

Dr hab. inż. prof. UŚ Jacek Rózkowski  
Uniwersytet Śląski w Katowicach  
Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk o Ziemi  
ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

Sosnowiec, 19.10.2023r.

## Recenzja

### rozprawy doktorskiej magistra inżyniera Szymona Pluty

#### pt. Wpływ solanek na termiczny rozkład węgla utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Szymona Pluty została wykonana w związku z pismem prof. dr hab. inż. Andrzeja Rusina, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka” Politechniki Śląskiej w Gliwicach z dnia 28.09.2023r. znak RIE-BD.512.71.2023 oraz na podstawie Umowy o Dzieło UMC/2942/2023 na wykonanie recenzji (stopień doktora) Do wniosku numer 2893/UMC/RIE0-1/2023.

#### 1. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska pt. „Wpływ solanek na termiczny rozkład węgla utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego”. Autorem pracy jest mgr inż. Szymon Pluta, ubiegający się o uzyskanie stopnia naukowego doktora przed Radą Dyscypliny Naukowej „Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka” Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Barbara Białecka. Praca została wykonana na Politechnice Śląskiej w Gliwicach, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki.

#### 2. Ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacje o jej poszczególnych częściach składowych

Rozprawa doktorska jest skonstruowana spójnie. Układ pracy właściwy. Poszczególne części składowe występują w logicznym następstwie. Rozprawa doktorska jest monografią. Składa się ze Spisu treści, następnie aż z 20 rozdziałów, Spisu literatury oraz Spisów rzeczowych. Jednobrzmiące syntetyczne Streszczenia 1-stronicowe w języku polskim i angielskim zawierają wprowadzenie, zakres i wyniki badań laboratoryjnych, wnioski oraz możliwości wykorzystania praktycznych wyników badań. *Brakuje słów kluczowych – w języku polskim i angielskim.* Po syntetycznym wprowadzeniu, nakreśleniu celu, tezy i zakresu pracy, zamieszczono 2 rozdziały przyrodnicze odnoszące się do budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych, w których punkt ciężkości położony jest na zagadnieniach związanych z tematyką rozprawy oraz rozdział teoretyczny poświęcony zachowaniu węgla w aspekcie jego rozkładu i utleniania. Kolejny blok problemowy to badania własne obejmujący metodykę badań, realizację i wyniki badań, odniesione do wydzieleni stratygraficznych warstw oraz specyficznych charakterystyk przestrzennych (jak strefy zaburzeń tektonicznych, miejsca zaniku pokładów węgla kamiennego). Rozdziały 14-17 nawiązują do bezpośredniego tytułu rozprawy doktorskiej, także w odniesieniu do zespołów stratygraficznych warstw, jak i możliwości zastosowań aplikacyjnych uzyskanych badań /

obserwacji. Należy zauważyć względną „równowagę” proporcji pomiędzy rozdziałami charakteryzującymi termiczny rozkład węgla a wpływem solanek na ten proces. Trochę odseperowany jest rozdział 18 odnoszący się do zawartości Cl i Br w badanych węglach. W końcowej części pracy mamy *zbyt syntetyczne*, ale klarowne Podsumowanie i Wnioski aplikacyjne. Spis Literatury jest znaczący i liczy 82 pozycje (w tym 31 w językach konferencyjnych). Spisy rzeczowe, zdeterminowane charakterem laboratoryjnym badań, liczą aż 36 rysunków i 39 tabel.

*W kompozycji pracy zauważa się zbyt drobne rozdrobienie. Lepiej byłoby połączyć zagadnienia w bloki tematyczne, co zwiększyłoby lepszą percepcję pracy i jej syntezy. Można byłoby lepiej wyeksponować część pracy nawiązującą bezpośrednio do tytułu pracy. Właściwe są proporcje pomiędzy częścią wstępną i przyrodniczą oraz badaniami własnymi (29:71 %). Jednocześnie charakterystyka termicznego rozkładu węgla GZW zajmuje 42% tekstu badań własnych, stąd biorąc jeszcze pod uwagę rejonizację badań, właściwszy temat rozprawy doktorskiej byłby: „Termiczny rozkład węgla utworów karbonu południowo – zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego oraz wpływ solanek na ten proces”.*

