

Zabrze, 19.09.2024 r.

dr hab. inż. Aneta Michalak, prof. PŚ
Politechnika Śląska

Recenzja pracy doktorskiej mgr inż. Jacka Janasa nt.
**WPLYW SPOSOBU SKŁADOWANIA WĘGLA ENERGETYCZNEGO NA STOPIEŃ
ZAGROŻENIA POŻAROWEGO I UTRATĘ WARTOŚCI ENERGETYCZNEJ**

opracowanej pod kierunkiem

dr hab. Leokadii Róg, prof. GIG-PIB – promotora pracy
dra hab. inż. Stanisława Tokarskiego, prof. GIG-PIB – promotora
pomocniczego

1. Podstawy formalne opracowania recenzji

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie decyzji Rady Naukowej Głównego Instytutu Górniczego – Państwowego Instytutu Badawczego, przekazanej przez Dyrektora GIG – PIB Pana Jarosława Zagórowskiego, pismem z dnia 25.07.2024 roku (NOP/168/2024/R).

2. Ocena formalna pracy

Przedłożona do oceny praca pt. **Wpływ sposobu składowania węgla energetycznego na stopień zagrożenia pożarowego i utratę wartości energetycznej**, wpisuje się w bardzo ważną problematykę dotyczącą oddziaływania sektora energetycznego na środowisko. W tym obszarze dostrzega się konieczność zmiany podejścia do roli energetyki węglowej, a w szczególności do gospodarowania składami węgla kamiennego. W związku z włączaniem nowych instalacji opartych na odnawialnych źródłach energii, węgiel jako nośnik rezerwowo-szczytowy staje się gwarantem bezpieczeństwa i stabilizatorem ich pracy. Przez to rośnie rola procesu magazynowania węgla ze szczególnym uwzględnieniem nieregularności jego zużycia. Zasadniczym problemem staje się wówczas zagrożenie pożarowe i utrata wartości energetycznej węgla w czasie składowania. Właściwe podejście do tego zagadnienia ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia bezpiecznego i efektywnego ekonomicznie procesu. Te zagadnienia Autor uczynił przedmiotem swoich badań. Wybór tematyki jest bardzo trafny.

Przedstawiona do oceny praca stanowi próbę rozwiązania problemu zabezpieczenia składowanego węgla przed samozapalaniem oraz przed utratą wartości energetycznej. Rozwiązanie takiego problemu ma szczególnie dużą wartość utylitarną.

Tytuł rozprawy jednoznacznie określa ramy przedmiotowe badania, które odnoszą się do opracowania nowego sposobu składowania węgla energetycznego na zwałowiskach, przy zastosowaniu ciągłego monitoringu temperatury, który pozwoli na długoterminowe, bezpieczne utrzymywanie zapasów węgla przy zmniejszeniu utraty jego właściwości energetycznych. Odnosząc się do zasadności wyboru tematu należy podkreślić, że podjęta przez Doktoranta tematyka i jej prezentacja jest istotna, zarówno z naukowego, jak i praktycznego punktu widzenia.

Recenzowana rozprawa doktorska ogółem liczy 146 stron i składa się z wstępu, dziesięciu rozdziałów, w tym rozdziałów poświęconych metodyce prowadzonych badań, tj. rozdział pierwszy stanowiący prezentację układu pracy i rozdział czwarty prezentujący cele pracy i założone tezy badawcze. Należy przy tym nadmienić, że jest to dość nietypowy układ, zważywszy, że każdy z tych rozdziałów ma objętość około jednej strony. Szczegółowe metody przeprowadzenia badań empirycznych ujęte zostały w rozdziale siódmym. Ponadto w strukturze pracy znalazły się rozdziały czysto teoretyczne, jak np. rozdział piąty stanowiący studium literatury dotyczącej mechanizmów samozagrzewania węgla oraz rozdziały teoretyczno-empiryczne, jak rozdział szósty, w którym Autor dokonuje charakterystyki opisywanych w literaturze warunków składowania węgla wpływających na procesy samozagrzewania, odnosząc się również do rozwiązań praktycznych w tym zakresie i przywołując obowiązujące w tym zakresie normy.

