

Dr hab. inż. Wiesław Meszek  
Politechnika Poznańska  
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu  
Instytut Budownictwa  
ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań  
wieslaw.meszek@put.poznan.pl

## RECENZJA

### rozprawy doktorskiej mgr inż. Michała Wojciechowskiego pt.: „Modelowanie parametrów technicznych proekologicznego budynku biurowego”

#### 1 PODSTAWA WYKONANIA I PRZEDMIOT RECENZJI

Niniejsza recenzja sporządzona została na podstawie uchwały Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej z dnia 02.02.2021 oraz pisma Przewodniczącego Rady – Pana dr hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. uczelni, z dnia 04.02.2021 (WTBD.521.DR.25.2021).

Opiniowana rozprawa pt. „Modelowanie parametrów technicznych proekologicznego budynku biurowego”, autorstwa mgr inż. Michała Wojciechowskiego:

- jest pracą pisemną o charakterze monografii naukowej,
- przygotowana została w języku polskim, liczy 250 stron, zawiera 175 różnego rodzaju rysunków (fotografie, wizualizacje schematy, wykresy) oraz 20 tabel,
- składa się z 7 rozdziałów (w tym *Wstęp*, *Podsumowanie* i *Kierunki dalszych badań*), spisu literatury, jednego załącznika oraz streszczeń w j. polskim i j. angielskim. Spis literatury zawiera 123 pozycje, w tym publikacje naukowe (także anglojęzyczne), akty prawne, publikowane raporty gospodarcze, adresy stron internetowych.

Rozprawa przygotowana została pod kierunkiem promotora – dr hab. inż. Tomasza Błaszczynskiego, em. prof. PP oraz promotora pomocniczego – dr inż. Anny Krawczyńskiej.

#### 2 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA ROZPRAWY

W rozdziale I Autor zarysował tło omawianych w pracy zagadnień, wskazując na celowość podjęcia problematyki budownictwa biurowego, zorientowanego na rozwiązania proekologiczne.

Rozdział II zawiera cele (omówione w dalszej części recenzji) i opis zakresu pracy, w ramach którego Autor scharakteryzował pokrótce zawartość poszczególnych części rozprawy.

W rozdziale III Autor scharakteryzował współczesne budownictwo biurowe, koncentrując uwagę na wybranych pojęciach, zagadnieniach i parametrach. Istotny fragment poświęcił systemom certyfikacji ekologicznej: LEED i BREEM, a po omówieniu formy i kształtu nowoczesnego budynku biurowego zamieścił obszerną charakterystykę rozwiązań

konstrukcyjnych tego typu budynków. Wiele miejsca poświęcone zostało omówieniu elewacji współczesnych budynków biurowych (w tym ich parametrów, materiałów, rodzajów elewacji i systemów elewacyjnych). Odrębne części rozdziału III poświęcono na kwestie nowoczesnych systemów wentylacji i klimatyzacji, zaawansowanych instalacji elektrycznych (w tym systemu zarządzania budynkiem) oraz zagadnienia komunikacji pionowej w budynkach.

Rozdział IV zawiera tezy rozprawy (omówione w dalszej części recenzji).

Kluczowym i najbardziej obszernym rozdziałem rozprawy (132 strony) jest Rozdział V o tytule analogicznym do tytułu całej pracy. Rozdział ten obejmuje omówienie celu i zakresu badań, opis stosowanego modelu, analizę rozpatrywanych parametrów technicznych budynków biurowych, wyniki przeprowadzonych badań, ranking rozważanych kategorii oraz (jako zwieńczenie badań) wskazanie proponowanych parametrów (rozwiązań konstrukcyjnych, materiałowych i funkcjonalno-użytkowych) proekologicznego budynku biurowego.

W Rozdziale VI (błędnie oznaczonym jako rozdział V) Autor zamieścił podsumowanie rozprawy, natomiast w Rozdziale VII (błędnie oznaczonym jako Rozdział VI) wskazał kierunki dalszych badań.

### **3 OCENA MERYTORYCZNA ROZPRAWY**

#### **3.1 Aktualność tematu**

Problematyka rozprawy wpisuje się Strategię Zrównoważonego Rozwoju, eksponowaną przez wiele instytucji, w tym także odpowiednie gremia Unii Europejskiej, a zintegrowane podejście produktowe (a zatem odnoszące się także do budynków) uznawane jest obecnie za możliwie najbardziej efektywny sposób realizowania wymiaru środowiskowego tej strategii. Formułowany dziś wymóg, aby przedsięwzięcia budowlane były efektywne ekonomicznie i środowiskowo w pełnym wymiarze cyklu życia obiektów budowlanych będących ich przedmiotem, sprawia, że istnieje zapotrzebowanie na narzędzia wspomagające tworzenie rozwiązań proekologicznych.

