Kraków, 30.10.2026

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Leszka Malinowskiego

pt. „Dynamiczna baza zasobowa jako element efektywnego zarządzania złożem"

Zakres recenzji:

1. Charakterystyka rozprawy i ocena jej strony formalnej
2. Ocena wartości naukowej i merytorycznej rozprawy
3. Uwagi krytyczne i kwestie wymagające wyjaśnienia
4. Pozostałe uwagi
5. Wniosek końcowy

Recenzję sporządziłem w związku z uchwałą nr 4/IV/2026 Rady Naukowej Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk w Krakowie z dnia 10 września 2026 r., na mocy której powierzono mi funkcję recenzenta rozprawy.

1. Charakterystyka rozprawy i ocena jej strony formalnej

Rozprawa mgr inż. Leszka Malinowskiego została przygotowana w Instytucie Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk w Krakowie pod opieką dr. hab. inż. Michała Kopacza, profesora instytutu oraz promotora pomocniczego, dr. inż. Dominika Galicy. Opracowanie liczy 148 stron, przy czym część merytoryczna pracy składa się z ośmiu rozdziałów obejmujących 13 tabel i 25 rysunków, a w załączniku nr 1 zamieszczono dalszych 9 tabel z założeniami i rezultatami przykładu obliczeniowego. W części końcowej zamieszczono bibliografię obejmującą 175 pozycji, spisy tabel i rysunków oraz wykaz zastosowanych skrótów.

Rozdział pierwszy wprowadza w zagadnienie wyznaczania bazy zasobowej i przedstawia uwarunkowania techniczno-ekonomiczne polskiego górnictwa węgla kamiennego. Autor zwraca uwagę na fakt, iż w obecnych realiach rynkowych, istnieje znaczące prawdopodobieństwo, że tylko

część zasobów zaliczonych do przemysłowych zostanie ostatecznie wydobyta. Wskazuje przy tym na wysokie koszty prowadzenia eksploatacji oraz wydatki związane z transformacją energetyczną. Omawia również podstawowe zadania planowania górniczego i rolę narzędzi informatycznych w zarządzaniu złożem. Z tak zarysowanego kontekstu wynika uzasadnienie dla poszukiwania metod cyfrowego wspomagania planowania, które mogą pomóc lepiej oceniać potencjał zasobowy i podejmować trafniejsze decyzje gospodarcze.

W rozdziale drugim określono cel pracy i zadania prowadzące do jego realizacji. Autor formułuje hipotezy badawcze, a także opisuje wykorzystane metody i narzędzia informatyczne. Głównym celem pracy jest opracowanie metodyki szacowania wielkości bazy zasobowej z uwzględnieniem wpływu warunków geologicznych, górniczych i technicznych konkretnej kopalni, na efektywność ekonomiczną wydobycia węgla kamiennego. Główna hipoteza badawcza została sformułowana następująco: *Istnieje możliwość opracowania metody wyznaczania dynamicznej bazy zasobowej z wykorzystaniem narzędzi informatycznych dedykowanych zarządzaniu złożem.* Z kolei jako główny cel pracy doktorant przyjął: *„opracowanie narzędzi, metodyki i technik szacowania wielkości bazy zasobowej ocenianego złoża, która będzie respektować warunki geologiczne, górnicze i techniczne danej kopalni oraz pozwalać na określenie scenariusza eksploatacji maksymalizującego efektywność ekonomiczną i wartość przedsięwzięcia inwestycyjnego".*

Temu celowi służą m.in. metody porządkowania i agregacji kosztów operacyjnych, optymalizacji geometrii oraz rozmieszczenia ścian, uwzględniania cech złoża i warunków prowadzenia robót, a także porównywania wariantów eksploatacyjnych.

Rozdziały trzeci i czwarty prezentują tło teoretyczne i przegląd rozwiązań stosowanych w praktyce. Omówiono polskie oraz międzynarodowe podejścia do dokumentowania i klasyfikowania zasobów, sposoby opisu parametrów złoża i wykorzystywania modeli geologicznych w planowaniu. Przedstawiono również wybrane metody ewidencji kosztów, zasady ekonomicznej oceny projektów górniczych oraz uwarunkowania planowania wydobycia. Ważnym elementem tej części są ograniczenia związane z prowadzeniem eksploatacji w warunkach zagrożeń naturalnych.

