



POLITECHNIKA  
LUBELSKA  
WYDZIAŁ BUDOWNICTWA  
I ARCHITECTURY

**Recenzent:**

dr hab. inż. Anna Ostańska, prof. uczelni

Lublin, 28.02.2025 r.

Wydział Budownictwa i Architektury

Politechniki Lubelskiej

Nadbystrzycka 40

20-618 Lublin

Tel. +48 603 656 563

E-mail: a.ostanska@pollub.pl

**Adresat Recenzji:**

Politechnika Warszawska

Rada Naukowa Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport

Koszykowa 75

00-662 Warszawa

## RECENZJA

**osiągnięć i dorobku naukowego oraz istotnej aktywności naukowej  
dr inż. Andrzej Szymon BORKOWSKI  
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego  
w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport**

### 1. Podstawa formalna

Podstawę formalną do wykonania niniejszej recenzji stanowią:

- 1.1. Pismo, znak: WTBD.524.HAB.158.2024, Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, prof. dra hab. inż. Konrada Lewczuka z dnia 20 grudnia 2024 r. zlecające opracowanie recenzji dorobku naukowego dr inż. Andrzeja Szymona Borkowskiego, będącego podstawą do ubiegania się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.
- 1.2. Uchwała nr 1070/2024 Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport z dnia 17 grudnia 2024 r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-

w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport wszczętym na wniosek dra inż. Andrzeja Szymona Borkowskiego na podstawie dokumentacji złożonej przez habilitanta, za pośrednictwem Rady Doskonałości Naukowej w Politechnice Warszawskiej, Rada Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej w Warszawie.

## 2. Podstawa prawna

Recenzja jest wykonana zgodnie z:

2.1. Ustawą z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.).

2.2. Przesłaną przez Radę Naukową Dyscypliny Inżynieria Lądowa Geodezja i Transport Politechniki Warszawskiej dokumentacją w wersji papierowej i elektronicznej obejmującą, w tym:

2.2.1. Wniosek do Rady Doskonałości Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport z dnia 21 października 2024 r.

2.2.2. Załączniki:

Załącznik 1. Dane wnioskodawcy.

Załącznik 2. Odpis dyplomu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora.

Załącznik 3. Autoreferat z uwzględnieniem osiągnięć naukowych.

Załącznik 4. Wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny.

Załącznik 5. Monografia autorska.

Załącznik 6. Oświadczenia współautorów potwierdzające wkład autorski.

Załącznik 7. Dodatkowe dokumenty potwierdzające osiągnięcia.

Przedłożona przez dra inż. Andrzeja Szymona Borkowskiego dokumentacja po wstępnej analizie wskazuje, że spełnia ona wymogi formalne dla kandydatów do stopnia naukowego doktora habilitowanego.

### 3. Ogólna charakterystyka Habilitanta

W 2019 r., na Politechnice Warszawskiej, Wydział Geodezji i Kartografii Andrzej Szymon Borkowski uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych, w dyscyplinie naukowej: geodezja i kartografia, na podstawie rozprawy, pt. „*Modelowanie geostatystyczne stanu zanieczyszczeń gleb na podstawie depozycji z powietrza atmosferycznego*”. Promotorem rozprawy była dr hab. inż. Jolanta Kwiatkowska-Malina, prof. PW, promotorem pomocniczym dr inż. Joanna Jaroszewicz, recenzentami byli: prof. dr hab. inż. Ireneusz Winnicki z Wojskowej Akademii Technicznej i prof. dr hab. inż. Jarosław Zawadzki z Politechniki Warszawskiej.

W latach 2019-2022, w celu dokończenia naukowego, dydaktycznego i zawodowego kandydat ukończył szereg kursów (8) na wyższych uczelniach w kraju i za granicą oraz w ośrodkach badawczo-rozwojowych i jednostkach projektowo-wykonawczych. Na macierzystej uczelni pełnił szereg funkcji organizacyjnych i społecznych.

W 2024 opublikował monografię, pt. „*Propedeutyka BIM – filozofia modelowania informacji o obiekcie budowlanym*”, która jest głównym, wraz z drugim i trzecim osiągnięciem oraz podstawą wystąpienia z wnioskiem o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Zarówno obszar badań, jak i zainteresowań naukowo-badawczych Habilitanta trudno jest jednoznacznie określić. Niewątpliwie koncentrują się one w dużej mierze na:

1. Szeroko pojętych badaniach aplikacyjnych nad BIM. Kandydat zauważył, że powszechnie znane metody diagnostyczne mają pewne niedostatki lub wręcz bariery. Jednak w połączeniu z nowymi technikami środowisk BIM czy całych grup narzędzi diagnostycznych uzupełnić można wiedzę, a nawet uzyskać lepszy efekt wizualny i co bardzo istotne zoptymalizować parametry czasu pracy a w konsekwencji skrócić cały proces inwestycyjny i to niezależnie od branży. Wieloaspektowe zastosowanie w nieograniczonej skali, funkcji czy ochrony, a następnie możliwość stworzenia szczegółowego modelu w naturalnej skali i jego wariantowanie nadal nie są podejmowane często.
2. Badaniach stopnia dojrzałości pracy w BIM w różnego rodzaju przedsiębiorstwach w celu pokonania ograniczeń i barier. W tym celu opracowano algorytm, przeprowadzono badania i na podstawie wyników badań ustalono istotną dla odbiorcy kolejność usytuowania na oryginalnej podkładce BIM – BIM Placemat. Dzięki temu dokonano standaryzacji personalnej, jak i sprzętowej oraz zarządczej, co przekłada się na poprawę parametrów jakości i efektywności pracy.
3. Badaniach obejmujących planowanie przestrzenne, zrównoważony rozwój miast i terenów wiejskich oraz geostatystykę.

4. Pasji tworzenia albo odtwarzania, w zależności od etapu LCA obiektu, cyfrowych bliźniaków w różnych typach obiektów.

Habilitant odbył staż badawczy w dniach 16-29 maja 2024 r. w Katedrze Zarządzania w Budownictwie, na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej, pod kierunkiem dr hab. inż. Wojciecha Drozda, gdzie przeprowadził badania mające w celu przygotowanie publikacji naukowej pod roboczym tytułem: *"The Status of the Implementation of the Building Information Modeling Mandate in Poland"*.

Ponadto habilitant posiada znaczący dorobek w realizacji badań naukowych w ramach prac różnych zespołów badawczych (11), finansowanych, m.in. przez: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Politechnikę Warszawską czy NCBiR. Przed uzyskaniem stopnia doktora, lata 2013-2017: 5, w tym: 2-kierownik i 3-wykonawca. Po uzyskaniu stopnia doktora, lata 2018-2023: 6, w tym: 1-kierownik, 1-kierownik zadania nr 41 – zakończony 2022, 3-wykonawca, 1-ekspert. Wszystkie granty badawcze zostały zakończone. Ponadto po uzyskaniu stopnia doktora, od 2022 r., jest redaktorem ds. publikacji naukowych w *Stowarzyszeniu BIM*. Ma na koncie również publikacje ze studentami (2), w ramach prac dyplomowych i wybrane (3) publikacje, wynikające z badań naukowych 2023-2024.

Habilitant ma w swoim dorobku, w latach 2017-2024, nagrody (6) i wyróżnienia (1), głównie w macierzystej jednostce. Już przed doktoratem posiadał certyfikaty i uprawnienia do egzaminowania w zakresie środowiska oprogramowania AutoCad.

Przedstawione fakty wskazują, że Habilitant wykazuje się istotną aktywnością badawczo-naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej w Polsce.

#### 4. Ocena osiągnięcia naukowego

Wprawdzie dotychczas publikowane pozycje (opisane dalej jako osiągnięcie II i III) dr inż. Andrzeja Szymona Borkowskiego dotyczące badań i ocen obiektów budowlanych, inżynierskich i innych użytkowanych obiektów z użyciem BIM mogłyby się złożyć na rozprawę habilitacyjną – to jednak uznał On za stosowne przygotowanie monografii. Swoją dorobek Habilitant opracował w oparciu o dogłębną i wszechstronną analizę aktualnego stanu wiedzy oraz wyniki badań własnych w różnych doświadczalnych i empirycznych zastosowaniach modelu BIM, wykorzystania baz GIS i różnych innych, które intensywnie prowadzi od wielu lat.

Jako osiągnięcia naukowe, stanowiące podstawę do wszczęcia postępowania habilitacyjnego, wskazał trzy osiągnięcia:

- I. Główne: monografia autorska, pt. *„Propedeutyka BIM – filozofia modelowania informacji o obiekcie budowlanym”*. Wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej w 2024 – oznaczonych w Załączniku 4 przedstawionej dokumentacji, jako [M1].

