

BIM – UWARUNKOWANIA I PERSPEKTYWY WDRAŻANIA W POLSCE

Urszula Ryciuk
Ewa Rollnik-Sadowska
Dorota Małaszkiwicz



Politechnika
Białostocka

Urszula Ryciuk, Ewa Rollnik-Sadowska,
Dorota Małaszkiwicz

BIM – UWARUNKOWANIA I PERSPEKTYWY WDRAŻANIA W POLSCE



OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI BIAŁOSTOCKIEJ
BIAŁYSTOK 2024

Recenzenci:
dr hab. inż. Elżbieta Szafranko
dr hab. inż. Marek Wirkus, prof. WSB Merito

Redaktor naukowy dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości:
prof. dr hab. inż. Joanicjusz Nazarko

Redaktor naukowy dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport:
prof. dr hab. inż. Katarzyna Zabielska-Adamska

Korekta językowa:
Edyta Chrzanowska

Zdjęcie na okładce: philippduemcke,
<https://pixabay.com/pl/photos/beton-%C5%9Bciana-struktura-miejskich-1840731/>

Skład i okładka:
Marcin Dominów

© Copyright by Politechnika Białostocka, Białystok 2024

ISBN 978-83-68077-51-3 (e-Book)
DOI: 10.24427/978-83-68077-51-3



Publikacja jest udostępniona na licencji
Creative Commons Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0
(CC BY-NC-ND 4.0).

Pełną treść licencji udostępniono na stronie
creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.pl.
Publikacja jest dostępna w Internecie na stronie Oficyny Wydawniczej PB.

Spis treści

Wprowadzenie	5
1. Pojęcie, istota i rozwój koncepcji BIM.....	10
1.1. Definicja BIM.....	10
1.2. Korzyści i bariery stosowania BIM.....	17
1.3. Rozwój BIM w Polsce i na świecie.....	26
2. Metodyka badawcza	36
2.1. Cele i etapy badawcze.....	36
2.2. Etap I. Stan wdrożenia BIM w Polsce – metody badawcze, charakterystyka próby badawczej.....	38
2.3. Etap II. Określenie perspektyw rozwoju BIM – metody badawcze, charakterystyka próby badawczej.....	45
2.4. Etap III. Ocena szkoleń i usług doradczych oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM – metody badawcze, charakterystyka próby badawczej.....	50
3. Stan wdrażania BIM w Polsce	55
3.1. Analiza poziomu wiedzy o BIM oraz specyfika wdrażających go przedsiębiorstw	55
3.2. Ocena poziomu dojrzałości wdrożenia BIM.....	70
3.3. Identyfikacja i ocena korzyści wynikających z wdrożenia BIM	80
3.4. Identyfikacja i ocena czynników sprzyjających oraz barier wdrażania BIM.....	103
4. Perspektywy rozwoju BIM w Polsce	135
4.1. Wyznaczenie trendów rozwoju BIM – zestaw tez delfickich	135
4.2. Ocena istotności i prawdopodobieństwa wystąpienia tez rozwoju BIM... ..	144
4.3. Ocena znaczenia czynników sprzyjających oraz barier rozwoju BIM.....	147
5. Kompetencje, potrzeby szkoleniowe i doradcze w zakresie wdrożenia BIM ...	152
5.1. Ocena kompetencji inżynierskich niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM.....	152
5.2. Luka kompetencyjna w zakresie wdrożenia BIM.....	157

5.3. Potrzeby doradcze i szkoleniowe – wypełnienie luki kompetencyjnej.....	158
5.4. Ocena szkoleń i usług doradczych oferowanych w Centrum Kompetencji BIM	161
Podsumowanie.....	172
Literatura	177
Aneks.....	183
Załącznik nr 1. Scenariusz zogniskowanego wywiadu grupowego – stan wdrożenia BIM w Polsce.....	183
Załącznik nr 2. Kwestionariusz badania ankietowego – stan wdrożenia BIM w Polsce.....	184
Załącznik nr 3. Kwestionariusz badania metodą delficką – perspektywy rozwoju BIM w branży budowlanej	191
Załącznik nr 4. Kwestionariusz wywiadu – luka kompetencyjna oraz potrzeby doradcze i szkoleniowe.....	195
Załącznik nr 5. Kwestionariusz badania ankietowego – ocena szkoleń i usług doradczych oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM	198
Spis tabel	205
Spis rysunków	208
Streszczenie	210
Summary	211

Wprowadzenie

Budownictwo to nie tylko jeden z największych, lecz także jeden z najważniejszych sektorów polskiej gospodarki. W latach 2010–2022 udział budownictwa w tworzeniu PKB w Polsce (w ujęciu kwartalnym) wynosił około 3,5–9,2%¹. Jest to jednak jednocześnie jeden z najbardziej nieefektywnych sektorów gospodarki², w którym wprowadzanie zmian jest szczególnie trudne. Realizacja projektów budowlanych wymaga bowiem zaangażowania wielu podmiotów (liczonych w setkach w przypadku dużych i złożonych inwestycji), pomiędzy którymi realizowane są skomplikowane przepływy materiałów, komponentów, usług, urządzeń, informacji (zamówienia, harmonogramy, prognozy) oraz środków pieniężnych. Produkt końcowy jest unikatowy, tworzony na zamówienie klienta; z reguły bardzo kosztowny, często duży, zlokalizowany w określonym miejscu i nie może być przetransportowany³. Rodzi to wiele problemów utrudniających realizację projektów budowlanych, wśród których wskazuje się kwestie⁴:

- związane z postawami współpracujących podmiotów – brak podejścia całościowego i odpowiedzialności za całość projektu, brak przekonania kadry zarządzającej do idei zintegrowanego łańcucha dostaw, myślenie krótkowzroczne, fragmentaryczne, koncentracja na celach krótkoterminowych i osiągnięciu własnych korzyści, brak kontynuowania współpracy po zakończeniu realizacji inwestycji;
- wynikające z braku odpowiedniego przepływu informacji – niska jakość przekazywanych informacji, brak dostępu do niezbędnych informacji, ograniczona wymiana informacji wynikająca z niskiego zaufania;

¹ Wyliczenia własne na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego.

² M. Drzazga, *BIM – zapis informacji o przedsięwzięciu budowlanym (projektowanie 5D)*, „Przegląd Budowlany” 2016, nr 6, s. 33–37.

³ U. Ryciuk, *Zaufanie międzyorganizacyjne w łańcuchach dostaw w budownictwie*, PWN, Warszawa 2016.

⁴ S. Maturana, L. Alarcon, M. Vrsalovic, *Achieving collaboration in the construction supply chain: an onsite subcontractors' evaluation methodology*, Proceedings of the 12th Conference of the International Group for Lean Construction, Elsinore, Dinamarca 2004; T. Pinho, J. Telhada, M.S. Carvalho, *Definition of a Supply Chain Management model in construction – case study*, Proceedings 15th IGLC Conference, 18–20 July 2007, Michigan; X. Xue, Y. Wang, Q. Shen, X. Yu, *Coordination mechanisms for construction supply chain management in the Internet environment*, „International Journal of Project Management” 2017, Vol. 25, s. 150–151; A.J.R. Dainty, G.H. Briscoe, S.J. Millet, *New perspective on construction supply chain integration*, „Supply Chain Management: An International Journal” 2001, Vol. 6 (4), s. 168–169.

- finansowe, kosztowe – główny nacisk na ceny, zysk, brak przejrzystości kosztów, podejmowanie decyzji głównie na podstawie przepływów pieniężnych pomiędzy przedsiębiorstwami;
- związane z czasem, planowaniem – nierealne harmonogramy realizacji inwestycji, niepewny czas realizacji zamówień materiałów i dostawy sprzętu budowlanego, niska jakość wykonania inwestycji, opóźnienia w realizacji inwestycji.

W konsekwencji nieprawidłowego zorganizowania procesu realizacji inwestycji budowlanej około 30% materiałów zamawianych na potrzeby budowy jest marnowane, co najmniej 30% projektów kończy się niedotrzymaniem terminów bądź przekroczeniem kosztów uwzględnionych w kosztorysie⁵. Wśród identyfikowanych strat i nieefektywności w czasie realizacji inwestycji można przykładowo wymienić⁶: czas oczekiwania na materiały, duplikowanie zadań, straty materiałowe, koszty transportu i magazynowania, błędy i usterki, wydłużanie łańcucha dostaw wynikające ze skomplikowania procesów, wydłużony czas realizacji, błędy jakościowe, błędy komunikacyjne i brak efektywnej komunikacji, występowanie wypadków, powtórne wypełnianie zadań, wykonywanie zadań jedne po drugich zamiast jednocześnie (równolegle), brak optymalizacji kosztowej i procesowej.

Rozwiązaniem problemów pojawiających się w budownictwie może być realizacja inwestycji z wykorzystaniem metodyki BIM, która pozwala na zintegrowany proces realizacji inwestycji (*Integrated Project Delivery*). BIM (*Building Information Modelling*) oznacza opracowanie w cyfrowym modelu cech rzeczywistego obiektu, pozwalającego efektywnie nim zarządzać podczas całego cyklu jego życia, od stadium koncepcji przez projektowanie, realizację i eksploatację aż do rozbiórki oraz utylizacji⁷. BIM umożliwia cyfrowe tworzenie dokładnych wirtualnych modeli budynków, które zapewniają bezpieczniejsze i bardziej wydajne środowisko⁸.

W roku 2021 w Polsce, jak podaje na swojej stronie internetowej Ministerstwo Rozwoju i Technologii, powstała grupa robocza ds. BIM mająca na celu opracowanie standardów i metodyki („mapy drogowej”) wdrożenia tej koncepcji w Polsce⁹.

⁵ Club Managers Association of America, *CMAA Owners Survey 2005 – CMAA Industry Report 2007*, www.cmaa.org/surveys.aspx, za: M. Drzazga, *BIM – zapis informacji...*, s. 33–37.

⁶ J. Bohatkiewicz, J. Bohatkiewicz, *Rozwój systemów projektowania i zarządzania w budownictwie drogowym – od Euklidesa i systemów CAD do eLBIM w terenach wrażliwych środowiskowo i społecznie*, „Budownictwo i Architektura” 2016, nr 15 (1), s. 269–279.

⁷ W. Kosiedowski, M. Wirkus, *Bariery i ograniczenia wdrażania technologii BIM – wyniki badań pilotażowych*, „Builder” 2021, nr 10, s. 28–31; B. Succar, *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*, „Automation in Construction” 2009, Vol. 18, s. 357–375.

⁸ A.B. Saka, D.W.M. Chan, *Knowledge, skills and functionalities requirements for quantity surveyors in building information modelling (BIM) work environment: an international Delphi study*, „Architectural Engineering and Design Management” 2020, Vol. 16 (9), s. 227–246.

⁹ Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii, *BIM w Polsce*, 2021, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/bim-w-polsce> [dostęp: 20.03.2024].

Perspektywy rozwoju BIM są obiecujące, ponieważ technologia ta umożliwia nie tylko lepsze zarządzanie projektem, lecz także optymalizację kosztów, zwiększenie efektywności energetycznej oraz ułatwienie utrzymania i zarządzania obiektem w dłuższej perspektywie czasowej. W miarę postępu technologicznego można się spodziewać dalszych innowacji, które jeszcze bardziej usprawnią procesy budowlane. BIM będzie coraz częściej integrowany z innymi technologiami, takimi jak sztuczna inteligencja i analiza danych, co umożliwi precyzyjniejsze prognozowanie, optymalizację projektów oraz szybsze podejmowanie decyzji. Ponadto rosnące znaczenie zrównoważonego rozwoju skłania branżę budowlaną do wykorzystywania BIM w celu projektowania bardziej ekologicznych i efektywnych energetycznie obiektów. W miarę upowszechniania się standardów BIM na całym świecie perspektywy jego rozwoju obejmą również standaryzację, co ułatwi współpracę międzynarodową i zwiększy interoperacyjność między różnymi systemami BIM.

Pomimo licznych korzyści płynących z zastosowania tej technologii skala jej przyszłego rozwoju nie jest do końca pewna. Wynika to z ograniczeń finansowych przedsiębiorstw w zakresie możliwości wdrożenia BIM, różnorodności platform i narzędzi BIM, szybkości zmian technologicznych oraz zróżnicowanego poziomu akceptacji tej technologii przez uczestników procesu budowlanego. Ponadto przepisy dotyczące jej stosowania są jeszcze niepełne lub niejednoznaczne. Niepewność perspektyw rozwoju technologii BIM wynika także z obaw w zakresie bezpieczeństwa danych.

Warto w tym kontekście zwrócić uwagę na potrzebę dalszych badań mających na celu lepsze poznanie BIM oraz zrozumienie wpływu tej innowacyjnej technologii na planowanie i realizację procesów budowlanych.

W monografii przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w ramach projektu „Cyfryzacja procesu produkcyjnego w budownictwie – Polskie Centrum BIM” (POIR.02.03.07-20-0001/21), który uzyskał finansowanie w Programie Operacyjnym Inteligentny Rozwój (Oś priorytetowa II: Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I, Działanie 2.3: Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw, Poddziałanie 2.3.7. Rozwój potencjału koordynatorów Krajowych Klastrow Kluczowych). Projekt był realizowany w ramach Polskiego Klastra Budowlanego (PKB) i koncentrował się głównie na przygotowaniu oraz udostępnieniu przedsiębiorcom branży budowlanej narzędzi umożliwiających sprawną i efektywną cyfryzację przedsiębiorstwa.

Jednym z efektów projektu jest uruchomienie Polskiego Centrum BIM, w którym świadczone są usługi związane z popularyzacją wiedzy oraz wdrożeniem zmian w przedsiębiorstwach w zakresie cyfryzacji, automatyzacji, robotyzacji. Polskie Centrum BIM skupia się na rozwoju i promocji tej technologii w Polsce i działa jako platforma edukacyjna, ale też miejsce badawcze i konsultingowe mające na celu podniesienie standardów w dziedzinie projektowania, budowy i zarządzania nią¹⁰.

¹⁰ Polski Klaster Budowlany, *Cyfryzacja procesu produkcyjnego w budownictwie*, <https://polskiklaster.pl/projekty/cyfryzacja-procesu-produkcyjnego-w-budownictwie/> [dostęp: 7.01.2024].

W ramach Polskiego Centrum BIM utworzono Centrum Kompetencji BIM, w którym prowadzone są szkolenia dla członków klastra, przedsiębiorstw branżowych oraz przedstawicieli jednostek samorządu terytorialnego dotyczące inteligentnego modelowania budynków. Znaczącym rezultatem projektu było też utworzenie infrastruktury demonstracyjnej w postaci modelowego budynku w BIM. Dodatkowo do działań pokazowych, szkoleniowych, promocyjnych i wdrożeniowych dołączono przygotowanie konfiguratora domów. Narzędzie to umożliwia użytkownikom tworzenie indywidualnych projektów domów w technologii modułowej i w środowisku BIM, co jeszcze bardziej kompleksowo ilustruje korzyści konkurencyjne, możliwe do osiągnięcia dzięki wdrożeniu BIM¹¹.

