

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Bartłomieja Ratajewicza pt.

***Wpływ eksploatacji na charakterystyki dynamiczne
jednoprzewodowych żelbetowych kominów przemysłowych***

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Bartłomieja Ratajewicza jest pismna prośba prof. dr hab. inż. Andrzeja Szaraty, Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej. Uchwałą powołującą mnie na recenzenta podjęła Rada Naukowa Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej w dniu 27 kwietnia 2022 r.

2. Ogólna charakterystyka pracy

Główna część pracy składa się z 6 rozdziałów poprzedzonych wstępem (Rozdział 1) i zakończonych podsumowaniem, wnioskami i spisem wykorzystanej literatury (odpowiednio rozdziały 8-10). Dodatkowo do pracy dołączono streszczenie w języku angielskim. Całość liczy 116 stron, treść zilustrowano 44 rysunkami, 39 tabelami oraz powołano się na 62 pozycje literaturowe.

We wstępie (Rozdział 1) Doktorant przedstawił obserwacje, które doprowadziły go do wyboru tematyki rozprawy. Następnie sformułował cel rozprawy oraz jej zakres teoretyczno-doświadczalny. Wszystko to doprowadziło do sformułowania tezy.

Rozdział 2 to krótkie przytoczenie problemów związanych z korozją oraz fizycznymi i chemicznymi oddziaływaniami na jakie narażone są w trakcie użytkowania kominy żelbetowe.

Metodykę prowadzonych badań i analiz Doktorant przedstawił w Rozdziale 3. Omówił konstrukcje trzech wybranych do badań wolnostojących, jednoprzewodowych kominów żelbetowych o wysokościach 120 m, 180 m i 260 m. Metodyka została opisana w trzech częściach dotyczących: (i) badań laboratoryjnych charakterystyk materiałowych próbek pobranych z kominów, (ii) pomiarów dynamicznych in situ na kominach oraz (iii) analizy Modal Assurance Criterion (MAC) używanej do sprawdzenia zgodności parametrów modalnych modeli MES z parametrami obiektów rzeczywistych.

Przygotowanie modeli MES kominów i analiza modalna zostały przedstawione w Rozdziale 4. Doktorant uwzględnił w modelowaniu charakterystyki materiałowe uzyskane na podstawie badań laboratoryjnych, imperfekcje i uszkodzenia trzonu, pomiary geodezyjne wychylenia trzonu, dla poszczególnych kominów w innym zakresie, związanym z dostępnością danych. W dalszej części rozdziału opisane zostały modele materiałowe wykorzystane w systemie MES oraz pokazane modele

Wydziału Inżynierii Lądowej

Wpłynęło dnia

15 LIP. 2022

L. dz.

10. 5. 10. 5. 1. 2022

podpis

samych kominów. Każdy komin został zamodelowany w trzech wariantach, dla których przeprowadzono analizę modalną wyznaczając częstotliwości i postaci drgań.

Badania in-situ właściwości dynamicznych przeprowadzono dla dwóch kominów i opisano w Rozdziale 5. Przedstawiono zastosowane w pomiarach czujniki – tensometry, akcelerometry oraz wibrometr laserowy oraz zestawiono wyniki dotyczące częstotliwości i tłumienia.

W Rozdziale 6 Doktorant porównał wyniki analiz MES z wynikami badań in-situ wykorzystując do tego standardowe porównywanie wartości otrzymanych dwoma metodami oraz analizę CrossMAC.

Stwierdzając, że stworzone modele MES zostały pomyślnie zwalidowane za pomocą badań w skali rzeczywistej Doktorant w Rozdziale 7 przeprowadził obliczenia odpowiedzi dynamicznej wybranych modeli dwóch kominów na obciążenie kinematyczne – sejsmiczne i parasejsmiczne. Analizował maksymalne naprężenia w betonie i w stali na różnych poziomach wysokości kominów.

