

Prof. dr hab. Jacek Lisowski
Katedra Ubezpieczeń
Instytut Finansów
Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

Poznań, 16 lutego 2023 r.

**OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ mgra Tomasza Nowickiego
pt. „Prognozowanie zagrożenia upadłością przedsiębiorstw z branży budowlanej z wykorzystaniem klasyfikacyjnych metod statystycznych”**

przygotowanej pod kierunkiem naukowym dr. hab. Pawła Antonowicza, prof. UG
(promotor pomocniczy dr Arkadiusz Kozłowski)

1. Podstawa opracowania recenzji

Formalną podstawą przygotowania recenzji jest pismo Pana dr. hab. Pawła Antonowicza, prof. UG – Przewodniczącego Rady Dyscypliny Nauki o Zarządzaniu i Jakości Uniwersytetu Gdańskiego z dnia 23.11.2022 r. w sprawie przyjęcia do recenzji rozprawy doktorskiej mgr. Tomasza Nowickiego pt. „Prognozowanie zagrożenia upadłością przedsiębiorstw z branży budowlanej z wykorzystaniem klasyfikacyjnych metod statystycznych”, której promotorem jest dr hab. Paweł Antonowicz, prof. UG, a promotorem pomocniczym dr Arkadiusz Kozłowski z Uniwersytetu Gdańskiego.

Postępowanie o nadanie stopnia doktora mgr. Tomasza Nowickiego przeprowadzane jest na podstawie ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 poz. 85 z późn. zm.) w zgodzie z ust. 3 art. 187 ustawy, gdzie przedmiotem jest rozprawa doktorska będąca pracą pisemną. Przedmiotem recenzji jest szczegółowa ocena w zgodzie z ust. 1 i ust. 2 art. 187 ww. Ustawy, tj. czy rozprawa spełnia następujące warunki:

- czy ogólna wiedza teoretyczna Doktoranta w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości została odzwierciedlona w rozprawie,
- czy Doktorant posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej,
- czy przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, ewentualnie czy przedmiotem rozprawy jest oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej.

2. Problematyka badawcza i temat rozprawy doktorskiej

Recenzowana rozprawa stanowi wartościowe studium podejmujące istotny i ważny problem prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw z branży budowlanej z wykorzystaniem metod klasyfikacyjnych. Problematyka badawcza podjęta przez Autora jest bardzo interesująca i ważna zarówno z naukowego, jak i praktycznego punktu widzenia. Wybór tematu pracy należy ocenić jako trafny. Tytuł rozprawy jest jasno sformułowany i dobrze oddaje jej treść.

3. Cel pracy i hipotezy badawcze

W sposób typowy dla prac naukowych, Doktorant na początku uzasadnił podjęcie opisywanej tematyki, sformułował cele rozprawy, przedmiot i podmiot badań oraz hipotezy badawcze.

Jako uzasadnienie wyboru tematu rozprawy wskazał: relatywnie niską liczbę polskich modeli dedykowanych konkretnym branżom, stosunkowo niską liczbę modeli wykorzystujących łączenie klasyfikatorów, zmiany w prawie upadłościowym i restrukturyzacyjnym, które przeddefiniowały kwestie związane z procesami upadłościowymi, globalną pandemię wirusa COVID-19 silnie oddziałującą na gospodarkę, a co za tym idzie na problemy upadłościowe, wysoką użyteczność modeli prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw dla szeregu podmiotów będących potencjalnie zainteresowanych oceną kondycji finansowej przedsiębiorstw oraz szczególną podatność branży budowlanej na występowanie problemu upadłości przedsiębiorstw.

