Kraków, 10.09.2018

Prof. dr hab. inż. Ryszard Hejmanowski

Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska
Katedra Ochrony Terenów Górniczych, Geoinformatyki i Geodezji Górniczej

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Jarosława Wajsa
nt.:

„Modelowanie zmian powierzchniowych środowiska spowodowanych odkrywkową eksploatacją górniczą"

Recenzję sporządzono na zlecenie Dziekana Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej z dnia 12 lipca 2018 r (W6/1036/2018).

1. Ogólna charakterystyka zakresu i treści rozprawy

Recenzowana praca została opracowana przez Doktoranta wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej – Pana mgr inż. Jarosława Wajsa pod kierunkiem promotorki, Pani Dr hab. inż. Joanny Bac-Bronowicz, Prof. PWr. oraz promotora pomocniczego, Pana dr inż. Piotra Grzempowskiego. Praca składa się ze 141 stron tekstu wraz ze spisem literatury (185 źródeł literaturowych), spisem załączników, spisem rysunków i spisem tabel. Do pracy dołączono 8 załączników zawierających m.in. tabele zobrazowań SAR w szeregach czasowych, rysunki ideowe i rastry zobrazowań oraz przemieszczeń powierzchni i płytę CD ze szczegółowymi zobrazowaniami i rysunkami w większej rozdzielczości. Na podkreślenie zasługuje fakt umieszczenia po spisie treści, skorowidzu skrótów stosowanych w pracy, jest to godne polecenia rozwiązanie.

We wstępie pracy Autor dokonuje wprowadzenia w pojęcia środowiska terenu górniczego i zmian powierzchniowych tego środowiska. Definiuje te zmiany jako zmiany w ukształtowaniu powierzchni, a więc zmiany modelu wysokościowego terenu oraz zmiany pokrycia powierzchni. Analizując istniejący stan wiedzy z tego zakresu przytacza szereg publikacji, w których elementy powierzchniowe środowiska terenów górniczych były badane, bądź dyskutowane. W tej wstępnej części pracy Autor słusznie zwraca uwagę na złożoność problemów występujących podczas monitorowania środowiska terenu górniczego kopalni odkrywkowej, wskazując przede wszystkim na dużą zmienność wysokościową w czasie. Powołując się na źródła literaturowe Autor dokonał wstępnego przeglądu i charakterystyki metod monitoringu stosowanych w kopalniach odkrywkowych. Przywołał tutaj zarówno klasyczne technologie geodezji naziemnej, jak i metody teledetekcji i fotogrametrii. Rozdział ten poprzedza bezpośrednio rozdział zawierający tezę pracy, z tego względu spodziewałem się jakiegoś krytycznego podsumowania, z którego wynikałaby

potrzeba prowadzenia dalszych badań w tym zakresie. Moim zdaniem Autor nie zarysował jednak wyraźnie niszy badawczej. W kolejnym rozdziale Autor sformułował następującą tezę pracy: ***„Badanie zmian topograficznych terenu górniczego kopalń odkrywkowych wymaga zastosowania danych o wysokiej rozdzielczości czasowej i przestrzennej. W tym celu zasadne jest wykorzystanie wysokorozdzielczych danych z sensorów teledetekcji aktywnej i pasywnej"***.

Uważam, że teza jest dosyć oczywista i dotychczasowe wyniki badań światowych dowiodły już jej prawdziwości. Od lat prowadzone są badania nad monitoringiem kopalń odkrywkowych głównie w aspekcie zagrożeń związanych ze stabilnością skarp i półek. Metody teledetekcji pasywnej i aktywnej są w tych badaniach predystynowane z uwagi na możliwości wykonywania analiz historycznych, integracji zobrazowań z różnych zakresów spektralnych oraz możliwość analizy w dużej i małej skali. Znane wyniki badań wskazują na ograniczenia interferometrii radarowej w identyfikacji znacznych przemieszczeń pionowych. Stąd konieczność stosowania innych technologii teledetekcyjnych bądź pomiarów bezpośrednich w centrach niecek obniżeniowych o dużej prędkości osiadań i w rejonach występowania deformacji nieciągłych. Ta sama sytuacja dotyczy kopalń odkrywkowych w strefie bezpośrednich prac ubierkowych. Niemniej należy przyznać, że proponowane przez Autora wykorzystanie wysokiej rozdzielczości czasowej zobrazowań satelitarnych otwiera w tych badaniach nowe możliwości. Dlatego uważam, że postawiona teza może być przedmiotem obrony, choć moim zdaniem nacisk powinien być położony na rozdzielczości czasowej, ponieważ rozdzielczość przestrzenna nie jest w prezentowanych badaniach kluczowa.

