

## **RECENZJA**

**rozprawy doktorskiej mgr. inż. Michała Warianka**

**pt.: „Wpływ zasilania silnika Fiat 0,9 TwinAir benzyną oraz gazem LPG i CNG na parametry procesu spalania”**

### **1. WSTĘP**

Podstawa opracowania recenzji: pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Świętokrzyskiej nr MAA-510/105/2023 z dnia 14.07.2023 r. Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr. inż. Michała Warianka pt.: „Wpływ zasilania silnika Fiat 0,9 TwinAir benzyną oraz gazem LPG i CNG na parametry procesu spalania”, wykonana pod kierunkiem promotora, prof. dr. hab. inż. Kazimierza Lejdy oraz promotora pomocniczego dr. inż. Piotra Łagowskiego

Rozprawa doktorska mgr. inż. Michała Warianka została przygotowana w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna.

### **2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY**

Ciągły rozwój transport drogowego, a w szczególności układów napędowych oraz stałe zagrożenie środowiska naturalnego, rosnące wraz ze wzrostem liczby eksploatowanych silników spalinowych, zmusza do poszukiwania, z jednej strony rozwiązań ograniczających ich szkodliwe oddziaływanie na otoczenia, z drugiej zaś poszukiwania technik w obszarze nowych sposobów napędu pojazdów samochodowych.

Silniki spalinowe, zasilane paliwami węglowodorowymi pochodzącymi ze źródeł kopalnych, są obecnie podstawową jednostką napędową pojazdów samochodowych. Pomimo rosnącej liczby pojazdów napędzanych silnikami elektrycznymi, nie wydaje się, aby w krótkim czasie zastąpiły one samochody z „klasycznymi” jednostkami napędowymi.

Pozostaje bowiem kwestia, zwłaszcza bardzo aktualna w Polsce, produkcji energii elektrycznej, a zwłaszcza paliw używanych do jej wytwarzania.

Zwiększenie świadomości ekologicznej użytkowników pojazdów, związane m.in. z globalnym ociepleniu oraz tzw. „afera dieslową” spowodowało zwiększenie zainteresowania silnikami o zapłonie iskrowym. Poszukiwanie kompromisu pomiędzy zużyciem paliwa a spełnieniem norm emisji szkodliwych związków w spalinach, spowodowało działania w czterech obszarach: downsizingu, downspeedingu, rightsizingiem oraz zastosowania paliw innych niż benzyna i olej napędowy (tzw. „alternatywnych”), jak paliwa gazowe, np. w postaci CNG i LPG.

Rozprawa liczy 248 stron tekstu, obejmującego dwanaście rozdziałów (w tym wprowadzenie i wnioski), streszczenie w języku polskim i angielskim oraz spis oznaczeń. Literatura zestawiona na str. 233 – 243 stanowi 138 dobrze dobranych pozycji (w tym trzy Doktoranta).

Tematyka podjęta przez Doktoranta jest aktualna i spełnia warunki znamion oryginalnego problemu naukowego, do którego rozwiązania jest niezbędna ogólna wiedza teoretyczna i praktyczna Kandydata w dyscyplinie naukowej „Inżynieria mechaniczna” i wymaga umiejętności samodzielnego prowadzenia przez Doktoranta pracy naukowej.

Rozdział pierwszy stanowi wprowadzenie do tematu rozprawy. Nakreślono tu ogólnie cel pracy oraz kwestie związane z zasilaniem silników paliwami gazowymi. Rozdział ten zawiera również cel i zakres dysertacji.

Rozdział drugi zawiera opis modeli procesu spalania w cylindrze silnika. Przedstawiono w nim analizę procesu przygotowania mieszanki palnej, inicjalizacji zapłonu oraz właściwego procesu spalania, a także komercyjne i eksperckie programy służące do cyfrowej symulacji procesu spalania.

Rozdział trzeci stanowi opis wskaźników pracy silnika tłokowego. Autor usystematyzował te wskaźniki w trzech grupach, jako: operacyjne, ekologiczne i porównawcze.

