

Kraków, dnia 10.02.2018 r.

Dr hab. inż. Piotr Kulinowski  
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie  
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki  
al. Mickiewicza 30, 30 - 059 Kraków

**RECENZJA**  
**rozprawy doktorskiej mgr inż. Wiesława Migdała**  
**pt. „Wykorzystanie systemów automatyki przemysłowej do**  
**oceny energochłonności transportu ciągłego urobku w kopalni**  
**odkrywkowej”**

**1. Podstawa opracowania recenzji**

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Wiesława Migdała pt. „Wykorzystanie systemów automatyki przemysłowej do oceny energochłonności transportu ciągłego urobku w kopalni odkrywkowej” została opracowana na podstawie uchwały Rady Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej z dnia 7. listopada 2017 r. i zlecenia Dziekana Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej prof. dr hab. inż. Moniki Hardygóry z dnia 09.11.2017 r.

**2. Ogólna charakterystyka pracy**

Rozprawa doktorska mgr inż. Wiesława Migdała, będąca analizą możliwości wykorzystania zasobów informacyjnych dostępnych w ramach pracujących systemów automatyki przemysłowej do ograniczenia energochłonności systemów transportu taśmowego, została opracowana pod opieką promotorską dr hab. inż. Radosława Zimroza profesora Politechniki Wrocławskiej.

Przedstawiona do recenzji praca składa się z dwunastu rozdziałów zawierających: opracowanie tekstowe, osiemdziesiąt osiem ilustracji z rysunkami i wykresami, jedenaście tabel, spis literatury oraz obszerny, pięćdziesięciostronicowy, zestaw załączników z tabelami i raportami. Praca liczy, łącznie z wykazami ilustracji, tabel i załączników oraz samymi załącznikami, 213 stron.

W pierwszym rozdziale pracy zatytułowanym „Metody badawcze” przedstawiono genezę problemu badawczego, opisano układ technologiczny kopalni wraz z uwarunkowaniami geologiczno-górnictwymi i organizacyjnymi występującymi w KWB Turów, określono przedmiot badań, który stanowi wybrany ciąg przenośników taśmowych oraz sprecyzowano cel poznawczy i praktyczny podjętych badań.

Rozdział drugi obejmuje przegląd literatury dotyczącej podjętej tematyki pracy. W pierwszej części rozdziału dokonano przeglądu publikacji związanych z problematyką ograniczania energochłonności wydrukowanych w periodykach o zasięgu światowym, a następnie skupiono się na publikacjach krajowych w tej dziedzinie, włączając w to samodzielne artykuły doktoranta.

W rozdziale trzecim autor sformułował tezę pracy, określił szczegółowe cele pracy służące do jej udowodnienia oraz przedstawił zakres wykonanych działań.

Tytuł rozdziału czwartego, „Identyfikacja kluczowych elementów procesu transportu urobku wpływających na zużycie energii elektrycznej”, dobrze oddaje jego zawartość. Przedstawiono w nim schematy systemu transportowego w układzie technologicznym analizowanej kopalni, możliwe kierunki przepływu nadkładu i węgla od koparek do zwałowarek i elektrowni, długości poszczególnych ciągów transportowych i zainstalowane moce silników. Zasygnalizowano w nim zidentyfikowany problem złożoności badanego systemu transportowego i jego energochłonności, także w kontekście nieregularnego stanu obciążenia układów napędowych, często znacznie poniżej mocy nominalnej silników. Na zakończenie zdefiniowano obszary poszukiwań przyczyn energochłonności transportu taśmowego.

W rozdziale piątym opisano Informatyczny System Przemysłowy, stanowiący istotny składnik przeprowadzonych badań i analiz, w aspekcie realizacji pomiarów i sterowania pracą przenośników. Opis tego systemu w kontekście akwizycji, transmisji i archiwizacji danych kontynuowano w rozdziale szóstym.

Rozdziały siódmy i ósmy dotyczą procesu przetwarzania, przeprowadzania analiz i raportowania na podstawie informacji o pracy systemu transportowego zgromadzonych w Hurtowni Danych.

W rozdziale dziewiątym przedstawiono kierunki ograniczania energochłonności transportu taśmowego poprzez zastosowanie nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych w budowie przenośników, wprowadzenie zmian w systemach sterowania pracą ciągów przenośników oraz zastosowanie diagnostyki predykcyjnej.

