

Recenzje spełnione wymagania formalne

dr hab. inż. Jacek Szafran, prof. PŁ

Katedra Mechaniki Konstrukcji

Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska

Politechnika Łódzka, Al. Politechniki 6, 90-924 Łódź

email: jacek.szafran@p.lodz.pl

Łódź, 31.12.2025 r.

RECENZJA DYSERTACJI DOKTORSKIEJ MGRA INŻ. MACIEJA WIŚNIEWSKIEGO

o tytule:

“ANALIZA OBCIĄŻENIA WIATREM KATENOIDALNYCH POWŁOK CHŁODNI
KOMINOWYCH Z WYKORZYSTANIEM MODELU CFD ORAZ
NOWOCZESNYCH NARZĘDZI WERYFIKACJI DOŚWIADCZALNEJ”

1. Podstawa formalna

Formalną podstawę opracowania niniejszej recenzji stanowi pismo z dnia **24.10.2025** roku Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Śląskiej, podpisane przez Przewodniczącego tej Rady, **prof. dra hab. inż. Piotra Folegę**, który zwraca się z prośbą o przyjęcie przeze mnie obowiązków recenzenta rozprawy doktorskiej Pana **mgra inż. Macieja Wiśniowskiego**.

Merytoryczną podstawę opracowania recenzji stanowi załączona do ww. pisma rozprawa doktorska Pana **mgra inż. Macieja Wiśniowskiego**.

Prawną podstawę opracowania recenzji stanowią obowiązujące przepisy Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz wymagania określone w art. 187 tej Ustawy.

2. Sylwetka doktoranta

Na podstawie analizy dokumentacji zawartej w rozprawie, w szczególności rozdziału dotyczącego dorobku (Rozdział 8), można stwierdzić, że zainteresowania naukowe Doktoranta koncentrują się wokół inżynierii wiatrowej, numerycznej mechaniki płynów (CFD) oraz badań eksperymentalnych w tunelach aerodynamicznych, choć nie tylko.

Dorobek publikacyjny **mgra inż. Macieja Wiśniowskiego**, powiązany z tematyką rozprawy, obejmuje artykuły w renomowanych czasopismach naukowych. Doktorant jest również autorem referatów wygłaszanych na konferencjach naukowych.

Szczególną uwagę zwraca innowacyjne podejście Autora do aparatury badawczej – **mgr inż. Maciej Wiśniowski** jest współtwórcą zgłoszenia patentowego dotyczącego wagi aerodynamicznej (nr P.443586). Świadczy to o jego dużej inwencji inżynierskiej oraz umiejętności łączenia pracy teoretycznej z praktycznym aspektem eksperymentu (współpraca z przemysłem). Aktywność ta potwierdza dojrzałość naukową Kandydata i jego przygotowanie do prowadzenia samodzielnych prac badawczych.

3. Zawartość dysertacji

Dysertacja doktorska Pana **mgr. inż. Macieja Wiśniowskiego** pt. „*Analiza obciążenia wiatrem katenoidalnych powłok chłodni kominowych z wykorzystaniem modelu CFD oraz nowoczesnych narzędzi weryfikacji doświadczalnej*” została napisana w języku polskim pod kierunkiem **dra hab. inż. Ryszarda Walentyńskiego, prof. PŚ** oraz przy udziale promotora pomocniczego **dr inż. Agnieszki Padewskiej – Jurczak**.

Rozprawa składa się z **ośmiu rozdziałów merytorycznych**, w tym wstępu, zakończenia (wniosków) oraz spisu literatury i załączników. Całość opracowania obejmuje 202 stron. Bibliografia zawiera 88 pozycji literaturowych, 9 norm i standardów, a także 19 odnośników do stron internetowych. Potwierdza to rzetelne rozpoznanie tematyki przez Autora, w szczególności w zakresie inżynierii wiatrowej oraz metod numerycznej mechaniki płynów. Układ pracy jest dobry (choć z jedną wątpliwością), prowadząc czytelnika od zagadnień teoretycznych, przez opis metodyki badawczej i samych badań, aż po analizę wyników i wnioski końcowe.

