

Gliwice, 27.07.2023 r.

dr hab. inż. Dariusz Prostański, prof. ITG KOMAG  
Instytut Techniki Górniczej KOMAG  
ul. Pszczyńska 37  
44-101 Gliwice

Recenzja osiągnięcia naukowego,  
dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego  
dr. inż. Pawła Stefaniaka

w postępowaniu o nadanie **stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych**  
**w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych,**  
**w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka**

#### **1. Podstawa wykonania recenzji.**

Podstawą do opracowania recenzji dra inż. Pawła Stefaniaka jest pismo nr NOP/64/2023/R z dnia 29 maja 2023 r. Dyrektora Głównego Instytutu Górnictwa, prof. dr hab. inż. Stanisława Pruska informujące o powołaniu przez Radę Naukową Głównego Instytutu Górnictwa komisji do przeprowadzenia przewodu habilitacyjnego. Do pisma został dołączony komplet dokumentów habilitacyjnych w wersji papierowej.

Zasadniczym przedmiotem oceny jest monografia naukowa wydana przez wydawnictwo AGH (wydawnictwo o numerze identyfikacyjnym 10700, publikujące recenzowane publikacje naukowe posiadające POZIOM I — 80 punktów, wg załącznika do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 22 lipca 2021 r.), które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit.

Tytuł monografii:

**Metody oceny efektywności, niezawodności i uwarunkowań eksploatacyjnych odstawy oponowej w kopalni podziemnej**

## 2. Ocena rozprawy habilitacyjnej.

### 2.1. Ocena formalnej strony rozprawy habilitacyjnej.

Szczególne osiągnięcia Habilitanta w rozumieniu art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) są zawarte w monografii: „**Metody oceny efektywności, niezawodności i uwarunkowań eksploatacyjnych odstawy oponowej w kopalni podziemnej**”.

Monografia pt. „**Metody oceny efektywności, niezawodności i uwarunkowań eksploatacyjnych odstawy oponowej w kopalni podziemnej**” stanowi podsumowanie 7- letniej działalności naukowej Kandydata w zakresie kompleksowej oceny procesu odstawy oponowej w kopalni podziemnej. Habilitant skompletował wyniki badań, przeprowadził własne badania i zastosował autorskie narzędzia do modelowania, optymalizacji i predykcji w zakresie budowy narzędzi wspomagających optymalizację eksploatacji maszyn oraz efektywnym planowaniem i zarządzaniem w obrębie logistyki urobku w oparciu o dane rzeczywiste SMG. Efekt jego prac został wdrożony w ramach pracy: „Studium możliwości wykorzystania technik IoT dla predykcji uszkodzeń, diagnostyki stanu technicznego wybranych samojezdnych maszyn górniczych (SMG) w oddziałach górniczych – wdrożenie” Wykazał potrzebę optymalizacji i zarządzania taborem maszynowym w warunkach KGHM proponując nowatorskie i oryginalne narzędzia wg własnego pomysłu.

Główne osiągnięcia naukowe zaprezentowane przez Kandydata, stanowiące oryginalny wkład w zakresie metod oceny efektywności oraz rozpoznawania uwarunkowań eksploatacyjnych odstawy oponowej kopalni podziemnej dotyczą następujących procedur procesu analitycznego:

- detekcja i parametryzacja cykli odstawy urobku w oparciu o ogólnodostępne dane rejestrowane przez pokładowe systemy monitoringu,
- wielowymiarowa analiza awaryjności SMG z wykorzystaniem technik *text mining*,
- oceny stanu infrastruktury drogowej w kopalni podziemnej,
- identyfikacja obciążeń dynamicznych o charakterze udarowym w ujęciu wielowariantowym,
- klasyfikacja nachylenia nawierzchni drogi w wyrobiskach korytarzowych,
- szacowanie ścieżki przejazdu maszyny górniczej na cyfrowej mapie kopalni.

W monografii Kandydat przedstawił stan wiedzy w zakresie prac teoretycznych jak i aplikacyjnych dotyczących metod analitycznych umożliwiających uzyskanie kompleksowej oceny procesu w zakresie prac teoretycznych jak i eksploatacji SMG, gdzie określił brak procedur rozpoznawania cykli odstawczych odpornych na czynniki zewnętrzne, metod wielowymiarowej analizy awaryjności maszyn dołowych oraz oceny warunków drogowych z uwzględnieniem obecności przeciążeń dynamicznych maszyn jak i brak procedur zapewniających lokalizowanie i śledzenie przemieszczania się SMG w wyrobiskach korytarzowych. Kandydat opisał w monografii własne prace i działania wypełniające lukę stanu wiedzy i przyjął wielowariantowe i kompleksowe podejście do badań.

