

Prof. dr hab. inż. Bożena Hoła  
Politechnika Wrocławska  
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27  
50-370 Wrocław

Wrocław, dnia 26.06. 2023 r.

## RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Moniki Górki-Stańczyk

pt.: „*Modelowanie kosztów wykonania systemów fasadowych budynków  
użyteczności publicznej*”

### 1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawę formalną opracowania recenzji stanowi pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej prof. dr hab. inż. Andrzeja Szaraty z dnia 24 kwietnia 2023 roku, znak L0.510.20.03.2019 o powołaniu mnie, przez Radę Naukową Wydziału, na recenzenta w przewodzie doktorskim mgr inż. Moniki Górki-Stańczyk.

### 2. Przedmiot rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Moniki Górki-Stańczyk pt.: „*Modelowanie kosztów wykonania systemów fasadowych budynków użyteczności publicznej*”. Pracę przygotowano w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport. Promotorem pracy jest dr hab. inż. Agnieszka Leśniak, prof. uczelni, a promotorem pomocniczym jest dr inż. Damian Wieczorek.

Rozprawa ma charakter teoretyczno-badawczy i liczy 233 strony. Składa się z 7 rozdziałów, streszczenia w języku polskim i angielskim, spisu treści i literatury oraz 11 załączników. Bibliografia zawiera 218 poprawnie dobranych pozycji literatury w tym, akty prawne, katalogi firm i organizacji oraz strony internetowe. 44% stanowią opracowania anglojęzyczne. Układ rozprawy jest właściwy, spójny i logiczny. Rozprawa napisana jest poprawnym i zrozumiałym językiem.

DZIEKANAT	
Wydziału Inżynierii Lądowej	
26.06.2023	
Wpłynęło dnia	10.06.2023
L. dz.	10.06.2023
podpis	<i>[Podpis]</i>

*[Podpis]*

### 3. Zawartość opracowania

We wstępie stanowiącym rozdział 1 Doktorantka przedstawiła uzasadnienie podjęcia tematu, cel, tezę, przedmiot badań i skrótowy zakres rozprawy

Celem głównym pracy jest budowa modelu predykcyjnego do szacowania kosztów wykonania systemów fasadowych, na etapie projektowania koncepcyjnego, w warunkach znajomości podstawowych danych konstrukcyjnych, parametrów technicznych i przy założonym poziomie jakości. Doktorantka sformułowała następującą tezę: *„Zaproponowany model predykcyjny, wykorzystujący zdefiniowane parametry elewacji i przy założonym poziomie jakości jej wykonania, pozwala na oszacowanie kosztów realizacji systemów elewacyjnych (fasad aluminiowo-szklanych oraz elewacji wentylowanych) w dopuszczalnym przedziale błędów”*. Cel rozprawy i sformułowana teza dopełniają się w swojej treści. Na końcu rozdziału Doktorantka zamieściła schemat, który w jasny i przystępny sposób ilustruje zakres dysertacji.

Uzasadnienie podjęcia tematu, moim zdaniem, powinno być umieszczone po przeglądzie literatury przedmiotu. Przegląd literatury ma wskazać luki w obszarze badań i ułatwić zdefiniowanie problemu badawczego. Doktorantka sama wskazała ten aspekt na stronie 55 dysertacji omawiając zastosowane w dysertacji metody badawcze, cytując: „Poprzez analizę i krytykę piśmiennictwa można określić i wskazać czy badany problem naukowy jest inny od wcześniej zaproponowanych oraz czy posiada znamiona oryginalności”.

