

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Wojciechowskiego
pt. „Modelowanie parametrów technicznych
proekologicznego budynku biurowego”

1. Podstawa formalna recenzji

Formalną podstawę opracowania recenzji stanowi pismo nr WTBD.521.DR.26.2021 z dnia 04.02.2021r. Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport dr hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. Uczelni w związku z powołaniem mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Wojciechowskiego przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Michała Wojciechowskiego pt. „Modelowanie parametrów technicznych proekologicznego budynku biurowego”. Pracę przygotowano na Wydziale Budownictwa, Mechaniki i Petrochemii Politechniki Warszawskiej w Płocku pod kierunkiem dr hab. inż. Tomasza Błaszczczyńskiego, em. prof. PP, pełniącego funkcję promotora oraz dr inż. Anny Krawczyńskiej-Piechny, pełniącej funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim.

3. Układ i treść rozprawy

Rozprawa doktorska ma formę maszynopisu książki wydanej przez Politechnikę Warszawską i w tym zakresie spełnia wymagania Ustawy z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Zasadnicza część pracy obejmuje 250 stron maszynopisu, łącznie z rysunkami, tablicami, spisem literatury, spisem treści i wykazem najczęściej stosowanych skrótów i oznaczeń oraz streszczeniem w języku polskim i angielskim. Uzupełnienie pracy stanowi załącznik umieszczony na dwóch stronach, zawierający tabelę stanowiącą rezultat badań Autora.

Rozprawa podzielona jest na 7 rozdziałów.

Rozdział I zatytułowany „Wstęp” zawiera uzasadnienie podjęcia tematu z podkreśleniem aktualnego trendu popularności budynków biurowych wśród nieruchomości komercyjnych.

W **Rozdziale II** Autor określił cele pracy, zakres prowadzonych badań oraz przedstawił strukturę opracowania.

III Rozdział pracy zawiera wprowadzenie w tematykę rozprawy, obejmuje charakterystykę współczesnych budynków biurowych. Przedstawione są uwarunkowania rozwiązań architektoniczno-

budowlanych dla budynków biurowych wynikające zarówno ze spełnienia określonych prawnie warunków technicznych dla tych obiektów, a także możliwości technicznych stosowania rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych. Opisane są również systemy certyfikacji ekologicznej, stosowane w ocenie budynków w aspektach przyjazności dla środowiska naturalnego oraz komfortu użytkowania obiektów. Wartościowym i oryginalnym elementem w tym rozdziale jest identyfikacja rozwiązań łączących wszystkie te wymagania wraz z prezentacją zastosowań w przykładowych istniejących budynkach biurowych. Rozdział ten jest w całości autorski, co dowodzi o obszernej wiedzy praktycznej Doktoranta.

Rozdział IV zawiera sformułowane tezy pracy.

Rozdział V poświęcony jest przedstawieniu zasadniczego dorobku naukowego stanowiącego efekt wieloletnich studiów teoretycznych poświęconych zagadnieniu szeroko pojętego budownictwa zrównoważonego. Rozdział ten zawiera opis zaproponowanej przez Autora metody, pozwalającej na wskazanie najbardziej korzystnych parametrów technicznych proekologicznego budynku biurowego. W części badawczej dokonano analizy porównawczej najczęściej występujących rozwiązań funkcjonalno-użytkowych oraz materiałowo-konstrukcyjnych w istniejących budynkach biurowych objętych analizą, zlokalizowanych w Poznaniu, Wrocławiu, Szczecinie i Gdyni.

Rozdział VI (błędnie podany w pracy nr V) stanowi podsumowanie wyników pracy, a w **Rozdziale VII** (błędnie podany w pracy nr VI) omówione są kierunki dalszych badań.

Zamieszczony wykaz literatury zawiera 123 pozycje, w tym 28 pozycji anglojęzycznych (23 %). 4 pozycje to prace Autora rozprawy, dotyczące zagadnień budownictwa zrównoważonego.

