

Geofizyka inżynierska w otworach wiertniczych – doświadczenia Państwowego Instytutu Geologicznego-PIB i potencjalne kierunki rozwoju

Szymon Ostrowski¹, Marcin Lasocki¹, Piotr Wilkołazki¹

Stale zwiększanie komplikacji konstrukcji inżynierskich powoduje, że ich oddziaływanie na podłoże staje się coraz większe i coraz bardziej złożone. W związku z tym narasta konieczność, aby projektanci uwzględniali i coraz

precyzyjniej określali interakcje pomiędzy powstającą konstrukcją a podłożem. W wielu przypadkach wymagane jest nie tylko określenie litologii i rozpoznanie parametrów wytrzymałościowych podłoża, ale także parametrów mecha-

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; szymon.ostrowski@pgi.gov.pl; marcin.lasocki@pgi.gov.pl; piotr.wilkolazki@pgi.gov.pl

nicznych odkształceń sprężystych. Istotne staje się również przestrzenne odwzorowanie budowy geologicznej, nieosiągalne za pomocą punktowego opróbowania i parametrów uzyskiwanych w wyniku badań laboratoryjnych. W wielu przypadkach, gdy jest wymagane precyzyjne rozpoznanie parametrów podłoża, angażuje się do tego celu otworowe warianty badań geofizyki inżynierskiej, takie jak profilowanie prędkości fal sejsmicznych, a także techniki wywodzące się z tradycyjnej (głębokiej) geofizyki wiertniczej, np. profilowanie promieniotwórczości naturalnej, profilowanie oporności lub przewodności czy sondę zwaną telewizorem akustycznym. Część badań z zakresu inżynierskiej geofizyki wiertniczej umożliwia również przestrzenne odwzorowanie niektórych parametrów na podstawie danych z dwóch lub więcej otworów wiertniczych zlokalizowanych blisko siebie.

Otwory wiertnicze wykorzystywane do geofizycznych badań inżynierskich mają zwykle głębokość do kilkudziesięciu metrów. Jednak do realizacji skomplikowanych inwestycji jest wymagane korzystanie z otworów o głębokości ponad 100 m. Na przykład głębokość projektowa otworów wykorzystanych do wytypowania odpowiedniej lokalizacji elektrowni atomowej wyniosła 200 m, a głębokość otworów potrzebnych do wykonania tuneli – ponad 100 m, ponieważ dno otworu musi sięgać poniżej spągu tunelu. Taka głębokość lokuje te otwory w strefie pośredniej pomiędzy otworami płytkimi a głębokimi.

W badaniach otworowych geofizyki inżynierskiej szczególnie często są wykorzystywane techniki pozwalające na precyzyjne określenie profilu prędkości sejsmicznych fal podłużnych (P) i poprzecznych (S). Prędkości te mierzy się z dużą rozdzielczością pionową, zwykle w interwałach jednometrowych, wykorzystując do tego celu kilka technik pomiarowych. Technika *cross-hole* (międzyotworowe prześwietlania sejsmiczne) wymaga dostępu do minimum 2

specjalnie przygotowanych otworów; w jednym jest zapuszczane źródło fal sejsmicznych, a w drugim – odbiornik lub zespół odbiorników. Pomiar polega na określeniu czasu przejścia fali między otworami na odcinku o znanej długości. Inną techniką wykorzystywaną do profilowań sejsmicznych jest tzw. *P-S logging*, lub *suspension logging*. Stosując tę technikę, do jednego otworu zapuszcza się układ składający się ze źródła oraz dwóch oddalonych od siebie grup odbiorników. Prędkość fal sejsmicznych określa się na podstawie względnego opóźnienia przejścia fali pomiędzy dwoma odbiornikami oddalonymi od siebie o stałą odległość (zwykle 1 m). Najmniej dokładne są techniki pionowych profilowań sejsmicznych polegające na pomiarze czasu przejścia fali pomiędzy powierzchnią a zestawem odbiorników w otworze.

Precyzyjny pomiar prędkości fal sejsmicznych S i P umożliwia wyznaczenie istotnych parametrów mechanicznych odkształceń sprężystych, przede wszystkim modułów odkształcalności liniowej (moduł Younga, E_0), modułu sprężystości poprzecznej (Kirchhoffa, G_0), a także małych odkształceń sprężystych oraz współczynnika Poissona (ν).

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy (PIG-PIB) wykonuje otworowe badania geofizyki inżynierskiej metodą *cross-hole*, badania *P-S logging*, badania *downhole* oraz akcesoryczne badania krzywizny otworów wiertniczych. Parametry wykorzystywanych urządzeń ograniczają zasięg głębokości badań do 100 m z zastosowaniem techniki *cross-hole* i do ok. 170 m techniką *P-S logging*. Pomiar krzywizny otworów jest ograniczony do głębokości 100 m. Wydaje się zasadne rozszerzenie zakresu otworowych badań geofizycznych i ich głębokości, zgodnie z możliwościami aparatury i kompetencjami personelu. Wyniki takich badań mogą znacząco zwiększyć liczbę danych o budowie geologicznej kraju.