



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami

Katedra Inżynierii Górniczej i Bezpieczeństwa Pracy

Kraków, 2024-08-21

Rada Naukowa Instytutu Gospodarki Surowcami
Mineralnymi i Energią
Polskiej Akademii Nauk
ul. Wybickiego 7A
31-261 Kraków

Recenzja rozprawy doktorskiej

Imię i Nazwisko Doktoranta: **mgr inż. Jarosław Kulpa**

Tytuł rozprawy doktorskiej: **Metodyka oceny atrakcyjności złoża i kwantyfikacja ryzyka w procesie eksploatacji**

Promotor: **Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Jacek Sobczyk**

Recenzent: **dr hab. inż. Wojciech Naworyta – prof. AGH**

Podstawa formalna

Podstawę formalną recenzji stanowi Uchwała Rady Naukowej Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN nr 4/II/2024, z dnia 1 sierpnia 2024r. w sprawie powołania niżej podpisanego na recenzenta pracy mgr inż. Jarosława Kulpy. Praca doktorska realizowana jest w dyscyplinie: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Informacje wstępne o przedmiocie recenzji

Przedmiotem recenzji jest praca w której Doktorant przedstawił zastosowanie metody FAHP do oceny atrakcyjności złoża węgla kamiennego. Parametr odwrotny do atrakcyjności złoża Autor pracy określił jako wskaźnik ryzyka RF. Ten parametr posłużył Doktorantowi do oszacowania stopy dyskonta, która z kolei została wykorzystana do oceny efektywności ekonomicznej projektu inwestycyjnego polegającego na zagospodarowaniu wyselekcjonowanej partii złoża. W swojej pracy Doktorant dość



Akademia Górniczo-Hutnicza | Wydział Inżynierii Lądowej i Gospodarki Zasobami
Katedra Inżynierii Górniczej i Bezpieczeństwa Pracy

al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

tel.: 12 617 20- 65, e-mail: kigbp@agh.edu.pl, www.kigbp.agh.edu.pl, www.wilgz.agh.edu.pl

REGON: 000001577, NIP: 6750001923

klarownie wyjaśnił koncepcję pracy oraz wszystkie zastosowane w pracy metody, w szczególności FAHP, czyli rozmytą analizę procesu hierarchicznego. Zaproponował sposób wykorzystania metody na konkretnym przykładzie. Na podstawie otrzymanych wyników zastosowanej metody FAHP, czyli obliczonych wskaźników RF dla poszczególnych części złóż, Doktorant wykonał ocenę ekonomiczną projektu inwestycyjnego z wykorzystaniem zmodyfikowanej w wyniku zastosowania wskaźnika RF stopy dyskonta. Ocena ekonomiczna została uzupełniona oceną wrażliwości na zmianę założonych kluczowych parametrów. Pracę swoją Doktorant podsumował i wyprowadził główne wnioski.

Praca składa się z 10 merytorycznych rozdziałów, obejmuje 183 strony. Autor przywołał 216 źródeł literaturowych. Praca zawiera 39 tabel oraz 61 rysunków (schematów, wykresów).

Ocena oryginalności rozwiązania naukowego i przynależności do dyscypliny naukowej

W dużym uproszczeniu praca stanowi przykład zastosowania analizy FAHP do oceny czynników ryzyka, albo oceny atrakcyjności złoża. Autor zaproponował, aby wskaźnik ryzyka oszacowany przy wykorzystaniu metody FAHP był podstawą do określenia wysokości stopy dyskontowej, która z kolei jest podstawą do oceny efektywności ekonomicznej projektu górniczego. Metody wielokryterialne stosuje się od kilku dekad. Są one znane i stosowane do rozwiązywania wielu złożonych problemów. Jak dotąd nie były wykorzystane do problemu, który w swojej pracy przedstawił Doktorant. Pod tym względem praca jest oryginalna. Również szacowanie wskaźnika ryzyka RF i przełożenie tego wskaźnika na poziom stopy dyskontowej do oceny efektywności ekonomicznej jest rozwiązaniem oryginalnym zaproponowanym przez Doktoranta.

