

Prof. dr hab. inż. Marian Giżejowski, prof. zw. PW
Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej
al. Armii Ludowej 16
00-637 Warszawa
e-mail: m.gizejowski@il.pw.edu.pl

Warszawa, 23.09.2020 r.

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Edyty Bernatowskiej pt.

Nośność graniczna rozciąganych kształtowników mocowanych jedną ścianką

1. Podstawa opracowania

Uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza z dnia 17 czerwca 2020 roku (pismo przewodniczącego prof. dr hab. inż. Tomasza Siwowskiego z dnia 24 czerwca 2020 roku).

2. Zawartość rozprawy doktorskiej

Rozprawa zawarta jest na 187 stronach komputer-opisu oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Praca składa się z 7 rozdziałów, bibliografii obejmującej 103 pozycje oraz 3 załączników obejmujących zestawienie pomiarów dokonanych w trakcie badań doświadczalnych.

Rozdział 1: *Wprowadzenie*, o objętości 4 stron (w tym 5 rysunków), zawiera omówienie rozwiązań przyłgowych połączeń kształtowników metalowych, wykazujących efekt szerokiego pasa, przykłady zastosowań w konstrukcjach metalowych oraz wskazanie, że najczęściej kształtowane są jako śrubowe. Zakres badań w rozprawie zawężono do połączeń stalowych kątowników walcowanych, łączonych jednym ramieniem z blachą węzłową za pośrednictwem śrub ułożonych w jednym szeregu. Przedstawiono również krótkie, kilkudzaniowe, streszczenie zakresu przedstawionych badań.

Rozdział 2: *Nośność graniczna kształtowników mocowanych jedną ścianką – przegląd stanu zagadnienia*, o objętości 28 stron (w tym 16 rysunków i 5 tabel), zawiera przegląd literatury wraz z zakresem zrealizowanych badań doświadczalnych i analiz numerycznych oraz syntezą propozycji opracowanych modeli analitycznych służących do oceny nośności stalowych kształtowników rozciąganych, w których połączenia wykazują zjawisko szerokiego pasa. Uwzględniono połączenia kształtowników walcowanych i giętych na zimno, łączonych z blachami węzłowymi za pomocą śrub lub spoin pachwinowych. Dokonano porównania modeli obliczeniowych w normach krajowych obowiązujących do chwili wdrożenia eurokodów konstrukcyjnych, w eurokodach oraz europejskiej normie dedykowanej konstrukcjom wsporczy linii elektroenergetycznych, a także w normach północno-amerykańskich. Rozdział kończy się podsumowaniem.

Rozdział 3: Problem naukowy, tezy i zakres pracy, o objętości 2 stron, zawiera omówienie problemu naukowego rozpatrywanego w pracy i celu rozprawy. Sformułowano 3 zasadnicze tezy rozprawy oraz w 4 punktach scharakteryzowano zakres badań doświadczalnych oraz symulacji numerycznych, w celu walidacji modelu MES, analiz parametrycznych i weryfikacji istniejących modeli obliczeniowych. Podano ogólne założenia dotyczące zakresu przeprowadzonych badań.

Rozdział 4: Badania eksperymentalne, o objętości 35 stron (w tym 34 rysunków i 10 tabel), jest jednym z trzech zasadniczych rozdziałów pracy. Zawiera szczegółowe informacje dotyczące badań doświadczalnych: opis programu badań i zestawienie elementów próbnych, przygotowanie elementów próbnych oraz oprzyrządowanie do pomiaru przemieszczeń i odkształceń w charakterystycznych punktach badanych elementów, opracowanie wyników badań oraz porównanie obciążenia granicznego z badań doświadczalnych i normowych modeli obliczeniowych. Organizację i metodologię badań oceniam wysoko w aspekcie pozyskania informacji potrzebnych do walidacji modelu numerycznego oraz do wstępnej oceny wiarygodności modeli analitycznych ujętych w normach projektowania. Rozdział kończy się podsumowaniem.