Rozdział 1 o tytule „**Wstęp**” stanowi wprowadzenie do podjętej problematyki. Autor nakreśla w nim tło rozważań, uzasadniając wybór tematu rosnącym znaczeniem precyzyjnego określania oddziaływań wiatrowych na nietypowe konstrukcje powłokowe. W rozdziale tym sformułowano cel pracy oraz tezę doktorską, a także określono zakres przeprowadzonych badań.

Rozdział 2 pt. „**Oddziaływania wiatru na konstrukcję**” zawiera obszerne studium literaturowe. Doktorant dokonuje tu przeglądu zagadnień związanych z aerodynamiką budowli smukłych, ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki opływu chłodni kominowych. Autor analizuje dostępne normy projektowe oraz publikacje naukowe, wskazując na istniejącą lukę badawczą w zakresie analizy powłok o geometrii katenoidalnej, co stanowi punkt wyjścia dla jego badań własnych. Istotną częścią tego rozdziału jest krytyczny przegląd wytycznych normowych, w tym m.in. Eurokodu 1, normy brytyjskiej BS 6399, oraz Polskiej Normy PN-77/B-02011, pod kątem ich przydatności do projektowania powłok o geometrii innej niż walcowa. Oceniam tą część pracy w pełni potrzebną by poprawnie interpretować dalsze, autorskie już części doktoratu.

Rozdział 3 zatytułowany „**Wybrane zagadnienia z zakresu dynamiki płynów**” przedstawia teoretyczne podstawy Numerycznej Mechaniki Płynów (CFD), niezbędne do

zrozumienia przeprowadzonych w dalszej części pracy symulacji. Autor omawia równania Naviera-Stokesa uśrednione metodą Reynoldsa (RANS) oraz charakteryzuje wybrane modele turbulencji. Szczególną uwagę poświęcono modelom dwurównaniowym (m.in. κ - ϵ oraz κ - ω SST), analizując ich zalety i ograniczenia w kontekście modelowania przepływów z silnym gradientem ciśnienia i oderwaniem strugi, co jest kluczowe dla analizowanych później obiektów inżynierskich.

Rozdział 4 „Walidacja numeryczna badań eksperymentalnych” poświęcony jest metodyce własnych badań numerycznych. Autor szczegółowo opisuje proces budowy modelu geometrycznego chłodni katenoidalnej oraz dyskretyzacji domeny obliczeniowej. Przedstawiono parametryzację siatki numerycznej, warunki brzegowe (w tym profil prędkości wiatru i intensywność turbulencji) oraz przyjęte ustawienia solvera. Ważnym elementem tego rozdziału jest przeprowadzona analiza niezależności rozwiązania od gęstości siatki, co świadczy o rzetelności podejścia warsztatowego i dbałości o wiarygodność wyników numerycznych.

Rozdział 5 „Badania laboratoryjne” dotyczy weryfikacji eksperymentalnej i opisu unikalnego stanowiska badawczego. Doktorant przedstawia konstrukcję tunelu aerodynamicznego oraz, co zasługuje na szczególne podkreślenie, autorski projekt wagi aerodynamicznej, będący przedmiotem zgłoszenia patentowego. Rozdział ten zawiera techniczny opis budowy wagi (układ tensometryczny), procedurę jej kalibracji oraz sposób przygotowania modeli fizycznych (wydruk 3D). Opisano również metodykę pomiaru sił aerodynamicznych i momentów działających na model, a także procedury korekcyjne uwzględniające wpływ blokady przekroju pomiarowego tunelu.

Kluczowe wyniki pracy zawarto w **Rozdziale 6**, zatytułowanym **„CFD – oddziaływanie wiatru na rzeczywisty obiekt”**. W tej części Autor przenosi zweryfikowaną metodykę obliczeniową na pełnowymiarowy obiekt inżynierski. Analiza dotyczy chłodni katenoidalnej w skali naturalnej, co wiąże się z symulacją przepływu w zakresie bardzo wysokich liczb Reynoldsa nieosiągalnych w typowych tunelach aerodynamicznych. Autor prezentuje szczegółowe mapy rozkładów ciśnienia na powierzchni powłoki oraz wyznacza globalne współczynniki aerodynamiczne dla analizowanej geometrii, co stanowi podstawę do oceny efektywności proponowanego rozwiązania.