W rozdziałach drugim i trzecim dominują badania empiryczne, dotyczące sytuacji ogólnorynkowej w sektorze energetycznym, natomiast rozdział ósmy zawiera wyniki badań empirycznych dotyczących właściwości fizykochemicznych próbek węgla w procesie długoterminowego składowania, rozdział dziewiąty zawiera ocenę opłacalności proponowanych rozwiązań, a rozdział dziesiąty - wnioski końcowe i rekomendacje. Na końcu pracy znajduje się spis tabel, rysunków i fotografii oraz literatura.

Struktura pracy jest dość nieregularna, treści zostały zhierarchizowane nietypowo, proporcje pomiędzy poszczególnymi rozdziałami są mocno zachwiane

(szczegółowe uwagi ujęto w dalszej części recenzji). Poniżej przedstawiono szczegółową ocenę poszczególnych części pracy oraz zawartych w nich treści.

Pracę otwiera **wstęp**, w którym Autor nakreślił podłoże podjętego w pracy problemu badawczego. Konstrukcja wstępu budzi pewien niedosyt w zakresie teoretycznego uzasadnienia wybranej problematyki badawczej. Autor podkreślił rolę podejmowanego zagadnienia w aspekcie praktycznym, jednak nie wskazał istniejących w tym zakresie luk badawczych w literaturze przedmiotu. Uzasadnienie celowości podjęcia pracy jest nacechowane aspektami praktycznymi związanymi z funkcjonowaniem sektora energetycznego w obliczu wdrażania nowych regulacji Unii Europejskiej. Doktorant zauważa, że obecny sposób funkcjonowania sektora energetycznego wymaga zmian i wskazuje na potrzebę stworzenia jednoznacznych wytycznych dotyczących składowania węgla energetycznego. Przedstawiona do oceny praca jest próbą opracowania takich wytycznych, co potwierdza trafność wyboru tematu.

W rozdziale pierwszym Doktorant przedstawił układ pracy doktorskiej, dokonując krótkiej charakterystyki poszczególnych rozdziałów. Tworzenie odrębnego rozdziału z krótką charakterystyką poszczególnych rozdziałów pracy nie jest uzasadnione, a treści zawarte w niniejszym rozdziale, stanowiące około 1 stronę tekstu powinny zostać umieszczone we wstępie.

Rozdział drugi odnosi się do sytuacji polskiego sektora energetycznego, z uwzględnieniem regulacji unijnych dotyczących dopuszczalnych emisji zanieczyszczeń do atmosfery i roli węglowych źródeł wytwarzania energii. W pierwszej kolejności Autor charakteryzuje rolę węgla kamiennego na tle innych źródeł energii, dowodząc wagi regulacyjnej jednostek węglowych i podkreślając rolę bezpiecznego, długoterminowego przechowywania oraz monitorowania parametrów węgla. Rozdział ten można potraktować jako uzasadnienie podjęcia tematu badań. Jego objętość wynosi niespełna 5 stron. Duży niedosyt budzi bardzo słabe oparcie prowadzonych rozważań na literaturze przedmiotu

W rozdziale trzecim Autor dokonał analizy bazy paliwowej w Polsce oraz kierunków możliwych dostaw węgla. Poruszono w nim problematykę składowania różnych rodzajów węgla oraz przedstawiono informację o wielkości krajowej produkcji węgla, gromadzonych zapasów i zużyciu. Analiza ta liczy około 3 strony i jest bardzo ogólnikowa, co jest istotnym mankamentem tej pracy. Podjęty problem badawczy powinien być w znacznie większym stopniu osadzony na

wynikach powyższej analizy, a niestety w tym zakresie odczuć można znaczny niedosyt.

