

05.12.2023 r.

Dr hab. inż. Rafał Morga, prof. PŚ  
Katedra Geologii Stosowanej  
Wydział Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej  
Politechnika Śląska  
Ul. Akademicka 2  
44-100 Gliwice

## **RECENZJA**

### **rozprawy doktorskiej mgr Piotra Sosnowskiego**

**pt.: „Opracowanie indeksu ryzyka wystąpienia wybranych zagrożeń naturalnych na podstawie petrograficznych obserwacji mikroskopowych węgla kamiennych dla zautomatyzowanych procesów harmonogramowania eksploatacji w oparciu o model 3D złoża”**

Recenzja została wykonana na podstawie uchwały Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego z dn. 17.10.2023 i wynikającego z niej zlecenia Zastępcy Dyrektora tej Jednostki, zawarte w piśmie nr WNP/BEOI.411.18.2023, z dnia 20.10.2023, informującym o powołaniu mnie do pełnienia roli recenzenta rozprawy doktorskiej mgr Piotra Sosnowskiego. Sporządzono ją w oparciu o zapisy Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. nr 2018, poz. 1668) oraz wytyczne Rady Doskonałości Naukowej w sprawie postępowania o awans naukowy.

#### **Formalna charakterystyka rozprawy**

Rozprawa składa się z dziesięciu rozdziałów (wliczając wstęp i wnioski) i, wraz ze streszczeniami, załącznikami i spisami, liczy 234 strony numerowane. Zawiera w sumie 29 tabel (w tym 10 tablic z mikrofotografiami), 47 figur oraz 26 załączników. Wykorzystano 25 norm i trzy akty prawne. Spis literatury obejmuje 134 pozycje, w tym 117 publikacji obcojęzycznych (głównie angielskojęzycznych) oraz 17 w języku polskim. Doktorant jest autorem lub współautorem 4 z nich. Treść rozprawy odpowiada jej tematowi, a układ pracy jest prawidłowy.

#### **Ocena trafności podjętej tematyki**

Wydobycie węgla kamiennego w Polsce związane jest różnorodnymi zagrożeniami naturalnymi. Niektóre z nich (np. metanowe) wzrastają w miarę postępującego zwiększania głębokości eksploatacji. W związku z tym, od lat realizowane są prace badawcze mające na celu wypracowanie efektywnych metod prognozowania i prewencji tych zagrożeń.

Szczególne znaczenie mogą mieć te rozwiązania, które identyfikując stopień ryzyka wystąpienia kilku rodzajów zagrożeń jednocześnie, mogą być zaimplementowane w modelu geologicznym danego złoża, a następnie uwzględnione w harmonogramowaniu eksploatacji, stanowiąc ważny i spójny element systemu zarządzania bezpieczeństwem pracy. A takie właśnie założenia przyświecały realizacji niniejszej pracy.

Cechy petrograficzne węgla definiują jego własności fizyko-chemiczne, wpływając na możliwość występowania niektórych typów zagrożeń. Jednakże zagadnienie to nie doczekało się do tej pory przekrojowych, a zarazem szczegółowych, badań. Dlatego podjęcie odważnej próby opracowania indeksu ryzyka wystąpienia zagrożeń naturalnych na podstawie tych cech jest zasadne i niesie ze sobą szczytny cel aplikacyjny, ugruntowany wdrożeniową formułą doktoratu. Jako obiekt badań wybrano KWK „Knurów”, należącą do Jastrzębskiej Spółki Węglowej. W związku z tym, wypracowane rozwiązanie ma szansę zostać wykorzystane na szerszą skalę. Innym istotnym aspektem pracy, wartym poznania z naukowego punktu widzenia, było odtworzenie zmian środowiska facjalnego, w jakim powstały pokłady węgla kamiennego tworzące złoża „Knurów”.

Biorąc pod uwagę powyższe, stwierdzam, że temat recenzowanej rozprawy jest zasadny, a jego podjęcie w pełni celowe.

