

Olsztyn, 25 sierpnia 2025 r.

Prof. dr hab. inż. Leszek Małyszko
Katedra Konstrukcji i Procesów Budowlanych
Instytut Geodezji i Budownictwa Wydziału Geoinżynierii
Uniwersytet Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie
ul. J. Heweliusza 4, 10-724 Olsztyn

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Katarzyny Chrzanowskiej

pt. *Parametryczne kształtowanie niekonwencjonalnych form i konstrukcji fałdowych budynków przekrytych transformalnymi powłokowymi dachami*

Promotor: dr hab. inż. Jacek Abramczyk, prof. PRZ

1. Uwagi formalne

Recenzja została sporządzona w odpowiedzi na pismo prof. dra hab. inż. Tomasza Siwowskiego, przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Rzeszowskiej. Stosowne dokumenty, w tym umowę na wykonanie recenzji oraz egzemplarz rozprawy w postaci papierowej otrzymałem 25 czerwca 2025 r. Podstawę prawną opracowania recenzji stanowią przepisy ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742).

2. Charakterystyka i informacja o rozprawie

Rozprawa składa się siedmiu rozdziałów i liczy 141 stron formatu A4, w tym w sumie 20 to ośmiostronicowa bibliografia, sześciostronicowy spis rysunków, trzystronicowe spisy tabel i załączników wraz z oznaczeniami użytych symboli oraz polskie i angielskie jednostronicowe streszczenia. Kandydatka do stopnia naukowego doktora zamieściła na końcu rozprawy sześć załączników z papierowymi kopiami Jej publikacji naukowych wraz z oświadczeniami autorów o procentowych udziałach. Trzy artykuły z czasopisma *Materials* wydawnictwa MDPI zawierają merytoryczną informację o udziałach autorów. Publikacje napisane w języku angielskim, stanowią podstawę rozprawy i są omawiane w rozdziale szóstym. Całość liczy 265 stron.

Bibliografia zawiera wykaz 95 pozycji (dwukrotnie monografia promotora), ułożonych według kolejności cytowania i nie do końca w pełni określonych. Są tu głównie angielskie publikacje, w tym podręczniki z zakresu projektowania konstrukcji stalowych i geometrii architektonicznej, chociaż zdarzyła się również monografia *Własowa* z 1959 r. w języku rosyjskim. Z jedenastu pozycji w języku polskim trzy to podręczniki na temat konstrukcji stalowych, jedna to habilitacja z 2002 r., pozostałe to opracowania o charakterze popularnonaukowym, dość luźno powiązane z tematem rozprawy. Przywołane są także europejskie normy ustalania oddziaływań śniegu i wiatru na konstrukcje oraz projektowania konstrukcji stalowych, a także dwa komercyjne programy komputerowe wspomagające projektowanie konstrukcji. Wykaz nie zawiera publikacji zamieszczonych w załącznikach. Kandydatka odwołuje się do nich poprzez numer załącznika. Z przywołanych jedenastu publikacji promotora, tylko w jednej Kandydatka jest współautorką. Należy jednak zaznaczyć,

że w bazie *Web of Science Core Collection* indeksowane są cztery artykuły Kandydatki, a Jej *H-indeks* bez uwzględnienia własnego cytowania, zarówno tu, jak i w bazie *Scopus* wynosi 1.

Rozdział pierwszy pt.: *Prolog* (2 strony, odwołania do monografii promotora i sześciu załączników) to przedmowa, zwięźle przedstawiająca zagadnienia z zakresu rozprawy, realizowane w ramach czteroletnich studiów doktoranckich. Kandydatka zapowiedziała artykuły, będące rezultatem studiów i stanowiące integralną część rozprawy.

Rozdział drugi pt.: *Wykaz publikacji naukowych stanowiących rozprawę doktorską* to tytułowy spis, dokumentujący działalność naukową Kandydatki. Zestawiła tu dane sześciu publikacji ze swoim udziałem wraz z punktami ministerialnymi. Jest współautorką trzech artykułów opublikowanych przez wydawnictwo MDPI w czasopiśmie *Materials* (140 pkt), artykułu w czasopiśmie *Budownictwo i Architektura Politechniki Lubelskiej* (100 pkt), rozdziału w monografii po konferencji międzynarodowej (20 pkt) oraz artykułu w czasopiśmie macierzystej uczelni (5 pkt), którego jest jedynym autorem. W sumie 545 pkt, z czego wedle oświadczeń autorów 243 to udział Kandydatki.