Rozdział czwarty ma charakter metodyczny i zawiera cele badawcze oraz prezentuje postawione w pracy tezy. Autor określił cel pracy jako opracowanie nowego sposobu składowania węgla energetycznego na zwałowiskach, przy zastosowaniu ciągłego monitoringu temperatury. Obok celu głównego Autor postawił dwa cele użytkowe, jakimi są:

- opracowanie metody ciągłego pomiaru temperatury w całej objętości składowanego węgla,

- określenie korelacji poniesionych, dodatkowych nakładów finansowych na budowę zagęszczonego zwału w stosunku do uzyskanych efektów ograniczenia utraty wartości energetycznej składowanego węgla.

Cele badań zostały określone prawidłowo, sposób ich realizacji oceniono w dalszej części recenzji.

W następnej kolejności Autor sformułował dwie tezy badawcze, zakładając w nich że:

- jest możliwe i technicznie wykonalne składowanie węgla, wykazującego dużą skłonność do samozapalenia się, w sposób ograniczający dopływ powietrza atmosferycznego (tleny) do nagromadzonego węgla, co zmniejsza szybkość jego samozagrzewania oraz utratę jego wartości energetycznej;

- jest możliwe zaprojektowanie i zastosowanie układu ciągłego monitorowania temperatury węgla w całej objętości zwału.

W rozdziale czwartym, który ma charakter metodyczny, zabrakło niestety głębszego opisu warsztatu badawczego zastosowanego w pracy. Autor nie odniósł się do metodyki, za pomocą której będzie udowadniał postawione w pracy tezy i nie opisał szczegółowo procesu badawczego, który ma doprowadzić go do osiągnięcia postawionych w pracy celów. W rozdziale metodycznym brakuje w szczególności zastosowanych metod, technik i narzędzi badawczych, wskazania podmiotu badań i sposobu jego doboru, okresu badawczego, etapów procesu badawczego. Częściowo metodyka ta została ujęta w rozdziale siódmym, ale tylko w odniesieniu do empirycznych etapów procesu badawczego. Analiza literaturowa oraz analiza uwarunkowań ogólnogospodarczych to również istotny element procesu badawczego, który należy scharakteryzować od strony metodycznej, czego w pracy zabrakło. Rozdział czwarty ma objętość niepełnej jednej strony.

Rozdział piąty stanowi studium literatury dotyczącej mechanizmów samozagrzewania. W szczególności zostały tu opisane czynniki przyczyniające się do samozagrzewania węgla oraz etapy tego procesu. Ciekawe są również studia literaturowe dotyczące różnych teorii odwołujących się do przyczyn samozagrzewania węgla oraz analiza przejścia z fazy samozagrzewania do samozapalenia węgla. Na podstawie przeprowadzonej analizy Autor dochodzi do wniosku, że kluczowe dla zaistnienia i rozwoju procesu samozagrzewania, poza rodzajem węgla, jest ograniczenie dostępu tlenu. Formułuje w tym zakresie wniosek, że ograniczenie dostępu tlenu może zostać spełnione przez właściwe zagęszczanie składowanego węgla, nie dopuszczając do rozwoju reakcji samozagrzewania węgla. Implikuje to taki sposób składowania węgla, który zapewni właściwą spójność między kolejnymi partiami węgla, przy jednoczesnym ograniczeniu pozostałych czynników wpływających na samozagrzewanie.

Przytoczone wyniki badań pochodzą z różnych okresów oraz z różnych źródeł literaturowych, zarówno krajowych, jak i zagranicznych. Rozdział ten liczy 11 stron i wiele odwołań do zróżnicowanej literatury. Jakość przeprowadzonej analizy literaturowej w tym zakresie jest zadawalająca.

W **rozdziale szóstym** Autor przedstawił szereg informacji dotyczących sposobu składowania węgla zgodnie z obowiązującymi normami. W szczególności odniósł się do problematyki doboru miejsc składowania uwzględniającego zewnętrzne uwarunkowania, m.in. wiatr, woda, nasłonecznienie. Ponadto poddał analizie proces formowania zwałów zgodnie z obowiązującymi normami oraz stosowane metody kontroli temperatury. Wskazał też istniejące możliwości ograniczania zagrożenia samozapalenia się składowanego węgla.

