

Wpłynęło
30.08.2026
10.09.2026
732
Gryf

Recenzja rozprawy doktorskiej

Tytuł oryginalny: **Shape optimization, stress control, and effective design of flexible structures**

Tytuł w języku polskim:

Optymalizacja kształtu, kontrola naprężeń i efektywne projektowanie konstrukcji podatnych

Autor: **Ahmed Aulla Hamed Manguri**

Promotor: **Prof. Robert Jankowski**

Promotor pomocniczy: **Dr Marcin Szczepański**

1. Podstawa formalna recenzji

Podstawą formalną recenzji jest pismo Pani Dziekan Wydziału Inżynierii Lądowej i Środowiska Politechniki Gdańskiej, prof. dr hab. inż. Ewy Wojciechowskiej z dnia 30.06.2026 r. Pismo to wraz z dokumentami formalnymi i rozprawą dotarło do mnie 10 lipca 2026 r.

Recenzja została przygotowana na podstawie wymagań sformułowanych w Ustawie: Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zmianami), wersja z 3.08.2026 r.:

<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180001668/U/D20181668Lj.pdf>.

zwana dalej Ustawą.

2. Opis rozprawy doktorskiej

Oceniana rozprawa doktorska stanowi zbiór ośmiu opublikowanych i powiązanych tematycznie publikacji. Jest to forma dopuszczona Ustawą, której Art. 187 ust. 3 przewiduje:

„Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej.”

Trwale oprawiona rozprawa doktorska liczy 220 stron. Wspomniany cykl ośmiu publikacji został poprzedzony 52 stronicowym wstępem. Rozprawa została napisana w języku angielskim i zawiera streszczenia w języku angielskim i w języku polskim.

Na str. 2, w miejscu przewidzianym na podpis promotora pomocniczego, brak podpisu.

Na str. 3 Doktorant zamieszcza stosowne oświadczenia wymagane Zarządzeniem Rektora Politechniki Gdańskiej.



Spis treści zamieszczony na str. 7 dotyczy 52 stronicowego wstępu, w którym Doktorant omawia swoje osiągnięcia w ścisłym nawiązaniu do ośmiu publikacji zamieszczonych w dalszej części opracowanego dokumentu.

Na str. 12 i 13 Doktorant wyjaśnia na czym polega Jego wkład w powstanie każdej spośród ośmiu publikacji, w których jest pierwszym i korespondencyjnym autorem. Szkoda, że w tym miejscu nie pojawiają się oświadczenia innych Autorów.

Na str. 12 i 13 pojawia się nazwisko Doktoranta w dwóch formach: Manguri (w kontekście Pracy I) i Maguri w odniesieniu do Prac II do VIII. Ta pierwsza forma jest zapewne poprawna, bo w takiej formie pojawia się w kopiach prac.

Na str. 53 do 220 Doktorant zamieszcza kopie ośmiu publikacji stanowiących podstawę ubiegania się o stopień naukowy doktora nauk technicznych.

Rozprawa doktorska jest zbiorem ośmiu prac naukowych, w których Doktorant jest wiodącym autorem. Oto pełna lista tych publikacji:

Praca I: Manguri, A., N. Saeed, and R. Jankowski, *A review: structural shape and stress control techniques and their applications*. Archives of Computational Methods in Engineering, 2025. **32**(2): p. 885-898. <https://doi.org/10.1007/s11831-024-10149-9>

Praca II: Manguri, A., H. Hassan, N. Saeed, and R. Jankowski, *Topology, size, and shape optimization in civil engineering structures: a review*. Computer Modeling in Engineering & Sciences, 2025. **142**(2). <https://doi.org/10.32604/cmes.2025.059249>

Praca III: Manguri, A., N. Saeed, and R. Jankowski, *Deformation mitigation and twisting moment control in space frames*. Structures, 2024. **68**: p. 107227. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.107227>

Praca IV: Manguri, A., N. Saeed, and R. Jankowski, *Controlling nodal displacement of pantographic structures using matrix condensation and interior-point optimization: A numerical and experimental study*. Engineering Structures, 2024. **304**: p. 117603. <https://doi.org/10.1016/j.eng-struct.2024.117603>

Praca V: Manguri, A., N. Saeed, M. Szczepanski, and R. Jankowski, *Deformation and bending moment mitigation through quasi-static adjustment in scissor structures*. Acta Mechanica, 2026.