Recenzowana rozprawa, koncentrując się na inżynierskich aspektach zrównoważonego budownictwa biurowego, dotyczy zatem aktualnego i ważnego problemu. Łączy w sobie wątki typowo naukowe (modelowanie parametrów) z szeroką wiedzą i praktyką zawodową Autora, co nadaje jej szczególnie pożądany – praktyczny wymiar.

#### **3.2 Układ rozprawy**

W Rozdziale II Autor zaznaczył, że układ rozprawy opracowany został w oparciu o sekwencję zagadnień, kompleksowo opisujących współczesne budownictwo biurowe.

Z punktu widzenia charakteru poszczególnych części rozprawy zauważyć należy, że:

- obszerny rozdział III ma charakter wprowadzający i przeglądowy. Liczne podrozdziały nawiązują do wybranych zagadnień związanych ze współczesnymi budynkami biurowymi,
- krótki rozdział IV zawiera tezy rozprawy,
- część badawczą zawiera rozdział V, stanowiący najważniejszy z punktu widzenia wartości naukowych element rozprawy,
- rozdziały I i II oraz VI i VII stanowią odpowiednio wstępne i końcowe części rozprawy.

Układ rozprawy ma charakter autorski i (jak można domniemać) odpowiada zamierzeniom Autora jako praktyka budowlanego; stąd zapewne obszerny, ale nie nawiązujący do modelowania rozdział III poprzedzający tezy rozprawy.

Wbrew precyzyjnie sformułowanemu tytułowi rozprawy, czytelnik nie znajduje jednak stosownej definicji proekologicznego budynku biurowego lub sposobu rozumienia tego pojęcia, pozwalającego na jego umiejscowienie wśród pojęć zbliżonych (budynek ekologiczny, zielony budynek, budynek zrównoważony), jak i na tle wymogów art. 5 Prawa Budowlanego.

Czytelnik winien też (na początku pracy) uzyskać jednoznaczną informację, jaki zakres parametrów technicznych (i jak rozumianych) podlegać będzie modelowaniu, tym bardziej, że proponowany model nie prowadzi bezpośrednio do ustalenia parametrów rozumianych jako rozwiązania w zakresie poszczególnych elementów i cech budynku.

Lektura całości rozprawy nie pozostawia wątpliwości, że oprócz rozległej wiedzy inżynierskiej cechującej praktyka budowlanego, Autor dysponuje szerokim rozpoznaniem literatury, a zatem i stanu wiedzy w zakresie związanym z przedmiotem Jego badań. Wyodrębnienie w strukturze rozprawy, np. w postaci podrozdziału, fragmentu dotyczącego analizy stanu wiedzy w świetle dostępnych publikacji naukowych oraz usytuowane na tym tle własnych badań, bez wątpienia umożliwiłoby lepsze wyeksponowanie osiągnięcia naukowego Autora.

Wydaje się zatem, że istniały możliwości lepszego nakierowania struktury i układu pracy na poszczególne elementy procesu modelowania, co sprzyjałoby większej przejrzystości wyводу naukowego.

Rangi rozprawy nie podnoszą „podręcznikowe” tytuły niektórych podrozdziałów (zwłaszcza w rozdziale III); kilka z nich wymaga sprostowania, co omówiono w pkt. 4.2 recenzji.

Podsumowując, układ rozprawy (zwłaszcza z punktu widzenia tytułu pracy) ma charakter częściowo dyskusyjny, niemniej umożliwił Autorowi prezentację zamierzonych treści i przeprowadzenie wyводу naukowego zgodnie z założonymi celami i sformułowanymi тезami.

### 3.3 Cele i tezy rozprawy

Jako cele pracy Autor wymienił (w Rozdziale II):

- wskazanie optymalnych parametrów, formy i wielobranżowych rozwiązań budynku biurowego, spełniających oczekiwania właściciela i potencjalnych najemców,
- wskazanie (wydaje się, że powinno być *wykazanie*) wpływu rozwoju budownictwa i samej techniki budowania na ukształtowanie się dzisiejszego standardu nowych obiektów biurowych,
- wskazanie czynników istotnie determinujących formę współczesnego projektu deweloperskiego, a także jaki zbiór parametrów technicznych, biznesowych oraz ekologicznych spełnia oczekiwania rynku deweloperskiego (jaki projekt deweloperski staje się produktem optymalnym z punktu widzenia biznesowego).

