

Recenzja Rozprawy Doktorskiej **mgr inż. Małgorzaty Sneli**

**pt. „Szacowanie temperatury krytycznej stalowych ram przechyłowych w pożarze
rozwinętym z uwzględnieniem zmieniającej się podatności węzłów”**

1. Podstawa formalna i przedmiot opracowania recenzji

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi uchwała Rady Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej oraz zlecenie Dziekana Wydziału, Pana dr hab. inż. Bogusława Szmygina, prof. PL z dnia 27 października 2016 roku na wykonanie niniejszej recenzji.

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Małgorzaty Sneli pt. „Szacowanie temperatury krytycznej stalowych ram przechyłowych w pożarze rozwinętym z uwzględnieniem zmieniającej się podatności węzłów” przygotowana pod kierunkiem dr hab. inż. Mariusza Maślaka, prof. PK.

2. Zawartość rozprawy

Recenzowana rozprawa składa się z 6 rozdziałów, spisu literatury obejmującego 160 pozycji oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Tekst rozprawy liczy 205 stron A4, w którym zawarto 104 rysunki, 25 tabel oraz 301 wzorów.

Rozdział pierwszy stanowi wstęp, w którym Autorka omówiła podstawowe problemy dotyczące projektowania konstrukcji stalowych w sytuacji pożarowej z uwzględnieniem redukcji mechanicznych właściwości stali, a także redystrybucji sił wewnętrznych. Ponadto przedstawiła charakterystykę węzłów stosowanych w konstrukcjach stalowych i wskazała na konieczność uwzględnienia wpływu wysokiej temperatury na stal użytą do wykonania elementów nośnych i węzłów łączących te elementy. W rozdziale tym Autorka przedstawiła również przedmiot, cel i zakres pracy, a także główny problem naukowy i tezę rozprawy.

Rozdział drugi poświęcony jest przeglądowi aktualnego stanu wiedzy dotyczącego pracy węzłów w warunkach pożaru, obejmujący badania eksperymentalne, modele analityczne i numeryczne.

Rozdział trzeci zawiera niezwykle rozbudowaną analizę metod identyfikacji charakterystyk moment – obrót, odniesionych do węzłów w warunkach pożaru. W rozdziale tym Autorka przeanalizowała szeroką gamę znanych z literatury modeli węzłów stalowych i proponuje własne koncepcje ich udoskonalenia poprzez ich uogólnienie na warunki pożarowe. Rozpatruje ona kolejne stopnie komplikacji modeli począwszy od klasycznej metody składnikowej i miarodajnej metody sztywności sieciowej, a skończywszy na analitycznych modelach uwzględniających interakcję oddziaływań M - V oraz M - N. W rozdziale tym Autorka opracowała i rozwiązała przykłady obliczeniowe węzłów z głowicową blachą czołową, występujących w stalowych ramach przechyłowych. Ponadto przeprowadziła dyskusję uzyskanych wyników wraz z podsumowaniem w postaci sformułowania wniosków wynikających z analizowanych przykładów obliczeniowych.

Rozdział czwarty dotyczy analizy statyczno-wytrzymałościowej wybranych przechyłowych ustrojów ramowych z uwzględnieniem zmieniającej się podatności węzłów wraz ze wzrostem temperatury. W pierwszej części Autorka przeanalizowała redystrybucję sił wewnętrznych w ogarniętych przez pożar, wyizolowanych z układu ramowego, ryglach z węzłami nominalnie przegubowymi oraz z węzłami podatnymi. W drugiej części, na przykładzie dwukondygnacyjnej, dwunawowej stalowej ramy przechyłowej, Autorka zaprezentowała sposób szacowania temperatury krytycznej ramy stalowej z wykorzystaniem uzyskanych z literatury, doświadczalnych charakterystyk podatności węzłów opisujących relacje moment – obrót – temperatura. Każda z tych części kończy się podsumowaniem omawianych zagadnień i sformułowaniem wniosków.

