

Prof. dr hab. inż. Jerzy Hoła, prof. zw. PWr
Politechnika Wrocławska
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
E-mail: jerzy.hola@pwr.edu.pl

Wrocław, 21 listopada 2017 r.

WPRZYNEŁO DNIA

22-11-2017

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgra inż. Macieja Króla

pt.: „Badania właściwości betonów na bazie spoiw geopolimerowych”.

1. Podstawy formalne opracowania recenzji

Podstawy formalne opracowania recenzji stanowią: Uchwała Rady Wydziału Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji Politechniki Koszalińskiej z dnia 12 września 2017 roku, pismo Wydziału Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji Politechniki Koszalińskiej z dnia 22 września 2017 roku podpisane przez Dziekana Wydziału Panią dr hab. inż. Wiesławę Głodkowską, prof. nadzw., umowa o dzieło DK 31 zawarta w dniu 19 września 2017 roku pomiędzy Politechniką Koszalińską w Koszalinie a autorem niniejszej recenzji.

2. Przedmiot i zawartość rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgra inż. Macieja Króla pt.: „Badania właściwości betonów na bazie spoiw geopolimerowych”. Promotorem rozprawy jest dr hab. inż. Tomasz Błaszczczyński, prof. nadzw. Rozprawa ta, mająca charakter badawczy i licząca 196 stron, składa się z 18 rozdziałów i zawiera 126 rysunków oraz 102 tabele. Bibliografia liczy 146 pozycji spośród których 85 jest anglojęzycznych (w tym 9 pozycji współautorskich doktoranta), 34 pozycje norm i 3 pozycje stron internetowych.

Rozdziały 1 i 2 to streszczenie, zredagowane odpowiednio w j. polskim i angielskim, a rozdział 3 zawiera wykaz podstawowych oznaczeń i symboli.

W rozdziale 4 zamieszczono genezę, a w rozdziale 5 cel i zakres pracy.

W rozdziale 6 dokonano analizy literatury przedmiotu rozprawy, w zakresie: materiałów na bazie spoiw glino – krzemianowych, produktów ubocznych spalania paliw kopalnych, substancji możliwych do użycia jako aktywatorów alkalicznych, tzw. zielonych betonów, ekologii w aspekcie przemysłu cementowego, właściwości wytrzymałościowych spoiw geopolimerowych oraz badań twardościowych tych spoiw.

W rozdziale 8 umieszczone zostały tezy pracy.

Natomiast w rozdziale 9 omówiono program i metodykę badań własnych, w tym: charakterystykę zastosowanych materiałów i materiałów porównawczych, charakterystykę materiałów zastosowanych w badaniach nad ustaleniem składu spoiwa, przyjęte rodzaje próbek oraz warunki ich przechowywania, opis stanowisk i urządzeń badawczych.

W rozdziale 10 przedstawione zostały wyniki badań własnych, a w rozdziale 11 dokonano analizy uzyskanych wyników.

W rozdziałach 12 – 15 zamieszczono w kolejności: znaczenie uzyskanych wyników badań dla praktyki budowlanej, podsumowanie badań, wnioski, kierunki dalszych badań.

Rozdział 16 to bibliografia, po której umieszczono jeszcze rozdziały 17 i 18 kończące rozprawę i zawierające spisy rysunków i tabel.

Po zapoznaniu się z rozprawą stwierdzam, że przyjęty układ i sposób uporządkowania treści jest logiczny i czytelny, typowy dla prac o charakterze badawczym. Generalnie rozprawa napisana jest poprawną polszczyzną i została zilustrowana dużą liczbą rysunków i tabel. Można też uznać, że dobór pozycji bibliograficznych jest trafny i wystarczający.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu, postawionych celów i tez

Przystępując do oceny doboru tematu, postawionych celów i tez wypada zauważyć, że zapotrzebowanie przez gospodarkę światową na cement portlandzki będący podstawowym spoiwem stosowanym w produkcji betonu ciągle rośnie. Nie podlega to żadnej dyskusji. Obecnie jego zużycie liczone jest już w miliardach ton. Nie jest też tajemnicą, że produkcja cementu portlandzkiego przyczynia się

