

Kraków, dnia 26.11.2018 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. Agaty Kirjanów**  
**pt. „Model rozwoju uszkodzeń rdzenia taśm przenośnikowych**  
**z linkami stalowymi”**

**1. Podstawa opracowania recenzji**

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Agaty Kirjanów pt. „Model rozwoju uszkodzeń rdzenia taśm przenośnikowych z linkami stalowymi” została opracowana na podstawie uchwały Rady Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej z dnia 26. września 2018 r. i zlecenia Dziekana Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej prof. dr hab. inż. Moniki Hardygóry z dnia 28.09.2018 r.

**2. Ogólna charakterystyka pracy**

Rozprawa doktorska mgr inż. Agaty Kirjanów, opisująca model rozwoju uszkodzeń rdzenia taśm przenośnikowych z linkami stalowymi w oparciu o empiryczne dane diagnostyczne, została opracowana pod opieką promotorską dr hab. inż. Leszka Jurdziaka profesora Politechniki Wrocławskiej oraz dr hab. inż. Roberta Burduka prof. PWr.

Przedstawiona do recenzji praca składa się z pięciu rozdziałów zawierających: opracowanie tekstowe, siedemdziesiąt trzy ilustracje z rysunkami i wykresami, trzydzieści pięć tabel, spis literatury oraz zestaw załączników zawierający źródłowe dane pomiarowe oraz szczegółowe wyniki analiz statystycznych. Praca liczy łącznie z załącznikami 134 strony.

W pierwszym rozdziale, stanowiącym wstęp do pracy przedstawiono genezę problemu naukowo-badawczego, dotyczącego trwałości taśm, monitorowania ich stanu oraz identyfikacji ich uszkodzeń. Opisano stosowane strategie wymian taśm przenośnikowych oparte na użytkowanych systemach informacyjnych i informatycznych, także z uwzględnieniem procesu regeneracji taśm. Przedstawiono uzasadnienie podjętego tematu oraz postawiono hipotezy naukowo-badawcze, których udowodnieniu posłużył cel pracy, którym była analiza uszkodzeń rdzenia taśm z linkami stalowymi, zidentyfikowanych metodą magnetyczną oraz opracowanie modelu rozwoju uszkodzeń w czasie.

Rozdział drugi zawiera opis bezinwazyjnych metod wykrywania uszkodzeń taśm z uwzględnieniem metod wizyjnych, rentgenowskich, ultradźwiękowych i magnetycznych. Stosowane metody przedstawiono zarówno w ujęciu historycznym, jak i uwzględniając najnowsze osiągnięcia techniki diagnostycznej w świecie.

W rozdziale trzecim autorka opisała dotychczasowe próby prognozowania trwałości taśm, podjęte zarówno w krajowym środowisku naukowców zajmujących się tą problematyką jak i w wybranych zagranicznych ośrodkach naukowych.

Rozdział czwarty dysertacji dotyczy badań taśmy z rdzeniem z linkami stalowymi z wykorzystaniem systemu diagnostycznego DiagBelt. Opisano w nim zasadę działania i budowę systemu diagnostycznego, opartego na analizie pola magnetycznego linek rdzenia, przedstawiono możliwości identyfikacji miejsca i rodzaju uszkodzeń oraz sposób wizualizacji stanu rdzenia taśmy z linkami stalowymi. Przedstawiono także sposób kalibracji systemu diagnostycznego z wykorzystaniem modelowych uszkodzeń i przenośnika testowego. Istotną część tego rozdziału stanowi opis obiektu badawczego, stanowiącego przenośnik taśmowy w kopalni podziemnej rud miedzi z zamontowaną taśmą ST 3150 o szerokości 1200 mm oraz weryfikacja danych uzyskanych z systemu DiagBelt. Dane otrzymane automatycznie z systemu porównano z wynikami pomiarów ręcznych a następnie oceniono ich wiarygodność i dokładność. Uzyskane dane pomiarowe poddano analizie statystycznej.