Rozdział piąty przedstawia analizę MES podukładu konstrukcyjnego typowej ramy stalowej pracującego w warunkach pożaru. Autorka rozpatrzyła dwa warianty schematu statycznego, które różnią się sposobem podparcia górnych węzłów słupów. W obu wariantach połączenie rygla ze słupami realizowane było w postaci podatnego węzła doczołowego. Analiza podukładu ramowego przebiegała dwuetapowo. W pierwszym etapie analizowaną konstrukcję obciążono statycznie obciążeniem równomiernie rozłożonym. Następnie w drugim etapie, do wstępnie odkształconej ramy przyłożono obciążenie termiczne. Analizowany podukład ramowy opisano modelem bryłowym za pomocą oprogramowania Autodesk Simulation Mechanical 2015, stosując dyskretyzację modelu w postaci trójwymiarowych elementów skończonych typu solid. Rozdział kończy dyskusja uzyskanych wyników, podsumowanie i wnioski.

Rozdział szósty zawiera wnioski końcowe i kierunki dalszych badań.

Uważam, że kolejność rozdziałów i podrozdziałów w logiczny sposób przedstawia treści pracy, choć przyjęte przez Doktorantkę tytuły niektórych rozdziałów nie do końca są poprawne. Ponadto przejrzystość pracy zaburzą zbyt długie zdania i zawile wywody. Szczegółowe uwagi dotyczące powyższych zastrzeżeń zamieszczono w punkcie 5. (Uwagi krytyczne) niniejszej recenzji.

3. Ocena doboru tematu rozprawy

W warunkach pożaru konstrukcja budynku poddana jest oddziaływaniom nie tylko mechanicznym, ale również termicznym wynikającym ze wzrostu temperatury gazu w obiekcie objętym pożarem. Efektem tego jest odpowiedź termiczna konstrukcji

polegająca na zwiększeniu jej temperatury. Może ona prowadzić do wydłużenia termicznego elementów i pogorszenia mechanicznych właściwości materiałów, z których wykonane są elementy nośne konstrukcji. W stalowych układach ramowych termiczne wydłużenie elementów konstrukcyjnych może być częściowo ograniczone. Wiąże się to z powstaniem naprężeń termicznych, które w kombinacji z oddziaływaniami mechanicznymi mogą wywoływać znaczące odkształcenia, a nawet powodować zawalenie konstrukcji nośnej budynku. Dlatego też niezwykle ważne jest zapewnienie odpowiedniej odporności ogniowej konstrukcji. W tradycyjnym podejściu miarą odporności ogniowej jest czas, wyrażony w minutach, liczony od rozpoczęcia pożaru do osiągnięcia przez element budynku jednego z trzech kryteriów granicznych tj. nośności, szczelności lub izolacyjności ogniowej. Natomiast zgodnie z inżynierią bezpieczeństwa pożarowego miarą takiej odporności może być wprost temperatura krytyczna. Jednakże jej oszacowanie jest bardzo trudne ze względu na złożoność reakcji konstrukcji stalowej i poszczególnych składników węzła na działanie temperatury pożarowej. Warto zwrócić uwagę, że wysoka temperatura wpływa na właściwości mechaniczne stali i tym samym na zmianę sztywności połączenia jako całości. Ponadto w warunkach pożaru, w rezultacie interakcji oddziaływań pomiędzy poszczególnymi składnikami węzła, zmienia się również podatność węzłów. Zjawisko to ze względu na dużą złożoność nie zostało jak dotąd uwzględnione w procedurach obliczeniowych proponowanych w normach i literaturze przedmiotu.

W odpowiedzi na potrzebę rozwiązania powyższego problemu w opiniowanej rozprawie Doktorantka podjęła próbę stworzenia jednoznacznej metodyki obliczeniowej, pozwalającej na wiarygodną ocenę odporności ogniowej stalowych ram przechyłowych, z uwzględnieniem dotychczas pomijanego efektu zmieniającej się wraz z narastającą temperaturą stali podatności węzłów.

Recenzowana rozprawa doktorska bardzo dobrze wpisuje się w ten aktualny problem badawczy, dotyczący bezpieczeństwa pożarowego konstrukcji, ważny tak z naukowego jak i z praktycznego punktu widzenia. Uwzględniając powyższe można stwierdzić, że podjęty przez Doktorantkę temat rozprawy jest oryginalny, a w Polsce nawet nowatorski.