Przeprowadzone badania i obliczenia podsumowano w Rozdziale 8, zaś wnioskami końcowymi podzielonymi na wnioski poznawcze i użyteczne zakończono pracę w Rozdziale 9.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Doktorant dokonał przeglądu literatury pod kątem modelowania MES oraz badań in-situ kominów żelbetowych, jak również w zakresie uszkodzeń kominów w trakcie ich eksploatacji i wpływu uszkodzeń na odpowiedź statyczną i dynamiczną kominów. Na podstawie przeglądu literatury Doktorant stwierdził, że nie ma metody pozwalającej w sposób numeryczny przewidzieć odpowiedź kominów żelbetowych na wymuszenia kinematyczne, przy uwzględnieniu zmian które zaszły w konstrukcjach na przestrzeni lat ich użytkowania. To doprowadziło Doktoranta do sformułowania celu pracy i jej tezy, która w skrócie mówi o tym, że stworzone modele MES dobrze opisują charakterystyki dynamiczne kominów i mogą służyć do wyznaczenia ich odpowiedzi na wymuszenia kinematyczne. Doktorant, aby osiągnąć cel pracy wykonał następujące działania:

(i). Opracował modele MES trzech wolnostojących, jednoprzewodowych kominów żelbetowych o wysokościach 120 m, 180 m i 260 m. W przypadku komina o wysokości 180 m opracował trzy modele uwzględniające założenia projektowe (model I) oraz zmiany geometrii, do określenia których wykorzystał dane uzyskane w badaniach prowadzonych w kolejnych latach eksploatacji komina w Katedrze Technologii Materiałów Budowlanych i Ochrony Budowli Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej (modele II i III). Wykorzystane dane dotyczyły pomiarów geodezyjnych oraz badań laboratoryjnych próbek pobranych z żelbetowego trzonu. W przypadku komina o wysokości 120 m Doktorant wykorzystał dane z pomiarów geodezyjnych i materiałowych zgromadzone we wspomnianej Katedrze. Na tej podstawie stworzył również trzy modele MES różniące się między sobą zastosowanymi elementami skończonymi (powłokowymi lub bryłowymi) oraz sposobem

uwzględnienia ciężaru wymurówki (modele A, B, C). Komin o wysokości 260 m został zamodelowany na podstawie projektu w trzech wariantach (A, B, C), podobnie jak komin o wysokości 120 m.

(ii). Doktorant przeprowadził analizę modalną trzech kominów we wszystkich wariantach. Na podstawie analizy komina o wysokości 180 m stwierdził zmiany częstotliwości drgań własnych następujące wskutek zmian zachodzących w płaszczu żelbetowym. W przypadku dwóch pozostałych kominów stwierdził stosunkowo niewielki, do 14%, wpływ wykorzystanych elementów skończonych na charakterystyki dynamiczne.

(iii). W celu walidacji wyznaczonych charakterystyk dynamicznych Doktorant przygotował plan pomiarów, a następnie przeprowadził pomiary in-situ na kominach o wysokościach 120 m i 260 m. Do badań wykorzystał akcelerometry, wibrometr oraz tensometry, mierząc odpowiednio przyspieszenie, prędkość i odkształcenie na różnych poziomach kominów. Wibrometr został wykorzystany tylko w badaniach komina o wysokości 120 m.

(iv). Zarejestrowane przebiegi czasowe drgań wymuszonych porywami wiatru oraz w przypadku komina o wysokości 120 m, generowanych przez grupę osób, posłużyły do wyznaczenia dwóch pierwszych częstotliwości drgań dla dwóch ortogonalnych kierunków. Do identyfikacji częstotliwości Doktorant wykorzystał analizę FFT. Wyniki, które uzyskał ze wszystkich użytych urządzeń były do siebie podobne, z różnicami do ok. 10%. Dodatkowo, na podstawie przebiegów czasowych drgań Doktorant wyznaczył logarytmiczny dekrement tłumienia i następnie ułamek tłumienia krytycznego dla kolejnych postaci drgań.

