Dr hab. inż. Mieczysław Połoński, prof. em. SGGW
Instytut Inżynierii Lądowej
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
02-766 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159
e-mail: mieczyslaw_polonski@sggw.edu.pl

Warszawa, 21.6.2022 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Marii Kośmieja
pt. „Elastyczne planowanie obiektów infrastruktury eksploatowanych w zmiennym otoczeniu"

1. Podstawa opracowania

Recenzję wykonano na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria lądowa i transport Politechniki Poznańskiej prof. dr hab. inż. Jacka Pielecha z dn. 27.05.2022 r., zgodnie z wymogami ustawy z 14.03.2003 r. o stopniach i tytule naukowym z późniejszymi zmianami (Dz. U. z 2017 r. poz. 1789 oraz Rozporządzeniu MNiSW 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). Podstawą sporządzenia recenzji była przesłana rozprawa. Promotorem pracy jest Pan dr hab. inż. Jerzy Pasławski, prof. PP.

2. Uzasadnienie wyboru tematu

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Marii Kośmieja dotyczy oceny efektywności podejmowanych przedsięwzięć budowlanych, głównie w zakresie infrastruktury drogowej, w warunkach możliwych zmian w sposobie ich użytkowania w długim okresie eksploatacji. Proponowana metoda oceny efektywności dotyczy etapu wstępnego procesu inwestycyjnego, kiedy podejmowane są podstawowe decyzje co do zakresu, parametrów technicznych czy standardu planowanej inwestycji. Autorka zdaje sobie dobrze sprawę, że planowanie i realizacja inwestycji budowlanych jest procesem trudnym i obciążonym wieloma elementami ryzyka, co podkreśla już w tytule pracy pisząc o podejściu elastycznym i eksploatacji w zmiennym otoczeniu. Dlatego w rozprawie od początku przyjęto, że ocenę efektywności przedsięwzięcia budowlanego nie można rozpatrywać jako procesu zdeterminowanego, lecz zakłada się, że wykonany rachunek ekonomiczny powinien uwzględniać niepewność, jaka zawsze występuje w ocenie tego, co będzie działo się w przyszłości. Takie założenie potwierdzają badania naukowe i liczne przykłady z praktyki budowlanej, dlatego takie podejście jest jak najbardziej słuszne i uprawnione.

Biorąc pod uwagę zasadnicze znaczenie zagadnień efektywności ekonomicznej przedsięwzięć budowlanych temat pracy i przyjęty kierunek badań uważam za ważny zarówno z poznawczego jak i praktycznego punktu widzenia, poszerzający aktualny stan wiedzy w tym zakresie.

3. Układ i treść rozprawy

Opiniowana rozprawa doktorska obejmuje 174 strony tekstu, rysunków i tabel plus bibliografię i streszczenie w języku polskim i angielskim, co łącznie daje 193 strony. Główny tekst pracy podzielony jest na siedem rozdziałów i zakończenie. Praca nie zawiera załączników.

We wprowadzeniu Autorka zarysowuje problem badawczy. Wskazuje w nim, że *„pierwszoplanową czynnością podczas sporządzania projektu przedsięwzięcia jest uwzględnienie gotowości do zmian w całym cyklu życia obiektu*" . W wyniku takiego słusznego założenia proponuje wprowadzenie nowego podejścia w planowaniu opartego o elastyczność rozumianą jako możliwość, (ale nie konieczność) wprowadzenia pewnych opcji zakładających zmianę konfiguracji parametrów projektowanego systemu lub jego elementów w czasie. W rozdziale tym stawia również tezę rozprawy, definiuje jej cel, przedmiot i zakres pracy. Zwraca uwagę, że do tej pory w Polsce nie przeprowadzono i nie opracowano dokładnej oceny efektywności ekonomicznej przedsięwzięć zaprojektowanych przy pomocy elastycznych narzędzi, dlatego proponuje stworzenie jasnej i przejrzystej procedury, która umożliwi wprowadzenie elastyczności, a otrzymane wyniki pomogą w opracowaniu bardziej trafnych metod oceny i zastosowania elastyczności w budownictwie.