Teza obudowana została dwoma głównymi celami pracy, które porządkują strukturę dalszej części manuskryptu:

cel nr 1 - określenie zmian powierzchniowych oraz modelowanie rzeźby i pokrycia powierzchni w systemie GIS .

cel nr 2 - interpretacja wyników analiz modelu w aspekcie zjawisk towarzyszących eksploatacji odkrywkowej.

Badania zostały przeprowadzone dla jednej z największych kopalń odkrywkowych w Europie - kopalni Węgla Brunatnego PGE Bełchatów.

W dalszej części pracy rozdział 2 stanowi w dalszym ciągu część wstępną - literaturową pracy, gdzie aż do strony 30 obszernie omówiono różne technologie teledetekcyjne stosowane w analizach zmian topograficznych i użytkowania powierzchni. Chciałbym w tym miejscu podkreślić imponującą, nawet jak na prace doktorskie, liczbę źródeł literaturowych, które przytoczył Doktorant. Brakowało mi na zakończenie tego rozdziału jakiegoś autorskiego podsumowania przytoczonych technologii i faktów. Bez tego nie bardzo wiadomo czy rozdział ten wspiera w jakiś sposób dalszą - badawczą część dysertacji, czy też jest tylko monograficznym skrótem wiedzy ogólnej.

Rozdziały 3 do 6 to zasadnicza badawcza część pracy (ponad 60 stron). W rozdziale 7 zawarto podsumowanie i wnioski.

2. Ocena merytoryczna i formalna

Na 37 str. Autor przedstawił schemat ideowy metodyki badań zaproponowanej w dysertacji. Polega ona generalnie na łącznym wykorzystaniu technologii InSAR do wyznaczania zmian wysokości powierzchni terenu w odkrywce oraz kompozycji barwnych do klasyfikacji spektralnej zmian wynikających z produkcji (eksploatacji górniczej) i pokrycia roślinnością. W ten sposób Autor zamierzał zidentyfikować jednoznacznie interpretowalne ruchy terenu niezwiązane z zabiorami maszyn urabiających. Jak rozumiem tego typu ruchy pozwalałyby następnie wydzielać rejony kopalni potencjalnie zagrożone, co zostało przez Autora podkreślone. Koncepcja ta została następnie zrealizowana w rozdziałach 4 - modelowanie danych SAR oraz rozdziale 5 - modelowanie danych optycznych. Rozdział 6 stanowi opis wyników będących efektem integracji badań ruchów pseudopionowych z technologii InSAR z danymi optycznymi. W rozdziale 7 zamieszczono podsumowanie i wnioski końcowe. Koncepcja metodyki badawczej nosi znamiona oryginalności. Jej realizacja została poprowadzona przejrzyście, aczkolwiek dosyć chaotycznie w sensie redakcyjnym. Czytając np. rozdział 4 odnosiłem chwilami wrażenie, że Autor stosował sformułowania, które brzmią niejasno, bądź są nieścisłe. Przykłady podaję w dalszej części recenzji. Wykonanie badań omówionych w rozdziałach 4 i 5 jest poprawne. Mam pewne wątpliwości co do uzyskanych wyników tj. przemieszczeń zwałowiska zewnętrznego Szczerców. Autor nie zamieścił bowiem żadnej dyskusji dokładnościowej uzyskanych wyników. W ogóle brak analizy dokładności uważam za poważny mankament dysertacji. Jeżeli celem jest identyfikacja rejonów zagrożonych, to należałoby zdefiniować poziom tego zagrożenia. W badaniach zagrożeń terenów przekształconych przez górnictwo chodzi głównie o tzw. *prekursory* osuwisk i zapadlisk - wówczas należałoby analizować różnice przemieszczeń nawet w skali milimetrowej. Wtedy dyskusja dokładności wykonanych analiz miałaby znaczenie fundamentalne. Jeżeli Autor miał na myśli inne zagrożenia, to także powinien się odnieść do dokładności swoich wyników w aspekcie skali analizowanych zagrożeń. Tego mi w pracy bardzo brakowało.