(v). Porównując wyniki obliczeń MES i badań in-situ Doktorant stwierdził dobrą zgodność wyników w zakresie częstotliwości drgań własnych. Najwyższą zgodność uzyskał dla modeli B kominów o wysokościach 120 m i 180 m, czyli złożonych z elementów bryłowych z dodatkowymi masami reprezentującymi wymurówkę. Dodatkowo, dla modeli B przeprowadził analizę CrossMAC wykazując korelację między postaciami drgań obliczonymi i zmierzonymi. Na podstawie wyżej wymienionych porównań Doktorant stwierdził, że opracowane przez niego modele MES dobrze odwzorowują charakterystyki dynamiczne rzeczywistych konstrukcji kominów żelbetowych, a więc udowodnił pierwszą część tezy postawionej we wstępie pracy.

(vi). Ostatnim elementem pracy było wykorzystanie wybranych modeli B kominów o wysokościach 120 m i 260 m do analizy ich odpowiedzi dynamicznej. Jako wymuszenie kinematyczne przyjęto dobrze udokumentowane zapisy trzęsienia ziemi w San Fernando z 1971 r. oraz wstrząs górniczy zarejestrowany w 2006 r. w Legnicko-Głogowskim Okręgu Miedziowym. Jako odpowiedź konstrukcji Doktorant analizował maksymalne przemieszczenie wierzchołków oraz maksymalne naprężenia w betonie i w stali na różnych wysokościach trzonu. Stwierdził, że uzyskane przez niego wyniki są zgodne z innymi badaniami opisanymi w literaturze przedmiotu. Tym samym zrealizował drugą część tezy sformułowanej we wstępie.

Podsumowując, praca jest napisana w logiczny i spójny sposób oraz jest łatwa do zrozumienia. Doktorant wykazał się umiejętnością połączenia modelowania i prowadzenia obliczeń dynamicznych w systemie MES z badaniami in-situ. Zwłaszcza walidacja modeli numerycznych przeprowadzona na podstawie badań in-situ wymaga podkreślenia. Należy również wspomnieć, że Doktorant przygotował plan badań in-situ i w nich uczestniczył. Pracę oceniam pozytywnie, a zawarte w dalszej części recenzji liczne uwagi krytyczne odnoszą się głównie do uzupełnienia pewnych informacji, które Doktorant potraktował w pracy dość pobieżnie.

4. Uwagi krytyczne

W niniejszym rozdziale recenzji zestawilem uwagi i pytania do Doktoranta, które nasunęły mi się w trakcie czytania rozprawy. Podzieliłem je na uwagi ogólne o charakterze dyskusyjnym oraz uwagi szczegółowe, które odnoszą się głównie do pewnych niedociągnięć gramatycznych, interpunkcyjnych czy błędów formatowania.

Proponuję, aby Doktorant odniósł się w trakcie obrony do uwag nr 6, 7 i 12.

4.1. Uwagi ogólne

1. Przegląd literatury jest podzielony na dwie części: we wstępie, przed sformułowaniem tezy i w rozdziale 2 opisującym szkodliwe dla komina oddziaływania fizyczne i chemiczne. Generalnie taki zabieg mi się podoba, bo świadczy o trafnym zidentyfikowaniu przez Doktoranta problemu. Jednakże, brak mi trochę głębszego przeglądu literatury w zakresie oddziaływań dynamicznych na kominy żelbetowe – zarówno sejsmicznych, parasejsmicznych jak i wiatrowych. Ponadto mam wrażenie, że Doktorant dokonał przeglądu literatury na samym początku realizacji doktoratu, już do niego nie powracając. Skutkuje to brakiem przytoczenia aktualnych badań, najnowsze cytowane prace są: z 2016 r. (jedna praca) i z 2018 r. (jedna praca), wszystkie pozostałe są sprzed 2016 r.

W zestawieniu literatury jest dość duży bałagan. Znaczna liczba pozycji nie jest wymieniona w tekście. Sposób zestawienia jest niejednorodny. Przy podawaniu odnośników do stron www należy podawać datę dostępu. Brak jest podanych źródeł dla danych zawierających przebiegi wymuszenia sejsmicznego i parasejsmicznego.

