

Kraków, 05.02.2024 r.

Prof. dr hab. inż. Wojciech Nowak
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
Wydział Energetyki i Paliw
Al. A. Mickiewicza 30
30-059 Kraków
wnowak@agh.edu.pl
Tel: 604410913

Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Agaty Wirth – Ljungquist
„Analiza wpływu jednorodności fizyko-chemicznej mieszanek paliwowych
spalanych w instalacji CFB1300 na jej awaryjność”**

Wstęp

Recenzję rozprawy doktorskiej opracowano na podstawie decyzji Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Śląskiej z 14.12.2023, (pismo RIE-BD.512.87.2023).

Zasadność tematyki

Wybór tematyki rozprawy doktorskiej mgr inż. Agaty Wirth – Ljungquist, skupiającej się na " **Analiza wpływu jednorodności fizyko-chemicznej mieszanek paliwowych spalanych w instalacji CFB1300 na jej awaryjność** " jest w pełni uzasadniony.

Uzasadnienie to opiera się na kilku kluczowych aspektach:

1. **Identyfikacja przyczyn problemów eksploatacyjnych kotła fluidalnego:** praca skupia się na identyfikacji przyczyn zaniżeń mocy bloku fluidalnego CFB1300 (460 MW_e) i awarii układów nawęglania, odprowadzania popiołu i innych elementów. Jest to istotne dla zrozumienia, jak różne rodzaje węgla wpływają na wydajność i niezawodność bloku energetycznego.
2. **Analiza wpływu różnych gatunków węgla:** badanie różnych gatunków węgla i ich wpływu na parametry eksploatacyjne kotła ma kluczowe znaczenie dla optymalizacji procesu spalania i zwiększenia efektywności energetycznej.
3. **Rozwiązanie problemów z podawaniem paliwa:** praca ma na celu opracowanie strategii radzenia sobie z problemami związanymi ze składowaniem, podawaniem paliwa i erozją elementów roboczych, co jest kluczowe dla poprawy niezawodności i efektywności operacyjnej.
4. **Optymalizacja składu paliwa:** określenie optymalnego składu paliwa i przygotowanie koncepcji modernizacji układu nawęglania może przyczynić się do wydłużenia czasu pracy bloku, zwiększenia produkcji energii elektrycznej, obniżenia awaryjności i kosztów eksploatacji.
5. **Poprawa dyspozycyjności i redukcja kosztów:** praca ma na celu identyfikację elementów o najmniejszej dyspozycyjności i opracowanie rozwiązań mających na celu poprawę stabilności pracy jednostki wytwórczej oraz obniżenie kosztów operacyjnych.
6. **Wkład w naukę i praktykę inżynieriijną:** praca wnosi istotny wkład w dyscyplinę *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*, oferując praktyczne rozwiązania dla problemów operacyjnych w elektrowniach wykorzystujących kotły fluidalne.
7. **Znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego:** poprawa efektywności i niezawodności bloków energetycznych ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego kraju, zwłaszcza w kontekście rosnącego zapotrzebowania na energię.

Podsumowując: recenzowana praca doktorska ma na celu nie tylko rozwiązanie konkretnych problemów technicznych związanych z eksploatacją fluidalnego bloku energetycznego CFB1300, ale także przyczynia się do rozwoju wiedzy w energetyce, co ma znaczący wpływ na efektywność, niezawodność i ekonomiczność produkcji energii elektrycznej z kotłów fluidalnych. Celem pracy jest dokonanie analizy wpływu jednorodności fizyko-chemicznej mieszanek węgla na awaryjność urządzeń instalacji kotła nadkrytycznego CFB1300, a także

określenie, które czynniki są przyczyną spadku dyspozycyjności bloku nr 10 w Tauron Wytwarzanie SA Oddział Elektrownia Łagisza oraz w jaki sposób można te ubytki ograniczyć. Zarówno cel, jak i zakres badania adekwatnie wynikają z wykonanej analizy literatury oraz problemu zdefiniowanego przez Autorkę.

Układ pracy

Praca zaczyna się od WSTĘPU podkreślając, iż dużą rolę w poprawnej pracy dominującej części istniejących bloków energetycznych stanowi jakość paliwa.

