

Dr hab. inż. Krzysztof Rogowski
Instytut Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej
Politechniki Warszawskiej
Tel: 506 19 39 19
E-mail: Krzysztof.Rogowski@pw.edu.pl

Warszawa, 2023-06-23

Recenzja pracy doktorskiej

mgra inż. Aleksandra Pistola

pt.: "Influence of terrain roughness on boundary layer simulation in wind tunnel"

Recenzja pracy doktorskiej została przygotowana na podstawie decyzji Rady Naukowej Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej oraz pisma, nr L0.510.3.2.2023 z dnia 26.04.2023, przesłanego przez Pana prof. dr hab. inż. Andrzeja Szaratę, dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej.

1. Charakterystyka ogólna pracy

Rozprawa doktorska pod tytułem "Wpływ chropowatości terenu na symulację warstwy przyziemnej w tunelu aerodynamicznym" przygotowana przez pana mgra inż. Aleksandra Pistola liczy 224 strony i została podzielona na dziewięć głównych rozdziałów. W rozdziale 10 przedstawiono spis wykorzystanej przez autora literatury. Głównymi publikacjami cytowanymi przez pana mgra inż. Aleksandra Pistola są książki, artykuły naukowe i pokonferencyjne. Autor przedstawił również spis wykorzystanych norm, stron internetowych oraz dokumentacji programów komputerowych. Liczba wykorzystanych źródeł książkowych oraz artykułów wynosi 84. Wśród tej listy wymienione zostały również publikacje (5 publikacji), których współautorem jest pan mgr inż. Aleksander Pistol. Do tekstu pracy dołączono również załączniki, są to: kod źródłowy napisany w języku programowania Matlab, wyniki w formie tabelaryzowanej oraz wykresy.

2. Szczegółowa analiza poszczególnych rozdziałów rozprawy

W pierwszych dwóch rozdziałach autor przedstawił główne tezy pracy oraz motywację powstania dysertacji. W pracy zaprezentowano dwie główne tezy:

- a) *Dodatkowe parametry służące do opisu chropowatości terenu mogą prowadzić do lepszej identyfikacji i klasyfikacji rzeczywistych lokalizacji do celów badań modelowych w tunelach aerodynamicznych.*
- b) *Istnieje możliwość oceny wpływu różnych elementów turbulizujących, takich jak klocki, iglice i bariery, na różne charakterystyki przepływu. Takie podejście może poskutkować bardziej precyzyjną symulacją warstwy przyziemnej w tunelach aerodynamicznych.*

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| Wydziału Inżynierii Lądowej | |
| Wpłynęło dnia | 29.06.2023 |
| L. dz. | L0.510.3.2.2023 |
| podpis | <i>Alecs</i> |

K. Rogowski

klasyfikacja. W sekcji 4.2 omawia założenia dla przeprowadzenia klasyfikacji a następnie wprowadza osiem kategorii szorstkości. W klasyfikacji uwzględniono dwie klasy dla obszarów podmiejskich/leśnych oraz trzy klasy dla obszarów miejskich. W rozdziale 4.3 omówiono konsekwencje wprowadzonych klas terenu z punktu widzenia przepływu wiatru.

Uwagi do rozdziału 4:

1/ Autor mógł rozwinąć nieco zagadnienie modelowania 3D. Czy dotyczyło ono jedynie modelu CAD, czy jest to narzędzie dedykowane tego rodzaju badaniom, które pozwala przejść od modelu numerycznego do rzeczywistego.

2/ Prawdę mówiąc, sądzę że ta część rozdziału 4 dotycząca modeli mogłaby zostać połączona z tym opisem tunelu krakowskiego, który został przedstawiony w rozdziale 3.3. Natomiast pozostałą część rozdziału 4, która traktuje o klasyfikacji szorstkości terenu połączyłbym z częścią metodologiczną. W mojej opinii chodzi o to, że głównym przesłaniem tego rozdziału miało być, jeżeli dobrze zrozumiałem intencje autora, przedstawienie metodologii klasyfikacji szorstkości terenu.