2. Doktorant napisał na str. 14 „... proponowana metoda może znaleźć zastosowanie ... w zadaniach związanych z określeniem czasu bezpiecznej ich eksploatacji poprzez ekstrapolację określonych w pracy kluczowych danych geometrycznych i materiałowych” Jakże są te kluczowe dane – ja tego nie zrozumiałem po przeczytaniu pracy?

3. Doktorant używa pojęcia „modele dynamiczne”, np. w tezie pracy. Według mnie jest to po prostu model MES, który został wykorzystany do określenia charakterystyk dynamicznych konstrukcji.

Dopiero w ramach uwzględnienia obciążeń sejsmicznych i parasejsmicznych możemy mówić o modelu dynamicznym obciążenia komina.

4. Autor wybrał do analizy trzy kominy żelbetowe. Brak jest w opisie metodyki badań wyraźnego określenia, które kominy służyły jakim celom. Przykładowo dla kominów o wysokościach 120 m i 180 m wykonano w latach poprzedzających doktorat badania materiałowe i różne pomiary in-situ. W ramach realizacji doktoratu na kominach o wysokościach 120 m i 260 m przeprowadzono badania ich odpowiedzi na wymuszenie kinematyczne. I to jest opisane, ale dlaczego np. nie przeprowadzono badań dynamicznych na kominie 180 m dysponując jego danymi materiałowymi. W zasadzie jeden komin został zbadany pod względem materiału i obciążeń dynamicznych (120 m). Brak mi jest wyjaśnienia związków między badanymi konstrukcjami i logicznego następstwa obliczeń oraz pomiarów in-situ. Generalnie brak jest konkretnego wyjaśnienia, dlaczego komin o wysokości 180 m był modelowany – czy tylko dlatego, że były dane, a jeśli tak to jakie miało to przełożenie na modelowanie kominów o wysokościach 120 m i 260 m? Być może Doktorant wykorzystał dane materiałowe do opracowania modelu materiału MES użytego następnie w obliczeniach innych kominów?

Ponadto, w przypadku komina o wysokości 180 m Doktorant stworzył modele odzwierciedlające zmiany konstrukcyjne na przestrzeni lat. W przypadku kominów o wysokościach 120 m i 260 m są to tylko modele o różnym stopniu skomplikowania ich budowy uzyskanym przez użycie elementów powłokowych lub bryłowych. Na stronie 48 Doktorant napisał, że: „... modele A, B i C uwzględniają tylko najbardziej współczesne dane pochodzące z przeglądów i analiz materiałowych”. Czy to znaczy, że były prowadzone jakieś pomiary na kominie 260 m, czy też model został przygotowany według projektu, jak wynika z tekstu?

5. Przy opisie analizy MAC w Rozdziale 3.4 brak jest wyjaśnienia/rozdzielenia oznaczeń, np. ϕ_A i ψ_A oraz numerów postaci q i r . W MAC występuje iloczyn skalarny, więc jest pomyłka w zapisie równań 1-3. Analiza MAC została umieszczona w rozdziale metodyka, a w zasadzie na temat metodyki obliczeń nic Doktorant nie napisał, a są tylko podstawowe informacje na temat kryterium. Niewątpliwie konieczna jest informacja na temat wyznaczenia wielkości wejściowych do kryterium CrossMAC.

6. W Rozdziale 4 Doktorant przedstawił wyniki ekspertyz realizowanych w Katedrze Technologii Materiałów Budowlanych i Ochrony Budowli Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej w odniesieniu do kominów o wysokościach 120 m i 180 m. Na podstawie tych ekspertyz Doktorant opracował modele numeryczne kominów. Rozumiem, że uwzględnił na podstawie pomiarów geodezyjnych wychylenie osi, czyli zamodelował kominy w ich rzeczywistym kształcie? Nasuwa się pytanie, w jaki sposób ubytki w trzonie kominów zostały zrealizowane w elementach powłokowych i bryłowych modeli? Na str. 43 Doktorant napisał, że „Powierzchniowe uszkodzenia mechaniczne (rysy,

pęknięcia) uwzględniane były tylko jeśli przekraczały graniczne wartości normowe” Jak te powierzchniowe uszkodzenia zostały stwierdzone i następnie zamodelowane w MES?

