

Prof. zw. dr hab. inż. Józef Giergiel dr h.c. multi
30-408 Kraków
ul. Odrzańska 10/3
j.giergiel@chello.pl

Kraków, 6.06.2016r.



RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr inż. Anity Pawlak-Jakubowskiej
pt. „Ruchome przekrycia – budowa geometryczna, kinematyka, technologia
wykonania”

Promotor rozprawy: dr hab. Krystyna Romaniak, Prof. PK

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Budownictwa
Politechniki Śląskiej w Gliwicach

Przy pisaniu recenzji skorzystano z następujących kryteriów:

1. Wybór tematu, teza, cel i zakres rozprawy
2. Teza naukowa i oryginalność rozprawy
3. Metodyka badań i analiza wyników
4. Uwagi ogólne
5. Uwagi szczegółowe
6. Wniosek końcowy

1. Wybór tematu, teza, cel i zakres rozprawy

Poszukiwanie nowych innowacyjnych rozwiązań, oraz ulepszanie istniejących, w oparciu o nowoczesne technologie i materiały to zadanie stawiane od wieków naukowcom wszystkich dziedzin nauki. W szczególności dotyczy to inżynierów, konstruktorów i projektantów, którzy w swoich działaniach, jako adepci uczelni technicznych, łączą teorię z praktyką. Cechą charakteryzującą ich działania jest wielodyscyplinarność, wiążąca się z wykorzystywaniem wiedzy z różnych dziedzin nauki. Wśród konstrukcji wymagających współdziałania specjalistów z wielu dziedzin znajdują się ruchome zadania. Ich powstanie to nie tylko zamysł projektanta (architekta), ale również wiedza konstruktora (inżyniera z zakresu budownictwa), mechanika (inżyniera z budowy maszyn), automatyka (zajmującego się sterowaniem), elektryka (podejmującego temat dostarczenia energii) i wielu innych. Istnieje zatem potrzeba podejmowania tematów łączących wiedzę z kilku dyscyplin naukowych. W ten nurt wpisuje się przedstawiona do recenzji rozprawa, w której podjęto zagadnienia z zakresu geometrii, budownictwa oraz teorii mechanizmów. Brak tego typu opracowań wskazuje na potrzeby badawcze i konieczność ich wykonania w dyscyplinie budownictwo.

W przedstawionej do recenzji pracy sformułowano tezę zakładającą, iż możliwe jest wykonanie ruchomego dachu, którego przemieszczenie wiąże się z wielokrotną zmianą jego kształtu. Celem pracy była zatem realizacja modelu takiego zadania, co wykonano w oparciu o mechanizmy płaskie klasy II. Tezę i cel pracy sformułowano wystarczająco dokładnie, a ich podjęcie jest pożyteczne we współczesnym budownictwie.

W zakresie rozważań dotyczących kształtu geometrycznego znalazły się zarówno zadania stałe jak i ruchome. W temacie technologii wykonania badania obejmowały dachy ruchome z panelami sztywnymi oraz zmiennymi. W obszarze badań dotyczących struktury i kinematyki zadań znalazły się mechanizmy klasy II.

Rozprawa doktorska liczy 174 strony, składa się z siedmiu rozdziałów, bibliografii, spisu rysunków i tabel oraz załącznika w postaci płyty CD.

W rozdziale I po wprowadzeniu, podano motywację podjęcia tematu, sformułowano tezę i cel pracy, określono zakres rozważań oraz przedstawiono metodologię użytą w prowadzonych badaniach.

Rozdział II poświęcony jest budowie geometrycznej przekryć dachowych. Temat opracowano oddzielnie dla dachów stałych, osobno dla ruchomych. W zakresie dachów stałych uaktualniono dotychczasową klasyfikację wprowadzając dachy o połączeniach złożonych. Szczególną uwagę poświęcono zadaniom membranowym. Obrót i translację przyjęto, jako główne kryteria podziału dachów ruchomych, których analizę ruchu przeprowadzono osobno dla zadań z panelami sztywnymi, osobno z panelami zmiennymi.

