

Koszalin, 31.08.2023 roku

dr hab. inż. Norbert Chamier-Gliszczyński, prof. uczelni
Politechnika Koszalińska
e-mail: norbert.chamier-glisczynski@tu.koszalin.pl

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

pt.: „*Parametrizing macroscopic road network model of traffic-calmed zones*”
(*Parametryzacja sieci drogowej w modelach makrosymulacyjnych z uwzględnieniem stref ruchu uspokozonego*),

autor rozprawy mgr inż. Jan Paszkowski

1. Uwagi wstępne

Podstawę opracowania recenzji stanowi uchwała Rady Naukowej Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej z dnia 21.06.2023 roku w sprawie wyznaczenia recenzentów w przewodzie doktorskim mgr. inż. Jana Paszkowskiego.

Recenzowana praca doktorska poświęcona jest problematyce parametryzacji sieci drogowej w modelach makrosymulacyjnych z uwzględnieniem stref ruchu uspokozonego. Rozprawa została zawarta na 139 ponumerowanych stronach formatu A4.

Promotorami rozprawy doktorskiej są prof. dr hab. inż. Andrzej Szarata i dr rer. nat. Matthias Richter, prof. WHZ.

2. Ocena doboru tematu rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska koncentruje się na zagadnieniach parametryzacji sieci drogowej w modelach makrosymulacyjnych z uwzględnieniem stref ruchu uspokozonego. Doktorant wskazał, że rozkład ruchu w makroskopowym modelu transportowym odgrywa znaczącą rolę w modelowaniu i planowaniu transportu na przyjętym obszarze, np. na obszarze miejskim, w strefie ruchu uspokozonego. Z tego powodu istotne jest, aby dane wejściowe do modelu i odwzorowanie zachowań użytkowników ruchu odzwierciedlało rzeczywiste warunki. W następstwie tego Doktorant analizuje istotny element modelu popytu jakim jest funkcja oporu odcinka (VDF), która wyraża czas przejazdu odcinka drogi jako funkcję natężenia ruchu. Zaakcentował również, że brak jest badań tego typu funkcji dla odcinków dróg w strefie ruchu uspokozonego, co między innymi spowodowane jest niedoborem metod badań funkcji oporu odcinka, w ciągu których zmiana ulega prędkość pojazdu. Równocześnie powstały nowe możliwości badania trajektorii i ruchu pojazdów z zastosowaniem metod wideo detekcji, które w prosty i relatywnie tani sposób pozwalają uzyskać znaczną liczbę danych o ruchu pojazdów na danym obszarze. Takie badania ruchu realizowane m.in. przez bezzałogowe statki powietrzne zostały przedstawione w recenzowanej rozprawie doktorskiej. Należy zaznaczyć, że w rozprawie przedstawiono metodę estymacji funkcji oporu

DETERMINACJA
Wydziału Inżynierii Lądowej

1/7

Wpłynęło dnia 8.09.2023

L. dz. 40.510.52.2023

odcinka, która znajduje zastosowanie w pomiarach realizowanych na odcinkach ruchu uspokojonego i nie tylko. Metoda ta polega na dokładnej budowie i kalibracji modelu mikroskopowego oraz późniejszym odwzorowaniu zachowań kierowców w różnych warunkach, gdzie istotnym dla pracy są warunki ruchu w strefie ruchu uspokojonego. Wdrożenie modeli mikroskopowych umożliwia realizację badań zależności między gęstością ruchu, a czasem przejazdu pojazdu przez dany odcinek drogi.

Nie ulega wątpliwości, że podjęta tematyka rozprawy ma duże znaczenie pod względem naukowym jak i utylitarnym. W ujęciu naukowym jest opracowanie metody badań funkcji oporu ruchu w strefie ruchu uspokojonego, a utylitarnym jest dostarczenie nowego narzędzia wspierającego proces realizacji badań ruchu w szerszym aspekcie ruchu obejmującym również strefy ruchu uspokojonego.