Idea recenzowanej rozprawy jest dość czytelnie wskazana w jej celach, aczkolwiek powyższe sformułowania wykraczają znacząco poza precyzyjnie sformułowany temat rozprawy (modelowanie parametrów technicznych proekologicznego budynku biurowego).

Tezy rozprawy (zawarte w Rozdziale IV) sprowadzają się do trzech stwierdzeń Autora:

- nowoczesny budynek biurowy powinien być obiektem ekologicznym,
- możliwym jest wskazanie optymalnych parametrów technicznych i biznesowych dla realizacji nowoczesnego biurowca,

- w ramach rynku polskiego występują różne rozwiązania techniczne i organizacyjne, stosowane przez deweloperów, pozwalające na realizację nowoczesnego i ekologicznego budynku biurowego, co zostanie potwierdzone opracowaną propozycją standardu polskiego budynku biurowego.

W kontekście tytułu rozprawy kluczowa jest z pewnością teza druga, przy czym podkreślony wcześniej brak precyzyjnego wskazania jakie (i jak rozumiane) parametry techniczne podlegać będą modelowaniu sprawia, że użyte sformułowanie dot. parametrów technicznych i biznesowych może budzić wątpliwości. Z kolei wątpliwa zasadność postępowania się przymiotnikiem „*optymalny*” skomentowana jest w pkt. 4.1 recenzji.

Pierwsza część trzeciej tezy stanowi zapowiedź przeglądu stosowanych rozwiązań, druga część to de facto zapowiedź weryfikacji modelu, co w rozprawie zostało dokonane.

Tezy rozprawy słusznie nawiązują i korespondują z wcześniej sformułowanymi celami. Traktując kompleksowo, zarówno cele, jak i korespondujące z nimi tezy, stwierdzić należy, że Autor osiągnął cele i potwierdził tezy w takim zakresie, w jakim na gruncie Jego wiedzy technicznej było to możliwe. Wydaje się jednak, że tworząc narzędzie wspomagające wybór konkretnych rozwiązań obiektów biurowych można było (w celach i tezach) bardziej eksponować zalety i możliwości narzędzia stanowiącego oryginalną koncepcję Autora, kosztem niektórych ogólnikowych i wykraczających poza temat rozprawy sformułowań.

### 3.4 Osiągnięcia naukowe tkwiące w rozprawie

Kluczowy dla oceny wartości naukowych, tkwiących w rozprawie jest jej Rozdział V.

W podrozdziale 2 (rozdziału V) Autor dokonał hierarchizacji, polegającej na przypisaniu znaczenia (wag) do siedmiu przyjętych przez siebie kryteriów, dotyczących (wg sformułowania użytego przez Autora) kwestii technicznych, biznesowych oraz eksploatacyjnych, dalej interpretowanych jako kryteria techniczne (3 kryteria) i biznesowe (4 kryteria).

Przyjęte kryteria nazwane i opisane zostały (str. 105 i 106) w sposób zróżnicowany; niektóre w sposób bardzo szeroki. O ile kryteria „wartość obiektu” i „trwałość budynku” nie budzą wątpliwości, co do możliwości oceny danego obiektu na ich podstawie, to kryteria „rozwiązania techniczne i projektowanie”, „realizacja budynku”, „eksploatacja budynku”, „certyfikacja ekologiczna” takie wątpliwości nasuwają.

Dalej Autor precyzuje jednak, w odniesieniu do trzech kryteriów technicznych, że:

- „rozwiązania techniczne i projektowanie” to kryterium oceniane na podstawie kosztów  $C_P$  ponoszonych na etapie projektowym do momentu rozpoczęcia prac budowlanych,
- „realizacja inwestycji” to kryterium oceniane na podstawie kosztów  $C_B$  kolejnych istotnych etapów w cyklu wykonania obiektu,
- „eksploatacja obiektu” to kryterium oceniane na podstawie kosztów  $C_U$  stanowiących równowartość ponoszonych przez najemców opłat eksploatacyjnych (zapewniających utrzymanie obiektu w pełnej sprawności) oraz kosztów zużytych mediów.