Rozdział 2 stanowi obszerny przegląd stanu wiedzy w tematyce rozprawy. Autorka dokonała wnikliwej analizy literatury krajowej jak i zagranicznej dotyczącej: metod szacowania i kalkulacji kosztów przedsięwzięć budowlanych stosowanych na różnych etapach procesu inwestycyjnego oraz dokładności szacowania kosztów przedsięwzięć budowlanych. Przeprowadziła krytyczną analizę modeli zastosowanych do szacowania kosztów, a także wyników uzyskiwanych z tych modeli. Modele stosowane do szacowania kosztów zebrane zostały w formie tabelarycznej z odniesieniem do tytułu pracy, autorów i roku publikacji. Jest to szczególnie cenne, ponieważ wskazuje dokładne źródło wiedzy dla zainteresowanych tą tematyką. Następnie omówiła zagadnienia dotyczące zarządzania jakością w budownictwie. Zwróciła także uwagę na zmieniającą się w swojej treści ogólną definicję jakości oraz jakości obiektów budowlanych. Ostatnim analizowanym tematem są koszty jakości ich klasyfikacja oraz źródła kosztów. Przegląd literatury przeprowadzony jest szczegółowo i wyczerpująco. Poszczególne pozycje literatury omówione zostały dokładnie z uwypukleniem najważniejszych osiągnięć.

W rozdziale 3 przedstawiono tło dla prowadzonych rozważań i badań. Opisano funkcje jakie pełnią elewacje oraz przedstawiono ich klasyfikacje. Skupiono uwagę na elewacjach dla budynków użyteczności publicznej w formie lekkiej ściany osłonowej. Bardziej szczegółowo opisano fasady szklano-metalowe i wentylowane. Na początku rozdziału zdefiniowano termin elewacja i równoważny mu termin fasada. W dalszej części wywodu, doktorantka konsekwentnie używa termin fasada w odniesieniu do ścian zewnętrznych szklano-metalowych, natomiast termin elewacja do ścian zewnętrznych wentylowanych. Sugeruje to, że jest jednak różnica między tymi pojęciami. Dlaczego w pierwszym przypadku używana jest nazwa fasada, a w drugim elewacja? Następnie, zwrócono uwagę na zagadnienia związane z szacowaniem kosztów wykonania systemów fasadowych. Kluczowym elementem tego podrozdziału jest omówienie etapów przygotowania oferty cenowej. Moim zdaniem, tytuł podrozdziału „*Koszty wykonania systemów fasadowych*” nie jest właściwy i nie odzwierciedla jego zawartości, ponieważ w tym podrozdziale nie są obliczane koszty, a jedynie skupiono uwagę na etapach przygotowania oferty cenowej.

W rozdziale 4 zamieszczono opis badań własnych. Przedstawiono metody i techniki wykorzystane w prowadzeniu badań oraz sporządzono przykładową kalkulację kosztów systemu fasadowego. Kluczowym elementem tego rozdziału jest identyfikacja czynników wpływających na koszty systemów elewacyjnych. Wykorzystując dokumentację projektową, kosztorysową i powykonawczą, własną wiedzę inżynierską oraz dostępne analizy ekonomiczne dla 209 budynków użyteczności publicznej, Doktorantka wyodrębniła 14 czynników kształtujących koszty systemów fasadowych. Czynniki te zostały przyporządkowane do trzech grup: ogólnej charakterystyki budynku, charakterystyki parametrów budynku oraz charakterystyki analizowanego systemu elewacji. Do oceny wpływu czynników na koszty elewacji i zależności między czynnikami zastosowano analizę strukturalną. W tym celu zastosowano metodę MICMAC. Elementem wejściowym do analizy strukturalnej jest ocena wpływów bezpośrednich poszczególnych czynników na inne czynniki, dokonana przez ekspertów. W efekcie prowadzonych badań i analiz zakwalifikowano badane czynniki do 6 grup zdefiniowanych jako determinanty, czynniki zewnętrzne, czynniki autonomiczne, czynniki celów, czynniki rezultatów i czynniki pomocnicze. Na podstawie danych, pozyskanych z dokumentacji oraz wyników przeprowadzonej analizy strukturalnej, zbudowano bazę danych, która była podstawą budowy modeli predykcyjnych. Opis zastosowanej metodyki analizy strukturalnej (metody MICMAC) powinien być szczegółowy. W pracy zamieszczono tylko wyniki analizy, natomiast nie zamieszczono informacji w jaki sposób otrzymano np., macierz pośrednich wpływów i macierz potencjalnych pośrednich wpływów. W opisach

macierzy A, B i C brakuje informacji jakie dane zawierają kolumny macierzy i wiersze, a jakie komórki. Nie zdefiniowano pojęcia *wpływ pośredni* i co oznacza *potencjalny wpływ pośredni*? Należałoby również dookreślić opisy tabel. Np., tab. 4.10, 4.11, 4.12 badany jest *wpływ czynników – na co?* i *zależność czynników od czego?* czy też między czynnikami? Na rys. 4.18 brakuje opisu osi i skali.

