

UKD 550.83.001.6:551.73+553.3/9:061.6.055.1:55(438)''1926/1979''+'''3/3''

Czesław KRÓLIKOWSKI, Stefan MŁYNARSKI, Jan SKORUPA

Postęp w badaniach utworów paleozoiku prowadzonych przez Instytut Geologiczny metodami geofizycznymi

Po przedstawieniu historii badań geofizycznych omówiono rozwój metodyki badań skonsolidowanego podłoża w Polsce oraz ostatnie prace syntetyczne, których wyniki ujmuje mapa morfologii i rejonizacji. Podano przebieg i wyniki badań regionalnych utworów paleozoicznych, prowadzonych pod kątem poszukiwań złóż ropy naftowej i gazu ziemnego. Zreferowano także prace geofizyczne, wykonywane dla celów poszukiwań złóż surowców mineralnych stałych. Na koniec podano główne kierunki badań geofizycznych, przewidywanych na najbliższe lata.

WSTĘP

Badania utworów paleozoicznych i ich podłoża metodami geofizycznymi datują się w Polsce od pierwszych prób wykorzystania aparatury geofizycznej dla celów geologicznych. Pierwsze pomiary grawimetryczne wagą Eötvösa wykonał E.W. Janczewski w 1926 r. na Podkarpaciu (*Sprawozdania Państwowego Instytutu Geologicznego*, 1927) przy poszukiwaniu soli kamiennej. Rok ten należy uznać za początek zastosowania geofizyki w badaniach geologicznych, prowadzonych przez Państwowy Instytut Geologiczny.

W 1929 r. pierwsze pomiary sejsmiczne na zlecenie Państwowego Instytutu Geologicznego przeprowadziła firma *Sejsmos* pod nadzorem E.W. Janczewskiego (*Sprawozdania Państwowego Instytutu Geologicznego*, 1930). Badania wykonano na Kujawach (okolice Inowrocławia) i na Podkarpaciu również dla problematyki solnej.

Pierwsze badania magnetyczne wariometrem Watta wykonał E.W. Janczewski w 1935 r. na Wołyniu, śledząc wystąpienia bazaltów (*Sprawozdania Państwowego Instytutu Geologicznego*, 1936), a w roku następnym w Górach Świętokrzyskich (Koryciska) przy poszukiwaniu złóż rud żelaza (razem z grawimetrią).

Pierwsze pomiary geoelektryczne na zlecenie Instytutu Geologicznego (*Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 1938) wykonał w 1937 r. J. Rozenzweig z firmy *Pionier*. W okolicy Olkusza zastosowano metodę elektrooporową i polaryzacji własnej, a w kopalni Staszic w Rudkach metodę polaryzacji.

Za początek podjęcia właściwych zdjęć grawimetrycznych i magnetycznych należy uznać rok 1937 (T. Olczak, 1948). Zdjęcia te realizowali E.W. Janczewski i S. Pawłowski w wielu rejonach kraju, m.in. na Kujawach, Lubelszczyźnie, w Górach Świętokrzyskich i na Podkarpaciu (S. Pawłowski, 1939) z zastosowaniem nowoczesnych, jak na owe czasy, aparatów geofizycznych. Równoległe do prac polowych były opracowywane i interpretowane wyniki badań oraz powstały pierwsze syntetyczne mapy geofizyczne.

Na szerszą skalę badania geofizyczne prowadzone były po 1945 r. Instytut Geologiczny we własnym zakresie wykonywał do 1951 r. badania grawimetryczne, magnetyczne i geoelektryczne. Z początkiem lat pięćdziesiątych wszystkie prace polowe przejęło powołane wówczas Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych. Zintensyfikowano wykonywanie systematycznego zdjęcia grawimetrycznego i magnetycznego. Wprowadzono do badań metodę sejsmiczną, która wraz z metodą geoelektryczną pozwoliła na dokładniejszą interpretację ilościową danych.

Już pierwsze analizy materiałów grawimetrycznych i magnetycznych, dokonane przez S. Pawłowskiego (1947) i T. Olczaka (1951), a później przez A. Dąbrowskiego (1957, 1963), A. Dąbrowskiego i K. Karaczuna (1956) oraz J. Skorupę (1959), dostarczyły niezwykle cennych informacji o morfologii i tektonice podłoża krystalicznego platformy prekambryjskiej, o strukturach geologicznych ważnych dla poszukiwań surowców na Nizinie Polskiej i Lubelszczyźnie, o głębokości podłoża magnetycznie czynnego w obszarze platformy paleozoicznej, a także o występowaniu i budowie utworów paleozoiku na przedłużeniu Gór Świętokrzyskich, na przedpolu Sudetów i na monoklinie śląsko-krakowskiej. Badania geofizyczne miały decydujący udział w wyznaczaniu zasięgu utworów magmowych powstałych w paleozoiku, z którymi związana jest mineralizacja różnych surowców.

Niżej omówiono w koniecznym skrócie dalszy rozwój metod pomiarów i interpretacji, postęp w rozpoznaniu geofizycznym osadów paleozoiku, ze szczególnym uwzględnieniem okresu ostatniego dziesięciolecia, w podziale na badania skonsolidowanego podłoża, badania regionalne w aspekcie poszukiwań złóż ropy naftowej i gazu ziemnego oraz poszukiwania i rozpoznawania złóż surowców mineralnych stałych.

BADANIA PODŁOŻA SKONSOLIDOWANEGO

ROZWÓJ METODYKI POMIARÓW I INTERPRETACJI

Rozpoznawanie głębokiego podłoża w Polsce (w sensie sfałdowanego i silniej lub słabiej skonsolidowanego podłoża różnego wieku) jest dla wielu zagadnień geologicznych problemem o znaczeniu podstawowym. Mimo że ważność zagadnienia była już podówczas doceniana, rozwój prac poznawczych zarówno w okresie międzywojennym, jak i bezpośrednio powojennym ograniczony był jakością sprzętu wiertniczego, który nie pozwalał na uzyskanie informacji z większych głębokości. Nie dysponowano także początkowo odpowiednią aparaturą geofizyczną dla tego rodzaju badań, ani też właściwym, dla danego poziomu wyposażenia w sprzęt, rozpoznaniem możliwości metodycznych poszczególnych metod geofizycznych. Niemniej jednak już w końcu okresu międzywojennego rozpoczęto

systematyczne kartowanie magnetyczne i grawimetryczne kraju, zakładając że badania tego rodzaju dostarczą również danych o głębokim podłożu. W tym samym czasie, przy użyciu stosunkowo bardzo prymitywnego sprzętu sejsmicznego refrakcyjnego, wykonano dwa pierwsze sondowania refrakcyjne, ukierunkowane na lokalne określenie głębokości podłoża krystalicznego.

Wojna i okupacja kraju przerwały lub nieomal całkowicie zahamowały rozwój prac geofizycznych. Podjęte w kilka lat po II wojnie światowej systematyczne, regionalne zdjęcia magnetyczne i grawimetryczne pozwoliły w połowie lat pięćdziesiątych dokonać paru prób ich interpretacji, pod kątem rozpoznawania morfologii skonsolidowanego podłoża. Okazało się wtedy, że dla charakterystyki głębokości występowania podłoża magnetycznie czynnego można wykorzystać obraz magnetyczny, ale głównie wschodnich i północno-wschodnich obszarów kraju, tj. obszarów platformy wschodnioeuropejskiej. Niemniej i tutaj obraz morfologii podłoża nie mógł być ściślej precyzowany, gdyż masy zaburzające magnetycznie, znajdujące się w podłożu krystalicznym platformy wschodnioeuropejskiej, nie musiały zawsze leżeć w jego stropie. Dla usunięcia tej niejednoznaczności, a także dla uzyskania danych dla obszarów, na których nie stwierdzono lokalnych anomalii magnetycznych, niezbędne było postawienie dalszego kroku. Było to tym bardziej konieczne, że możliwości grawimetrii dla śledzenia morfologii skonsolidowanego podłoża okazały się mniejsze niż oczekiwano, chociaż dostarczała ona bardzo cennych danych do charakterystyki petrografii skał budujących podłoże.

Tym krokiem naprzód, pozwalającym usunąć wspomniane niejednoznaczności interpretacyjne głównie magnetometrii, było wykorzystanie pierwszych bardziej masowo wykonywanych sondowań refrakcyjnych. Początkowo sondowania te (połowa lat pięćdziesiątych) miały dostarczyć reperów dla interpretacji badań refleksyjnych w postaci przewodnich horyzontów refrakcyjnych. W przypadku północno-wschodniej Polski doskonałym poziomem przewodnim dla prac refrakcyjnych okazał się przy tym strop podłoża krystalicznego. Dlatego też w drugiej połowie lat pięćdziesiątych i pierwszych latach sześćdziesiątych, głównie w obszarach płytszego występowania podłoża krystalicznego w północno-wschodniej Polsce, wykonywano systematyczne prace kartujące podłoże przy użyciu rozproszonych sondowań refrakcyjnych. Doprowadziło to do urealnienia obrazu morfologii podłoża krystalicznego tych obszarów w stosunku do wersji opartych tylko na interpretacji obrazu magnetycznego.

W latach sześćdziesiątych podjęto także próby śledzenia morfologii podłoża krystalicznego w północno-wschodniej Polsce metodą prądów tellurycznych. Próby te zostały jednak zaniechane, gdyż okazało się, że tylko dla jednego z obszarów badań, o stosunkowo płytkim występowaniu podłoża, otrzymano jakościowe rezultaty świadczące o związkach z morfologią podłoża. Dla innych obszarów uzyskano niekorelujące się wyniki albo wyniki, które należało wiązać z wykształceniem różnych skał serii osadowej. Zresztą i w latach późniejszych, aż po lata siedemdziesiąte, stosowane na monoklinie przedsudeckiej prace geoelektryczne dostarczały wyników raczej jakościowych.

