

Dr hab. inż. Tomasz Kisilewicz
Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli
Wydział Inżynierii Lądowej
Politechnika Krakowska

Kraków, dnia 5.XI.2022 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Marcina Kaczmarzyka
pt. „Modelowanie energetyczne mieszkalnych obiektów budowlanych
lokalizowanych na powierzchni Księżycy”

Recenzję opracowano w związku z uchwałą Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej, z dnia 13 lipca 2022 roku w sprawie wyznaczenia recenzentów w przewodzie doktorskim mgr inż. Marcina Kaczmarzyka. Informacja o uchwale została przekazana przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny, pana prof. dr hab. inż. Tomasza Siwowskiego, w piśmie z dnia 22 sierpnia 2022 roku.

1. Ogólna charakterystyka pracy

Praca została opracowana pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Lecha Lichołaja, jako promotora głównego oraz dr inż. Aleksandra Starakiewicza prof. PRz, jako promotora pomocniczego na Wydziale Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury Politechniki Rzeszowskiej. Praca doktorska mgr inż. Marcina Kaczmarzyka została napisana w języku polskim, zawiera w sumie 275 numerowanych stron. Spis literatury zawiera aż 511 pozycji, ułożonych w kolejności cytowania, w tej liczbie zawierają się także adresy licznych stron internetowych, ustawy, informacje o programach badawczych itp. Autor odwołuje się także do 13 prac, których był autorem lub współautorem.

Oprócz rozdziałów merytorycznych w głównej części pracy zawarto:

- 5-stronicowy spis treści,
- 2-stronicowy spis skrótów i oznaczeń,

Na merytoryczną część pracy składa się osiem rozdziałów :

Rozdz. 1. Wstęp (6 stron), zawierający tezy pracy, jej cel oraz zakres.

Rozdz. 2. Przegląd literatury przedmiotu (82 strony).

Rozdz. 3. Budowa modelu (110 stron).

Rozdz. 4. Parametry analizy systemów energetycznych (15 stron)

Rozdz. 5. Symulacje i wyniki (22 strony).

Rozdz. 6. Zakończenie (3 strony)

Rozdz. 7. Wykaz obiektów (7 stron)

Rozdz. 8. Literatura (23 strony).

Na końcu pracy zamieszczono streszczenie w języku polskim i angielskim (1 strona każde).

Głównym celem pracy, który Autor definiuje w rozdziale 1.4 na stronie 13, jest określenie wpływu wybranych czynników środowiskowych oraz rozwiązań mieszkalnych obiektów budowlanych na ich zapotrzebowanie energetyczne oraz na masę systemów zasilających.

Realizacja tak zarysowanego celu prowadzi mgr inż. Marcina Kaczmarzyka do postawienia i próby udowodnienia głównej tezy pracy, dotyczącej samowystarczalności energetycznej budynków wznoszonych na Księżycu.

Recenzowana praca ma z oczywistych powodów głównie charakter teoretyczny. Autor przeprowadził wiele serii rozbudowanych i bardzo czasochłonnych eksperymentów symulacyjnych, które pozwoliły na ocenę całościowego bilansu energetycznego budynków przeznaczonych do pracy i życia na Księżycu, analizę systemów ich zasilania w energię oraz możliwości dostarczenia potrzebnych materiałów i urządzeń z Ziemi. W pracy wykorzystano jednak także elementy badań eksperymentalnych, w których mgr inż. Marcin Kaczmarzyk miał okazję brać udział na pokładzie pierwszej europejskiej symulowanej bazy planetarnej Lunares, zlokalizowanej w Polsce, w Pile. Zgromadzone dzięki wszystkim badaniom bardzo obszerne wyniki zostały lakonicznie podsumowane w rozdziale nr 6.

2. Ocena merytoryczna pracy

2.1. Ocena doboru tematu i tytułu pracy

Problematyka księżycowego budownictwa jest bez wątpienia zagadnieniem niszowym nawet w krajach, które są aktywnie zaangażowane w badania kosmiczne.