### **3. Ocena zastosowanego piśmiennictwa w ramach rozprawy doktorskiej**

Dobór i wykorzystanie źródeł właściwe. W pracy wykorzystano 82 pozycje literatury, w tym 27 anglojęzyczne, 2 w języku niemieckim, 1 w języku rosyjskim, 1 w języku czeskim. Pozycje literatury pochodzą z lat 1913-2020, są bardzo rozrzucone czasowo, przy dużym udziale prac z lat 90. XX w oraz przeważnie z lat 00. i 10. XXI w. Są ściśle związane z tematyką pracy i odnoszą się głównie do budowy geologicznej Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, petrografii i mineralogii skał karbońskich, geochemii i termicznego rozkładu węgla. *Należy zaznaczyć, zwłaszcza odnośnie warunków przyrodniczych, że część piśmiennictwa jest bardzo stara.*

*Odczuwa się brak pozycji literatury z zakresu hydrogeologii: Z. Wilk (red., 2003) Hydrogeologia polskich złóż kopalin i problemy wodne górnictwa tom I, Wyd. Nauk. AGH, Kraków;*

*B. Paczyński, A. Sadurski (red., 2007) Hydrogeologia regionalna Polski tom II. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane. PIG. Warszawa oraz z zakresu geotermii:*

*A. Rózkowski, 2002 – Środowisko hydrogeologiczne wód geotermalnych w utworach karbonu produktywnego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. W: Energia geotermalna w kopalniach podziemnych. Prace WNoZ UŚ 17: 89-108*

*E. Solik – Heliasz (red.), 2009 – Atlas zasobów energii geotermalnej w regionie górnośląskim. Utwory neogenu, karbonu i dewonu. GIG. Katowice*

### **4. Wskazanie oraz ocena celu pracy Kandydata do stopnia doktora**

Celem naukowym pracy Kandydata jest ocena wpływu solanek na zdolności węgla Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) do rozpalania oraz samorzutnego zagrzewania prowadzącego do zapalenia. Celem użytkowym jest określenie składników chemicznych występujących w naturalnych wodach kopalnianych, wykazujących właściwości antypirogenne, które można wykorzystać w profilaktyce przeciwpożarowej w wyrobiskach górniczych.

*Cele naukowy i wdrożeniowy są prawidłowo wyodrębnione, słusznie wysuwając na pierwszy plan rozpoznanie uwarunkowań przyrodniczych „zapozarowania” pokładów węgla*

*kamiennego w obszarze badań, będące punktem wyjścia dla wypracowania naturalnych mechanizmów prewencji pożarowej z wykorzystaniem wyników badań geochemicznych.*

Proces badawczy rozpoczął się od postawienia następującej tezy badawczej:  
Oddziaływanie solanek występujących w utworach karbonu na węgiel powoduje przekształcenie jego właściwości skutkujące zmianami zdolności do rozpalania się, zagrzaną prowadzącego do zapalenia.

Dla udokumentowania tezy badawczej Kandydat przedsięwziął następujące badania:

- 1/ Wykonanie charakterystyki termorozkładu węgla pobranych z różnych serii litostratygraficznych
- 2/ Określenie składników chemicznych zawartych w węglach o odmiennych charakterystykach termorozkładu
- 3/ Analiza termicznego rozkładu węgla pochodzących z odmiennych serii litostratygraficznych występujących w zróżnicowanych środowiskach hydrogeochemicznych, w strefie zaburzeń tektonicznych oraz w obszarach zaniku pokładów warunkowanych zaistnieniem pożarów
- 4/ Badania laboratoryjne wpływu solanek o zróżnicowanych składach chemicznych na procesy termicznego rozkładu węgla i skład chemiczny uwalnianych z nich gazów
- 5/ Określenie właściwości solanek, które wpływają na ograniczenie zdolności węgla do rozpalenia, zagrzewania prowadzącego do zapalenia.

*Sformułowana hipoteza badawcza jest postawiona właściwie, ściśle nawiązując do celów naukowego i użytecznego pracy Kandydata. W rozprawie doktorskiej potwierdzono na podstawie subregionalnych badań wymienioną hipotezę badawczą:*

*1, 2/ Wykonano badania termicznego rozkładu węgla metodą OTA, w ściśle określonych warunkach - w obrębie KSP (warstwy laziskie), SM (warstwy orzeskie, rudzkie), GSP (warstwy siodłowe), SP (warstwy porębskie, jakłowieckie), dokumentując możliwość występowania dwóch odmiennych charakterystyk ich termorozkładu oraz obecność Fe, Ca, Mg, Na, S, Cl w próbkach węgla po ich spoieleniu (rozdziały 6-8).*