Przy opisie modelu materiału używa Doktorant stwierdzeń, np. str. 46 „Wartości te zostały dobrane na drodze eksperymentów ...” lub na str. 47 „Krzywe ściskania i rozciągania przyjęto ze względu na dobrą zgodność z wynikami badań...”. Czy chodzi o to, że wyniki badań laboratoryjnych, które wykorzystał Doktorant były zgodne z krzywymi używanymi w MIDAS i pozycją literaturową [43]? Nie jest to napisane w sposób jasny.

Warto byłoby podać więcej informacji na temat użytego modelu rys, jako że modelowanie pęknięcia w MES jest trudne. Jak rozumiem model zastosowany tutaj miał na celu tylko modyfikację wytrzymałości betonu, a nie propagację rysy?

Dalej, na stronach 48 i 49 Doktorant podał, że znaczne uszkodzenia i rysy zostały zamodelowane w sposób dyskretny. Co to znaczy w tym przypadku?

Podsumowując ten punkt, brak jest dokładniejszego pokazania siatek modeli obliczeniowych z modelowaniem uszkodzeń, zmian średnicy komina i grubości płaszcza. Mogę wnosić z rysunku 15, że siatka zastosowana uniemożliwia wprowadzenie imperfekcji, uszkodzeń etc. Dotyczy to zarówno elementów powłokowych jak i brytowych. Nie wyjaśniono również jak były modelowane elementy wyposażenie dodatkowego kominów, takie jak drabiny, galerie, czy czopuchy?

7. W rozdziale 5 Doktorant podał, że wymuszeniem były porywy wiatru. Brak jest informacji w jakiej odległości od kominów 120 m i 260 m znajduje się stacja meteorologiczna oraz, czy zapisy ze stacji meteorologicznej dotyczące kierunku i prędkości średniej oraz w porywach zostały odniesione do danych na temat odpowiedzi dynamicznej kominów zarejestrowanych w trakcie pomiarów? Warto również podać dokładniejsze informacje o prędkościach wiatru zarejestrowanych w trakcie badań na kominie 120 m i 260 m. W przypadku komina 260 m Doktorant podał, że prędkość wynosiła ok. 4 m/s. Czy była to prędkość średnia 10-minutowa zmierzona na stacji na wysokości 10 m? W takim razie jak została oszacowana prędkość w porywach na wierzchołku komina? Ponadto nie podano w rozprawie jaki był czas zapisu drgań komina wymuszonych wiatrem i ile takich pomiarów wykonano?

Warto byłoby również podać dodatkowe dane na temat wymuszenia, które realizowała grupa osób – ich liczbę i masę. W związku z tym nasuwa się pytanie, czy masa wymuszających była w analizach numerycznych uwzględniona? Podobnie jak w przypadku oddziaływania wiatru, należałoby podać informacje na temat liczby powtórzeń wymuszenia przez grupę osób?

Moje sformułowane wyżej pytania są związane z prezentowanymi w dalszej części rozprawy wynikami obliczeń częstotliwości i tłumienia. Czy wartości te zostały wyznaczone na podstawie jednego wybranego pomiaru?

8. W badaniach wykorzystano m.in. akcelerometrię. Czy były one podłączane za pomocą kabli, czy działały bezprzewodowo? Poziomy, na których mocowano czujniki wymagały minimum 100 m kabli,

albo kilku analizatorów drgań (w przypadku komina o wysokości 260 m). Przy długości kabli wynoszącej 100 m można się spodziewać dużego zaszumienia sygnału.

