



100 lat Państwowego Instytutu Geologicznego – dla gospodarki, nauki i edukacji

Badania geofizyczne w drugim półwieczu Państwowego Instytutu Geologicznego

Zdzisław Petecki¹, Tomasz Czerwiński¹, Lidia Dziewińska²,
Mirosław Musiatewicz¹, Jerzy Nawrocki¹, Jan Szewczyk¹



Z. Petecki



T. Czerwiński



L. Dziewińska



M. Musiatewicz



J. Nawrocki



J. Szewczyk

The second half century of geophysical surveys at the Polish Geological Institute. *Prz. Geol.*, 66: 467–472.

Abstract. Geologically-related geophysical activities that have been carried out in the second half century of the existence of the Polish Geological Institute (PGI) are difficult to overestimate. In this article, we attempt to summarize the most important research projects and studies in the PGI from 1969s until 2018.

Keywords: *Geophysics, Polish Geological Institute*

Znaczenie wykorzystywania danych geofizycznych do rozwiązywania problemów badawczych w różnych dziedzinach geologii trudno jest przecenić. Badania geofizyczne prowadzone przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) mają długą historię, sięgającą pierwszych lat jego istnienia. Od 1951 r. wykonawstwo polowych prac geofizycznych przejęło powołane w tym celu Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych, późniejsze Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych (PBG). Od tego momentu PIG zajmował się głównie projektowaniem i nadzorowaniem prac geofizycznych oraz interpretacją wyników badań wykonywanych przez zleceniobiorców.

W syntetycznym opisie nie sposób jest się odnieść do nawet niewielkiej ilości wszystkich zrealizowanych projektów badawczych, wydanych publikacji, prac studialnych wykonanych z wykorzystaniem danych geofizycznych w ostatnim półwieczu w instytucie oraz w innych jednostkach, a przy udziale PIG. Niżej zasygnalizowano najważniejsze z nich.

Jubileusz jest też dobrą okazją do wspomnienia o pracownikach nieistniejącego już Zakładu Geofizyki PIG, których praca i wysiłek przyczyniły się do licznych sukcesów związanych z akwizycją danych geofizycznych oraz ich geofizyczną i geologiczną interpretacją w ostatnim

50-leciu instytutu. Brak miejsca uniemożliwia wymienienie wszystkich tych osób.

BADANIA GRAWIMETRYCZNE

W pierwszym półwieczu istnienia Państwowego Instytutu Geologicznego badania pola siły ciężkości na terytorium Polski miały charakter regionalny. Ich wyniki okazały się na tyle interesujące, że na początku lat 60. ub.w. zostały rozpoczęte systematyczne, półszczegółowe badania grawimetryczne Polski, o zagęszczeniu 1,5–4,0 pkt/km². Pierwsze podsumowanie tych prac stanowi *Mapa grawimetryczna Polski w skali 1:500 000* (Bronowska i in., 1972). Badania kontynuowano sukcesywnie przez kolejne 40 lat, ale podstawowe rozpoznanie półszczegółowe zakończono u kresu lat 80. XX w.

Podobnie jak w latach wcześniejszych, pomiary planowano pod kątem zadań geologicznych, takich jak: kartowanie grawimetryczne i rozpoznanie struktur geologicznych, poszukiwanie ropy i gazu, węgla brunatnego itp. Kartowaniem grawimetrycznym objęto również strefy dyslokacyjne oraz intruzje skał zasadowych w Sudetach z uwagi na ich znaczenie surowcowe. Duże i wieloletnie projekty badań półszczegółowych zrealizowano na obszarze Karpat i Przedgórze. Ostateczne zakończenie programu półszczegółowego rozpoznania grawimetrycznego Polski nastąpiło w 2000 r.

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; zdzislaw.petecki@pgi.gov.pl; tomasz.czerwiński@pgi.gov.pl; mirosław.musiatewicz@pgi.gov.pl; jerzy.nawrocki@pgi.gov.pl; jan.szewczyk@pgi.gov.pl.

² Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków ul. Wybickiego 7A, 31-261 Kraków; liadiad@interia.pl.

z chwilą zakończenia prac związanych z realizacją projektu Radom–Lublin.

Równolegle, w miarę postępu rozpoznania półszcze-gółowego, w ostatnim pięćdziesięcioleciu na licznych strukturach lokalnych były realizowane prace o zagęszcze-niu stanowisk dochodzącym nawet do 100 pkt/km². Bada-nia te wykonywano głównie na potrzeby szczegółowego rozpoznania strukturalnego z uwzględnieniem aspektów złożowych badanych struktur. Poza wspomnianymi węglami brunatnymi obiektami prospekcyjnymi były wysady solne. Szczegółowe rozpoznanie grawimetryczne na potrzeby poszukiwań innych surowców mineralnych oraz złóż metali wykonano na Suwalszczyźnie, Wyżynie Śląsko-Krakow-skiej i w Sudetach. W latach 1979–1981 takimi badaniami został objęty obszar Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

Warto w tym miejscu wspomnieć również o badaniach grawimetrycznych, których celem było rozpoznanie wgłę-bnej budowy geologicznej dna Bałtyku. Na początku lat 70. ub.w. rozpoczęto prace doświadczalne na płytkich wodach Bałtyku, w rejonie Kamienia Pomorskiego, na Zalewie Szczecińskim oraz na wodach Zatoki Puckiej. W latach 1976–1981 na zlecenie PIG zostało wykonane zdjęcie morskie w strefie przybrzeżnej w rejonie Ustki–Rozewia i Darłowa.