4. Ocena naukowej wartości rozprawy

W recenzowanej rozprawie Doktorantka jasno postawiła główny cel pracy i metodycznie dążyła do jego zrealizowania, co świadczy o dobrym rozpoznaniu przez Autorkę tematyki badawczej i o odpowiednim przygotowaniu do prowadzenia badań i analiz teoretycznych. Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć naukowych Autorki można zaliczyć:

- 1) Wnikliwe i krytyczne rozpoznanie aktualnego stanu wiedzy dotyczącego pracy węzłów w warunkach pożaru, na podstawie dostępnych krajowych i zagranicznych pozycji literatury naukowo-badawczej obejmujących badania eksperymentalne, modele analityczne i numeryczne.
- 2) Przeprowadzenie szczegółowej analizy istniejących metod identyfikacji charakterystyki węzłów moment – obrót, opracowanych dla podstawowej sytuacji projektowej, pod kątem możliwości zastosowania ich do analizy węzłów w warunkach pożaru.
- 3) Opracowanie procedury obliczeniowej umożliwiającej transformację zależności moment – obrót, określającej sztywność początkową węzła w podstawowej sytuacji obliczeniowej, do wyjątkowej sytuacji obliczeniowej pożaru rozwiniętego oraz jej

weryfikację na przykładzie węzła doczołowego z wystającą blachą. Autorka wskazuje tu krytycznie, że tego typu procedura nie musi prowadzić do bezpiecznego oszacowania nośności węzła w sytuacji pożaru.

- 4) Uogólnienie klasycznej metody składnikowej stosowanej do określania sztywności węzła na przypadek wyjątkowej sytuacji projektowej pożaru rozwiniętego. Na szczególną uwagę zasługuje zaproponowana przez Doktorantkę identyfikacja mechanizmów zniszczenia poszczególnych składników węzła, z uwzględnieniem wpływu temperatury pożarowej oraz opracowanie krzywych moment – obrót węzła odniesionych do zmieniających się wartości temperatury. Autorka niniejszej pracy skłania się do stwierdzenia, że właśnie uogólnienie klasycznej metody składnikowej jest najbardziej miarodajnym podejściem do prognozowania poziomu bezpieczeństwa w sytuacji projektowej pożaru rozwiniętego, co w mojej ocenie jest bardzo trafnym wnioskiem.
- 5) Zaproponowanie algorytmów obliczeniowych pozwalających na oszacowanie charakterystyki węzłów, z uwzględnieniem oddziaływania nie tylko momentu zginającego, ale również siły podłużnej i siły poprzecznej dla warunków ekspozycji węzła na temperaturę pożarową. Modele te stanowią rozszerzenie klasycznej metody składnikowej o dodatkowe elementy, pozwalające na uwzględnienie wpływu interakcji oddziaływań. Niezwykle istotna z praktycznego punktu widzenia wydaje się przeprowadzona przez Doktorantkę analiza wpływu siły podłużnej na podatność zginanych węzłów w warunkach pożaru.
- 6) Opracowanie procedur i przykładów obliczeniowych ilustrujących wpływ zmieniającej się podatności węzłów, na redystrybucję sił wewnętrznych w ogarniętej przez pożar belce stalowej z węzłami podatnymi.
- 7) Stworzenie modelu MES podukładu konstrukcyjnego typowej ramy stalowej z zastosowaniem dyskretyzacji w postaci trójwymiarowych elementów skończonych typu solid, poddanego oddziaływaniom mechanicznym i termicznym. Przy opracowaniu modelu, z uwagi na duży stopień złożoności tego modelu oraz konieczność definiowania nieliniowych charakterystyk materiału i kontaktu pomiędzy elementami węzła, Doktorantka musiała wykazać się dużą wiedzą i biegłością w zakresie nieliniowego modelowania MES.
- 8) Przeprowadzenie analizy ramy stalowej pozostającej pod wpływem pożaru rozwiniętego z wykorzystaniem uzyskanych doświadczalnie charakterystyk opisujących relacje moment – obrót – temperatura elementów, ze szczególnym uwzględnieniem procedur szacowania ich temperatury krytycznej. Właśnie ta część pracy umożliwiła Doktorantce obronienie tezy recenzowanej rozprawy, która brzmi: *„W obecnym stanie wiedzy istnieje możliwość wiarygodnego i formalnie jednoznacznego opisu zmieniającej się w pożarze podatności węzła. Można to uczynić za pomocą zbioru relacji moment – obrót, z których każda odniesiona będzie do zadanej temperatury węzła. Tego typu relacje posłużą do iteracyjnego wyznaczenia odporności ogniowej eksponowanej na ogień stalowej ramowej konstrukcji nośnej”*.