Rozdział drugi, zatytułowany „*Budowlany proces inwestycyjny*", przedstawia ogólne spojrzenie na proces inwestycyjny i cykl życia inwestycji, inżynierię przedsięwzięć budowlanych i zagadnienie efektywności ekonomicznej inwestycji, zwłaszcza w kontekście elastyczności. Autorka zwraca w nim uwagę, że wzrastające wymogi społeczne, techniczne i ekonomiczne skłaniają do poszukiwania nowego, hybrydowego i systemowego podejścia do rozwiązania tych zagadnień. Pisząc o typowej procedurze projektowej zauważa, że *„Tradycyjne metody projektowe nie są przygotowane na zmiany otoczenia. Procedury, na których bazują skupiają się na deterministycznych celach i ograniczeniach… Prowadzi to do statycznej oceny problemu… Ponadto standardowe metody projektowe unikają ryzyka*". W konkluzji tego rozdziału Doktorantka formułuje dwa wnioski, które w zasadniczy sposób rzutują na dalszą część pracy. W pierwszym stwierdza, że *„Dotychczas powstało wiele publikacji w języku polskim dotyczących zarówno elastyczności jak i analizy efektywności ekonomicznej. Natomiast żadna z nich nie przedstawia połączenia tych dwóch dziedzin*." W drugim pisze, że *„Literatura przedmiotu ukazuje, iż pojęcie elastyczności jest ściśle związane z ekonomią, co uzasadnia wykorzystanie analizy ekonomicznej podczas analiz przedsięwzięć wykorzystujących narzędzia elastyczne*".

W rozdziale trzecim zostały określone i scharakteryzowane pojęcia ryzyka i niepewności. Autorka zauważa, *„Ze względu na dużą niepewność otoczenia inwestowanie możemy określić jako najbardziej krytyczny obszar działalności inwestora… Zmusza to inwestora do tworzenia dużej liczby wariantów i podejmowania wyborów*". Ze względu na efektywny dobór projektu inwestycyjnego wyodrębniono ryzyko operacyjne i ryzyko finansowe. Ryzyko operacyjne rozumiane jest jako ryzyko poniesienia strat w wyniku działania niesprawnych systemów, niewystarczającej kontroli, błędu człowieka lub niewłaściwego zarządzania. Powiązane jest ono zmianami w strukturze aktywów i mogą mieć na nie wpływ np. zmiany cen surowców, zmiany technologii, konkurencja, sposób zarządzanie. Natomiast wyznacznikiem ryzyka finansowego jest zmiana w strukturze pasywów przedsiębiorstwa, i może dotyczyć zarówno kapitału własnego i obcego jak i sfery zobowiązań i należności. Należy odnotować, że z przytoczonych w tym rozdziale definicji i opisów wynika, że Autorka pojęcie ryzyka odnosi głównie do ryzyka finansowego w powiązaniu z oceną efektywności ekonomicznej planowanej inwestycji.

Rozdział czwarty przybliża nam ważne w pracy pojęcie elastyczności oraz jego odniesienie do procesu projektowania w budownictwie. Autorka podkreśla, że *„celem*

wprowadzenia elastyczności jest stworzenie projektu, który jest gotowy na zmianę opcji w obiekcie (lub systemie) podczas jego całego cyklu życia umożliwiających dostosowanie do zmiennych warunków otoczenia. Elastyczne podejście do projektowania umożliwia odejście od poszukiwania jednego prawidłowego rozwiązania, jako tego najbardziej optymalnego dla danych warunków zmiennego otoczenia. Determinuje za to zbiór rozwiązań, które możliwe są do zaakceptowania". W dalszej części tego rozdziału przytoczone zostają przykłady zrealizowanych na świecie obiektów budowlanych zaprojektowanych i zbudowanych przy pomocy elastycznych narzędzi. Zwrócono również uwagę na pułapkę jaką może stanowić wykonie drogiego i okazałego obiektu, który zupełnie nie spełnia oczekiwań inwestora lub taki projekt, który stał się bezużyteczny i jest znacznym obciążeniem dla właściciela.

