

Zabrze, 22.12.2017r.

Prof. dr hab. inż. Marian Turek
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mateusza Jakubowskiego pt.

Techniczno-ekonomiczne kryteria doboru struktury udostępnienia złoża polimetalicznego w warunkach ograniczonej informacji geologicznej na przykładzie projektu Victoria w Kanadzie.

Promotor rozprawy: dr hab. inż. Herbert Wirth, prof. nzw. Pwr.

1. Podstawy formalne opracowania recenzji

Niniejsza recenzja została opracowana na wniosek Rady Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej (uchwała Rady Wydziału z dnia 07.11.2017r.)

2. Ocena formalna pracy

Przedłożona do oceny praca pt. *Techniczno-ekonomiczne kryteria doboru struktury udostępnienia złoża polimetalicznego w warunkach ograniczonej informacji geologicznej na przykładzie projektu Victoria w Kanadzie* wpisuje się w bardzo ważną i obecnie niezwykle aktualną problematykę, związaną z udostępnianiem nowych złóż występujących na znacznych głębokościach, w skomplikowanych warunkach ciśnieniowych, geologicznych i hydrogeologicznych. Jednym z kluczowych zagadnień w tym obszarze, jest wykorzystanie kryteriów techniczno-ekonomicznych, wspomagających inwestora przy podejmowaniu decyzji w warunkach niesatysfakcjonującej informacji geologicznej. Problem poszukiwania algorytmu wspomagającego procesy decyzyjne, który bazując na techniczno-ekonomicznych kryteriach doboru

struktury udostępniania złóż polimetalicznych zalegających na znacznych głębokościach, umożliwiłby przeprowadzenie symulacji możliwych scenariuszy i wskazanie najlepszej alternatywy, Autor uczynił przedmiotem swoich badań.

Praca liczy 249 stron i składa się z dwóch części (teoretycznej i aplikacyjnej). Przed częścią teoretyczną Autor umieścił spisy: symboli i akronimów, rysunków, tabel i wykresów. W części pierwszej – teoretycznej znajduje się wstęp do zagadnienia oraz cztery rozdziały, w których Autor omawia problemy związane z doбором wyrobisk udostępniających, przeprowadza analizę literaturową z podaniem najważniejszych dokonań w tym zakresie. Ponadto odwołuje się do teorii zbiorów rozmytych, na której opiera dalszą metodykę prowadzenia procesu badawczego oraz proponuje zarys własnego rozwiązania - Rozmytego Algorytmu Decyzyjnego. W części aplikacyjnej, składającej się z trzech rozdziałów, w tym rozdziału zatytułowanego „Podsumowanie i wnioski”, Autor charakteryzuje Projekt Victoria oraz przedstawia możliwość zastosowania zaproponowanego Rozmytego Algorytmu Decyzyjnego do rozwiązania rzeczywistego problemu związanego z poszukiwaniem optymalnego rozwiązania w tym projekcie. W podsumowaniu wraz z wnioskami Autor, na podstawie wyników rankingowych wytypowanych alternatyw oraz na podstawie skonstruowanej struktury preferencyjnej wskazuje najlepsze pod względem przyjętych kryteriów opcje rozwiązań projektowych, dowodząc przydatności zaproponowanego algorytmu.

Na końcu pracy Autor umieścił bibliografię. Na pozytywną ocenę zasługuje jej szeroki zakres i profesjonalny dobór, obejmujący 231 pozycji tematycznych, z czego znaczną część stanowią publikacje zagraniczne. Dowodzi to umiejętności przeprowadzania studiów literaturowych oraz aktualnej i wszechstronnej wiedzy teoretycznej niezbędnej do poprawnego przeprowadzenia badań naukowych i wnioskowania badawczego.

Podsumowując, strukturę pracy uznaję za logiczną, właściwie zhierarchizowaną, poprawną formalnie i metodycznie. Układ treści rozprawy, a więc nazwy i kolejność rozdziałów oraz podrozdziałów, jest poprawny, dobrze

przemyślany. Tytuł pracy oraz tytuły jej poszczególnych elementów konstrukcyjnych odpowiadają zawartym wewnątrz treściom. Logiczność konstrukcji przejawia się zarówno wewnątrz rozdziałów, jak i w przechodzeniu pomiędzy rozdziałami, co odzwierciedla harmonijny przebieg procesu badawczego. Świadczy to o dojrzałości naukowej i badawczej Pana mgra inż. Mateusza Jakubowskiego. Praca pod względem językowym i redakcyjnym nie budzi zastrzeżeń formalnych. Jest starannie opracowana, a jej strona graficzna wzbogaca uzyskane wyniki badań. Formalną stronę pracy oceniam wysoko.

