

Olsztyn, 25.09. 2023 r.

Dr hab. inż. Elżbieta Szafranko  
Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie  
Wydział Geoinżynierii  
Instytut Geodezji i Budownictwa, Katedra Inżynierii Budowlanej  
Ul. Heweliusza 4  
10-724 Olsztyn

### **Recenzja Rozprawy doktorskiej**

pt.: „Identyfikacja usterek w budownictwie mieszkaniowym, wielorodzinnym i zarządzanie ich usuwaniem na etapie odbiorów”

**autor: mgr inż. Sebastian Biel**

#### **1. Podstawa formalna opracowania recenzji**

Podstawę opracowania recenzji stanowi Uchwała Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Krakowskiej z dnia 19 kwietnia 2023 roku oraz pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej prof. dr hab. inż. Andrzeja Szarata, z dnia 28 kwietnia 2023 roku.

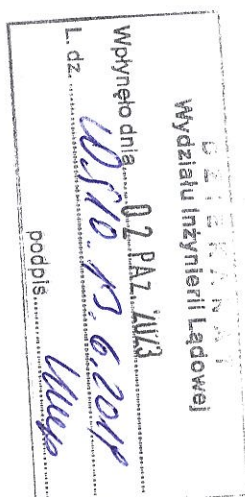
#### **2. Przedmiot recenzji**

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Sebastiana Biela pt.: „Identyfikacja usterek w budownictwie mieszkaniowym, wielorodzinnym i zarządzanie ich usuwaniem na etapie odbiorów”. Pracę przygotowano na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej pod kierunkiem dr hab. inż. Krzysztofa Zimy, pełniącej funkcję promotora w przewodzie doktorskim oraz przy udziale promotora pomocniczego dr hab. inż. Jarosława Malara.

#### **3. Ogólna charakterystyka i ocena układu rozprawy doktorskiej**

Opiniowana rozprawa doktorska składa się z ośmiu rozdziałów. Tematyka pracy dotyczy usterek w budownictwie mieszkaniowym, wielorodzinnym i zarządzanie ich usuwaniem na etapie odbiorów. W celu bliższego poznania problemu usterek w obiektach mieszkaniowych przeprowadzono analizy, których podstawą były dane z 351 protokołów odbiorowych mieszkań. Protokoły zostały opracowane przez inspektorów nadzoru inwestorskiego w latach 2017 - 2019. Na końcu pracy umieszczono bibliografię, streszczenie w języku polskim i angielskim, zestawienia rysunków i tabel. Tekst rozprawy obejmuje 246 stron.

Rozdział pierwszy- „Wprowadzenie” zawiera informacje o liczbie oddawanych do użytku mieszkań w latach 2021 – 2022 realizowanych przez inwestorów prywatnych deweloperów. Wykresy na rys. 1.1. i 1.2 pokazują informacje o ruchu budowlanym w



*S2d*



obszarze budownictwa mieszkaniowego ogółem oraz z podziałem na województwa. Nie poruszono natomiast w tym rozdziale problemu usterek w budownictwie mieszkaniowym więc stwierdzenie „Na podstawie obszernego przeglądu literatury, zauważono małą liczbę publikacji naukowych dotyczących usterek wykrywanych podczas odbiorów mieszkań, dlatego podjęto próbę analizy problematyki podstawie na danych z protokołów odbiorów mieszkań wykonanych przez inspektorów nadzoru” jest trochę nieuzasadnione. W mojej opinii rozdział „1.1. Prezentacja problemu i uzasadnienie podjęcia tematu” nie w pełni prezentuje problem i nie zawiera uzasadnienia podjęcia tematu. W rozdziale 1.2. sprecyzowano cel główny pracy oraz cele cząstkowe prowadzące do osiągnięcia celu głównego oraz zdefiniowano tezę pracy. W rozdziale 1.3. scharakteryzowano pokrótce zakres pracy omawiając kolejne jej etapy. Rozdział 1.4 prezentuje metody badawcze i narzędzia pracy. Przeprowadzono analizy, których podstawą były dane z 351 protokołów odbiorowych mieszkań. Protokoły zostały opracowane przez inspektorów nadzoru inwestorskiego w latach 2017 - 2019. Usterki zostały odpowiednio sklasyfikowane i pogrupowane. Opracowanie podjętego tematu wymagało przeprowadzenia badań własnych jakościowo - ilościowych oraz analiz statystycznych usterek w budynkach mieszkalnych. Wśród metod badawczych wymieniono ponadto wnioskowanie z przypadków Case Based Reasoning a jako narzędzie podano program Excel i oprogramowanie graficzne Dynamo.