3/ Uważam, że w tym rozdziale jest zbyt mało odniesień do literatury. Doktorant przedstawił tu autorską klasyfikację szorstkości. Myślę, że powinien spróbować skonfrontować swoją metodologię z badaniami innych autorów. Ale mam na myśli głównie najnowsze publikacje artykułowe. Kto wie, może jest to rozsądny temat na ciekawy artykuł naukowy. Proszę się nad tym zastanowić.

Rozdział 5 - Symulacja różnych typów warstwy granicznej w tunelu aerodynamicznym. W tym rozdziale autor opisał stanowisko pomiarowe. Podzielono go na cztery podrozdziały. W podrozdziale 5.1 przedstawiono szczegółowy opis samego tunelu aerodynamicznego oraz układu pomiarowego wykorzystywanego do pomiaru prędkości. Doktorant zadbał również o opis przyczyn możliwych błędów pomiarowych. W rozdziale 5.2 przedstawiono skale podobieństwa wykorzystywane w symulacjach tunelowych. Natomiast w ostatnich dwóch rozdziałach opisane zostały techniczne sposoby generacji turbulencji w tunelu a także wymieniono oprogramowanie PSI Utility służące do akwizycji danych ze skanerów ciśnieniowych.

Uwagi i komentarze do rozdziału 5: Ten rozdział został napisany zwięźle i rzeczowo. Oceniam go bardzo pozytywnie.

Rozdział 6 dotyczy praktycznej implementacji zastosowanych metod służących w rezultacie do oceny szorstkości danego terenu. Jest bogaty we fragmenty kodów numerycznych zastosowanych w celu obróbki wyników. Podczas badań zidentyfikowano przeważającą liczbę przypadków odpowiadających najwyższym klasom szorstkości terenu. W celu znalezienia najlepszego dopasowania autor zaprezentował również dwie metody analityczne, metodę Multiple Attribute Decision Making (MADM) oraz metodę Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS).

Uwagi i komentarze do rozdziału 6: Każda praca inżynierska składa się z kilku etapów. Dwa najważniejsze to pozyskanie danych oraz ich obróbka. Rozdział 6 traktuję jako rodzaj opisu

na różnych typach warstwy granicznej ziemi w zależności od szorstkości terenu. W przedostatniej sekcji omówiono ogólne wytyczne dotyczące zmian w charakterystykach przepływu w tunelu poprzez zmianę geometrii elementów turbulizacyjnych, natomiast w sekcji 9.4 przedstawiono możliwe kierunki dalszych badań.

3. Podsumowanie

Jedną z tez tej rozprawy doktorskiej jest identyfikacja dodatkowych kategorii szorstkości terenu w celu zwiększenia wiarygodności rezultatów symulacji tunelowych. Przeprowadzony przegląd literatury pokazuje, że zakres parametrów wykorzystywanych do opisu przepływu w obszarze zurbanizowanym oferowany przez liczne normy jest zbyt ubogi dla bardziej dokładnych analiz. Autor udowodnił w swojej pracy, że rozszerzenie spektrum szorstkości dla obszarów zurbanizowanych ma istotne znaczenie. Drugim ważnym osiągnięciem autora jest przeanalizowanie wpływu różnych elementów turbulizacyjnych takich jak siatki, bariery, bloki oraz iglice na warunki przepływu w przestrzeni roboczej tunelu aerodynamicznego. Uzyskane wyniki stanowią solidną podstawę dla kierunków dalszych badań.

Uważam, że praca doktorska pana mgra inż. Aleksandra Pistola pt.: "Influence of terrain roughness on boundary layer simulation in wind tunnel" całkowicie odpowiada warunkom określonym w Ustawie o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym stawiane rozprawom doktorskim i wnoszę o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Krzysztof Kopuszki