II. Cykl artykułów naukowych, pt. „*Badania aplikacyjne nad BIM oraz ich zastosowanie w procesach planistycznych i inwestycyjno-budowlanych*” – oznaczonych w Załączniku 4 przedstawionej dokumentacji, jako [B1]-[B10].

III. Cykl artykułów naukowych, pt. „*Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym w ramach prac wdrożeniowych BIM*” – oznaczonych w Załączniku 4 przedstawionej dokumentacji, jako [C1]-[C8].

Główne osiągnięcie, jakim jest monografia (s. 5-189), składa się: ze Spisu treści (s. 5-6), *Przedmowy* (s. 7-10), *Słownika akronimów* (s. 11-13), 8 *Rozdziałów*, wraz z *Podsumowaniem* (s. 15-165), *Epilogu* (s. 167-168), *Bibliografii* (s. 169-188; łącznie 354 pozycje) oraz *Streszczenia* (s. 189), w języku polskim i angielskim.

Monografia dotyczy zagadnienia BIM ujętego jako przedmiot twórczego myślenia i działania oraz autorską periodyzację historii rozwoju BIM wraz z epokowymi wydarzeniami.

Rozdział pierwszy (s. 15-19) stanowi *Wprowadzenie* w tematykę pracy, w nim przedstawiono jej cele i pytania badawcze, zakres pracy, hipotezę, materiały i metody oraz znaczenie badań.

Cele pracy to próba odpowiedzi na refleksyjne pytania badawcze postawione przez autora:

1. Czy możliwe jest jednoznaczne zdefiniowanie BIM? Czy istnieje potrzeba jednej definicji?
2. Czy historia BIM może zostać podzielona na okresy ewolucyjne? Czy taka periodyzacja może posłużyć predykcji dalszego rozwoju BIM?
3. Jakie cechy BIM można uznać za konstytutywne (fundamentalne, pryncypialne, nieodzowne)?
4. Czy w wyniku łączenia prostych procesów BIM wyłania się nowa jakość? Czy istnieją zjawiska emergentne, które można wyróżnić?
5. Jakie problemy i ograniczenia są aktualnie w BIM? Z czym mierzą się przedsiębiorstwa stosujące odpowiedzialnie BIM?
6. Jak uczyć (się) BIM?
7. Jak będzie rozwijał się BIM?

Zakres pracy obejmował dogłębne badania najnowszej literatury normatywnej i szarej. To umożliwiło usystematyzowanie zaawansowanej wiedzy w zakresie BIM. Połączenie uporządkowanej wiedzy z refleksyjnymi pytaniami i doświadczeniami wynikającymi z badań empirycznych, skłoniło autora do postawienia hipotezy: „***Dogłębne poznanie i zrozumienie BIM zwiększa efektywność i produktywność pracy w procesie inwestycyjno-budowlanym***”.

W rozdziale drugim (s. 21-55), pt. *Ewolucja i periodyzacja BIM* przedstawiono tło, epistemologię, genezę i periodyzację BIM, uwzględniając jej czynniki, ideę, podejście i kulturę organizacyjną. Omówiono obietnice BIM oraz dane a informacje: w szerokim kontekście, informacji w GIS i BIM, obiektów BIM, studium przypadku, znaczenia pojęć i standardów oraz relewantność BIM. Treść i rysunki rozdziału 2, w zakresie podrozdziałów 2.1-2.5, s. 21-43, opublikowane zostały

w [A1, s. 646-657] niemalże w 100%, poza rys. 4, który zaczerpnięto z [A3] oraz w podrozdziale 2.7 zaczerpnięto rys. 12 z [A7, s. 55]. [A7] A. Sz. Borkowski, M. Michalak, Błędy poznawcze - nowa emfaticzna definicja BIM. Builder maj 2024, s. 54-60.

W rozdziale trzecim (s. 57-76), pt. *Idea BIM* opisano podstawowe założenia, definicje i przedstawiono czym BIM nie jest z perspektywy autora. Treść i rysunki rozdziału 3, w zakresie podrozdziałów 3.1-3.2, s.57-72, opublikowane zostały w [A2, s. 1-11] w zasadzie w 100%. Natomiast treści w podrozdziale 3.3, s.72-76, opublikowane zostały w części [A7, s. 54-56, bez rys. 18 i 19].

Z kolei w rozdziale czwartym (s. 77-94), pt. *Teoria BIM* zdefiniowano konstytutywne cechy BIM, takie jak parametryczność, interoperacyjność, wielowymiarowość. Przedstawiono także ograniczenia, zagrożenia i ryzyka BIM oraz zjawiska emergentne takie jak: integracja danych, analizy i symulacje, wizualizacja i prezentacja, współpraca branżowa i międzybranżowa, zarządzanie informacją, optymalizacja procesów budowlanych, udoskonalenie bezpieczeństwa oraz automatyzacja i robotyzacja. Treść i rysunki rozdziału 4, w zakresie podrozdziału 4.1, s. 77-88, opublikowane zostały w [A6, s. 12-17] niemalże w 100%, poza rys. 22 i rys. 23.

[A6] A. Sz. Borkowski, Konstytutywne cechy BIM – parametryczność, interoperacyjność, wielowymiarowość. Builder styczeń 2024, s. 12-17.

Natomiast rozdział piąty (s. 95-139), pt. *Praktyka BIM* przedstawia wdrożenia BIM, zagadnienia ekologii narzędzi w kontekście georeferencji modeli BIM w GIS. Omówiono także fuzję BIM z IoT podając aktualny stan wiedzy i techniki, tematykę połączenia czujnika z modelem BIM, IoT dla BIM trzeciego poziomu. Przedstawiono także poziomy rozwoju BIM w kierunku Cyfrowego Bliźniaka (DT). Treść i rysunki rozdziału 5, w zakresie podrozdziałów: 5.1, s. 97-99 (poza rys. 26, 27), opublikowane zostały w częściowo w [A7, s. 58-59], 5.3, s. 112-126, opublikowane zostały w [A3, s. 4-16] w zasadzie w 100% i 5.4, s. 126-139, opublikowane zostały w [A4, s. 139-149] w zasadzie w 100%.

W rozdziale szóstym (s.141-157), pt. *Edukacja BIM* zamieszczono informacje na temat uczenia się BIM, treści dydaktyczne, uczenie na podstawie doświadczenia, w tym przyjazna przestrzeń uczenia się, świadomy trening, uczenie się przez rozmowę i wymiary uczenia się BIM. Treść i rysunki rozdziału 6, w zakresie podrozdziałów 6.1-6.3, s.141-157, opublikowane zostały w [A5, s.190-201] w zasadzie w 100%.

W rozdziale siódmym (s.159-162), pt. *Prognoza kierunków rozwoju BIM* przedstawiono próbę prognozy kierunku rozwoju BIM w przyszłości. Autor oparł się głównie na wieloletnich doświadczeniach własnych we współpracy z firmami przy wdrożeniach, studiach literaturowych i doświadczeniach naukowych, co pozwoliło mu zaobserwować mechanizmy, które mogą mieć wpływ na zmianę dotychczasowych procesów.

Rozdział ósmy (s.163-165) stanowi *Podsumowanie*, a na końcu pracy znajduje się *Epilog* (s.167-168), *Bibliografia* (s.169-188) i *Streszczenie* (s.189).

**Recenzentka odczuwa niedosyt klarownego i jednoznacznego określenia osobistego wkładu Habilitanta do dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport, w której złożył swój dorobek.**

Odczytanie oryginalności i koherentności tematycznej monografii [M1] utrudnia to, że składa się ona w istocie z kilku artykułów [A1-A5 i A6-A7], które niezbyt dobrze dobrano tematycznie, gdyż nie stanowią one ciągłej myśli logicznej. Większość z nich jest powiązana ze modelem BIM czy GIS i jego środowiskiem projektowym, odtworzeniowym realizacyjnym czy eksploatacyjnym, jednak odnieść można wrażenie, że autor, z całym szacunkiem do jego doświadczeń zawodowych i eksperckich, w sposób dość przypadkowy i niekoniecznie spójny zapożycza całe treści swoich sześciu artykułów [A1-A6] i jednego współautorskiego [A7] do monografii [M1] lub odwrotnie. Ponadto, trudno nie zgodzić się z recenzentami wydawniczymi, zarówno z Prof. dr hab. inż. Krzysztofem Schabowiczem, że analizowana monografia [M1] „...jest doskonałym podręcznikiem zawierającym zaawansowaną wiedzę na temat BIM.”, jak i z Dr hab. inż. Krzysztofem Zima, prof. PK, że autor [M1] „...wpisał się w lukę związaną z przeprowadzeniem badań podstawowych nad fundamentem... BIM.”, a zatem wiedzą, która jest już dobrze znana i w zasadzie udokumentowana. Autor niewątpliwie uporządkował zaawansowaną wiedzę o BIM, opierając się na dogłębnej analizie literatury tematu (twardej, miękkiej i szarej), którą poszerzył o empiryczne badania i oryginalne doświadczenia własne. Stanowi to jednak zaledwie wprowadzenie do, niezmiernie ważnego, zagadnienia dotyczącego rozwoju BIM w procesie inwestycyjnym w budownictwie.