Model rozwoju uszkodzeń rdzenia taśmy z linkami stalowymi, stanowiący główny cel niniejszej dysertacji opisano w rozdziale piątym. Na wstępie zamieszczono opis przyjętych miar stopnia zużycia odcinków taśm, które następnie poddano ocenie przydatności do szacowania trwałości taśm, między innymi na drodze analizy statystycznej, przeprowadzonej w celu zbadania występowania istotnych statystycznie różnic między miarami zużycia. W dalszej części opisano założone modele regresji przyjętych miar zużycia względem czasu oraz przedstawiono możliwości predykcji rozwoju uszkodzeń rdzenia taśmy przenośnikowych z wykorzystaniem przyjętych modeli trendu. Rozdział zakończono podsumowaniem zawierającym komentarz do przeprowadzonych analiz wyników badań.

Zasadniczą część pracy zamyka spis publikacji wykorzystanych podczas jej realizacji, który obejmuje 63 pozycje, w tym 9 obcojęzycznych (nie uwzględniono publikacji krajowych w języku angielskim) oraz 8 publikacji będących współautorstwem Doktorantki. Niemal wszystkie pozycje załączonej bibliografii zostały zacytowane w tekście pracy. Uzupełnienie pracy stanowi dwudziestoczytyrostronnicowy zestaw załączników ze szczegółowymi wynikami analiz statystycznych.

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

Tematyka niniejszej rozprawy doktorskiej bardzo dobrze wpisuje się w potrzeby użytkowników przenośników taśmowych. Wraz z ciągłym, dynamicznym rozwojem urządzeń automatyki i systemów informatycznych, łatwiejszą dostępnością do informacji o funkcjonowaniu maszyn, pojawiają się nowe możliwości optymalizowania kosztów eksploatacji taśmowych systemów transportowych. Wdrażane są nowoczesne systemy monitorowania stanu maszyn a zasoby gromadzonej wiedzy eksploatacyjnej ciągle są powiększane. Aktualnym problemem staje się nie tyle pozyskanie danych diagnostycznych, ale ich umiejętne wykorzystanie w planowaniu napraw, remontów i wymian. Doktorantka podjęła udaną próbę wykorzystania sygnałów diagnostycznych pochodzących z pionierskiego, wdrażanego przez zespół naukowców z Politechniki Wrocławskiej, systemu DiagBelt do opracowania modelu rozwoju uszkodzeń rdzenia taśm z linkami stalowymi. Z uwagi na skalę zastosowania w przemyśle wydobywczym przenośników z taśmami z linkami stalowymi podjętą problematykę uważam za aktualną i bardzo ważną.

Temat recenzowanej pracy doktorskiej brzmi: „Model rozwoju uszkodzeń rdzenia taśm przenośnikowych z linkami stalowymi” i w pełni obejmuje jej zawartość.

Autorka pracy postawiła kilka hipotez. Pierwszą z nich jest hipoteza, że rozkład uszkodzeń na całej długości taśmy ma charakter losowy, natomiast może być niesymetryczny względem jej osi. Kolejną hipotezą było założenie, że ocena stanu technicznego rdzenia taśmy może zostać przeprowadzona z wykorzystaniem systemu DiagBelt za pomocą zagregowanych miar, niezależnych od długości odcinków taśmy.

Na podstawie postawionych hipotez wskazano cel pracy, którym była analiza zmian uszkodzeń taśm z linkami stalowymi zidentyfikowanych metodą magnetyczną wykorzystywaną przez system DiagBelt oraz opracowanie modelu tempa ich rozwoju w czasie. Postawiony cel pracy został sformułowany prawidłowo.

#### 4. Merytoryczna ocena pracy

Podczas realizacji pracy Autorka zgromadziła unikalny i wartościowy materiał badawczy, który umożliwił jej osiągnięcie postawionego celu zarówno w aspekcie poznawczym jak i użytecznym. Za główne osiągnięcia Doktorantki można uznać:

- wykonanie pomiarów przemysłowych uszkodzeń rdzenia taśmy przenośnikowej z linkami stalowymi na przenośniku w kopalni podziemnej,
- weryfikację danych pozyskanych z systemu diagnostycznego poprzez ręczny pomiar ponad tysiąca uszkodzeń,
- zaproponowanie i zweryfikowanie miar stopnia zużycia rdzenia taśmy z linkami stalowymi, niezależnych od długości odcinków taśmy,
- złożoną i zaawansowaną analizę statystyczną zgromadzonych danych, przeprowadzoną w celu określenia ich użyteczności dla budowy modelu rozwoju uszkodzeń,
- opracowanie statystycznych modeli trendu dla opisu tempa rozwoju uszkodzeń rdzenia taśmy z linkami stalowymi.