### **Charakterystyka merytoryczna i ocena rozprawy**

Pierwszy, nienumerowany rozdział dysertacji, stanowi *Wstęp*, w którym, na tle zagrożeń naturalnych, jakie towarzyszą eksploatacji węgla kamiennego w naszym kraju, nakreślono i uzasadniono przyczyny podjęcia wybranej tematyki badawczej. Omówiono wpływ czynników szkodliwych na koszty prowadzonych prac wydobywczych. Przedstawiono również sposób wdrożenia uzyskanych wyników.

*Rozdział 1* stanowi zestawienie tez i celów rozprawy, w tym celów wdrożeniowych. Wszystkie zostały zwięźle zdefiniowane i odpowiadają tematowi pracy, wynikając z przesłanek zawartych we wstępie. Niektóre z nich nie są jednak jasno sformułowane. To nie „zależności pomiędzy cechami petrograficznymi a parametrami fizyko-chemicznymi mają wpływ na właściwości węgla”, a właśnie owe cechy petrograficzne. Ponadto pojawiają się tu niedoprecyzowania np. „wpływ na konkretne właściwości” czy „skorelowanie poszczególnych grup z danymi [...]”.

Wprowadzający charakter ma również *Rozdział 2*. Poświęcony on jest charakterystyce zagrożeń naturalnych w podziemnym górnictwie węgla kamiennego i stanowi rozwinięcie obserwacji poczynionych we wstępie. W poszczególnych podrozdziałach Doktorant omawia wybrane zagrożenia, które stanowić będą przedmiot badań. Są to: zagrożenie pyłowe, metanowe i pożarowe. Przedstawia ich klasyfikacje, a także nakreśla aktualny stan wiedzy na temat związków pomiędzy składem petrograficznym i parametrami fizykochemicznymi węgla, a występowaniem tych zagrożeń. Opis został oparty na bogatym materiale źródłowym.

W *Rozdziale 3*, w adekwatny dla potrzeb pracy sposób, przedstawiono budowę geologiczną złoża „Knurów”, które stanowiło obiekt badań. Następnie zaprezentowano informacje odnoszące się do badań rozwoju facjalnego złoża. Mają one po części postać ogólnych rozważań, bazujących na obszernej literaturze światowej, a po części charakter

metodyczny, np. w zakresie wykorzystywanych w pracy indeksów i wskaźników facjalnych. W mojej opinii powinny się one były znaleźć w odrębnym rozdziale wprowadzającym lub, ewentualnie, w metodyce.

W **Rozdziale 4** Autor przedstawił dobór materiału badawczego, na który składało się w sumie 66 prób węgla kamiennego, w tym 43 próby bruzdowe z pokładów węgla, 7 prób z rdzeni wiertniczych oraz 16 próbek pyłu kamiЕННО-węglowego. Liczby te, biorąc pod uwagę zapewnienie reprezentatywności oraz możliwości zrealizowania zakładanych celów pracy, są wysokie i w pełni wystarczające. Próby bruzdowe i rdzeniowe pochodziły z pokładów: 603, 504, 408/3, 408/2, 405/1, 401/2 i 355. Ich lokalizację ujęto w tabeli. Następnie szczegółowo omówiono sposób przygotowania próbek oraz metodykę badań petrograficznych (w tym analizy macerałów i mikrolitotypów), laserowej analizy frakcji pyłów, analiz rentgenowskich (XRD i XRF), oznaczeń parametrów fizyko-chemicznych, metanonośności i skłonności węgla do samozapalenia. Należy podkreślić, że dobór metod analitycznych jest właściwy dla tematyki i celów rozprawy.

W dalszej części pracy Doktorant przeszedł do przedstawienia wyników swoich badań (**Rozdział 5**). Zaprezentowano je głównie w formie tabel, którym towarzyszą wykresy i mikrofotografie. Ich układ jest czytelny i spójny z rozdziałem poświęconym metodyce. Dają one dowód ogromu i szczegółowości pracy analitycznej wykonanej przez Autora, na obszernej bazie próbek. Niestety, w zdecydowanej większości, wyniki te nie zostały w żaden sposób skomentowane. Brak choćby ogólnego, przekrojowego ich omówienia, co można było zrobić bez znaczącego powiększania objętości pracy, tym bardziej, że część znajdującego się w tym rozdziale tekstu odnosi się do kwestii metodycznych, które powinny być zamieszczone wcześniej. Co prawda, Doktorant przywołuje zestawione tu wyniki w dalszej części rozprawy, ale niektóre dane (np. rezultaty analiz rentgenowskich) pozostają niemal w ogóle nie wzmiankowane.