Rozdział II: CEL I ZAKRES PRACY. Rozdział ten formułuje główne tezy pracy, określa jej cele oraz zarysowuje zakres badań, jakie zostaną przeprowadzone w ramach dysertacji. W tym rozdziale podano, iż zasadniczym celem pracy doktorskiej jest dokonanie analizy wpływu jednorodności fizyko-chemicznej mieszanek węgla na awaryjność urządzeń instalacji kotła nadkrytycznego CFB1300, a także określenie, które czynniki są przyczyną spadku dyspozycyjności bloku nr 10 w Tauron Wytwarzanie SA Oddział Elektrownia Łagisza oraz w jaki sposób można te ubytki ograniczyć.

Rozdział III: KOTŁY FLUIDALNE W ENERGETYCE. W tym rozdziale omówiono wybrane konstrukcje kotłów fluidalnych pracujących w polskich elektrowniach.

Rozdział IV: NADKRYTYCZNY BLOK ENERGETYCZNY Z KOTŁEM FLUIDALNYM. Przedstawiono parametry nadkrytycznego kotła fluidalnego CFB 1300 eksploatowanego w Tauron Wytwarzanie SA Oddział Elektrownia Łagisza oraz podano wymiary komory paleniskowej oraz podstawowe parametry eksploatacyjne kotła. Omówiono standardy emisyjne bloku fluidalnego. Zestawiono parametry paliwa projektowego i paliwa podstawowego, które zostały przewidziane do spalania w przedmiotowej jednostce wytwórczej. Parametry te zostały uwzględnione przy budowie tego kotła i zgodnie z założeniami technicznymi powinny być utrzymywane w czasie jego eksploatacji.

Rozdział V: SKŁADOWISKO WĘGLA. W tym rozdziale podkreślono, że z udostępnionych przez Tauron Wytwarzanie SA Oddział Elektrownia Łagisza analiz wynika, że składowisko własne elektrowni wymaga modernizacji.

Rozdział VI: UKŁAD PODAWANIA PALIWA I ODBIORU POPIOŁU. Szczegółowo opisano układ nawęglania. Miał węglowy dostarczony transportem kolejowym, rozładowywany jest z wykorzystaniem wywrotnic wagonowych oraz zespołu ciągów przenośników taśmowych, węzłów przesypowych i ładowarko-zwałowarek na składowisko

węgla. Na składowiskach, zgodnie z wymogami przepisów, węgiel jest przyzgowany, uśredniany i zagęszczany. Miał węglowy dostarczony transportem samochodowym, rozładowywany jest bezpośrednio na składowisku, a następnie przyzgowany i zagęszczany.

Opisano również układy odprowadzania popiołu dennego oraz lotnego.

Rozdział VII: WĘGIEL KAMIENNY W PROCESIE FLUIDALNEGO SPALANIA.

Zawiera szczegółowy opis właściwości węgla kamiennego oraz jak jakość węgla wpływa na eksploatację bloku. Na podstawie wskaźników zauważono, że skłonności węgla do zużłowania są odwrotnie proporcjonalne do zawartości popiołu a wzrost zawartości popiołu obniża ryzyko zanieczyszczenia ścian parownika. Poza spiekaniem węgla i skłonnością do zanieczyszczania rur parownika przez produkty jego spalania na elementy układu technologicznego oddziałują również pierwiastki chemiczne oraz ich związki. Pokreślono, że popioły fluidalne są trudne do scharakteryzowania z uwagi na to, że cechują się dużą zmiennością składników chemicznych. W rozdziale tym dokonano również analizy procesu rozdrabniania paliwa i jak rozkłady ziarnowe wpływają na proces fluidyzacji. Na podstawie przeprowadzonej analizy, zgodnie z przeprowadzonymi badaniami nad rozpadaniem się cząstek podczas spalania w złożu fluidalnym stwierdzono, że na rozdrobnienie popiołu mają wpływ przede wszystkim związki chemiczne. Dokonana analiza składu chemicznego popiołu oraz wpływu poszczególnych związków chemicznych na wzajemne oddziaływanie cząstek podczas spalania w złożu fluidalnym pozwoliła wysnuć wnioski, że podobne właściwości będzie posiadały węgle w przypadku tych samych ich składników.