Reasumując stwierdzam, że temat recenzowanej rozprawy doktorskiej jest aktualny i odpowiadający na zapotrzebowanie teoretyków oraz praktyków zajmujących się powyższym problemem. Tak więc podjęty przez Doktoranta problem badawczy jest jak najbardziej uzasadniony, a sformułowanie tematu właściwe.

3. Ogólna charakterystyka treści i ocena poszczególnych części rozprawy doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska składa się ze streszczenia w języku angielskim i polskim, siedmiu logicznie usystematyzowanych i ponumerowanych rozdziałów, wykazu literatury, spisu rysunków, tabel i równań matematycznych.

W rozdziale **pierwszym** Doktorant przedstawił genezę podjęcia badań w obszarze parametryzacji sieci drogowej w modelach makrosymulacyjnych z uwzględnieniem stref ruchu uspokojonego. Następnie sformułował cel pracy, którym jest *opracowanie metody identyfikacji zachowań kierowców i ich odtwarzanie w modelach mikrosymulacyjnych i makrosymulacyjnych*. Proces modelowania będzie się koncentrował na przypisaniu zachowań kierowców do danych warunków ruchu. W pracy założono, że zachowania kierowców będą analizowane w obrębie stref o ruchu uspokojonym a osiągnięcie założonego celu możliwe będzie poprzez realizację czterech zadań badawczych, które Doktorant zamierza zrealizować.

W pracy sformułowano tezę, że rozwój techniczny dostarczył nowe możliwości badawcze w celu dokładniejszego badania i odwzorowania zachowań kierowców przy niższych kosztach pomiarów. Istotny w tym zakresie jest rozwój metod zapisu obrazu z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych.

Uważam, że sformułowanie celu pracy jest właściwe i w pełni odzwierciedla przedmiot badań realizowanych przez Doktoranta.

W rozdziale **drugim** Doktorant dokonał analizy literatury identyfikując sześć obszarów badawczych istotnych dla recenzowanej rozprawy doktorskiej. Pierwszy obszar to analiza wiedzy w zakresie odwzorowania zachowań i procesów decyzyjnych użytkowników oraz stanu ruchu w sieci transportowej. Drugi i trzeci obszar to analiza modelu czterostadiowego z opisem poszczególnych etapów modelu. Analiza poszczególnych etapów modelu została uzupełniona o graficzną interpretację wyników badań na podstawie danych pozyskanych z Krajowego Modelu Ruchu oraz Zintegrowanego Modelu Ruchu. Z kolei czwarty obszar tematyczny odnosi się do odwzorowania ograniczeń przepustowości w sieciach drogowych w oparciu o funkcję oporu ruchu VDF (Volume-Delay Functions). Analiza tego obszaru wiedzy została uzupełniona o wykresy i zapis matematyczny. Z kolei praktyczne odwzorowanie

zostało przedstawione na przykładzie zintegrowanego systemu zarządzania ruchem Tristar wdrożonego w aglomeracji trójmiejskiej oraz modelu opracowanego dla Metropolii Śląskiej. Obszar piąty stanowi analizę modelu mikrosymulacyjnego w zastosowaniu do modelowania ruchu. W ujęciu praktycznym wskazano na oprogramowania PTV Vissim, które umożliwia tworzenie m.in. mikrosymulacji ruchu drogowego i ulicznego. Wskazano, że oprogramowanie bazuje na modelu Wiedemanna, który uwzględnia interpretację czterech różnych stanów jazdy. Wskazano, że istotnym elementem w badaniach jest kalibracja modelu mikrosymulacyjnego. Ostatni szósty obszar odnosi się do badania ruchu pojazdów w warunkach rzeczywistych z uwzględnieniem pomiarów wewnątrz i na zewnątrz pojazdu. Pomiary wewnątrz pojazdu to zastosowanie urządzeń pomiarowych celem pomiaru prędkości, przyspieszenia i czasu hamowania w warunkach ruchu drogowego. W opisie wskazano na dwie metody pomiaru, gdzie pierwsza metoda, polega na zastosowaniu samochodu pomiarowego wyposażonego w urządzenia pomiarowe, druga metoda polega na zastosowaniu pojazdu wyposażonego w układ GPS umożliwiający zbieranie danych czasowo-przestrzennych. Z kolei druga metoda pomiaru obejmuje pomiary realizowane na zewnątrz pojazdu z zastosowaniem specjalistycznych urządzeń pomiarowych, tj. radary i detektory. Na etapie realizacji pomiarów zewnętrznych Doktorant wskazał na zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych, które umożliwiają realizację pomiarów ruchu na wyznaczonych obszarach. W opisie odniósł się do charakterystycznych modeli bezzałogowych statków powietrznych, ich parametrów, możliwości monitorowania ruchu pojazdów i pieszych oraz zapisu obrazu.

