

Prof. dr hab. inż. Joanna Bzówka
Politechnika Śląska
Wydział Budownictwa
Katedra Geotechniki i Dróg
ul. Akademicka 5
44-100 Gliwice

Gliwice, 2 maja 2022 roku

ADMINISTRACJA
Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki
Wpłynęło dnia... 06.05.2022
Nr... 726 ... szt.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej autorstwa mgr inż. Mateusza Richtera pt. „Stateczność ciężkich maszyn roboczych pracujących na podłożu słabonośnym”

1. Podstawa opracowania recenzji

Niniejszą recenzję pracy doktorskiej mgr inż. Mateusza Richtera pt. „Stateczność ciężkich maszyn roboczych pracujących na podłożu słabonośnym” wykonano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki – Pana dr hab. inż. Stanisława M. Rybickiego, prof. PK z dnia 23 marca 2022 roku, działającego na podstawie Uchwały Rady Naukowej Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie z dnia 16 marca 2022 roku.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy doktorskiej

Recenzowana praca doktorska została napisana w języku polskim, liczy 175 stron tekstu oraz 102 pozycje literatury, w tym: 83 publikacje naukowe oraz naukowo-techniczne, 5 specyfikacji, przewodników i wytycznych, 10 norm oraz 4 strony internetowe. Praca doktorska zawiera również wykaz ważniejszych symboli i oznaczeń stosowanych w tekście rozprawy, spis rysunków i tabel oraz streszczenia w języku polskim, angielskim i niemieckim.

Praca została podzielona na 6 rozdziałów, a te zostały podzielone na podrozdziały. Do pracy został dołączony aneks, w którym znajdują się 3 załączniki z wyprowadzeniem wzorów.

2.1. Aktualny stan wiedzy w zakresie tematyki rozprawy

Coraz częściej istnieje konieczność zagospodarowania obszarów, których przeznaczenie na cele budowlane nie było opłacalne z uwagi m.in. na słabe parametry podłoża, wysoki poziom występowania wody gruntowej czy też zwartą zabudowę. W związku z tym, że grunty na których są posadowione budynki charakteryzują się niskimi parametrami wytrzymałościowymi, projektanci oraz wykonawcy mają szczególnie trudne zadania do rozwiązania. Projektując posadowienie pośrednie, należy wziąć pod uwagę użycie specjalistycznego sprzętu budowlanego (palownic, wiertnic), które wymaga zapewnienia stateczności ciężkiej maszyny gąsienicowej na współpracującym z nią podłożu gruntowym.

Jednym z elementów poprawiających stateczność ciężkich maszyn na słabonośnym podłożu jest platforma robocza, „(...) która pełni funkcję nawierzchni dla pracy ciężkiego sprzętu budowlanego w każdych warunkach pogodowych” (Specyfikacja techniczna Polskiego Zrzeszenia Wykonawców Fundamentów Specjalnych PZWFS).

Platformy robocze, jako konstrukcje tymczasowe, są często traktowane jako konstrukcje drugorzędne i poświęca się im mniej uwagi niż pozostałym konstrukcjom. Stąd też niewielka liczba prac związanych z doskonaleniem procedury projektowania i wykonywania platform roboczych.

Jak dowodzi Autor rozprawy doktorskiej, największe trudności w projektowaniu platform roboczych dotyczą niepewności w obciążeniu przekazywanym przez maszynę budowlaną na podłoże gruntowe, przestrzennej zmienności parametrów wytrzymałościowych podłoża oraz rozkładu mas, czyli chwilowego położenia środka ciężkości gąsienicowej maszyny budowlanej.

Bazując na dostępnych materiałach związanych z platformami roboczymi, mgr inż. Mateusz Richter podjął się rozszerzenia zakresu analiz, tj. przeprowadzenia trójwymiarowych symulacji komputerowych, uwzględniających współpracę ciężkiej maszyny budowlanej oraz słabego podłoża. Celem rozprawy było poznanie mechanizmu utraty stateczności ciężkich maszyn gąsienicowych pracujących na gruntach słabych oraz sprawdzenie możliwości wdrożenia rozwiązań teoretycznych do praktyki projektowania platform roboczych.