W rozdziale 5 zidentyfikowano czynniki wpływające na koszty zapewnienia jakości systemów fasadowych. Na podstawie analizy literatury, dokumentacji przedsiębiorstw, dokumentacji powykonawczych oraz własnego doświadczenia autorki, wyodrębniono 22 czynniki, które zakwalifikowano do 4 grup: koszty zapobiegania, koszty oceny, koszty ukryte i koszty błędów wewnętrznych. Za pomocą badań ankietowych ustalono ważność wyselekcjonowanych czynników oraz określono procentowy wskaźnik stanowiący dodatek za podwyższoną jakość realizacji systemów elewacyjnych. Według Respondentów, czynnikami, które mają największy wpływ na koszty jakości wykonania fasad aluminiowo-szklanych oraz elewacji wentylowanych, były przede wszystkim błędy projektowe oraz błędy montażu. Wskazane czynniki wpływające w największym stopniu na jakość w budownictwie zostały również potwierdzone w badaniach innych autorów. Najmniejszy wpływ na koszty jakości mają czynniki związane z systemem zarządzania jakością, a więc: certyfikacja oraz audyty wewnętrzne. Do oceny jakości danych zawartych w ankietach (jednorodności i obiektywności) wykorzystano współczynnik konkordancji Kendalla-Smitha. Na podstawie ocen Respondentów oszacowano wartość *procentowego wskaźnika za podwyższoną jakość* wykonania systemów fasadowych na poziomie 2% ( $W_j = 2\%$ ). Wskaźnik ten mówi, że inwestor powinien ponieść dodatkowe koszty, aby uzyskać fasadę o odpowiednio wysokiej jakości (str. 106). Zagadnienie to jest moim zdaniem dyskusyjne. Skoro największy wpływ na jakość fasad mają błędy projektowe i montażu, to dlaczego Inwestor ma pokrywać koszty ich usunięcia?

W rozdziale 6 zaproponowano 4 modele predykcji kosztów systemów fasadowych, tj. model regresji wielorakiej, model regresji krokowej postępującej, model drzewa regresyjnego oraz model sztucznej sieci neuronowej. Na podstawie uzyskanych z modeli wartości błędów prognoz, wybrano model o najlepszej jakości dopasowania, którym okazał się model sztucznej sieci neuronowej. Przeprowadzono analizę wrażliwości wybranego modelu. Najistotniejszą zmienną niezależną dla modelu sztucznej sieci neuronowej jest zmienna ( $X_8$ ) – powierzchnia analizowanej elewacji. Dokonano symulacji zmienności modelu w zależności od zmiany wartości najistotniejszej zmiennej ( $X_8$ ), a następnie symulację zmienności modelu w zależności od zmiany 3 istotnych zmiennych ( $X_8, X_4, X_{11}$ ). W efekcie prowadzonych analiz i obliczeń

uzyskano informację, że model sztucznej sieci neuronowej wykazuje małą wrażliwość na zmiany jego parametrów wejściowych. Tym samym wykazano, że zmiana wartości najistotniejszych zmiennych niezależnych nie wpływa na zmianę jakości działania modelu. Na końcu rozdziału zaprezentowano aplikację komputerową zbudowaną dla modelu sieci neuronowej oraz przeprowadzono weryfikację modelu dla nowych przypadków realizacji budynków użyteczności publicznej. Modele regresji wielorakiej i regresji krokowej mają podobną strukturę i różnią się liczbą zmiennych niezależnych. W przypadku modelu regresji wielorakiej liczba zmiennych wynosi 24, a w przypadku regresji krokowej liczba zmiennych wynosi 17. Wyliczone wartości charakterystyk oceny obu modeli są prawie identyczne. Ich wartości różnią się na 3 lub 4 miejscu po przecinku. Czy rozważała Doktorantka zmniejszenie liczby zmiennych w modelu regresji wielorakiej i czy ta zmiana miałaby negatywny wpływ na jego ocenę. W modelu drzewa regresyjnego Doktorantka powinna określić kryteria jakie przyjęto na poszczególnych etapach podziału zbiorów obiektów na podzbiory. Ponadto, rys. 6.10 nie jest czytelny. Należało wykonać go w większej skali. Zdaję sobie sprawę z tego, że jest to wydruk komputerowy, ale na podstawie wydruku takiej jakości trudno jest odczytać interesujące nas dane. Rysunek powinien być uzupełniony o czytelną legendę. Ocenę modelu drzewa regresyjnego dokonuje się m.in. na podstawie *resubstytucji kosztów*. Moim zdaniem, to pojęcie powinno być również wyjaśnione w pracy. Natomiast bardzo jasno i precyzyjnie zostały opisane sieci neuronowe oraz badania prowadzące do wytypowania sieci najdokładniej odwzorowującej dane rzeczywiste.