Rozdział siódmy odnosi się do metodyki przeprowadzenia badań empirycznych, polegających na stworzeniu pola badawczego z możliwością oceny wybranych parametrów długoterminowo składowanego tam węgla. Pole takie stworzono na terenie Elektrowni Łagisza. W badaniu wykorzystano węgiel kamienny z KWK Janina. Doktorant przedstawił właściwe uzasadnienie dla wyboru węgla charakteryzującego się wysoką skłonnością do samozapalenia. Przedstawił również inne kryteria decydujące o przebiegu procesu badawczego. W ramach przeprowadzonego eksperymentu stworzone zostały dwa zwały porównawcze, na których przez okres 12 miesięcy dokonywano obserwacji węgla zgromadzonego w ilości odzwierciedlającej rzeczywiste warunki przetrzymywania paliw w elektrowniach. Zwał I został utworzony

z zastosowaniem zaproponowanej przez Autora metody utwardzania, natomiast zwał II utworzono dotychczas stosowanymi metodami. Badania empiryczne są rzetelnie opisane, wskazano przesłanki doboru metody badawczej i narzędzi badawczych. Z dużą starannością opisano przebieg tego etapu procesu badawczego oraz nowy wkład Autora do dotychczas stosowanych, znormalizowanych metod pomiaru i kontroli temperatury węgla na zwałach.

W **rozdziale ósmym** przedstawiono wyniki badań empirycznych. Na uwagę zasługuje rozpiętość przeprowadzonych badań i objętość opracowania uzyskanych wyników. Rozdział ósmy liczy prawie 60 stron. Autor właściwie uporządkował uzyskane wyniki, przedstawiając je w podziale na wyniki badań fizykochemicznych próbek węgla pobranych podczas budowania zwałów, następnie podczas długoterminowego składowania węgla, podczas likwidacji zwałów oraz wyniki badań próbek pobranych z węgla usuniętych. Należy podkreślić, że wyniki są przedstawione z dużą szczegółowością i dostarczają cennych informacji na temat węgla składowanego w poszczególnych warstwach na dwóch zwałach. Wykonano m.in. analizy fizykochemiczne dotyczące:

- oznaczania wilgoci analitycznej,
- wyliczenia wilgoci całkowitej,
- oznaczania zawartości popiołu,
- oznaczania ciepła spalania,
- oznaczania siarki całkowitej,
- oznaczania węgla i wodoru,
- oznaczania części lotnych,
- oznaczenia wskaźnika samozapalności,
- wyznaczenia czasu bezpiecznego składowania.

Uzyskane wyniki potwierdzają dużą staranność w doborze próbek. Na obydwóch zwałach umieszczono węgiel o bardzo zbliżonych parametrach jakościowych, co pozwoliło na uzyskanie porównywalnych wyników i właściwe wskazanie zmian parametrów jakościowych węgla podczas długoterminowego składowania. Szczególnie wartościowa jest analiza zmian właściwości energetycznych węgla podczas składowania. Wszystkie prezentowane w rozdziale ósmym wyniki przedstawiono w sposób bardzo czytelny i jednoznaczny w tabelach oraz w formie graficznej na rysunkach, co ułatwia analizę porównawczą. Zaprezentowane w tym rozdziale badania stanowią cenny wkład Autora do badań nad metodami składowania węgla.

Rozdział dziewiąty, o objętości 5 stron, zawiera ocenę opłacalności składowania węgla na utwardzonych zwałach. Uzyskane przez Autora wyniki potwierdziły, że proponowany przez Niego sposób utworzenia zagęszczonego zwału powoduje mniejszą utratę wartości opałowej składowanego węgla. Autor dokonał przeliczenia zaoszczędzonej energii na jednostki pieniężne wykorzystując notowania Polskiego Rynku Węgla Energetycznego. Porównał uzyskane oszczędności finansowe z kosztami przygotowania zwału według zaproponowanej metody utwardzania. Uzyskane wyniki wskazują na opłacalność zaproponowanego rozwiązania.