2.2. Struktura rozprawy doktorskiej

Przeprowadzone w pracy symulacje komputerowe 2D i 3D oraz rozwiązania analityczne interakcji ciężkiej maszyny budowlanej z podłożem gruntowym, jak również analizy uzyskanych wyników i ich porównań z dotychczasowymi wynikami badań dostępnymi w literaturze, wypełniają treść sześciu rozdziałów recenzowanej pracy doktorskiej.

W Rozdziale 1 Autor rozprawy przedstawił genezę podjętego przez siebie zadania naukowego, wskazał cel, zakres oraz tezę pracy, która zakłada, że zaproponowany algorytm projektowania platform roboczych będzie wykorzystany przez projektantów, aby zwiększyć bezpieczeństwo na placach budowy poprzez zapobieganie awariom i katastrofom związanym z utratą stateczności ciężkich maszyn roboczych.

W Rozdziale 2 mgr inż. Mateusz Richter dokonał przeglądu literatury, w tym badań związanych z nośnością jednowarstwowego oraz uwarstwionego podłoża gruntowego, statecznością maszyn budowlanych oraz badań dotyczących platform roboczych.

Teoretyczne założenia dotyczące opracowanego modelu analitycznego interakcji „gąsienicowa maszyna budowlana – podłoże gruntowe” uzyskane na podstawie wyników analizy komputerowej zostały przedstawione w Rozdziale 3.

W Rozdziale 4 Doktorant przedstawił wyniki badań własnych – obliczeń wykonanych dla gąsienicowej maszyny budowlanej pracującej na trzech rodzajach podłoża gruntowego o różnych wartościach parametrów geotechnicznych. Mgr inż. Mateusz Richter zestawiał wyniki symulacji komputerowych z wynikami analizy wykonanej na podstawie modelu analitycznego.

Proponowany przez mgr inż. Mateusza Richtera algorytm projektowania platform roboczych został przedstawiony w Rozdziale 5 pracy, zaś w Rozdziale 6 Autor dokonał podsumowania oraz weryfikacji poprawności postawionej tezy oraz celu badań naukowych.

Strukturę i zawartość rozprawy doktorskiej, jak również tytuł rozprawy oceniam pozytywnie.

3. Ocena dorobku rozprawy

Celem podjętej przez Autora rozprawy problematyki naukowej było poznanie mechanizmu utraty stateczności ciężkich maszyn budowlanych pracujących na słabym podłożu gruntowym. Na podstawie analiz teoretycznych, znając całkowity ciężar maszyny, jej geometrię oraz rozkład masy jej głównych elementów, Doktorant rozwiązał dwa główne problemy:

- określił maksymalne wartości prędkości i przyspieszeń maszyny dla danego podłoża gruntowego i maszyny roboczej,

- określił parametry platformy roboczej, tj. jej miąższość, parametry wytrzymałościowe materiału z którego jest zbudowana, sztywność oraz dopuszczalny kąt nachylenia platformy roboczej.

Do przeprowadzenia symulacji z wykorzystaniem metody elementów skończonych mgr inż. Mateusz Richter wykorzystał zaawansowane oprogramowanie komputerowe: Z_Soil 2016 v16.03 x 64 oraz oprogramowanie PTC Mathcad 15.0 (skrypty wykorzystujące jako dane wyjściowe wyniki z programu Z_Soil).

W związku z brakiem teoretycznych rozwiązań dotyczących zagadnienia współpracy układu „maszyna gaśienicowa – podłoże gruntowe”, Autor rozprawy przedstawił rozwiązania dotyczące poszczególnych elementów tej interakcji, tj. nośności granicznej uwarstwionego podłoża gruntowego, możliwe mechanizmy zniszczenia oraz występowanie sił mimośrodowych. Metody obliczeniowe nośności granicznej podłoża mgr inż. Mateusz Richter podzielił na trzy grupy: podłoże jednowarstwowe, podłoże uwarstwione oraz procedury projektowania platform roboczych lub procedur przypowierzchniowego wzmacniania podłoża gruntowego.