Wieloletnia akwizycja półszcze-gółowych danych gra-wimetrycznych umożliwiła zebranie w miarę kompletnej informacji o rozkładzie przyspieszenia pola siły ciężkości niemal z całego terytorium Polski, z wyjątkiem obszaru Tatr Wysokich. W rezultacie, w latach 1976–1994 przy współpracy z Przedsiębiorstwem Badań Geofizycznych został zrealizowany projekt *Mapa grawimetryczna Polski w skali 1:200 000*, który zakończył się stworzeniem kom-puterowego banku danych grawimetrycznych, wprowadzonym później do Centralnej Bazy Danych Geo-logicznych (CBDG). Ułatwiło to opracowanie i opubliko-wanie nowej wersji mapy grawimetrycznej Polski (ryc. 1 – patrz str. 460) (Królikowski, Petecki, 1995).

Z punktu widzenia obecnych standardów zasób danych grawimetrycznych wymaga przeprowadzenia walidacji, wprowadzenia korekt danych, dostosowania do współczes-nych systemów odniesienia geodezyjnego i grawimetrycz-nego, a także przebudowy struktury bazy.

Badania grawimetryczne na zamówienie dzisiejszego Państwowego Instytutu Geologicznego realizowało Przed-siębiorstwo Badań Geofizycznych w Warszawie. Akwizy-cja danych grawimetrycznych i ich wstępna interpretacja geofizyczna były wykonywane przez specjalistów PBG. W instytucie uzyskane dane były studiowane pod kątem aspektów geologicznych i wykorzystywane w analizach, opracowaniach wyników rozpoznania geologicznego oraz w opracowaniach naukowych i pracach studialnych pra-cowników PIG (np. Petecki, 2000). Prace grawimetryczne realizowano najczęściej z inicjatywy i na zamówienie Zakładu Geofizyki, Zakładu Geologii Struktur Wgłębnych Niżu czy Zakładu Złóż Węgla Brunatnego Instytutu Geo-logicznego, często wspólnie z Biurem Geologicznym „Geo-nafta” PGNiG.

Jubileusz instytutu jest okazją do wspomnienia, że w okresie ostatnich 50 lat zrealizowano ponad 30 projektów w ramach badań półszcze-gółowych, z czego większość sta-nowiły projekty wieloletnie, a także przeszło 30 projektów badań szczegółowych.

Tematyką badań grawimetrycznych zajmowali się m.in.: A. Dąbrowski, W. Bujnowski, A. Kozera, C. Królikowski, S. Wybraniec, Z. Petecki.

BADANIA MAGNETYCZNE

Do końca lat 70. XX w. pomiary magnetyczne o cha-akterze regionalnym i półszcze-gółowym były wykonywa-ne wagami magnetycznymi do pomiarów składowej pionowej *Z* pola magnetycznego Ziemi. Podobnie jak w przypadku prac grawimetrycznych, prace prospekcyjne z rozpoznania anomalii pola geomagnetycznego na obszarze kraju prowadziło obecne PBG w Warszawie na zlecenie dzisiejszego PIG. Wyniki badań zostały ujednolicone, dos-tosowane do ówczesnych wymogów i opublikowane w postaci mapy anomalii magnetycznych składowej piono-wej *Z* pola magnetycznego w skali 1:200 000 i 1:500 000 (Karaczun i in., 1978).

Pomiary półszcze-gółowe i szczegółowe były wykony-wane przede wszystkim na obszarach, na których na pod-stawie rozpoznania regionalnego stwierdzono obecność znaczących anomalii magnetycznych, a więc głównie w rejonie północno-wschodniej oraz wschodniej Polski, Sudetach i na bloku przedsudeckim. Na początku lat 70. ub.w. większość badań magnetycznych przeprowadzano razem z pomiarami grawimetrycznymi na potrzeby karto-wania geofizyczno-geologicznego oraz poszukiwań rud metali. W tym okresie w Sudetach były prowadzone inten-sywne poszukiwania chromitu, a także rud toru i pier-wiastków ziem rzadkich, łącznie z badaniami spektrome-trycznymi. Na Suwalszczyźnie badania magnetyczne wykonywano pod kątem rozpoznania podłoża krystalicz-nego i udokumentowania złóż rud żelaza.

Badania magnetometryczne z użyciem magnetometrów protonowych mierzących moduł wektora indukcji magne-tycznej zaczęto wykonywać już w latach 70. ub.w. Efektem ich wprowadzenia było radykalne zwiększenie dokładno-ści pomiarów i zdecydowane uproszczenie samej metodyki pomiarowej. Ostatecznie, od roku 1982 akwizycję danych magnetycznych przeprowadzano wyłącznie za pomocą magnetometrów protonowych.

W latach 1977–1981 na obszarze Sudetów i monokliny przedsudeckiej oraz Karpat i Przedgórze na zlecenie PIG wykonano pomiary aeromagnetyczne i aerospektrometrycz-ne. Realizatorem zdjęć lotniczych było PBG. W porów-naniu do wcześniej wykonanego naziemnego rozpoznania anomalii składowej pionowej *Z* natężenia pola magnetycz-nego, prace aeromagnetyczne w bardzo krótkim czasie dostarczyły informacji o rozkładzie wartości modułu wek-tora indukcji pola geomagnetycznego w dużej części z obszarów trudno dostępnych.

Dokładniejsze rozpoznanie słabo zróżnicowanego obrazu magnetycznego w wybranych rejonach zachodniej Polski z wykorzystaniem magnetometrów protonowych okazało się na tyle obiecujące, że z inicjatywy PIG opra-cowano i zrealizowano projekt badań magnetycznych na całym obszarze zachodniej i centralnej Polski. Później pra-ce te uzupełniono badaniami w rejonie Szczecina w ramach grantu KBN realizowanego w PIG. W kolejnych etapach, już bez udziału pracowników instytutu, na obszarach Pol-ski wcześniej nieobjętych zdjęciem magnetycznym *T*, zostały wykonane pomiary uzupełniające. Zakończenie programu rozpoznania półszcze-gółowego oraz skompleto-wanie i opracowanie bazy danych pomiarowych nastąpiło

w roku 2011 r. (ryc. 2 – patrz str. 460) (Petecki, Rosowiecka, 2017).