Nie opisano transparentnie w monografii [M1] i odczuwam niedosyt w braku doprecyzowania: jaki był program badań własnych, jego realizacja czy wyniki analiz otrzymanych rezultatów. Pewien przesyt odczuwam w powtórzeniach cytatów literatury, ze względu, iż jest to zestaw kilku artykułów, odnosi się wrażenie powtórzeń, prawdopodobną przyczyną jest niemalże wierne czerpanie z [A1-A5 i A6-A7...]. Wielowątkowość treści [M1] i brak logicznego wyводу dążącego do określonego celu i koherentnej treści oraz rzeczowego podsumowania sprawia, że uzyskano również niezbyt klarowne odpowiedzi na refleksyjnie postawione pytania przez autora.

Pomimo, iż zdaniem autora „*Hipoteza badawcza postawiona we wprowadzeniu po lekturze tej monografii powinna utwierdzić czytelnika w przekonaniu, że dogłębne poznanie i zrozumienie BIM zwiększa efektywność i produktywność wykonywanej pracy (np. projektowania), którą wykonuje się często w wąskim zakresie procesu inwestycyjno-budowlanego. BIM jest w pewnym sensie ateliczny, jest zjawiskiem niedokończonym, które ciągle ewoluuje i dojrzewa.*”, to po wnikliwym zapoznaniu się z lekturą, nie utwierdziła mnie ona w przekonaniu zwiększenia efektywności i produktywności wykonanej pracy. Może dlatego, że jest niekoherentnym zbiorem artykułów? Zgadzam się, że BIM jest „*zjawiskiem niedokończonym, które ciągle ewoluuje i dojrzewa*” i „*Przedmiotem, który wymaga ciągłego poznawania, refleksji i działania.*” Jednak bez wątplenia, zaprzecza to temu, że

„...przewidywana przyszłość BIM jest niepewna.”, bo ta jest raczej nieznaną, nieprzewidywalną i uzależnioną od potrzeb przyszłości.

Za istotne dla dziedziny nauki, w której złożony jest wniosek, uważam:

1. Opracowanie metodyki georeferencji modelu BIM w środowisku GIS z wykorzystaniem wspólnego środowiska danych (CDE).
2. Połączenie czujnika Internetu Rzeczy (IoT) z modelem BIM, z wykorzystaniem lekkiego protokołu komunikacyjnego, programowania wizualnego (Dynamo) i klasycznego (Arduino/C++), [A3].
3. Opracowanie ram koncepcyjnych cyfrowego bliźniaka, których podstawę stanowi BIM, jest istotną wartością, szczególnie dla najdłuższego z LCA budynku, tj. na etapie eksploatacji, [A4].

W głównym osiągnięciu naukowym [M1] bez wątpliwości osiągnięto rozszerzenie wiedzy polegającej na zdefiniowaniu filozofii modelowania informacji o obiekcie budowlanym, dzięki holistycznemu podejściu, czyli rozpatrywaniu wielodyscyplinarnego zastosowania BIM. Niezmiernie istotna jest integracja nowoczesnych technologii: BIM, skanowania laserowego i fotogrametrii, ponieważ przynosi to wiele korzyści, szczególnie dotyczących jakości opracowania, w porównaniu ze stosowaniem ich osobno. Tak przedstawiona dla interesariuszy, z różnych dziedzin, szeroko pojęta nauka i praktyka stanowi również swoisty fundament BIM w dochodzeniu do idei cyfrowego bliźniaka (DT). Mimo, iż cyfrowe bliźniaki znane są szczególnie z założeń i praktyki angielskiej czy węgierskiej, to polski rynek inwestycyjny jest znacząco inny. Ale jest to istotne, szczególnie w branży budowlanej, gdyż obejmuje w istocie nie tylko, jak napisał autor w uzasadnieniu znaczenia badań (s.19) w procesie inwestycyjnym aspekty związane z „... planowaniem, projektowaniem i zarządzaniem inwestycjami budowlanymi.”, ale w zasadzie obejmuje cały okres życia budynku LCA (co opisano w treści monografii) a także nowe dotychczas nieuwzględniane aspekty (np. BHP czy P.Poż.). Mając jednak na uwadze, że znaczna część monografii „*Propedeutyka BIM – filozofia modelowania informacji o obiekcie budowlanym*” [M1] składa się z opublikowanych treści, nie tylko w artykułach [A1-A5], ale również w artykułach [A6 i A7...].

Mając na uwadze powyższe stwierdzenia dot. monografii [A1], według mnie nie może stanowić ona podstawy do pozytywnej oceny głównego osiągnięcia naukowego, jako oryginalnego. Opracowanie jest bowiem podręcznikiem, który zawiera zaawansowaną wiedzę na temat ewolucji i przykładów zastosowań BIM dla różnych obiektów, na różnych etapach ich życia (LCA), wraz z wyróżnieniem emergentnych zjawisk w procesie BIM, z możliwością uwzględnienia otoczenia we współpracy z GIS i w pewien sposób scala dostępną wiedzę tak przydatną uczącemu się BIM.

Pomimo to, w mojej opinii pozostałe osiągnięcia i dorobek Habilitanta, przedstawione w Autoreferacie, szczególnie [B] i [C] – omówione szczegółowo w aneksie, tabele 1 i 2, a także



pozostały dorobek przedstawiony w autoreferacie dotyczący osiągnięć i stanowiących integralną całość załącznikach spełniają wymagania, jakie są stawiane w procedurze habilitacyjnej. I choć nie stanowią spójnego dzieła, to oryginalnie i w wirtuozerski sposób przedstawiają poszczególne możliwości zastosowań i rozwoju BIM.

Do osiągnięcia drugiego [B1-B10] zaliczono dziesięć artykułów publikowanych w latach 2022-2024, z których wszystkie ukazały się w czasopismach naukowych. Dziewięć publikacji jest współautorskich, tylko w jednej kandydat nie występuje jako pierwszy autor artykułów (8+1). Prace ukazały się w czasopismach: Materiały budowlane (2), Builder (1), Budownictwo i Architektura (2), Geomatics and Environmental Engineering (1), Journal of Engineering Design (1), Wiadomości Konserwatorskie (1), Reports on Geodesy and Geoinformatics (1), Civil and Environmental Engineering Reports (1).

Osiągnięcie trzecie [C1-C8] obejmuje osiem artykułów publikowanych w latach 2021-2023, z których wszystkie osiem ukazały się w czasopismach naukowych. Są to czasopisma: Geomatics, Landmanagement and Landscape (1), Builder (2), Przegląd Elektrotechniczny (1), Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Środowiska (1), Education Sciences (1), Inżynieria i Budownictwo (1), Eng (1). Wszystkie są współautorskie (8), we wszystkich Kandydat występuje jako pierwszy autor.

Sumaryczny Impact Factor publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego wynosi 31.318, a liczba cytowań to 91 (73 bez autocytowań) według bazy Scopus, i 72 (64 bez autocytowań) według Web of Science. Indeks Hirscha Kandydata wg bazy Scopus - 6, a wg bazy Web of Science - 6. Trudno jednoznacznie stwierdzić z przedstawionych zestawień, co ujął kandydat w wynikach naukometrycznych, monografię [M1] czy i/lub, artykuły [A1-A5]. Pomimo to, dorobek jest istotnym wkładem w naukę, gdyż wiele publikacji, po pominięciu [A1-A2] jest efektem badań naukowych realizowanych w 11 grantach.

Ponadto habilitant ponad 15 razy uczestniczył w konferencjach naukowych i naukowo-technicznych, z których ma publikacje i/lub występował z referatem.

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że podjęty temat jest oryginalny i aktualny oraz zasadny i ważny, tak z naukowego, jak i z praktycznego punktu widzenia dalszego rozwoju BIM. Praca, z pewnością, szczególnie w osiągnięciu trzecim wnosi istotny wkład do nauki polskiej.