Rozdział dziesiąty stanowi najważniejszą część dysertacji, gdyż poświęcono go analizie energochłonności transportu taśmowego wykonanej w całości na podstawie danych i informacji zgromadzonych przez systemy automatyki przemysłowej.

W rozdziale jedenastym zamieszczono podsumowanie i wnioski oraz wytyczono kierunki dalszych badań z wykorzystaniem systemów automatyki przemysłowej.

Zasadniczą część pracy zamyka spis publikacji wykorzystanych podczas jej realizacji, który obejmuje 141 pozycji, w tym 55 w języku angielskim oraz 8 samodzielnych publikacji Doktoranta. Wszystkie pozycje załączonej bibliografii zostały zacytowane w tekście pracy.

### **3. Ocena tematu i celu pracy**

Wiele opracowań publikacji naukowych wskazuje, że poprawę efektywności procesu wydobywania kopalin użytecznych można uzyskać poprzez zmniejszenie energochłonności transportu taśmowego. Większość nowoczesnych systemów odstawy urobku składa się z przenośników taśmowych, których układy napędowe są monitorowane w sposób ciągły poprzez obserwację zmian wartości prądów zasilających silniki elektryczne. Pozyskana w ten sposób informacja jest wykorzystywana do bieżącej oceny poprawności ich pracy. Autor podjął próbę wykorzystania sygnałów diagnostycznych rejestrowanych przez systemy automatyki do oceny stopnia wykorzystania zdolności transportowej przenośników taśmowych i zużycia energii elektrycznej w odniesieniu do ilości przetransportowanego urobku. Z uwagi na skalę zastosowania przenośników taśmowych w przemyśle wydobywczym i konieczność zmniejszania jego energochłonności podjętą problematykę uważam za aktualną i bardzo ważną.

Temat recenzowanej pracy doktorskiej brzmi: „Wykorzystanie systemów automatyki przemysłowej do oceny energochłonności transportu ciągłego urobku w kopalni odkrywkowej” i w pełni obejmuje jej zawartość.

Autor pracy postawił tezę, że „w przedsiębiorstwie górniczym istnieją parametry fizyczne opisujące proces transportu przenośnikowego, które po zmierzeniu i przetworzeniu w celu ekstrakcji wiedzy o procesie mogą stanowić podstawę do zarządzania pracą systemu transportowego w kontekście racjonalizacji zużycia energii elektrycznej”. Postawioną tezę oceniam za uzasadnioną. Natomiast sformułowane w trzecim rozdziale pracy cele szczegółowe (punkty od 1 do 5) są w istocie etapami realizacji głównego celu pracy, jakim jest ocena energochłonności transportu taśmowego w KWB Turów i tym samym udowodnienie postawionej tezy. Sformułowany w punkcie szóstym cel: *Ocena efektywności rozwiązań (synteza)* jest określony zbyt lapidarnie i ogólnikowo zarazem.

#### **4. Merytoryczna ocena pracy**

Podczas realizacji pracy Autor zgromadził bardzo interesujący materiał badawczy, który umożliwił mu osiągnięcie postawionego celu zarówno w aspekcie poznawczym jak i utylitarnym. Za główne osiągnięcia Autora można uznać:

- wykorzystanie informacji pochodzących z istniejących systemów informatycznych kopalni węgla brunatnego do oceny energochłonności procesu transportu nadkładu i węgla,
- opracowanie algorytmów ekstrakcji danych z tych systemów,
- budowę i implementację modeli symulacyjnych przemieszczania urobku przez wybrane ciągi transportowe,
- rzetelne opracowanie obszernego zakresu danych, pochodzących z kilkuletniego okresu pracy systemu transportu taśmowego KWB Turów,
- wykorzystanie wskaźników energochłonności przenośników taśmowych do oceny energochłonności transportu ciągłego urobku.

Ze względu na zakres i pracochłonność prowadzonych analiz Autor nie ustrzegł się pewnych niedopatrzeń i uchybień, które zostały przedstawione w dalszej części recenzji.

Poniżej przedstawiono merytoryczne uwagi do układu i treści pracy oraz pytania, z których najbardziej istotne zaznaczono drukiem wytłuszczonym. W oznaczeniu strony indeks górny oznacza numer wiersza od góry, a indeks dolny numer wiersza na stronie liczony od dołu. Uwagi zamieszczono w kolejności wystąpień w tekście pracy.