**Zarówno tematyka pracy jak i cel badań odnoszą się do bardzo ważnych problemów związanych wykrywaniem usterek w budownictwie mieszkaniowym. Cel główny został sformułowany poprawnie. Cele cząstkowe zostały sformułowany właściwie, pokazując kroki prowadzące do osiągnięcia celu głównego. Teza pracy jest zgodna z celem głównym. Dobór tematu rozprawy jest w pełni uzasadniony aktualnym stanem wiedzy i potrzebami praktyki. Pomimo wcześniejszych uwag rozdział oceniam pozytywnie.**

W rozdziale drugim i trzecim została przeprowadzona analiza literatury przedmiotu (161 pozycji), zdefiniowano wady i usterki w budownictwie. Na rysunku 2.1. przedstawiono klasyfikację defektów stosowaną przez wielu autorów. Przedstawiono koncepcje zarządzania przedsięwzięciem budowlanym z uwzględnieniem cyklu życia. W oparciu o analizowaną literaturę przedstawiono definicję zarządzania usterkami budowlanymi. W rozdziale trzecim wskazano, że tematyka pracy wiąże się z wieloma zagadnieniami, m. in. jakością w budownictwie i metodami matematycznymi i innymi narzędziami pozwalającymi zarządzać usterkami budowlanymi. Dla lepszego rozpoznania tematu przeprowadzono przegląd literatury krajowej i zagranicznej. Wskazano, że w literaturze najczęściej omawianymi problemami dotyczącymi realizacji obiektów mieszkalnych wielorodzinnych są wadliwie wykonane tynki, okna, posadzki i instalacje elektryczne a przyczyny pojawienia się tych usterek leżą w nieodpowiednich materiałach zastosowanych do produkcji wyrobów budowlanych oraz realizacji robót na budowie oraz usterki maszyn i elementów mających wpływ na ich funkcjonowanie. Autorzy analizowanych publikacji podkreślili również problem kosztów usuwania wad i usterek, który stanowi ponad 4% kosztów budowy budynków. Przeanalizowano również wyniki analiz napraw budynków, w których stwierdzono wady i usterki.

S210

W kolejnych akapitach rozdziału rozważono różne metody i narzędzia służące do zarządzania jakością na budowie takie jak np. narzędzie do zarządzania jakością na budowie (QA i QC) integrujące modelowanie o budynku BIM i technologię rozszerzonej rzeczywistości AR czy BIMDM. Na końcu rozdziału trzeciego umieszczono krótkie informacje o odbiorach robót budowlanych i przedsiębiorstwach deweloperskich w aspekcie zapewnienia jakości robót budowlanych. Wykaz literatury zawiera sporo pozycji nie będących publikacjami naukowymi.

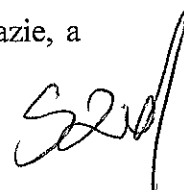
**Treści zawarte w tych rozdziałach, opracowane w oparciu o przegląd literatury potwierdzają niedobór rozwiązań naukowych i praktycznych dotyczących zarządzania usterkami wykrytymi na etapie odbiorów co potwierdza trafność wyboru tematyki niniejszej dysertacji naukowej. Przegląd literatury obejmujący ponad 160 pozycji został przeprowadzony poprawnie. Rozdział zawiera podrozdziały wprowadzające stopniowo w tematykę podjętą w rozprawie.**

Rozdział czwarty zawiera przegląd polskich przepisów związanych z odbiorami robót budowlanych. Uważam że niepotrzebnie został on wydzielony jako osobny rozdział. Lepiej by czytało się pracę gdyby stanowił on kolejny podrozdział w rozdziale trzecim, zwłaszcza, że tematyka odbiorów była w nim poruszana (rozdz. 3.4.).