Jako oryginalne elementy osiągnięć naukowych przedstawione w ramach drugiego i trzeciego osiągnięcia naukowego uważam:

1. Opracowanie algorytmu automatyzującego koncepcyjne prace urbanistyczne i udostępnienie go szerokiej społeczności badawczej (GitHub), [B1].
2. Opracowanie metodyki integracji danych BIM i GIS z wykorzystaniem pakietu FME [B10].

3. Zidentyfikowanie problemu naukowego o charakterze techniczno-organizacyjnym i dostrzeżenie możliwości optymalizacji czasu pracy pracowników. Efekt to opracowanie algorytmu działań w analizach BIM dla pracowni projektowych, wraz z testowaniem i wdrożeniem technologicznym produktu (BIM podkładki) w dwóch dużych przedsiębiorstwach projektowych [C5]. Wykorzystując techniki zaczerpnięte z socjologii, w tym wywiad bezpośredni, w pierwszej fazie - na podstawie dogłębnej analizy zasad lub ich braku; i ankietowania rozsyłanego drogą elektroniczną w drugiej fazie, stworzono dwutorowy algorytm postępowania dla wybranego studium przypadku. Dzięki temu uzyskano dwie oryginalne ścieżki postępowania, różniące się poziomem zaawansowania wdrożenia zasad postępowania dla pracowników, szczególnie nowych, posługujących się BIM i innymi narzędziami projektowymi. Dokonano niezbędnych ustaleń dotyczących potrzeb w każdym z obiektów badań i w zależności od wskazania, ustalono istotną dla odbiorcy kolejność usytuowania na oryginalnej podkładce BIM – BIM Placemat. Zatem opracowano dwie indywidualne, odpowiednio dopasowane do potrzeb obiektu badań, procedury pozyskania informacji niezależnie od miejsca działania. Wytworzone narzędzie do usprawniania czasu pracy jest niewątpliwie przydatne do optymalizacji czasu pracy i zaawansowanych analiz, podczas zarządzania procesem inwestycyjnym, na każdym etapie inwestycji, co zostało potwierdzone jednym wdrożeniem i jednym testowaniem na poziomie fazy projektowej (w chwili oddania do druku artykułu). Testowano (2/2), **wdrożono (1/2), zastrzeżono pomysł w CINN PW: Zgłoszenie w PW: WI.24.144w.**

Prezentowana w osiągnięciu drugim i trzecim tematyka mieści się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport i można ją zakwalifikować do specjalności „inżynierii przedsięwzięć budowlanych, w zakresie BIM”.

Podsumowując przedstawione wyżej uwagi stwierdzam, że przedstawione przez Habilitanta do oceny:

- II. Cykl artykułów naukowych, pt. „Badania aplikacyjne nad BIM oraz ich zastosowanie w procesach planistycznych i inwestycyjno-budowlanych” – oznaczonych w Załączniku 4 przedstawionej dokumentacji, jako [B1]-[B10] – po doktoracie,
- III. Cykl artykułów naukowych, pt. „Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym w ramach prac wdrożeniowych BIM” – oznaczonych w Załączniku 4 przedstawionej dokumentacji, jako [C1]-[C8] -po doktoracie,

są wartościowymi opracowaniami naukowymi.

Zagadnienia dotyczące badań aplikacyjnych nad BIM, złożonych z różnych środowisk czy grup narzędzi diagnostycznych i ich wieloaspektowe zastosowanie w nieograniczonej skali, funkcji czy ochrony, a następnie możliwość stworzenia szczegółowego modelu w naturalnej skali nadal nie są

podejmowane często, stąd wybór tej tematyki uznaję za w pełni uzasadniony. Habilitant uporządkował wiedzę w tym zakresie, poszerzył ją na podstawie własnych badań, połączył z doświadczeniem empirycznym i dokonał ich analizy, co uważam za znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, który miał być podstawą do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynierjno-technicznych.

## 5. Ocena istotnej aktywności naukowej

Istotną aktywnością naukową Habilitanta, realizowaną w więcej niż jednej uczelni, są następujące jednostki naukowe:

1. Od 2019 r. Akademia Techniczno-Artystyczna Nauk Stosowanych w Warszawie (wcześniej Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie), Wydział Architektury (Polska) – pracownik naukowo-dydaktyczny w ramach umowy B2B i publikacja.
2. Od 2023 r. Politechnika Wrocławska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego (Polska) – współpraca w zakresie dydaktyki akademickiej w kontekście BIM i publikacja.
3. Od 2023 r. Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Lądowej (Polska) – prowadzenie badań skupiających się na wdrożeniu mandatu BIM i poprawie bezpieczeństwa pracy wśród pracowników budowlanych z wykorzystaniem BIM (staż) i publikacja.
4. Od 2023 r. Politechnika Krakowska, Wydział Architektury (Polska) – badania w zakresie automatyzacji procesów projektowych w środowisku BIM z wykorzystaniem programowania klasycznego i wizualnego oraz sztucznej inteligencji i referat na konferencji.
5. Od 2023 r. University of Minnesota Twin Cities, Digital Design Center, College of Design / College of Science & Engineering (USA) – członek zewnętrznego komitetu, współpraca doradcza na styku BIM/IoT/Digital Twin, w rozprawie doktorskiej Pani Bahareh Shamsavari (MSc).
6. Od 2023 r. Frankfurt University of Applied Sciences, Faculty of Architecture. Civil Engineering. Geomatics (Niemcy) – wyniki badań naukowych prowadzonych w ramach promotorstwa pracy magisterskiej i publikacja.
7. Politechnika Lubelska, Wydział Elektrotechniki i Informatyki (Polska). Brak szczegółów w autoreferacie.
8. Międzynarodowa Akademia Nauk Stosowanych w Łomży (Polska) - współpraca w utworzenie studiów II stopnia na kierunku Budownictwo (jestem odpowiedzialny za kształt nowego przedmiotu „Elementy BIM w budownictwie”) i prowadzenie badań dotyczących poprawy projektowania konstrukcyjnego i architektonicznego w BIM.

9. Wyższa Szkoła Sztuki i Projektowania w Łodzi (Polska) – badania nad innowacyjnymi i ekologicznymi technologiami stosowanymi w budownictwie kubaturowym oraz nad procesem konserwacji obiektów zabytkowych.

Współpraca 2019 i 2023 polega niezmiennie na różnego rodzaju badaniach naukowych, z wykorzystania, m.in. modelowania BIM, w różnych korelacjach, np. BIM/IoT/Digital Twin. Wyniki badań są najczęściej publikowane lub przedstawiane na konferencjach.

### 5.1. Działalność badawcza

Część działalności badawczej Habilitanta opisano w 3. Odnoszę wrażenie, że w ostatnich latach pasjonuje się on najbardziej tworzeniem albo odtwarzaniem, w zależności od etapu LCA obiektu, cyfrowych bliźniaków w różnych typach obiektów, co potwierdzają przyznane granty, m. in. jako:

1. Ekspert projektu pn. „MAST - Cyfrowy bliźniak obiektów masztowych jako innowacyjna usługa inwentaryzacji z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych i sztucznej inteligencji”, [POIR.01.01.01-00-0426/22].
2. Kierownik grantu pn. „Subiektywna analiza porównawcza technologii CAD i BIM w świetle projektowania architektoniczno-urbanistycznego”, [504/04671/1060/43.070021].
3. Wykonawca w projekcie pn. „Politechnika Warszawska Ambasadorem Innowacji na Rzecz Dostępności”, [POWR.03.05.00-00-A022/19].
4. Wykonawca w projekcie IDUB PW pn. „Innowacyjne rozwiązania przestrzenne minimalizujące negatywne skutki pandemii COVID-19 w warunkach ograniczonej mobilności społecznej”.

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że podjęty temat wielodyscyplinarny jest oryginalny i aktualny oraz zasadny i ważny, tak z naukowego, jak i z praktycznego punktu widzenia. Praca z pewnością wnosi istotny wkład do nauki polskiej. Koniecznym stało się opracowanie metody badań dla BIM i jego otoczenia. Program badawczy jest imponujący, choć odnosi się wrażenie, że przez to nieco chaotyczny, bo zbyt wieloskładnikowy. Uzyskane wyniki są jednak interesujące. Habilitant wykazał, że znane metody diagnostyczne i proste metody badawcze dają niezadowalający efekt końcowy, gdyż nie odzwierciedlają faktycznego stanu technicznego. Z tego powodu opracowano modele BIM do symulacji planistycznych, projektowych wielobranżowych i eksploatacyjnych z wykorzystaniem zaawansowanego oprogramowania komputerowego i inżynierskiego a także projektowego do zarządzania projektami oraz wizualizacji za pomocą integracji skanowania laserowego, fotogrametrii cyfrowej i BIM zapewnia wartość w ochronie budynków zabytkowych. Na tej podstawie oraz licznych badań doświadczalnych określono i opisano zasady dojścia do cyfrowego bliźniaka.