Rozdział 7 zawiera podsumowanie przeprowadzonych badań i analiz wnioski wynikające z badań, opis wkładu własnego do dysertacji, oryginalne elementy oraz wskazanie kierunków przyszłych badań.

*Podsumowanie: Stwierdzam, że ogólna struktura rozprawy jest poprawna, a układ poszczególnych części jest dostosowany do przyjętej metodyki badań. Każdy rozdział kończy krótkie podsumowanie. Przedstawione rozważania teoretyczne oraz badania własne prowadzą do osiągnięcia założonych celów pracy, którym była budowa modelu predykcyjnego do szacowania kosztów wykonania systemów fasadowych na etapie projektowania koncepcyjnego. Zaprezentowane analizy odnoszą się do literatury krajowej i międzynarodowej oraz doświadczenia zawodowego Doktorantki. Należy podkreślić bardzo dobre przygotowanie rozprawy pod względem graficznym. Zauważone w poszczególnych rozdziałach niedociągnięcia nie obniżają wartości merytorycznej pracy, lecz mają charakter dyskusyjny.*

## **4. Metoda rozwiązania zadania**

### **4.1. Dobór tematu**

Recenzowana rozprawa poświęcona jest szacowaniu kosztów wykonania systemów fasadowych budynków użyteczności publicznej. Budownictwo kubaturowe, w tym użyteczności publicznej stanowi znaczny segment rynku budowlanego. Bardzo dobrym i częstym rozwiązaniem stosowanym w budynkach użyteczności publicznej, są elewacje wykonane jako fasady aluminiowo-szklane oraz elewacje wentylowane. Fasady takie spełniają wymagania zasad zrównoważonego rozwoju. Poprzez stały dostęp światła dziennego do pomieszczeń budynku pozwalają na optymalne wykorzystanie energii, dzięki czemu oszczędza się na kosztach eksploatacji związanych z utrzymaniem i użytkowaniem budynku. Ponadto, do ich wykonania, stosowane są takie materiały jak aluminium, szkło oraz okładziny elewacyjne, które podlegają pełnemu recyklingowi. Duże znaczenie dla coraz powszechniejszego stosowania fasad aluminiowo-szklanych oraz elewacji wentylowanych ma również aspekt estetyczny.

Podstawą do oszacowania kosztów realizacji obiektów budowlanych są informacje zawarte w dokumentacji projektowej. Informacje te zmieniają się w trakcie procesu inwestycyjnego, począwszy od ogólnych danych dotyczących funkcji, formy i konstrukcji obiektu, do precyzyjnie określonych rozwiązań: architektonicznych, konstrukcyjnych oraz w zakresie instalacji. Stopień dokładności oszacowania kosztów zależy od szczegółowości posiadanych informacji o obiekcie budowlanym. Szczególnie trudnym zadaniem jest oszacowanie kosztów w początkowej fazie procesu inwestycyjnego, gdy informacje o obiekcie są niedokładne i mało precyzyjne. W takich sytuacjach korzystne i efektywne może być zastosowanie, do szacowania kosztów, modeli opartych na metodach matematycznych oraz sztucznej inteligencji. Znajomość kosztów wykonania elewacji, na wczesnym etapie projektowania, ma przede wszystkim duże znaczenie dla Inwestorów, którzy mają podjąć decyzje - jakie rozwiązanie będzie najbardziej korzystne dla przyszłego obiektu. Powszechność stosowania nowoczesnych systemów fasadowych w budynkach użyteczności publicznej, konieczność podejmowania decyzji co do rodzaju fasady już na wczesnym etapie projektowania, brak precyzyjnych informacji dotyczących przyjętych rozwiązań, pracochłonność metod kosztorysowania uzasadniają potrzebę budowy modeli predykcji kosztów. Powyższe stwierdzenia uzasadniają podjęcie tematu badań oraz słuszność sformułowanych celów naukowych i aplikacyjnych rozprawy.