Przedstawione w monografii wyniki badań miały doprowadzić do osiągnięcia dwóch celów badawczych: identyfikacji możliwości, potrzeb i perspektyw zastosowania BIM w branży budowlanej oraz identyfikacji i oceny potrzeb szkoleniowych i doradczych przedstawicieli przedsiębiorstw PKB w ramach usług oferowanych przez Centrum Kompetencji BIM. Realizacja powyższych celów badawczych nastąpiła w trzech etapach, które obejmowały:

- ocenę stanu wdrożenia BIM w branży budowlanej;
- określenie perspektyw rozwoju BIM;
- ocenę szkoleń i usług doradczych oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM.

W badaniach zastosowano triangulację metod badawczych. Wykorzystano zarówno badania jakościowe (zogniskowane wywiady grupowe, metodę delficką), jak i ilościowe (oparte na metodzie sondażu diagnostycznego).

W realizację procesu badawczego zaangażowano przedstawicieli różnych grup interesariuszy – pracowników przedsiębiorstw (członków Polskiego Klastra Budowlanego), przedstawicieli kadry akademickiej specjalizujących się w BIM oraz specjalistów z zakresu BIM mających doświadczenie z technologią w praktyce gospodarczej.

Monografia składa się z pięciu rozdziałów. Rozdział pierwszy stanowi rezultat przeglądu literatury w zakresie definiowania koncepcji BIM, kierunków rozwoju technologii w Polsce i na świecie oraz korzyści i barier związanych z wdrożeniem BIM w Polsce. W rozdziale drugim zaprezentowano zastosowaną metodykę badawczą, z uwzględnieniem etapów badawczych, szczegółowych celów badań, wykorzystanych metod, technik badawczych i charakterystyki próby badawczej. W kolejnych trzech rozdziałach przedstawiono wyniki badań zrealizowanych w ramach poszczególnych etapów badawczych. Ostatnia część obejmuje podsumowanie uzyskanych wyników badań.

W monografii przedstawiono diagnozę wybranych aspektów stanu wdrożenia BIM w Polsce oraz perspektyw jego rozwoju. Otrzymane wyniki badań mogą być wkładem zarówno w dziedzinę nauk społecznych (kontekst wdrażania nowoczesnego zarządzania w projektach budowlanych), jak i inżynierjno-technicznych (rozwój

¹¹ Polskie Centrum BIM, <https://polskiecentrumbim.pl/> [dostęp: 5.01.2024].

i implementacja innowacyjnych rozwiązań inżynierskich). Ponadto badania wskazują na szereg rekomendacji praktycznych dotyczących działań systemowych w zakresie wsparcia branży budowlanej w kontekście rozwoju BIM, w tym głównie w obszarze wypełnienia luki kompetencyjnej.

1. Pojęcie, istota i rozwój koncepcji BIM

1.1. Definicja BIM

Pojęcie BIM (*Building Information Modeling*) ma wiele definicji. Ich cechą wspólną jest podkreślanie reprezentacji w cyfrowym modelu cech rzeczywistego obiektu, co pozwala efektywnie nim zarządzać podczas całego cyklu jego życia, od stadium koncepcji poprzez projektowanie, realizację i eksploatację aż do rozbiórki oraz utylizacji¹². BIM może dotyczyć dowolnych obiektów budowlanych, np.: budynków mieszkalnych, biurów, szpitali, hal przemysłowych, dróg, linii kolejowych, mostów, wiaduktów, lotnisk, sieci przesyłowych naziemnych i podziemnych, instalacji przemysłowych czy ciągów technologicznych¹³. Wybrane definicje BIM podają m.in. Krystyna Januszkiewicz i Karol Kowalski¹⁴ czy Andrzej Tomana¹⁵. Definiowany jest on jako¹⁶:

1. Model informacji o budynku, który jest cyfrową reprezentacją fizycznych i funkcjonalnych cech obiektu i jako taki służy za źródło wiedzy o obiekcie, stanowiąc wiarygodną podstawę do podejmowania decyzji w trakcie cyklu jego życia od początku.
2. Modelowanie informacji o budynku, które jest procesem biznesowym do generowania i wykorzystywania danych budowlanych do projektowania, budowy i obsługi budynku podczas jego cyklu życia (umożliwia wszystkim zainteresowanym dostęp do tych samych informacji w tym samym czasie dzięki współpracy między platformami technologicznymi).
3. Zarządzanie informacją o budynku, czyli organizacja i kontrola procesu biznesowego poprzez wykorzystanie informacji zawartych w cyfrowym prototypie w celu zapewnienia wymiany informacji w całym cyklu życia obiektu.

¹² W. Kosiedowski, M. Wirkus, *Bariery i ograniczenia wdrażania...*

¹³ D. Kasznia, J. Magiera, P. Wierzowiecki, *BIM w praktyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022.

¹⁴ K. Januszkiewicz, K. Kowalski, *Modelowanie informacji budowlanych w technologii BIM – rola modelu parametrycznego*, „Architecturae et Artibus” 2020, nr 12 (4), s. 18–41.

¹⁵ A. Tomana, *BIM. Innowacyjna technologia w budownictwie. Podstawy, standardy, narzędzia*, PWB Media Zdziebłowski, Kraków–Warszawa 2016.

¹⁶ Ibidem.

Określenie „modelowanie informacji o budynku” (*Building Information Modeling*) bywa używane na etapie projektowania i realizacji inwestycji, natomiast zarządzanie informacją o budynku (*Building Information Management*) na etapie eksploatacji, ponieważ wtedy wykorzystuje się model wraz z metadanymi do zarządzania budowlą¹⁷. Podstawowa koncepcja BIM odnoszona jest jednak do całości procesu modelowania obiektu budowlanego oraz zarządzania informacją budowlaną w czasie przygotowywania budowli do realizacji, a także podczas jej trwania i po jej ukończeniu. Zgodnie z definicją Urzędu Zamówień Publicznych w Polsce BIM to sposób realizacji inwestycji budowlanej na podstawie modelu obiektu budowlanego będącego jego reprezentacją graficzną i jednocześnie bazą danych niezbędnych podczas realizacji i użytkowania tego obiektu¹⁸.

Model BIM jest wirtualnym modelem zawierającym pełną informację o budowli, stanowiącym podstawę współpracy systemów wspomagających wszystkie etapy w budownictwie – od projektowania przez kosztorysowanie i wykonawstwo do zarządzania eksploatacją¹⁹. Uczestnicy projektu powinni móc wymieniać model między sobą i brać udział w jego tworzeniu²⁰. Model informacyjny, nazywany również modelem cyfrowym, jest zbudowany z różnego rodzaju danych i procesów. Zgodnie ze standardami NBIMS (*The National Building Information Modeling Standard*) z 2006 roku BIM może zawierać osiem zestawów danych²¹:

- dane projektanta;
- dane prawne;
- dane geoprzestrzenne;
- dane finansowe;
- dane sporządzającego specyfikację;
- dane o środowisku;
- dane wspierające;
- dane właściciela.

BIM został podzielony na kilka wymiarów. W ten sposób do cyfrowego modelu obiektu budowlanego, oprócz geometrycznego modelu 3D, można dodawać inne istotne informacje, takie jak koszt czy czas. Istnieje siedem wymiarów BIM, które zostały rozpoznane teoretycznie i są implementowane. Toczy się również debata

¹⁷ S. Glinka, M. Strach, *Zastosowanie technologii BIM (Building Information Modeling) w geodezyjnej obsłudze budowy tras kolejowych*, „Transport Miejski i Regionalny” 2020, nr 7, s. 27–33.

¹⁸ *BIM – innowacyjne podejście do zamówień publicznych w sektorze budowlanym*, red. J. Pożarowska, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa–Gdańsk 2022, <https://www.gov.pl/web/uzp/bim---innowacyjne-podejscie-do-zamowien-publicznych-w-sektorze-budowlanym> [dostęp: 20.03.2024].

¹⁹ A. Tomana, *BIM – nowe rozwiązanie dla budownictwa*, „Builder” 2012, nr 1, s. 48–49.

²⁰ Idem, *BIM w Polsce*, „Builder” 2013, nr 9, s. 52–54.

²¹ K. Januszkiewicz, K. Kowalski, *Modelowanie informacji budowlanych...*

na temat jego trzech nowych wymiarów (od 8D do 10D). Będą one wymagały zaangażowania zaawansowanej sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego (ang. *machine learning*) i analizy predykcyjnej²².

Wymiary od BIM 3D do BIM 7D ułatwiają proces wdrażania tej technologii poprzez cyfrowe wprowadzanie i analizowanie istotnych danych wejściowych do modelu. Siedem wymiarów BIM umożliwia integrację kilku elementów budynku w celu rozwiązania typowych problemów branży budowlanej w całym cyklu życia projektu²³.

BIM 3D służy do współpracy międzybranżowej. Jest to zintegrowany model danych zawierający informacje konstrukcyjne i funkcjonalne o projekcie i jego systemach. Informacje te mogą zostać wyodrębnione przez inżynierów, projektantów, wykonawców i innych zainteresowanych, którzy analizują je w celu rozwiązania wszelkich problemów konstrukcyjnych i funkcjonalnych. Nowe wartości do modelu można dodać w dowolnym momencie, ponieważ zwiększa to dokładność i zmniejsza konflikty.

Wymiar czasowy wprowadzony w BIM 4D (zintegrowany z BIM 3D) umożliwia graficzną wizualizację postępu budowy w czasie rzeczywistym. Łączy on komponenty projektu z harmonogramem budowy, aby zoptymalizować proces planowania i zarządzanie czasem działań budowlanych.

BIM 5D, który jest powiązany z BIM 3D i 4D, pomaga w szacowaniu ich kosztów i śledzeniu działań projektowych, które są aktualizowane w miarę postępu prac i z uwzględnieniem zmian wprowadzonych w projekcie. Dzięki BIM 5D można osiągnąć efektywny, dokładny i zrównoważony budżet.

BIM 6D już na etapie projektowania umożliwia oszacowanie wpływu inwestycji na środowisko naturalne i analizę zużycia energii, poziomu hałasu, poziomu wytwarzanych odpadów i zanieczyszczeń.

BIM 7D służy do zarządzania obiektami budowlanymi w trakcie ich eksploatacji. Informacje o elementach budynku, harmonogramach i kosztach konserwacji, napraw czy remontów, szczegółach gwarancji można przechowywać i wyodrębniać w celu optymalizacji zarządzania obiektami.

BIM 8D obejmuje włączenie do modelu geometrycznego danych dotyczących bezpieczeństwa, umożliwiając przewidywanie ryzyka podczas budowy, poprawę bezpieczeństwa i zapobieganie wypadkom.

BIM 9D dąży do optymalizacji procesów budowlanych w celu zwiększenia wydajności i zmniejszenia ilości odpadów (*lean construction*). Poprzez ciągłe monitorowanie zasobów można opracować strategię wykorzystania potencjalnych odpadów, fragmentów materiałów lub elementów nietypowych.

²² *What Are BIM Dimensions? 3D-10D Explained*, <https://www.technostructacademy.com/blog/what-are-bim-dimensions-3d-10d-explained/> [dostęp: 20.09.2024].

²³ *BIM Implementation BIM 3D through BIM 7D*, <https://www.elogictech.com/blog/bim-implementation-bim-3d-through-bim-7d> [dostęp: 20.03.2024].

BIM 10D wykorzystuje technologie cyfrowe do pełnej industrializacji procesu budowlanego poprzez centralizację danych i automatyzację złożonych zadań, aby zwiększyć produktywność i wydajność na wszystkich etapach procesu budowlanego.

Model BIM powinien stanowić podstawę interoperacyjnej, synergicznej współpracy między wszystkimi uczestnikami procesu budowlanego²⁴, co oznacza, że powinien umożliwiać wymianę informacji pomiędzy systemami oraz jej wykorzystanie przez podmioty zaangażowane w projekt. Aby zarządzanie informacją było efektywne, muszą być spełnione określone warunki. Nadmiar danych, niewłaściwa/mylna lub ułożona w niewłaściwym miejscu informacja mogą zaszkodzić projektowi. W związku z tym informacja umieszczana w cyfrowym modelu powinna być²⁵:

- jednoznaczna i czytelna;
- kompletna w stosunku do potrzeb (bez gromadzenia niepotrzebnych informacji);
- aktualna;
- dostępna, aby mógł je odczytywać i wykorzystywać każdy uprawniony uczestnik projektu na każdym etapie życia obiektu – dzięki standaryzacji formatów danych;
- chroniona przed dostępem osób nieuprawnionych.

Wdrożenie BIM w budownictwie może się przyczynić do ograniczenia problemów, z którymi zmagają się branża – brak sprawnego przepływu informacji i ścisłej współpracy pomiędzy uczestnikami procesu, nadmierne koszty, niekiedy niska jakość i długi czas realizacji inwestycji. Oznacza to, że wymiernym efektem wykonania projektu budowlanego zgodnie z metodyką BIM może być realizacja inwestycji w zakładanym terminie, według ustalonych kosztów oraz zakładanej jakości gwarantującej satysfakcję odbiorcy. Realizacja inwestycji budowlanej w metodyce BIM opiera się na²⁶:

- bazach danych zapisanych w modelu i poza nim (dane zapisane poza modelem mogą być z nim powiązane lub niezależne);
- standardach danych, pozwalających wszystkim interesariuszom na dostęp do danych niezależnie od ich rodzaju;
- procesach i standardach procesów umożliwiających efektywne zarządzanie informacją.

Począwszy od wymiany podstawowych plików, takich jak rysunki CAD lub pliki PDF, współpraca może się opierać na danych przechowywanych w chmurze i otwartych standardach danych. Informacje BIM udostępniane za pomocą platform cyfrowych ułatwiają dostęp w czasie rzeczywistym do danych BIM, umożliwiając efektywną komunikację i koordynację pomiędzy zespołami, niezależnie od ich lokalizacji.

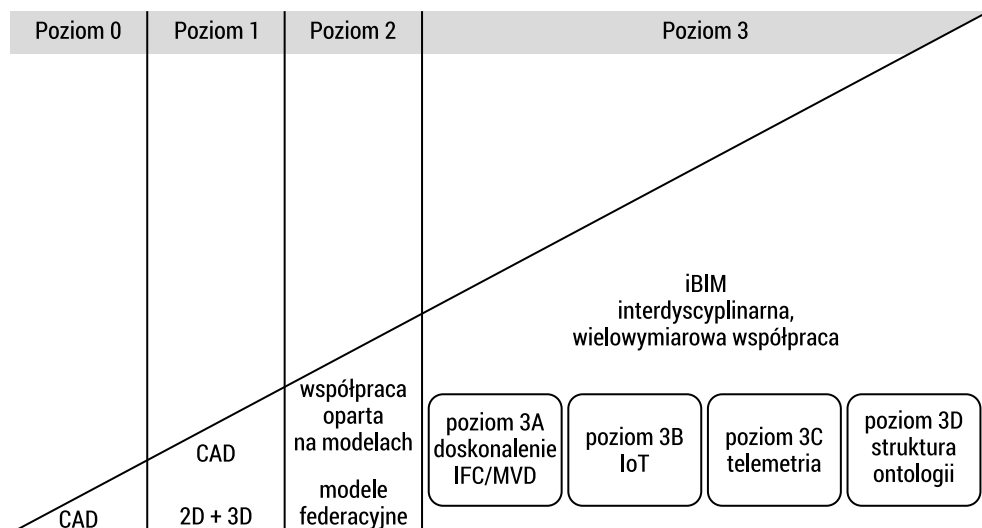
Model dojrzałości BIM umożliwia określenie poziomów zdolności uczestników procesu budowlanego do współpracy i wymiany informacji, a także ocenę zaawansowania stosowanych narzędzi. Model przedstawiony jest w postaci grafiki, która

²⁴ T. Howiacki, *BIM. Perspektywy w branży żelbetowej*, „Builder” 2018, nr 254 (9), s. 48–51.