Osiągnięcia te zawarte są w:

II. Cykl artykułów naukowych, pt. „Badania aplikacyjne nad BIM oraz ich zastosowanie w procesach planistycznych i inwestycyjno-budowlanych”,

III. Cykl artykułów naukowych, pt. „Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym w ramach prac wdrożeniowych BIM, stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport w ramach dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych, o którym mowa w art. 219 ust.1 pkt 2b Ustawy.

## 5.2. Działalność publikacyjna

W latach 2014-2022 tj. po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant opublikował 57 publikacji naukowych, 1 monografię współautorską, 30 artykułów naukowych, w tym 15 samodzielnie. Ma na koncie również publikacje ze studentami: 2, w ramach prac dyplomowych i wybrane: 3 publikacje, wynikające z badań naukowych 2023-2024.

Habilitant napisał, że w swoim dorobku posiada 18 referatów wygłaszanych na konferencjach międzynarodowych i krajowych. Jest współautorem zastrzeżenia pomysłu, zgłoszenie w PW: WI.24.144w, poziom gotowości wdrożenia (TRL9).

Sumaryczny *Impact Factor* publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego, z dnia 14.10.2024 r., wynosi 31.318, *Indeks Hirscha* Kandydata, wg bazy *Web of Science* – 6, a wg bazy *Scopus* - 6. Z kolei liczba cytowań według *Web of Science*: 72, bez autocytowań: 64, według *Scopus*: 91, bez autocytowań: 73. Trudno jednoznacznie stwierdzić z przedstawionych zestawień, co ujął kandydat w wynikach naukometrycznych, monografię [M1] czy i/lub, artykuły [A1-A5], to wymaga wyjaśnienia.

Pomimo to, dorobek Habilitanta jest istotnym wkładem w naukę, gdyż wiele publikacji, po pominięciu [A1-A7], jest efektem badań naukowych realizowanych w 11 grantach. Ponadto habilitant, po uzyskaniu stopnia doktora, ponad 15 razy uczestniczył w konferencjach naukowych i naukowo-technicznych, z których ma publikacje i/lub występował z referatem.

Na dzień sporządzania niniejszej recenzji, tj. 08.05.2023 r. parametry te (szczególnie jeśli chodzi o cytowania) istotnie wzrosły tj. indeks Hirscha według bazy *Web of Science* to 6, według *Scopus* to 8, z kolei liczba cytowań według *Web of Science*: 72, bez autocytowań: 64, według *Scopus* 147, bez autocytowań: 108. wskaźniki pobrano w oparciu o profile autora w bazach. Trudno jednoznacznie stwierdzić z przedstawionych zestawień, co ujął kandydat w wynikach naukometrycznych, monografię [M1] czy i/lub, artykuły [A1-A5], to wymaga wyjaśnienia.

Podsumowując liczba publikacji, jak i ranga czasopism oraz ich parametry naukowe świadczą o powiększeniu dorobku habilitacyjnego dr inż. Andrzeja Szymona Borkowskiego. Warto podkreślić, że dorobek ten ulega nadal powiększaniu.

### 5.3. Udział w projektach badawczych i inne osiągnięcia naukowe poza publikacjami

Ponadto habilitant posiada znaczący dorobek w realizacji badań naukowych w ramach prac różnych zespołów badawczych (11), finansowanych, m.in. przez: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Politechnikę Warszawską czy NCBiR. Dotyczy to zarówno okresu przed- 2013-2017 (5, w tym: 2-kierownik i 3-wykonawca), jak i po- 2018-2023 (6, w tym: 1-kierownik, 1-kierownik zadania nr 41 – zakończony 2022, 3-wykonawca, 1-ekspert) - uzyskaniu stopnia doktora. Wszystkie granty badawcze zostały zakończone. Trzy związane z dyscypliną ILGiT, po uzyskaniu stopnie doktora:

1. **Kierownik grantu**, „Subiektywna analiza porównawcza technologii CAD i BIM w świetle projektowania architektoniczno-urbanistycznego”, [504/04671/1060/43.070021] Kierownik projektu w PW: Andrzej Szymon Borkowski, data rozpoczęcia 05-07-2021, data zakończenia 31-12-2021, zakończony zrealizowany, wysokość finansowania: 2 509,20 zł
2. **Wykonawca** w projekcie „Politechnika Warszawska Ambasadorem Innowacji na Rzecz Dostępności”, [POWR.03.05.00-00-A022/19] Kierownik projektu w PW: Aneta Nowakowska, data rozpoczęcia 01-02-2020, data zakończenia 30-09-2023, [0176], zakończony zrealizowany, wysokość finansowania: wartość projektu 12 910 700,00 zł, dofinansowanie z UE 10 881 137,96 zł
3. **Wykonawca** w projekcie IDUB PW „Innowacyjne rozwiązania przestrzenne minimalizujące negatywne skutki pandemii COVID-19 w warunkach ograniczonej mobilności społecznej”. Kierownik w PW: Maciejewska Alina, data rozpoczęcia 10-09-2020, data zakończenia 31-12-2022, zakończony zrealizowany, wysokość finansowania ~ 300 000,00 zł

Ponadto po uzyskaniu stopnia doktora, od 2022 r., jest redaktorem ds. publikacji naukowych w Stowarzyszeniu BIM.

Habilitant recenzował 76 publikacji zgłoszonych do czasopism krajowych lub zagranicznych.

Dokonał przeglądu nowoczesnych, angażujących metodyk nauczania na poziomie uniwersyteckim w kontekście BIM i rozpowszechniania go w Stowarzyszeniu BIM i wśród polskich inżynierów oraz nauczycieli.

Współpracuje z 13 podmiotami gospodarczymi, w których na podstawie różnych badań, analiz potrzeb powstały produkty, poprzez testowanie i wdrożenie, które zostały już wykorzystywane a dodatkowo z wypracowanego materiału badawczego powstały liczne publikacje.

## 6. Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz pracy organizacyjnej

Habilitant w Politechnice Warszawskiej prowadzi zajęcia na studiach I, II stopnia, głównie w zakresie modelowania BIM, w połączeniu z GIS czy wykorzystaniu CDE oraz technologii informacyjnych, przyrodniczych uwarunkowań w projektach przestrzennych, a także zagrożeń i ochrony powierzchni ziemi. Prowadzi zajęcia na studiach III stopnia i studiach podyplomowych, głównie propedeutykę BIM. Pracuje też jako trener oprogramowania i wdrożeń BIM, co pozwala na stałe podnoszenie jakości przekazywanej wiedzy poprzez łączenie praktyki z teorią. Autor trzech kart i skryptów włączonych do nauczania na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, kierunku gospodarka przestrzenna w ramach projektów badawczo-rozwojowych NERW i NERW 2 PW. Opiekun/promotor w sumie 60 prac inżynierskich (43) i magisterskich (17) na kierunku: gospodarka przestrzenna lub geodezja i kartografia PW oraz promotorem pomocniczym doktoratu (1) na kierunku Wydziału Architektury PW.

Od 2019 Habilitant współpracuje badawczo-dydaktycznie z Akademią Techniczno-Artystyczną Nauk Stosowanych w Warszawie (dawniej Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania w Warszawie), Wydział Architektury oraz od 2012 prowadzi własną działalność gospodarczą w zakresie inżynierii i związane z nią doradztwo techniczne.

W latach 2014-2016 członek 8 konkursów organizowanych w PW. Od 2023 Ekspert doradców Gospodarczych TOR, Ekspert Zespołu Konsultantów i Wykładowców Instytutu Budownictwa Optymalnego. W kadencji 2020-2024 przewodniczący komisji dziekańskiej ds. informatyzacji Geodezji i Kartografii. A także członek komisji (1), zespołów (3), kapituły konkursu (1) koordynator akredytacji (2, w 2015 i 2017) i produktu szkoleń (1, 2024). Współpracuje z organizacjami pożytku publicznego (4) od 2015 w zakresie wiedzy nt. BIM. Ma na koncie organizowanie (2018-2024) dla uczniów: warsztaty naukowe (2) i zajęcia (2) w zakresie CAD, GIS i BIM oraz audycję w radio Kampus (1), pt. „Jak lepiej uczyć?”.

