

Wrocław, 13 grudnia 2019 r.

dr hab. inż. Jan Blachowski, prof. uczelni
Politechnika Wrocławska
Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii
Katedra Górnictwa i Geodezji

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgra inż. Tadeusza Rutkowskiego
pod tytułem „Ocena wpływu podszadzenia zrobów zawałowych na obniżenia powierzchni terenu
w warunkach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego”**

1. Podstawa formalna recenzji

Recenzję wykonałem na podstawie pisma Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska z dnia 6. listopada 2019 r. (znak NSR/507/2019) w oparciu o otrzymany egzemplarz rozprawy doktorskiej i załączniki.

Po zapoznaniu się z treścią stwierdzam, że przedstawiona praca doktorska pt. „Ocena wpływu podszadzenia zrobów zawałowych na obniżenia powierzchni terenu w warunkach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego” mieści się w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

2. Ogólna charakterystyka zakresu, układu i treści dysertacji

Recenzowana praca została przygotowana przez Doktoranta Pana mgra inż. Tadeusza Rutkowskiego, będącego pracownikiem Polskiej Grupy Górniczej S.A. Oddział KWK „Ruda” Ruch „Pokój”, w Głównym Instytucie Górnictwa pod opieką Pana dr hab. inż. Andrzeja Kowalskiego, prof. GIG.

Praca podzielona została na 10 rozdziałów i liczy 159 stron wraz ze spisem treści, spisem rysunków, spisem tabel, zestawieniem załączników oraz wykazem wykorzystanej literatury. Ten ostatni liczy 58 pozycji, w tym 2 źródła obcojęzyczne.

Do pracy dołączono 4 obszerne załączniki, pierwszy zawierający bilans dostarczonych do ścian popiołów dymnicowych oraz 3 kolejne w wersji elektronicznej: z wykazem obniżeń wzdłuż analizowanej linii pomiarowej, zestawieniem właściwości deponowanych popiołów ze spalania węgla oraz raportami z wyznaczania parametrów teorii Knothego-Budryka w programie EDBJ-OPN autorstwa profesora J. Białka. Na podkreślenie zasługuje umieszczenie po spisie treści wyjaśnienia najważniejszych oznaczeń (31) stosowanych w pracy.

We wstępie Autor dokonuje wprowadzenia w problematykę wpływu doszczelniania zrobów poeksploatacyjnych na wielkość deformacji powierzchni oraz definiuje dwa cele pracy:

Cel naukowy, którym jest „wyznaczenie wpływu podszadzenia zrobów zawałowych na wartość współczynnika eksploatacyjnego na podstawie geodezyjnych pomiarów obniżeń powierzchni terenu w rejonie, w którym prowadzi się eksploatację z doszczelnianiem zrobów z pyłów elektrownianych”, oraz

Cel praktyczny, jakim jest „pozyskanie narzędzi (metod i parametrów) do projektowania eksploatacji górniczej z zawałem stropu i doszczelnianiem pyłami w aspekcie ochrony powierzchni dla kopalń w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, o warunkach geologiczno-górnictwowych zbliżonych do KWK „Ruda” Ruch „Pokój””. Realizacji tych celów podporządkowana jest dalsza struktura i treść pracy.

W rozdziale drugim Autor zwięźle scharakteryzował proces deformacji powierzchni terenu pod wpływem eksploatacji z zawałem stropu oraz eksploatacji z użyciem podszadzki hydraulicznej. Przedstawia także, powołując się przede wszystkim na źródła polskie i obszar GZW, aktualny stan

wiedzy w zakresie wartości współczynnika eksploatacyjnego wyznaczanego dla tych dwóch rodzajów eksploatacji. Rozdział ten kończy opis technologii stosowania odpadów przemysłowych do wypełniania zrobów zawałowych w kopalniach węgla kamiennego na przykładzie KWK „Ruda” Ruch „Pokój”.

