

Prof. dr hab. inż. Anna SOBOTKA
Akademia Górniczo-Hutnicza
30-059 Kraków Al. Mickiewicza 30
Tel.501287737, e-mail: sobotka@agh.edu.pl

Kraków, dnia 6.11.2024r.

RECENZJA
rozprawy doktorskiej mgr. inż. Andrzeja Karłowskiego
pt. „Hierarchiczny system podejmowania decyzji przy betonowaniu w obniżonej
temperaturze. Podejście elastyczne”

Na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynierii Lądowej, Geodezji i Transportu Pana prof. dr hab. inż. Jacka Pielechy (pismo RD/d/32/02/2024 z dnia 29.10.2024r.) opracowałam ponowną recenzję rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Andrzeja Karłowskiego pt.: „Hierarchiczny system podejmowania decyzji przy betonowaniu w obniżonej temperaturze. Podejście elastyczne”.

Promotorem pracy jest dr hab. inż. Jerzy Paślawski, prof. Politechniki Poznańskiej.

Zapoznałam się z poprawioną pracą doktorską i stwierdzam, że moje uwagi i sugestie zawarte w recenzji (z dnia 20.01.2024r.) pierwszej wersji rozprawy, w znaczącym stopniu w poprawionej wersji zostały uwzględnione, a sama praca w obecnym kształcie jest kompletna, uporządkowana i napisana zrozumiale.

1. Charakterystyka układu i treści rozprawy

Praca ma charakter teoretyczno-doświadczalny, a uzyskany efekt badań w postaci systemu wspomagania decyzji podczas betonowania w obniżonej temperaturze, ma ważne znaczenie praktyczne. Problematyka pracy usytuowana jest w drugiej fazie cyklu przedsięwzięcia budowlanego tj. w fazie wykonawstwa obiektu budowlanego i dotyczy betonowania konstrukcji budowlanych w szczególnych warunkach obniżonej temperatury. Uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań uzupełniają wiedzę w zakresie wykonawstwa robót budowlanych w postaci oryginalnego trójstopniowego elastycznego systemu doradczego, z możliwością nauki na przykładach, wariantowania stosowanych technologii, w tym innowacji materiałowych, w zależności od zmiennych warunków temperaturowych.

Opiniowana rozprawa doktorska obejmuje 334 stron, w tym 174 stron opisu, łącznie z rysunkami, i tabelami spisem treści i literaturą oraz 160 stron z załącznikami zawierającymi dokumentację fotograficzną urządzeń badawczych i tabele z wynikami badań terenowych i laboratoryjnych.

Rozdział 1 zatytułowany „Wstęp” zawiera 4 podrozdziały: 1.1. Wprowadzenie, 1.2. Istota problemu menadżerskiego, 1.3. Badania własne, 1.4. Proponowane rozwiązania. W rozdziale tym Autor przedstawia uzasadnienie podjęcia tematu badań. Nawiązując do swoich doświadczeń z pracy zawodowej w budownictwie (na budowach przy wykonywaniu robót budowlanych) wskazuje On, bardzo trudny technologicznie i technicznie oraz ważny dla praktyki budowlanej, problem wykonywania konstrukcji monolitycznych żelbetowych, w warunkach obniżonej temperatury. A obserwowane skutki złej jakości konstrukcji

betonowej, uszkodzenia elementów betonowych wykonywanych w okresie obniżonej temperatury wymagały rozbiórki i ponownego wykonania oraz dodatkowych kosztów inwestycji. Tym bardziej to ważny problem z uwagi na powszechność tej technologii budowania w Polsce.