Chociaż uzyskane wyniki z analiz symulacyjnych i badań nie będą miały zapewne powszechnego znaczenia praktycznego, to jednak nie umniejsza w żaden sposób wartości poznawczych i naukowych podjętego tematu. W przypadku recenzowanej pracy doktorskiej niezwykła tematyka pracy jest wynikiem głębokiego zainteresowania Autora tematyką eksploracji przestrzeni kosmicznej i budowy bazy księżycowej. Zainteresowanie to nie ma charakteru powielania popularnych nowinek technicznych czy literatury typu „science fiction”, ale prowadzi do bardzo poważnego i wieloaspektowego analizowania przez mgr inż. Marcina Kaczmarzyka specyficznych problemów technicznych i logistycznych związanych z długotrwałą obecnością człowieka w kosmosie. Wymaga przyswojenia wiedzy z różnych dziedzin, dalekich od podstawowego wykształcenia Autora, mimo, że jest absolwentem dwóch kierunków. Uzyskane wyniki, oprócz tego, że mogą być użyteczne bezpośrednio w projektowaniu bazy księżycowej, to pokazują także jak można analizować i rozwiązywać problemy techniczne w skrajnych warunkach środowiskowych. W znacznie łagodniejszych warunkach ziemskich problemy są znacznie mniejsze, a jednak i tak często pozostają nierozwiązane, ze względu na brak badań, komplikacje modelowe czy brak narzędzi. W tym sensie więc, recenzowana praca jest dobrym przykładem oryginalnego rozwiązania problemu badawczego.

Tytuł pracy wskazuje na bliżej nieokreślone „modelowanie energetyczne” jako główny jej wątek, tymczasem Autor sam wskazał we wspomnianym już wcześniej celu pracy, że chodzi o określenie, a docelowo o minimalizację zapotrzebowania energetycznego budynków księżycowych i masy dostarczanych z Ziemi urządzeń, niezbędnych do utrzymania wymaganych warunków. Należy więc zauważyć, że tytuł pracy nie odnosi się bezpośrednio do jej zasadniczego celu. Dodatkowo, opisując cel pracy Autor wspomina o „wybranych” czynnikach i rozwiązaniach. Takie ograniczenie zakresu było oczywiście konieczne, nie sprecyzowano jednak jakie były kryteria wyboru tych czynników.

2.2. Teza pracy

W bardzo krótkim, liczącym tylko 4 linijki, rozdziale 1.2 sformułowano tezę pracy. Wg niej, dostępna na Księżycu energia promieniowania słonecznego powinna

zapewnić samowystarczalność energetyczną mieszkalnym obiektom budowlanym w warunkach środowiska księżycowego.

Trudności z budownictwem w warunkach księżycowych są związane z jednej strony z ogromnymi wahaniami temperatury jego powierzchni, wskutek braku atmosfery oraz ze zmiennością promieniowania słonecznego, z drugiej strony wynikają z ogromnych kosztów transportowania z Ziemi koniecznych materiałów i urządzeń. Stąd też Autor tak wiele uwagi poświęca analizie masy towarów potrzebnych do realizacji założeń projektowych. Zapewnienie samowystarczalności energetycznej na etapie funkcjonowania budynków księżycowych także wymaga dostarczenia tam na etapie ich wznoszenia znacznej masy urządzeń, które zapewnią pozyskiwanie energii słonecznej do wspomaganie ogrzewania i chłodzenia. Wydaje się więc, że samowystarczalność energetyczna nie jest jedynym i nawet najważniejszym atrybutem poprawnego rozwiązania, warunek minimalnej masy (a w efekcie kosztów) ma tu znaczenie krytyczne. Widać to również w przyjmowanych przez Doktoranta rozwiązaniach wariantowych, w których w pełni racjonalne jest także uzupełnianie bilansu energetycznego energią jądrową.

Drobna uwaga formalna dotycząca tezy to zawężenie w niej funkcji obiektów tylko do celów mieszkalnych. Tymczasem Autor pokazuje w swoim doktoracie, że istotne znaczenie w bilansie cieplnym ma energia pochodząca np. z urządzeń badawczych w pomieszczeniach przeznaczonych do pracy.

2.3. Ogólna ocena wartości naukowej pracy

W skromnym pod względem objętościowym rozdziale nr 1, wstępie do pracy, oprócz tezy i celu pracy Autor przedstawił główne motywy uzasadniające załogową eksplorację Księżyca i zasygnalizował związane z tym wyzwania techniczne.