Biorąc pod uwagę powyższe osiągnięcia Doktorantki oraz fakt, że założony główny cel pracy został osiągnięty wyrażam pozytywną ocenę naukowej wartości recenzowanej rozprawy.

5. Uwagi krytyczne

Niezależnie od mojej pozytywnej oceny wartości merytorycznej rozprawy doktorskiej, z obowiązku recenzenta wykażę poniżej dyskusyjne lub ujemne jej strony.

5.1. Ogólne uwagi merytoryczne

- 1) Uwaga do tematu rozprawy, który brzmi: *"Szacowanie temperatury krytycznej stalowych ram przechyłowych w pożarze rozwiniętym z uwzględnieniem zmieniającej się podatności węzłów"*. Tak naprawdę Doktorantka zajęła się szacowaniem temperatury krytycznej stalowych ram przechyłowych dopiero w rozdziale 4 i 5 pracy. Natomiast ponad połowa rozprawy odnosi się zagadnień związanych z modelowaniem sztywności węzłów w podwyższonej temperaturze. Co samo w sobie jest imponujące i w mojej ocenie stanowi jedno z najważniejszych osiągnięć Doktorantki. Nie znajduje to jednak należytego odzwierciedlenia w tytule rozprawy.
- 2) Dobrą praktyką stosowaną przy opracowaniu dysertacji naukowych jest zamieszczenie na początku pracy wykazu najważniejszych oznaczeń. Pozwala to uniknąć wielokrotnego użycia tego samego symbolu do określenia różnych wielkości oraz ułatwia jednolity opis oznaczeń. Niestety w recenzowanej pracy zabrakło tego elementu.
- 3) W rozdziale 3.5 sformułowano bardzo ciekawe wnioski dotyczące wpływu siły osiowej oraz interakcji M-N i M-V na nośność węzła w warunkach pożaru, które z powodzeniem mogłyby pełnić funkcje kolejnych tez pracy. Szkoda, że Autorka nie wyartykułowała tych niezmiernie wartościowych elementów pracy w tej formie.
- 4) W przykładzie analizowanym w rozdziale 4.3.1 przyjęto, że pożar rozgorzał w obu nawach na parterze rozpatrywanego budynku, a jaki scenariusz pożaru był przyjęty w pracy Al-Jabri i in., 2005b, z której zaczerpnięto charakterystykę moment – obrót – temperatura węzłów w warunkach pożaru?
- 5) Wspomniano w rozdziale 4.3.1 przy opisywaniu scenariusza pożarowego, że opracowano metodę wyznaczania *"nośności płaskich układów prętowych (ram) pozwalającą na wyznaczenie ich odporności ogniowej z uwzględnieniem wpływu temperatury jednorodnej po długości elementów konstrukcji stalowych i niejednorodnej po wysokości przekroju poprzecznego tych elementów podano m.in. w pracy Laskowska, 2002."*, jednak w zdaniu poprzednim stwierdzono, że analizy ogranicza się do całkowicie jednorodnej temperatury. Proszę o wyjaśnienie czy w analizowanym przykładzie temperatura poszczególnych elementów jest zróżnicowana, czy taka sama?
- 6) Celem pracy było wskazanie istnienia *"możliwości wiarygodnego i formalnie jednoznacznego opisu zmieniającej się w pożarze podatności węzła"*, który autorka zrealizowała w rozdziale 3, opisując różne analityczne modele formalne. Jednak ostatecznie w przykładzie obliczeniowym przedstawionym w rozdziale 4.3 nie wykorzystwała żadnego z tych modeli do obliczenia charakterystyki M-fi węzła. Należy przyznać, że zaproponowane przez Doktorantkę podejście jest poprawne, bowiem zastosowała w nim najbardziej wiarygodne (eksperymentalne) krzywe M-fi. Proszę jednak o komentarz, dlaczego nie wykorzystano możliwości porównania modeli analitycznych z modelem numerycznym?