Rozdział **trzeci** stanowi kontynuację analizy literatury w zakresie interpretacji i badania ruchu uspokojonego. W obszarze interpretacji przedstawiono definicję ruchu uspokojonego określoną przez ITE (Institute of Transportation Engineers) oraz przedstawiono podział ruchu uspokojonego na trzy poziomy w zależności od skali jego oddziaływania. Odniesiono się również do elementów infrastruktury w postaci progu zwalniającego i skrzyżowania o ruchu okrężnym jako czynników mających bezpośredni wpływ na uspokojenie ruchu na danym obszarze. Wskazano również na aspekt emisji zanieczyszczeń i hałasu, który jest generowany w strefach uspokojonego ruchu. W zakresie emisji zanieczyszczeń przedstawiono wyniki badań, które przeprowadzono w Niemczech, Szwecji i Austrii. Z kolei wyniki badań ujmujące wpływ ruchu uspokojonego na poziom hałasu przedstawiono w ogólnym ujęciu. Odniesiono się również do wyników badań odzwierciedlających zachowania kierowców w aspekcie ograniczania prędkości pojazdów w danych strefach ruchu. Na końcu rozdziału przedstawiono wnioski z analizy literatury przedstawionej w rozdziale drugim i trzecim.

Podsumowując stwierdzam, że rozdziały pierwszy, drugi i trzeci stanowią ważny element części teoretycznej recenzowanej rozprawy doktorskiej. Identyfikacja problemu badawczego i sformułowanie celu pracy w rozdziale pierwszym, analiza literatury w rozdziale drugim i trzecim, akcentują jak istotne są badania w strefach ruchu uspokojonego.

Zasadniczym elementem recenzowanej rozprawy doktorskiej są rozdziały czwarty, piąty i szósty, w których Doktorant przedstawił metodykę badań, przykłady badań oraz implementację metody w warunkach rzeczywistych.

W rozdziale **czwartym** Doktorant przedstawił autorską metodę badania ruchu w strefie ruchu uspokojonego. Podstawowymi elementami zaproponowanej metody są: (1) Rejestracja ruchu na wybranym obszarze z zastosowaniem bezzałogowego statku powietrznego, (2) Identyfikacja pojazdów uczestniczących w ruchu, (3) Identyfikacja warunków ruchu, gdzie istotne są parametry ruchu tj. prędkość poszczególnych pojazdów, rozkład prędkości zidentyfikowa-

nich pojazdów, (4) opracowanie modelu ruchu z zastosowaniem oprogramowania PTV Vissim, (5) badania symulacyjne, (6) implementacja modelu w warunkach rzeczywistych.

Z kolei w rozdziale **piątym** Doktorant przedstawił ujęcie autorskiej metody w warunkach ruchu rzeczywistego w Krakowie. Badania wstępne przeprowadzono na ulicy Stachiewicza, na której zastosowano progi zwalniające. Proces zapisu ruchu był realizowany przez bezzałogowy statek powietrzny (DJI Phantom IV), który realizował zapis na wysokości 80 m na wybranym odcinku ulicy o długości 110 m, a czas rejestracji ruchu wynosił 15-20 min. Wyniki badań rozkładu prędkości ruchu 192 pojazdów przedstawiono w postaci wykresów. Model ruchu opracowano z zastosowaniem oprogramowania PTV Vissim, gdzie uwzględniono wyniki pomiaru ruchu na ulicy Stachiewicza. Na potrzebę oceny wpływu zmian wielkości zmiennych na dane wyjściowe przeprowadzono analizę wrażliwości. Wyniki tej oceny przedstawiono w postaci dziewięciu wykresów, co znacznie podkreśla wartość merytoryczną recenzowanej dysertacji.