Rozdział 5: Budowa i walidacja modelu numerycznego, o objętości 27 stron (w tym 23 rysunków i 5 tabel), jest kolejnym najistotniejszym rozdziałem rozprawy. Na wstępie dokonano syntezy dotychczas stosowanych modeli numerycznych, założeń przyjmowanych do budowy modeli MES wraz z informacją o ich stopniu złożoności, o stosowanych nieliniowych prawach materiałowych oraz sposobach modelowania zjawisk kontaktu i tarcia. Zasadnicza część rozdziału dotyczy zagadnień związanych z tworzeniem autorskiego modelu MES, z analizą wpływu uproszczeń pod kątem zachowania wiarygodności symulacji numerycznych, w ramach rozsądnego czasu wymaganego do hierarchicznej walidacji modelu w celu odtworzenia zachowania się elementów próbnych rejestrowanego podczas badań doświadczalnych. Zbadano możliwość prowadzenia analiz walidacyjnych na podstawie modelu numerycznego zredukowanego do połowy modelu fizycznego badanego doświadczalnie. Wykazano dopuszczalność tego uproszczenia. Jako kryteria walidacji hierarchicznej przyjęto akceptowalną z punktu widzenia praktyki inżynierskiej zbieżność wyników doświadczalnych i symulacji numerycznych w celu odtworzenia:

- ścieżek równowagi płaskich próbek materiałowych,
- ścieżek równowagi elementów próbnych kątowników z połączeniami na obu końcach,
- obciążenia granicznego,
- wydłużenia w punkcie granicznym ścieżki równowagi,
- wydłużenia granicznego w chwili zniszczenia oraz
- kształtu stref pękania statycznego i formy deformacji w stanie granicznym zniszczenia.

Kryteria przyjęte do oceny poprawności budowy modelu numerycznego oceniam pozytywnie, a dokonane analizy oceniam jako spełniające kryteria walidacji hierarchicznej. Przyjęcie modelu łączników bez walidacji ścieżki równowagi w badaniu rozciągania próbki materiałowej uważam za słuszne, gdyż elementy próbne ukształtowano tak, aby zachować ich plastyczną formę zniszczenia, bez możliwości ujawnienia się ścięcia śrub (lub przeciągnięcia śrub przez otwory). Rozdział kończy się podsumowaniem.

Rozdział 6: *Badania parametryczne*, o objętości 55 stron (w tym 50 rysunków i 11 tabel), przedstawia wyniki symulacji numerycznych 88 wirtualnych modeli połączeń w celu uzyskania informacji na temat wpływu różnych czynników na zachowanie się połączeń, które nie mogły być szerzej zbadane na modelach fizycznych z uwagi ograniczenia wynikające z kosztów szerzej zakrojonych badań eksperymentalnych. Podejście polegające na badaniach doświadczalnych, które są przeprowadzone w węższym zakresie w celu walidacji modelu numerycznego, a następnie wykorzystanie walidowanego modelu numerycznego do szerszych analiz parametrycznych jest obecnie przyjmowane jako standardowe podejście w badaniach naukowych. Autorka analizowała wpływ takich parametrów jak:

- stosunku szerokości ramienia kątownika do jego grubości,
- rozstawu otworów w kierunku działania obciążenia,
- całkowitej długości połączenia,
- odległości osi otworu od krawędzi w kierunku prostopadłym do działania obciążenia,
- przymocowania krótszego lub dłuższego ramienia w wypadku kątowników nierównoramiennych,
- długości kątownika,
- podwojenia kształtownika i sposobu ułożenia kątowników podwojonych,
- różnej granicy plastyczności stali kątownika.

Na podstawie analiz Autorka sformułowała wnioski praktyczne o charakterze jakościowym. Symulacje przeprowadzono bez sporządzenia planu wirtualnego eksperymentu w celu ilościowej oceny wpływu poszczególnych parametrów na badane właściwości połączeń. Nie przeprowadzono też analizy wrażliwości, aby zidentyfikować najistotniejsze parametry wpływające na pojawienie się kombinowanych form zniszczenia, w których rozerwanie blokowe (RB) i rozerwanie przekroju netto (RN) występują równocześnie. Identyfikacja najistotniejszych parametrów i ich wpływu na ujawnienie się form zniszczenia umożliwiłaby określenie warunków brzegowych oraz granic występowania form RB (N_{RB} - siła odpowiadająca ujawnieniu się tej formy zniszczenia) oraz RN (N_{RN} - siła odpowiadająca ujawnieniu się tej formy zniszczenia), a także zaproponowanie sposobu udoskonalenia modelu oceny obliczeniowej nośności, który konwencjonalnie ma postać zależności alternatywnej $N_{ult} = \min(N_{RB}, N_{RN})$. Rozdział kończy się podsumowaniem.