Doktorant opisuje swoje przygotowania do podjęcia zamierzonych badań tj. organizowania stanowisk badawczych na budowie i wykorzystując rozwój wyposażenia laboratorium Politechniki Poznańskiej w niezbędne urządzenia badawcze i pomiarowe. Stanowiło to kluczowy element powodzenia zamierzonych badań. Badania empiryczne prowadzone były kilkanaście lat. Na koniec rozważań w tym rozdziale, na tle możliwych podejmowanych działań w celu zapobieżenia złej jakości betonu wykonywanego w zmiennych warunkach atmosferycznych, technologicznie niekorzystnych Autor stwierdza, że jedną z kluczowych przyczyn zakłóceń w jakości, jest brak informacji o aktualnym stanie wiążącej mieszanki betonowej i wpływie temperatury, w trakcie wykonywania konstrukcji monolitycznej żelbetowej. W tym miejscu widzi możliwość opracowania i stosowania hybrydowego, elastycznego systemu wspomagania podejmowania decyzji podczas wykonywania robót betonowych, m.in. w odniesieniu do zastosowania odpowiednich sposobów i urządzeń zabezpieczających, składu mieszanki itp., łącznie z uwzględnieniem prognozy pogody. Autor proponuje system doradczy jako metodę redukcji ryzyka, dzięki zastosowaniu etapowego podejmowania decyzji przy zastosowaniu podejścia elastycznego.

Rozdział 2 zatytułowany jest „Przegląd literatury”. Treści tego rozdziału można podzielić na dwie tematyki. Pierwsza, to projektowanie i wykonywanie mieszanki betonowej. Autor zwraca uwagę na specyficzne warunki betonowania w okresie obniżonej temperatury i zachodzące, w takich warunkach, zjawiska w wiążącej mieszance betonowej, opierając się na instrukcjach (przede wszystkim instrukcji ITB 282 2020:67), normach, zaleceniach i opiniach zawartych w wybranych pozycjach literatury (rozd. 2.2 do 2.5). Do informacji na temat betonowania w obniżonych temperaturach, Autor dodał omówienie zasad i zaleceń w kolejnych etapach realizacji tych robót (projektowanie i przygotowanie mieszanki, układanie i jej pielęgnowanie), zwracając uwagę na duże ryzyko pogodowe. Tę część przeglądu wiedzy uzupełnił o omówienie nowych tendencji w technologii betonowania w obniżonej temperaturze.

W drugiej części (tematyce) tego rozdziału poruszono bardzo wielu zagadnień związanych z zarządzaniem realizacją procesów budowlanych. Przedstawione informacje to ogólna charakterystyka specyfiki produkcji budowlanej w fazie wykonawstwa. Autor zamieszcza także informacje na temat wielu różnych koncepcji i metod zarządzania oraz trendów polegających na wykorzystywaniu osiągnięć ICT (technologii telekomunikacyjnych i informatycznych) wdrażanych w działalności budowlanej (lean management, przemysł 4.0, cyfryzacja, BIM itd.).

Rozdział 2 zakończono obszernym „Podsumowaniem” (rozd. 2.7), w którym Autor stara się, na podstawie przedstawionych treści (tematów), dokonując ich analizy, sformułować syntetyczne wnioski do wykorzystania, aby osiągnąć postawiony w rozprawie cel. Podzielił je na wnioski ogólne, dotyczące podejmowania decyzji technologicznych, oraz szczegółowe związane z realizacją procesu betonowania w obniżonej temperaturze. Poprawiona wersja zakończenia tego rozdziału 2 czytelnie przedstawia istniejącą lukę naukową i praktyczną w zakresie wykonywania konstrukcji żelbetowych w obniżonej temperaturze oraz kierunek

badania Doktoranta prowadzący do opracowania oryginalnej koncepcji systemu doradczego zw. w rozprawie COLCON (Cold Concreting).

W rozdziale 3 Autor przedstawia cel pracy oraz formułuje 3 tezy badawcze. Podkreśla, że przedmiotem pracy jest „proces betonowania realizowany w warunkach zmiennego otoczenia ze szczególnym uwzględnieniem obniżonej temperatury”. Zaproponowana metoda i system COLCON stanowiąc będzie narzędzie pozwalające na realizację betonowania w obniżonych temperaturach, zapewniając właściwą jakość i wytrzymałość wykonywanej konstrukcji.

Rozdział ten zawiera także zwięzłe omówienie wszystkich (siedem) rozdziałów rozprawy.

