

Adam Glema
Politechnika Poznańska
Instytut Analizy Konstrukcji
ul. Piotrowo 5, 60-965 Poznań
adam.glema@put.poznan.pl

Przewodniczący Rady Dyscypliny
Inżynieria Lądowa i Transport

dr hab. inż. Marcin Stańka, prof. PŚ

Poznań, 24 luty 2021 r.

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Marcina Jasińskiego „Modelowanie i optymalizacja wybranego typu obiektów mostowych w środowisku BIM”

1. Podstawa formalna

Podstawę formalną niniejszej recenzji stanowi pismo dr hab. inż. Marcina Stańka, profesora uczelni Politechnika Śląska, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport z dnia 21 grudnia 2020 roku dotyczące przygotowania opinii o rozprawie doktorskiej Pana mgr inż. Marcina Jasińskiego na temat „Modelowanie i optymalizacja wybranego typu obiektów mostowych w środowisku BIM”, przygotowanej na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz umowa zawarta pomiędzy Politechniką Śląską, a recenzentem.

Podstawę prawną niniejszej recenzji stanowi ustawa z dnia 3 lipca 2018 roku „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw” (Dz. U. 2019 nr 1669 poz. 39 i 534) z późniejszymi zmianami, jak również Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. 2018 poz. 261).

2. Treść pracy

Rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Jasińskiego pt. „Modelowanie i optymalizacja wybranego typu obiektów mostowych w środowisku BIM”, liczy 341 stron i napisana jest w języku polskim. Na początku pracy przedstawiony jest spis treści. Recenzowana rozprawa składa się z siedmiu ponumerowanych części: wstępu [1], przeglądu teorii i podstaw pracy badawczej [2], przedstawienia zadań optymalizacyjnych w infrastrukturze transportowej [3], opisu modeli BIM obiektów mostowych [4], rozdziału pokazującego strukturę systemu optymalizacji dla obiektów mostowych wybranego typu [5] części zawierającej wyniki rozwiązania zadania optymalizacji [6], podsumowania, wniosków i wskazania kierunku dalszych badań [7]. Dalej zamieszczona jest bibliografia, a w załączniku A zapisane są wybrane formuły obliczeniowe, streszczenie w języku polskim oraz streszczenie w języku angielskim. Następnie, po spisie treści znajduje się wykaz skrótów - 74 akronimów i ich wyjaśnień, w języku angielskim z próbami podania polskiej terminologii, zamieszczonych w trzech tabelach - natomiast nie są określone symbole i oznaczenia, zwłaszcza dotyczące tych wielkości, które są stosowane w równaniach matematycznych, a są one niejednoznacznością zagrażają poprawności zapisu i odczytowi reguł matematycznych, modelujących zjawiska fizyczne. Rozprawa zawiera 190 rysunków i 47 tabel oraz dodatkowo obszerną tabelę Tab. Z-1 znajdującą się w pierwszej części załącznika A.

Celem rozprawy jest badanie zachowania mechanicznego mostów betonowych sprężonych. Most jest publicznym obiektem inżynierskim znajdujący coraz szerzej zastosowanie w inwestycjach, a równocześnie często o wyjątkowym zainteresowaniu czy nawet podziwie funkcjonalnym i artystyczno-twórczym. Bezpieczeństwo wykonywania zadań budowlanych, a szczególnie zdrowie i życie osób znajdujących się na drogowym, płytowo-belkowym moście z betonu sprężonego jest wyznacznikiem wymagań jakie muszą być spełnione. W rozprawie rozpatrywane są warunki konstrukcyjne infrastrukturalnego obiektu mostowego. Przedmiotem badań jest przekrój poprzeczny konstrukcji. Koniecznym zadaniem projektanta jest sprawdzenie nośności mostu przez określenie kryteriów wytrzymałościowych. Badanie i wyznaczanie nośności dokonywane jest metodami analizy numerycznej z modelowaniem komputerowym rozbudowanym o modelowanie danych budowlanych BIM. W rozprawie doktorskiej nie są poruszane badania eksperymentalne z dokonywaniem pomiarów wielkości fizycznych w laboratorium czy w naturalnej skali w terenie. Autor rozprawy jako główne zadanie przyjął rozwiązanie problemu optymalizacji, w którym funkcją celu był koszt mostu, a poszukiwanymi parametrami projektowymi były wymiary składowe przekroju poprzecznego pomostu dwuprzęsłowego obiektu mostowego. Jako ważne z punktu widzenia badań jest wprowadzanie cyfrowego modelu BIM dla obiektu infrastrukturalnego w inwestycjach drogowych, kolejowych i mostowych oraz określenie znaczenia stosowania technologii BIM w pracach koncepcyjnych, projektowych, budowie, utrzymaniu i zarządzaniu elementem infrastruktury. Zdecydowanie przeważającym z pełnego cyklu etapem zainteresowań i badań Autora rozprawy jest faza pracy projektowej, do przygotowania dokumentacji techniczno-wykonawczej przed rozpoczęciem budowy obiektu mostowego.