Ostatnie 30 lat działalności PIG to coraz większe wykorzystanie nowoczesnych metod przetwarzania i interpretacji danych magnetycznych zarówno w poszukiwaniu surowców stałych, jak i do tworzenia oraz weryfikacji koncepcji geologicznych dotyczących budowy strukturalno-tektonicznej Polski (Narkiewicz, Petecki, 2017; Krzemińska i in., 2017).

W okresie drugiego pięćdziesięciolecia istnienia PIG problematyką badań magnetycznych zajmowali się między innymi: A. Dąbrowski, K. i M. Karaczunowie, H. Kurbiel, E. Cieśla, S. Wybraniec i Z. Petecki.

BADANIA SEJSMICZNE REFRAKCYJNE I REFLEKSYJNE

Badania sejsmiczne były prowadzone na zlecenie PIG od 1951 r. Duże znaczenie dla rozpoznania wgłębnej budowy geologicznej kraju miały wyniki metody sejsmicznej refrakcyjnej, którą stosowano dość powszechnie od 1965 r. w ramach wieloletniego planu badania morfologii skonsolidowanego podłoża na długich, kilkusetkilometrowych, regionalnych profilach. Prace prowadzono początkowo w strefie brzeżnej platformy prekambryjskiej, a następnie na obszarze platformy paleozoicznej i w Karpatach (Młynarski, 2002).

Całość wyników prac refrakcyjnych w Polsce została opracowana w Instytucie Geologicznym w postaci *Mapy sejsmicznej Polski w skali 1:500 000* (Skorupa, 1974). W latach późniejszych dokonywano aktualizacji danych dla poszczególnych regionów.

W latach 70. ub.w. pojawiły się syntetyczne opracowania regionalnych profili refrakcyjnych. Miały one podstawowe znaczenie podczas określania głębokości występowania i morfologii podłoża krystalicznego platformy prekambryjskiej w Polsce północno-wschodniej oraz skonsolidowanego podłoża nieokreślonego wieku w Polsce północno-zachodniej, centralnej i południowej.

W tym czasie Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk na zlecenie Instytutu Geologicznego prowadził badania skorupy ziemskiej metodą głębokich sondowań sejsmicznych (GSS).

Pierwszy istotny postęp w refleksyjnych pomiarach sejsmicznych miał miejsce w 1968 r., kiedy wprowadzono rejestrację aparaturą z zapisem magnetycznym i opracowanie danych na centralach sejsmicznych analogowych. Pozwoliło to na zastosowanie metodyki wielokrotnych pokryć. Zmiany metodyczne miały istotny wpływ na ciągłość rejestrowanych granic sejsmicznych oraz na zwiększenie zasięgu głębokościowego. Spowodowało to zainteresowanie wykorzystaniem sejsmiki refleksyjnej dla poszukiwań surowców stałych, np. poszukiwań cechsztyńskich złóż soli potasowej na obszarze wyniesienia Łeby i monokliny przedśudeckiej (Fundusz Specjalny ONZ).

Kolejna faza postępu technicznego i poprawy wyników prac sejsmicznych miała miejsce w roku 1973, gdy rozpoczęto stosowanie techniki cyfrowej do rejestracji i przetwarzania danych. Zapis magnetyczny, a później cyfrowy i odpowiednia metodyka pomiarów w terenie oraz stosowanie szeregu procesów przetwarzania danych pozwoliły

na uzyskiwanie wyników z większych głębokości i eliminację refleksów wielokrotnych.

Do tego czasu pracownicy Zakładu Geofizyki PIG koncentrowali się na pracach regionalnych. W latach 1977–1992 prowadzono już głównie badania sejsmiczne półszczegółowe wykonywane w celu rozpoznania budowy wgłębnej określonych jednostek geologicznych i poszukiwań surowcowych (złóż gazu ziemnego i ropy naftowej), na podstawie projektów opracowanych we współpracy z przemysłem naftowym. Koncentrowały się one w wybranych regionach kraju, głównie na Niżu Polskim.

W latach 70. i 80. XX w. przeprowadzono wiele badań sejsmicznych szczegółowych na potrzeby geologii surowcowej, np. w Lubelskim i Górnośląskim Zagłębiu Węglowym czy w rejonie Bełchatowa. Opracowania wykonane w ramach Centralnego Programu Badawczo-Rozwojowego pod koniec lat 80. stanowiły pierwszą próbę podjętą w zakresie nowoczesnego wykorzystania informacji zawartych w danych sejsmicznych do bardziej szczegółowego rozpoznania budowy litologiczno-facjalnej. Obejmowały zagadnienia takie jak: przetwarzanie cyfrowe materiałów sejsmicznych, opracowanie metodyki poszukiwań gazu ziemnego i ropy naftowej w utworach dewonu-karbonu w południowej części rowu lubelskiego oraz opracowanie metodyki interpretacji pod kątem zwiększenia rozdzielczości granic sejsmicznych.

Prace dotyczące głębokich refleksyjnych badań sejsmicznych (GBS) w Polsce zostały podjęte z inicjatywy PIG w połowie lat 80. ub.w. Ich celem było uzyskanie informacji o wewnętrznej budowie skorupy ziemskiej do strefy nieciągłości Mohorovičića (Moho) włącznie. Stanowiły one wkład Polski w międzynarodowy program badania litosfery EUROPROBE.

