

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Kasztelewicz  
Katedra Górnictwa Odkrywkowego  
Wydział Górnictwa i Geoinżynierii  
Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie

Kraków, 30 stycznia 2016 rok

## RECENZJA

**rozprawy doktorskie Pana mgr inż. Michała Dudka „Estymacja kosztów powierzchniowych i ich wpływ na projekty w górnictwie węgla brunatnego”**

### 1. Uwagi ogólne

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej, pismo z dnia 19.10. 2015 r. Pracę przedłożono w formie zwanego manuskryptu liczącego 133 stron tekstu w tym: spis treści, spis literatury, spis rysunków i spis tabel .W pracy zamieszczono łącznie 191 rysunków, 36 tabel i 11 wzorów. Rozprawa zawiera również załączniki na 95 stronach. W załącznikach, będących obszerną dokumentacją wykonanych obliczeń, zestawiono wszystkie wyniki obliczeń analizy wrażliwości i symulacji analizowanych scenariuszy oraz część analiz geostatystycznych, które nie znalazły się w rozdziale 3. dotyczącym analiz tworzenia cyfrowego modelu złoża węgla brunatnego.

Bibliografia rozprawy zawiera 88 pozycji literaturowych, w tym 26 obcojęzycznych.

### 2. Uwagi wstępne

Rozprawa doktorska pt. „**Estymacja kosztów powierzchniowych i ich wpływ na projekty w górnictwie węgla brunatnego**” ma – jak oznajmia to Autor w swojej pracy - charakter interdyscyplinarny, gdyż łączy zagadnienia z zakresu górnictwa, geologii, optymalizacji projektów surowcowych, opłacalności inwestycji, geostatystyki i gospodarki nieruchomościami. Trudno się z tym zdaniem nie zgodzić i można stwierdzić, że właśnie koncepcja i złożoność tego połączenia jest najważniejszym osiągnięciem Autora.

Rozprawa składa się z 5 głównych rozdziałów: 1) Wprowadzenie, 2) Metodyka prowadzonych badań, 3) Budowa cyfrowego modelu złoża węgla brunatnego i

kosztów powierzchniowych, 4) Wariantowa analiza efektywności ekonomicznej projektu górniczo – energetycznego z wykorzystaniem metod optymalizacji, 5) Podsumowanie i wnioski.

### **3. Merytoryczna ocena pracy**

W rozdziale 1) **Wprowadzenie** przedstawiono utylitarną genezę rozprawy doktorskiej – rosnące koszty nabycia terenu pod planowaną eksploatację kopalni węgla brunatnego w coraz większym stopniu warunkują jej opłacalność. W związku z tym zastosowanie nowoczesnych metod optymalizacji przestrzennej kopalń wymaga szczegółowej analizy warstwy nieruchomości i zbadania jej wpływu na projekt surowcowy. Autor przyjął, że w celu zachowania konkurencyjności polskiej gospodarki w naszym kraju oraz wysokiego poziomu bezpieczeństwa energetycznego będzie kontynuowana produkcja energii z węgla brunatnego, co wobec wyczerpywania się udostępnionych złóż oznacza konieczność uruchamiania nowych projektów.

W ocenie Autora, w trudnej sytuacji rynkowej, wszelkie projekty energetyczne powinny być poprzedzone szczegółową analizą ich wykonalności, ekonomicznej opłacalności a projekty na węglu brunatnym dodatkowo wymagają analizy kosztów powierzchniowych rozumianych w tej rozprawie, jako analizy kosztów wykupu terenów pod eksploatację z uwzględnieniem geometrii nieruchomości w celu najlepszego wykorzystania dostępnych narzędzi i algorytmów optymalizacyjnych. Temu zagadnieniu jest poświęcona rozprawa.