*3/ Udokumentowano, że węgle KSP i SM, które występujące w partiach górotworu o dużym zawodnieniu oraz węgle ze stref uskokuwch, nasunięć - zawierają podwyższone ilości substancji mineralnych uwarunkowanych zaangażowaniem tektonicznym górotworu oraz zmianami warunków krążenia wód podziemnych. Jednocześnie potwierdzono, że węgle z rejonów przeszłych pożarów charakteryzują się dużą reaktywnością, podatnością na zagrzaną aż do zapalenia (rozdziały 9-11).*

*4, 5/ Udokumentowano w warunkach laboratoryjnych zróżnicowane oddziaływanie silnie zmineralizowanych wód podziemnych na procesy termicznego rozkładu węgla w zależności od warunków redoks oraz mineralizacji wód podziemnych a także oddziaływanie na skład chemiczny gazów uwalnianych z węgla (rozdziały 14-17).*

*W pracy, o wymiarze geochemicznym, przydałby się mały słownik pojęć, który przybliżałby wybrane specjalistyczne słownictwo, począwszy od „rozpalania”, „samorzutnego zagrzewania” do „zapalenia” węgla.*

## **5. Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych**

W pracy w rozdziale 6 przedstawiono Metodykę badań.

*Tytuł jest bardzo pojemny, bowiem wstępnie przedstawiono (w zbyt dużym uogólnieniu) obszar opróbowania, głównie bruzdowych, węgla. Nasuwa się od razu refleksja, że badania są*

*skoncentrowane w Rybnickim Okręgu Węglowym (plus kopalnia „Piast”), stąd bardziej adekwatny tytuł rozprawy odnosiłby się do południowo – zachodniej części GZW.*

Część wstępna zawiera ponadto *precyzyjnie wypunktowane badania*, instytucje badawcze, zastosowaną aparaturę, metody badawcze (spektrometria fluorescencji rentgenowskiej XRF, technika termogravimetryczna w wersji oksyreaktywnej termicznej analizy OTA) oraz *bardzo dobre tematyczne wprowadzenie w postaci przedstawienia idei badań procesów termicznego rozkładu węgla metodą oksyreaktywnej termicznej analizy (OTA).*

Kolejne podrozdziały *bardzo klarownie i konsekwentnie omawiają warunki implikacji metody OTA do badań węgla GZW*, przeprowadzając dyskusję (popartą badaniami laboratoryjnymi) optymalnych parametrów: dynamiki zmian temperatury i atmosfery powietrza, wielkość uziarnienia i masy próbek węgla. W dalszej kolejności omówiono standardowe badania: oznaczenie składu chemicznego i mineralnego węgla, oznaczenie składu chemicznego gazów uwalnianych z węgla, wreszcie analiza składu chemicznego solanek kopalnianych.

*Należy uznać, że zastosowane metody badawcze (obserwacje makroskopowe i mikroskopowe węgla, pomiary termorozkładu węgla z wykorzystaniem OTA, spektroskopia fluorescencji rentgenowskiej) i przeprowadzona dyskusja względem ich zastosowania w obszarze badań są właściwe i przedstawione klarownie.*

## **6. Ocena części rozprawy doktorskiej dotyczącej omówienia wyników badań**

Badania zrealizowane przez Autora są „dwumodalne”, przy czym badania sensu stricto są autonomicznie powiązane z omówieniem wyników badań. Pierwsza „moda” odnosi się do badań termicznego rozkładu węgla GZW i zawartości wybranych składników chemicznych w warunkach standardowych (rozdziały 7, 8) oraz w warunkach odbiegających od monotonnego zalegania pokładów węgla (rozdziały 9-13). Z kolei druga „moda” przedstawia badania wpływu solanek kopalnianych na procesy termicznego rozkładu węgla (rozdziały 14, 15) i znajduje swą kontynuację w rozdziałach 16-17.