W rozdziale nr 2 dokonano przeglądu i analizy literatury przedmiotu wraz z obszernym usystematyzowaniem aktualnej wiedzy

Rozdział nr 2, zawierający przegląd literatury przedmiotu jest z kolei bardzo obszerny i bardzo zróżnicowany tematycznie. Autor próbował zawrzeć w nim kompendium wszelkiej wiedzy dotyczącej problemów poruszanych w pracy. A więc można w nim znaleźć podstawowe definicje dotyczące energii i wymiany ciepła, zasady modelowania, numeryczne metody obliczeniowe oraz szeroki przegląd

warunków na powierzchni Księżyca i problemów związanych z lokalizowanymi tam budynkami. Nie było potrzeby, żeby włączać do pracy wiadomości skryptowe z tak różnych dziedzin. Niezbyt fortunne jest także zgromadzenie tak różnych wątków w jednym, potężnym rozdziale. Na korzyść Autora trzeba jednak zaliczyć bardzo liczne źródła literatury światowej, na których oparty jest ten rozdział. Autor wykorzystuje je z wielką erudycją i znakomitą orientacją w temacie.

W rozdziale nr 3, największym objętościowo i kluczowym dla zawartości pracy Autor przedstawił budowę własnych modeli związanych z obliczaniem promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Księżyca, sposób modelowania (2D i 3D) obiektów budowlanych w tych warunkach oraz analizę uzyskanych tu wyników. We wnikliwy sposób Autor oceniał numeryczne procedury obliczeniowe, czas wykonywania obliczeń oraz ich zbieżność. Szczególną uwagę poświęcono w tym rozdziale także wewnętrznym zyskom ciepła. Ten temat jest szczególnie bliski Autorowi, po udziale w badaniach eksperymentalnych w obiekcie symulującym bazę księżycową. Należy zwrócić uwagę na bardzo szczegółowe analizy wymiany ciepła przez promieniowanie, różnicowane np. dla różnych wysokości przegrody, a w przypadku gruntu zależnie od odległości od budynku. Autor opracował też własną metodę skalowania symulowanych obiektów w celu zmniejszenia zadań obliczeniowych

W rozdziale nr 4 przedstawiono parametry analizy systemów energetycznych wspomagających funkcjonowanie budynku w środowisku księżycowym. Tematyka tego rozdziału dalece wykracza poza typowy obszar wiedzy w zakresie budownictwa. Jednak mgr inż. Marcin Kaczmarzyk porusza się w tym obszarze z wielką swobodą i znajomością tematu, konstruując bardzo zróżnicowane wariantowe systemy zasilania w energię budynków oraz sposoby sterowania mocą i zapotrzebowaniem na energię elektryczną.

W ważnym pod względem merytorycznym i również obszernym pod względem treściowym rozdziale nr 5, Autor zawarł opis konfiguracji symulowanych wariantów obliczeniowych zasilania budynków w energię elektryczną. Rozważano tu wpływ szeregu zmiennych dotyczących m.in. szerokości selenograficznej, konfiguracji terenu i związanego z nią usłonecznienia, a także dwa rodzaje kształtu budynku, oraz kilka rodzajów montażu paneli PV. Analizowano nie tylko zapotrzebowanie na energię, ale parametr o praktycznie decydującym znaczeniu, tzn. masę urządzeń,

które muszą być dostarczone z Ziemi. W tym rozdziale zawarto także studium przypadku w formie analiz przeprowadzonych dla dwóch lokalizacji budynku na Księżycu, w których głównym kryterium oceny była masa dziewięciu analizowanych rodzajów systemów.

W ostatnim, szóstym rozdziale pracy zawarto wnioski i podsumowanie oraz propozycje dalszych badań. Rozdział ten jest zaskakująco krótki, wnioski i podsumowanie zajmują w nim 2.5 strony. W odróżnieniu od rozdziałów poprzednich, w których Autor nawet głęboko w ich treści umieszczał wstępy do kolejnych części, tutaj nie rozdzielono podsumowania i wniosków. Szkoda, że wnioski z pracy zawarte są w ciągłym tekście, który ma charakter raczej zestawu zdań pośpiesznie wybranych z wcześniejszych rozdziałów niż przemyślanych i dojrzałych końcowych wniosków. Niepotrzebnie, zdaniem recenzenta, przytoczono tu szczegóły dotyczące metody obliczeniowej i problemów numerycznych napotkanych przez Autora.

