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

Wrocław, 3 września 2020 r.

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgra inż. Mahmouda Hsino

pt.: „Zastosowanie materiałów zmiennofazowych do pielęgnacji betonu w warunkach klimatu zwrotnikowego suchego".

1. **Podstawa formalna opracowania recenzji**

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 14 lipca 2020 roku oraz pismo Rady Dyscypliny z dnia 17 lipca 2020 roku znak RD/d/04/02/2020, podpisane przez Przewodniczącego Rady Dyscypliny Pana prof. dr. hab. inż. Franciszka Tomaszewskiego.

2. **Przedmiot i zawartość rozprawy**

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgra inż. Mahmouda Hsino pt.: „Zastosowanie materiałów zmiennofazowych do pielęgnacji betonu w warunkach klimatu zwrotnikowego suchego". Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Józef Jasiczak. Rozprawa ta, mająca charakter badawczy i licząca 237 stron - w tym dwa załączniki liczące łącznie 47 stron, składa się z 7 rozdziałów i zawiera łącznie, 188 rysunków (w tym 78 w załącznikach) oraz 55 tabel.

Rozprawę rozpoczyna streszczenie, w językach polskim i angielskim, po którym umieszczono spis skrótów.

Rozdział 1 to wprowadzenie, w którym autor rozprawy umieścił w kolejności: wstęp i uzasadnienie podjętego tematu (1.1), cel i tezy pracy (1.2), hipotezy badawcze (1.3), zakres rozprawy (1.4). Rozdział zakończono spisem wykorzystanej literatury liczącym 17 pozycji (w tym 3 pozycje współautorskie i jedna autorska doktoranta).

W rozdziale 2 omówiono znaczenie procesu pielęgnacji betonu, ze zwróceniem uwagi na specyfikę syryjskiego budownictwa betonowego i klimatu syryjskiego. Rozdział zakończono spisem wykorzystanej literatury liczącym 17 pozycji.

Rozdział 3 omawia metody pielęgnacji betonu w klimacie gorącym i suchym, w tym m.in. zastosowania i charakterystykę materiałów zmiennofazowych (PCM – skrót od angielskiej nazwy Phase Change Materials). Rozdział zakończono spisem wykorzystanej literatury liczącym 65 pozycji (w tym 1 pozycja współautorska doktoranta nie wymieniona w rozdziałach 1 i2).

W rozdziale 4 podano program badań własnych i omówiono wykorzystane do badań materiały i metody badań laboratoryjnych. Rozdział kończy spis wykorzystanej literatury liczący 11 pozycji, głównie norm.

W rozdziale 5 zamieszczono wyniki badań własnych i ich analizę. Części I tego rozdziału zawiera rezultaty badań i analiz dotyczące wymiany ciepła w komorze klimatycznej, natomiast w części II zamieszczono rezultaty badań cech fizycznych i mechanicznych betonu. Rozdział zakończono spisem wykorzystanej literatury liczącym 12 pozycji.

Rozdział 6 zawiera ocenę przydatności proponowanej technologii pielęgnacji betonu. W zakończeniu rozdziału zamieszczono spis wykorzystanej literatury liczący 14 pozycji.

Rozdział 7 zawiera wnioski ogólne i szczegółowe wynikające z przeprowadzonych badań i analiz. W rozdziale tym zamieszczono ponadto perspektywy dalszych badań.

Rozprawę kończą dwa załączniki zawierające szczegółowe rezultaty badań doświadczalnych.

Po zapoznaniu się z recenzowaną rozprawą stwierdzam, że jej treść jest zgodna z tytułem, a przyjęty układ i uporządkowanie treści jest logiczne i czytelne. Biorąc pod uwagę fakt, że język polski nie jest językiem ojczystym doktoranta, rozprawę napisano bardzo dobrą polszczyzną. Zilustrowano ją dużą liczbą rysunków i tabel. Dobór pozycji bibliograficznych wydaje się być trafny i wystarczający, ale oceny tej nie ułatwia zaproponowany przez doktoranta sposób zestawienia literatury, mianowicie, po każdym rozdziale i nie w kolejności alfabetycznej.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu, postawionego celu i hipotez badawczych