Struktura pracy jest logiczna, układ poszczególnych części jest dostosowany do przyjętej metodyki badań.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

4.1. Ocena doboru tematu rozprawy

Problematyka rozprawy należy do zagadnień budownictwa zrównoważonego. Poszukiwanie metody pozwalającej na wybór najbardziej korzystnych parametrów technicznych w proekologicznych budynkach biurowych mieści się w przedmiocie badań w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Wybór przez Doktoranta problematyki związanej z projektowaniem proekologicznych budynków biurowych, jako tematu rozważań naukowych, zasługuje na uznanie. Aktualne standardy projektowe budynków biurowych wymagają certyfikacji ukierunkowanej na kwestie zrównoważonego budownictwa. Prace badawcze dotyczące analizy rozwiązań architektoniczno-budowlanych dla ekologicznych budynków biurowych mają znaczenie społeczno-gospodarcze, dotyczą budowy i utrzymania środków trwałych, a jednocześnie jakości i standardu życia użytkowników tych budynków.

Zagadnienie analizy rozwiązań funkcjonalno-użytkowych oraz materiałowo-konstrukcyjnych w ekologicznych budynkach biurowych nie było dotychczas szeroko rozpatrywane w literaturze. Większość prac z tego tematu (zarówno krajowych jak i zagranicznych) dotyczy identyfikacji określonych prawnie warunków technicznych dla tych obiektów oraz możliwości technicznych stosowania rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych. Odczuwalny jest brak propozycji modeli i narzędzi służących do wyboru najbardziej korzystnych rozwiązań.

Rozważany przez Autora problem badawczy jest oryginalny i stanowi poszukiwanie modelu umożliwiającego wybór najbardziej korzystnych rozwiązań funkcjonalno-użytkowych oraz materiałowo-konstrukcyjnych dla ekologicznych budynków biurowych.

Doktorant zajął się zagadnieniem, które nie zostało jeszcze zbadane, proponuje swoje oryginalne podejście i narzędzie rozwiązania problemu. Model ma uwzględniać specyfikę proekologicznych budynków biurowych oraz kryteria zidentyfikowane przez Autora.

Oceniam podjęty w pracy doktorskiej temat jako zasadny do rozważań naukowych, a wyniki badań w postaci narzędzia do projektowania proekologicznych budynków biurowych jako użyteczne w praktyce budowlanej.

4.2. Ocena celu, tezy rozprawy oraz metody rozwiązania postawionego problemu

Na podstawie przeglądu literatury, przeprowadzonych analiz i doświadczenia w praktyce inżynierskiej Doktorant sformułował cele i tezy rozprawy:

„Celem pracy jest wskazanie najbardziej optymalnych parametrów, formy i wielobranżowych rozwiązań budynku biurowego, który na podstawie przeprowadzonych analiz i badań spełnia oczekiwania właściciela, a jednocześnie rynku najemców, dla których obiekt jest tworzony. (...) Ponadto celem pracy jest wskazanie na podstawie przeprowadzonych badań, co w najsilniejszy sposób determinuje formę współczesnego projektu deweloperskiego, a także jaki zbiór parametrów technicznych, biznesowych oraz ekologicznych spełnia oczekiwania rynku deweloperskiego.”

Tezy pracy brzmią:

- *nowoczesny budynek powinien być obiektem ekologicznym;*
- *możliwym jest wskazanie optymalnych parametrów technicznych i biznesowych dla realizacji współczesnego biurowca;*
- *w ramach rynku polskiego występują różne rozwiązania techniczne i organizacyjne, stosowane przez deweloperów, pozwalające na realizację nowoczesnego i ekologicznego budynku biurowego, co zostanie potwierdzone opracowaną propozycją standardu polskiego budynku biurowego.”*

Tezy pracy wynikają z celu rozprawy i możliwe jest ich potwierdzenie za pomocą osiągniętych rezultatów uzyskanych w wyniku prowadzonych badań i analiz.