Pytania i wątpliwości:

1. W opisie metodyki badań Autor napisał, że nie było jego celem badanie dokładności zaproponowanej metodologii pomiarowej, ani też rekonstrukcja modelu 3D, tylko identyfikacja obszarów mogących stanowić potencjalne zagrożenie. Do wyznaczania zmian wysokościowych badanej powierzchni w oparciu o technologię SBInSAR wykorzystał model wysokościowy wykonany w 2000 roku w czasie misji SRTM. Czy takie podejście nie wpłynęło na uzyskane wyniki? Przecież zmiany wysokościowe na terenie odkrywki w okresie 2000-2014 (16) na pewno w wielu miejscach były olbrzymie (m.in. na zwałowisku zewnętrznym Szczerców).

2. Wyznaczenie zmian pseudopionowych wykonano o ile dobrze zrozumiałem jedynie w oparciu o dane SAR z orbity zstępującej. Dlaczego nie wykorzystano pełnej geometrii? Czy uwzględniono wobec tego wpływ nachylenia skarp odkrywki na błędy interpretacji wynikające z kierunku „patrzenia" satelity (LOS)?

3. We wnioskach Autor opisał technologię produkcyjną przetwarzania SBInSAR jako gotową do opracowania w ciągu 24 godzin po dołączeniu nowego zobrazowania SAR do kolejki poprzednich zobrazowań. Jak w takim układzie wygląda dokładność takiego wyniku, jeśli dane precyzyjne orbity udostępniane są przez ESA dopiero po 21 dniach?

3. Dlaczego Autor nie spróbował dokonać weryfikacji uzyskanych przez siebie wyników ruchów pseudopionowych terenu poprzez ich zestawienie z wynikami klasycznych pomiarów prowadzonych przez kopalnię? Nie chodzi mi o pełne sesje niwelacji wykonywane co kilka lat, tylko o pomiary wykonywane w skali lokalnej częściej.

3. Uwagi szczegółowe

Układ rozdziałów pracy jest przejrzysty i podział treści pozwala dobrze śledzić przebieg badań. Dla czytelnika, w odbiorze subiektywnym, odnosi się jednak wrażenie, że praca została zredagowana niezwykle chaotycznie. Na każdej właściwie stronie występują błędy stylistyczne i literowe. Stwierdzono nawet zamianę kolejności stron 95 i 96. Niektóre rysunki w tekście są nieczytelne ze względu na „mikro czcionkę", bądź brak jednostek przy osiach wykresów. W kilku miejscach wywodu użyto stwierdzeń bez ich uzasadnienia, lub powołania na źródło literaturowe np.:

1) str. 39 – „w celu wyboru najlepszej konstrukcji geometrycznej kąta patrzenia satelity LOS wybrany został tryb IW1"; Przecież tryby IW2 oraz IW3 nie obejmują Bełchatowa, więc wybór był prosty, ale należało to uzasadnić,

2) str. 98 – „dla odkrywek Szczerców oraz Bełchatów widoczne są także wypiętrzenia terenu, spowodowane odprężaniem się pokładów węgla brunatnego"; a czy te wypiętrzenia nie mogą być efektem odtwarzania się poziomów wodonośnych – należałoby uzasadnić wyrażony pogląd.

Są to bardzo poważne uchybienia jak na pracę naukową tej rangi.