Problem pielęgnowania świeżego i młodego betonu zalicza się do ważnych i ciągle aktualnych. Nie podlega dyskusji, że większość zachodzących w betonie procesów fizykochemicznych rozwija się i zachodzi podczas tężenia mieszanki betonowej i w początkowym okresie dojrzewania. Dlatego pielęgnowanie betonu w tym okresie, mające na celu zabezpieczyć go przed nadmierną utratą wilgoci oraz zapewnić mu optymalne warunki cieplne, jest zagadnieniem dużej wagi. Brak pielęgnacji lub niewłaściwe zrealizowanie tego ważnego zabiegu technologicznego bardzo często niweczy trud włożony w uzyskanie betonu o żądanych parametrach, przynosząc nieodwracalne negatywne skutki w postaci zbyt niskiej wytrzymałości w stosunku do oczekiwanej i zazwyczaj istnienia niedopuszczalnych rys i pęknięć skutkujących obniżona trwałością lub wręcz nieprzydatnością do eksploatacji wykonanych z niego konstrukcji.

Świeży i młody beton jest szczególnie podatny na takie szkodliwe dla niego czynniki atmosferyczne jak wysoka temperatura powietrza połączona z niską wilgotnością względna powietrza oraz silne nasłonecznienie. Warunki te są charakterystyczne dla klimatu zwrotnikowego suchego. Jest jasne, że szybkie i intensywne odparowanie wilgoci z betonu wykonywanego w tym klimacie, potęgowane ciepłem wydzielanym podczas hydratyzacji cementu, sprzyja powstawaniu w jego strukturze znacznych gradientów termicznych i wilgotnościowych. Stwarza to istotne problemy wykonawcze. Następstwem tych gradientów są naprężenia przewyższające niską wytrzymałość na rozciąganie młodego betonu, co z reguły skutkuje powstaniem niepożądanych rys i pęknięć. Oczywiście znanych jest i stosowanych w praktyce wiele różnych metod pielęgnowania betonu, mających za zadanie przeciwstawić się temu zjawisku, Doktorant sklasyfikował i pokrótce opisał te metody w rozprawie. Należy jednak podkreślić, że nie jest w pełni poznana skuteczność wszystkich tych metod w różnych warunkach klimatycznych. Stwierdzenie to dotyczy m. in. innowacyjnej metody pielęgnacji wykorzystującej materiały zmiennofazowe, wprowadzane do betonu na etapie przygotowywania mieszanki betonowej.

Na podstawie dotychczasowych badań wykonanych w różnych ośrodkach można wywnioskować o przydatności materiałów zmiennofazowych do pielęgnacji świeżego i młodego betonu. Brak jest jednak w tej kwestii obszernych badań ilościowych dotyczących efektów wykorzystania różnych rodzajów materiałów zmiennofazowych do pielęgnacji świeżego i młodego betonu tężejącego w warunkach klimatu zwrotnikowego suchego.

Dlatego uważam, że podjęcie przez doktoranta ambitnego zadania dotyczącego wykazania na drodze badawczej ilościowych efektów zastosowania wytypowanych materiałów zmiennofazowych do pielęgnacji betonu w warunkach klimatu zwrotnikowego suchego jest jak najbardziej zasadne bo wypełnia lukę w literaturze. Stwierdzam, że temat recenzowanej rozprawy jest aktualny, interesujący poznawczo i aplikacyjnie, zasługujący na bardzo pozytywną ocenę. Podobnie rzecz ma się z celem rozprawy i sformułowanymi hipotezami badawczymi. Cel rozprawy został sformułowany poprawnie i jest oryginalny, poprawnie sformułowane zostały także hipotezy badawcze.

3.2. Ocena wartości naukowej rozprawy

Ocenę wartości naukowej rozprawy rozpoczynam od stwierdzenia, że zrealizowane przez doktoranta własne badania doświadczalne zostały zaplanowane właściwie, z punktu założonego celu. Metodyka zrealizowanych badań nie budzi w zasadzie większych zastrzeżeń. Badania zostały wystarczająco opisane i udokumentowane. Uzyskane rezultaty badań przedstawiono w sposób czytelny w formie graficznej w postaci dużej liczby rysunków i tabel. W mojej opinii przeprowadzona została poprawna interpretacja i krytyczna analiza uzyskanych rezultatów i na tej podstawie wyciągnięte zostały poprawne wnioski, chociaż wnioski szczegółowe zamieszczone w rozdziale 7.2 powinny być bardziej szczegółowo sformułowane (konkretne rezultaty i ustalenia z badań powinny zostać jasno „powiązane" z tym rodzajem badanego PCM, dla którego je uzyskano).