Badania na przykładzie przyjętego modelu sieci są kontynuowane w rozdziale **szóstym**. W badaniu odniesiono się do dwóch przypadków, tj. badanie ruchu w strefie z uspokojeniem ruchu i badanie ruchu w strefie bez uspokojenia ruchu. Istotnymi parametrami dla obu przypadków były czas podróży oraz natężenie ruchu. W badaniach zastosowano dodatek Solver do programu Microsoft Excel i oprogramowanie PTV Visum. Interpretacja wyników badań została przedstawiona w postaci graficznej. Podkreślono, że w istniejących makroskopowych modelach w większości przypadku nie analizuje się ruchu w strefach uspokojenia ruchu.

Istotnym elementem rozdziału jest kolejna implementacja modelu w warunkach rzeczywistych, w tym przypadku badania przeprowadzono na odcinku ulicy Armii Krajowej w Krakowie, na którym wdrożono strefę uspokojenia ruchu. Badanie przeprowadzono przed montażem urządzeń uspokojenia ruchu i po ich montażu. Wyniki badań dla obu przypadków przedstawiono w postaci graficznej i tabelarycznej.

Kolejny eksperyment przeprowadzono na opracowanym modelu ruchu dla Krakowa, którego celem było sprawdzenie jak zmieni się natężenie ruchu w analizowanym odcinku ulicy Armii Krajowej. W eksperymencie przyjęto cztery scenariusze badań symulacyjnych, które przeprowadzono z zastosowaniem oprogramowania PTV Visum. Wyniki dla przyjętych scenariuszy badań przedstawiono w postaci graficznej jako rzuty ekranu z oprogramowania PTV Visum.

Reasumując należy podkreślić znaczący wkład pracy Doktoranta w przygotowanie rozdziału czwartego, piątego i szóstego. Wymienione trzy rozdziały stanowią część użyteczną rozprawy doktorskiej, a autorska metoda badania ruchu w strefie ruchu uspokojonego oraz implementacja metody w warunkach rzeczywistych podkreślają znaczący wkład badań w obszar analizy ruchu w strefie ruchu uspokojonego. Uważam, że układ poszczególnych rozdziałów w pełni odzwierciedla użyteczny charakter recenzowanej rozprawy doktorskiej.

Elementem kończącym dysertację jest podsumowanie (rozdział **siódmy**), w którym Doktorant przedstawił podsumowanie z przeprowadzonych prac w odniesieniu do części teoretycznej i użytecznej pracy. Zaakcentował, że celem pracy było opracowanie metody, która pozwalałaby realizować badania ruchu w strefie ruchu uspokojonego. Zaznaczył, że większość stosowanych w praktyce metod nie uwzględnia specyfiki ruchu w analizowanej strefie. Wskazał również, że istotnym elementem proponowanej metody jest wykorzystanie możliwości jakiegokolwiek zapisu obrazu przez bezzałogowe statki powietrzne oraz uczenie maszynowe. Podkreślił, że zastosowanie tych technologii umożliwi pomiar prędkości pojazdów na wyznaczonym

obszarze bez montażu specjalistycznej aparatury pomiarowej, np. do pomiaru i rejestrowania prędkości pojazdów. Istotnym jest, że zaproponowana metoda może być stosowana w procesie przekazywania informacji źródłowych do mikroskopowego jak i makroskopowego modelu. Przyjęte założenia potwierdziły badania eksperymentalne przeprowadzone na wybranych odcinkach dróg w Krakowie. Ponadto zastosowanie metody w krakowskim modelu pokazało, że metoda może wspomóc proces kalibracji modelu. Uzupełnieniem podsumowania są wnioski, które zostały przedstawione w postaci dziewięciu punktów. W podsumowaniu Doktorant przedstawił również dwa kierunki dalszych badań, w których wskazał na zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych w procesie modelowania transportu oraz stworzeniu bazy funkcji oporu ruchu VDF dla różnych typów ruchu.