Badania termicznego rozkładu węgla GZW i zawartości wybranych składników chemicznych są przedstawione *przejrzysto, według jednego schematu dla wydzielonych warstw stratygraficznych, co pozwala na porównanie i dyskusję uzyskanych wyników badań*. Zawierają odpowiednio: graficzną charakterystykę termorozkładów metodą OTA, następnie stabelaryzowane wartości - parametrów uzyskanych termogramów oraz wyniki zawartości składników chemicznych w próbkach węgla po ich spopieleniu. Modułową charakterystykę zamyka wyczerpujący komentarz tekstowy do przedstawionych wyników badań uwytklający różnice ilościowe i jakościowe dla poszczególnych próbek węgla a *syntetyczny komentarz dla całej badanej populacji węgla zawiera rozdział 8, który prawidłowo wyróżnia dwie grupy węgla oraz precyzyjnie przedstawia ich charakterystyki termiczne i mineralogiczne*. Przyroda nie jest jednorodnym continuum, co dowodzi Autor w kolejnych rozdziałach – studiach przypadku. W pierwszej kolejności zajmuje się strefą zaburzeń tektonicznych, według omówionego schematu badawczego, wyciągając jednocześnie istotne wnioski o wpływie zawodnienia uskoku i stref nasunięć. Podobny schemat badawczy został przyjęty dla miejsc zaniku w zaleganiu pokładów. Reaktywność termiczną węgla prawidłowo dowodzi analizując, opróbowując i badając węgle z miejsc zaistnienia pożarów w kopalniach w przeszłości. Przeciwna sytuacja ma miejsce w miejscach wycieków silnie zmineralizowanych wód podziemnych, co *właściwie dowodzi Autor w rozdziale 12 dwutorowo – poprzez badania laboratoryjne i obserwacje in situ (wykwity kryształów solnych)*. Autor badał wreszcie odsłonięty pokład węgla, stwierdzając brak



wplywu atmosfery kopalnianej na procesy termicznego rozkladu węgla, w kopalni „Jastrzębie”. Tytuł podrozdziału jest zbyt pojemny w stosunku do zawartości, bo brakuje charakterystyki tej atmosfery, począwszy od warunków termicznych, cyrkulacji powietrza i innych elementów. Materiał porównawczy mógłby obejmować opróbowania z najpłytszych i najgłębszych wyrobisk w obszarze badań.

Badania wplywu solanek na procesy termicznego rozkladu węgla GZW są przedstawione przejrzysto, według jednego schematu dla wydzielonych warstw stratygraficznych, co pozwala na porównanie i dyskusję uzyskanych wyników badań (rozdziały 14, 15), dosyć podobnie jak w rozdziale 7, 8. Zawierają odpowiednio: graficzną charakterystykę termorozkładów metodą OTA, następnie tabelaryzowane wartości parametrów uzyskanych termogramów oraz wyczerpujący komentarz tekstowy do przedstawionych wyników badań uwypuklający różnice ilościowe i jakościowe dla poszczególnych próbek węgla i rodzajów solanek. Syntetyczny komentarz dla całej badanej populacji węgla w zakresie ich interakcji z wodami kopalnianymi, zawiera rozdział 15, który prawidłowo wyróżnia dwie grupy solanek oraz warunki fizyko – chemiczne ich występowania. Zastrzeżenia budzi charakterystyka chemizmu populacji wód podziemnych, która praktycznie ogranicza się do zawartości wybranych makroskładników i mikroskładników a można byłoby jeszcze przedstawić charakterystykę hydrodynamiczną, własności fizyko – chemiczne tych wód i pokusić się o modelowanie hydrogeochemiczne specjacyjne. Omawiany blok uzupełnia analiza wplywu solanek na skład chemiczny gazów uwalnianych z węgla (rozdział 16) z ogólnie prawidłową konkluzją, że zawartości składników istotnie zmniejszyły się po „wygrzewaniu” węgla z solanką. Należy skomentować proces odwrotny w odniesieniu do tlenu. Bardzo dobrym posunięciem Autora było udokumentowanie aspektu wdrożeniowego rozprawy przedstawiając szczegółowo w rozdziale 17 w jaki sposób wykorzystano silnie zmineralizowane wody podziemne do ograniczenia zapalenia węgla pokładu 510/1 w kopalni „Jastrzębie”.

Bardzo aktualne aspekty środowiskowe są obecne w rozdziale 18, gdzie względnie obszernie omówiono poziom detekcji Cl i Br w węglach GZW i konsekwencje spalania węgla z wydzielaniem chlorowodoru. Brakuje informacji o szkodliwym oddziaływaniu bromu a w tabeli 18 brak rejonizacji przedstawionych wyników badań.

## **7. Informacje dotyczące praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań**

Z informacji zawartych w rozprawie doktorskiej można wnioskować, że wyniki badań mogą być wykorzystywane zwłaszcza do prewencji pożarowej w wyrobiskach górniczych kopalń. Odnosi się to do solanek kopalnianych, w tym zawierających składniki szkodliwe dla środowiska, co poniekąd byłoby sposobem recyrkulacji tychże składników. Jednocześnie Autor postuluje konieczność badania mechanizmu oddziaływania składników solanek na obniżenie podatności węgla do zagrzenia prowadzącego do ich samozapalenia. W rozdziale 17 przedstawiony jest już przykład praktycznego zastosowania solanek do ograniczenia zapalenia węgla pokładu 510/1 w kopalni „Jastrzębie”.