Rozdział trzeci pt.: *Wprowadzenie i uzasadnienie podjęcia tematu* (8 stron, 9 rysunków, odwołania do 15 publikacji) to średnio udana próba wprowadzenia i przedstawienia motywacji podjęcia tematu rozprawy na tle historycznym. Rysunki to fotografie zaczerpnięte z zasobów internetowych. Jako udane przykłady poszukiwania i kształtowania nowych form i konstrukcji są tam *Panteon w Rzymie, Kryształowy Pałac w Londynie czy stadiony w Monachium i Pekinie*, a także zrealizowane budynki z dachem zielonym i wydrukowane w 3D. Nie ma tam jednak odwołania do podstawowych prac z zakresu konstrukcji powłokowych. Kandydatka pod pojęciem dachy powłokowe rozumie przekrycia w formie powłok na stalowej konstrukcji prętowej.

W rozdziale czwartym pt.: *Cel i zakres pracy* (2 strony) Kandydatka sformułowała cel jako opracowanie procedur parametrycznego kształtowania budynków z dachami o powłokowym poszyciu, wykonanym z płaskich, cienkościennych arkuszy trapezowych blach fałdowych przy zapewnieniu efektywnej pracy statyczno-wytrzymałościowej konstrukcji wsporczej. Na drodze do osiągnięcia celu sformułowała zadania, określające zakres rozprawy. Obejmują one wybór i parametryzację formy budynków wraz z schematem statycznym, a także opis zależności między parametrami definiującymi formę oraz pracę statyczno-wytrzymałościową konstrukcji i jej stateczność. Całość realizowana za pomocą numerycznych symulacji celem określenia zakresu zmienności zdefiniowanych parametrów i opracowania wyników w postaci publikacji naukowych. W rozdziale, ale i w całej rozprawie Kandydatka prezentuje treści za pomocą długich zdań złożonych, co utrudnia ich zrozumienie i zmusza czytelnika do większego wysiłku.

Rozdział piąty pt.: *Kształtowanie niekonwencjonalnych form i konstrukcji fałdowych budynków - przegląd aktualnego stanu wiedzy* (5 stron, odwołania do 4 załączników i 59 publikacji) to tytułowy przegląd w zakresie kształtowania dachów w kształcie zagiętych powłok i ich konstrukcji złożonych z nominalnie płaskiej, jednowarstwowej blachy, przekształconej do pozycji sztywnych kierunków skośnych. W kilkunastu akapitach Kandydatka wzmiankowo wymienia na podstawie literatury istotne czynniki do uwzględnienia w kształtowaniu, m.in. skurcz powłoki dachowej, duże przemieszczenia, rodzaj materiału, transformacje zginająco-skrętne, kompleksowość metody kształtowania w odniesieniu do

dachów o dodatniej i ujemnej krzywiznie Gaussa, zastosowanie powłok hyper, kształtowanie podpierających ram, symulacje komputerowe pracy statyczno-wytrzymałościowej, wreszcie wzmianki o badaniach laboratoryjnych, optymalizacji konstrukcji czy algorytmach sztucznej inteligencji. Większość z tych zagadnień nie jest w rozprawie rozważana.

Zdaniem recenzenta rozdział ten powinien być połączony z rozdziałem trzecim, bo najpierw trzeba wykonać przegląd literatury, aby sformułować realne cele i zadania badawcze.

Rozdział 6 pt.: *Metodologia, wyniki i wnioski z badań opisanych w poszczególnych publikacjach* (83 strony, odwołania do sześciu załączników) to najdłuższy, podstawowy rozdział rozprawy. Na początku, w dwustronicowym podpunkcie 6.1, Kandydatka przedstawia w postaci schematu blokowego organizację prezentowania treści rozprawy, co nazywa metodologią. Wynika z niej podział publikacji na dwie części. W pierwszej są dwa artykuły na temat parametryzacji formy obiektów budowlanych, w drugiej cztery na temat parametryzacji zarówno właściwości geometrycznych, jak i mechanicznych. Następnie Kandydatka omawia artykuły w następującej kolejności.

W punkcie 6.2 (12 stron, 8 rysunków, 5 tabel) omawia artykuł pt. *Complex Building Forms Roofed with Transformed Shell Units and Defined by Saddle Surfaces* (Złożone formy budowlane przekryte dachem z przekształconymi powłokami i zdefiniowanymi przez powierzchnie siodłowe) napisany z promotorem i opublikowany w 2022 r. w czasopiśmie *Materials*. Kandydatka jest drugim autorem, jej udział wynosi 50%. Odpowiadała za oprogramowanie, walidację i wizualizację oraz uczestniczyła w analizie formalnej.