Niezwykle istotny i wyróżniający tę pracę jest **Rozdział 7**, zatytułowany **„Zgłoszenie patentowe - waga aerodynamiczna”**. W tej części Doktorant opisuje swoje autorskie osiągnięcie konstrukcyjne – projekt i budowę specjalistycznej wagi aerodynamicznej, wykorzystanej do badań eksperymentalnych. Autor przedstawia szczegóły techniczne urządzenia, w tym układ tensometryczny, mechanikę działania oraz procedurę kalibracji. Fakt, że narzędzie badawcze stało się przedmiotem zgłoszenia patentowego (nr P.443586), świadczy o dużej inwencji inżynierskiej Doktoranta.

Pracę zamyka **Rozdział 8**, zawierający podsumowanie i wnioski końcowe. Autor syntetyzuje najważniejsze obserwacje dotyczące wpływu katenoidalnego kształtu powłoki na

redukcję oddziaływania wiatru i weryfikuje postawioną tezę. Rozdział ten zawiera także zestawienie dorobku publikacyjnego i konferencyjnego Autora.

4. Ocena doboru tematu i naukowej wartości rozprawy

W recenzowanej rozprawie doktorskiej podjęto aktualny i istotny problem badawczy, dotyczący inżynierii wiatrowej. Tematyka pracy, koncentrująca się na analizie aerodynamiki chłodni kominowych o geometrii katenoidalnej, wpisuje się w nowoczesne trendy poszukiwania rozwiązań konstrukcyjnych, które łączą efektywność statyczną z redukcją oddziaływań środowiskowych. W dobie zmian klimatycznych i występowania gwałtownych zjawisk pogodowych, precyzyjne określenie obciążeń wiatrowych dla nietypowych geometrii (szczególnie z punktu widzenia norm projektowych) nabiera szczególnego znaczenia dla bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej.

Oceniając naukową wartość przedłożonego opracowania, należy przede wszystkim zwrócić uwagę na kompleksowe podejście do rozwiązywanego problemu. Doktorant nie ograniczył się jedynie do symulacji numerycznych, lecz podjął trud weryfikacji eksperymentalnej, wykazując się przy tym inwencją konstruktorską. Rozprawa ma charakter studium badawczego, w którym skutecznie połączono zaawansowane metody Numerycznej Mechaniki Płynów (CFD) z badaniami modelowymi w tunelu aerodynamicznym. Takie dwutorowe podejście znacznie podnosi wiarygodność uzyskanych wyników i świadczy o rzetelności warsztatu naukowego Kandydata.

Stwierdzam, że dysertacja wnosi istotny wkład w rozwój inżynierii lądowej w zakresie oddziaływań wiatrowych na konstrukcje powłokowe. Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć naukowych Autora, które stanowią o wartości rozprawy, zaliczam:

- **udowodnienie tezy o korzystniejszej charakterystyce aerodynamicznej powłoki katenoidalnej** – wykazanie na drodze analiz numerycznych i eksperymentalnych, że zastosowanie geometrii katenoidy prowadzi do redukcji wartości współczynników ciśnienia i oporu aerodynamicznego w porównaniu do rozwiązań klasycznych (walcowych), co ma mieć bezpośrednie przełożenie na optymalizację konstrukcji;
- **zaprojektowanie i wykonanie autorskiego stanowiska badawczego (wagi aerodynamicznej)** – opracowanie unikalnego urządzenia pomiarowego, co zostało potwierdzone zgłoszeniem patentowym nr P.443586. Jest to osiągnięcie o charakterze wdrożeniowym, dowodzące wysokich kompetencji inżynierskich Doktoranta;
- **przeprowadzenie skutecznej walidacji modelu numerycznego** – wykazanie zgodności wyników symulacji CFD z wynikami badań tunelowych, co pozwoliło na sformułowanie wiarygodnych wytycznych do modelowania tego typu obiektów;
- **analizę obiektu w skali naturalnej** – przeniesienie zweryfikowanej metodyki na obiekt rzeczywisty i wyznaczenie charakterystyk aerodynamicznych w zakresie bardzo

wysokich liczb Reynoldsa, co jest zagadnieniem trudnym do realizacji w warunkach laboratoryjnych i stanowi cenne uzupełnienie wiedzy normowej.