Rozdział piąty porządkuje wnioski z przeglądu literatury i wskazuje obszary, w których autor dostrzega niewystarczające rozpoznanie problemu. W szczególności chodzi o zakres uwzględniania czynników rynkowych w metodach określania bazy zasobowej, stopień wykorzystania narzędzi cyfrowych w ocenie przedsięwzięć inwestycyjnych w górnictwie oraz zakres czynników geologicznych (złożowych), górniczych i jakościowych węgla branych pod uwagę przy analizowaniu projektów i planów eksploatacyjnych.

Najważniejszą część rozprawy stanowią rozdziały szósty i siódmy. Autor rozwija w nich pojęcie dynamicznej bazy zasobowej, której wielkość może się zmieniać wraz ze zmianą warunków otoczenia,

takich jak np. zmiana ceny surowca, wraz z aktualizacją informacji o złożu. W części dotyczącej metody opisano rolę cyfrowego modelu geologicznego i modelu eksploatacji, szacowanie wartości surowca możliwego do wydobycia w parceli, ujmowanie nakładów i kosztów operacyjnych, a także zastosowanie algorytmu do rozcięcia i zagospodarowania pojedynczej parceli. Algorytm obejmuje m.in. określenie granic i warunków brzegowych oraz testowanie możliwych układów wyrobisk ścianowych. W toku opisu koncepcji przedstawiono również dane wejściowe, założenia i wyniki przykładu obliczeniowego demonstrującego działanie metody na złożu węgla kamiennego.

W rozdziale siódmym przedstawiono sposób przejścia od oceny pojedynczych wariantów do wyznaczenia dynamicznej bazy zasobowej. Uwzględniono ponowną ocenę wariantów rozcięcia parcel, rozważanie różnych opcji bazy zasobowej i scenariuszy eksploatacji, wpływ ryzyka wynikającego z warunków geologicznych i górniczych na koszty wydobycia oraz wybór harmonogramu produkcji. Działanie proponowanego podejścia zilustrowano przykładem obliczeniowym odnoszącym się do rzeczywistego złoża oznaczonego w pracy symbolem „N".

Rozdział ósmy zawiera podsumowanie wyników i wnioski. Autor wskazuje w nim także możliwe kierunki dalszych prac oraz praktyczne zastosowania metody, w tym potencjalne jej wykorzystanie do oceny zasobów i wspomagania planowania procesów wygaszania kopalń węgla kamiennego w Polsce.

Konstrukcja pracy jest zasadniczo uporządkowana: od przedstawienia problemu i przeglądu dotychczasowych rozwiązań, przez sformułowanie luki badawczej, po opis autorskiej metody i jej weryfikację na wybranym przykładzie. Praca zawiera elementy formalne typowe dla rozprawy naukowej, a jej kompozycja jest zgodna z głównym celem i zakresem przeprowadzonych badań.

2. Ocena wartości naukowej i merytorycznej rozprawy

Dokonując oceny merytorycznej, za szczególnie istotne uznaję ustalenie, czy rozprawa przedstawia oryginalne rozwiązanie określonego problemu naukowego, potwierdza znajomość zagadnień właściwych dla danej dyscypliny oraz wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy badawczej. Problem podjęty przez doktoranta jest ważny z punktu widzenia zarządzania zasobami węgla kamiennego. Wysokie koszty eksploatacji, wahania cen surowca oraz kierunek zmian polityki energetycznej sprawiają, że stosowana dotychczas klasyfikacja zasobów jako przemysłowych nie przesądza o ich przyszłym wydobyciu. Zasadne jest zatem poszukiwanie narzędzi pozwalających określić, jaka część zasobów może być eksploatowana w sposób bezpieczny i ekonomicznie uzasadniony.