Obszerny rozdział piąty, zatytułowany „*Narzędzia umożliwiające ocenę elastycznych opcji w systemach inżynierskich*" obrazuje, w jaki sposób Doktorantka zamierza poddawać ocenie elastyczne rozwiązania w analizowanych scenariuszach realizacji planowanej inwestycji. Cały rozdział poświęcony jest prezentacji i dyskusji różnych metod oceny efektywności ekonomicznej inwestycji. Opisano w nich metody statyczne i dynamiczne, ze szczególnym uwzględnieniem tych drugich. Analizując jedną z podstawowych i chyba najczęściej stosowaną w praktyce metod tej oceny, a mianowicie metodę Wartości bieżącej netto (Net Present Value – NPV) zwraca uwagę, że umożliwia ona jedynie podejście reaktywne do kryterium decyzyjnego (odrzucenie lub akceptację). Autorka napisała: „*metoda NPV wykorzystuje tylko informację dostępną w momencie dokonywania oceny opłacalności inwestycji, ignorując fakt, iż w przyszłości może pojawić się inna nowa informacja, istotna dla opłacalności analizowanej inwestycji*" I dalej: „*Metoda NPV nie uwzględnia zatem prawa decydenta do zmiany wcześniej podjętej decyzji, co jest szczególnie istotne w otoczeniu cechującym się dużą zmiennością i ryzykiem*". Na tle tych ograniczeń Autorka podkreśla, że „*W rozprawie zaproponowano rozwiązanie tego problemu przy pomocy zastosowania scenariuszy oraz uwzględnienia ryzyka w stopie dyskonta oraz zastosowania metody symulacyjnej Monte Carlo*". Dalej następuje rozwinięcie proponowanego podejścia, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowania zmiennej stopy dyskontowej uwzględniającej ryzyko, analizy scenariuszy oraz metody symulacyjnej Monte Carlo.

Rozdział szósty stanowi zasadniczą część rozprawy (zwłaszcza podrozdział 6.2), gdyż przedstawiono w nim najważniejsze założenia autorskiej metody Flexicon, która umożliwia ocenę opłacalności przedsięwzięcia budowlanego planowanego elastycznie, z uwzględnieniem różnych scenariuszy jego eksploatacji w zmiennych warunkach poddanych oddziaływaniu losowych zakłóceń. Przyjęte założenia i sama metoda zostaną skomentowane w dalszej części recenzji.

Kolejny rozdział, siódmy, zawiera praktyczne, przykładowe aplikacje opracowanej metody. Zastosowano ją do analizy trzech inwestycji z zakresu infrastruktury drogowej: parkingu typu Park&Ride, odcinka drogi ekspresowej S5 oraz fragmentu autostrady A2 stanowiącej obwodnicę Poznania.

Rozdział ósmy to krótkie podsumowanie pracy i wnioski z wykonanych aplikacji opracowanej metody oraz wskazanie kierunków dalszych badań. W rozdziale tym wskazano również wkład własny Autorki oraz osiągniecia praktyczne wynikające z rozprawy.

Zamieszczona w pracy bibliografia liczy 172 pozycje krajowe i zagraniczne (w tym normy i strony internetowe), w większości bezpośrednio związane z tematyką rozprawy. Głównie obejmuje wyniki badań z ostatnich kilkunastu lat.

Pomimo, że praca jest obszerna, jednak jej czytelność i jasność wywodu nastręczają czytelnikowi pewne trudności. W pracy zdarzają się dosyć liczne tzw. „literówki", drobne błędy stylistyczne czy interpunkcyjne. Jednak najbardziej odczuwałem brak szczegółowych

opisów założeń do wykonanych obliczeń w kolejnych przykładach „Case study" (do tego problemu wrócę jeszcze w dalszej części recenzji).

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Wstępne rozpoznanie tematu i przegląd literatury skłania Doktorantkę do sformułowania celu pracy. Definiuje go jako *„przedstawienie i rozpropagowanie metodyki elastycznego podejścia do projektowania wraz ze wszystkimi korzyściami płynącymi ze zmiany tradycyjnego modelu projektowania w obiektach inżynierskich na podejście elastyczne".* Dodatkowo w pracy zostały sformułowane dwa cele cząstkowe. Pierwszy z nich to *„opracowanie procedury pozwalającej na ocenę możliwości zastosowania różnych opcji elastyczności".* Drugim jest *„stworzenie takich zmian w typowych obliczeniach ENPV, które pozwalają na wykorzystanie szans wynikających z zastosowania podejścia elastycznego".*