Opracowanie nowego, mieszanego podejścia nauczania opartego na IBL w edukacji BIM.

## 7. Wniosek końcowy i sentencja recenzji

Moim zdaniem, na podstawie przeprowadzonej Recenzji osiągnięć naukowych oraz istotnej aktywności naukowej dr inż. Andrzeja Szymona Borkowskiego w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport i biorąc pod uwagę zapisy art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.), w którym zgodnie z tym przepisem stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie spełniającej wymagane przesłanki stwierdzam, że Habilitant:

1. Posiada stopień doktora,
2. Posiada w swoim dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport. W szczególności ma dwa cykle powiązanych tematycznie artykułów naukowych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b Ustawy. Dorobek naukowy, powiększony po ostatnim awansie, oceniam pozytywnie zarówno jak i przede wszystkim pod kątem jakościowym, merytorycznym i pod względem ilościowym.
3. Habilitant wykazuje się dużą aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, również zagranicznej, co przedstawiono w Jego ogólnej charakterystyce.
4. Posiada wysoko oceniane recenzentką osiągnięcia dydaktyczne i popularyzujące naukę, zawodowe a także organizacyjne.

### Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Niezależnie od pozytywnej oceny wartości merytorycznej rozprawy, z obowiązku recenzentki muszę wskazać pewne niedostatki, które można traktować jako subiektywne, bo wynikają z wiedzy i poglądów opiniodawcy. Dotyczą one:

- Precyzyjnego podawania danych wyjściowych, procedury badań i wyników do analiz badawczych.
- Wyjaśniania charakteru i przebiegu zależności empirycznych, dla różnych typów obiektów opracowanych z wykorzystaniem BIM, np. idealnego bliźniaka na różnych etapach LCA.
- Możliwości zwiększenia jakości diagnoz technicznych służących ocenie historycznej, szczególnie w obiektach znajdujących się pod ochroną konserwatorską.

Biorąc powyższe pod uwagę **stwierdzam, że osiągnięcia naukowe i inne** przedstawione przez dra inż. Andrzeja Szymona Borkowskiego w świetle art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.) **spełniają wymagania ustawy.**

**W związku z tym wnoszę o nadanie dr inż. Andrzejowi Szymonowi Borkowskiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynieryjno-technicznej, w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.**

Z poważaniem,



dr hab. inż. Anna Ostańska, prof. uczelni



Tabela 1. Drugie osiągnięcie naukowe stanowi cykl artykułów naukowych pt. „*Badania aplikacyjne nad BIM oraz ich zastosowanie w procesach planistycznych i inwestycyjno-budowlanych*”. Na cykl artykułów składa się 10 publikacji w recenzowanych czasopismach naukowych [B1-B10].

Art. [nr]	Cel	Wnioski
[B1]	Pokazanie zalet i korzyści stosowania technologii BIM z perspektywy zarządcy obiektu budowlanego, biurowego. Analogiczną wartość dodaną można obserwować podczas zarządzania innymi budowlami czy obiektami infrastrukturalnymi. Przedstawione w artykule przykłady wykorzystania modelu 3D powinny być inspiracją dla zarządców nieruchomości do wdrożenia nowoczesnych rozwiązań, które wykorzystują proste rozwiązania chmurowe.	Znane z praktyki. Zachęcenie zarządców do stosowania BIM.
[B2]	Modele BIM poziomu 6D zawierają dane energetyczne budynku i wspomagają proces decyzyjny. Aplikacja Insight, pomaga projektantowi określić efektywność energetyczną modelu. Umożliwia zoptymalizowanie zużycia energii. Ma czytelny interfejsie, dla osób z doświadczeniem w projektowaniu BIM, nieposiadających wiedzy w zakresie analiz energetycznych. Program umożliwia przeprowadzanie analiz w całym cyklu życia budynku i przynosi wymierne korzyści w kształtowaniu zrównoważonego środowiska budowlanego. Green Building Studio to usługa chmurowa, obliczeniowa umożliwia analizy prognozy kosztów energii w całym cyklu życia budynku. Analizy dotyczą przede wszystkim rocznego kosztu energii, kosztu cyklu życia budynku, rocznej emisji CO2 oraz intensywności zużycia energii (EUI) czy okresu zwrotu inwestycji, a także wielokryterialną ocenę budynków LEED, potencjał: fotowoltaiczny, energii wiatrowej oraz naturalny wentylacji. Analiza w Green Building Studio jest o wiele mniej intuicyjny niż Insight i nie wskazuje wariantów poprawy słabych parametrów. Zrównoważone projektowanie to poprawa proekologiczna właściwości budynków: efektywność energetyczna; niskoemisyjność oraz wykorzystanie wydajnych materiałów budowlanych.	Polecenie narzędzi, które można wykorzystać w zarządzaniu budynków. Potrzeba analizy efektywności energetycznej budynku.
[B3]	Celem artykułu - zalety i korzyści stosowania BIM dla zarządzającego, wykorzystanie Autodesk Revit. Utworzono cyfrowego bliźniaka DT - studium przypadku obiekt użyteczności publicznej – Publiczne Przedszkole w Seceminie, ul. Koniecpolskiej 2A. Przeprowadzono symulacje w celu wyboru wariantu: ewakuacji, planowania remontów i modernizacji, wywóz odpadów, nasłonecznienia. Decydenci zyskują wiedzę dzięki skumulowanym informacjom, które znajdują się w modelu BIM. Co wspiera zarządcę w procesie decyzyjnym, jeżeli dane są aktualizowane na bieżąco.	Cyfrowy bliźniak DT jest aktywnym modelem, rozwijanym i zmienianym w czasie użytkowania obiektu budowlanego. Klucz do ekonomicznego zarządzania? <b>BIM wykorzystuje się od „wyklucia” pomysłu do naturalnej śmierci, to fakt.</b>
[B4]	Połączenie BIM i rozszerzoną rzeczywistość (AR) daje	Analiza rozwoju silników renderowych

	<p>większe możliwości. Użytkownicy mają większy wybór oprogramowania do wizualizacji, np. Unreal Engine czy Enscape. Celem badania - <u>przegląd istniejących rozwiązań do modelowania i wizualizacji 3D pod kątem ich popularności, możliwości zastosowania, zalet i ograniczeń</u>. Rosnąca konkurencja napędza rozwój oprogramowania do wizualizacji. Renderowanie w czasie rzeczywistym - dynamiczne sceny i animacje. Możliwość eksportu do AR, VR lub MR.</p>	<p>i zastosowań, szczególnie w czasie rzeczywistym, w aplikacjach współpracujących z oprogramowaniem BIM, szeroko stosowanego w branży AEC (Architecture, Engineering, Construction). <b>Przegląd narzędzi dla branży AEC.</b></p>
[B5]	<p>Model informacji o krajobrazie <b>cyfrowy bliźniak (DT)</b> istniejącego terenu za pomocą narzędzi modelowania technologii LIM, wykorzystano dedykowane narzędzia BIM. Studium przypadku dworski park krajobrazowy, Ołtarzew, Gm. Ożarów Maz. - kompleksowa prezentacja wielu aspektów: użytkowania gruntów. Studium przypadku park: topografia, pokrycie terenu (obiekty), materiały (chodniki lub ścieżki), architektura krajobrazu roślinność. przechowywanie i przetwarzanie informacji o liczbie, rozmiarze, producencie lub dostawcy zagospodarowaniu terenu i obiektach małej architektury, co pozwala na tworzenie statystyk i zestawień, a także ułatwia i automatyzuje prace projektowe.</p>	<p>Model LIM umożliwia przeprowadzanie różnorodnych analiz, w tym naturalnego oświetlenia (światło słoneczne i cienia), analizę wysokości i nachylenia, a także uzyskanie dokumentacji w postaci zestawień lub przekrojów terenu. Ważne dla prawidłowego zarządzania terenem decyzjach planowanych modernizacji lub projektach albo odtworzenie po nagłych uszkodzeniach. <b>Gruntowne wskazanie zastosowań BIM.</b></p>
[B6]	<p>Modelowanie informacji o krajobrazie (LIM) jest istotnym elementem każdego modelu BIM. Studium przypadku to obszar osiedla i 6 budynków + otoczenie. Dane wejściowe rys. CAD (Autodesk Revit), z wykorzystaniem metod inżynierii odwrotnej, modelując obiekty na podstawie danych przestrzennych. Model informacji o krajobrazie stworzono z danych opartych na:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>mapa zasadnicza</b> w skali 1:500 (informacje o sąsiednich budynkach, istniejącym układzie komunikacyjnym i infrastrukturze);</li> <li>- <b>mapy glebowo-rolnicze</b> (obszary kompleksów gleb użytkowanych rolniczo);</li> <li>- <b>numeryczny model pokrycia terenu</b> będący chmurą punktów powierzchni gruntu wraz z wystającymi ponad nią obiektami (budynki i drzewa);</li> <li>- <b>numeryczny model terenu</b> - informacje o powierzchni terenu i punktach powierzchni - pod obiektami nad nią - interpolowane;</li> <li>- <b>ortofotomapa</b> (obiekty małej architektury, drzew i krzewów) - lokalizacje obiektów krajobrazu zostały odpowiednio wyznaczone.</li> </ul> <p>Eksport-import na linii BIM-GIS nie zawsze jest dwukierunkowy i często wymaga aplikacji pośredniczącej lub wtyczki.</p>	<p>Brak ścisłej integracji BIM i GIS jest stałym problemem, dlatego prace nad integracją danych GIS i BIM powinny być kontynuowane, co ma pozytywny wpływ na rozwój LIM. <b>Kooperacja programów może wygenerować nowe narzędzia.</b></p>
[B7]	<p>Celem opracowanego programu było zautomatyzowanie procesu koncepcji urbanistycznej dla wybranych jednostek terenowych z MPZ i porównano z innymi eksperymentami w dogłębnym przeglądzie literatury. Projektowanie generatywne. Produkt stworzono za pomocą algorytmu</p>	<p>Algorytm stworzono dla konkretnych lokalizacji, z określeniem konkretnych typów parametrów i wytycznych dotyczących rozwoju. Program nie jest uniwersalnym narzędziem i działa tylko dla miejsc</p>