Tak więc w pierwszej połowie lat sześćdziesiątych z zestawu metod geofizycznych stosowanych dotychczas do rozpoznawania morfologii skonsolidowanego podłoża jako najbardziej skuteczną wyróżniano metodę refrakcyjną. W tym czasie pojedyncze, rozproszone sondowania refrakcyjne zastępowano pomiarami na profilach. W 1964 r. powstał pierwszy wieloletni plan badania morfologii skonsolidowanego podłoża na długich, kilkusetkilometrowych, regionalnych profilach, zlokalizowanych jeszcze dość rzadko, początkowo tylko w strefie brzeżnej platformy prekambryjskiej i na profilach coraz dalej wchodzących na obszar platformy paleozoicznej. W latach następnych tego rodzaju metodyka zdjęć, przy stosowaniu

długich regionalnych profilów refrakcyjnych, rozszerzyła się na obszar Karpat i obszary przyległe, a następnie i na inne jednostki. Stosowanie prac profilowych pociągało za sobą dążność do podwójnego pokrycia hodografami dla śledzenia fali wiązanej ze skonsolidowanym podłożem, co zresztą w różnym stopniu i różnym czasie udawało się osiągnąć.

Ponadto podczas realizacji wspomnianych wyżej długich profili regionalnych (ale tylko do 1968 r.) na metodyce prac zaważyły za daleko idące sugestie geologiczne, zalecające poszukiwanie podłoża zmetamorfizowanego w obszarach, na których istniało młodsze, płycej leżące podłoże słabiej skonsolidowane, utworzone ze skał silnie zdiagenezowanych. Wyniki otrzymywane dzięki takim sugestiom na schematach strzelania, dostosowanych do śledzenia głębokich horyzontów, często nie rejestrowały płytszego podłoża skonsolidowanego. Ponadto okazało się, że podłoże słabiej skonsolidowane stanowi na ogół wyraźny ośrodek gradientowy, o pionowo narastającej prędkości, co dodatkowo komplikowało prace interpretacyjne, głównie dla obszarów platformy paleozoicznej. Charakterystyka tego ośrodka była zmienna, gdyż jak wspomniano nie tylko prędkości graniczne w stropie podłoża zależały od głębokości, ale i rozprzestrzeniająca się w podłożu fala była dość wyraźnie refragowana. Stopień refragowania zależny był z kolei w pierwszym przybliżeniu od zmiennych warunków narastania prędkości w kierunku pionowym, te zaś związane były również z głębokością podłoża. Niemniej dzięki dostrzeżeniu tego rodzaju efektów i uchwyceniu ich wzajemnych powiązań uzyskano możliwość jakościowej względnej oceny stopnia konsolidacji podłoża. Wprowadzając współczynniki charakteryzujące stopień gradientowości podłoża, badano domniemany zasięg podłoża o danym typie konsolidacji. Dzięki takim właśnie danym możliwe było np. przesunięcie daleko na północny wschód zasięgu podłoża waryscyjskiego stwierdzonego średniej głębokości wierceniami na monoklinie przedsudeckiej.

Należy tu także dodać, iż obserwowane silniej wyrażonych fal refragowanych, związanych ze słabiej skonsolidowanym podłożem głównie platformy paleozoicznej, spowodować musiało obniżenie dokładności interpretacji głębokościowej stropu podłoża. Takie efekty szczególnie silnie dają się odczuć w przypadku wystąpienia gradientu poziomego prędkości w stropie podłoża, co z kolei miało miejsce w obszarach płytszego występowania podłoża platformy paleozoicznej (część monokliny przedsudeckiej).

Przedstawiony wyżej obraz falowy charakteryzował zarówno prace refrakcyjne regionalne Instytutu Geologicznego, jak i prace górnictwa naftowego, które wykonało niezależnie szereg badań głównie półszczegółowych dla części obszarów platformy prekambryjskiej i monokliny przedsudeckiej. Ich wyniki zostały wykorzystane w opracowaniach Instytutu Geologicznego, z wyjątkiem większości obszarów monokliny przedsudeckiej, gdzie stosowano schematy strzelania niewłaściwe dla śledzenia podłoża młodej platformy.

OBRAZ MORFOLOGII PODŁOŻA SKONSOLIDOWANEGO

Całość wyników prac refrakcyjnych w Polsce (ze wspomnianym wyjątkiem) została opracowana syntetycznie w Instytucie Geologicznym w postaci mapy 1:500 000 (J. Skorupa, 1974); w latach późniejszych dokonywano aktualizacji danych dla poszczególnych regionów, tworząc w ten sposób mapę 1:2 500 000 (J. Skorupa, w druku). Na mapie tej (fig. 1) obok obrazu morfologii dokonano także podziału na jednostki podłoża.

Stosunkowo najlepiej zbadana jest morfologia i zasięg podłoża starej platformy

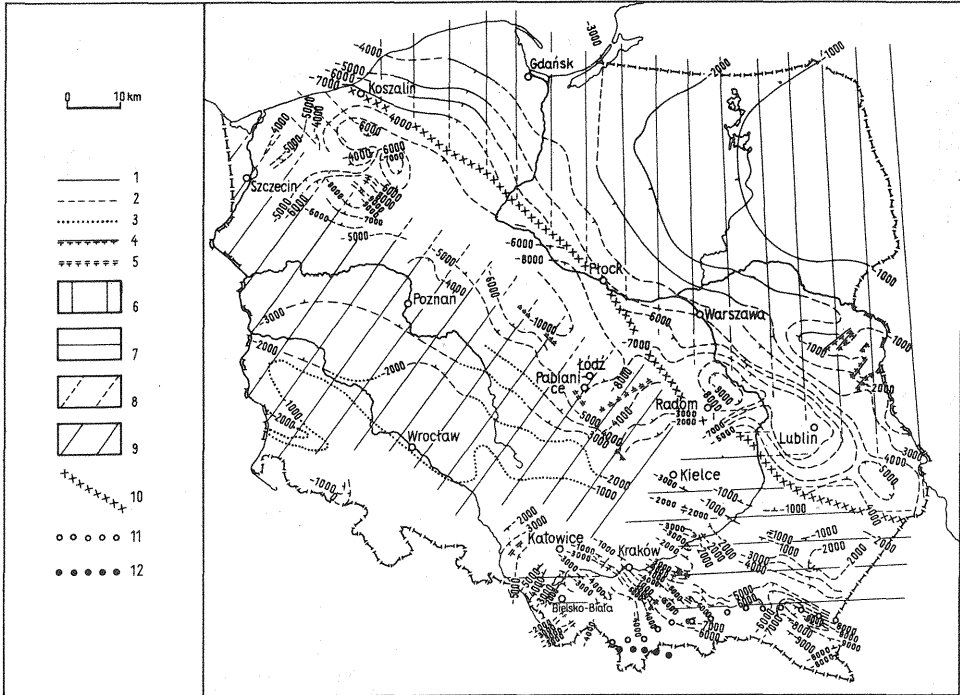


Fig. 1. Mapa morfologii i rejonizacji skonsolidowanego podłoża w Polsce (według J. Skorupy)

Map of morphology and regionalization of consolidated basement in Poland (after J. Skorupa)

1 – izohipsy wysokości bezwzględnych skonsolidowanego podłoża według danych refrakcyjnych – przebieg pewny; 2 – izohipsy j.w. – przebieg przypuszczalny; 3 – izohipsy według danych geologicznych; 4 – ważniejsze rozłamy stwierdzone sejsmicznie; 5 – przypuszczalne ważniejsze rozłamy; 6 – podłoże starej platformy wschodnio-europejskiej (gotyjskiej); 7 – podłoże platformy bajkalskiej (assyntyjskiej); 8 – przypuszczalne większe bloki podłoża platformy kaledońskiej; 9 – podłoże platformy waryscyjskiej z możliwością lokalnego występowania bloków podłoża starszego; 10 – strefa umownej granicy horyzontów sejsmicznych o różnym charakterze; 11 – strefa rozłamowa perykarpaska (według W. Sikory) – przebieg przypuszczalny; 12 – strefa rozłamowa pienińska

1 – controlled isohypses of absolute height of consolidated basement, based on refraction data; 2 – inferred course of isohypses; 3 – isohypses based on geological data; 4 – major fractures revealed by the seismics; 5 – inferred major fractures; 6 – basement of the Old (Gothian) East-European Platform; 7 – basement of the Baikalian (Assynthian) Platform; 8 – inferred major blocks of the Caledonian Platform; 9 – basement of the Variscan Platform, possibly with blocks of an older basement in some places; 10 – zone of conventional boundary of seismic horizons differing in nature; 11 – peri-Carpathian fracture zone (after W. Sikora); 12 – Pieniny fracture zone

gotyjskiej. Z podłożem tego wieku sąsiaduje w południowo-wschodniej Polsce duży blok podłoża bajkalskiego (masyw małopolski). W analogicznej sytuacji w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym i sąsiadujących Karpatach Zachodnich podłoże bajkalskie wchodzi pod miocen i nasunięcie fliszu aż po rejon nieco na południe od Bielska-Białej. Na północ i północny zachód od Krakowa można już śledzić podłoże platformy paleozoicznej, wchodzące tu między wymienione wcześniej dwa bloki podłoża bajkalskiego.

Między omawianymi dotychczas obszarami podłoża o różnym wieku istnieją obszary przejściowe, na których nie podobna jeszcze ustalić przebiegu ściślej definiowanego kontaktu.

Obraz platformy paleozoicznej starano się scharakteryzować dla obszarów na północny wschód od Sudetów i bloku przedsudeckiego, gdzie występuje konsolidacja waryscyjska. Co się tyczy zasięgu skonsolidowanego podłoża platformy paleozoicznej ku NE, to tutaj w szerokiej strefie (nie szerszej jednak niż 100 km)

nie ma pewności co do wieku konsolidacji podłoża. Tylko dla obszaru na południowy zachód od Radomia zasięg podłoża waryscyjskiego jest wyznaczony raczej w sposób pewny. Istotne trudności wynikają w określeniu strefy kontaktu platformy paleozoicznej z obu wymienionymi poprzednio blokami podłoża bajkalskiego. Natomiast dalej ku NW linia Płock–Koszalin wyznacza w bardziej pewny sposób południowo-zachodnią granicę podłoża gotyjskiego, ewentualnie lokalnie jeszcze bajkalskiego; na południowy zachód od niej występować może zarówno skonsolidowane podłoże waryscyjskie, kaledońskie, ewentualnie nawet i lokalnie zachowane bloki podłoża bajkalskiego. Fakt przypuszczalnego występowania podłoża kaledońskiego dokumentowany jest jedynie wierceniem Gościno, dla bloku na południowy zachód od Koszalina. Jednakże bloki podłoża kaledońskiego mogłyby lokalnie występować również i w omawianej ostatnio strefie kontaktu platformy paleozoicznej z platformą gotyjską. Oczywiście i w innych obszarach platformy waryscyjskiej mogą występować w podłożu tego wieku bloki o starszej konsolidacji.