do generowania do atmosfery sporej ilości dwutlenku węgla przez co potęgowany jest tzw. efekt cieplarniany. Pomimo wprowadzania ciągłych udoskonaleń technologicznych i modyfikacji materiałowych w produkcji cementu, a także ponadnarodowych obwarowań prawnych mających spowodować poprawę tej sytuacji, problem „wytwarzania” przez przemysł cementowy ogromnej ilości dwutlenku węgla przedostającego się następnie do atmosfery pozostaje ciągle pierwszoplanowy. Wydaje się, że jedną z dróg prowadzących do znacznego zminimalizowania tego problemu może być wprowadzenie do produkcji betonu i zapraw na szerszą skalę innych spoiw o porównywalnych w stosunku do cementu portlandzkiego właściwościach, ale takich których produkcja jest zdecydowanie bardziej przyjazna dla środowiska, w stosunku do cementu produkowanego na bazie klinkieru. Nadzieje w tym względzie wiąże się z tzw. spoiwami geopolimerowymi, do produkcji których mogą zostać wykorzystane nie tylko tufy wulkaniczne czy metakaolin, ale również odpowiednio uzdatnione uboczne produkty spalania kopalni stałych w postaci popiołów lotnych i żużli wielkopieczowych dostępnych aktualnie w dużych ilościach. W tym obszarze tematycznym prowadzone są badania w wielu ośrodkach naukowych zarówno krajowych jak i zagranicznych.

Dlatego należy wyraźnie powiedzieć, że temat recenzowanej rozprawy doktorskiej wpisuje się idealnie w sygnalizowany wyżej obszar tematyczny. Za jak najbardziej zasadne należy uznać podjęcie się przez Autora rozprawy rozwiązania na drodze badawczej oryginalnego, ambitnego zadania naukowego sprecyzowanego w formie zadań badawczych w celach rozprawy w rozdziale 5, obejmujących: wykonanie w pierwszej kolejności porównawczych badań właściwości dostępnych na rynku budowlanym zapraw naprawczych powstałych na bazie spoiwa geopolimerowego oraz klinkierowego, a następnie wykonanie badań pokazujących jakie są możliwości wykorzystania ubocznych produktów spalania krajowych paliw kopalnych (popiołów lotnych pochodzących z elektrociepłowni Bełchatów i Opole oraz żużla wielkopieczowego pochodzącego z huty Częstochowa) do produkcji spoiw geopolimerowych. Za zasadne należy także uznać tezy rozprawy sformułowane w rozdziale 8. Nie budzą one większych

zastrzeżeń. Z recenzenckiego obowiązku zauważam jednak, że teza pierwsza została sformułowana zbyt ogólnie, a w tezie drugiej należało uściślić, że chodzi o uboczne produkty spalania krajowych paliw kopalnych.

Podsumowując ten fragment recenzji uważam, że podjęty przez Autora rozprawy temat zasługuje na zdecydowanie pozytywną ocenę bo jest aktualny i interesujący tak z poznawczego jak i z aplikacyjnego punktu. Podobnie rzecz ma się ze sformułowanymi w rozprawie celami i tezami, są one zasadne i oryginalne.

3.2. Ocena wartości naukowej rozprawy

Ocenę wartości naukowej rozprawy rozpoczynam stwierdzeniem, że zrealizowane dwuetapowe obszerne własne badania eksperymentalne zostały zaprogramowane właściwie z punktu założonego celu i sformułowanych tez. Metodyka zrealizowanych badań nie budzi większych zastrzeżeń. Badania zostały odpowiednio opisane i udokumentowane. Uzyskane zostały wartościowe rezultaty, które Autor przedstawił czytelnie w formie graficznej w postaci bardzo licznych wykresów, a także w postaci licznych zestawień tabelarycznych. W mojej opinii przeprowadzona została poprawna interpretacja i krytyczna analiza uzyskanych rezultatów zakończona sformułowaniem wniosków.

Po analizie rozprawy uważam, że głównymi osiągnięciami naukowymi Autora są wymienione niżej następujące dokonania.

- Opracowanie oryginalnego programu badań doświadczalnych i konsekwentne jego zrealizowanie.
- Wykazanie na podstawie przeprowadzonych porównawczych ilościowych badań doświadczalnych, że takie właściwości badanych zapraw naprawczych wykonanych na bazie spoiwa geopolimerowego jak wytrzymałości na rozciąganie przy zginaniu i na ściskanie, wytrzymałość na ściskanie w wysokich temperaturach (do + 800°C), skurcz w pierwszych 72 godzinach od rozpoczęcia wiązania, odporność na oddziaływanie środowiska korozyjnego w postaci wodnych roztworów chlorku sodu oraz chlorku wapnia, kształtują się korzystniej lub zdecydowanie korzystniej

(dotyczy to m.in. skurczu) w stosunku do analogicznych właściwości określonych dla badanych zapraw wykonanych na spoiwie klinkierowym.