²⁵ *BIM – innowacyjne podejście...*

²⁶ Ibidem.

od swojego kształtu i nazwisk autorów przyjęła nazwę klina Bew–Richardsa (rys. 1.1). Podane kryteria uznania projektu za zgodny z BIM na danym poziomie zostały powszechnie przyjęte i są przytaczane w licznych publikacjach i opracowaniach²⁷.



RYSUNEK 1.1. Poziomy dojrzałości BIM

ŹRÓDŁO: M. Bew, M. Richards, *BIM Maturity Model*, paper presented at the Construct IT Autumn 2008 Members' Meeting, Brighton, UK; British Standard Institution, *B/555 Roadmap (February 2015 Update)*. Design, Construction & Operational Data & Process Management for the Built Environment, 2015; A.S. Borkowski, *Wdrożenie BIM w przedsiębiorstwie projektowym*, „Izolacje” 2023, nr 9, s. 30–34.

Proces przechodzenia branży budowlanej do pełnej współpracy wszystkich uczestników projektu jest stopniowy, a w ramach tego procesu zostały zdefiniowane wyraźne i rozpoznawalne kamienie milowe. Zostały one ustalone w zakresie od 0 do 3, a ich ogólna koncepcja jest przytoczona poniżej²⁸.

Poziom 0 (niski poziom współpracy) obejmuje rysunki CAD w 2D, wymiana danych między uczestnikami procesu odbywa się w sposób papierowy lub elektroniczny, przy braku centralnego zarządzania wymianą danych oraz bez możliwości pracy we wspólnym środowisku.

²⁷ W.I. Enegbuma, U.G. Aliagha, K.N. Ali, *Preliminary building information modelling adoption model in Malaysia*, „Construction Innovation” 2014, Vol. 14 (4), s. 408–432.

²⁸ *Complete Guide to BIM Maturity Levels*, <https://pinnacleinfotech.com/complete-guide-to-bim-maturity-levels/> [dostęp: 20.03.2024]; R. McPartland, *BIM Levels explained*, <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained> [dostęp: 20.03.2024]; Ch. Wu, B. Xu, Ch. Mao, X. Li, *Overview of BIM maturity measurement tools*, „Journal of Information Technology in Construction” 2017, Vol. 22, s. 34–62.

Poziom 1 (częściowa współpraca) obejmuje rysunki CAD w formacie 2D lub 3D, zastosowanie mechanizmów zarządzania i współpracy (na podstawie normy BS 1192:2007), w tym wykorzystanie wspólnego środowiska danych CDE (*Common Data Environment*). Brakuje w nim jednak efektywnie prowadzonej interakcji pomiędzy różnymi specjalistami. Informacje, zwłaszcza związane z kosztami, nie są zintegrowane, czyli nie są powiązane z reprezentacją na rysunku (w modelu). Aby osiągnąć poziom 1 BIM, należy: zaimplementować narzędzia do modelowania 3D, wprowadzić standaryzację formatów plików do wymiany informacji oraz ustalić podstawowe protokoły współpracy.

Poziom 2 (pełna współpraca) obejmuje zarządzanie w środowisku 3D przez osobne narzędzia BIM z dołączonymi danymi. Możliwa jest współpraca pomiędzy poszczególnymi branżami, które mogą wprowadzać zmiany w modelu BIM za pomocą własnych programów, czyli uczestniczą w tworzeniu modelu informacyjnego obiektu budowlanego. Współdzielenie odbywa się zawsze przez wspólne środowisko danych CDE. Poszczególne oprogramowania CAD, z których korzystają uczestnicy procesu budowlanego, muszą mieć możliwość eksportu do jednego z popularnych otwartych formatów plików, takich jak IFC (*Industry Foundation Class*) lub COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*). Na tym poziomie można również wprowadzić i monitorować czas (4D) i koszty (5D). Aby osiągnąć poziom 2 BIM, należy: przyjąć wspólne standardy i protokoły wymiany informacji odpowiadające wymaganiom poziomu 2 BIM, korzystać z narzędzi BIM zdolnych do interoperacyjności, wdrażać wspólne praktyki pracy i zasady dotyczące umów, takie jak plany wykonania BIM (BEP, *BIM Execution Plans*) i wymagania informacyjne zamawiającego (EIR, *Employer's Information Requirements*). Dokument EIR, który jest opisany w brytyjskich standardach dotyczących BIM (jako PAS_1192_2_2013), nie ma obecnie odpowiednika w polskim procesie inwestycyjnym ani w prawie dotyczącym zamówień publicznych²⁹.

Poziom 3 (pełna integracja) reprezentuje szczyt dojrzałości BIM. Na tym poziomie wszyscy interesariusze projektu, tj. architekci i inżynierowie poszczególnych systemów, generalny wykonawca, właściciele i zarządcy obiektów budowlanych, pracują na jednym, współdzielonym modelu, aby osiągnąć najwyższy poziom szczegółowości BIM. To zintegrowane podejście umożliwia wymianę informacji w czasie rzeczywistym i bezproblemową współpracę przez cały cykl życia projektu. BIM poziomu 3 ułatwia podejmowanie decyzji na podstawie aktualnych danych, zwiększa wydajność i produktywność. Stosowane są otwarte standardy i protokoły danych, aby zapewnić pełną integrację. Na tym etapie możliwa jest również integracja BIM z innymi technologiami cyfrowymi, takimi jak internet rzeczy (IoT, *Internet of Things*), sztuczna inteligencja (AI, *Artificial Intelligence*) i rozszerzona (AR, *Augmented Reality*) lub wirtualna rzeczywistość (VR, *Virtual Reality*), aby uzyskać lepszy wgląd w projekt i jego wizualizację.

²⁹ BIM – innowacyjne podejście...

Ponadto toczą się dyskusje na temat przyszłych poziomów, 4, 5 i 6, które obejmą bardziej zaawansowane funkcjonalności i cechy, takie jak planowanie, zarządzanie kosztami i informacje dotyczące zrównoważonego rozwoju³⁰.

Aby BIM mógł osiągnąć drugi poziom dojrzałości, konieczne jest udostępnienie i stosowanie otwartych formatów wymiany informacji, a wówczas ich obsługa może być implementowana do oprogramowania przez wszystkich uczestników projektu. Powszechnie akceptowanymi i najczęściej stosowanymi standardami są IFC i BCF (*BIM Collaboration Format*).

Pierwsza wersja IFC została opublikowana w czerwcu 1996 r. Jest to ustandaryzowany, cyfrowy opis środowiska obejmującego budynku i infrastrukturę cywilną. Ten otwarty, międzynarodowy standard (ISO 16739-1:2018) ma być neutralny wobec dostawcy lub od niego niezależny i można go stosować w wielu urządzeniach sprzętowych, platformach oprogramowania i interfejsach. Format współpracy BCF umożliwia różnym aplikacjom BIM komunikowanie się między sobą poprzez wykorzystanie danych IFC, które zostały wcześniej udostępnione uczestnikom projektu. BCF został stworzony, aby ułatwić otwartą komunikację i poprawić procesy oparte na IFC, sprawnie identyfikować problemy pojawiające się w modelu³¹.

Specyfikacja schematu IFC jest głównym produktem technicznym organizacji buildingSMART International mającym na celu promowanie openBIM³². Jest to „platforma współdzielenia informacji projektowych, wspierająca płynną współpracę wszystkich uczestników projektu, ułatwiająca interoperacyjność i w związku z tym przynosząca korzyści uczestnikom projektów i właścicielom aktywów w całym cyklu życia”³³. Jest to zbiór reguł i narzędzi, które umożliwiają różnym zespołom i jednostkom pracującym nad projektem budowlanym, łatwiejszą i efektywniejszą komunikację oraz wymianę danych³⁴.

Celem działania platformy openBIM jest zapewnienie³⁵:

- interoperacyjności, która jest kluczem do cyfrowej transformacji w branży obiektów budowlanych;
- opracowania otwartych i neutralnych standardów, aby ułatwić interoperacyjność;
- niezawodności wymiany danych;
- usprawnienia przepływu pracy (*workflows*) w ramach współpracy dzięki otwartym i elastycznym formatom danych;

³⁰ *Complete Guide to BIM...*

³¹ *BIM Collaboration Format (BCF)*, <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format-bcf/> [dostęp: 20.03.2024].

³² *Industry Foundation Classes (IFC)*, <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc> [dostęp: 20.03.2024].

³³ *BIM – innowacyjne podejście...*

³⁴ A. Bałazy, *Wprowadzenie do openBIM*, <https://bimagination.pl/wprowadzenie-do-openbim/> [dostęp: 20.03.2024].

³⁵ M. Malewczuk, *The usage of the openBIM idea in architectural design on the example of Blender and BlenderBIM add-on*, „Architectus” 2021, Vol. 2 (66), s. 99–104.

- elastyczności w wyborze technologii;
- zrównoważonego rozwoju poprzez zagwarantowanie długoterminowych interoperacyjnych standardów danych.

OpenBIM powstała z inicjatywy buildingSMART oraz wiodących dostawców oprogramowania wykorzystujących otwarty model danych. Obecnie buildingSMART to globalna społeczność oddziałów, członków, partnerów i sponsorów, na której czele stoi organ macierzysty – buildingSMART International Ltd., zarejestrowany w Wielkiej Brytanii jako spółka non profit. Oddziały, które są samorządne, utworzone są zgodnie z ramami prawnymi obowiązującymi w ich kraju macierzystym. W 2019 roku został założony buildingSMART Polska. Organizacja ta jest zaangażowana w inicjowanie, tworzenie, rozwijanie i przyjmowanie otwartych standardów cyfrowych dla procesów BIM oraz pokonywanie wyzwań związanych z interoperacyjnością w branży.

1.2. Korzyści i bariery stosowania BIM

Głównym problemem powodującym zbyt wysokie koszty w procesie realizacji inwestycji budowlanych jest nieefektywne zarządzanie informacją. Większość projektów nie jest realizowana w zakładanym budżecie ani w planowanym terminie³⁶. Błędy w projektach, harmonogramach czy kosztorysach wynikają z braku skutecznego zarządzania informacją niezbędnego do prawidłowego zaprojektowania i terminowego wykonania w założonym budżecie obiektu budowlanego.

Rozwiązaniem problemów pojawiających się w budownictwie może być realizacja inwestycji z wykorzystaniem BIM. Jego wdrożenie niesie za sobą wiele korzyści (tabela 1.1).

TABELA 1.1. Korzyści z wdrożenia BIM

Źródło	Korzyści
Autodesk, <i>Raport z badania. BIM, współpraca, chmura w polskim budownictwie</i> , Warszawa 2019	• tworzenie projektów lepszej jakości / redukcja liczby błędów • mniej błędów na etapie realizacji inwestycji • lepsza komunikacja i zrozumienie projektu przez wszystkie zaangażowane strony • usprawnienie sposobu projektowania / większa produktywność • dokładniejsze przewidywanie kosztów / lepsza kontrola kosztów • zapewnienie ciekawszej pracy architektom, projektantom • większa konkurencyjność firmy na rynku • lepsze planowanie realizacji inwestycji / placu budowy • niższe koszty tworzenia projektu (mniej zmian / poprawek) • szybsza realizacja (ukończenie) projektu

³⁶ U. Ryciuk, *Koncepcja i specyfika łańcucha dostaw w budownictwie*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2014, t. 15, z. 6, cz. 1, s. 429–439.

Źródło	Korzyści
M. Nalepka, R. Mrozek, <i>Zalety i wady technologii BIM</i>, „Builder” 2017, nr 21 (6), s. 118–123	• poprawa współpracy pomiędzy poszczególnymi uczestnikami procesu budowlanego poprzez stworzenie trójwymiarowego, wielopłaszczyznowego i wielobranżowego modelu, który jest dostępny na każdym etapie powstawania obiektu • tworzenie wysokiej jakości wizualizacji obiektu, co pozwala uniknąć błędów oraz nieporozumień powstających w fazie koncepcji • skrócenie pracy związanej z wprowadzeniem zmian w projekcie, aktualizacja kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów • eliminacja kolizji • skrócenie czasu i zmniejszenie kosztów realizacji inwestycji • możliwość usprawnienia harmonogramu dostaw (w celu eliminacji kosztownych przestojów) przez wykonawcę • odzysk odpadów poroziórkowych oraz większa efektywność rozbiórek • możliwość oszacowania zagrożeń BHP • symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych • łatwe do uzyskania informacje o nasłonecznieniu i sposobie wkomponowania obiektu w otoczenie
T. Howiacki, <i>BIM. Perspektywy w branży żelbetowej</i>, „Builder” 2018, nr 254 (9), s. 48–51	• skrócenie czasu prac projektowych, zwłaszcza w przypadku dużych inwestycji • skrócenie czasu realizacji inwestycji (unikanie kolizji, łatwość adaptacji projektu do warunków budowy) • poprawa jakości dokumentacji (czytelność rysunków) • możliwość wykorzystania na budowie modelu przestrzennego (podgląd skomplikowanych węzłów, automatyczne przedmiary itp.), co usprawnia proces zarządzania budową • minimalizacja ryzyka popełnienia błędów (np. automatyczne numeracje i zestawienia prętów zbrojeniowych, integracja modelu z poszczególnymi rysunkami) • koszty wprowadzania zmian (rewizje) w początkowej fazie są zbliżone do podejścia tradycyjnego, ale po ukończeniu modelu BIM koszty ewentualnych zmian utrzymywane są na stałym niskim poziomie • łatwość edycji, wprowadzania poprawek czy generowania raportów • oszczędności finansowe • wzrost zaufania do firmy, względy marketingowe • pełna i na bieżąco aktualizowana baza wiedzy o stanie obiektu w całym cyklu jego życia