Z kolei rozdział 3, który obejmuje zaledwie 2.5 strony, to zwięzłe przedstawienie stanu wiedzy dotyczącego doszczelniania zrobów poeksploatacyjnych w warunkach polskich. W jego podsumowaniu Doktorant stwierdza, że jak do tej pory brakuje badań, których wyniki dostarczyłyby miarodajnych rezultatów określających wpływ doszczelniania zrobów z zawałem stropu na wartość współczynnika eksploatacyjnego, który jest podstawowym parametrem służącym do prognozowania deformacji powierzchni. W ten sposób wskazuje na niszy badawczą i potrzebę prowadzenia badań w tym zakresie. Moim zdaniem wartość przeprowadzonej analizy stanu wiedzy ogranicza niewielki udział literatury zagranicznej dotyczącej wykorzystania popiołów ze spalania węgla w zrobach kopalni, np. najnowszych publikacji autorów chińskich, w tym (Zhang i in., 2019) oraz inne. Podobne zastrzeżenie można mieć także do rozdziału 5, w którym brakuje literatury zagranicznej dotyczącej znanych i stosowanych metod opisu deformacji powierzchni. Ponadto, według mnie, rozdział 3 mógłby stanowić część rozdziału 2 i zarazem jego podsumowanie.

Na podstawie wyników przeglądu przedstawionych w rozdziałach 2 i 3, w kolejnym rozdziale, tj. 4, Doktorant sformułował tezę pracy, która brzmi *„Istnieje możliwość określenia zależności pomiędzy objętością dostarczonej podsadzki z pyłów do zrobów po eksploatacji z zawałem stropu, a obniżeniami powierzchni terenu, w szczególności wartością współczynnika eksploatacyjnego głównego parametru teorii Knothego-Budryka”*. Występowanie takiej możliwości wydaje się być oczywiste i z możliwości tej Doktorant skorzystał proponując metodykę opartą na łącznej analizie wyników geodezyjnych pomiarów obniżeń powierzchni oraz objętości pyłów z elektrowni zdeponowanych w zrobach do oszacowania ich wpływu na wartość współczynnika eksploatacyjnego. Badania te opisano w rozdziałach 8 i 9, które stanowią zasadniczą, badawczą, część rozprawy i obejmują 90 stron, a ich wyniki mają na celu uzupełnienie wykazanej wcześniej luki badawczej. Rozdział 10 zawiera podsumowanie i wnioski końcowe. Wcześniejsze rozdziały to: kontynuacja przeglądu stanu wiedzy w zakresie podstaw teoretycznych teorii Knothego-Budryka, stosowanych metod opisu deformacji i dostępnych programów komputerowych umożliwiających wyznaczenie parametrów teorii (rozdział 5); zwięzły opis budowy geologicznej, dokonanej eksploatacji i realizowanych pomiarów deformacji powierzchni (rozdział 6) oraz przyjętych podstaw teoretycznych określenia wpływu dosadzania zrobów popiołami z elektrowni zakończonych na deformacje powierzchni (i współczynnik eksploatacyjny będący parametrem teorii Knothego-Budryka). Rozdział 6 zawiera także propozycję Doktoranta zastosowania trzech różnych podejść obliczeniowych, które różnią się metodą obliczenia obniżeń powierzchni i przyjętym modelem rozkładu podsadzki w czasie.

Badania zostały przeprowadzone dla KWK „Ruda” Ruch „Pokój” jednego z najstarszych zakładów górniczych w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, który prowadzi działalność wydobywczą na silnie zurbanizowanym i uprzemysłowionym obszarze miasta Ruda Śląska. W związku z tym obiekt ten (kopalnię) można traktować jako laboratorium badawcze „wielkiej skali”.

