

Recenzja rozprawy doktorskiej: Dariusz ŁUKOWSKI
dr hab. n. społ. inż. Mieczysław PAWLISIAK, prof. WAT

dr hab. n. społ. inż. Mieczysław PAWLISIAK, prof. WAT
Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania
WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

Warszawa 28. 12. 2021 rok

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
Mgr. inż. Dariusza ŁUKOWSKIEGO
nt.: „ANALIZA MOŻLIWOŚCI ADAPTACJI W SIŁACH ZBROJNYCH
METOD OPTYMALIZACJI ZUŻYCIA ENERGII CYWILNEJ
INFRASTRUKTURY LOTNICZEJ Z ZASTOSOWANIEM MODELU
REGRESYJNEGO”
promotor: Prof. dr hab. inż. Andrzej FRĄCKOWIAK

1. Podstawy formalne opracowania recenzji rozprawy doktorskiej

Podstawę formalną przygotowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr. inż. Dariusza ŁUKOWSKIEGO, zatytułowanej „ANALIZA MOŻLIWOŚCI ADAPTACJI W SIŁACH ZBROJNYCH METOD OPTYMALIZACJI ZUŻYCIA ENERGII CYWILNEJ INFRASTRUKTURY LOTNICZEJ Z ZASTOSOWANIEM MODELU REGRESYJNEGO” stanowi:

- Uchwała Rady Dyscypliny Inżynierii Środowiska, Górnictwa i Energetyki Politechniki Poznańskiej z dnia 23. 11. 2021 roku;
- Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668, późn. zm.).

2. Syntetyczna charakterystyka recenzowanej rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzowania rozprawa doktorska dotyczy aktualnej i istotnej problematyki. To w XXI wieku jednym z kluczowych wyzwań dla ludzkości jest między innymi ochrona środowiska naturalnego, na którą wywiera wpływ szeroko rozumiane gospodarowanie energią elektryczną. Sposób jej wytwarzania, a następnie racjonalne wykorzystanie może odcisnąć swoje piętno na stanie środowiska naturalnego. Innym wyzwaniem jakże aktualnym jest zapewnienie bezpieczeństwa państwa w sytuacji odradzania się totalitaryzmu na wschodzie Europy. Te składowe powodują, że poszukiwanie rozwiązań umożliwiających optymalizację zużycia energii elektrycznej pozyskanej za pomocą cywilnej infrastruktury lotniczej z zastosowaniem modelu regresyjnego wpisuje się w obszar zainteresowania nakierowany na zapewnienie

warunków właściwego funkcjonowania bazy lotniczej. Model regresyjny jest użytecznym narzędziem, którego zastosowania umożliwi dokonywanie analizy danych empirycznych pozyskanych w procesie badań. Pozwala na wskazanie zależności pomiędzy zmienną zależną, a zmienną niezależną. W ten sposób na podstawie informacji dotyczących zależności pomiędzy zmiennymi istnieje możliwość wnioskowania po dokonaniu analizy dowolnej liczby danych empirycznych.

Struktura dysertacji charakteryzuje się spójnością i wskazaniem następstwa zdarzeń co świadczy o dojrzałości Doktoranta jako osoby prowadzącej badania naukowe, a jednocześnie ułatwia zapoznanie się z jej treścią. Praca składa się z:

- pięciu merytorycznych rozdziałów, z których większość jest rozbudowana o podrozdziały;
- wstępu;
- wnioski z uzyskanych badań Doktorant umieścił w końcowej części rozdziału czwartego; również treść rozdziału piątego stanowi należy uznać za wniosek wskazujący na możliwość adaptacji rozwiązań stosowanych w cywilnych portach lotniczych w celu zaspokojenia potrzeb występujących w portach lotniczych eksploatowanych przez Siły Powietrzne Rzeczypospolitej Polskiej;
- 64 rysunków, 18 wzorów i jednej tabeli umieszczonych w tekście;
- dwóch załączników z czego jeden w postaci tabeli zawiera zagregowane dane dla portu lotniczego San Francisco i drugi, w którym zawarł informację dotyczące linii komend wykorzystywanych w badaniu sieci neuronowej z wykorzystaniem oprogramowania MATLAB;
- spisu bibliograficznego zawierającego 90 pozycji literaturowych /opracowania zwarte, opracowania naukowe, akty normatywne, strony internetowe/.