Należy zauważyć, że ocenę opłacalności przeprowadzono na pomocą prostych metod statycznych. W przyszłości planując podobną inwestycję o charakterze długoterminowym należałoby opierać rachunek opłacalności na metodach dyskontowych oraz uzupełnić ją o analizę ryzyka.

Pracę zamyka **podsumowanie**, które ujęto jako rozdział dziesiąty. W podsumowaniu Autor odnosi się głównie do szerokiej bazy danych analitycznych uzyskanych dzięki zaproponowanemu modelowi pomiarowemu. Podsumowuje ponadto samą organizację badań, wyposażenie techniczne, towarzyszące procesowi czynniki zewnętrzne itp. oraz formułuje wnioski. Pierwszy ze sformułowanych wniosków odnosi się do realizacji celu badań i w tym zakresie doszło do pewnej nieścisłości, gdyż jak Autor zaznaczył w rozdziale czwartym zatytułowanym „Cel badań, założone tezy badawcze” podstawowym celem pracy jest „opracowanie nowego sposobu składowania węgla energetycznego na zwałowiskach, przy zastosowaniu ciągłego monitoringu temperatury”. Natomiast w podsumowaniu Autor wskazuje, że „Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu odpowiedniego zagęszczania węgla na czas jego bezpiecznego składowania”. Biorąc pod uwagę przeprowadzone badania i uzyskane wyniki, można stwierdzić, że cel pracy ujęty w rozdziale czwartym został zrealizowany. W podsumowaniu Doktorant nie odniósł się również do dwóch celów utylitarnych, które zostały sformułowane obok celu głównego pracy oraz do postawionych wcześniej dwóch tez badawczych. Rozdział podsumowujący, poza wnioskami z badań zawiera również rekomendacje.

W dalszej części Autor umieszcza spisy tabel, rysunków i fotografii oraz wykaz literatury.

Bibliografia obejmuje 89 pozycji literaturowych oraz 24 źródła internetowe. Literatura została przez Doktoranta dobrana prawidłowo, zgodnie z tematyką

rozprawy, choć jej zakres mógłby zostać rozszerzony i wzbogacony, zwłaszcza o najnowsze publikacje w podejmowanej problematyce, o czym wspomniano, odnosząc się do rozdziału poświęconemu studium literatury.

Układ treści rozprawy, a więc nazwy i kolejność rozdziałów oraz podrozdziałów, jest na ogół poprawny. Dyskusyjne jest umieszczenie streszczenia poszczególnych rozdziałów pracy w rozdziale pierwszym. Mankamentem są również dość duże dysproporcje pomiędzy objętością poszczególnych rozdziałów (przykładowo rozdział pierwszy liczy nieco ponad jedną stronę, rozdział drugi – około 7 stron, rozdział trzeci – 3 strony, rozdział czwarty – jedną stronę, rozdział piąty dotyczący studium literaturowego – 11 stron, a rozdział ósmy – prawie 60 stron). Tytuł pracy oraz tytuły jej poszczególnych elementów konstrukcyjnych odpowiadają zawartym wewnątrz treściom. Logiczność konstrukcji przejawia się w przechodzeniu pomiędzy rozdziałami, co odzwierciedla harmonijny przebieg procesu badawczego. W pracy wyraźnie rysuje się określony kierunek, cel i tok rozumowania. Autor unika powtórzeń i zachowuje jednoznaczność terminologiczną. Praca pod względem językowym i redakcyjnym nie budzi większych zastrzeżeń formalnych. Jest dobrze dopracowana od strony graficznej. Ogrom wyników obliczeń nie przytłacza dzięki temu, że w sposób bardzo profesjonalny został ujęty w zestawieniach tabelarycznych, gdzie dane zostały właściwe i bardzo czytelnie ustrukturyzowane.

