inną metodykę. Prace polowe przeprowadzono niemal wyłącznie za pomocą profilowania elektrooporowego, trójpoziomowego, w układach symetrycznych. W kilku miejscach terenu badań profile rejestrują zmiany oporności elektrycznej świadczące o istnieniu zaburzeń tektonicznych. Niekiedy wskazania geofizyczne są bardzo wyraźne i pozwalają dokładnie zlokalizować poszczególne dyslokacje oraz wyznaczyć ich kierunki. W południowej części terenu badań zdjęcie geoelektryczne ujawniło istnienie rowu tektonicznego, którego kierunek i położenie pozwala sądzić, że stanowi on przedłużenie „rowu Bibieli”. Nieliczne sondowania elektryczne, które wykonano głównie dla ustalenia metodyki prac i parametrów technicznych, wykazują strop utworów wysokooporowych w obszarze przedłużenia „rowu Bibieli” na głębokościach 10—30 m.

Zdjęciem profilowym posłużono się w badaniach przeprowadzonych w latach 1956—1957 w rejonie: Pustynia Będowska, Okradzinów — Krzykawka — Laski. Zdjęcie geoelektryczne potwierdza, a miejscami koryguje mapę St. Doktorowicza-Hrebnińskiego w odniesieniu do tektoniki terenu prac. Dokładność lokalizacji poszczególnych form tektonicznych na liniach profilowych mieści się w granicach 50—100 m, co jest dość dobrym osiągnięciem, jeśli zważyć, że odległości między profilami wynosiły od 200 do 700 m, a obserwacji na profilach dokonywano co 50 m. Oporność pozorna nad rowami zależnie od głębokości stropu wapienia muszlowego waha się w granicach 100—200 Ω m, natomiast na wychodniach dolomitów osiąga wartości 1000 i więcej ohmometrów.

Na północno-wschodnim obrzeżeniu Górnego Śląska badania geofizyczne przeprowadzono w okolicach Mrzygłodu oraz między Włodowicami i Chrzastowicami.

W rejonie Mrzygłodu badania geoelektryczne prowadzone w latach 1955—1956 obejmowały południowo-wschodnią część konturu anomalii magnetycznej Mrzygłodu. Ze zdjęcia geoelektrycznego opracowanego na podstawie sondowań wykonanych w układzie Wennera-Lee'a wynika, że strop wysokooporowych utworów wapienia muszlowego, w tym przypadku dolomitów diploporowych, leży na głębokości od 0 do ponad 100 m.

Innym elementem interesującym geologię poszukiwawczą w tym rejonie była strefa łupków ilasto-marglistych (paleozoicznych). Na wykresach sondowań elektrycznych zaznacza się ona jako warstwa o oporności elektrycznej mniejszej niż oporność nadległych dolomitów (500—700 Ω m) i utworów podścielających (600—700 Ω m). Oporność właściwą łupków udało się wyznaczyć jedynie w południowej części terenu prac, gdzie leżą one najpłycej. W związku z tym nie jest możliwe określenie miąższości wysokooporowych utworów wapienia muszlowego ani łupków paleozoicznych. W miejscach najpłytszego występowania łupków głębokość odpowiadającego im horyzontu oporowego wynosi kilkadziesiąt metrów.

Między Włodowicami a Chrzastowicami wykonano w 1958 r. ciąg sondowań długości trzydziestukilku kilometrów. Należało określić charakter zalegania stropu wapienia muszlowego przykrytego utworami kajpru, jury i czwartorzędu. Prace te miały charakter regionalny. W wyniku interpretacji ilościowej wykresów sondowań udało się określić głębokość i morfologię stropu utworów charakteryzujących się

opornością właściwą od 300 ohmometrów wzwyż. Ta wysokooporowa strefa geofizyczna obejmuje utwory wapienia muszlowego i karbonu (piaskowce), którego występowanie zostało stwierdzone wierceniem w okolicy Chrzastowic. Piaskowców karbońskich i wapienia muszlowego, mających podobną oporność właściwą, badania geoelektryczne nie odróżniły. Na sondowaniach nie zaobserwowano nieciągłych zmian w morfologii poszczególnych horyzontów elektrycznych, z czego można wnosić, że jeśli na linii ciągu istnieją uskoki, to amplitudy ich zrzutów pozostają w granicach rozdzielczości metody i dokładności interpretacji sondowań osiągalnych w aktualnych warunkach budowy geologicznej i przy zastosowanych tu 100—700 m odległościach między sondowaniami.