Cel ten Autorka chce osiągnąć dzięki powiązaniu obliczanej efektywności ekonomicznej planowanej inwestycji z różnymi scenariuszami eksploatacji obiektu w dłuższym horyzoncie czasu oraz uwzględnieniu ryzyka wynikającego ze zmiennych warunków tej eksploatacji, przy czym jako miernik tego ryzyka wskazuje głównie zdyskontowaną zmienność przychodów i kosztów z eksploatacji obiektu. Jako narzędzie do wykonania tak pomyślanych analiz Doktorantka proponuje zastosować metodę symulacyjną Monte Carlo. Powyższe założenia prowadzą Doktorantkę do sformułowania tezy pracy, która mówi, że *„wprowadzenie elastycznego podejścia do projektowania przy realizacji inwestycji infrastrukturalnych daje przewagę z punktu widzenia kosztów inwestycji i reakcji na ryzyko nad podejściem tradycyjnym opartym na znalezieniu jednego rozwiązania optymalnego*". Teza pomocnicza pracy mówi, że *„przy pomocy elastycznego podejścia do projektowania infrastruktury inwestor (prywatny czy publiczny) może otrzymać niewymierne korzyści, takie jak szybka reakcja na ryzyko, możliwość zmian w różnych etapach inwestycji czy dopasowanie do zmieniających się warunków gospodarczych oraz dodatkowo taki produkt, który po zmianach środowiskowych znajdzie sensowe kolejne życie."*

Autorka słusznie przyjmuje, że określenie zamiast jednego różnych scenariuszy eksploatacji obiektu na etapie planowania umożliwi znacznie bardziej wiarygodną analizę efektywności ekonomicznej. Wynika to z uwzględnienia elementów ryzyka, które mogą wpłynąć, zwłaszcza w długim okresie eksploatacji (a takim charakteryzują się m.in. obiekty infrastruktury drogowej), na sposób i/lub parametry eksploatacji (np. obciążenie ruchem). Tak sformułowane zagadnienie należy zakwalifikować do zagadnień z zakresu inżynierii przedsięwzięć budowlanych, a więc dyscypliny Inżynieria lądowa i transport. Jeżeli chodzi o zakres pracy to należy zauważyć, że w celu pracy wskazuje się „*obiekty inżynierskie*", teza pracy odnosi się do szeroko pojętych „inwestycji infrastrukturalnych", natomiast szczegółowe rozwiązania zaproponowane w opracowanej metodzie oraz trzy analizowane przypadki z praktyki dotyczą wyłącznie infrastruktury drogowej.

Postawiony cel pracy należy uznać za ambitny, ważny i nowatorski, zarówno z teoretycznego jak i praktycznego punktu widzenia. Łączy on dwa nadzwyczaj istotne zagadnienia: ocenę efektywności ekonomicznej na etapie planowania z ryzykiem możliwych zmian tej oceny wynikającym ze zmiany warunków eksploatacji i koniunktury gospodarczej w długim okresie użytkowania obiektu. Należy zauważyć, że niezależnie od zaproponowanej koncepcji rozwiązania sformułowanego celu, do jego osiągnięcia niezbędne było bardzo dobre rozpoznanie zarówno metodyki oceny efektywności ekonomicznej inwestycji, zagadnień ryzyka w procesie inwestycyjnym jak i metod symulacyjnych.

Rozpatrując wartość merytoryczną pracy i zaproponowane rozwiązanie w pierwszej kolejności należy docenić propozycję szerokiego stosowania planowania elastycznego w

budownictwie oraz połączenie jej z możliwością oceny ekonomicznej rozpatrywanych wariantów. Ważnym elementem pracy jest również uwzględnienie elementów ryzyka do szacowania efektywności ekonomicznej przedsięwzięć budowlanych. Podstawowe filary na których Doktorantka oparła propozycję swojej metody (metoda NPV, analiza ryzyka, metoda scenariuszy, symulacja Monte Carlo) w zasadzie były znane wcześniej, jednak ich przemyślane połączenie tworzy nową jakość. Uważam, że zbudowany model jest oryginalną, cenną propozycją, którą warto rozwijać i wzbogacać o nowe możliwości obliczeniowe. Na razie model dopuszcza symulowanie jednego parametru (obciążenie ruchem drogowym), jednak nic nie stoi na przeszkodzie, aby z czasem do symulacji włączyć kolejne parametry, które w istotny sposób mogą wpływać na ostateczne rozwiązanie.