Podsumowując, biorąc pod uwagę zarówno przytoczone powyżej uwagi krytyczne, jak i inne wysoko ocenione elementy, formalną stronę pracy oceniam pozytywnie.

3. Ocena merytoryczna pracy

Tematyka pracy mieści się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka i dotyczy niezwykle ważnego zagadnienia, jakim jest składowanie węgla energetycznego. Na podkreślenie zasługuje tu trafność wyboru tematu i jego oryginalność. Autor właściwie uzasadnia potrzebę podjęcia wybranej tematyki. Podjęte zagadnienie jest istotne zarówno dla nauki, jak i praktyki gospodarczej, choć w ocenianej pracy Doktorant ciężar problematyki badawczej stawia na implikacje praktyczne. Autor celem podstawowym pracy ustanowił „Opracowanie nowego sposobu

składowania węgla energetycznego na zwałowiskach, przy zastosowaniu ciągłego monitoringu temperatury”. Cel te uzupełniły dwa cele użyteczne, jakimi były:

- opracowanie metody ciągłego pomiaru temperatury w całej objętości składowanego węgla,

- określenie korelacji poniesionych, dodatkowych nakładów finansowych na budowę zagęszczonego zwału w stosunku do uzyskanych efektów ograniczenia utraty wartości energetycznej składowanego węgla.

Cel główny pracy został zrealizowany. Kluczowym rezultatem badań prowadzonych przez Pana mgr inż. Jacka Janasa w rozprawie doktorskiej jest opracowanie nowego sposobu składowania węgla energetycznego na zwałowiskach, przy zastosowaniu ciągłego monitoringu temperatury. Dzięki realizacji tego celu, praca posiada wysokie walory aplikacyjne. Proces badawczy prowadzący do osiągnięcia założonego celu badawczego został przeprowadzony poprawnie, z niewielkimi niedociągnięciami w zakresie studiów literaturowych oraz analizy uwarunkowań ogólnogospodarczych. Autor dobrze rozplanował badania empiryczne, dobierając odpowiednie techniki i narzędzia badawcze.

Podjęto również próbę realizacji **dwóch celów użytecznych** postawionych w pracy. Pierwszy z nich został w pełni zrealizowany. Autor opracował i zastosował metodę ciągłego pomiaru temperatury w różnych warstwach w całej objętości składowanego węgla. W przypadku drugiego celu jakim było określenie korelacji dodatkowych nakładów finansowych na budowę zagęszczonego zwału w stosunku do uzyskanych efektów ograniczenia utraty wartości energetycznej składowanego węgla, Autor osiągnął go jednak tylko częściowo. W pracy naukowej należy bardzo precyzyjnie podchodzić do proponowanej metodyki badawczej. Jeżeli Autor używa stwierdzenia, że jego celem jest „określenie korelacji”, to powinno oznaczać przeprowadzenia badania w kierunku określenia czy dwie zmienne (w tym przypadku dodatkowe nakłady na budowę zagęszczonego zwału i efekty uzyskane z ograniczenia utraty wartości energetycznej składowanego węgla) są ze sobą istotnie statystycznie powiązane i w jaki sposób są powiązane. Uzasadnione jest wskazanie stopnia korelacji. W przypadku ocenianej pracy Autor przeprowadził prostą ocenę efektywności proponowanego rozwiązania, nie mierząc korelacji. Ten cel użyteczny został zatem zrealizowany w nieco zmodyfikowanej postaci.

Kolejnym mankamentem o charakterze merytorycznym jest brak bezpośredniego odniesienia się we wnioskach do postawionych na początku tez

badawczych. Postawione przez Autora tezy zostały w pełni potwierdzone w przeprowadzonym eksperymencie, jednak nie zostało to podkreślone w podsumowaniu pracy.