Kandydat, jak opisuje, opracował modele, które na drodze przetwarzania tych danych posłużyły do syntezy informacji o wydajności SMG w kontekście warunków pracy, historią eksploatacji i wskaźnikami technicznymi. Poprzez dostęp do tych informacji zapewnił, proces wnioskowania uwzględniający indywidualne parametry techniczne maszyn oraz parametry ruchowe, uwarunkowania eksploatacyjne a także stopień zużycia podzespołów. Uwzględnienie zmiennego oddziaływania na postać mierzonych sygnałów zapewniło spójność uzyskanych wyników analiz i ich poprawną interpretację. Kandydat swoje prace rozpoczął od rozpoznania jakości i dostępności danych pochodzących z monitoringu SMG oraz ich wpływu na procesy decyzyjne.

Kandydat w swojej pracy sformułował tezę, że korzystając z wielu źródeł w zakresie integracji i analizy danych zapewni:

- detekcję cykli odstawczych w czasie z wyszczególnieniem w nich przebiegu cząstkowych operacji,
- identyfikację warunków eksploatacyjnych SMG,
- pogłębienie wiedzy o relacjach i prawidłowościach mających miejsce w toku procesu transportowego,
- szersze rozpoznanie historii eksploatacyjnej maszyn dołowych.

W pracy Habilitant zaproponował nowe podejście w zakresie określania wskaźników wydajnościowych dla transportu urobku z użyciem SMG uwzględniając wskaźniki techniczne i stochastyczny charakter warunków eksploatacyjnych, co było głównym celem badań i stanowi jego oryginalne osiągnięcie. Takie podejście umożliwiło

budowę zintegrowanego i systemowego ujęcia ruchu SMG, ciągów transportowych, logistyki urobku w funkcjach organizowania, planowania, sterowania i kontrolowania procesów transportowych i produkcyjnych.

Kandydat w swojej monografii przedstawił badania skoncentrowane na procesie planowania i zarządzania procesem wydobywczym w kopalni rud miedzi uwzględniając wpływ postojowości na efektywność procesów wydobywczych. Oceniał aktualną sytuację związaną z zapotrzebowaniem na rozwój specjalistycznych narzędzi wspierających zarządzanie procesu transportowego w powiązaniu z jego planowaniem w oparciu o dane rzeczywiste oraz potrzebą zarządzania logistyką urobku.

Habilitant dokonał szczegółowej analizy systemów IT obejmujących główne i wspierające procesy w kopalniach KGHM dokonując oceny jakości, dostępności i poziomu informacyjności danych archiwizowanych zwracając uwagę na specyfikę przedsiębiorstwa górniczego oraz różnice w sposobach rejestracji, gromadzenia i dystrybuowania danych i określając warunki graniczne do budowy modeli analitycznych. W prowadzonych pracach wyszczególnił kluczowe dane z uwagi na możliwości rozwoju narzędzi analitycznych w aspekcie oceny efektywności i diagnozowania procesu transportu. Zaproponował nowe źródła danych i zwrócił uwagę na konieczność zastosowania metod ekstrakcji informacji z dotychczas gromadzonych danych i zwiększenia świadomości analityka w zakresie kontekstów operacyjnych SMG. W ramach rozwoju własnego podejścia Kandydat przedstawił propozycję fuzji danych z różnych źródeł pod kątem ich wykorzystania do rozwoju mechanizmów analitycznych.