Praca VI: Manguri, A., D. Magisano, and R. Jankowski, *Optimal shape and stress control of geometrically nonlinear structures with exact gradient with respect to the actuation inputs*. Structures, 2024. **70**: p. 107738. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.107738>

Paper VII: Manguri, A., D. Magisano, and R. Jankowski, *Gradient-based weight minimization of nonlinear truss structures with displacement, stress, and stability constraints*. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 2025. **126**(14): p. e70096. <https://doi.org/10.1002/nme.70096>

Paper VIII: Manguri, A., N. Saeed, M. Szczepanski, and R. Jankowski, *Bending moment control and weight optimization in space structures by adding extra members in the optimal locations*. Advances in Science and Technology Research Journal, 2023. **17**(4): p. 313-324. <https://doi.org/10.12913/22998624/169573>

Artykuły zostały opublikowane w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. W tablicy poniżej zaprezentowano wskaźniki "Impact factor" i "Cite score" dla tych czasopism. W kolumnie 2 podano liczbę cytowań (stan na sierpień 2026 r.) na podstawie bazy Web of Science.

Praca	Liczba cytowań (WoS)	Czasopismo	Punktacja ministerialna	Impact factor (WoS)	Cite score (Scopus)
I	6	Archives of Computational Methods in Engineering	200	12.1	27.4
II	26	CMES-Computer Modeling in Engineering & Sciences	40	2.5	4.4
III	3	Structures	100	4.3	6.5
IV	5	Engineering Structures	140	6.4	11.2
V	0	Acta Mechanica	100	2.9	4.3
VI	3	Structures	100	4.3	6.5
VII	5	International Journal for Numerical Methods in Engineering	200	2.9	6.1
VIII	6	Advances in Science and Technology Research Journal	100	1.3	2.1

Omówienie treści poszczególnych prac.

Praca I: Manguri, A., N. Saeed, and R. Jankowski, *A review: structural shape and stress control techniques and their applications*. Archives of Computational Methods in Engineering, 2025. **32**(2): p. 885-898.

Praca zawiera efekt kwerendy prac naukowych indeksowanych w bazie Web of Science. W wyszukiwaniu wykorzystano terminy: „shape control”, „displacement control”, „stress control”, „actuators” and “structures”. Efektem kwerendy są 132 prace naukowe omówione przez Autorów w grupach: Kontrola konstrukcji (kontrola kształtu, kontrola naprężeń, łączna kontrola kształtu i naprężeń), Typy siłowników, Liczba siłowników, Optymalne rozmieszczenie siłowników.

Praca jest cytowana 6 razy w pracach indeksowanych w bazie WoS.

Praca II: Manguri, A., H. Hassan, N. Saeed, and R. Jankowski, *Topology, size, and shape optimization in civil engineering structures: a review*. Computer Modeling in Engineering & Sciences, 2025. **142**(2).

Praca stanowi przegląd metod optymalizacyjnych dotyczących różnych kryteriów i różnych typów konstrukcji. Powstała w efekcie kwerendy prac publikowanych w latach 2005-2024 w czasopismach indeksowanych w bazie WoS. Kluczowe terminy w wyszukiwaniu to: ‘topology’, ‘size’, ‘shape’, ‘optimization’, ‘truss’, ‘frame’, ‘tensegrity’ and ‘structures’. Efektem kwerendy jest 219 prac naukowych omówionych przez Autorów w dwóch głównych rozdziałach. Pierwszy dotyczy konstrukcji kratowych i obejmuje podrozdziały: Optymalizacja topologiczna; problemy liniowe i nieliniowe, Optymalizacja kształtu; problemy liniowe i nieliniowe, Optymalizacja topologii i rozmiaru; podejście liniowe i nieliniowe, Optymalizacja topologii i kształtu; podejście liniowe i nieliniowe, Optymalizacja topologii, rozmiarów i kształtu. W drugim głównym rozdziale rozważano problemy optymalizacyjne w odniesieniu do ram. W rozdziale tym Autorzy wydzielili podrozdziały: optymalizacji topologii, optymalizacji kształtu, optymalizacji rozmiaru oraz optymalizacji wielokryterialnych. W krótkich pozostałych rozdziałach pracy Autorzy analizowali zagadnienia optymalizacyjne konstrukcji tensegrytycznych, żelbetowych i innych.

Przegląd metod optymalizacyjnych zaprezentowany w tej pracy spotkał się z dużym zainteresowaniem. Praca była cytowana 26 razy.

Praca III: Manguri, A., N. Saeed, and R. Jankowski, *Deformation mitigation and twisting moment control in space frames*. Structures, 2024. **68**: p. 107227.