Rozdział VIII: PODATNOŚĆ TRANSPORTOWA. Podatność transportowa jest bardzo istotną cechą węgla głównie zależną od wilgoci, składu ziarnowego i składu mineralnego. Poza wartością opałową, zawartością siarki oraz zawartością popiołu istotny wpływ na przydatność węgla ma jego zdolność do transportu i dozowania do komory paleniskowej kotła.

Rozdział IX: KIERUNKI DOSTAW WĘGLA. W rozdziale dokonano analizy źródeł dostaw węgla w latach 2017 – 2020. Jak wynika z danych zamieszczonych poniżej, główne kierunki obejmowały dostawy z kopalń własnych Grupy Kapitałowej elektrowni, tj. Zakładu Górniczego Brzeszcze oraz Janina i Sobieski wchodzących w skład spółki Tauron Wydobycie SA. Pozostałe dostawy pochodzą z Grupy PGG oraz JSW i pośredników (Translis Sp. z o.o., ZG Piekary, Węgllokoks SA).

Rozdział X: NAWĘGLANIE BLOKU. Pokazano przykładowe raporty z nawęglania bloku fluidalnego.

Rozdział XI: PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE WĘGLA. W pracy przeanalizowano badania węgla dostarczanego do Elektrowni Łagisza oraz popiołu powstającego podczas jego spalania, które są wykonywane przez laboratoria akredytowane, zarówno własne spółki Tauron Wytwarzanie jak i zlecane na zewnątrz. Obejmują one szereg parametrów fizyko - chemicznych w stanie analitycznym, roboczym, suchym i bezpopiołowym. Przeanalizowano również kierunki dostaw z uwzględnieniem granulacji paliwa. Zebrano wszystkie dane dotyczące rzeczywistych parametrów węgla w celu porównania ich z danymi kontraktowymi paliwa i popiołu.

Rozdział XII. SKŁAD CHEMICZNY POPIOŁU. Przedstawiono zawartość tlenków w popiele na podstawie wykonywanych badań.

Rozdział XIII. JAKOŚĆ WĘGLA KAMIENNEGO A SKŁAD CHEMICZNY POPIOŁU. Podano wskaźniki skłonności węgla do zużłowania i zanieczyszczania ścian komory paleniskowej oraz zestawiono wskaźniki dotyczących zużłowania i zanieczyszczania ścian komory paleniskowej dla dostarczanego węgla. Porównując dane projektowe i wyniki pomiarów węgla spalanego w latach 2017 – 2020 w Elektrowni Łagisza, zauważa się przekroczenia zawartości krzemu SiO_2 , tlenku fosforu P_2O_5 , hematytu Fe_2O_3 , oraz tlenku sodu Na_2O ; ponadto przekroczenie zawartości korundu w popiele Al_2O_3 wykazano w dostawach z kopalni Budryk. Podobnie jak w przypadku największych dostawców, w badanych paliwach stwierdzono przekroczenia zakładanych maksymalnych zawartości glinokrzemianów oraz (w niektórych przypadkach) także związków alkalicznych.

Rozdział XIV. ANALIZA PROCESU NAWĘGLANIA. Dokonano analizy pracy bloku energetycznego opartego na nadkrytycznym kotle fluidalnym spalającym różne gatunki węgla energetycznych. Dostarczany węgiel porównano z projektowym polem paliwowym. Najwięcej przekroczeń odnotowano dla ziaren o wielkości mniejszej lub równej 0,4 mm, jednakże parametrów paliwa projektowego nie spełniają również pozostałe frakcje. Sygnalizowane problemy eksploatacyjne związane są zatem m.in. z niedotrzymaniem parametrów handlowych węgla takich jak kaloryczność, zawartość wilgoci, zawartość siarki i popiołu, które w większości przypadków nie mieszczą się w projektowym polu paliwowym kotła. Ponadto nieodpowiednia granulacja dostarczanego paliwa, która zwiera dużą ilość frakcji drobnej, względem parametrów paliwa projektowego, wiąże się z niską podatnością transportową paliwa, której szczególnie niekorzystny wpływ odnotowuje się podczas produkcji energii elektrycznej.