W pracy doktorskiej, mgr inż. Mateusz Richter analizował wyłącznie maszyny budowlane poruszające się za pomocą gaśienicowego układu bieżnego, zaliczane do ciężkiego sprzętu budowlanego o masie całkowitej od 2 do 200 ton, takie jak kafary, palownice, wiertnice, kotwiarki, ładowarki, pompy do betonu, itp., wykorzystywane do realizacji robót geotechnicznych w ramach inwestycji.

Platformy robocze, które należą do konstrukcji tymczasowych są wykonane z materiałów ziarnistych lub gruntu stabilizowanego, stanowią nawierzchnię dla pracy ciężkiego sprzętu budowlanego w każdych warunkach pogodowych. Do materiałów stosowanych do wykonania platform roboczych dla ciężkiego sprzętu budowlanego zalicza się: kruszywa naturalne, materiały stanowiące odpady z procesów produkcyjnych i budowlanych, materiały z odzysku, np. z innych platform, grunt rodzimy lub dowieziony stabilizowany spoiwami oraz geosyntetyki, które mogą być używane do separacji platformy od podłoża gruntowego lub/i wzmocnienia konstrukcji platformy z materiału ziarnistego.

W niniejszej rozprawie pominięto wpływ geosyntetyków na wytrzymałość platformy roboczej.

Autor rozprawy w Rozdziale 2.2.4 podał przykłady zdarzeń, które prowadzą do wypadków; między innymi wymienił:

- niekorzystny rozkład obciążeń na gaśienicowy układ jezdny oraz gwałtowne ich zmiany podczas zmiany położenia maszty roboczego,
- oddziaływania zachodzące podczas fazy poruszania się maszyny budowlanej,
- niekorzystne warunki pogodowe, np. silny wiatr, lokalne przemarzanie podłoża gruntowego,
- nieuwzględnienie parcia wiatru,
- występowanie lokalnie słabych warstw podłoża gruntowego oraz platformy roboczej,
- zastosowanie niewłaściwego materiału do budowy platformy,
- niewłaściwie zasypane i zagęszczone wykopy,
- niewłaściwie zagęszczony materiał budujący platformę roboczą,
- brak oznakowania krawędzi platform roboczych, niewłaściwy sposób zakończenia ich krawędzi, niezachowanie minimalnych odległości od krawędzi platformy roboczej ze względu na szerokość „strefy pasywnej” potrzebnej do uniknięcia zniszczenia poprzez przebicie oraz ze względu na korzystne oddziaływanie obciążenia własnego platformy roboczej,
- przekroczenie dopuszczalnych nachyleń platformy roboczej,
- pracę maszyny na platformie roboczej zbyt blisko krawędzi skarpy,
- niewłaściwą pracę operatorów w zakresie wykonywanych prac,

- niewłaściwe utrzymanie platformy roboczej, brak jej odwodnienia,
- brak osoby odpowiedzialnej za przygotowanie, odbiór i utrzymanie platformy,
- brak dodatkowych badań po dłuższym okresie nieużytkowania platformy lub nagłej zmianie warunków atmosferycznych,
- brak informacji na temat ciężaru oraz maksymalnego momentu wywracającego maszynę podawanych dla podłoża sztywnego i podatnego,
- niewłaściwy dobór lub ułożenie geotekstylnej warstwy separacyjnej.

Po analizie literatury przedmiotu, Autor rozprawy podał następujące skutki awarii związanych z platformami roboczymi oraz ciężkimi maszynami budowlanymi:

- ryzyko wystąpienia wypadku ciężkiego lub śmiertelnego,
- uszkodzenie maszyny i koszty z tym związane,
- wstrzymanie prac, opóźnienie w planowanych harmonogramach budowy oraz koszty z tym związane,
- utratę zaufania u potencjalnych inwestorów.