9. Przy prezentacji wyników nie do końca dobrze opisane są wykresy przebiegów czasowych – np. rys 23. Czy wartości opisane jako a_s , v_s czy M_d dotyczą drgań w kierunku X jak jest w podpisie rysunku? Wówczas należałoby konsekwentnie zmienić oznaczenia na takie jak użyte w tekście. Na rys. 24 i kolejnych, zawierających wykresy FFT, nie podano jednostek na osiach pionowych. Rozumiem, że wszystkie wykresy odniesione do komina 120 m dotyczą wymuszenia przez grupę osób?

Mam trochę niedosyt w odniesieniu do dość lakonicznego potraktowania tłumienia w pracy. Doktorant podał wartości ułamka tłumienia krytycznego dla dwóch pierwszych postaci drgań w dwóch prostopadłych kierunkach. Wyznaczenie parametrów tłumienia związanego z daną częstotliwością i postacią drgań wymaga odpowiedniego filtrowania zarejestrowanego przebiegu czasowego. W pracy brak jest informacji na ten temat.

10. W przypadku komina 120 m Doktorant porównał wartości częstotliwości drgań własnych oraz współczynników tłumienia. W ostatnim zdaniu na str. 66 stwierdził, że różnice względne w pomiarach nie przekraczają 6%, zaś z tabeli 10-13 wynika co innego. Ponadto, Doktorant nie podał, jak były liczone wartości, które nazwał np. „*błąd względem akcelerometru*”? Podobna uwaga dotyczy tabeli w rozdziale 6.

11. W rozdziale 6 Doktorant wykonał analizę CrossMAC w celu określenia korelacji między postaciami drgań uzyskanymi w MES i w pomiarach. Nie podał jednak jak wyznaczono rzędne postaci drgań na podstawie pomiarów ani w ilu węzłach podano rzędne postaci drgań? Jak można wytłumaczyć podobieństwo między 1 i 2 postacią drgań na poziomie 40% i więcej? Doktorant stwierdził na str. 93, że postaci zmierzone i obliczone są dość dobrze skorelowane, w przypadku korelacji tych samych postaci drgań – współczynniki korelacji były powyżej 0,72. Doktorant wyjaśnia te wartości przez niedokładność pomiaru in-situ i przez nie w pełni odpowiadające sobie lokalizacje węzłów siatki MES i punktów zaczepienia czujników w pomiarach in-situ. To stwierdzenie, wydaje mi się, również wymaga rozwinięcia.

Czy Doktorant starał się poprawić korelację wynikającą z CrossMAC przez zmianę siatki MES?

12. W rozdziale 7 Doktorant opisał wyniki analizy dynamicznej MES przy obciążeniu sejsmicznym i parasejsmicznym. Brak jest szczegółów dotyczących przyjmowania obciążenia w systemie MES. Doktorant napisał na str. 95, że „*Celem uproszczenia analizy i zminimalizowania czasu potrzebnego na obliczenia...*”. Przydałoby się więcej szczegółów na temat czasu trwania obliczeń.

Wymuszenie w obu przypadkach trwało 5 sekund, czy odpowiedź konstrukcji była liczona tylko w czasie tych 5 sekund? Kolejne nasuwające się pytanie, to czy była przeprowadzona jakaś analiza wrażliwości wyniku? Mam na myśli, że tego rodzaju obliczenia są wrażliwe na zadane parametry, przede wszystkim długość kroku czasowego.

Doktorant wykorzystał komercyjny system MES pozwalający na automatyzację obliczeń. Warto byłoby podać więcej szczegółów na temat przyjmowania obciążenia sejsmicznego i parasejsmicznego w tym systemie. Przykładowo, czy jest to wymuszenie o znanym przebiegu zadawane na poziomie posadowienia, czy parametry gruntu zostały uwzględnione, jak przyjęto tłumienie i czy odpowiadało ono wynikom badań in-situ?