Rozdział piąty obejmuje prezentację wyników wieloaspektowych badań własnych dotyczących usterek wykrytych podczas odbioru lokali mieszkalnych przez inspektorów nadzoru inwestorskiego i nabywców mieszkań. W celu opracowania metody zarządzania usterkami dokonano analizy 351 protokołów odbiorowych lokali mieszkalnych, opracowanych przez inspektorów nadzoru inwestorskiego. W protokołach zidentyfikowano łącznie 3265 usterek budowlanych, które zostały odpowiednio sklasyfikowane i pogrupowane Dla każdej usterki oszacowano koszt jej naprawy poprzez wykonanie kalkulacji kosztorysowych. Dodatkowo, wyodrębniono i dokonano normalizacji czasu dla każdego etapu naprawy usterki poprzez dokonanie pomiarów czasu na placu budowy. Dane zostały zaprezentowane w tabelach 5.1 – 5.31 a wyniki zostały zilustrowane na wykresach, diagramach fotografiach (rys. 5.1 – 5.18). Zebrane dane zostały wykorzystane do stworzenia bazy danych będącej podstawą opracowanej metody zarządzania usterkami.

**Na podstawie badań własnych pozyskano dane z 351 protokołów odbioru lokali mieszkalnych. W oparciu o przeprowadzoną analizę stworzono bazę danych do dalszych badań. Rozdział jest dobrym przygotowaniem do wykonania kolejnych kroków tj. zastosowania proponowanej przez autora metodyki zarządzania usterkami.**

W rozdziale szóstym zaproponowano zastosowanie metody wnioskowania z przypadków Case Based Reasoning (CBR), w której nowe problemy rozwiązywane są poprzez wyszukiwanie najbardziej podobnych przypadków z bazy danych. Większość systemów CBR ma mechanizm wnioskowania (strukturę wewnętrzną) podzielony na dwie główne części: moduł poszukujący i moduł wnioskujący. Zadanie modułu poszukującego polega na znalezieniu najbardziej zbliżonych przypadków w bazie, a





zadaniem modułu wnioskującego jest znalezienie rozwiązania opisywanego problemu z wykorzystaniem znalezionych wcześniej informacji. W tym rozdziale opisano zastosowanie metody CBR do detekcji usterek budowlanych, przedstawiono opis kryteriów w bazie danych, metodę szacowania wag kryteriów oraz opisano algorytm postępowania w metodzie CBR przy wyszukiwaniu podobnych przypadków. Przedstawiono również sposób weryfikacji metody. Całość zilustrowano przykładem obliczeniowym.

