

Dr hab. inż. Elżbieta Pilecka, prof. ndzw. PK
Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki
Wydział Inżynierii Lądowej
Warszawska 24,
31-155 Kraków

Kraków, 17 listopada 2016

Recenzja pracy doktorskiej

Pani mgr inż. Marii Przyłuckiej pt. " Geostatyczna analiza uwarunkowań osiadań terenu zidentyfikowanych przy pomocy interferometrii satelitarnej na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego"

1. Wstęp

Niniejszą recenzję opracowałam na zlecenie p.o. Dyrektora Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego numer NK/118/229/2016 z dnia 14.10.2016 roku.

Recenzowana praca doktorska zawiera 114 stron tekstu formatu A-4, 50 rycin, 10 tabel oraz 80 pozycji literatury i stron internetowych. W spisie literatury znajduje się również 9 współautorskich publikacji Doktorantki. Praca zawiera też dwie strony spisu akronimów i oznaczeń.

2. Merytoryczna ocena pracy

Problem, którego rozwiązanie zaproponowano w przedłożonej mi do recenzji pracy doktorskiej dotyczy możliwości wykorzystania satelitarnych danych w celu badania szkodliwego oddziaływania podziemnej eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu czyli osiadania, na obszarze czynnych jak i zamkniętych kopalń węgla kamiennego. Badania przeprowadzono dla terenu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), który charakteryzuje się dużym

stopniem zurbanizowania. Należy podkreślić, że osiadanie powierzchni terenu jest od strony ilościowej opisane „teorią wpływów” w pracy doktorskiej prof. Stanisława Knothe, napisanej pod kierunkiem prof. W. Budryka w 1951 r. Opisano prostymi funkcjami deformacje powierzchni terenu pod wpływem podziemnej eksploatacji pokładów węgla kamiennego. Teoria Knothea - Budryka stosowana jest z powodzeniem do dzisiaj w światowym górnictwie.

Nowatorskim podejściem w recenzowanej pracy doktorskiej Pani mgr inż. Marii Przyłuckiej jest wykorzystanie danych uzyskanych z obrazów satelitarnych, a następnie specjalne ich przetworzenie w celu uzyskania możliwie dokładnych informacji o wielkości osiadań na terenach górniczych i pogórnicznych GZW. Na podkreślenie zasługuje zastosowanie tego sposobu na terenach pogórnicznych, do obserwacji deformacji powierzchni terenu po zamknięciu kopalń. Problem ten jest aktualny w świetle procesu restrukturyzacji kopalń węgla kamiennego w Polsce, gdzie część kopalń zamkniętych nadal będzie generowała deformacje powierzchni terenu. W tej sytuacji możliwość szybkiej oceny wielkości osiadania powierzchni terenu ma dla terenów zurbanizowanych duże znaczenie. Należy zatem z uznaniem przyjąć podjętą problematykę badań przy wykorzystaniu najnowszych technologii satelitarnych.

Rozprawa Pani mgr inż. Marii Przyłuckiej składa się z ośmiu rozdziałów. Rozdziały te w sposób czytelny określają układ pracy badawczej: wstęp z jasno określonym celem pracy, opis lokalizacji terenu badań i zarys historii badań interferometrycznych na terenie GZW, przegląd literatury w zakresie badań, opis zastosowanych metod badawczych, charakterystyka wykorzystanych danych, przedstawienie wyników badań i ich analizy oraz wnioski końcowe.

We wstępie Doktorantka omówiła w jasny sposób cel pracy, wykorzystane techniki interferometrii satelitarnej: DInSAR, PSInSAR i SqueeSAR do pozyskania danych oraz efekty swojej pracy doktorskiej.

Celem rozprawy było zaprezentowanie kompleksowego rozwiązania danych uzyskanych różnymi technikami interferometrii satelitarnej w celu identyfikacji pionowych przemieszczeń terenów górniczych i pogórnicznych. Sformułowany cel pracy doktorskiej jest aktualny i oryginalny. Zdaniem recenzenta cel pracy doktorskiej określony przez Doktorantkę, został zrealizowany.