Mamy tu zatem do czynienia z kosztami cyklu życia budynku LCC, których struktura (co wyrażają wzory (2.2)÷(2.4)), jest dla Autora wyjściową przesłanką ustalenia wag poszczególnych kryteriów technicznych.

Z kolei w odniesieniu do kryteriów biznesowych Autor doprecyzował, że:

- „najem” to kryterium, oceniane na podstawie przychodów uzyskiwanych z tytułu najmu,

- „wartość obiektu” to kryterium oceniane na podstawie wartości nieruchomości określonej z wykorzystaniem podejścia dochodowego i metody inwestycyjnej, przy wskaźniku kapitalizacji równym 9,
- „trwałość budynku” to kryterium oceniane na podstawie kosztów remontów,
- „certyfikacja ekologiczna” to kryterium oceniane na podstawie kosztów rozwiązań prowadzących do certyfikacji, kosztów procesu certyfikacyjnego i korzyści z tytułu rozwiązań wymuszonych certyfikacją na etapie eksploatacji obiektu.

Kształty krzywych zamieszczone na rysunkach V.2.1÷V.2.7, prezentujących wartości w ramach poszczególnych kryteriów nie wykazują logicznych sprzeczności, przy czym ich dokładny przebieg, wobec braku załączonych danych źródłowych jest nieweryfikowalny. Podkreślić jednak należy, że Autor jako źródła danych przywołuje m.in. liczne raporty i publikacje oparte na raportach instytucji monitorujących rynek nieruchomości w Polsce, co świadczy o Jego rozległej orientacji w zakresie kształtowania się parametrów charakteryzujących rynek biurowy.

Niezwykle istotnym ustaleniem jest wskazanie relacji pomiędzy sumarycznymi kosztami LCC a sumą przychodów z najmu w rozpatrywanym okresie eksploatacji obiektu biurowego (30 lat, począwszy od 7 roku umownego rozpoczęcia przedsięwzięcia deweloperskiego). Według oryginalnej koncepcji Autora wskaźnik ten pozwala na wyznaczenie relacji pomiędzy sumaryczną wagą kryteriów technicznych i sumaryczną wagą kryteriów biznesowych.

Zauważyć należy, że wskaźnik P opisany wzorem (2.5) ma charakter swoistego, odwróconego indeksu rentowności przedsięwzięcia, przesądzającego o jego opłacalności (przy wskaźniku  $P=48/52$  indeks rentowności IR byłby większy od 1). Wyższa rentowność (niższy wskaźnik P) prowadziłyby do wyższej wagi kryteriów biznesowych, co jest jak najbardziej logiczne.

Oryginalną koncepcję Autora stanowi także proponowana metodyka określania wag poszczególnych kryteriów biznesowych w oparciu o udział ich ocen w sumarycznej wartości korzyści z tytułu certyfikacji obiektu biurowego, opisanej wzorem (2.6).

Wyniki wykonanych przez Autora obliczeń wag kryteriów wg zależności (2.11)÷(2.17) są wprawdzie jedynie częściowo weryfikowalne (w oparciu o dane prezentowane na wykresach), ale bez wątpliwości stanowią ilustrację spójnej i logicznej koncepcji Autora.

Całą koncepcję metodyki ustalania wag poszczególnych kryteriów w podziale na kryteria techniczne i kryteria biznesowe uznać można za element rozwiązania oryginalnego problemu naukowego, które nie jest wzorowane na typowych standardach stosowanych w ramach powszechnie znanych metod analiz wielokryterialnych.

Końcowa część podrozdziału 2.1 rozdziału V stanowi zapowiedź dokonania hierarchii wszystkich kategorii (na tym etapie rozprawy bliżej niezdefiniowanych) w oparciu o funkcję użyteczności, opisaną wzorem (2.18). Jest to, słabo wyeksponowany w rozprawie, ale istotny element proponowanego przez Doktoranta modelu. Prezentowana funkcja użyteczności zakłada posługiwanie się wskaźnikami wpływu  $u$  o charakterze zero-jedynkowym, prowadzące do oceny danej kategorii na tle wcześniej ustalonych kryteriów i ich wag. Wartości funkcji użyteczności danej kategorii, przesądzają o uszeregowaniu tychże z punktu widzenia znaczenia dla rozwiązań proekologicznego budynku biurowego.

