

Celem projektu jest wykorzystanie metod przetwarzania sejsmicznego w celu zbadania wulkanizmu typu petit-spot – niedawno odkrytego zjawiska, które rzuciło nowe światło na nasze rozumienie wulkanizmu wewnątrzpłytkowego. Wulkany typu petit-spot („petit-spots”) to małe wulkany, które powstają w odpowiedzi na ugięcie litosfery wywołane subdukcją i powodujące pęknięcia u jej podstawy. Ich odkrycie miało ogromne znaczenie, gdyż pokazało, że procesy tektoniczne mogą wywoływać wulkanizm wewnątrzpłytkowy, a także potwierdzało występowanie częściowego nadtapiania zachodzącego u podstawy litosfery.

Wkrótce po odkryciu wulkanów petit-spots zaczęto się zastanawiać w jaki sposób ich gęste rozmieszczenie na stosunkowo niewielkim obszarze zmienia skład warstw osadowych pokrywających skorupę oceaniczną. Ponadto wywiązała się debata o ich wpływie na geochemiczny cykl magmatyzmu łukowego oraz globalny cykl składników lotnych. Wulkany petit-spots mają zatem potencjalnie znaczący wpływ na strefy subdukcji, zwłaszcza jeśli chodzi o wywoływanie i propagację wielkich trzęsień ziemi. W tym kontekście stwierdzono, że różnica w miąższości i składzie pokrywy osadowej wpłynęła na propagację poślizgu sejsmicznego podczas trzęsienia ziemi Tohoku (Mw) 9.1 w 2011 r. – najpotężniejszego trzęsienia ziemi, jakie kiedykolwiek miało miejsce w Japonii, które spowodowało potężną falę tsunami i zebrało katastrofalne żniwo blisko 20 000 ofiar śmiertelnych. Między innymi z tego względu, potrzebę wglądu w strukturę warstwy osadowej w tym rejonie dostrzegła już grupa międzynarodowych naukowców. W tym celu przedstawiono propozycję odwiertów w dnie oceanicznym, które pozwoliłyby na dokładne zbadanie pokrywy osadowej, zaburzonej wulkanizmem petit-spot. Szczegółowe obrazowanie sejsmiczne tych struktur będzie zatem stanowić znaczące wsparcie międzynarodowego programu wierceń oceanicznych i dostarczy uzupełniających informacji o badanym obszarze. Z drugiej strony, stożki wulkaniczne petit-spots to tylko niewielkie powierzchniowe oznaki procesów wulkanicznych zachodzących w głębokiej litosferze. Procesy te wciąż nie są w pełni poznane i wymagają dalszego badania. Z zaproponowanego mechanizmu powstawania wulkanów petit-spot należy przypuszczać, że procesowi temu towarzyszy zmiana parametrów fizycznych skorupy oceanicznej i górnego płaszcza. Na dzień dzisiejszy, wysokorozdzielcze metody inwersji i migracji danych sejsmicznych w skali skorupowej są jedynymi niezawodnymi technikami obrazowania tych zmian.

Dlatego naszym podstawowym celem w tym projekcie jest połączenie najnowocześniejszych sejsmicznych metod inwersyjnych i migracyjnych opartych na pełnym polu falowym z różnymi typami unikalnych danych sejsmicznych, w celu uzyskania wysokorozdzielczych modeli przedpola Rowu Japońskiego – obszaru, w którym 15 lat temu po raz pierwszy odkryto wulkany typu petit-spot. W szczególności planujemy zrekonstruować w wysokiej rozdzielczości modele prędkości fal P i S ( $V_p$  i  $V_s$ ) przy użyciu inwersji pełnego pola falowego (ang. full-waveform inversion - FWI) danych typu OBS (ang. ocean-bottom seismometer), a także uzyskać sekcje sejsmiczne z wykorzystaniem migracji głębokościowej przed składaniem w wariancie LSRTM (ang. least-squares reverse time migration) danych streamerowych (ang. multi-channel streamer – MCS). Od strony metodologicznej chcemy w pierwszej kolejności zająć się problemem zastosowania FWI do danych OBS w wariancie elastycznym. W szczególności rekonstrukcja modeli  $V_s$  pozostaje wyzwaniem zarówno pod względem metodologicznym, jak i obliczeniowym – dlatego ustanowienie sprawdzonego podejścia dla tego typu FWI jest obecnie jednym z technicznych wyzwań. Rozwiązanie tego problemu, pozwoliłoby na uzyskanie modeli współczynnika  $V_p/V_s$  w wysokiej rozdzielczości, co z kolei znacząco poszerzyłoby możliwości interpretacji geologicznej końcowych wyników obrazowania. Ponadto, dzięki uzyskaniu szczegółowego modelu  $V_p$ , możliwe będzie zaadaptowanie migracji głębokościowej LSRTM w celu pełnego wykorzystania potencjału akademickich danych MCS na potrzeby celów obrazowania sejsmicznego.

Jako wynik chcemy uzyskać szczegółowy obraz zmian pokrywy osadowej spowodowanych przez wulkanizm petit-spot. Obraz ten pozwoli zrozumieć w jaki sposób ten typ wulkanizmu modyfikuje warstwy osadowe wprowadzane do strefy subdukcji i jak może on wpływać na układ geodynamiczny podczas powstawania i propagacji wielkich trzęsień ziemi. Z drugiej strony, naszym celem jest uzyskanie skorupowych modeli głębokich struktur w wysokiej rozdzielczości. Chcemy zbadać zmiany parametrów fizycznych związanych z wulkanizmem petit-spot aż do górnego płaszcza. Zmiany te powinny być sejsmicznie widoczne, a ich dokładna rekonstrukcja będzie kluczowym czynnikiem pozwalającym zrozumieć sposób, w jaki magma migruje z głębokiej litosfery przez skorupę oceaniczną aż do dna oceanicznego gdzie formuje wulkany petit-spots.

Interpretacja wyników uzyskanych dzięki zaproponowanemu obrazowaniu sejsmicznemu pomoże odpowiedzieć na intrygujące pytania naukowe związane z wulkanizmem petit-spot, oraz w szerszym sensie, materiałami wprowadzanymi do stref subdukcji. Pozwoli to na dokładniejszy wgląd w te strefy oraz na określenie genezy i globalnej roli magmatyzmu petit-spot. Jednocześnie wnioski wyciągnięte z tego projektu pomogą optymalizować akwizycję akademickich danych sejsmicznych oraz ich przetwarzanie z użyciem najnowocześniejszych technik obrazowania opartych na pełnym polu falowym.