Rozdział XV. RODZAJE I PRZYCZYNY UBYTKÓW MOCY. Zebrano dane eksploatacyjne z wybranych miesięcy w okresie letnim i zimowym lat 2017 - 2020 oraz porównano z

planami produkcyjnymi. Wstępna analiza wykazała uzależnienie ilości wyprodukowanej energii elektrycznej od rodzaju spalanych paliw, a tym samym stopnia realizacji planu produkcji oraz wpływ na koszty wytwarzania. W pierwszej kolejności poddano analizie strukturę ubytków mocy, ich rodzaju i występowania. Łącznie w latach 2017 – 2020 i początkiem roku 2021 niska podatność transportowa paliwa oraz awarie urządzeń technologicznych były przyczynami ubytków w produkowanej energii elektrycznej. Ubytki spowodowane niską podatnością transportową paliwa wyniosły 119 544,31 MWh natomiast ubytki spowodowane awariami urządzeń osiągnęły poziom 200 052,26 MWh liczony od potencjalnej mocy maksymalnej bloku możliwej do osiągnięcia, gdyby tych ubytków nie było. Sumarycznie było to 319 596,57 MWh mniej niż oczekiwano.

Rozdział XVI. WYBRANE PROBLEMY EKSPLOATACYJNE W LATACH 2017÷2020 I SPOSOBY ICH ROZWIĄZANIA. Pokazano problemy eksploatacyjne nadkrytycznego bloku energetycznego z kotłem fluidalnym CFB 1300. Problemy te powodują zakłócenia ciągłości produkcji, które są identyfikowane w systemie sterowania pracą bloku i generują ubytki mocy. Jak wynika z przeprowadzonej analizy ilości awarii, najczęściej problemów eksploatacyjnych sprawiał układ podawania paliwa oraz układ odprowadzania żużla. Stosunkowo mało awarii dotyczyło układu transportu popiołu lotnego a w przypadku elektrofiltru nie odnotowano żadnych zdarzeń. Układ transportu popiołu lotnego nie wpływa istotnie na zaniżenia mocy bloku.

Rozdział XVII. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE. Prezentuje główne wnioski wynikające z przeprowadzonych analiz.

Elementy nowości naukowej i praktycznej rozprawy doktorskiej

Praca doktorska, która analizuje problemy eksploatacyjne bloku energetycznego opartego na nadkrytycznym kotle fluidalnym CFB1300, ma istotne walory praktyczne, które przekładają się również na jej naukowe znaczenie. Oto główne aspekty podkreślające jej wartość naukową i praktyczną:

1. **Kompleksowa analiza problemów eksploatacyjnych:** praca oferuje szczegółowe badanie rodzajów problemów eksploatacyjnych, ich źródeł oraz przyczyn powstawania. Taka kompleksowa analiza jest kluczowa dla zrozumienia dynamiki pracy bloku energetycznego i wpływu różnych czynników na jego wydajność. Przeanalizowanie problemów eksploatacyjnych, takich jak erozja elementów

konstrukcyjnych i awarie układów podawania paliwa, dostarcza wiedzy na temat interakcji między różnymi aspektami technicznymi i operacyjnymi w blokach energetycznych.

