

OPINIA

dotycząca wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie fizyka dr Monice Wilde-Piórko

1. Podstawowe dane o kandydacie – dr Monika Wilde-Piórko

Wykształcenie: mgr fizyki, specjalność: fizyka litosfery, Instytut Geofizyki, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, rok 1997.

Stopień naukowy doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki: Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, rok 2002, za rozprawę „Modelling of seismic structure of the crust and upper mantle from receiver function”.

Zatrudnienie: Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

2. Omówienie i ocena osiągnięcia naukowego

Pani dr Monika Wilde-Piórko przedłożyła osiągnięcie naukowe pt.: „**Sejsmiczna funkcja odbioru - techniki badania struktury litosfery i strefy przejściowej płaszcza Ziemi**”, które składa się z pięciu artykułów opublikowanych w latach 2005 – 2017. Jeden artykuł [H4] napisany został przez samą Habilitantkę, pozostałe cztery [H1, H2, H3 i H5] są wielo-autorskie. W trzech z nich [H1, H2 i H5] doktor Wilde-Piórko jest pierwszym autorem, a w czwartej [H3] pierwszym autorem jest autor pracy magisterskiej, której opiekunem była Habilitantka. Wszyscy współautorzy określili swój udział w powstawaniu publikacji. Wszystkie prace opublikowane zostały w czasopismach z t.z. listy filadelfijskiej: *Polish Polar Research* [H4], *Studia Geophysica et Geodetica* [H1], *Tectonophysics* [H2], *Acta Geophysica* [H3] oraz *Journal of Seismology* [H5].

Analiza, zgłoszonych jako habilitacja, prac zgodnie z ich chronologią pokazuje krytyczne i zarazem twórcze podejście Habilitantki do tematu rozpoznania struktury litosfery i strefy przejściowej w płaszczu w oparciu o analizę fal dalekich trzęsień Ziemi. Mimo uzyskania interesujących wyników np. na obszarze Masywu Czeskiego (*Wilde-Piórko M., Saul J., Grad M. - Differences in the crustal and uppermost mantle structure of the Bohemian Massif from teleseismic receiver function - H1*) czy też strefy TESZ (*Wilde-Piórko M., Świeczek M., Grad M., Majdański M. - Integrated seismic model of the crust and upper mantle of the Trans-European Suture zone between the Precambrian craton and Phanerozoic terrans in Central Europe - H2*) Pani doktor Wilde-Piórko podejmuje badania, których celem jest zarówno poprawa rozdzielczości rejestrowanych fal jak i ocena stosowanych metod ich interpretacji. Wyniki swych dalszych, cząstkowych badań publikuje w następujących pracach: *Trojanowski J., Wilde-Piórko M. - S-Velocity Structure Beneath the Bohemian Massif from Monte Carlo Inversion of Seismic Receiver Function - H3*, *Wilde-Piórko M. - Crustal and upper mantle structure of the Svalbard Archipelago from receiver function analysis - H4* i *Wilde-Piórko M., Grycuk M., Polkowski M., Grad M. - On the rotation of teleseismic seismograms based on the receiver function technique - H5*.

Przedstawiony przez Panią doktor autoreferat nie jest zwykłym omówieniem osiągniętych wyników - jest raczej dobrze umotywowaną propozycją modyfikacji metodyki przetwarzania uzyskanych danych (telesejsmiczne fale P oraz odbite i załamane na granicach sejsmicznych fale P i S) oraz ich interpretacji.

W ramach przetwarzania danych pomiarowych przeanalizowano możliwość wykorzystania funkcji odbioru, którą uzyskuje się poprzez dekonwolucję składowej pionowej ze składowymi radialnymi fal dalekich trzęsień Ziemi. Odpowiada ona zapisowi sejsmicznemu z którego usunięto zarówno wpływ źródła jak i aparatury rejestrującej. Zapis taki obrazuje więc odpowiedź ośrodka na przechodzącą fale sejsmiczną, a analiza tylko pierwszych 100 s sejsmogramu umożliwia otrzymanie informacji o budowie ośrodka bezpośrednio pod stacją.

Poprawna interpretacja funkcji odbioru wymaga właściwego doboru układu współrzędnych, w którym zarejestrowane sejsmogramy będą przeliczane na funkcję odbioru.