Badania geoelektryczne podjęte w 1957 r. w okolicy miejscowości Bębno objęły obszar lokalnych anomalii magnetycznych. Wierceniem wykonanym tu przed rozpoczęciem prac geoelektrycznych stwierdzono mineralizację piritową w utworach paleozoicznych. Badania geofizyczne miały umożliwić dokładniejsze rozpoznanie budowy geologicznej. W szczególności chodziło o prześledzenie kontaktu utworów jurajskich z paleozoikiem. Zadania tego nie rozwiązano, ponieważ interpretacja tych części wykresów sondowań, które powinny odpowiadać kontaktowi jury i paleozoiku, nie mogła być jednoznaczna; niemal we wszystkich przypadkach była niemożliwa. Wykresy sondowań mają przebieg zakłócony, czego przyczyną mogą być zaburzenia tektoniczne i formy krasowe w wapieniu. Zdjęcie elektrooporowe pozwoliło jedynie określić morfologię stropu jury.

W 1960 r. podjęto i obecnie kontynuuje się prace geoelektryczne w związku z poszukiwaniami rud aluminium w rejonie Mierzęcic k. Siewierza. Za pomocą profili elektrooporowych lokalizuje się strefy niskoporowe, odpowiadające prawdopodobnie utworom ilastym wypełniającym zagłębienia krasowe w wapieniu muszlowym. W rejonie tym znane są bowiem glinki boksytowe i haloizytowe występujące w tego rodzaju warunkach geologicznych.

NA TERENIE GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH, gdzie mineralizacja chalkopirytowa i galenowa w formie żył i gniazd lub rozproszonej impregnacji towarzyszy strefom kontaktowym i tektonicznym w utworach środkowego dewonu, badania geofizyczne zostały przeprowadzone na kilku obszarach między Miedziąnką a Karczówką oraz w okolicach miejscowości Piłucki k. Łagowa.

We wszystkich przypadkach zastosowano metody elektryczne — indukcyjną i PS jako jedynie nadające się do kartowania stref mineralizacji siarczkowej. W rejonach Miedziarki, Gałęzic, Jaworzni, Szczukowskich Górek i Karczówki wykonano w latach 1954—1958 zdjęcia profilowe o charakterze półszeregówym a miejscami szczegółowym, które zlokalizowały szereg zaburzeń naturalnego pola elektrycznego w amplitudach od kilkunastu do kilkudziesięciu miliwoltów. Zaburzenia potencjału układają się w mniej lub bardziej regularne strefy anomalne. Za pomocą metody indukcyjnej wyeliminowano część anomalii PS pochodzenia nierudnego, jak np.: wywołanych przez zmineralizowane wody gruntowe, potencjały filtracyjne, konstrukcyjne, kontaktowe itp. Jednoczesne zastosowanie obu metod pozwoliło zlokalizować strefy mineralizacji siarczkowej na wspomnianych terenach badań. Z wielkości amplitud i szerokości anomalii geofizycznych można w pewnym przybliżeniu wnosić o stopniu zmineralizowania w poszczególnych strefach anomalnych. Z porównania zdjęcia geofizycznego z mapą J. Czarnockiego wynika zbieżność większości anomalii indukcyjnych i PS z granicami tektonicznymi lub strukturalnymi.

Jako metodę uzupełniającą w ogóle, a w szczególności w warunkach niekorzystnych dla metody indukcyjnej, jak np. w sąsiedztwie linii wysokiego napięcia, stosowano metodę elektrooporową. Za pomocą sondowań i profili elektrooporowych zlokalizowano kontakty między poszczególnymi rodzajami

skał, jak: wapienie i łupki, wapienie dewońskie i piaskowce dewońskie lub triasowe (pstręgo piaskowca) oraz dolomity i piaskowce. Zlokalizowano także szereg uskoków i określono kierunki zrzutów.

Dzięki niereagowaniu na drobne wtarcenia żyłowe oraz impregnację skał minerałami rudnymi badania elektrooporowe w większości przypadków pozwoliły stwierdzić ewentualne związki anomalii PS ze strefami kontaktów naturalnych, tektonicznych i lokalnych spekań lub z formami krasowymi. Przyczyniły się one w znacznym stopniu do wyjaśnienia charakteru anomalii PS i indukcyjnych w rejonach Miedziarki, Jaworzni, Szczukowskich Górek i Piłucki.

Oprócz badań uzupełniających do prac indukcyjnych i potencjałowych — metodą elektrooporową stosowano do rozwiązywania zagadnień strukturalnych na obszarze Szczukowskich Górek i w okolicach Piłucki k. Łagowa.