Cała dysertacja jest opracowana na 151 ponumerowanych stronach.

Promotorem rozprawy doktorskiej jest Pan Prof. dr hab. inż. Andrzej FRĄCKOWIAK.

3. Ocena doboru tematu rozprawy doktorskiej

Pierwsza połowa XXI wieku charakteryzuje się między innymi występowaniem różnych zagrożeń dla bezpieczeństwa międzynarodowego, a w tym również dla Rzeczypospolitej Polskiej. Obserwuje się działania polityczne i militarne w różnych częściach świata, które w dalszym ciągu świadczą o podejściu ekspansjonistycznym w stosunku do sąsiednich państw, a nawet tych, które znajdują się w innych częściach świata i traktowane są jako obszar wpływów czy też obszar interesów nie tylko ekonomicznych, ale i militarnych. Dodać do tego należy ciągłą rywalizację między poszczególnymi mocarstwami na płaszczyźnie ekonomicznej,

gospodarczej, technologicznej, a nawet militarnej. Nie bez znaczenia pozostaje postęp technologiczny i postępujący wyścig zbrojeń. W ten sposób jawi się obraz możliwego zagrożenia, który wymusza podejmowanie działań zapewniających bezpieczeństwo państwa. Nie od dziś wiadomo, że zasadniczym gwarantem bezpieczeństwa militarnego Polski są Siły Zbrojne RP. Aby były one w stanie sprostać stawianym im wymaganiom dotyczącym zapewnienia bezpieczeństwa konieczne jest posiadanie wystarczającego potencjału militarnego, którego integralną częścią jest baza lotnicza.

Mając na względzie powyższe należy z całą odpowiedzialnością uznać dokonanie wyboru tematu rozprawy doktorskiej za w pełni uzasadnione. Należy również w tym miejscu wskazać, że optymalizacja zużycia energii elektrycznej w każdym obszarze funkcjonowania Sił Zbrojnych RP jest nie tylko wymogiem podyktowanym potrzebą ochrony środowiska ale także koniecznością racjonalizacji wydatkowania środków budżetowych.

Zaproponowane w dysertacji podejście wskazuje możliwości optymalizacji zużycia energii elektrycznej pozyskiwanej z cywilnej infrastruktury lotniczej. Wskazanie cywilnej infrastruktury lotniczej jako jednego z dostawców energii elektrycznej na potrzeby bazy lotniczej należy uznać za w pełni uzasadnione, bowiem bazy lotnicze w warunkach pokoju w pierwszej kolejności korzystają z energii elektrycznej wytwarzanej w elektrowniach będących częścią gospodarki narodowej. W czasie zagrożenia lub wojny rzeczą normalną będzie korzystanie przez wojskowe statki powietrzne z wszystkich dostępnych lotnisk, a zatem opracowanie naukowe wykonane w czasie pokoju może stanowić wskazówkę jak problem zasilania energetycznego bazy lotniczej rozwiązać w przyszłości.

Autor w rozprawie postawił ciekawą, a jednocześnie w pełni uzasadnioną tezę. Otóż założył, że rozwiązania budujące efektywność energetyczną wykorzystywane aktualnie w cywilnych portach lotniczych można zastosować w bazach lotniczych. Przybliżenie danych poprzez ich uproszczenie i wyrównanie znanych wskaźników dostępnych na poziomie bazy lotniczej przy użyciu perceptronu wielowarstwowego umożliwi właściwą gospodarkę energetyczną oraz budowę inteligentnego opomiarowania zużycia energii elektrycznej. Może to zdaniem Doktora stanowić podstawę do zastosowania rozwiązań minimalizujących potrzeby zasilania zewnętrznego i jednocześnie zwiększyć odporność na zakłócenia, a tym samym zapewnić w pewnym stopniu autonomię energetyczną bazy lotniczej. Dla weryfikacji tak sformułowanej tezy Autor przyjął, że w procesie badań uwaga zostanie skupiona na zdefiniowaniu zależności zużycia energii w portach lotniczych od czynników zewnętrznych oraz realizowanych w tych portach zadań. Na tej podstawie będzie istniała możliwość przedstawienia propozycji związanych z poprawą efektywności energetycznej w porcie lotniczym. Bazując na tych danych