Przedstawiona praca stałaby się bardziej przejrzysta, gdyby skorygowano strukturę dokumentu i zmniejszono liczbę jej rozdziałów. Rozdziały piąty i szósty dotyczą problemu akwizycji i archiwizacji danych przez jeden system informatyczny (ISP), natomiast rozdziały siódmy i ósmy zawierają analizy i informacje na temat raportowania na podstawie danych zgromadzonych w Hurtowni Danych. Sądzę, że rozdziały piąty, szósty, siódmy i ósmy powinny zostać scalone w jeden, opisujący istniejącą infrastrukturę informatyczną badanej kopalni, zbierającą, archiwizującą i przetwarzającą dane pracującego systemu transportu taśmowego. Dlaczego rozdział dziewiąty „*Ocena efektywności rozwiązań*”, będący syntezą rozwiązań ograniczania energochłonności poprzez innowacyjne rozwiązania techniczne i organizacyjne, poprzedza rozdział dziesiąty - analityczny? Treści zawarte w rozdziale dziewiątym powinny znaleźć się w podsumowaniu pracy.

Ocena energochłonności transportu taśmowego wymaga odniesienia do ilości przetransportowanego urobku przez każdy, poszczególny przenośnik. Ponieważ urządzenia do pomiaru wydajności znajdują się tylko na początku i końcu drogi transportowej Autor musiał opracować program symulujący przemieszczanie się nosiwa przez poszczególne przenośniki. Ponadto na chwilowy stan obciążenia przenośnika, w tym i jednostek napędowych nie wpływa bezpośrednio wydajność punktu załadunkowego

i rozładowczego, ale masa nosiwa znajdującego się w danej chwili na taśmie na całej długości przenośnika. **W jaki sposób przeliczano chwilową wydajność koparki na masę urobku znajdującą się na oddalonym przenośniku taśmowym?**

W podsumowaniu rozdziału czwartego (s.65, rozdz.4.3.4) zamieszczono wnioski, które wynikały z przeprowadzonej analizy danych, zatem powinny znaleźć się w podsumowaniu pracy. Dotyczą one propozycji zmiany sekwencji uruchamiania ciągu przenośników, algorytmu sterowania rozruchem pojedynczego urządzenia a także sposobu sprzęgania silników z przekładnią, a przez to dynamicznej zmiany zainstalowanej mocy silników napędowych. W kontekście sterowania pracą ciągu przenośników i analizy efektywności pracy systemu cenną wiedzę stanowiłaby informacja na temat czasu uruchamiania i zatrzymywania ciągów przenośników oraz analiza jego wpływu na efektywność transportu taśmowego. **Ile wynosi czas uruchomienia i zatrzymania badanego ciągu przenośników kopalni? Czy zmiana sekwencji załączania przenośników nie powinna być przedmiotem analizy ryzyka zasypania punktów przesypowych?**

Zależność między diagnostyką predykcyjną a energochłonnością przenośników wspomniana w rozdz.9.3 na str.103 wymaga uzasadnienia. Czy jakość zbieranych sygnałów, rozumiana jako ich dokładność i zarazem wysoka częstotliwość próbkowania, umożliwi obecnie ich wykorzystanie do wnioskowania na podstawie cech ukrytych w zarejestrowanych sygnałach?

Na stronie 112 autor zdefiniował i opisał wzory pozwalające na wyznaczenie współczynnika energochłonności masowej i objętościowej transportu. Pewne wątpliwości wzbudza natomiast wprowadzenie wzoru (10.1c). Służy on do wyznaczenia współczynnika (wskaźnika) energochłonności, czyli wielkości opisanej przez wzór (10.1b). Odnosi się on do energii zużytej na przetransportowanie określonej objętości nosiwa. **Dlaczego został on wprowadzony, mimo wcześniejszego poprawnego zdefiniowania współczynników energochłonności (10.1a, 10.1b)?** Jeśli konieczne było jego wprowadzenie, to może należało go zdefiniować jako *wskaźnik jednostkowego zużycia energii*. Należy jednak pamiętać, że wskaźnika tego nie można wykorzystywać do porównywania ze sobą poszczególnych przenośników, gdyż nie uwzględnia on długości drogi transportowej. Począwszy od rozdziału 10.4 Autor wyznaczał współczynnik energochłonności na podstawie zależności (10.1b), co umożliwiło mu porównanie przenośników o porównywalnym średnim kącie nachylenia trasy.