Kandydat ukierunkował swoje prace na identyfikację wszelkich cech, wzorców i relacji kluczowych dla automatycznego rozpoznawania cykli odstawy urobku w czasie i rozwinął proces analityczny o dodatkową detekcję cząstkowych operacji każdego cyklu odstawczego. Kluczowym elementem prac Kandydata była identyfikacja w szeregach czasowych momentów rozpoczęcia i zakończenia operacji cyklu odstawy, by poprzez wielowymiarową analizę statystyczną, generować i otrzymywać ocenę efektywności procesu odstawy, co zawarł w zestawie procedur cykli odstawczych. W efekcie prowadzonych prac Habilitant opracował zestaw procedur identyfikacji cykli odstawczych w efekcie czego wskazuje jako swoje osiągnięcie opracowanie metody predykcji cykli w oparciu o takie zmienne jak: aktualny bieg, kierunek i prędkość jazdy

oraz zużycie paliwa wskazując ich odporność na manipulacje operatora i dostępność z uwagi na ich powszechną obecność w maszynach odstawczych. Do modelowania Kandydat wykorzystał uczenie maszynowe i przetwarzanie sygnałów dokonując wygładzenia sygnałów z wykorzystaniem średniej ruchomej oraz dalszej klasyfikacji danych za pośrednictwem maszyny wektorów nośnych i algorytmu DBSCAN otrzymując w efekcie model o skuteczności 89%.

Kandydat bazując na stosowanym w KGHM informatycznym systemie rejestrowo-naprawczym opracował model analityczny odzwierciedlający postępowania eksperta/serwisanta SMG, który w pierwszej kolejności polegał na rozpoznawaniu wpisów w zakresie zdarzeń i podzespołów i ich kategoryzacją istotności. Kandydat osiągnął możliwość statystycznego przetwarzania informacji z bazy CMMS na dowolnym poziomie szczegółowości, co zalicza jako istotne osiągnięcie w zakresie pozyskiwania wiedzy. Kandydat zaproponował oryginalne rozwiązanie eksploracji bazy danych CMMS z wykorzystaniem technik text mining oraz metody uczenia maszynowego przystosowując modele analityczne do specyfiki bazy CMMS i zastosowania ich do języka polskiego wypełniając niszę rynkową. Zastosował eksplorację dużych zbiorów tekstowych obejmującą filtrację rejestrów oraz zaproponował narzędzia do analiz ilościowych oraz wizualizacji zdarzeń z uwzględnieniem miejsca pracy czy danych diagnostycznych. Dzięki opracowanym narzędziom Kandydat osiągnął ocenę skuteczności obsługi maszyn oraz trwałości podzespołów. Opracował również model oparty na ocenie analizy koszykowej umożliwiający identyfikację reguł asocjacyjnych występujących w bazie danych. Poprzez rozwijanie narzędzia text mining Habilitant zasadniczo rozszerzył możliwości wielowymiarowej analizy awaryjności SMG w rozpoznaniu czasu awarii i przywrócenia maszyny do ruchu, wykazu czynności naprawczych oraz oceny kosztów jednostkowych związanych z naprawą. Dzięki automatyzacji procedur Kandydat osiągnął możliwość szacowania czasu bezpiecznej eksploatacji, predykcji uszkodzeń krytycznych elementów SMG oraz zdefiniowania listy wskaźników niezawodnościowych parku maszynowego.

Kandydat w monografii opisał swoje badania w zakresie oceny uwarunkowań drogowych oraz identyfikacji przeciążeń dynamicznych związanych z jakością

i nachyleniem trasy. Wykorzystał inercyjną jednostkę pomiarową jako podstawowe źródło badań do realizacji szeregu opracowanych scenariuszy eksperymentów dołowych i powierzchniowych. Badania Kandydat prowadził z użyciem stanowiska laboratoryjnego z robotem kołowym oraz na wozie odstawczym z wykorzystaniem poligonu badawczego producenta maszyn w zakresie oceny wpływu prędkości, oddziaływania sił bezwładności oraz jazdy po drodze o różnym nachyleniu, pozycji i stopnia wypełnienia skrzyni ładunkowej na wielkość rejestrowanych drgań. Kolejne badania w podziemiach kopalń prowadzone przez Kandydata obejmowały typowe warunki ruchowe wozu odstawczego podczas transportu urobku w zakresie oceny jakości danych inercyjnych w uwarunkowaniach drogowych i przeciążeń dynamicznych oraz wskazań najbardziej kluczowych zmiennych w badanym zakresie a także pozyskanie danych do dalszego rozwoju metod analitycznych. Kandydat prowadząc badania zwrócił uwagę, że sygnał akcelerometru w osi Z jest kluczowym źródłem informacji o jakości trasy i obciążeniach dynamicznych maszyny. Określił też liniową zależność prędkości jazdy od amplitud w osi Z, gdzie były one większe dla maszyny niezaladowanej charakteryzującej się większymi prędkościami jazdy. Ustalił, że nachylenie trasy można estymować z sygnału przechylenia na drodze całkowania żyroskopu w osi Y oraz potwierdził możliwość rozpoznawania skrętów maszyny (całkowanie żyroskopu w osi Z) a także identyfikacji skrętów maszyny w oparciu o sygnał akcelerometru w osi X. Potwierdził możliwość wykreślenia ścieżki ruchu maszyny wykorzystując oś Z żyroskopu i sygnały kierunku i prędkości jazdy maszyny.