Rozdział 4 zatytułowany w poprawionej wersji „Teoretyczne podstawy systemu COLCON” został gruntownie przeredagowany. Zawiera informacje na temat niezbędnych elementów oraz uwarunkowań systemu doradczego, jakie powinien posiadać nowoczesny system, a więc i system, który jest opracowany przez Autora rozprawy. W obszernym tekście (26 stron), wykraczającym nawet poza informacje (wiedzę) przydatne do wykorzystania w tworzonym systemie, Autor przywołując wyniki prac zawartych w literaturze, wyodrębnia pięć zasadniczych zagadnień, które uwzględnione są w różnym stopniu, w proponowanej koncepcji systemu COLCON. Są to:

- zastosowania elastyczności w działaniach (zarządzaniu), przytaczając różną jej klasyfikację i mierniki,
- monitoring w czasie rzeczywistym jako narzędzie niezbędne w zmiennym otoczeniu,
- termodynamikę tworzenia struktury betonu,
- wpływ niekorzystnych uwarunkowań produkcji budowlanej na realizację robót na terenie budowy, w tym atmosferycznych,
- zastosowanie oprogramowania Rapid Miner w celu tworzenia drzew decyzyjnych i tablic decyzyjnych, które pozwalają na wybór racjonalnego rozwiązania w danych warunkach (tj. odpowiedniej technologii i organizacji robót betonowych).

Poprawiony układ rozdziału, opisującego podstawy teoretyczne systemu COLCON, w obecnej formie są bardziej zrozumiałe. Dotyczą różnych zagadnień, które będą uwzględnione i połączone we wspólną całość - system COLCON. Charakterystyka tych zagadnień ma głównie charakter opisowy, ale można uznać treść rozdziału jako swoistą „metodykę badań” prowadzącą do osiągnięcia celu rozprawy.

Rozdział 5, także został przeredagowany, jest zatytułowany zwięzle, w poprawionej wersji, „System doradczy COLCON”. Na wstępie przedstawiono cel systemu a właściwie jego funkcję tj. „minimalizację poziomu ryzyka realizacji procesów związanych z układaniem mieszanki betonowej na zewnątrz przy ograniczeniu możliwości zabezpieczenia przed wpływem otoczenia - w warunkach zależnych od oddziaływania czynników zewnętrznych takich jak spadek temperatury poniżej 0°C”.

Przedstawiono w sposób przejrzysty założenia systemu oraz ogólne zasady jego działania (funkcjonowania).

W następnych podrozdziałach omówiono poszczególne elementy jego hybrydowej struktury. Przedstawiono dane, na podstawie literatury i z innych dostępnych źródeł, lub badań własnych Doktoranta, które wykorzystano w bazach danych systemu COLCON i jego

algorytmach. Na przykład temperatury w roku, jako jeden z parametrów klimatu (poziom I podejmowania decyzji) w kolejnych miesiącach roku, przyjęto jako wartości średnie z okresu 30-tu lat. Wykorzystano różne metody naukowe np. na poziomie II – scenariusze, tablice decyzyjne do wyboru składu mieszanki i metody pielęgnacji. Te ostatnie, jako baza danych, powstały dzięki zbieraniu danych i nauce z przykładów, wykorzystując platformę oprogramowania Rapid Miner, umożliwiającą analizę danych i uczenie maszynowe.

Na poziomie III wykorzystuje się dodatkowo program HACON, do symulacji procesu zmian temperatury i naprężeń w twardniejącym betonie. Dane do programu uzyskano z badań laboratoryjnych.

Rozdział zawiera podsumowania do opisu działania każdego poziomu systemu oraz zwięzłe podsumowanie działania systemu COLCON - jako całości.

Rozdział 6 pt. „Praktyczne zastosowanie systemu COLCON” w poprawionej wersji został także gruntownie przeredagowany a nowy tytuł trafniej oddaje zawarte w nim treści. Przedstawiony jest w tym rozdziale opis systemu w kontekście jego użytkowania tj. dodatkowego zewnętrznego wyposażenia w urządzenia monitorujące, rejestrujące, czujniki i inny sprzęt do zbierania i przesyłania danych, z pomiarów w czasie rzeczywistym. Są one konfrontowane z wynikami badań laboratoryjnych. Zaproponowano możliwości rozwoju systemu w przyszłości.