Źródło	Korzyści
A. Tomana, <i>BIM – nowe rozwiązanie dla budownictwa</i>, „Builder” 2012, nr 1, s. 56–57	• projekty lepsze technicznie, z mniejszą liczbą błędów • szybkie i dokładniejsze dane o budowlu na wczesnym etapie projektu • szybka i łatwiejsza modyfikacja • dokumentacja 2D powstaje z modelu wirtualnego w znacznym stopniu automatycznie • współpraca na wczesnym etapie i łatwiejsza wymiana modeli pomiędzy branżami i systemami różnych producentów • ekstrakcja przedmiarów wprost z modelu, możliwość szybszego obliczenia kosztów • synchronizacja planowania i projektowania, możliwość symulacji procesu budowlanego dzień po dniu • możliwość automatycznego wykrywania kolizji i błędów • wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu
P. Kogut, A. Tomana, <i>BIM – technologie informatyczne od projektu do eksploatacji budowli</i>, I Konferencja Naukowo Techniczna PZITB, Kraków 2013	• dokładne odwzorowanie geometryczne elementów w zintegrowanym modelu budowli • szybsza i pełna informacja, która może być wykorzystana we wszystkich etapach procesu inwestycyjnego • lepszy projekt – możliwość wykonania gruntownych analiz i symulacji • skrócenie czasu analizy wariantowej od modelu wyjściowego do rezultatu pozwala efektywnie wprowadzić do projektu rozwiązania innowacyjne • kontrola kosztów na wczesnym etapie projektu i dla całego cyklu życia sprawia, że koszty są bardziej przewidywalne i lepiej kalkulowane • dokumentacja lepszej jakości (tworzona na podstawie modelu źródłowego, dzięki czemu jest spójna) • dane cyfrowe modelu wprowadzone przez poszczególne branże mogą być wykorzystane w dalszych etapach realizacji inwestycji, także przy eksploatacji budowli, w systemach zarządzania zasobami budowli (nieruchomości) • dokładna i automatyczna wizualizacja pozwalająca inwestorom lepiej zapoznać się z budowlą; wyższa jakość obsługi klientów
B. Grzyl, M. Apollo, E. Miszewska-Urbańska, <i>Building Information Modeling – analiza zakresu i stanu implementacji w polskiej branży budowlanej</i>, „Autobusy” 2016, nr 12, s. 1762–1768	• redukcja kosztów w fazie projektowania, realizacji i użytkowania obiektu wynikająca z eliminacji błędów i kolizji, ograniczenia strat materiałów, możliwości przeanalizowania wielu wariantów i wybrania optymalnego, usprawnienie procesu projektowania itp. • skrócenie czasu realizacji inwestycji dzięki sprawnej i efektywnej organizacji wykonywania robót budowlanych (możliwość usprawnienia procesu projektowania i sporządzenia dokumentacji projektowej wysokiej jakości, dokładnego określenia ilości materiałów oraz realnego harmonogramu robót) • wyższa jakość zrealizowanego obiektu (mniejsza liczba kolizji i błędów na etapie projektowania, redukcja usterek i awarii w trakcie eksploatacji obiektu, wykorzystanie modelu do przeglądów, serwisowania, pomocy technicznej, modernizacji lub zmiany funkcji użytkowej obiektu) • budowanie dobrego wizerunku firmy, zdobycie nowych, utrzymanie dotychczasowych klientów i uzyskanie większej liczby zleceń, przewaga konkurencyjna

Źródło	Korzyści
Z. Walczak, A. Szymczak-Graczyk, N. Walczak, <i>BIM jako narzędzie przyszłości w projektowaniu i rewitalizacji obiektów budowlanych</i>, „Przegląd Budowlany” 2017, nr 1, s. 20–26	- wgląd w wirtualny obraz inwestycji na każdym etapie jego tworzenia, także obiektu fizycznego - wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia itp. - automatyczne wykrywanie kolizji, szczególnie na etapie projektowania instalacji, co umożliwia uniknięcie późniejszych problemów w trakcie realizacji inwestycji - wykrywanie błędów projektowych na etapie samego projektu - ułatwiona współpraca pomiędzy poszczególnymi beneficjentami: inwestorem, projektantami, wykonawcami - możliwość szybkiego wykonania symulacji różnych wersji projektu, a także ułatwione wprowadzanie modyfikacji w projekcie - po ukończeniu inwestycji wykorzystanie modelu BIM do zarządzania obiektem, planowania remontów, modernizacji, konserwacji - brak utraty danych, jaka może nastąpić przy przejściu pomiędzy etapami w technologii tradycyjnej, drobne utraty mogą wystąpić w trakcie eksportu danych pomiędzy różnymi systemami - przesunięcie poziomu zaangażowania w projekt na etap koncepcji i opracowania projektu, co w efekcie redukuje ewentualne późniejsze koszty zmian w projekcie - możliwość zredukowania kosztów ewentualnych zmian z około 20% dla postępowania klasycznego do ca 3% dla BIM + IPD (zintegrowana realizacja inwestycji)
P. Szumski, <i>Rewolucja nadchodzi</i>, „Biuletyn Informacyjny” 2017, nr 1, s. 36–37	- stworzenie koncepcji prognozy kosztów na wczesnym etapie inwestycji, wizualizacja - przygotowanie interaktywnego harmonogramu - zintegrowanie wszystkich informacji w jednym modelu, łatwiejszy dostęp i koordynacja - ograniczenie kolizji, błędów, przestojów – krótszy czas budowy - ograniczenie odpadów materiałowych, prefabrykacja - łatwiejsze poprawki, aktualizujące się na wszystkich rzutach i przekrojach - możliwość zarządzania obiektem po wybudowaniu - brak konieczności tworzenia nowego modelu w przypadku remontu lub rozbudowy
A. Szarata, <i>Nowoczesne technologie w budownictwie LiDAR, BIM, GIS, AI – wybrane zagadnienia</i>, „Przegląd Budowlany” 2022, nr 3–4, s. 64–69	- walidacja możliwości realizacji projektu (<i>constructability studies</i>) - poprawa jakości przedmiarów i kosztorysów - poprawa jakości harmonogramów (sekwencjonowanie i planowanie robót) - łatwa prefabrykacja, w tym indywidualnych komponentów, zwiększenie udziału modelu „realizacji poza placem budowy” (<i>off-site construction</i>) - udoskonalony proces inwentaryzacji powykonawczej

Źródło	Korzyści
Ministerstwo Rozwoju i Technologii, <i>BIM w Polsce oczami branży 2021</i> , Warszawa 2021, https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/podsumowanie-wynikow-ankiety-bim-w-polsce-oczami-branzy---2021 [dostęp: 30.08.2023]	• polepszenie komunikacji pomiędzy stronami procesu inwestycyjnego • zwiększenie jakości usług budowlanych • zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego i transparentność danych • możliwość wykorzystania zgromadzonych danych w całym cyklu życia obiektu • zwiększenie terminowości realizacji inwestycji budowlanych • otwarcie rynku usług budowlanych w krajach wymagających stosowania BIM • redukcja nakładów związanych z zarządzaniem obiektem przez wykorzystanie już zgromadzonych danych • zminimalizowanie ryzyka przekroczenia budżetu inwestycji

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Zalety wprowadzenia BIM wspominane w literaturze dotyczą głównie trzech obszarów. Pierwszym z nich jest wzrost efektywności wynikający z wyeliminowania błędów projektowych, a także istotnego ograniczenia kolizji międzybranżowych. Zwiększenie efektywności dzięki stosowaniu BIM wynika głównie z szybkiego dostępu do dokładnej informacji, którą można wykorzystać na każdym etapie budowlanego procesu inwestycyjnego (projektowanie, wykonawstwo, eksploatacja i likwidacja obiektu). Równie ważne w tym obszarze są możliwość optymalizacji kosztów i transparentność danych³⁷ oraz skrócenie czasu potrzebnego na zrealizowanie inwestycji³⁸.

Kolejny obszar korzyści dotyczy poprawy jakości opracowanych projektów zapewnionej przez zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego³⁹. BIM ułatwia współpracę między wieloma uczestnikami realizującymi projekt, daje możliwość bieżącej kontroli przy projektowaniu i wznoszeniu obiektu budowlanego, co w konsekwencji pozwala uniknąć poważnych problemów związanych z różnego typu kolizjami, które mogą się pojawić przy zaangażowaniu wielu branż. Modelowanie

³⁷ M. Apollo, B. Grzyl, *Aktualny stan wdrożenia BIM w polskich firmach budowlanych*, „Materiały Budowlane” 2023, nr 606, s. 28–31.

³⁸ A. Sompolgrunk, S. Banihashemi, S.R. Mohandes, *Building information modelling (BIM) and the return on investment: a systematic analysis*, „Construction Innovation” 2023, Vol. 23 (1), s. 129–154.

³⁹ Ministerstwo Rozwoju i Technologii, *BIM w Polsce oczami branży 2021*, Warszawa 2021, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/podsumowanie-wynikow-ankiety-bim-w-polsce-oczami-branzy---2021> [dostęp: 30.08.2023].

informacją pomaga zidentyfikować problemy, które mogą wystąpić na każdym etapie realizacji inwestycji, poprzez wygenerowanie modelu obiektu w środowisku wirtualnym.

Do istotnego obszaru zalet BIM należą również usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy zarówno pomiędzy członkami zespołu, jak i międzybranżowej oraz z inwestorem we wszystkich fazach projektu⁴⁰. Skuteczne zarządzanie informacją jest niezbędne wszystkim uczestnikom procesu budowlanego: inwestorowi, inżynierom wszystkich branż, dostawcom materiałów i sprzętu budowlanego, a także administratorowi/użytkownikowi obiektu. BIM pozwala stworzyć cyfrowy model obiektu budowlanego, który można wykorzystać w całym cyklu jego życia: na etapie wstępnym do planowania i projektowania inwestycji, następnie w trakcie budowy oraz przy zaawansowanym wykorzystaniu tej technologii również na etapie użytkowania i utrzymania budynku lub obiektu infrastrukturalnego. Ponadto BIM daje możliwość wykorzystania cyfrowego modelu do zarządzania zrealizowanym obiektem, planowania w nim działań modernizacyjnych i remontowych oraz przeglądów⁴¹.

Modelowanie informacji o budynku pozwala także na pozyskiwanie informacji na temat użytych elementów i materiałów od momentu projektowania do końca cyklu życia budynku, wspomagając wdrożenie budownictwa cyrkularnego⁴². BIM jest zgodny z szerszą koncepcją paszportów materiałowych, opisujących skład materiałowy zastosowanych produktów.

Co więcej, technologia BIM jest szczególnie przydatna w prefabrykacji. Cechą charakterystyczną elementów prefabrykowanych odróżniającą je od innych dostępnych produktów jest to, że są indywidualnie tworzone pod dany projekt. W terminologii angielskiej stosowane jest określenie *engineered to order* (ETO), tzn. produkowane/projektowane pod zamówienie. Obiekty ETO wymagają od producenta współpracy z projektantem, tak aby wytworzone komponenty wpasowały się bezkolidyjnie w budynek. Projektowanie i koordynacja 2D CAD są wysoce podatne na błędy, czaso- i pracochłonne. Naprzeciw tym problemom wychodzi technologia BIM⁴³.

Korzyści wynikające z wdrożenia BIM mogą się różnić w zależności od grupy interesariuszy, czyli zaangażowanych stron w projekt budowlany. Przewidywane korzyści według grup użytkowników przedstawiono w tabeli 1.2.

⁴⁰ Ibidem; M. Apollo, B. Grzyl, *Aktualny stan wdrożenia BIM...*

⁴¹ Z. Walczak, A. Szymczak-Graczyk, N. Walczak, *BIM jako narzędzie przyszłości w projektowaniu i rewitalizacji obiektów budowlanych*, „Przegląd Budowlany” 2017, nr 1, s. 20–26; A. Tomana, *BIM – innowacyjna technologia...*; Ł. Adamus, *Modelowanie informacji o budynku (BIM): podstawy teoretyczne*, „Prace Instytutu Techniki Budowlanej” 2012, R. 41, nr 4, s. 13–26.

⁴² H. Bukowski, W. Fabrycka, *Budownictwo w obiegu zamkniętym w praktyce*, INNOWO, Warszawa 2019.

⁴³ S. Janczura, *BIM w prefabrykacji*, „Nowoczesne Hale” 2017, nr 3, s. 70–76.

TABELA 1.2. Korzyści wdrożenia BIM według grup użytkowników

Grupa użytkowników	Korzyści
Instytucje publiczne	• poprawa przejrzystości w zamówieniach publicznych • poprawa dokładności oceny projektów • redukcja kosztów przetargów publicznych • możliwość stworzenia nowych miejsc pracy • możliwość promowania innowacji • zwiększenie konkurencyjności • stworzenie nowych przedsiębiorstw w nowych i istniejących sektorach budownictwa
Zamawiający, deweloperzy, inwestorzy prywatni	• redukcja kosztów cyklu życia obiektu budowlanego • redukcja liczby zmian projektowych • większa liczba projektów zrealizowanych na czas • poprawa jakości
Projektanci	• szybsze projektowanie • zmniejszenie liczby popełnianych błędów • większy zysk • możliwość uczestniczenia w międzynarodowych projektach budowlanych
Wykonawcy	• poprawa dokładności procesu kosztorysowania • dokładne szacunki przepływów pieniężnych • jakościowe zarządzanie zasobami • redukcja kosztów • poprawa konkurencyjności i rentowności • możliwość udziału w międzynarodowych projektach budowlanych
Właściciele/operatorzy	• łatwiejsze zarządzanie i konserwacja budynku w trakcie jego eksploatacji • dostęp do aktualnych danych dotyczących instalacji, elementów budowlanych i historii zmian • możliwość optymalizacji kosztów eksploatacji i konserwacji
Zarządzający nieruchomością	• skuteczniejsze zarządzanie cyklem życia nieruchomości • efektywniejsze utrzymanie i konserwacja • łatwiejsze przestrzeganie przepisów i regulacji • lepsza alokacja zasobów • większa transparentność • redukcja ryzyka • usprawnienie planowania modernizacji i rozbudowy

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: L. Ustinovičius, D. Walasek, R. Rasiulis, J. Cepurnaite, *Wdrażanie technologii informacyjnych w budownictwie – praktyczne studium przypadku*, „Economics and Management” 2015, Vol. 1, s. 290–310.

W literaturze przedmiotu istnieje także wiele publikacji, w których identyfikowane są przeszkody utrudniające lub opóźniające pełne wykorzystanie potencjału BIM w całym cyklu życia projektu budowlanego. W tabeli 1.3 zawarto zestaw barier zidentyfikowanych w wybranych źródłach literaturowych.

