

dr hab. inż. Agnieszka Ślosarczyk, prof. PP
Instytut Budownictwa
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu
Politechnika Poznańska
ul. Piotrowo 5
60-965 Poznań

Poznań, 4.02.2022

Recenzja rozprawy doktorskiej

Pani mgr inż. Marty Nalewajko z Politechniki Białostockiej

pt.: *Technologia wytwarzania betonów lekkich na bazie surowców odpadowych energetycznych aktywowanych alkalicznie*

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania recenzji stanowią:

- pismo Pani prof. dr hab. inż. Katarzyny Zabielskiej-Adamskiej, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport z Politechniki Białostockiej, z dnia 6.12.2021, zlecające wykonanie opinii rozprawy doktorskiej mgr inż. Marty Nalewajko, także z Politechniki Białostockiej, pt.: *Technologia wytwarzania betonów lekkich na bazie surowców odpadowych energetycznych aktywowanych alkalicznie*,
- maszynopis rozprawy przygotowany przez Panią mgr inż. Martę Nalewajko,
- Ustawa z dnia 14 marca 2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 65, poz. 595 z późn. zm.).

2. Przedmiot, cel i zakres pracy

Recenzowana praca doktorska Pani mgr inż. Marty Nalewajko z Politechniki Białostockiej dotyczy opracowania technologii wytwarzania lekkich betonów na bazie materiałów odpadowych, głównie popiołów lotnych, które stanowią materiał wyjściowy zarówno dla spoiw, jak i zastosowanego w pracy sztucznego kruszywa. O ile tematyka alternatywnych spoiw na bazie aktywowanych materiałów odpadowych jest znana od ponad 100 lat, o tyle proponowane rozwiązanie materiałowe w postaci połączenia spoiwa geopolimerowego z lekkim kruszywem popiołoporytowym nie jest już tak powszechne. Zdając sobie sprawę z tych uwarunkowań Doktorantka za główny cel swoich badań obrała

„zbadanie właściwości betonów lekkich na bazie surowców odpadowych energetycznych, aktywowanych alkalicznie”. Dodatkowo określiła dwa cele szczegółowe, metodologiczny i poznawczy prowadzące do opracowania koncepcji badawczej pozwalającej określić i zidentyfikować właściwości surowców odpadowych energetycznych, aktywowanych alkalicznie w warunkach laboratoryjnych. W tym celu wykonała badania wstępne, a następnie badania właściwe, dotyczące oceny parametrów syntezy lekkich betonów geopolimerowych, tj. rodzaju i stężenia aktywatora, ilości popiołów lotnych i temperatury wygrzewania na wybrane właściwości fizykomechaniczne lekkich betonów geopolimerowych (wytrzymałość na ściskanie i rozciąganie przy rozłupywaniu, nasiąkliwość, gęstość objętościową, współczynnik przewodzenia ciepła). Dodatkowo Doktorantka przeprowadziła analizę struktury otrzymanych lekkich betonów geopolimerowych przy pomocy elektronowej mikroskopii skaningowej. Podjęte badania miały na celu potwierdzenie postawionej przez Doktorantkę tezy, że *„istnieje możliwość połączenia spoiwa mineralnego aktywowanego alkalią z kruszywem sztucznym popiołoporytowym, co przyczyni się do poprawy właściwości betonów lekkich i wyeliminowania z nich cementów portlandzkich”.*

Promotorem pracy doktorskiej jest Pan prof. dr hab. inż. Michał Boltryk, a promotorem pomocniczym Pani dr inż. Dorota Małaszkiwicz.

Maszynopis rozprawy jest obszerny i zawiera 275 stron tekstu z 94 rysunkami i 80 tabelami. Zacytowano 135 pozycji literaturowych, w tym artykuły naukowe i książki w j. polskim i angielskim oraz 21 norm.

3. Omówienie rozprawy

Rozprawa doktorska ma typowy układ i składa się ze wstępu, 5 rozdziałów przedstawiających kolejno: przegląd badań literaturowych, uzasadnienie podjętej tematyki badań, cel i tezę pracy, metodykę i wyniki badań. Pracę kończy rozdział stanowiący podsumowanie i wnioski oraz zestawienie literatury, tabel i rysunków zamieszczonych w pracy.