Rozdział 7: *Podsumowanie*, o objętości 9 stron (w tym 6 rysunków i 4 tabele), przedstawia wnioski z przeprowadzonych badań oraz propozycje uściślenia zależności normowych. W uwagach końcowych wskazano kierunki dalszych badań w celu poszerzenia symulacji numerycznych o ilościową ocenę wpływu różnych czynników na obciążenie graniczne połączeń wykazujących efekt szerokiego pasa.

3. Ogólna ocena rozprawy

3.1. Tematyka

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy aktualnej tematyki nośności, odkształcalności oraz form zniszczenia śrubowych połączeń przyłgowych kątowników. Autorska wykonała szerokie rozpoznanie literatury i norm projektowania pod kątem rozpoznania aktualnego stanu wiedzy w podjętej tematyce. Studia literatury są odniesione do zagadnień, które były analizowane w

pracy i pozwoliły na trafne sformułowanie problemu naukowego do rozwiązania, a więc celu i zakresu pracy. Przeprowadziła obszerne badania doświadczalne z rejestracją przemieszczeń oraz odkształceń w charakterystycznych punktach badanych elementów, a wyniki badań doświadczalnych wykorzystwała do walidacji modeli analitycznych i numerycznych. W zaawansowanych analizach numerycznych GMNA Autorka posłużyła się modelem stali Gursona-Tvergaarda-Needlemana (GTN), uwzględniającym niejednorodną (porowatą) strukturę materiału oraz modelem konwencjonalnym sprężysto-plastycznym (EP). Parametry modeli materiału opracowano dla dwóch gatunków stali użytej do wykonania elementów badanych doświadczalnie. Do walidacji wykorzystano wyniki badań próbek materiałowych wyciętych z partii wyrobów służących do wykonania elementów próbnych. Wyniki z zaawansowanych modeli numerycznych, odtwarzających zachowanie się połączeń elementów badanych doświadczalnie, posłużyły do walidacji modeli numerycznych całych elementów próbnych oraz modeli numerycznych elementów próbnych zredukowanych do połowy. Model numeryczny zredukowany do połowy posłużył do obszernych analiz parametrycznych połączeń różniących się geometrią, liczbą łączników i ich usytuowaniem, gatunkiem stali. Na podstawie wyników z przeprowadzonych badań i analiz numerycznych podjęto próbę weryfikacji analitycznych modeli nośności rozważanych połączeń.

3.2. Ocena wartości naukowej

Autorka w swojej pracy wykazała się umiejętnością zaprojektowania i przeprowadzenia badań naukowych. W bardzo dobrym stopniu opanowała współczesne narzędzia i techniki badawcze, rozszerzyła analizy o nowe elementy i wykazała, że przy ich pomocy można przeprowadzić kompleksowe badania w zakresie sprężysto-plastycznego zachowania się śrubowych połączeń kątowników. Elementem nowości jest przyjęcie nieidealnego modelu materiału, który umożliwia uwzględnienie inkluzji. Analizy dotyczyły idealnej geometrii elementów próbnych z badanymi połączeniami. Zdaniem recenzenta można było pokusić się o dokonanie pomiaru odstępstwa geometrycznego elementów próbnych od stanu idealnego (wycięć osi kątownika oraz dystorsji ramion), co umożliwiłoby przeprowadzenie analiz numerycznych na podstawie geometrii nieidealnej i oceny wpływu tego czynnika na redystrybucję naprężeń w elementach połączenia i mechanizm zniszczenia.

Podsumowując, problematyka naukowa została określona prawidłowo, obejmuje w sposób wyczerpujący zagadnienia związane z badaniami doświadczalnymi, symulacjami numerycznymi oraz rozwiązaniami analitycznymi, w odniesieniu do przyłgowych połączeń śrubowych kątowników stalowych. Przyjęte cele badawcze rozprawy zostały potwierdzone wynikami szczegółowych dociekań naukowych, które w rozprawie zostały przedstawione w sposób bardzo czytelny.