W kolejnych podrozdziałach Wprowadzenia opisano zjawisko „przesiedleń inwestycyjnych”, wśród których można umiejscowić przesiedlenia spowodowane zagospodarowaniem terenu dla potrzeb eksploatacji górniczej, przy czym wskazano na fakt, że eksploatacja odkrywkowa węgla brunatnego jest procesem znacznie wpływającym na obszar zajmowanej powierzchni terenu stąd też bezpośrednia istotność tematyki racjonalnej gospodarki gruntami, planowania wykupów nieruchomości przez przedsiębiorstwa górniczo-energetyczne i ich wpływ na projekt surowcowy. Ze względu na interdyscyplinarny charakter rozprawy w podrozdziale **1.2 Przegląd istniejącego stanu wiedzy analizowanej tematyki** zaprezentowano obszary wspólne rozprawy doktorskiej z kolejnymi zagadnieniami. W podrozdziale 1.2.1 *Wycena nieruchomości położonych na złożach kopalni* omówiono problematykę wartości nieruchomości w obszarze górniczym i możliwość zastosowania potencjalnej renty eksploatacyjnej zwiększającej wartość nieruchomości, jako udziału w wartości netto projektu w przeliczeniu na metr kwadratowy nieruchomości w danym roku, jako akcelerator inwestycji. W podrozdziałach (1.2.2) *Wycena złóż kopalni* oraz (1.2.3) *Wycena Aktywów Geologiczno-Górniczych* przytoczono światowe i krajowe regulacje dotyczące ekonomicznej oceny i wyceny projektów surowcowych, w tym polski kodeks POLVAL. W podrozdziale (1.2.4) *Optymalizacja projektów surowcowych, łańcuch tworzenia wartości* wyjaśniono, że wykonywane w rozprawie doktorskiej wyznaczenie zasobów przemysłowych złoża drogą wygenerowania

wyrobiska docelowego (spełniającego szereg specyficznych ograniczeń technologicznych) ma zastosowanie w praktyce projektowej i jest zgodne z normą JORC - rozpowszechnioną w wielu krajach metodą klasyfikacji i dokumentacji bogactw zasobowych i zasobów złóż kopalin. Dzięki zastosowaniu algorytmu optymalizacyjnego Lerchsa – Grossmanna wyznaczane jest wyrobisko docelowe, które ma największą niezdyskontowaną wartość.

W podrozdziałach **1.3 Cel i teza pracy**, **1.4 Wybór obiektu badawczego** po wykonanym przeglądzie literatury analizowanej tematyki określono nadrzędny cel pracy doktorskiej. Celem tym jest opracowanie metodyki estymacji kosztów powierzchniowych i ich uwzględnienie w kompleksowym modelu zintegrowanego przedsiębiorstwa górnictwo-energetycznego w celu kompleksowego badania ich wpływu na opłacalność projektów inwestycyjnych w górnictwie węgla brunatnego. Jako studialny obiekt badawczy wybrano kopalnię wieloodkrywkową węgla brunatnego „Konin” znajdującą się w strukturze kapitałowej Zespołu Elektrowni PAK S.A.. Mimo zapowiedzi w tytule rozdziału, nie sformułowano natomiast wprost tezy pracy.

W rozdziale **2) Metodyka prowadzonych badań** przedstawiono w postaci schematu funkcjonalnego przyjętą w pracy metodykę przeprowadzonych analiz oraz streszczono zawartość poszczególnych rozdziałów pracy. W rozprawie wykonano analizę opłacalności inwestycji, produkcji energii elektrycznej z węgla brunatnego z wykorzystaniem algorytmów, narzędzi optymalizacyjnych w środowisku trójwymiarowym dodatkowo uwzględniając rzeczywistą geometrię nieruchomości - zasięg prawa własności. Zakres wykonywanych czynności w rozprawie doktorskiej przedstawiono na schematach IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling, rys. 2.1 -2.3), jako schemat ogólny planowania docelowego rozwoju wyrobiska odkrywkowego kopalni węgla brunatnego z ciągłym systemem eksploatacji. Główną korzyścią i istotą prezentacji na schematach procesów jest m.in. możliwość uzyskania dowolnego stopnia dokładności opisu poprzez rozwijanie bloków czynności na zestawy czynności składowych. Na rysunkach Autor przedstawił dwa poziomy dokładności opisu czynności planowania docelowego rozwoju wyrobiska, rozwijając opis czynności budowania modelu jakościowego oraz generowania wyrobiska docelowego z wykorzystaniem algorytmu Lerchsa-Grossmanna przeznaczonego do optymalizacji kopalń odkrywkowych i pozostawiając bez rozwinięcia opis tworzenia docelowego planu rozwoju, który pozostał poza zakresem pracy.