13. Przy przedstawieniu wyników odpowiedzi kominów na obciążenie sejsmiczne i parasejsmiczne Doktorant zamieścił tabele z naprężeniami. Jak można uzasadnić zmianę znaku naprężeń w stali w środku wysokości kominów? Stwierdzenie na temat stref maksymalnego wyężenia konstrukcji w odniesieniu do obciążenia sejsmicznego, jak na str. 102, że „*Strefy te występują w rejonach opisanych w literaturze przedmiotu ...*” warto byłoby rozwinąć. Ponadto, na str. 104 Doktorant napisał w odniesieniu do obciążenia parasejsmicznego, że „*Rozkład naprężeń ... jest spójny z proponowanym przez ...*”. To stwierdzenie również powinno być rozwinięte.

Według mnie nie jest również jasne stwierdzenie na str. 104: „*Otrzymane wyniki dla przyjętych wymuszeń kinematycznych ukazują różnice w rozkładzie naprężeń w zależności od okresu przebiegu drgań wymuszonych.*” Co doktorant miał na myśli? W końcu, w tym samym akapicie jest uwaga o istotnych różnicach w lokalizacji ekstremalnych naprężeń w betonie i odniesienie do rysunku 44. Na podstawie tego rysunku do końca tego nie widać, ponadto co oznaczają krzywe na tym rysunku?

4.2. Uwagi szczegółowe

Uwagi szczegółowe zestawilem jako załącznik do recenzji. Dotyczą one błędów gramatycznych, stylistycznych oraz błędów formatowania, które zauważyłem w trakcie czytania rozprawy. Odniosłem wrażenie, że zabrakło ostatniego przeczytania tekstu, gdyż liczba tych błędów jest dość znaczna. Mam nadzieję, że ich wskazanie pomoże Doktorantowi w ustrzeżeniu się od podobnych w przyszłych, ewentualnych publikacjach.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podane w recenzji uwagi krytyczne nie zmieniają ogólnie pozytywnej oceny rozprawy doktorskiej i pozwalają na sformułowanie wniosku końcowego. Uważam, że Doktorant w pracy udowodnił postawioną tezę. Pomimo pewnych niedociągnięć rozprawy w zakresie stylistycznym, jak i w moim odczuciu niepodaniu kompletnych informacji, co wzbudziło moje wątpliwości opisane powyżej, Doktorant wykazał się wiedzą w zakresie prowadzenia pomiarów in-situ, symulacji komputerowych i przede wszystkim wykazał się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy badawczej. Na podkreślenie zasługuje zwłaszcza fakt wykorzystania danych pochodzących z pomiarów w skali rzeczywistej do walidacji modeli MES, co w inżynierii lądowej jest sprawą dość problematyczną. Reasumując, uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Bartłomieja Ratajewicza spełnia wymagania

Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003, nr 65, poz. 595), a w związku z tym wnioskuję o jej przyjęcie i dopuszczenie Doktoranta do publicznej obrony w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

Tarek Lipinski

Załącznik do recenzji – Szczegółowy spis uwag edycyjnych:

W spisie treści brak jest np. punktu 2.2.1, a bibliografia powinna być rozdziałem 10.

W pracy używane jest „in-situ”, a gdzie indziej „in situ”.

Str. 15 i inne. Doktorant napisał, że skupiono się na „opracowaniu modeli dynamicznych”. Chyba dynamicznych jest tutaj zbędne – po prostu modeli MES.

Podpisy rysunków – czasem nie ma podanego źródła wówczas jak rozumiem jest to rysunek Doktoranta, natomiast w kilku podpisach jest fotografia archiwalna – może trzeba podać źródło.

Str. 24. Ostatnie zdanie na stronie jest niegrammatyczne.

Proszę ustrzeżać się rozdzielania między liniami liczby i wymiaru.

Str. 28 i dalsze. Błędy w odwołaniach do literatury, nie [52] a [53], nie [55]-[61], a [56]-[62] etc.

Str. 38. $f_{ck, is}$ – nie zastosowano indeksu, podobnie jak SO_4^{2-} .

Str. 39, tab. 1. Jest „.” przed 2005 i 2009.

W pracy „.” używana jest jako separator dziesiętny. Raczej powinien być to w notacji polskiej „,”.