Jako cel główny pracy Autor uznał „...*opracowanie modelu służącego prognozowaniu zagrożenia upadłością polskich przedsiębiorstw z branży budowlanej.*”

Zrealizowanie celu głównego wymagało realizacji przez Autora celów szczegółowych, do których zaliczono:

- „- *Usystematyzowanie pojęć dotyczących bankructwa, upadłości, niewypłacalności, a także kryzysów i sytuacji kryzysowych;*
- *Określenie najczęściej wykorzystywanych w literaturze przedmiotu wskaźników finansowych na potrzeby prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw;*
- *Identyfikację wskaźników analizy finansowej, które pozwalają osiągnąć najwyższą sprawność dla branży budowlanej;*
- *Oszacowanie modeli wykorzystujących różne metody klasyfikacyjne oraz modelu łączącego klasyfikatory;*

- Weryfikację skuteczności poszczególnych metod klasyfikacyjnych oraz modelu wykorzystującego łączenie klasyfikatorów.

Przedmiotem badań w rozprawie jest prognozowanie zagrożenia upadłością przedsiębiorstw z branży budowlanej, a podmiotem są polskie przedsiębiorstwa działające w branży budowlanej.

Postawione cele zostały sformułowane w sposób poprawny i nie budzący zastrzeżeń. Cele pracy uważam za ambitne i przydatne zarówno dla rozwoju nauki, jak i sformułowania wskazówek dla praktyki, a ich realizacja wymagała od Autora dysponowania głęboką wiedzą oraz dużymi umiejętnościami analitycznymi, czemu Autor sprostał. Cele pracy były inspiracją do sformułowania przez Autora trzech następujących hipotez badawczych:

Hipoteza badawcza 1: *Sektorowe modele prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw osiągają wyższą dokładność niż modele uniwersalne;*

Hipoteza badawcza 2: *Nowoczesne, bardziej złożone metody klasyfikacyjne, jak sztuczne sieci neuronowe, osiągają wyższe skuteczności niż modele oparte na metodach klasycznych – analizie dyskryminacyjnej, regresji logistycznej i drzewach klasyfikacyjnych;*

Hipoteza badawcza 3: *Łączenie klasyfikatorów na potrzeby prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw pozwala na osiągnięcie wyższej dokładności klasyfikacji.*

Cele pracy oraz hipotezy uznaję za ważne z naukowego punktu widzenia i oceniam pozytywnie.

4. Metody, techniki i narzędzia badawcze

Wyznaczenie ww. wiązki celów i hipotez w rozprawie skutkowało użyciem przez Autora wielu metod i narzędzi badawczych. Wykorzystano zarówno badania jakościowe, jak i ilościowe. Pierwsze dwa rozdziały pracy poświęcone są badaniom literaturowym dotyczącym koncepcji cyklu życia przedsiębiorstw, upadłości, bankructwa, niewypłacalności oraz metodom pomiaru płynności finansowej i dotychczas opracowywanym modelom prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw. Druga część pracy skupia się na badaniach ilościowych, w szczególności na statystycznych metodach klasyfikacyjnych i ich użyteczności w prognozowaniu zagrożenia upadłością przedsiębiorstw.

Dla potrzeb rozprawy wykorzystano różnorodne źródła. W zakresie studiów literaturowych Autor wykorzystał bogatą zarówno krajową, jak i zagraniczną literaturę przedmiotu, zawierającą według spisu literatury 254 pozycje (w tym 126 anglojęzycznych i jedną francuską). Autor wykazał się odpowiednią umiejętnością odnośnie doboru i wykorzystania literatury

przedmiotu. Według mojej wiedzy Autor wykorzystał najważniejsze pozycje literaturowe z rozpatrywanej dyscypliny.

5. Ocena struktury pracy

Recenzowane opracowanie liczy 276 stron tekstu wraz z bibliografią, spisem rysunków, spisem tabel, spisem wykresów i czterema załącznikami. Na zasadniczą część pracy składają się: wstęp (5 stron), cztery rozdziały zawarte na 182 stronach oraz zakończenie (5 stron).