W pierwszym rozdziale pracy Autor przedstawił tematykę rozprawy, określając zadania w projektowaniu obiektów mostowych jako konstrukcji inżynierskich. Na samym początku zapisuje informacje o technologii BIM i podkreśla różnorodne podejście tradycyjne i cyfrowe do zadania zaprojektowania mostu, wiaduktu bądź estakady. Znaczącą ilość treści przeznaczona na zagadnienia dotyczące algorytmów optymalizacyjnych i nowej dziedziny uczenia maszynowego, następnie programowania i przetwarzania danych. Podana fascynacja optymalizacją poparta jest fragmentem opisu i dwoma rysunkami. Już we wstępie wprowadzony jest matematyczny charakter postępowania dla wyznaczania rozwiązania optymalnego, jako określonego liczbami ekstremum funkcji celu. W tym krótkim rozdziale określano cele rozprawy i cele poboczne oraz odpowiadający im zakres odpowiedzi na pięć pytań na str. 5.

Rozdział 2, zatytułowany „Teoria i podstawy pracy badawczej” jest przeglądem literatury i pokazaniem stanu wiedzy z kilku działów badawczych. Przegląd rozpoczyna się od definicji oraz przeglądu literatury. Omówienie założeń metodyki BIM ponownie wybrano jako zagadnienie na rozpoczęcie części 2, a dalej zamieszczony jest opis algorytmów optymalizacji i uczenia maszynowego.

Rozdział 3 rozprawy opisuje optymalizację w budownictwie. Po raz trzeci w pracy (rozdział 3) opisuje zdania optymalizacji: dotyczące obszaru ogólnoinwestycyjnego według projektu infrastrukturalnego, dotyczące obszaru obiektowego i dotyczący obszaru elementowy, zawsze w odniesieniu do projektu infrastrukturalnego. W kolejnym podrozdziale przedstawionych jest kilka wariantów sformułowania problemu optymalizacji, w tym optymalizację wymiarów. W zaskakujący sposób w zakończeniu i podsumowaniu Autor odnosi się do metodyki BIM.

Rozdział 4 przeznaczony jest dla zaprezentowania „Modeli BIM obiektów mostowych” i zawiera opis analiz przypadków inwestycji infrastrukturalnych trzech rzeczywistych realizacji z terenu Dolnego i Górnego Śląska oraz Małopolski. Autor zajął się też modelami BIM i ich przystosowaniem do wykorzystania w zadaniu optymalizacji i zaprojektowaniu przekroju przęsła mostu oraz przy tworzeniu harmonogramów budowy i rachunku kosztów.

W rozdziale 5 przedstawiono szczegóły odnośnie przebiegu obliczeń i zastosowanych metod rozwiązania zadania, przy podziale na zasadnicze moduły przetwarzania geometrii, analizy statycznej oraz doboru sprzężenia i zbrojenia. W rozdziale tym jest podrozdział 5.2 zapisany jako definicja matematycznego sformułowania zadania optymalizacji, gdy w punkcie 5.1 jest ponownie pokazany materiał na temat implementacji w technologiach informatycznych. Na końcu rozdziału w podpunkcie 5.4 Autor przedstawił budowę repozytorium obliczeniowego. Rozdział 5 to 120-stronicowa zawartość, najobszerniejszy rozdział rozprawy, o objętości odpowiadającej średniej wielkości rozprawy doktorskiej, ale bez wyników, wniosków, literatury, itp.