Artykuł zawiera autorską procedurę geometrycznego modelowania parametrycznego, czyli badania wpływu zmiany parametrów geometrycznych na kształt budynków. Procedura dotyczy zarówno ścian o skomplikowanych, zagiętych elewacjach, jak i dachów. Poszycie dachów jest wielosegmentowe i składa się z licznych przekształconych powłok i ma ujemną krzywiznę Gaussa. Procedura uwzględnia różne nachylenia ścian elewacji względem pionu. Jej algorytm został zademonstrowany na trzech przykładach.

W punkcie 6.3 (17 stron, 6 rysunków, 9 tabel) Kandydatka omawia artykuł pt. *Unconventional building forms roofed with innovative structures arranged on regular surfaces with the negative Gaussian curvature* (Niekonwencjonalne formy budynków pokryte innowacyjnymi konstrukcjami ułożonymi na regularnych powierzchniach o ujemnej krzywiznie Gaussa) napisany z promotorem i opublikowany w 2023 r. w czasopiśmie *Budownictwo i Architektura*. Kandydatka jest pierwszym autorem, jej udział wynosi 50%.

W artykule przedstawiona jest m.in. metoda kształtowania powierzchni form budowlanych pokrytych strukturami z wielu przekształconych jednostek arkuszy blachy fałdowej. Jednostki są definiowane na referencyjnych sieciach wielościennych oraz układane na powierzchniach o ujemnej krzywiznie Gaussa. Metoda umożliwia tworzenie elewacji wielopołaciowych, żebrowanych, ciągłych i nieciągłych konstrukcji powłokowych dachu. Zawiera zestawy współczynników podziału, przyjmowane jako parametry dla projektowanych konstrukcji budowlanych. Narzucenie proporcji na współczynniki umożliwia tworzenie dwóch różnych grup ciągłych i nieciągłych złożonych konstrukcji dachowych powłokowych.

Metoda została przedstawiona na przykładzie trzech nowych form o charakterze innowacyjnym, zdefiniowanych za pomocą zbiorów wartości współczynników dzielenia.

Kolejne cztery artykuły przedstawiają wyniki symulacji komputerowych zachowania się pod obciążeniem jednego typu ramy płaskiej przy różnych wariantach jej geometrii.

W punkcie 6.4 (7 stron, 4 rysunki, 2 tabele) Kandydatka omawia publikację pt. *An Influence of Roof Lattice Girder Inclination on the Work of Structural Systems Supporting Shed Roof Sheeting* (Wpływ nachylenia dźwigara kratowego dachu na pracę układów konstrukcyjnych podpierających pokrycie dachu jednospadowego) napisaną z promotorem do monografii po międzynarodowej konferencji *CEE 2023* opublikowanej przez wydawnictwo *Springer Nature* w październiku 2023 r. Kandydatka jest drugim autorem z udziałem 50%.

Przedmiotem analizy jest płaska rama rurowa o rozpiętości 16 metrów ze dwumetrowym dźwigarem kratowym o równoległych pasach, sztywno zamocowanym na pionowych słupach jednogłęziowych utwierdzonych w fundamencie. Wysokość ramy w środku rozpiętości wynosi 12 metrów. Rama w rozstawie co 6 metrów stanowi układ nośny hali jednonawowej. Za pomocą komercyjnego programu *MES* (program *Robot Structural Analysis Professional* metody elementów skończonych), autorzy analizują wpływ nachylenia dźwigarów na rozkład sił w prętach ramy dla czterech wartości spadku w zakresie od 0% (płaski dach) do ponad 28%, tj. dla przewyższenia 0, 1.5, 3.0 i 4.5 metra na rozpiętości 16 metrów bez zmiany wysokości w środku. Analizują cztery podobnie zbudowane ramy, różniące się nachyleniem dachu. Autorzy przyjęli 5 grup przekrojów prętów ramy: dwie dla słupa lewego i prawego oraz trzy dla dźwigara - po jednej dla krzyżulców oraz prętów pasa górnego i dolnego. Dla każdej z ram przekroje prętów dobierano z warunku nieprzekroczenia ich nośności z uwagi chyba na siłę osiową oraz zapewnienia stateczności ogólnej ramy pod wpływem czterech kombinacji obciążenia zewnętrznego, w których nie było bezpośredniego obciążenia poziomego na słupy. Obciążenie pionowe rozłożone ciągle odpowiadało odcinkowym podparciom dolnych półek blach fałdowych. Taki sposób doboru przekrojów Autorzy nazywali optymalizacją, co nie wydaje się uprawnione. Chociaż pola przekrojów można przyjąć jako zmienne decyzyjne, to jednak Autorzy nie podali założonej funkcji celu, a tylko przyjęte ograniczenia. Zamiast algorytmu rozwiązującego zadanie optymalizacji podali mało precyzyjny opis nazwany metodologią. Zapewne niejawną funkcją celu powiązана jest ze wyężeniem prętów i ze współczynnikiem stateczności ogólnej. „Optymalny” zestaw przekrojów uzyskali tylko dla ramy z płaskim dachem, bo wtedy decydował współczynnik stateczności nieco większy niż 1. W ramach z nachylonym dachem nie udało się znaleźć podobnego rozwiązania, współczynnik ten był w granicach 6. Autorzy sporządzili wykres współczynnika obciążenia krytycznego oraz wskaźników wytrzymałości najbardziej wyężonych prętów w zależności od nachylenia.