W części drugiej rozdziału opisano dwa różne przykłady praktycznego wykorzystania z sukcesem, opracowanego przez Doktoranta systemu doradczego COLCON, zastosowanego podczas realizacji elementów betonowych na budowie. Jest to swego rodzaju weryfikacja proponowanego systemu. Doświadczenia z tych realizacji zostały poddane głębokiej analizie i przedstawione na końcu tego rozdziału jako podsumowanie.

Rozdział 7 „Wnioski”, w poprawionej wersji został uzupełniony i rozszerzony. Doktorant, odnosząc się do postawionych, na wstępie pracy, tez oraz wyników wykonanych badań opisanych w rozprawie i opracowanego systemu doradczego COLCON, sformułował wnioski ogólne i szczegółowe oraz kierunki dalszych badań.

Pracę zakończono wykazem literatury. Spis literatury liczy 139 pozycji (dodano 3 nowe pozycje), w tym pozycji w języku polskim ok. 20%, pozostałe są w języku angielskim.

Załączniki do pracy zawierają dokumentację fotograficzną w postaci 8 fotografii z prowadzonych badań oraz zestawienia wyników badań laboratoryjnych oraz terenowych, w postaci tabel i wykresów, w sumie 170 stron (część opisowa pracy 164 stron).

Do rozprawy dołączono streszczenia w języku polskim i angielskim.

2. Ocena merytoryczna rozprawy

Ocena merytoryczna poprawionej wersji pracy, uwzględniającej uwagi i komentarze zawarte w poprzedniej recenzji, jest pozytywna. Wniesione poprawki do pracy przez Doktoranta, uporządkowanie i uzupełnienie treści, przeredagowanie rozdziałów 4, 5 i 6, podniosły poziom rozprawy pod względem merytorycznym i formalnym.

Znaczne pozytywne zmiany w redakcji pracy świadczą o poprawie umiejętności Autora w zakresie opisu badań naukowych i ich kompletności. Rozprawa jest napisana bardziej logicznie i przejrzystej i pozwala na sformułowanie poniższej oceny.

Tematyka rozprawy należy do zagadnień analizowanych i planowanych w fazie przygotowawczej przedsięwzięcia budowlanego tj. planowania technologii i organizacji robót budowlanych oraz w szczególności w fazie wykonawstwa robót budowlanych. Rodzaj robót budowlanych, stanowiących przedmiot zainteresowań Doktoranta, to roboty betonowe, wykonywane w warunkach obniżonej temperatury. Koncentruje On swoją uwagę na szczególnie wrażliwe dynamiczne zmiany temperatury w procesie betonowania konstrukcji budowlanych betonowych i żelbetowych. W zależności od temperatury, w mieszance betonowej i wiążącym betonie mogą zachodzić niekorzystne procesy powodujące destrukcję elementu. Betonowanie to powszechna technologia stosowana do budowy i remontów obiektów budowlanych, bez względu na porę roku. Jest wiele sposobów uniezależnienia się od pewnych zakresów obniżonej temperatury. Decyzje podejmują kierujący robotami w warunkach pośpiechu, niepełnej często informacji, zaskakujących zmian temperatury podczas realizacji robót w otoczeniu i wykonywanym elemencie. Słusznie Autor rozprawy, bazując na swoich doświadczeniach podczas pracy na budowach oraz na podstawie istniejącej wiedzy o procesie betonowania w obniżonych temperaturach, podjął się zadania opracowania systemu doradczego tj. hierarchicznego systemu wspomaganie podejmowania decyzji przy betonowaniu w obniżonej temperaturze. System ten uwzględnia proaktywne podejście, monitoring, w czasie rzeczywistym, dostarczający niezbędnych informacji do elastycznego wyboru technologii robót w zależności od aktualnych warunków temperatury i stanu betonowanego elementu. Taki system może być bardzo przydatny w praktyce inżynierskiej w zarządzaniu budową, w złożonych warunkach obniżonej temperatury i niepewności procesów zachodzących w wykonywanym elemencie betonowym. Wprowadzenie możliwości wzbogacania bazy danych, o naukę z przypadków stanowi dodatkowy atut systemu.