W pracy zaprezentowano sposób ograniczenia deformacji węzłów i wartości momentów skręcających wywołanych obciążeniem zewnętrznym w prętach przestrzennej konstrukcji prętowej poprzez modyfikację długości prętów za pomocą aktuatorów (siłowników) wywołujących zwiększenie lub zmniejszenie długości prętów. Autorzy stosują metodę sił w sformułowaniu SVD-FM (Singular Value Decomposition of the equilibrium matrix) zaproponowanym przez Pellegrino i rozwijaną następnie przez Kwana i Saeeda, współautora tej publikacji. Procedura ma charakter optymalizacyjny, gdyż postawiony cel (ograniczenie przemieszczeń i/lub momentów skręcających) ma być osiągnięty przy minimalnych wymuszeniach aktuatorów (minimalna liczba prętów, w których zostały ulokowane siłowniki i minimalne wartości ich wymuszeń).

Przedmiotem szczegółowych rozważań jest stalowa struktura prętowa w kształcie przypominającym jajo wykonana z prętów pełnych o stałym przekroju kołowym o średnicy 6 mm. Autorzy rozważają trzy przypadki: ograniczenie przemieszczeń węzłów przez modyfikację długości prętów, ograniczenie momentów skręcających w prętach przez modyfikację długości prętów, jednoczesne ograniczenie przemieszczeń węzłów i momentów skręcających w prętach przez modyfikację długości prętów.

Odrębnym przypadkiem rozważonym przez Autorów jest dodanie ośmiu prętów poprawiających sztywność struktury. Ten przypadek był rozważany w pracy Saeed et al. [12], ale bez kryterium ograniczenia momentów skręcających.

Optymalizacja stanowiąca integralną część proponowanej procedury jest realizowana w środowisku MATLABa, w którym została napisana cała procedura. Autorzy stosują dwie iteracyjne procedury iteracyjnego osiągnięcia minimum stanowiącego cel postępowania. Pierwszy sposób, to zastosowanie programowania liniowego z wykorzystaniem funkcji **linprog**. Drugi sposób polega na wykorzystaniu funkcji **fmincon** z opcjami interior point lub SQP (Sequential Quadratic Programming) w iteracyjnym postępowaniu prowadzącym do osiągnięcia postawionego celu przy jednoczesnym spełnieniu przyjętych ograniczeń. W analizowanym przypadku funkcja **fmincon** z opcją SQP pozwoliła uzyskać postawiony cel: osiągnąć minimalną wartość łącznych wymuszeń siłowników w najkrótszym czasie, co pokazuje zestawienie wyników w Tabelicy 3.

Praca ma związek z instalacjami wykonywanymi na potrzeby badań kosmosu. Tam korekta geometrii konstrukcji czy modyfikacja rozkładu naprężeń od obciążeń (bez wpływu sił grawitacji!) wykonywana za pomocą aktuatorów z założeniem najmniejszego wydatku energetycznego jest bardzo istotna.

Praca IV: Manguri, A., N. Saeed, and R. Jankowski, *Controlling nodal displacement of pantographic structures using matrix condensation and interior-point optimization: A numerical and experimental study*. Engineering Structures, 2024. **304**: p. 117603.

Przedmiotem rozważań Autorów tej pracy są konstrukcje o zmiennej geometrii możliwej do uzyskania dzięki odpowiedniemu rozmieszczeniu węzłów z przegubami w miejscach krzyżujących się prętów. Takie konstrukcje prętowe noszą nazwę konstrukcji nożycowych lub pantograficznych i należą do grupy konstrukcji morficznych. Autorzy stosują metodę sił w sformułowaniu SVD-FM. Korektę położenia węzłów konstrukcji realizują poprzez zmianę długości poszczególnych elementów struktury. Wykorzystują w tym celu aktulatory (siłowniki) umożliwiające zwiększenie lub zmniejszenie długości wybranych elementów. Działania mają charakter optymalizacyjny, gdyż wyznaczony cel należy osiągnąć

instalując możliwie najmniejszą liczbą aktuatorów i przy ich najmniejszych wysunięciach. Cała procedura jest napisana w środowisku MATLAB, a problem optymalizacji jest rozwiązywany z wykorzystaniem funkcji **fmincon** z opcją **interior point**. Przedstawiona metoda umożliwia korektę przemieszczeń węzłów w pewnym z góry założonym zakresie $[d_{\min}, d_{\max}]$. Poszukiwana jest minimalna wartość wymuszeń wszystkich aktuatorów $\sum e_{oct}$.