W punkcie 6.5 (13 stron, 8 rysunków, 4 tabele) Kandydatka omawia artykuł pt. *Impact of Inclination of Girders and Columns on the Effort and Stability of Flat Bar Frames* (Wpływ nachylenia dźwigarów i słupów na wyężenie i stateczność płaskich ram) napisany przez trzech autorów pod kierownictwem promotora i opublikowany w czasopiśmie *Materials* w 2023 r. Kandydatka jest drugim autorem. Brała udział w opracowaniu koncepcji i w walidacji. Jej udział wynosi 33%.

Artykuł stanowi rozszerzenie publikacji z punktu 6.4. Do analizowanych poprzednio dwóch konfiguracji ramy, Autorzy dokładają dwie kolejne, w których dźwigar dachowy pozostaje płaski, natomiast słupy są pochylone albo na zewnątrz (konfiguracja K_{ce}) albo do wewnątrz (konfiguracja K_{ci}) względem pionowej osi symetrii ramy. Nie ma większego, praktycznego

uzasadnienia dla takiego wyboru, poza koniecznością publikowania. Po powtórzeniu wyników opisanych poprzednio, Kandydatka wprowadza do programu *MES* osiem geometrycznych siatek ram, po cztery dla każdej konfiguracji, różniące się nachyleniem słupów w zakresie poziomego wysunięcia podpór o wielkość 1, 2, 3 oraz 4 metry odniesioną do wysokości 12 metrów, co daje bezwzględną wartość nachylenia w granicach od 8,3% do 33,3%. Z uwagi na symetrię względem pionowej osi środkowej, obciążenie tylko pionowe określają 3 kombinacje plus ciężar własny, bez normowych współczynników redukcyjnych, podobnie jak poprzednio. Analogicznie do poprzedniej publikacji, Kandydatka przedstawia zadania, które wykonywała na drodze do uzyskania rozwiązania w podziale etapy, co ponownie nazywa metodologią. Z obliczeń wynika istotny wpływ nachylenia dźwigara na wzrost wyteżenia w niektórych prętach. Może ono wzrosnąć kilkukrotnie w porównaniu do ramy z pionowymi słupami. Decyduje tu warunek stateczności. W ramach o konfiguracji K_{ci} oraz K_{ce} ograniczeniem jest dopuszczalne wyteżenie przekroju, związane z granicą plastyczności stali.

W punkcie 6.6 (10 stron, 7 rysunków, 3 tabele) Kandydatka omawia własny artykuł pt. *An influence of column inclination on the work of plane bar structural systems supporting shed roof sheeting* (Wpływ nachylenia słupa na pracę konstrukcji z płaskich układów prętowych wspierającej dach jednospadowy) opublikowany w listopadzie 2024 r. przez wydawnictwo Politechniki Rzeszowskiej w czasopiśmie *Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*.

Artykuł jest w zasadzie kompilacją wcześniej omówionych artykułów w punktach 6.4 i 6.5. Powtarza te same rysunki i tabele, co prawda z odwołaniem do publikacji źródłowych. Zawiera wyniki obliczeń tych samych ram. Trudno w nim dopatrzeć się nowej jakości.