Zamieszczenie w tym rozdziale streszczenia kolejnych rozdziałów pracy jest dyskusyjnym pomysłem Autora – ułatwia to dalszą lekturę ale sprowadza dokładniejszą prezentację przyjętej metodyki do opisu studium przypadku. Stanowi ono egzemplifikację tej metody a uzyskane wyniki mają jedynie charakter poglądowy, gdyż Autor połączył dane geologiczne wyeksploatowanego obszaru złoża węgla brunatnego Pątnów III z modelem powierzchni terenu z innego obszaru Polski. Nie są to dane rzeczywiste, gdyż nie reprezentują żadnego rzeczywistego przestrzennego układu złoża i terenu leżącego w jego obszarze i mają charakter ilustracyjny.

W rozdziale 3) **Budowa cyfrowego modelu złoża węgla brunatnego i kosztów powierzchniowych** przedstawiono kolejne etapy budowy analizowanego modelu. Wynikowy jakościowy model blokowy złoża węgla brunatnego utworzono w oparciu o dane z otworów wiertniczych z opróbowania złoża. Dla posiadanych danych z otworów przeprowadzono statystyczną analizę struktury zmienności parametrów jakościowych złoża w celu doboru odpowiedniej metody ich estymacji (podrozdział 3.1). Wykonano analizy stałości wariancji i średniej dla analizowanych parametrów metodą ruchomych okien (moving window) następnie wykonano testy F-Snedecora, dla analizowanych funkcji regresji dla wyników analizy ruchomych okien (tab. 3.1 - 3.3). Następnie wykonano test stałości wariancji ANOVA. Po przeprowadzonej analizie struktury zmienności parametrów złożowych i przy założeniu stacjonarności słabej dla niewielkich odległości możliwe było przeprowadzenie dalszych analiz jak dla zmiennych zregionalizowanych (podrozdział 3.2). Następnie opracowano klasyczne semiwariogramy empiryczne Matheron'a oraz dopasowano semiwariogramy teoretyczne, które poddano procedurze krosvalidacji, po czym dokonano interpolacji parametrów jakościowych złoża metodą krigingu zwyczajnego i przeprowadzono dyskusję błędów. W podrozdziale 3.2.5 dokonano połączenia trzech parametrów jakościowych (kaloryczność, zawartość popiołu, zawartość siarki) w jeden wskaźnik jakościowy, dzięki któremu dokonano klasyfikacji jakościowej złoża. Analizowane dane geologiczne pochodzą z obszaru złoża Pątnów III kopalni KWB Konin a wspomniany wskaźnik jakościowy stanowi część historycznej formuły cenowej węgla wykorzystywanej do rozliczeń dostawy węgla z kopalni do elektrowni. Dla tak określonego wskaźnika jakościowego ( $Q_{index}$  - wzór 3.2.4), dzięki obliczonym błędom procedury estymacji parametrów metodą krigingu, wyznaczono funkcję błędu. Błąd określenia wskaźnika jakościowego w analizowanym modelu przyjęto jako błąd określenia dostępnych zasobów wskaźnikowego węgla brunatnego, łączny błąd procedury estymacji, który następnie przeliczono na błąd określenia zasobów energii w złożu.

Przedstawiona szczegółowo w tym rozdziale analiza geostatystyczna nie jest celem pracy ale jest elementem budowy cyfrowego modelu jakościowego złoża. Autor wykazał się znajomością metod i specjalistycznych narzędzi geostatystyki.

W podrozdziale 3.3 **Metodyka szacowania kosztów powierzchniowych** przygotowano mapę wektorową stanowiącą mapę ewidencyjną z podziałem na 10 zagregowanych klas - użytków gruntowych w granicach i poza granicami miast. Dla tak podzielonego obszaru opracowano funkcje gęstości prawdopodobieństwa cen transakcyjnych na podstawie średnich charakterystyk opisowych cen transakcyjnych na szczeblu powiatów Głównego Urzędu Statystycznego – Obrót Nieruchomościami 2012 (za rok 2011).

