

dr hab. inż. Beata Nowogońska, prof. UZ
Uniwersytet Zielonogórski
Instytut Budownictwa
65-516 Zielona Góra
ul. prof. Z. Szafrana 1
tel. +48 603 787 133
b.nowogonska@ib.uz.zgora.pl

Zielona Góra, 09.05.2024 r.

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Alaa Al-SAEDI
pt. "FLEXIBLE PROCEDURE FOR READY MIX CONCRETE
PRODUCTION, DELIVERY, AND PLACEMENT
IN DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS
BY MONITORING AND LEARNING"**

**„ELASTYCZNOŚĆ PROCESÓW PRODUKCJI, DOSTAWY I SKŁADOWANIA
BETONU TOWAROWEGO W RÓŻNYCH WARUNKACH ŚRODOWISKOWYCH
POPRAZ MONITOROWANIE I UCZENIE SIĘ"**

1. Podstawa formalna recenzji

Recenzja została opracowana na prośbę Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej prof. dr hab. inż. Jacka Pielechy, zawartą w piśmie nr RD/d/36/02/2024 z dnia 08.03.2024 r. Podstawę formalną recenzji stanowi Uchwała Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 05.03.2024 r.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Alaa Al-Saedi pt. „Flexible Procedure for Ready Mix Concrete Production, Delivery, and Placement in Different Environmental Conditions by Monitoring and Learning”. Pracę przygotowano na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej pod kierunkiem dr hab. inż. Jerzego Paślawskiego, prof. PP, pełniącego funkcję promotora w przewodzie doktorskim.

3. Układ i treść rozprawy

Opiniowana rozprawa doktorska napisana jest w języku angielskim, obejmuje 273 strony maszynopisu, łącznie ze spisem literatury, rysunków i tabel. Właściwe opracowanie poprzedza streszczenie pracy w języku polskim i angielskim, wykaz ważniejszych oznaczeń, wykaz publikacji autora oraz spis treści.

Rozprawa podzielona jest na 9 rozdziałów.

Rozdział pierwszy zawiera uzasadnienie podjęcia tematu z podkreśleniem wagi problemów związanych z wpływem warunków środowiskowych na jakość betonu stwardniałego. W rozdziale pierwszym Autor sformułował cele pracy, wskazał metody i narzędzia badawcze, przedstawił zakres prowadzonych badań oraz strukturę pracy.

W rozdziale drugim zdefiniowane są zagadnienia dotyczące warunków środowiskowych, procesu zarządzania produkcją i jakością betonu oraz zastosowanych narzędzi badawczych.

Rozdział trzeci zawiera opis stanu wiedzy na temat efektywnego procesu zarządzania produkcją, m. in. stosowanych metod planowania wdrożeń, efektywnej organizacji etapów technologicznych oraz metod kontrolowania efektów produkcji.

W rozdziale czwartym przedstawione są elementy, etapy i metody procesu produkcyjnego betonu towarowego.

Rozdział piąty zawiera opis i wyniki badań własnych dotyczących jakości mieszanki betonowej RMC i efektywności jej dostarczania na plac budowy. Przedstawione są wyniki analizy metodą Six Sigma, wyniki symulacji Monte Carlo oraz analizy trybów i skutków awarii. Przeprowadzone zostały testy laboratoryjne jakości wody zarobowej (18 próbek testowych), badania właściwości kruszywa i cementu (93 próbek testowych) oraz badania mieszanki betonowej dotyczące czasu mieszania, czasu dostawy, czasu rozładowania (81 przypadków).

Rozdział szósty poświęcony jest prezentacji wyników badań laboratoryjnych jakości mieszanki betonu towarowego (razem 66 próbek) z uwzględnieniem czasu dostawy, produkcji mieszanki betonowej i lokalizacji surowców dla różnych warunków pogodowych.

Rozdział siódmy zawiera opis i wyniki badań pełnego procesu produkcyjnego betonu towarowego. Zbadanych zostało 80 próbek mieszanki RMC oraz 48 próbek mieszanki udosконаłonej dla różnych warunków środowiskowych: temperatury atmosferycznej, wilgotności względnej powietrza, prędkości wiatru, szybkości parowania wody w stacjonarnej betoniarni oraz na placu budowy.

W rozdziale ósmym przedstawione są wyniki badań generowania elastycznych procedur produkcji betonu. Przedstawione są dwa przypadki predyktorów: pierwszy to jakość materiałów, drugi przypadek dotyczy warunków dostaw mieszanki betonowej na plac budowy.

Oba przypadki zostały poddane analizie w celu przewidywania parametrów: temperatury mieszanki betonowej, jej konsystencji, zawartości powietrza w mieszance betonowej, porowatości, gęstości i wytrzymałości na ściskanie betonu towarowego dla różnych warunków pogodowych. Wyniki tych badań stanowiły dane wejściowe do uczenia i testowania sztucznych sieci neuronowych.