Praca i przykłady w niej zawarte nawiązują do doktoratu [56] Saeeda z 2014 roku i pracy [45] Saeed & Kwan.

W pracy prezentowane są także badania eksperymentalne wybranych typów konstrukcji. W eksperymentach wykorzystywane są miniaturowe śruby rzymskie, a sposób realizacji eksperymentów z wykorzystaniem kamery i standardowego oprogramowania AutoCAD wyjaśniono w p. 2.4 w odniesieniu do przykładu pokazanego na Fig. 9.

Sekwencja analiz przedstawiona w pracy dotyczy konstrukcji morficznej (o płynnie zmiennej geometrii) pokazanej na Fig. 6. Rozważano różne przypadki szczególne, a wyniki porównywano z wynikami prezentowanymi w doktoracie Saeeda i w publikacji Saeed & Kwan z 2016 roku. W czterech rozpatrywanych przypadkach szczególnych metoda proponowana w omawianej pracy wykazała wyraźne korzyści w porównaniu z wynikami prezentowanymi w przywołanych pracach. Liczba prętów z aktuatorami i sumaryczny ich wysuw zawsze były mniejsze. To efekt procedury optymalizacyjnej zastosowanej przez Autorów.

Badania eksperymentalne omawiane w p. 3.2 pracy nie zostały dobrze udokumentowane w pracy. Brak rysunku z numeracją węzłów i prętów.

Porównanie wyników procedury prezentowanej pracy z wynikami otrzymanymi w pięciu różnych eksperymentach wykazuje pewne rozbieżności spowodowane małą precyzją pomiarów przemieszczeń węzłów.

Autorzy zapewniają, że poziom naprężeń wyklucza wyboczenie któregośkolwiek z prętów. Ani w przypadku badanym eksperymentalnie ani w przypadku konstrukcji morficznej pokazanej na Fig. 6 nie odnoszą się do zagrożenia zwichrzeniem (utrata płaskiej postaci deformacji) całej konstrukcji. Niemal dwumetrowa rozpiętość konstrukcji morficznej z Fig. 6 jest zapewne bardzo narażona na zwichrzenie.

We wnioskach pojawia się informacja o porównaniu z wynikami uzyskanymi przez komercyjny program SAP2000. W wynikach przykładów prezentowanych w pracy brak takich porównań.

Praca V: Manguri, A., N. Saeed, M. Szczepanski, and R. Jankowski, *Deformation and bending moment mitigation through quasi-static adjustment in scissor structures*. Acta Mechanica, 2026.

Praca ta jest najobszerniejszą pracą cyklu. Liczy 28 stron. Autorzy prezentują w niej sposób redukcji momentów zginających i przemieszczeń w konstrukcjach nożycowych (pantograficznych, morficznych). Przedstawiają dwa sposoby postępowania. Pierwszy polega na wprowadzeniu ściągów w optymalnych lokalizacjach. Drugi sposób polega na korekcie długości wybranych prętów poprzez zastosowanie aktuatorów w postaci śrub rzymskich. Minimalizują przy tym liczbę prętów z zamontowanymi aktuatorami i wartości wymuszonych przemieszczeń, wydłużeń lub skróceń prętów.

W artykule wykorzystują własne oprogramowanie napisane w środowisku MATLAB, a końcowe wyniki weryfikują z pomocą programu SAP2000. W zastosowanej procedurze wykorzystują podstawy teoretyczne zmodyfikowanej metody sił zaproponowanej przez Pellegrino, Kwana et al. i rozwijane przez Saeeda. Nieliniowość uwzględniają poprzez podział obciążenia na małe przyrosty i korektę geometrii po każdym przyroście, przy czym w kolejnych uwzględniają stan sił wewnętrznych otrzymanych

w kroku poprzednim. Takie podejście zostało zaproponowane w pracy Saeeda et al. [37], której współautorem był Doktorant.

Procedura zaprezentowana w załączniku B była prezentowana w rozprawie doktorskiej Saeeda z 2014 roku.

W pracy zamieszczono kilka przykładów ilustrujących efektywność proponowanych procedur.

W p. 3.1 zamieszczone zostały przykłady ilustrujące skuteczność zastosowania cięgien. W przykładach pokazanych na rys. 6 i 8 zabrakło danych geometrycznych. Niewielkie obciążenia przykładane do węzłów sugerują, że te konstrukcje morficzne mają też niewielkie rozmiary. W przykładach tych Autorzy analizują różne rozmieszczenie cięgien gwarantujące skuteczną redukcję przemieszczeń i momentów zginających.