Szkoda, że zabrakło komentarza wyjaśniającego kryteria przyjęcia takiego a nie innego rozkładu prawdopodobieństwa oraz nie przedstawiono (np. w formie tabelarycznej) parametrów przyjętych rozkładów, poprzestając na przedstawieniu graficznym wykresów dystrybuant. Podrozdział sprawia wrażenie niedokończonego z punktu widzenia opisu prezentowanego studium przypadku, chociaż czytelna jest idea traktowania kosztów zakupu terenu jako zmiennej losowej, której rozkład jest

zależny od klasy użytku gruntowego. Kwestią dyskusyjną i wymagającą dalszych badań jest natomiast właściwy wybór próby losowej z obszernego zbioru transakcji zakupu gruntów, która byłaby reprezentatywna dla rozpatrywania kosztów nabycia terenu nad konkretnym złożem, gdyż ceny nieruchomości są zróżnicowane w różnych częściach kraju. Jest to zagadnienie z zakresu procedury wyceny nieruchomości, której złożoność – jak wynika z rozdziału 1.2.1 – jest znana Autorowi.

W podrozdziale **3.4 Mapa kosztów powierzchniowych** zaprezentowano wynikową mapę kosztów powierzchniowych z legendą dla zaproponowanych zagregowanych typów użytków gruntowych (użytki leśne i zadrzewione, użytki rolne, grunty rolne zabudowane, grunty zabudowane zabudową mieszkaniową oraz grunty zabudowane inne). Następnie mapa ta jest przedmiotem przetwarzania łącznego modelu blokowego i kosztów powierzchniowych (rys.3.66) w celu obliczenia kolejnych wyrobisk docelowych, służących też do określenia wpływu poziomu kosztów powierzchniowych na projekt górnictwo-energetyczny.

W rozdziale **4 Wariantowa analiza efektywności ekonomicznej projektu górnictwo-energetycznego z wykorzystaniem metod optymalizacji** przedstawiono zasadniczy tok analiz na podstawie danych, których przygotowanie opisano w rozdziale poprzednim. Na podstawie przyjętych rozkładów prawdopodobieństwa cen wyróżnionych klas nieruchomości gruntowych opracowano wariantowe scenariusze kosztów powierzchniowych, tj. kosztów wykupu terenów leżących na obszarze planowanego wyrobiska docelowego – od scenariusza „zerowego” (brak kosztów wykupu gruntów) poprzez scenariusze pośrednie do przyjętego jako graniczny scenariusza maksymalnego (95 percentyl poziomu kosztów). W podrozdziale 4.1 przedstawiono główne parametry - zmienne projektu górnictwo-energetycznego wraz z uzasadnieniem doboru ich zmienności w wykonywanych analizach. Rozpatrywano zmienność następujących parametrów: sprawność elektrowni, koszt przetworzenia węgla w elektrowni, cenę energii, koszt emisji CO<sub>2</sub>, błąd określenia dostępnego produktu energii, jednostkowy koszt wydobycia. W rozprawie zastosowano podejście analizy łącznej dla zintegrowanego pionowo przedsiębiorstwa górnictwo-energetycznego, w którym produktem nie jest węgiel, ale wytworzona z niego energia elektryczna. Aby móc oszacować wartość tego przedsięwzięcia, jakim jest sprzedaż energii elektrycznej dostępnej w złożu dokonano przeliczenia węgla wskaźnikowego  $Q_{index}$  na ilość energii możliwej do wytworzenia z tego węgla wskaźnikowego (w MWh). Dzięki określeniu błędu procedury estymacji metodą krigingu przełożono błąd funkcji w węgla wskaźnikowego  $mF_{Q_{index}}$  bezpośrednio na produkt - energię i uwzględniono w ten sposób parametr zmienności węgla wskaźnikowego jako zmienność zasobów energii w złożu. Następnie przeprowadzono dwa typy analiz, analizę wrażliwości na zmianę parametrów wyrobiska docelowego projektu surowcowego (ultimate pit) z zastosowaniem optymalizacji Lerchsa-Grossmanna (podrozdział 4.2) oraz symulacje, w których parametry wejściowe dla projektu były losowane z ich rozkładów prawdopodobieństwa (podrozdział 4.3). Analizy były wykonywane kilkakrotnie dla wariantowych scenariuszy kosztów powierzchniowych (odpowiednio scenariusze vp00 - bez kosztów powierzchniowych, vp50, vp60 i vp95 – kolejne percentyle z rozkładów prawdopodobieństwa kosztów powierzchniowych).