Praca kończy się wykazem literatury liczącym 251 pozycji, które starannie dobrano i zestawiono. Zbiór ten stanowi cenne kompendium wiedzy w zakresie problematyki modelowania ruchu. Na końcu rozprawy umieszczono również spis rysunków, tabel i równań matematycznych.

Podsumowując powyższy układ recenzowanej rozprawy doktorskiej należy stwierdzić, że Doktorant w sposób wnikliwy przeanalizował dane konieczne do opracowania autorskiej metody badań. Opracowany układ pracy jest logiczny i wyrazisty, a wywód prowadzony jest konsekwentnie, co świadczy o dojrzałości naukowej Doktoranta.

4. Ocena rozprawy doktorskiej

Recenzowaną rozprawę doktorską oceniam pozytywnie. Zaproponowany przez Doktoranta układ pracy, format i podział treści na rozdziały i podrozdziały w sposób całościowy ujmując wszystkie elementy istotne dla tematu dysertacji. Równocześnie nie ulega wątpliwości, że recenzowana rozprawa doktorska stanowi autorskie ujęcie problematyki parametryzacji sieci drogowej w modelach makrosymulacyjnych z uwzględnieniem stref ruchu uspokojonego.

Uwzględniając aspekt naukowy oraz praktyczny, zasadniczym i najważniejszym dorobkiem przedstawionym w recenzowanej rozprawie doktorskiej jest: (1) opracowanie metody badania funkcji oporu odcinka (VDF) zlokalizowanego w strefie ruchu uspokojonego, (2) wdrożenie do badań zapisu ruchu realizowanego przez bezzałogowe statki powietrzne, (3) zastosowanie praktyczne opracowanej metody.

Istotną zaletą recenzowanej rozprawy jest jej znaczny potencjał aplikacyjny. Potwierdza to weryfikacja praktyczna przedstawiona w rozdziale piątym i szóstym, która została przeprowadzona dla wybranych stref ruchu uspokojonego w Krakowie.

W procesie oceny recenzowanej rozprawy doktorskiej za główne osiągnięcia, które Doktorant przedstawił w pracy uważam:

1. Przeprowadzenie szczegółowej analizy literatury w zakresie parametryzacji sieci drogowej w modelach makrosymulacyjnych z uwzględnieniem stref ruchu uspokojonego.
2. Opracowanie autorskiej metody badania funkcji oporu ruchu dla strefy ruchu uspokojonego.
3. Zastosowanie w badaniach eksperymentalnych bezzałogowych statków powietrznych.
4. Przeprowadzenie weryfikacji opracowanej metody.

5. Realizację badań eksperymentalnych w wybranych strefach ruchu uspokojonego w Krakowie.

Podsumowując uważam, że konstrukcja dysertacji, sposób opracowania materiału empirycznego oraz forma przeprowadzonej analizy i podjęta metodyka badań są właściwe dla prac doktorskich. Ponadto analizując recenzowaną rozprawę doktorską stwierdzam, że Doktorant opracowując dysertację wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań, jak również opanowaniem metod eksperymentalnych i analitycznych stosowanych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.

5. Uwagi krytyczne

Generalnie przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska jest napisana poprawnym językiem na dobrym poziomie edytorskim. Niemniej jednak w kilku miejscach wystąpiły drobne błędy językowe, stylistyczne i redakcyjne. Poniżej umieszczono wybrane uwagi szczegółowe:

- w strukturze rozdziału 5 pomięto podrozdział 5.1, a wyszczególniono podrozdziały 5.1.1, 5.1.2 i 5.1.3,
- w tekście rozprawy brak jest odniesienia do rysunku 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 32, 33 i innych,
- dlaczego na wybranych stronach (np. 12, 16, 26, 35, 50, 61, 65, 70, 86, 87) występują puste przestrzenie,
- brak wyjustowania tekstu na stronie 22 i 29,
- przyjęte oznaczenia x_a i c_a w równaniu 2 nie są tożsame z oznaczeniami x_a i c_a przedstawionymi w opisie równania 2,
- przyjęte oznaczenia w równaniu 3 ($t_{cur} = t_0(1 + a \cdot sat^b)$) nie są tożsame z oznaczeniami t_{cur} , t_0 , sat , a i b przedstawionymi w opisie równania 3,
- brak podpisu tabeli na stronie 28, 29 i 31,
- w tekście rozprawy brak jest odniesienia do tabeli 3 i 5,
- na stronie 35 niepoprawne odniesienie do rysunku 9,
- na rysunku 18 nie przedstawiono opisu do oznaczeń a, b, c i d,
- na stronie 50 niepoprawne odniesienie do rysunku 11,
- na stronie 57 występują niepoprawne oznaczenia, tj. CO₂, 1,5 m/s²,
- na stronie 68 niepoprawne odniesienie do rysunku 15,
- na stronie 73 niepoprawne odniesienie do rysunku 17,
- na stronie 74 niepoprawne odniesienie do tabeli 3.

Reasumując stwierdzam, że Doktorant sprawnie posługuje się językiem naukowym, a praca jest napisana w sposób przejrzysty oraz czytelny. Natomiast drobne potknięcia językowe, stylistyczne oraz formalne nie obniżają wartości merytorycznej recenzowanej rozprawy doktorskiej, powinny one pomóc Doktorantowi uniknąć podobnych usterek w przyszłych pracach.

Analizując treść pracy wydaje się zasadnym zadać kilka uzupełniających pytań. Odpowiedzi na zadane poniżej pytania oczekuję podczas publicznej obrony:

1. Czy badania eksperymentalne były prowadzone też w innych miastach lub dla większej liczby stref ruchu uspokojonego?

2. Jakie są szanse zastosowania (wdrożenia) opracowanie metody identyfikacji zachowań kierowców i ich odtwarzanie w modelach mikrosymulacyjnych i makrosymulacyjnych w ujęciu praktycznym?
3. W pracy zwrócono uwagę, że czas lotu bezzałogowego statku powietrznego jest ograniczony. Czy zatem w procesie badania ruchu na wyznaczonym obszarze miejskim rozważana była koncepcja zastosowania tzw. roju bezzałogowych statków powietrznych?
4. Czy na etapie badań eksperymentalnych były rozważane jeszcze inne metody obserwacji ruchu drogowego i zachowań kierowców, jeśli tak to jakie?
5. Proszę o przedstawienie kierunków dalszych badań w aspekcie zastosowania sztucznej inteligencji w badaniach, w których zastosowano bezzałogowe statki powietrzne.

6. Wnioski końcowe oceny rozprawy doktorskiej

Na podstawie przeprowadzonej recenzji pracy doktorskiej pt.: „*Parametrizing macroscopic road network model of traffic-calmed zones*” (*Parametryzacja sieci drogowej w modelach makrosymulacyjnych z uwzględnieniem stref ruchu uspokozonego*) uważam, że Doktorant dokonał trafnego wyboru tematyki swoich badań, a praca stanowi oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego. Tak przedstawiona dysertacja nawiązuje do aktualnej wiedzy i praktyki, wnosząc do nich nowe treści. Przyjęty w rozprawie cel pracy został osiągnięty, a postawiona teza udowodniona. Wykazane wcześniej uwagi krytyczne w żadnym stopniu nie osłabiają pozytywnego odbioru pracy i jej wartości merytorycznej. Na tej podstawie stwierdzam, że Doktorant posiada odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej, dobrą znajomość przedmiotu badań, zdolność do analitycznego spojrzenia na rozpatrywany problem badawczy oraz posiada kompetencje w zakresie samodzielnego prowadzenia badań w reprezentowanej dyscyplinie naukowej.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska pt.: „*Parametrizing macroscopic road network model of traffic-calmed zones*” (*Parametryzacja sieci drogowej w modelach makrosymulacyjnych z uwzględnieniem stref ruchu uspokozonego*), której autorem jest mgr inż. Jan Paszkowski, spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2017 poz. 1789 z późniejszymi zmianami).

Stawiam zatem wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej przez Radę Naukową Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

dr hab. inż. Norbert  Gliszczyński, prof. uczelni