Stronę merytoryczną rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Jacka Janasa, pomimo kilku uwag krytycznych oceniam pozytywnie. Oryginalne rozwiązanie podjętego przez niego problemu badawczego w postaci opracowania nowego sposobu składowania węgla energetycznego na zwałowiskach, przy zastosowaniu ciągłego monitoringu temperatury, stanowi realny wkład do nauki i potwierdza posiadanie odpowiedniej wiedzy w zakresie dyscypliny inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

4. Uwagi i pytania

Pomimo wielu pozytywnych walorów pracy, pewne kwestie poruszane w ocenianej dysertacji mogą budzić wątpliwości i można sformułować kilka pytań, prosząc jednocześnie Autora o ustosunkowanie się do nich w trakcie publicznej obrony rozprawy:

a) Rozdział 2, traktujący o roli węgla w polityce energetycznej Polski, jest bardzo ważnym podłożem dla dalszych rozważań prowadzonych w pracy i wyciągnięte z tej analizy wnioski powinny wskazywać na zasadność podjęcia tematu długoterminowego składowania węgla energetycznego. Analiza prowadzona w tym rozdziale powinna mieć charakter analizy fundamentalnej, a więc opierać się na dogłębnym zbadaniu fundamentalnych czynników ogólnogospodarczych, pozwalających zrozumieć ogólny kontekst w jakim działa sektor górniczy i energetyczny, by na jego tle zobrazować problem utrzymywania zapasów węgla. W tym rozdziale Doktorant przeprowadził bardzo pobieżną analizę, w której zasadniczym mankamentem jest brak jednolitości okresu badawczego. Poszczególne wykresy obrazują dane z przypadkowych okresów badawczych. Na przykład na rysunkach 2.1. i 2.2. zobrazowano strukturę zużycia nośników energii w produkcji energii elektrycznej oraz w produkcji ciepła w 2021 roku. Natomiast na rysunku 2.3. przedstawiono wielkość mocy zainstalowanej w polskim sektorze elektroenergetycznym w podziale na nośniki w latach 2014-2022. Kolejna analiza dotyczy przebiegu zapotrzebowania na moc w 2020 roku (rysunek 2.4), a następnie generacji źródeł OZE na tle zapotrzebowania na moc w systemie energetycznym w 2023 roku (rysunek 2.5).

Podobna uwaga dotyczy rozdziału 3, dotyczącego zapasów węgla przetrzymywanych w górnictwie i energetyce. Początkowo na rysunku 4.1. Autor obrazuje wielkość zapasów węgla na zwałach w kopalniach w latach 2014-2023, następnie zapasy przy kopalniach, elektrowniach i elektrociepłowniach w latach 2018-2021 (rysunek 4.2). W kwestii technicznej numeracja rysunków nie odpowiada przyjętemu w pozostałej części pracy standardowi, tzn. rysunki znajdujące się w rozdziale trzecim powinny być oznaczone jako 3.1. i 3.2.

Podsumowując podjętą przez Doktoranta próbę przeprowadzenia analizy fundamentalnej, jako tła dla problematyki składowania węgla energetycznego, proszę o wskazanie w trakcie publicznej obrony najważniejszych uwarunkowań ogólnogospodarczych, które pociągają za sobą nowe wyzwania w zakresie utrzymywania zapasów węgla zarówno w górnictwie, jak i energetyce.

b) Jak wspomniano powyżej jednym z celów utylitarnych postawionych w pracy było określenie korelacji dodatkowych nakładów finansowych na budowę zagęszczonego zwału w stosunku do uzyskanych efektów ograniczenia utraty wartości energetycznej składowanego węgla. Analiza przeprowadzona w tym zakresie przez Doktoranta była prostą analizą statyczną, nie uwzględniającą wielu czynników występujących w analizie efektywności przedsięwzięć. Proszę Doktoranta o odniesienie się w trakcie publicznej obrony do ryzyka towarzyszącego przeprowadzonej ocenie efektywności ekonomicznej, tj. uzupełnienie dokonanej oceny o elementy analizy wrażliwości. w szczególności proszę o odpowiedź na następujące pytania:

- czy koszty budowy utwardzonego zwału według zaproponowanej przez Autora metody są wysoce wrażliwe na zmianę lokalizacji inwestycji?