Podrozdział 3 (w Rozdziale V) rozprawy zawiera charakterystykę (w zasadzie wyniki badań) 12 budynków biurowych z punktu widzenia 79 kategorii. Doktorant nie definiuje pojęcia „kategoria”, co jak się okazuje byłoby trudne wobec szerokiego zakresu tego pojęcia. Poszczególne kategorie są tytułami kolejnych 79 podrozdziałów (w podrozdziale 3.2), które

zawierają liczne dane, zilustrowane zwykle wykresami, charakteryzujące daną kategorię w ramach grupy analizowanych 12-tu budynków biurowych.

Wyniki tych badań stanowią bez wątpienia materiał, umożliwiający zarówno:

- w oparciu o wcześniejszą hierarchizację kryteriów właściwe posłużenie się funkcją użyteczności, mającą na celu ostateczną hierarchizację kategorii,
- ukierunkowanie propozycji rozwiązań proekologicznego budynku, spełniającego oczekiwania deweloperów i użytkowników.

W podrozdziale 4 rozdziału V Autor zestawiał generalnie wyniki swoich badań i analiz, przy czym:

- w podrozdziale 4.1. powtórzył założenia modelowe z podrozdziału 2.1 i odesłał czytelnika do Załącznika nr 1 zawierającego obliczone wartości funkcji użyteczności dla wszystkich analizowanych kategorii (wagi kategorii). Obliczone wartości pozwoliły na uszeregowanie (hierarchizację) poszczególnych kategorii oraz wnioskowanie dotyczące tego uszeregowania zawarte w dalszej części podrozdziału 4.1,
- w podrozdziale 4.2 zawarł propozycje rozwiązań budynku biurowego, w podziale na (wg podtytułów Autora): budynek i konstrukcja, instalacje mechaniczne oraz instalacje elektryczne.

Proponowane rozwiązania dotyczą m.in. sposobu posadowienia, kształtu rzutu poziomego, wysokości kondygnacji, wielkości powierzchni biurowej, układu konstrukcyjnego, rodzaju pokrycia dachowego, rozwiązań w zakresie trzonu komunikacyjnego, rodzaju elewacji, sposobu aranżacji wnętrza, instalacji związanych z ogrzewaniem, chłodzeniem i doprowadzeniem świeżego powietrza, sposobu zasilania budynku w energię elektryczną oraz wyposażenia budynku w systemy p.poż. Elementem propozycji Autora jest wskazanie celowości dokonania certyfikacji LEED charakteryzowanego budynku.

Ze względu na liczne uwarunkowania (różnego typu, w tym wynikające z Prawa Budowlanego i prawa lokalnego) wpływające na możliwość kształtowania wielu rozwiązań w danej lokalizacji, proponowane w podrozdziale 4.2 poszczególne rozwiązania trudno oceniać w kontekście standardu, a tym bardziej optymalności rozwiązań proekologicznych, niemniej podrozdział ten postrzegać i traktować można jako swoistą weryfikację proponowanego przez Autora modelu.

Reasumując, pomimo wątpliwości i elementów dyskusyjnych, wskazanych także w dalszej części recenzji, stwierdzić można, że zaprezentowany model stanowi narzędzie, które w połączeniu ze stosowną wiedzą inżynierską wspomagać może proces decyzyjny w zakresie rozwiązań właściwych dla proekologicznych budynków biurowych.

Elementami tego modelu, będącymi jednocześnie elementami koncepcji Autora, wykazującej znamiona rozwiązania oryginalnego problemu naukowego są:

- koncepcja ustalania relacji pomiędzy sumaryczną wagą kryteriów technicznych i biznesowych,
- koncepcja ustalania wag poszczególnych kryteriów, a zwłaszcza wag kryteriów biznesowych w oparciu o udział ocen poszczególnych kryteriów tej grupy w sumarycznej wartości korzyści z tytułu certyfikacji obiektu,
- koncepcja zastosowania danej funkcji użyteczności prowadząca do hierarchizacji kategorii, co w powiązaniu ze zgromadzoną, wieloaspektową wiedzą nt. rozwiązań analizowanych 12-tu budynków biurowych oraz w powiązaniu ze stosowną wiedzą inżynierską, wspomagać może proces projektowania proekologicznego budynku biurowego.