W rozdziale dziewiątym zawarte są wnioski analiz wyników przeprowadzonych badań oraz wskazanie kierunków dalszych badań.

Zamieszczony wykaz literatury zawiera 161 pozycji, wszystkie w języku angielskim. Dodatkowo praca zawiera spis publikacji doktoranta, obejmujący 5 pozycji współautorskich.

Struktura pracy jest logiczna. Układ, kolejność i zakres poszczególnych części rozprawy jest starannie dobrany i w wyczerpujący sposób przedstawia zakres badań, cel i tezy pracy, metodykę badań, wyniki i analizy przeprowadzonych badań oraz wnioski końcowe.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

4.1. Ocena doboru tematu rozprawy

Proces zarządzania obejmuje działania wzajemnie powiązane, których realizacja jest niezbędna dla uzyskania określonego rezultatu. W przypadku zarządzania procesem produkcji betonu towarowego występują działania zintegrowane w zakresie warunków środowiskowych, organizowania produkcji, planowania transportu oraz kontroli i analizy wyników.

Podjęty temat badań zarządzania procesem produkcji betonu towarowego mieści się w przedmiocie badań w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport. Doktorant zajął się zagadnieniem, które nie zostało jeszcze w dostatecznym stopniu zbadane, proponuje autorskie podejście, w którym wskazuje odpowiednie narzędzie do rozwiązania tego problemu. Podjęte badania posiadają zarówno walor naukowy jak i duże znaczenie praktyczne szczególnie w krajach narażonych na gorące warunki klimatyczne.

Oceniam podjęty w pracy doktorskiej temat jako zasadny do rozważań naukowych, a zaproponowaną autorską metodę badań elastyczności systemu zarządzania procesem produkcji betonu towarowego w różnorodnych warunkach środowiskowych, uważam jako użyteczną w praktyce budowlanej.

4.2. Ocena celu, tezy rozprawy oraz metody rozwiązania postawionego problemu

Na podstawie przeglądu literatury, przeprowadzonych analiz, Doktorant sformułował cele rozprawy.

Cel główny:

„Głównym celem jest osiągnięcie pożądanego poziomu jakości betonu towarowego (RMC), zwłaszcza jeśli chodzi o wytrzymałość na ścislenie betonu, aby sprostać oczekiwaniom klientów określonym przede wszystkim przez podanie klasy zamawianego betonu towarowego.”

Cele szczegółowe:

- 1) analiza systemu kontroli jakości betonu towarowego w węźle betoniarskim z uwzględnieniem niezgodnej z normami jakości materiałów i niestabilnych parametrów mieszanki betonowej, m. in.: temperatury, wilgotności, szybkości parowania, zawartości powietrza;
- 2) opracowanie strategii dostaw surowców w różnych warunkach środowiskowych;
- 3) opracowanie wskazówek mających na celu poprawę systemu produkcji;
- 4) monitorowanie zmian parametrów początkowych mieszanki betonowej, odpowiadających wymaganiom klienta na placu budowy w trzech sezonach: wiosna, lato i zima;
- 5) generowanie elastycznej procedury produkcji betonu towarowego przez zmniejszanie ilości materiałów o niskiej jakości, stabilizację parametrów mieszanki betonowej i przewidywanie zmiennych właściwości betonu towarowego.

Realizacja celów wymagała od Autora przeprowadzenia studiów literaturowych, wykazania się wiedzą ze znajomości zagadnień teoretycznych dotyczących zarządzania jakością betonu towarowego, a także umiejętnością posługiwania się metodami badawczymi określającymi jakość betonu towarowego. Doktorant sformułował problem – konieczność budowy narzędzia określającego procedurę doskonalenia produkcji betonu towarowego w różnorodnych warunkach środowiskowych - i samodzielnie go rozwiązał.

Przeprowadzone analizy zarządzania procesami oparte na metodzie AHP (Analytic Hierarchy Process) wdrażanej oprogramowaniem Expert Choice, pozwoliły na opracowanie metody podejmowania decyzji dotyczących zmian parametrów mieszanki betonowej. W rozprawie wykorzystuje się różne narzędzia i metody, takie jak monitorowanie w czasie rzeczywistym, Six Sigma, symulację Monte Carlo, analizę FMEA (Failure mode and effects analysis) oraz prognozowanie dzięki zastosowaniu sztucznych sieci neuronowych ANN.

Podstawowy cel pracy, dotyczący stabilizacji i poprawy parametrów betonu towarowego RMC w zakładzie (SCBP) i na budowie, został osiągnięty. Jak wykazał Doktorant jest to możliwe przez obniżenie temperatury RMC, zmniejszenie szybkości parowania, poprawę urabialności, zmniejszenie zawartości powietrza, zmniejszenie porowatości, zwiększenie gęstości, co w efekcie może poprawić wytrzymałość betonu na ściskanie nawet o ponad 50%. Udało się także zastosowanie sztucznych sieci neuronowych do przewidywania właściwości stwardniałego betonu na podstawie różnych warunków wykonywania mieszanki betonowej.