Rozdział czwarty zawiera opis procesu tworzenia się podstawowych związków toksycznych w spalinach silników o zapłonie iskrowym. Autor przedstawił również, bardzo syntetycznie, sposoby ich ograniczania. Nadużyciem jest natomiast stwierdzenie Autora w Rozdziale 1. Wprowadzenie, na stronie 15, że w rozdziale tym „zaprezentowano również obowiązujące normy szkodliwych składników spalin, zamieszczając jedynie jedną tabelę (4.1), dotyczącą normy EURO.

W rozdziale piątym Autor przedstawił charakterystykę paliw konwencjonalnych i „alternatywnych”, które mogą być stosowane do zasilania silników ZI. Niestety, ten bardzo ciekawy i wartościowy rozdział został zredagowany bardzo chaotycznie, z wielokrotnym podnoszeniem tego samego wątku oraz, momentami, użyciem języka „gazetowego”.

Rozdział szósty to krytyczna analiza metod wyznaczania parametrów procesu spalania. Przedstawiono w nim zalety i wady poszczególnych metod oraz ich ograniczenia. Rozdział ten, w odróżnieniu od poprzedniego, charakteryzuje się wysoką jakością zaprezentowanej treści.

W rozdziale siódmym Autor przedstawił cel i zakres rozprawy, oraz dwie tezy naukowe, o następującej treści (pisownia oryginalna):

- 1. Możliwe jest wyznaczenie wpływu zasilania silnika paliwami gazowymi uwzględniającymi parametry procesu spalania na podstawie analizy jego przebiegu z wykorzystaniem rzeczywistych wykresów indykatorowych*
- 2. Rodzaj paliwa gazowego zasilającego silnik istotnie wpływa na uzyskiwane parametry procesu spalania oraz wskaźniki ekologiczne i operacyjne pracy silnika*

Niestety, podobnie jak we wcześniejszej części pracy, również ten rozdział jest napisany bardzo „nierówno”. Z jednej strony Autor bardzo dojrzałe pod względem naukowym opisuje cel i zakres pracy oraz uzasadnia wybór realizowanej tematyki, natomiast z drugiej prezentuje jedną tezę, ponieważ Autor pisze, że: „możliwe jest wyznaczenie wpływu zasilania silnika paliwami gazowymi”, ale nie pisze, czego ten wpływ ma dotyczyć, a jedynie dalej, z jakich narzędzi skorzysta. W części rozdziału, dotyczącej zakresu i programu badań eksperymentalnych, brakuje uzasadnienia doboru poszczególnych wartości obciążeń silnika dla danych wartości prędkości obrotowych oraz planu jakościowego badań, odnoszącego się do wartości nominalnych.

W rozdziale ósmym opisano obiekt badań, czyli silnik FIAT 0,9 TwinAir wraz z układem zasilania silnika oraz systemem sterowania. Rozdział ten jest dość długi (20 stron) ze względu na zbyt obszerne i szczegółowe opisy niektórych elementów, np. sondy lambda, która przedstawiona została w formie podręcznikowej, a nie pracy naukowej

Rozdział dziewiąty i dziesiąty stanowi opis sposobu rozwiązania zadania badawczego. Opisano w nim stanowisko badawcze, zastosowaną aparaturę pomiarową, wyniki badań oraz ich analizę. Przedstawiono analizę procesu spalania, charakterystyki wydzielania ciepła, analizę procesu kompresji i ekspansji czynnika roboczego oraz ocenę wskaźników

energetycznych, ekonomicznych i ekologicznych, zgodnie z zaproponowaną przez Autora procedurą pomiarową oraz obliczeniową.

W rozdziale jedenastym przedstawiono tendencje rozwojowe w dziedzinie tłokowych silników spalinowych.

Rozprawę zamyka podsumowanie, zawierające 25 podpunktów w części „wnioski”, z czego, według mojej opinii, 9 punktów jest rzeczywistymi wnioskami z pracy, pozostałe punkty to spostrzeżenia. Należy tu jednak podkreślić, że tych dziewięć punktów w sposób syntetyczny i trafny podsumowują całą pracę, oraz korespondują bezpośrednio z celem przeprowadzonych analiz i badań.