Jak w każdym modelu pojawia się problem szacowania parametrów wejściowych. W opisie metody i wykonanych w pracy obliczeniach bardzo mało mówi się na ten temat. Nie ma jasności, czy potrzebna jest np. baza danych historycznych do określenia typu rozkładu i charakterystyk jego parametrów, czy dane te powinny być szacowane przez ekspertów (jaką techniką?), a może wystarczy ocena menadżera projektu? Dane do wykonanych w pracy symulacji zostały przyjęte z ogólnego opracowania GDDKiA dla dróg w Polsce (poz. 170 bibliografii), a nie na podstawie pomiarów dla konkretnego odcinka drogi. Naturalnie, do wykazania przydatności zaproponowanego modelu takie podejście wystarczy, jednak należy mieć tego świadomość interpretując uzyskane wyniki. W przyszłości wiarygodne dane i ich właściwie wykonana analiza wrażliwości powinna pomóc w rozwiązaniu tego problemu. A po zbudowaniu modelu symulacyjnego ich podstawowa zaleta, czyli możliwość szybkiego wykonania dużej liczby przebiegów obliczeniowych przy różnych parametrach wejściowych, pozwoli na wnikliwą i wiarygodną analizę i wskazanie scenariusza o największym prawdopodobieństwie zaistnienia. Trzeba tylko zadbać, aby model uwzględniał możliwie wiernie realia występujące w praktyce, był wysycony wiarygodnymi danymi a wyniki obliczeń były poprawnie zinterpretowane.

Należy podkreślić, że zbudowanie funkcjonującego modelu obliczeniowego wymagało od Autorki bardzo dobrej znajomości stosowanych metod i narzędzi obliczeniowych. Kolejną zaletą pracy jest próba zaproponowania rozwiązań, które ściśle łączą się z realiami panującymi w praktyce inżynierskiej. Autorka dobrze rozpoznała trudności i ograniczenia jakie nastręcza ocena efektywności planowanej inwestycji z uwzględnieniem elementów ryzyka.

Reasumując ocenę zaproponowanej przez Autorkę metody oceny efektywności inwestycji infrastrukturalnych planowanych elastycznie uważam, że stanowi ona interesujące rozwiązanie, wnoszące istotne, nowatorskie podejście metodologiczne oraz posiadającą duże znaczenie praktyczne. Za najważniejsze osiągnięcia recenzowanej rozprawy uważam:

- zaproponowanie elastycznego (wielowariantowego) podejścia do oceny efektywności ekonomicznej planowanej inwestycji uwzględniającego wybrane czynniki ryzyka,
- przemyślane i umiejętne połączenie elementów różnych metod do stworzenia spójnej propozycji elastycznej oceny efektywności ekonomicznej obiektów infrastruktury drogowej, wynikiem której jest rozkład prawdopodobieństwa poszukiwanej wartości,
- możliwość rozbudowy i uszczegóławiania proponowanej metody o nowe elementy wpływające istotnie na uzyskiwany wynik,
- weryfikację możliwości aplikowania proponowanej metody poprzez wyznaczenie na jej podstawie przewidywanej efektywności ekonomicznej trzech rzeczywistych obiektów.

5. Uwagi dyskusyjne i krytyczne

Podczas analizy pracy nasunęły się mi pewne pytania, wątpliwości i uwagi krytyczne. Należy podkreślić, że większość podnoszonych tutaj kwestii, szczególnie dotyczących samej metody i możliwości jej aplikacji, ma raczej charakter dyskusyjny niż wskazania błędów. Stosunkowo duża liczba uwag, które formułuję w tej recenzji, nie wynika z mojej krytycznej oceny rozprawy, ale dużego zainteresowania tematem pracy i proponowanym przez Autorkę rozwiązaniem. Jeżeli chodzi o uwagi redakcyjne to nie oczekuję na nie odpowiedzi. Mam nadzieję, że moje pytania i uwagi pomogą w dalszym rozwijaniu zaproponowanej w rozprawie metody oraz jej prezentacji w sposób bardziej czytelny.