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 wg kolejności wystąpień w tekście pracy.

W opisie uszkodzeń (rozd.1.1) zbyt mało miejsca poświęcono uszkodzeniom rdzenia taśm przenośnikowych z linkami stalowymi. Wymieniono jedynie rozprucie wzdłużne, które można byłoby kwalifikować do uszkodzeń rdzenia. Należałoby się jedynie zastanowić czy rozcięcie gumy rdzeniowej taśmy z linkami stalowymi byłoby właściwie zinterpretowane przez system diagnostyczny oparty o analizę pola magnetycznego linek.

Opracowane miary oceny stanu rdzenia taśmy, stanowiące osiągnięcie Doktorantki i bardzo ważny element pracy, powinny zostać zilustrowane i opisane wzorami (str. 9<sup>10</sup>). Zostały one wprawdzie opisane pod koniec rozprawy w rozdziale piątym, ale praca zyskałaby na czytelności, gdyby pełny opis przyjętych miar znalazł się w podrozdziale 1.4. Podobnie w rozdz. 4.5 analizuje się gęstość uszkodzeń zanim została przedstawiona jej definicja.

Metody rentgenowskie (rozd.2.2) dają wiele możliwości diagnostycznych. **Dlaczego w ich opisie zatrzymano się na stanie wiedzy z lat osiemdziesiątych ubiegłego stulecia, skoro są one nadal stosowane i ciągle rozwijane?**

Analiza statystyczna przeprowadzona w rozdziale 4 została podsumowana stwierdzeniem, że proces uszkodzania taśmy wzdłuż taśmy (sic) jest więc całkowicie losowy i ma charakter białego szumu. Zauważono także niesymetryczność rozmieszczenia uszkodzeń taśmy na jej szerokości, spowodowanej niecentrycznym załadunkiem urobku.

Wykresy zawierające wyniki pomiarów gęstości uszkodzeń taśmy  $GU(t)$  przekazywałyby bardziej wartościową informację, gdyby przedstawiono je w dziedzinie czasu, tzn. zostałyby uwzględniony różny okres czasu pomiędzy poszczególnymi badaniami (6 - 3 - 24 miesiące) - np. Rysunek 45.

W wielu zestawieniach i tabelach Autorka pracy podaje precyzyjne wyniki obliczeń, czasem aż do dziewięciu cyfr znaczących. Przykładowo na stronie 94 zamieszczono zdanie „... można również opisać funkcją potęgową, ale z wykładnikiem 1,48978. Jest nieco mniejszy niż 2, dlatego funkcja z wykładnikiem 4 może nieco zawyżać wartość łącznej powierzchni i stąd błąd prognozy przekracza 10%”. **Czy dokładność zastosowanej metody pomiarowej i błąd obliczeń upoważnia do tak precyzyjnego podawania wyznaczonych wartości** (np. tabela 8., tabela 23.)?

Pomimo tego, że tytuł rozdziału 5.1 odnosi się do wszystkich przyjętych miar stopnia zużycia odcinków taśm analizie statystycznej poddano tylko gęstość uszkodzeń. Umiejętność stosowania metod i narzędzi statystycznych, zauważalna w treści pracy na pewno zasługuje na uznanie. Niemniej wyniki tychże analiz powinny zostać zakończone wnioskami i podsumowaniem dotyczącym znaczenia uzyskanych rezultatów, wiarygodności przetwarzanych danych oraz oceny wszystkich przyjętych miar stopnia zużycia taśmy. Podobnie rozdziału 5.2 nie zakończono wnioskami z przeprowadzonych analiz, zatem trudno uzasadnić celowość ich przeprowadzenia. Brak także uzasadnienia dla przyjętych modeli regresji.

Gruntowne analizy statystyczne danych pochodzących z systemu diagnostycznego DiagBelt upoważniły Autorkę pracy do stwierdzenia, że „najlepszym dopasowaniem .... jest model trendu wielomianu stopnia drugiego.” oraz, że uwzględnienie danych bez „punktu zerowego” pozwala na znacznie zmniejszenie wartości odchylenia standardowego. **Czym zatem jest zapowiedziany w ostatnim zdaniu model hybrydowy, nad którym należałoby się skupić w dalszych pracach badawczych?**

Podsumowanie pracy nie zostało wyróżnione numerem rozdziału i nie znalazło się w spisie treści. Doktorantka stwierdziła w nim, że przeprowadzone badania i analizy ich wyników potwierdziły wszystkie postawione hipotezy. Na wstępie pracy sformułowano wprowadzić ogólne hipotezy (str.8<sub>1-3</sub>, str.9<sup>1-9</sup>), ale przy tak dużym poziomie ogólności prawdopodobnie ich prawdziwość można byłoby przyjąć bez prowadzenia pracochłonnych i skrupulatnych badań. W podsumowaniu pracy należałoby postawione hipotezy doprecyzować i uzasadnić ich potwierdzenie.