Wyniki analiz, prowadzonych z użyciem metody rozwiązania przedstawionej w poprzednim rozdziale, to zawartość kolejnego rozdziału 6. Na przykładzie mostu o dwubelkowym ustroju nośnym Autor pokazał najpierw rozwiązanie porównawcze, a następnie zastosował wytworzone przez siebie procedury doboru sprzężenia i rozwiązania zadania minimalizacji kosztu projektowanego obiektu mostowego.

W ostatnim rozdziale nr 7 przedstawiono podsumowanie badań i sformułowano wnioski końcowe, w których podkreślono przydatność analiz numerycznych, rozwiązywania zadania optymalizacji i zastosowania metodologii BIM dla modelowania cyfrowego podczas projektowania i posługiwania się danymi geometrycznymi i niegraficznymi w pozostałych etapach cyklu, czyli pełnego przekazania ich do wykonawstwa, następnie użytkowania i zarządzania oraz dalej do modernizacji z ponownym nowym etapem re-projektowania itp. Rozdział ten według potwierżeń Autora zamyka klamrą i odpowiada na postawione we wstępie pytania, cele poboczne i ostatecznie cele główne rozprawy doktorskiej.

Spis literatury liczy łącznie 248 pozycji bibliograficznych, w tym 14 pozycji, w których Autor rozprawy jest współautorem. Literatura jest zestawiona na stronach 303 do 324. Wśród tych 14 pozycji Marcin Jasiński jest samodzielnym autorem 8 publikacji [95]-[98] i dwóch pozycji [E3 i E4] stanowiących repozytoria internetowe utworzone w dniach 26 czerwca i 3 grudnia 2020 roku. Spełniona jest reguła cytowania w treści rozprawy pozycji literatury znajdującej się z zestawieniu na końcu rozprawy i tylko 5 pozycji na łączną liczbę 248 nie ma odniesienia bibliograficznego. Są to następujące prace badawcze:

- [87] He, Q., Wang, G., Luo, L., Shi, Q., Xie, J., Meng, X.: *Mapping the managerial areas of Building Information Modeling (BIM) using scientometric analysis, International Journal of Project Management, vol. 35, 2017, s. 670 – 685, doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.*
- [166] Reynolds, C. E., Steedman, J. C., Threlfall, A. J.: *Reinforced Concrete Designer's Handbook 11th Edition, Taylor & Francis, New York 2008, ISBN 987-0-419-25820-9.*
- [182] Shou, W., Wang, J., Wang, X.: *A Comparative Review of Building Information Modeling Implementation in Building and Infrastructure Industries, Archives of Computational Methods in Engineering, vol. 22, 2015, s. 291 – 308, doi.org/10.1007/s11831-014-9125-9.*

- [222] Zhang, T., Bai, H. F.: *Analysis of Cable-Stayed Bridge for APDL-Based Optimization*, *Advanced Materials Research*, vol. 243 – 249, 2011, s. 1567 – 1572, doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.243-249.1567,
- [N29] *Podręcznik BIM Standard PL (projekt, wersja 1.0)*, pod red. W. Piwkowskiego i J. Stylińskiego, *Polski Związek Pracodawców Budownictwa, Warszawa 2020*.

przy czym zwłaszcza podkreślone pozycje [166], [182] i [N29] zaliczam do przeoczeń w cytowaniu, jako potrzebne i istotne dla dziedziny rozprawy doktorskiej. Jeszcze dwie analizy bibliografii dają reprezentatywną informację: 103 pozycje spośród 286 to prace badawcze o dacie publikacji w okresie od 2018 do 2021 roku, natomiast na liście pozycji literaturowych jest 39 prac ponad 10-letnich, (opublikowanych do 2000 roku). Według podanej literatury można stwierdzić, że jest ona współczesna.

