

Kierunki głębokich badań geologicznych (na lata 2008–2015)

Marek Jarosiński¹, Marcin Warjas²



M. Jarosiński



M. Warjas

Nowelizacja kierunków głębokich badań geologicznych

Poprzednia *Polityka resortu MOŚZNiL w dziedzinie głębokich badań geologicznych* z listopada 1995 r. jest

obecnie gruntownie nowelizowana. W poprzednim dokumencie skupiono się głównie na problemach badawczych bez określenia ich znaczenia dla gospodarki narodowej i polityki państwa w dziedzinie środowiska. Rekomendowano wówczas badania konkretnych struktur geologicznych i ich ewolucji. Kierunki polityki były utożsamiane z metodami badawczymi, spośród których wyjątkowo były eksponowane badania geofizyczne, w tym głębokie badania sejsmiczne. Zadania geologiczne zostały wówczas ograniczone do wykonania głębokich otworów wiertniczych — zaproponowano 35 otworów o głębokości 4,5–8 km. Tak sformułowana polityka została zrealizowana konsekwentnie w części dotyczącej badań geofizycznych — wykonano dużą liczbę profili sejsmicznych refrakcyjnych i magneto-

¹Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; marek.jarosinski@pgi.gov.pl

²Departament Geologii i Koncesji Geologicznych, Ministerstwo Środowiska, ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa; marcin.warjas@mos.gov.pl

tellurycznych. Nie wykonano natomiast żadnego głębokiego otworu wiertniczego. Finansowane były inne ważne projekty, obejmujące zarówno badania podstawowe jak i stosowane.

Obecnie przygotowany dokument różni się od poprzedniego, tak pod względem struktury, jak i sposobu zdefiniowania kierunków badań. Za głębokie badania geologiczne (GBG) uznaje się te, które mają znaczenie w rozpoznawaniu wglębnej budowy geologicznej i stanu fizycznego skorupy ziemskiej i litosfery, bez względu na głębokość prowadzonych obserwacji, np. badanie skał mezozoicznych lub krystalicznych w wychodniach powierzchniowych będzie należeć do dziedziny GBG. Również badania utworów czwartorzędowych mogą być zaliczone do tej dziedziny, jeżeli służą rozpoznaniu stanu fizycznego litosfery (np. struktur neotektonicznych). Poszczególne kierunki nie są utożsamiane z metodami badawczymi lub problemami geologii regionalnej (jak w poprzedniej polityce), lecz są wyodrębnione pod kątem dalekosiężnych celów, jakimi są: unowocześnienie systemu informacji geologicznej, zwiększenie jakości danych geologicznych, metodyczne uaktualnienie syntez geologicznych oraz charakterystyka uwarunkowań geologicznych realizacji strategicznych planów gospodarczych rządu RP. Takie ujęcie ułatwia interdyscyplinarne podejście do proponowanych badań i powinno owocować nową jakością wyników oraz bardziej kompleksowym ujęciem problemów.

W nowych kierunkach badań za istotne uznano zagadnienia dotyczące gospodarki narodowej, takie jak sekwestracja dwutlenku węgla lub magazynowanie paliw płynnych i gazu ziemnego w naturalnych strukturach geologicznych. Pokrewną tematyką jest rozpoznanie optymalnych miejsc podziemnego składowania w strukturach geologicznych odpadów niebezpiecznych dla środowiska. Zostały również uwzględnione kierunki zmierzające do dostarczenia społeczności nauk o Ziemi i odbiorcom biznesowym jak największej ilości danych najlepszej jakości, a także do stworzenia nowoczesnych syntez w skali kraju, przewyższających możliwości wykonawcze pojedynczych ośrodków naukowych i podmiotów gospodarczych. Syntezy takie tworzą regionalny kontekst dla podmiotów inwestujących lokalnie i powinny przyczyniać się do poprawy efektywności ich gospodarowania i kalkulacji ryzyka inwestycyjnego. W dokumencie uwzględniono również badania służące rozpoznaniu wglębnej budowy litosfery, będące podstawą spójności syntez geologicznych i modeli ewolucyjnych struktur tektonicznych, które są wykorzystywane w analizach surowcowych oraz służą zrozumieniu genezy wstrząsów sejsmicznych.