Podsumowując, recenzowana rozprawa stanowi dowód na dużą dojrzałość warsztatową Doktoranta oraz jego umiejętność łączenia teorii z eksperymentem. Na mnie jako Recenzencie szczególne wrażenie zrobiła determinacja Autora w budowie własnej aparatury badawczej, co w pracach teoretyczno-numerycznych jest rzadką i cenną wartością dodaną.

5. Uwagi krytyczne

Podczas lektury i analizy wyników przedstawionych w recenzowanej rozprawie doktorskiej nasuwają się pewne uwagi, pytania oraz propozycja szerszej dyskusji na wybrane tematy.

5.1. Ogólne uwagi merytoryczne

Najważniejszym, a zarazem najbardziej uderzającym spostrzeżeniem, które towarzyszyło mi podczas analizy dysertacji, jest **rażąca dysproporcja** pomiędzy wysoką wartością merytoryczną przedstawionych wyników badawczych, a niską jakością edytorską samego dokumentu. Nie ukrywam, że lektura pracy – mimo jej niezwykle interesującej i aktualnej tematyki – była czynnością utrudnioną i momentami męczącą. Wynikało to z nagromadzenia błędów formalnych, które skutecznie odciągały uwagę od istoty wywodu naukowego. Choć dla niektórych odbiorców wady edytorskie mogą wydawać się drugorzędne, w moim przekonaniu w przypadku rozprawy doktorskiej dotyczącej nauk technicznych – będącej wizytówką dojrzałości naukowej autora – są one istotnym mankamentem, obniżającym ostateczną ocenę całości dzieła.

Pierwszym z zauważonych problemów jest **daleko posunięta niedbałość edytorska**, sugerująca, że dokument mógł być przygotowywany w pośpiechu i bez wystarczającej korekty końcowej. W tekście występują liczne błędy literowe, ortograficzne oraz interpunkcyjne. Autor wykazuje się brakiem konsekwencji w stosowaniu reguł pisowni – w analogicznych wyliczeniach raz stosuje przecinki, innym razem je pomija. Takie usterki, choć pojedynczo mogą wydawać się błaha, w dużej masie sprawiają wrażenie chaosu i braku dbałości o precyzję przekazu, która w naukach technicznych, w moim przekonaniu jest kluczowa.

Poważne zastrzeżenia budzi również **stylistyka wypowiedzi**. Autor w wielu fragmentach pracy posługuje się **językiem nieformalnym**, potocznym, sprawiającym wrażenie „mowy żywej” przelanej bezpośrednio na papier. Stosowanie konstrukcji myślowych i sformułowań właściwych dla komunikacji ustnej („pisze tak, jak się mówi”) jest niewłaściwe w dokumencie o randze rozprawy doktorskiej, gdzie obowiązuje kanon precyzyjnego, bezosobowego języka technicznego.

Kolejnym aspektem wymagającym krytycznego komentarza jest **sposób prezentacji wyników w formie graficznej oraz zapis wielkości fizycznych**. Autor nagminnie narusza zasady edycji tekstów technicznych, nie stosując wymaganej spacji rozdzielającej wartość liczbową od miana jednostki. Co więcej, na części wykresów, rysunków – szczególnie tych, na których czytelnik poszukiwałby precyzyjnych wymiarów geometrycznych – brakuje opisów osi lub w ogóle nie podano jednostek (np. rysunki 4.35, 4.49, 4.57 i wiele innych). Jest to błąd warsztatowy, który nie tylko narusza standardy inżynierskie, ale w skrajnych przypadkach uniemożliwia jednoznaczną interpretację prezentowanych wyników.