## 4 UWAGI KRYTYCZNE

### 4.1 Uwagi ogólne i elementy dyskusyjne

1. Model proponowany przez Autora niewątpliwie wspomaga podejmowanie decyzji, jednak nie ma charakteru optymalizacyjnego (nie zawiera funkcji celu wyrażającej istotę optymalizacji); wszelkie sformułowania dotyczące optymalnego budynku, względnie optymalnych rozwiązań mają zatem charakter umowny i niejednoznaczny. Również, inne sformułowania zawierające przymiotnik „optymalny” wydają się zbyt daleko idące, np. *...analizy potwierdziły, że typowa optymalna kondygnacja biurowa ma ok. 1.600 m<sup>2</sup>...; Z analogicznych względów posługiwanie się przez Autora przymiotnikiem idealny w sformułowaniach typu idealny budynek, wzgl. idealny proekologiczny budynek uznać należy za niewłaściwe.*
2. Nazwy kryteriów technicznych i biznesowych (jak wskazano w pkt. 3.4 recenzji), wobec precyzyjnego sposobu ich oceny (danego rodzaju kosztów, przychodów, wzgl. wartości) są zbyt ogólne i niepotrzebnie powodują u czytelnika wątpliwości interpretacyjne.
3. Ze wzorów (2.6)÷(2.10) nie wynika (w przeciwieństwie do wzorów (2.1)÷(2.4)), czy dotyczą one całego rozpatrywanego cyklu życia obiektu oraz czy ich kalkulacja uwzględniała proces dyskontowania. Jeżeli tak (co można domniemać), to w jaki sposób uwzględniono zmienną w czasie wartość obiektu (tutaj bowiem skumulowana wartość, wzgl. skumulowana różnica wartości pozbawiona jest sensu).
4. Należy domniemać, że analizowane w rozdziale V kategorie i ich nazwy są wynikiem przemyśleń Autora opartych na szerokiej wiedzy i doświadczeniu zawodowym. Część kategorii, odzwierciedlających np. cechy budynku lub jego parametry wielkościowe może być w sposób oczywisty, na tle siedmiu wcześniej przyjętych i zhierarchizowanych kryteriów oceniona. Część kategorii ma jednak nazwy typu „zależność...”, „analiza...”, „wpływ...”, „porównanie...”, budząc uzasadnione wątpliwości dotyczące przedmiotu oceny wg powyższych kryteriów. Niefortunną nazwą kategorii (z analogicznego jw. względu) wydaje się też być „instalacja tryskaczowa – norma wymiarowania”.
5. Poza ogólnikowymi stwierdzeniami nie dostrzega się wyraźnego wpływu wag kategorii (jako wyników modelu, zamieszczonych w Załączniku nr 1) na proponowane rozwiązania (wg Autora optymalnego) budynku biurowego. Rodzi się tu pytanie, na ile propozycje Autora uległyby zmianie w przypadku zmiany wyników modelu (np. gdyby waga kategorii „kształt” wynosiła nie 87%, a np. 40%); nie jest bowiem wykluczone, że inwestor/developer stosujący proponowane narzędzie przyjmie do analizy np. 50 letni okres użytkowania budynku, co diametralnie zmieni wagi 7 analizowanych kryteriów.  
Należy jednocześnie podkreślić, że Autor zasadnie (kierując się wskazaniem zawartym w Rozporządzeniu Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 11.07.2018 w sprawie metody kalkulacji kosztów cyklu życia budynków...) przyjął 30 letni okres eksploatacji, ale jest to jednak wyłącznie założenie, mogące ulegać wariantowaniu. Dokonana analiza wrażliwości modelu w części dotyczącej wag rozpatrywanych kryteriów pozwoliła wprawdzie Doktorantowi na konkluzję, że zmiany wartości funkcji użyteczności pozostaną w granicach nie powodujących zmian w rankingu analizowanych kategorii, jednak siłą rzeczy nie objęła wszystkich danych wprowadzanych do modelu.
6. W ramach tzw. standardu nowoczesnego i proekologicznego budynku biurowego zaskakuje stwierdzenie (str. 233, 9 wiersz od dołu) *...Ciepło do budynku dostarczane będzie z miejskiej sieci ciepłowniczej...* – czytelnik bardziej spodziewałby się tu podjęcia problematyki odnawialnych źródeł energii i/lub wskazania nowoczesnych, proekologicznych źródeł energii cieplnej.