Badania i analizy dotyczą tylko jednego przenośnika i wykonano tylko 4 pomiary. Przenośniki taśmowe różnią się długościami, a tym samym liczbą cykli zmęczeniowych, posiadają odmienne konfiguracje napędów i rodzaje taśmy, różnią się stanem obciążenia a często i przyczyna zużycia taśmy jest odmienna. **Czy zatem otrzymane wyniki i opracowane modele rozwoju uszkodzeń można uogólniać na inne przenośniki, o innych parametrach techniczno-ruchowych i pracujących w odmiennych lokalizacjach?**

Celem stosowania modelu rozwoju uszkodzeń rdzenia taśm przenośnikowych z linkami stalowymi jest przewidywanie czasu pracy taśmy i wsparcie planowania gospodarki taśmami. Na rysunku 72 pojawia się wartość graniczna gęstości uszkodzeń. **Na podstawie jakiego kryterium przyjęto krytyczną wartość granicznej gęstości uszkodzeń? Czy podczas analizy danych zaobserwowano istotną zmianę tempa przyrostu liczby uszkodzeń rdzenia taśmy?**

Wg cytowanego przez Autorkę wzoru (2) trwałość taśmy a zatem prawdopodobnie i tempo rozwoju uszkodzeń taśmy zależy odwrotnie proporcjonalnie od średniej wydajności przenośnika. **Dlaczego nie odniesiono przyrostu liczby uszkodzeń do ilości przetransportowanego urobku?** Uwzględnienie wydajności przenośnika a także

czasu jego pracy korzystnie wpłynęłoby na jakość i dokładność opracowywanych modeli rozwoju uszkodzeń.

**Podsumowując merytoryczną ocenę rozprawy uważam, że układ pracy jest logiczny i właściwy. Doktorantka wykazała się znajomością problemu, a przyjęta metoda opracowania problemu badawczego, wykorzystująca zaawansowane metody i narzędzia statystyczne, została dobrana prawidłowo. Cel postawiony w pracy został osiągnięty, wyniki w niej przedstawione są nowatorskie i stanowią oryginalny dorobek naukowy Doktorantki.**

## 5. Uwagi szczegółowe i edytorskie

Praca została przygotowana przez Autorkę starannie i jej strona edytorska nie budzi większych zastrzeżeń. Prawdopodobnie ze względu na pracochłonność prowadzonych analiz Autorka nie ustrzegła się pewnych niedopatrzeń i uchybień, które zostały przedstawione poniżej. Podobnie jak poprzednio uwagi zamieszczono wg kolejności wystąpień w tekście pracy.

We wstępie pracy uzasadniano celowość podjęcia tematyki kosztami taśmy szacując je na 40-60% kosztów przenośnika. Obecnie, ze względu na stosowane układy automatyki, monitoring, napędy i dodatkowe wyposażenie taśma już nie stanowi najdroższego elementu przenośnika i można szacować poziom jej kosztów na 20-30%.

Czy w kontekście stosowania określonych procedur wymiany taśm nie należałoby raczej stosować słowa „strategia” zamiast „polityka” (rozdz.1.2)?

Podrozdział pracy 1.3 „Uzasadnienie podjętego tematu” nie zawiera tematu pracy. Nie uzasadniono satysfakcjonująco powodów podjęcia tematu a problem naukowo-badawczy opisano w dużym skrócie.

Zamiast „niesymetryczny w poprzek taśmy” należałoby napisać raczej niesymetryczny względem osi taśmy (str. 8<sub>1</sub>).

Sformułowanie „Jak widać z powyższego zestawienia” (str. 9<sub>8</sub>) nie jest uzasadnione, gdyż powyżej nie ma żadnego zestawienia i cały akapit nie jest zrozumiały.