Jako efekt obliczeń wygenerowano łącznie 596 optymalnych (wg kryterium wartości) wyrobisk docelowych (optimal ultimate pit), które były obliczane łącznie z modelem kosztów powierzchniowych. W podrozdziałach przedstawiono wyniki analiz wykonanych w ramach rozprawy doktorskiej. Wykonana analiza wrażliwości oraz symulacje Monte Carlo pozwoliły na ocenę wpływu zmiany parametrów m. in. na: przychód (wartość sprzedanej energii), wartość netto projektu (jako przychód pomniejszony o łączne koszty wydobycia urobku i łączne koszty przetworzenia węgla w elektrowni), łączne koszty wydobycia, łączne koszty przetworzenia węgla, łączne koszty powierzchniowe, szacowaną wartość NPV projektu, masę złoża, masę nadkładu, łączną masę złoża i nadkładu, stosunek N:W. Wyniki analiz zostały zaprezentowane w formie tabelarycznej, wykresów typu 'spider diagram' (spider graph), wykresów słupkowych względnego wpływu zmienności parametrów na wynik projektu oraz w formie wykresów tornado ukazujących wpływ bezwzględny zmiany parametrów na projekt. Przedstawiany wynikowy przychód w rozprawie, jako wynik optymalizacji wyrobiska docelowego oznacza łączny przychód przedsiębiorstwa górnictwo-energetycznego ze sprzedaży energii zawartej w złożu przy założonej cenie energii. Wartość netto projektu oznacza przychód pomniejszony o łączne koszty wydobycia mas (koszty górnicze) oraz łączne koszty przetworzenia węgla w elektrowni, aby uzyskać końcowy produkt (energię).

W rozdziale 5 Podsumowanie i wnioski. przedstawiono ostateczne wnioski z wykonanych analiz. Celem pracy było opracowanie metodyki estymacji kosztów powierzchniowych oraz ich uwzględnienia w kompleksowym modelu zintegrowanego przedsiębiorstwa górnictwo - energetycznego w celu kompleksowego zbadania ich wpływu na opłacalność projektów inwestycyjnych w górnictwie węgla brunatnego. Uwzględnienie kosztów powierzchniowych przyczynia się do kwantyfikacji ryzyka projektu górnictwo – energetycznego we wczesnym etapie planowania inwestycji, począwszy od koncepcji planu zagospodarowania złoża. Przedstawiona metodyka umożliwia przedsiębiorstwu górnictwo-energetycznemu przestrzenną identyfikację zasięgu prawa własności nieruchomości oraz na opracowanie odpowiedniej strategii negocjacyjnej i harmonogramu wykupu. Dla zaprezentowanego studium przedstawiono wnioski szczegółowe, będące ilustracją wszechstronnej informacji wytworzonej w wyniku zastosowania zaprezentowanej metodyki.

#### **4. Ocena oryginalności dorobku naukowego rozprawy doktorskiej**

W rozprawie doktorskiej traktowano koszty powierzchniowy jako koszty wykupu terenów niezbędnych do realizacji inwestycji (w tej pracy jest to teren nad złożem w obrębie granic obszaru górniczego) z uwzględnieniem układu katastralnego - zasięgu prawa własności nieruchomości w projekcie górnictwo-energetycznym. Analiza tych kosztów z budową wariantowych scenariuszy ich wysokości, utworzonych na podstawie rozkładów prawdopodobieństwa cen gruntów,

w zastosowaniu do algorytmów optymalizacji wyrobisk odkrywkowych, jest oryginalnym opracowaniem Autora.

Na tej podstawie, w rozprawie zaprezentowano kompleksową, autorską analizę opłacalności produkcji energii elektrycznej z danego złoża węgla brunatnego z wykorzystaniem algorytmów optymalizacyjnych w cyfrowym środowisku trójwymiarowym obejmującym mapę nieruchomości na obszarze planowanego wyrobiska. Analizę wykonano od podstaw tzn. począwszy od budowy jakościowego modelu blokowego złoża oraz pozyskania i przetworzenia modelu układu katastralnego - zasięgu prawa własności nieruchomości na powierzchni terenu nad złożem. Wykonanie tej analizy wymagało specjalistycznej wiedzy z geostatystyki, geologii, gospodarki nieruchomościami, metod optymalizacji projektów surowcowych, zagadnień opłacalności inwestycji oraz dużej biegłości w stosowaniu dedykowanych, nowoczesnych narzędzi informatycznych. Autor niewątpliwie należy do pokolenia „cyfrowego”, dla którego naturalnym środowiskiem badawczym jest specjalistyczne oprogramowanie. Umiejętność poruszania się w tym środowisku, tworzenie rozwiązań opartych na przemyślanym przepływie złożonych informacji pomiędzy aplikacjami z różnych dziedzin wiedzy charakteryzują nowoczesny warsztat badawczy młodego pokolenia uczonych. W tym kontekście na podkreślenie zasługuje również wykorzystanie wysokowydajnego środowiska obliczeniowego tzw. „chmury” (SUMMIT) do czasochłonnych obliczeń symulacyjnych, których wykonanie na pojedynczym komputerze jest praktycznie niemożliwe.