Przedmiotem rozważań Doktorantki jest możliwość wytworzenia lekkich betonów z popiołów lotnych aktywowanych alkalicznie z wykorzystaniem sztucznego kruszywa popiołoporytowego oraz uzyskanie trwałego połączenia między kruszywem, a spoiwem geopolimerowym umożliwiające spełnienie wymagań dla betonów konstrukcyjnych i izolacyjnych. W pierwszej części pracy, w rozdziale 1, Doktorantka przedstawiła przegląd istniejącego stanu wiedzy na temat syntezy lekkich kruszyw z materiałów odpadowych,

głównie popiołów lotnych oraz spoiw geopolimerowych jako spoiw alternatywnych dla spoiwa cementowego. Ponadto na początku pracy w rozdziale 2 i 3 Doktorantka zamieściła uzasadnienie podjętej tematyki pracy i przedstawiła jej tezę wraz z podaniem celu głównego, jak i celów szczegółowych, o których wspomniałam powyżej. Doktorantka szczególnie podkreśliła potrzebę poszukiwania nowych rozwiązań materiałowych, które będą z jednej strony przeciwdziałały wyczerpywaniu się złóż kruszyw naturalnych, a z drugiej będą odpowiedzią na potrzebę redukcji emisji CO₂ do atmosfery oraz ograniczania tzw. śladu węglowego materiałów budowlanych, szczególnie związanych z produkcją klinkieru cementowego. Podjęte zagadnienie wpisuje się w światowe trendy i zmiany wynikające z potrzeb zrównoważonego rozwoju, szczególnie w sektorze budownictwa.

Następnie w rozdziale 4 Doktorantka przedstawiła zastosowane materiały, opisała wykorzystane procedury badawcze i zaproponowała program badawczy, który podzieliła na badania wstępne i badania główne. Badania wstępne objęły badania absorpcji i wytrzymałości na miażdżenie kruszywa grubego oraz badanie wpływu stężenia aktywatora na właściwości geopolimerowego betonu lekkiego. W tym etapie główną uwagę Doktorantka skupiła na wpływie wstępnej impregnacji kruszywa grubego na jego właściwości i podstawowe parametry fizykomechaniczne lekkich betonów geopolimerowych. Celem impregnacji kruszywa roztworem aktywującym była poprawa urabialności mieszanki oraz poprawa adhezji na granicy kruszywo – spoiwo geopolimerowe. W efekcie tej części badań Doktorantka zaproponowała wstępny skład recepturowy betonów lekkich na bazie surowców odpadowych aktywowanych alkalicznie i zbudowała plan badawczy badań głównych. W tej części badań Doktorantka określiła wpływ stężenia i ilości aktywatora oraz temperatury wygrzewania na wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu, nasiąkliwość, podciąganie kapilarne i gęstość pozorną kompozytów geopolimerowych. Uzupełnieniem badań było badanie konsystencji świeżej mieszanki i ocena struktury wytworzonych spoiw geopolimerowych i adhezji na granicy kruszywo – geopolimer. Istotność osiągniętych rezultatów Doktorantka potwierdziła pogłębioną analizą statystyczną wyników badań, które zostały szczegółowo omówione w rozdziale 5 dysertacji.

Ostatni etap badań, przedstawiony w rozdziale 5 stanowi projekt linii produkcyjnej dla opracowanej receptury lekkiego betonu geopolimerowego z popiołów lotnych krzemionkowych i lekkiego kruszywa popiołoporytowego, oraz tekst zgłoszenia patentowego z przykładowymi wynikami wytrzymałości na ściskanie, rozciąganie przy rozłupywaniu, nasiąkliwości i współczynnika przewodzenia ciepła z wykorzystaniem r-ru wodorotlenku sodu

lub potasu. Zaproponowany sposób otrzymywania lekkiego betonu geopolimerowego jest zbieżny z nowym światowym trendem syntezy spoiwa geopolimerowego w procesie jednostopniowym (z j. ang. *one pot synthesis*) z wykluczeniem szkła wodnego jako aktywatora i potwierdza oryginalność zaproponowanego przez Doktorantkę rozwiązania materiałowego.

Rozprawę kończy obszerne podsumowanie wyników pracy i wnioski.