Lata 90. to kolejny etap postępu w pracach interpretacyjnych związany z polsko-niemiecką (Instytut Geofizyki Uniwersytetu w Karlsruhe i Geocentrum Badawcze w Poczdamie) współpracą naukową w dziedzinie głębokich badań sejsmicznych. Obejmowała ona wspólne przetwarzanie i reinterpretację polskich danych, w dowiązaniu do wyników na profilach sieci DEKORP (Niemiecki Kontynentalny Program Refleksyjny). W jej ramach Zakład Geofizyki PIG został wyposażony w sprzęt komputerowy obejmujący sejsmiczne stacje graficzne SUN SPARC 2 i później SUN SPARC 20. Wykorzystanie oprogramowania LANDMARK (SeisWorks, Petroworks, LogEdit, TDQ, SynTool), jak również wielu innych programów (np. do modelowań sejsmicznych GXII firmy GXTechnology) umożliwiło nowoczesne przetwarzanie i łączną interpretację danych sejsmicznych, geofizyki wiertniczej i geologicznych.

Spośród licznej kadry geofizyków, którzy wnieśli najistotniejszy wkład w badania sejsmiczne PIG należy wymienić J. Skorupę, S. Młynarskiego, L. Dziewińską, P. Krzywca i P. Zientarę.

BADANIA GEOELEKTRYCZNE

Metody geoelektryczne stanowiły w ostatnim 50-leciu poważną pozycję w badaniach geofizycznych, które nadzorował Instytut Geologiczny. Spośród stosowanych metod największe znaczenie miały: sondowania i profilo-

wanie elektrooporowe, tomografia elektrooporowa, badania telluryczne i magnetotelluryczne.

Badania elektrooporowe wykorzystywano do rozpoznania płytkiej budowy geologicznej kraju, m.in.: określania morfologii stropu podłoża podkenozoicznego, lokalizacji uskoków, rozpoznanie litologii i formy zalegania utworów czwartorzędowych oraz do wyznaczenia granicy utworów podczwartorzędowych. Prace tego typu wykonywano w Sudetach, na bloku i monoklinie przedsudeckiej, obniżeniu podlaskim, masywie łukowskim, wyniesieniu Łeby, w synklinozie perybałtyckiej, antyklinorium pomorskim, synklinorium szczecińskim oraz na monoklinie przedsudeckiej. Szczególne znaczenie mają badania elektrooporowe przeprowadzane na potrzeby opracowania arkuszy *Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000*.

W zakresie zagadnień złożowych wykorzystywano je przede wszystkim do poszukiwania i rozpoznania obszarów występowania węgla brunatnych, wystąpień wapieni i margli, kwarcu żyłowego, stref mineralizacji rudnej, złóż surowców skaleniowych i ilastych czy złóż kruszywa naturalnego.

Badania elektrooporowe były i są powszechnie stosowane w zadaniach hydrogeologicznych, w szczególności do poszukiwania i rozpoznania warstw i struktur wodonośnych w utworach kenozoicznych i wód porowych w seriach piaskowcowych czy poszukiwania wód szczelinowych. Wyniki analiz umożliwiły zestawienie map i przekrojów charakteryzujących występowanie poziomów wodonośnych i określenie zasobów wód dla wybranych dużych regionów. Należy wspomnieć o wykonanych z powodzeniem pracach poszukiwawczych wód leczniczych dla uzdrowisk Dolnego Śląska.

Duże znaczenie miały badania wykonywane w ramach tzw. geofizyki inżynierskiej. Do najważniejszych zagadnień skutecznie rozwiązywanych w PIG, szczególnie w ostatnich 10 latach, należy zaliczyć: rozpoznawanie budowy geologicznej, szczegółową ocenę warunków budowlanych, badanie stref osuwiskowych, stabilności skarp i nasypów, wykrywanie stref migracji skażeń w gruntach i wodach podziemnych oraz ocenę stanu wałów przeciwpodziowych i innych obiektów hydrotechnicznych.

Duża ilość zgromadzonych danych elektrooporowych i ich znaczenie dla wielu dziedzin geologii spowodowała, że PIG rozpoczął zbieranie informacji zgromadzonych w dokumentacjach elektrooporowych w postaci banku danych.

W drugiej połowie lat 70. minionego stulecia na regionalnych profilach Chociwel–Łębork i Kamień Pomorski–Gryfice wykonano badania magnetotelluryczne uzupełnione głębokimi sondowaniami geoelektrycznymi pod kątem rozpoznania głębokiej budowy geologicznej kraju. W pierwszej połowie lat 80. kontynuowano prace regionalne metodą telluryczną i magnetotelluryczną w synklinorium lubelskim i Karpatach.

W latach 90. ub.w. PIG wspólnie z Akademią Górniczo-Hutniczą (AGH) i PBG opracował wieloletni projekt badań magnetotellurycznych w Karpatach, który był realizowany do roku 2002 włącznie. W ostatnich kilkunastu latach PIG angażował się w badania magnetotelluryczne na Niżu Polskim w ramach projektów: *Badania magnetotelluryczne wzdłuż profilu Zgorzelec Wiżajny (P4)* oraz *Budowa geologiczna pokrywy osadowej i podłoża krystalicznego segmentu pomorskiego bruzdy śródpolskiej na podstawie*

kompleksowych badań geofizycznych (profilowań magnetotellurycznych). Etap I: 2007–2008.

W ostatnich latach, w ramach kooperacji z PBG, informacje o badaniach magnetotellurycznych są gromadzone w postaci cyfrowej bazy danych w CBDG.