Recenzowana praca doktorska na pograniczu górnictwa, geologii, ekonomii bez wątplenia zawiera się w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Ocena warsztatu Autora rozprawy

Recenzowana praca ma charakter interdyscyplinarny. Autor porusza się w obszarze górnictwa, geologii, modelowania, projektowania, ekonomii, statystyki. Złożone zagadnienie jakim jest wybór partii złoża z uwzględnieniem wielu różnych kryteriów wraz z oceną efektywności ekonomicznej projektowanej eksploatacji wymaga znajomości wielu zagadnień. Doktorant dość swobodnie porusza się w tematyce swojej rozprawy. Nawet jeżeli w problemach, które omawia opiera się głównie na opublikowanych materiałach źródłowych, to robi to bardzo sprawnie i z lektury można odnieść wrażenie, że dobrze rozumie poruszany przez siebie materiał.

Praca ma przejrzysty i logiczny układ, rozdziały następujące po sobie są ze sobą logicznie powiązane. Każdy rozdział ma znaczenie dla analizowanego problemu. Praca

jest napisana dość starannie tak pod względem językowym jak i pod względem ogólnej estetyki. Ze względu na dużą liczbę pojęć Autor na pierwszych stronach zestawiał 59 skrótów z wyjaśnieniem ich znaczenia, co znacznie ułatwia lekturę pracy.

Zakres rzeczowy pracy jest bardzo szeroki. Doktorant omówił najważniejsze problemy zagospodarowania złóż węgla kamiennego. Przedstawił problematykę modelowania złóż oraz wykonał cyfrowy model złoża z zastosowaniem wybranych metod interpolacji parametrów złożowych. Stosując metody statystyczne wyselekcjonował najważniejsze czynniki wpływające na koszty eksploatacji. Wykonał modele eksploatacji wybranych partii złóż. Zastosował specjalistyczne oprogramowanie MineScape do modelowania oraz Scheduler do projektowania eksploatacji i postępów eksploatacji w czasie. Szeroko omówił metodę AHP w wersji oryginalnej i rozmytej (FAHP) a także przedstawił jej zastosowanie do rozwiązania zdefiniowanego przez siebie problemu. Wykorzystał uzyskany w drodze metod wielokryterialnych wskaźnik ryzyka RF do korekty stopy dyskonta i na podstawie nowej stopy dyskonta przeprowadził analizę ekonomiczną wybranych dwóch projektów inwestycyjnych. Praca w bardzo ogólnym zarysie pokrywa się z zakresem wstępnego projektu zagospodarowania złoża (prefeasibility study). Każda z wymienionych czynności nie jest prosta i wymaga bardzo dobrej znajomości zagadnienia, którego dotyczy. W swojej pracy Doktorant udowodnił dobrą znajomość poruszanych zagadnień.

Analiza krytyczna

Jak każda praca doktorska tak i recenzowana praca nie jest pozbawiona pewnych wad. Rolą recenzenta jest ich wskazanie. Dysertacja mgr inż. Jarosława Kulpy jest przykładem bardzo dobrej pracy doktorskiej, która spełnia moim zdaniem wszystkie jej cechy, jednak równocześnie szeroka aplikacyjność przedstawionej metody jest dość wątpliwa. Wynika to z ogromnego nakładu pracy, który prowadzi do dość oczywistych i raczej oczekiwanych wniosków. Wnioski są zgodne z oczekiwaniami. Czynniki, które wpływają na wybór projektu inwestycyjnego są raczej oczywiste. Są wśród nich przede wszystkim zagrożenia naturalne z jednej strony i czynniki górnicze a tym samym ekonomiczne z drugiej strony. Im bardziej zagrożony rejon, tym większe ryzyko związane z eksploatacją, im większy wybieg ściany tym większy przychód itp. Im dalej od szybu tym gorzej, im głębiej tym gorzej itp. Gdyby wnioski wynikające z pracy Doktoranta były inne niż oczekiwane, zgodne z wiedzą i praktyką górniczo-geologiczną to prawdopodobnie praca byłaby z gruntu błędna lub oparta na błędnych założeniach. Innymi słowy – ogromny nakład pracy związany z zastosowaniem proponowanej przez Doktoranta metody prowadzi do dość trywialnych wniosków. Dlatego nie uważam, aby metoda zaproponowana przez Autora pracy znalazła w przyszłości szerokie zastosowanie. To bardzo częsta wada prac doktorskich. Nadal jednak konsekwentnie stoję na stanowisku,

że praca doktorska spełnia wszystkie wymagania odnośnie dysertacji i wciąż uważam, że jako taka jest bardzo dobra.