Należy także wspomnieć tutaj o silnie wyrażonym w obrazie morfologii podłoża nachyleniu ku sobie obu platform – paleozoicznej i gotyjskiej; maksymalne głębokości i podział podłoża na lokalne, silnie pionowo przemieszczane bloki przypadają również na strefę kontaktu tych platform.

W południowej Polsce obserwuje się generalne zapadanie skonsolidowanego podłoża pod nasunięte masy fliszu aż po strefę, gdzie traci się możliwość jego śledzenia.

Dokonany ogólny przegląd pozwala zorientować się w postępie metodycznym i w stopniu pewności wyznaczenia wydzielonych większych jednostek tektonicznych kraju, a także wskazuje na wyraźne białe plamy obszarów czekających na bardziej szczegółowe opracowanie morfologii podłoża lub określenie jego wieku. Dlatego też trzeba widzieć potrzebę zarówno dalszych prac refrakcyjnych, jak też i wsparcie ze strony innych metod geofizycznych, głównie głębokich badań geoelektrycznych w szczególności w obszarach sąsiedowania większych jednostek, przy głębokim występowaniu ich skonsolidowanego podłoża.

BADANIA REGIONALNE UTWORÓW PALEOZOIKU POD KĄTEM POSZUKIWAŃ ZŁÓŻ ROPY I GAZU

ROZWÓJ METODYKI BADAŃ

Stosowanie w Polsce metod sejsmicznych w szerszym zakresie datuje się od 1951 r. W ciągu tego trzydziestolecia nastąpił zasadniczy skok w rozwoju techniki i metodyki badań, a zatem i uzyskiwanych wyników. Początkowo w pracach refleksyjnych stosowano technikę oscylograficzną i metodykę sondowań. W końcu lat pięćdziesiątych rozpoczęto wykonywać profile metodą ciągłego profilowania refleksyjnego, ale prawie do końca lat sześćdziesiątych były to rejestracje z zapisem oscylograficznym. Metodyka obserwacji w tym okresie wzbogacona została przez masowe stosowanie grupowania geofonów. Prace sejsmiczne dostarczały wówczas w niewielkim zakresie informacji o utworach paleozoicznych. Rejestracje odbić utworów karbonu obejmowały tylko LZW i GZW. Najistotniejszy rozwój techniki i metodyki pomiarów oraz opracowania danych sejsmicznych refleksyjnych przypada na ostatnie dziesięciolecie. Początek tego okresu to rok 1968, kiedy wprowadzono rejestrację aparaturą z zapisem magnetycznym i opracowanie danych na centralach sejsmicznych analogowych. Pozwoliło to na zastosowanie

metodyki wielokrotnych pokryć, początkowo 3- i 6-krotnych, a obecnie 12- i 24-krotnych. Wspomniane zmiany metodyczne miały istotny wpływ na ciągłość rejestrowanych granic sejsmicznych oraz na zwiększenie zasięgu głębokościowego.

Kolejną fazą postępu technicznego i poprawy wyników prac sejsmicznych był rok 1973, od którego rozpoczęto stosowanie techniki cyfrowej dla rejestracji i przetwarzania danych. Rozszerzono i wzbogacono opracowanie informacji dzięki zastosowaniu szeregu procesów przetwarzania, jak: auto- i retrokorelacji, automatycznej korekty poprawek statycznych, transformacji skali czasowej na głębokościową i migracji. Zapis magnetyczny, a później cyfrowy, i odpowiednia metodyka pomiarów w terenie pozwoliły na uzyskiwanie wyników z większych głębokości i eliminację refleksów wielokrotnych. Lata 1976–1978 można uznać za początek otrzymywania wiarygodnych granic sejsmicznych refleksyjnych od utworów podcechsztyńskich z obszaru basenu permskiego.

W tej sytuacji duże znaczenie miały wyniki metody sejsmicznej refrakcyjnej, którą stosowano dość powszechnie od 1965 r. wzdłuż profili regionalnych przecinających obszar Polski z południowego zachodu na północny wschód. Początkowo jednak, na skutek stosowanej metodyki znacznego odsunięcia punktu rejestracji od punktu strzałowego dochodzącego do 50 km, rejestrowano jedynie fale załamane od podłoża skonsolidowanego. W końcu lat sześćdziesiątych zagęszczono schemat obserwacji, co umożliwiło śledzenie granic załamujących o prędkościach 5500–5900 m/s występujących pod utworami cechsztynu.

W rozpoznaniu regionalnym uwzględnić należy również pomiary geotermiczne wykonywane w głębokich otworach. W ostatnim dziesięcioleciu przybyło dużo informacji w tym zakresie, co pozwoliło na opracowanie map geozoterm do głębokości 6 km i rozkładu strumienia cieplnego Ziemi w Polsce (J. Majorowicz, 1977). Wyniki tych prac wskazują na istnienie związków pola geotermicznego z geotektonicznym rozwojem zasadniczych jednostek geologicznych.

POSTĘP W ROZPOZNANIU GEOFIZYCZNYM

Badania geofizyczne o znaczeniu regionalnym wykonywane były głównie pod kątem poszukiwań złóż ropy i gazu oraz określenia budowy podstawowych jednostek geologicznych. Mimo iż prace te realizowane były, jak wspomniano wyżej, od wielu lat, istotnych informacji dla rozpoznania utworów paleozoicznych dostarczyły wyniki badań w ostatnim dziesięcioleciu.

W latach 1973–1976 wykonano pomiary i przeprowadzono kompleksową interpretację wzdłuż 6 profili regionalnych przecinających obszar Polski z SW na NE. Były to profile: Moryń–Łębork (fig. 2), Gorzów–Bytów, Lubin–Prabuty, Pleszew–Sierpc, Przedbórz–Żebrak i Baligród–Dubienka, wzdłuż których wykorzystano do interpretacji dane sejsmiczne, magnetyczne i grawimetryczne oraz geoelektryczne na 3 przekrojach (S. Młynarski i in., 1979, w druku). Dodatkowo na profilu Moryń–Łębork do interpretacji kompleksowej włączono pomiary geotermiczne, wykonane w 1975 r. po raz pierwszy w Polsce dla celów regionalnych. Uzyskane wyniki prac geotermicznych w korelacji z rezultatami badań sejsmicznych i geoelektrycznych pozwoliły na wydzielenie uskoków występujących do głębokości około 3 km (J. Stajniak i in., 1976). Wzdłuż profili regionalnych prowadzono również pomiary aeromagnetyczne całkowitego natężenia pola magnetycznego (ΔT), które nie wniosły istotnych informacji do znanego obrazu magnetycznego zdjęcia naziemnego składowej pionowej (ΔZ), a jedynie stanowiły potwierdzenie obserwowanych wcześniej anomalii. Interpretacja wyników badań wzdłuż profili regionalnych pozwoliła na określenie budowy

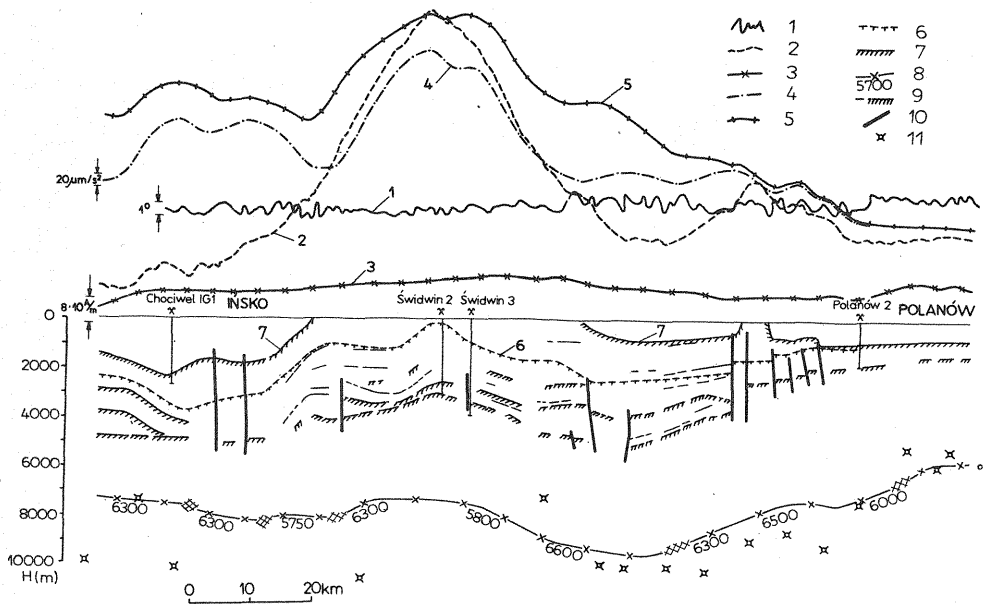


Fig. 2. Kompleksowa interpretacja geofizyczna wzdłuż profilu Chociwel-Lębork (według S. Młynarskiego i in.)

Complex geophysical interpretation along the Chociwel-Lębork section (after S. Młynarski and others)

1 - temperatura pomierzona na głęb. 2 m; 2 - anomalie Δg ; 3 - anomalie magnetyczne ΔZ ; 4 - anomalie Δg po odjęciu od krzywej zaobserwowanej efektów granic gęstościowych jura-nadkład, wapień muszlowy-nadkład; 5 - anomalie Δg po odjęciu od krzywej zaobserwowanej efektów granic gęstościowych jura-nadkład, wapień muszlowy-nadkład i sól-otoczenie; 6 - granica gęstościowa wapień muszlowy-nadkład; 7 - granica gęstościowa jura-nadkład; 8 - horyzont sejsmiczny refrakcyjny wiązany ze skonsolidowanym podłożem i jego prędkość graniczna; 9 - umowne i przewodnie granice sejsmiczne; 10 - uskoki; 11 - głębokość występowania granicy opornościowej wiązanej ze skonsolidowanym podłożem określona na podstawie sondowań magnetotelurycznych; skala pionowa dla krzywych 2 i 5 taka jak dla krzywej 4

1 - temperatures measured at 2 m depth; 2 - Δg anomalies; 3 - ΔZ magnetic anomalies; 4 - Δg anomalies after subtraction of Jurassic-cover and Muschelkalk-cover density boundary effects from the recorded curve; 5 - Δg anomalies after subtraction of Jurassic-cover, Muschelkalk-cover and salt-surrounding rock massif density boundary effects from the recorded curve; 6 - density boundary between the Muschelkalk and its cover; 7 - density boundary between the Jurassic and its cover; 8 - refraction seismicity horizon related to the consolidated basement and its boundary velocity; 9 - conventional and reference seismic boundaries; 10 - faults; 11 - depth of occurrence of resistivity boundary related to the consolidated basement, established on the basis of magnetotelluric surveys; vertical scale for the curves 2 and 5 is the same as for the curve 4

geologicznej podstawowych jednostek geologicznych głównie w zakresie utworów permskich i mezozoicznych.