Pierwsze trzy rozdziały rozprawy mają charakter teoretyczny i traktować je można jako studium przedmiotu oparte na źródłach literaturowych. Ostatni czwarty rozdział ma charakter empiryczny i należy go uznać za najbardziej wartościową i najbardziej oryginalną część rozprawy. Kolejność rozdziałów oraz podział treści pomiędzy nimi nie budzą zastrzeżeń. Układ pracy jest przejrzysty, cechuje się logicznym przejściem od zagadnień teoretycznych do praktycznych, kolejne rozdziały stanowią logiczną całość. Dla większej przejrzystości pracy Autor mógłby rozważyć zawarcie po każdym z rozdziałów podsumowania. Strukturę pracy generalnie oceniam pozytywnie.

6. Szczegółowa ocena pracy

We **Wstępie** Autor prawidłowo uzasadnia podjęty temat i problem badawczy. Przyjęta struktura pracy jest klasyczna. „Wstęp” zawiera niezbędne elementy, tj.: uzasadnienie podjęcia tematu, cele pracy, przedmiot i podmiot badań, hipotezy oraz metody i narzędzia badawcze.

Do **pierwszego rozdziału pracy** mam następujące uwagi i pytanie:

- w tabeli nr 1.1. brak jest chronologii opisu (1979 J.R. Kimberly vs. I. Adizes),
- w punkcie 1.4.1 na wykresach 1.1, 1.2, 1.3 stosowane są różne zakresy czasowe: 2013-2021, 2015-2020, 2015-2021 pomimo zaznaczenia w tytule podpunktu zakresu czasowego 2013-2021;
- w tabelach 1.8 i 1.9 brak konsekwencji - stosowane są odmienne sposoby szeregowania danych tj. od roku 2015 do 2021 i od roku 2021 do 2015;
- w podpunkcie 1.4.2 Kondycja branży budowlanej w Polsce Autor stwierdza:
„Jak wynika z danych przedstawionych na wykresie branża budowlana doświadcza tego samego zjawiska co cała gospodarka, tj. zmniejszającej się liczby postępowań upadłościowych na rzecz postępowań restrukturyzacyjnych. Jest to szczególnie widocznie od 2020, roku w którym nastąpił zauważalny spadek liczby upadłości, zaś liczba postępowań restrukturyzacyjnych przybrała bardzo wysoką dynamikę wzrostu, kontynuowaną w roku 2021.”

Mam pierwsze pytanie jaka jest przyczyna takiego stanu rzeczy?

Do **drugiego rozdziału pracy** mam następujące uwagi i pytania:

- na s. 71 Autor stwierdza:

„Szeroki przegląd literatury przedmiotu w tym zakresie przedstawia w swojej pracy K. Kreczmańska – Gigol, syntetyczne zestawienie optymalnych wartości wskaźników, według różnych autorów przedstawia tabela 2.1.” – chyba chodzi o tabelę 2.2;

- na s. 78 i 79 Autor odnosi się do tabeli 2.3 a chodzi o tabelę 2.4;

- tabeli 2.4 Autor prezentuje kryterium bankructwa w wybranych polskich modelach prognozowania zagrożenia upadłością;

Mam w związku z tym drugie pytanie czy Autor zna kryteria bankructwa stosowane przez zakłady ubezpieczeń kredytu?

- na s. 107 Autor odnosi się do tabeli 2.9 a chodzi o tabelę 2.10;

- tabeli 2.15 Autor prezentuje wybrane modele sztucznych sieci neuronowych;

Mam w związku z tym trzecie pytanie czy Autor mógłby szerzej opisać na czym polega wspomniany w tabeli model Brocketta, Coopera, Goldena, Pitaktonga dotyczący ubezpieczeń?

Do **trzeciego rozdziału pracy** mam następujące uwagi:

- na s. 142 Autor błędnie odnosi się do rysunku 3.2 a chodzi o rysunek 3.3;

- na s. 148 Autor błędnie numeruje wzór tj. 3.7 zamiast 3.9;

- na s. 150 Autor błędnie odnosi się do rysunku 3.5 a chodzi o rysunek 3.4;

- na s. 153 Autor błędnie odnosi się do rysunku 3.6 a chodzi o rysunek 3.5;

- na s. 153 Autor błędnie numeruje wzór tj. 3.7 zamiast 3.10;

- na s. 155 brak przypisu nr 276;