Stwierdzenie, że „rozdział pierwszy to wprowadzenie do zagadnień związanych z powstawaniem uszkodzeń” jest zbyt lapidarne i nie zawiera podstawowej informacji o rodzajach uszkodzeń i elementach, które są uszkodzane (str. 10<sup>2</sup>).

W całym podrozdziale 1.5 dotyczącym układu pracy nie zamieszczono informacji, że praca dotyczy taśm z rdzeniem z linkami stalowymi.

Zamieszczenie rozdziału 2.1 o metodach wizyjnych wykrywania uszkodzeń nie jest celowe, gdyż jak stwierdza Autorka pracy wykorzystanie metod wizyjnych nie może zostać zastosowane do diagnostyki rdzenia taśmy (str. 12<sub>5</sub>).

W opisie wzoru (1) błędnie podano jednostkę pracy, którą należy włożyć aby taśma uległa zużyciu: jest [J/m] a powinno być [J].

W opisie wzoru (2) i (3) podano współczynniki obliczeniowe  $k_2$  i  $k_3$  bez wskazania powodów ich uwzględniania.

Brak opisu osi odciętych na rysunku 9.

W tytułach rozdziałów Autorka opisuje metody wykorzystując nazwiska naukowców i przyjmując taką konwencję powinna konsekwentnie posługiwać się nazwiskiem lub tytułem i nazwiskiem względem wszystkich cytowanych badaczy (rozdz.3).

Rozdział 3.6 powinien stanowić istotny element niniejszej dysertacji, gdyż ściśle nawiązuje do jej tematu i odnosi się do stanu wiedzy w zakresie diagnostyki i prognozowania trwałości taśm. Niestety Autorka pracy w głównej mierze odniosła się do prac badawczych własnego ośrodka. Całkowicie pominęła pionierskie badania prowadzone przez Katedrę Transportu Linowego AGH, związanych początkowo z wprowadzeniem do

eksploatacji lin stalowo-gumowych a w dalszej kolejności prowadzonych na taśmach z linkami stalowymi. **Badania magnetyczne taśm prowadzono już pod koniec lat osiemdziesiątych na kopalni Siersza** i na podstawie ich wyników wydłużano okres eksploatacji taśmy (*Nowe metody diagnozowania taśm przenośnikowych zbrojonych linkami stalowymi* — *New methods in diagnostic of belt conveyer with steel ropes* / Jerzy KWAŚNIEWSKI, Lesław LANKOSZ // W: Wybrane wyniki prac badawczych z zakresu bezpieczeństwa urządzeń transportu linowego / [red. Józef Kuleczka]. — Kraków : KTL AGH, 1999. — (Zeszyty Naukowo-Techniczne Katedry Transportu Linowego AGH ; z. 13). — S. 80–86. — Bibliogr. s. 86.).

W ostatnim akapicie rozdziału połączono dwie publikacje [17] i [26] dotyczące badań prowadzonych przez dwa zupełnie niezależne ośrodki: słowacki i australijski. Cennym wnioskiem było, aczkolwiek niezaskakującym, że modelowanie matematyczne i modele regresji mogą zostać zastosowane do prognozowania trwałości taśm przenośnikowych.

Rozdział p.t. „System diagnostyczny DiagBelt” powinien mieć numer 4.1.

Rysunek 16 powinien zostać uzupełniony o opis, w którym wyraźnie by zaznaczono badany obiekt (linkę).

Opis rysunku 20 jest niejasny i nie wyjaśnia powodów jego zamieszczenia.

Legenda rysunku 21 jest nieczytelna.

Na stronie 51 (str.51<sup>9</sup>) zamieszczono sformułowanie, że uszkodzenia wzdłuż osi Y taśmy, czyli po jej szerokości, przyrastają szybciej niż w poprzek taśmy (wzdłuż osi X). Zamieszczenie schematu ilustrującego przyjęty układ współrzędnych znacznie ułatwiłoby zrozumienie powyższego zdania.

W opisie wielkości mierzonych przez system DiagBelt błędnie przedstawiono wzór na obliczanie długości pętli  $L_{p_c}$  (str.62<sub>12</sub>).

W pracy należy konsekwentnie stosować przyjęte konwencje, natomiast w tekście dysertacji naprzemiennie można znaleźć wykresy z opisem w języku polskim i angielskim (np. rys. 53 i 55 - angielski, rys. 54 - polski). Język angielski coraz rzadziej jest uznawany za język obcy, niemniej w pracy doktorskiej pisanej w języku polskim opisy wykresów także powinny zostać napisane po polsku.