Uzupełnieniem profili regionalnych są badania skorupy ziemskiej metodą głębokich sondowań sejsmicznych (GSS), prowadzone w latach siedemdziesiątych na zlecenie Instytutu Geologicznego przez Instytut Geofizyki PAN. W wyniku tych prac stwierdzono, że na obszarze Polski pozakarpaciek miąższość skorupy ziemskiej zmienia się od około 30 km w rejonie monokliny przedsejsmicznej do około 60 km w południowo-wschodniej części kraju (A. Guterch i in., 1975).

Badania sejsmiczne refleksyjne o charakterze powierzchniowym, które pozwoliły na rozpoznanie utworów paleozoicznych, prowadzone były w szerokim zakresie na Lubelszczyźnie. Trzeba jednak podkreślić, iż dopiero w latach 1971-1973 uzyskano wiarygodne granice refleksyjne od utworów dewońskich, dzięki elastycznej metodyce pomiarów i rozszerzonemu cyfrowemu zakresowi opracowania danych. Na wale pomorsko-kujawskim prace sejsmiczne z lat 1969-1977 pozwoliły na uzyskanie szeregu granic odbijających, z których najgłębszą można

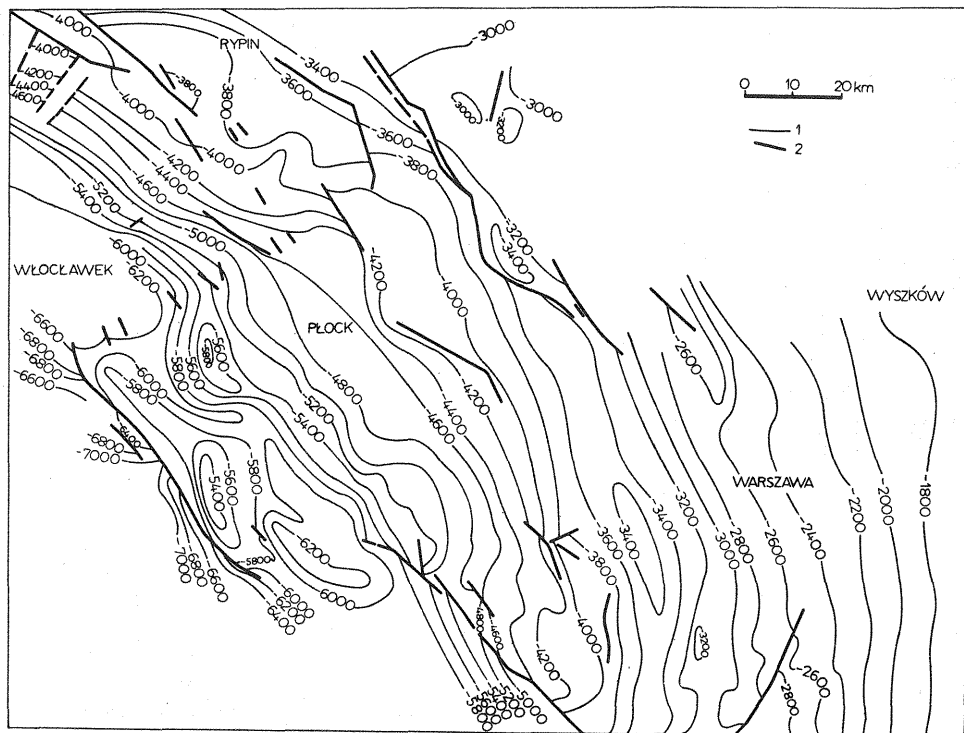


Fig. 3. Szkic głębokościowy sejsmicznej granicy refleksyjnej związanej z utworami cechsztynu na obszarze niecki warszawskiej (według S. Młynarskiego)

Depth sketch of reflection seismic boundary related to Zechstein deposits in the area of the Warsaw Basin (after S. Młynarski)

- 1 – izohipsy granicy refleksyjnej Z_1 ; 2 – uskoki
 1 – isohypses of reflection boundary Z_1 ; 2 – faults

było wiązać z przyspągowymi utworami cechsztynu. Napływające na bieżąco materiały pomiarowe były opracowywane w formie map strukturalnych. Mapy takie sporządzono między innymi dla obszarów: 1 – Pomorza Zachodniego (S. Młynarski, 1976) z wykorzystaniem jednolitego rozwiązania problemu prędkości średnich, 2 – Gopła – Pabianic (J. Skorupa, L. Dziewińska, 1976), na którym określono morfologię i tektonikę utworów jury, triasu i cechsztynu, wykorzystując informacje kompleksowe z danych geofizycznych, i 3 – niecki warszawskiej (fig. 3) w zakresie granicy cechsztyńskiej (Z_1) i jurajskiej.

W latach 1976 – 1979 prace sejsmiczne o znaczeniu regionalnym koncentrowały się w rejonie kontaktu niecki mogileńsko-łódzkiej i wału kujawsko-pomorskiego, gdzie, jak już wyżej wspomniano, w rejonie Bydgoszczy uzyskano wiarygodne odbicia od granic podcechsztyńskich. Do rozpoznania regionalnego utworów paleozoicznych zaliczyć należy także prowadzone w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych badania geoelektryczne w Polsce centralnej i północno-zachodniej metodami stabilizacji pola magnetycznego i telluryczną; uzyskano tu dane o morfologii stropu cechsztynu oraz wysokooporowych utworach podcechsztyńskich (W. Bachan, B. Dąbrowska, 1974).

Dla regionalnego rozpoznania Polski badania magnetyczne i grawimetryczne wykonywane były sukcesywnie. Cały obszar kraju pokryto zdjęciem regionalnym. Rezultaty tych badań są opracowane w formie jednolitych map w skali 1:200 000;

dla metody magnetycznej wykonano je w 80%, a dla metody grawimetrycznej konstrukcję takich map rozpoczęto w 1977 r. wykorzystując ETO. Jednocześnie podsumowanie kartograficzne stanowią mapy w skali 1: 500 000: grawimetryczna (E. Bronowska i in. 1972) oraz magnetyczna (K. Karaczun i in., 1978).

W geofizyce wiertniczej w odniesieniu do zagadnień ropy i gazu w znacznym stopniu udoskonalono metodykę interpretacji, szczególnie w odniesieniu do wydzieleń warstw zbiornikowych oraz oceny ich parametrów. Podjęto również próbę stworzenia jednolitego systemu cyfrowej interpretacji wyników badań geofizyki wiertniczej (system SAIK – Z. Dębski, J. Frydecki, 1975). Systematycznie realizowane są prace reinterpretacyjne materiałów archiwalnych, szczególnie z obszaru Niziu Polskiego.

Oddzielną sprawą regionalnych badań geofizycznych Instytutu Geologicznego było zainicjowanie w 1964 r. i realizacja w latach 1964–1967 oraz w 1975 r. prac sejsmicznych i magnetycznych, a od 1977 r. również grawimetrycznych na obszarze polskiej części Bałtyku. Uzyskane rezultaty pozwoliły na określenie regionalnej budowy strukturalnej utworów permsko-mezozoicznych na zachód od przedłużenia w morze strefy dyslokacyjnej Chojnice–Koszalin oraz utworów mezozoicznych i dolnopaleozoicznych na wschód od tej strefy (*Atlas geologiczno-strukturalny południowej części Morza Bałtyckiego*, 1979).

Mimo iż stan rozpoznania w aspekcie regionalnym jest bogaty, to jednak istnieją duże obszary o słabym rozpoznaniu utworów podcechsztyńskich i dolnopaleozoicznych. Z tego też względu w najbliższych latach przewiduje się prowadzenie badań sejsmicznych dla określenia budowy geologicznej utworów karbonu i dewonu w GZW i LZW oraz utworów podcechsztyńskich na obszarach basenu permńskiego. Półszeregowe zdjęcie grawimetryczne wykonywane będzie w rejonach, w których istnieje rzadka siatka pomiarów, głównie w Karpatach i synekлизie perybałtyckiej.

BADANIA UTWORÓW PALEOZOIKU PRZY POSZUKIWANIU ZŁÓŻ SUROWCÓW MINERALNYCH STAŁYCH

ROZWÓJ METODYKI BADAŃ

Wraz z intensyfikacją badań geologicznych nastąpił rozwój metodyki pomiarów i interpretacji poszczególnych metod. W grawimetrii i magnetyce wprowadzono nową aparaturę (grawimetry Sharpa i Wordena, magnetometry protonowe), pozwalającą na uzyskanie znacznie większych dokładności pomiarów. W geoelektryce w pierwszym okresie badań (lata pięćdziesiąte i sześćdziesiąte) stosowane były metody elektrooporowe, potencjałów własnych i metoda indukcyjna. Dla zwiększenia zasięgu głębokościowego geoelektryki wprowadzono nowe metody: telluryczną i magnetotelluryczną opartą na śledzeniu naturalnych pól elektromagnetycznych Ziemi.

