

Prof. Dr hab. Inż. Andrzej Kostecki
Państwowy Instytut Badań Nafty i Gazu

Recenzja rozprawy doktorskiej pt. „Konstrukcja sejsmicznego modelu utworów polodowcowych na bazie kompleksowych pomiarów sejsmiki wysokiej rozdzielczości w płn.-Zach. Części Niżu Polskiego”

Autor: mgr inż. Rafał Matuła

Tytuł rozprawy ma charakter zbyt ogólny sędzę, że powinien być uzupełniony w numer profilu – 1751 AGH. Biorąc pod uwagę zmienność warunków lito – facjalnych i morfologicznych płytko zalegających utworów morenowych nie można bowiem gwarantować, że lokalnie uzyskane rezultaty będą stanowić w charakterystyce, którą można rozpowszechnić na obszar płn.-zach. części Niżu Polskiego.

Wspomniany profil w długości odcinka badawczego – 6,5 km, usytuowany został w rejonie Wącza. Podstawowym źródłem informacji bezpośrednich w ośrodku morenowym jest otwór OT-1 zlokalizowany w pobliżu profilu badawczego. Autor poświęcił sporo uwagi badaniom geologiczno – geofizycznym w oparciu o literaturę polską i zagraniczną, utworów polodowcowych stwierdzając ich niewielki zakres sejsmiczny w Polsce. W rozumieniu badań sejsmicznych w prospekcji naftowej utworów polodowcowe stanowią utrudnienie w penetracji głębokości struktur i nie są przedmiotem zainteresowania rutynowych prac polowych.

W autorskim programie badawczym sejsmiki inżynierska obejmowała badania refleksyjne oraz w charakterze uzupełniającym: refrakcję, tomograficzny wariant oraz wielokanałową analizę fal powierzchniowych (MASW). Warto zauważyć, że jest to bogaty zestaw metodyczny w porównaniu z badaniami stosowanymi przez innych badaczy. Autor dysponował systemem rejestracji Geode DZ renomowanej firmy Geometrics zredukowanym do postaci dwuwymiarowej z użyciem odbiorników 4,5 Hz i 10 Hz.

Badania polowe w metodzie MASW oparto o mobilny układ odbiorczy zwany „land streamerem” wzorowanym na wersji stosowanej w sejsmice morskiej. W tym przypadku, poza ekonomicznym aspektem, kluczowym czynnikiem jest zabezpieczenie prawidłowego kontaktu odbiorników z podłożem. Przykładowa rejestracja pola falowego na rys. 3.4-6 dokumentuje bardzo dobrą jakość rejestracji przy mobilnym kontakcie z gruntem w porównaniu ze stacjonarnym wariantem pomiaru. Właściwe badania polowe zostały poprzedzone testami polowymi co pozwoliło ustalić prawidłowy układ akwizycyjny zarówno dla badań refleksyjnych jak i refrakcyjnych. Szczegółowy test przeprowadzono również metodą MASW posługując się układem odbiorczym w interwale między odbiornikami równym 1m. Eksperyment ten pozwolił ustalić strefę bliskiego pola falowego i zdefiniować pozycję źródła wzbudzenia fal względem rozstawu pomiarowego dla otrzymania właściwego zapisu fali powierzchniowej.

Badania sejsmiczne były wspomagane pomiarami w otworze OT-1, gdzie wykonano analizę fali podłużnej i fali poprzecznej w pionowej polaryzacji SV. Uzyskanie w kilku przypadkach prędkości fal poprzecznych większych od fal podłużnych można wytłumaczyć odstępstwami ośrodka od warunków obowiązujących w ośrodku sprężystym. Metoda wielokanałowej analizy powierzchniowej fali Rayleigha oparta o spektralny sposób uzyskania dyspersyjnych związków w wersji zaproponowanej przez Parka(1998) jest użytecznym narzędziem rozpoznania ośrodka. W metodzie tej poszukuje się skończonego układu parametrów fizycznych w formie macierzowej

zawierającej cztery wektory: prędkość fali podłużnej, fali poprzecznej, gęstości pozornej, rozkładu miąższości warstw.

Analiza zapisów fali powierzchniowej została wykonana przy użyciu komercyjnego oprogramowania Seisimager oraz Geopsypack. W procesie stosowania metody MASW kontrolowano inwersję przy zachowaniu jednolitego sposobu parametryzacji zdefiniowanego interakcyjnie przy użyciu otworowego rozkładu prędkości fali SV. Rozdzielczość metody wielokanałowej analizy fali powierzchniowej w strefie do 10 m jest bardzo wysoka i osiąga średnio wartości do 1,5 m, natomiast poniżej 15 m wartość ta wzrasta prawie siedmiokrotnie. Wraz ze zwiększającą się głębokością wielokanałowa analiza fal powierzchniowych traci swą rozdzielczość oraz zasięg penetracji. Stanowi to podstawowe ograniczenie metody.