Wśród uwag, które dotyczą strony merytorycznej za istotne uważam:

- tytuł pracy odnosi się do ogólnie sformułowanych „*obiektów infrastruktury*". Z treści pracy, bibliografii i zawartych przykładów zastosowania proponowanej metody jasno wynika, że metoda w przedstawionej postaci dotyczy obiektów infrastruktury drogowej. Sądzę, że lepiej było już w tytule rozprawy precyzyjniej wskazać zakres pracy i odbiorców proponowanej metody,
- podobna uwaga dotyczy użytego w tytule pojęcia planowania. Jest to termin o bardzo szerokim zakresie stosowania. Może dotyczyć wyboru lokalizacji, parametrów technicznych czy materiałowych, formy architektonicznej itp. Rozprawa w zasadniczym stopniu dotyczy oceny efektywności i dlatego uważam, że to również powinno być wskazane w tytule pracy. Mam świadomość, że sformułowanie precyzyjnego i niezbyt długiego tytułu rozprawy często nastręcza trudności i jest dyskusyjne, jednak w tym wypadku bardziej adekwatny do treści pracy wydaje mi się np. tytuł „Ocena efektywności inwestycji drogowych planowanych elastycznie w zmiennym otoczeniu"
- zasadniczą sprawą dla wiarygodności uzyskanych wyników w proponowanej metodzie są przyjęte założenia i sposób wyznaczenia parametrów, którymi wysycamy opisany model. Dotyczy to zwłaszcza wartości wpływających na probabilistyczny charakter wykonywanych symulacji. Jak już wcześniej wspomniałem, w opisie wykonanych obliczeń w rozdziale siódmym nie znalazłem danych, które by w pełni pozwoliły przeanalizować ich wyniki. Dlatego proszę o wyjaśnienie następujących kwestii:
    - z opisu metody wynika, że jedynym zmiennym parametrem w symulacji Monte Carlo było średnie dobowe natężenie ruchu. Jaki rozkład i jakie parametry tego rozkładu przyjęto dla tego parametru? Na podstawie czego dokonano tych założeń?
    - sądząc z przedstawionych scenariuszy założono okres eksploatacji równy 20 lat. Na jakiej podstawie przyjęto to założenie? Czy rozpatrywano jak zmiana tego okresu wpłynie na wyniki obliczeń?
    - w jaki sposób ustalono liczbę przebiegów symulacyjnych (2000)? Czy próbowano wykonywać symulacje przy innej liczbie przebiegów?
    - jednym z najważniejszych parametrów przyjętych do obliczeń była wartość stałej stopy dyskontowej (10%). Czy analizowano jak na wyniki obliczeń wpływa zmiana tej wartości?
    - jakiego programu używano do wykonania symulacji?
- z kierunków dalszych badań wynika, że proponowany model będzie wzbogacony o zmienną stopę dyskontową. Czy Autorka przewiduje, że w proponowanym modelu będzie możliwość uwzględniania ryzyka w zakładanych wartościach kosztów i dochodów?