Wskazana jest ponadto przez Autora możliwość wykorzystania wyników badań do predykcji procesu zapożarowania w kopalniach GZW, ze zwróceniem uwagi na konieczność modelowania procesów zapalania węgla.

Autor wskazuje także korzyści z wykorzystania metody OTA do oceny zdolności węgla w trakcie termicznego rozkladu do zgazowania.

## 8. Informacje o ewentualnych nieprawidłowościach, które pojawiły się w ocenianej rozprawie doktorskiej

- 1/ Tytuł całej rozprawy doktorskiej jest zbyt obszerny, powinien się ograniczyć do południowo – zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego
- 2/ Badania laboratoryjne były wykonane na próbkach węgla pobranych lokalnie, stąd odnoszenie wyników badań do serii i warstw stratygraficznych jest nadinterpretacją.
- 3/ W części wstępnej rozprawy doktorskiej zabrakło definicji podstawowych terminów związanych zwłaszcza z termicznym rozkładem węgla, którymi autor operuje w rozprawie doktorskiej. Są one w dużej części objaśnione w tekście ale taki „przewodnik” byłby wskazany.
- 4/ Budowa geologiczna GZW jest słabo udokumentowana graficznie, jeśli zgodnie z tytułem rozdziału ma się odnosić do GZW. Brakuje mapy oraz przekroju geologicznego dokumentującego istotne różnice pomiędzy wschodnią i zachodnią częścią GZW.
- 5/ Charakterystyka hydrogeologiczna utworów karbonu GZW jest wybiórcza. Brakuje charakterystyki warunków krążenia wód, w tym mapy z wydzieleniem subregionów o odmiennych warunkach zasilania wód. Nie przedstawiono m.in. zmian chemizmu i mineralizacji wód z głębokością (choćby w postaci wykresów), zasobności poziomów wodonośnych, w postaci np. wielkości dopływów wód do kopalń (i drenażu górotworu karbońskiego), co byłoby istotne z punktu widzenia prewencji pożarowej. W tabel 14 przedstawiono zawartość wybranych składników w wodach oddziałujących na badane węgle, ale wskazane byłoby zamieścić charakterystykę własności fizyko – chemicznych tych wód (m.in. wartości temperatury, pH, Eh, O<sub>2</sub>).
- 6/ W pracy Autor nie odniósł się do warunków geotermicznych w obszarze GZW, które mogą mieć wpływ na reaktywność termiczną badanych węgla (warto ten problem zasygnalizować). Są one zróżnicowane. Zwracają uwagę np. w obszarze badań najwyższe w obrębie GZW zasoby energii geotermalnej w górnośląskiej serii piaskowcowej (Solik-Heliasz red., 2009). Ma ona wpływ na warunki występowania wód geotermalnych w obszarze GZW (Solik – Heliasz, Małolepszy 2001, A. Rózkowski 2002, Solik-Heliasz red., 2009) i prawdopodobnie jednocześnie może wpływać na termiczny rozkład węgla utworów karbonu GZW.
- 7/ Należałoby skomentować cezurę czasową pomiędzy poborem prób węgla do badań (lata 2009-2011), okresem badań laboratoryjnych (nie znalazłem informacji) a ukazaniem się rozprawy doktorskiej (2023).
- 8/ Niedokładności terminologiczne:
  - zasolone wody kopalniane
  - silne solanki
- 9/ Autor operuje pojęciem – „szkodliwe składniki chlor i brom”. To pojęcie należy uściślić, bo np. piryt na składowiskach odpadów powęglowych jest także szkodliwy dla środowiska naturalnego gdy w procesie utleniania powstają rozpuszczalne w wodzie siarczany zakwaszające środowisko gruntowo – wodne z dalszymi konsekwencjami tego procesu
- 10/ Autor dokumentuje, że w utworach węglonośnych w strefach uskoków, nasunięć występują podwyższone zawartości substancji mineralnej, stąd węgle te wykazują małą skłonność do zagrzenia prowadzącego do zapalania. Należałoby przeprowadzić dyskusję jaką rolę w tym procesie pełnią zawadnione a jaką bezwodne uskoki tektoniczne?
- 11/ Brakuje charakterystyki własności fizyko – chemicznych analizowanych silnie zmineralizowanych wód podziemnych (patrz: warunki redox)
- 12/ Generalnie przyjmuje się, że lepsze własności kolektorskie dla wody mają KSP i GSP, ze względu na wyższy udział utworów piaszczystych w ich profilach. Dlaczego więc wskazuje

się SM jako silniej zawodnioną? Można to ewentualnie uzasadnić jej płytszym występowaniem w stosunku do GSP.

