

Katowice, 20.09.2023r.

Dr hab. inż. Rafał Burdzik, prof. PŚ
Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej
Politechnika Śląska
40-019 Katowice
Ul. Krasińskiego 8

**Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr. inż. Pawła Śliwińskiego**

pt.

„Metoda kompleksowej oceny efektywności eksploatacyjnej maszyn i predykcyjnego utrzymania ruchu na podstawie danych z systemu monitoringu”

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo nr RDND08/111/2023 z dnia 20.07.2023 r. Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Politechniki Wrocławskiej dr. hab. inż. Roberta Króla, prof. uczelni.

Recenzja została opracowana w odniesieniu do następujących aktów prawnych:

- Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.).

1. Ocena aktualności tematu rozprawy oraz poprawności sformułowanych celu i hipotezy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska poświęcona jest problematyce analizy i oceny efektywności eksploatacyjnej maszyn górniczych. Ciągłe zmiany w sektorze górnictwa wpływają na rosnącą świadomością działań dążących do poprawy efektywności produkcji oraz dodatkowo dynamiczny wzrost zastosowania nowoczesnych technologii w tym sektorze, przejawiający się automatyzacją i robotyzacją procesów sprawiają, że nowe kierunki badań i rozwoju często wymagają interdyscyplinarnego i holistycznego podejścia. Opiniowana rozprawa doktorska ma

właśnie taki charakter, ponieważ prezentuje w jaki sposób nowoczesne systemy pomiarowe, narzędzia informatyczne oraz znajomość technologii procesów i infrastruktury technicznej mogą być integrowane w celu wspomaganie decyzji zarządczych. Jak wskazuje sam Autor „wiodącą sentencją rozprawy jest idea fuzji danych dostępnych w przedsiębiorstwie i wykonania wielowymiarowej analityki na potrzeby obranego celu cząstkowego”. Prawidłowa synteza wiedzy na podstawie danych pochodzących z wielu źródeł może stanowić podstawę wspomaganie decyzji dla kadry kierowniczej zarządzającej przedsiębiorstwem górniczym.

Tematyka rozprawy doktorskiej obejmuje zagadnienia związane z cyfryzacją w górnictwie, eksploatacją infrastruktury górniczej (parku maszynowego) i analizą procesów technologicznych (wiercenie, odstawa, montaż obudowy kotwowej). Co warte podkreślenia Autor przedstawił także procesy implementacji opracowanych rozwiązań i wstępne ich efekty. **Biorąc pod uwagę aktualne tendencje zarządzania zintegrowanego w oparciu o systemy decyzyjne kognitywnej wiedzy z wielu obszarów funkcjonowania przedsiębiorstwa zakres i problematykę rozprawy doktorskie należy uznać za aktualne.** Warto podkreślić, że tematyka podjęta w rozprawie jest bardzo przydatna i uwzględnia tendencję cyfryzacji kopalni. Istotny jest również aspekt, iż Pan mgr inż. Paweł Śliwiński wyraźnie podkreśla znaczenie mierzalnych wskaźników monitorowania procesów i stanu technicznego maszyn górniczych, jako istotne składowe wspomagające procesy decyzyjne. Umożliwia to „symbiozę” obszarów technicznego, ekonomicznego i zarządczego w procesach decyzyjnych. Głównymi obiektami badań były samojezdne maszyny górnicze, głównie ładowarki produkcyjne, wozy do odstawy urobku, wozy wierzące i kotwiące eksploatowane w kopalniach podziemnych rud miedzi.

Biorąc pod uwagę poruszaną w rozprawie problematykę oraz obiekty i zakres badań, a także obszar implementacji opracowanych rozwiązań jednoznacznie należy stwierdzić, że **tematyka oraz zakres rozprawy pozwala zakwalifikować ją do dyscypliny naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka.**

Pan mgr inż. Paweł Śliwiński na podstawie analiz numerycznych opracował liczne algorytmy przetwarzania danych, których skuteczność walidowano podczas

badania laboratoryjnych i eksperymentów dołowych. W efekcie utworzono zbiory procedur związanych z optymalizacją eksploatacji maszyn i minimalizacją ryzyka krytycznych uszkodzeń. **W tym kontekście temat rozprawy należy uznać za aktualny, interesujący poznawczo i o dużym znaczeniu utylitarnym.**

Cele pracy przedstawiono w rozdziale trzecim. Jako główny (strategiczny) cel Doktorant określa „*opracowanie metody kompleksowej oceny efektywności eksploatacyjnej maszyn i predykcyjnego utrzymania ruchu*”.