3.3. Ocena strony formalnej

Praca wykonana została starannie i wnikliwie. Na szczególne podkreślenie zasługuje przeprowadzenie analizy i syntezy aktualnego stanu wiedzy w sposób odpowiadający właściwemu prowadzeniu badań naukowych oraz przedstawienie wyników w sposób przejrzysty i ilustrowany dużą liczbą rysunków oraz wykresów.

Autorka sprecyzowała kolejne kroki w osiągnięciu założonego celu, poszczególne zadania badawcze rozwiązywała sukcesywnie, gdyż kolejne rozdziały stanowią rozwiązanie poszczególnych problemów naukowych. Należy podkreślić umieszczenie przez Autorkę podsumowania każdego rozdziału (za wyjątkiem jednego) stanowiącego kolejny etap badań.

4. Uwagi szczegółowe

Str. 44, ostatni akapit

a) W odniesieniu do pojętego problemu naukowego przyjęto założenie, że rozpatrywane połączenia są obciążone siłą monotonicznie narastającą, bez uwzględnienia efektów zmienności w granicach nakreślonych przez realne kombinacje oddziaływań. Rozpatrywane połączenia są stosowane w kratowych ustrojach pionowych tężników budynków oraz w konstrukcjach wież i podpór napowietrznych linii energetycznych. Połączenia śrubowe prętów skratowania tych konstrukcji poddane są oddziaływaniom stałym i zmiennym w czasie, użytkowym oraz klimatycznym. Oddziaływania mają charakter powtarzalny w pewnych z góry możliwych do określenia granicach. Dysponując wiarygodnym modelem numerycznym, który został hierarchicznie zwalidowany na podstawie wyników badań dotyczących obciążenia narastającego monotonicznie, można zastosować do analizy bardziej złożonego zachowania się połączenia i wykazania, czy uwzględnienie czynnika powtarzalności oddziaływań w zadanych granicach ma wpływ na zachowanie się rozważanych połączeń, a jeżeli tak, to w jakim zakresie.

b) Modele numeryczne elementów próbných zbudowano przy założeniu, że są one wolne od naprężeń wstępnych technologicznych (naprężenia walcownicze w kątownikach) i montażowych (będących efektem scalania elementu próbnego) oraz, że ich geometria jest idealna (brak wycięć i dystorsji w stanie przed obciążeniem). Założenia te powinny być wyartykułowane w tym rozdziale.

Str. 45, w. 7–13 od góry

a) Ilustracja oznaczeń opisywanych w tekście znajduje się na rys. 4.3 w dalszej części pracy. Zdaniem recenzenta ilustracja ta powinna być umieszczona na początku rozdziału 4.

b) Stwierdzenie, że wyniki badań doświadczalnych „zostaną wykorzystane do weryfikacji rozbieżności podejść obliczeniowych” nie jest precyzyjne. Weryfikacja modeli obliczeniowych dotyczy porównania wyników uzyskanych z różnych modeli analitycznych i/lub numerycznych, natomiast walidacja modeli dotyczy porównania wyników uzyskanych z modeli obliczeniowych analitycznych i/lub numerycznych z wynikami badań zrealizowanych na obiektach fizycznych w skali technicznej lub na modelach fizycznych tych obiektów.

Str. 48 – 52, Tab. 4.3 – 4.8

a) Zakres badań doświadczalnych nie został wystarczająco opisany, nie podano na jakiej zasadzie skonstruowano plan eksperymentu. Czy długości kątowników zostały dobrane do możliwości zrealizowania badań na konkretnym urządzeniu, czy też kierowano się innymi względami. Czy dokonano analizy wrażliwości, na której podstawie wyznaczono zakres

zmienności najistotniejszych czynników wpływających na nośność i odkształcalność połączeń?

b) We wnioskach końcowych podano, że zginanie kątowników jest „widoczne szczególnie w wypadku krótkich połączeń, gdzie wpływ mimośrodowego rozciągania był większy”. Czy plan badań dotyczył krótkich połączeń, czy długich? Jak należałoby zakwalifikować połączenia badane doświadczalnie? Czy definicja krótkich i długich połączeń jest zgodna z definicją używaną w normalizacji? W niektórych normach projektowania czynnik ten nie jest definiowany explicite.