Realizacja głównego celu rozprawy wiązała się z identyfikacją i oceną czynników kształtujących koszty analizowanych fasad, budową bazy danych obejmującej rzeczywiste

przypadki realizacji systemów fasadowych, budową modeli predykcyjnych z wykorzystaniem metod statystycznych, algorytmu uczenia maszynowego oraz sztucznych sieci neuronowych oraz wyborem optymalnego modelu w oparciu o jakość predykcji oraz weryfikację modelu w praktyce.

*Podsumowanie: Wybór, do rozważań naukowych, tematu szacowania kosztów na wczesnym etapie projektowania koncepcyjnego, na podstawie modeli predykcyjnych, jest trafny tak z naukowej jak i inżynierskiej perspektywy. Przy wyborze podmiotu badań kierowano się coraz większą powszechnością stosowania badanych fasad w obiektach budowlanych, spełnianiem przez te fasady wymagań zrównoważonego rozwoju oraz wskazówkami wynikającymi z analizy literatury przedmiotu, ujawniającymi lukę badawczą w podjętym obszarze badań. Rezultat badań w postaci modelu sztucznej sieci neuronowej jest niezwykle użyteczny w praktyce budowlanej. Oceniam podjęty temat rozprawy, zdefiniowane cele naukowe i użyteczne jako zasadne. Jest on oryginalny, ważny i aktualny. Temat badań mieści się w ramach specjalności Inżynieria Przedsięwzięć Budowlanych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport.*

#### **4.2. Metoda rozwiązania zadania**

Obiekty budowlane charakteryzują się dużą różnorodnością i złożonością realizowanych procesów. Złożoność wyzwań podejmowanych w ramach planowania i realizacji obiektów budowlanych, wymusza konieczność wspomagania działań w procesie podejmowania decyzji innowacyjnymi metodami i narzędziami. Fundamentalne znaczenie dla inwestorów, w procesach podejmowania decyzji, ma znajomość kosztów realizacji obiektu bądź jego elementu. Jest to zadanie szczególnie trudne na wczesnych etapach projektowania, gdy znane są tylko podstawowe dane konstrukcyjne i parametry techniczne obiektu. Autorka rozprawy podjęła trud budowy modelu predykcji kosztów wykonania fasad aluminiowo-szklanych i elewacji wentylowanych, wspomagającego podejmowanie decyzji na wczesnym etapie opracowania koncepcji. W tym celu opracowała metodykę obejmującą następujące etapy badań:

1. Identyfikację i ocenę czynników kształtujących koszty systemów elewacyjnych w formie fasad aluminiowo-szklanych oraz elewacji wentylowanych.
2. Zdefiniowanie dodatku kosztowego za podwyższoną jakość wykonania elewacji.
3. Budowę bazy danych obejmującej rzeczywiste przypadki realizacji systemów fasadowych.

4. Budowę modeli predykcyjnych z wykorzystaniem metod statystycznych, algorytmu uczenia maszynowego oraz sztucznych sieci neuronowych.
5. Wybór optymalnego modelu w oparciu o jakość predykcji.
6. Weryfikację modelu w praktyce na podstawie autorskiej aplikacji komputerowej.

