

Streszczenie rozprawy doktorskiej

pt. „Analiza struktury podłoża prowincji łupków gazonośnych centralnej Polski w oparciu o dane grawimetryczne i magnetyczne”

Promotor: **dr hab. Stanisław Mazur, prof. ING PAN**

Tematem przeprowadzonych badań była interpretacja strukturalna danych grawimetrycznych i magnetycznych z obszaru prowincji łupków gazonośnych centralnej Polski. Rozprawa powstała w odpowiedzi na rosnące zainteresowanie gazem łupkowym ze strony przemysłu naftowego. Jej celem było dostarczenie danych pomocnych przy ocenie potencjału gazonośnego centralnej Polski i rozpoznanie głębokiego podłoża basenów sedymentacyjnych położonych na południowo-zachodnim skłonie platformy wschodnioeuropejskiej. Głównym zadaniem podjętych badań było zastosowanie dobrej jakości danych pól potencjalnych do ustalenia struktury i głębokości podłoża łupków gazonośnych oraz identyfikacji potencjalnych systemów dyslokacji. Dane te mają ważne znaczenie dla oszacowania potencjału zarówno konwencjonalnych jak i niekonwencjonalnych złóż gazu. Gaz łupkowy w tej części Polski ma swe źródło w głęboko położonych skałach sylurskich, których podłoże jest tylko fragmentarycznie poznane. Dlatego informacje na temat morfologii, struktury i głębokości podłoża sylurskich formacji łupkowych mają kluczowe znaczenie dla przyszłych poszukiwań węglowodorów.

Rozprawa obejmuje badania na pograniczu tektoniki i geofizyki w obszarze wiedzy, który nie jest jeszcze w Polsce wystarczająco upowszechniony. Wyniki badań architektury i głębokości krystalicznego podłoża centralnej Polski przy wykorzystaniu metod pól potencjalnych nie były dotąd w pełni dostępne w literaturze naukowej. Dlatego rezultaty projektu przyczyniły się do lepszego zrozumienia geologii głębokiego podłoża Polski i poszerzenia wiedzy na temat jego ewolucji tektonicznej. Jednocześnie realizacja projektu przyczyniła się do stworzenia bazy danych, która będzie mogła być wykorzystana jako punkt wyjścia dla bardziej szczegółowych badań o charakterze aplikacyjnym.

Prace przeprowadzone w ramach projektu obejmowały:

- Przetwarzanie danych grawimetrycznych i magnetycznych, stworzenie transformacji i pochodnych pola siły ciężkości i pola magnetycznego.

- Jakościową interpretację strukturalną danych grawimetrycznych i magnetycznych.
- Analizę głębokości magnetycznego podłoża przy użyciu szeregu metod takich jak dekonwolucja eulerowska, nachylenie skłonu anomalii czy lokalna długość falowa.
- Dwuwymiarowe modelowanie grawimetryczne i magnetyczne (*forward modelling*) wzdłuż 10 linii sejsmicznych projektu PolandSPAN.
- Opracowanie mapy stropu krystalicznego podłoża w oparciu o trójwymiarową inwersję danych grawimetrycznych (*inverse modelling*).
- Integrację mapy stropu podłoża z wynikami jakościowej interpretacji strukturalnej.

Interpretację map anomalii grawimetrycznych i magnetycznych przeprowadzono przy użyciu programu ArcGIS. Wyinterpretowane struktury, uskoki i nasunięcia oraz fałdy, zostały przedstawione przy pomocy jednolitego systemu symboli. Zinterpretowano łącznie 151 struktur, z których każda posiada standardowy zestaw atrybutów takich jak, między innymi, interpretacja kinematyczna, obszar występowania i rodzaj danych na podstawie, których dokonano interpretacji.

Dwuwymiarowe modelowanie grawimetryczne i magnetyczne przeprowadzono przy użyciu programu Geosoft/NGA GM-SYS. Granice ciał geologicznych zdefiniowanych w modelach zostały wyznaczone przy pomocy horyzontów z profilów sejsmicznych eksperymentu PolandSPAN. Interpretację sejsmiczną zweryfikowano przy pomocy danych otworowych pochodzących z ogólnodostępnych zasobów Państwowego Instytutu Geologicznego. Profile PolandSPAN i wykonane modele dochodzą do krawędzi platformy wschodnioeuropejskiej (strefy Teisseyre'a-Tornquista), a w kilku przypadkach ją przecinają przechodząc w brzeżne partie sąsiadujących jednostek geologicznych. Dlatego obrazują nie tylko skłon platformy i przykrywające go baseny, ale także strukturę strefy Teisseyre'a-Tornquista.