Badaniami geoelektrycznymi zajmowali się m.in.: W. Bachan, B. Dąbrowska, S. Wybraniec, J. Twarogowski.

BADANIA GEOFIZYCZNE W OTWORACH WIERTNICZYCH

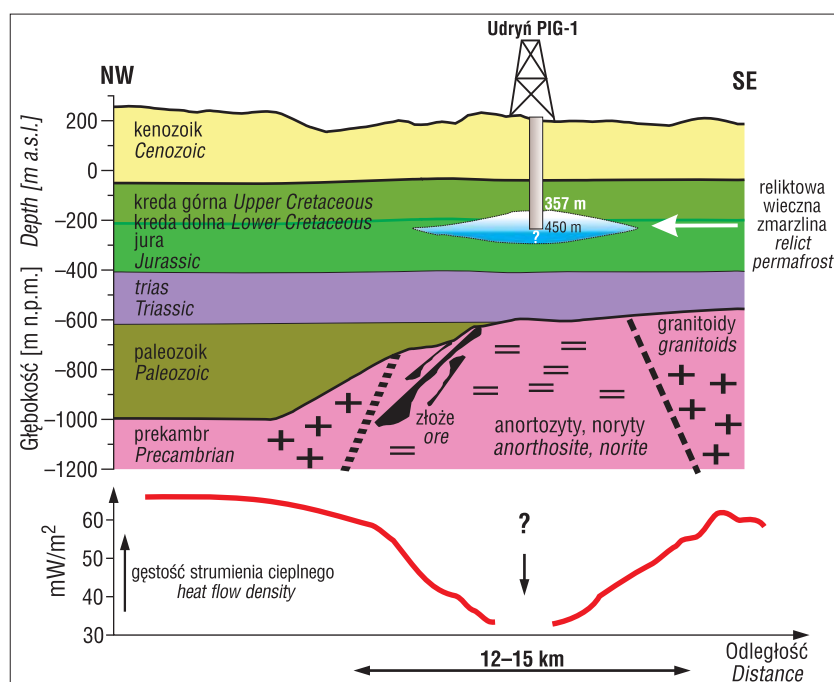
Szczególnie ważną rolę w rozpoznaniu budowy geologicznej kraju odgrywają głębokie otwory badawcze wykonywane przez Państwowy Instytut Geologiczny (wcześniej Instytut Geologiczny). W większości z nich była prowadzona badania metodami geofizyki wiertniczej. Duży procent danych geofizycznych został uzyskany za pomocą tradycyjnych, analogowych metod pomiarowych. Bezpośredni nadzór naukowo-inwestorski nad badaniami geofizycznymi w otworach sprawował w całym tym okresie Zakład Geofizyki PIG.

Obok tych zadań w Zakładzie Geofizyki były prowadzone liczne badania metodyczne ukierunkowane na opracowanie metod kalibracji sond radiometrycznych, metodyki obliczeń parametrów petrofizycznych skał *in situ*, a także poczynając od końca lat 80. ub.w., prace nad stworzeniem informatycznych narzędzi ukierunkowanych na interpretację analogowych danych geofizycznych. Wiodącą rolę miało opracowanie i konsekwentnie rozwijanie w latach 1988–2001 oryginalnego systemu interpretacyjnego GEOFLOG (Szewczyk, 1994). W systemie tym zintegrowano szeroki zakres danych związanych z otworami wiertniczymi, tj. informacje obejmujące zarówno źródłowe, jak i przetworzone dane geofizyczne, geotermiczne, petrofizyczne, litologiczne, stratygraficzne i hydrogeologiczne.

Równoległe do wymienionych powyżej prac metodycznych, systematycznie zajmowano się utworzeniem baz danych dla otworów badawczych PIG oraz kompleksową interpretacją danych geofizycznych. W wyniku tych działań, realizowanych w latach 1991–1996, w PIG została utworzona zintegrowana, w ramach systemu interpretacyjnego GEOFLOG, baza danych geofizyki wiertniczej, która obejmowała dane z ponad 800 głębokich otworów wykonanych w latach 1957–1995.

Efektom prowadzonych prac interpretacyjnych było m.in. kompleksowe zestawienie pełnych profili litologiczno-petrofizycznych dla ponad 250 głębokich otworów badawczych, głównie z obszaru Niżu Polskiego. Opracowanie oryginalnej geofizycznej metody obliczeń przewodności skał osadowych umożliwiło wykonanie jednolitej mapy strumienia ciepłego dla obszaru Polski. Analiza zmienności głębokościowej wielkości strumienia ciepłego doprowadziła do odkrycia i uwzględnienia wpływu efektów paleoklimatycznych związanych z ostatnim zlodowaczeniem na wglębny strumień ciepły dla obszaru Polski wraz z południową częścią Bałtyku (Szewczyk, Gientka, 2009).

Analiza pola ciepłego obszaru Polski pozwoliła na wysunięcie hipotezy o możliwości przetrwania głębokiej wiecznej zmarzliny w osadowej pokrywie suwalskiego masywu anortozytowego. Została ona potwierdzona odkryciem w 2010 otworem badawczym Udryń PIG-1



Ryc. 3. Uproszczony schematyczny przekrój geologiczny przez suwalski masyf anortozytowy z lokalizacją reliktywnej zmarzliny oraz otworu Udryń PIG. Pokazano również rozkład gęstości strumienia ciepłego (wg Szewczyka, 2017 – zmieniony)

Fig. 3. Simplified schematic geological cross-section of the Suwałki Anorthosite Massif with location of relict permafrost and Udryń PIG 1 borehole. Heat-flow density distribution is also shown (after Szewczyk, 2017 modified)

głębokiej wiecznej zmarzliny pochodzącej z okresu ostatniego zlodowacenia (ryc. 3) (Szewczyk, Nawrocki, 2011).