- 7) W rozdziale 5 nie przeprowadzono ani weryfikacji ani walidacji modelu obliczeniowego MES, choć tytuł rozdziału mógłby na to wskazywać. Opracowano tu bardzo skomplikowany model 3D ramowego podukładu konstrukcyjnego, w którym odpowiednio zdefiniowano blachę czołową, śruby, fragmenty słupa i rygla. Dużo uwagi poświęcono też modelowaniu kontaktu pomiędzy elementami. Niestety model ten bez sprawdzenia jego poprawności na podstawie miarodajnego eksperymentu i przy stosunkowo znaczących uproszczeniach warunków brzegowych w zasadzie ma znaczenie jedynie poznawcze i nie pozwala na określenie rzeczywistej nośności konstrukcji. Szkoda, że model MES nie jest kontynuacją modelu belkowego przedstawionego w rozdziale 4, w którym zastosowano predefiniowaną charakterystykę moment – obrót – temperatura uzyskaną na podstawie badań eksperymentalnych węzłów w warunkach pożaru, co znacznie podniosłoby wiarygodność tego modelu.
- 8) Pewną słabością recenzowanej rozprawy jest brak własnych badań eksperymentalnych. Jednak zdaję sobie sprawę, że prowadzenie badań laboratoryjnych konstrukcji w warunkach pożaru jest przedsięwzięciem bardzo kosztownym i skomplikowanym. Wymaga ono specjalistycznego laboratorium i nie jest możliwe do przeprowadzenia bez wsparcia profesjonalnego zespołu laborantów.

5.2. Szczegółowe uwagi merytoryczne

- 1) W wielu fragmentach pracy występuje mieszanie pojęć odkształcenie z przemieszczeniem np. na str. 66 w4d Autorka pisze: „Maksymalne odkształcenie śruby w temperaturze θ (na Rys. 3.16 oznaczone symbolem $\Delta_{b,u,\theta}$) uzyskuje się dzięki przemnożeniu długości śruby przez jej graniczne wydłużenie przy rozciąganiu specyfikowane w temperaturze θ (na Rys. 3.16 oznaczone symbolem $\varepsilon_{u,\theta}$)”, powinno być dokładnie na odwrót: najpierw wydłużenie potem odkształcenie lub na str. 70 w12d pisze: „Odkształcenia w zakresie plastycznym przy jego rozciąganiu $\Delta_{t,wc,u}$ ” W rzeczywistości wielkość Δ nie jest bezwymiarowym odkształceniem, lecz przemieszczeniem wyrażonym w jednostkach długości.
- 2) Str. 69 wzór 3.66 - w drugim członie wzoru jest $\frac{F_{t,Rd,\theta}^V}{F_{t,Rd,\theta}}$, powinno być $\frac{F_{t,Ed,\theta}}{F_{t,Rd,\theta}^V}$,
gdzie: $F_{t,Rd,\theta}^V$ - nośność śruby na rozciąganie zredukowana ze względu na ścinanie,
 $F_{t,Ed,\theta}$ - osiowa siła rozciągająca działająca na śrubę w warunkach pożaru.
- 3) Str. 135 wzór 4.1 - jest $\delta_\theta + \delta_m + \delta = 0$, powinno być $\delta_\theta + \delta_m - \delta = 0$.
- 4) Str. 141 w4d Autorka pisze: „Podatność na wydłużenie wynosi $\kappa_{C,\theta,A} = \kappa_{C,\theta,B} = \kappa_{C,\theta}$ natomiast podatność na obrót $\kappa_{CR,\theta,A} = \kappa_{CR,\theta,B} = \kappa_{CR,\theta}$ ”, w rzeczywistości są to sztywności, a nie podatności odpowiednio translacyjne i obrotowe co wynika z dalszych wzorów. Błąd ten powtarza się na stronie 143 i 144 w opisie wzorów 4.27 i 4.30.
- 5) Str. 164 w10d Autorka pisze: „...istnieją dwie metody rozwiązywania układu równań nieliniowych: metoda przyrostowa lub metoda arc-length”. Metoda Arc-length czyli metoda Riksa to też jest metoda przyrostowa, z tym że w odróżnieniu

od metody Newtona-Raphsona, sterowanie kroku iteracyjnego ma charakter mieszany przemieszczeniowo-obciążeniowy.