- na ile zmiana lokalizacji zwału może wpłynąć na efektywność ekonomiczną zaproponowanego rozwiązania i czy może okazać się nieopłacalne w innych, szczególnych warunkach lokalizacyjnych? Jeśli tak to w jakich lokalizacjach efektywność ekonomiczna jest najkorzystniejsza?

c) Zgodnie z uwagami wskazanymi powyżej, pewien niedosyt budzi analiza literaturowa dotycząca procesu składowania węgla, dlatego proszę Doktoranta, by w trakcie publicznej obrony odpowiedział na pytanie: czy zaproponowana przez Niego metoda budowy utwardzonych zwałów jest w takiej lub podobnej formie stosowana na świecie? Czy jest opisana w literaturze przedmiotu?

d) kolejną kwestią, o której rozwinięcie poproszę Doktoranta w trakcie publicznej obrony jest wskazanie czy zaproponowana metoda budowy utwardzonych zwałów z systemem monitoringu parametrów może mieć zastosowanie w innych przypadkach niż tylko w przypadku składowania węgla energetycznego? Czy jest możliwość zaadaptowania jej w innych branżach?

Sformułowane powyżej uwagi nie pomniejszają wartości ocenianej pracy, stanowiąc punkt wyjścia do dalszych pogłębionych badań podejmowanego zagadnienia.

5. Wniosek końcowy

Uwagi krytyczne i polemiczne są na ogół formułowane w odniesieniu do każdej pracy badawczej, zostały również wskazane w odniesieniu do przedmiotowej pracy Pana mgr inż. Jacka Janasa. Nie wpływają one jednak na moją ogólną pozytywną ocenę pracy, a wskazują kierunki dalszych badań i obszary, które w warsztacie badawczym przyszłego naukowca mogą zostać udoskonalone. Pan mgr inż. Jacek Janas podjął się opracowania dysertacji na ciekawy i ważny temat, związany z problematyką składowania węgla energetycznego. Właściwie określił problem badawczy, który następnie rozwiązał. W badaniu eksperymentalnym na uwagę zasługuje stworzenie warunków odpowiadających rzeczywistym warunkom przetrzymywania paliw w kopalniach oraz czas trwania eksperymentu, wynoszący 12 miesięcy. Umożliwiło to prowadzenie obserwacji i pomiarów w zmiennych warunkach atmosferycznych na przestrzeni całego roku. Badania zostały bardzo dobrze opisane, zarówno pod względem uzasadnienia doboru metody, zastosowanych narzędzi badawczych oraz przebiegu poszczególnych etapów procesu badawczego. Praca zawiera jasne i przekonujące wyniki. Doktorant zaproponował rozbudowanie normatywnej metody pomiaru i kontroli temperatury węgla na zwałach tak by możliwe było dokonywanie pomiarów w całej objętości bryły zwału oraz w sposób ciągły. Wybór badanej problematyki, układ pracy, zawartość merytoryczna, szczególnie przeprowadzone badania empiryczne i wnioskowanie dopełniają wymogów stawianych rozprawom doktorskim.

Konkludując, przedłożoną do oceny pracę doktorską pod względem formalnym i merytorycznym oceniam pozytywnie. Spełnia ona w dostatecznym stopniu wymogi określone w *Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. 2003 Nr 65 poz. 595, z późn. zm.) i stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, dowodząc posiadanie przez Pana mgra inż. Jacka Janasa ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz potwierdzając umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

W związku z powyższym wnioskuje do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa – Państwowego Instytutu Badawczego o dopuszczenie rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Jacka Janasa nt. *Wpływ sposobu składowania węgla energetycznego na stopień zagrożenia pożarowego i utratę wartości energetycznej do publicznej obrony* oraz dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Andrzej Michulec