W rejonie Szczukowskich Górek pracami elektrooporowymi zlokalizowano kontakty naturalne i tektoniczne między wapieniami dewońskimi, pstrym piaskowcem i płatem zlepieńca cechsztyńskiego.

W rejonie Piłucki w latach 1959—60 z częściowym powodzeniem badano strukturę nasunięcia dewonu na karbon oraz dyslokację poprzeczną, tnącą wapienie środkowego dewonu. Z dyslokacjami tymi wiąże się żyłowa mineralizacja kalcytowo-galenowa, będąca w przeszłości przedmiotem eksploatacji w tych okolicach (kopalnia Nawrockiego).

Dla sprawdzenia niektórych ciekawszych wyników badań geofizycznych podejmowane były kontrolne prace geologiczne, jednak w strefach anomalii indukcyjnych i PS nie stwierdzono dotychczas przemysłowej koncentracji minerałów rudnych. Pozostała większość anomalii geofizycznych nie sprawdzanych pracami geologicznymi, nie wskazuje bezpośrednio na możliwość występowania bogatszej mineralizacji na terenach przeprowadzonych badań, ale uzyskane wyniki mogą stanowić pewien przyczynek do wyjaśnienia genezy mineralizacji na tych terenach. Poza tym w miejscach, gdzie badania geofizyczne były bardziej szczegółowe, zdjęcie geoelektryczne niekiedy koryguje wskazania mapy J. Czarnockiego.

Z przeprowadzonych dotychczas badań geofizycznych wynika, że w wielu przypadkach były one istotnie pomocne geologii poszukiwawczej szczególnie przy rozwiązywaniu zagadnień strukturalnych i tektonicznych. W zastosowaniu do badań struktur głębokich najkorzystniej wypadły metody sejsmiczne, natomiast metody elektryczne mimo szeregu istotnych zalet nie zdały egzaminu wskutek niedostatecznego wyposażenia technicznego. Powyższe osiągnięcia notuje się w zakresie zastosowań badań elektrooporowych do kartowania struktur płytkich.

Z powyższego przeglądu zastosowań i uzyskanych rezultatów widać celowość dalszego stosowania metod elektrycznych jak też magnetycznych i gravimetrycznych w czasie kartowania litologicznego płytkich struktur. Często wystarcza wykonanie badań jedną metodą, lecz niekiedy zachodzi konieczność badań kompleksowych — zastosowania odpowiednio dobranych dwóch lub większej ilości metod geofizycznych w powiązaniu z badaniami geochemicznymi (np. w Sudetach) i koniecznie geologicznymi. Taki system badań znalazł właściwy wyraz w organizacji prac poszukiwawczych prowadzonych na terenie ZSRR.

Interesująco przedstawiają się same wyniki badań geofizycznych, gdy idzie o zagadnienie bezpośredniego wykrywania stref mineralizacji. Trudno dziś dać wiążącą wypowiedź o praktycznym ich znaczeniu. Przyczyna leży w braku odpowiedniej ilości geologicznych prac kontrolnych. W związku z tym należy mocno podkreślić potrzebę sprawdzenia pracami geologicznymi przynajmniej najciekawszych wyników geofizycznych, ponieważ ich interpretacja — nie oparta na dokładniejszych stwierdzeniach geologicznych — nie musi być jednoznaczna.

Niewątpliwie można stwierdzić, że asortyment usług geofizycznych w zakresie bezpośrednim wy-

krywania minerałów rudnych w skałach (impregnacji żyłowej i rozproszonej) jest nadal niedostateczny. Niezbędne wydaje się wprowadzenie nienowych zresztą metod, takich jak: polaryzacji wzbudzonej czy amplitudowo-fazowych, stosowanych z powodzeniem w ZSRR, NRD i USA.

Pierwsza z nich, nadająca się do przestrzennej lokalizacji (z określeniem głębokości) m. in. stref impregnacji siarczkowej i niektórych innych minerałów rudnych (a także węgla kamiennego), może być bardzo przydatna przy poszukiwaniu rud cyn-

kowo-ołowiowych na pewnych terenach Górnego Śląska oraz w badaniach na obszarze Gór Świętokrzyskich i Sudetów. Druga natomiast metoda, nadająca się do wykrywania i śledzenia złóż typu żyłowego (zakrytych), obok metod prześwietlania („cieniowania”), elektromagnetycznego powinna stanowić pierwszoplanową pozycję postępu technicznego w zakresie geofizyki otworowej i podziemnej, której rozwinięcie i wprowadzenie do badań w Polsce jest nieuniknione, jak można się przekonać na przykładach osiągnięć geofizyków radzieckich.