3. Ocena merytoryczna i formalna rozprawy

Założenia zaproponowanej przez Doktoranta metodyki badań, przedstawiono na stronie 24 dysertacji oraz dalej, w rozdziałach 5 i 7. Chętnie zobaczyłbym w pracy schemat ideowy procedury badawczej. Autor przyjął założenie, że wskaźnikiem determinującym efekt dosadzania zrobów z zawałem stropu na stan powierzchni jest współczynnik eksploatacyjny. W związku z tym, na bazie teorii Knothego-Budryka, której parametrem jest współczynnik eksploatacyjny, wyników wieloletnich geodezyjnych

pomiarów przemieszczeń powierzchni oraz zbadanych właściwości i ilości dostarczonego materiału, zastosował trzy podejścia do wyznaczenia wpływu doszczelniania zrobów z eksploatacji z zawalem stropu pyłami ze spalania węgla na wartości współczynnika eksploatacyjnego i wielkość deformacji powierzchni. Zastosowanie sposoby obliczeń współczynnika eksploatacyjnego uwzględniały: (1) wyznaczone obniżenia terenu w wybranych punktach przy założeniu równomiernego rozmieszczenia materiału w zrobach, (2) wyznaczone obniżenia terenu na podstawie zbioru punktów pomiarowych przy założeniu równomiernego rozmieszczenia materiału w zrobach, oraz (3) na podstawie stosunku wartości obniżenia zmierzonego do wartości obniżenia teoretycznego przy założeniu równomiernego i stopniowanego rozmieszczenia materiału w zrobach. W pierwszym przypadku analizował 5 wybranych rejonów badawczych, w drugim 10 przy czym dwa są tożsame z pierwszym zbiorem oraz ponownie 10 w ostatnim. Na zaznaczenie zasługuje analizowany przez Autora okres pomiarów obejmujący ponad 14 lat (październik 2005 – styczeń 2019). Koncepcja metodyki badawczej oraz zakres przeprowadzonych badań mają znamiona oryginalności. Nie znalazłem w tekście czytelnej informacji na jakiej podstawie obszary badawcze zostały wybrane do analiz.

Wyniki, Doktorant przedstawił indywidualnie i łącznie dla każdego sposobu, z zastosowaniem metod statystyki opisowej (wykresy i zestawienia tabelaryczne). Opis wykonanych obliczeń jest poprawny jednak dosyć lakoniczny, zwłaszcza w części dotyczącej analizy i dyskusji otrzymanych wyników. Brakuje mi zwłaszcza dyskusji w zakresie dokładności otrzymanych rezultatów i czynników, które mogą na dokładność obliczeń wpływać. W tym także analizy porównawczej pomiędzy powtarzającymi się rejonami badawczymi. Obszerna i powtarzalna zawartość tego rozdziału dokumentująca kolejno wykonane obliczenia powoduje, że brakuje w nim części podsumowujących kolejne etapy prac. Szczegółowe uwagi i pytania w tym zakresie przedstawiłem w kolejnej części recenzji. W końcowej części pracy Autor wskazuje na ograniczenia poszczególnych procedur obliczeniowych i podejmuje próbę oceny ich wiarygodności.

Pytania i uwagi

1. Czy Doktorant uwzględnił w próbie obserwacje odstające, które mogą dawać zafałszowane wyniki i błędnie wskazywać na korelację zmiennych?
2. Jakiego podejścia do wyznaczenia współczynnika korelacji pomiędzy analizowanymi zmiennymi (współczynnik eksploatacyjny i stopień doszczelnienia zrobów), np. metoda najmniejszych kwadratów?
3. Czy Doktorant zbadał rozkład wartości analizowanych dwóch zmiennych, tj. czy jest to rozkład normalny (dwuzmienny)?
4. Czy Doktorant rozważył możliwość, że analizowana zależność nie ma charakterystyki liniowej?
5. W jaki sposób wyjaśnić otrzymane wartości współczynnika eksploatacyjnego większe do 1, np. w partii Środkowej część Północna?
6. Jak można wytłumaczyć otrzymane dodatnie współczynniki korelacji, niezgodne z teorią i wykazane w blisko połowie analizowanych przypadków?
7. W jaki sposób „zaprogramowano” stopniowane rozłożenie pyłów ze spalania węgla w zrobach?
8. W jaki sposób Doktorant uzasadni przeprowadzoną selekcję przypadków obliczeniowych wybranych do dalszych rozważań?
9. Czy celowo wybrano ten sam reper geodezyjny, 1249 dla rejonu 2 i rejonu 3 w pierwszym sposobie obliczeń?
10. W jaki sposób określono właściwości (liczba prób, okres badania, itd.) popiołów ze spalania węgla deponowanych pod ziemią?