TABELA 1.3. Bariery wdrożenia BIM

Źródło	Bariery
Autodesk, <i>Raport z badania. BIM, współpraca, chmura w polskim budownictwie</i> , Warszawa 2019	• niski poziom wiedzy na temat BIM • zbyt niskie ceny projektów na polskim rynku • niska świadomość korzyści BIM wśród inwestorów • brak wspólnych standardów działania • mała liczba specjalistów mających umiejętność projektowania/ wykonawstwa na podstawie BIM • słaba współpraca pomiędzy różnymi podmiotami rynku • niechęć do zmian w metodyce projektowania/wykonawstwa • brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM • struktura rynku inwestycji architektoniczno-budowlanych w Polsce • obawa przed ryzykiem, jakie niesie za sobą zmiana • pracochłonność projektowania na podstawie BIM
M. Nalepka, R. Mrozek, <i>Zalety i wady technologii BIM</i> , „Builder” 2017, nr 21 (6), s. 118–123	• problem kompatybilności plików roboczych przy wymianie informacji z użyciem różnych programów, możliwość „zgubienia” informacji • konieczność ciągłej aktualizacji oprogramowania, bibliotek oraz pracy na tej samej wersji programu przez wszystkich użytkowników • małe rozpowszechnienie oprogramowania, szczególnie w mniejszych przedsiębiorstwach
T. Howiacki, <i>BIM. Perspektywy w branży żelbetowej</i> , „Builder” 2018, nr 9, s. 48–51	• niskie ceny projektów na polskim rynku, co z kolei ogranicza nakłady inwestycyjne firm • braki kompetencyjne w środowisku, brak przeszkolonych pracowników • brak odpowiednich rozpowszechnionych standardów projektowania
A. Tomana, <i>BIM – nowe rozwiązanie dla budownictwa</i> , „Builder” 2012, nr 1, s. 56–57	• konieczność zakupu stosownego oprogramowania oraz szkolenie, co stanowi dodatkową inwestycję • niedostatki w oprogramowaniu • problemy z wymianą danych • brak bibliotek CAD-BIM • trudności w znalezieniu kooperantów pracujących na platformie BIM w poszczególnych branżach
W. Kosiedowski, M. Wirkus, <i>Bariery i ograniczenia wdrażania technologii BIM – wyniki badań pilotażowych</i> , „Builder” 2021, nr 10, s. 28–31	• koszty oprogramowania • brak potrzeby posiadania BIM • brak dostępu do wiedzy o nowych technologiach • brak świadomości/wymagań ze strony kontrahentów • brak pracowników doświadczonych w BIM
P. Szumski, <i>Rewolucja nadchodzi</i> , „Biuletyn Informacyjny” 2017, nr 1, s. 36–37	• wciąż niewielka świadomość na temat BIM w Polsce • narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce • brak wsparcia ze strony rządu (przepisy, wymogi, normy) • brak wystarczającej liczby osób wyszkolonych w zakresie BIM • strach przed zmianą • niskie wynagrodzenie za projekty w stosunku do wysiłku koniecznego do wprowadzenia BIM • konieczność zakupu nowego oprogramowania oraz (często) sprzętu

Źródło	Bariery
Ministerstwo Rozwoju i Technologii, <i>BIM w Polsce oczami branży 2021</i> , Warszawa 2021, https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/podsumowanie-wynikow-ankiety-bim-w-polsce-oczami-branzy---2021 [dostęp: 30.08.2023]	• koszt oprogramowania BIM • niskie wynagrodzenia za projekty realizowane z zastosowaniem BIM • niski poziom wiedzy o tej metodyce przedstawicieli branży • brak standardów • niechęć/lęk przed zmianami • brak wymogu realizacji inwestycji publicznych z wymogiem BIM • niedostosowanie realiów realizacji projektów do wymagań BIM (np. zbyt krótkie terminy realizacji projektów) • brak współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego • traktowanie BIM jako mody/trendu • brak przygotowania do pracy z BIM na studiach • niewystarczająca liczba specjalistów na rynku • braki sprzętowe / niewystarczająca infrastruktura IT

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Barierami powstrzymującymi rozpowszechnienie i stosowanie BIM w praktyce są bariery kosztowe polegające głównie na wysokiej cenie oprogramowania do tworzenia i obsługi modeli⁴⁴. Bariery te obejmują też wysoki koszt zakupu nowych, wysoko wydajnych komputerów oraz wydatki na szkolenia pracowników⁴⁵. Do barier kosztowych należą również konkurencyjne (niskie) ceny zakupu dokumentacji projektowej sporządzonej w tradycyjnej formie.

Do barier prawnych można natomiast zaliczyć brak usankcjonowanych standardów i wytycznych⁴⁶. Bariere technologiczną wdrożenia BIM stanowi brak standaryzowanych formatów danych, polegających na niedostępności jednolitych formatów danych, co utrudnia interoperacyjność między różnymi narzędziami BIM.

Poważne ograniczenie stanowią także bariery personalne przejawiające się niechęcią, głównie starszych inżynierów, do stosowania nowej technologii oraz koniecznością dokonania zmiany dotychczasowych przyzwyczajeń i stylu pracy. W literaturze zwraca się też uwagę na bariery zarządcze wynikające z problemów z koordynacją modeli BIM w przypadku pracy z wykorzystaniem różnych systemów lub programów do projektowania oraz długotrwałego i skomplikowanego procesu nauki ich obsługi. Bardzo istotną barierą wymienianą w literaturze okazuje się brak wiedzy przedstawicieli branży na temat zakresu, możliwości i korzyści płynących z wykorzystania BIM.

Leonas Ustinovičius i in. uważają, że uzyskanie maksymalnej korzyści z BIM jest bezpośrednio skorelowane ze zdolnością do maksymalizacji poziomu współpracy przy realizacji danego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Bez względu na fakt, kto pełni funkcje lidera przedsięwzięcia inwestycyjnego, w przypadku kiedy wszyscy

⁴⁴ M. Nalepka, R. Mrozek, *Zalety i wady technologii BIM*, „Builder” 2017, nr 21 (6), s. 118–123; W. Kosiedowski, M. Wirkus, *Bariery i ograniczenia wdrażania...*

⁴⁵ M. Apollo, B. Grzyl, *Aktualny stan wdrożenia BIM...*

⁴⁶ Ministerstwo Rozwoju i Technologii, *BIM w Polsce...*

kluczowi członkowie są zaangażowani na odpowiednim poziomie, maksymalizuje to korzyści wynikające z pracy całego zespołu projektowego. W większości przypadków poszczególni członkowie zespołu pracującego przy konkretnym przedsięwzięciu inwestycyjnym wykorzystują różne narzędzia (oprogramowanie i sprzęt) i często transfer informacji do pozostałych uczestników jest ograniczony z powodu niezgodności wynikającej z różnych formatów danych. Nieskutecznie przekazywane dane muszą być odzyskiwane i należy ponieść dodatkowy wysiłek, aby dokonać transferu informacji do innych narzędzi.

1.3. Rozwój BIM w Polsce i na świecie

BIM to technologia, która upowszechnia się w szeroko rozumianej branży budowlanej od kilkunastu lat. Sama koncepcja pojawiła się jednak dużo wcześniej, już w latach 60. XX wieku, wraz z wprowadzeniem projektowania wspomagane go komputerowo (CAD).

Uznając ogromny potencjał BIM, coraz więcej krajów w różnych regionach świata prowadzi politykę ukierunkowaną na przyjęcie BIM i nakazuje jego stosowanie w projektach infrastruktury publicznej. Kraje te dążą do poprawy jakości projektów, obniżenia kosztów i wspierania innowacji w branży budowlanej. Jednym z kluczowych czynników zachęcających do przyjęcia BIM jest możliwość ograniczania ryzyka i poprawy wyników finansowych projektów. Tak więc ta technologia może przynieść najwięcej korzyści przede wszystkim zamawiającemu. Największym zamawiającym, szczególnie jeżeli chodzi o inwestycje infrastrukturalne, jest sektor publiczny. Dlatego w niektórych państwach narzędzia BIM stały się standardem, a jego stosowanie w inwestycjach publicznych jest obligatoryjne od pewnego progu wartości inwestycji.

Pionierem BIM w Europie jest Wielka Brytania. W 2014 roku Komitet British Standards Institution (BSI) opublikował dokument *B/555 Roadmap*, czyli „mapę drogową” służącą zarządzaniu projektami budowlanymi⁴⁷. Przedstawiono w nim wizję i misję brytyjskiego komitetu normalizacyjnego w zakresie redukcji kosztów całego życia obiektu budowlanego, ryzyka, emisji dwutlenku węgla oraz terminowej realizacji budynków i projektów infrastrukturalnych. W dokumencie tym zamieszczono także model dojrzałości BIM.

W tabeli 1.4 przedstawiono stan zaawansowania oraz inicjatywy przedsięwzięte w zakresie wdrażania BIM w poszczególnych krajach.

⁴⁷ British Standard Institution, *B/555 Roadmap (February 2014 Update). Design, Construction & Operational Data & Process Management for the Built Environment*, 2015.

TABELA 1.4. Stan wdrożenia BIM

Kraj	Stan wdrożenia BIM
Europa	
Wielka Brytania	Brytyjskie firmy budowlane zaczęły stosować BIM na wczesnym etapie rozwoju tej technologii, już w latach 80. ubiegłego wieku. Rozbudowa lotniska Heathrow była pierwszym projektem, w którym zastosowano BIM. Od kwietnia 2016 roku stosowanie poziomu 2 BIM w projektach publicznych finansowanych przez rząd centralny jest obowiązkowe. Pomimo że w projektach prywatnych korzystanie z BIM nie jest obowiązkowe, a jedynie zalecane, wpływ BIM na sektor prywatny branży jest znaczący. Według raportu NBS (<i>National Building Specification</i>) z 2020 roku 73% firm znało BIM i wykorzystywało go w swoich projektach (62% małych firm i 80% dużych firm aktywnie z niego korzystało), a tylko 1% firm z branży zadeklarował brak znajomości BIM. W 2011 roku 13% deweloperów korzystało z BIM, a 43% nie miało nawet świadomości istnienia tej technologii
Dania	Jest pierwszym krajem, który w 2007 roku wprowadził obowiązek stosowania BIM w zamówieniach publicznych w przypadku zarówno budowy nowych obiektów, jak i remontów. W 2011 roku rozszerzono stosowanie BIM na projekty regionalne i lokalne. W 2016 roku 78% duńskich firm projektowych znało BIM i wykorzystywało go do różnych celów. Ponadto 30% projektantów przekazało swoje projekty BIM zarządcom obiektów
Szwecja	Poziom wykorzystania BIM jest wysoki. Szwedzka Agencja Transportu nakazała jego stosowanie w 2015 roku. Firmy inżynieryjne wdrażają BIM od 2007 roku. Największe firmy budowlane w Szwecji, takie jak Skanska, Veidekke, NCC, mają najwyższy poziom kompetencji BIM, prowadzą wewnętrzną politykę BIM i zatrudniają specjalistów BIM. Na przykład NCC ma ponad 700 projektów wykorzystujących BIM. Firmy architektoniczne zaczęły wdrażać BIM później niż reszta branży, w 2012 roku
Norwegia	W 2008 roku Norweska Dyrekcja Budownictwa Publicznego i Nieruchomości (Statsbygg) ustaliła standardowe wymagania dla projektów BIM. Wydała podręcznik BIM, który był aktualizowany w 2013 roku i ponownie w 2021 roku. Od 2008 roku ustanowiono 6 standardów BIM. Jest on obowiązkowy w projektach publicznych od 2009 roku. Od 2010 roku wszystkie projekty Statsbygg wymagają stosowania otwartego formatu IFC w całym cyklu budowy i eksploatacji obiektu. W tym samym roku Norweska Agencja ds. Nieruchomości Obronnych rozpoczęła 3 projekty pilotażowe BIM. W 2011 roku rząd zaktualizował swoje standardy, aby zwiększyć poziomy BIM na poziomie krajowym. Szacuje się, że około 22% firm typu AEC (<i>architecture, engineering and construction</i> , architektura, inżynieria i budownictwo) i FM (<i>facility management</i> , zarządzanie obiektami) korzysta z BIM
Finlandia	W 2007 roku Konfederacja Fińskiego Przemysłu Budowlanego zaczęła wymagać, aby wszystkie pakiety oprogramowania do projektowania miały certyfikat IFC. Państwowa agencja świadcząca usługi związane z nieruchomościami wymaga stosowania BIM w swoich projektach od 2001 roku
Francja	Popularyzacja BIM rozpoczęła się w latach 2006–2007, ale po raz pierwszy został on wdrożony w 2010 roku. BIM nie jest obowiązkowy, lecz francuskie Ministerstwo Mieszkalnictwa promuje go od 2014 roku w ramach planu inwestycyjnego o wartości 20 mln euro. W 2018 roku rząd francuski uruchomił BIM Plan 2022, aby przyspieszyć jego wdrażanie do procesu budowlanego. Około 50–60% francuskiego rynku budowlanego wykorzystuje w swoich projektach BIM na poziomie 2. Wprowadzono plan transformacji cyfrowej w budownictwie, którego celem jest pełna integracja i wdrożenie metodologii BIM we wszystkich regionach tego kraju. Aktualnie firmom budowlanym trudno jest go stosować ze względu na jego rozproszone standardy i formaty

Kraj	Stan wdrożenia BIM
Niemcy	Niemcy znajdują się w czołówce krajów, które opracowują i wdrażają krajową strategię BIM oraz szkolą i konsultują w tym zakresie. Pierwsze niemieckie projekty wykorzystujące BIM były realizowane w latach 2006–2009. Od 2015 roku BIM jest konsekwentnie stosowany przy dużych realizacjach o budżecie wynoszącym minimum 25 mln euro (tego rodzaju inwestycje obejmują około jedną trzecią projektantów i wykonawców w Niemczech). Od 2016 roku publiczne podmioty zamawiające mają prawo wymagać od wykonawcy zastosowania BIM. Dotyczy to również projektowania systemów transportowych, infrastruktury wody pitnej i inwestycji energetycznych. Od 2017 roku stosowanie BIM jest obowiązkowe w przypadku projektów o wartości powyżej 100 mln euro, natomiast od 2020 roku przy zamówieniach publicznych dotyczących krajowych projektów infrastrukturalnych. Większość niemieckich firm korzysta z BIM na poziomie 2, ale niektóre firmy działające na dużą skalę wdrożyły również poziom 3 w swoich projektach. Poza normami ISO nie obowiązują żadne konkretne zapisy standardów BIM dla umów projektowych i budowlanych. Federalne Ministerstwo Transportu i Infrastruktury Cyfrowej (BMVI) ogłosiło, że zapewni wsparcie finansowe dla małych i średnich przedsiębiorstw przechodzących na BIM. Rząd będzie również zachęcał firmy do przeprowadzania projektów pilotażowych. Niemieckie stowarzyszenia i firmy utworzyły grupę Planen Bauen 4.0, która aktywnie wspiera wdrażanie BIM w kraju. Szacuje się, że około 70% firm budowlanych w Niemczech korzysta z BIM, głównie firmy architektoniczne i projektowe
Austria	Od 2011 roku BIM jest stosowany w Austrii przez pojedyncze firmy. W 2015 roku Austriacki Instytut Norm opracował otwarte i zaawansowane standardy BIM – ÖNORM A 6241-2 (wszystkie poziomy do 3). Przyspieszyło to jego wdrażanie wśród dużych deweloperów. Jednak tylko 20% małych i średnich firm budowlanych korzysta z BIM. Najczęściej spotykanym poziomem dojrzałości jest poziom 1, poziom 2 jest aktywnie rozwijany. Jednym z problemów w Austrii jest to, że międzynarodowy format IFC do wymiany danych modelu BIM jest używany tylko przez niewielką liczbę austriackich firm projektowych, co ogranicza zakres współpracy między partnerami. Ponad połowa (59%) architektów i projektantów ankietowanych przez Fraunhofer IAO stwierdziła, że różne formaty i standardy programów CAD powodowały problemy w ich pracy. Niezależnie od tego w wielu austriackich projektach wykorzystano BIM – głównie w obiektach finansowanych przez państwo lub w dużych inwestycjach komercyjnych. Od 2018 roku BIM jest wymagany do kontroli budżetu przy budowie obiektów użyteczności publicznej. Zgodnie z zaleceniem Komisji Europejskiej w Austrii od 2020 roku BIM jest obowiązkowy dla przetargów i zamówień publicznych na roboty budowlane. Według badania przeprowadzonego przez Fraunhofer IAO tylko 6% specjalistów z branży uważa, że BIM powinien być wymagany prawnie
Holandia	Jest liderem w stosowaniu BIM pomimo braku przymusowości. Szacuje się, że 80% architektów korzysta z niego w swoich projektach. Rozwój krajowych standardów BIM, takich jak VISI, pokazuje zaangażowanie Holandii w ujednolicone praktyki BIM. Holenderska Rada ds. Informacji o Budynkach (BIR) promuje cyfrowy proces budowlany, BIM Loket doradza w zakresie otwartych standardów BIM, a Holenderska Dyrekcja Generalna ds. Robót Publicznych i Gospodarki Wodnej (Rijkswaterstaat) jest jednym z największych klientów BIM w Europie. W budownictwie mieszkaniowym tego kraju bardzo popularna jest prefabrykacja, co czyni BIM wyjątkowo efektywnym rozwiązaniem dla tego typu projektów