Szczególnie intensywny rozwój metodyki ukierunkowany na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż surowców stałych obserwuje się w latach siedemdziesiątych. W Zakładzie Geofizyki IG została wdrożona do praktyki metoda radiofalowa – VLF (S. Wybraniec, 1975, 1979). Stosowana jest ona z powodzeniem przy badaniu sfaldowanych utworów paleozoiku występujących pod niewielkim nakładem. Z inicjatywy Zakładu Geofizyki wspólnym wysiłkiem Instytutu Geologicznego i Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych został wprowadzony do badań kompleks nowych metod: polaryzacji wzbudzonej, profilowania indukcyjnego, procesów przejściowych, merkurometrii i spektrometrii. Opracowano wytyczne metodyczne i zasady kompleksowego projektowania i prowadzenia badań (C. Królikowski

i in., 1978, 1979). Metody te, stosowane we właściwym zestawie przy wykorzystaniu zdjęcia grawimetrycznego i magnetycznego, pozwoliły odtwarzać elementy tektoniki i śledzić strefy mineralizacji.

Wprowadzenie rejestracji i przetwarzania cyfrowego w sejsmice refleksyjnej wraz z metodyką wielokrotnych pokryć umożliwiło szersze wykorzystanie tej metody do badania wglębnej budowy obszarów perspektywicznych pod względem złóż surowców stałych.

Znaczny postęp nastąpił w metodyce pomiarów i interpretacji w zakresie metod geofizyki wiertniczej. Między innymi wprowadzono w głębokich otworach wiertniczych pomiary upadu warstw i udoskonalono metody pomiarów radiometrycznych. Zastosowano z powodzeniem takie nowe metody, jak spektrometrię promieniowania gamma oraz metodę aktywacyjną. Istotnemu udoskonaleniu uległa metodyka interpretacji profilowań gamma, szczególnie w odniesieniu do złóż pierwiastków promieniotwórczych (J. Szewczyk, 1979a).

Po raz pierwszy w Polsce dla celów geologicznych zastosowano zdjęcie w podczerwieni na wybranych obszarach Gór Świętokrzyskich. Instytut Geodezji i Kartografii w 1975 r. wykonał pomiary z samolotu, a interpretację wyników przeprowadził C. Królikowski i S. Wybraniec (1977). Podano zakres zastosowań metody przy badaniu płytkiej tektoniki i kartowaniu geologiczno-inżynierskim oraz hydrogeologicznym.

W latach siedemdziesiątych rozwinięto metodykę badań paleomagnetycznych utworów czwartorzędowych dla celów korelacji geochronologicznej. Pomiary te, uzupełnione przez pionowe mikroprofilowanie magnetyczne, pozwoliły na dokładną korelację badanych utworów, dostarczyły danych o zmienności położenia paleobieguna magnetycznego oraz rzuciły światło na wiek i mechanizm powstawania warstw (M. Tkacz, 1978).

POSTĘP W ROZPOZNANIU GEOFIZYCZNYM UTWÓRÓW PALEOZOICZNYCH

Niżej omówiono ważniejsze wyniki badań geofizycznych utworów paleozoiku, z którymi związane jest występowanie złóż surowców stałych.

SUDETY I BLOK PRZEDSUDECKI

Podstawowymi metodami geofizycznymi stosowanymi na tych obszarach była grawimetria, magnetometria i geoelektryka. Grawimetryczne zdjęcie półszczegółowe podjęte w latach sześćdziesiątych zakończono w 1974 r. zarówno w Sudetach, jak i na bloku przedsudeckim. Półszczegółowe zdjęcie magnetyczne składowej pionowej w Sudetach zakończono już w 1960 r., natomiast na bloku przedsudeckim w 1974 r.

W latach 1970–1972 wykonano na bloku przedsudeckim regionalne badania geoelektryczne wzdłuż rzadkich (co 20 km) profili w celu śledzenia podłoża podkenozoicznego, w tym również utworów paleozoiku. W 1972 r. zakończono wieloletnie badania geoelektryczne na masywach granitoidowych Strzelina, Strzegomia, przedpola Gór Sowich i Wądroża Wielkiego dla skartowania stropu utworów krystalicznych w związku z poszukiwaniem złóż kaolinu. Ponadto wykonano szereg badań geofizycznych szczegółowych głównie dla geologii surowcowej i hydrogeologii. Wyniki badań były podstawą do opracowań syntetycznych.

W 1975 r. przeprowadzono syntetyczną interpretację wyników badań grawimetrycznych, magnetycznych i geoelektrycznych dla bloku przedsudeckiego pod kątem oceny perspektyw występowania surowców mineralnych (W. Bachan i in., 1975). Wykazano, że istnieją ścisłe związki między anomaliami pola grawime-

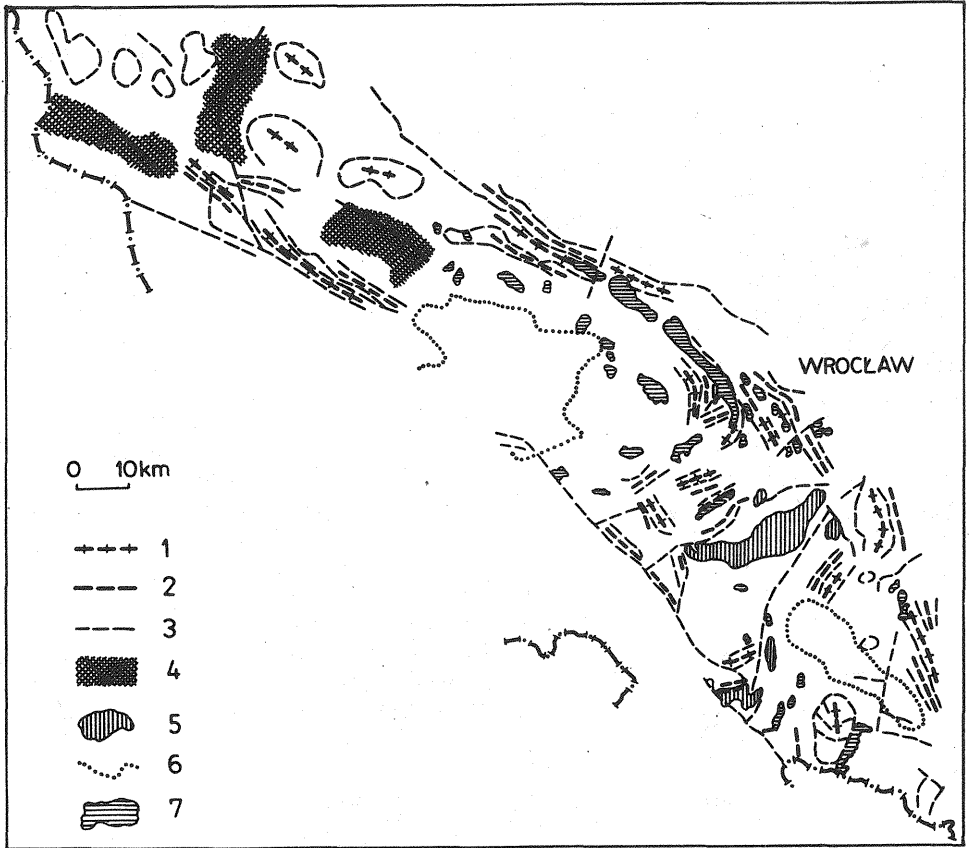


Fig. 4. Mapa elementów anomalnych pola grawitacyjnego i magnetycznego dla bloku przedsudeckiego (według W. Bujnowskiego i K. Karaczuna)

Map of anomalous elements of gravity and magnetic fields in the Fore-Sudetic Block (after W. Bujnowski and K. Karaczun)

1 – osie dodatnich anomalii grawimetrycznych; 2 – osie ujemnych anomalii grawimetrycznych; 3 – strefy dużego gradientu poziomego siły ciężkości, odpowiadające strefom uskoku lub kontaktom skał o różnej gęstości; 4 – strefy dużego gradientu poziomego Δg o charakterze regionalnym; 5 – anomalie magnetyczne wywołane przez serpentynity; 6 – granica obszaru lokalnych anomalii magnetycznych związanych z wylewami bazaltowymi; 7 – lokalne anomalie magnetyczne wywołane przez skały niezidentyfikowane (amfibolity, łupki krystaliczne, zieleńce, diabazy itp.)

1 – axes of positive gravity anomalies; 2 – axes of negative gravity anomalies; 3 – zones of high horizontal gradient of gravity, corresponding to fault zones or contact of rocks of different density; 4 – zones of high horizontal gradient Δg of the regional character; 5 – magnetic anomalies related to serpentinites; 6 – boundary of area of local magnetic anomalies related to basic intrusions; 7 – local magnetic anomalies related to unidentified rocks (amphibolites, crystalline schists, greenstones, diabases, etc.)

trycznego i magnetycznego a elementami budowy geologicznej, w szczególności określono zasięg bloku przedsudeckiego, wyznaczono szereg linii i stref dyslokacyjnych, wykazano zmienność petrologiczną podłoża (fig. 4). Analiza badań geoelektrycznych pozwoliła wyznaczyć główne elementy reliefu podkenozoicznego, a w powiązaniu ze szczegółowymi badaniami na masywach granitoidowych określić prawdopodobny zasięg występowania zwietrzliny w podłożu.

Interpretacją jakościową objęto materiały grawimetryczne obszaru Sudetów w ramach dokumentacji zdjęcia półszczegółowego wykonanego przez H. Okulusa i H. Marguła w 1975 r. Wydzielono główne jednostki strukturalne Sudetów, elementy tektoniki blokowej, a przede wszystkim przebiegi młodych uskokuw.

Dla całego obszaru Sudetów i bloku przedsudeckiego opracowano jednolite mapy magnetyczne w skali 1: 200 000 (K. Karaczun i in., w druku), których analiza dostarcza informacji o zróżnicowaniu petrologicznym czynnych magnetycznie skał krystalicznych i metamorficznych.

W 1977 r. podjęto kompleksową interpretację wszystkich materiałów geofizycznych wraz ze zdjęciami lotniczymi i satelitarnymi. Wynikiem tej pracy ma być charakterystyka głównych elementów budowy geologicznej poszczególnych jednostek oraz wydzielenie obszarów perspektywicznych do dalszych badań. Dla części wschodniej Sudetów i bloku przedsudeckiego zamierzenie to powinno być zrealizowane w 1980 r.