Żaden ze zdefiniowanych wskaźników energochłonności nie może zostać zastosowany do oceny pracy biegu jałowego przenośnika, co należy uwzględnić przy wstępnej selekcji danych (rys.10.5).

W rozdziale 11.2 pracy, na str.147<sup>11</sup>, sformułowano bardzo interesujący wniosek, że istnieje korelacja pomiędzy współczynnikiem energochłonności a stopniem wykorzystania mocy zainstalowanej w napędzie głównym. Wstępna analiza zamieszczonych wykresów wskazuje na prawdziwość tego stwierdzenia, ale w pracy nie wyjaśniono, jaka to korelacja, ani nie przeprowadzono jej analizy. To mógłby być bardzo cenny wniosek, o dużym znaczeniu utylitarnym.

**Podsumowując merytoryczną ocenę rozprawy uważam, że zakres pracy został ujęty właściwie a metoda opracowania problemu badawczego dobrana prawidłowo. Cel postawiony w pracy, jakim było udowodnienie postawionej tezy, został osiągnięty, wyniki w niej przedstawione są nowatorskie i stanowią oryginalny dorobek naukowy Doktoranta.**

## 5. Uwagi szczegółowe

Poniżej przedstawiono szczegółowe uwagi do pracy oraz pytania.

W punkcie 13. na str.43 autor napisał, że przeprowadzono „wielorakie analizy”. Sądzę, że w tym miejscu można było pokusić się o bardziej szczegółowe sformułowanie, wskazujące na rodzaj i zakres przeprowadzonych analiz.

W tabeli 4.1 pewne wiersze oznaczono kolorem zielonym a inne czerwonym - brak jest legendy opisującej te wyróżnienia.

Na stronach 53 i 54 zamieszczono wykresy ilustrujące pobór mocy przez silniki oraz moc nominalną napędu. Zastanowienie budzi szczególnie przebieg poboru mocy przez silniki przenośnika P.4.1.1 na rys.4.3.4. - znacznie przekracza on wartość mocy zainstalowanej. Brak jest komentarza autora do sytuacji ciągłego przeciążenia układu napędowego (nawet do 150%).

Na wielu wykresach można zauważyć fragmenty przebiegów o wyraźnym liniowym charakterze (rys.4.3.1, 4.3.5, 4.3.6, 4.4.3, 4.4.5, ...), który prawdopodobnie nie odzwierciedla zmian mocy pobieranej przez silniki napędu a jest wynikiem braku punktów pomiarowych w zadanym przedziale czasu i błędzie programu do wizualizacji danych.

Wykresy na rysunkach 4.4.1 i 4.4.2, 4.4.3 i 4.4.4 oraz 4.4.6 i 4.4.7 praktycznie przedstawiają tę samą informację, tylko w innym okresie czasu. Jaka jest przyczyna jej powielania? Na tychże rysunkach przedstawiono wykresy wydobycia masy urobku - dlaczego zatem wartości podane na osi rzędnych są w jednostkach objętości ( $m^3$ ) i nie są odniesione do określonego okresu czasu?

Na rysunku 4.4.6 zamieszczono przebieg zmian mocy pobieranej przez napęd przenośnika P.5.3.2, który nie jest wiarygodny wskutek braku zapisu poboru prądów przez jeden z silników. Jaki był cel przedstawienia tej informacji w sposób tak szczegółowy (dwa wykresy)?

Rysunki 4.4.9 oraz 4.4.10 nie zostały przez autora skomentowane. Komentarz podsumowujący rozdział 4.2 jest zdecydowanie zbyt lakoniczny. Sformułowanie, że zamieszczone wykresy pokazują skalę problemu transportu przenośnikowego zarówno w kontekście energochłonności jak i niezawodności, wymaga uzasadnienia.

Autor posługuje się w pracy określeniem „optymalnie zaprojektować przenośnik” (s.63. r.4.3.1) oraz „optymalnego poziomu kosztów” (str.63. r.4.3.2). W publikacjach o charakterze naukowym nie należy stosować tego sformułowania w rozumieniu potocznym, a raczej w odniesieniu do zastosowanych metod optymalizacji. Czy optymalny poziom kosztów nie jest poziomem minimalnym?

