

Streszczenie

Praca doktorska pt.: „Zróznicowanie w budowie górnego płaszczu Ziemi na podstawie modelowania sejsmicznego fal P dla wybranych jednostek tektonicznych” miała na celu analizę sejsmicznego pola falowego fal P z odległości epicentralnych 1500-3000 km i na tej podstawie określenie prędkościowej struktury górnego płaszczu Ziemi dla wybranych jednostek tektonicznych. Źródłem fal sejsmicznych były naturalne trzęsienia Ziemi. W wyniku modelowania pola falowego określono rozkład głębokości głównych granic sejsmicznych w obszarze górnego płaszczu. Niniejsza praca pozwoliła na przedstawienie jednowymiarowego modelu dla strefy brzeżnej platformy prekambryjskiej wschodniej Europy, jak również modelu dwuwymiarowego dla południowej części kratonu północnoamerykańskiego. Wybór analizowanych jednostek tektonicznych wynikał z dostępu do danych, jakimi były sejsmogramy.

W pracy zastosowane zostały dwa różne podejścia do modelowania sejsmicznego. W przypadku analizy w obrębie brzeżnej części kratonu północnoamerykańskiego wykorzystano dane z projektu USArray, które umożliwiły utworzenie sekcji sejsmicznych z zapisów pojedynczych zjawisk na wielu stacjach jednocześnie. W przypadku analizy dla brzeżnej części kratonu wschodnioeuropejskiego obecnie nie dysponujemy tak gęstą siecią sejsmiczną, dlatego wykorzystane zostało odwrotne podejście, w którym do przygotowania sekcji sejsmicznych posłużyły zapisy wielu wstrząsów z poszczególnych azymutów zapisane na jednej stacji w okolicy Suwałk (SUW).

Kraton północnoamerykański jest rejonem asejsmicznym, dlatego przy wyborze profilu do analizy jego brzeżnej części bardzo istotny był rozkład wstrząsów. Niemniej ważne przy wyborze było umiejscowienie profilu w obrębie Stanów Zjednoczonych, gdyż na ich obszarze pokrycie stacjami sejsmicznymi z projektu USArray dostarczyło dużej ilości danych (około 400 dla każdego, odpowiednio silnego wstrząsu powyżej 3.8 mb). Fakt wystąpienia zjawisk sejsmicznych w rejonie stanów Kolorado i Wirginia przyczynił się do umiejscowienia linii profilu w taki sposób, żeby umożliwić wykorzystanie tych danych, gdyż wstrząsy na tych obszarach występują stosunkowo rzadko. Sejsmogramy z tych wstrząsów pozwoliły na stworzenie sekcji sejsmicznych, do modelowania jedno- i dwuwymiarowego, w obszarze

południowej, brzeżnej części kratonu północnoamerykańskiego. Dodatkowo wykorzystano także wstrząsy z rejonu Kalifornii, Arizony, Oklahomy oraz południowej Indiany, dzięki czemu możliwa była analiza pola falowego także dla zachodniej, aktywnej tektonicznie części Stanów.

W przypadku modelowania brzeżnej części kratonu wschodnioeuropejskiego wykorzystano dane zarejestrowane na polskiej stacji leżącej w okolicy Suwałk (SUW). Zapisy z tej stacji charakteryzują się stosunkowo wysoką wartością sygnału użytecznego i relatywnie prostym polem falowym przez to, że stacja zlokalizowana jest na stabilnej części kratonu wschodnioeuropejskiego z cienką warstwą sedymentów. Rejestracja na stacji w Suwałkach (SUW) umożliwiła analizę budowy brzeżnej części kratonu w rejonie Europy Centralnej. Wykorzystane trzęsienia ziemi z czterech sektorów azymutalnych (ryftu północnoatlantyckiego, zachodniej części Morza Śródziemnego, rejonu Grecji i Turcji oraz rejonu kaukaskiego) pozwoliły na stworzenie modelu MP1-SUW, który pokazuje charakterystyczne dla brzeżnej części kratonu główne nieciągłości sejsmiczne.