**Rozdział 6 („Podsumowanie”)** jest najobszerniejszym elementem rozprawy. Pierwsza jego część, mająca *de facto* formę dyskusji wyników, dotyczy rozwoju facjalnego złoża „Knurów”. Został on zinterpretowany na podstawie rezultatów analizy macerałowej i analizy mikrolitotypów. Jest to konsekwentny, szczegółowy i bardzo interesujący opis zmian warunków facjalnych, jakie istniały podczas tworzenia się kolejnych, wybranych przez Doktoranta, pokładów omawianego złoża. W rozważaniach wykorzystano liczne, powszechnie stosowane wskaźniki facjalne, takie jak: TPI, GI, GWI, VI oraz indeksy petrograficzne opracowane przez P.A. Hacquebarda i J.R. Donaldsona, zmodyfikowane przez D. Marchioni’ego, a następnie M.B. Silvē i W. Kalkreutha, a także indeksy petrograficzne autorstwa M. Smyth. Mgr Sosnowski daje tu dowód swojego odczytania i rozległej wiedzy z zakresu realizowanej tematyki badawczej. Z przyjemnością stwierdzam, że tą część pracy czyta się znakomicie. Doktorantowi udaje się ominąć pułapkę schematyzmu, a tekst jest rzeczowy, poparty adekwatnymi i czytelnymi diagramami. Należy podkreślić, że identyfikacja środowisk jest prawidłowa. W niektórych wszakże miejscach Doktorant zaprzecza sobie, np. wobec pokładu 408/2 (Rys. 29), pisząc w jednym miejscu, iż „rozkład wszystkich próbek przedstawia się podobnie”, a następnie, że obserwujemy „bardzo duży rozrzut indeksów petrograficznych”, mając rację w tym drugim przypadku. Podobnie,

w odniesieniu do pokładu 603, podana jest najpierw informacja o otaczających go piaskowcach i zlepieńcach, a zaraz potem, że są to mułowce i iłowce.

Drużga część omawianego rozdziału dostarcza natomiast uogólnionego omówienia wyników badań dla każdego z rozpatrywanych pokładów. Zostało ono wykonane bezpośrednio pod kątem realizacji celów wdrożeniowych i stanowi punkt wyjścia do rozważań statystycznych. Opisowi towarzyszą bardzo dobrej jakości mikrofotografie (na które jednak Doktorant nie powołuje się w tekście). Systematycznie powtarzające się, przy charakterystyce każdego pokładu, wzmianki metodyczne, w tym powołania na normy, są zbędne. Nie całkiem zrozumiałym zabiegiem jest też odwrócenie kolejności omawianych pokładów, w stosunku do poprzednich rozdziałów.

Rezultaty przeprowadzonych analiz statystycznych zaprezentowano w *Rozdziale 7*. Ustalono wartości współczynnika korelacji Pearsona pomiędzy każdą z branych pod uwagę miar zagrożeń naturalnych a wszystkimi, wynikającymi z wykonanych badań, parametrami i indeksami petrograficznymi. W odniesieniu do zagrożenia pożarowego przeanalizowano okres inkubacji pożaru, wskaźnik samozapalności i energię aktywacji utlenienia. Następnie uwzględniono metanonośność oraz intensywność pylenia. W kolejnym kroku przedstawiono najsilniejsze zależności, pokrótce interpretując ich przyczyny. Następnie, dla każdej z miar zagrożeń, na podstawie zbudowanych przez siebie modeli regresji wielorakiej, wybrano ten parametr lub indeks, dla którego stwierdzono największą istotność. I tak, okres inkubacji pożaru powiązано z Indekssem Zachowania Tkanki (TPI) a wskaźnik samozapalności z zawartością klarytu wityrnyitowego. Dla energii aktywacji w pełni wiarygodnego modelu nie udało się zbudować. Metanonośność powiązано z zawartością telinitu i megasporynitu, a intensywność pylenia z zawartością klarytu liptynitowego i wityrnytytu inertynitowego. Stwierdzam, że metodyka i sposób przeprowadzenia wykonanych testów statystycznych są właściwe.