Przeanalizowano dwie metody rotacji funkcji odbioru. W jednej (publikacje H1, H2 i H3) kąt potrzebny do rotacji uzyskano na podstawie znanego położenia stacji sejsmicznej oraz lokalizacji źródła trzęsienia ziemi wg danych z biuletynu, w drugiej na podstawie rotacji sejsmogramów z wykorzystaniem funkcji odbioru (publikacje H4 i H5). Dodatkowo przeanalizowano również wąski [H4] i szeroki zakres wyznaczania maksimum energii [H5] - sugerując użycie tego ostatniego. Zaproponowane w pracach procedury zostały zautomatyzowane, co zasadniczo skraca czas obliczeń kątów rotacji [H5]. Procedura rotacji sejsmogramów została zastosowana do pomiarów permanentnych stacji z Archipelagu Svalbarda [H4] oraz permanentnych i tymczasowych stacji z obszaru Polski (strefa TESZ) [5]. Wyliczone kąty rotacji są zgodne z danymi teoretycznymi. Autorka jednak uczciwie podkreśla, że zgodność wyników może być także związana z brakiem w badanych obszarach znaczących niejednorodności ośrodka.

Kolejnym zagadnieniem z zakresu przetwarzania danych telesejsmicznych rozpatrywanym przez Habilitantkę jest selekcja funkcji odbioru, co jest niezbędne do poprawy stosunku sygnału do szumu. Funkcję odbioru dla danej stacji oblicza się uśredniając, w określonych przedziałach, wartości uzyskane dla różnych odległości epicentralnych i/lub azymutów. Najczęściej wykorzystuje się wszystkie zarejestrowane przez stacje zjawiska telesejsmiczne. Nie wszystkie sejsmogramy umożliwiają wyznaczenie poprawnej funkcji odbioru. Ich wstępną kwalifikacją jest zwykle selekcja wzrokowa. Doktor Wilde-Piórko w pracy H4 zaproponowała przeanalizowanie wpływ różnych parametrów charakteryzujących funkcję odbioru m.in. wartość energii czy maksymalną amplitudę zarejestrowane w różnych przedziałach i na tej podstawie określenie pożądanego zakresu badanych parametrów. W konsekwencji wykonanych dla permanentnych stacji sejsmicznych z Archipelagu Svalbard obliczeń wytypowała 10 parametrów, które posłużyły do określenia rozkładu średniej kwadratowej średnich funkcji odbioru.

Drugie poruszane w habilitacji zagadnienie to dyskusja nad wykorzystaniem funkcji odbioru w modelowaniach wykonywanych w celu rozpoznania struktury litosfery. Habilitantka do tego celu wykorzystuje modelowania sejsmiczne: modelowanie proste, modelowanie inwersyjne liniowe oraz modelowanie inwersyjne metodą Monte Carlo.

Modelowanie wymaga założenia modelu startowego, którego parametry Habilitantka wyznaczyła z wykorzystaniem funkcji odbioru. Są to przypowierzchniowa prędkość fali S (praca H1 - Masyw Czeski i praca H4 - Archipelag Svalbard) oraz głębokość zalegania granicy Moho i średni współczynnik Poissona skorupy (praca H4).

Modelowanie proste metodą prób i błędów wykonane przez Habilitantkę na obszarze Archipelagu Svalbard [4] dla modelu z wyznaczonymi przez nią parametrami pokazało, że w przedziale głębokości 50–100 km dolna litosfera zbudowana jest z naprzemian ległych

warstw o obniżonej prędkości fali S, co potwierdzają m.in. badania innych autorów (Czuba, 2013, Levshin i In. 2007).

W modelowaniu inwersyjnym metodą liniową zakłada się liniowy związek pomiędzy modelem (rozkład prędkości fali S z głębokością) a odpowiadającą mu funkcją odbioru. Do uzyskania zgodności założonego modelu z obserwowaną funkcją odbioru Habilitantka zaproponowała przeprowadzenie inwersji dla prostego modelu, ale z szerokim zakresem prędkości fali S oraz miąższości wydzielonych warstw, a następnie uśrednienie wyników końcowych. Powyższą metodę doktor Wilde-Piórko zastosowała do danych z rejonu Masywu Czeskiego [H1]. Założone trzy wersje wartości kontrastu prędkości fali S na granicy Moho, wartości gradientu prędkości w skorupie oraz wpływ warstwy osadowej o niskich prędkościach sejsmicznych pokazały zbliżony rozkład prędkości fali S.

Trzecią testowaną metodą modelowań są modelowania inwersyjne metodą Monte Carlo, które przeprowadzono wraz z algorytmem sąsiada, co zdecydowanie przyspieszyło obliczenia [H3]. Modelowania wykonano dla danych z rejonu masywu Czeskiego [H1].

Porównanie wyników modelowań inwersyjnych wykonanych dwoma różnymi metodami [H1 i H3] pokazuje, że modelowania metodą Monte Carlo bardziej wiarygodnie odwzorowują np. warstwy o obniżonej prędkości fal S w środkowej skorupie oraz, co bardzo istotne, uzyskuje się informację o stosunku prędkości fali P i S. W metodach liniowych V_p/V_s jest zakładane i nie zmienia się w poszczególnych iteracjach.