W rozdziale siódmym przedstawiono możliwości wykorzystania technologii BIM do wspomagania procesu zarządzania usterkami budowlanymi. W pierwszej części rozdziału przybliżono rozwój koncepcji BIM i stwierdzono, że najtrafniejsze określenie technologii BIM mówi o koncepcji komputerowego modelowania obiektów budowlanych. Ponadto w modelu może być wpisanych wiele różnych danych przydatnych na wszystkich etapach cyklu życia obiektu. Następnie na przykładzie wykorzystującym dane uzyskane poprzez badania własne pokazano jak wykorzystać opracowane dane i rozwiązania wspomagające zarządzanie usterkami do przygotowania skryptów w rozszerzeniu Dynamo zaimplementowanym w programie Autodesk Revit. Dynamo to aplikacja instalowana razem z programem Autodesk Revit Dzięki niej jest możliwe rozszerzenie i optymalizowanie procesów modelowania informacji o budynku, przy użyciu wizualnego interfejsu programowania, które polega na łączeniu elementów w celu zdefiniowania zależności i sekwencji działań składających się na algorytmy niestandardowe. W opracowanych skryptach skupiono się na trzech typach usterek budowlanych: rysach na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych, odparzeniach tynków wewnętrznych i elewacyjnych oraz uszkodzeń szyb, które mogą się kwalifikować do wymiany lub polerowania. Pokazano jak tworzyć parametry, które w dalszych działaniach będą potrzebne do tworzenia zestawień. Pokazano cały tok postępowania wraz zestawieniami parametrów oraz ilustracjami pokazującymi programowanie wizualne w Dynamo. Przedstawiono całą ścieżkę postępowania począwszy od przygotowania środowiska pracy, poprzez wgranie wcześniej opracowanych skryptów, utworzone wcześniej rodziny, uruchomienie skryptów po zaznaczenie kolorami uszkodzeń

**Rozdział jest opisany dokładnie i wyczerpująco przedstawia przebieg i wyniki badań.**

Rozdział siódmy zawiera podsumowanie ocenianej rozprawy doktorskiej, wnioski końcowe oraz informacje o wkładzie własnym, a także wskazanie kierunków dalszych badań. W tym rozdziale przedstawiono pokrótce zawartość pracy oraz etapy badań. Jako podsumowanie wieńczące pracę sformułowano dziesięć wniosków końcowych pokazujących efekty osiągnięte na kolejnych etapach realizacji badań. Wskazano wkład własny oraz elementy oryginalne, między innymi: stworzenie klasyfikacji usterek pod kątem ich istotności, metodyka przygotowania bazy przypadków zawierającej zestawienie parametrów lokali mieszkalnych i usterek, które mogą się w nich pojawić, wykorzystanie korelacji Pearsona, Spearmana lub Tau Kendalla do oszacowania wag kryteriów.

S201

Największą wartość dodaną ocenianej dysertacji stanowi autorska metoda zarządzania usterkami budowlanymi. Jej zasadniczą wartość stanowi wnioskowanie z przypadków Case Based Reasoning umożliwiające znalezienie najbardziej zbliżonych, sparametryzowanych przypadków z opracowanej autorskiej bazy danych. Proponowana metoda zarządzania usterkami może usprawnić odbiory lokali mieszkalnych poprzez wskazanie listy najbardziej prawdopodobnych usterek budowlanych, potencjalnych miejsc ich występowania oraz oszacowanie czasu i kosztu potrzebnych do ich naprawy. Opracowane narzędzia informatyczne mogą ułatwić gromadzenie, przetwarzanie i analizowanie zebranych danych związanych z usterkami, przez co proces zarządzania usterkami budowlanymi może być bardziej przejrzysty, efektywny i zautomatyzowany.

Ostatnim fragmentem podsumowania jest wskazanie dalszych kierunków badań. Wskazano, że w kolejnych krokach zostanie rozbudowana i zaktualizowana baza przypadków, opracowana metoda zostanie rozszerzona na inne obiekty budowlane, Wprowadzona zostanie obsługa aplikacji na różnych systemach operacyjnych i zastosowanie nowoczesnych technologii co może doprowadzić do skuteczniejszego wykrywania usterek poprzez np. rozbudowę aplikacji o obsługę rozszerzonej rzeczywistości. Przewiduje się zaimplementowanie aplikacji w budownictwie, poprzez m.in. nanoszenie różnorodnych usterek na model obiektu, oznaczanie statusu napraw usterek przez inspektorów i wykonawców.