3. Uwagi ogólne

Rozprawa doktorska obejmuje tematykę inwestycji infrastrukturalnych w zakresie mostów. Obiekty mostowe należące do grupy obiektów inżynierii lądowej stanowią bezpośrednio strategiczne, stałe obiekty publiczne i wyróżniają się stosunkowo długim i nie przerwany charakterem użytkowania. Obok wiaduktów, estakad i tuneli mosty pozwalają na pokonywanie geograficznie uwarunkowanych i skomplikowanych ograniczeń komunikacyjnych czy transportowych. Obiekty mostowe podlegają regularnie procesom remontowania i demontowania oraz modernizacji, są specjalnie zabezpieczane na czas wykonywania budowy, remontu jako miejsce wykonywania robót i jednocześnie przerwy w wydajności dróg samochodowych, kolejowych, itp. Przedmiotem badań rozprawy jest konstrukcja przęseł mostowych. W pracy postawione jest zadanie zaprojektowania układu.

W rozprawie Autor próbuje połączyć kilka współczesnych zagadnień, wyzwań stawianych projektantom obiektów mostowych i złożoność, trudność wdrażania zmian, przy jednocześnie dużym zapotrzebowaniu na realizację szeregu inwestycji oczekiwanych społecznie i rozwojowo. Tekst odzwierciedla różne perspektywy rozpatrywania pracy projektowej, wykonawczej i utrzymania obiektów infrastrukturalnych przy zmieniających się warunkach technicznego, przemysłowego i cyfrowego poszukiwania nowych rozwiązań. W rozprawie założono dwie metody postępowania przy współczesnym projektowaniu obiektów kubaturowych i infrastrukturalnych: tradycyjne projektowanie ze wspomaganie technikami CAD oraz metodykę BIM połączoną z digitalizacją, automatyzacją i robotyzacją w przemyśle budowlanym oraz produkcji materiałów i elementów dla budownictwa. Zastosowane i opisane przez Autora w rozprawie obydwa podejścia ciągle w warunkach krajowych stanowią innowacyjny, mało znany i rzadko zastosowany sposób przetwarzania danych budowlanych i ich spójnego wykorzystania w pełnym zakresie procesów inwestycyjnych budownictwa, od koncepcji finansowej, technicznej, projektowania koncepcyjnego i szczegółowego, skoordynowanego wykonawstwa, przekazania obiektu budowlanego, użytkowania i zarządzania nieruchomością, aż do remontu utylizacji / rozbiórki. W treści rozprawy Autor przedstawia zastosowane metody, dokonuje opisu przygotowania i przeprowadzenia badania oraz przedstawia przykładowe rezultaty. Pomimo realizacji głównych celów i celów pobocznych redakcja pracy zdecydowanie przysporzyła Autorowi trudności w uzyskaniu treści rozprawy w pełni odzwierciedlającej zamiary umiejscowione po praktycznej stronie projektowania i zastosowania nowych metod, zwłaszcza odnośnie cyfryzacji w pracy konstruktora projektanta obiektów mostowych. Autor szeroko przedstawia różne zagadnienia dotyczące mostów, matematycznej optymalizacji,

algorytmizacji i informatycznego programowania metod rozwiązania problemów i dołącza, w większości stawiając na pierwszym miejscu, na początku, tematykę metodologii BIM i jej zastosowania w inwestycjach infrastrukturalnych. Autor wykazał się wiedzą i umiejętnościami w zakresie postawionych problemów technicznych oraz znajomością sposobów projektowania obiektów mostowych. Dokonuje wyboru i przedstawia uzasadnienie dla podjęcia postawionych do odpowiedzi pytań i wyróżnia oryginalny zakres badań i uzyskane nowatorskie osiągnięcia.