Realizacja celu i udowodnienie tezy wymagały od Autora przeprowadzenia studiów literaturowych, wykazania się wiedzą ze znajomości zagadnień teoretycznych dotyczących budownictwa zrównoważonego, wiedzy praktycznej, umiejętności posługiwania się metodami badawczymi i zaawansowanymi narzędziami matematycznymi, w tym metodami statystycznymi i metodą analizy wrażliwości.

Doktorant sformułował **problem** – konieczność budowy skutecznego narzędzia służącego do wyboru najbardziej korzystnych parametrów technicznych w projektowaniu ekologicznych budynków biurowych i **samodzielnie go rozwiązał**.

Zbudował autorski model umożliwiający wybór najbardziej korzystnych rozwiązań funkcjonalno-użytkowych oraz materiałowo-konstrukcyjnych dla ekologicznych budynków biurowych. Efekty działania narzędzia przedstawił na przykładzie zamieszczonym w załączniku. Założony **cel rozprawy został osiągnięty**.

Postawiona **teza została udowodniona** przeprowadzonymi przez Doktoranta badaniami. Zaproponowane przez Niego narzędzie w postaci modelu determinującego najbardziej korzystne parametry, pozwoliło na opracowanie modelowego proekologicznego budynku biurowego.

Zastosowana w recenzowanej rozprawie **metodyka badań** obejmowała następujące etapy:

1. Identyfikację problemu badawczego ze wskazaniem uwarunkowań rozwiązań architektoniczno-budowlanych dla proekologicznych budynków biurowych. Wymagało to od Doktoranta pozyskania aktualnej wiedzy zarówno na temat określonych prawnie warunków technicznych dla tych obiektów, jak i możliwości technicznych stosowania rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych, a także na temat certyfikacji ekologicznej stosowanej w ocenie budynków w aspektach przyjazności dla środowiska naturalnego oraz komfortu użytkowania obiektów oraz doświadczenia zawodowego.
2. Przygotowanie bazy danych niezbędnej do stworzenia modelu determinującego wybór rozwiązań dla proekologicznego budynku biurowego.
3. Zdefiniowanie problemu badawczego i zbudowanie modelu determinującego wybór najbardziej korzystnych parametrów technicznych proekologicznego budynku biurowego w postaci funkcji użyteczności.
4. Opracowanie modelowego proekologicznego budynku biurowego.

Mgr inż. Michał Wojciechowski przedstawił oryginalne rozwiązanie problemu naukowego wykazując się umiejętnością samodzielnej pracy naukowej. Opracował metodykę badań i ją zrealizował, zbudował autorskie narzędzie umożliwiające wybór najbardziej korzystnych rozwiązań, zaprezentował uzyskiwane wyniki.

Podsumowując ocenę merytoryczną rozprawy, do istotnych osiągnięć naukowych Doktoranta zaliczam:

1. Identyfikację rozwiązań architektoniczno-budowlanych budynków biurowych spełniających zarówno wymagania prawne warunków technicznych dla tych obiektów, jak i możliwości techniczne zastosowania rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych oraz wymogi certyfikacji ekologicznej w ocenie budynków w aspektach przyjazności dla środowiska naturalnego oraz komfortu użytkowania obiektów.
2. Opracowanie autorskiej metody wyboru najbardziej korzystnych rozwiązań dla ekologicznych budynków biurowych. Zaproponowana przez Autora funkcja użyteczności uzależnia wybór rozwiązań architektoniczno-budowlanych projektowanego budynku biurowego od wartości przyjętych ponad siedemdziesięciu kategorii oraz wag siedmiu kryteriów.
3. Zaproponowana przez Doktoranta metoda pozwoliła na opracowanie modelowego proekologicznego budynku biurowego. W opracowaniu Doktorant skorzystał z wyników przeprowadzonych wcześniej analiz dla grupy badawczej istniejących budynków biurowych.

5. Uwagi krytyczne

Przy ogólnej pozytywnej ocenie rozprawy nasuwają się pewne uwagi. Mają one charakter dyskusyjny, nie obniżają walorów naukowych, warsztatowych i poznawczych zawartych w treści pracy, jednakże wymagają ustosunkowania się do nich przez Autora rozprawy.