Aby zrealizować cel rozprawy, Doktorantka zastosowała następujące narzędzia i metody badawcze:

- metodę analizy i krytyki piśmiennictwa w odniesieniu do przeglądu literatury przedmiotu, w celu zdefiniowania problemu badawczego;
- metodę badania dokumentów w odniesieniu do analizy przepisów prawa zawartych w normach i ustawach oraz faktów zawartych w dokumentach wytworzonych na potrzeby realizacji podobnych przedsięwzięć;
- metodę sondażu diagnostycznego w odniesieniu do identyfikacji czynników wpływu na koszty wykonania i koszty jakości;
- metody statystyczne w celu wyciągnięcia wniosków z wyodrębnionych zbiorów danych statystycznych;
- metodę analizy konstrukcji logicznej badanego zjawiska, polegającej na podzieleniu problemu na mniejsze elementy i zbadanie każdego z nich indywidualnie, a następnie utworzenie logicznego ciągu działań prowadzącego do opracowania modelu szacowania kosztów i wspomagającego systemu komputerowego.

W analizach i obliczeniach statystycznych Doktorantka zastosowała, dostępne w oprogramowaniu Statistica, algorytmy metod statystycznych, algorytmu uczenia maszynowego oraz sztucznych sieci neuronowych. Wynikiem realizacji celu rozprawy są oryginalne modele predykcji kosztów wykonania systemów fasadowych: model regresji liniowej wielorakiej, model regresji krokowej postępującej, model drzewa regresyjnego oraz model sztucznej sieci neuronowej MLP. Opracowane modele zostały porównane pod kątem jakości uzyskiwanych wyników. Ostatecznie Doktorantka wskazała model najdokładniej odwzorowujący wartości rzeczywiste i jest nim sztuczna sieć neuronowa. Tym samym zdefiniowany w rozdziale 1. cel pracy został osiągnięty, a przyjęta teza została udowodniona.

*Podsumowanie: Mgr inż. Monika Górka-Stańczyk wykazała się wiedzą teoretyczną w zakresie identyfikacji, analizy i modelowania czynników mających wpływ na koszty wykonania fasad aluminiowo-szklanych i wentylowanych oraz zastosowania metod matematycznych, uczenia maszynowego i sztucznej inteligencji do budowy modeli szacowania kosztów w/w fasad. Wykazała się także umiejętnościami praktycznymi stosowania metod naukowych w celu*



*opracowania systemu komputerowego wspomagającego szacowanie kosztów. Praca wnosi nowe wartości poznawcze w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, szczególnie w zakresie identyfikacji i oceny poszczególnych czynników wpływu na koszty wykonania systemów fasadowych oraz budowy modeli predykcji wiążących zidentyfikowane czynniki z kosztami. Wartością dodaną w pracy jest aplikacja komputerowa służąca do predykcji kosztów przy zadanych wartościach zidentyfikowanych czynników.*

*Doktorantka zdefiniowała problem o charakterze naukowym i praktycznym oraz rozwiązała postawione zadanie, wykazując się przy tym umiejętnością samodzielnej pracy naukowej. Cele pracy zostały osiągnięte, a sformułowana teza udowodniona.*

## **5. Uwagi polemiczne i krytyczne**

Przedstawione w niniejszym punkcie uwagi, dotyczące recenzowanej rozprawy, nie obniżają jej wartości merytorycznej i ogólnej pozytywnej oceny. Zostały one podane w charakterze dyskusji, co może być przydatne w trakcie opracowywania późniejszych publikacji naukowych.

1. W dysertacji pojawia się pojęcie „podwyższona jakość fasady” Jest to pojęcie bardzo nie ostre. *Jakie warunki powinna spełniać fasada, aby uznać, że jej jakość jest podwyższona? Co oznacza pojęcie podwyższenie jakości, jak ocenić standardowy poziom jakości fasady?*
2. Na str. 70 Doktorantka dokonała klasyfikacji fasad ze względu na czynnik X11, na: a- fasady słupowo-ryglowe, b-fasady półstrukturalne i c- fasady o odporności ogniowej. Nazwa fasady c- o odporności ogniowej nie jest odpowiednia. Przecież każda fasada powinna mieć wymaganą odporność ogniową. *Proszę o scharakteryzowanie wymienionych fasad w kontekście odporności ogniowej.*
3. Uwagi do rysunków 4.14 i 4.18. Każdy z analizowanych czynników (X1-X14) ma swoje miejsce na płaszczyźnie. Czy lokalizacja tych punktów jest dowolna czy zależy od parametrów: siła wpływu i siła zależności? Jeżeli tak to na rysunkach, na osiach, brakuje skali.
4. W tabeli 4.10 wyszczególniono 14 czynników wpływu na koszty systemów fasadowych, natomiast w tabeli 4.12 liczba czynników jest dwukrotnie większa. Z tego względu oznaczenia zawarte w drugiej części tabeli 4.12 nie odpowiadają oznaczeniom w tabeli 4.10. Dla jasności należało zastosować inny sposób indeksowania czynników, np. dwie liczby oddzielone kropką (X11.1, X11.2.).