4. Ocena rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pana Marcina Jasińskiego stanowi połączenie obszernej praktyki inżynierskiej z teoretycznymi dociekaniami badawczymi. Brak mojej pełnej znajomości przebiegu przewodu doktorskiego i powrotu do układu czasowego formułowania i ukształtowania zakresu rozprawy ocenia, iż w sposób ciągły, aż do złożenia pracy modyfikowane były założenia, zakres i podjęte zadania. Plan badań musiał być zmieniany i po nowemu wyznaczany. Na bieżąco uwzględniane były nowo-publikowane artykuły naukowe (patrz analiza układu bibliografii rozprawy). Bieżące zmiany w latach 2018-2021 wskazują na stały proces dołączania pewnych części w rozprawie, co jest zobrazowane w treści pracy pojawiającymi się fragmentami (np. problem optymalizacji jest poruszany w każdym rozdziale - brak spójnego sformułowania zadania optymalizacji w jednym miejscu, przeznaczonym dla problemu). Podobnie odbieram tytuł rozprawy. Słowa: „modelowanie”, „wybranego typu”, „w środowisku BIM” postrzegam jako dodawane, uzupełniające pierwotny tytuł. Za odpowiadający zawartości określam „Optymalizacja betonowych dwuprzęsłowych sprężonych obiektów mostowych”. Za nader pozytywne traktuję zaczerpnięcie definicji BIM na stronie 7 ze standardu NBS i użycie określenia „Modeling”, chociaż kolejno na górze strony 8 zapisane tłumaczenie nie odpowiada zastosowanemu w polskich dokumentach terminowi „modelowanie danych budowlanych” [polski tekst Dyrektywy Rady Europy 2014/24/EU]. Uważam też za niewłaściwy w tym przypadku brak odniesienia do pierwszej polskiej książki na temat BIM, oraz brak tej pozycji wśród 248 zestawionych w bibliografii, ponieważ powinna znaleźć się na liście, nawet gdyby było tam 50 wybranych źródeł wiedzy :

Andrzeja Tomana, „*BIM. Innowacyjna technologia w budownictwie. Podstawy technologii BIM, standardy i narzędzia oraz przykłady zastosowań w polskich firmach*”, BIMklastar, Kraków, 2015, ISBN: 978-83-943060-0-7, (294 str.)

Na uwagę zasługuje umiejętność przygotowania modeli obliczeniowych dla obliczeń metodą elementów skończonych. Autor sprawnie posługuje się narzędziami do tworzenia modelu geometrii, generowania siatki elementów. Proces opracowania trójwymiarowego modelu złącza dokonany jest z precyzyjnym odzwierciedleniem kształtu. Utworzony model 3D oraz możliwości wizualizacji wielokrotnie stosowane w rozprawie odpowiadają aktualnym formom dokumentowania elementów budowlanych w postaci obiektów cyfrowych. Jednocześnie Autor przeprowadza operacje ich uproszczenia.

Autor stosuje szereg wariantów i dokonuje analizy parametrycznej, podkreślając znaczenie poszukania optymalnych ze względu na koszt inwestycji rozwiązań. Osiągnięciem Autora jest opracowanie modelu obliczeniowego, który służyć może następnym, licznym analizom oraz stanowi podstawę do wykonania symulacji numerycznych i optymalizacji mostu po przyjęciu odmiennych kryteriów, odmiennego obszaru rozwiązań dopuszczalnych.

W ocenie należy podkreślić staranność edycji treści rozprawy. Zgromadzony materiał jest dobrze opracowany technicznie, a rysunki czytelnie ilustrują przedstawiane zagadnienia i wyniki. Jedynie wielkość tekstów na rysunkach utrudnia ich odczytywanie. Posługiwanie się na rysunkach przestrzennymi modelami cyfrowymi całego obiektu mostowego lub jego części znacznie ułatwia wizualny odbiór koncepcji i wyników rozwiązań. Modele 3D nie dominują pomimo, że praca ma w swoim tytule określenie „w środowisku BIM”. Rysunki techniczne konstrukcji mostu mają formę tradycyjną. Autor w swej pracy wybiórczo posługuje się modelowaniem i nie wyjaśnia zasięgu operowania modelami BIM, które zamieścił na rysunkach w rozprawie.