7. Sposób numeracji rozdziałów (pomijając błędne oznaczenie rozdziałów V i VI) i podrozdziałów nie ułatwia lektury tekstu. W wielu miejscach rozprawy spotyka się nieprecyzyjne sformułowania. Szczególnie irytujące dla czytelnika jest nagminne posługiwanie się przez Autora wieloznacznym terminem „projekt”. W niektórych przypadkach termin *projekt* oznacza przedsięwzięcie deweloperskie, w innych natomiast, jak wynika z kontekstu - mowa jest po prostu o obiekcie budowlanym, jeszcze w innych - *projekt* należałoby rozumieć jako budynek wraz z jego otoczeniem i infrastrukturą.

Autor w wielu miejscach posługuje się pojęciami potocznymi np. *monolit*, *żelbet*, *źródło ciepła*, *źródło chłodu*, które niewątpliwie w środowisku inżynierskim są używane, lecz w opracowaniu rangi rozprawy doktorskiej nie powinny mieć miejsca.

Niektóre twierdzenia uderzają swoją jednoznacznością, niektóre natomiast uznać należy za sformułowane niefortunnie, np.:

*...Parametry przyjęte dla rozpatrywanego obiektu przyjęte zostały w sposób, który umożliwi jego realizację na bardzo wielu działkach, tym niemniej szczegółowa analiza nieruchomości nie jest przedmiotem niniejszej pracy (str. 225, zdanie bezpośrednio nad rysunkiem V.4.3)...,*

z kolei niektóre sformułowania wymagałyby nie tyle definicji, co choćby podania sposobu rozumienia w rozprawie, np. *efektywne budownictwo biurowe*.

Czytelność wywodu zwiększyłaby też konsekwencja w stosowaniu poszczególnych pojęć; czytelnik może mieć bowiem wątpliwości, czy np. kryteria techniczne, kategorie techniczne, kryteria budowlane – to to samo, czy nie.

Generalnie, przy omawianiu problematyki będącej przedmiotem rozprawy, Autor winien używać precyzyjnych pojęć z zakresu inżynierii przedsięwzięć budowlanych.

## 4.2 Uwagi szczegółowe (w tym edytorskie)

1. Autor, w podrozdziale 1 rozdziału III przytacza definicję budynku biurowego powołując się na Polską Klasyfikację Obiektów Budowlanych; zauważyć jednak należy, że PKOB wskazuje jedynie, co obejmuje klasa pod nazwą „Budynki biurowe”, ale pojęcia tego nie definiuje.
2. Jak wskazano w pkt. 3.2 recenzji, tytuły niektórych podrozdziałów (zwłaszcza w rozdziale III) mają ewidentnie podręcznikowy charakter, nie sprzyjający randze rozprawy, a nawet powodujący wątpliwości co do celowości ich zamieszczenia. Ponadto: tytuł podrozdziału *...Lokalizacja obiektu a projekt...* wymaga oczywistej zmiany, tytuł krótkiego podrozdziału *...Granica opłacalności przy realizacji budynków wysokich...* nie odpowiada treści w nim zawartym – czytelnik o żadnej granicy opłacalności, ani o sposobie jej określania się tam nie dowiaduje, a z kolei tytuł podrozdziału *...Budynek i konstrukcja...* jest przykładem sformułowania, które zakresowo trudno zinterpretować.
3. Wielkość  $k_o$  opisana wzorem (2.6) i nazwana w tekście „wartość oszczędności kosztów z tytułu certyfikacji obiektu” jest de facto (ze względu na różnicę w przychodach oraz różnicę wartości nieruchomości) sumaryczną wartością korzyści, a nie tylko wartością oszczędności kosztów; dotyczący tej wielkości wykres na rys. V.2.7 winien być zatem inaczej nazwany i oznaczony.
4. Sformułowania w tekście (np. str. 110, 3 w. od dołu, str. 112, 1 wiersz pod wzorem 2.10) o kosztach przychodów (nie mające nic wspólnego z tzw. kosztami uzyskania przychodów) uważam, że są zwykłymi błędami; z analogicznego względu korekty wymaga oznaczenie



osi pionowej na rys. V.2.2 (rysunek dotyczy przychodów, a nie kosztów), podobny błąd ma miejsce na rys. V.2.5 (wykres obrazuje wartość nieruchomości, a nie koszty).