Przegląd literatury prowadzi autora do wniosku, że w stosowanych podejściach do wyznaczania bazy zasobowej dane geologiczne i górnicze nie zawsze są właściwie i w odpowiednim zakresie łączone z oceną ekonomiczną oraz analizą zmienności otoczenia rynkowego. Może to prowadzić do błędnych

wniosków dotyczących perspektyw funkcjonowania zakładów górniczych, zarówno w zakresie ich realnego potencjału wydobywczego jaki możliwego okresu istnienia. Jest to szczególnie ważnie, jeżeli weźmie się pod uwagę fakt, że perspektywy wydobycia węgla są coraz gorsze, eksploatację prowadzi się w coraz trudniejszych warunkach geologicznych i górniczych, na coraz większych głębokościach i przy rosnących zagrożeniach naturalnych. Dodatkowym czynnikiem jest zmienna koniunktura na rynku węgla, która przekłada się na znaczne wahania cen produktów handlowych kopalń.

W odpowiedzi na przedstawione wyżej problemy i zagadnienia badawcze doktorant podjął próbę zintegrowania wskazanych elementów w ramach jednej procedury, z wykorzystaniem odpowiednio dobranych modeli technicznych i analitycznych. Zakres pracy obejmuje następujące zadania badawcze:

- Przegląd literatury dotyczącej dokumentowania złóż, planowania ich eksploatacji, wyceny zasobów oraz oceny ekonomicznej efektywności ich wydobycia;
- Opracowanie sposobu agregowania kosztów przedsiębiorstwa górniczego w celu oszacowania kosztów eksploatacji poszczególnych parcel, z uwzględnieniem geometrii wyrobisk oraz warunków złożowych;
- Opracowanie metody szacowania wyniku operacyjnego eksploatacji parcel oraz wyboru najkorzystniejszego układu wyrobisk ścianowych, zależnie od przyjętego kryterium optymalizacji;
- Uwzględnienie wpływu warunków geologicznych i technicznych na koszty eksploatacji oraz poziom ryzyka związanego z opracowanymi wariantami eksploatacyjnymi;
- Połączenie opracowanych rozwiązań w spójną procedurę umożliwiającą wyznaczenie bazy zasobowej oraz scenariusza eksploatacji zapewniającego jej efektywne sczerpanie;
- Weryfikacja opracowanej metody na przykładzie obliczeniowym opartym na rzeczywistych warunkach złoża oznaczonego w pracy symbolem „N".

Za istotny element nowości uznaję zaproponowanie metody, w której baza zasobowa nie jest traktowana jako wielkość stała w czasie, lecz podlega aktualizacji w zależności od przyjętych założeń ekonomicznych, warunków złożowych, obejmujących ilościowe parametry pokładu i jakościowe parametry węgla, a także uwarunkowań technicznych i organizacyjnych dotyczących danej parceli (ścianie, złożu). Ważnym komponentem opracowanej metody, a zarazem całej pracy, jest również autorskie narzędzie informatyczne wspomagające dobór parametrów geometrycznych ścian w obrębie parceli w celu maksymalnego wykorzystania zasobów czy też maksymalizacji efektów ekonomicznych. Opracowana metoda umożliwia analizę różnych konfiguracji alokacji wyrobisk górniczych i jednoczesne badanie rezultatów technicznych i ekonomicznych, a przez to wspiera wybór wariantu najbardziej odpowiedniego w danych warunkach.

Wartościowym elementem opracowanej metody jest także scenariuszowe podejście do podejmowania decyzji. Pozwala on porównywać możliwe opcje bazy zasobowej i harmonogramy eksploatacji, zamiast ograniczać ocenę do jednego, z góry przyjętego planu. Istotne znaczenie ma przy tym możliwość aktualizacji obliczeń po zmianie cen, parametrów technicznych lub stopnia rozpoznania geologicznego złoża (napływ nowych informacji). Wyniki badań pokazują ponadto, jak czynniki geologiczne, górnicze oraz zagrożenia naturalne mogą zostać włączone do oceny ryzyka i szacowania kosztów przedsięwzięć górniczych.