4. Uwagi szczegółowe

Układ rozdziałów pracy jest przejrzysty, a ich kolejność logiczna. Podział treści pozwala czytelnikowi śledzić przebieg wykonanych prac. Moim zdaniem, liczba rozdziałów mogłaby być mniejsza bez uszczerbku dla czytelności treści pracy. Mam tu na myśli wspomniany wcześniej rozdział 3 oraz rozdział 4. Są one bardzo krótkie, odpowiednio 2.5 strony oraz 1 strona. Liczba błędów redakcyjnych i stylistycznych jest niewielka. Zdarzają się skróty myślowe i zdania wyglądające na wyrwane z kontekstu, np. „Zastosowanie to wykorzystane w niniejszej pracy, polega na następującym algorytmie” (str. 37) bez kontynuacji myśli. W kilku miejscach rozprawy użyto stwierdzeń bez ich głębszego uzasadnienia, np. ostatnie zdanie w części 6.3 „Natomiast teoretyczna wartość współczynnika eksploatacyjnego dla podsadzki utworzonej z pyłów i kamienia oraz piasku mogłaby zostać zmniejszona od 4% do 23% w stosunku do eksploatacji bez doszczelniania zawatu” (str. 46). Warto podkreślić umieszczenie w pracy dużej liczby rysunków, zwłaszcza map, którymi Autor ilustrował obszar badań i wyniki poszczególnych etapów wykonanych analiz. Uwagi dotyczące ich przygotowania przedstawiłem w dalszej części recenzji. Należy tu także zaakcentować duży nakład pracy Doktoranta, polegający na wykonaniu i przeanalizowaniu obliczeń dla wszystkich rozpatrywanych przypadków (rejonów badawczych i przyjętych sposobów analiz).

Wśród szczegółowych spostrzeżeń chciałbym zwrócić uwagę na następujące, najistotniejsze. Nie wpływają one zasadniczo na ogólną ocenę merytoryczną pracy jednak powinny zostać rozważone przed publikacją wyników:

- a. Szereg map zamieszczonych w pracy nie posiada legendy, strzałki północy, siatki kartograficznej, informacji o układzie współrzędnych, w którym je sporządzono. Obniża to ich jakość i czytelność, przykłady: rys. 6.3.1 na str. 42, rys. 6.3.2 do 6.3.8 (str. 43 – 46), rys. 6.4.1.1 (str. 48), rys. 6.4.4.1 (str. 51), rys. 8.1.1 do rys. 8.1.5 i dalsze w rozdziale 8;
- b. Tytuł Fot. 6.3.1. brzmi „wyznaczona doświadczalne objętość pyłów deponowanych w wyrobiskach Ruchu „Pokój” podczas gdy treść fotografii nie zawiera czytelnej informacji o objętości;
- c. Szereg tabel w rozdziale 8, które podzielone zostały pomiędzy dwie strony nie zawiera powtórzeń wiersza nagłówka na stronie kolejnej, utrudnia to odczytanie zawartych w nich informacji, np. tabele 8.3.1.5 do 8.3.1.7;
- d. Wykresy przedstawiające obniżenia pomierzone i estymowane na reperach nie posiadają znaczników na osi poziomej (nr reperu) co także utrudnia poprawne odczytanie wartości, np. rys. 8.2.2, rys. 8.2.4., rys. 8.2. 6, rys. 8.2.8, rys. 8.2.10, rys. 8.2.12, rys. 8.2.14, rys. 8.2.16, rys. 8.2.18;
- e. W tekście nie posługiwano się przyjętą w pracy numeracją formuł podczas powoływania się na nie;
- f. Wydruki raportów zamieszczone w rozdziale 8 są mało czytelne i z powodzeniem mogłyby znaleźć się w załącznikach;
- g. Stosowanie kolokwializmów, takich jak „przesianie danych” (str. 142), „wypadły” (str. 111);
- h. Mylne stosowanie pojęć np. „ciężar” (str. 40) podczas gdy zapewne chodzi tu o masę?