Metody geofizyki wiertniczej znalazły również swoje szerokie zastosowanie podczas analiz złóż pierwiastków promieniotwórczych takich jak uran czy tor. Na podstawie wyników uzyskanych w tych badaniach została opracowana m.in. oryginalna metoda eksploracji głęboko zalegających złóż uranu w rejonie Paślęk–Krynica Morska.

Spośród wielu pracowników zajmujących się problematyką badań geofizycznych w otworach wiertniczych należy wspomnieć: J. Frydeckiego, D. Gientkę, J. Majorowicza, L. Romana oraz J. Szewczyka.

BADANIA PALEOMAGNETYCZNE

Badania paleomagnetyczne w Instytucie Geologicznym zapoczątkowano w 1972 r., kiedy to dr Adam Dąbrowski stworzył Pracownię Badań Paleomagnetycznych. W pierwszych latach istnienia tej komórki korzystano z uprzejmości i sprzętu Instytutu Geofizyki PAN. W 1978 r., gdy Instytut zakupił czeski magnetometr rotacyjny JR-4 oraz urządzenie do rozmagnesowania próbek zmiennym polem magnetycznym, skonstruowane w Instytucie Geofizyki PAN, pracownia się usamodzielniała. Przedmiotem badań były osady czwartorzędu, początkowo iły zastoiskowe, a w następnych latach również lessy. Rozszerzenie badań na skały starsze od czwartorzędu nastąpiło w 1989 r. Pierwsze analizy z wykorzystaniem rozmagnesowania termicznego wykonywano na próbkach czerwonych, klastycznych skał permu i triasu. Obiecujące wyniki skłoniły ówczesne władze instytutu do akceptacji projektów, w ramach których rozpoczęto gromadzenie sprzętu paleomagnetycznego wysokiej klasy. W roku 1992 zakupiono czeski magnetometr rotacyjny JR-5 oraz brytyjski piec do rozmagnesowania

termicznego MMTD1, a rok później również brytyjską klatkę Faradaya MMLFC do izolacji przestrzeni laboratoryjnej od wpływów zewnętrznego pola geomagnetycznego. W kolejnych latach dzięki pozyskanym grantom i środkom inwestycyjnym instytutu uzupełniano wyposażenie laboratoryjne. Od lat 90. ub.w. do dzisiaj przedmiotem badań laboratorium są głównie skały związane z różnych okresów geologicznych. Nie zarzucono jednak badań czwartorzędowych osadów jeziornych i lessów. W pierwszych latach tego wieku rozpoczęto również analizy z zakresu magnetometrii środowiskowej, polegające głównie na pomiarach podatności magnetycznej gleb i osadów wodnych.

Przez prawie pół wieku istnienia w PIG zespołu paleomagnetycznego wykonywano tu badania skał z Polski i wielu innych krajów Europy, a także ze Spitsbergenu i Antarktyki Zachodniej. Odwiedzało ją wielu znamienitych gości z elity tej dziedziny, np. profesorowie Friedrich Heller, Ted Evans i James Channell. Pomiarów wykonywanych tutaj były podstawą wielu recenzowanych publikacji, w tym także w czasopismach o wysokich współczynnikach wpływu (np. Nawrocki, 1997; Grabowski i in., 2006). Laboratorium paleomagnetyczne instytutu było miejscem pozyskiwania danych, na których opierały się prace magisterskie, doktoraty i habilitacje. W nim powstała pierwsza wiarygodna skala magnetostratygraficzna dla skał pstrego piaskowca i wapienia muszlowego. Miejsce to było również otwarte dla licznych praktykantów z uczelni. Dzięki prowadzonym tu badaniom jest też możliwa precyzyjna korelacja stratygraficzna skał i zdarzeń w dawnym oceanie z pogranicza jury i kredy.

Skład zespołu badawczego zmieniał się w czasie. W pierwszym okresie badania paleomagnetyczne prowadził M. Tkacz, potem dołączyli kolejno J. Nawrocki (1985) i J. Grabowski (1994). W XXI w. z laboratorium korzystają również O. Rosowiecka, K. Sobień i K. Wójcik.

BADANIA SPEKTROMETRYCZNE

W Zakładzie Geofizyki PIG w latach 70. i 80. XX w. były prowadzone badania powierzchniowymi metodami spektrometrii gamma związane ze złożami uranu oraz toru. Metoda ta okazała się nadzwyczaj efektywnym narzędziem badań skutków skażeń promieniotwórczych związanych z awarią elektrowni jądrowej w Czarnobylu w 1986 r. (Szewczyk, 1990). Efektem jej zastosowania, po adaptacji w Zakładzie Geofizyki PIG, było opracowanie mapy skażeń cezem 137 dla całego obszaru Polski.

BADANIA GEOFIZYCZNE W OPRACOWANIACH KOMPLEKSOWYCH

Kompleksowa interpretacja badań geofizyki powierzchniowej, a w szczególności danych sejsmiki refleksyjnej i pomiarów pól potencjalnych, stanowi istotny

wkład w rozpoznanie wglębnej budowy geologicznej różnych rejonów Polski. Rezultatem tych interpretacji było m.in. stworzenie regionalnych przekrojów geofizyczno-geologicznych i map geofizycznych, które miały duży udział w tworzeniu wielu map geologicznych, atlasów i geologicznych opracowań monograficznych.