Modelowanie trójwymiarowe stropu podłoża przeprowadzono w domenie częstotliwości. W pierwszym kroku obliczono odpowiedź grawimetryczną górnego płaszcza w oparciu o dwuwarstwowy 'forward' model. Wykorzystano przy tym siatkę określającą położenie powierzchni Moho w oparciu o wyniki wcześniejszych eksperymentów sejsmiki refrakcyjnej. Obliczony sygnał generowany przez górny płaszcz odjęto od obserwowanej grawimetrii z poprawką bouguerowską. Otrzymaną w ten sposób siatkę rezydualnych anomalii grawimetrycznych wykorzystano następnie w modelowaniu inwersyjnym

stropu podłoża. Założono przy tym niski kontrast gęstości pomiędzy podłożem a przykrywającymi je skalami osadowymi dolnego paleozoiku oraz brak lateralnego gradientu gęstości w podłożu. Jako warunki brzegowe wykorzystano dwuwymiarowe horyzonty sejsmiczne z profilów PolandSPAN oraz dane otworowe.

Obszar badań obejmował południowo-zachodnią krawędź platformy wschodnioeuropejskiej, gdzie jej prekambryjskie, krystaliczne podłoże zanurza się pod młodsze sekwencje osadowe. Największy wzrost głębokości podłoża zachodzi w strefie Teisseyre'a-Tornquista, która przebiega przez centralną Polskę w kierunku NW-SE i była dotąd często interpretowana jako granica wczesnopaleozoicznych terranów. Na południowo-zachodnim skłonie platformy znajdują się wczesnopaleozoiczne baseny osadowe, bałtycki, podlaski i lubelski, które zawierają horyzonty łupków będących skałą źródłową i jednocześnie rezerwuarem węglowodorów. Wyniki projektu dowodzą, że baseny bałtycki i podlaski kontynuują się w niezaburzony sposób ku południowemu-zachodowi poza strefę Teisseyre'a-Tornquista wraz z prekambryjskim podłożem platformy wschodnioeuropejskiej. Ta prosta architektura basenów wskazuje na ich relatywnie duży potencjał węglowodorowy i przeczy występowaniu walnej granicy tektonicznej powyżej stropu prekambriu wzdłuż strefy Teisseyre'a-Tornquista. Horyzonty gazonośne w basenach bałtyckim i podlaskim mają szerokie rozprzestrzenienie i są w niewielkim stopniu zaburzone tektonicznie. Jednak w strefie Teisseyre'a-Tornquista i na południowy-zachód od niej znajdują się na tak dużej głębokości, że nie stanowią perspektywicznego celu eksploracji. Zgoła odmienna sytuacja panuje w basenie lubelskim. Jego zachodnia część została silnie zdeformowana w późnym karbonie w obrębie waryscyjskiego pasma fałdów i nasunięć. W związku z tym warstwy dolnopaleozoiczne są tam silnie zaburzone, a ich grubość została tektonicznie zduplikowana. Oznacza to, że inicjalna miąższość dolnego paleozoiku na tym obszarze była mniejsza niż mogłoby się wydawać, a wysoki stopień komplikacji tektonicznej czyni z basenu lubelskiego obszar mało perspektywiczny dla dalszych poszukiwań gazu łupkowego. W szerszym kontekście geologii europejskiej wyniki projektu dowodzą, że kaledoński front orogeniczny przebiega dalej na zachód niż dotąd przypuszczano, a rozległe baseny permo-mezozoiczne zachodniej Polski są położone na wycienionym obrzeżeniu platformy wschodnioeuropejskiej. Z drugiej strony orogen waryscyjski sięga dalej na wschód niż wcześniej sądzono i na Lubelszczyźnie wkracza na skłon platformy wschodnioeuropejskiej.

Do głównych osiągnięć naukowych w aspekcie rozpoznania regionalnej budowy geologicznej należy:

- Opracowanie mapy strukturalnej podłoża prowincji łupków gazonośnych centralnej Polski obejmującej skłon platformy wschodnioeuropejskiej oraz przyległą strefę Teisseyre'a-Tornquista.
- Wykazanie, że sekwencja paleozoicznych osadów bloku Radom-Kraśnik i zachodniej części basenu lubelskiego (po strefę Kocka) wchodzi w skład waryscyjskiego pasma fałdów i nasunięć.
- Udokumentowanie kontynuacji skorupy krystalicznej kratonu wschodnioeuropejskiego oraz jej dolnopaleozoicznej pokrywy osadowej pod platformę paleozoiczną południowo-zachodniej Polski, co przeczy istnieniu kaledońskiego szwu tektonicznego wzdłuż strefy Teisseyre'a-Tornquista.
- Wykazanie istnienia kilku skorupowego pod strefą Teisseyre'a-Tornquista w centralnej Polsce mogącego stanowić pozostałość prekambryjskiego szwu kolizyjnego.
- Pokazanie, że deformacja osadów dolnopaleozoicznych w strefie Koszalin-Chojnice ma charakter cienkoskórkowy czyli nie obejmuje krystalicznego podłoża.
- Udokumentowanie obecności anomalnej, wysokogęstościowej skorupy w podłożu bloku Radom-Kraśnik i zachodniej części basenu lubelskiego (po strefę Kocka). Geneza ciał wysokogęstościowych pozostaje niejasna, ale może wiązać się z występowaniem kopalnej, pasywnej krawędzi kontynentalnej wzdłuż strefy Teisseyre'a-Tornquista.