Doktorant sformułowała także hipotezę badawczą, jako „*wykazanie możliwości i przydatności w codziennej eksploatacji szeroko pojętej technologii pomiarowej i metod analitycznych do generowania informacji zarządczej*”.

Biorąc pod uwagę dużą złożoność procesów technologicznych w górnictwie podziemnym rud miedzi oraz wielowymiarowość i silne zakłócenia danych pomiarowych, ekstrakcja użytecznych informacji z sygnałów bezpośrednio rejestrowanych wymaga zastosowania zaawansowanych narzędzi analitycznych. **Dlatego uważam, że cel i hipoteza pracy są poprawnie sformułowane i mają charakter twórczy.**

2. Struktura i charakterystyka rozprawy

Treść opiniowanej rozprawy doktorskiej mgr. inż. Pawła Śliwińskiego zawiera się na 223 stronach, podzielonych na 7 rozdziałów zasadniczych. Ponadto zamieszczono wykaz ważniejszych oznaczeń oraz skrótów i bibliografię. Spis literatury składa się z 138 pozycji (w tym aż 16 pozycji współautorskich), niestety nieposortowanych alfabetycznie. W rozprawie nie zamieszczono streszczenia w języku polskim i angielskim.

Kolejne rozdziały odzwierciedlają logiczne powiązanie całości rozprawy. Struktura rozprawy jest logiczna i spójna.

W rozdziale pierwszym Autor wprowadza czytelnika w tematykę rozprawy doktorskiej, definiuje cel i zakres pracy badawczej oraz formułuje hipotezy badawcze. Rozdział kończy się na 10 stronie.

W drugim rozdziale przedstawiono aktualny stan wiedzy w zakresie szeroko pojętej cyfryzacji sektora górniczego. Następnie omówiono trzy główne obszary badań związane z problematyką efektywności i monitorowania procesów technologicznych i eksploatacją samojezdnych maszyn górniczych. Dodatkowo przedstawiono charakterystykę zasobów pomiarowo-analitycznych i informacyjnych oraz scharakteryzowano podstawowe funkcjonalności tych zasobów w kontekście wykorzystania ich do budowy operacyjnej informacji zarządczej. Na zakończenie rozdziału Autor przedstawia swój wkład w rozwój dziedziny. Rozdział kończy się na 68 stronie.

W kolejnym rozdziale przedstawiono cele pracy oraz zdefiniowano przyjęte pojęcia oceny efektywności i predykcji utrzymania ruchu. Autor wskazuje także główne osiągnięcia, jako zbiory procedur operacyjnych na podstawie opracowanych algorytmów przetwarzania danych oraz zdefiniowane tabele rejestru zdarzeń eksploatacyjnych. Dzięki temu podkreślony jest aplikacyjny i użyteczny charakter celów rozprawy doktorskiej. Rozdział kończy się na 71 stronie.

W rozdziale czwartym przedstawiono udokumentowanie pracy własnej Doktoranta, jako przeprowadzone badania eksperymentalne. Opisano symulacje numeryczne, badania laboratoryjne oraz w warunkach *in situ*, w rzeczywistych warunkach przy pełnej funkcjonalności systemu wydobywania. Z uwagi na użyteczny cel badań, czyli opracowanie metod działających w rzeczywistych warunkach procesu przemysłowego, eksperymenty w warunkach normalnej eksploatacji umożliwią pozyskanie realnych danych zawierających pełny zbiór potencjalnych zakłóceń. Rozdział kończy się na 94 stronie.