- w dodatkowych celach pracy wskazano, że „*będzie możliwe zastosowanie poza typowym kryterium ekonomicznym (uwzględniając np. NPV, IRR) kryterium które uwzględnienia uwarunkowania związane z innymi założeniami (wymagania techniczne, jakościowe oraz dotyczące ekologii, itp.)*”. Proszę o omówienie realizacji tego celu w wykonanych w pracy obliczeniach „case study”,
- w rozdziale 4 przedstawiono przykłady zrealizowanych na świecie obiektów, które zaprojektowano z uwzględnieniem elastycznego podejścia. Warto jednak zauważyć, że stanowią one dwie odrębne grupy. Pierwsza to obiekty, które były realizowane z myślą o konkretnych masowych imprezach takich jak olimpiada czy mistrzostwa świata lub kontynentu w wybranej dyscyplinie sportu (football, baseball itp.). Tego typu obiekty powstają na podstawie decyzji politycznych (a nie ekonomicznych w odniesieniu do pojedynczego obiektu) i mają ściśle określoną datę, po której ze 100% pewnością musi się zmienić sposób użytkowania takiego obiektu. Ich inwestor i projektant od początku znają te dane, a ich głównym zadaniem jest pogodzenie funkcji reprezentacyjnej z możliwością samofinansowania kosztów utrzymania obiektu po zakończeniu planowanej imprezy. Inaczej jest w przypadku „zwykłych” inwestycji, których sposób użytkowania w dłuższym horyzoncie czasowym nie jest pewny i może wymagać ich modernizacji, rozbudowy itp.,
- w rozprawie stosunkowo mało uwagi poświęcono wypracowywaniu scenariuszy sposobów czy parametrów przyszłego użytkowania planowanego obiektu. A przecież właśnie od tych założeń głównie będzie zależała obliczona w dalszej kolejności efektywność ekonomiczna poszczególnych rozważanych wariantów. Czy wystarczą zawsze dwa warianty (jak w przykładach „case study” w pracy), czy powinno być ich więcej, od czego to zależy? Myślę, że w przyszłości warto poświęcić temu zagadnieniu więcej uwagi,
- w pracy przyjęto założenie, że koszty realizacji w jednym etapie jest taki sam jak przy realizacji w kilku etapach. W wielu wypadkach jest to uproszczenie. Czy metoda dopuszcza uwzględnienie różnicy ponoszonych nakładów? Czy zdaniem Autorki takie rozwiązanie jest celowe?
- realizacja w kilku etapach zazwyczaj łączy się z czasowym ograniczeniem funkcjonalności eksploatowanego już fragmentu obiektu (np. wyłączenie z ruchu jednego pasa drogi). Prowadzi to utrudnień, które powodują dodatkowe koszty społeczne takiej rozbudowy (korki to zmarnowany czas kierowców i pasażerów, straty paliwa itp.). Czy takie koszty zdaniem Autorki powinny być uwzględniane w modelu obliczania efektywności inwestycji?
- w rozdziale 5 dużo uwagi poświęcono zmiennej stopie dyskontowej. Dlaczego w proponowanym modelu zrezygnowano z tego rozwiązania, chociaż sygnalizowano zastosowanie takiego rozwiązania na str. 122?
- w pracy w rozdz. 5.5.2.3 opisano analizę wrażliwości modelu jako jedną z metod badania ryzyka w sposób pośredni, jednak w opisie wykonanych przykładowych obliczeń „case study” nie przedstawiono takiej analizy na żadne parametry wejściowe. Czy Autorka próbowała wykonywać takie obliczenia, z jakim skutkiem?
- we wszystkich trzech przykładach z praktyki (case study) wyniki wskazują na przewagę scenariusza „step by step” a więc realizację inwestycji etapami. Należy zauważyć, że nawet w sytuacji, gdyby w którymś z tych przypadków korzystniejsza okazałby się realizacja jednoetapowa nie świadczyłoby to, że zaproponowana przez Autorkę metoda jest błędna czy niepotrzebna. Świadczyłoby to tylko o tym, że w tym konkretnym przypadku takie rozwiązanie jest bardziej opłacalne, a planista dołożył starań aby to wiarygodnie zweryfikować.

- na str. 56 czytamy: „*Dlatego projekt inwestycji, która będzie realizowana w zmiennych warunkach otoczenia, powinien posiadać analizę wszystkich możliwych zmian w otoczeniu i umożliwiać reakcje na nie*". Identyfikacja wszystkich zagrożeń jest raczej niemożliwa i niecelowa. Czy nie powinno się skupić na zagrożeniach najbardziej prawdopodobnych, powtarzalnych i niosących najpoważniejsze skutki w ocenie efektywności?

Uwagi redakcyjne:

- czytelność proponowanego rozwiązania podniosłoby załączenie w pracy opisu szczegółowych danych, zastosowanych algorytmów i uzyskanych cząstkowych wyników chociaż jednego przytaczanego przykładu. Można to było zrobić w formie załącznika lub jeszcze lepiej umieścić na stronie internetowej z dostępem ograniczonym hasłem,
- rozdział 6.1 zatytułowany *Specyfika realizacji inwestycji infrastrukturalnych* powinien być częścią rozdz. 2 p.t. *Budowlany proces inwestycyjny,*
- użycie w rozdziale siódmym w opisie wszystkich wyników analiz „Case study" tego samego, niebieskiego koloru na wykresie histogramu dla przypadku „Big one", a na wykresie dystrybuanty dla odwrotnego przypadku „Step by step" wprowadza czytelnika w błąd. Bez opisu interpretacja tych rysunków, zawierających przecież najważniejsze wyniki obliczeń przysparza czytelnikowi sporo trudności,
- w podrozdziałach rozdz. 5 znajdują się akapity bez numeracji rozdziałów, poprzedzające właściwe podrozdziały (np. str. 79, str. 87-91 itp.). Rozdz. 5.5.1.1 jest jedynym podrozdziałem w rozdz. 5.5.1 czego się nie stosuje,
- w pracy nie stosowano numeracji przytoczonych wzorów,
- w tekście pojawiają się drobne powtórzenia. Niektóre rysunki są na tyle trywialne, że mogły być pominięte (np. rys. 5.7, 5.8),
- we wzorze na str. 110 nie występuje parametr *r* który opisany jest w oznaczeniach do tej formuły,
- w tekście pracy zauważono dosyć liczne tzw. „literówki", drobne błędy stylistyczne czy interpunkcyjne, jednak pominę ich szczegółowe omawianie, gdyż nie mają większego znaczenia dla merytorycznej oceny pracy.

Przedstawione wątpliwości i uwagi nie przeszkadzają pozytywnie ocenić merytoryczną wartość recenzowanej rozprawy. Liczę również, że wiele z nich zostanie wyjaśnionych podczas publicznej obrony.

6. Wniosek końcowy

Po zapoznaniu się z przedłożoną do oceny rozprawą doktorską Pani mgr inż. Marii Kośmieja pt. „*Elastyczne planowanie obiektów infrastruktury eksploatowanych w zmiennym otoczeniu* " stwierdzam, że ma ona wartość poznawczą i utylitarną oraz wzbogaca wiedzę w dyscyplinie Inżynieria lądowa i transport oraz stanowi nowe narzędzie w inżynierii przedsięwzięć budowlanych, przydatne zwłaszcza na etapie przygotowania projektu realizacji inwestycji drogowych.

Szczególnie wysoko oceniam propozycję elastycznego, wielowariantowego podejścia do założeń w zakresie przyszłej eksploatacji planowanych obiektów oraz powiązanie ich z elementami ryzyka przy określaniu efektywności planowanych przedsięwzięć. Doktorantka jasno zdefiniowała cel, zakres i tezę pracy a następnie samodzielnie, na drodze badawczej, rozwiązała postawione zadanie naukowe z uwzględnieniem dotychczasowej wiedzy i

propozycją własnej oryginalnej metody, dopasowanej do realiów rynku budowlanego. Doktorantka wykazała się dobrą znajomością rozważanego tematu badawczego oraz umiejętnością planowania i prowadzenia badań.

Po zapoznaniu się z opracowaną metodę oraz przedstawionymi przykładami jej implementacji stwierdzam, że postawiony w pracy cel został osiągnięty. Świadczy o tym nowatorskie podejście i kompleksowość opracowanej metody, dopasowanie do realiów występujących w praktyce inżynierskiej oraz przedstawiona weryfikacja uzyskanych efektów. Sposób sformułowania problemu badawczego, jego rozwiązanie i przytoczone przykłady zastosowania zostały opracowane na właściwym poziomie naukowym, z wykorzystaniem odpowiednio dobranego warsztatu badawczego. Osiągnięcie celu możliwe było dzięki zastosowaniu w pracy właściwie dobranych metod badawczych, z których najważniejsze to:, metody określania efektywności ekonomicznej inwestycji, analiza ryzyka, modelowanie matematyczne, symulacja komputerowa oraz statystyka matematyczna Moje wątpliwości co do niektórych przyjętych założeń, sposobu szacowania parametrów obliczeniowych, braku wystarczającej interpretacji wyników analiz czy jasności przekazu nie podważają ogólnej, pozytywnej oceny rozprawy.

Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej uwagi i komentarze rozprawę doktorską Pani mgr inż. Marii Kośmieja oceniam pozytywnie i stwierdzam, że spełnia ona wymagania przytoczonej na wstępie recenzji Ustawy. Na tej podstawie wnoszę do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria lądowa i transport Politechniki Poznańskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



dr hab. inż. Mieczysław Połoński, prof. em. SGGW