Priorytety kierunków i warunki ich realizacji

Głębokie otwory wiertnicze. Proponuje się odstępnie od koncepcji finansowania głębokich otworów badawczych ze środków publicznych, gdyż koszt uzyskanej w ten sposób informacji geologicznej jest niewspółmiernie wysoki w relacji do uzyskanych wyników. Dotychczas w Polsce wykonano ok. 7100 otworów głębszych niż 1000 m, z czego ponad połowa ma dokumentację na poziomie możliwym do wykorzystania w dobrej jakości interpretacjach geologicznych. Mamy zatem nadzwyczajną liczbę danych otworowych, w tym materiału rdzeniowego zgro-

madzonego ogromnym nakładem kosztów, który ze względu na dużą intensywność działań wiertniczych w latach 1960–1990 został opracowany pobieżnie, w stopniu niewystarczającym z punktu widzenia dzisiejszych standardów naukowych. Wraz z postępem wiedzy i metodyki analiz materiał ten był sukcesywnie wykorzystywany do nowoczesnych badań, ale nigdy nie doczekał się kompleksowej reinterpretacji. A zatem na obecnym etapie rozwoju badań geologicznych w Polsce bardziej wskazane jest finansowanie opracowań istniejącego materiału rdzeniowego i karotaży wiertniczych, niż wykonywanie kolejnych głębokich otworów, zwłaszcza że koszt jednego takiego otworu byłby większy niż reinterpretacji danych i wykonania nowych analiz z setek, a nawet tysięcy istniejących otworów.

Nie można natomiast kwestionować celowości pogłębienia lub dodatkowego rdzeniowania któregoś z naftowych otworów wiertniczych lub wykonania otworów płytkich (o głębokości do 1000 m), jeżeli otwory takie byłby przydatne do realizacji któregoś z kierunków GBG, a zwłaszcza w wypadku współfinansowania otworu przez międzynarodowy program wierceń kontynentalnych *International Continental Scientific Drilling Program* (ICDP).

Głębokie badania geofizyczne. W efekcie realizacji poprzedniej polityki badań geofizycznych osiągnięto nieporównywalny z żadnym innym miejscem w Europie stopień rozpoznania struktury sejsmicznej skorupy ziemskiej i najwyższego płaszcza. Zarówno liczba wykonanych profili sejsmiki refrakcyjnej, jak i publikacji w najlepszych czasopismach międzynarodowych jest imponująca i przewyższa pod tym względem inne przedsięwzięcia z dziedziny nauk o Ziemi w Polsce. Jednakże ze względu na ogrom danych połowych pełna interpretacja geofizyczna i geologiczna tych profili nie została jeszcze zakończona. A zatem obecne wysiłki powinny być skierowane na dalszą analizę danych, modelowanie geofizyczne i weryfikację tworzonych modeli. Uwzględnia się możliwość dofinansowania głębokiego profilu sejsmiki refleksyjnej, który powinien wnieść nową jakość do badań głębokiej struktury litosfery i poprawić efektywność wcześniejszych interpretacji danych geofizycznych. Dofinansowanie kolejnych głębokich profili refleksyjnych będzie uzależnione od oceny wyników pierwszego eksperymentu oraz od stopnia zaangażowania finansowego ze strony inwestorów komercyjnych.

Wykonane do tej pory półszczegółowe zdjęcia grawimetryczne i magnetyczne są wystarczające do przeprowadzenia syntez w skali kraju i interpretacji głębokich profili sejsmicznych. Zwiększenie rozdzielczości tych zdjęć powinno być umotywowane realizacją któregoś z zadań polityki. W ostatnich latach wykonano również znaczną liczbę profili magnetotellurycznych, w których ilość pozyskanych realnych informacji geologicznych jest nieproporcjonalna do wysokich kosztów badań. Uwzględnia się możliwość dofinansowania szczegółowych zdjęć grawimetrycznych, ewentualnie magnetotellurycznych pola wzbudzonego podczas budowy konkretnych instalacji do sekwestracji dwutlenku węgla lub magazynowania paliw płynnych, ale w takich przypadkach główną rolę powinien odgrywać inwestor branżowy.