Wśród uwag szczegółowych pragnę zwrócić uwagę na kilka istotniejszych:

- na str. 42. Autor pisze, że „pojedynczy plik SLC przetworzony przez ESA Poziom 1 zawiera informację o fazie i amplitudzie oraz intensywności rozproszenia wstecznego sygnału SAR w odpowiedniej polaryzacji VV". Czy nie są to przypadkiem dwa rastry o części rzeczywistej i urojonej równocześnie?
- na str. 86 zamieszczono dwa rysunki z zaznaczonym profilem. Podpisy pod rysunkami są identyczne, pomimo różnej treści rysunków.
- Str. 95 ostatni akapit przed nagłówkiem rozdziału 7.1.1. – treść nie jest ani zdaniem, ani nie zawiera sensownej treści; co to jest ?

- Str. 97 – w jakim celu uśredniono kąt występujący we wzorze 7.1.1., skoro dostępne są przecież jego wartości dla każdego piksela rastra? Zatem wzór można by zastosować wprost.

4. Ocena końcowa rozprawy i konkluzja

Po dogłębnym zapoznaniu się z pracą doktorską Pana mgr inż. Jarosława Wajsa mogę stwierdzić, że dobrze przeanalizował on i wykazał ogólną wiedzę w zakresie badań terenów przekształconych antropogenicznie – głównie kopalń odkrywkowych metodami inżynierskimi, a w szczególności teledetekcyjnymi. W pracy poprawnie scharakteryzował cechy działalności górniczej i jej wpływ na zmiany wysokościowe i pokrycie terenu. Omówił również wpływ uwarunkowań geologicznych i hydrogeologicznych na ruchy powierzchni, wykazując przy tym zadowalającą wiedzę. Można zatem stwierdzić, że praca dotyczy dyscypliny naukowej górnictwo i geologia inżynierska. Przedstawiona przez Doktoranta koncepcja badań, metodyka badawcza, sposób przeprowadzenia badań i wysnute wnioski świadczą o niezbędnej umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w dyscyplinie. Koncepcja łącznego wykorzystania technologii InSAR do wyznaczania zmian wysokości powierzchni terenu w odkrywce oraz kompozycji barwnych nosi znamiona oryginalności.

Chcąc wyrobić sobie pogląd na ostateczną wartość recenzowanej pracy, zestawiłem poniżej moje subiektywne oceny w dziesięciu kryteriach, które zazwyczaj stanowią podstawę recenzji badań naukowych. Przyjąłem punktację w zakresie od 1 – niska do 3 – wysoka.

Kryterium oceny	Ocena			
	wysoka	średnia	niska	Punkty ogółem
Staranność redakcji pracy			1	1
Strona graficzna pracy		2		2
Literatura i powołania	3			3
Czy przyjęto poprawne założenia w nawiązaniu do stanu wiedzy	3			3
Umiejętność krytycznego podejścia Autora do stanu wiedzy			1	1
Umiejętność dowodzenia i uzasadniania tez			1	1
Czy wyniki badań zostały zweryfikowane/ skonfrontowane z wynikami innych badaczy			1	1
Dobór metod badawczych		2		2
Oryginalność rozwiązań stosowanych w badaniach		2		2
Wkład Doktoranta w rozwój dyscypliny		2		2
RAZEM				**18**

W dziesięciu przyjętych kryteriach przyznałem 2 wysokie, 4 średnie i 4 niskie. Biorąc pod uwagę powyższe noty i uzyskaną sumę punktów równą 18, pracę można by ocenić na ponad dostateczną (3,5), gdyby takie oceny były formalnie przyjęte.

Biorąc pod uwagę całość oceny pracy stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Wajsa pod tytułem „Modelowanie zmian powierzchniowych środowiska spowodowanych odkrywkową eksploatacją górniczą" spełnia kryteria zawarte w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki" oraz rozporządzenia MNiSW z 26.09.2016 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. 2016.1586), dla kandydata do stopnia doktora nauk technicznych. W związku z tym przedkładam wniosek Radzie Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony.

.....

Ryszard Hejmanowski