Kraj	Stan wdrożenia BIM
Rosja	Rosja szybko przyjęła BIM i poczyniła niezwykle postępy w jego wdrażaniu w branży budowlanej, pomimo że po raz pierwszy został on oficjalnie zastosowany w 2014 roku. Zbiór zasad dotyczących BIM wprowadzono w 2018 roku, a w 2020 roku zatwierdzono jako standard. Ustanowiono 15 norm krajowych (GOST) i 8 zestawów zasad modelowania informacji. Od marca 2022 roku technologia BIM we wszystkich projektach rządowych stała się obowiązkiem. W przypadku Rosji przepisy rządowe i konsekwentne wsparcie promują wprowadzanie BIM w rosyjskim budownictwie. Obecnie z BIM korzystają deweloperzy i firmy budowlane w Moskwie, Sankt Petersburgu, Kazaniu, Ufie i Jekaterynburgu
Czechy	W 2017 roku rząd zatwierdził strategię wdrażania BIM (Konceptce Zavádění Metody Bim V České Republice). W 2022 roku planowano wprowadzić obowiązek stosowania BIM w przypadku zamówień publicznych o wartości przekraczającej 150 mln koron (około 6,28 mln euro) i prac projektowych o wartości powyżej 6 mln koron (około 250 tys. euro), ale zostało to przesunięte na rok 2024
Włochy	BIM jest obowiązkowy w przypadku zamówień publicznych, ale nie dla każdego projektu. Strategia jego wdrażania opiera się na stopniowym corocznym wprowadzaniu wymagań ekonomicznych dotyczących zamówień publicznych. W 2019 roku pierwszy poziom ustalono na 100 mln euro, w roku 2020 było to 50 mln euro, a na rok 2022 ustalono limit na poziomie 15 mln euro. W 2025 roku BIM stanie się wymogiem w przypadku wszystkich robót publicznych o wartości od 1 mln euro
Hiszpania	W 2018 roku stosowanie BIM stało się obowiązkowe w przypadku zamówień publicznych o wartości przekraczającej 2 mln euro
Ameryka Północna	
Stany Zjednoczone	Stany Zjednoczone są twórcami BIM i pionierami wdrożenia od lat 70. ubiegłego wieku. Kraj ten jest federacją stanów, co oznacza, że w rządzie federalnym nie ma agencji, która mogłaby narzucić BIM. Rząd USA nie zobligował nakazowo jego stosowania, jest to jednak powszechna praktyka na etapie projektowania, realizacji i zarządzania obiektami, która jest przedmiotem umowy między inwestorem a wykonawcą. BIM został powszechnie przyjęty przez agencje rządowe, takie jak Departament Obrony i Administracja Usług Ogólnych. Marynarka Wojenna i armia USA korzystają z BIM do projektowania i budowy swoich obiektów oraz zarządzania swoimi aktywami. Główna inicjatywa rządowa wyszła od Administracji Usług Ogólnych (General Service Administration), która w 2003 roku ustanowiła wytyczne technologii 3D/4D/BIM. Niektóre stany, takie jak Wisconsin i Teksas, wprowadziły obowiązek stosowania BIM w przypadku projektów publicznych, których wartość przekracza określoną kwotę w dolarach. Założony przez Kongres Stanów Zjednoczonych, obecnie pozarządowy Narodowy Instytut Nauk o Budownictwie (NIBS, National Institute of Building Sciences) działa jako łącznik między rządem a sektorem prywatnym, aby ugruntować szersze przyjęcie BIM. Znane projekty w USA, w tym międzynarodowy port lotniczy w Oakland i winiarnia Silver Oak, z powodzeniem wdrożyły BIM i zyskały takie korzyści, jak lepsza komunikacja, efektywne zarządzanie projektami oraz oszczędność czasu i kosztów
Kanada	Standard BIM dla budownictwa, Smart Canada, został przyznany przez społeczność AECO (The Architecture, Engineering, Construction, and Operations), co spowodowało szybkie tempo wprowadzania BIM w tym kraju
Meksyk	Krajowa strategia BIM rozpoczęła się w 2017 roku, ale weszła w życie rok później, kiedy Ministerstwo Finansów i Kredytu Publicznego (SHCP) wprowadziło progresywny plan działania na osiem lat. Istotą tego planu jest współpraca sektora prywatnego i publicznego

Kraj	Stan wdrożenia BIM
Ameryka Południowa	
BIM GOB LATAM to druga na świecie regionalna sieć BIM (po Grupie Zadaniowej UE ds. BIM). Sieć BIM rządów Ameryki Łacińskiej ma na celu zwiększenie produktywności branży budowlanej poprzez transformację cyfrową i pracę promującą wspólne wytyczne BIM w regionie. Prowadzone są szkolenia członków sieci BIM, aby osiągnąć ten sam poziom kluczowej wiedzy w regionie. W 2022 roku komitet strategiczny tej organizacji opracował podręcznik strategiczny, w którym podsumowano wydarzenia dotyczące przyjęcia BIM w regionie oraz to, co zostało osiągnięte na szczeblach publicznym i rządowym	
Brazylia	W 2018 roku BIM stał się prawnym standardem na mocy dekretu 9.277 C6-BIM. Termin realizacji inicjatywy wynosi dziesięć lat. W styczniu 2021 roku BIM stał się obowiązkowy w przypadku inwestycji bezpośrednio lub pośrednio finansowanych przez firmy związane z federalną administracją publiczną
Kolumbia	Jest południowoamerykańskim liderem we wdrażaniu BIM. W 2022 roku rząd w ramach swojej krajowej strategii BIM nakazał jego stosowanie w 10–25% projektów budownictwa publicznego w kraju, a od 2023 roku w 35–50% projektów. Stopniowe wdrażanie obowiązku BIM w sektorze publicznym planowane jest do 2026 roku
Argentyna	Krajowa strategia BIM, promowana przez BIM FORUM Argentina, polega na stopniowym wdrażaniu tej technologii. Przyjęto program SIBIM, którego celem jest optymalizacja procesów w zakresie projektowania, planowania i realizacji robót publicznych. Inicjatywa ta jest częścią planu transformacji cyfrowej, który zwiększy efektywność krajowych robót publicznych. Oczekuje się, że w przypadku SIBIM wszystkie projekty dotyczące robót publicznych i infrastruktury przyjmą BIM do 2025 roku. Opracowywane są projekty pilotażowe i standardy ISO 19650. Pierwszy standard BIM, IRAM-ISO 19650-1 (koncepty i zasady), został wydany w 2020 roku
Chile	W 2016 roku chilijska Agencja Rozwoju Gospodarczego (Cofro) stworzyła PlanBIM, czyli strategię mającą na celu poprawę produktywności oraz zrównoważenie społeczne, gospodarcze i środowiskowe w branży budowlanej. PlanBIM dąży do wdrożenia BIM w przypadku budynków użyteczności publicznej i projektów infrastrukturalnych. Oczekuje się, że do 2025 roku branża budowlana, zwłaszcza instytucje publiczne i regionalne, będzie całkowicie stosować BIM
Azja	
Chiny	BIM został wprowadzony i wdrożony w 2016 roku. Od tego czasu projektanci i firmy wykonawcze odnotowali wysoki poziom jego wdrożenia w kontekście szybkiego rozwoju budownictwa i modernizacji przemysłu budowlanego. Pierwszym projektem, w którym wdrożono technologię BIM, była wieża w Szanghaju, która jest aktualnie najwyższym budynkiem w Chinach. BIM zastosowano również w takich projektach, jak międzynarodowy port lotniczy Pekin-Daxing, ekspresowe połączenie kolejowe Guangzhou-Shenzhen-Hongkong
Japonia	Początki BIM w Japonii to rok 2009, wraz z pierwszą lokalną publikacją i konferencją BIM z udziałem najlepszych japońskich firm architektonicznych. Aktualnie szacuje się, że 56% profesjonalistów korzysta z BIM. W 2016 roku japońskie Ministerstwo Gruntów, Infrastruktury, Transportu i Turystyki (MLIT) uruchomiło program i-Construction w celu promowania technologii 3D i zwiększenia produktywności o 20% do 2025 roku. MLIT stworzyło projekt PLATEAU polegający na opracowywaniu trójwymiarowych modeli miast i standardów IFC. W 2023 roku wdrożono Projekt Akceleracji BIM. Jest to rządowa inicjatywa inwestycyjna zachęcająca do wykorzystania BIM w ramach partnerstw publiczno-prywatnych. Od 16 stycznia 2023 roku firmy realizujące budynki o powierzchni powyżej 1000 m ² lub trzech kondygnacji mogą ubiegać się o dotacje na część kosztów projektowania i budowy związanych z tworzeniem modeli BIM

Kraj	Stan wdrożenia BIM
Malezja	BIM zyskał na popularności dzięki Programowi Transformacji Przemysłu Budowlanego (CITP) na lata 2015–2020. W ciągu pięciu lat szybkie przejście z pracochłonnego sektora budowlanego do sektora budowlanego opartego na technologii spowodowało wzrost produktywności o 60%. Program podkreślił kluczową rolę BIM dla wzrostu produktywności w kraju o wysokich wydatkach na infrastrukturę publiczną i mieszkalnictwo. Od 2018 roku BIM jest obowiązkowy w przypadku projektów publicznych przekraczających 100 mln RM (około 20 mln euro). Dąży się do wdrożenia BIM na poziomie 80% do 2025 roku, a obowiązek jego stosowania w przypadku niektórych projektów prywatnych jest przedmiotem debaty
Singapur	W Singapurze BIM został wprowadzony w 2010 roku. Pięć lat później Urząd ds. Budownictwa i Konstrukcji (BCA, Building and Construction Authority) wprowadził plan działania (mapę drogową) BIM dla wszystkich projektów publicznych. W 2015 roku władze budowlane wdrożyły funkcję elektronicznego składania projektów BIM w celu obsługi projektów o powierzchni większej niż 5000 m ² . BCA opracował także „Singapurski przewodnik po BIM” i „Szczegółowe warunki BIM”, aby pomóc branży w jego przyjęciu. BIM zastosowano w takich projektach, jak zintegrowany ośrodek Marina Bay Sands, Narodowy Szpital Uniwersytecki i Singapurskie Centrum Sportowe. Singapur koncentruje się na rozwoju inteligentnego narodu (<i>smart nation</i>), wdrażając BIM jako kluczową technologię zarówno w publicznych, jak i prywatnych projektach budowlanych
Tajlandia	Nie wprowadzono jeszcze obowiązku stosowania BIM. Na jego przyjęcie wpływa sektor prywatny, najlepsi deweloperzy korzystają z BIM. Organizacja BIMobject Thailand jest zaangażowana w opracowanie <i>Thailand BIM Object Construction Material Guideline</i> , aby ustanowić standardy dla producentów i zapewnić wytyczne dla wszystkich interesariuszy
Australia i Oceania	
Australia	W 2010 roku został zrealizowany pierwszy projekt oparty na BIM. Nie ma ustalonej krajowej strategii BIM. Rządy Wiktorii i Queensland wraz z Australasian BIM Advisory Board (Australazjatycką Radą Doradczą BIM) stworzyły ramy wspierające BIM w Australii. Od 1 lipca 2019 roku wszystkie projekty budowlane rządu Queensland o wartości co najmniej 50 mln AUD muszą wykorzystywać BIM od wczesnej fazy planowania. Stan Queensland jest liderem pod względem wdrażania BIM. Departament Infrastruktury, Samorządu Lokalnego i Planowania stanu Queensland opublikował przewodnik dotyczący stosowania BIM w infrastrukturze drogowej. Rządy Australii Południowej i Australii Zachodniej wspierają przyjęcie BIM, wykorzystując tę technologię w prestiżowych projektach, takich jak szpital Royal Adelaide Hospital i szpital dziecięcy w Perth. Projekt Metro w Sydney został pomyślnie wdrożony dzięki wykorzystaniu BIM
Nowa Zelandia	Nie ma jeszcze obowiązku stosowania BIM w Nowej Zelandii. W 2014 roku powołano BIM Acceleration Committee (Komitet Akceleracji BIM), którego zadaniem jest koordynacja wysiłków na rzecz zwiększenia wykorzystania BIM. Organizacja BIMinNZ zajmuje się edukacją dotyczącą BIM, studiami przypadków i opracowaniem podręczników najlepszych praktyk. Według tej organizacji w latach 2014–2020 podwojono liczbę projektów wymagających BIM w procesie zamówień

Kraj	Stan wdrożenia BIM
Afryka	
Wprowadzanie BIM w Afryce jest opóźnione w stosunku do innych regionów świata. Jako główne bariery wymienia się brak szkoleń i wsparcia rządowego. BIM jest stosowany przez niektóre lokalne firmy. W Abudży w Nigerii powołano BIM Africa – organizację społeczeństwa obywatelskiego, której celem jest ułatwianie przyjęcia i wdrażania BIM na całym kontynencie	
Etiopia	W Etiopskim Planie Wzrostu i Transformacji II z 2015 roku określono potrzebę pilotażu i oceny możliwości zastosowania BIM. Planuje się, że BIM stanie się standardem branżowym dla projektów budowlanych o wartości ponad 250 mln ETB (około 4,6 mln euro) do roku 2025

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie: *Which countries are leading the BIM adoption across world?*, <https://www.qecad.com/cadblog/which-countries-are-leading-the-bim-adoption-across-world/> [dostęp: 20.03.2024]; *The 2023 global guide to BIM mandates and initiatives*, <https://business.bimobject.com/pl/materialy/globalny-przewodnik-po-przepisach-i-inicjatywach-bim/> [dostęp: 20.03.2024]; *BIM adoption in Nordic countries*, <https://www.bimspot.io/blogs/bim-adoption-nordic-countries/> [dostęp: 20.03.2024]; *Stan wdrożenia BIM w 2021 roku: porównanie 7 krajów*, <https://www.planradar.com/pl/stan-wdrozenia-bim-w-2021-roku-porownanie-7-krajow/> [dostęp: 20.03.2024]; B. Pathak, *Top Countries that are Leading BIM Adoption in the World*, <https://www.bimservicesindia.com/blog/leading-bim-adoption-countries-in-world/> [dostęp: 20.03.2024].