13/ Rozprawa doktorska jest bardzo technicyzowana a powinna mieć także wymiar przyrodniczy, m.in. wskazane byłoby zamieszczenie charakterystyki własności fizycznych badanych węgli (np. w obszarze GZW występują węgle od energetycznych do antracytów, jakie węgle występują w obszarze badań?).

14/ Literatura

- nie znalazłem w Spisie literatury cytowanej pozycji – Kok i in. 1997

## 9. Ocena, czy rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego

Według Recenzenta rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. W pracy, o charakterze monografii, autor przedstawił zakres i przebieg prac, które przyczyniły się do rozwoju wiedzy na temat termicznego rozkładu węgli utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego oraz wpływu silnie zmineralizowanych wód podziemnych na ten proces. Wśród osiągnięć naukowych pracy należy wymienić:

- wykazanie zróżnicowanego uwalniania składników gazowych w trakcie termorozkładu węgla GZW oraz zmniejszenie zawartości składników w gazie po kontakcie węgla z solanką, na podstawie badania tego procesu metodą OTA

- wyodrębnienie dwóch grup węgli o odmiennych charakterystykach termorozkładów oraz zawartościach w nich składników chemicznych, wyróżniających się zróżnicowanymi zdolnościami ich zagrzewania prowadzącego do zapalania oraz rozpalania:

a/ grupa o 1-etapowym procesie przyłączania składników powietrza (chemisorpcja tlenu) oraz 2-etapowym procesie uwalniania związków lotnych (utlenianie węgla); węgle tej grupy nie wykazują skłonności do zagrzenia prowadzącego do zapalenia oraz rozpalenia

b/ grupa o 2-etapowym procesie przyłączania składników powietrza (głównie tlenu) oraz 2-etapowym procesie wydzielania składników gazowych (tlenu i ditlenku węgla); węgle tej grupy wykazują skłonności do zagrzenia prowadzącego do zapalenia oraz rozpalenia

- udokumentowanie, że węgle zawierające duże ilości Cl, Na, Ca i Mg (w spopiелonej masie w granicach 1-4%) odznaczają się ograniczoną zdolnością do przyłączania składników powietrza i wydzielania składników gazowych, generalnie mają małą skłonność do zagrzenia prowadzącego do zapalenia

- udokumentowanie, że w utworach węglonośnych w strefach (zawodnionych?) uskoków nasunięć występują podwyższone zawartości substancji mineralnej

- potwierdzenie, że węgle pobrane z rejonów pożarów charakteryzują się dużą reaktywnością, podatnością na zagrzenie, prowadzące do zapalenia

- wyraźne rozróżnienie oddziaływania na węgle solanek o właściwościach redukcyjnych (obecność Ba), powodujących zmniejszenie podatności węgla na zagrzenie prowadzące do zapalenia, oraz solanek o właściwościach utleniających (obecność jonu S(VI)), powodujących wzrost ich zdolności do rozpalania; skrajny przypadek – przesycone solanki, z których

krystalizuje NaCl powodują całkowity zanik ich zdolności do przyłączania składników powietrza

- zwrócenie uwagi na wysokie stężenia szkodliwych dla środowiska naturalnego składników węgla chloru i bromu (w ilościach odpowiednio do: 18090 p.p.m. i 229 p.p.m.)

- udokumentowanie możliwości wykorzystania w prewencji pożarowej w wyrobiskach górniczych kopalń solanek kopalnianych posiadających własności antypirogenne

#### **10. Ocena, czy rozprawa doktorska reprezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata do stopnia doktora w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.**