2. **Badanie wpływu parametrów paliwa na wydajność kotła fluidalnego:** praca skupia się na analizie, jak parametry handlowe paliwa, takie jak granulacja czy skład chemiczny, wpływają na dyspozycyjność urządzeń krytycznych kotła. Jest to istotne dla zrozumienia, że wartość energetyczna paliwa nie jest jedynym czynnikiem decydującym o jego jakości i przydatności.
3. **Złożoność techniczna i wyzwania operacyjne:** przeanalizowanie problemów eksploatacyjnych, takich jak erozja elementów konstrukcyjnych i awarie układów podawania paliwa, dostarcza wiedzy na temat interakcji między różnymi aspektami technicznymi i operacyjnymi w kotłach fluidalnych.
4. **Rozwój metodologii analizy i diagnostyki:** praca wnosi wkład w rozwój metodologii analizy i diagnostyki problemów technicznych w elektrowniach, co ma znaczenie dla przyszłych badań i praktyk inżynierskich.
5. **Propozycje praktycznych rozwiązań:** opracowanie propozycji dotyczących przygotowania mieszanek paliwowych, modernizacji układów technologicznych i optymalizacji procesów spalania ma bezpośrednie zastosowanie praktyczne i może być wykorzystane w innych elektrowniach.
6. **Wnioski o znaczeniu strategicznym:** praca dostarcza wniosków o znaczeniu strategicznym dla sektora energetycznego, podkreślając potrzebę uwzględniania różnorodnych parametrów paliwa w procesie projektowania i eksploatacji bloków energetycznych.
7. **Potencjał do dalszych badań:** praca otwiera drogę do dalszych badań, szczególnie w zakresie analizy składu fizyko-chemicznego węgla i popiołu oraz ich długotrwałego wpływu na instalacje, co ma znaczenie dla rozwoju technologii i metod eksploatacji kotłów fluidalnych.
8. **Wkład w zrozumienie złożoności procesów energetycznych:** praca wnosi istotny wkład w zrozumienie złożonych procesów energetycznych i wyzwań związanych z eksploatacją nowoczesnych bloków energetycznych, co ma znaczenie zarówno teoretyczne, jak i praktyczne.

Dodając do osiągnięć pracy doktorskiej analizę problemów eksploatacyjnych bloku energetycznego CFB1300 w Elektrowni Łagisza, istotnym aspektem jest identyfikacja i szczegółowe zbadanie przekroczonej ilości frakcji najdrobniejszej w węglu dostarczanym przez głównych dostawców. Oto jak ten aspekt wpisuje się w osiągnięcia pracy:

1. **Dokładna charakterystyka dostarczanego paliwa:** praca udokumentowała, że wszystkie węgle od głównych dostawców mają znacznie przekroczoną ilość frakcji najdrobniejszej, co jest kluczowe dla zrozumienia wpływu granulacji węgla na wydajność i niezawodność bloku energetycznego.
2. **Wskazanie na metodologię urabiania węgla:** analiza wykazała, że przekroczenie ilości frakcji najdrobniejszej jest charakterystyczne dla wszystkich kierunków dostaw, co sugeruje, że jest to wynik stosowanej technologii urabiania węgla metodą kombajnową. Jest to istotne odkrycie, które wskazuje na potrzebę przemyslenia i ewentualnej zmiany metod eksploatacji węgla.
3. **Porównanie z rekomendacjami dostawcy kotła CFB:** praca wykazała rozbieżność między rzeczywistymi parametrami dostarczanego węgla a rekomendacjami Dostawcy kotła, który sugeruje, aby udział frakcji poniżej 0,4 mm nie przekraczał 10%. Ta analiza podkreśla znaczenie zgodności specyfikacji paliwa z wymaganiami technicznymi urzędzeń.
4. **Podkreślenie znaczenia granulacji węgla dla eksploatacji:** praca rzuca światło na to, jak granulacja węgla wpływa na procesy eksploatacyjne, w tym na erozję elementów konstrukcyjnych i efektywność spalania, co ma bezpośrednie przełożenie na wydajność i niezawodność bloku energetycznego.

Przeprowadzenie szczegółowej analizy awarii i usterek układów podawania paliwa oraz odbioru popiołu do osiągnięć pracy doktorskiej znacząco podnosi jej wartość praktyczną. Oto jak ten element wpisuje się w osiągnięcia pracy:

1. **Dokładna diagnostyka awaryjności:** praca dokładnie zdiagnozowała najbardziej awaryjne węzły technologiczne w bloku energetycznym, korzystając z danych systemowych elektrowni (DCS). Jest to istotne osiągnięcie, ponieważ pozwala na zrozumienie, które elementy systemu są najbardziej podatne na usterki i wymagają uwagi w procesie modernizacji.
2. **Kwantyfikacja ubytków mocy:** analiza umożliwiła dokładne określenie ilości ubytków mocy spowodowanych przez awarie i usterki w badanym okresie. Jest to

kluczowe dla oceny wpływu problemów eksploatacyjnych na ogólną wydajność bloku energetycznego.