4. Ocena pracy i uwagi

Oceniana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marty Nalewajko ma dobre podstawy naukowe i spodziewane szerokie możliwości aplikacyjne w budownictwie w aspekcie zrównoważonego rozwoju, co udowodniono w 5 rozdziale pracy. Stanowi samodzielnie wykonane opracowanie naukowe pod kierunkiem Promotora i Promotora pomocniczego, przedstawiające istotne dla rozwoju inżynierii lądowej wyniki badań. Problematyka pracy dotyczy możliwości wytworzenia lekkich kompozytów na bazie spoiwa geopolimerowego i sztucznego kruszywa popiołoporytowego jako alternatywnego rozwiązania dla tradycyjnych betonów cementowych. W przedstawionym programie badań Doktorantka udowodniła postawioną tezę pracy uzyskując bardzo dobrą korelację pomiędzy poszczególnymi parametrami lekkich betonów geopolimerowych, co potwierdziła wnikliwa analiza statystyczna wyników badań. Efektem prowadzonych badań jest zaproponowana technologia wytwarzania lekkich betonów geopolimerowych z dostępnych regionalnie materiałów odpadowych i opracowanie na podstawie wyników badań zgłoszenia patentowego, co świadczy o oryginalności zaproponowanego rozwiązania. Ponadto wyniki pracy mają istotne znaczenie z uwagi na możliwość zagospodarowania materiałów odpadowych, które zamiast składowania, mogą dzięki opracowanej technologii, stanowić nowy materiał o dobrych właściwościach mechanicznych i izolacyjnych. Efektem pracy jest też nawiązanie współpracy z otoczeniem gospodarczym, co przyczynić się może do wzrostu konkurencyjności firm produkujących lekkie kruszywa popiołoporytowe na rynku polskim, m.in. przez zaproponowaną przez Doktorantkę technologię produkcji drobnowymiarowych elementów betonowych.

Doktorantka nie uniknęła jednak pewnych błędów i uchybień, które przedstawiam poniżej.

Uwagi do części przeglądowej

Przegląd literatury stanowi integralną, bardzo istotną część pracy badawczej. Na podstawie analizy prowadzonych badań w Polsce i na świecie powinno się jednoznacznie wskazać pole badań stanowiące podjętą tematykę rozprawy. Taką próbę podsumowania podjęła Doktorantka dopiero w rozdziale 2 stanowiącym uzasadnienie badań, natomiast w moim przekonaniu

powinno to wynikać bezpośrednio z układu i przeprowadzonego studium literaturowego w rozdziale pierwszym. Niestety Doktorantka w rozdziale pierwszym, podzielonym na dwa podrozdziały, nie podjęła próby dyskusji i krytycznego spojrzenia na przedstawiane wyniki badań literaturowych. Przegląd badań jest niestety chaotyczny, czasami wydaje się przypadkowy bez myśli przewodniej. Niemniej jednak dobór literatury jest prawidłowy, należy tu zwrócić uwagę, że tematyka podejmowana w pracy stanowi podstawę licznych prac publikowanych już od kilkadziesiąt lat, dlatego też wybranie kluczowych publikacji nie jest tak oczywiste i łatwe. Doktorantka wybrała i omówiła ciekawe artykuły o zasięgu krajowym i międzynarodowym podejmujące tematykę alternatywnych spoiw cementowych – na bazie aktywowanych chemicznie materiałów odpadowych oraz lekkich kruszyw, otrzymywanych głównie z popiołów lotnych. Według mnie taka kolejność, patrząc też na treść i rozpoczęcie podrozdziału 1.2 byłaby lepszym przedstawieniem przeglądu badań, czyli najpierw wprowadzenie do spoiw geopolimerowych w aspekcie zrównoważonego rozwoju, a dopiero w drugiej części rozwinięcie tematu lekkich kruszyw popiołoporytowych, tym bardziej, że w podrozdziale 1.2 Doktorantka opisuje cechy fizykochemiczne popiołów lotnych, które stanowią materiał źródłowy do syntezy zarówno spoiw geopolimerowych, jak i omawianych lekkich kruszyw.