Przeprowadzone badania umożliwiły Habilitantowi opracowanie metody klasyfikacji stanu drogi adaptacyjną do prędkości jazdy maszyny, która została zwalidowana poprzez usunięcie grawitacji z sygnału akcelerometru w osi Z oraz usunięciem drgań biegu jałowego.

W dalszych badaniach Kandydat przyjął że model adaptacyjnej klasyfikacji drogi będzie zbiorem instancji klasyfikatorów procedury grupującej. Zaproponował trójstanową klasyfikację jakości drogi z wykorzystaniem algorytmu grupującego hierarchicznie, opracował procedurę wyznaczania wartości progów decyzyjnych oraz rozwinął metodę estymacji trajektorii ruchu z możliwością wizualizacji na niej trójstanowej klasyfikacji jakości drogi z rozróżnieniem pustej i pełnej skrzyni ładunkowej. Analogiczne

podejście Kandydat zaproponował do prezentacji przeciążeń dynamicznych wykorzystując dwie statystyki: średnią z pomiarów amplitudy przyspieszenia liniowego w osi Z oraz średnią z 10 największych pomiarów amplitudy przyspieszenia liniowego w osi Z.

Uzupełnieniem modelu oceny warunków drogowych Kandydata była metoda szacowania nachylenia nawierzchni drogi, gdzie w celu otrzymania zadawalającej jakości modelu zastosował filtr komplementarny. Zastosował połączenie przebiegów akcelerometru i żyroskopu, gdzie ustalił odpowiedni podział w paśmie częstotliwości dla obu czujników a następnie zastosował wygładzenie szeregu czasowego z wykorzystaniem filtru Savitzky'ego–Golaya i klasyfikację, w wyniku której generowana była zmienna kategoryczna, wskazująca jazdę po płaskiej i nachylonej nawierzchni.

Kandydat kontynuując badania śledzenia ścieżki ruchu maszyn dołowych rozwinął swoje metody na potrzeby lokalizacji maszyn opracowując dwie metody estymacji ścieżki ruchu, gdzie jedną, jako oryginalne osiągnięcie Habilitanta metodę umożliwiającą precyzyjne wykreślanie pozycji maszyny na mapie, gdzie opracował algorytm korekcji wskazań żyroskopu oraz cyfrowego odwzorowania wyrobisk. Metoda wykorzystuje szeregi czasowe żyroskopu w osi Z, prędkości, aktualnego biegu i kierunku jazdy i zakłada implementację metody wnioskowania bazującą na regułach topologicznych wyrobisk korytarzowych. Kandydat przyjął układ wyrobisk kopalni jako układ kratownicowy, w którym wyrobiska przecinają się pod kątem prostym, gdzie potraktował szereg skrzyżowań jako punkty, połączone odcinkami prostymi wyrobisk. Idea algorytmu sprowadzała się do wykreślenia trajektorii ruchu pojazdu za pomocą pierwszej metody bazującej na całkowaniu metodą trapezów iloczynu prędkości jazdy i przekształconego odpowiednią funkcją trygonometryczną kąta odchylenia maszyny oraz ciągłej weryfikacji sekwencji jego przejazdów przez kolejne skrzyżowania. Algorytm uwzględniał, które ze skrzyżowań przemierzała maszyna górnicza, gdzie procedura korekcyjna wykorzystywała zastosowanie dwóch okręgów dla każdego skrzyżowania. Wykrycie momentu skrętu Kandydat oparł za żyroskopie w osi Z a do detekcji skrętu opracował dedykowaną sieć neuronową, natomiast kąt i kierunek skrętu oparł na dwóch osobnych procedurach. W rezultacie Kandydat opracował model analityczny zapewniający w pełni automatyczne lokalizowanie SMG na mapie cyfrowej.