Mgr inż. Mateusz Richter stwierdził, że brakuje jednolitej i rekomendowanej metody projektowania platform roboczych. Problem projektowania platform roboczych jest związany z następującymi zagadnieniami:

- statecznością ciężkich gąsienicowych maszyn roboczych,
- różnymi mechanizmami zniszczenia platformy roboczej,
- określeniem nośności podłoża jednowarstwowego, która jest niezbędna przed podjęciem decyzji dotyczącej ewentualnego zaprojektowania platformy roboczej,
- określeniem nośności podłoża uwarstwionego, w którym warstwa przypowierzchniowa stanowi platformę roboczą oraz przy uwzględnieniu liczby przejazdów wykorzystując podejścia stosowane przy wykonywaniu działań militarnych,
- określeniem nośności platformy roboczej korzystając z metod opracowanych w Wielkiej Brytanii.

Wyciągnięte przez Autora rozprawy wnioski wynikające ze studium literatury, wskazały na złożoność analizowanego problemu związanego z interakcją układu „maszyna budowlana – platforma robocza – podłoże gruntowe” oraz spowodowały, że mgr inż. Mateusz Richter podjął się opracowania jednolitej teorii pozwalającej na stworzenie algorytmu projektowania platform roboczych.

Przedstawione przez Autora rozprawy w Rozdziale 2 metody obliczania nośności podłoża gruntowego były podstawą do sformułowania teorii dotyczącej nośności podłoża gruntowego pod obciążeniem gąsienicowej maszyny budowlanej.

Mgr inż. Mateusz Richter przedstawił teoretyczne sformułowanie rozwiązania problemu stateczności ciężkich maszyn gąsienicowych poruszających się po słabym podłożu gruntowym, jak również przeprowadził symulacje komputerowe z wykorzystaniem metody elementów skończonych oraz analityczne rozwiązanie dla tego zagadnienia. Przygotował trójwymiarowy model komputerowy składający się z pojedynczej gąsienicy maszyny znajdującej się na podłożu gruntowym, zwany „Modelem 3D 1/2”. Wyniki symulacji tego modelu opisał za pomocą funkcji aproksymujących („Model aproksymacji”). Następnie, Autor rozprawy rozwiązał problem współpracy układu „maszyna – podłoże gruntowe” wykorzystując rozwiązanie analityczne („Model analityczny”), a wyniki tego rozwiązania porównał z wynikami uzyskanymi z trójwymiarowego modelu komputerowego („Model 3D”), przygotowanego dla dwóch gąsienic znajdujących się na podłożu gruntowym. Autor rozprawy wykazał zgodność jakościową i ilościową wyników otrzymanych z obu modeli. Ponadto, opracował krzywe interakcji dla momentów w dwóch kierunkach (M_x , M_y) i ciężaru maszyny (Q).

W celu teoretycznego sformułowania zagadnienia stateczności ciężkich maszyn gąsienicowych poruszających się po słabym podłożu gruntowym, mgr inż. Mateusz Richter przyjął w analizach następujące założenia:

- ciężka maszyna porusza się po ośrodku gruntowym za pomocą gąsienicowego układu jezdnego,
- maszyna wraz z jej dwoma gąsienicami traktowana jest jako bryła sztywna,
- znany jest rozkład wszystkich pojedynczych mas elementów maszyny budowlanej, tj. podwozia, nadwozia, masztu, itp.,
- podłoże gruntowe jest traktowane jako podłoże podatne, modelowane za pomocą sprężysto-plastycznego modelu Coulomba-Mohra z niestowarzyszonym prawem plastycznego płynięcia, z kątem dylatacji ψ ,
- do symulacji komputerowych w warstwie kontaktowej pomiędzy dolną powierzchnią gąsienicy a górną powierzchnią podłoża gruntowego zostały wprowadzone elementy typu „*interface contact*”, umożliwiające symulację odrywania się gąsienicy od podłoża gruntowego w przypadku działania na układ sił mimośrodowych, przy jednoczesnym niedopuszczeniu do pojawienia się naprężeń rozciągających,
- w Modelu 3D ½ oraz w Modelu analitycznym pominięto nakładanie się stref oddziaływań poszczególnych gąsienic na podłoże gruntowe, natomiast w Modelu 3D uwzględniono nakładanie się stref oddziaływań.