kontynuacja celu zmierza do zbudowania modelu służącego do analizy i predykcji zużycia energii wykorzystując macierze danych możliwe do uzyskania z opomiarowania obiektów i urządzeń odbiorcy. Ważnym z punktu widzenia bezpieczeństwa państwa jest dokonanie oceny możliwości wykorzystania procesów ukierunkowanych na poprawę efektywności energetycznej stosowanych w cywilnych portach lotniczych dla maksymalnego uniezależnienia portu lotniczego od zewnętrznego zasilania w energię elektryczną. Oczywistym jest, że taka sytuacja może mieć miejsce jedynie w szczególnych przypadkach takich jak katastrofa, zagrożenia czy wojna.

Wskazane możliwości zastosowania w bazach lotniczych rozwiązań istniejących w cywilnych portach lotniczych należy uznać za słuszne. Ich adaptacja i zastosowanie w jednostkach organizacyjnych Sił Powietrznych wymaga jednak szeregu uregulowań prawnych. Nie jest to jednak znaczącą przeszkodą i warto podjąć działania w tym kierunku co umożliwi stworzenie fundamentu do zwiększenia autonomii energetycznej baz lotniczych co w konsekwencji powinno być czynnikiem zwiększającym bezpieczeństwo militarne państwa.

Reasumując stwierdzam, że temat recenzowanej rozprawy doktorskiej jest aktualny i odpowiadający na zapotrzebowanie poprawy autonomii energetycznej baz lotniczych. Przyjęta przez Doktoranta teza do prowadzenia badań oraz sprecyzowany cel rozprawy doktorskiej są uzasadnione, a sformułowanie tematu właściwe.

4. Ogólna charakterystyka rozprawy

Treść recenzowanej rozprawy doktorskiej obejmuje pięć zasadniczych rozdziałów. Zostały one poprzedzone wstępem zawierającym zasadnicze składowe dotyczące aspektów metodologicznych opracowania rozprawy doktorskiej. Takie podejście jest uzasadnione bowiem jednoznaczne wskazanie tezy, celu dysertacji ukierunkowuje działalność badawczą. Szczegółowe zaprezentowanie problemu naukowego będącego obiektem zainteresowania Doktoranta, stanowi o jego dojrzałości metodologicznej.

Rozdział pierwszy /str. 20 – 90/ jest bardzo obszerny porównując siedemdziesiąt stron do objętości całej rozprawy doktorskiej. Zawiera treści dotyczące nie tylko charakterystyki portu lotniczego ale również zawiera opis sieci zasilania energetycznego w tymże porcie lotniczym. Informacje przedstawione w tym rozdziale nawiązują do rozwiązań stosowanych w europejskich i światowych portach lotniczych. Należy to uznać za zasadne bowiem rozwiązania stosowane w tych portach wyznaczają trendy światowe związane z optymalizacją zużycia energii elektrycznej dla zaspokojenia potrzeb związanych z wykonywaniem operacji lotniskowych. Uzasadnione wydaje się wskazanie w początkowej części tego rozdziału poszczególnych składowych determinujących wielkość zużycia energii elektrycznej, jak również możliwości

ograniczenia wielkości tego zużycia /str. 23 – 46/. Ciekawą propozycją w tym rozdziale jest wskazanie możliwości wykorzystania alternatywnych źródeł zasilania bez względu na warunki klimatyczne i atmosferyczne /str. 42 – 83/.

Rozdział drugi na stronach 91 do 102 obejmuje swoją treścią informacje związane z funkcjonowaniem bazy lotniczej w kontekście jej potrzeb dotyczących energii elektrycznej. Doktorant w drugim podrozdziale wskazał na możliwość zastosowania rozwiązań wykorzystywanych w cywilnych portach lotniczych dla zaspokojenia potrzeb energetycznych bazy lotniczej. W tym miejscu rodzi się wątpliwość, którą należy wyjaśnić. Otóż liczba, rodzaj i zakres naziemnych operacji lotniskowych jest różna w porcie cywilnym i w bazie lotniczej. Zatem niezbędne jest wyjaśnienie czy i na ile mają one wpływ na potrzeby energetyczne i tym samym wszystkie rozwiązania są kompatybilne i można je stosować w lotnictwie cywilnym i wojskowym.