W rozdziałach III i IV podjęto zagadnienie dotyczące konstrukcji i technologii wykonania zadań ruchomych. Rozdział III poświęcono dachom z panelami sztywnymi, rozdział IV zadaniom z panelami zmiennymi. Po omówieniu systemu przemieszczenia dachu oraz norm i współczynników bezpieczeństwa, dla każdego rodzaju dachu przedstawiono szczegółowe informacje na temat: paneli dachowych, mechanizmu napędowego, konstrukcji wsporczej. Panele dachowe opracowano w zakresie ich budowy, materiału wykonania oraz sposobu uszczelnienia i odprowadzenia wody. W ramach mechanizmów napędowych omówiono: budowę wózków jezdnych, szyn i torowiska, sposobów hamowania i zasilania, kontroli jazdy oraz zabezpieczenia przed wiatrem. W przypadku paneli zmiennych szczególną uwagę poświęcono zadaniom przemieszczającym się po linach, a zwłaszcza zbudowanych w systemie koła rowerowego. W rozdziałach tych zamieszczono szereg schematów i rysunków własnych w sposób czytelny przybliżających budowę poszczególnych elementów zadania.

Rozdziały V i VI dotyczą badań z zakresu struktury i kinematyki mechanizmów. W rozdziale V przedstawiono syntezę mechanizmów klasy II, której wynikiem był zbiór rozwiązań, przeanalizowany następnie pod kątem kinematyki (przemieszczeń członów). Analizę przeprowadzono wykorzystując parametryczne możliwości modelowania

w programie AutoCAD 2014. Do dalszych badań wybrano te mechanizmy, które spełniały przyjęte warunki brzegowe. Ostatecznie zbudowano cztery modele badawcze, przy czym trzy z nich reprezentują zbiór zadań zbudowanych w oparciu

wybrany mechanizm klasy II (rozdz.VI). Przeanalizowano je w zakresie kinematyki wykorzystując programy AutoCAD oraz Inventor. W przypadku modeli 1 i 2, otwierających i zamykających przestrzeń obiektu, wyznaczono wielkość (procentową) otwarcia przestrzeni zależnie od przyjętych wymiarów poszczególnych paneli. Dla modelu 3, którego ruch nie powoduje odsłonięcia przekrywanego obszaru, przeanalizowano kształty dachu otrzymane w trakcie jego przemieszczenia. Dla modeli 1-3 wyznaczono obszar roboczy poszczególnych paneli oraz zaproponowano sposób odprowadzenia wody. Model 4 to alternatywne rozwiązanie istniejącego zadania stadionu Wimbledon Center Court w Wielkiej Brytani. Stąd w pierwszej kolejności przedstawiono analizę rozwiązania w tym obiekcie, a następnie podano własną propozycję zadania. Dla wszystkich modeli badawczych zbudowano ich rozwiązania numeryczne w programie Autodesk Inventor Professional 2016. Poszczególne elementy zadania zamodelowano w sposób analogiczny jak w zrealizowanych obiektach. Na zakończenie rozdziału VI dokonano oceny rozwiązania przedstawiając wnioski z prowadzonych badań oraz przyjęte ograniczenia. Ta część rozprawy jest niewątpliwym osiągnięciem naukowym Autorki. Kończący rozprawę **rozdział VII** jest podsumowaniem pracy zawierającym: konkluzje o poprawności postawionej tezy, ocenę wkładu do rozwoju wiedzy oraz prezentację kierunków dalszych badań.

2. Teza naukowa i oryginalność rozprawy

Postawiona w rozprawie teza naukowa pracy, zakładająca możliwość budowy zadania, które zmienia swój kształt wielokrotnie w trakcie przemieszczenia dachu została udowodniona. Zbudowano bowiem modele dachów zmieniających swój kształt w trakcie przemieszczenia oraz spełniające przyjęte warunki brzegowe.

Metodologia pracy obejmująca analizę literatury, norm, patentów, realizacji, oraz budowę modeli w programach AutoCAD, Formfinder, Inventor, zaowocowała kompleksową informacją na temat ruchomych dachów. Autorka wykazała się znajomością warsztatu badawczego naukowca. Badania przeprowadziła poprawnie, prawidłowo ustosunkowując się do trzech aspektów ujętych w tytule rozprawy: geometrii, technologii, kinematyki ruchomych przekryć dachowych.