	zbudowanego w dostępnym oprogramowaniu <b>Dynamo</b> , a następnie zoptymalizowano w module <b>GenerativeDesign</b> .	o określonych warunkach i danych wejściowych wprowadzonych przez zarządcę. <b>Przedstawienie zastosowania znanych programów.</b>
[B8]	HBIM. Studium przypadku Chata z Gawrych – Skansen Kurpiowski w Nowogrodzie. <i>Korzystając z funkcji programu Revit pozwalającej tworzyć tzw. model lokalny (komponent niezależny), rozpoczęto proces od budowy płotu... rodziny roślin... Wykorzystano gotowe obiekty pozyskane z nakładki programu Revit – Enscape... wymiary, zostały uzyskane przez pomiar źródłowego komponentu w czasie wizji w terenie. Natomiast kolor i jego struktura zostały stworzone na podstawie wcześniej wykonanych zdjęć... wykonany model HBIM porównywano ze stanem rzeczywistym i poprawiono. W ten sposób uzupełniono wszelkie różnice spowodowane brakiem aktualizacji dokumentacji historycznej.</i>	Uzyskanie cyfrowego bliźniaka (HBIM), Historyczny model informacji o obiekcie budowlanym — stanowi obecnie przyszłościową dziedzinę modelowania BIM, która pozwala na zachowanie i odwzorowanie obiektów ważnych historycznie i kulturowo w połączeniu kilku dostępnych programów, ich części i tradycyjnych i nowoczesnych narzędzi. Zastosowanie znanych technik do zadokumentowania obiektów zabytkowych.
[B9]	BIM-GIS. „Świętokrzyska” jakość gleb. Zrównoważone zarządzanie glebami. Przedstawiono sposób gromadzenia, przetwarzania i udostępniania danych cyfrowych z danymi uzyskanymi z tradycyjnych źródeł danych, które mogą być uzupełnione danymi z dronów lub skanowania laserowego.	Brak integracji danych BIM-GIS. Opracowanie szybkiej aktualizacji danych glebowych przy użyciu najnowszych technologii cyfrowych. Wyzwanie badawcze i wdrożeniowe w zakresie integracji cyfrowych danych glebowych to wykorzystanie trójwymiarowego DSM (3D-DSM), który kwantyfikuje zarówno poziomą, jak i pionową zmienność właściwości gleby z modelem BIM zaproponowanym przez autorów. <b>Nie dotyczy obranej dyscypliny.</b>
[B10]	BIM-GIS-FME. Studium przypadku georeferencje modelu BIM zabytkowego budynku, usytuowanego przy Placu Konstytucji w Warszawie, w środowisku GIS a następnie konwersji danych do formatu shapefile przy użyciu oprogramowania FME.	Przedstawiona metoda integracji danych BIM ze środowiskiem GIS pokazała, że możliwa jest interakcja między dwoma teoretycznie dychotomicznymi formatami. Postępująca integracja jest możliwa bez utraty danych z dokładnością do 10cm. Dalszy kierunek badań, to porównanie 3 rozwiązań: Revit-ArcGIS GeoBIM, Revit FME, Revit-Civil3D. <b>Wirtuozeria narzędzi cyfrowych.</b>

Tabela 2. Trzecie osiągnięcie naukowe stanowi cykl artykułów, pt. „*Współpraca z otoczeniem społeczno-gospodarczym w ramach prac wdrożeniowych BIM*”. Na cykl artykułów składa się 8 publikacji w recenzowanych czasopismach naukowych [C1-C8].

Art. [nr]	Cel	Wnioski
[C1]	<p>Model obiektu infrastrukturalnego w BIM - możliwy. Model danych IFC - rejestruje tylko dane o budynkach i ich wyposażeniu a elementy gospodarki gruntami tylko ogólnie. Przeniesienie takiego modelu za pomocą modelu IFC wymaga zastosowania zastępczych klas obiektów, które nie są istotne dla rzeczywistego obrazu modelu. <u>Konsorcjum buildingSMART prowadzi prace nad rozszerzeniem modelu IFC</u>, co umożliwi modelowanie danych o obiektach infrastruktury. Wymaga to dostępności do aktualnych danych przestrzennych z systemów GIS i danych dotyczących obiektów infrastruktury na etapie projektowania w systemie BIM i/lub LIM.</p>	<p>Prace nad integracją BIM i GIS, w tym opracowana norma ISO 19166, mają na celu <u>zapewnienie dwukierunkowej wymiany danych pomiędzy systemami</u>, które mogą być wykorzystywane przez technologię LIM w procesie modelowania krajobrazu. Rozwój IFC - to uzyskanie danych o obiektach infrastruktury dla LIM z różnych źródeł (bezpośrednie pomiary geodezyjne obiektów przechowywanych w systemach GIS i pośrednie z modeli BIM utworzonych na etapie projektowani). Modele informacji o krajobrazie (LIM) są niezwykle ważnym elementem składowym modelowania BIM.</p> <p><b>Wykorzystano w Tessel Poland. Rozwinięto w [B5 i B6].</b></p>
[C2]	<p>Zaprezentowano doświadczenia z BIM pracowni projektowej SXD Polska. Wyróżniono fazy procesu realizacji inwestycji budowlanych wraz z podziałem na poszczególne etapy, zaś zalety i korzyści wynikające z zastosowania BIM pokazano na konkretnych przykładach. Może to stanowić zachętę dla innych przedsiębiorstw do wdrożenia BIM.</p>	<p>Przedstawiono możliwości narzędzi / nakładek w BIM w poszczególnych fazach realizacji inwestycji budowlanych. <b>Współpraca SXD Polska i art. [C8].</b></p>
[C3]	<p>Artykuł przedstawia możliwości wykorzystania technologii BIM do projektowania infrastruktury technicznej - linii przesyłowych. Trójwymiarowe przedstawianie istniejącego zagospodarowania przestrzennego oraz wykorzystania go do prezentacji zaprojektowanej sieci przesyłowej. W pracy zawarto informacje o aktualnej możliwości wykorzystania popularnych narzędzi takich jak Autodesk Revit, a także poruszono temat przeszkód barier jakie utrudniają wykorzystanie technologii BIM do projektowania infrastruktury przesyłowej. Podjęto też próbę modelowania tzw. rodzin, inaczej komponentów, których nie ma w ogólnodostępnych zasobach internetu. Udowodniono, że przy odpowiednich kompetencjach możliwe jest zamodelowanie poszczególnych obiektów, niezbędnych z kolei, do modelowania całej sieci przesyłowej danego typu. BIM jest narzędziem uniwersalnym i może być wykorzystana w procesie projektowania sieci przesyłowych.</p>	<p>Przedstawione w artykule przykłady modelowania obiektów infrastruktury – sieci energetycznych „...mogą stać się inspiracją dla modelerów bibliotek i producentów materiałów budowlanych.” <b>Przykład dobrej praktyki na prostym przykładzie.</b></p>
[C4]	<p>Procesy projektowe - współpraca grupowa i zarządzanie dokumentacją projektową. Konieczna współpraca, wszystkich uczestników projektu, winna opierać się na efektywnej komunikacji. Uczestnicy projektu powinni wymieniać się informacjami, zarządzać nimi i łączyć, dostarczając w ten sposób kompletny obraz danej sytuacji. W tym celu konieczne jest opracowanie katalogu</p>	<p>Zapowiedziano opracowanie katalogu dobrych praktyk podpartych różnorodnymi przykładami oraz zasad współpracy grupowej przy stosowaniu rozwiązań typu CDE.</p> <p><b>Doskonała znajomość technologii BIM i współpracujących narzędzi oraz osób ze</b></p>