Układ pracy uważam za właściwy dla rozpraw doktorskich. W pracy wyraźnie wyodrębniono elementy opisu stanu wiedzy związanej z tematem rozprawy oraz elementy własnego wkładu Autora w rozwiązanie postawionego sobie zadania naukowego. W pracy został sprecyzowany cel naukowy, przedstawiono metodykę badań, ich wyniki, analizę tych wyników a także sformułowano oryginalne wnioski.

### **3. OCENA ROZPRAWY**

Pod względem merytorycznym i metodycznym oceniam dobrze recenzowaną pracę, co nie oznacza, że praca nie posiada błędów i usterek, które zostaną szerzej omówione w części dotyczącej uwag szczegółowych, gdyż nie rzutują na ogólną ocenę pracy.

Układ logiczny treści rozprawy, odpowiadający tokowi prowadzonych analiz i badań, jest prawidłowym metodycznie ciągiem czynności badawczych, powodującym, że układ treści jest przejrzysty, bez powtórzeń i luk.

Uważam, że cele pracy zostały osiągnięte, a uzyskane wyniki mają dużą wartość poznawczą, a zwłaszcza praktyczną.

Na szczególne wyróżnienie, upoważniające mnie do takiej oceny rozprawy, zasługują następujące elementy:

1. Podjęcie aktualnej ze względów teoretycznych i praktycznych tematyki oraz rozwiązanie tego trudnego zadania.
2. Biegła znajomość metodyki pomiarów oraz zastosowanej, zaawansowanej technicznie aparatury pomiarowej, co pozwoliło na sprawą realizację postawionych sobie zadań.
3. Zastosowanie przez Autora aproksymacyjnego, addytywnego modelu wykresu indykatorowego, wykorzystującego analizę prognostyczną „ex post”, uwzględniająca dane historyczne.

4. Zaproponowanie przez Autora zastosowania do zasilania silnika paliwa klasycznego oraz dwóch alternatywnych przy wykorzystaniu jednego, oryginalnego typu wtryskiwacza, z uwzględnieniem indywidualnego, holistycznego systemu sterowania pracą silnika z poziomu algorytmów zawartych w sterowniku, bez konieczności stosowania dodatkowych sterowników.
5. Połączenie globalny wskaźników procesu spalania (np. szybkość i ilość wydzielania ciepła) ze wskaźnikami energetycznymi i ekonomicznymi.

Mam również uwagi krytyczne, niekiedy o charakterze dyskusyjnym, a także zapytania w sprawach nie do końca dla mnie jasnych:

1. Praca składa się aż z 12 rozdziałów na 248 stronach, co w przypadku ograniczenia treści pracy do jednego obiektu badań (silnika FIAT 0,9 TwinAir) w zakresie zastosowania trzech rodzajów paliw wydaje się nie mieć uzasadnienia merytorycznego.
2. Autor pisze o wskaźnikach ekologicznych, natomiast w pracy przedstawia jedynie stężenia poszczególnych związków szkodliwych. Aby przedstawione wartości można było uznać za wskaźniki, należałoby je przedstawić w postaci takich wielkości jak natężenie emisji, czy też emisja jednostkowa.
3. Zaproponowany przez Autora sposób analizy wyników z wykorzystaniem wielomianów czwartego stopnia, poza brakiem uzasadnienia, prowadzi do bardzo niebezpiecznych, pod względem naukowym, zjawisk, takich jak lokalne ekstrema. Niewynikające z punktów pomiarowych lub wręcz – kuriozalnie – ujemnych wartości stężeń tlenków azotu (rysunki 10.48 i 10.49).
4. Autor przedstawił program badań eksperymentalnych w formie ilościowej, nie podając żadnego uzasadnienia takiego wyboru oraz nie przedstawiając programu badań w formie jakościowej (w odniesieniu do nominalnej wartości momentu obrotowego i prędkości obrotowej). Prowadzi to do sytuacji, że czytający nie ma jasnego obrazu, w jakim obszarze pola pracy silnika, ograniczonego charakterystykami momentu i prędkości minimalnej i maksymalnej, prowadzone były badania.
5. Jak już wcześniej wspominałem, pierwsza teza jest niekompletna (brakuje informacji, na co miałyby mieć wpływ zasilanie silnika) natomiast druga oczywista. Należałoby więc albo poprawić wspomniane tezy lub też z nich zrezygnować (nie są niezbędnym i koniecznym elementem rozprawy doktorskiej).