Wyniki uzyskane z analizowanych przez Autora rozprawy modeli, pokazały, że wyniki z Modelu analitycznego, bazującego na estymacji 2D nośności podłoża, jakościowo pokrywają się z wynikami Modelu 3D ½. Pewne ilościowe rozbieżności wynikają z różnic w mechanizmie zniszczenia.

Model analityczny daje bardziej konserwatywne wyniki (po stronie bezpieczeństwa) niż te, które pochodzą z Modelu 3D ½.

Mgr inż. Mateusz Richter, przeprowadził również symulację Modelu 3D z uwzględnieniem dwóch gąsienic znajdujących się na podłożu gruntowym. W Rozdziale 4 pracy znalazły swoje miejsce wyniki obliczeń wykonane dla Modelu 3D ½, Modelu aproksymacji (Model 3D ½), Modelu analitycznego i Modelu 3D.

Do obliczeń zostały przyjęte parametry charakterystyczne dla stosowanej na polskich placach budowy palownicy Bauer BG20H/BT60. Autor rozprawy przedstawił charakterystyki kąta obrotu $\varphi(e)$ oraz przemieszczenia $w(e)$ obliczonego w środku układu jezdnego oraz krzywe interakcji e_x , e_y oraz rozwiązania wybranych problemów związanych z bezpieczną pracą ciężkich maszyn gąsienicowych pracujących na słabym podłożu.

Wyniki symulacji komputerowych zostały pokazane dla trzech modeli podłoża gruntowego:

- Model 1 – „słabe podłoże”, składające się z trzech warstw (I warstwa: platforma robocza – piasek średni; II warstwa: grunt – glina w pełni nasycona; III warstwa: grunt – piasek średni),
- Model 2 – „mocne podłoże”, składające się z dwóch warstw (I warstwa: platforma robocza – piasek średni; II warstwa: grunt – piasek średni),
- Model 3 – „bardzo słabe podłoże”, składające się tylko z jednej warstwy podłoża, tj. gliny w pełni nasyconej.

Uzyskane przez mgr inż. Mateusza Richtera wyniki stanowiły podstawę do sformułowania algorytmu procedury projektowej platform roboczych.

Propozycja algorytmu projektowania platform roboczych dotyczy dwóch następujących schematów obliczeniowych:

- Schemat obliczeniowy I – dane wejściowe stanowią: nośność podłoża gruntowego q , całkowity ciężar maszyny budowlanej Q , efektywna szerokość fundamentu/gąsienicy maszyny budowlanej B , długość fundamentu/gąsienicy maszyny budowlanej L , a dane

wyjściowe: e_X – całkowita wartość mimośrodów względnych w kierunku X oraz e_Y – całkowita wartość mimośrodów względnych w kierunku Y .

- Schemat obliczeniowy II – dane wejściowe stanowią: całkowity ciężar maszyny budowlanej Q , e_X – całkowita wartość mimośrodów względnych w kierunku X , e_Y – całkowita wartość mimośrodów względnych w kierunku Y , efektywna szerokość fundamentu/gąsienicy maszyny budowlanej B , długość fundamentu/gąsienicy maszyny budowlanej L , a dane wyjściowe: nośność podłoża gruntowego q .

Dla proponowanego algorytmu projektowego, Autor rozprawy wykonał przykładowe obliczenia krzywych interakcji e_X , e_Y oraz wymaganej nośności podłoża gruntowego q , które potwierdziły możliwość zastosowania algorytmu w praktyce inżynierskiej.