Wartością samą w sobie jest wskazanie czterech filarów na których można opierać działania umożliwiające redukcję zużycia energii elektrycznej. Są to:

- poprawa istniejącej infrastruktury;
- budowanie nowej z wykorzystaniem rozwiązań ukierunkowanych na efektywność energetyczną;
- zastosowanie odnawialnych źródeł energii;
- zarządzanie kosztami /str. 99/.

Jest to oczywiście działalność długofalowa, ale bez podjęcia wyzwań w tym obszarze trudno oczekiwać na poprawę istniejącego stanu rzeczy.

W rozdziale trzecim /str. 103 – 113/ Autor dokonał w pierwszej kolejności identyfikacji profilu energetycznego portu lotniczego. Zostało to zobrazowane na rysunku 44 na stronie 105 gdzie schematycznie zostały ujęte trzy grupy. Pierwsza dotyczy gromadzenia i porządkownia danych, druga obejmuje analizę wzorców energetycznych a trzecia przedstawia profil energetyczny portu lotniczego. W rozdziale tym Doktorant zaprezentował ogólne metody prognozowania zużycia energii elektrycznej, które nie zawsze muszą odpowiadać warunkom funkcjonowania konkretnego portu lotniczego.

Rozdział czwarty zatytułowany „Predykcja zużycia energii z wykorzystaniem pakietu programowego MATLAB na przykładzie cywilnego portu lotniczego /str. 114 – 134/ jest tą składową rozprawy doktorskiej, która w rozumieniu recenzenta jest niewątpliwym dorobkiem Autora. Jego treść wymaga jednak bardziej szczegółowej analizy i oceny. Wydaje się, że wybór metody prognozowania danych retrospektywnych na przyszłość powinien być poprzedzony analizą i oceną rozpatrywanych danych z przeszłości w postaci faktycznie zużytej energii

elektrycznej. Również powinny rozpocząć się poszukiwaniem wartości odstających i ekstremalnych poprzez zastosowanie np. wykresu ramka-wąsy zwanym wykresem puszkowym. Następnie powinien zostać zbadany rozkład rozpatrywanych danych poprzez zastosowanie: histogramu, wykresu kwantyl - kwantyl i testu uznawanego w literaturze za najdokładniejszy w ocenie normalności rozkładu w postaci Shapiro-Wilka. Uwagi te nie dyskredytują przyjętej metodologii rozwiązywania problemów a jedynie wskazują na możliwość zastosowania innego podejście w tym obszarze badań. Można również zastosować dane z przeszłości jako zmienne zależne w rozbiciu na poszczególne lata. Wówczas prowadzona obserwacja wzrokowa danych w latach pozwoliłaby na wykrycie takiej prawidłowości jak trend i jego tendencje – malejącą, rosnącą lub jej brak. Z kolei analiza danych w jednoimiennych miesiącach pozwoliłaby na wykrycie kolejnej prawidłowości w postaci sezonowości w ujęciu miesięcznym.

Trend i sezonowość można byłoby wykryć stosując autokorelację i autokorelację cząstkową. Autokorelacja pozwala na wykrycie istotności poszczególnych opóźnień rozpatrywanego szeregu czasowego. Obserwacja wzrokowa układu poszczególnych współczynników autokorelacji, oraz testów takich jak pwalu czy statystyka Q, które pozwalają na rozpoznanie rodzaju występujących prawidłowości w postaci trendu, sezonowości, bądź zjawiska białego szumu.

Przeprowadzone analizy zależności zmiennych zależnych przedstawione na rysunkach od 45 do 47 (s. 116) nie w pełni zostały zbadane z wykorzystaniem np. regresji wielorakiej, która potwierdziłaby istotność i korelację predyktorów użytych do budowy modelu. Powyższe zmienne powinny zostać poddane analizie i ocenie w ujęciu dynamicznym. Wydaje się również, że w opisie rysunków nr 48 – 51 /str. 118 – 119/ zabrakło informacji wskazujących na ich podobieństwa i występujące różnice.