Czy przyjęta w rozdziale 5.3 zmienna zależna „suma uszkodzeń” odcinka jest liczbą uszkodzeń zidentyfikowanych na danym odcinku? Niejasny jest powód używania określenia „gęstość uszkodzeń” w cudzysłowie, skoro ta miara uszkodzeń została uprzednio zdefiniowana i oznaczona jako GU. Podobnie w przypadku „powierzchni uszkodzeń [ $m^2$ ]” (np. tabela 25).

Czy przebieg rozwoju uszkodzeń można nazwać mianem trajektorii ( $80^{14}$ )?

Dlaczego „Zmiana tempa rozwoju uszkodzeń może też być skutkiem nadmiernego wytarcia okładek i znacznym obniżeniem poziomu energii krytycznej dla brył uszkadzających rdzeń.” (str.81<sup>2</sup>)? Wytarcie okładek jest także rodzajem uszkodzenia taśmy i jest raczej skutkiem a nie przyczyną oraz dlaczego miałyby to stać się źródłem zmiany tempa rozwoju uszkodzeń rdzenia? Ponadto wytarcie okładek może przyczynić się raczej do wzrostu tempa uszkodzeń rdzenia a obniżenie energii krytycznej brył do jego spadku.

Na rysunku 59 błędnie oznaczono stan dopasowania modelu. Kształt rombu jest zwyczajowo wg reguł tworzenia algorytmów zarezerwowany dla bloków warunkowych (jedno wejście, dwa wyjścia).

Co oznacza sformułowanie „ma 3 mody” (str.101<sub>1</sub>)?

W podsumowaniu rozprawy kolejne zdania, wyraźnie stanowiące jedną ciągłą myśl, są oddzielnymi akapitami, a w dodatku zostały poprzedzielane pustymi liniami. Taka forma znacznie utrudnia czytanie i zrozumienie najistotniejszego elementu pracy naukowej.

Podsumowując, Autorka w pracy często pomija wcięcia akapitów. Powoływanie się na źródła internetowe wymaga podania czasu dostępu do witryny internetowej (np. Rysunek 3, 4 ...). W tekście zauważono także pewną liczbę błędów edycyjnych, które zostaną przekazane Autorce pracy. Jednym z przykładów jest zestawienie firm oferujących skanery rdzenia taśm i usługi, które miało być w kolejności alfabetycznej, ale w takiej nie było (str. 19).

## **6. Końcowa ocena pracy**

Podsumowując, podjętą tematykę uważam za aktualną i uzasadnioną ze względów teoretycznych i praktycznych. Przedstawiona do recenzji rozprawa zawiera wyniki analiz statystycznych obszernego, unikalnego i wartościowego materiału badawczego, uzyskanego na drodze wielomiesięcznych badań magnetycznych taśmy z linkami stalowymi a także opracowany model statystyczny rozwoju jej uszkodzeń. Praca stanowi oryginalne rozwiązanie przez Doktorantkę problemu naukowego.

Stwierdzam, że przedstawiona rozprawa, z uwagi na jej poznawczy i użyteczny charakter, mieści się w dziedzinie nauk technicznych, w obszarze dyscypliny naukowej *górnictwo i geologia inżynierska* oraz stanowi oryginalne rozwiązanie podjętego problemu naukowego. Autorka osiągnęła postawione cele wykazując się wiedzą w zakresie stosowania zaawansowanych metod statystycznych i umiejętnościami do prowadzenia badań naukowych z zakresu podjętej problematyki. Zamieszczone uwagi krytyczne nie obniżają wartości rozprawy, a mogą być pomocne w rozwoju naukowym oraz w dalszej działalności badawczej i publikacyjnej Autorki. Rezultaty badań zawarte w rozprawie posiadają duże wartości poznawcze, które będą przydatne w diagnostyce stanu taśm z linkami stalowymi i w racjonalnej eksploatacji przenośników taśmowych.

**W zakończeniu stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Agaty Kirjanów pt. „Model rozwoju uszkodzeń rdzenia taśm przenośnikowych z linkami stalowymi” 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 Autorki do jej publicznej obrony.**



Dr hab. inż. Piotr Kulinowski