Opracowana metoda ma również wymiar praktyczny; może służyć do wieloaspektowego porównywania wariantów eksploatacji w zakładach górniczych z uwzględnieniem uwarunkowań złożowych, technicznych i rynkowych. Może być też wykorzystana do porównawczej oceny potencjału zasobowego różnych złóż oraz do wspomagania planowania dalszego funkcjonowania albo wygaszania zakładów. Zastosowanie metody w innych kopalniach wymagałoby jednak sprawdzenia i dostosowania przyjętych założeń do danych warunków złożowych i specyfiki procesu produkcyjnego w danym zakładzie górniczym.

Podsumowując, wartość naukową i utylitarną rozprawy oceniam pozytywnie. Autor prawidłowo zidentyfikował istotny problem naukowy, zaproponował adekwatny kierunek jego rozwiązania i przeprowadził weryfikację metody na przykładzie obliczeniowym. Stwierdzam, ze praca doktorska mgr inż. Leszka Malinowskiego wnosi wkład do dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Przyjęty zakres badań pozwolił na realizację zasadniczego celu rozprawy i wykazania przyjętych hipotez badawczych.

3. Uwagi krytyczne i kwestie wymagające wyjaśnienia

Poniższe uwagi dotyczą przede wszystkim przejrzystości opisu metody, sposobu prezentacji przyjętych w niej założeń oraz możliwości interpretacji uzyskanych wyników. Nie podważają one ogólnej pozytywnej oceny pracy, wymagają jednak ustosunkowania się do nich przez doktoranta.

1. Proszę o wyjaśnienie, co doktorant rozumie przez pojęcie „wariantu rozcinki", a szerzej: „rozcinki złoża", ponieważ terminy te pojawiają się w pracy wielokrotnie. Nie jest również dla mnie jasne, czy i w jakim stopniu algorytm rozrysowywania poszczególnych ścian wpływa na zmianę pierwotnej rozcinki złoża oraz czy taka rozcinka w ogóle istnieje jako punkt wyjścia do optymalizacji.
2. Nie jest dla mnie jasne podejście doktoranta do wyznaczania elementarnych i całkowitych kosztów wydobycia, a następnie do oceny efektywności poszczególnych wariantów w ramach kolejnych scenariuszy. Proszę o wyjaśnienie tej kwestii.

3. Nie jest dla mnie jasna zasada optymalizacji rozcinki polegającej na efektywnym dopasowaniu ścian w danej parceli. Proszę o wyjaśnienie, czy zasada ta, a tym samym cały proces optymalizacji, obejmuje również zasoby resztkowe, które mogły zostać pierwotnie uwzględnione we wstępnych szacunkach bazy zasobowej złoża „N", w szczególności w wielkości zasobów przemysłowych i operatywnych. Proszę również o komentarz, czy doktorant ustalił, czy i w jakim stopniu opracowana metoda oraz algorytmy optymalizacji rozcinki prowadzą do zwiększenia lub zmniejszenia wielkości bazy zasobowej, na przykład w stosunku do wartości określonych w PZZ.

4. Proszę o komentarz, czy na etapie tworzenia harmonogramów wydobycia węgla pod poszczególne scenariusze w metodzie uwzględniano jakieś dodatkowe mechanizmy optymalizacyjne (np. zmiana postępu, zmiana kolejności zadań, zmiana kolejności wybieranych ścian) celem osiągnięcia stałego (wyrównanego) wydobycia rocznego? Proszę o komentarz, jakie doktorant napotkał problemy w tym zakresie wynikające również z użycia określonej klasy oprogramowania.

5. Doktorant poświęcił w pracy stosunkowo niewiele miejsca wpływowi struktury sortymentowej produktów handlowych oraz możliwości jej optymalizacji, czyli modyfikacji na etapie procesu przeróbki. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego zagadnienie to zostało ujęte w opracowanej metodzie badawczej jedynie w ograniczonym zakresie. Czy optymalizacja struktury sortymentowej nie stwarzałaby dodatkowych możliwości poprawy wartości NPV poszczególnych scenariuszy, a w konsekwencji zwiększenia bazy zasobowej analizowanego złoża?