Mam wątpliwości, czy definiowanie tezy ma wciąż jeszcze sens. Moim zdaniem jest to pewien archaizm, z którym trzeba skończyć, tym bardziej, że w wielu współczesnych pracach w Polsce i zagranicą nie stawia się tezy i nie przeszkadza to skutecznemu przeprowadzeniu przewodu doktorskiego do końca. Zwykle tezy są tak obszerne i tak ogólnikowe, że nie sposób nie udowodnić ich prawdziwości. Tak też jest w przypadku recenzowanej pracy. Teza sformułowana na stronie 11 jest właśnie taka. Moim zdaniem w zupełności wystarczy sformułowanie celu pracy, co Autor poprawnie uczynił.

Niektóre rozdziały zostały opracowane bardzo szczegółowo, co potem nie znajduje odzwierciedlenia w dalszym ciągu pracy, podczas gdy niektóre, ważne dla końcowych wyników, zostały opracowane dość chaotycznie, pozostawiając czytelnika często bezradnym. Przykładem niech będzie przedstawienie parametrów jakościowych węgla koksującego. W tabeli 6-3 na stronie 75 zestawiono aż 21 parametrów jakościowych węgla koksującego. W dalszej części pracy, szczególnie w części dotyczącej oceny atrakcyjności złóż, parametry te już nie odgrywają żadnej roli, Autor nawet o nich już nie wspomina. Co prawda na kolejnej stronie w podrozdziale **Typ węgla jako kombinacja czterech parametrów jakościowych** Autor pisze o wykorzystaniu wybranych parametrów określających węgle koksowe jednak akurat ten podrozdział jest napisany w sposób wyjątkowo niezrozumiały a rys. 6.5 przedstawiający skrypt programu MineScape niczego nie wyjaśnia, jest nieczytelny i niezrozumiały dla kogoś, kto nie zna języków programowania.

W opozycji do przykładu niekonsekwencji w szczegółowym potraktowaniu parametrów jakościowych stoi bardzo ważny rozdział **7. Metodyka oceny atrakcyjności złoża**, w którym następuje wykorzystanie wyników analiz wykonanych metodą FAHP i przeniesienie tychże na wielkość wskaźnika ryzyka RF. Moim zdaniem jest to rozdział dla pracy kluczowy i powinien być napisany w taki sposób, aby czytelnik nie musiał domyślać się co i z czego wynika. Muszę przyznać, że Doktorant zmusił mnie w tym miejscu do wielokrotnego wertowania swojej pracy. Mimo poczynionych wysiłków wciąż nie wszystko jest dla mnie jasne. Szczególnie wagi P1, P2 i WGL w tabelach 7.6 i 7.8, które mają bardzo istotne znaczenie dla dalszych części pracy, powinny być opisane w sposób klarowny. Niestety nie są. Doszedłem do tego, że wynikają one z tabel 7.1 – 7.4, ale akurat w tych tabelach wagi te mają zupełnie inne oznaczenia. Wystarczyłoby, aby pod tabelami 7.6 i 7.8 Autor napisał co znaczy dany symbol i skąd wzięły się dane liczby. Przywołana usterka wynika z dość częstego zjawiska w pracy naukowej. Autor pracy jest tak intensywnie zaangażowany w swoje dzieło, że wszystko jawi mu się jako oczywiste, w konsekwencji stosuje skróty myślowe i uproszczenia.