Rozdział piąty stanowi najważniejszą część opiniowanej rozprawy, ponieważ zawiera pełen opis opracowanych metod oraz wyniki ich zastosowania dla danych pozyskanych w rezultacie eksperymentów opisanych w rozdziale czwartym. Pan mgr inż. Paweł Śliwiński kolejno opisał:

- procedury oceny pracy maszyn z włączonym i wyłączonym układem lock-up,

- procedury identyfikacji cykli roboczych w wozie odstawczym i samojezdnym wozie wiercaco-kotwiącym,
- procedurę diagnostyczną silnika spalinowego na podstawie ciśnienia oleju silnika,
- procedurę diagnostyczną na podstawie statystycznej analizy danych temperaturowych,
- procedurę wykrywania uszkodzeń tarczy flex-plate w układzie napędowym ładowarki przegubowej LKP 1601B na połączeniu koła zamachowego z przekładnią hydrokinetyczną.

Na zakończenie rozdziału piątego przedstawiono koncepcję tworzenia tabeli - rejestru zdarzeń eksploatacyjnych dla samojezdnich maszyn górniczych, jako podstawy systemu predykcyjnego utrzymania ruchu.

Zastosowany dwuetapowy proces badawczy obejmujący opracowanie i walidację metod i procedur pozwala stwierdzić, że zaproponowane metody mają znaczny potencjał aplikacyjny. Rozdział kończy się na 184 stronie.

W rozdziale szóstym Autor przedstawia efekty wdrożeniowe, jako między innymi implementację procedury identyfikacji cykli roboczych w wozie odstawczym. **Z uwagi na fakt, że oceniana rozprawa realizowana była jako „doktorat wdrożeniowy” rozdział ten jest szczególnie istotny, ponieważ stanowi dowód osiągnięcia celów strategicznych programu i transferu wiedzy do przemysłu. Z treści rozdziału wynika, że w efekcie realizacji badań wiele cząstkowych rozwiązań zostało wdrożonych i poddanych długoterminowym analizom.** Zaproponowano implementacje procedur walidacji danych, procedur oceny przydatności zarejestrowanych zmiennych na danej zmianie, zestawień tabelarycznych lub w postaci wykresów dla danych na różnym poziomie agregacji. Rozdział ten jest nieco chaotyczny, co może wynikać z różnorodności implementacji opracowanych rozwiązań. Rozdział kończy się na 204 stronie.

Ostatni 9 rozdział rozprawy to podsumowanie i wnioski. Doktorant rozpoczyna od ogólnych spostrzeżeń w obszarze wiedzy obejmującej przedmiot rozprawy. Następnie szczegółowo przedstawia główne osiągnięcia oraz obszary implementacji

i wdrożeń, wskazując jednocześnie na potencjalne przeszkody i ograniczenia. Pan mgr inż. Paweł Śliwiński stwierdza, że uzyskane rezultaty badań potwierdzają możliwość wykorzystania hurtowni danych z systemu monitoringu do pozyskania informacji zarządczej. Umożliwi to wiarygodną ocenę i poprawę efektywności eksploatacyjnej maszyn i predykcyjnego utrzymania ruchu. Na zakończenie tego rozdziału Autor wskazał kierunki dalszych badań, które należy uznać za właściwe i pogłębiające zagadnienie oraz poszerzające obszary potencjalnych aplikacji. Rozdział kończy się na 211 stronie.

W celu przygotowania rozprawy doktorskiej Autor wykorzystał 138 pozycje literatury, które zostały prawidłowo dobrane i umożliwiły holistyczny przegląd zagadnień. Co prawda, jak zawsze może sugerować zapoznanie się z innymi opracowaniami, jednak mogłoby to nie mieć końca. Biorąc pod uwagę konkretny problem naukowy należy stwierdzić, że dobór literatury jest właściwy. Potwierdza to dojrzałość i świadomość naukową Pana mgr. inż. Pawła Śliwińskiego.

Najważniejszymi rozdziałami recenzowanej rozprawy doktorskiej są rozdziały od 4 do 6, w których Autor opisał badania, przedstawił opracowane metody analizy danych oraz przykłady implementacji. Pozwala to na pozytywną ocenę części badawczej i analitycznej dysertacji doktorskiej.