5. Uwagi krytyczne

1. Sądząc z tytułu samej rozprawy można oczekiwać, iż jest ona określona przez dwa składniki modelowanie i optymalizację obiektów mostowych. Tymczasem te dwa pola zainteresowań Autora nie stanowią jednego połączonego zintegrowanego postępowania projektowego, ale są oddzielnymi od siebie częściami, w których z jednej strony można opracować model BIM obiektu mostowego (patrz np. Rys. 63), a do optymalizacji używać tradycyjnych płaskich przekrojów przęsła mostowego (patrz np. Rys. 78). Czy Autor wykorzystuje i w jaki sposób model 3D, a zwłaszcza dane w projektowaniu/analizie/optymalizacji ?
2. Wprowadzenie innowacyjnej technologii BIM jest sprzężone z modelowaniem geometrycznym o wszystkich trzech wymiarach. Wcześniejsze reprezentacje 2D, 1D, 0D obiektów 3D wynikały z ograniczonej i braku możliwości obliczeniowych metod stosowanych w ramach mechaniki budowli i wytrzymałości materiałów. Nadal posługujemy się słupami, belkami, płytami i powłokami, jako modelami rzeczywistych układów przy rozwiązywaniu równań matematycznych opisujących zachowanie mechaniczne tych elementów budowlanych. Natomiast wcale nie jest praktykowane używanie prostopadłościanów (dla przypadków upraszczania geometrii) lub bardziej oddających rzeczywistą geometrię obiektów z otworami, obróbką powierzchni i krawędzi, a dalej brył do reprezentowania poziomych lub pionowych przegród budowlanych jak ściany i stropy. Dlaczego przyjmując tradycyjny sposób projektowania z wykorzystaniem przekroju poprzecznego przęsła mostowego wyeliminowany został wymiar wzdłuż linii podłużnej mostu, tym bardziej, że optymalizacja przekroju podłużnego może prowadzić do istotnych rozwiązań konstrukcyjnych?
3. Technologia BIM jest w sposób ugruntowany powiązana z otwartym standardem IFC, którego określenie jest bardzo dobrze odniesione do normy PN-EN ISO 16739-1:2020 [[iso.org/standard/70303.html](https://www.iso.org/standard/70303.html) | sklep.pkn.pl/pn-en-iso-16739-1-2020-07e.html], opracowanej w ramach organizacji BuildingSMART Int. [[buildingsmart.org](https://www.buildingsmart.org)]. Wynikiem ostatnich 4 lat aktywności podgrup organizacji bS Int. w zakresie *trainR*, *bridgeR*, *roadR*, *infraR* są standardy IFCbridge specjalizowane dla obiektów infrastrukturalnych i mostowych. Dlaczego wśród licznej literatury z lat 2018-2020 brak jest odniesienia do tej dobrze rozwijającej się i istotnej dla ocenianej rozprawy tematyki?
4. Optymalizacja jest podstawowym i najważniejszym zagadnieniem w rozprawie. Podawane są definicje, rodzaje, sposoby rozwiązywania, algorytmy i zaprogramowane narzędzia softwarowe. Dlaczego w jednym miejscu nie przedstawiono sformułowania matematycznego zadania optymalizacji z obszarem dopuszczalnym dla zmiennych decyzyjnych, funkcją celu, określeniem zmiennych opisowych, sterujących, ograniczeń zmiennych, ograniczeń stanu oraz dyskusją rodzaju

optymalizacji topologii (z możliwością wprowadzenia pustek wewnętrznych), kształtu, wymiarów i zastosowanych gradientowych i bezgradientowych metod rozwiązania czy bio-inspirowanych ?

Powyższe uwagi, nie umniejszają wartości merytorycznej pracy, nie podważają mojej pozytywnej oceny rozprawy, lecz chciałbym by zapoczątkowały dyskusję naukową oraz pomogły w sformułowaniu dalszych celów aktywności naukowej. Niedoskonałości wynikać mogą z rozległego zakresu badań teoretycznych i numerycznych oraz ukierunkowania na włączenie metod modelowania BIM we własną aktywność naukową i projektową.

Celem niżej położonego fragmentu recenzji z zamieszczonym rysunkiem jest wyraźne podkreślenie dokonanego w ostatnich kilku latach postępu prac przy opracowaniu standardów dla cyfrowego rozwoju w infrastrukturze, poprzez prace organizacji BuildingSMART International. Opisano procesy, zastosowane w celu uzyskania zharmonizowanego rozszerzenia schematu IFC dla infrastruktury, opierając się na wcześniejszych pracach nad dopasowaniem, ogólną architekturą i polem zastosowania IFC (opublikowanym przez BSI jako standard kandydujący i znanym jako IFC 4.2). Proponowany schemat rozszerzenia jest udokumentowany przy użyciu języka UML i diagramów, obejmuje prace rozwojowe ukończone w latach 2018-2019 dla kolei (i jej subdomen), dróg, portów i dróg wodnych (łącznie określane jako projekty domenowe w tym dokumencie). Pełne sprawozdanie składa się z 5 części, z których pierwszą jest niniejszy dokument, zawierający podstawowe wprowadzenie do procesu pełnej harmonizacji. Oddzielne cztery inne części to opracowania dla każdej z trzech dziedzin projektu oraz część obejmująca wszystkie wspólne elementy infrastruktury.