W bardzo ważnym dla tematu pracy rozdziale **7.4. Analiza wrażliwości hierarchicznego modelu oceny atrakcyjności złóż** Autor pisze „*Modele hierarchiczne opracowane w metodzie AHP mogą być podatne nawet na niewielkie zmiany wartości w macierzy porównań, co przekłada się na zmienność wyniku końcowego*”. Mówiąc szczerze zdanie to poddaje w wątpliwość zasadność stosowania metod eksperckich. Już z założenia są to metody nieobiektywne, bo oparte na zdaniu ekspertów. Oczywiście zakładamy, że do swojej pracy eksperci podchodzą bardzo solidnie, jednak już samo to, że wyniki końcowe są bardzo podatne na niewielkie zmiany wartości macierzy wskazuje na istotną wadę tych metod. Uwaga, którą tu sformułowałem wynika z mojego osobistego stosunku do metod eksperckich w zastosowaniu do zadań inżynierskich. Moim zdaniem metody eksperckie typu AHP są bardziej przydatne do rozwiązywania problemów, gdzie wyników nie da się policzyć, wyznaczyć, oszacować.

W rozdziale **9. Analiza efektywności ekonomicznej z uwzględnieniem wskaźnika RF** Doktorant przeprowadza bardzo szczegółową analizę górniczych projektów inwestycyjnych nazwanych jako kopalnia A i kopalnia D. Nie wiem, czy określenie kopalnia w odniesieniu do tych przedsięwzięć jest najlepsze. Nie jest też dla mnie jasne przejście z pojęcia Partia – B, C... do W (tab. 8.1) do pojęcia Kopalnia – A, B... do F (tab. 8.2). W rozdziale pojawiają się bardzo szczegółowe liczby dotyczące nakładów inwestycyjnych (tab. 9.3, 9.4) z wyjaśnieniem: „*Kwoty w poszczególnych pozycjach oszacowano wskaźnikowo na bazie doświadczeń i najlepszej wiedzy*”. Mówiąc szczerze takie wyjaśnienie nie jest dla mnie przekonujące zważywszy na ogromne znaczenie założonych liczb w tabelach dla dalszych wyników pracy. To samo dotyczy zawartości tabel 9.7 i 9.8.

Dalsze uwagi mają już charakter bardzo szczegółowy. Odnoszą się do pojedynczych sformułowań, błędów formalnych czy językowych.

Na stronie 91 i 92 w podrozdziale **6.2. Selekcja czynników geologicznych i górniczych wpływających na koszty eksploatacji za pomocą regresji segmentowej** Autor pisząc o korelacji poszczególnych parametrów używa słowa *autokorelacja*. To ostatnie jest wyrażeniem z dziedziny geostatystyki i dotyczy przestrzennej korelacji obserwowanych wartości w obrębie jednego parametru. Na przykład wartości opałowa wykazuje autokorelację w przestrzeni, jej zmienność wykazuje pewną zależność. W pracy Doktoranta słowo to jest użyte błędnie bo dotyczy korelacji pomiędzy różnymi parametrami. Powinna być *korelacja* a nie *autokorelacja*.

Już we wstępie, ale i w całej dalszej pracy, Autor nagminnie stosuje wtrącenia w nawiasach np. *...surowców (zasobów) naturalnych, ...węгля koksowego (koksującego)*, albo *...prace udostępniające i przygotowawcze (zagospodarowanie złoża), ...źródła (czynniki) geologiczne, ...część tych źródeł (czynników) wynika wprost..., wyrobiska udostępniające (kamienne) projektowane...* W znakomitej większości przypadków

wtrącenia te są albo niepotrzebne, albo całkowicie błędne. Nie prowadzą one do lepszego zrozumienia, wręcz przeciwnie, utrudniają lekturę. Przykładem błędnego wtrącenia w nawiasie jest zbitka pojęć, która w pracy pojawia się nader często. Autor pisze np. *Rozdział ósmy zawiera metodykę przeliczenia miary atrakcyjności (wskaźnik RF)...* albo: *zmiennej w czasie miary atrakcyjności (RF)* (str. 10), gdzie indziej znowu: *...do oceny atrakcyjności (ryzyka) zasobów*. Nie można stosować słowo atrakcyjność i ryzyko jako synonimy tak jak to robi Autor w przywołanych przykładach. Atrakcyjność jest odwrotnością ryzyka. Autor stosuje tu skrót myślowy, bo owszem wielkości te są powiązane, jednak pisząc tak, jak to Doktorant robi, można odnieść wrażenie, że im większe ryzyko tym bardziej atrakcyjne zasoby. Takie podejście może mieć zastosowanie do oceny sportów ekstremalnych, ale na pewno nie do eksploatacji złóż. Definiując cel pracy na stronie 11 Doktorant pisze *...oceny atrakcyjności oraz ryzyka w procesie eksploatacji...* traktując te dwa pojęcia oddzielnie i tak właśnie jest moim zdaniem poprawnie.