W rozdziale drugim Doktorantka scharakteryzowała teren badań, czyli budowę geologiczną wraz z obszarami górniczymi kopalń GZW oraz obszary badawcze: tereny górnicze „Bytom”, „Będzin”, „Katowice” i rejon „uskoku kłodnickiego”. Obszar „Katowice” zawiera się w większym obszarze „uskoku kłodnickiego”. Obszary „Bytom” i „Katowice” obejmują tereny górnicze czynnych kopalń KWK „Bobrek-Centrum” i KWK „Wujek”. Na stronie 17 pracy Doktorantka podaje, że „Dane wykorzystane do analizy pionowych deformacji terenu na tych obszarach obejmowały okres, w którym prowadzona była intensywna eksploatacja podziemna”. Zdaniem recenzenta dobrze byłoby podać konkretne daty tego okresu. W dalszej części rozdziału drugiego Doktorantka omawia pionowe przemieszczenia terenu w kontekście historycznym oraz zarys historii badań interferometrycznych na terenie GZW. Niestety nie ma w tym rozdziale jak i w całej pracy powołań na pozycje literaturowe prac prof. S. Knothego, który był nestorem badań nad osiadaniem terenów górniczych. Jest wspomniana teoria Knothego-Budryka (str. 95), ale brak jest powołania.

W rozdziale trzecim Doktorantka omawia zastosowane w pracy metody badawcze. Opis metod jest przedstawiony w sposób jasny i wystarczający.

W czwartym rozdziale Doktorantka przedstawiła charakterystykę wykorzystanych danych w pracy doktorskiej. Zagadnienie jest precyzyjnie przedstawione i poparte ilustracjami. W rozdziale tym są opisane dane dla obszarów badawczych „Katowice”, „Bytom” i obszaru kopalń zamkniętych „Będzin”. Charakterystykę wykorzystanych danych zestawiono w tabeli 4.3. Do weryfikacji otrzymanych wyników pochodzących z przetworzenia danych techniką InSAR wykorzystano pomiary niwelacji precyzyjnej wykonane przez KWK „Bobrek – Centrum” oraz KWK „Wujek”. Wykorzystane mapy geologiczne opisano w podrozdziale 4.3. Wszystkie dane do analizy scharakteryzowała Doktorantka w sposób szczegółowy i są one wystarczające do zrealizowania celu pracy doktorskiej.

Od piątego do siódmego rozdziału włącznie Doktorantka analizuje wyniki badań własnych. W rozdziale piątym są to wyniki powolnych przemieszczeń zidentyfikowanych w punktach PSInSAR, natomiast w rozdziale szóstym analiza dotyczy szybkich przemieszczeń pionowych zidentyfikowanych na interferogramach różnicowych. Rozdział siódmy to kompleksowa analiza przemieszczeń pionowych. Doktorantka wykazała się w w/w rozdziałach

rozległą wiedzą z zakresu przetwarzania obrazów satelitarnych i geostatyki. Niemniej jednak ryciny 5.1; 5.3; 5.4; 6.4 i 6.6 powinny mieć w swojej legendzie opisane kolorami trójkąty, które są pokazane na rycinie. W legendzie jest tylko podane, że trójkąty oznaczają repery ścienne. Dobrze opisane są trójkąty w różnych kolorach, oznaczających osiadanie na reperach naziemnych [mm] w legendzie na rysunku 5.6.

Powolne przemieszczenia pionowe zidentyfikowanych punktów metodą PSInSAR Doktorantka porównała z wartościami osiadań pomierzonymi w reperach geodezyjnych tradycyjnymi metodami. Otrzymane wartości błędów bezwzględnych są podstawą do stwierdzenia, że zestaw danych satelity Envisat z zakresu C-band (5 mm /rok) wykazuje mniejszy błąd niż dane z satelity TSX z zakresu X-band (28 mm/rok). Nie umniejsza to jednak ważności merytorycznych wniosków z analizy danych. Istotnym osiągnięciem Doktorantki jest wykorzystanie zestawów danych PS do określenia zasięgu wpływów działalności górniczej i porównanie ich do obszarów górniczych i terenów górniczych z bazy PIG-PIB MIDAS. Ważne, z punktu widzenia rozwoju metod satelitarnego monitorowania, są wnioski dla terenów zamkniętych kopalń. Doktorantka porównała dane PSInSAR z odczytami rzędnej lustra wody w piezometrach i wykazała, że podnoszenie się poziomu wód podziemnych może mieć wpływ na podnoszenie się powierzchni terenu pogórniczego.

Dalsza analiza objęła dane interferometryczne InSAR. Jest to przykład analizy łączonej z trzech różnych satelitów o różnych długościach fal (Alos L-band, TSX X-band oraz Sentinel C-band). Dzięki temu możliwa była identyfikacja zmian deformacji powierzchni terenu w regionalnym ujęciu w okresie ostatnich 11 lat. Dane interferometryczne Doktorantka porównała z danymi geodezyjnymi i wykazała dużą zgodność wyników z tych dwóch metod. Istotnym wnioskiem z przeprowadzonej analizy jest to, że dane interferometryczne pozwalają wyznaczać przemieszczenia pionowe tam, gdzie brakuje informacji geodezyjnych. Obraz osiadania pozwala na analizę kształtu niecek osiadania, jak i wartości obniżień.