Zastosowanie metod numerycznych. W kierunkach GBG dużą wagę przykładają się do ilościowych i cyfrowych wersji wyników badań. Podkreślić należy, że nie jest to wyłącznie kwestia techniczna, ale w najwyższym stopniu priorytet głębokich badań geologicznych, wymagający znacznej mobilizacji finansowej, organizacyjnej i kompetencyjnej środowiska nauk o Ziemi. Obecne tempo rozwoju społeczeństwa informacyjnego powoduje, że taki sposób kodowania danych i wyników jest niezbędnym warunkiem udostępnienia informacji geologicznej oraz jej dalszego przetwarzania. Szybko zwiększa się liczba odbiorców modeli numerycznych, którzy oczekują cyfrowych formatów danych i możliwości ich przestrzennej wizualizacji. Poziom rozwoju technologii komputerowej oraz rynek odbiorców uzasadniają konieczność rozwinięcia tych działań na dużą skalę. Zadania w tej dziedzinie powinny być zharmonizowane z europejską inicjatywą służb geologicznych *GeoEurope 3D*, zawiązaną w celu ujednoczenia standardów kodowania i dostępu do numerycznych modeli przestrzennych głębokiej budowy geologicznej.

Zaplecze kadrowe i instytucjonalne. Warunkiem skutecznej realizacji kierunków GBG jest odpowiednio nowoczesnie wykształcona kadra. Obecnie w Polsce nie ma wystarczającej liczby specjalistów potrafiących stosować metody matematyczne w badaniach geologicznych. Najlepiej wykształceni w tej dziedzinie są geofizycy, ale występuje niedobór ekspertów mających głęboką wiedzę o fizyce procesów geologicznych. Następuje jednak systematyczny wzrost liczby młodych geologów mających predyspozycje informatyczne. Jednocześnie na emerytury odchodzą geolodzy doświadczeni w pracy z materiałem skalnym, o głębokiej wiedzy faktograficznej. Taki stan kadry pozwala na realizację tych zadań, które powinny łączyć doświadczenie z nowoczesnością, a które mogą być trudniejsze do realizacji w nieodległej przyszłości.

Zakłada się, że większe zadania służby geologicznej będą wykonywane przez konsorcja kilku instytucji o najbogatszym doświadczeniu w danej dziedzinie. Synteza geologiczna w skali kraju wymaga szczególnych kwalifikacji, toteż do zespołów, które będą je wykonywać należy angażować najzdolniejszych absolwentów wydziałów nauk o Ziemi. Ważnym elementem realizacji kierunków GBG powinna być szeroka współpraca międzynarodowa, która gwarantuje odpowiedni poziom merytoryczny projektów, odpowiadający światowym standardom. Istotne jest również, aby wykonywane zadania wyrównywały poziom rozpoznania geologii Polski ze stanem rozpoznania innych krajów Unii Europejskiej. Postulat ten powinien być wcielany w życie głównie przez stałe kontakty z europejskimi służbami geologicznymi (np. w ramach EuroGeo-Surveys).

Kierunki głębokich badań geologicznych

1) Rozpoznanie struktury i stanu fizycznego litosfery.

W ramach tego zadania przewiduje się:

- wykonanie dwóch głębokich sejsmicznych profili refleksyjnych;
- wykonanie nowej syntezy pola termicznego Polski;

- badanie współczesnej geodynamiki skorupy ziemskiej;
- zintegrowanie modeli przestrzennych stanu fizycznego litosfery.

Rozkład temperatury i struktura pokrywy osadowej (z pól potencjalnych) mają podstawowe znaczenie w modelach generacyjnych węglowodorów oraz do geotermalnego bilansu ciepła. Z kolei informacja o naprężeniach i deformacjach jest wykorzystywana podczas eksploatacji surowców płynnych w kolektorach szczelinowych, niekonwencjonalnych złóż gazu oraz w projektowaniu podziemnych magazynów w strukturach geologicznych. Ma również duże znaczenie w zrozumieniu genezy wstrząsów sejsmicznych oraz analizie stabilności głębokich otworów i wyrobisk górniczych. Znaczenie tego kierunku z pewnością będzie rosło z czasem, wraz z upowszechnieniem numerycznych modeli geodynamiki litosfery i pełniejszym zrozumieniem zależności pomiędzy zjawiskami powierzchniowymi a litosferycznymi.

2) Synteza budowy i ewolucji tektonicznej obszaru Polski.