3. Ocena merytoryczna pracy

Tematyka pracy mieści się w obszarze i dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie górnictwo i geologia inżynierska i dotyczy niezwykle ważnego zagadnienia, jakim jest identyfikacja kluczowych parametrów techniczno-ekonomicznych, wspomagających proces doboru struktury udostępnienia złóż polimetalicznych, charakteryzujących się niskim stopniem rozpoznania geologicznego. Na podkreślenie zasługuje tu trafność wyboru tematu i jego oryginalność. Wykorzystanie teorii zbiorów rozmytych w proponowanym przez Autora rozwiązaniu wpisuje się w trend coraz większej popularyzacji tej metodyki w obszarze wspomaganie decyzji w warunkach niepewności. Biorąc pod uwagę konieczność uwzględnienia różnorodnych kwestii (technicznych, geologicznych, ekonomicznych) związanych z otwarciem dostępu do złóż, jak również opisowy charakter inżynierskiej wiedzy ekspertów w tym zakresie, wybór teorii zbiorów rozmytych, będącej jedną z metod wnioskowania przybliżonego, należy uznać za trafny.

Podjęte zagadnienie jest istotne zarówno dla nauki, jak i praktyki gospodarczej. Ma szczególne znaczenie dla górnictwa podziemnego, geologii, inżynierii produkcji ale również dla inżynierii środowiska, nauk ekonomicznych i innych dziedzin i dyscyplin naukowych oraz obszarów praktyki gospodarczej.

Zidentyfikowanie kluczowych parametrów technicznych i ekonomicznych, jakie powinny zostać uwzględnione w procesie decyzyjnym osadzonym

w warunkach wysokiego ryzyka inwestycyjnego Autor ustanowił celem podstawowym pracy. Na jego podstawie Autor postawił sobie główne zadanie badawcze, jakim jest opracowanie elastycznego algorytmu postępowania przy selekcji struktury udostępniania głęboko zalegającej polimetalicznej strefy zmineralizowanej, opartego o rozmyte reguły wnioskowania, uwzględniającego nieprecyzyjność otoczenia decyzyjnego oraz metodę scenariuszową. Cel główny pracy oraz główne zadanie badawcze uzupełnia cel aplikacyjny, jakim jest zastosowanie finalnych efektów prac teoretycznych do rzeczywistego problemu związanego z poszukiwaniem optymalnego scenariusza rozwoju Projektu Victoria, zlokalizowanego w Ontario w Kanadzie, stanowiącego aktywa spółki KGHM International.

Powyższe cele były konsekwentnie realizowane przez Autora w kolejnych częściach pracy i zostały w pełni osiągnięte, a postawione zadanie badawcze zrealizowane.

Kluczowym rezultatem badań prowadzonych przez Pana mgra inż. Mateusza Jakubowskiego przedstawionych w recenzowanej rozprawie doktorskiej, jest potwierdzenie tezy, że zastosowanie teorii zbiorów rozmytych do kompleksowej oceny istotności komponentów hierarchicznej struktury preferencyjnej umożliwia skonstruowanie elastycznego algorytmu decyzyjnego uwzględniającego właściwe czynniki techniczne, geologiczne oraz ekonomiczne, wspomagającego proces doboru struktury udostępniania złóż polimetalicznych, charakteryzujących się niskim stopniem rozpoznania geologicznego.

Zaproponowany Rozmyty Algorytm Decyzyjny posiada wysokie walory aplikacyjne, które zostały zweryfikowane w analizie Projektu Victoria. Proces jego opracowania został przeprowadzony poprawnie. Autor dokonał badań rozpoznawczych, przeprowadził obszerne studium literaturowe i rozplanował badania, dobierając odpowiednie narzędzia badawcze.