5. W dysertacji zamieszczono 4 modele do predykcji kosztów wykonania fasad. Dwa pierwsze z nich to: model regresji wielorakiej i model regresji krokowej postępującej. Model regresji wielorakiej jest bardzo rozbudowany, zawiera aż 24 czynniki wpływu. Model regresji krokowej zawiera 17 czynników wpływu. *Czy można zmniejszyć liczbę zmiennych niezależnych w modelu regresji wielorakiej bez większego uszczerbku dla jego jakości?*
6. W modelu drzewa regresyjnego zamieszczono bardzo ogólne podstawy teoretyczne, natomiast brakuje informacji jakie założenia przyjęto do budowy tego modelu. Algorytm tworzenia drzewa regresyjnego to znalezienie logicznych warunków podziału zbioru obiektów na podzbiory i określenie zależności jakie łączą zmienne niezależne ze zmienną zależną. *Chciałabym się dowiedzieć, jakie były kryteria podziału zbioru wyjściowego 1 na podzbiory widoczne na rys 6.8?*
7. Rys. 6.10 nie jest czytelny. Należało wykonać go w większej skali. Zdaję sobie sprawę z tego, że jest to wydruk komputerowy, ale na podstawie wydruku takiej jakości trudno jest odczytać interesujące nas dane.
8. Proszę o wyjaśnienie pojęcia *resubstytucja kosztów*.
9. Mam wrażenie, że rozdział piąty poświęcony kosztom jakości fasad stanowi odrębny temat badawczy, bardzo luźno związany z kluczowym tematem. *Czy wyniki uzyskane z opracowanych modeli zawierają 2% dodatek na podniesienie jakości*

Pozostałe zauważone niedociągnięcia mają charakter marginalny. Są to drobne błędy literowe i interpunkcyjne, które nie wpływają na ogólną dobrą ocenę dysertacji. Dlatego też, nie zostały przytoczone w recenzji.

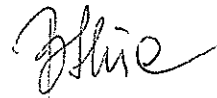
## 6. Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pani mgr inż. Moniki Górki-Stańczyk stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, ma walor naukowy i poznawczy. Wykazuje dużą wiedzę teoretyczną Doktorantki oraz umiejętność samodzielnego planowania i prowadzenia badań naukowych. Rozprawa wnosi znaczący wkład teoretyczny i inżynierski w rozwój nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport obejmujący identyfikację i ocenę, dotychczas nie rozpoznanych, czynników wpływu na koszty fasad oraz czynników wpływu na ich jakość, opracowanie modeli szacowania kosztów systemów fasadowych uwzględniających te czynniki oraz zbudowanie aplikacji komputerowej dla modelu sztucznej sieci neuronowej, dedykowanej uczestnikom procesu

budowlanego. Wniesione w recenzji uwagi należy traktować jako dyskusyjne i służące do ewentualnego uwzględnienia w dalszych pracach badawczych i publikacjach.

Stwierdzam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska Pani mgr inż. Moniki Górki-Stańczyk zatytułowana „*Modelowanie kosztów wykonania systemów fasadowych budynków użyteczności publicznej*” spełnia wymogi Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z 2003r.

W związku z powyższym, stawiam wniosek o dopuszczenie Pani mgr inż. Moniki Górki-Stańczyk do publicznej obrony przedstawionej rozprawy doktorskiej.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Hinc' or similar, with a stylized flourish at the end.