Kierunek ten obejmuje główne problemy ewolucji i struktury geologicznej w skali całego kraju oraz basenów sedymentacyjnych obejmujących również sąsiednie obszary. Systematyczne uaktualnianie syntez geologicznych jest wymuszone napływem dużej liczby nowych danych z przemysłu i nauki o istotnych walorach poznawczych. W obecnych rekonstrukcjach przewiduje się zwiększenie udziału nowoczesnych analiz izotopowych i ilościowych. Analizy basenów sedymentacyjnych zostały zainspirowane przez przemysł naftowy i są wykorzystywane do modelowania generacji i migracji węglowodorów. Jednakże realizacja tego kierunku nie służy bezpośrednio celom złożowym, które są zawarte w polityce badań MŚ w dziedzinie surowcowej, a zmierza do utworzenia solidnej bazy do analiz naftowych, w jak największym stopniu uwzględniającej wiedzę sedymentologiczną, strukturalną, geofizyczną i geodynamiczną. Badania takie zostały w Polsce zainicjowane przed 10 laty (projektem *Analiza basenów sedymentacyjnych* finansowanym przez NFOŚiGW), a obecnie powinny być kontynuowane i skoordynowane z opracowaniem przestrzennego modelu wgłębnej budowy geologicznej pokrywy osadowej (kierunki badań w dziedzinie kartografii). Międzynarodowa współpraca w realizacji tego zadania będzie warunkiem spójności rekonstrukcji całych basenów, wykraczających poza granice państwa. Postęp w dziedzinie badań regionalnych daje szansę na istotne korekty dotychczasowych poglądów na budowę terranową Polski oraz pierwotny zasięg facji w obrębie basenów, co może zmienić koncepcje poszukiwań węglowodorów, zarówno w Karpatach, jak i na Niżu Polskim. Również badanie podłoża krystalicznego może mieć konsekwencje złożowe. Badania powinny być prowadzone systematycznie w skali całego kraju i koniecznie we współpracy międzynarodowej. Przewiduje się wykonywanie:

- opracowania budowy geologicznej podłoża pokrywy osadowej;
- badań terranowej budowy obszaru Polski;
- nowej syntezy budowy geologicznej waryscyjskiego piętra strukturalnego;

- rekonstrukcji procesu inwersji bruzdy śródpolskiej;
- palinspastycznej rekonstrukcji geometrii basenów osadowych;
- modelowania subsydencji i ewolucji termicznej wypełnienia basenów.

3) Uzupełnienie, weryfikacja i unifikacja baz danych.

Ten kierunek powinien być realizowany systematycznie, gdyż ze względu na postęp wiedzy geologicznej i geofizycznej zawartość baz danych powinna co jakiś czas być weryfikowana. Jednakże intensywność weryfikacji i standaryzacji danych archiwalnych powinna z czasem spadać. Unifikacja formatów zbiorów danych powinna być prowadzona we współpracy międzynarodowej. Dbałość o jakość danych geologicznych, będących własnością oraz przechodzących na własność Skarbu Państwa każdego roku, jest jednym z głównych zadań służby geologicznej. Wyjątkowo duża liczba rdzeni wiertniczych w Polsce daje unikalną szansę na utworzenie modelu petrofizycznego kompleksu osadowego, który byłby wykorzystany do interpretacji danych pól potencjalnych, sejsmicznych i w modelach przepływów i mechaniki kolektorów. W ramach realizacji tego kierunku przewiduje się:

- utworzenie bazy danych parametrów petrofizycznych skał osadowych;
- weryfikację stratygrafii w Centralnej Bazie Danych Geologicznych;
- opracowanie stratotypowych odcinków rdzeni wiertniczych, które są wyjątkowo narażone na degradację;
- ujednolicanie bibliotek baz danych;
- ujednolicenie i skalibrowanie karotaży otworowych z wykorzystaniem sond najnowszej generacji;
- kontynuację opracowania profili głębokich otworów wiertniczych Państwowego Instytutu Geologicznego.

4) Rozpoznanie formacji i struktur odpowiednich do bezpiecznego geologicznego składowania CO₂ w Polsce, wraz z programem ich monitorowania.