Na zakończenie pracy mgr inż. Mateusz Richter przedstawił, co Jego zdaniem, powinna zawierać kompletna dokumentacja projektowa platformy roboczej. Do szczegółowych danych dotyczących wykonania platformy roboczej, eksploatacji, utrzymania oraz rozbiórki zaliczył następujące informacje:

- dane dotyczące maszyn oraz urządzeń budowlanych, które będą wykorzystane do wykonania platformy,
- dane dotyczące maszyn budowlanych, które będą poruszać się i wykonywać pracę na platformie,
- dokumentację zawierającą geotechniczne badania terenowe wraz z ich interpretacją,
- dane dotyczące zastosowania dodatkowych elementów zmniejszających przekazywane obciążenia na podłoże gruntowe,
- zinventaryzowane instalacje oraz konstrukcje podziemne lub nadziemne wraz z uwzględnieniem ich oddziaływania na platformę roboczą,
- metody zagęszczania platformy roboczej oraz badania jej parametrów wytrzymałościowych w trakcie układania kolejnych warstw oraz po zakończeniu jej wykonania,
- okres użytkowania platformy roboczej,
- oddziaływania pozostałych robót budowlanych wykonywanych w okresie użytkowania platformy roboczej oraz ich wpływu na jej niezawodność,
- informacje dotyczące sposobu wykonania odwodnienia platformy roboczej,
- badania terenowe platformy roboczej w okresie eksploatacji,
- dokładne wskazanie obszaru, na którym będzie wykonana platforma robocza z określeniem efektywnej powierzchni, po której może poruszać się maszyna budowlana,
- sposób rozbiórki platformy roboczej z zachowaniem zasad bezpieczeństwa oraz ochrony środowiska,
- maksymalne dopuszczalne nachylenia platformy roboczej,
- zapisy instrukcji obsługi maszyny budowlanej.

Biorąc pod uwagę zakres pracy można stwierdzić, że postawione na początku rozprawy doktorskiej przez mgr inż. Mateusza Richtera cele zostały osiągnięte.

4. Uwagi szczegółowe i dyskusyjne

Rozprawa doktorska została napisana przez mgr inż. Mateusza Richtera poprawnym językiem polskim. Autor opracował rysunki, tabele oraz wzory bardzo starannie. Na wstępie został zamieszczony wykaz ważniejszych symboli i oznaczeń stosowany w pracy, jak również zostały określone cele i zakres pracy oraz podane metody i narzędzia badawcze wykorzystane w rozprawie.

Występujące w pracy drobne usterki redakcyjne nie obniżają w żaden sposób wartości merytorycznej pracy doktorskiej.

Poniżej wymieniono usterki, które można w łatwy sposób poprawić lub uzupełnić:

- str. 39: podpis pod rysunkiem - zamiast publikacji [34] powinna być podana publikacja [33],
- str. 69: zamiast określenia „*gęsty piasek*” powinno być użyte sformułowanie „*zagęszczony piasek*”,
- na str. 79 zamieszczono niefortunne zdanie dotyczące nośności podłoża: „*To konserwatywny wybór, zalecany przez większość norm projektowych (na przykład Eurokod 7 [89]) do oceny nośności podłoża w warunkach gruntowo-wodnych*”,
- str. 81: we wzorach (56)÷(59) występują wielkości w_0 , w_1 , w_2 , podczas gdy na Rysunku 48 występują symbole w , w_{01} , w_{02} . Powstaje pytanie czy są to te same wielkości czy też inne?
- na str. 82 występuje symbol ϕ - jako kąt tarcia wewnętrznego materiału niespoistego, zaś we wzorze (67) występują symbole Φ_1 i Φ_2 . Czy wszystkie wymienione symbole oznaczają kąt tarcia wewnętrznego?
- str. 88÷89: co oznacza symbol $\tilde{\epsilon}$ we wzorach (113) i (114)?
- str. 91: w tekście pracy zacytowano publikację „(za de Borst i Groen [8])”, która nie występuje w spisie literatury,
- str. 98: w Tabeli 6 we wzorach występuje symbol c , który nie jest pokazany na rysunkach zamieszczonych w tej Tabeli,
- str. 99÷100: na Rysunkach 63÷65 występują oznaczenia a , b i c , których wielkości są trudne do określenia bezpośrednio z rysunków,
- na str. 103 czytamy: „*Na Rys. 67 pokazano wykresy przedstawiające obroty $\varphi(V,e)/A$ i pionowe przemieszczenie środka gąsienicy $w_0(V,e)/AL$ jako odcinkowe funkcje mimośrodu e dla stałych wartości nośności podano wskaźnika p jak we wzorze (137) wynoszą: $p=9,25$, $p=0,5$ i $p=0,75$* ”. Zdanie to jest niezrozumiałe i wymaga poprawy.
- str. 106: wzór (163) wymaga weryfikacji i uzupełnienia,
- str. 115: na Rysunku 71 brakuje opisu osi pionowej i poziomej,
- str. 126÷127: wykresy na Rysunkach 85÷87 są mało czytelne.