Kandydat realizując tak szeroki zakres prac związanych z diagnozowaniem i predykcją eksploatacji SMG dostarczył narzędzia, które nie tylko mogą poprawić efektywność wykorzystania potencjału maszynowego KGHM, ale i znacząco obniżyć koszty eksploatacji oraz przewidywać uszkodzenia kluczowych zespołów maszyn. Służyć też mogą producentom celem doskonalenia ich produktów. Stosowanie systemu umożliwi również poprawę szerokokorozumianego bezpieczeństwa pracy. Wykorzystanie zebranej i uporządkowanej wiedzy i niektórych algorytmów może znacząco przyspieszyć proces automatyzacji maszyn i urządzeń. Wyznaczenie jakości dróg transportowych, narzędzia opracowane przez Kandydata mogą posłużyć optymalizacji prędkości jazdy maszyn w kontekście poprawy ich żywotności i oczekiwanej wydajności systemu transportowego.

### **3. Ocena dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Habilitanta.**

#### **3.1. Ocena dorobku naukowego.**

Dr inż. Paweł Stefaniak ukończył w 2011 r. studia na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej, natomiast w 2016 r. również na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w wyniku obrony z wyróżnieniem rozprawy doktorskiej: „Modelowanie procesów eksploatacji rozproszonego przestrzennie systemu transportu ciągłego”.

Od 2014 r., jest zatrudniony w KGHM CUPRUM sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe. Początkowo jako specjalista inżynieryjno-techniczny, obecnie jako adiunkt i Kierownik Zakładu Analityki Systemów.

Kluczowymi osiągnięciami naukowymi Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora są badania nad modelowaniem procesów eksploatacyjnych samojezdnych maszyn górniczych (SMG). W ich wyniku Habilitant opracował metody kompleksowej oceny procesu odstawy oponowej w kopalni podziemnej. Metody te umożliwiają budowę narzędzi wspomagających optymalizację eksploatacji maszyn oraz efektywne planowanie i zarządzanie w obrębie logistyki urobku w oparciu o dane rzeczywiste. Opracowane metody zostały wdrożone w latach 2021-2022 w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A. w ramach pracy pt. „Studium możliwości wykorzystania technik IoT dla



predykcji uszkodzeń, diagnostyki stanu technicznego wybranych samojezdnych maszyn górniczych (SMG) w oddziałach górniczych – wdrożenie”. Część badawcza pracy obejmowała: szersze rozpoznanie czynników obciążeń dynamicznych, analizę porównawczą przeciążeń dynamicznych pomiędzy różnymi maszynami w trzech zakładach górniczych KGHM oraz pomiędzy ich rejonami i operacjami wykonywanymi przez maszyny, badanie relacji maszyna – miejsce pracy, maszyna – operator, średnia prędkość – liczba skrętów na trasie odstawy urobku w kontekście poziomu rejestrowanych przeciążeń dynamicznych, badanie poziomu przeciążeń dynamicznych na drogach dojazdowych, rozwój metod diagnostycznych do wczesnego rozpoznawania zjawiska luzu na przegubie.

Habilitant wykazuje się zarówno międzynarodową jak i krajową aktywnością naukowo-badawczą z uczelniami i jednostkami naukowymi, którą rozpoczął w 2011 roku. Współpraca z uczelniami i instytucjami naukowymi w większości przypadków związana jest z realizacją projektów naukowo-badawczych w międzynarodowych konsorcjach. Najważniejsze z nich to:

- Luleå Tekniska Universitet (Szwecja),
- Montanuniversität Leoben (Austria),
- Aalto Korkeakoulusaatio SR (Finlandia),
- Tampere University (Finlandia),
- The University of Edinburgh (Wielka Brytania),
- Eidgenoessische Technische Hochschule Zuerich (Szwajcaria),
- Fundación TECNALIA Research & Innovation (Hiszpania),
- Universitat Politècnica de Catalunya (Hiszpania),
- Fondazione Bruno Kessler (Włochy),

Realizacja projektów dotyczyła również współdziałania z przedsiębiorstwami krajowymi i zagranicznymi odpowiedzialnymi za rozwój i wdrażanie innowacyjnych maszyn, rozwiązań technologicznych (m.in. w branży IT i ICT) oraz świadczących usługi w przemyśle wydobywczym. Do kluczowych partnerów wymienionych przez Habilitanta należą m.in.: DMT GmbH & CO. KG (Niemcy), Sandvik Mining And Construction GMBH (Austria), KGHM ZANAM S.A. (Polska), Epiroc Rock Drills AB (Szwecja), ABB AB

(Szwecja), LTU Business AB (Szwecja), AMEplus sp. z o.o. (Polska), ANYbotics AG (Szwajcaria), Worldsensing SL (Hiszpania), GEOTEKO Serwis sp. z o.o. (Polska).