- Większość wymienionych przez Autora podpunktów w podrozdziale Wnioski jest spostrzeżeniami, a dwa z nich (czwarty i piąty), są powtórzeniem. Jestem świadomy, że wnioskowanie w pracach naukowych jest trudne, zwłaszcza dla młodych naukowców, ale należy tu stawiać na jakość a nie na ilość – wskazanych wcześniej dziewięć wniosków całkowicie podsumowuje przedstawioną pracę.

#### 4. UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Jak wcześniej wspomniałem, uwagi te w żadnym stopniu nie obniżają mojej oceny ogólnej, wysokiej oceny wszystkich aspektów pracy (wyboru i sformułowania tematu, uzasadnienia, analiz, badań i wnioskowania). Są to w większości typowe potknięcia spotykane w pracach naukowych i formułuję je w celu skłonienia Autora do dodatkowych przemyśleń oraz doskonalenia warsztatu naukowego i pisarskiego.

- Wątpliwość budzi stosowanie przez Autora pojęcia moc **efektywna** i ciśnienie **efektywne** – powinno być raczej „użyteczne”;
- Autor niestety zwrócił zbyt małą uwagę na kwestie edycyjne i interpunkcyjne pracy. Skutkuje to np. rozpoczęciem zdania na stronie 18 od kropki (10 wd.) oraz koniecznością częstego, wielokrotnego przeczytania zdań, w celu ich prawidłowego zrozumienia;
- Autor stosuje często w treści anglosaski system oznaczania wartości dziesiętnych, stawiając kropkę zamiast przecinka (np. na str. 19 czy 101);
- Str. 17, 11 wg., Autor pisze : „Przy obecnym stanie wiedzy, paliwa do zasilania tłokowych silników spalinowych odznaczają się około ośmiokrotnie większym współczynnikiem zmagazynowanej energii w jednostce masy paliwa, co przy nadal stosunkowo niskiej ich sprawności...” – brakuje informacji w stosunku do czego jest ten ośmiokrotnie większy współczynnik i o chodzi z tą „niską sprawnością paliwa”;
- Str. 18, 1 wg., Autor napisał: „ opracowywane są nowe koncepcje turbodoładowania silników, wykorzystujące również elektryczny napęd turbiny”. Uważam, że lepiej byłoby napisać „koncepcje doładowania silników”, jeśli mowa o zastosowaniu napędu elektrycznego i chodzi tu raczej o napęd sprężarki;
- Str. 22, 7 wd., czy chodzi tu o „przegrzane” elementy czy raczej o „rozgrzane”?
- Str. 30, 13 wd., W jaki sposób spaliny „wchodzą” do cylindra?