3. **Zrozumienie przyczyn erozji:** praca wykazała, że erozja elementów układów transportowych, takich jak zgrzebła, łańcuchy, podajniki śrubowe węgla, jest wynikiem zawartości hematytu, tlenków glinu, żelaza i krzemu w węglu. Rozumienie tych przyczyn jest kluczowe dla opracowania skutecznych metod zapobiegania awariom i zwiększenia niezawodności bloku.
4. **Podkreślenie znaczenia składu chemicznego paliwa:** praca podkreśla, jak skład chemiczny paliwa, w tym zawartość tlenków o wysokiej twardości, wpływa na trwałość i niezawodność elementów konstrukcyjnych i transportowych w bloku energetycznym.
5. **Podstawa do dalszych działań optymalizacyjnych:** wyniki te stanowią solidną podstawę do dalszych działań mających na celu optymalizację procesów eksploatacyjnych i modernizację bloku, co może przyczynić się do znaczącego zwiększenia efektywności i niezawodności produkcji energii.

Poziom warsztatowy

Rozprawa, którą oceniam, jest efektem skrupulatnych i żmudnych analiz podpartych bardzo bogatym doświadczeniem zawodowym Autorki. Zastosowanie różnorodnych metod badawczych, w tym analizy danych systemowych elektrowni i diagnostyki technicznej, świadczy o wysokim poziomie warsztatu naukowego. Praca wykazuje interdyscyplinarny charakter badań oraz zdolność do efektywnej współpracy z różnymi instytucjami naukowymi. Jest to ważne w kontekście rozwiązywania złożonych problemów technicznych, które wymagają współpracy między różnymi dziedzinami wiedzy. Autorka skutecznie łączy teoretyczne aspekty z energetyki z praktycznymi problemami eksploatacyjnymi bloku energetycznego. Umiejętność ta jest kluczowa w pracy naukowej o charakterze aplikacyjnym. Struktura pracy wydaje się być logiczna i dobrze zorganizowana, co ułatwia zrozumienie skomplikowanych kwestii technicznych. Drobne uwagi redakcyjne, w tym dotyczące terminologii naukowej i używanych sformułowań, zaznaczyłem w maszynopisie. Te uwagi są całkowicie drugorzędne, a stosowane sformułowania ogólnie uznaję za adekwatne i poprawne. Nie mam żadnych zastrzeżeń do materiału ilustracyjnego, poza drobnymi

kwestiami redakcyjnymi zaznaczonymi w tekście. Materiał ilustracyjny jest odpowiednio dobrany i celowy.

Uwagi krytyczne

W trakcie czytania pracy nasunęły mi się pewne uwagi krytyczne, które nie mają jednak istotnego wpływu na wartość merytoryczną przedstawionej rozprawy, a dotyczą zagadnień omówionych poniżej.

1. Autorka nie w pełni eksponuje naukowy charakter swoich badań i wniosków. Wartość naukowa jest często mierzona przez wkład w rozszerzenie istniejącej wiedzy lub wprowadzenie innowacyjnych rozwiązań w dyscyplinie. Praca nie w pełni eksploruje i odnosi się do istniejących badań w tej dziedzinie. Integracja z aktualnym stanem wiedzy byłaby ważna dla pokazania, jak praca wpisuje się w szerszy kontekst naukowy.
2. Autorka w Rozdziale CEL I ZAKRES PRACY stawia tezę „Eksplatacja jednostki wytwórczej pracującej w parametrach nadkrytycznych z kotłem fluidalnym przy braku dostaw paliwa na jakie ta jednostka została zaprojektowana, powoduje różne problemy”. Ale przecież kotły fluidalne są znane ze swojej zdolności do efektywnego spalania szerokiej gamy paliw, w tym tych o różnych właściwościach fizykochemicznych. Istnieją konkretne parametry paliwa, takie jak rozkłady ziarnowe, które mają istotny wpływ na pracę jednostki wytwórczej, zwłaszcza w przypadku kotłów fluidalnych. Czy według Autorki niedotrzymanie rekomendowanego składu ziarnowego paliwa, szczególnie w kontekście zawartości frakcji najdrobniejszej, jest identyfikowane jako kluczowy czynnik wpływający na problemy eksploatacyjne jednostki ?
3. Str. 31 - Zapis dotyczący paliwa projektowego i jego związku z odpowiedzialnością za problemy eksploatacyjne wskazuje na kluczowe aspekty kontraktowe i techniczne, które mają wpływ na ustalenie odpowiedzialności za występujące problemy. Czy Autorka zgadza się z następującą tezą: „kluczowym aspektem jest stwierdzenie, że jeśli paliwo nie spełnia parametrów paliwa podstawowego, odpowiedzialność dostawcy kotła jest wyłączona”. Jeśli Tauron Wytwarzanie SA używał i używa paliwa, które nie spełnia ani parametrów paliwa projektowego, ani podstawowego, to odstępuje od pola projektowego, co wyłącza odpowiedzialność dostawcy kotła. W