About ▾ Standards ▾ Compliance ▾ User ▾ Community ▾ Awards ▾ News ▾ Blog 🔍



IFC Infrastructure Deployments

Home » Standards » Rooms » Infrastructure » IFC Bridge

Throughout 2018 and 2019, buildingSMART ran a suite of parallel projects to extend the scope of IFC for a variety of infrastructure domains. Following a series of workshops, the Railway Room and the Infrastructure Room established a strong collaboration to undertake harmonization between these projects and as a result, the "IFC Infrastructure Extensions" project was formed.

The IFC Infrastructure Extensions project is a harmonised approach to linear infrastructure assets incorporating Road, Rail, Bridge and Ports and Waterways. These individual projects are operating across different time frames with different milestones. They do however address common concepts with significant overlap.

Wdrożenie IFC w infrastrukturze (*IFCbridge*, *IFCrail*, *IFCroad*)

<https://www.buildingsmart.org/standards/rooms/infrastructure/ifc-bridge/>

6. Ogólna ocena rozprawy i wniosek końcowy

W przedstawionej do recenzji rozprawie Autor wykazał się wiedzą, doświadczeniem i szerokim spojrzeniem na badaną problematykę. W poprawny sposób wyodrębnił najistotniejsze problemy badawcze oraz określił sposoby i metody odpowiednie do ich rozwiązania.

Za istotne osiągnięcia Doktoranta uważam:

- ❖ opracowanie metodyki analizy i optymalizacji dla procesów projektowania na polu inżynierii mostowej wspomaganej technologią BIM modelowania danych budowlanych,
- ❖ zdefiniowanie, utworzenie algorytmów funkcjonowania i wykonanie zaprogramowania informatycznego w formie narzędzi komputerowych do uzyskania wyników rozwiązania zadań konstruowania z dodatkowymi wymaganiami kształtowania przekrojów poprzecznych i podłużnych drogowych, płytowo-belkowych obiektów mostowych z betonu sprężonego,
- ❖ wprowadzenie do badań naukowych elementów związanych z digitalizacją budowlanych i infrastrukturalnych struktur dla obiektów rzeczywistych i ich wirtualnych odpowiedników w sytuacji pionierskiego w tym zakresie działania inżynierskiego, ekonomicznego i menadżerskiego w warunkach współdziałania projektantów, wykonawców i zarządców mostów.

Praca doktorska stanowi wkład w rozwój badań nad projektowaniem obiektów mostowych i oceną ich bezpieczeństwa podczas wykonawstwa i użytkowania, jednakże wykorzystanie zaproponowanych nowych metod modelowania obiektów infrastruktury lądowej przez stosowanie modelowania danych budowlanych BIM wymaga dalszej digitalizacji opracowanych schematów, algorytmów i analiz. Wdrażane na świecie, a zwłaszcza w krajach skandynawskich i azjatyckich w ostatnich trzech latach rozwiązanie cyfrowe infraBIM jest jeszcze w Polsce mało znane. Praca doktorska mgr inż. Marcina Jasińskiego stanowi wkład badawczy w zakresie mostów, wiaduktów, estakad oraz innych dzieł inżynierskich dla drogownictwa, kolejnictwa, transportu lotniczego i morskiego oraz żeglugi śródlądowej w Polsce, stanowiących w obecnych latach przedmiot wielu inwestycji budowlanych krajowej gospodarki narodowej.

Reasumując stawiam wnioski:

Rozprawa mgr inż. Marcina Jasińskiego

„*Modelowanie i optymalizacja wybranego typu obiektów mostowych w środowisku BIM*”
spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim.

Proszę Przewodniczącego i Radę Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport
na Wydziale Budownictwa Politechniki Śląskiej w Gliwicach
o dopuszczenie Autora rozprawy mgr inż. Marcina Jasińskiego do publicznej obrony.



Adam Glema