8. Str. 31, 9wg., proszę wyjaśnić jak parametr „wyjściowy” jest jednocześnie parametrem „początkowym”?
9. Str. 32, rys. 2.9, zarówno parametry oznaczone jako x, jak i y, są parametrami „wejściowymi”;
10. Str. 33, 3 wg., proszę wyjaśnić pojęcie „warunki prędkościowo obciążeniowe”;
11. Str. 34, 3 wd., proszę o informację, co to za model i wskazanie źródła literaturowego, które model opisuje;
12. Str. 43, równanie 22, proszę wyjaśnić czy wskaźnik elastyczności momentu obrotowego jest tożsamy z mocą użyteczną, skoro użyto tu oznaczenia tej wielkości?
13. Str. 45, równanie 31, proszę wyjaśnić oznaczenie „wskaźnika szybkobieżności” symbolem wcześniej użytym do określenia jednostkowego zużycia paliwa (równanie 25 i 26). Poza tym równanie 31 opisuje średnią prędkość tłoka oznaczaną w literaturze, jako „ $c_{sr}$ ”;
14. Str. 46, 17 wg., „emisji” nie „wyraża się w [g/km]”. Emisja oznacza masę związku wyrażoną w gramach (lub jego mnożnikach). W g/km wyraża się „emisję drogową”, a innymi wielkościami z tym związanymi jest „natężenie emisji” i „emisja jednostkowa”;
15. Str. 51, rys. 4.1, bardzo słaba jakość rysunku, jego opis na poziomie „gazetowym”;
16. Str. 52, 4 wg., Autor najpierw pisze, że tlenek węgla powstaje w skutek niedoboru tlenu, a następnie obrazuje to odwrócona reakcja gazu syntezowego;
17. Str. 54, 14 wd., proszę o wyjaśnienie, co oznacza w tym momencie „[...]”;
18. Str. 55, 4 wd., proszę wyjaśnić, co oznacza „częściowe spalanie paliwa”;
19. Str. 56, 1wd., proszę wyjaśnić, dla czego opis węglowodorów aromatycznych ograniczono do wielopierścieniowych (PAH), pomijając całkowicie jednopierścieniowe (MAH), występujące w spalinach z silników;
20. Str. 57, 10 wd., – jak w przypadku pkt. 17;
21. Str. 59, czy w celu zmniejszenia emisji substancji szkodliwych stosuje się „regulację”, czy też raczej „zmianę wartości”. Regulację definiuje się w technice raczej jako odpowiednie nastawianie mechanizmu lub urządzenia, warunkujące jego prawidłowe działanie.
22. Str. 60, 4 wd., proszę wyjaśnić, co to jest „katalizator magazynujący tlenki azotu”;
23. Str. 62, 1 wg., uważam, że stwierdzenie, że „węgiel kamienny i brunatny mogą być wykorzystywane do zasilania tłokowych silników spalinowych, ale odbywa się to w sposób pośredni” jest nadużyciem. Te dwa paliwa stałe mogą zostać wykorzystane

oczywiście do produkcji paliw syntetycznych poprzez proces tzw. „upłynniania węgla” lub tzw. „zgazowania” w celu otrzymania wodoru, ale tylko w przypadku okrętowych wolnoobrotowych silników okrętowych można zastosować surowiec kopalny bezpośrednio jako paliwo, zarówno w postaci ropy naftowej jak i gazu ziemnego.

24. Str. 65, 1 wg. i 6 wg. – powtórzenie;
25. Str. 71, 9 wg., proszę wyjaśnić, w jaki sposób wodór może zasilać silniki elektryczne;
26. Str. 76, 3 wg., zła oznaczenie numeru rysunku;
27. Str. 76, rys. 5.3, słaba jakość rysunku,
28. Str. 80, 6 i 7 wg., czy pochodna ciśnienia nie powinna być oznaczona jako „ $dp$ ” a pochodna logarytmiczna „ $d \ln p$ ”. Autor, w treści pracy, oznacza ciśnienie małą literą „ $p$ ” (pomijając fakt, że zmienną jest ciśnienie, a nie logarytm i pochodna, które zapisane są przez Autora również kursywą);
29. Str. 101, 10 wg., zapis „97.14 KM/L” zawiera aż trzy błędy jednocześnie, co nie przystoi rozprawie doktorskiej;
30. Str. 102, tab. 8.1, silnik ma „objętość skokową” a nie „pojemność”;
31. Str. 103, 5 wg., Autor pisze, że na rysunku 8.2 zaprezentowano „schemat elektronicznego sterowania” a w podpisie rysunku czytamy o „schemacie silnika przedstawiającego rozmieszczenie poszczególnych czujników”. Schemat systemu sterowania to nie jest to samo, co schemat rozmieszczenia czujników na silniku!
32. Str. 104, 1 wg., „autodiagnozy” czy może „autodiagnostyki”?
33. Str. 107, rys., 8.5 – co oznacza pozycja 7 na rysunku?
34. Str. 107, 4 wd., proszę zdefiniować pojęcie „ujemnego prądu”;
35. Str. 110, 3 wg., zdanie opisujące rysunek 8.8 w żaden sposób nie koresponduje z rysunkiem;
36. Str. 111, 3 wg., w pracy naukowej nie używa się określenia, że układ rozrządu napędzany jest „z jednego wałka”;
37. Str. 113, 2 wg, co to jest „kasowanie luzu zaworów”?
38. Str. 113, 5 wd., co to jest „map sensor”? W technice znane jest pojęcie *MAP Sensor* (ang. *Manifold Absolute Pressure Sensor*) – czyli czujnika mierzącego ciśnienie bezwzględne, ale nie wiem czy Autorowi chodziło o to samo (zwłaszcza w rozprawie naukowej!);
39. Str. 114, rys. 8.11, poz. 1 to przepustnica „elektryczna” czy raczej „sterowana elektrycznie”?