- Opracowanie na drodze badawczej składu spoiw geopolimerowych zarówno na bazie zmielonego popiołu lotnego glino – krzemianowego bez dodatku i z dodatkiem różnej ilości zmielonego granulowanego żużla wielkopieczowego, jak również na bazie zmielonego popiołu lotnego wapniowego bez dodatku i z dodatkiem ww. żużla, aktywowanych wodorotlenkiem sodu albo potasu.
- Ustalenie na drodze badawczej optymalnego czasu mielenia popiołu lotnego i tym samym jego rozdrobnienia, korzystnego z uwagi na wytrzymałość na ściskanie wykonanych na jego bazie zapraw geopolimerowych.
- Wykazanie na drodze badawczej, że istnieje wyraźna zależność wytrzymałości na ściskanie zapraw geopolimerowych sporządzonych na bazie spoiw o składach wybranych spośród opracowanych od: temperatury dojrzewania i czasu jej oddziaływania, rodzaju i stężenia zastosowanego aktywatora alkalicznego, stosunku żużla wielkopieczowego do popiołu lotnego.
- Opisanie zależnościami matematycznymi i tym samym uogólnienie wykazanych na drodze badawczej zależności wytrzymałości na ściskanie zapraw geopolimerowych od wymienionych powyżej parametrów.

4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Podczas czytania rozprawy nasunęły mi się, w kolejności, następujące uwagi krytyczne i dyskusyjne.

- a) W tytule pracy w miejsce słowa, betonów, lepiej było użyć słowa, kompozytów. Ponadto wnoszę uwagi do numeracji rozdziałów. Bez uszczerbku dla czytelności pracy można było zrezygnować z numerowania rozdziałów, w których zamieszczono streszczenia w j. polskim i angielskim, wykaz podstawowych oznaczeń i symboli bibliografię, spisy rysunków i tabel, a ponadto w jednym

rozdziale (z „rozbiciem” na podrozdziały) warto było umieścić: podsumowanie, wnioski i kierunki dalszych badań.

- b) Nazwa rozdziału 5 powinna brzmieć cele i zakres pracy (bo w pracy postawiono dwa cele), a rozdziału 8 powinien brzmieć: tezy pracy.
- c) Ad. s. 19, podpis pod rysunkiem 6.1. nie jest pełny – brakuje w nim fragmentu tekstu, który stał się pierwszym zdaniem pod rysunkiem.
- d) Tabele na s. 26 i s. 35 mają ten sam nr (6.5).
- e) Opis programu badań (rozd. 9) jest mało uporządkowany, występują w nim pewne braki, powtórki i nieścisłości podanych tam informacji. Przykładowo, nie podano jak badano skurcz, natomiast dwukrotnie podano, że dodatkowo określono skurcz badanych twardniejących zapraw (patrz. s. 56 i 71) aby następnie w rozdz. 10 wyniki badań skurczu wyeksponować jako pierwszoplanowe (p. rozdz. 10.1.1).
- f) W tabelach 10.4 - 10.7 i 10.8 - 10.15 zamieszczone zostały rezultaty badań wytrzymałościowych, ale w kolumnie 1 symbole i jednostki nie odnoszą się do wytrzymałości na ściskanie.
- g) Ad. p. rozdz. 10.1.2. warto było jeszcze w tym podrozdziale zestawić na zbiorczych porównawczych wykresach słupkowych rezultaty badań wytrzymałościowych (na ściskanie oraz na rozciąganie przy zginaniu) dla zapraw M1, M2, M3 i M4 jeżeli nie we wszystkich terminach badawczych to przynajmniej po 28 dniach. Obecnie w celu porównania rezultatów badań przedstawiających w tym podrozdziale trzeba wertować strony od 85 do 95.
- h) Ad. s. 95, p. rozdz. 10.1.3, 1 wg, sprawdzić można wytrzymałość stwardniałych zapraw, a nie mieszanek.
- i) W p. rozdz. 10.2.3 na s. 124 – 135, w tabelach 10.42 – 10.59 podano rezultaty badań wytrzymałościowych próbek M1, M2, M3, M4, M5, M6 wytworzonych z mieszaniny popiołu lotnego oraz żużla wielkopiecowego, bez wyjaśnienia co oznaczają przyjęte w tych tabelach symbole A1 – A8 i ponadto, dopiero na s.136 – po omówieniu uzyskanych rezultatów badań - podano jakie były proporcje poszczególnych mieszanek.