- na s. 157 Autor błędnie odnosi się do rysunku 3.7 a chodzi o rysunek 3.6;

- na s. 158 Autor błędnie odnosi się do rysunku 3.8 a chodzi o rysunek 3.7;

- na s. 159 Autor błędnie odnosi się do Hopfielda zamiast do Kohonena (4 wiersz od dołu strony);

- na s. 160 Autor błędnie odnosi się do rysunku 3.9 a chodzi o rysunek 3.8;

Do **czwartego rozdziału pracy** mam następujące uwagi:

- na s. 165 Autor stwierdza:

„Dla każdego przedsiębiorstwa oraz dla każdego okresu, bazując na wnioskach z rozdziału 2, wyliczone zostały 33 wskaźniki, które z kolei zostały przyporządkowane do jednej z pięciu grup.” – natomiast w tabeli 4.2 jest sześć grup wskaźników?

- na s. 168 Autor błędnie odnosi się do tabeli 4.5 a chodzi o tabelę 4.4;

Generalnie do całości pracy mam następujące uwagi i pytanie:

- Autor używa bardzo często czasownika *omówić*, natomiast w pracy powinno się stosować czasownik *opisać*;

- Autor używa często (zob. s. 87, 146, 156, 185) terminu *metodologia* (nauka o metodach badań naukowych stosowanych w danej dziedzinie wiedzy), zamiast *metodyka* (zbiór zasad dotyczących sposobów wykonywania jakiejś pracy);

- zauważyłem liczne błędy literowe, stylistyczne i przesunięcia tekstu (np. tab. 1.2. „w krótkce”, na s. 192 „z pośród”);

- zauważyłem błędy w nazwiskach (np. N.D. Kondratieff w przypisie nr 1 i 6 vs. N. Kondratiew na s. 13; S. Flajterski na s. 27 – powinno by S. Flejterski; Hopielda na s. 159 – powinno być Hopfielda);

- Autor czasami stosuje zbędne powtórzenia (zob. na s. 42 – pierwszy vs. trzeci akapit; na s. 189 „punktu procentowego”);

- w Bibliografii brakuje mi Ustawy z dnia 15 maja 2015 r. - Prawo restrukturyzacyjne.

Mam czwarte pytanie, w kontekście perspektywy dalszych badań, jak Autor ocenia możliwości zastosowania sztucznej inteligencji w budowie i wykorzystaniu badanych modeli?

Podsumowując, praca napisana jest, mimo skomplikowanej i specjalistycznej materii, przystępnym językiem. Przypisy są sporządzone prawidłowo. Strona edytorska rozprawy nie budzi poważniejszych zastrzeżeń. Znotowano jednak ww. błędy stylistyczne i literowe oraz stosowanie żargonu. Wskazane uwagi i zastrzeżenia nie mają jednak wpływu na pozytywną ocenę dysertacji.

7. Ocena rozprawy doktorskiej w kontekście zapisów ust. 1 i ust. 2 art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 poz. 85 z późn. zm.)

7.1. Ocena odzwierciedlenia w rozprawie ogólnej wiedzy teoretycznej Doktoranta w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości

Części teoretyczne rozprawy stanowią wartościowe naukowo rozważania, które pozwoliły Doktorantowi osadzić jeden ze współczesnych aspektów funkcjonowania przedsiębiorstw, jakim jest problem ich upadłości w nurcie nauki o zarządzaniu i jakości. Dzięki kompleksowemu ujęciu oraz dzięki właściwemu podejściu Autora w treści pracy zasygnalizowanych zostało wiele zagadnień, które nie tylko porządkowały, wyjaśniały i dookreślały zjawiska powiązane z problemem upadłości przedsiębiorstw, ale przede wszystkim stały się podstawą prowadzonych w ramach pracy rozważań. Uwypuklić tu należy m.in. wykorzystanie mocnej „podbudowy” różnych koncepcji i teorii obecnych w światowej literaturze z dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości nawiązujących i stanowiących tło podjętego przez Autora tematu, tj. modeli cyklu życia organizacji, pojęcia kryzysu w przedsiębiorstwie i określenia jego przyczyn, dyskusji na temat, kluczowych dla tematu rozprawy, pojęć bankructwo, niewypłacalność i upadłość (rozdział I), opisu budowy wybranych zagranicznych i krajowych modeli upadłości przedsiębiorstw i ich ewolucji (rozdział II), opisu wybranych metod statystycznych wykorzystywanych do klasyfikacji (analizy dyskryminacyjnej, logitowej i probitowej, drzew klasyfikacyjnych oraz sztucznych sieci neuronowych (rozdział III). Treść opracowania w pełni pokrywa się z jej tytułem i zakresem, a przedstawione w dysertacji wyniki przeprowadzonych badań empirycznych na tle ukazanych rozważań teoretycznych wskazują na posiadanie przez Doktoranta bardzo dobrej znajomości poruszanej problematyki zarówno w zakresie objętym tematem rozprawy, jak i ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości.

Rozdziały pierwszy, drugi i trzeci potwierdzają teoretyczną wiedzę Autora w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości oraz potwierdzają umiejętność prowadzenia przez niego badań literaturowych w obszarze interdyscyplinarnym.

7.2. Ocena posiadania przez Doktoranta umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Pracę należy uznać za ukształtowaną poprawnie pod względem: koncepcyjnym, metodycznym i merytorycznym, do czego zdecydowanie przyczyniła się umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, przy czym w tym aspekcie podkreślić należy:

- **właściwe i pełne wykorzystanie zamierzonej inicjatywy badawczej**, co przejawia się w prawidłowym odnalezieniu luki badawczej, przemyśleniem odpowiedniej koncepcji i

przyjęciem właściwych założeń, a także wykorzystaniem odpowiednich narzędzi badawczych (i ich właściwym doбором) oraz przeprowadzeniem koniecznych badań;

- **sięganie do literatury światowej**, z której Autor czerpie wiedzę i wykorzystuje uznane teorie oraz dane do realizacji celów swojej pracy, a nie je powiela;

- **rzetelne indukcyjne i dedukcyjne wnioskowanie**, które przełożyło się na zdolność Autora do rozwiązywania złożonych problemów teoretycznych oraz na zdolność do prowadzenia odpowiedniej syntezy i interpretacji osiągniętych wyników, a w efekcie na formułowanie prawidłowych wniosków poznawczych i aplikacyjnych.

W konkluzji stwierdzam, że oceniając tok postępowania badawczego, stopień realizacji założonych celów i sprawdzenie hipotez badawczych przez Autora posiada On bardzo dobre umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

7.3. Ocena przedmiotu rozprawy pod kątem oryginalności rozwiązania podjętego problemu naukowego

Na podstawie przeanalizowania treści przedłożonej rozprawy uważam, że sformułowane przez Doktoranta cele i zamierzenia badawcze zostały w pełni zrealizowane, potwierdzając słuszność przyjętych założeń. Doktorant wykazał się umiejętnością postawienia oryginalnego, a przy tym wymagającego problemu naukowego, który osiągnął dzięki rozwiązaniu problemu naukowego, jakim było opracowanie i właściwe skonstruowanie modelu prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw dedykowanego polskiej branży budowlanej. Cel ten udało się osiągnąć, czego dowodem są przedstawione w rozdziale czwartym wyniki badań empirycznych. Kluczowe dla realizacji celu pracy i reprezentujące wkład do nauki są punkty 4.6 *Łączenie klasyfikatorów na potrzeby prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw z branży budowlanej* oraz 4.7 *Rekomendacje dotyczące budowy modeli prognozowania zagrożenia upadłością i ich implementacji*. Badanie nie ograniczało się do opracowania jednego modelu, ale oszacowane zostały odrębne modele dla każdej z czterech wykorzystywanych metod i dla każdego z pięciu okresów przed wystąpieniem upadłości. Realizacja celu głównego nie byłaby możliwa bez spełnienia celów szczegółowych, tj:

1. Określenia najczęściej wykorzystywanych w literaturze przedmiotu wskaźników finansowych na potrzeby prognozowania zagrożenia upadłością przedsiębiorstw.