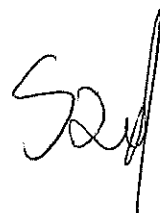
Rozdziały od piątego do siódmego stanowią najważniejszy fragment ocenianej pracy i potwierdzają, że **Autor posiada wystarczającą wiedzę teoretyczną w zakresie badanego zagadnienia. Przeprowadzone badania oraz analizy uzyskanych wyników, a także wnioski sformułowane na zakończenie każdego opisanego w pracy etapu badań, potwierdzają umiejętności prowadzenia samodzielnych prac o charakterze naukowo – badawczym.**

#### **4. Ocena ogólna pracy**

Przyjęta przez Doktoranta struktura pracy ogólnie jest poprawna a kolejne rozdziały zawierają treści odpowiadające ich tytułom. Za wyjątkiem rozdziału „1.1. Prezentacja problemu i uzasadnienie podjęcia tematu”, który nie w pełni prezentuje problem i nie zawiera uzasadnienia podjęcia tematu oraz rozdziału 4, który w mojej opinii koresponduje z rozdziałem 3 i powinien być z nim połączony. Uwagi te mają jednak tylko charakter redakcyjny i nie wpływa na ogólną pozytywną ocenę pracy.

#### **5. Ocena doboru zastosowanego piśmiennictwa**

Autor dysertacji powołał się w treści pracy na 161 pozycje literatury, w których można znaleźć liczne akty prawne i inne źródła – np.: Wyroki Sądu Najwyższego. W większości są to jednak publikacje w czasopiśmie naukowych o zasięgu międzynarodowym. Akty prawne to Uchwały i Rozporządzenia Rady Ministrów, związane z tematyką pracy. Większość materiałów źródłowych została opublikowana po 2000 roku.





## 6. Ocena naukowej wartości pracy

Do najważniejszych osiągnięć naukowych Doktoranta można zaliczyć: stworzenie klasyfikacji usterek pod kątem ich istotności, metodyka przygotowania bazy przypadków zawierającej zestawienie parametrów lokali mieszkalnych i usterek, które mogą się w nich pojawić, wykorzystanie korelacji Pearsona, Spearmana lub Tau Kendalla do oszacowania wag kryteriów. W mojej opinii jednak praca przedstawia dużą wartość poprzez możliwość jej praktycznego wykorzystania

Praca jest kompletna i wyczerpująco przedstawia temat, w związku z powyższym nie mam pytań do pracy.

## Ocena końcowa pracy

Oceniana praca stanowi spójną i uporządkowaną całość. Doktorant na podstawie literatury tematu zidentyfikował poprawnie lukę badawczą, określił cel i zakres badań. Zapoznanie się z aktualnym stanem wiedzy pozwoliło na opracowanie metodyki badawczej. Przeprowadzone badania są obszerne i kompletne. Pozwoliły na sformułowanie wniosków i osiągnięcie założonych na początku pracy celów. Dysertacja jest napisana na dobrym poziomie naukowym a badana tematyka koresponduje z praktyką budowlaną. Doktorant w sposób właściwy dobrał aparat matematyczny do rozwiązania problemu badawczego. Wnioski sformułowane przez Autora pracy świadczą o umiejętności analizy i krytycznej oceny co stanowi ważną cechę w samodzielnym prowadzeniu prac badawczych. Uwagi zgłoszone wcześniej nie obniżają ogólnie pozytywnej oceny.

Temat podjęty w pracy jest ważny, zarówno pod względem teoretycznym jak i praktycznym. W związku z powyższym oceniana praca doktorska wnosi istotny wkład w rozwój nauk inżynieryjno – technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport. W związku z tym stwierdzam, że recenzowana dysertacja autorstwa mgr inż. Sebastiana Biela pt.: „*Identyfikacja usterek w budownictwie mieszkaniowym, wielorodzinnym i zarządzanie ich usuwaniem na etapie odbiorów*” spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim zawarte w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku (Dz.U. z 2003 Nr 65 poz. 595 z późn. zm.).

**Stawiam więc wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej p. mgr inż. Sebastiana Biela przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Krakowskiej i dopuszczenie jej Autora do dalszych etapów postępowania kwalifikacyjnego w zakresie uzyskania stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport.**

Dr hab. inż. Elżbieta Szafranko