5.1. Uwagi dotyczące kwestii merytorycznych

1. Jednym z kryteriów opracowanej w pracy metody, są koszty cyklu życia. Na rysunku V2.1 przedstawiony jest wykres zmian kosztów w cyklu życia budynku biurowego przez 30-letni okres jego użytkowania. Przedstawiony wykres skłania do postawienia kilku pytań:
 - w jaki sposób zostało opracowane uśrednienie kosztów cyklu życia budynków przedstawione na wykresie w postaci jednej krzywej?
 - brakuje informacji na temat danych wyjściowych dotyczących budynków biurowych dla których został opracowany wykres zamieszczony na rysunku V2.1, np. dla jakiej technologii wykonania budynków, jakiej powierzchni zabudowy, ilu kondygnacji, jakich rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych itp.;
 - w jaki sposób zostały uśrednione koszty prac naprawczych w opracowywaniu wykresu, przedstawionego na rysunku V2.1 ?
2. Jednym z kryteriów metody są koszty najmu budynku. Czy na rysunku V.2.2, gdzie przedstawiony jest wykres przychodów jednostkowych z najmu w pełnym okresie użytkowania budynku, zostały zawarte wyniki obliczeń zmian kosztów najmu dla budynku zlokalizowanego w centrum miasta czy poza centrum?
3. Jednym z siedmiu kryteriów metody jest wartość obiektu. Na rysunku V.2.5. przedstawione są dwa wykresy – zmiany w czasie wartości budynku certyfikowanego oraz niecertyfikowanego. W jakim odstępie czasowym zostały opracowane dane wyjściowe do wykresów zmian wartości nieruchomości w 30-letnim okresie użytkowania tych budynków? W jaki sposób wartości zostały uśrednione dla różnych typów budynków?
4. Rysunek V2.6 przedstawia koszty remontów wynikających z kończących się okresów trwałości elementów składowych budynków certyfikowanego i niecertyfikowanego w pełnym 30-letnim czasie użytkowania budynków. Jakie zostały przyjęte rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne elementów składowych budynków?
5. Jakie zostały przyjęte rozwiązania materiałowo-konstrukcyjne budynku, dla którego opracowany został wykres zmian kosztów związanych z certyfikacją w 30-letnim czasie użytkowania (rys. V2.7)?
6. Przyjęte w metodzie kryteria: rozwiązania techniczne i projektowanie, realizacja budynku, eksploatacja budynku, najem, wartość obiektu, trwałość budynku, certyfikacja ekologiczna związane są z ich wagami. Wagi tych siedmiu kryteriów zostały określone wzorami 2.11 – 2.17. Na jakiej podstawie zostały określone wartości liczbowe wag tych kryteriów?
7. W podrozdziale 3.2.1., gdzie przedstawione są wyniki badanej kategorii kształtu budynku biurowego, zawarta jest tabela z zestawieniem kształtu rzutu dwunastu budynków objętych analizą. Rozważania powinny obejmować nie tylko wybór najczęściej preferowanego przez deweloperów kształtu budynku, ale także możliwości zastosowania udogodnień rozwiązań ekologicznych dla określonej formy budynku.

8. W podrozdziale 3.2.3. badana jest zależność ilości klatek schodowych od powierzchni piętra. Powinien być również uwzględniony kształt rzutu budynku. Budynek założony na rzucie wydłużonego prostokąta, z uwagi na długości dróg ewakuacyjnych, wymaga zastosowania większej ilości klatek schodowych niż budynek założony na rzucie np. kwadratu;
 9. W badaniu zależności grubości płyty fundamentowej od wysokości budynku powinny być również uwzględnione warunki gruntowo-wodne;
 10. W badaniu zależności elementów stropowych od klasy stosowanej mieszanki betonowej powinny być uwzględnione również ilość i klasa stali zbrojeniowej;
 11. W badaniu zależności przekroju słupów od wysokości budynku powinny być uwzględnione również rozwiązania materiałowe;
 12. W tabeli w załączniku Doktorant zestawia wartości określające przyjęte kategorie i kryteria. Zdaniem recenzenta zbyt mało uwagi Autor poświęcił na wyjaśnienie przyjętych wartości liczbowych poszczególnych kategorii.
- Zagadnienia powyższe proponuję uwzględnić w przyszłych badaniach, analizach i publikacjach.