Str. 71, w.11 od góry

a) Stwierdzenie, że „całkowita długość połączenia jest bardziej istotna, niż liczba zastosowanych śrub” nie jest precyzyjne. Czy oznacza to, że śruby należy rozmieszczać z uwzględnieniem maksymalnego rozstawu zapewniającego integralność połączenia (w przybliżeniu równomierny rozkład siły na łączniki)? Ile wynosi taki maksymalny rozstaw? Czy jest to rozstaw zgodny z górną granicą podawaną w normach?

b) Stosowanie większych rozstawów powoduje zwiększenie długości połączenia, a to z kolei może prowadzić do nierównomiernego rozkładu sił w łącznikach i konieczności redukcji nośności połączenia wyznaczonej na podstawie założenia o równomiernym rozdziale siły na łączniki.

Str. 85, zależność (5.4)

We wzorze opisującym bieżącą wartość udziału objętościowego pustek (ogólniej inkluzji) podano parametr \bar{f}_F . Brak wyjaśnienia tego parametru oraz ujęcia tego parametru w Tab. 5.1.

Str. 87, zależność (5.7)

Brak objaśnień zmiennych. Czy zmienne z kropką u góry oznaczają pochodną po czasie? Czy symbol dzielenia jest poprawny?

Str. 87, Rys. 5.3

Na rysunkach b) – f) pokazano wpływ poszczególnych parametrów modelu GTN na przebieg zależności siła – wydłużenie. Na rys. b) pokazano wpływ parametru f_0 , ale nie podano przy jakich wartościach pozostałych parametrów. Uwaga ta dotyczy pozostałych rysunków, na których pokazano wpływ pozostałych parametrów, odpowiednio f_c , f_F , f_N oraz ε_N .

Str. 88, pkt. 5.3.3, opis materiału EP

Opis materiału EP nie jest podany precyzyjnie. Czy model ten odtwarza inżynierską zależność krzywoliniową $\sigma - \varepsilon$ jako zbiór punktów z badań, który transformuje się następnie do zależności rzeczywistej na podstawie wzorów (5.1) i (5.2)? Czy model ten odpowiada innej zależności wieloliniowej (minimum dwuliniowej), bazującej na kilku wartościach pomierzonych w testach materiałowych, np. granicy plastyczności f_y i odkształcenia na tej

granicy ε_y , odkształcenia na początku fazy wzmocnienia ε_h , wytrzymałości na rozciąganie f_u i odpowiadającego mu odkształcenia ε_u , odkształcenia odpowiadającego zerwaniu ε_{max} , itp.

Str. 89 – 90, Rys. 5.4 – 5.6

Rysunki przedstawiają zależności siła – wydłużenie odtworzone numerycznie w odniesieniu do zachowania się płaskich próbek materiałowych. Zastosowanie modelu GTN oraz EP prowadzi do jakościowo podobnych przebiegów, a różnice są jedynie ilościowe. Z jaką fazą zachowania się materiału stowarzyszona jest opadająca charakterystyka otrzymana w odniesieniu do modelu EP. Czy jest to zakres odkształceń większy od odkształcenia ε_u odpowiadającego wytrzymałości na rozciąganie f_u ?

Str. 93, Rys. 5.7

Ciekawym porównaniem byłoby pokazanie mapy naprężeń HMH w odniesieniu do modelu EP. Czy otrzymane mapy naprężeń byłyby jakościowo podobne do pokazanych na rysunku i odnoszących się do modelu materiału GNT?

Str. 95, pkt. 5.4.3.

a) Na wstępie rozdziału znajduje się opis budowy modelu numerycznego połączenia, który jest zredukowany do połowy modelu odtwarzającego element fizyczny (badany doświadczalnie). W tym punkcie należało podać rysunki i warunki brzegowe dotyczące obu modeli, mianowicie całego elementu próbnego oraz połowy elementu próbnego.

b) Należy zauważyć, że symetria obiektu (por. Rys. 5.10) występuje wówczas, gdy dotyczy symetrii geometrycznej oraz przyłożenia obciążenia. Badania doświadczalne dotyczyły **nominalnie symetrycznych** (pod względem geometrycznym) **elementów próbnych względem środkowego przekroju kątownika o długości l** . Nie występuje natomiast symetria obciążenia, gdyż przykładano je tylko na jednym końcu elementu próbnego. Symetria nie zachodzi względem ustalonego położeniu przekroju kątownika, tzn. w odległości $l/2$ od końca, ale w przekroju $(l + \Delta l)/2$, gdzie Δl jest wydłużeniem na końcu, gdzie przykładane jest obciążenie.