W rozdziale 4.3.2 sformułowano zdanie, że „Działania te w końcowym efekcie powinny spowodować: [...] 3. Podjęcie próby wykorzystania zasobnika w roli stymulatora „taniego transportu”. Jest ono niezrozumiałe w kontekście uprzednio przedstawionych w pracy informacji. **Czym jest stymulator „taniego transportu”?**

Niektóre informacje tekstowe zamieszczone na rys.5.1 są nieczytelne.

Szacowanie wydajności przenośników taśmowych na podstawie jednopunktowego pomiaru grubości strugi materiału na taśmie jest obarczone błędem, na który istotny wpływ ma zarówno dokładność układu pomiarowego jak i czynniki technologiczne: rodzaj i sposób ułożenia nosiwa na taśmie, temperatura, granulacja. Formułę (5.3) na str.77) należałoby uzupełnić o analizę błędów pomiaru pola przekroju strugi nosiwa na taśmie.

W tabeli 5.1 podano wartości objętościowej wydajności urobku dla określonej jego wysokości na taśmie, bez podania prędkości taśmy.

**Na rys.5.7 przedstawiono algorytm wyliczania masy urabianej. Jaka jest rola współczynników K i Nw, uwzględnionych w algorytmie? Dlaczego licznik masy nadkładu odnosi się do [ $m^3$ ] a licznik masy węgla do [t]?**

Na rys.7.3 zatytułowanym „Procedura kreowania analiz” zamieszczono schemat blokowy, który nie zawiera informacji jakie analizy są realizowane. Brak jest także opisu tych analiz w rozdziale 7.2, w którym odniesiono się do schematu na rys.7.3.

W rozdziale ósmym przedstawiono szczegółowo panele informacyjne i diagnostyczne Informatycznego Systemu Przemysłowego. Do zamieszczonych rysunków nie odwoływano się w tekście rozdziału, wstawiono jedynie kilka zdań komentarza. Jedynym rysunkiem odnoszącym się bezpośrednio do tematu pracy jest wykres na rys.8.13, na którym zamieszczono przebieg zmian wskaźnika energochłonności i mocy chwilowej koparki K9.

Zdanie otwierające najważniejszy, dziesiąty, rozdział pracy zawiera krótkie stwierdzenie, że stosowane technologie górnicze bezpośrednio wpływają na efektywność transportu taśmowego. Trudno podważać prawdziwość tak ogólnego zdania, ale autor nie przedstawia podstaw do tego stwierdzenia, nie wyjaśnia czym jest efektywność transportu ani w jaki sposób technologie górnicze na nią wpływają, nie powołuje się na literaturę ani na wcześniejsze rozdziały pracy oraz nie zapowiada wyjaśnienia tego stwierdzenia poniżej.

Histogramy na rys.10.3.4 są nieczytelne ze względu na zbyt mały druk.

W rozdziale 10.2 autor używa sformułowania „wielkość urobku” w odniesieniu do ilości przenoszonego nosiwa. Te sformułowanie może rodzić pewne wątpliwości w przyszłych publikacjach, gdyż wielkość często odnoszona jest do rozmiarów i w tym przypadku może opacznie zostać zrozumiana, jako np. granulacja urobku.

Dlaczego we wzorze (10.1c) oznacza się go jako **W** a w opisie jako **w**? Dlaczego objętościową [m<sup>3</sup>] ilość przetransportowanego nosiwa oznaczono jako **M**, a wcześniej występuje jako **V** (**M** oznaczało masę [t])?

W tabeli 10.2 zamieszczono analizę statystyczną wskaźników energochłonności przenośników ciągu ON w roku 2013. Porównanie średniej rocznej wskaźników dobowych ze wskaźnikiem energochłonności rocznej wskazuje na jej 20% przyrost. Jak zinterpretować tę różnicę? Wykorzystanie wzoru (10.1c) niestety uniemożliwiło wzajemne porównanie wskaźników energochłonności poszczególnych przenośników a także odniesienie ich do energochłonności całego ciągu ON.