W punkcie 6.7 (22 stron, 15 rysunków, 4 tabele, 27 wzorów) Kandydatka omawia artykuł pt. *Impact of Column Support Stiffness on the Mechanical Performance of Flat Frame Structural Systems Supporting Thin-Walled Folded Roofs* (Wpływ sztywności podpór słupów na właściwości mechaniczne płaskich ramowych układów konstrukcyjnych podtrzymujących cienkościenne dachy z blachy fałdowej) napisany z promotorem w 2025 r. do czasopisma *Materials*. Kandydatka jest drugim autorem, jej udział wynosi 50%. Odpowiadała za metodologię i pozyskanie finansowania, współuczestniczyła w oprogramowaniu i w analizie formalnej, przygotowywała dane, odpowiadała za wizualizację i edycję manuskryptu.

W artykule analizowana jest płaska rama tego samego typu co poprzednio, z poziomym dźwigarem zamocowanym na dwóch pionowych słupach. Zmieniono jedynie wysokość dźwigara z 2 na 1,5 metra i rozpiętość z 16 na 18 metrów, co wynikało ze zmiany rozstawu krzyżulców z 3 na 4 metry. Jednak w odróżnieniu od poprzedniej ramy, Autorzy wprowadzili jako parametr sprężyste utwierdzenie słupów o stałej sztywności obrotowej, jednakowej dla obu fundamentów. Odmiennie niż wcześniej, przyjęli kombinacje obciążenia zewnętrznego w nawiązaniu do normowych wzorów, zalecanych w sprawdzaniu stanów granicznych nośności (*SGN*) i użyteczności (*SGU*). Uwzględnili także obciążenie poziome na słupy oraz ograniczenia na maksymalne poziome przesunięcie ramy i ugięcie dźwigara. Obciążenie reprezentowało łącznie 12 kombinacji *SGN* oraz 6 *SGU*. Kandydatka ponownie realizowała obliczenia za pomocą tego samego programu komercyjnego *MES*, w analogiczny sposób, chociaż prawdopodobnie dodała ograniczenia na iloraz średnicy prętów rurowych do grubości

ścianki. Kandydatka dobierała cztery rodzaje przekrojów: jeden dla słupów oraz trzy dla prętów dźwigara (pas dolny, górny i krzyżulce) w dwóch seriach.

W pierwszej serii rozważanych jest pięć konfiguracji ramy o różnej sztywności obrotowej utwierdzenia o parametrach równych (w kNm/deg): 5000 (pełne utwierdzenie) i 0 (podpora przegubowa) jako wartości skrajne oraz trzy wartości pośrednie 50, 100, 500 nazwane półsztywnymi, przy czym „optymalizowane”, czyli spełniające przyjęte ograniczenia, są tylko przekroje dla ramy w pełni utwierdzonej. Obliczenia z takimi przekrojami i pozostałymi wartościami sztywności obrotowej daje wirtualne wartości naprężeń, przekraczające granicę plastyczności stali.

W drugiej serii uwzględnianych jest siedem sztywności (w kNm/deg): dwie skrajne (pełne utwierdzenie i przegub) oraz następujące wartości pośrednie 25, 50, 100, 180, 300, 500. Tutaj przekroje dobierano przy spełnieniu ograniczeń dla każdej wartości sztywności, ale nie pokazano wynikowych wartości naprężeń, a jedynie wskaźniki wytrzymałościowe przekrojów oraz iloraz średnicy do grubości rury dla prętów. Dodatkowo, Kandydatka sporządziła wykresy zależności wybranych wielkości od sztywności albo elastyczności utwierdzenia, przy czym elastyczność jest chyba liczona jak połowa podatności. Podjęła również próbę odcinkowej aproksymacji metodą najmniejszych kwadratów zależności wskaźnika wytrzymałościowego słupów wielomianami pierwszego stopnia za pomocą programu komercyjnego.

W siódmym, ostatnim rozdziale pt.: Podsumowanie i kierunki dalszych badań (4 strony) Kandydatka w sześciu akapitach przedstawiła podsumowanie pracy. Akapity odpowiadają omawianym publikacjom. Dwa pierwsze dotyczą modelowania geometrycznego (publikacje 6.2 - 6.3), a następne obliczeniom ramy (publikacje 6.4 - 6.7). Przedstawiła także cztery kierunki dalszych badań, w których poza symulacjami komputerowymi, przewiduje także badania laboratoryjne, dalszą analizę przekryć dachowych o dowolnej krzywiźnie i żebrowanej konstrukcji, uwzględnienie większej liczby parametrów w ramie i zastosowanie algorytmu genetycznego.