Po analizie rozprawy uważam, że do głównych osiągnięć naukowych doktoranta można zaliczyć między innymi:

- Opracowanie oryginalnego programu badań doświadczalnych i jego konsekwentne zrealizowanie, oraz opracowanie oryginalnej metodyki badań.

- Zbudowanie stanowiska badawczego umożliwiającego modelowanie dobowych zmian temperatury otoczenia charakterystycznych dla klimatu zwrotnikowego suchego występującego w Syrii, z równoczesnym pomiarem temperatury w tężejącym i dojrzewającym w tych warunkach świeżym i młodym betonie.
- Wykazanie na podstawie obszernych ilościowych pomiarów temperatury otoczenia i wewnątrz tężejącego i dojrzewającego w tym otoczeniu świeżego i młodego betonu wykonanego z dodatkiem użytych do badań materiałów zmiennofazowych oraz betonu referencyjnego bez tego dodatku, że materiały te skutecznie redukują przyrost temperatury w betonie i znacząco przesuwają w czasie „pik termiczny", w porównaniu z betonem referencyjnym.
- Wykazanie na podstawie przeprowadzonych obszernych ilościowych pomiarów, że równoczesne zastosowanie do betonu dwóch materiałów zmiennofazowych o różnych zakresach temperaturowych przemiany fazowej i o różnej pojemności cieplnej daje lepsze efekty w odniesieniu do temperatury tężejącego i dojrzewającego młodego betonu oraz przesunięcia „piku termicznego", niż zastosowanie w tym celu tylko jednego z tych materiałów.
- Ilościowe wykazanie na podstawie przeprowadzonych badań, że dojrzałe betony wykonane z użytymi do badań materiałami zmiennofazowymi charakteryzują się m.in. niższą wytrzymałość na ściskanie oraz większą nasiąkliwość i ścieralność, w porównaniu z betonem referencyjnym.
- Dokonanie kilkuwariantowej analizy przydatności materiałów zmiennofazowych do pielęgnacji betonu z wykorzystaniem do tego celu metody AHP (Analytic Hierarchy Proces) oraz zaproponowanie na tej podstawie tablicy decyzyjnej zastosowania tych materiałów do pielęgnacji świeżego i młodego betonu w warunkach klimatycznych panujących w Syrii.

4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Podczas czytania rozprawy nasunęły mi się, w kolejności, następujące uwagi krytyczne i dyskusyjne, różnej wagi, oraz pytania do doktoranta.

a) S. 13, 11wd, jest pomyłka w nr rysunku. Jest 1.4, a powinno być 1.2.

b) Rozdział 1.2 lepiej było nazwać: Cel pracy – bo tezy w tym rozdziale nie zostały wyraźnie sprecyzowane. W tym miejscu pragnę wyjaśnić, że w rozprawach doktorskich tezy nie są wymagane, wystarczy podanie celu.

c) Rys. 2.5 (s.34) i rys. 2.6 (s.35) – podpisy pod tymi rysunkami nie są pełne – pomijają rys. b).

d) Rys. 2.7 (s.37) – opis na osi pionowej nie uwzględnia pokazanego również na tym rysunku wykresu dotyczącego wilgotności względnej powietrza.

e) S. 40, 5wg, słowo wewnętrznej, nie jest potrzebne, bo nie ma struktury wewnętrzne i jest struktura.

f) Pytanie do doktoranta, nawiązujące do zdania zapisanego na s. 55 w 15wg. Proszę wyjaśnić, dlaczego obniżona temperatura mieszanki betonowej wywołuje zmniejszenie szybkości wydzielania ciepła przez cement?