5.2. Uwagi dotyczące edycji pracy i poprawności językowej

Ponadto zauważyłam usterki redakcyjne (drukarskie i stylistyczne):

1. budynki biurowe, zgodnie z Polską Klasyfikacją Obiektów Budowlanych (PKOB) są grupą budynków należącą do działu budynki niemieszkalne i termin „budynki biurowe” używany w pracy jest prawidłowo, natomiast termin „budownictwo biurowe” nie jest kategorią stosowaną w klasycznej literaturze i klasyfikacji budownictwa;
2. str. 17 – tytuł podpunktu 1.1. „Lokalizacja obiektu, a projekt” wymaga korekty;
3. str. 23 – sformułowanie „... współczynnikiem powierzchni netto do powierzchni brutto ...” – proponuję zastąpić „... stosunkiem powierzchni netto do powierzchni brutto”;
4. str. 47 – wyrażenie „wielkość kondygnacji biurowej” – proponuję zastąpić terminem „powierzchnia użytkowa kondygnacji”;
5. str. 49 – należy przeredagować zdanie: „Organizacja piętra biurowego determinowana jest także przez rodzaj procesu prowadzonego na jego powierzchni, w tym także sposobem komunikacji pomiędzy członkami zespołu”;
6. str. 49 – sformułowanie „kondygnacje rozległe” proponuję zastąpić „kondygnacje o dużej powierzchni użytkowej”;
7. str. 54 – terminy „żelbet” proponuję zastąpić „konstrukcja żelbetowa”;
8. str. 54 – termin „monolit” proponuję zastąpić „konstrukcja monolityczna”;
9. str. 69 – sformułowanie „elementy ustandaryzowane, które prefabrykowane są w fabrykach” proponuję zastąpić „zunifikowane elementy prefabrykowane”;
10. str. 84 – sformułowanie „w przypadku dużego budynku właściwie zaizolowanego i szczelnego” jest stosowane w mowie potocznej;
11. str. 226 – wyrażenie „znaczny koszt w koszcie inwestycji” proponuję zastąpić „znaczną część w kosztach inwestycji”;
12. str. 231 – sformułowanie: „optymalnym rozwiązaniem byłaby konstrukcja oparta o elementy żelbetowe monolityczne, np. konstrukcja słupowo-płytowa, oparta częściowo na żelbetowym trzonie komunikacyjnym” należy przeredagować.

6. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy istotnych dla budownictwa aktualnych zagadnień związanych z projektowaniem i użytkowaniem ekologicznych budynków biurowych. Obok wartości naukowych i poznawczych dysertacja ma duże znaczenie dla praktyki. Autor zaproponował nowe narzędzia do projektowania budynków biurowych.

Wskazane wyżej uwagi krytyczne należy traktować jako dyskusyjne i służące ewentualnemu uwzględnieniu w dalszych pracach badawczych i publikacjach Doktoranta.

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Michała Wojciechowskiego stanowi oryginalne rozwiązanie postawionego problemu naukowego i wnosi wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria lądowa i transport. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej, umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i wykorzystania odpowiednich metod naukowych i technik badawczych.

W związku z powyższym uważam, że przedłożona przez **Pana mgr inż. Michała Wojciechowskiego** rozprawa doktorska pt. **„Modelowanie parametrów technicznych proekologicznego budynku biurowego”** spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Stawiam wniosek o przyjęcie pracy i wnoszę o dopuszczenie Pana mgr inż. Michała Wojciechowskiego do publicznej obrony przedstawionej rozprawy doktorskiej.

Beata
Nowogonińska