Moje głębokie wątpliwości budzi także **nieprofesjonalny sposób przywoływania dokumentów normatywnych**. W rozprawie naukowej oczekuje się precyzyjnego posługiwania się pełnymi numerami i nazwami aktów prawnych czy norm. Tymczasem Autor stosuje określenia nieściśle i wartościujące. Jaskrawym przykładem jest tytuł podrozdziału (cytuje tutaj również pisownie wprost) 2.2.5: „*Spojrzenie starej Polskiej normy na obciążenie wiatrem*”. Używanie w tytule rozdziału przymiotnika „stara” jest sformułowaniem wybitnie nieformalnym, nieprzystającym do powagi pracy naukowej. Podobna uwaga tyczy się ogólnikowych haseł typu „norma chińska”, „norma włoska” czy „norma indyjska” bez podania ich konkretnych identyfikatorów w tytułach podrozdziałów.

Podsumowując te ogólne spostrzeżenia mogę tylko dodać, że to wielka szkoda, że Autor uznał, że sposób i styl prezentacji wyników naukowych w rozprawie doktorskiej nie jest aż tak istotny.

5.2. Szczegółowe uwagi merytoryczne

- I. **Konstrukcja pracy i edycja wstępna:** W dobrych praktykach redakcyjnych dysertacji doktorskich w dziedzinie nauk technicznych przyjęte jest zamieszczanie streszczenia oraz wykazu ważniejszych oznaczeń i symboli na początku dokumentu, przed lub po spisie treści. W recenzowanej pracy zabrakło tych elementów, co w przypadku tak specjalistycznego opracowania może utrudniać szybką nawigację po treści.
- II. **Precyzja sformułowań (str. 7):** Autor posługuje się sformułowaniem „w programie konsumenckim”. Jest to określenie nietypowe w literaturze fachowej. Czy Autorowi chodziło o oprogramowanie komercyjne (ang. commercial software)? Proszę o uściślenie tej terminologii.
- III. **Filozofia projektowania niezawodnościowego (str. 8, tab. 1.1):** Analizując wartości częściowych współczynników bezpieczeństwa, nasuwa się pytanie natury ogólnej: czy w przypadku specyfiki konstrukcji, jaką są wielkowymiarowe chłodnie kominowe, widzi Autor zasadność stosowania podejścia opartego na różnicowaniu klas niezawodności (RC1-RC3 wg Eurokodu)? Czy też ze względu na skalę i znaczenie tych obiektów, zawsze powinny one być projektowane w najwyższej klasie niezawodności? Z chęcią poznam zdanie Autora w tej interesującej kwestii.