g) Rys. 3.18 (s.62), korekty wymaga podpis pod rysunkiem i pierwsze zdanie pod podpisem; na rys. 3.19 (s.64) opisy są w j. angielskim – powinny być w j. polskim.

h) Pozytywnie odbieram samokrytykę doktoranta zapisaną na s. 77 w 17 – 18 wg.

i) Wszystkie ważne informacje dotyczące cykli badań (podane np. na s. 77 – 79 i dalej w rozdz. 5) warto było zestawić w układzie tabelarycznym – w jednej tabeli. Chodzi o: nr cyklu, nazwę i rodzaj PCM, ilość PCM i charakteryzujące go parametry, liczbę i wymiary próbek. „Rozstrzelenie" tych wszystkich informacji w tekście pogarsza czytelność rozprawy.

j) S. 84, mówiąc o próbkach wywierconych (pobranych) z płyt warto stosować nazwę próbki rdzeniowe, a nie odwierty rdzeniowe.

k) Pytanie do doktoranta, nawiązujące do s. 87, 13w. Proszę podać w jakiej temperaturze suszono próbki rdzeniowe i co należy rozumieć przez „suche"?

l) S. 101, wniosek c) jest przedwczesny, rozdz. 5.1 nie zawiera badań wytrzymałościowych.

m) S. 114, proszę objaśnić zamieszczone na tej stronie obliczenia (Cr) – gdzie należy w rozprawie szukać wartości podanych w liczniku i w mianowniku.

n) Rys. 5.42 (s. 133) – brak jest opisu krzywych (co oznaczono kolorem czerwonym, a co zielonym).

o) Na s. 138 – 142, zaburzona została numeracja rysunków. Po rys. 5.46 pojawiły się rys. 5.2, 5.3, 5.5, 5.6, i 5.16, które zdublowano ze s. 94, 96, 99, 100 i z zał. 1, a wystarczyło w tekście tylko przywołać te rysunki.

p) W tab. 5.15 (s. 145) nie podano wartości sił niszczących F; w tab. 5.17 i 5.18 (s. 148 i 149) w ostatniej kolumnie zamiast wytrzymałość napisano nacisk; w tab. 5.19, 5.20 i 5.21 (s. 150, 151 i 152) we wzorze zamiast oznaczenia n_w jest m_n.

q) Rys. 5.51 – 5.54 (s. 163 – 184) nie podano skali co sugerują podpisy, ani krotności powiększeń.

r) W rozdziale 7 (wnioski) brak jest przynajmniej jednego wniosku wynikającego z analiz dokonanych w rozdziale 6.

s) Warto było uporządkować sposób zapisu literatury w poszczególnych rozdziałach (przykładowo podaję tylko jedną uwagę odnoszącą się do poz. 3.1, 3.2 i 3.3 na s. 68; imię autora podano na trzy różne sposoby: pełne przed nazwiskiem, inicjał imienia przed nazwiskiem, inicjał imienia po nazwisku).

5. Wnioski końcowe

Recenzowana rozprawa doktorska mgra inż. Mahmouda Hsino rozwiązuje oryginalne zadanie naukowe dotyczące zastosowania materiałów zmiennofazowych do pielęgnacji betonu w warunkach klimatu zwrotnikowego suchego.

Sformułowany w rozprawie cel został moim zdaniem osiągnięty.

Doktorant wykazał się dobrą znajomością aktualnego stanu wiedzy w zakresie objętym tematem, umiejętnościami programowania i prowadzenia badań doświadczalnych. Zrealizował obszerny zakres tych badań, otrzymał oryginalne wyniki, przeanalizował je, krytycznie ocenił i sformułował poprawne wnioski, podał perspektywy 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. Mają one charakter dyskusyjny, i porządkowy i powinny być użyteczne dla Autora przy przygotowywaniu artykułów do czasopism naukowych.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa wnosi w przedmiotowym temacie istotny twórczy wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa i transport, ma znaczenie naukowe i aplikacyjne.

Biorąc powyższe pod uwagę stwierdzam, iż recenzowana rozprawa spełnia wymogi ustawowe stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. poz. 1669), art. 14 ust. 1 pkt. 1, ust. 2 pkt 2 ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z późn. zm.), rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim ...(Dz. U. poz. 261) i w związku z tym wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.