Realizacja tego zadania wiąże się ze strategią państwa dotyczącą pakietu energetyczno-klimatycznego, w części nawiązującej do propozycji dyrektywy unijnej o geologicznym składowaniu CO₂, oraz zobowiązaniami naszego kraju wynikającymi z realizacji protokołu z Kioto i dalszymi krokami poczynionymi przez UE w tym kierunku, takimi jak limity przydzielone w ramach unijnego mechanizmu handlu uprawnieniami do emisji CO₂. Eksperymenty w dziedzinie sekwestracji dwutlenku węgla zostały już w kraju wykonane, podobnie jak wstępne rozpoznanie możliwości geologicznego składowania, brak natomiast szczegółowego tła geologicznego, które wskazywałoby systemy sekwestracyjne w poszczególnych regionach, optymalne z punktu widzenia ekonomii i bezpieczeństwa oraz zapewniałoby wiarygodne określenie bilansu potencjału sekwestracyjnego Polski. Ze względu na rozległe następstwa gospodarcze tego przedsięwzięcia trzeba je zrealizować niezwłocznie, w ramach szerokiego konsorcjum największych instytucji geologicznych i z międzynarodową koordynacją działań. Przewiduje się:

- wykonanie bilansu pojemności systemów sekwestracyjnych w warstwach solankowych Polski;

- ocenę ryzyka sekwestracji CO₂ pod kątem zagrożeń środowiska, w tym poziomów wodonośnych, oraz populacji ludzkiej;
- współudział w budowie prototypowych instalacji technologii CCS.

5) Wskazanie optymalnych miejsc magazynowania ropy naftowej, paliw i gazu ziemnego oraz składowania odpadów w strukturach geologicznych.

Rozwój tego kierunku badań, zwłaszcza rozpoznawanie optymalnych miejsc magazynowania paliw, jest związany z bezpieczeństwem energetycznym państwa, toteż zakres i tempo jego realizacji będą uzależnione od wyników analiz strategicznych w tej dziedzinie. Powinien to być obecnie jeden z priorytetów polityki rządu RP. W najbliższych latach prace mają się koncentrować głównie na bezzbiornikowym magazynowaniu płynnych mediów w utworach solnych. Z funduszy publicznych powinno być finansowane wstępne rozpoznanie geologiczne wybranych formacji, zmierzające do wskazania optymalnej i bezpiecznej dla środowiska lokalizacji. Następnie konkretne inwestycje mają być prowadzone i finansowane przez inwestorów przemysłowych i komercyjnych. Magazynowanie mediów gazowych jest także możliwe w skałach porowatych, toteż w miarę zapotrzebowania będą prowadzone prace badawcze również w tym kierunku, uwzględniające zwłaszcza wyczerpane złoża węglowodorów o dogodnym logistycznie położeniu. W ramach realizacji tego projektu przewiduje się rozpoznanie geologiczne:

- złoża pokładowego soli kamiennej w rejonie Gdańska i Tczewa;
- szcerpanych złóż węglowodorów pod kątem bezzbiornikowego magazynowania ropy naftowej, paliw i gazu ziemnego;
- optymalnych miejsc składowania odpadów niebezpiecznych i promieniotwórczych w naturalnych strukturach geologicznych i wyrobiskach górniczych.

Podsumowanie

Poszczególne kierunki głębokich badań geologicznych tworzą sprzężony system, a zadania są ułożone sekwencyjnie, tak aby wyniki jednych zadań mogły służyć realizacji kolejnych. Niektóre kierunki GBG mają istotne punkty styżne z innymi kierunkami badań resortu, a zwłaszcza w geologii surowcowej w poszukiwaniach węglowodorów oraz w kartografii w zakresie modeli struktur wgłębnych. Ze względu na nowatorski charakter wielu zadań, warunkiem ich wykonania będzie opracowanie metodyki, wyznaczenie nowych standardów badań, a w niektórych wypadkach również wyposażenie w nową aparaturę i oprogramowanie. Przedstawione kierunki głębokich badań geologicznych wpisują się w zakres prowadzonych na całym świecie badań geologicznych prezentowanych na Kongresie Geologicznym w Oslo. Realizacja zaplanowanych głębokich badań geologicznych jest warunkiem niezbędnym do racjonalnego zagospodarowania zasobów naturalnych Polski i jest wskazane, aby przedstawione zadania były finansowane ze środków publicznych. Większość przedstawionych kierunków należy do stałych obowiązków służby geologicznej i dlatego nie należy się spodziewać ich zamknięcia do 2015 r.