Ostatnim zagadnieniem analizowanym przez Habilitantkę jest ocena możliwości wykorzystania zapisów funkcji odbioru do wyznaczania głębokości zalegania granic sejsmicznych w strefie przejściowej płaszcza Ziemi. Wykorzystywane są do tego fale, które uległy konwersji na granicach „410” i „660” km, fale o amplitudach o rząd wielkości mniejszych od amplitud od granicy Moho. Aby je wykorzystać należy funkcje odbioru odpowiednio zsumować, stosując modele referencyjne (Kennett i Engdahl, 1991). Metoda została zastosowana przez Habilitantkę dla obszaru Archipelagu Svalbard [4]. Uzyskane wyniki pokazują, że czasy przyjscia fal, które uległy konwersji na granicy „410” km dla północnej i wschodniej części Archipelagu są zgodne z globalnym modelem IASP91, natomiast dla części południowej – krótsze. Dla fal, które uległy konwersji na granicy „660” km czasy przyjscia są zgodne z modelem IASP91. Wyniki uzyskane dla granicy „410” potwierdza najnowszy model rozkładu prędkości fal poprzecznych S płyty europejskiej. Model ten nie wyjaśnia natomiast obserwowanej dla granicy „660” występującej w strefie południowej różnicy pomiędzy częścią zachodnią i wschodnią. Habilitantka biorąc powyższe fakty pod uwagę stawia wniosek, że strefa przejściowa płaszcza w zachodniej części Archipelagu Svalbard jest grubsza niż w części południowej.

Recenzowane przeze mnie osiągnięcie naukowe doktor Moniki Wilde-Piórko „Sejsmiczna funkcja odbioru - techniki badania struktury litosfery i strefy przejściowej płaszcza Ziemi” jest bardzo dobrze przygotowaną rozprawą habilitacyjną. Analiza przedłożonych artykułów oraz oświadczeń współautorów wskazuje jednoznacznie, że Pani doktor jest inicjatorką i głównym autorem zaproponowanego w habilitacji warsztatu badawczego.

Podsumowaniem wg mnie wykonanych przez Habilitantkę badań może być cytat z jej Autoreferatu „Badania sejsmiczne przy pomocy funkcji odbioru, dzięki swojemu zasięgowi i stosunkowo dobrej rozdzielczości, pozwalają skutecznie badać strukturę litosfery i strefy przejściowej płaszcza Ziemi. Poszerzenie podstawowej wiedzy na temat budowy wnętrza Ziemi, jest bardzo ważne z punktu widzenia dynamiki płaszcza Ziemi, a co za tym idzie tektonicznej ewolucji i procesów zachodzących na naszej planecie. ”

Uważam że zaproponowane, w pracach wchodzących w skład habilitacji, metody przetwarzania rejestrowanych fal dalekich trzęsień Ziemi (rotacja i selekcja funkcji odbioru)

oraz ich interpretacji (wykorzystanie różnego typu modeli do wyznaczania struktury litosfery oraz głębokości zalegania granicy Moho i granic sejsmicznych w strefie przejściowej płaszczka Ziemi) jest istotny wkładem w rozpoznanie i zrozumienie struktury i procesów zachodzących w skorupie i górnym płaszczu Ziemi.

3. Omówienie i ocena dorobku naukowego

Doktor Monika Wilde-Piórko jest autorem lub współautorem 38. publikacji naukowych (bez wchodzących w skład habilitacji) opublikowanych w latach 1999-2016 w czasopiśmie z bazy Journal Citation Reports (JCR). W 5. pracach habilitantka jest pierwszym autorem, w 4. wymieniana jest jako współautor, a w 29. występuje jako członek Working Group. Jest również autorem 1. samodzielnej pracy, współautorem 2. oraz członkiem Working Group 7. prac opublikowanych w czasopiśmie nie ujętych w JCR (10 publikacji).

Sumaryczny impact factor według listy JCR wynosi **64,969**; liczba cytowań wg WoS - **648**, a indeks Hirscha - **15**.

Habilitantka kierowała 2. projektami badawczymi, była głównym wykonawcą w 1. i wykonawcą w 3. projektach. Brała również aktywny udział w 32. międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych (lata 1998 - 2016), będąc w większości przypadków pierwszym autorem lub sprawozdawcą, w ramach których prezentowała wyniki międzynarodowych projektów badawczych POLONAIIS'97, EUROPROBE, CELEBRATION 2000, SUDETES 2003, ALP 2002, PASSEQ 2006-2008.

Za najistotniejsze osiągnięcia przedstawionego powyżej, dużego liczbowo dorobku naukowego Habilitantki, uważam stałe doskonalenie i testowanie metody przetwarzania i interpretacji telesejsmicznych zjawisk zarejestrowanych przez stacje sejsmologiczne umiejscowione na terenie Polski, dużej części Europy (Czech, Niemcy, Dania, Finlandia, Szwecja, Norwegia), jak i na Antarktydzie Wschodniej. Dzięki temu możliwa była ocena skuteczności stosowanych procedur, ich automatyzacja oraz doskonalenie w oparciu o badania wykonane w strefach o różnej strukturze litosfery i strefy przejściowej płaszczka Ziemi.