Po zapoznaniu się z treścią pracy nasuwają się następujące pytania:

- jakie są sposoby wykonania odwodnienia platform roboczych?
- jak określić efektywną powierzchnię, po której bezpiecznie może poruszać się maszyna budowlana? Jakie czynniki wpływają na wielkość tej powierzchni?
- jak zmieniają się wyniki przeprowadzonych analiz stateczności, kiedy wystąpią wyjątkowo niekorzystne warunki pogodowe, np. ulewne deszcze (powódź) lub porywiste wiatry (wichury, nawałnice)?
- czy można wymienić przykłady platform roboczych, zaprojektowanych i wykonanych według procedury zaproponowanej przez Autora rozprawy?
- czy Autor rozprawy mając do dyspozycji obszerną bazę wiedzy teoretycznej dotyczącej stateczności ciężkich gąsienicowych maszyn budowlanych planuje opracowanie i opublikowanie wytycznych/instrukcji, które ułatwiłyby inżynierom projektantom właściwe zaprojektowanie a wykonawcom prawidłowe wykonanie/rozebranie platform roboczych?

5. Podsumowanie i wnioski końcowe

Intensywny rozwój budownictwa doprowadził między innymi do powstania specjalistycznych maszyn stosowanych do zaawansowanych technicznie czynności na placu

budowy. Jak stwierdził Autor rozprawy, postęp technologiczny nie może tylko skupiać się na możliwościach wykonywania skomplikowanych procesów oraz zwiększania wydajności, ale powinien również przyczynić się do zwiększenia bezpieczeństwa wszystkich uczestników procesu budowlanego. Z tego powodu, celem badań i analiz było poznanie mechanizmu utraty stateczności ciężkich maszyn gaśnicowych pracujących na gruntach słabonośnych, jak również wprowadzenie założeń teoretycznych do praktyki projektowania platform roboczych.

W rozprawie Doktorant podał teoretyczne rozwiązania problemu interakcji „maszyna gaśnicowa – podłoże gruntowe”, które w przypadku praktycznego zastosowania wymaga wprowadzenia współczynnika bezpieczeństwa, zarówno dla podłoża gruntowego, jak i maszyny gaśnicowej w różnych fazach jej pracy.

Mgr inż. Mateusz Richter w swojej pracy przedstawił jedno z możliwych podejść do określenia stateczności ciężkiej maszyny budowlanej uwzględniającej interakcję układu „ciężka maszyna budowlana – platforma robocza – słabonośne podłoże gruntowe”. Przedstawiony w rozprawie doktorskiej „Model analityczny” ma szansę być wdrożony do praktyki projektowej ze względu na przedstawienie złożonego problemu za pomocą syntetycznego połączenia kilku teorii znanych od lat. Ponadto, „Model analityczny” nie wymaga skomplikowanego i długotrwałego modelowania komputerowego.

Reasumując, stwierdzam, że praca doktorska Pana mgr inż. Mateusza Richtera pt. „Stateczność ciężkich maszyn roboczych pracujących na podłożu słabonośnym” spełnia warunki i wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. z 2017 r., poz. 1789 z późn. zm.) o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Recenzowana rozprawa doktorska spełnia również art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.) w brzmieniu:

- 1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.*
- 2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.*

Biorąc powyższe pod uwagę oraz moją pozytywną ocenę rozprawy doktorskiej, wnioskuję o przyjęcie rozprawy doktorskiej przez Radę Naukową Wydziału Inżynierii Środowiska i Energetyki Politechniki Krakowskiej im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie oraz dopuszczenie Pana mgr inż. Mateusza Richtera do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