Oceniam podjęty temat jako **zasadny do rozważań naukowych**, a wynik badań w postaci narzędzia wspomagającego podejmowanie decyzji, podczas realizacji procesów budowlanych, uwzględniającego w sposób komplementarny zmienność uwarunkowań sytuacji problemowej, jako niezwykle użyteczny i oczekiwany w praktyce budowlanej.

Na podstawie analizy literatury (pozycji krajowych oraz zagranicznych), wytycznych, norm i zaleceń oraz doświadczeń z praktyki (także własnej Doktoranta) wykonywania robót budowlanych w tym betonowych, w warunkach obniżonej temperatury Doktorant sformułował następujący cel i tezy rozprawy (rozdz. 3):

- **cel rozprawy:** „*celem rozprawy jest wskazanie możliwości usprawnienia procesu podejmowania decyzji technologicznych w budownictwie. Metoda bazuje na podejściu elastycznym - decyzje są podejmowane hierarchicznie – w zależności od poziomu zarządzania i horyzontu planowania. Przewidziano możliwość korekty dotychczasowej decyzji w oparciu o zarządzanie procesem w czasie rzeczywistym*” Założenia te uwzględniono w opracowanym systemie wspomaganie decyzji COLCON dla procesu (robót) betonowania konstrukcji żelbetowych w warunkach obniżonej temperatury.

W trakcie realizacji celu rozprawy zostały sformułowane 3 tezy:

1. „Zastosowanie elastycznego proaktywnego podejścia umożliwia osiągnięcie wymaganych efektów procesu pomimo działania w zmiennym otoczeniu (zapewnienie jakości)”.

2. „Monitorowanie procesów i otoczenia on-line pozwala podejmować właściwe decyzje przy uwzględnieniu możliwości korekty decyzji w kolejnym etapie”.

3. „Budowa systemu doradczego wykorzystującego uczenie się z przykładów systematycznie zwiększa efektywność i skuteczność przy realizacji procesów budowlanych”.

Cel pracy, wskazany w tytule rozprawy tj. opracowanie „Hierarchicznego systemu podejmowania decyzji przy betonowaniu w obniżonej temperaturze. Podejście elastyczne”, został osiągnięty.

Opracowany system doradczy można zastosować w praktyce budowlanej, a koncepcję systemu wykorzystać w systemach dla innych procesów budowlanych wykonywanych w trudnych warunkach zmiennej temperatury. Oczywiście uwzględniając odmienną ich specyfikę.

Z pracy wynika wniosek o potwierdzeniu postawionych tez, a osiągnięcie celu rozprawy wymagało:

1. Przeprowadzenia analizy stanu wiedzy w odniesieniu do licznych zagadnień, z którymi Doktorant musiał zapoznać się. Osiągnięcie celu wymagało wiedzy z różnych dyscyplin, a przede wszystkim: inżynierii lądowej, geodezji i transportu, nauk o zarządzaniu i jakości, informatyki technicznej i telekomunikacji.
2. Opracowania koncepcji systemu doradczego, przedstawienia podstaw teoretycznych oraz zasad budowy jego struktury i funkcjonowania.
3. Wykonania dużej ilości badań laboratoryjnych, które są kosztochłonne, czasochłonne i wymagające profesjonalnego sprzętu i urządzeń.
4. Wykonanie badań terenowych z zastosowaniem wielu skomplikowanych urządzeń pomiarowych i także wielu dni obserwacji i monitoringu procesów związanych z realizacją robót, w zmieniających się warunkach temperatury otoczenia i realizowanego elementu konstrukcji budowlanej a także różnych rozwiązaniach technologicznych (materiały, urządzenia, metody).
5. Opracowanie wyników badań laboratoryjnych i terenowych do wykorzystania ich w opracowywanym systemie doradczym COLCON i jego doskonalenia.
6. Implementacji algorytmu systemu, dobór metod do odwzorowania elementów modelu systemu COLCON i relacji pomiędzy nimi, wybór metod oprogramowania do wykonywania obliczeń i ilustracji wyników.