Ponadto przedstawiony opis literatury jest z jednej strony zbyt szczegółowy, zawiera szereg zbędnych nic nie wnoszących do opisu informacji, a z drugiej bardzo często zbyt ogólnikowy, pomijający kluczowe informacje dotyczące przedstawianych wyników badań. Przykładem jest tekst na str. 10 omawiający wyniki pracy Kayali z 2008 roku, który jest zbyt ogólny i nie pokrywa się z bardzo szczegółowymi informacjami przedstawionymi w tabeli 1.1; lub na str. 14 - brak w tekście wyników wspomnianej przez Doktorantkę pracy Kepradová z 2014 roku; str. 14 - Doktorantka przedstawiła szczegółowy, w moim przekonaniu zbędny opis procedury badania skurczu, a pominęła interpretację niestety nieczytelnych, przedstawionych na rysunkach 1.2 i 1.3 wyników badań dla skurczu i szerokości rys skurczowych. Brak wyjaśnienia legendy na wykresach. Niestety takich przykładów w całym rozdziale 1 jest sporo, a liczy on aż 77 stron, przez co odnosi się wrażenie, że opis poszczególnych artykułów jest zbyt długi i niespójny. Bardzo często dużo lepszym rozwiązaniem jest przedstawienie dużej ilości wyników w postaci zwartej, dobrze zaplanowanej tabeli lub schematu. Niejednokrotnie brakuje w pracy korelacji pomiędzy opisywanymi wynikami badań z poszczególnych publikacji. Dużo lepszym rozwiązaniem byłoby przedstawienie studium literaturowego np. z uwagi na warunki syntezy spoiwa geopolimerowego i lekkiego kruszywa oraz uzyskane podstawowe parametry fizyko mechaniczne lekkich betonów (np. gęstość, skurcz,

niaślikliwość, wytrzymałość na ściskanie, rozciąganie, współczynnik przewodzenia ciepła, czy trwałość), a nie opisywanie poszczególnych publikacji.

Na komentarz zasługuje również jakość części wykresów, na które powołuje się Doktorantka w części przeglądowej, która jest niestety bardzo słaba, stąd w wielu przypadkach nieczytelna, np. str. 15, rys. 1.2 i 1.3. W większości wykresy zostały zamieszczone w pracy w j. angielskim w postaci bezpośrednio przekopiowanej z artykułów źródłowych. W rozprawie doktorskiej powinno się unikać takich praktyk, a te wykresy, które stanowią istotny wkład naukowy można było narysować na nowo lub przerobić np. na wspomnianą już formę tabelaryczną.

Zauważa się również w pracy brak konsekwentnego tłumaczenia skrótów anglojęzycznych, cytowania literatury oraz wyjaśnienia części skrótów nazw technik badawczych. Przykładowo:

- na str. 10 skrót LWC – Lightweight concrete jest przetłumaczony, a na stronie 11 brak wytłumaczenia skrótu NWC – Normal weight concrete.
- nazwiska autorów są cytowane w różny sposób, Doktorantka czasem podaje jedno nazwisko i skrót anglojęzyczny et al. (w j. polskim powinno być zastosowane i inni), tak samo czasem podawany jest tytuł publikacji – czemu ma to służyć?
- str. 10 brak w tekście wyjaśnienia po raz pierwszy cytowanych technik badawczych ESEM, EDX, XRD, a na str. 11 SEM jest wyjaśnione.

Ponadto praca zawiera w części przeglądowej liczne błędy stylistyczne i niezrozumiałe sformułowania, prawdopodobnie wynika to z bezpośredniego przełożenia językowego z literatury anglojęzycznej. Przykładowo:

- Str. 10.....wyprodukowaniu LWA poprzez granulację wiązania na zimno.....
- Str. 10 wzór XRD
- Str. 10utwardzanego w temperaturze pokojowej po 24 h utwardzanie wilgocią w 50 °C
- Str. 14.....Rozwój pęknięć obserwowano i mierzono codziennie przez 60 dni przy użyciu optycznego mikroskopu pęknięć

Uwagi do części badawczej

Również w części doświadczalnej Doktorantka nie uniknęła drobnych błędów językowych i edytorskich, jednak ta część pracy, stanowiąca istotne osiągnięcie naukowe, jest już klarownie napisana i omówiona.