Str. 103 – 104, Rys. 5.18 – 5.21

Rysunki pokazują porównanie deformacji modeli numerycznych oraz elementów próbnych, zarejestrowane „w fazie niszczenia”. Czy faza niszczenia dotyczy punktów $N_{ult,MES}$ i $N_{ult,Ex}$ na wykresach towarzyszących pokazanym stanom deformacji? Czy stany deformacji blach węzłowych i kątowników były wyłącznie giętne, czy kątowniki doznawały również skrętnych i/lub dystorsyjnych stanów deformacji?

Str. 109, w.16 od góry; str. 140, pkt. 6.9

W analizach parametrycznych z wykorzystaniem zwalidowanego modelu numerycznego połowy elementu próbnego uwzględniono zróżnicowaną długość kątownika. Odległości między wewnętrznymi łącznikami i połową długości kątownika wynosiły 50 mm (element krótki K) oraz 520 mm (element długi D). Odległości te odpowiadają długości kątownika

między wewnętrznymi łącznikami 100 mm oraz 1040 mm. Czy w wypadku symulacji zachowania się połowy elementu próbnego z kątownika o realnych długościach powyżej 1040 mm wyniki odnoszące się do połowy elementu badanego będą wystarczająco dokładne w odniesieniu do symulacji zachowania się całego elementu próbnego?

Przedstawione uwagi nie mają charakteru uwag krytycznych, a jedynie mają charakter dyskusji w celu doprecyzowania sformułowań oraz wniosków wynikających z ilustracji lub danych ujętych w tabelach. Strona redakcyjna nie budzi zastrzeżeń.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską mgr inż. Edyty Bernatowskiej zatytułowaną *Nośność graniczna rozciąganych kształtowników mocowanych jedną ścianką*, która powstała w Politechnice Rzeszowskiej pod kierunkiem dra hab. inż. Lucjana Ślęczki, stwierdzam, że w pracy tej Autorka przedstawiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazując się:

a) ogólną wiedzą teoretyczną i praktyczną z zakresu:

– teorii połączeń konstrukcji stalowych oraz stanów granicznych nośności i odkształcalności, ocenianych na podstawie zaawansowanych badań doświadczalnych,

– metodologii badań naukowych wykorzystujących procedury hierarchicznej walidacji i weryfikacji modeli obliczeniowych, w szczególności w zakresie zastosowania nieidealnego modelu stali traktowanej jako materiał porowaty,

b) wiedzą praktyczną z zakresu komputerowego modelowania, zaawansowanej analizy GMNA i deterministycznej oceny nośności i odkształcalności elementów o geometrii idealnej.

Przedstawiony w rozprawie problem naukowy mieści się w nurcie aktualnej tematyki w odniesieniu do konstrukcji stalowych, ma walory innowacyjnych analiz i badań o charakterze teoretycznym i aplikacyjnym. Autorka rozpoznała aktualny stan wiedzy w tematyce objętej rozprawą, sformułowała problem badawczy oraz wykazała się umiejętnością prowadzenia badań w zakresie odpowiednim do nakreślonego celu rozprawy, a także w zakresie zastosowanej metodologii badań i sposobu wnioskowania. Wykazała się umiejętnościami wykraczającymi poza standardowe wymagania odnoszące się do uzyskania stopnia doktora w naukach inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport oraz specjalności budowlane konstrukcje metalowe. **Oznacza to, że praca spełnia z wyróżnieniem wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65. poz. 595 z późniejszymi zmianami).**

W związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie Kandydatki do publicznej obrony rozprawy doktorskiej oraz o jej wyróżnienie na zasadach przyjętych ustaleniami Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Rzeszowskiej.