Nie byłoby błędem wykonanie zestawienia na jednym wykresie np. słupkowym wyników jakości walidacji dla wybranych sieci z 5, 10 i 15 neuronami. W ten sposób przekaz uzyskanych wyników jest jednoznaczny i bardziej czytelny. Za niewątpliwy pozytywny należy uznać informacje zawarte w rysunkach 59 – 61. Wykazana tam ocena z przeprowadzonych badań uznana za najlepszą powinna posłużyć do wyboru jednego algorytmu do prognozowania na przyszłość. W tym wypadku powinien to być BR dla 5 neuronów.

Przedstawione uwagi i zaprezentowany nieco odmienny punkt widzenia nie ujmuje w niczym doktorantowi. Należy zatem stwierdzić, że wykazał się wiedzą z zakresu doboru sieci i ich analiz pod kątem wyboru najlepszej z nich. Potrafi prognozować i prowadzić ocenę uzyskanych prognoz z wykorzystaniem mierników błędów prognozowania zarówno w postaci ilościowej oraz graficznej.

Rozdział piąty traktujący o możliwościach adaptacji zbadanych rozwiązań na grunt wojska jest w rozumieniu recenzenta przedłużeniem wniosku zawartego w rozdziale czwartym. Zawiera ogólne stwierdzenia dotyczące możliwości wykorzystania rozwiązań stosowanych w cywilnych portach lotniczych na potrzeby jednostek organizacyjnych **Sił Powietrznych**. Wydaje się że wskazane byłoby dodatkowe wyjaśnienie jakie zasadnicze przedsięwzięcia organizacyjne, strukturalne, technologiczne i proceduralne muszą zaistnieć aby rozwiązania stosowane w cywilnych portach lotniczych można implementować i stosować na lotniskach wojskowych. Określenie konkretnych przedsięwzięć co do ich treści, czasu realizacji i ich wykonawców jest w dysertacji nie w pełni możliwe. Wynika to stąd, że nie wszystkie informacje można przekazać do publicznej wiadomości ze względu na ich stopień niejawności i zawarte w nich dane wrażliwe. Ich upublicznienie może godzić w bezpieczeństwo Rzeczypospolitej Polskiej.

Podsumowując charakterystykę układu recenzowanej rozprawy doktorskiej należy stwierdzić, że Doktorant dokonał analizy stanu wiedzy w obszarze prowadzonych badań oraz dokonał syntetycznej jej oceny, a następnie przeprowadził badania, których wyniki umożliwiły zaproponowanie rozwiązań, których zmaterializowanie może poprawić efektywność wykorzystania energii elektrycznej w bazach lotniczych. Biorąc pod uwagę całość rozprawy oraz strukturę podziału treści na poszczególne rozdziały i podrozdziały uważam, że metodycznie jest to układ w miarę poprawny i odpowiada wymaganiom prac doktorskich w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwa i energetyki.

5. Ocena merytoryczna treści rozprawy doktorskiej

Treść rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Dariusza ŁUKOWSKIEGO obejmuje wiele znaczących treści związanych z poszukiwaniem rozwiązań umożliwiających wykorzystanie cywilnej infrastruktury energetycznej do zasilania obiektów w bazie lotniczej.

Ciekawą propozycją jest autorskie rozwiązanie wskazujące na obszary wspólne dotyczące funkcjonowania lotnisk cywilnych jak i wojskowych. Jednocześnie ukazanie zasadności korzystania z cywilnych źródeł zasilania w energię elektryczną lotnisk wojskowych należy uznać za właściwe. Konieczne przy tym jest jednak zapewnienie autonomiczności i samowystarczalności energetycznej lotnisk wojskowych zwłaszcza w warunkach zagrożenia i wojny. Wówczas może okazać się, że korzystanie z cywilnej infrastruktury energetycznej jest praktycznie niemożliwe, a ze względu na konieczność zapewnienia bezpieczeństwa państwa lotnisko musi funkcjonować w sposób ciągły bez względu na porę doby i warunki atmosferyczne.