W rozdziale 6 na stronie 87 na rysunku 6.14 Odsunięcie osi i konturów ścian eksploatowanych na warstwy Autor pokazał przesunięcie nadległych ścian wobec siebie o 5 metrów. Szczerze mówiąc taki szczegół w opracowaniu, które cechuje duży stopień ogólności nieco razi. Gdyby ten szczegół odnieść choćby do stanu rozpoznania złoża, ilości otworów rozpoznawczych, na podstawie których szacuje się zasoby oraz jakość kopaliny, czy przyjętych rozmiarów siatki interpolacyjnej to nie ma on najmniejszego znaczenia. Owszem Doktorant udowodnił tym samym, że jest świadom konieczności przesunięcia nadległych ścian w stosunku do siebie, ale moim zdaniem na wyniki pracy nie ma to żadnego wpływu. To trochę tak, jak gdyby na podstawie dziesięciu otworów rozpoznawczych na dużym złożu szacować zasoby z dokładnością do 1 kilograma. Ta sama uwaga dotyczy rysunku 6.17 na stronie 88, gdzie Autor rysuje przejście ściany eksploatacyjnej nad uskokiem. Doktorant pokazał, że wie jak to należy wykonać, ale ja nie wiem czy w ogóle, a jeżeli tak, to jak się to przekłada na efekty końcowe pracy? Pozostając w tym samym rozdziale, na stronie 89 Doktorant w dwóch miejscach stosuje slang programistów, niezrozumiały dla czytelnika: *„Ostatnim etapem tworzenia projektu było wykonanie interogacji zadań względem cyfrowego modelu geologicznego złoża”*; albo *„W opracowanym harmonogramie zadania główne przechowują cechy fizyczne brył...”* Ja nie wiem co to jest interogacja zadań, nie wiem również co oznacza przechowywanie cech fizycznych przez zadania główne.

Gdyby w niedalekiej przyszłości Doktorant zechciał na podstawie swojej pracy doktorskiej przygotować publikację, co mu szczerze rekomenduję, to powinien unikać wszelkich skrótów myślowych i wyrażen slangowych.

Wyżej opisane uwagi krytyczne wynikają z mojego rozumienia roli i obowiązków recenzenta. Ich przywołanie nie wynika ze złośliwości, wręcz przeciwnie. Niektóre z wymienionych wątpliwości mogą być przedmiotem wyjaśnień Doktoranta podczas publicznej obrony.

Podsumowanie

Po lekturze pracy mgr inż. Jarosława Kulpy pozostaję pod ogromnym wrażeniem jej kompleksowości. Doktorant wykonał tytaniczną pracę. Wykazał się przy tym ogromną wiedzą i sprawnością w prowadzeniu badań naukowych. Przedstawione w recenzji uwagi krytyczne nie mają wpływu na ogólne wrażenie z lektury i pozytywną ocenę pracy mgr inż. Jarosława Kulpy.

Biorąc pod uwagę wartość merytoryczną, naukową i poznawczą oraz oryginalność recenzowanej rozprawy stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Jarosława Kulpy spełnia warunki określone w art. 13.1 ustawy z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65 poz. 595 z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk o dopuszczenie mgr inż. Jarosława Kulpy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ze względu na szeroki zakres prac badawczych, kompleksowość, oryginalność oraz bardzo dobry warsztat badawczy, którym wykazał się Doktorant, wnoszę o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Jarosława Kulpy.

Dr hab. inż. Wojciech Naworyta – prof. AGH



PODPIS ZAUFANY

WOJCIECH ROBERT
NAWORYTA

21.08.2024 10:20:51 [(GMT+2)]

Dołączony podpisany elektronicznie
próbką zaufanym