Cel nr 1 został osiągnięty dzięki połączeniu zasad zarządzania projektem z zasadami zarządzania jakością w jednym procesie, co pozwoliło na analizę skuteczności systemu jakości w węźle betoniarskim SCBP.

Cel nr 2 został osiągnięty dzięki zastosowaniu monitorowania dostaw i dostawców w różnych warunkach wykorzystując Six Sigma, symulację Monte Carlo i analizy FMEA.

Cel nr 3 został osiągnięty dzięki opracowaniu zaleceń dotyczących ciągłości produkcji, zapewnienia odpowiedniej zawartości wilgoci, trwałej temperatury składników betonu i dokładnego dozowania.

Cel nr 4 został osiągnięty dzięki uzyskaniu poprawy właściwości mieszanki betonowej RMC oraz ustabilizowanych parametrów: temperatury, wilgotności, czasu dostawy, szybkości parowania, zawartości powietrza, porowatości.

Cel nr 5 osiągnięty dzięki opracowaniu predykcji jakości materiałów, czasu transportu mieszanki betonowej i predykcji wytrzymałości na ściskanie RMC.

Podsumowując ocenę merytoryczną rozprawy, do istotnych osiągnięć naukowych Doktoranta zaliczam:

1. opracowanie systemu zarządzania jakością produkcji mieszanki betonowej w węźle betoniarskim,
2. określenie wpływu warunków środowiskowych na wytrzymałość na ściskanie betonu stwardniałego,
3. opracowanie metody prognozowania wytrzymałości na ściskanie betonu towarowego dla określonych warunków środowiskowych,
4. opracowanie modelu efektywnego procesu produkcji betonu towarowego w różnych warunkach środowiskowych.

Mgr inż. Alaa Al-Saedi przedstawił oryginalne rozwiązanie problemu naukowego wykazując się umiejętnością samodzielnej pracy naukowej. Opracował metodykę badań i ją zrealizował, zbudował oryginalne narzędzie wspomagające proces zarządzania produkcją betonu towarowego w różnorodnych warunkach środowiskowych.

5. Uwagi krytyczne

Przy ogólnej pozytywnej ocenie rozprawy nasuwają się pewne uwagi. Mają one charakter dyskusyjny, nie obniżają walorów naukowych, warsztatowych i poznawczych zawartych w treści pracy, jednakże wymagają ustosunkowania się do nich przez Autora rozprawy.

5.1. Uwagi dotyczące kwestii merytorycznych

Moim zdaniem rozdziały 5 i 6 powinny zawierać również informacje dotyczące badań prowadzonych w Polsce. Brakuje przykładów badań prowadzonych w jednostkach naukowych w kraju np. w Akademii Górniczo-Hutniczej pod kierunkiem prof. Jana Deji lub na Politechnice Śląskiej pod kierunkiem prof. Zbigniewa Giergicznego.

5.2. Uwagi dotyczące edycji pracy i poprawności językowej

Ponadto zauważyłam usterki redakcyjne (drukarskie i stylistyczne):

1. str. tytułowa – str. I w. 3 i 4 od dołu – określenie „for the degree of Doctorate of Philosophy” jest błędne, powinno być “stopień doktora w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport”;

2. fragmenty tekstu, zawierające opisy zawartości rysunków powinny być przed rysunkami a nie po nich;
3. str. 126 rys. 6.22 - w nagłówku rysunku powinno być „v” zamiast „&”;
4. str. 127 rys. 6.23 i 6.24 - w nagłówku rysunku powinno być „v” zamiast „&”;
5. str. 128 rys. 6.25 – w nagłówku rysunku powinno być „v” zamiast „&”.

6. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy istotnych dla budownictwa aktualnych zagadnień związanych z procesem zarządzania procesem produkcji betonu towarowego w różnorodnych warunkach środowiskowych. Obok wartości naukowych i poznawczych dysertacja ma duże znaczenie dla praktyki budowlanej.

Wskazane wyżej uwagi krytyczne należy traktować jako dyskusyjne i służące ewentualnemu uwzględnieniu w dalszych pracach badawczych i publikacjach Doktoranta.

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Alaa Al-Saedi stanowi oryginalne rozwiązanie postawionego problemu naukowego i wnosi wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie naukowej, umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej i wykorzystania odpowiednich metod naukowych i technik badawczych.

W związku z powyższym uważam, że przedłożona przez Pana mgr inż. Alaa Al-Saedi rozprawa doktorska pt. „Flexible Procedure for Ready Mix Concrete Production, Delivery, and Placement in Different Environmental Conditions by Monitoring and Learning” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Stawiam wniosek o przyjęcie pracy i wnoszę o dopuszczenie Pana mgr inż. Alaa Al-Saedi do publicznej obrony przedstawionej rozprawy doktorskiej.

