

Maria Przyłucka

Rozprawa doktorska

Geostatystyczna analiza uwarunkowań osiadań terenu zidentyfikowanych przy pomocy interferometrii satelitarnej na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

Streszczenie

Celem rozprawy było zaprezentowanie różnych możliwości wykorzystania satelitarnych danych przetworzonych technikami interferometrii radarowej dla badań osiadania terenu na obszarze aktywnych i zamkniętych kopalń węgla kamiennego.

W pracy wykorzystano siedem zestawów danych, w tym trzy zestawy danych rastrowych, interferogramów różnicowych, pozyskanych w technice Differential Interferometry Synthetic Aperture Radar (DInSAR), trzy zestawy danych punktowych PS, pozyskanych w technice Persistent Scatterer Interferometry (PSInSAR) oraz jeden zestaw danych SqueeSAR. Dane obejmowały fragmenty obszaru Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) i posłużyły do przeprowadzenia analiz na czterech obszarach badawczych: „Bytom”, „Katowice”, „Uskok kłodnicki” i „Będzin”, z czego pierwsze trzy obejmowały obszar kopalni aktywnych, podczas gdy ostatni obszar kopalni zamkniętych.

Wykorzystany, bogaty zbiór danych pozwolił na określenie przydatności poszczególnych typów danych, jak również wykorzystanych zakresów obrazowania radarowego, do badania pionowych deformacji powierzchni terenu. W pierwszej części pracy pokazano analizę powolnych przemieszczeń terenu, zidentyfikowanych na danych punktowych PSInSAR oraz SqueeSAR. Umożliwiły one identyfikację zasięgu wpływów działalności górniczej na obszarach „Bytom” i „Katowice”. Dodatkowo na przykładzie obszaru kopalni zamkniętych „Będzin” pokazano znaczącą zmianę charakteru występujących pionowych ruchów terenu. W okresie tuż przed zamknięciem kopalni zaobserwowano śladowe osiadanie rzędu kilku milimetrów na rok, podczas gdy w okresie po zamknięciu kopalni widoczny był trend stabilny lub wznoszący. Niewielkie podnoszenie miało związek z podnoszeniem się poziomu wód podziemnych, co zostało potwierdzone poprzez porównanie z odczytami rzędnej lustra wody w pięciu piezometrach Centralnego Zakładu Odwadniania Kopalń.

Analiza szybkich, rzędu centymetrów na miesiąc, przemieszczeń została przeprowadzona na obszarach „Bytom” i „Katowice” w oparciu o zestawy danych interferogramów różnicowych. Poprzez zsumowanie wartości osiadania otrzymanych na pojedynczych obrazach, otrzymano mapy przemieszczeń pionowych dla okresów około jednorocznych.

Mapy te przedstawiają niecki obniżeniowe powstałe na skutek działalności górniczej. Dzięki porównaniu z danymi z niwelacji precyzyjnej wykazano iż są one przydatne do analizy dużych przemieszczeń, większych niż 118 mm dla zakresu L oraz 60 mm dla zakresu X.

W dalszej części pracy przedstawiono połączenie dwóch typów informacji, punktowej o niewielkich przemieszczeniach oraz rastrowej o dużych przemieszczeniach. Zostało ono przeprowadzone dla obszarów „Bytom” i „Katowice” poprzez jednoczesną interpolację otrzymanych wartości, zarówno niewielkich, jak i dużych. Interpolacja obejmowała zastosowanie metody Simple Kriging oraz metody Symulacji Gaussa. Wynikiem analizy geostatystycznej były kompleksowe mapy pionowych przemieszczeń terenu dla dwóch obszarów badawczych, przedstawiające pełen, prosty w odbiorze obraz deformacji zaistniałych w okresach luty 2007 – maj 2008 na obszarze Katowic oraz lipiec 2011 – czerwiec 2012 na obszarze Bytomia. Analizy geostatystyczne umożliwiły również wyznaczanie obszaru najbardziej prawdopodobnego o wystąpieniu zmian powierzchni terenu.

Ponadto, dla obszaru „Bytom”, wykonano analizę występowania zmian na powierzchni terenu względem prowadzonej eksploatacji pokładów węgla w KWK Bobrek-Centrum. W skrajnych przypadkach porównanie wykazało, iż osiadania były widoczne od jednego miesiąca po rozpoczęciu eksploatacji, natomiast po jej zakończeniu znaczący, rzędu 1 decymetra wpływ utrzymywał się nawet do pół roku.

Jako przykład wykorzystania wynikowej mapy pionowych deformacji terenu zaprezentowano analizę wpływu zmian powierzchni terenu na konstrukcje budynków. Analiza obejmowała obliczenie maksymalnej różnicy osiadań oraz maksymalnego względnego obrotu dla każdego z budynków i przyporządkowania im klas prawdopodobnego wystąpienia zniszczeń.

Dla obszaru „Uskok kłodnicki” przeprowadzono analizę lokalizacji niecek obniżeniowych dla danych obejmujących 11-letni okres aktywnej działalności górniczej w kontekście przebiegu uskoków wyznaczonych w stropie karbonu. Nie wykazała ona jednoznacznej korelacji pomiędzy charakterem uskoku (po obu stronach zrzutu) a kierunkiem i zwrotem osiadań. Jednakże na jej podstawie można stwierdzić, iż jakkolwiek osiadania są bezpośrednio związane z działalnością górniczą, to ich obecność potwierdza współczesny charakter uskoku kłodnickiego, jak również uskoków poprzecznych wyznaczających strefy w jego otoczeniu.

Zaprezentowane badania pozwalają stwierdzić, iż zastosowane metody geostatystyczne w znaczący sposób pomagają w interpretacji pozyskanych danych interferometrycznych. Gotowe przetworzenia nie zawierają jednoznacznej informacji o wartości przemieszczenia

pionowego zaistniałego w danym okresie. Dopiero ich konwersja umożliwia szczegółową analizę zmian powierzchni terenu. Zarówno interpolacja samych punktów PS, jak i ich połączenie z danymi z interferogramów różnicowych, umożliwia wykorzystanie danych interferometrii satelitarnej do przedstawienia szkód górniczych w przejrzysty sposób. Należy również podkreślić, iż satelitarne dane radarowe pozwalają na przeprowadzenie regionalnej analizy występowania zmian powierzchni terenu na obszarze całego GZW od 1991 roku (wystrzelenie satelity ERS-1) do chwili teraźniejszej, a więc okresu 25-letniego.

28.08.2016, *Monia Przytuła*