40. Str. 114, rys. 8.12, czy Autor jest pewny, że prawidłowo wskazał na rysunku turbinę i sprężarkę? Mnie się wydaje, że jest dokładnie odwrotnie;
41. Str. 116, rys. 8.14, w opisie rysunku, w poz. 2 i 3 powinno być raczej „sprężarki” a nie „turbosprężarki”. Kanał wylotowy z turbiny to nie jest ten sam, co sprężarki, a „turbosprężarka” ma min. dwa kanały dolotowe i dwa wylotowe.
42. Str.117, rys. 8.15 gdzie na rysunku jest poz. 12?
43. Str. 118, 1 wg., proszę wyjaśnić, co wtryskiwacze „podają”;
44. Str. 118, 4 wg., proszę wyjaśnić określenie: „Położenie nypli w kolektorze umożliwiło podanie paliwa gazowego na zawory dolotowe”;
45. Str. 119, 4 wg., proszę wyjaśnić pojęcie „sekwencja wysterowania”;
46. Str. 120, równanie 49, proszę wyjaśnić czy wielkość „E” to funkcja (jak w równaniu) czy też współczynnik (jak w opisie);
47. Str. 123, tab. 9.1, proszę wyjaśnić, co oznacza „zapotrzebowanie na czynnik hamujący” mierzone w m<sup>3</sup>/h w hamulcu elektro wirowym;
48. Str. 125, rys. 9.4, „TRYB 3” i „TRYB 4” na rysunku nie zgadza się z opisem w treści rozdziału (10 wg.);
49. Str. 127, 7 wg., proszę wyjaśnić zdanie: „Monitorowanie stanu cieplnego silnika realizowane było w .”;
50. Str. 142-146, podrozdział 9.3, a gdzie znajduje się opis analizatorów PMD i FID, skoro opisano analizatory NDIR i CLD?
51. Str. 157, tab. 10.1, błędna wartość  $\alpha_{spal}$  B95 oraz brak wartości  $\alpha_{wz}$  B95 (wynosi 0) dla wartości momentu obrotowego 137 Nm;
52. Str. 158, tab. 10.4, błędna wartość  $\alpha_{oz}$  B95 (wynosi 15,9) dla wartości momentu obrotowego 113 Nm;
53. Str. 159, tab. 10.5, brak wartości  $\alpha_{wz}$  B95 (wynosi 11,9) dla wartości momentu obrotowego 90 Nm, oraz wartości  $\alpha_{wz}$  B95 (wynosi 15,2) dla wartości momentu obrotowego 100 Nm;
54. Str. 224,11 wd., określenie „silnik Wankla z wirującym tłokiem” to pleonazm.

## 5. PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy przedstawionej mi do recenzji rozprawy doktorskiej stwierdzam, że:

- Autor dokonał trafego wyboru tematyki swojej pracy;

- Cel pracy został osiągnięty oraz potwierdzony badaniami;
- Formalno-redakcyjny układ rozprawy jest zadowalający;
- Praca dobrze konweniuje ze stanem teorii i rzeczywistymi kierunkami rozwoju metod pomiaru parametrów energetycznych i ekologicznych tłokowych silników spalinowych;
- Rozprawa spełnia kryterium logicznej poprawności.

W moim przekonaniu fakty te świadczą o wystarczających kompetencjach Doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

W związku z powyższym uważam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Michała Warianka pt.: „Wpływ zasilania silnika Fiat 0,9 TwinAir benzyną oraz gazem LPG i CNG na parametry procesu spalania” (promotor: prof. dr. hab. inż. Kazimierz Lejda) **spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim** zgodnie z Ustawą z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2003r., nr 65, poz. 595, z późn. zm.) w zw. z art. 179 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2020.1086 z późn.zm.), **a mgr inż. Michał Warianek może być dopuszczony do jej publicznej obrony.**



dr hab. inż. Tomasz KNIAZIEWICZ  
prof. AMW