Dowodem uznania wysokiej jakości badań prowadzonych przez dr Monikę Wilde-Piórko jest przyznanie jej w 2003 r. Nagrody Prezesa Rady Ministrów za wyróżnioną pracę doktorską „Modelling of seismic structure of the crust and upper mantle from receiver function”.

4. Ocena działalności dydaktycznej i organizatorskiej

Dr Monika Wilde-Piórko, obecnie zastępca dyrektora Instytutu Geofizyki Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, czynnie uczestniczy w życiu naukowo-dydaktycznym Wydziału. Tworzyła m.in. specjalności Fizyka Litosfery, Geofizyka, Geofizyka w Geologii. Prowadzi m.in. zajęcia z takich przedmiotów jak: Sejsmologia, Metody matematyczne geofizyki I i II, Teoria sprężystości i reologia, Dynamika wnętrza Ziemi: teoria i zastosowania, Metody sejsmiczne, Pracownia geofizyczna - żeby wymienić jedynie przedmioty z grupy geofizycznej, obejmujące zagadnienia, którymi sama zajmuje się naukowo. Z tego zakresu prowadziła również prace licencjackie i magisterskie. Czynnie uczestniczy w życiu naukowym studentów, będąc m.in. opiekunką specjalności Geofizyka oraz Fizyka Ziemi i planet, opiekunką Koła Geofizyków UW oraz współorganizatorką Festiwalu Nauki na Wydziale Fizyki UW, a także warsztatu dla wybitnie uzdolnionej młodzieży pt. „Wyznaczanie czasu i lokalizacji trzęsień ziemi oraz rozkładu prędkości fal sejsmicznych we wnętrzu Ziemi”.

Była wielokrotnie wyróżniona przez Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego m.in. Nagrodą im. Prof. Tadeusza Olczaka (1997) oraz indywidualnymi nagrodami za działalność naukową (5).

Habilitantka, począwszy od roku 2003 jest zapraszana jako recenzent przez geofizyczne czasopisma naukowe: Geophysical Research Letters, Acta Geophysica Polonica, GFF, Geophysical Journal International, Tectonophysics, International Journal of Earth Sciences, Geological Quarterly, Journal of Seismology oraz Polish Polar Research.

Dr M. Wilde-Piórko jest członkiem naukowych towarzystw geofizycznych: European Geoscience Union, American Geophysical Union i Polskiego Towarzystwa Geofizycznego.

Podsumowanie końcowe

Dr Monika Wilde-Piórko jest w pełni ukształtowanym badaczem. Już od czasu studiów realizuje spójną tematykę naukowo-badawczą ukierunkowaną na opracowanie metodologii rozpoznania struktury litosfery i strefy przejściowej płaszcza Ziemi z wykorzystaniem funkcji odbioru, wyznaczonej w oparciu o rejestracje fal dalekich trzęsień Ziemi przez permanentne i tymczasowe stacje sejsmologiczne.

Istotny wkład metodyczny wniesiony przez doktor Monikę Wilde-Piórko do przetwarzania i interpretacji danych telesejsmicznych to według mnie: udoskonalenie metod obliczania i przetwarzania funkcji odbioru (rotacja i selekcja) oraz automatyzacja tych obliczeń; wyznaczanie na podstawie funkcji odbioru parametrów sprężystych i głębokości zalegania głównych granic sejsmicznych oraz analiza skuteczności wykorzystania różnych modeli sejsmicznych do potwierdzenia poprawności opracowanych modeli budowy litosfery i strefy przejściowej płaszcza; jak również opracowanie, na podstawie uzyskanych wyników, modeli geodynamicznych skorupy i górnego płaszcza Ziemi na obszarze Europy (m.in. TESH, Sudety, Masyw Czeski, Wschodnie Alpy, Spitsbergen, Svalbard).

Uważam, że zaproponowane w pracach Habilitantki modyfikacje metodyki przetwarzania danych telesejsmicznych, jak również analiza skuteczności różnych modeli sejsmicznych do rozpoznania struktury litosfery i strefy przejściowej płaszcza Ziemi jest znaczącym, twórczym wkładem w rozwój dyscypliny Geofizyka, dziedzina Nauk o Ziemi.

Mając powyższe na uwadze stwierdzam, że dr Monika Wilde-Piórko spełnia wymagania dotyczące stopnia doktora habilitowanego zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (DZ.U. z 2003 nr 65 poz.595) i w związku z tym wnioskuje o dopuszczenie Habilitantki do przeprowadzenia dalszego postępowania, zgodnie z obowiązującą ustawą.