Głównym osiągnięciem Doktorantki jest opracowanie metodyki analizy geostatycznej dla połączonych różnych typów danych w celu otrzymania jednolitej i łatwej w interpretacji mapy pionowych przemieszczeń powierzchni terenu.

Zastosowanie opracowanej przez Doktorantkę metodyki do analizy pionowych przemieszczeń terenu w kontekście udokumentowanych szkód górniczych jest nowatorskim aspektem przedmiotowej pracy doktorskiej. Odwołanie się do klasyfikacji wartości względnego obrotu na podstawie normy PN-EN 1997-1:2008 wskazuje na użyteczność interpretacji danych interferometrii satelitarnej do szkód górniczych. Wynika z tego, że monitorowanie terenów górniczych jest konieczne w celu oceny wpływu deformacji powierzchni terenu na szkody w budynkach i infrastrukturze oraz dla bezpieczeństwa powszechnego.

3. Uwagi do wyjaśnienia

- Proszę o wyjaśnienie dlaczego w obszarze badań „Katowice” przyjęto okrąg o promieniu 50 m i następnie wszystkie punkty PS znajdujące się w tym okręgu zostały uśrednione i porównane z wartościami punktu geodezyjnego, a w obszarze „Bytom” przyjęto promień okręgu 20 m. W tekście rozprawy na stronie 58 jest co prawda wyjaśnienie, że 20 m przyjęto ze względu na gęstsze rozmieszczenie punktów geodezyjnych, jednak chcąc ustalić metodykę działania recenzent uważa, że kryteria te są niejasne, co to znaczy „gęstsze”.
- Proszę o wyjaśnienie w kontekście opracowanej metodyki dlaczego dla obszaru „Katowic” wynikowe kompleksowe mapy opracowano z rozdzielczością 40 m, a dla obszaru „Bytom” z rozdzielczością 10 m. W pracy na stronie 82 jest podane, że „Rozdzielczość wynikowa była podyktowana rozdzielczością wykorzystanych danych pierwotnych, która dla satelity TerraSAR-X jest znacznie większa niż dla satelity Envisat”. W tabeli 4.1 jest podana rozdzielczość przestrzenna obrazu SAR: dla satelity TSX – 3m, a dla satelity Envisat – 30 m. Czy opracowana metodyka uwzględnia jaką przyjąć rozdzielczość dla wykonywania kompleksowych map?

4. Uwagi szczegółowe

W tekście rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Marii Przyłuckiej zauważyłam kilka drobnych błędów:

- skrót Ryc. w zdaniu powinien być pisany całym słowem i z małej litery, przy czym pod rysunkiem lub w nawiasie jako powołanie może być użyty jako skrót,
- właściwszym słowem określającym kopalnie, które aktualnie prowadzą eksploatację pokładów węgla jest słowo „czynne” a nie „aktywne”,
- właściwym w kontekście rozprawy jest „eksploatacja pokładów węgla”, a nie „eksploatacja węgla” np. na stronie 22 (osiadania wynikające z eksploatacji węgla systemem ścianowym...)
- na rycinie 3.5 brak jest opisu skali pionowej, są tylko jej wartości (str.35),
- uskoki kłodnickie jako nazwa geologiczna powinien być z małej litery (str.86).

5. Formalna ocena pracy doktorskiej

Zdaniem recenzenta cel pracy doktorskiej podany przez Doktorantkę, został zrealizowany. Przedstawiona mi do recenzji praca doktorska w części tekstowej jest zaprezentowana w sposób zrozumiały dla specjalistów z zakresu oddziaływania podziemnej eksploatacji na powierzchnię terenu. Obszerna liczba danych daje podstawę do opracowania kompleksowych map, które mogą być wykorzystane w praktyce. Schemat pracy został przyjęty poprawnie. Formalnie oceniam pracę pozytywnie.

6. Ocena końcowa

Przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska pt., „Geostatyczna analiza uwarunkowań osiadań terenu zidentyfikowanych przy pomocy interferometrii satelitarnej na obszarze Górnosląskiego Zagłębia Węglowego” jest w moim przekonaniu oryginalnym rozwiązaniem zagadnienia naukowego, wskazuje na duży stopień wiedzy teoretycznej i umiejętności samodzielnego prowadzenia i opracowywania badań.

Rozprawa ta spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim w aspekcie obowiązującej Ustawy z 2003 r. o tytule i stopniach naukowych i w związku z tym wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Marii Przyłuckiej do dalszego postępowania w ramach przewodu doktorskiego.

Beata Elbieta