W opinii Recenzenta rozprawa doktorska reprezentuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata w dyscyplinie, osadzoną w tematycznym nurcie naukowym a także umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Dowodzą tego m.in. wyniki badań Kandydata porównywane z aktualnym stanem wiedzy, publikowanym przez innych autorów, w czasopiśmie krajowych i międzynarodowych. Autor udokumentował znajomość (także w ujęciu historycznym) stanu rozpoznania budowy geologicznej górotworu karbońskiego (m.in. Buła, Kotas 1994, Dembowski 1972, Doktorowicz - Hrebniński, Bocheński 1945, Kotas 1982, Lipiński 2001, Stopa 1957), warunków hydrogeologicznych, hydrogeochemicznych w regionie górnośląskim (m.in. Bebek i in. 2003, Pałys 1971, I. Pluta 2005, 2011, 2014, Pluta, Zuber 1995, A. Różkowski 1965, 2002, red. 2004), składu mineralnego i chemicznego węgla kamiennego i skały płonnej (Bzowski, Stempin 1998, Całus i in. 2013, Hanak i in. 2011, Hycnar, Tora 2015, Kłojzy – Kaczmarczyk, Mazurek 2013, Kokowska – Pałowska 2016, Kosewska, Wróblewska 1995, Kuśmierska 1984, Kuhl, Ziolkowski 1954, Mielecki 1948, Parzenty 1995, Roga i inni 1995, A. Różkowska 1987, Strugała 1998, Twardowska i in. 1988, Vejahati et al. 2010, Widawska – Kuśmierska 1981), warunków występowania pożarów w górnictwie podziemnym (m.in. Budryk 1947, Korta i in. 1959, Lamplough, Hill 1913, Maciejarz, Kruk 1977, Parr, Milner 1925, Trenczek 2006, Tronow 1949, Wang et al 2002, Weselowski, Orleańska 1951).

W badaniach procesów termicznego rozkładu węgla metodą oksyreaktywnej termicznej analizy (OTA) odwoływał się od definicji (Smoliński i in. 2016, Stańczyk i in. 2008), do wyników dotychczasowych doświadczeń badawczych w odniesieniu m.in. do metodyki badawczej (Garcia et al. 1999, Mathabela 2016, Onfade, Gneć 2018, Wang et al. 2017), wykorzystania wyników pomiarów kinetycznych metody TG do badań zapalenia węgla (Avila 2012, Avila et al. 2014, Li et al. 2014, Saleh, Nugrodo 2013), charakterystyki metody OTA i warunków jej wykorzystania (Benfell et al. 1996, Cebulak, Langier – Kuźniarowa 1997, Cebulak et al. 2003, Kok et al. 1997, Pluta i in. 2008, Pluta, Cebulak 2012, Śmieja – Król 2005), wpływu solanek kopalnianych na procesy termicznego rozkładu węgla (Karabakana, Yuruma 2000, Watanabe, Zhang 2001, Zhang, Sujanti 1999).

Ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata do stopnia doktora w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, mające odzwierciedlenie w rozprawie doktorskiej, ma umocowanie w doświadczeniach z pracy naukowej Kandydata. Na podstawie studiowania ww. literatury tematycznej polskojęzycznej i anglojęzycznej, zapoznał się autor z najnowszymi doświadczeniami i wynikami badań eksperymentalnych w innych krajach w zakresie termicznego rozkładu węgla a także interakcji silnie zmineralizowanych wód podziemnych z węglami podlegającymi



termicznemu rozkładowi, co skutkowało realizacją badań własnych oraz przygotowaniem zespołowych publikacji oraz przedyskutowaniem tych koncepcji na szerokim forum naukowym, głównie o profilu górniczym.

- Pluta S, Cebulak S., Pluta S., 2010. Wstępna ocena wybranych środków antypirogennych metoda oksyreaktywnej termicznej analizy. W: *Mat. XXVII Seminarium „Pożary podziemne – teoria i praktyka*. Wyd. SITG, Rybnik, s. 93-100
- Pluta I., Marcol A., Pluta S., 2011. Analiza warunków zapożarowania warstw siodłowych w świetle rozpoznania geologicznego i hydrogeochemicznego. W: *Mat. XXVIII Seminarium nt. Akcje ratownicze pożarowe w kopalniach węgla kamiennego – teoria i praktyka*. Wyd. SITG, Rybnik, s. 79-86
- Pluta I., Marcol A., Cebulak S., Pluta S., 2011. Badania hydrochemiczne wód i oksyreaktywności węgla w strefie zmian zalegania pokładu 507 w kopalni „Marcel”. W: *Mat. XXXIV Sympozjum nt. Geologia formacji węglonośnych Polski*. Kraków, Wyd. AGH, s. 37-42
- Pluta S, Cebulak S., 2012. Wykorzystanie oksyreaktywnej analizy termicznej do badania wpływu solanek kopalnianych na właściwości węgla. W: *Mat. VI Seminarium Nauk. nt. Aktualne problemy chemii analitycznej*, s. 16
- Pluta S, Zając Z., 2012. Wykorzystanie solanek w prewencji pożarowej zrobów pokładu 510/1 w kopalni „Jas-Mos”. W: *Mat. XXIX Seminarium nt. Zwalczanie zagrożenia metanowego i pożarowego w kopalniach węgla kamiennego – teoria i praktyka*. Wyd. SITG Rybnik, s. 51-60
- Pluta S., Plewa F., 2012. Możliwość wykorzystania reagipsów w podziemnych wyrobiskach górniczych w świetle badań ich wpływu na reaktywność węgla. W: *Mat. XXIX Seminarium nt. Zwalczanie zagrożenia metanowego i pożarowego w kopalniach węgla kamiennego – teoria i praktyka*. Wyd. SITG Rybnik, s. 47-50
- Pluta S., Plewa F., 2017a. Zanieczyszczenie w węglach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w aspekcie europejskiego limitu ich uwalniania do powietrza na przykładzie chloru. W: *Mat. Konf. IV Kongresu Górniczego AGH Kraków 20-22.11.2017r.*
- Pluta S., Plewa F., 2017b. Pollution of coals of the Upper Silesian Coal Basin from the perspective of the European registers of the release and transfer of Pollutants to air – the case of chlorine. In: *IOP Congress Series: Earth and Environmental Science, vol. 174, Conference1 012011*. IOP Publishing Ltd. 2017