Niemniej jednak kilka elementów zasługuje na dodatkowe wyjaśnienie i uzupełnienie:

- W rozdziale 4.2 poświęconym metodyce badań Doktorantka szczegółowo omawia zastosowane procedury badawcze, przy czym niepotrzebnie dubluje opisy dla badań wstępnych w rozdziale 4.3.1. Brakuje w części badań własnych uzasadnienia wybrania poszczególnych parametrów: stężenia aktywatora, ilości popiołów i temperatury wygrzewania. Niepotrzebnie zdublowany jest również opis kruszywa popiołoporytowego CERTYD, który pojawia się w części przeglądowej na str. 25 i potem w części doświadczalnej str. 81-84. Powtarza się w tym opisie część tabel. W zupełności wystarczyłby opis w części badawczej, tym bardziej, że jest to materiał stosowany przez Doktorantkę w badaniach.
- W rozdziale 4 powinien znaleźć się też szczegółowy schemat badań rozróżniający pierwszą część pracy dotyczącą opracowania receptury betonu lekkiego w oparciu o aktywację mieszaniną krzemianu sodu i wodorotlenku sodu oraz drugą część opartą o aktywację samym roztworem wodorotlenku sodu, czemu poświęcone jest zgłoszenie patentowe i opracowana technologia wytwarzania lekkich betonów geopolimerowych.
- Doktorantka rozróżnia roztwór alkaliczny dla mieszaniny krzemianu sodu i roztworu wodorotlenku sodu o różnych stężeniach i roztwór wodorotlenku sodu. Przecież roztwór wodorotlenku sodu to też roztwór alkaliczny. Prawidłowym byłoby użycie po prostu słowa aktywator lub roztwór aktywujący, o czym zresztą Doktorantka wspomina na str. 85. Ponadto Doktorantka podaje stężenia roztworu alkalicznego 2, 4, 6... ale czy to nie są stężenia molowe zastosowanego wodorotlenku sodu, czy badała doktorantka pH powstałych roztworów szkła wodnego i wodorotlenku sodu o zadanym stężeniu? Stężenie molowe powinno podawać się jako mol/dm^3 , tak jak inne jednostki SI, a nie w formie odmienionej, w pracy było kilka form mole/dm^3 ; moli/dm^3
- W rozdziale 4.3.1.5 Doktorantka po raz pierwszy podaje składy recepturowe mieszanek geopolimerowych. Niestety nie podano sposobu doboru stosu okruszowego kruszywa i udziału poszczególnych frakcji kruszywa popiołoporytowego. Jakie kruszywo było stosowane, dla frakcji niższych na podstawie zdjęć, choć niewyraźnych, wynika, że Doktorantka stosowała kruszywo o nieregularnym kształcie, a dla frakcji 4-9 o kulistym. Co zadecydowało o takim doborze kruszywa?
- Przedstawiony na str. 100 wzór 4.7 stosowany przez Doktorantkę do obliczenia składników mieszanki geopolimerowej powinien być oznaczony jako 4.9.
- Doktorantka bardzo często dla procesu suszenia lub wygrzewania stosuje zamiennie słowa hartowanie lub wypiekanie. Są to zupełnie inne procesy, które prowadzone są w

dużo wyższych temperaturach i nie powinny być użyte dla suszenia i wygrzewania w temperaturach do 105°C.

- Rys. 5.17, str. 118. Dlaczego impregnacja kruszywa grubego wpływa pozytywnie na wytrzymałość na ściskanie geopolimerowych betonów lekkich tylko do pewnego momentu? Doktorantka pominęła w tekście wyjaśnienie tego oddziaływania.
- W części badań głównych Doktorantka bada wpływ parametrów: stężenia aktywatora, ilości aktywatora i temperatury wygrzewania na wybrane fizykomechaniczne parametry lekkich betonów geopolimerowych. W rozdziale tym dokonuje również wnikliwej analizy statystycznej wyników pracy. Efektem tego są między innymi ciekawe wykresy trójwymiarowe pokazujące zależności między badanymi parametrami. Niestety są one nieczytelne, właściwie na wszystkich wykresach opis osi jest niewidoczny. To sprawia, że wykresy te są zbędne w pracy, a mogą stanowić istotny wkład poznawczy w zachodzące korelacje pomiędzy zastosowanymi składnikami. Ponadto Doktorantka powołuje się w analizie statystycznej na prace Krysińskiego i Luszczewicza, których niestety nie ma w cytowanej literaturze.
- W ostatnim etapie badań głównych Doktorantka przedstawia wyniki współczynnika przewodzenia ciepła dla zupełnie innych mieszanek geopolimerowych. W pracy nie zamieszczono opisu zastosowanych receptur oraz interpretacji uzyskanych wyników oraz uzasadnienia zamieszczenia tych wyników w tym miejscu pracy. Krótka interpretacja pojawia się dopiero we wnioskach szczegółowych pod koniec pracy.
- W rozdziale 5.2.9 Doktorantka przedstawia zdjęcia mikrostruktury kompozytów geopolimerowych uzyskanych przy pomocy elektronowej mikroskopii skaningowej dla wybranych receptur. Część zdjęć, szczególnie ostatnich dla aktywacji samym r-em wodorotlenku sodu jest nieczytelna. Doktorantka wspomina we wnioskach, że z uwagi na skład chemiczny kruszywa popiołoporytowego może ono reagować z roztworem aktywującym. Niestety nie do końca widoczne jest to na zdjęciach. Zdjęcia są zbyt ciemne, czy Doktorantka napylala próbki przed badaniem? Bardzo często dużo lepszy kontrast dla próbek nieprzewodzących uzyskuje się stosując detektor BSE, o którym zresztą wspomina Doktorantka. Ponadto celem porównania struktur między sobą powinno stosować się identyczne powiększenia obrazu, Doktorantka stosuje wymiennie przybliżenia 10, 20, 50, 100 i 200 oraz 20, 40, 50, 100 i 200 μm . Czym to było podyktowane?