Głównym zagadnieniem było oszacowanie głębokości i przebiegu takich nieciągłości sejsmicznych jak strop (nieciągłość 8°) i spąg strefy obniżonych prędkości (nieciągłość Lehmann), oraz nieciągłości „300” i „410” km. Wszystkie wymienione granice charakteryzowały skokowe zmiany wartości prędkości fal P. Zaobserwowano także wąską strefę obniżonych prędkości powyżej nieciągłości „410” km, która powodowała obniżenie głębokości tej nieciągłości.

Do modelowania struktur górnopłaszczowych wykorzystana została teoria promieniowa. Metoda ta zakłada, że położenie (głębokości) nieciągłości sejsmicznych i parametry fizyczne charakteryzujące ośrodek propagacji fal modelowane są w taki sposób, by promienie sejsmiczne trafiały dokładnie w punkty obserwacyjne w czasach odpowiadających danym na hodografie (zależności czasów rejestracji poszczególnych fal od odległości). Jest to typowe rozwiązanie zagadnienia prostego, zwanego także metodą prób i błędów. W przypadku modelowania jednowymiarowego wykorzystano podejście kinematyczne do rozwiązania zagadnienia prostego, a do weryfikacji wyników podejście dynamiczne, które pozwala na analizę amplitud fal na sekcji sejsmicznej (sejsmogramy syntetyczne), natomiast do modelowania dwuwymiarowego zastosowano metodę inwersji pierwszych wstąpień. Końcowym wynikiem przetwarzania jest obraz sejsmiczny, pokazujący ułożenie warstw w górnym płaszczu Ziemi.

Uzyskany rozkład prędkości sejsmicznych fal P wzdłuż profilu Kalifornia – Wirginia (około 3500 km) do głębokości 600 km pokazuje zmienność charakteru pola falowego dla aktywnej i pasywnej tektonicznie części profilu. Z kolei model MP1-SUW daje spójny obraz struktury, w którym spąg strefy obniżonych prędkości oszacowano na 220 km, wyróżniono obecność nieciągłości na głębokości 335 km oraz wąską strefę obniżonych prędkości powyżej nieciągłości 410 km, którą w modelu przyjęto na głębokości 440 km. Porównanie i podobieństwo wyników dla dwóch równoległych jednostek tektonicznych przy wykorzystaniu różnego podejścia pokazuje, iż analiza zapisów sejsmicznych z jednej tylko stacji SUW stanowi bogate źródło wiedzy o budowie górnego płaszcza Ziemi.

Praca składa się z sześciu rozdziałów. W pierwszym rozdziale zawarta została charakterystyka obu badanych jednostek, na którą składa się opis geologiczny oraz obecny stan badań. Kolejny rozdział zawiera informacje o wykorzystanych w analizie danych w postaci sejsmogramów z uwzględnieniem projektów, które ich dostarczyły. Rozdział trzeci dotyczy podstaw teorii promieniowej wraz z opisem programów użytych do modelowania, zaś w rozdziale czwartym zaprezentowane zostały wyniki modelowania sejsmicznego w postaci dwuwymiarowego modelu dla profilu Kalifornia – Wirginia oraz jednowymiarowego modelu MP1-SUW. Analiza tych modeli została uzupełniona o analizę dokładności modelowania. Rozdział piąty przedstawia interpretację uzyskanych wyników w powiązaniu z ewolucją badanych obszarów. Ostatni, szósty rozdział podsumowuje całą pracę oraz jej wyniki.

Analiza uzyskanych wyników prowadzi do wniosków, iż procesy tektoniczne zachodzące w brzeżnym rejonie kratonów północnoamerykańskiego i wschodnioeuropejskiego mają wpływ na układ i charakter granic sejsmicznych. Procesy subdukcji oraz zamykania się światowych oceanów mogą wyjaśniać obecność nieciągłości na głębokości około 300 km, jak również wąskiej strefy obniżonych prędkości nad nieciągłością 410 km. Te anomalne struktury wynikają bowiem z innej temperatury subdukującej płyty oraz z obecności wody, która została wciągnięta na duże głębokości.

Monika Dec