Reasumując należy stwierdzić, że Autor osiągnął założony cel pracy. Dzięki opracowaniu dedykowanych metod analitycznych oraz przeprowadzeniu eksperymentów oraz prac wdrożeniowych udowodniono możliwości i przydatności w codziennej eksploatacji szeroko pojętej technologii pomiarowej i metod analitycznych do generowania informacji zarządczej. Otrzymane wyniki i sformułowane wnioski można traktować jako wytyczne w kolejnych pracach wdrożeniowych.

Język rozprawy jest komunikatywny. Co prawda w tekście znajdują się nieliczne błędy interpunkcyjne i żargonowe sformułowania. Nie wpływają one jednak na bardzo wysoką ocenę formalną i merytoryczną rozprawy doktorskiej.

3. Ocena wartości naukowej i wdrożeniowej rozprawy doktorskiej

Merytoryczna ocena opiniowanej rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Pawła Śliwińskiego jest pozytywna. Podjęta tematyka jest ważna i ma charakter interdyscyplinarny oraz aplikacyjny. Pod względem rozważań teoretycznych i zastosowań praktycznych wnosi wkład w dyscyplinę naukową inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka, zaś jej utylitarny charakter może znaleźć zainteresowanie w obszarach inżynierii mechanicznej, eksploatacji i diagnostyki technicznej. Tak szeroki obszar oddziaływań wynika z aktualności poruszanej tematyki oraz znaczenia utylitarnego, które generuje zainteresowanie w wielu obszarach w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Opiniowana rozprawa ma silnie badawczy charakter, co podnosi jej potencjał aplikacyjny.

Doktorant przedstawia opis problemu badawczego i wdrożeniowego oraz dedykowane rozwiązanie, wykorzystujące proste metody matematyczne. Obszary te charakteryzują się inną specyfiką, co wymagało od Doktoranta indywidualnego podejścia i dogłębnej analizy oraz zrozumienia podstaw pracy w kopalni oraz obszernego przeglądu literaturowego.

Jako główne problemy badawcze a zarazem osiągnięcia należy wskazać ilościowe określenie wskaźników wspierających procedury eksploatacji (obejmujących wydajność, dyspozycyjność i diagnostykę), opracowanie metodyki, w szczególności kryteriów selekcji zmiennych (z uwzględnieniem ich jakości, zmienności, informacyjności), które mają być monitorowane oraz opracowanie algorytmów do wyznaczania odpowiednich wskaźników.

Zastosowanie technologii hurtowni danych pozwala na automatyzację procesu opracowania analiz i raportów oraz ich standaryzację. Takie podejście wynika z silnie utylitarnego charakteru badań i silnego zorientowania na implementację wyników do praktyki przedsiębiorstwa. Dodatkowo wdrożenie funkcjonalności monitoringu oraz diagnostyki samojezdnych maszyn górniczych rozszerza w sposób istotny możliwości analiz, dzięki udostępnieniu wiarygodnych danych opisujących pracę maszyny.

Doktorant zdefiniował przedmiotowo ocenę efektywności jako zbiór metod walidacji, przetwarzania i analizy danych mających na celu wykazanie poprawy

wydajności, jakości pracy i bezpieczeństwa. Jako opracowane metody oceny efektywności można wskazać:

- procedury oceny pracy maszyn z włączonym i wyłączonym układem lock-up; (rozdz. 5.1);
- procedury identyfikacji cykli roboczych w wozie odstawczym, (rozdz. 5.2.2);
- procedury identyfikacji cykli roboczych w samojezdnym wozie wiercącokotwiącym, (rozdz. 5.2.3).

Ponadto Doktorant określił pojęcie predykcyjnego utrzymania ruchu maszyn dołowych i zaproponował trzy opracowania:

- procedurę diagnostyki silnika spalinowego na podstawie ciśnienia oleju silnika, (rozdz. 5.3.1);
- procedurę diagnostyczną na podstawie statystycznej analizy danych temperaturowych, (rozdz. 5.3.2);
- procedurę wykrywania uszkodzeń tarczy flex-plate w układzie napędowym ładowarki przegubowej LKP 1601B na połączeniu koła zamachowego z przekładnią hydrokinetyczną, (rozdz. 5.3.3).

Doktorant zaproponował także koncepcję tworzenia tabeli - rejestru zdarzeń eksploatacyjnych, która ma zastosowanie przy analizie danych dla potrzeb predykcyjnego utrzymania ruchu.