2. Identyfikacji wskaźników analizy finansowych, które pozwalają osiągnąć najwyższą sprawność dla branży budowlanej.
3. Oszacowania modeli wykorzystujących różne metody klasyfikacyjne oraz modelu łączącego klasyfikatory.
4. Weryfikacji skuteczności poszczególnych metod klasyfikacyjnych oraz modelu wykorzystującego łączenie klasyfikatorów.

Wyraźnie trzeba zaznaczyć, że bez badań własnych cele i założone trzy hipotezy badawcze pracy nie mogłyby zostać zrealizowane i zweryfikowane, bowiem dzięki nim m.in. udało się Autorowi stwierdzić, że:

1. autorskie, sektorowe modele osiągnęły skuteczność zdecydowanie wyższą, niż polskie modele uniwersalne, a dokładność klasyfikacji najłabszych modeli autorskich była wyższa niż najskuteczniejszych modeli uniwersalnych i to w przypadku każdego z pięciu okresów;
2. modele wykorzystujące sztuczne sieci neuronowe okazały się zdecydowanie najskuteczniejsze, różnice były szczególnie widoczne w przypadku sztucznych sieci neuronowych wykorzystujących szeroki zestaw wskaźników. Jest to o tyle ważne, że mocno ogranicza to, przystępność implementacyjną tych modeli. Niemniej, można stwierdzić, że nowoczesne, złożone metody klasyfikacyjne pozwalają na osiągnięcie wyższej dokładności niż modele opracowane z wykorzystaniem metod klasycznych;
3. łączenie klasyfikatorów przyniosło niejednoznaczne efekty, a żaden z modeli łączonych, bez względu na okres, nie był w stanie osiągnąć wyższej dokładności niż modele sztucznych sieci neuronowych. Niemniej, w przypadku niektórych algorytmów sumowania klasyfikatorów, dla niektórych okresów zauważono poprawę dokładności klasyfikacyjnej w stosunku do modeli indywidualnych.

8. Ocena końcowa

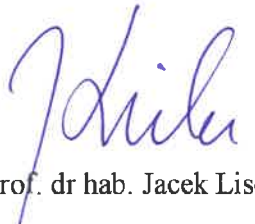
Szczegółowa analiza treści rozprawy doktorskiej mgr. Tomasza Nowickiego pozwala stwierdzić, że:

- temat rozprawy oraz problem badawczy są interesujące i charakteryzują się ciekawymi walorami poznawczymi,
- rozprawa dotyczy ważnego oraz aktualnego problemu naukowego i praktycznego,
- struktura pracy i jej układ są kompletne, logiczne oraz zgodne z przyjętą metodyką realizowanych zadań,

- Autor wykazał się dobrą znajomością polskojęzycznej i anglojęzycznej literatury przedmiotu,
- w rozprawie wykorzystano właściwe do rozwiązania postawionego problemu naukowego metody badawcze, a osiągnięte wyniki stanowią autorski, oryginalny wkład Autora do rozwoju dyscypliny naukowej jaką są nauki o zarządzaniu i jakości,
- Autor w odpowiednim stopniu zrealizował cel rozprawy,
- Autor **wykazał się w rozprawie ogólną wiedzą teoretyczną w dziedzinie nauk społecznych, w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości,**
- Autor **wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.**

Rozprawa ma wiele atutów, w szczególności autorskie, interdyscyplinarne badania, które umożliwiają stwierdzenie, że **stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.**

Uwzględniając powyższe uznaję, że ocena ogólna przedmiotowej rozprawy doktorskiej mgr. Tomasza Nowickiego jest pozytywna. Kandydat spełniła wymagania stawiane tego typu pracom, tj. zgodnie z postanowieniami ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 poz. 85 z późn. zm.). W związku z tym wnoszę o dopuszczenie mgr. Tomasza Nowickiego do publicznej obrony.


prof. dr hab. Jacek Lisowski