Z powyższych względów można uznać, że przedstawiona praca „*stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego*” i wobec tego spełnia wymagania zawarte w artykule „*Art. 13. 1. Rozprawa doktorska, przygotowywana pod opieką promotora, powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub artystycznego oraz wykazywać ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej*” Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Z 2003 r. Nr 65, poz.595 z późn. zmianami);

Doktorant wykazał się wiedzą teoretyczną w zakresie podjętej tematyki badań, posiadaniem doświadczenia z praktyki budowlanej, związane z tematyką rozprawy, oraz wykonał bardzo dużo badań realizując cel pracy. **Postawił problem** i go uzasadnił, wskazał

potrzebę opracowania odpowiedniego modelu decyzyjnego, opracował koncepcję systemu, umożliwiającą prawidłowe wykonanie elementów konstrukcji budowlanych przy zmiennych warunkach ich wykonania – i **samodzielnie** rozwiązał postawione zadania.

Jest to podstawa do postawienia przez recenzentkę wniosku o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

Z uwagi na fakt, że jest to recenzja powtórna, a pierwsza wersja pracy doktorskiej została poprawiona, uważam za celowe wskazać zmiany, jakie zostały wprowadzone, wskutek wniesionych uwag do pracy, podnosząc jej ocenę merytoryczną i formalną.

Treść podstawowych uwag i ocenę wprowadzonych w rozprawie zmian, przedstawiam w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie głównych uwag wpływających na wartość merytoryczną rozprawy oraz poprawek Autora, podnoszących jej wartość naukową

| L.p. | Uwagi do poszczególnych rozdziałów pierwszej wersji pracy | Stosunek Doktoranta do uwag recenzenta | Ocena wprowadzonych zmian |
|------|--|--|---|
| | Rozdział 1 | | |
| | Na stronie 5 wiersz 1 i 2 od dołu użyto określenia wytrzymałość „krystaliczna”, zamiast „krytyczna”. | Poprawiono | Pomyłka edytora tekstu |
| | Rozdział 2 | | |
| | „W rozdziale tym przedstawiono wiele różnych metod związanych z zarządzaniem ale nie ma uwagi czy będą i w jakim zakresie, zastosowane w opracowywanym systemie, czy posłużyły do osiągnięcia celu pracy? Gdzie konkretnie zostały one zastosowane?” | Poprawiono | Treść całego rozdziału została uporządkowana, w zakresie układu logicznego. Dopracowano ostatni podrozdział zawierający podsumowanie i wnioski. Wynikają one z analizy przedstawionego przeglądu stanu wiedzy obejmującej szeroki zakres zagadnień związanych z zamierzeniem badawczym. Wnioski kończą się wskazaniem możliwych metod do zastosowania w opracowaniu systemu doradczego służącego do realizacji celu rozprawy. |
| | „Brakuje informacji na temat przykładowych stosowanych w budownictwie betonowym systemów doradczych”. | | Nie znaleziono w pracy (recenzent) informacji na ten temat. |
| | Rozdział 3 | | |
| | „Zwracam uwagę, że teza i | Poprawiono | Wprowadzone poprawki (np. |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | <p>hipoteza to nie są synonimy, jest zasadnicza różnica w pojęciach: teza i hipoteza – należy to jednoznacznie sformułować, zwracając uwagę na różnice w tych pojęciach. Autor powinien nawiązać w uzasadnieniu tych hipotez do dokonanego przeglądu literatury w szczególności dotyczącego nowoczesnych metod zarządzania. W przedstawionych hipotezach (sposobie sformułowania) brakuje nawiązania do celu rozprawy i przedmiotu badań”.</p> | | <p>tezy zamiast hipotezy). Autor ogólnie nadmienia, że tezy rozprawy związane są z przedstawionym celem i bazują na osiągnięciach innowacyjnych technologii i metod zarządzania.</p> |
| | <p>Na końcu tego rozdziału Autor zamieścił rysunek 3.1 nigdzie nie odniesiony do tekstu tego rozdziału. Rysunek ten jest ważny dla przedstawienia celowości badań, zakresu i ich kolejności a także zależności pomiędzy zadaniami badawczymi. Ma charakter ilustracji ogólnej metodyki badań. Jest skomplikowany z uwagi na wielość powiązań różnego typu (informacji, które autor chciał zawrzeć) – dlatego powinien być omówiony starannie w treści tego rozdziału.</p> | | <p>Wymieniono, słusznie, rysunek 3.1 z poprzedniej wersji pracy na bardziej uproszczony schemat kolejności i zakresu badań prowadzących do osiągnięcia celu rozprawy. Jednak uważam, że Autor mógł umieścić poprzednią wersję rysunku 3.1 (nieco zmodyfikowaną) na końcu rozdziału 4 lub w rozdziale 5. jako ilustracja, lub też swego rodzaju podsumowanie, zastosowanej metodyki badań. W tej części pracy (4 i 5) czytelnik rozprawy jest już przygotowany, na zrozumienie przesłania tego rysunku.</p> |
| | <p>Rozdział 4</p> | | |
| | <p>„Rozdział ten (4) powinien zawierać podsumowanie i wnioski z zawartych w nim rozważań, które autor ma zamiar wykorzystać w opracowaniu zamierzonego systemu doradczego, a który stanowi cel badań podjętych przez Doktoranta. Autor analizuje cztery różne problemy związane z przedmiotem badań. Dla</p> | <p>Przeredagowany z uwzględnieniem uwag krytycznych recenzentki.</p> | <p>Autor przedstawia ogólną teorię dotyczącą zagadnień, które uwzględnia, w oparciu o które tworzy koncepcję systemu. Można uznać treść rozdziału jako swoistą „metodykę badań” prowadzącą do osiągnięcia celu rozprawy. Jakkolwiek brakuje klasycznego przedstawienia</p> |