5. Skoro wzór (2.6) ma wyrażać wartość oszczędności (a de facto wartość korzyści) to wydaje się, że człon:  $k_{\zeta, \text{cert}} - k_{\zeta, \text{nc}}$  winien być zapisany odwrotnie, tj. jako  $k_{\zeta, \text{nc}} - k_{\zeta, \text{cert}}$ .
6. Str. 23, 5-6 wiersz od dołu: *Prawidłowo zaprojektowana powierzchnia biurowa charakteryzuje się niskim współczynnikiem powierzchni netto do powierzchni brutto; winno być raczej wysokim współczynnikiem.*
7. Str. 23, 1-3 wiersz od dołu: *Za dobrze zaprojektowany obiekt należy uznać budynek niższy, który osiąga współczynnik na poziomie 80%. Niższy budynek powoduje, że koszty wynajmu zaczynają rosnąć i obiekt staje się niekonkurencyjny; zdania zawierają oczywistą sprzeczność.*
8. Str. 64, pod rys. III.7.1: *Część parametrów musi być adaptowalna z minuty na minutę, a należą do nich ochrona przed słońcem czy przepuszczalność światła celem dostarczenia odpowiedniej ilości światła dziennego, jednocześnie zapobiegając przegrzaniu pomieszczeń; ochrona przed słońcem czy przepuszczalność światła nie są parametrami - parametry powinny być tu odpowiednio nazwane.*
9. Str. 77 od góry: po tytule podrozdziału 7.2.7 *Murowana Ściana Licowa* następuje tekst: *Są to najczęściej fasady trójwarstwowe...*; początek pierwszego zdania w podrozdziale powinien mieć raczej inną konstrukcję.
10. Str. 87, 8 wiersz od dołu: *...w wyniku zbyt wysokich prędkości i gradientów temperatur...*; Autor miał zapewne na myśli szybkie zmiany temperatur.
11. W ramach obszernego i generalnie poprawnie skonstruowanego spisu literatury, Autor mógł pokusić się o bardziej profesjonalne cytowanie aktów prawnych; zdarzają się też błędy literowe, np. w tytule poz. [87].
12. Wykaz stosowanych skrótów i oznaczeń bez wątpienia ułatwia poruszanie się w tekście rozprawy, ale ostatnie dwa oznaczenia (min – wąs dolny, max -wąs górny) wymagałyby szerszego objaśnienia.
13. Dostrzegalne są drobne uchybienia edytorskie różnego typu, w tym interpunkcyjne (np.: str. 133 u dołu: części zdania po dwukropku winny być pisane z małej litery i oddzielone przecinkiem oraz stylistyczne, np. sformułowanie *...koszt w koszcie ...* (str. 226, 1-2 wiersz nad rys. V.4.4).

## 5 PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY

W oparciu o dokonaną analizę recenzowanej rozprawy doktorskiej uważam, że sformułowany przez Autora problem naukowy jest istotny i aktualny, a jego rozwiązanie wykazuje znamiona oryginalnego rozwiązania problemu naukowego.

Zaprezentowane w rozprawie treści wskazują na szeroką wiedzę Doktoranta w zakresie zagadnień związanych z budownictwem ekologicznym. Uważam, że pomimo szeregu elementów dyskusyjnych, a także pomimo przeciętnego, szeroko rozumianego poziomu redakcyjno-edytorskiego (który jednak należy postrzegać mając na uwadze, że Autor jest praktykiem budowlanym, a nie pracownikiem naukowym), recenzowana rozprawa potwierdza umiejętności Autora formułowania problemów naukowych i prowadzenia badań w zakresie niezbędnym do ich rozwiązywania.

Opracowany przez Autora model umożliwi efektywne wnioskowanie w obrębie postawionych tez, a przedstawione uwagi krytyczne, tworzą, w moim przekonaniu, obszar rozważań przydatnych do ewentualnej ewolucji proponowanego przez Autora modelu i sposobu jego prezentacji w ewentualnych kolejnych publikacjach.

Konstatacje te upoważniają mnie do stwierdzenia, że rozprawa doktorska mgr inż. Michała Wojciechowskiego pt.: „Modelowanie parametrów technicznych proekologicznego budynku biurowego”:

1. zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego (oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej),
2. potwierdza ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie naukowej Inżynieria Lądowa i Transport, w zakresie zagadnień związanych z ekologicznym budownictwem biurowym,
3. potwierdza umiejętności Doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia pracy naukowej,

a zatem spełnia warunki stawiane rozprawom doktorskim, określone w stosownych przepisach prawa.

W związku z powyższym przedkładam Radzie Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Warszawskiej wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej pt.: „Modelowanie parametrów technicznych proekologicznego budynku biurowego”, napisanej przez mgr inż. Michała Wojciechowskiego oraz o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