O oryginalności oraz aplikacyjności opracowanego rozwiązania przesądzają następujące argumenty:

- wykorzystanie przez Doktoranta logiki wielowartościowej wraz z matematycznym aparatem teorii zbiorów rozmytych jako narzędzia wspomagającego złożone i wielokryterialne problemy decyzyjne, przed którymi wielokrotnie staje branża górnicza w związku z doбором optymalnego scenariusza projektowego, konstrukcyjnego i operacyjnego;

- przeprowadzenie przez Doktoranta procesu konstruowania hierarchicznej struktury preferencyjnej, umożliwiającej identyfikację wszystkich kluczowych czynników procesu decyzyjnego;

- wykorzystanie przez Doktoranta rozmytego procesu określania wartości parametrów wagowych przez różne grupy interesariuszy w celu zharmonizowania sprzecznych ocen, wyrażonych w nieprecyzyjnych kategoriach jakościowych oraz ich syntetyczne uwzględnienie przy poszukiwaniu optymalnej alternatywy;

- zaproponowanie przez Doktoranta Rozmytego Algorytmu Decyzyjnego, charakteryzującego się dużym stopniem przejrzystości i weryfikowalności na każdym etapie symulacji, sterowalnością procesu i elastycznością wobec dynamicznych danych wejściowych.

Stronę merytoryczną rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Mateusza Jakubowskiego oceniam wysoko. Oryginalne rozwiązanie podjętego przez Doktoranta problemu badawczego stanowi realny wkład do nauki i praktyki oraz potwierdza posiadanie odpowiedniej wiedzy teoretycznej i zdolności aplikacyjnych, a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

4. Uwagi o charakterze polemicznym

Pomimo dużych walorów teoretycznych i praktycznych, można sformułować kilka uwag:

- w części teoretycznej pracy Autor w sposób kompleksowy i bardzo przejrzysty przedstawia instrumentarium związane z teorią zbiorów rozmytych, natomiast w części aplikacyjnej przejrzystość ta jest już nieco

zatracona. Autor opisuje poszczególne kroki działań, lecz zwłaszcza w obszarze ścisłych obliczeń warto byłoby wzbogacić tę część pracy o schemat blokowy proponowanej procedury;

- pewne zastrzeżenia można zgłosić również w kontekście gromadzenia wiedzy eksperckiej do proponowanego w pracy algorytmu decyzyjnego (s. 177). Autor nie wyjaśnia dlaczego zdecydował się na powołanie akurat 15 ekspertów w ramach trzech zespołów (branżowego, właścicielskiego oraz użytkowników docelowych; po 5 z każdego). W jaki sposób została określona liczba i kompletności tych ekspertów oraz ich kompetencje?
- czy zaprezentowany w dysertacji algorytm zbiorów rozmytych jest uniwersalny dla problematyki górniczej i czy może on znaleźć zastosowanie w innych problemach dotyczących zasobów naturalnych oraz jak ewentualnie musiałby zostać zmodyfikowany?
- w odniesieniu do strony technicznej pracy należy zauważyć brak numeracji wzorów oraz brak źródeł w odniesieniu do części wykresów (przy rysunkach dot. teorii zbiorów rozmytych w części teoretycznej, przy założeniu, że Autor sam je tworzył w edytorze tekstu czy graficznym, lecz na podstawie jakiegoś źródła, stosowanie tu jedynie opisu „opracowanie własne” wydaje się nieuprawnione).

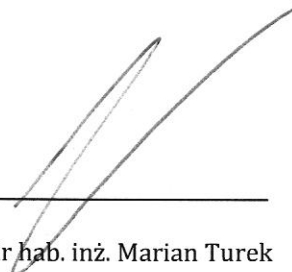
Sformułowane powyżej uwagi nie pomniejszają wartości ocenianej pracy, stanowiąc punkt wyjścia do dalszych pogłębionych badań podejmowanego zagadnienia.

5. Wniosek końcowy

Przedłożoną do oceny pracę doktorską pod względem formalnym i merytorycznym oceniam bardzo wysoko. Spełnia ona w pełni wymogi określone w *Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (t.j. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, dowodząc posiadanie przez Pana mgra inż. Mateusza Jakubowskiego ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie naukowej

górnictwo i geologia inżynierska, oraz potwierdzając umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

W związku z powyższym wnioskuję do Rady Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Mateusza Jakubowskiego pt. *Techniczno-ekonomiczne kryteria doboru struktury udostępnienia złoża polimetalicznego w warunkach ograniczonej informacji geologicznej na przykładzie projektu Victoria w Kanadzie*, do publicznej obrony oraz dalszych etapów przewodu doktorskiego.



prof. dr hab. inż. Marian Turek