Przedstawione w pracy osiągnięcia potwierdzają wartość naukową dysertacji doktorskiej i umożliwią jej pozytywną ocenę.

Opiniowana rozprawa doktorska realizowana była w trybie wdrożeniowym, co nakłada dodatkowe kryteria oceny związane z implementacją oraz transferem pozyskanej wiedzy naukowej do praktyki przemysłowej w przedsiębiorstwie. „Wdrożeniowy” charakter doktoratu widoczny jest także w tekście i formie edycji, które wynikają z szerszego grona odbiorców.

Pan mgr inż. Paweł Śliwiński udokumentował w rozprawie, że opracowane metody analiz (efekt naukowy) były implementowane na potrzeby testów

długoterminowych w środowisku WEBI, które umożliwia tworzenie tzw. "dashboardów" (efekt wdrożeniowy). Na etapie implementacji przyjęto założenia, że jeśli potwierdzono skuteczność danej metody i została ona zaakceptowana przez odbiorców (użytkowników), przechodziła do zbioru metod analitycznych i dostarczała informacji zarządczej określonej procedurami wewnętrznymi danej kopalni.

W efekcie doświadczeń na ścieżce wdrożeniowej Autor stwierdza, że zaproponowane scenariusze implementacji metod analitycznych pokazują, jak trudny jest proces implementacji rozwiązań naukowych do praktyki przemysłowej. Dlatego tym bardziej należy docenić, że wiele opracowanych w ramach badań Doktoranta algorytmów zostało zaimplementowanych, a niektóre z nich funkcjonują już od kilku lat w przedsiębiorstwie. W zakresie pracy wdrożono do praktycznego zastosowania:

- zdefiniowane reguły interpretacji danych dla potrzeb oceny parametrów pracy samojezdnych maszyn górniczych na podstawie statystyk percentyli dla wybranych parametrów, udostępnianych w raportach WEBI:
 - oceny stanu technicznego maszyny,
 - oceny kultury obsługi maszyny przez operatora,
 - oceny organizacji pracy maszyn w oddziałach wydobywczych;
- opracowane reguły selekcji i interpretacji błędów sygnalizowanych przez sterowniki cyfrowe silnika i skrzyni biegów, udostępnianych w raportach WEBI;
- automatycznie aktualizowane prezentacje wskaźników wydajności dla operacji zabudowy obudowy kotwowej oraz wiercenia otworów strzałowych, które są udostępnione w formie kokpitów na portalu KGHM.

Udokumentowane w pracy przykłady implementacji potwierdzają uzyskane efekty wdrożeniowe i umożliwią jej pozytywną ocenę.

Reasumując ocena całości rozprawy doktorskiej jest pozytywna.

4. Uwagi i zapytania

Staranna lektura rozprawy prowadzi do następujących uwag i pytań:

1. W pracy występują nieprecyzyjne i niejednorodne tłumaczenia sformułowań w języku angielskim, przykładowo „predictive maintenance” jako „diagnostyka maszyn” (str. 11), jako „utrzymanie ruchu” (str. 12) i kilka linijek tekstu poniżej „analitikę (Predictive Maintenance)”.
2. Niektóre rysunki mają bardzo niską jakość (przykładowo rys. 2-3, 2-8, 2-20), z kolei niektóre wyglądają jak z broszury reklamowej (przykładowo rys. 2-1 i 2-2).
3. Wiele rysunków zawiera opisy w języku angielskim, co w przypadku pracy pisanej w języku polskim jest niestosowne.
4. W tekście występują wzory nie numerowane oraz z mieszanym opisem (przykładowo str. 33).
5. W przypadku wielu wykresów prezentowanych w rozprawie czcionki opisów osi są zbyt małe i nieczytelne.
6. Czy przedstawiony zbiór rozwiązań dedykowanych wybranym procesom maszynowym w górnictwie podziemnym rud miedzi można uogólnić do przypadku maszyn pracujących w kopalni odkrywkowej w Chile należących do KGHM.
7. W diagnostyce elementów maszyn górniczych wykorzystano różne zmienne procesowe. Czy istnieje możliwość i czy jest to zasadne żeby stosować większe spektrum sygnałów drgań lub nawet sygnałów akustycznego. Istnieje wiele publikacji naukowych i aplikacji inżynierskich, np. w branży samochodowej, które wykorzystując sygnały wibroakustyczne do diagnostyki silnika, zawieszenia i pozostałych elementów pojazdu.
8. Aktualnie obserwuje się dynamiczny rozwój metod i techniki analitycznych oparte na uczeniu maszynowym i sztucznej inteligencji a zwłaszcza na głębokim uczeniu. Czy analizowano możliwości i ograniczenia zastosowania ich w badanych przypadkach?