5. Ocena końcowa rozprawy i wnioski

Po dokładnym zapoznaniu się z treścią rozprawy Pana mgra inż. Tadeusza Rutkowskiego mogę stwierdzić, że wykazał się On wiedzą z zakresu deformacji powierzchni terenu górniczego w wyniku podziemnej eksploatacji złóż kopaliny. W pracy poprawnie scharakteryzował oddziaływania takiej działalności na stan powierzchni oraz wpływ stosowania podsadzki na wielkość obniżenia powierzchni.

Potwierdza to, jak wskazałem we wstępie recenzji, umiejscowienie pracy w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Zaprezentowane przez Doktoranta założenia badawcze, metodyka badań, zastosowana procedura badań oraz wnioski świadczą o umiejętności analitycznego myślenia oraz samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Doktorant podjął udaną próbę powiązania obniżeń terenu z objętością deponowanych w zrobach produktów pochodzących ze spalania kopalin stałych na podstawie badań współczynnika eksploatacyjnego. Wykazał w pracy skuteczność stosowania doszczelniania zrobów odpadami ze spalania węgla w profilaktyce ochrony powierzchni terenu górniczego. W efekcie otrzymał obszerną bazę wiedzy co jest Jego oryginalnym wkładem w rozwój dyscypliny i posiada bezpośredni wymiar użyteczny. Podkreślić także należy, że umiejętnie poradził sobie, z tym trudnym, ze względu na złożony charakter eksploatacji i stosunkowo niewielką ilość danych pomiarowych dotyczących przemieszczeń powierzchni, zadaniem.

W celu skwantyfikowania ostatecznej oceny wartości naukowej pracy doktorskiej dokonałem jej oceny w 10-ciu kryteriach, zazwyczaj uwzględnianych w recenzjach prac badawczych. Przyjąłem punktację w skali od 1 – niska do 3 – wysoka ocena. Punktację prezentuję w zestawieniu zamieszczonym poniżej.

| <u>Kryterium oceny</u> | <u>Punktacja (1-3)</u> |
|---|------------------------|
| 1. Ocena poprawności przyjętych założeń pracy w odniesieniu do stanu wiedzy | 3 |
| 2. Ocena krytycznego podejścia Doktoranta do stanu wiedzy | 2 |
| 3. Ocena umiejętności przedstawienia i dowodzenia tez | 2 |
| 4. Ocena doboru metod badawczych zastosowanych w pracy | 2 |
| 5. Ocena dyskusji wyników badań ze stanem wiedzy | 1 |
| 6. Ocena oryginalności rozwiązań stosowanych w pracy | 2 |
| 7. Ocena wkładu Doktoranta w rozwój dyscypliny | 2 |
| 8. Redakcja pracy doktorskiej | 3 |
| 9. Strona graficzna pracy | 2 |
| 10. Literatura i powołania | 1 |

W dwóch z powyższych kryteriów przyznałem ocenę wysoką (3), w sześciu średnią (2) oraz w dwóch niską (1). Biorąc pod uwagę powyższą punktację i uzyskaną sumę punktów (20/30) pracę należy ocenić jako dobrą i solidną. Jest to oczywiście ocena nieformalna.

W podsumowaniu, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgra inż. Tadeusza Rutkowskiego pt. „Ocena wpływu podszadzenia zrobów zawałowych na obniżenia powierzchni terenu w warunkach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego” posiada walory naukowe i aplikacyjne oraz spełnia kryteria wymienione w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późn. zmianami i rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. 30.01.2018 poz. 261). W związku z tym przedstawiam wniosek Radzie Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgra inż. Tadeusza Rutkowskiego do publicznej obrony.

Jan Blachowski