

STRESZCZENIE

Integracja metod satelitarnej interferometrii radarowej z geofizycznym opisem zjawiska wstrząsów indukowanych

mgr inż. Natalia Bugajska-Jędraszek

Zrozumienie mechanizmów zjawisk sejsmicznych, w tym tych indukowanych bądź wywołanych działalnością człowieka, wymaga analizy zarówno procesów zachodzących w skorupie ziemskiej, jak i towarzyszących im przemieszczeń terenu. Tradycyjne metody sejsmiczne dostarczają informacji o parametrach źródła wstrząsu, jednak nie oddają w pełni przestrzennego charakteru deformacji powierzchni. W niniejszych badaniach skoncentrowano się na wykorzystaniu potencjału satelitarnych obrazowań pozyskanych z radaru z syntetyczną aperturą (SAR), przy użyciu różnych metod satelitarnej interferometrii radarowej SAR (InSAR), do identyfikacji przemieszczeń terenu wywołanych wstrząsami indukowanymi oraz integracji tych danych z geofizycznym opisem zjawiska.

Analizie poddano sześć zdarzeń sejsmicznych o charakterze indukowanym i określonych wartościach magnitud z przedziału $M_w 4.7-M_w 7.4$, zlokalizowanych na obszarach o zróżnicowanym rodzaju prowadzonej działalności górniczej (ekstrakcja wód podziemnych, wydobywanie surowców skalnych, eksploatacja gazu i wtłaczanie płynów oraz szczelinowanie hydrauliczne), a także odmiennym pokryciu i ukształtowaniu terenu oraz zarejestrowanej aktywności sejsmicznej.

W części interferometrycznej rozprawy wyznaczono krótkookresowe przemieszczenia powierzchni w kierunku patrzenia satelity (LOS), z zastosowaniem metody interferometrii różnicowej (DInSAR) wraz z korektą troposferyczną GACOS. Komponenty pionowy i poziomy (w kierunku wschód-zachód) ruchu powierzchni zdeterminowano poprzez dekompozycję przemieszczeń LOS, opartą na obrazowaniach SAR pozyskanych z dwóch orbit przelotu satelity (wstępującej i zstępującej). Długookresowe przemieszczenia określono metodą krótkich baz (SBAS) w 8-miesięcznych przedziałach czasowych (4 miesiące przed i po wstrząsie). Identyfikacji małoskalowych deformacji nieciągłych dokonano na podstawie uśrednionego gradientu fazy, natomiast kierunek ruchu wzdłuż deformacji określono z wykorzystaniem uśrednionej fazy interferometrycznej, z zastosowaniem filtra górnoprzestupowego Gaussa.

W części sejsmologicznej krótkookresowe przemieszczenia powierzchni wyznaczone z dwóch ścieżek przelotu satelity, posłużyły jako dane obserwacyjne do analizy źródła wstrząsu z wykorzystaniem teorii inwersji w podejściu probabilistycznym. Jako reprezentację źródła sejsmicznego przyjęto skończoną, prostokątną powierzchnię uskoku z jednorodnym poślizgiem, opartą na klasycznym modelu Okady. Rozwiązanie problemu odwrotnego przeprowadzono dwuetapowo: w pierwszym etapie zastosowano uproszczony model skorupy ziemskiej w postaci sprężystej, jednorodnej i izotropowej półprzestrzeni, w szerokim zakresie przeszukiwania parametrów. W drugim etapie wykorzystano bardziej szczegółowy model warstwowy, uwzględniający pionową zmienność prędkości propagacji fal sejsmicznych, przy jednoczesnym zawężeniu przestrzeni przeszukiwania.

Przeprowadzone badania umożliwiły kompleksową analizę wpływu wstrząsów indukowanych działalnością człowieka na zaobserwowane przemieszczenia powierzchni terenu, zarówno w aspekcie jakościowym, jak i ilościowym. Uzyskane rezultaty pozwoliły na identyfikację charakterystycznych cech deformacji w ujęciu krótko- i długookresowym, determinację trendu przemieszczeń wynikających z procesów zachodzących przed i po wstrząsie głównym, określenie geometrii źródła wstrząsu oraz ocenę wpływu czynników, takich jak pokrycie terenu czy skala zjawiska, w kształtowaniu odpowiedzi powierzchni terenu na wstrząs. Zgromadzony materiał badawczy stanowi istotny wkład w prognozykę i monitoring terenów objętych działalnością górniczą.

Słowa kluczowe: sejsmiczność indukowana, teoria inwersji, powierzchnia uskoku, model Okady, przemieszczenia powierzchni terenu, satelitarna interferometria radarowa (InSAR), działalność górnicza

Natalia Bugajska-Jędraszek