Przykład prezentowany w p. 3.1.3 dotyczy konstrukcji morficznej o bardzo dużych rozmiarach (ponad 7 m w fazie rozwiniętej!). Przykład wygląda na przeskalowaną konstrukcję morficzną z Pracy IV. Tam wymiar poziomy był równy 1728 mm, tu – 7128 mm. Być może jest to świadomy zabieg by wyeksponować efekty nieliniowe. Zamontowanie tylko jednego cięgna skutkowało redukcją maksymalnego momentu o 38.5 % (w tekście jest pewnie omyłkowo 39.5%) i redukcją maksymalnego przemieszczenia o 14.33%.

W p. 3.2 Autorzy analizują przykłady ilustrujące skuteczność zastosowania zmian długości cięgien w przykładach analizowanych w p. 3.1. Na rys. 11a wykres momentów omyłkowo narysowano na przecie, który nie jest zginany.

Przykłady te pokazują, że stosując korektę długości zamocowanych cięgien można jeszcze bardziej zredukować przemieszczenia i momenty zginające w rozważanych konstrukcjach morficznych.

Porównanie wyników otrzymanych proponowanymi procedurami z wynikami otrzymanymi komercyjnym programem SAP2000 wypada bardzo dobrze.

Pewne wątpliwości budzi dobór przykładów prezentowanych w tej pracy. Pominięcie wpływu ciężaru własnego i zjawisk związanych ze statecznością równowagi przy tak dużych rozpiętościach analizowanych konstrukcji morficznych stawia pod znakiem zapytania praktyczny aspekt tych rozważań.

Praca VI: Manguri, A., D. Magisano, and R. Jankowski, *Optimal shape and stress control of geometrically nonlinear structures with exact gradient with respect to the actuation inputs*. Structures, 2024. **70**: p. 107738.

W pracy zaprezentowano pewną modyfikację procedury optymalizacyjnej, której celem jest kontrola sił wewnętrznych i przemieszczeń trójwymiarowej konstrukcji kratowej, poprzez korektę długości prętów konstrukcji. Funkcją celu jest minimalizacja łącznych korekt długości (aktuacji) prętów, a ograniczeniami maksymalne przemieszczenia węzłów konstrukcji i ograniczenia narzucone na wartości sił wewnętrznych. Zastosowany przez Autorów algorytm optymalizacyjny należy do grupy metod gradientowych (SQP Sequential Quadratic Programming). Proponowany przez Autorów analityczny sposób obliczania gradientu funkcji ograniczających ze względu na aktuacje, w sformułowaniu metody elementów skończonych, przyspiesza procedurę optymalizacyjną i jest konkurencyjny w stosunku do numerycznego wyznaczania tego gradientu. To ważne osiągnięcie Autorów pracy. Jest ono ilustrowane na wybranych przykładach siatek cięgowych, konstrukcji tensegrytycznych i morficznych struktur kratowych 3D.

Przykłady pokazane na rys. 4 (2D siatka cięgnowa) i na rys. 5 (morficzna struktura kratowa 3D) były przedmiotem rozważań w pracy [58] N. Saeeda z 2022 r. Z pracy tej pochodzą kopie rysunków 4, 5 i 6, choć N. Saeed nie jest współautorem omawianej Pracy VI.

Przykłady zamieszczone w pracy potwierdzają przewagę algorytmu z analitycznym wyznaczeniem gradientu nad wariantem z obliczaniem numerycznym tego gradientu. Czas i liczba iteracji niezbędne do wyznaczenia minimum są znacząco mniejsze.

Nie jest jasne kto był autorem prezentowanej w pracy nieliniowej procedury MES i algorytmu optymalizacyjnego w wersji wykorzystanej w pracy. Nie wyjaśnia tej wątpliwości Doktorant we wstępie na str. 13.

Praca VII: Manguri, A., D. Magisano, and R. Jankowski, *Gradient-based weight minimization of nonlinear truss structures with displacement, stress, and stability constraints*. International Journal for Numerical Methods in Engineering, 2025. **126**(14): p. e70096.

Przedmiotem tej pracy jest minimalizacja ciężaru konstrukcji kratowej wykazującej nieliniowość geometryczną. Podobnie jak w Pracy VI, w omawianej pracy zastosowano analityczną metodę obliczania gradientu niezbędnego w procedurze optymalizacyjnej. W prezentowanych analizach uwzględniono wiele ograniczeń z kryteriami stateczności typu „snap through” łącznie. Obliczenia są realizowane techniką śledzenia ścieżki równowagi ze względu na nieliniowości geometryczne. Autorzy stosują metodę elementów skończonych.