Kilka ostatnich linijek podrozdziału 6.1 poświęcono potwierdzeniu tezy pracy. Prawdziwość postawionej tezy udowodniono, ale tylko w odniesieniu do lokalizacji biegunowej budynków, tj. w warunkach bardzo długiego nasłonecznienia. Takie wskazanie miejsca wznoszenia budynków byłoby bardzo istotnym ograniczeniem przy eksploracji Księżyca. Ponownie należałoby więc wrócić do pytania czy tak postawiona teza jest faktycznie właściwa i korzystnie oddaje sens wykonanej pracy. Doktorant w swojej pracy rozwiązał przecież z sukcesem problemy związane z pokryciem zapotrzebowania energetycznego budynków i minimalizacją ich masy, a co za tym idzie kosztów całej misji. Tego typu teza, powiązana z różnymi wariantami selenograficznej lokalizacji budynku, byłaby chyba ważniejsza.

Szczegółowe uwagi recenzenta dotyczące sformułowanych wniosków zamieszczono w następnym rozdziale.

3. Uwagi krytyczne

3.1. Ogólne uwagi merytoryczne

Oprócz wstępnych uwag zawartych w ogólnym opisie pracy, przy jej czytaniu nasuwają się następujące uwagi merytoryczne:

1. Niezbyt trafnie skomponowano zawartość rozdziałów oraz tytuły niektórych rozdziałów. W tak obszernej objętościowo pracy jest tylko 6 rozdziałów

merytorycznych, z czego pierwszy i ostatni liczą tylko po kilka stron. Jak wspomniano już wcześniej, rozdział nr 2 zawiera w sobie bardzo różne i niekoniecznie potrzebne podstawowe informacje. Wiele podrozdziałów, nawet na czwartym poziomie zagłębienia, zaopatrzone w oddzielnie numerowane wstępy. Wynika to z nagromadzenia różnych tematów w obrębie nawet jednego podrozdziału. Z kolei rozdział nr 5 jest mniej przejrzysty treściowo, łatwo pogubić się w opisywanych wariantach symulacji i ich wynikach. Tytuł rozdziału nr 3 „Budowa modelu” jest zbyt lakoniczny, być może było to spowodowane także nagromadzeniem w nim zbyt wielu wątków. Poza tym zawarto w nim nie jeden ale opis szeregu różnych modeli. W tytule rozdziału nr 4 jest mowa o parametrach analizy systemów energetycznych, podobny tytuł ma podrozdział 4.2, ale celem tego rozdziału nie jest wskazanie parametrów, ale ocena ich wpływu na masę systemu zasilania. Tytuł rozdziału nr 5 „Symulacje i wyniki” zupełnie niczego nie wyjaśnia i nie zapowiada. Tytuł rozdziału nr 6 „Zakończenie” zapowiada tylko formalne lub grzecznościowe zamknięcie pracy, tymczasem jest to jej najważniejsza część zawierająca główne wyniki i podsumowanie całego dzieła.

2. Jaka będzie konstrukcja nośna budynku? Celem tego pytania nie jest sugestia poszerzania zakresu pracy o aspekty wytrzymałościowe, ale bez tej informacji trudno zrozumieć koncepcję budynku i możliwości konstruowania jego przegród. Szczegóły konstrukcyjne i sposób mocowania poszczególnych warstw będą wpływać na właściwości całej obudowy, nie mówiąc o jej masie.

3. W pracy podano obszerne, chociaż dość rozbieżne chwilami, dane dotyczące przewodności termicznej księżycowego regolitu. Zaproponowano jego użycie do izolowania zewnętrznych przegród budynku, natomiast całkowicie pominięto sposób jego ułożenia i zamocowania do pionowych czy nachylonych powierzchni. Jest to nie tylko problem natury obciążeniowo-konstrukcyjnej, ale także istotny problem nowych właściwości izolacyjnych tej osłony pod względem termicznym czy być może także radiacyjnym. Jaki będzie wpływ zmienionej gęstości, nieciągłości warstwy, elementów mocujących itp.? W jaki sposób projektowany jest układ warstw regolitu i izolacji refleksyjnej?