6. Proszę o komentarz, jak należy rozumieć wyniki przedstawione w rozdziale 6.5.4. oraz te zaprezentowane w rozdziale 7 dotyczące wyznaczania bazy zasobowej, tj. chodzi mi o to, czy wyniki zaprezentowane w rozdziale 7 stanowią odrębny proces analityczny, czy też jest to kontynuacja wcześniejszych obliczeń?

7. Doktorant stwierdził we wnioskach, że długość ściany jest jedną z kluczowych zmiennych sterujących, mających istotny wpływ na wartość NPV. Powstaje jednak pytanie, dlaczego za równie istotne zmienne nie uznano wybiegu ściany oraz miąższości pokładu. W praktyce parametry te również uznawane są za mające istotne znaczenie. Proszę o komentarz w tej kwestii.

8. Proszę o komentarz czy w tabeli 6.3 (str. 94) zostały przestawione pełne koszty zakładu górniczego, czy też tylko jakaś ich część? Wydają się one być niskie jak na obecne warunki prowadzenia wydobycia (chodzi o wartość łączną kosztów operacyjnych).

9. Nie jest dla mnie jasna sytuacja przedstawiona na rysunku 6.12 (s. 107). Warianty zagospodarowania parceli przy cenach stanowiących 110% i 120% wartości bazowej są bowiem niemal identyczne z wariantem przy cenie o 10% niższej od wartości bazowej. Zgodnie z charakterystyką wyników przedstawioną w tabeli 6.7 długości i azymuty ścian, a także ich liczba,

są w analizowanej parceli takie same, natomiast wartości oszacowanego wyniku operacyjnego znacząco się różnią. Proszę o wyjaśnienie przyczyn tych różnic.

10. Proszę o wyjaśnienie, dlaczego w modelu oceny ryzyka dla złoża „N" uwzględniono właśnie te, a nie inne czynniki, których łączna liczba wynosi 10 (rys. 7.6, s. 118). W grupie parametrów geologicznych i górniczych oraz parametrów związanych z zagrożeniami naturalnymi można bowiem wskazać znacznie więcej czynników, nie wspominając o innych parametrach technicznych czy środowiskowych. W pracy brakuje również ekonomicznego lub statystycznego uzasadnienia przyjętego doboru czynników.

4. Pozostałe uwagi

W tej części recenzji przedstawiam pozostałe uwagi o charakterze technicznym i redakcyjnym.

1. Część rysunków jest mało czytelna. Jako przykład podaje ilustrację rys. 6.5., 6.6. w zakresie detali i opisu poszczególnych ścian.
2. Redakcja językowa. W tekście występują nieliczne niedociągnięcia stylistyczne, powtórzenia oraz literówki. Ich usunięcie poprawiłoby płynność lektury, choć nie zmieniają one mojej oceny merytorycznej rozprawy.

5. Wniosek końcowy

Uwzględniając przedstawioną analizę, stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Leszka Malinowskiego pt.: „Dynamiczna baza zasobowa jako element efektywnego zarządzania złożem" podejmuje aktualny i ważny problem badawczy oraz zawiera autorską propozycję jego rozwiązania. Cele pracy zostały zasadniczo osiągnięte, a zaproponowane podejście może stanowić podstawę dalszych badań i praktycznych zastosowań w planowaniu eksploatacji złóż węgla kamiennego.

Wymienione uwagi traktuję jako kwestie wymagające wyjaśnienia i dyskusji, w szczególności podczas publicznej obrony rozprawy.

W mojej ocenie rozprawa spełnia wymagania określone w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tekst jednolity: Dz. U. z 2026 r. poz. 1362). W związku z powyższym wnioskuję do Rady Dyscypliny Naukowej „inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka" o dopuszczenie doktoranta do kolejnych etapów postępowania w sprawie nadania stopnia doktora w Instytucie Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN.

Robert Rosz