| | | | |
|--|--|---|--|
| | <p>logiczności i przejrzystości tych wywodów powinien wskazać konkretne ustalenia, założenia (te niezbędne elementy i uwarunkowania, jak zaznaczył w tytule tego rozdziału 4, które ma zamiar wykorzystać oraz uwzględnić w swoich kolejnych działaniach (badaniach), prowadzących do celu rozprawy”.</p> | | <p>metodyki badań naukowych.</p> |
| | <p>Rozdział 5</p> | | |
| | <p>„Potrzeba opisu proponowanego systemu jest oczywista, zamysł i istota zasadne ale jego treści, styl pisania, podział treści na podrozdziały i kolejność opisu nasuwa wiele wątpliwości. Nie jest przejrzysty, nie wykorzystuje się istniejącej wiedzy i zasad oraz słownictwa z dziedziny teorii decyzji, teorii systemów i informatyki służących do opisu systemów wspomagania podejmowania decyzji i ich modeli. Na przykład, tytuł rozdziału nie jest adekwatny do przedstawianych treści, tym bardziej, że kolejny rozdział 6 ma podobną nazwę - „Opis systemu doradczego” ”.</p> | <p>Rozdział jest przeredagowany z uwzględnieniem uwag krytycznych recenzentki.</p> | <p>Przeredagowany układ i treści rozdziału 5 zdecydowanie poprawiły przejrzystość merytorycznego przedstawienia opracowanego systemu doradczego. Opis każdego poziomu hybrydowego systemu doradczego zakończony jest podsumowaniem, a na końcu rozdziału 5.4 Autor dodał tekst z podsumowaniem działania systemu jako całości z wyjaśnieniem wieloetapowego podejmowania decyzji w systemie COLCON, przy czym powinien być on wyodrębniony jako końcowy podrozdział 5.5.</p> |
| | <p>Rozdział 6</p> | | |
| | <p>Poniżej fragment krytycznej oceny poprzedniej wersji rozdziału 6. „Niestety z tak przedstawionego opisu trudno zorientować się na czym polega działanie tego systemu, posługiwanie się nim w celu podejmowania decyzji. Na czym polega implementacja komputerowa modelu/algorytmu działania systemu doradczego jako całości, ze specyfikacją algorytmu, wyjaśnienie działanie programu, procedury</p> | <p>Rozdział ten został gruntownie przeredagowany z uwzględnieniem uwag recenzentki.</p> | <p>Poprawiona wersja rozdziału 6 nosi inny tytuł tj. „Praktyczne zastosowanie systemu COLCON. Rozdział ten obecnie w sposób przejrzysty i uporządkowany przedstawia zaproponowany przez Doktoranta system do wspomagania decyzji COLCON podczas betonowania w obniżonej temperaturze oraz jego weryfikację w postaci opisu wdrożenia do praktyki</p> |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | obliczeniowe i interpretacje wyników. Pewne informacje Autor przedstawia, zamieszczając w rozprawie wybrane okna np. podglądu procesu obliczeniowego, z wynikami pośrednimi, z wykresami itd., ale jak funkcjonuje proponowany system decyzyjny w jego komputerowej wersji, jako całość?" | | w dwóch różnych przypadkach. |
| | Rozdział 7 | | |
| | „W rozdziale tym nie ma żadnego odniesienia do postawionych hipotez w rozdziale 4 pracy, ani też odniesienia do celu pracy. Wskazano trzy kierunki dalszych badań, przy czym trzeci nawiązuje do kryteriów podejmowania decyzji, które nie zostały w pracy wyczerpująco omówione”. | Treści rozdziału uzupełniono i rozszerzono | Przedstawione wnioski wynikają z pogłębionej analizy wyników badań |
| | Inne uwagi | | |
| | Brak jest streszczenia rozprawy w języku angielskim (wymóg przepisami prawa - Dz. U. 2018 poz. 1668, Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, art. 187.4.). | Dołączono | |