Autorzy stosują algorytm optymalizacyjny z grupy metod gradientowych (SQP Sequential Quadratic Programming), wykorzystując jak poprzednio funkcję *fmincon* dostępną w środowisku MATLAB.

W pierwszym przykładzie Autorzy poszukują optymalnego (minimalnego) przekroju prętów w kratownicy Misesa, gwarantującego bezpieczne przeniesienie siły 400,34 N przyłożonej do węzła centralnego jak na rys. 2. Autorzy skoncentrowali swoją uwagę na globalnej utracie stateczności (mechanizm „snap-through”). W przykładzie tym na poziomie obciążenia ok. 122,2 N dojdzie do bifurkacyjnej utraty stateczności (wyboczą się pręty) i siła nigdy nie osiągnie poziomu 400,34 N. Obawiam się, że Autorzy w tym i kolejnych przykładach rozdziału 4.1 prawdopodobnie zapomnieli o lokalnej utracie stateczności.

Kolejnymi przykładami są czteroprętowa, niesymetryczna kratownica Misesa oraz trzydziestoprętowa kopuła. Autorzy poszukują minimalnego ciężaru (minimalnych przekrojów prętów) konstrukcji gwarantującego bezpieczne przeniesienie założonej siły (889,6 N w przypadku czteroprętowej kratownicy Misesa i 8896,4 N w przypadku trzydziestoprętowej kopuły). Analityczne obliczenie gradientu pozwoliło znacznie zredukować liczbę analiz statycznych w obu przykładach.

W p. 4.2 pracy prezentowane są przykłady minimalizacji ciężaru konstrukcji kratowych ze względu na ograniczenia przemieszczeń węzłów. Przykłady potwierdzają korzyści wynikające z analitycznego obliczania gradientów.

Na rys. 6 (w części dolnej) zabrakło jednego pręta (od wierzchołka w dół). Opis wieży z rys. 9 budzi pewne wątpliwości. Moduł sprężystości (20700) został podany bez jednostek, a ciężar objętościowy ($7,85 \text{ kN/cm}^3$) jest bardzo dużą wartością (pomyłka?).

W p. 4.3 pracy Autorzy prezentują przykłady, w których jako ograniczenia w procedurze minimalizacji ciężaru stosują łączne ograniczenia na przemieszczenia i stateczność. Przedstawione przykłady potwierdzają korzyści wynikające z analitycznego obliczania gradientów.

W p. 4.4 pracy Autorzy prezentują przykład minimalizacji ciężaru płytowej struktury prętowej (rusztu), w której ograniczenia dotyczą przemieszczeń i naprężeń jednocześnie. W opisie przykładu pojawia się informacja o prętach stalowych, ale moduł sprężystości został podany w błędnych jednostkach

(210 MPa, powinno być 210 GPa). Wyniki rozwiązania optymalnego potwierdzają znaczne oszczędności czasowe obliczeń uzyskane w wariacie z analitycznym obliczaniem gradientów potrzebnych w procedurze optymalizacyjnej.

W przypisie do artykułu jest informacja, że autorami oprogramowania są Doktorant i D. Magisano. We wstępie do rozprawy Doktorant nie potwierdza, że to on jest autorem wykorzystanego w tej pracy oprogramowania.

Praca VIII: Manguri, A., N. Saeed, M. Szczepanski, and R. Jankowski, *Bending moment control and weight optimization in space structures by adding extra members in the optimal locations*. Advances in Science and Technology Research Journal, 2023. **17**(4): p. 313-324.

Przedmiotem rozważań zawartych w tej pracy jest redukcja momentów zginających w najbardziej wyťažonych elementach przestrzennej struktury prętowej o kształcie przypominającym skorupę jaja ptasiego (5 m wysoka i 2 m szeroka w najszerszym miejscu), poprzez uzupełnienie konstrukcji o dodatkowe pręty. Wyboru optymalnego rozwiązania dokonano po porównaniu wyników dla dziesięciu lokalizacji dodatkowych prętów. Dodatkowe pręty stanowiły ośmiokątną obręcz montowaną na 10 różnych poziomach struktury prętowej. Celem była redukcja maksymalnych momentów z jednoczesną redukcją ciężaru całej konstrukcji. Rozważano odrębne przypadki obciążenia jednowarstwowej konstrukcji prętowej. W pracy Autorzy wykorzystali własny program napisany w środowisku MATLAB oraz komercyjny program SAP2000.