Poziom wdrożenia BIM w Polsce jest nadal dość niski. Biorąc to pod uwagę, Dariusz Kasznia w 2017 roku wyróżnił cztery poziomy jego wdrożenia i stosowania⁴⁸:

1. BIM narzędziowy – polega na utożsamianiu BIM ze stosowaniem narzędzi do modelowania 3D; spotykany przede wszystkim w biurach projektowych.
2. Pseudo-BIM – stworzenie modelu 3D, ale jego niewykorzystywanie; przykład: biuro projektowe realizuje projekt, opierając się na rysunkach 2D, następnie na ich podstawie próbuje stworzyć model 3D, wynajmuje do tego celu podwykonawcę, który wykona model 3D celem dostarczenia go zamawiającemu.
3. BIM wewnętrzny – biuro tworzy swój wewnętrzny model 3D, który pozwala obniżyć koszty projektowania poprzez zarządzanie zmianą, łatwiejsze zarządzanie dokumentacją, lepszą koordynację prac projektantów i wyeliminowanie większości błędów i kolizji projektowych oraz lepszą komunikację z zamawiającym; na podstawie modelu 3D generuje rysunki 2D, które przedstawiane są zamawiającemu. Charakterystyczną cechą modeli jest to, że zawierają tylko dane potrzebne na etapie projektowania. BIM wewnętrzny może dotyczyć też sytuacji, kiedy wykonawcy decydują się na stworzenie modelu 3D z otrzymanej dokumentacji 2D, uzupełniając ją np. o dane uzyskane ze skanowania istniejącej infrastruktury naziemnej czy różnego rodzaju badań infrastruktury podziemnej.
4. Po prostu BIM („ppBIM”).

⁴⁸ D. Kasznia, *Wersje BIM*, „Materiały Budowlane” 2017, nr 539, s. 76–77.

BIM narzędziowy oraz BIM wewnętrzny można traktować jako kolejne etapy rozwoju prowadzące do wdrożenia tej technologii w pełnym wymiarze, natomiast podejściem niewłaściwym jest pseudo-BIM⁴⁹.

W Polsce promowaniem i rozwojem BIM zajmuje się kilka instytucji i środowisk. Z inicjatywą jego wdrażania najpierw wystąpił sektor prywatny, organizując konferencje, seminaria i warsztaty poświęcone tej technologii⁵⁰.

W 2012 roku kilka firm z województwa małopolskiego związanych z branżą budowlaną i technologiami informacyjnymi powołało Klaster Technologii Informacyjnych w Budownictwie. Obecnie, jako oficjalnie zarejestrowane stowarzyszenie pod nazwą BIM Klaster, zrzesza proinnowacyjne i wysoko wyspecjalizowane przedsiębiorstwa działające w branży budowlanej i ICT (*information and communications technology*) z całej Polski, a także instytucje publiczne ze środowiska biznesowego i naukowego (uczelnie wyższe) wspierające przedsiębiorczość i innowacyjność gospodarki w Polsce⁵¹.

Szereg działań związanych z upowszechnieniem elementów BIM na polskim rynku budowlanym prowadzi Ministerstwo Rozwoju i Technologii (poprzednio Ministerstwo Rozwoju). Jego głównym celem działalności w zakresie BIM jest promowanie metodyki BIM wśród uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego i przedstawicieli branży budowlanej. Ministerstwo realizowało projekt „Cyfryzacja procesu budowlanego w Polsce”, zakończony w 2020 roku. W jego ramach opracowana została *Mapa drogowa dla wdrożenia metodyki BIM w zamówieniach publicznych*. Dokument ten wytycza potencjalny plan czynności, które mają doprowadzić do wdrożenia metodyki BIM w postępowaniach o udzielenie zamówień publicznych w budownictwie.

W polskim prawie zamówień publicznych nie ma obowiązku stosowania BIM. Podstawowym dokumentem przetargowym na obiekt budowlany zgodnie z ustawą o zamówieniach publicznych jest specyfikacja warunków zamówienia. W procesie inwestycyjnym opartym na BIM istnieją dwa przedmioty zamówienia – obiekt budowlany i jego cyfrowy model. Zastosowanie BIM rozszerzyło dokumentację o EIR (wymagania informacyjne zamawiającego), ale w polskim prawie zamówień publicznych nie ma odpowiednika tego dokumentu. Powinien on zawierać wymagania zamawiającego dotyczące metod, procesów, standardów oraz informacji, jakie mają się znaleźć w cyfrowym modelu⁵². Określenie tych kwestii w procesie przetargowym jest nowością i inwestorzy mają trudności z ich zdefiniowaniem.

Podstawowe dokumenty na temat metodyki BIM mające status polskich norm krajowych to wydane przez PKN normy serii PN-EN ISO 19650, które mają charakter bardzo ogólny. W lipcu 2023 roku PKN opublikował w polskiej wersji językowej arkusz 1 normy PN-EN ISO 19650-1. Dotychczas nie ma norm szczegółowych obowiązujących na szczeblu krajowym. W odpowiedzi na to w lipcu 2020 roku został

⁴⁹ Ibidem.

⁵⁰ Ł. Gorgolewski, *BIM i jego wdrażanie w Polsce*, „Inżynier Budownictwa” 2021, nr 2, s. 44–47.

⁵¹ BIM Klaster, *O nas*, <https://www.bimklaster.org.pl/bim-klaster/o-nas/> [dostęp: 20.03.2024].

⁵² M. Szóstak, *Wymagania Zamawiających w zakresie stosowania technologii BIM w zamówieniach publicznych*, „Przegląd Budowlany” 2023, nr 1–2, s. 43–47.

opublikowany podręcznik *BIM Standard PL*, w którym podano zasady przygotowania i realizacji inwestycji kubaturowych w Polsce zgodnie z normą PN-EN ISO 19650 i krajowym prawem budowlanym⁵³. Publikacja powstała pod patronatem Polskiego Związku Pracodawców Budownictwa (PZPB), Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa (PZITB), Stowarzyszenia Architektów Polskich (SARP), przy współudziale firm generalnych wykonawców: Skanska, BUDIMEX, WARBUD, PORR oraz ekspertów Fundacji EccBIM. *BIM Standard PL* jest cennym narzędziem, gdyż zawiera wzory dokumentów mające wesprzeć inwestorów w efektywnym i skutecznym przygotowaniu i realizacji inwestycji zgodnie z metodyką BIM i z pewnością ułatwi zamawiającemu jej implementację.

Ministerstwo Infrastruktury przy wsparciu Polskiego Kongresu Drogowego opublikowało wzorce i standardy BIM do dobrowolnego stosowania, zawierające wytyczne modelowania informacji o drogach (BIM-D-01 – publikacja w 2022 roku)⁵⁴ oraz drogowych obiektach inżynierskich (BIM-M-01 – publikacja w 2021 roku)⁵⁵.

W 2022 roku Urząd Zamówień Publicznych wydał pozycję *BIM – innowacyjne podejście do zamówień publicznych w sektorze budowlanym*⁵⁶. Oprócz zagadnień poświęconych zamówieniom publicznym w kontekście BIM omówiono w niej również formaty otwarte i cyfryzację procesu inwestycyjno-budowlanego. Przedstawiono też dwa przypadki zastosowania BIM: w inwestycji liniowo-kubaturowej (na przykładzie Centralnego Portu Komunikacyjnego) i w inwestycji kubaturowej (na przykładzie Ośrodka Narciarstwa Biegowego i Biathlonu w Jakuszykach)⁵⁷.

W marcu 2022 roku w ramach działań związanych z upowszechnieniem elementów BIM na polskim rynku budowlanym Ministerstwo Rozwoju i Technologii powołało Grupę roboczą ds. BIM. Do jej zadań należy opracowanie strategii wdrażania BIM w Polsce oraz zapewnienie wsparcia ministrowi w działaniach z tym związanych. Do współpracy zaproszeni zostali przedstawiciele szerokiego grona interesariuszy metodyki BIM w Polsce⁵⁸.

W 2023 roku Urząd Zamówień Publicznych opublikował *BIM dla sektora publicznego – zagadnienia dotyczące wymagań informacyjnych zamawiającego*. Opracowanie to, jak we wstępie podaje autor, jest próbą wskazania, z uwzględnieniem polskiej

⁵³ R. Bednarczyk et al., *BIM Standard PL*, Polski Związek Pracodawców Budownictwa, Warszawa 2020, <https://www.gov.pl/web/uzp/bim-standard-pl> [dostęp: 20.03.2024].

⁵⁴ *Wprowadzenie do stosowania technologii BIM w budownictwie drogowym*, oprac. J. Magiera, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2022, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/bim> [dostęp: 20.03.2024].

⁵⁵ *Powiązanie wymagań technicznych dotyczących drogowych obiektów inżynierskich z technologią BIM*, oprac. J. Rymśa, M. Salamak, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2021, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/bim> [dostęp: 20.03.2024].

⁵⁶ *BIM – innowacyjne podejście...*

⁵⁷ Ibidem.

⁵⁸ Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii, *BIM w Polsce...*

specyfiki, sposobów przygotowania i przeprowadzenia postępowań na wybór wykonawcy zgodnych z wymogiem BIM oraz efektywnego wykorzystania tej metodyki w zależności od zasobów technicznych i wiedzy zespołu zamawiającego⁵⁹.

Wyższe uczelnie w Polsce na kierunku budownictwo wprowadzają stopniowo do programów kształcenia zagadnienia związane z BIM. Niektóre uczelnie oprócz przedmiotów poświęconych BIM uruchamiają nowe kierunki, specjalności oraz studia podyplomowe z tej tematyki⁶⁰. Przykładem jest Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku Politechniki Białostockiej, który w 2021 roku uruchomił na studiach drugiego stopnia kierunek BIM – modelowanie i zarządzanie informacją o budynku.

⁵⁹ D. Kasznia, *BIM dla sektora publicznego – zagadnienia związane z wymaganiami informacyjnymi zamawiającego*, <https://www.gov.pl/web/uzp/bim-dla-sektora-publicznego--zagadnienia-zwiazane-z-wymaganiami-informacyjnymi-zamawiajacego2> [dostęp: 20.03.2024].

⁶⁰ J. Zabielski, *Poziom wdrożenia technologii BIM w procesie kształcenia budowlanego w Polsce*, „Przegląd Budowlany” 2023, nr 3–4, s. 88–94.

2. Metodyka badawcza

2.1. Cele i etapy badawcze

W monografii przedstawiono wyniki wybranych badań prowadzonych w ramach projektu „Cyfryzacja procesu produkcyjnego w budownictwie – Polskie Centrum BIM”, POIR.02.03.07-20-0001/21, który uzyskał finansowanie w Programie Operacyjnym Inteligentny Rozwój, Oś priorytetowa II: Wsparcie otoczenia i potencjału przedsiębiorstw do prowadzenia działalności B+R+I, Działanie 2.3: Proinnowacyjne usługi dla przedsiębiorstw, Poddziałanie 2.3.7. Rozwój potencjału koordynatorów Krajowych Klastrow Kluczowych. Projekt realizowany był w ramach Polskiego Klastra Budowlanego (PKB) i skupiał się w największej mierze na przygotowaniu i udostępnieniu przedsiębiorcom branży budowlanej narzędzi pozwalających sprawnie i skutecznie wspomóc proces cyfryzacji przedsiębiorstwa⁶¹.

Badania zakładały realizację dwóch głównych celów badawczych:

- Cel 1. Identyfikacja i ocena możliwości, potrzeb i perspektyw zastosowania BIM w branży budowlanej.
- Cel 2. Identyfikacja i ocena potrzeb szkoleniowych i doradczych przedstawicieli przedsiębiorstw PKB w ramach usług oferowanych przez Centrum Kompetencji BIM.

Realizacja powyższych głównych celów badawczych nastąpiła w trzech etapach obejmujących ocenę stanu wdrożenia BIM w branży budowlanej, określenie perspektyw rozwoju BIM oraz ocenę szkoleń i usług doradczych oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM. Celom głównym zostały przypisane cele szczegółowe, do których dobrano metody i techniki badawcze (tabela 2.1).

W badaniach zastosowano triangulację metod badawczych. Realizację celów badawczych zapewniło wykorzystanie badań zarówno jakościowych (zogniskowanego wywiadu grupowego, metody delfickiej), jak i ilościowych (metody sondażu diagnostycznego).

⁶¹ Polskie Centrum BIM, <https://polskiecentrumbim.pl/> [dostęp: 29.12.2023].

TABELA 2.1. Cele, etapy oraz metody i techniki badawcze

Cele główne	Etapy badawcze	Cele szczegółowe	Metody i techniki badawcze, próba badawcza
C1. Identyfikacja i ocena możliwości, potrzeb i perspektyw zastosowania BIM w branży budowlanej	ETAP I. Ocena stanu wdrożenia BIM w branży budowlanej	1. Ocena poziomu wiedzy o BIM 2. Ocena poziomu dojrzałości wdrożenia BIM 3. Identyfikacja i ocena korzyści wynikających z wdrożenia BIM 4. Identyfikacja i ocena czynników sprzyjających oraz barier wdrażania BIM	Metoda analizy i krytyki piśmiennictwa Badania jakościowe – FGI (zogniskowany wywiad grupowy), 6 ekspertów Badania ilościowe – metoda sondażu diagnostycznego, technika wspomaganego komputerowo wywiadu przy pomocy strony WWW (CAWI), 120 przedstawicieli PKB
	ETAP II. Określenie perspektyw rozwoju BIM	1. Identyfikacja trendów w rozwoju BIM 2. Ocena istotności trendów w rozwoju BIM 3. Ocena istotności czynników sprzyjających oraz barier rozwoju BIM	Metoda analizy i krytyki piśmiennictwa Metoda delficka, 22 ekspertów
C2. Identyfikacja i ocena potrzeb szkoleniowych i doradczych przedsiębiorstw PKB w ramach usług oferowanych przez Centrum Kompetencji BIM	ETAP III. Ocena szkoleń i usług doradczych oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM	1. Identyfikacja i ocena znaczenia kompetencji niezbędnych w prowadzeniu projektów BIM 2. Identyfikacja luki kompetencyjnej 3. Ocena wykazu szkoleń (możliwości wypełnienia luki kompetencyjnej)	Badania jakościowe – zogniskowany wywiad grupowy połączony z wypełnieniem częściowo ustrukturyzowanego kwestionariusza wywiadu (FGI), 12 przedstawicieli PKB
		1. Identyfikacja przyczyn odbycia przez przedstawicieli przedsiębiorstw PKB szkoleń oferowanych w Centrum Kompetencji BIM (pretest) 2. Ocena jakości szkoleń (posttest)	Badania ilościowe – metoda sondażu diagnostycznego, technika CAWI (pretest i posttest – 40 przedstawicieli PKB)
		1. Identyfikacja oczekiwań przedstawicieli przedsiębiorstw PKB wobec usługi doradczej (pretest) 2. Ocena satysfakcji z usługi doradczej (posttest)	Badania ilościowe – metoda sondażu diagnostycznego, technika CAWI (pretest i posttest – odpowiednio 18 i 20 przedstawicieli PKB)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W realizację procesu badawczego zaangażowano przedstawicieli różnych grup interesariuszy (pracowników przedsiębiorstw – członków Polskiego Klastra Budowlanego, przedstawicieli kadry akademickiej specjalizujących się w tematyce BIM oraz specjalistów z zakresu BIM, mających doświadczenie z technologią w praktyce gospodarczej).