W rozdziale 4 warto ujednolicić oznaczenie wytrzymałości betonu na ściskanie – naliczyłem trzy równorzędne oznaczenia.

Str. 41, ostatni akapit. Jest „fi” – powinno być „ ϕ ”.

Str. 42, ostatnie zdanie i podpis tabeli. Jest „wytrzymałości betonu” powinno być „wytrzymałości betonu na ściskanie”.

Str. 46, przed wzorem 8. Nie wiadomo czego dotyczy akapit rozpoczynający się od „Dla...”

Str. 47, drugi akapit. Jest „(równania (4) i (5))”, powinno być „(równania (7) i (8))”.

Str. 47, drugi akapit. Jest „Mikrospękań”, powinno być „Mikrospękania”.

Str. 47, komin 180 m. Jest „w agresywnym środowisku zewnętrznym”, powinno być „w agresywnym środowisku wewnętrznym”?

Str. 47, ten sam akapit. Są dwie „.” po in-situ.

Str. 47, trzecia linia od dołu. Brak „.”.

Str. 51. W opisie wyników dla komina 180 m użyto nazw model A etc. Powinno być model I etc.

Str. 51. W tekście są odniesienia do tabeli 1 i 2, powinny być odniesienia do tabeli 2 i 3.

Str. 54, ostatni wyraz przed 5.2. Jest: tłumienie”, powinno być „tłumienia”.

Str. 55, rys 17. Przekrój A-A – rysunek jest obcięty z prawej strony.

Odniesienia w tekście do rysunków – jest „Rys.” lub „rys.”. Podpisy rysunków – jest „Rys.xx.” lub „Rys.xx.”. Czasem jest używana „.” na końcu podpisu, czasem nie.

Str. 60. Jest dziwna jednostka dokładności pomiaru prędkości.

Str. 64, pod tabelą 8. Jest :tłumienie”, powinno być „tłumienia”.

Str. 69 i 70. Według mnie niepotrzebnie Doktorant powtarza opis użytych urządzeń pomiarowych.

Str. 76. W trzeciej linii jest „prędkości”. Prędkości nie były mierzone.

Str. 77. W czwartej linii jest „Uzyskane wyniki tłumienia odpowiadające częstotliwościom drgań własnych zestawiono w tabeli 15.” Powinno być odwrotnie – w tabeli są częstotliwości.

Str. 77 i 78. Jest $f_{2x}=0.63$ i 0.61 oraz $f_{2x}=0.63$ i 0.62 ? Które wartości są poprawne? Jest to dość ważna uwaga, biorąc pod uwagę liczone w dalszej części błędy względne.

Str. 79. Błędny opis zawartości tabeli 20.

W tekście w różny sposób pisane są jednostki i wysokości komina np.: „ $H=120m$ ”, „ $h=120\ m$ ”, „ $h = 120\ m$ ”, „ $h=120$ ”.

Rys. 36 i inne przedstawiające analizę CrossMAC. Brak jest opisu osi na wykresach przestrzennych.

Str. 90, szósta linia w podrozdziale 6.2.2. Jest „ $h=120$ ” powinno być „ $h=120\ m$ ”. Podobna uwaga dotyczy podpisów tabeli 24 i kolejnych.

Str. 94. Time History Analysis Doktorant przetłumaczył jako „analiza historii czasu”. Uważam, że powinno być: analiza czasowa, analiza przebiegów czasowych. Następnie wymieniane są metody rozwiązywania równań ruchu. Doktorant podaje „przy użyciu metod integracji modalnej lub bezpośredniej”. Prawdopodobnie chodziło o metodę superpozycji modalnej i metodę bezpośredniego całkowania równań ruchu.

Str. 96. – na dole strony zostało „a)”.

Str. 99. Brak jest wyjaśnienia oznaczeń w tabeli 33.

Str. 99 i dalsze. Przeważnie naprężenia rozciągające opisuje się za pomocą znaku „+”, a nie znaku „-”, jak użył Doktorant.