Dokonując merytorycznej oceny treści recenzowanej rozprawy doktorskiej należy odnieść się również do załącznika zawierającego linię komend wykorzystywanych w badaniu sieci

neuronowej z wykorzystaniem oprogramowania MATLAB. Z analizy jego treści można wysnuć wniosek, że wykorzystując sieci neuronowe istnieje możliwość zastosowania nowoczesnych metod prognozowania co w efekcie powinno doprowadzić do uzyskania wyników, które będą zbliżone do tych, które realnie zaistnieją w rzeczywistości. Uprawnionym zatem jest stwierdzenie, że przedstawiony w recenzowanej rozprawie doktorskiej proces prognozowania z wykorzystaniem nowoczesnych metod i narzędzi jest poprawny. Daje rękojmię uzyskania obiektywnych wyników co w konsekwencji pozwala decydom na wdrożenia zmian w systemie zasilania energetycznego baz lotniczych. W ten sposób zapewni się możliwość prawidłowego pod względem ekonomicznym, proceduralnym i ekologicznym funkcjonowania baz lotniczych istniejących w strukturach Sił Zbrojnych RP.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Praca doktorska pt. „ANALIZA MOŻLIWOŚCI ADAPTACJI W SIŁACH ZBROJNYCH METOD OPTIMALIZACJI ZUŻYCIA ENERGII CYWILNEJ INFRASTRUKTURY LOTNICZEJ Z ZASTOSOWANIEM MODELU REGRESYJNEGO” jest opracowaniem ciekawym zarówno pod względem naukowym jak i praktycznym. Jej zawartość merytoryczna dotyczy także aktualnych problemów związanych z poszukiwaniem rozwiązań umożliwiających optymalizować zużycie energii elektrycznej dla zapewnienia ciągłości funkcjonowania bazy lotniczej. Jest to szczególnie ważne mając na względzie dynamicznie zmieniającą się sytuację polityczną w bliższym i dalszym otoczeniu Polski a także europejskie i światowe trendy wskazujące na konieczność ochrony środowiska naturalnego między innymi poprzez stosowanie alternatywnych źródeł zasilania.

Przeprowadzona analiza i ocena treści pracy podlegającej recenzowaniu upoważnia do stwierdzenia, że Doktorant dokonał trafnego wyboru obszaru badań, a praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Dysertacja jest pochodną aktualnej wiedzy i praktyki, a jednocześnie wnosi do niej nowe treści dotyczące wykorzystania sieci neuronowych do prognozowania zużycia energii na potrzeby funkcjonowania portu lotniczego.

Cel pracy został sformułowany poprawnie i kolejne działania badawcze pozwoliły na jego osiągnięcie. Zastosowane w trakcie badań metody badawcze są właściwe, a uzyskane wyniki posiadają nie tylko cechy naukowe ale i praktyczne i ich wykorzystanie może być korzystne z punktu widzenia jakości funkcjonowania portów lotniczych w XXI wieku.

Autor rozprawy doktorskiej – Pan mgr inż. Dariusz ŁUKOWSKI wykazał się umiejętnością samodzielnego formułowania i rozwiązywania zadań naukowych na poziomie pracy doktorskiej. Prezentuje wysoki poziom wiedzy w tematyce dotyczącej funkcjonowania portów lotniczych cywilnych i wojskowych. W czasie studiowania treści rozprawy doktorskiej miały

Recenzja rozprawy doktorskiej: Dariusz ŁUKOWSKI
dr hab. n. społ. inż. Mieczysław PAWLISIAK, prof. WAT

miejsce wątpliwości i uwagi. Zostały one wyartykułowane w treści recenzji do których Doktorant powinien odnieść się w czasie publicznej obrony. Ilość i jakość uwag nie obniżają jednoznacznie pozytywnej oceny pracy. Uwagi i wątpliwości mogą być spowodowane moimi poglądami, które nie muszą być zbieżne z poglądami Doktoranta.

Mając na względzie fakt, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia wymagania Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668, późn. zm.) składam wniosek o dopuszczenie Pana mgr. inż. Dariusza ŁUKOWSKIEGO do publicznej obrony przed KOMISJĄ DYSCYPLINY INŻYNIERIA ŚRODOWISKA, GÓRNICICTWA I ENERGETYKI POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ.

M. PawlisiaK