Oprócz wspomnianych wcześniej publikacji, w latach 90. ub.w. zrealizowano liczne projekty geofizyczne finansowane przez KBN, NFOŚiGW bądź ze środków statutowych, których celem było rozpoznanie podłoża krystalicznego NE i E Polski, kompleksowa interpretacja grawimetryczno-magnetyczna zachodniej Polski czy badania strefy szwu transeuropejskiego (Królikowski, Petecki, 2002).

Kompleksowa interpretacja danych geofizycznych była także wykorzystywana do projektowania głębokich otworów wiertniczych. Z tych ostatnich należy wymienić opracowania założeń geofizycznych dla wielu projektów badań geologicznych i geofizycznych w ramach prac Stowarzyszenia Głębokich Badań Geologicznych Polski.

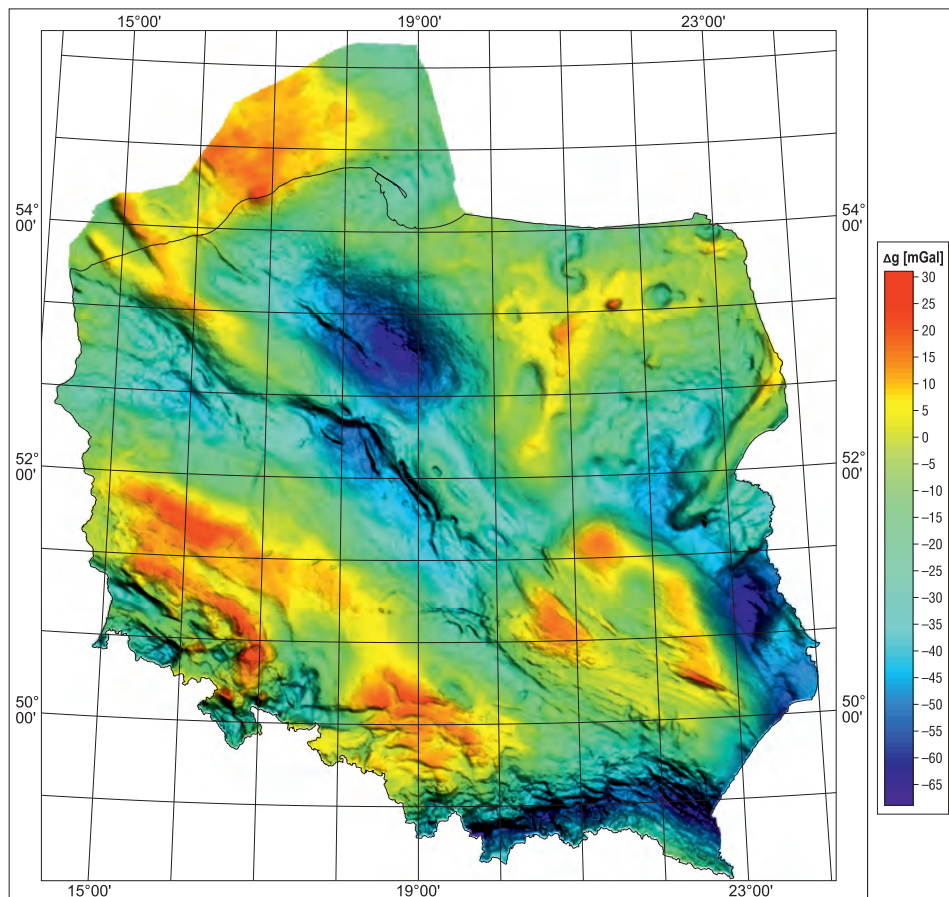
Znaczące opracowania późniejsze to m.in. *Analiza basenów sedymentacyjnych i Paleozoiczna Akrecja Polski*.

Tematem obejmującym najszersze spektrum geofizycznych metod badawczych był realizowany w latach 2001–2004 grant zamawiany KBN pt. *Paleozoiczna Akrecja Polski*.

Należy też wspomnieć o realizowanych w PIG na zlecenie NFOŚiGW tematach badawczych pt. *Budowa litosfery północnej części Polski (obszar projektu POLONAISE) na podstawie zintegrowanej analizy danych geofizycznych i geologicznych oraz Interpretacja anomalii pól potencjalnych na obszarze projektu CELEBRATION'2000*. Ostatnie duże projekty z udziałem pracowników geofizyki to *Opracowanie modelu budowy geologicznej podłoża pokrywy osadowej polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej* czy *Kompleksowa, geofizyczno-geologiczna interpretacja nowego zdjęcia całkowitego pola magnetycznego Ziemi na obszarze Sudetów i ich przedpola*.