Praca ma duże walory użyteczne. Jak wspomniano w rozprawie, rządowe plany polityki energetycznej Polski do 2050 roku wskazują w jednym z wariantów na konieczność zapewnienia warunków umożliwiających eksploatację perspektywicznych złóż węgla brunatnego. Uzyskanie społecznego przyzwolenia na uruchomienie eksploatacji może stanowić spore wyzwanie z uwagi na protesty właścicieli nieruchomości. W dokumencie rządowym wskazano również, że należy prowadzić szeroki dialog ze społecznością lokalną dla uzyskania akceptacji zagospodarowania nowych złóż i zapewnić godziwą rekompensatę za wykup nieruchomości oraz zaproponować inne korzyści. Takie wymagania i oczekiwania również są zbieżne z tematyką pracy, a opisana w niej metodyka badań i analizy zadania te ułatwiają.

Zaprezentowane wyniki pokazują jak istotna jest analiza kosztów powierzchniowych już na etapie prac studialnych. Przedstawiona procedura optymalizacji wyrobiska docelowego z wykorzystaniem symulacji cen produktu (energii) i kosztów, począwszy od określenia błędów estymacji zasobów do uwzględnienia rzeczywistej geometrii nieruchomości i ich realnych cen, stanowi narzędzie do analizy wpływu różnych czynników na wynik ekonomiczny procesu inwestycyjnego w górnictwie odkrywkowym węgla brunatnego i pozwala dokładnie zidentyfikować zasięg wyrobiska docelowego wraz z nieruchomościami znajdującymi się w obszarze oddziaływania dla każdego ze scenariuszy.

Większość rysunków w pracy to wykresy wygenerowane zapewne w specjalistycznych aplikacjach wykorzystanych w pracy (niestety, nie zostało to wprost

zaznaczone), uzupełnione kilkoma mapami, wizualizacjami i autorskimi schematami ilustrującymi koncepcję autora. Kilka rysunków zaczerpnięto z innych, cytowanych pozycji literaturowych. Tabele zawierają głównie zestawienia wyników wielowariantowych obliczeń. Niektóre z tabel są bardzo rozbudowane a ponieważ Autor nie zadbał o zwiększenie czytelności poprzez użycie wielokrotności jednostek fizycznych prezentowanych wielkości, ich studiowanie jest utrudnione. W sumie zamieszczone w pracy wykresy i tabele z wynikami obliczeń dowodzą dużego nakładu pracy Autora włożonego w część obliczeniową pracy.

## 5. Uwagi krytyczne

Niektóre uwagi krytyczne, odnoszące się do poszczególnych rozdziałów były sformułowane w przeglądzie pracy. W szczególności, w rozdziale **1.3 Cel i teza pracy** Autor sformułował wprost jedynie cel pracy (określając go jako nadrzędny), zaś tezę pracy mogłoby być odpowiednio przeformułowane zdanie z przedostatniego akapitu rozdziału: „Proponowana w rozprawie metodyka może być również z sukcesem stosowana do dużych złóż nie tylko węgla brunatnego ale w całej branży górnictwa odkrywkowego wszędzie tam gdzie mamy model blokowy złoża i eksploatację odkrywkową.”. Autor nie wykazał dostatecznej staranności przy redagowaniu tego rozdziału, którego czytelność jest bardzo ważna dla jasności wyводу.

Zabrakło w tekście rysunków (map, wizualizacji), które obrazowałyby zróżnicowany zasięg wariantów wygenerowanych wyrobisk docelowych. Zamieszczone wyniki liczbowe w tabelach nie są wystarczające do ich porównania a same tabele też nie są zbyt czytelne. To porównanie byłoby istotne z punktu widzenia doboru technologii górniczej – mogłoby się bowiem okazać, że niektóre warianty wyrobisk docelowych są trudne bądź niemożliwe do realizacji, niektóre inne zaś – pozornie odrębne – są tożsame, o ile uwzględnić konieczne uproszczenia kształtu wyrobiska, spowodowane np. lokalizacją zbrocza transportowego. Tę uwagę można też traktować jako wskazówkę dalszych prac.