5.3. Uwagi dotyczące redakcji rozprawy

- 1) Proponuję w treści pracy zamiast słowa *zachowanie* węzła użyć zamiennie słowa *praca* węzła, zamiast słowa *indukować* użyć słowa *powodować*, *wywoływać*.
- 2) W języku polskim skrót słowa rysunek piszemy z małej litery, zatem w środku zdania zamiast Rys. ma być rys.
- 3) Autorka w pracy używa zamiennie określenia modelu materiału zamiast *sprężysto-idealnie plastyczny* model *idealnie sprężysto-plastyczny* np. str. 76, 86, 96, 114, 149 itd. Uważam, że należy używać tej pierwszej formy.
- 4) Str. 14 w7d – zamiast: *wydziela się tam następujące sposoby*, może *wyróżnia się*.
- 5) Str. 26 w27d – jest *więzów*, powinno być *węzłów*.
- 6) Str. 26 w1d – usunąć przecinek po kropce.
- 7) Str. 27 w5g – jest *puntu*, powinno być *punktu*.
- 8) Str. 27 w9d – jest *dopracowanie*, powinno być *opracowanie*.
- 9) Str. 28 w3g i str. 51 w20g – jest *wystająca*, powinno być *wystającą*.
- 10) Str. 31 w4g – jest *czołowa*, powinno być *czołową*.
- 11) Str. 56 w10g – zamiast *W obecnym stanie wiedzy*, może *Przy obecnym stanie wiedzy*.
- 12) Str. 58 w5g pod tabelą - jest *węzła warunkach*, powinno być *węzła w warunkach*.
- 13) Str. 59 w21d - zamiast *W pierwszych podejściach do projektowania*, może *W pierwszych próbach dotyczących projektowania*.
- 14) Str. 60 w10g - zamiast *Zależności te można sformułować za pomocą*, może *Zależności te można opisać za pomocą*.
- 15) Str. 73 na rysunku 3.21. przy oznaczeniu granicy plastyczności średnika f_y brak indeksu dolnego *wc*.
- 16) Str. 78 w13d - jest *o postaci*, powinno być *w postaci*.
- 17) Str. 133 powtórzenie całego akapitu ze str. 26 od słów: *Wartość termicznie indukowanej siły podłużnej* do słów: *pozostaje jedynie rozciąganie*.
- 18) Str. 149 w6d - zamiast *są nadal aktywne ich nośność ulega jednak ciąglemu osłabianiu*, może *są nadal aktywne, lecz ich nośność ulega jednak ciąglemu obniżaniu*.
- 19) Str. 150 w10g - zamiast *opartą o klasyczną statykę pierwszego rzędu*, może *opartą na założeniach klasycznej analizy pierwszego rzędu*.

6. Wnioski końcowe

Podsumowując stwierdzam, że rozprawa doktorska Pani mgr inż. Małgorzaty Sneli stanowi rozwiązanie oryginalnego i wartościowego zagadnienia naukowego. Rozprawa jest opracowana na dobrym poziomie naukowym i wnosi znaczący wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie „budownictwo”. Ma również duże znaczenie praktyczne. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie podjętej tematyki, umiejętnością planowania i realizacji badań naukowych, uzyskała oryginalne wyniki, które poddała wnikliwej i krytycznej analizie formułując poprawne wnioski poznawcze. Doktorantka wskazała również kierunki dalszych badań, co świadczy o Jej odpowiednim przygotowaniu do samodzielnego prowadzenia prac naukowobadawczych.

Uważam, że główny cel rozprawy doktorskiej został osiągnięty, a teza pracy obroniona.

Uwagi krytyczne wymienione w punkcie 5 nie obniżają dobrego, moim zdaniem, poziomu merytorycznego i ogólnej wysokiej oceny dysertacji. Pomimo tych uwag rozprawa jest bardzo interesująca z naukowego punktu widzenia. Mam nadzieję, że przedstawione przez mnie uwagi krytyczne choć w części będą pomocne Autorce w prowadzeniu dalszych badań naukowych i w przygotowywaniu artykułów do czasopism naukowych.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgr inż. Małgorzaty Sneli pt.: „Szacowanie temperatury krytycznej stalowych ram przechyłowych w pożarze rozwiniętym z uwzględnieniem zmieniającej się podatności węzłów” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14.03.2003 roku ”O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz.U. Nr 65, poz. 595).

W związku z tym stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej.



Katarzyna Rzeszut