- IV. Definicje parametrów geometrycznych i aerodynamicznych (str. 15):** Proszę o doprecyzowanie definicji „*współczynnika kształtu konstrukcji*” przywołanego na stronie 15. Ponadto, sformułowanie, że procedura „*sprowadza się do obliczenia profilu współczynnika ekspozycji*”, jest mało precyzyjne. Proszę o wyjaśnienie tego skrótu myślowego.
- V. Opisy wykresów normowych (Rys. 2.7):** Autor prezentuje „*wartości współczynnika siły oporu wg Eurokodu*”. Oczekuję precyzyjnego wskazania, jak w nomenklaturze normowej nazywa się wykres, z którego zaczerpnięto te dane, aby umożliwić jednoznaczną weryfikację źródła.
- VI. Analiza porównawcza norm:** przy omawianiu normy brytyjskiej BS 6399 (str. 21) Autor posługuje się parametrem opisanym jako „*współczynnik z uwagi na wielkość*”. Proszę o wyjaśnienie: wielkość czego?
- VII. Analiza porównawcza norm:** czytając to zestawienie nie odniosłem wrażenia, że przedstawione do oceny zestawienie jest definiowane dla wszystkich norm jednakowo tzn. stosując ten sam klucz doboru i porównania treści. W opisie dotyczącym normy PN-77/B-02011 przywołano współczynnik porywów wiatru, natomiast przy opisie procedur według norm europejskich nie podano żadnej informacji na temat współczynnika konstrukcyjnego c_{scd} . W moim przekonaniu taka usystematyzowana dyskusja byłby pożądana.
- VIII. Precyzja danych (np. str. 31):** w definicji prędkości krytycznej wiatru zabrakło jednoznacznego określenia jednostek. Choć domyślnie są to m/s, w pracy naukowej każda wielkość fizyczna powinna mieć ściśle zdefiniowane miano.
- IX. Struktura pracy (kolejność rozdziałów):** Rozdział 4 nosi tytuł „*Walidacja numeryczna badań eksperymentalnych*”, podczas gdy opis samych badań laboratoryjnych (stanowisko, aparatura) znajduje się dopiero w Rozdziale 5. Z reguły, opis eksperymentu powinien poprzedzać jego walidację numeryczną. Co było przesłanką do zastosowania takiej inwersji w strukturze pracy?
- X. Kosztochłonność badań CFD vs. tunelowych (str. 49):** Autor stawia tezę o niewątpliwej przewadze CFD” w kontekście niższego kosztu i czasu w porównaniu do badań tunelowych. Jest to stwierdzenie dyskusyjne. W praktyce inżynierskiej, przy uwzględnieniu kosztu licencji komercyjnych solverów oraz czasu pracy wysokiej klasy specjalistów i mocy obliczeniowej, analizy numeryczne bywają równie kosztowne. Poddaję to pod dyskusję.
- XI. Opis badań i szczerść naukowa:** Na duże uznanie zasługuje fakt, że Autor opisuje procedurę badawczą w sposób umożliwiający jej powtórzenie (co jest wymogiem naukowym), a także otwarcie pisze o elementach, które w procesie badawczym się nie powiodły. Bardzo sobie takie podejście cenię.
- XII. Wpływ wirów na konstrukcję:** Autor szeroko omawia zjawiska turbulencyjne (np. ścieżka von Karmana). Zabrakło jednak analizy wpływu tych zjawisk na samą

konstrukcję chłodni. O ile dla smukłych kominów stalowych wpływ ten jest dobrze opisany w literaturze, o tyle dla masywnych powłok żelbetowych chłodni kwestia ta wymagałaby szerszego komentarza – czy i w jakim stopniu generowane wiry wpływają na pracę statyczną i dynamiczną takiego obiektu?

- XIII. Zmienność sił aerodynamicznych (str. 86):** Autor stwierdza, że ssanie na ścianach bocznych może zmieniać swoją wielkość w kolejnych krokach czasowych nawet o 20%. Bardzo to interesujące i proszę Autora o krótki komentarz w tej sprawie.
- XIV. Spójność wniosków z tezą pracy:** W tezie pracy Autor zakłada, że opór aerodynamiczny powłoki katoidalnej „*istotnie różni się*” od oporu walca. Natomiast we wnioskach końcowych czytamy, że „*różnice nie są bardzo duże*”. Proszę o wyjaśnienie tej pozornej sprzeczności terminologicznej.
- XV. Aspekt użyteczny:** Autor w ostatniej części pracy wspomina, że wyniki „*otwierają drogę do optymalizacji geometrii betonowych chłodni kominowych*”. Proszę o rozwinięcie tej myśli w kontekście praktycznym. Gdzie konkretnie szukać oszczędności? Czy mniejszy opór aerodynamiczny pozwoli na redukcję grubości ścianek powłoki, zmniejszenie ilości zbrojenia, czy może wpłynie na fundamentowanie? Jakiego rzędu mogą być to oszczędności (znaczące, nieznaczące w kontekście całego przedsięwzięcia)? Jest to niezwykle interesujący aspekt.
- XVI. Jednoznaczność celu:** Na koniec pragnę podkreślić duży atut pracy: Autor postawił sobie jedno, precyzyjne zadanie badawcze i konsekwentnie je rozwiązał, unikając częstego w doktoratach rozmycia tematu na wiele wątków pobocznych.