NIECKA GÓRNOŚLĄSKA I JEJ PÓLNOCNO-WSCHODNIE OBRZEŻENIE

W latach 1975–1976 wspólnie z Międzyresortowym Instytutem Geofizyki Stosowanej i Geologii Naftowej AGH dokonano kompleksowej analizy danych grawimetrycznych i magnetycznych dla niecki górnośląskiej. Przedstawiono zarys budowy podłoża podkarbońskiego i krystalicznego oraz ważniejsze strefy dyslokacyjne w stopniu wynikającym z możliwości rozdzielczych tych metod (*Interpretacja danych grawimetrycznych i magnetycznych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego*, 1976).

Zakończone w 1978 r. refleksyjne prace sejsmiczne wzdłuż rzadkich profili dostarczyły ważnych informacji o budowie głębszych stref karbonu produktywnego i dewonu oraz dały podstawę do zaprojektowania dalszych prac sejsmicznych w południowej i południowo-wschodniej części niecki.

W ostatnim dziesięcioleciu kontynuowano intensywne badania geofizyczne na północno-wschodnim obrzeżeniu GZW. Celem ich było badanie utworów

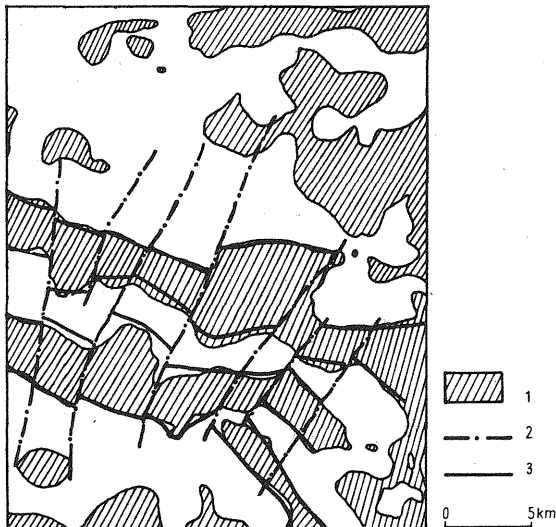


Fig. 5. Szkic elementów strukturalnych na podstawie danych grawimetrycznych i magnetycznych dla rejonu Olkusz–Wolbrom–Ogrodzieniec (według H. Kurbiela)

Sketch of structural elements in the Olkusz–Wolbrom–Ogrodzieniec area, based on gravity and magnetic data (after H. Kurbiel)

1 – dodatnie anomalie lokalne siły ciężkości; 2 – przypuszczalne linie nieciągłości; 3 – przypuszczalne granice węglanowych utworów dewonu

1 – positive local gravity anomalies; 2 – inferred discontinuities; 3 – inferred extent of carbonate Devonian rocks

zarówno triasu, jak i podłoża paleozoicznego. W latach 1973–1974 Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych wykonało na zlecenie Instytutu Geologicznego interpretację danych magnetycznych, grawimetrycznych i geoelektrycznych (J. Grzywacz i in., 1974) pochodzących ze zdjęć regionalnych, a lokalnie półszczegółowych. Wyniki analizy zawierały lokalizację skał magmowych, którym towarzyszy mineralizacja polimetaliczna, precyzowały ogólny obraz morfologii podłoża paleozoicznego i wapienia muszlowego, a także główne rysy tektoniki obszaru. W 1975 r. rozpoczęto realizację półszczegółowych zdjęć grawimetrycznych i magnetycznych całego perspektywicznego obszaru. Zdjęcie to zakończono w 1978 r. z wyjątkiem zachodniej części obrzeżenia w zakresie grawimetrii. Po okresie prac eksperymentalnych wprowadzono do badań nową aparaturę dla metody polaryzacji wzbudzonej, merkurometrii i geotermiki, celem szczegółowego zbadania budowy geologicznej oraz lokalizacji i rozpoznawania stref zmineralizowanych. Wyniki tych badań są przedmiotem kompleksowej interpretacji pracowników Zakładu Geofizyki i Oddziału Górnośląskiego IG, a pierwszym etapem tego opracowania jest mapa geologiczna tego obszaru (fig. 5).

GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE

Geofizyczne badania utworów paleozoicznych, szczególnie pod kątem wyjaśnienia perspektyw surowcowych, koncentrowały się głównie w północno-zachodniej części regionu świętokrzyskiego. W pierwszej połowie lat siedemdziesiątych wykonano w niewielkim zakresie refleksyjne pomiary sejsmiczne. Jakość śledzonych poziomów odbijających w cechszynie i triasie, przy zastosowaniu aparatury z zapisem magnetycznym, nie była wysoka, a wraz ze zbliżaniem się do Gór Świętokrzyskich zdecydowanie się pogarszała.

W 1975 r. przystąpiono do wykonania kompleksowych badań geofizycznych (grawimetria, geoelektryka i magnetyka). Bardzo dobrych wyników dostarczyły badania geoelektryczne wykonane przez Oddział Geofizyczny Zakładu Badań Geologicznych w Kielcach. W połączeniu z grawimetrią (którą zrealizowano w około 50%) pozwoliły one rozpoznawać podniesione elementy strukturalne trzonu paleozoicznego, morfologię jego stropu, wyznaczać strefy rozłamowe oraz przebiegi wychodni perspektywicznych złożowo utworów dewonu przykrytych tylko czwartorzędem.

Region świętokrzyski był także terenem intensywnych prac geofizycznych, zwłaszcza geoelektrycznych, przy rozpoznawaniu złóż surowców skalnych, w tym również w utworach paleozoiku.

WYBRANE OBSZARY POKRYWY PLATFORMOWEJ

Niecka północnosudecka i peryklina Żar. Zdjęcie półszczegółowe grawimetryczne i magnetyczne zakończono podobnie jak w Sudetach w 1974 r., a w wyniku analizy danych grawimetrycznych opracowano mapę geologiczno-strukturalną. W zachodniej części niecki północnosudeckiej wykonano w pierwszych latach bieżącej dekady badania geoelektryczne. Analiza ich wyników (W. Bachan i in., 1975) pozwoliła między innymi na opracowanie szkicu strukturalnego utworów cechszyny. Uwzględniono tu również wyniki wcześniejszych prac refrakcyjnych.

W 1976 r. podjęto badania refleksyjne z zastosowaniem cyfrowego zapisu i przetwarzania danych. Ich celem było badanie budowy geologicznej ze szczególnym uwzględnieniem utworów niższego cechszyny dla określenia perspektyw złożowych rud miedzi. Wypracowana metoda pozwala na śledzenie licznych granic

odbijających w utworach triasu i cechsztynu (fig. 6). Jakość wyników jest dobra i pozwala na właściwe projektowanie otworów poszukiwawczych. Badania są kontynuowane.

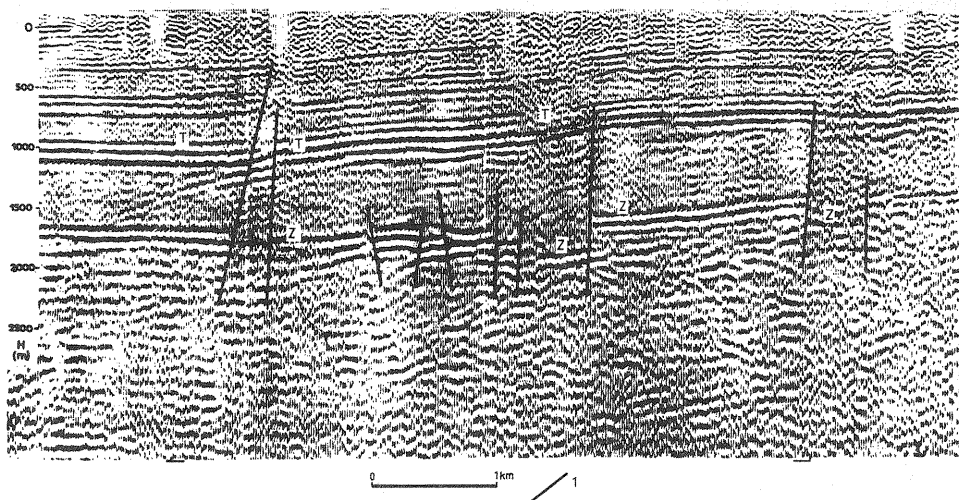


Fig. 6. Fragment głębokościowego przekroju sejsmicznego z rejonu niecki północnosudeckiej (według A. Pepel)

A fragment of deep seismic section through the area of the North-Sudetic Basin (after A. Pepel)

f — uskoki; sejsmiczne granice refleksyjne związane z utworami: T — triasu, Z — cechsztynu

f — faults; reflection seismics boundaries related to: T — Triassic, Z — Zechstein rocks

Wyniesienie Łeby. W latach siedemdziesiątych kontynuowano prace geofizyczne w rejonie Zatoki Puckiej. Składały się na nie szczegółowe pomiary grawimetryczne oraz sejsmiczne z zastosowaniem techniki cyfrowej. Umożliwiły one dobre rozpoznanie zmian miąższościowych serii solnych, a także morfologii stropu utworów podcechsztyńskich. Opracowano dane geofizyki wiertniczej (T. Topulos, 1979) pod kątem szczegółowej korelacji utworów całego kompleksu osadowego, w tym utworów paleozoicznych.

Lubelskie Zagłębie Węglowe. Prowadzono tu przede wszystkim badania metodami geofizyki wiertniczej. Dotyczyły one wydzielenia węgla kamiennych z próbą identyfikacji poszczególnych pokładów, a także oceny ich popielności oraz zawadnienia (A. Szymborski, 1976). Stosowano tu również z powodzeniem opracowaną w Instytucie Geologicznym metodykę wydzielenia węglowodorów z oceną zawartości Al_2O_3 (J. Szewczyk, 1976, 1979b), opartą na zjawisku aktywacji neutronowej.

W 1978 r. opracowano projekt kompleksowych badań geofizycznych dla obszaru Parczew—Chełm, celem rozpoznania budowy utworów karbońskich i ich podłoża.

W obniżeniu podlaskim w ramach poszukiwań złóż pierwiastków promieniotwórczych przeprowadzono sejsmiczne badania refleksyjne, których wyniki pozwoliły na ustalenie stref dyslokacyjnych utworów starszego paleozoiku.