4. Autor bardzo szczegółowo czy nawet drobiazgowo analizuje masę towarów i urządzeń, które trzeba dostarczyć z Ziemi w przypadku samego budynku i jego wyposażenia. Nie proponuje jednak żadnego scenariusza wznoszenia konstrukcji

tych przegród, przemieszczania dużych objętości regolitu potrzebnego do izolowania ścian oraz potrzebnych do tego celu narzędzi i zapewne dużych urządzeń o wielkiej masie.

5. Doktorant bardzo dużo uwagi poświęca czasowi obliczeń symulacyjnych, realizowanych za pomocą sprzętu dostępnego w domu i na uczelni. Wydaje się jednak, że jeśli jest mowa o przedsięwzięciach, których koszt jest liczony w wielu miliardach dolarów, a przygotowania trwają dziesięciolecia, to nie jest to najważniejszy problem. Jakiegokolwiek uproszczenia prowadzące do skrócenia czasu obliczeń, powinny być głównie ocenione pod kątem ich wpływu na wynik (co Autor robi w swojej pracy), a nie czasu obliczeń na amatorskim sprzęcie.

6. W podrozdziale 3.5.3 przeprowadzono obszerne symulacje wolnostojącej ściany zagłębionej w gruncie. O ile model radiacyjnej wymiany ciepła między gruntem a powierzchnią ścianą jest przydatny dla późniejszego modelowania budynku, to rozkład temperatury w jej wnętrzu w tych warunkach niczemu już chyba nie służy.

7. Brakuje syntetycznych, jasno sformułowanych wniosków z pracy. Przytoczenie cząstkowych informacji o wynikach uzyskanych z symulacji nie spełnia właściwie takiej roli. Zrozumienie podanych tam treści nie jest możliwe bez wcześniejszego przeczytania pracy. Brak jasnego stwierdzenia, jaka lokalizacja i konfiguracja budynku i jego wyposażenia gwarantuje minimalną masę. Są tu także sformułowania niejednoznaczne, wynikające prawdopodobnie z cytowania cząstkowych opinii z wcześniejszych części pracy. W zdaniu o okołobiegunowej lokalizacji budynków jest mowa o tym, że nawet tam promieniowanie słoneczne nie równoważy „utruty ciepła do otoczenia”. W następnych liniach tekstu można z kolei przeczytać, że system kontroli temperatury wnętrza „we wszystkich przeanalizowanych przypadkach ... funkcjonował stale w trybie chłodzenia”. W zdaniu o lokalizacji budynku na równiku jest mowa o rozwiązaniu o minimalnej masie, ale czy to oznacza minimalną masę tylko dla tej lokalizacji czy dla każdej lokalizacji ?

8. Wcześniej już podkreślano dużą liczbę źródeł zamieszczonych w bibliografii, wydaje się jednak, że miejscami Doktorant przesadził nieco wpisując tam wszystkie możliwe tytuły publikacji czy adresy stron internetowych. Na przykład, jakie ważne

dla pracy doktorskiej treści zaczerpnięto z pozycji 110, 111, 142, 154, 155, 236, 446, 485 ?

8.2. Uwagi i pytania szczegółowe

1. Strona 56: Czy wiadomo jaką strukturę fizyczną ma grunt księżycowy, jeśli przy gęstości rzędu 1970 kg/m^3 osiąga tak niską, nawet bez udziału konwekcji, przewodność cieplną ? Pisząc o cieple właściwym, Autor wspomniał o przyjęciu wartości jak dla bazaltu czy granitu.
2. Strona 87: Jakie wartości ε_1 i ε_2 przyjęto do obliczeń, których wyniki pokazano w Tab. 2.10.8 ? Czy „Epsilon” to to samo co „ ε_e ” ?
3. Strona 89: Klasyfikowanie budynku na Księżycu wg polskiego prawa budowlanego jest chyba zbyt precyzyjne.
4. Strona 95: Można się domyślać o co chodzi w nazwie „analogiczny astronauta”, ale sformułowanie jest trudne do zaakceptowania.
5. Strona 107: Szerokie omawianie niestabilnego modelu numerycznego nie jest potrzebne.
6. Strona 122: Na rys. 3.5.1 pokazano model podłogi na gruncie, dlaczego podłoga ma szerokość tylko 0.5 m ?
7. Strona 123: Jak było możliwe uzyskanie numerycznego rozwiązania 2D w metodzie MES bez deklarowania warunków brzegowych na pionowych brzegach symulowanego obszaru ? Jak został domknięty obszar zadania ?
8. Strona 139: Czy faktycznie współczynnik przewodzenia ciepła ściany z regolitu miał wynosić 2 W/(mK) ? Przy 20 cm czy nawet 50 cm grubości jej izolacyjność termiczna byłaby bardzo niska ?
9. Strona 162: W Tab. 3.7.1 pokazano wymiary wewnętrzne budynku na poziomie 0.45 czy 0.9 m, o co tu chodzi ?
10. Strona 163: Na rys. 3.7.1. nie ma krawędzi E19 i E20, o których jest mowa w tekście pod rysunkiem.
11. Strona 180: Czy wzór 3.7.5 to wzór własny Autora ?