Analizę danych refrakcyjnych dokonywano zarówno konwencjonalną metodą jak również stosowano tomografię. Analizę przeprowadzono stosując system komercyjny Vista Seismic Processing, natomiast inwersję tomograficzną wykonano w programie Seisimager. W obydwu przypadkach stwierdzono, że zdefiniowanie pierwszych wstąpień fali załamanej ma kluczowe znaczenie dla dokładności odwzorowania ośrodka. W utworach polodowcowych zmienność zapisu refrakcyjnego utrudnia ich obrazowanie. Wzmiankowana niestabilność polega na zaburzeniu ciągłości faz sygnału fali załamanej, a zasadnicza trudność z dokładnym zdefiniowaniem czasu pierwszych wstąpień związana jest z pojawieniem się kilku fazowych zespołów falowych zanikających kaskadowo z odległością od źródła drgań. Systematyczna eliminacja niskoczęstotliwościowych komponentów fali refrakcyjnej doprowadziła do podniesienia czytelności zapisu. W tym przypadku efektywny okazał się filtr pasmowy Ormsbiego. Interesującym okazał się eksperyment wykonany na tym samym profilu dla dokonania porównania ocen poprawek statycznych w metodzie rutynowej wersji dla penetracji głębokości elementów ośrodka i tych płytko zalegających badanych metodą inżynierską.

Decydującym dla oceny dokładności poprawek jest widmo spektralne drgań znacznie wyższe (częstotliwość dominująca ok. 80 Hz) w wersji inżynierskiej niż sygnału wzbudzonego wibratorem (ok. 30 Hz). Stąd słuszny wniosek autora, że dokładność poprawek statycznych determinowana jest rozdzielczością sygnałów. Stosunkowo mała ilość publikacji na powyższy temat wynika prawdopodobnie stąd, że jest to kwestia natury technicznej a nie teoretycznej wynikająca z zasady propagacji fal. Proces konstrukcji modelu sejsmo – geologicznego, a więc zasadniczego celu rozprawy jest wieloetapowym obrazowaniem ośrodka opartym w pierwszym etapie o uproszczony schemat propagacji czoła lodowca powodującego deformację osadów na jego przedpolu. W kolejnym etapie autor wprowadził pojęcie sejsmo – facji wzorując się na opisie generalnie sejsmostratygrafii w nawiązaniu do interpretacji sejsmo – facjalnej.

W oparciu o wyniki badań otworowych oraz konwersję czasowo- głębokościową dokonano estymacji poziomów zalegania horyzontów refleksyjnych, które skonfrontowano z posiadanymi danymi otworowymi z dokumentacji arkusza Nadarzyce. Bardziej szczegółowa analiza oparta na tomografii refrakcyjnej i metodzie MASW posłużyła do porównania z danymi głębokościowymi badań refleksyjnych. Autor powiązał ocenę właściwości geomechanicznych utworów polodowcowych z współczynnikiem Poissona oraz stosunkiem prędkości fali podłużnej do prędkości fali poprzecznej, co posłużyło jako miara zwięzłości podłoża i stopnia saturacji materiału niskoskonsolidowanego. Finalnym etapem rozprawy opracowanie modelu sejsmo-geologicznego utworów polodowcowych- modelu glaci-tektonicznego.

Przedłożona rozprawa doktorska stanowi bardzo obszerne studium badawcze rozpoznania utworów polodowcowych i jest jedynym tak wszechstronnym udokumentowanym opracowaniem

sejsmicznym tego zagadnienia w Polsce. Obszerne studium zawiera nieco usterek; w opisie spotyka się liczne kolokwializmy i nieprecyzyjne sformułowania, a ponadto błędny w pisowni. Relacja 4.2-7 według Parka jest nieprawidłowo zaprezentowana, co przypuszczalnie spowodowane jest podobieństwem oznaczeń zmiennej i parametru. Sposób obliczeń wskazuje na prawidłowość posługiwania się w/w relacją. Tekst rozprawy jest zbyt obszerny (str. 241). Jest to spowodowane głównie przez zbyt szerokie opisy poszczególnych metod sejsmicznych na poziomie podstawowym.

Reasumując, praca mgr inż. Rafała Matuły spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim. Stawiam wniosek o nadanie mgr inż. Rafałowi Matuła stopnia doktora nauk o ziemi.

Podpisano:



14.12.2016