

Tytuł rozprawy doktorskiej: **Otworowy monitoring mikrosejsmiczny szczelinowania hydraulicznego warstw z niekonwencjonalnymi złożami gazu ziemnego. Optymalizacja metod akwizycji, przetwarzania i interpretacji danych pomiarowych**

Streszczenie

Pomiary mikrosejsmiczności indukowanej szczelinowaniem hydraulicznym, zwane powszechnie monitoringiem mikrosejsmicznym, wykonywane są w celu lokalizacji hipocentrow, wyznaczenia magnitud indukowanych wstrząsów oraz określenia rozkładu sił w ich ognisku. Prace monitoringu mikrosejsmicznego prowadzone są zwyczajowo w czterech etapach, na które składają się: projektowanie, akwizycja, przetwarzanie oraz interpretacja otrzymanych wyników, niejednokrotnie w korelacji z wynikami innych metod geofizycznych.

Głównym celem prezentowanej rozprawy o tytule: „Otworowy monitoring mikrosejsmiczny szczelinowania hydraulicznego warstw z niekonwencjonalnymi złożami gazu ziemnego. Optymalizacja metod akwizycji, przetwarzania i interpretacji danych pomiarowych” było dostosowanie i zoptymalizowanie technologii akwizycji oraz przetwarzania i interpretacji danych otworowego monitoringu mikrosejsmicznego szczelinowania hydraulicznego perspektywicznych warstw łupków gazonośnych, występujących na znacznych głębokościach na północy Polski.

W pracy zaprezentowano jeden z pierwszych eksperymentów mikrosejsmicznych w polskich warunkach geologicznych. Przedstawiono innowacyjne podejście do planowania, akwizycji, przetwarzania oraz interpretacji danych otworowego monitoringu mikrosejsmicznego. Główną inspiracją do napisania pracy był problem rejestracji mikrosejsmiczności indukowanej ze znacznych odległości od rozstawu monitorującego (sięgających 1.5 km) oraz dużych głębokości (około 4 km).

W ramach przeprowadzonych prac zaplanowano i nadzorowano prace akwizycji oraz wykonano szczegółowe przetwarzanie i interpretację danych uzyskanych w wyniku szczelinowania hydraulicznego warstw łupków gazonośnych w poziomym odcinku otworu Wysin – 2H/2Hbis. Zaprojektowano i opatentowano układ pomiarowy o długości 334 metrów, składający się z 18 trójkomponentowych geofonów ze zmiennym interwałem pomiędzy nimi, który wykorzystany został również w innym projekcie realizowanym przez PGNiG podczas

szczelinowania hydraulicznego poziomego odcinka otworu Wysin – 3H (Pat.236331, „Układ lokalizacji epicentrow wstrząsów indukowanych”).

Przetwarzanie zarejestrowanych danych otworowego monitoringu mikrosejsmicznego składało się z dwóch etapów. Pierwszy z nich obejmował przygotowanie danych i modeli prędkości, dla drugiego etapu obejmującego znakowanie pierwszych wstąpień fal użytecznych wykrytych zdarzeń oraz ich lokalizację. Przetwarzanie wykonano w wariacie izotropowym i anizotropowym. Zlokalizowano 586 wiarygodnych zdarzeń mikrosejsmicznych, nawet z pierwszych etapów szczelinowania odległych od otworu monitorującego o około 1600 metrów. Na etapie przetwarzania izotropowego zidentyfikowano wpływ cienkiej, wysokoprędkościowej warstwy gradientowej, znajdującej się w połowie układu pomiarowego, na rejestrowane dane, powodującej zakrzywienie promienia sejsmicznego, a tym samym trudności w osiągnięciu pożądanej dokładności głębokościowej lokalizacji zdarzeń. Problem ten rozwiązano na etapie przetwarzania anizotropowego.

Podczas prowadzonych prac stwierdzono, że uwzględnienie poprawki na tłumienie ośrodka geologicznego ma istotny wpływ na wielkość wyznaczanych magnitud. Dla wszystkich ognisk zlokalizowanych podczas szczelinowania otworu Wysin – 2H/2Hbis obliczone magnitudy mieszczą się w przedziale -2.32 do -0.94, ze średnią wartością -1.88, w przypadku gdy nie uwzględniona została korekta na tłumienie, natomiast po jej zastosowaniu wielkość magnitud mieści się w przedziale -2.26 do -0.83, ze średnią wartością równą -1.78.

Jedną z istotnych informacji uzyskiwanych z danych mikrosejsmicznych jest objętość strefy występowania zdarzeń mikrosejsmicznych SRV, którą dla rozpatrywanego przypadku można oszacować na około 51 [mln m³]. Ponadto wykres wskaźnika złożoności szczelin (FCI) dla poszczególnych etapów szczelinowania horyzontalnej części otworu Wysin – 2H/2Hbis wskazuje, że zdecydowana większość etapów mieści się w przedziale wielkości tego wskaźnika z zakresu 0.1 – 0.5, co z kolei wskazuje na średnią złożoność powstałych w czasie prac szczelinowania hydraulicznego sieci szczelin

Słowa kluczowe: mikrosejsmika, gaz łupkowy, szczelinowanie hydrauliczne, anizotropia