Powyższe czynności powiodły Doktoranta do finalnego rozdziału, zatytułowanego „*Wdrożenie*”. Autor, krok po kroku, zaprezentował w nim sposób implementacji danych petrograficznych do modelu jakości złoża Knurów, w programie DATAMINE MineScape. Kolejne działania poparte zostały zrzutami ekranowymi z programu, w wiarygodny sposób potwierdzającymi ich przeprowadzenie. Szkoda, że nie zawarto przy tym informacji na temat tego, czy indeks jest obecnie wykorzystywany w harmonogramowaniu eksploatacji oraz jakie są efekty wdrożenia zaproponowanego rozwiązania.

Rozprawę zamykają wnioski, które, niemal bez wyjątku, są zwięzłe i rzeczowe. Wynikają one wprost z przeprowadzonych badań i są adekwatne zarówno do tematu, jak i postawionych celów pracy. Jednak wniosek 6: „*Badane pokłady węgla w złożu Knurów wykształciły się w warunkach wilgotnego bagna leśnego*” nie koresponduje z wnioskiem 8, w którym Doktorant stwierdza, że „*główny udział w procesach węglotwórczych miały rośliny zielne [...] charakterystyczne dla facji szuwarowych*”. W istocie, jak sam Autor stwierdza we wniosku 10: „*wszystkie badane pokłady węgla w złożu Knurów reprezentują środowisko przejściowe/mieszane pomiędzy facją szuwarową a leśną*”.

## Uwagi szczegółowe

**Str. 36** - w opisie serii paralicznej błędnie przypisano pokłady grupy 700 do warstw grodzieckich, gdy w istocie są to warstwy jakłowieckie, a pokłady grupy 600 do warstw jakłowieckich, podczas gdy są to warstwy porębskie.

**Str. 37** - W opisie górnośląskiej serii piaskowcowej niewłaściwie utożsamiono warstwy dolnorudzkie z załęskimi. Jak wiadomo te drugie obejmują górną część warstw rudzkich *sensu lato* i dolną część warstw orzeskich *sensu lato*.

**Str. 47** - użyty w tytule rozdziału termin „Metodologia” nie jest właściwy, gdyż oznacza on naukę o metodach badań. Poprawny termin to „Metodyka badań”.

**Str. 55** - w tytule Tabeli 4 zastosowano polski symbol ciepła spalania ( $Q_s$ ), a w jej nagłówku symbol angielski (GCV).

**Str. 56** - górna wartość zakresu refleksyjności wityryny (1,07%), podana w tekście, nie koresponduje z wykazaną w Tabeli 4 (1,10%).

**Str. 89** - Pokład 603 nie jest „ostatnim pokładem serii paralicznej w złożu Knurów”, a najstarszym rozpoznany pokładem tej serii.

**Str. 113** - Użyte na rysunku 37 symbole (skrót) powinny być wyjaśnione.

**Str. 117** - Zdanie rozpoczynające się od słów: „Próbki 08, 13, 14 i 36 [...]” - nie zostało dokończony.

**Str. 126-170** - W podrozdziale 6.2., w omówieniu wyników analiz parametrów fizykochemicznych węgla dla każdego z pokładów, brak jest powołań na odnośne tabele. Ustęp dotyczący „Analizy zawartości grup macerałów i materii mineralnej”, z wyjątkiem opisu poświęconego pokładowi 355, nie zawiera żadnych odniesień do substancji nieorganicznej.

Niefortunnym rozwiązaniem jest rozpoczynanie niektórych podrozdziałów, np. 5.1., 5.2. i 5.3., od tabel i diagramów, po których dopiero znajduje się odnośny tekst. W pracy występują nieprzetłumaczone sformułowania angielskojęzyczne - np. na str. 114, 118, 122, mimo istnienia polskich odpowiedników. Doktorant nie zawsze też odmienia lub niekonsekwentnie odmienia nazwiska badaczy, na prace których się powołuje.