Jakkolwiek obecną wersję rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Andrzeja Karwowskiego oceniam pozytywnie i Jego starania poprawy możliwie wszelkich moich uwag i sugestii zawartych w poprzedniej recenzji, to znajduję w niej kilka usterek, natury raczej formalnej, nie wpływających na ogólną pozytywną jej ocenę.

Są to np.:

- uchybienia w poprawnej redakcji pracy, np. literówki, pomyłki w numeracji rysunków, brak odniesień w tekście do niektórych rysunków (np. rys.5.15), zbędne w spisie treści wyszczególnienie nienumerowanych tytułów wydzielonych treści, składających się na zakres zagadnień danego rozdziału pracy, błędy interpunkcyjne;
- w rozdziale 6 zasugerowano możliwości rozwoju systemu w przyszłości ale bez ich uściślenia, tj. podania kierunków czy też zakresu,
- wprowadzone poprawki, uzupełnienia i radykalne przeredagowanie trzech (4, 5, 6) rozdziałów oceniam pozytywnie – podnoszą wartość i odbiór pracy. Natomiast, mimo że Autor wyjaśnił w nich, podstawy teoretyczne proponowanego systemu, jego strukturę i działanie, wskazując wykorzystane metody, techniki i narzędzia naukowe oraz zakres i

kolejność prac badawczych, to uważam, że w pracach naukowych (monografiach, artykułach naukowych) cennym rozdziałem jest klasyczne przedstawienie podejścia metodycznego prowadzonych badań (zastosowane modele, metody naukowe, algorytmy itd.) w wydzielonym rozdziale, poprzedzającym ich opisy szczegółowe w kolejnych.

4. Wniosek końcowy

Podjęty temat badań przez Pana **mgr. inż. Andrzeja Karłowskiego**, przedstawiony w rozprawie pt.: **„Hierarchiczny system podejmowania decyzji przy betonowaniu w obniżonej temperaturze. Podejście elastyczne”** i uzyskany efekt stanowi oryginalne rozwiązanie problemu ważnego z naukowego i praktycznego punktu widzenia, w obszarze dyscypliny Inżynieria lądowa, geodezja i transport. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną ww. dyscyplinie naukowej oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań i analiz naukowych. Dokonane poprawki w aktualnej wersji pracy poprawiają jej odbiór.

Spełnione są zatem warunki określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r., poz. 261) i **stawiam wniosek o dopuszczenie Pana mgr. inż. Andrzeja Karłowskiego do publicznej obrony przedstawionej poprawionej rozprawy doktorskiej.**

Kraków, 6.11.2024r.

prof. dr hab. inż. Anna Sobotka