Do oryginalnych bądź nowatorskich osiągnięć Autorki rozprawy należy:

- uaktualnienie klasyfikacji geometrycznej dachów stałych,
- przedstawienie autorskiej klasyfikacji przekryć ruchomych, w której kryterium podziału był wykonywany przez zadanie ruch,
- przeprowadzenie po raz pierwszy kompleksowej analizy obiektów z ruchomymi zadaniem oraz opracowanie wyczerpującej i czytelnej informacji na temat ich budowy,
- przedstawienie nowych rozwiązań przekryć dachowych, które stanowią istotny wkład w rozwój tego rodzaju zadań,
- zaproponowanie alternatywnego przekrycia stadionu Wimbledon Center Court, które w świetle przedstawionych badań może być rozwiązaniem ekonomiczniejszym (tańszym),

- wypełnienie luki w zakresie polskich publikacji dotyczących ruchomych dachów.

3. Metodyka badań i analiza wyników

W badaniach dotyczących mechanizmów można wyróżnić dwie podstawowe koncepcje:

- badania teoretyczne analizujące wpływ wybranych parametrów na charakterystyk mechaniczne,
- badania doświadczalne, empiryczne, określające poszukiwane wielkości.

Badania teoretyczne dają wyniki pozornie ścisłe, ale obarczone zasadniczym niedostatkiem jakim jest idealizacja modelu w stosunku do rzeczywistego obiektu badań.

Badania doświadczalne dają wyniki dokładniejsze, lecz ograniczone wyłącznie do zakresu i warunków prowadzonych badań.

W recenzowanej pracy Autorka przedstawiła rozważania teoretyczne, poszarzone o budowę modeli komputerowych, w których wykorzystano rozwiązania stosowane w istniejących obiektach. Z przeprowadzonej analizy można wnioskować o charakterze i zachowaniu się poszczególnych elementów zadaszenia w modelach rzeczywistych.

Główną metodyką pracy była analiza literatury (głównie zagranicznej) dotyczącej ruchomych zadaszeń pod kątem ich geometrii, technologii wykonania oraz kinematyki. W zakresie technologii Autorka dokonała ponadto przeglądu norm, patentów oraz istniejących realizacji. Wiedzę tę wykorzystwała do budowy modeli będących jej własną propozycją zadaszeń, w których wykazała się znajomością programów komputerowych takich jak: AutoCAD, Formfinder, Inventor.

Analiza wyników przedstawionych w rozdziałach V i VI została przeprowadzona rzetelnie i wnikliwie. Na ich podstawie określano warunki brzegowe, co ostatecznie doprowadziło do wyboru najwłaściwszych rozwiązań i budowy modeli badawczych zadaszeń, które w trakcie przemieszczenia zmieniają swój kształt wielokrotnie. Należy zatem stwierdzić, że cel rozprawy został osiągnięty.

4. Uwagi ogólne

W recenzowanej pracy doktorantka przedstawiła wynik badań naukowych, których efektem końcowym było zaproponowanie nowych rozwiązań ruchomych zadaszeń. W rozdziale III i IV omówiła szczegółowo budowę tych dachów odnosząc się zrealizowanych inwestycji. W większości są to zadaszenia dużych obiektów sportowych. Nasuwa się zatem pytanie dotyczące mniejszych obiektów, czy ruchome przekrycia są identycznie zbudowane jak omówione przez doktorantkę, czy występują różnice?

W pracy doktorantka odnosi się do dwóch polskich obiektów z ruchomym zadaszeniem, amfiteatru Kadzielnia w Kielcach i stadionu Narodowego w Warszawie. Należą one do przekryć membranowych. W świetle zgromadzonej wiedzy, jakie jest zdanie doktorantki na temat możliwości stosowania w Polsce innych rodzajów zadaszeń, przykładowo z panelami sztywnymi.

W rozprawie stosowane są określenia: architektura kinetyczna, w ruchu, mobilna. Czy

to są synonimy mające to samo znaczenie, do jakiego rodzaju architektury należą ruchome dachy?