LITERATURA

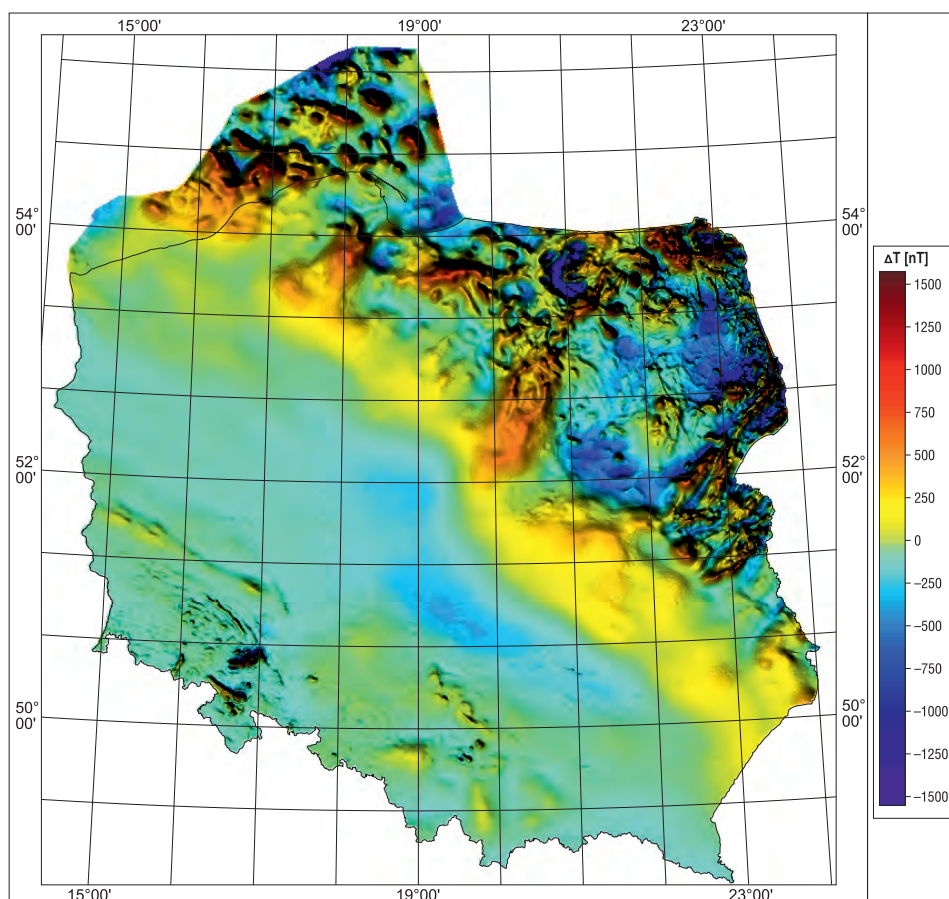
- BRONOWSKA E., BUJNOWSKI W., GROBELNY A. 1972 – Mapa grawimetryczna Polski 1:500 000. Wyd. Geol. Warszawa.
- GRABOWSKI J., KRZEMIŃSKI L., NIEŚCIERUK P., STARNAWSKA E. 2006 – Paleomagnetism of the teschenitic rocks (Lower Cretaceous) in the Outer Western Carpathians of Poland: constraints for tectonic rotations in the Silesia unit. *Geophys. J. Inter.*, 166: 1077–1094.
- KARACZUN K., KARACZUN M., BILIŃSKA M., UHRYNOWSKI A. 1978 – Mapa magnetyczna Polski. Anomalie składowej „Z” magnetyzmu ziemskiego, 1:500 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- KRÓLIKOWSKI C., PETECKI Z. 1995 – Atlas grawimetryczny Polski. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KRÓLIKOWSKI C., PETECKI Z. 2002 – Lithospheric structure across the Trans-European Suture Zone in NW Poland based on gravity data interpretation. *Geol. Quart.*, 46: 235–245.
- KRZEMIŃSKA E., KRZEMIŃSKI L., PETECKI Z., WISZNIEWSKA J., SALWA S., ŻABA J., GAIDZIK K., WILLIAMS I.S., ROSOWIECKA O., TARAN L., JOHANSSON Å., PÉCSKAY Z., DEMAIFFE D., GRABOWSKI J., ZIELIŃSKI G. 2017 – Geological Map of Crystalline Basement in the Polish part of the East European Platform 1:1 000 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MŁYNARSKI S. 2002 – Seismic refraction investigations in Poland (1964–1978) and their use in continuing studies. *Geol. Quart.*, 46 (3): 247–253.
- NARKIEWICZ M., PETECKI Z. 2017 – Basement structure of the Palaeozoic Platform in Poland. *Geol. Quart.*, 61 (2): 502–520.
- NAWROCKI J. 1997 – Permian to Early Triassic magnetostratigraphy from the Central European Basin in Poland: Implications on regional and worldwide correlations. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 152: 37–58.
- PETECKI Z., ROSOWIECKA O. 2017 – A new magnetic anomaly map of Poland and its contribution to the recognition of crystalline basement rocks. *Geol. Quart.*, 61 (4): 934–945.
- PETECKI Z. 2000 – Przetwarzanie i interpretacja pól potencjalnych w kujawskim segmencie strefy Teisseyre’a-Tornquista i zachodniej części platformy prekambryjskiej. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 392: 75–120.
- SKORUPA J. 1974 – Mapa sejsmiczna Polski. Wyd. Geol. Warszawa.
- SZEWCZYK J. 1990 – Wpływ skażeń promieniotwórczych na pole naturalnego promieniowania gamma. *Prz. Geol.*, 46 (8): 662–666.
- SZEWCZYK J. 1994 – System baz danych dla głębokich otworów badawczych. *Prz. Geol.*, 38 (10): 413–422.
- SZEWCZYK J. 2017 – Deep-seated relict lowland permafrost from the Suwałki region (NE Poland): analysis of conditions of its development and preservation northeastern Poland. *Geol. Quart.*, 40: 385–388.
- SZEWCZYK J., GIENKA D. 2009 – Terrestrial heat flow density in Poland – a new approach. *Geol. Quart.*, 53: 125–140.
- SZEWCZYK J., NAWROCKI J. 2011 – Deep-seated relict permafrost in northeastern Poland. *Boreas*, 40: 385–388.



←

Ryc. 1. Mapa anomalii grawimetrycznych w redukcji Bouguera na obszarze Polski (Królikowski, Petecki, 1995)

Fig. 1. Bouguer gravity anomaly map of Poland (Królikowski, Petecki, 1995)



←

Ryc. 2. Mapa anomalii modułu całkowitego wektora indukcji magnetycznej na obszarze Polski (Petecki, Rosowiecka, 2017)

Fig. 2. Total intensity magnetic anomaly map of Poland (Petecki, Rosowiecka, 2017)