W trakcie czytania tekstu rozprawy pojawiają się pytania, które zdaniem recenzenta wymagają wyjaśnienia lub komentarza i mogą mieć wpływ na kierunek dalszych badań.

(1) W publikacjach (6.4-6.7) można przyjąć różne funkcje celu, np. minimalna masa ramy albo koszt jej wykonania. Można też zadanie optymalizacji sformułować następująco: przy danym obciążeniu zewnętrznym znaleźć dla danej geometrii ramy taki zestaw przekrojów poprzecznych, dla których współczynnik obciążenia krytycznego ramy osiąga wartość minimalną powyżej jedności przy ograniczeniach na normowe stany graniczne i produkcyjnie dostępnym zestawie przekrojów. Jak takie zadanie projektowej optymalizacji, można zapisać za pomocą wzorów?

(2) W symulacjach komputerowych ramy są sporządzane wykresy funkcji jednej zmiennej, której postać nie jest znana, ale znane są jej wartości w wybranych punktach. Aby ją narysować trzeba znać sposób obliczenia wartości w dowolnym punkcie, czyli sposób jej interpolacji. Jaki sposób interpolacji został zastosowany w publikacjach 6.4 - 6.6?

(3) W publikacji 6.7 Kandydatka zastosowała interpolację metodą najmniejszych kwadratów na podstawie programu komercyjnego. Jak można za pomocą wzorów zapisać ten sposób interpolacji?

(4) Kandydatka cytuje w literaturze publikacje, wykorzystujące algorytm genetyczny do znalezienia rozwiązania optymalnego. Na czym on polega oraz w jaki sposób może być uwzględniony w rozprawie?

3. Ocena rozprawy

Kandydatka podjęła temat badawczy, obejmujący projektowanie obiektów budowlanych, ich geometrii i powiązanej konstrukcji wraz z analizą parametryczną, wykonywaną za pomocą symulacji komputerowych. Osiągnęła cele badawcze. Zakres wykonywanych cyklicznie obliczeń był obszerny i wymagał dużego nakładu pracy. Otrzymane wyniki mogą być istotne oraz wykorzystane w niektórych zastosowaniach. Symulacje komputerowe przeprowadzała na podstawie uznanego oprogramowania oraz opublikowała wysoko punktowane na liście ministerialnej artykuły naukowe. Przyjęte metody badawcze są na dobrym poziomie i zgodne z aktualnym stanem wiedzy.

Należy docenić wysiłek Kandydatki i widoczny w artykułach postęp w opracowaniu kolejnych obliczeń, chociaż ich powtórzenie jest trudne nawet dla zaawansowanego czytelnika z uwagi na dość enigmatyczny opis. Brak jasno podanych danych wejściowych, właściwe ograniczonych tylko do geometrii modelu i to niepełnych, brak opisu rodzaju badania stateczności, stosowanych elementów, itp. Ponadto, na otrzymanych wykresach zdarzają się pomyłki, choć nie tak znowu liczne, ale powielane.

Warto wspomnieć, że dobrym zwyczajem w pracy naukowej jest takie przedstawienie wyników, aby były łatwe do odtworzenia przez czytelnika.

Tym niemniej do oryginalnych osiągnięć badawczych Kandydatki można zaliczyć:

- opracowanie metody modelowania form budynków z ułożeniem przekształconych powłok konstrukcji dachu według regularnej powierzchni o ujemnej krzywiznie Gaussa wraz z algorytmem wyznaczania żebrowanych powłokowych konstrukcji dachowych;
- wykonanie symulacji numerycznych w zakresie wpływu wybranych parametrów ramy wsporczej na jej stateczność i wyężenie wybranych grup prętów pod wpływem obciążeń normowych.

4. Podsumowanie

Rozprawa Pani mgr inż. Katarzyny Chrzanowskiej stanowi oryginalne rozwiązanie problemów naukowych w zakresie dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport. Kandydatka zaprezentowała ogólną wiedzę teoretyczną i odpowiedni warsztat naukowy. Wykazała się umiejętnością prowadzenia pracy naukowej. W moim przekonaniu rozprawa spełnia w wystarczającym stopniu wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim według obowiązującej ustawy o stopniach naukowych wraz z jej uaktualnieniami.

Wniosuję o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

Leszek Matyjaszko