We wstępie pracy Autorzy wspominają, że będą rozważali dwa różne sposoby podparcia struktury: podparcie przegubowe i podparcie sztywne. W prezentowanych przypadkach różnych obciążeń struktury nie rozróżniają jednak tych dwóch sposobów podparcia.

Autorzy rozpatrują wiele przypadków obciążeń (obciążenia poziome wybranych węzłów, obciążenia pionowe, łączne działanie obciążeń poziomych i pionowych) i dla każdego z nich wybierają najkorzystniejszą lokalizację dodatkowej obręczy gwarantującą osiągnięcie minimalnego ciężaru konstrukcji.

Wybrane przypadki optymalne okazały się też najkorzystniejszymi pod względem redukcji przemieszczeń węzłowych w stosunku do przemieszczeń węzłów konstrukcji oryginalnej.

W streszczeniu pracy znalazła się informacja o wykorzystaniu własnego programu napisanego w środowisku MATLAB i komercyjnego programu SAP2000. W treści artykułu zabrakło danych nawiązujących do tej informacji, np. porównania wyników uzyskiwanych dwoma różnymi programami.

W pracy zabrakło szczegółowych informacji o geometrii rozważanej struktury. Brak współrzędnych węzłów i macierzy połączeń podanych w postaci prezentowanej w Pracy III. Autorzy informują, że konstrukcja została wykonana ze stali, o module Younga 200 GPa i ciężarze objętościowym 25 kN/m^3 . Stal ma ciężar objętościowy $78,5 \text{ kN/m}^3$. Brak informacji o granicy plastyczności f_y . Wzór (1) sugeruje, że Autorzy założyli jedynie liniowo-sprężysty rozkład naprężeń od zginania w przekroju. Wzór ten nie uwzględnia jednak obecności siły osiowej, na pewno obecnej w każdym przęcie.

Opis rozważanych przypadków obciążeń jest nieprecyzyjny. Obciążenie „poziome” w strukturze przestrzennej to nieprecyzyjna informacja. Powinien być dodany kierunek x lub y.

Na rys. 8 zabrakło punktów ilustrujących wyniki dla przypadku nr 9. W podpisie rys. 16 wkradła się pomyłka. Powinno być „area”, a jest „are”.

Doktorant we wstępie rozprawy zapewnia, że program do analizy statycznej przestrzennej struktury prętowej napisany w środowisku MATLAB jest Jego autorstwa. Jest to program wykorzystany także w Pracy III do analizy podobnej konstrukcji.

3. Ocena osiągnięć

Prace wskazane przez Doktoranta jako rozprawa doktorska w postaci cyklu publikacji dotyczą ważnej tematyki w kontekście badań kosmosu (morficzne konstrukcje z możliwością precyzyjnej korekty geometrii i minimalizacją ciężaru). Konstrukcje nożycowe gwarantujące precyzję czynności wykonywanych z ich pomocą (manipulatory stosowane w medycynie czy w precyzyjnych operacjach z zakresu badań jądrowych) to drugi obszar ewentualnych zastosowań wyników badań.

W słusznym założeniu Autorów ocenianego cyklu publikacji ograniczenie przemieszczeń węzłów konstrukcji oraz redukcja naprężeń w prętach realizowana za pomocą aktuatorów wbudowanych tylko w niektóre pręty, powinna się odbywać w taki sposób, by łączna wartość zmian długości prętów była najmniejsza. Skrócenia czasu trwania tych operacji i oszczędność energii niezbędnej do ich przeprowadzenia to naturalne konsekwencje wspomnianej minimalizacji i efekty bardzo pożądane.

W ocenianych pracach obliczenia są wykonywane własnymi programami napisanymi w środowisku MATLAB, co bardzo ułatwia realizację procedur optymalizacyjnych za pomocą funkcji wbudowanych w tym systemie. Autorzy wspominają o programach bazujących na metodzie sił (FM) w wersji SVD-FM (Singular Value Decomposition of the equilibrium matrix) zaproponowanej przez Pellegrino i rozwijaną następnie przez Kwana i Saeeda, współautora sześciu spośród ośmiu ocenianych prac. W ocenianych pracach rozważane są dwie grupy konstrukcji: konstrukcje kratowe (pręty łączone w przegubach) i konstrukcje ramowe (pręty łączone na sztywno). W pracach nr 6 i 7 wykorzystywany jest program bazujący na metodzie przemieszczeń (DM), także napisany w środowisku MATLAB. Autorem tego programu był prawdopodobnie D. Magisano.