Wykresy i tabele, jeżeli są produktem konkretnej, specjalistycznej aplikacji należałoby opisywać z podaniem źródła pochodzenia, np. Datamine. W pracy zabrakło też listy zastosowanych aplikacji co w odniesieniu do tematu pracy jest uchybieniem, gdyż w różnych aplikacjach są dostępne różne metody i procedury obliczeniowe, modelowe, etc.

W całym tekście Autor dość swobodnie stosuje reguły interpunkcji, co w niektórych przypadkach utrudnia zrozumienie tekstu. Zbyteczne są pojawiające się powtórzenia (np. streszczenia zawartości kolejnych rozdziałów pracy). W niektórych sformułowaniach brakuje precyzji. Zdarzają się incydentalnie mylne oznaczenia (np. w rozdziale 3.1. wyróżniono domeny złoża: północną i południową oraz 1 i 2 – patrz



rys.3.16-3.17). Mając to na uwadze, należy stwierdzić, że praca wymagałaby starannego zredagowania przed opublikowaniem.

Proszę o wyjaśnienie powodu opracowania tzw. scenariusza „zerowego” (brak kosztów wykupu gruntów) – wiadomo, że taki scenariusz nie występuje i nie będzie występował!

Przedstawione w recenzji uwagi dyskusyjne i wątpliwości nie pomniejszają wartości naukowej rozprawy ale są wskazaniem do przeanalizowania dla ewentualnego wykorzystania ich w dalszych pracach Autora w tym temacie.

## **6. Podsumowanie i wniosek końcowy**

Pomimo wymienionych uwag krytycznych stwierdzam, że praca doktorska pt.: mgr inż. Michała Dudka „Estymacja kosztów powierzchniowych i ich wpływ na projekty w górnictwie węgla brunatnego” charakteryzuje się niezbędnymi, z punktu widzenia naukowego oryginalnymi i nowatorskimi metodami badawczymi. Podjęty problem kosztów powierzchniowych i ich wpływ na projekty w górnictwie węgla brunatnego dla górnictwa odkrywkowego bardzo ważny i aktualny.

Do szczególnie ważnych i oryginalnych aspektów pracy nauki i praktyki górniczej należy zaliczyć:

- pionierski charakter badań, jest to pierwsza kompleksowa praca dotycząca powiązania kosztów powierzchniowych w kosztach całego projektu. Jest to bardzo ważne zagadnienie procesie podejmowania decyzji o zagospodarowaniu nowego złoża węgla brunatnego,
- rozprawa stanowi systemowe, interdyscyplinarne podejście do strategicznego problemu górnictwa odkrywkowego jakim są koszty związane z nabyciem nieruchomości pod działalność górnictwem.
- badania przeprowadzono poprawnie stosując właściwe metodyki badawcze,
- praca winna uświadomić decydentom górniczym strategiczny temat związany wielkością kosztów nabycia całej powierzchni (nieruchomości) nad zalegającym złożem w optymalnych obszarze dla ekonomicznie dobranych granic eksploatacji.

## **Wniosek końcowy**

Przedłożona do recenzji rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie problemów naukowych i praktycznych w zakresie dyscypliny górnictwo i geologia inżynierska.

Doktorant wykazał się odpowiednią wiedzę w tej dyscyplinie, jak również umiejętności prowadzenia pracy badawczej i naukowej.

W świetle przedstawionej opinii stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Michała Dudka „Estymacja kosztów powierzchniowych i ich wpływ na projekty w górnictwie węgla brunatnego” dzięki dużej wartości poznawczej oraz aplikacyjnej odpowiada wymaganiom, jakie ustawowo stawia się rozprawą doktorskim i **przedkładam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony oraz wyróżnienie**, po przyjęciu przez Radę Wydziału Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej, zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. z dnia 2003r. Nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami).



The image shows a handwritten signature in blue ink. The signature is highly stylized and cursive, appearing to read 'Sławomir Kłodziecki'. The signature is written in a fluid, continuous line.