Współpraca Habilitanta z ww. podmiotami realizowana była m.in. w ramach 7. Programu Ramowego, programu Horyzont 2020, EIT RawMaterials, Horizon Europe czy Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój. Habilitant współpracował również z uczelniami w ramach prac finansowanych ze środków własnych, prac zleconych z przemysłu, jak również aktywnie wspierał pracę studentów, adiunktów w ramach ich prac realizowanych w trakcie studiów doktoranckich, praktyk zawodowych.

Do najważniejszych osiągnięć związanych z aktywnością Habilitanta w pracach prowadzonych we współpracy z jednostkami naukowymi i badawczymi zleży zaliczyć:

- 40 publikacji naukowych,
- 29 referatów zaprezentowanych na konferencjach naukowych,
- udział w 10 konsorcjach międzynarodowych i 1 krajowym.
- pełnienie funkcji opiekuna pomocniczego w Doktoracie Wdrożeniowym.

Oprócz badań skupionych w obrębie głównej specjalizacji jaką jest transport kopalniany, Habilitant angażuje się również w prace badawczo-rozwojowe dotyczące:

- monitorowania deformacji terenu wskutek aktywności górniczej,
- rozwoju systemów wspomagających zarządzanie eksploatacją,
- rozwoju metod diagnostyki technicznej maszyn,
- zastosowania robotyki w górnictwie,
- poprawy bezpieczeństwa w kopalni.

Dorobek publikacyjny Habilitanta poza osiągnięciem naukowym po obronie doktoratu obejmuje:

- 10 publikacji znajdujących się w bazie JCR,
- 49 publikacji spoza bazy JCR,
- 24 referaty konferencyjne.

Liczba publikacji w bazach/liczba cytowani (bez autocytowań)/indeks Hirscha wynoszą:

- Baza Web of Science: 35/127/9,
- Baza Scopus: 50/143/8.

### **3.2. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego Kandydata.**

Dr inż. Paweł Stefaniak posiada w swoim dorobku:

- Prowadzenie wykładów – ponad 600 godzin zajęć dydaktycznych, w tym 65 godzin po uzyskaniu doktoratu na 3 uczelniach: Politechnika Wroclawska, Uniwersytet Ekonomiczny we Wroclawiu, Uniwersytet Wroclawski, gdzie prowadził wykłady i laboratoria.
- Organizację, prowadzenie i rozliczanie programu praktyk studenckich i staży naukowych realizowanych w Zakładzie Analityki Systemów. Habilitant nadzorował 69 praktyk studenckich, w tym był bezpośrednim opiekunem 42 studentów. W ramach programu praktyk studenckich współpracował z 4 uczelniami.
- Współorganizację, jak również prowadzenie wykładów i warsztatów szkoleniowych dla kadry inżynierów KGHM Polska Miedź S.A., które w swoim zakresie miały aspekty edukacyjne, ale przede wszystkim popularyzował wyniki prac badawczych realizowanych przy współpracy z KGHM Polska Miedź S.A.
- Organizację oraz prowadzenie w KGHM CUPRUM sp. z o.o. Centrum Badawczo-Rozwojowe stażu badawczo-przemysłowego dla dwóch adiunktów Politechniki Krakowskiej z Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej.
- Rolę opiekuna ze strony przedsiębiorcy 2 doktorantów realizujących „Doktorat Wdrożeniowy” na Wydziale Zarządzania, Informatyki i Finansów oraz na Wydziale Chemicznym. Świadczy to o multidyscyplinarnym podejściu do prowadzonych badań.
- Osiągnięcia popularyzujące naukę.
- 4 wdrożone technologie.
- 20 międzynarodowych i krajowych projektów zarówno jako kierownik projektu, kierownik zadań oraz jako wykonawca.
- Udział w 1 krajowej organizacji oraz w 10 konsorcjach naukowych.
- Członkostwo w Komitecie Redakcyjnym Czasopisma Naukowo-Technicznego Górnictwa Rud CUPRUM.
- Członkostwo w Radzie Naukowej KGHM CUPRUM sp. z o.o. – CBR w kadencji 2018-2022 oraz w kadencji 2022-2026.