Autor wykazuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i ma dobre rozeznanie w związkach przyczynowo – skutkowych przyrodniczo – techniczno – ekonomicznych. Dowodzi tego m.in. przyjęta metodyka, którą wykorzystuje w badaniach termicznego rozkładu węgla, ze szczególnym uwzględnieniem niskotemperaturowego procesu samozagrzewania węgla prowadzącego do zapalenia. Słusznie przyjmując wstępne warunki geologiczne, jako podstawa funkcjonowania zapożarowania w kopalniach, zajmuje się metodyką wykrywania, prognozowania możliwości samozagrzewania węgla oraz metodami profilaktyki pożarowej, uwzględniające zawodnienie górotworu. Stąd w centrum uwagi Autora właściwie znalazły się skład chemiczny i mineralogiczny węgla, reaktywność węgla, interakcja węgla z silnie zmineralizowanymi wodami poziomów górnokarbońskich. W pracy wybrzmiewa także aktualny obecnie nurt środowiskowy przejawiający się detekcją składników szkodliwych dla środowiska naturalnego w węglach (Cl, Br) i możliwością neutralizacji ich oddziaływania na środowisko.

## 11. Wnioski

Rozprawa doktorska mgr inż. Szymona Pluty stanowi samodzielny dorobek naukowy i wykazuje Jego dobrą wiedzę teoretyczną w zakresie problematyki termicznego rozkładu węgla utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego oraz wpływu silnie zmineralizowanych wód podziemnych na termiczny rozkład tychże węgla, z wykorzystaniem eksperymentów laboratoryjnych. Autor wykazał umiejętność samodzielnego prowadzenia badań kameralnych, z zastosowaniem m.in. nowoczesnych metod petrograficznych, geochemicznych i hydrogeochemicznych. Wykorzystał w tym procesie nowoczesne narzędzia badawcze: spektrometrię fluorescencji rentgenowskiej, technikę termogravimetryczną w wersji oksyreaktywnej. Opanował sztukę formułowania tez oraz ich dowodzenia. Praca zawiera określone niedociągnięcia, omówione w recenzji, które powinny być skomentowane przez Kandydata w trakcie publicznej obrony pracy, jednakże nie przesłaniają one ogólnej pozytywnej oceny pracy.

Należy wyraźnie podkreślić wagę ekonomiczną i naukową tematyki poruszanej w dysertacji. Określenie metody wykrywania, prognozowania możliwości samozagrzewania węgla, opracowanie nowych metod profilaktyki pożarowej ma pierwszorzędne znaczenie dla aktywności górnictwa węgla kamiennego, które pełni kluczową rolę w polityce energetycznej kraju. Praca pogłębia wiedzę naukową w odniesieniu do reaktywności węgla, geochemii węgla, interakcji węgla z silnie mineralizowanymi wodami kopalnianymi.

Przedkładana praca odpowiada wymogom stawianym rozprawom doktorskim zgodnie z ustawą z dnia 20 lipca 2018r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i jest podstawą do publicznej obrony rozprawy. W związku z powyższym wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Szymona Pluty do publicznej obrony rozprawy doktorskiej pt. „Wpływ solanek na termiczny rozkład węgla utworów karbonu Górnośląskiego Zagłębia Węglowego”.

Podpisał Jacek Rózkowski