Wnikliwa analiza dyspersji wskaźników przeprowadzona w rozdziale 10.3.3 jest bardzo interesująca, niemniej należałoby postawić wstępną, przybliżoną hipotezę wyjaśniającą przyczyny tej zmienności z uwzględnieniem czynników klimatycznych, technologicznych, technicznych i organizacyjnych.

Na stronie 127 i 129 zamieszczono interpretację wyznaczonej wartości współczynnika determinacji  $R^2$ . **Jak wyjaśnić, zinterpretować, sformułowanie, że współczynnik  $R^2=0,7624$  oznacza wykorzystanie 76,24% rocznej (lub 81.88% - miesięcznej) zmienności dobowego zużycia energii elektrycznej na przetransportowanie dobowej ilości urobku?**

Na wykresach (rys.10.19-10.25) przedstawiono wielkość transportowanego urobku jako parametr bezwymiarowy. W celu uniknięcia nieporozumień należałoby odnieść ilość przetransportowanego urobku nie do wartości ze stycznia 2013 roku, ale do nominalnej lub maksymalnej wydajności ciągu transportowego.

Praca została przygotowana przez Autora z dużą starannością i jej strona edytorska nie budzi zastrzeżeń. Nietypowe dla pracy naukowej zabiegi graficznego wyróżniania tekstu wpłynęły korzystnie na czytelność przekazu.

## 6. Końcowa ocena pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa zawiera obszerny i wartościowy materiał badawczy, uzyskany na drodze akwizycji danych przemysłowych i analiz wymagających dużego wysiłku organizacyjnego oraz zaangażowania i pracy ze strony Autora. Doktorant zaproponował oryginalne, kompleksowe podejście do oceny energochłonności procesu transportu w oparciu o już funkcjonujące w kopalniach systemy automatyki. Opracował algorytmy ekstrakcji danych z tych systemów i symulacji przemieszczania urobku przez wybrane ciągi transportowe. Zaproponował ocenę energochłonności transportu w oparciu o wyznaczone wskaźniki energochłonności przenośników taśmowych, które umożliwią porównanie oraz ocenę stopnia wykorzystania i stanu technicznego przenośników, identyfikację nietypowych stanów pracy systemu a także jego optymalizację w oparciu o kryterium energooszczędności. Uzyskane wyniki analiz potwierdziły celowość podjęcia badań oraz wykazały, że istnieje możliwość oceny energochłonności transportu taśmowego na podstawie funkcjonujących systemów informatycznych kopalni węgla brunatnego, co świadczy o znacznym walorze użytkowym pracy. Ponadto istotną część pracy stanowią załączniki, będące podstawą przeprowadzonych analiz. Zamieszczone dane stanowią efekt niełatwej i żmudnej pracy nad ich ekstrakcją z systemów informatycznych kopalni. Dzięki rzetelnemu opracowaniu danych możliwe są dalsze ich analizy i działania nad poprawą efektywności transportu kopalnianego, które uwzględniałyby m.in. sezonowość pracy systemu transportowego, informacje o warunkach klimatycznych, stanie technicznym maszyn, remontach i postojach awaryjnych.

Podsumowując, podjętą tematykę uznaję za aktualną i uzasadnioną ze względów teoretycznych i praktycznych. Stwierdzam także, że przedstawiona rozprawa, z uwagi na jej użytkowy charakter, mieści się w dziedzinie nauk technicznych, w obszarze dyscypliny naukowej *górnictwo i geologia inżynierska* oraz stanowi oryginalne rozwiązanie podjętego problemu naukowego. Autor osiągnął postawione cele wykazując się wiedzą i umiejętnościami do prowadzenia badań naukowych z zakresu podjętej problematyki. Zamieszczone uwagi krytyczne nie obniżają wartości rozprawy, a mogą być pomocne w dalszej działalności badawczej oraz publikacyjnej Autora. Rezultaty badań zawarte w rozprawie posiadają duże wartości poznawcze i użytkowe, które będą przydatne w racjonalnej eksploatacji przenośników taśmowych.

**W zakończeniu stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Wiesława Migdała pt. „Wykorzystanie systemów automatyki przemysłowej do oceny energochłonności transportu ciągłego urobku w kopalni odkrywkowej” spełnia wymagania określone w art.13 ust.1 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) i wnioskuję do Rady Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie Autora do jej publicznej obrony.**



Dr hab. inż. Piotr Kulinowski