- takim przypadku, TW SA może być odpowiedzialny za wynikłe problemy eksploatacyjne, ponieważ nie stosuje się do specyfikacji paliwa, dla którego kocioł został zaprojektowany i z którego parametrami pracuje zgodnie z kontraktem.
4. Str. 34 - „Z udostępnionych przez Tauron Wytwarzanie SA Oddział Elektrownia Łagisza analiz wynika, że składowisko własne elektrowni wymaga modernizacji”. Czy taka modernizacja została wg wiedzy Autorki przeprowadzona ?
 5. Rozdział 7. WĘGIEL KAMIENNY W PROCESIE FLUIDALNEGO SPALANIA. Autorka słusznie stwierdza, iż „Właściwości węgla kamiennego zależą od warunków, w jakich powstawał. Główną rolę odegrały wysoka temperatura i ciśnienie, podczas procesów diagenetycznych oraz metamorficznych”. Dzisiejsze tradycyjne systemy klasyfikacyjne jedynie w niewielkim stopniu pozwalają odpowiedzieć na postawione pytania związane z klasyfikacją węgla pod względem technologicznym. Czy Autorce znane są metody oparte o entalpie tworzenia węgla ? Zaproponowany przez profesora Marka Ściążko klasyfikacji oparty o entalpię tworzenia węgla jest jednoznaczny i dostarcza wynik w skali bezwzględnej (M. Ściążko. Modele klasyfikacji węgla w ujęciu termodynamicznym i kinetycznym. Rozprawy i monografie AGH. Kraków 2010). Model obliczania entalpii tworzenia węgla ma charakter uogólniony, ponieważ z założenia ujednotolica kalorymetrycznie wyznaczone ciepło spalania z termodynamicznym ciepłem spalania pierwiastków składowych węgla. Entalpia tworzenia pozwala w sposób bezpośredni odzwierciedlić ten efekt w analizach procesowych potencjalnych dalszych przemian węgla. Biorąc pod uwagę, że entalpia tworzenia jest parametrem zmieniającym się w sposób ciągły wraz ze zmianą stopnia metamorfizmu węgla, to można ją także wykorzystać do analizy zmian właściwości węgla w ramach jednej kopalni, badając i prognozując przyszłe zastosowania wydobywanego węgla. Proszę o komentarz.
 6. Rozdział 8. PODATNOŚĆ TRANSPORTOWA. Autorka słusznie odnosi się do pracy Wawrzyńkiewicz W. Inżynieria Mineralna, styczeń, 2003. Przedstawiony Rysunek 8.2 wyraźnie ukazują, że zawartość wilgoci nie jest wystarczającym kryterium, według którego można oceniać podatność transportową. Należy również dokonać analizy składu ziarnowego, gdyż najmniejszą podatność transportową wykazują drobne klasy ziarnowe (<0,5 mm). Dostawca kotła przewidział udział frakcji najdrobniejszej poniżej 0,4 mm w ilości mniejszej niż 10% (Tabela 4.5.) a w dostarczonym węglu wartości te są wyższe, średnio wynoszą około 17% za badany okres, ale zdarzają się

sytuacje, że wartość ta znacznie przekracza 30%. Czy według Autorki niezgodność parametrów paliwa z wymaganiami projektowymi stanowi poważne wyzwanie i czy nie jest to równoznaczne z nieuchronnymi problemami na układach nawęglania w kotle ?