- Kilka razy Doktorantka wspomina o złej urabialności mieszanek geopolimerowych, jaki był czas wiązania spoiwa geopolimerowego? Czy Doktorantka go badała? Czy była różnica w urabialności mieszanek z użyciem mieszanego aktywatora i samego r-ru wodorotlenku sodu?
- Istotną częścią pracy jest zaproponowanie technologii wytwarzania drobnowymiarowych elementów z lekkiego betonu geopolimerowego na bazie kruszywa popiołoporytowego i odpadów aktywowanych chemicznie r-rem wodorotlenku sodu lub potasu. Niestety zamieszczone dla proponowanej technologii rysunki, są nieczytelne, a wystarczyło zamieścić je na całej stronie w poziomie.
- Wnioski ogólne są zbyt długie, właściwie przekopiwane z rozdziału 5 poświęconego badaniom głównym. W moim przekonaniu wystarczyłyby w tym miejscu przedstawione przez Doktorantkę wnioski szczegółowe.
- Rozprawa nie zawiera streszczenia w j. angielskim.

Wspomniane uwagi natury organizującej przegląd badań i językowej nie wpływają w sposób istotny na merytoryczną część pracy oraz istotne zagadnienie wytwarzania eko-wydajnych lekkich kompozytów geopolimerowych. W przypadku podjęcia próby publikacji wyników pracy część teoretyczna wymaga korekty językowej i edytorskiej. Przedstawione uwagi merytoryczne stanowią podstawę do rozszerzenia dyskusji nt. prezentowanych w dysertacji wyników badań.

5. Wniosek końcowy

Przedłożona rozprawa doktorska świadczy o posiadaniu przez Doktorantkę ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport oraz umiejętności przygotowania planu i zrealizowania szeroko zakrojonych badań w stosunku do potrzeb przemysłu budowlanego. Ponadto Doktorantka wykazała się umiejętnością pozyskania nowej wiedzy z zakresu produkcji lekkich kruszyw z materiałów odpadowych i alternatywnych dla spoiwa cementowego – spoiw geopolimerowych. Doktorantka wykazała się także umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań laboratoryjnych oraz analizy wyników badań obejmujących zarówno zagadnienia inżynierskie, jak i z zakresu fizykochemii procesów zachodzących podczas wiązania spoiwa geopolimerowego oraz procesów zachodzących na granicy międzyfazowej spoiwo geopolimerowe/kruszywo popiołoporytowe. Efektem szerokich badań Doktorantki jest opracowanie innowacyjnego sposobu wytwarzania lekkich

betonów geopolimerowych, co znalazło odzwierciedlenie w złożonym zgłoszeniu patentowym.

Oceniając pozytywnie całość dotychczasowych dokonań Pani mgr inż. Marty Nalewajko oraz biorąc pod uwagę wymagania Art.13 U S T A W Y z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 65 poz. 595 z późn. zm.) w brzmieniu:

„Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora albo pod opieką promotora i promotora pomocniczego, o którym mowa w art. 20 ust. 7, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne dokonanie artystyczne oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej”

wnoszę o dopuszczenie Doktorantki do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Białostockiej.