- Recenzję 23 prac naukowych opublikowanych w czasopiśmie o zasięgu krajowym i międzynarodowym oraz 3 artykułów opublikowanych w materiałach konferencyjnych.
- Ocenę wniosków pracowników naukowych w zakresie awansów, nagród za działalność popularyzującą naukę jako członek Rady Naukowej oceniający wnioski w ramach działalności statutowej i wnioski o awanse naukowe pracowników KGHM CUPRUM sp. z o.o. – CBR.
- 7 opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców,
- Członkostwo w 2 zespołach eksperckich tj. w grupie roboczej ds. inteligentnych specjalizacji – Przemysł 4.0 (specjalizacja horyzontalna) oraz w Dolnośląskiej Regionalnej Rady Przemysłu Przyszłości z inicjatywy Platformy Przemysłu Przyszłości – fundacji Skarbu Państwa wykonującej, jako agenda rządowa, zadania Rządu RP w zakresie szeroko pojętego wsparcia dla przedsiębiorców w procesie transformacji cyfrowej w kierunku „przemysłu 4.0”.
- Współpracę z przedsiębiorstwami krajowymi i zagranicznymi odpowiedzialnymi za rozwój i wdrażanie innowacyjnych maszyn, rozwiązań technologicznych (m.in. w branży IT i ICT) oraz świadczących usługi w przemyśle wydobywczym. W ramach prowadzonych prac badawczych dedykowanych górnictwu Habilitant opracował samodzielnie lub we współpracy procedury, narzędzia, stanowiska laboratoryjne, prototypową aparaturę elektroniczną oraz systemy klasy DSS.

#### **4. Wniosek końcowy.**

Podsumowując, Kandydat opisał swój oryginalny wkład w zakresie metod oceny efektywności oraz rozpoznawania uwarunkowań eksploatacyjnych odstawy oponowej kopalni podziemnej i wykazał osiągnięcia, które opisał i udowodnił jako własny wkład w rozwój wyspecjalizowanych narzędzi informatycznych równocześnie posługując się bardzo sprawnym aparatem badawczym.

Biorąc pod uwagę:

##### **1. osiągnięcia Kandydata:**

- detekcja i parametryzacja cykli odstawy urobku w oparciu o ogólnodostępne dane rejestrowane przez pokładowe systemy monitoringu,

- wielowymiarowa analiza awaryjności SMG z wykorzystaniem technik *text mining*,
- oceny stanu infrastruktury drogowej w kopalni podziemnej,
- identyfikacja obciążeń dynamicznych o charakterze udarowym w ujęciu wielowariantowym,
- klasyfikacja nachylenia nawierzchni drogi w wyrobiskach korytarzowych,
- szacowanie ścieżki przejazdu maszyny górniczej na cyfrowej mapie kopalni.

oraz

2. pozytywną ocenę monografii naukowej pt. Metody oceny efektywności, niezawodności i uwarunkowań eksploatacyjnych odstawy oponowej w kopalni podziemnej,
3. pozytywną ocenę dorobku naukowego, zgromadzonego przez Kandydata, a w szczególności dorobku na rzecz przemysłu,
4. wkład naukowy i techniczny w zakresie górnictwa, a w szczególności transportu kopalnianego oraz monitoringu i diagnostyki maszyn górniczych, aktywny udział w działalności naukowej i dydaktycznej,

uważam, że osiągnięcia dr inż. Pawła Stefaniaka spełniają wymagania formalne określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 r. i mogą stanowić podstawę do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka i wnioskuję do Rady Naukowej Głównego Instytutu Górnictwa o dopuszczenie Kandydata do dalszego postępowania.

Zakres prac badawczych i spektrum opracowanych narzędzi wykonane przez Kandydata są imponujące i są przykładem bardzo dobrze zaplanowanej i wizjonerskiej pracy badawczej dlatego wnioskuję o wyróżnienie pracy Pana dr inż. Pawła Stefaniaka.