KIERUNKI DALSZYCH BADAŃ

W 1978 r. został opracowany *Program badań geofizycznych dla rozpoznania budowy geologicznej kraju w aspekcie poszukiwań złóż surowców mineralnych do*

1990 r. (C. Królikowski, 1978). Program powstał na podstawie szerokich konsultacji i dyskusji z licznym gronem zainteresowanych geofizyków i geologów. Aktualizowany zgodnie z bieżącymi potrzebami badań geologicznych Instytutu Geologicznego będzie podstawą do tworzenia rocznych i pięcioletnich planów badań geofizycznych. Jednocześnie program ten ułatwi właściwe ukierunkowanie działania Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych w zakresie merytorycznym, inwestycyjnym i organizacyjnym.

Zgodnie z tym programem intensyfikowane będą przede wszystkim badania geofizyczne związane z poszukiwaniem i rozpoznawaniem złóż surowców stałych, a szczególnie surowców energetycznych i budowlanych, a także zagadnienia hydrogeologiczne i kartograficzne.

W grupie surowców energetycznych badaniami geofizycznymi zostaną objęte obszary występowania węgla kamiennego i brunatnego, a także pierwiastków promieniotwórczych. Planowane są obszerne prace w Górnośląskim, Lubelskim i Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym. Realizowany będzie szeroki program poszukiwań węgla brunatnego w północnej, północno-zachodniej i zachodniej Polsce, a pierwiastków promieniotwórczych w Sudetach i w północnej Polsce. Szeroki zakres badań geofizycznych, a szczególnie geoelektrycznych, przewiduje się dla potrzeb mapy geologicznej 1:50 000, a także dla potrzeb hydrogeologii, w tym również przy realizacji problemu *Wisła*.

Kontynuowane będą prace geofizyczne związane z poszukiwaniem złóż rud metali i innych surowców mineralnych stałych w znanych regionach perspektywicznych, tj. w Sudetach i na bloku przedsudeckim, na północno-wschodnim obrzeżeniu GZW, w północno-wschodniej Polsce i w Górach Świętokrzyskich.

Dla potrzeb poszukiwań złóż ropy i gazu, a także dla celów poznawczych przewiduje się regionalne i metodyczne badania geofizyczne struktur wglębnych, w tym utworów paleozoiku na wybranych obszarach basenu permskiego i jego obrzeżeniu.

Wymienione tu główne kierunki badań geofizycznych będą realizowane przy zastosowaniu optymalnego zestawu metod, które powinny rozwiązywać równocześnie różne zadania rozpoznania geologicznego i poszukiwań surowców potrzebnych dla gospodarki narodowej. Ważnymi zadaniami dla Zakładu Geofizyki i współpracujących z nim jednostek organizacyjnych Instytutu Geologicznego będzie opracowywanie syntez geofizyczno-geologicznych dla poszczególnych regionów i jednostek geologicznych. Syntezy te będą podsumowaniem i efektem danego etapu rozpoznania, a jednocześnie punktem wyjścia do dalszych badań.

Zakład Geofizyki
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 11 lipca 1979 r.

PIŚMIENNICTWO

- ATLAS GEOLOGICZNO-STRUKTURALNY POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI MORZA BAŁTYCKIEGO (1979) – Opracowanie zbiorowe pod kierunkiem A. Witkowskiego. Inst. Geol., Warszawa.
- BACHAN W., BUJNOWSKI W., KARACZUN K., KARACZUN M. (1975) – Analiza i interpretacja wyników badań grawimetrycznych, magnetycznych i geoelektrycznych. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- BACHAN W., DĄBROWSKA B. (1974) – Ocena wyników badań geoelektrycznych Polski Centralnej i Zachodniej. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- BIULETYN PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO (1938) – Nr 1. Warszawa.
- BRONOWSKA E., BUJNOWSKI W., GROBELNY A. (1972) – Mapa grawimetryczna Polski

1: 500 000. Inst. Geol. Warszawa.

- DĄBROWSKI A. (1957) – Budowa głębszego podłoża Polski zachodniej w świetle wyników badań geofizycznych. *Kwart. Geol.*, **1**, p. 31–39, nr 1. Warszawa.
- DĄBROWSKI A. (1963) – Główne elementy geofizyczne podłoża Polski zachodniej. *Pr. Inst. Geol.*, **30**, cz. 4, p. 111–124. Warszawa.
- DĄBROWSKI A., KARACZUN K. (1956) – Morfologia podłoża prekambryjskiego w północno-wschodniej Polsce. *Prz. Geol.*, **4**, p. 341–344, nr 8. Warszawa.
- DĘBSKI Z., FRÝDECKI J. (1975) – Wprowadzenie do systemu SAIK. *Biul. Inf. PPG „Geofizyka”*, nr 2, p. 5–27. Warszawa.
- GRZYWACZ J., SOĆKO A., NIEDZIÓŁKA T. (1974) – Opracowanie badań grawimetrycznych i magnetycznych wykonanych do 1973 r. na NW obrzeżeniu GZW. *Arch. Inst. Geol. Warszawa.*
- GUTERCH A., KOWALSKI T., MATERZOK R., PAJCHEL J., PERCHUĆ E. (1975) – Badania skorupy ziemskiej na obszarze Polski metodami sejsmologii eksplozywnej. W: Współczesne i neotektoniczne ruchy skorupy ziemskiej w Polsce. **1** – Materiały I Krajowego Sympozjum Warszawa listopad 1975, p. 11–27. Wyd. Geol. Warszawa.
- INTERPRETACJA DANYCH GRAWIMETRYCZNYCH I MAGNETYCZNYCH GÓRNO-ŚLĄSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO (1976) – Opracowanie zespołowe pod kierunkiem M. Lembergera. *Arch. Inst. Geol. Warszawa.*
- KARACZUN K., KARACZUN M., BILIŃSKA M. (1978) – Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej pionowej pola magnetycznego, 1: 500 000. Inst. Geol. Warszawa.
- KARACZUN K., KARACZUN M., BILIŃSKA M. (w druku) – Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej pionowej pola magnetycznego, 1: 200 000. Inst. Geol. Warszawa.
- KRÓLIKOWSKI C. (1978) – Program badań geofizycznych dla rozpoznania budowy geologicznej kraju w aspekcie poszukiwań złóż surowców mineralnych do 1990 r. *Arch. Inst. Geol. Warszawa.*
- KRÓLIKOWSKI C., ROKICKI J., RULSKI S., WYBRANIEC S. (1979) – Ogólne zasady projektowania, prowadzenia i interpretacji kompleksowych badań geofizycznych w Sudetach, północno-wschodnim obrzeżeniu GZW i w Górach Świętokrzyskich. *Arch. Inst. Geol. Warszawa.*
- KRÓLIKOWSKI C., RULSKI S., GRZYB R., OLEKSIĄK J., STAŚKIEWICZ M., SZEWCZYK J., ROKICKI J., WYBRANIEC S., STENZEL J. (1978) – Wytyczne metodyczno-techniczne zastosowania metod: elektromagnetycznej, spektrometrii, procesów przejściowych, merkurymetrycznej i polaryzacji wzbudzonej. *Arch. Inst. Geol. Warszawa.*
- KRÓLIKOWSKI C., WYBRANIEC S. (1977) – Próba zastosowania areotermografii do kartowania geologicznego w rejonie świętokrzyskim. *Biul. Inf. PBG „Geofizyka”*, nr 2, p. 41–65. Warszawa.
- MAJOROWICZ J. (1977) – Analiza pola geotermicznego na tle Europy ze szczególnym uwzględnieniem zagadnień tektonofizycznych i hydrogeotermalnych. *Prz. Geol.*, **25**, p. 135–143, nr 3. Warszawa.
- MŁYNARSKI S. (1976) – Budowa utworów cechsztyńskich na podstawie badań sejsmicznych na Pomorzu Zachodnim. *Prz. Geol.*, **24**, p. 538–541, nr 9. Warszawa.
- MŁYNARSKI S., DADLEZ R., DĄBROWSKA B., GROBELNY A., JANKOWSKI H., KARACZUN K., KOZERA A., KRÓLIKOWSKI C., MAREK S., SKORUPA J. (1979) – Interpretacja geofizyczno-geologiczna wyników badań wzdłuż profilów Moryń–Łębork, Gorzów–Bytów i Pleszew–Sierpc. *Biul. Inst. Geol.*, **314**, p. 49–96. Warszawa.
- MŁYNARSKI S., BACHAN W., DĄBROWSKA B., JANKOWSKI H., KANIEWSKA E., KARACZUN K., KOZERA A., MAREK S., SKORUPA J., ŻELICHOWSKI A.M., ŻYTKO K. (w druku) – Interpretacja geofizyczno-geologiczna wzdłuż profilów Lubin–Prabuty, Przedbórz–Żebrak i Baligród–Dubienka. *Biul. Inst. Geol. Warszawa.*
- OLCZAK T. (1948) – Działalność Państwowego Instytutu Geologicznego w zakresie geofizyki stosowanej w latach 1939–1947. *Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- OLCZAK T. (1951) – Mapa grawimetryczna Polski. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **64**. Warszawa.
- PAWŁOWSKI S. (1939) – Pomiary grawimetryczne w Polsce do r. 1938 włącznie. *Biul. Państw. Inst.*