Ponadto, w pracy pojawiają się skrót myślowe (np. „rdzenie wiertnicze wykonane z wyrobisk” - str. 9; „wzrost telinitu i żelinitu” - str. 108; „współczynniki telinitu i megasporynitu” - str. 178) oraz błędy stylistyczne i językowe. Nie wpływają one jednak w istotnym stopniu na wartość merytoryczną rozprawy i jej odbiór.

## Podsumowanie

Reasumując, dysertacja, którą miałem zaszczyt i przyjemność recenzować jest nowatorskim, bardzo ambitnym i zakrojonym na szeroką skalę dziełem naukowym o wysokim znaczeniu praktycznym. Aby uzyskać reprezentatywne wyniki, Doktorant poddał badaniom 66 prób węgla kamiennego oraz 16 próbek pyłu kamiennie-węglowego. Wykonał drobiazgowo, wymagające dużego nakładu pracy analizy (w tym zwłaszcza petrograficzne) i pomiary, które pozwoliły mu zbudować wiarygodne modele statystyczne, na których mógł oprzeć swoje rozwiązanie wdrożeniowe, ale również w przekonujący i zajmujący sposób opisać rozwój facjalny złoża Knurów. Metodyka i sposób przeprowadzenia tych prac są prawidłowe, a ich rezultaty przedyskutowano w nawiązaniu do bogatej literatury źródłowej.

Fakt, że wyniki rozważań paleofacjalnych zostały opublikowane w dwóch artykułach zamieszczonych w wiodącym dla tematyki petrologicznej czasopiśmie światowym, jakim jest *International Journal of Coal Geology*, jest najlepszym potwierdzeniem ich wnikliwości i znaczenia naukowego.

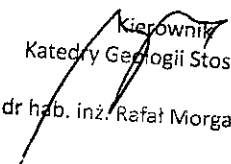
Niejaki niedosyt stwarzać może brak informacji na temat tego, czy opracowane rozwiązanie zostało w pełni wdrożone i w jaki sposób wpłynęło/wpływa ono na predykcję zagrożeń w KWK „Knurów”, a zatem jaka jest wymierna korzyść z jego zastosowania. Choć, oczywiście, pisząc te słowa mam świadomość krótkiego czasu, jaki upłynął od zakończenia realizacji badań.

Niewątpliwie, ten ogrom pracy, która kiedyś przecież musiała zostać sfinalizowana, w jakimś momencie dał znać o sobie, w postaci, wskazanych wyżej, mankamentów. Chciałbym jednak zaznaczyć, że mają one, na ogół, charakter drugorzędny i nie powinny przesłaniać rzeczywistych osiągnięć Doktoranta, jakie stały się jego udziałem w wyniku realizacji tej dysertacji.

### **Wniosek końcowy**

Recenzowana rozprawa doktorska mgr Piotra Sosnowskiego pt.: **„Opracowanie indeksu ryzyka wystąpienia wybranych zagrożeń naturalnych na podstawie petrograficznych obserwacji mikroskopowych węgla kamiennych dla zautomatyzowanych procesów harmonogramowania eksploatacji w oparciu o model 3D złoża”** stanowi samodzielne i oryginalne osiągnięcie naukowe Autora i, jednocześnie, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej. Dysertacja mieści się w dyscyplinie naukowej nauki o Ziemi i środowisku. Jej założenia zostały zrealizowane, a tezy - udowodnione. Doktorant wykazał się szeroką wiedzą teoretyczną, należyтым opanowaniem warsztatu badawczego oraz zdolnościami do samodzielnego prowadzenia prac naukowych. Dostrzeżone w rozprawie uchybienia nie umniejszają, w istotny sposób, jej wartości naukowej.

W związku z powyższym stwierdzam, że opiniowana rozprawa w pełni odpowiada wymogom stawianym w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018 poz. 1668). Stawiam zatem wniosek do Rady Naukowej Instytutu Nauk o Ziemi Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr Piotra Sosnowskiego i dopuszczenie do publicznej obrony.

  
Kierownik  
Katedry Geologii Stosowanej  
dr hab. inż. Rafał Morga, prof. PŚ