- j) Co jest y - kiem a co x – em w równaniach podanych na poszczególnych rysunkach od 11.2 do 11.12.
- k) Rozdział 12 zatytułowany: „Znaczenie uzyskanych rezultatów badań dla praktyki budowlanej” w obecnej postaci zawiera jedynie ogólnikowe sformułowania (część z nich została już wcześniej podana, np. w rozdz. 7), nie nawiązujące do uzyskanych w rozprawie wyników badań. W tej sytuacji bez żadnego uszczerbku dla wartości pracy, można by go w całości usunąć.
- l) Ad. rozdział 14 (Wnioski). W mojej opinii należało sformułować bardziej szczegółowe wnioski zawierające w swojej treści konkretne rezultaty uzyskane z przeprowadzonych przez Autora badań. Oczekuję, że podczas publicznej obrony rozprawy Autor właśnie takie wnioski przedstawi. Ponadto, wniosek na 6 mówiący, że użycie zapraw geopolimerowych pozwala na lepsze zabezpieczenie stali zbrojeniowej w konstrukcjach żelbetowych, jest „intuicyjny” bo Autor takich badań w rozprawie nie zamieścił. Natomiast dwa ostatnie wnioski, zapisane na s. 171, będące powtórzeniami z analizy literatury przedmiotu można bez uszczerbku dla wartości rozprawy usunąć.
- m) Podczas publicznej obrony rozprawy proszę o zaprezentowanie jasno sformułowanych (bez formy opisowej) konkretnych kierunków dalszych badań, które Autor widzi, bo te które zostały zamieszczone w rozdz. 15 rozprawy mają formę „rozmytą”.
- n) W spisie bibliografii (rodz. 16) występuje duża dowolność w odniesieniu do formy opisu bibliograficznego poszczególnych pozycji, przykładowo: w poz. 12 podano nazwę czasopisma w skrócie nie podając ani tytułu artykułu ani jego numeru i stron, dla odmiany w poz. 59 podano pełny opis bibliograficzny z pełną nazwą czasopisma, w poz. 63 podano nr ISSN a w poz. 71 nr DOI, w poz. 124 podano w nawiasie nazwę wydawnictwa i miejsce wydania, a w poz. 146 bez nawiasu tylko nazwę wydawnictwa. Ponadto podtytułem wyróżniono spis norm, instrukcji, wytycznych w sytuacji, gdy spis zawiera wyłącznie normy.

5. Wnioski końcowe

Opiniowana rozprawa doktorska mgra inż. Macieja Króla rozwiązuje oryginalne zadania naukowe dotyczące badania właściwości kompozytów otrzymanych na bazie spoiw geopolimerowych.

Sformułowane w rozprawie cele zostały moim zdaniem osiągnięte, a tezy udowodnione.

Autor rozprawy wykazał się wystarczającą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem, umiejętnościami programowania i prowadzenia badań doświadczalnych. Zrealizował moim zdaniem bardzo obszerny zakres badań, otrzymał oryginalne i wartościowe rezultaty, przeanalizował je i krytycznie ocenił oraz skonkludował poprawnymi wnioskami. Podjął także próbę sformułowania kierunków dalszych badań. Świadczy to o Jego dobrym przygotowaniu i predyspozycjach do samodzielnego prowadzenia prac naukowo – badawczych.

Uwagi krytyczne zawarte w punkcie 4 recenzji nie obniżają wartości merytorycznej i ogólnej pozytywnej oceny rozprawy. Maja one charakter dyskusyjny, ale też i porządkowy. Mam nadzieję, że Autor zechce je wykorzystać podczas przygotowania artykułów do czasopism naukowych.

W mojej opinii rozprawa wnosi w przedmiotowym temacie znaczny wkład w rozwój wiedzy w dyscyplinie budownictwo, mając znaczenie naukowe i praktyczne.

Oznacza to, że recenzowana rozprawa spełnia wymogi odnośnie do prac doktorskich zawarte w Ustawie o tytule i stopniach naukowych i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 roku (Dz. U. nr 65, poz. 595) oraz Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 22.09.2011 r.(Dz. U. nr 204, poz. 1200), a w związku z tym wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

17.05.