9. Maszyny górnicze pracują w bardzo trudnych i zmiennych warunkach. Jak rozwiązano wpływ zmienności, np. temperatury otoczenia, prędkości i charakteru obciążeń w przypadku opracowanych metod opartych na danych temperaturowych i opisujących zmienność ciśnienia.
10. Zarządzanie flotą maszyn to skomplikowane zagadnienie. Czy istnieje możliwość wykorzystania potencjału agregacji informacji o setkach monitorowanych maszyn do budowania wiedzy o ich zachowaniu w aspektach diagnozy i prognozy.

Pozostałe uwagi językowe, gramatyczne i redakcyjne zaznaczyłem na otrzymanym egzemplarzu i nie mają one istotnego znaczenia dla wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej.

5. Konkluzja

Opiniowana rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Pawła Śliwińskiego stanowi komplementarne ujęcie problematyki analizy efektywności eksploatacyjnej maszyn górniczych i predykcyjnego utrzymania ruchu. Realizacja określonych etapów pracy oraz uzyskane wyniki potwierdzają poprawność przyjętej metodyki postępowania zmierzającej do udowodnienia sformułowanej hipotezy i opracowania użytecznych algorytmów operacyjnych. Pozwala to na wnioskowanie o umiejętności i dojrzałości Pana mgr. inż. Pawła Śliwińskiego w prowadzeniu badań naukowych i prac rozwojowych.

Przedstawione uwagi nie mają większego wpływu na fakt zrealizowania przez Autora zadania naukowo-badawczo-rozwojowego. Do rozwiązania zagadnienia Doktorant wykazał się niezbędną wiedzą oraz umiejętnościami w obszarze wdrożeniowym, kierując licznymi projektami rozwojowymi w przedsiębiorstwie KGHM.

Całość rozprawy pokazuje logiczny i prawidłowy tok postępowania, charakterystyczny do prowadzenia badań naukowych oraz zawiera niezbędne elementy prac rozwojowych i wdrożeniowych. Pozwala to na wnioskowanie

o umiejętności i dojrzałości Pan mgr. inż. Pawła Śliwińskiego w planowaniu i realizacji eksperymentów badawczych oraz koordynowaniu prac rozwojowych i wdrożeniowych. **Należy stwierdzić, że opiniowana rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie przez Doktoranta problemu naukowego i świadczy o ogólnej wiedzy teoretycznej oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Dodatkowo udokumentowane w rozprawie efekty prac rozwojowych jako wdrożenia konkretnych rozwiązań do praktyki przedsiębiorstwa potwierdzają umiejętności planowania i koordynacji prac rozwojowo-wdrożeniowych.**

Opiniowana rozprawa doktorska prezentuje oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników badań we wskazanych obszarach działalności górniczej.

Przedstawione w opinii uwagi nie mają istotnego wpływu na fakt samodzielnego zrealizowania przez Doktoranta zadania naukowo-badawczego-rozwojowego.

Uważam, że opiniowana rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Pawła Śliwińskiego pt. „*Metoda kompleksowej oceny efektywności eksploatacyjnej maszyn i predykcyjnego utrzymania ruchu na podstawie danych z systemu monitoringu*” spełnia wymogi określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.). Może zatem służyć jako podstawa do rozpatrzenia wniosku o nadanie Kandydatowi stopnia doktora nauk technicznych. W związku z powyższym stawiam wniosek o dopuszczenie Pana mgr. inż. Pawła Śliwińskiego do publicznej obrony opiniowanej rozprawy jako dzieła w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.