Nie jest jasne kto jest autorem programów bazujących na metodzie sił w wersji SVD-FM. Wersja dedykowana dla przestrzennych konstrukcji kratowych prezentowana jest w doktoracie N. Saeeda z 2014 r., współautora sześciu spośród ośmiu ocenianych prac. Wersja dla ram przestrzennych jest autorstwa (prawdopodobnie) Doktoranta co wynika z zapisów ze str. 13 wstępu do rozprawy doktorskiej.

Cennym osiągnięciem ocenianego cyklu publikacji jest takie sformułowanie zadania optymalizacyjnego by analitycznie obliczać gradienty niezbędne w procedurze poszukiwania minimum w przestrzeni zmiennych niezależnych. Ewidentne korzyści z takiego podejścia potwierdzają przykłady zamieszczone w Pracach VI i VII.

Nie wszystkie aspekty inżynierskie prezentowanych przykładów zostały uwzględnione przez Autorów ocenianego cyklu publikacji. Najważniejszy z nich to problem gwarancji płaskiej postaci zginania konstrukcji prętowych 2D o znacznych rozmiarach. Zagrożenie zwichrzeniem takiej płaskiej kratownicy przestrzennej pod wpływem sił działających w płaszczyźnie konstrukcji jest duże i powinno być wzięte pod uwagę.

W przykładach konstrukcji wykazujących globalną utratę stateczności przez przeskok wyłączono z rozważań formy niestateczności bifurkacyjnej. Jeśli najważniejszym ograniczeniem prezentowanych procedur optymalizacyjnych była stateczność, to uwzględnienie tylko jednego z wielu możliwych mechanizmów utraty stateczności jest sporym niedopatrzeniem.

Poziom naukowy ocenianego cyklu publikacji jest wysoki, a potwierdzeniem tego jest renoma czasopism (impact factors od 1.3 do 12.1), w których się ukazały po recenzjach przewidzianych w procedurach kwalifikacyjnych każdego z czasopism. Moja ocena poziomu naukowego materiału prezentowanego w tych pracach, mimo pewnych zastrzeżeń, jest także wysoka.

Problemem trudnym do rozstrzygnięcia jest faktyczny wkład Doktoranta w powstanie ocenianego cyklu publikacji. Lakoniczny opis zaprezentowany na str. 12 i 13 rozprawy oraz „Author contributions” zamieszczane na końcu niektórych prac, tylko częściowo rozwiewają wątpliwości dotyczące tej kwestii, bardzo ważnej w kontekście oceny przedstawionego dorobku jako podstawy przeprowadzenia procedury doktoryzowania.

Ustawa w art. 187 p. 3 dopuszcza by rozprawą doktorską był cykl publikacji. W przypadku współautorskiego cyklu publikacji pozostaje jednak problem rozstrzygnięcia wymagań stawianych w art. 187 p. 1 i 2 Ustawy. Bez precyzyjnego ustalenia jaki był udział Doktoranta w powstanie tych ośmiu publikacji jest to niezwykle trudne. Mam nadzieję, że podczas publicznej obrony moje wątpliwości zostaną ostatecznie rozwiane.

Wątpliwości o podobnym charakterze zwykłem rozstrzygać na korzyść zainteresowanej osoby, zgodnie z rzymską zasadą: „In dubio pro reo”, potwierdzam zatem, że Doktorant spełnia wymagania określone w art. 187 p. 1 i 2 Ustawy.

4. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska potwierdza ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport oraz nabytą przez Niego umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Problemy naukowe prezentowane w sześciu pracach ocenianego cyklu (dwie pierwsze stanowią przegląd stanu badań) są rozwiązywane w sposób oryginalny, a zastosowane metody zostały opracowane albo przez Doktoranta albo były autorstwa jednego ze współautorów, a zostały adaptowane i rozwinięte przez Doktoranta.

Cel ogólny i cele szczegółowe sformułowane w odniesieniu do poszczególnych prac wchodzących w skład zbioru ośmiu tematycznie powiązanych publikacji, sformułowane na wstępie dysertacji, zostały osiągnięte, a zaplanowany zakres zrealizowany.

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Ahmeda Manguri, zatytułowana „Optymalizacja kształtu, kontrola naprężeń i efektywne projektowanie konstrukcji podatnych” spełnia warunki, o których mowa w Art. 187 Ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późniejszymi zmianami) i wnoszę o dopuszczenie recenzowanej rozprawy do obrony publicznej.