	<p><u>dobrych praktyk podpartych różnorodnymi przykładami oraz zasad współpracy grupowej przy stosowaniu rozwiązań typu CDE.</u> Pokazano zalety i korzyści oraz wady i ograniczenia we współpracy grupowej w pracy na jednym modelu BIM. Platforma CDE wnosi znaczącą wartość do zarządzania projektami budowlanymi i inżynieryjnymi, usprawniając procesy projektowe i współpracę między uczestnikami. Korzystanie z CDE jest ważnym krokiem w kierunku pełnego zastosowania BIM i potencjalnej redukcji kosztów. Wykorzystanie platformy CDE spełnia definicję dojrzałości BIM na poziomie 2 według klina Bew-Richardsa (PAS 1192-2). Na dostarczonym wcześniej gotowym modelu, przetestowano platformę CDE poprzez przekształcenie / przystosowanie, zmianę funkcji biurowej budynku na mieszkalną, przy jednoczesnym zwiększeniu powierzchni biologicznie czynnej otaczającej przestrzeni. Podjęto działania eksperymentalne modernizacji. ArcGIS GeoBIM umożliwia jego precyzyjną lokalizację w systemie informacji geograficznej (GIS), umożliwiając analizę aspektów przestrzennych i uwzględniane w planowaniu i wdrażaniu projektu. Podczas wykonywania wizualizacji za pomocą dodatku <u>Datasmith</u> w <u>Twinmotion</u> i wizualizacji za pomocą <u>Enscape</u> (np. drzewa niewidoczne). Duży rozmiar pliku w formacie IFC może stanowić ograniczenie dla wydajności systemów i transferu danych między użytkownikami.</p>	<p>wskazaniem braków w oprogramowaniu. Istnieje brak synergii pomiędzy dostrzeżeniem problemu i jego rozwiązaniem, np. w ramach opublikowania katalogu dobrych praktyk. <b>Ważne, ale nie podano zapowiedzianego katalogu dobrych praktyk.</b></p>
[C5]	<p>Wszechobecna koncepcja oceniania uczniów i dzielenia ich na zwycięzców i przegranych powinna ustąpić miejsca empatycznej, pełnej szacunku i wspierającej idei współpracy między nauczycielem a uczniem. Cyfrowa tylko teoretycznie wskazuje społeczeństwu wartość w kategoriach wiedzy lub umiejętności. Wyniki takiej współpracy nie muszą być w ogóle mierzalne; ważniejsza jest satysfakcja, radość i wartość, jaką przynosi. Dzięki przyjaznej przestrzeni do nauki, zarówno nauczyciele i uczniowie uczą się, wspinając się na coraz wyższe poziomy. Przedstawione podejście nie jest łatwe, ale może dać wiele satysfakcji obu stronom, jeśli uznają, że synergia ich wspólnych wysiłków może prowadzić do odkrywania i tworzenia. Najnowsze doniesienia z zakresu neuronauki, psychologii poznawczej czy pedagogiki powinny zachęcać nauczycieli do ciągłego doskonalenia swoich umiejętności dydaktycznych.</p>	<p>Pełna zgoda w kwestii potrzebnych zmian. Niektórzy wykładowcy prowadzą tak zajęcia. <b>Istotne dydaktyce, ale to nie jest rozwojem nauki w obranej dziedzinie.</b></p>
[C6]	<p>Skuteczne wdrożenie nowoczesnych metod nauczania w przedmiotach związanych z BIM stanowi wyzwanie dla uniwersytetów w Polsce. Dlatego też, aby skutecznie nauczyć studentów BIM-u, programy edukacyjne powinny uwzględniać różne aspekty tej interdyscypliny, od teorii, poprzez umiejętności interpersonalne, po praktyczne umiejętności projektowe. Strategia nauczania powinna być dobrana do stopnia i poziomu zaawansowania przedmiotu oraz do potrzeb studentów.</p>	<p>Sposób nauczania studentów jest istotny dla dydaktyki. <b>To nie rozwój nauki, tylko dydaktyka.</b></p>
[C7]	<p>Przedstawiono studium przypadku wdrażania, tzw. podkładki BIM - BIM Placemat. W ramach prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w Politechnice Warszawskiej zaprojektowano i wytworzono produkt - fizyczny element</p>	<p>Zidentyfikowano problem naukowy o charakterze techniczno-organizacyjnym i dostrzeżono w nim możliwość optymalizacji czasu pracy pracowników</p>

	<p>na biurko, wspomagający pracę inżynierów. W niniejszej pracy zaprezentowano unikalny produkt i specyficzną metodykę pozyskiwania danych niezbędnych do opracowania BIM Placemat adekwatnie do zróżnicowanych wymagań w dwóch przedsiębiorstwach projektowych: Arcadis oraz WSP Polska. Pełne wdrożenie przeprowadzono w WSP Polska, w Arcadis zaś szeroko zakrojone testy. Implementacja takiego materiału wpłynęła korzystnie na produktywność pracowników oraz ujednolicenie standardów. Jako autorzy publikacji zastrzeżliśmy know how w CINN PW.</p>	<p>zaangażowanych w proces inwestycyjny (LCA) w wybranych obiektach badań. Wykorzystując techniki zaczerpnięte z socjologii, w tym wywiad bezpośredni, w pierwszej fazie - na podstawie dogłębnej analizy zasad lub ich braku; i ankietowania rozsyłanego drogą elektroniczną w drugiej fazie, stworzono dwutorowy algorytm postępowania dla wybranego studium przypadku. Dzięki temu uzyskano dwie oryginalne ścieżki postępowania, różniące się poziomem zaawansowania wdrożenia zasad postępowania dla pracowników, szczególnie nowych, posługujących się BIM i innymi narzędziami projektowymi. Dokonano niezbędnych ustaleń dotyczących potrzeb w każdym z obiektów badań i w zależności od wskazania, ustalono istotną dla odbiorcy kolejność usytuowania na oryginalnej podkładce BIM – BIM Placemat. Dzięki temu opracowano dwie indywidualne, odpowiednio dopasowane do potrzeb obiektu badań, procedury pozyskania informacji niezależnie od miejsca działania. Wytworzone narzędzie do usprawniania czasu pracy jest niewątpliwie przydatne do optymalizacji czasu pracy, w wyniku zarządzania procesem inwestycyjnym, na każdym etapie inwestycji, co zostało potwierdzone jednym wdrożeniem i jednym testowaniem na poziomie fazy projektowej (w chwili oddania do druku artykułu). Testowano (2/2), wdrożono (1/2), zastrzeżono pomysł w CINN PW: zgłoszenie w PW: WI.24.144w.</p>
[C8]	<p>Trzy modele BIM w oparciu o chmury punktów pochodzące ze skanowania laserowego. Studia przypadków potwierdzają zasadność przejścia „od skanu do BIM”, szczególnie w kontekście budynków historycznych (HBIM). Postawiono <u>tezę, że integracja skanowania laserowego, fotogrametrii cyfrowej i BIM zapewnia wartość w ochronie budynków zabytkowych</u>. W procesie praktycznej pracy i dogłębnego studium literatury, ograniczenia BIM zostały zidentyfikowane jako wyzwania badawcze. Artykuł stanowi <u>wkład w dyskusję na temat wykorzystania BIM w projektowaniu, budowie i eksploatacji budynków, w tym budynków zabytkowych</u>.</p>	<p>W ramach prac eksperymentalnych zbudowano trzy modele BIM na wysokim poziomie szczegółowości geometrycznej. Celem badania było wyodrębnienie danych z różnych rozłącznych źródeł i zbudowanie na ich podstawie dobrego modelu BIM. Najlepszy efekt uzyskuje się łącząc różne techniki pomiarowe, najczęściej skaningu laserowego i fotogrametrii cyfrowej. Konieczne jest poszukiwanie nowych kierunków badań w kierunku automatyzacji procesów modelowania i zarządzania informacjami o budynkach. Wkład w dyskusję z [C2].</p>