- Geol., 18, p. 46–51. Warszawa.
- PAWŁOWSKI S. (1947) – Anomalie magnetyczne w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol., 44. Warszawa.
- SKORUPA J. (1959) – Morfologia podłoża magnetycznie czynnego i podłoża krystalicznego w północno-wschodniej Polsce. Biul. Inst. Geol., 160. Warszawa.
- SKORUPA J. (1974) – Mapa sejsmiczna Polski. Wyniki regionalnych prac refrakcyjnych prowadzonych w związku z rozpoznaniem głębokiego podłoża. Inst. Geol. Warszawa.
- SKORUPA J. (w druku) – Skonsolidowane podłoże w Polsce na podstawie badań refrakcyjnych. Wyd. Geol. Warszawa.
- SKORUPA J., DZIEWIŃSKA L. (1976) – Kompleksowa interpretacja wyników badań geofizycznych dla strefy Gopło–Pabianice ze szczególnym uwzględnieniem utworów cechsztynu i podłoża. Kwart. Geol., 20, p. 137–156, nr 1. Warszawa.
- SPRAWOZDANIA PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO (1927) – 4, z. 1–2. Warszawa.
- SPRAWOZDANIA PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO (1930) – 5, z. 3–4. Warszawa.
- SPRAWOZDANIA PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU GEOLOGICZNEGO (1936) – 8, z. 2. Warszawa.
- STAJNIAK J., GAJEWSKI A., KRÓLIKOWSKI C. (1976) – Regionalne badania geotermiczne na profilu Chociwel–Łębork. Prz. Geol., 24, p. 651–658, nr 11. Warszawa.
- SZEWCZYK J. (1976) – Wstępne opracowanie wyników odwiertowych badań aktywacyjnych z rejonu LZW. W: Dokumentacja wynikowa badań penetracyjnych karbońskich boksytów w obszarze między Włodawą a Lublinem. Opracowanie pod kierunkiem S. Cebulaka. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- SZEWCZYK J. (1979a) – Zastosowanie aktywacyjnej metody geofizyki wiertniczej w badaniach skał glinowych na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Inst. Geol., 307, p. 91–113. Warszawa.
- SZEWCZYK J. (1979b) – Nowe możliwości geofizyczne badania skał osadowych w otworach wiertniczych. Prz. Geol., 27, p. 94–101, nr 2. Warszawa.
- SZYMBORSKI A. (1976) – Ocena możliwości wyznaczania popielności węgla kamiennych na przykładzie rej. LZW. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- TKACZ M. (1978) – Korelacja chronologiczna ilów zastoiskowych doliny dolnej Wisły. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- TOPULOS T. (1979) – Geologiczna interpretacja wyników badań geofizyki wiertniczej na przykładzie utworów paleozoicznych wyniesienia Łeby. Biul. Inst. Geol., 314, p. 5–48. Warszawa.
- WYBRANIEC S. (1975) – Badania doświadczalne metodą infradźwięcznych fal radiowych. Arch. Inst. Geol. Warszawa.
- WYBRANIEC S. (1979) – Metoda infradźwięcznych fal radiowych w kartowaniu geologicznym. Biul. Inst. Geol., 307, p. 61–89. Warszawa.

Чеслав КРУЛИКОВСКИ, Стефан МЛЫНАРСКИ, Ян СКОРУПА

ПРОГРЕСС В ИЗУЧЕНИИ ПАЛЕОЗОЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

Резюме

Во введении приводятся данные о начале геофизических исследований в Польше и их дальнейшем развитии.

В части, касающейся изучения консолидированного фундамента, рассмотрено развитие методики измерений и интерпретации, главным образом в области сейсмического метода преломлённых волн. Этот метод в сочетании с магнитометрией, гравиметрией и магнитотеллури-

ческими работами, позволяет проследивать морфологию и границы распространения кристаллического фундамента на докембрийской платформе, большие блоки байкальского основания на юго-востоке Польши, в Верхнесилезском угольном бассейне и в соседних Карпатах, а также консолидированный фундамент палеозойской платформы. Результаты этих исследований в целом их комплексе даны в виде карт в масштабе 1:500 000 и 1:2500 000 (фиг. 1). На картах видны площади, где необходимо продолжать геофизические работы для выяснения целого ряда ещё на решённых проблем. Особенно это касается контакта докембрийской и палеозойской платформ в Польше и Карпат.

В области региональных геофизических работ в статье даётся их методика, которая в сейсмике претерпела ряд изменений, начиная с осциллографии, затем магнитная запись (с 1968 г), вплоть до цифровой записи (в семидесятих годах). Усовершенствование методики и техники измерений существенно повлияло на качество получаемых данных, особенно в области непрерывности прослеживания границ и возможности изучения всё более глубоких горизонтов. В 1976—1978 годах сейсмические методы стали давать всё более надёжные данные относительно сейсмических границ подцехштейновых отложений. Обращается внимание на результаты, по выполненным в 1973—1976 годах региональным профилям, пересекающим Польшу с ЮЗ на СВ. Комплексная интерпретация заключалась в сопоставлении результатов гравиметрии, магнитной съёмки, геотермических исследований, электроразведочных и сейсмических работ (фиг. 2).

Показан объём и результаты полевых геофизических работ в Западном Приморьи, в районе Гопло-Пабианице и в Варшавской впадине (фиг. 3), где была выяснена морфология цехштейновых пород.

В области магнитометрии и гравиметрии упомянуты результаты, полученные при составлении единых для всей Польши карт в масштабе 1:500 000 и 1:200 000. Намечены также направления интерпретации материалов промысловой геофизики при выделении коллекторов и оценке их параметров.

Рассмотрены исследования на Балтийском море и их результаты.

В конце раздела, касающегося региональных работ, подчёркивается необходимость дальнейшего геофизического изучения слабо разведанных районов, где залегают подцехштейновые и нижнепалеозойские отложения.

В семидесятих годах наступило быстрое развитие техники и методики геофизических работ при поисках и разведке твёрдых видов полезных ископаемых. Кроме интенсификации магнитометрических, гравиметрических методов и электроразведки в практику введены и другие новые методы, такие как меркурометрия, спектрометрия гамма излучения и геотермические методы. Для изучения структурного строения широко применялись сейсмические методы.

Большинство работ было сосредоточено в следующих геологических регионах:

1 — Судеты и предсудетский блок. Здесь были закончены полудетальная и детальная магнитная и гравиметрическая съёмки, а также проделана аэромагнитная съёмка. Выполнена комплексная интерпретация всех геофизических материалов (фиг. 4). Прделан ряд измерений с целью изучения структурного строения, выяснения наличия залежей и для картографии.

2 — Верхнесилезская впадина и её северо-восточное обрамление. Проведены сейсмические работы для изучения строения карбонских и девонских отложений в Верхнесилезском угольном бассейне, а также комплексная интерпретация гравиметрических и магнитных данных. На обрамлении угольного бассейна комплексом геофизических методов изучалось строение палеозойских отложений (фиг. 5).

3 — Свентокшиские горы. Гравиметрические, электроразведочные и магнитометрические исследования были сосредоточены на северо-западе региона и велись с целью выяснения геологического строения отложений девона, цехштейна и триаса с точки зрения их перспективности.

В заключении авторы рассматривают направления дальнейших геофизических исследований. Согласно с разработанной программой геофизическими методами будут усиленно вестись поиски энергетических видов сырья (уголь, газ, радиоактивные элементы), строительных ма-

териалов, а также решаться гидрогеологические и картографические проблемы.

Потребности народного хозяйства в металлических рудах и неметаллических видах сырья обуславливают необходимость дальнейших поисковых работ.

Czesław KRÓLIKOWSKI, Stefan MŁYNARSKI, Jan SKORUPA

THE PROGRESS IN STUDIES ON PALEOZOIC ROCKS BY MEANS OF GEOPHYSICAL METHODS IN THE GEOLOGICAL INSTITUTE

Summary

The first part of the paper deals with the beginnings of geophysical studies in Poland and their subsequent development.

In part dealing with studies on consolidated basement, there are discussed developments in methods of measurement and interpretation, mainly with reference to seismic refraction. The refraction, when combined with magnetic, gravimetric and magnetotelluric surveys, made it possible to trace morphology and extent of crystalline basement in the Precambrian Platform, large blocks of Baikalian basement in south-eastern Poland, the Upper Silesian Coal Basin and neighbouring part of the Carpathians, and consolidated basement of the Paleozoic Platform. The results of these studies were presented in the form of maps in the scales 1:500 000 and 1:2 500 000 (Fig. 1). The maps show some areas requiring further geophysical studies for solving a number of still open questions. This is especially the case of the contact of the Precambrian and Paleozoic Platforms and the Carpathians.

In discussing geophysical surveys of the regional type, attention is paid to methodology of works, changing from oscillographic recording to magnetic (in 1968) and finally numerical recording (in the seventies) in the case of the seismic method. The developments in techniques and methodology essentially influenced the quality of the obtained data, especially in continuity of traced horizons and downward range of observations. Reliable seismic boundaries from rocks underlying the Zechstein began to be recorded in the years 1976–1978. Attention is drawn to the results of surveys along regional profiles cutting the area of Poland from SW to NE, made in the years 1973–1976. Using gravimetric, magnetic, geothermal, geoelectric and seismic methods, a complex interpretation could be performed (Fig. 2).

The range and results of surface geophysical surveys of the areas of western Pomerania, Gopło–Pabianice and the Warsaw Basin (Fig. 3) are given. In these areas, morphology of top surface of the Zechstein has been traced.

In discussing magnetic and gravimetric surveys, references are made to the results of elaboration of uniform maps for the whole area of Poland in the scales 1:500 000 and 1:200 000. Some remarks are given on directions in interpretation aimed at tracing reservoir horizons and estimating their parameters in well logging, as well as on the extent and results of surveys in the Baltic Sea.

In discussing regional surveys, a necessity of further geophysical studies of areas with insufficient knowledge of sub-Zechstein and Lower Paleozoic rocks is emphasized.

The seventies witnessed rapid developments in techniques and methodology of geophysical surveys aimed at search and recognition of deposits of solid mineral raw materials. Magnetic, gravimetric and geoelectric surveys were intensified and new methods were put into practice, e.g. mercurometry, gamma radiation spectrometry and geothermics. Moreover, the range of use of seismic methods in structural studies became markedly widened.

The geophysical surveys were concentrated in the following regions:

1 – The Sudety Mts and Fore-Sudetic Block. Semidetached magnetic and gravimetric mapping has been completed, similarly as aeromagnetic mapping, and complex interpretation of all the geo-

physical data started (Fig. 4). Numerous measurements were taken for the needs of structural, deposit and mapping works.

2 — The Upper Silesian Coal Basin and its north-eastern margin. Seismic surveys aimed at recognition of structure of Carboniferous and Devonian rocks of this area and complex interpretation of gravimetric and magnetic data have been completed. The structure of Paleozoic rocks was studied with the use of a set of geophysical methods at the margin of the Basin (Fig. 5).

3 — Góry Świętokrzyskie Mts. Gravimetric, geoelectric and magnetic surveys were mainly concentrated in north-western part of this region. They were aimed at reconstruction of structure of Devonian, Zechstein and Triassic rocks from the point of view of estimation of deposit perspectives.

The directions of further geophysical surveys are also discussed. In accordance with the program of intensification, the surveys will be aimed at search for sources of energy (coal, gas, radioactive elements) and building materials and solving some problems of hydrogeology and mapping. The demand of national economy for metal ores and non-metallic raw materials also call for continuation of wide-range prospecting.