5.3. Uwagi dotyczące redakcji rozprawy

W mojej ocenie strona edycyjna recenzowanej rozprawy jest zdecydowanie najsłabszą częścią recenzowanego dokumentu. Poniżej w formie tabelarycznej przedstawiam błędy językowe, edytorskie, gramatyczne (na pewno nie wszystkie) jakie w pracy się znalazły.

Nr strony:	Cytat z pracy:
7	„ <i>Erokod</i> ”
-	W tekstach technicznych i naukowych spacja pomiędzy wartością liczbową a mianem jednostki jest obowiązkowa.
10 i inne	Wpisywanie tytułów, które formalnie powinny być kolejnym podrozdziałami np. „ <i>Wielkość porywów w czasie</i> ” w sposób wyróżniający tekst, ale enumeratywny.
10 i inne	Czcionka tekstu inna niż czcionka wzorów
11, 36 i inne	Brak przecinków po wymienieniu poszczególnych wielkości i kropki na końcu

	zdania; w innych miejscach przecinki i kropki się zdarzają.
31 i inne	Puste miejsce na karcie.
35	<i>„Sytuacja jest nieco bardziej ciekawa w przypadku geometrii...”</i>
37	Interpunkcja; <i>„...badaczowi wiele możliwości a nie wytycza konkretnej ścieżki...”</i>
39	<i>„...Zmniejszony w skali 1:100 n...”</i>
65	Początek zdania: <i>”jak podaje [4] założeniem modelu”.</i>
66 i inne	Podany wzór (3-54) jest końcem zdania zatem powinien być zakończony kropką.
82	<i>„...Zagęszczenia siatki – gubości elementów Przyściennych...”</i>
85	Początek zdania: <i>„rys. 4.12 zawiera zestawienie wyników otrzymanych...”</i>
95	Rysunek 4.27 i inne – brak jednostek przy wymiarach.
173	<i>„...bez większego nakładu pracy człowiek.”</i>

6. Wnioski końcowe

Podsumowując ocenę przedłożonego opracowania stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana **mgr. inż. Macieja Wiśniowskiego** stanowi bardzo dobry przykład metodycznego rozwiązania oryginalnego zagadnienia naukowego. Największą zaletą pracy jest fakt, że rozwiązuje ona praktyczny, konkretny i dobrze zdefiniowany problem inżynierski, co w naukach stosowanych jest wartością nadrzędną.

Bardzo wysoko oceniam zakres przeprowadzonych analiz oraz warsztat badawczy Doktoranta. Autor wykazał się rzadką umiejętnością łączenia zaawansowanej wiedzy z zakresu symulacji numerycznych z niewątpliwym talentem do prowadzenia badań eksperymentalnych w wymagającym środowisku tunelu aerodynamicznego. Na szczególne wyróżnienie i pochwałę zasługuje inwencja twórcza Kandydata, potwierdzona zgłoszeniem patentowym autorskiej wagi aerodynamicznej. Jest to element unikalny, rzadko spotykany w standardowych pracach doktorskich, który świadczy o tym, że Autor jest nie tylko badaczem, ale i skuteczną wynalazcą.

Jakkolwiek warstwa redakcyjna i edytorska przedłożonego dokumentu wymaga od Autora jeszcze wiele pracy i poprawy standardów, to niedoskonałości te nie mogą przesłonić istotnej wartości naukowej osiągniętych wyników. Jestem przekonany, biorąc pod uwagę potencjał inżynierski i dotychczasowe dokonania Kandydata, że w toku dalszej kariery osiągnie on również w aspekcie redagowania tekstów naukowych pełną biegłość, czego mu szczerze życzę.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa **mgr. inż. Macieja Wisniowskiego** pt. *“Analiza obciążenia wiatrem katenoidalnych powłok chłodni kominowych z wykorzystaniem modelu CFD oraz nowoczesnych narzędzi weryfikacji doświadczalnej”*, że **prezentuje wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport oraz spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

W związku z tym stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Śląskiej.

Recenzję podpisał
Jacek Szafran