7. Z Tabeli 13.4 wynika, że w badanych paliwach stwierdzono przekroczenia zakładanych maksymalnych zawartości glinokrzemianów oraz związków alkalicznych, a zwłaszcza Na_2O i P_2O_5 . Jeśli w węglu występuje duża ilość metali alkalicznych, może to prowadzić do szeregu problemów. Te substancje mogą powodować korozję elementów kotła, które pracują w wysokich temperaturach. Dodatkowo, mogą one sprzyjać powstawaniu osadów popiołu, a także tworzeniu się żużla i nalotów na elementach kotła. Czy to nie oznacza, że jeśli w węglu stale występują te substancje w dużych ilościach, służby odpowiedzialne za eksploatację kotła powinny być szczególnie świadome ryzyka i nieuchronności problemów eksploatacyjnych. Innymi słowy, powinny być one przygotowane na to, że te problemy będą się pojawiać regularnie i wymagać odpowiednich działań naprawczych lub zapobiegawczych. Jakie działania były podejmowane ? Na podstawie przedstawionych danych, Autorka może postawić tezę, że kocioł w Łagiszy od początku mógł być narażony na problemy, które mogły skutkować jego niepowodzeniem w eksploatacji, a w dłuższej perspektywie może prowadzić do nieekonomicznej pracy bloku. Czy słusznie ?

8. Proszę wyjaśnić przyczynę odkształcenia rejonów ścian i rur (str. 131)

Wnioski końcowe

Reasumując, można stwierdzić, iż tematyka rozprawy doktorskiej mgr inż. Agaty Wirth – Ljungquist „Analiza wpływu jednorodności fizyko-chemicznej mieszanek paliwowych spalanych w instalacji CFB1300 na jej awaryjność” jest ściśle powiązana z potrzebą opracowania nowych metod i strategii w zakresie zarządzania jakością paliwa oraz optymalizacji procesów spalania w kontekście poprawy niezawodności i efektywności energetycznej instalacji CFB1300. Praca ta podkreśla znaczenie precyzyjnego dopasowania właściwości paliwa do specyfikacji technicznych urządzeń energetycznych, co ma kluczowe

znaczenie dla zapewnienia stabilnej i efektywnej pracy instalacji energetycznych, minimalizacji ryzyka awarii oraz optymalizacji kosztów eksploatacyjnych.

Praca mieści się w dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

Do najważniejszych walorów recenzowanej rozprawy zaliczam:

- cel oraz zakres badania, adekwatnie wypływające z analizy literatury przedmiotu, koncentrują się na praktycznych aspektach zarządzania jakością paliwa i optymalizacji procesów spalania w instalacji CFB1300;
- praca ta odgrywa kluczową rolę w identyfikacji i rozwiązywaniu realnych problemów technicznych, z którymi boryka się współczesna energetyka, szczególnie w kontekście poprawy niezawodności i efektywności energetycznej instalacji. Praktyczne implikacje wynikające z badań Autorki mają istotne znaczenie dla branży energetycznej, oferując konkretne rozwiązania i rekomendacje, które mogą być bezpośrednio zastosowane w celu optymalizacji pracy instalacji energetycznych;
- wyniki pracy mogą być wykorzystane nie tylko w kontekście konkretnego przypadku instalacji CFB1300, ale również mogą mieć szersze zastosowanie w innych obszarach energetyki;
- na koniec warto zauważyć, że Autorka zadbała o właściwą strukturę i klarowność prezentacji wyników, co znacznie ułatwia zrozumienie pracy.

Reasumując, stwierdzam że oceniona rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane przez obowiązującą ustawę z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym. Wobec powyższego **wniosuję, by Wysoka Rada Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Śląskiej dopuściła mgr inż. Agatę Wirth – Ljungquist do dalszego etapu postępowania doktorskiego.**