Opracowany przez Doktorantkę model 4, będący alternatywnym przekryciem stadionu Wimbledon Center Court jest jedyną propozycją, w której zadaszono duży obiekt, jakim jest stadion sportowy. Czy możliwe jest wykonanie podobnego dachu w przypadku modeli 1 i 2? Jeżeli tak, to jak byłoby to rozwiązane.

5. Uwagi szczegółowe

1. Rysunek 1.5 – pomyłony podpis dotyczący brył powinno być: a) walcowej – prostokątami, b) stożkowej – trójkątami, c) siodłowej - trójkątami
2. Rozdział 3.3.2.2, drugi akapit pod rysunkiem 3.13, trzecie zdanie – na końcu powinna być liczba pojedyncza a nie mnoga „W przypadku gdy panele nasuwają się na siebie, każdy z nich przemieszcza się wzdłuż oddzielnego torowiska.”
3. Rysunek 4.20 – w opisie zamiast „obiekt” powinno być „obiekty”
4. Rozdział 4.3.3.4, pierwszy akapit – jedyne zdanie w tym akapicie powinno być podzielone na dwa. Nowe zdanie powinno zaczynać się od „Następnie...”
5. Rozdział 4.3.3.4, trzeci akapit, pierwsze zdanie – odwołanie do nicistniejącego rysunku, chodzi raczej o „rys. 4.26”.
6. Rozdział 5.1, akapit i zdanie przed tabelą 5.1 „Określają one obszar roboczy członu biernego 3” – z analizy tabeli 5.1 wynika, że chodzi tu o człon bierny 2.
7. Rysunek 6.1 – niewłaściwie wpisane słowo „napędzającym”.
8. Tabela 6.1 – dlatego niektóre wyniki są wyróżnione czerwoną ramką.
9. Rozdział 6.4, trzeci akapit, ostatnie zdanie – niepotrzebna spacja między 10 a stopniem; powinna być liczba pojedyncza w zakresie członów napędzających, bo w rozważanym przykładzie jest jeden; brak zmiennej a we wzorze $2 \times \cos 10^\circ$.
10. Rozdział 6.4, czwarty akapit ostatnie zdanie – brak zmiennej a we wzorze $4 \times \cos 10^\circ$.
11. Rysunek 6.30 – niewłaściwie wpisane słowo „połączenie”

6. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska zawiera wiele wartościowych badań i wniosków. Świadczy to o tym, że Doktorantka posiada zasób wiedzy z zakresu dyscypliny naukowej „Budownictwo”. Potrafi postawić tezę naukową, udowodnić ją formułując stosowne wnioski. Wykazała się dobrym warsztatem naukowym, wykorzystując wiedzę z trzech odrębnych dziedzin (geometrii, budownictwa, teorii mechanizmów i maszyn) do zebrania i weryfikacji w sposób uporządkowany informacji na temat ruchomych zadaszeń. Zbudowała na tej podstawie własne koncepcje zadaszeń, wykorzystując stosowne programy komputerowe.

Ze względu na brak opracowań w języku polskim, dotyczących ruchomych dachów, rozprawa jest cennym kompendium wiedzy (dotychczas rozproszonej) na temat tej formy zadaszeń. Przedstawione w pracy wywody są jasne i poprawne, zaopatrzone licznymi schematami i rysunkami (będącymi opracowaniami autorskimi), przybliżającymi omawiane zagadnienia.

Ważnym uzupełnieniem pracy są dołączone materiały w pliku elektronicznym w postaci płyty CD. Umożliwia to prześledzenie zarejestrowanych symulacji ruchu zbudowanych modeli.

Na szczególne podkreślenie zasługuje wyjątkowy wkład pracy Doktorantki, związany z koniecznością opracowania tematu z punktu widzenia trzech dziedzin nauki.

Biorąc pod uwagę całość rozprawy stwierdzam, że Autorka podjęła istotny temat nowoczesnej problematyki naukowej związanej z budownictwem. Zastosowane metody i uzyskane wyniki badań są osiągnięciem Doktorantki. Uważam, że rozprawa Doktorska mgr inż. Anity Pawlak-Jakubowskiej pt. „Ruchome przekrycia – budowa geometryczna, kinematyka, technologia wykonania” spełnia warunki określone W Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 10.11.2015r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora, i może być dopuszczona do publicznej obrony.



A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long vertical stroke on the right side.