3.3 Niektóre z usterek stylistycznych i redakcyjnych:

1. Str. 8. Amerykanin i Amerykanka powinni być pisani z dużej litery
2. Str. 65 i 83: Nie ma „najbardziej optymalnego systemu”.

3. Str. 87: w objaśnieniach do wzoru 2.10.9 powinno być małe „n”.
4. Z niejasnych powodów, w pracy jest w kilku miejscach mowa konsekwentnie o kongresie w Brenie, zamiast w Bremie.
5. Str. 103: Nie ma słowa „zakańczać”.
6. Str. 105: Błędny opis wykresów na rys. 3.4.3.
7. Str. 122: Niejasno opisane modele symulacyjne 3.5.1 i 3.5.2.
8. Str. 244: W środku zdania pojawiają się wyrazy pisane od dużej litery: „Brak”, „Wkład”. W innym miejscu, „fakt ... skazuje” zamiast „wskazuje”.

3.4 Strona graficzna pracy:

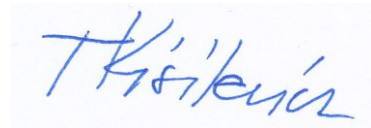
Bardzo obszerna praca jest zrealizowana z dużą starannością jeśli chodzi o układ edycyjny i graficzny. Łatwo sobie wyobrazić, jak wiele pracy wymagało to od Autora, zwłaszcza gdy musiał pokonywać dodatkowe, trudne do wyobrażenia, utrudnienia w tym względzie. Jedyna ogólna uwaga w tym zakresie dotyczy braku odstępów przed wzorami czy wytłuszczonymi śródtytułami akapitów.

4. Wnioski końcowe

Niezależnie od przedstawionych powyżej uwag krytycznych natury ogólnej i tych bardziej szczegółowych, należy stwierdzić, że opiniowana praca mgr inż. Marcina Kaczmarzyka pt. „Modelowanie energetyczne mieszkalnych obiektów budowlanych lokalizowanych na powierzchni Księżyca stanowi z pewnością bardzo oryginalną i samodzielną próbę rozwiązania specyficznego problemu budownictwa w środowisku księżycowym. Stanowi także wyraz niezwyklej i pogłębionej pasji Autora. Pasja ta jest realizowana w formie badań naukowych, których wyniki Autor prezentował już w istotnych publikacjach oraz podczas międzynarodowych kongresów astronautycznych w Bremie i Waszyngtonie. Mgr inż. Marcin Kaczmarzyk przeprowadził niezwykle obszerne studia literatury, a także miał okazję realizować cząstkowe, siłą rzeczy, badania doświadczalne. Wykazał się znajomością i umiejętnością wykorzystania w niezwyklej i zarazem ekstremalnych warunkach środowiskowych dostępnej wiedzy, samodzielnego planowania i prowadzenia prac, wykorzystania nowoczesnych narzędzi badawczych i naukowego wykorzystania ich wyników. Wg mojej opinii rozprawa jest bardzo oryginalna, opracowana na dobrym

poziomie naukowym i mimo osadzenia jej w realiach księżycowych wnosi istotny wkład w rozwój ogólnej wiedzy w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.

Biorąc pod uwagę przedstawioną powyżej opinię, uważam, że przedłożona przez mgr inż. Marcina Kaczmarzyka rozprawa doktorska spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 (wraz z późniejszymi zmianami) roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. RP, nr 65, poz. 595). W związku z tym stawiam wniosek kierowany do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Rzeszowskiej o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Handwritten signature in blue ink, appearing to read "T. Kisilewicz".