2.2. Etap I. Stan wdrożenia BIM w Polsce – metody badawcze, charakterystyka próby badawczej

W pierwszym etapie badań dokonano oceny stanu wdrożenia BIM w Polsce. Założono realizację czterech celów szczegółowych:

1. Ocena poziomu wiedzy o BIM.
2. Ocena poziomu dojrzałości wdrożenia BIM.
3. Identyfikacja i ocena korzyści wynikających z wdrożenia BIM.
4. Identyfikacja i ocena czynników sprzyjających oraz barier wdrażania BIM.

Przeprowadzono badania jakościowe i ilościowe. Te pierwsze poprzedził przegląd polskiej i zagranicznej literatury przedmiotu z zakresu BIM, obejmującej zarówno opracowania teoretyczne, jak i wyniki badań wtórnych. Główna tematyka poruszana w powyższych publikacjach dotyczyła: założeń koncepcji BIM, korzyści z jej wdrożenia w branży budowlanej, barier implementacji BIM w przedsiębiorstwach, perspektyw oraz działań wspierających rozwój BIM w Polsce i za granicą.

Badania jakościowe przeprowadzono w czerwcu 2023 roku. Zostały one zrealizowane metodą zogniskowanego wywiadu grupowego FGI (*Focus Group Interview*). Jest to dyskusja prowadzona przez moderatora w grupie celowo dobranych osób (najlepsze efekty daje badanie w grupie od 6 do 12 osób), skoncentrowana wokół określonego tematu bądź kilku tematów. Badania jakościowe FGI poprzez generowanie nowych pomysłów i twórczych koncepcji służą opracowaniu narzędzi do badań ilościowych. W omawianym projekcie wyniki badania jakościowego zostały wykorzystane do opracowania kwestionariusza badania ilościowego realizowanego na tym etapie. Ponadto istotą badania FGI jest uzupełnienie badań ilościowych o oceny i uwagi członków panelu.

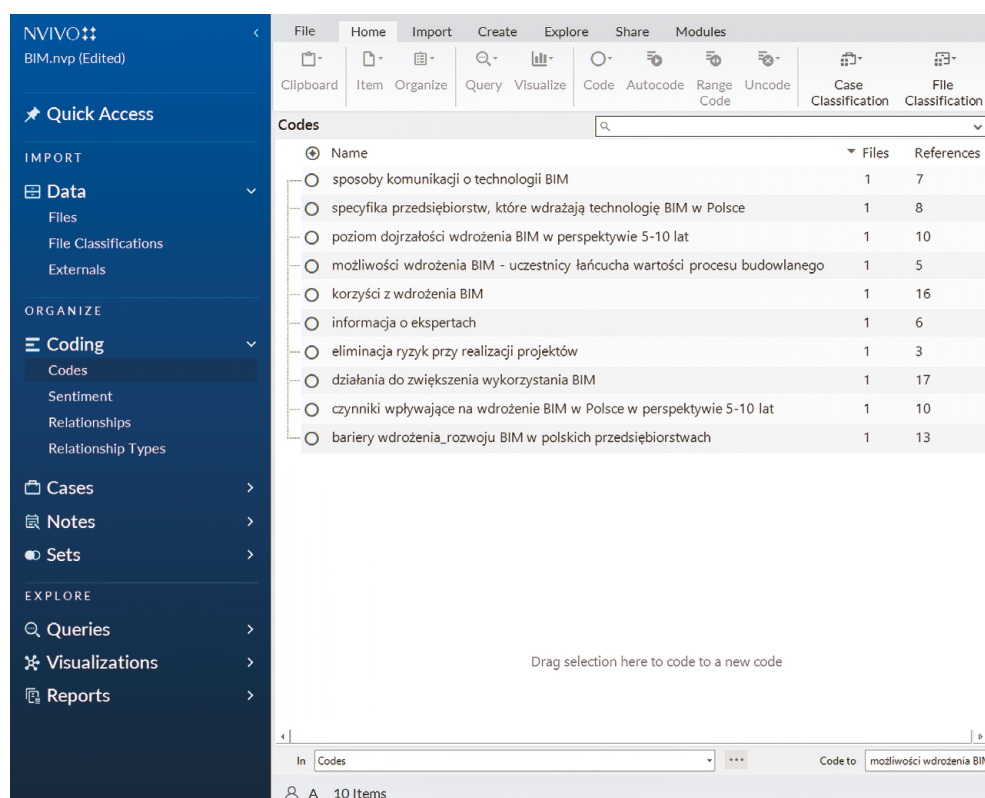
Badanie jakościowe zostało przeprowadzone według przygotowanego scenariusza zogniskowanego wywiadu grupowego (aneks, Załącznik nr 1. Scenariusz zogniskowanego wywiadu grupowego – stan wdrożenia BIM w Polsce). Dyskusja obejmowała takie zagadnienia jak:

- specyfika przedsiębiorstw, które wdrażają technologię BIM w Polsce;
- korzyści wynikające z wdrożenia BIM w polskich przedsiębiorstwach;
- bariery wdrożenia BIM w polskich przedsiębiorstwach;
- czynniki prawne, ekonomiczne, technologiczne wpływające na wdrożenie metodyki BIM;

- możliwości wdrożenia BIM wśród uczestników łańcucha wartości procesu budowlanego w Polsce (producentów materiałów budowlanych, architektów, projektantów konstrukcji, instalacji HVAC i instalacji elektrycznych, inwestorów prywatnych i publicznych, generalnych wykonawców, podwykonawców, zarządców i właścicieli obiektów);
- poziom dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce;
- działania wspierające wdrożenie / częstsze stosowanie BIM wśród uczestników łańcucha wartości procesu budowlanego w Polsce;
- sposoby komunikowania o BIM.

Powyższe badanie zostało nagrane oraz sporządzono jego transkrypcję. Wyniki zogniskowanego wywiadu grupowego zostały opracowane z wykorzystaniem oprogramowania do analizy badań jakościowych Nvivo v. 17.1. Dane poddano procesowi kodowania, w którym skorzystano z podejścia dedukcyjnego (*deductive approach*) polegającego na użyciu z góry określonego zestawu etykiet (kodów). Ogólnie zastosowano 10 podstawowych kodów (tabela 2.2).

TABELA 2.2. Kodowanie danych



Name	Files	References
sposoby komunikacji o technologii BIM	1	7
specyfika przedsiębiorstw, które wdrażają technologię BIM w Polsce	1	8
poziom dojrzałości wdrożenia BIM w perspektywie 5-10 lat	1	10
możliwości wdrożenia BIM - uczestnicy łańcucha wartości procesu budowlanego	1	5
korzyści z wdrożenia BIM	1	16
informacja o ekspertach	1	6
eliminacja ryzyk przy realizacji projektów	1	3
działania do zwiększenia wykorzystania BIM	1	17
czynniki wpływające na wdrożenie BIM w Polsce w perspektywie 5-10 lat	1	10
bariery wdrożenia_rozwoju BIM w polskich przedsiębiorstwach	1	13

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie Nvivo v. 17.1.

Zdecydowano się na tylko jedną sesję fokusową. Wywiad grupowy powinien zostać przeprowadzony z więcej niż jedną grupą respondentów, ale zdaniem np. Paula Hague'a jeden wywiad zogniskowany jest wystarczający, jeżeli jest to wstępny etap badań, mający na celu opracowanie pytań kwestionariusza, który zostanie wykorzystany na etapie badań ilościowych⁶².

Moderowaną dyskusję fokusową przeprowadzono na grupie celowo dobranych sześciu ekspertów posiadających wiedzę i doświadczenie w zakresie BIM. W trakcie badania wykorzystano aplikację umożliwiającą zaangażowanie respondentów w wyrażanie opinii na żywo. Eksperci mieli doświadczenie z zakresu wykorzystania metodyki BIM w całym cyklu życia budynku – projektowania, kosztorysowania, wykonawstwa i zarządzania obiektami budowlanymi (tabela 2.3).

TABELA 2.3. Doświadczenie ekspertów zogniskowanego wywiadu grupowego

Ekspert 1. Ekspert ds. BIM i zarządzania projektami, psycholog biznesu, inżynier budownictwa
Ekspert 2. Radca prawny, doktor nauk prawnych, członek zarządu Stowarzyszenia Building SMART Polska i Grupy Roboczej ds. BIM przy Ministerstwie Rozwoju i Technologii. Wykładowca Uczelni Łazarskiego i Akademii Sztuki Wojennej
Ekspert 3. Architekt, członek Podlaskiej Okręgowej Izby Architektów, na swoim koncie ma projekty tworzone dla inwestorów prywatnych i publicznych, m.in. GDDKiA, Komendy Głównej Straży Pożarnej, Komendy Głównej Straży Granicznej, Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych czy Sądu Okręgowego w Olsztynie. Obecnie koordynator Polskiego Centrum BIM
Ekspert 4. Dyrektor zarządzający w Swissroc Building Intelligence, odpowiedzialny za oddział polski międzynarodowej zintegrowanej Grupy Budowlanej. BIM zajmuje się zarówno od strony projektowej, jak i wdrożeniowej. Wykładowca WSB Poznań, WSB Warszawa, AGH
Ekspert 5. Prezes Zarządu AMAGE Systems sp. z o.o., manager, inżynier praktyk. Właściciel i prezes firmy AMARS system. Doktor nauk technicznych
Ekspert 6. BIM manager, absolwent Politechniki Gdańskiej na kierunku budownictwo, programista. Ma ponadczternastoletnie doświadczenie w zakresie BIM. Zawodowo związany z Industria Project, gdzie razem z zespołem pracuje nad rozwojem i wdrożeniem technologii dla blisko 200 inżynierów z różnych branż w Polsce

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W pierwszym etapie przeprowadzono także badania ilościowe techniką CAWI (*Computer Assisted Web Interview*), w której respondenci wypełniają ankietę w formie elektronicznej. Otrzymują link pocztą elektroniczną. Po kliknięciu w niego uzyskują

⁶² P. Hague, *Badania marketingowe. Planowanie, metodologia i ocena wyników*, Helion, Gliwice 2002, s. 202.

dostęp do ankiety, którą wypełniają samodzielnie, korzystając ewentualnie z wyświetlanych wskazówek. Do zalet badań tego rodzaju należą krótszy czas ich realizacji oraz niższy koszt przeprowadzenia w porównaniu z badaniami terenowymi, a także możliwość stosunkowo łatwego dotarcia do szerokiego grona przedstawicieli przedsiębiorstw, również kadry zarządzającej.

Badania ilościowe przeprowadzono w październiku 2023 roku. Zrealizowano je z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety (aneks, Załącznik nr 2. Kwestionariusz badania ankietowego – stan wdrożenia BIM w Polsce). Zawierał on pytania półotwarte, pytania proste odwołujące się do różnych stwierdzeń i poglądów, które oceniane były w siedmiostopniowej skali porządkowej, oraz pytania metryczkowe. W kwestionariuszu pytano w szczególności o:

- źródła wiedzy o BIM;
- korzyści wynikające z zastosowania BIM w branży budowlanej;
- bariery ograniczające zastosowanie BIM w branży budowlanej;
- czynniki sprzyjające procesowi wdrożenia BIM w Polsce;
- obecny oraz przewidywany poziom dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce.

Właściwe badanie poprzedzono badaniem pilotażowym, którego celem było sprawdzenie jasności pytań, kompletności kafeterii oraz czasu trwania wywiadu.

Przy analizie danych korzystano z programu Statistica 10.0 oraz Microsoft Excel.

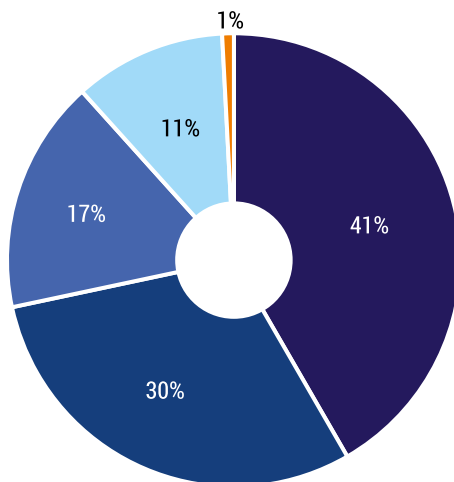
Respondentami badania ilościowego zrealizowanego techniką CAWI byli przedstawiciele przedsiębiorstw z PKB. W okresie trwania badania (czerwiec–wrzesień 2023) Polski Klaster Budowlany zrzeszał 400 podmiotów działających w branży budowlanej oraz w sektorach pokrewnych, których siedziby zlokalizowane są w Polsce. Od 2015 roku PKB ma status Krajowego Klastra Kluczowego. Nadawany jest on przez ministra gospodarki elitarniej grupie klastrów, które swoimi działaniami przyczyniają się do rozwoju przedsiębiorczości i konkurencyjności regionów, a tym samym całej gospodarki.

Link do ankiety przesłany został wszystkim członkom klastra. Otrzymany zwrot na poziomie 120 ankiet wskazuje na 30% badanej próby.

Respondenci pochodzili z przedsiębiorstw o różnej wielkości. Badaniem objęto (rys. 2.1)⁶³:

- 50 przedstawicieli przedsiębiorstw mikro (zatrudniających poniżej 10 pracowników);
- 36 przedstawicieli przedsiębiorstw małych (zatrudniających od 10 do 49 pracowników);
- 20 przedstawicieli przedsiębiorstw średnich (zatrudniających od 50 do 249 pracowników);
- 13 przedstawicieli przedsiębiorstw dużych (zatrudniających 250 lub więcej pracowników).

⁶³ Jeden z respondentów nie udzielił odpowiedzi na to pytanie.

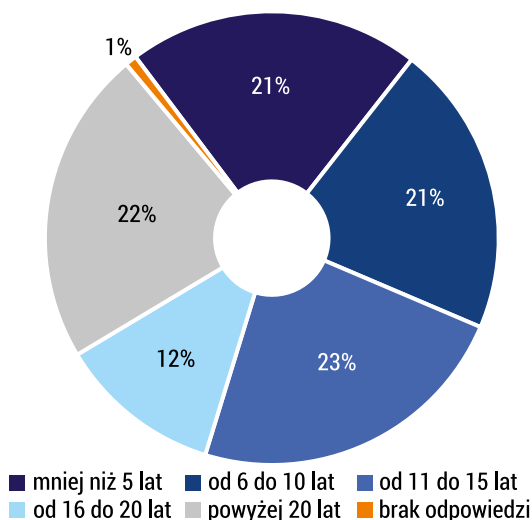


■ mikro (<10 pracowników) ■ małe (10–49 pracowników) ■ średnie (50–249 pracowników)
 ■ duże (250 lub więcej pracowników) ■ brak odpowiedzi

RYSUNEK 2.1. Struktura respondentów ze względu na wielkość przedsiębiorstwa

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Przedsiębiorstwa funkcjonujące na rynku ponad 10 lat stanowiły 57% firm objętych badaniem, w tym 22% działa dłużej niż 20 lat. Przedsiębiorstw działających w branży 5 lat i krócej, a także tych będących na rynku od 6 do 10 lat odnotowano po 21%, natomiast firm mieszczących się w przedziale 11–15 lat było 23% (rys. 2.2).

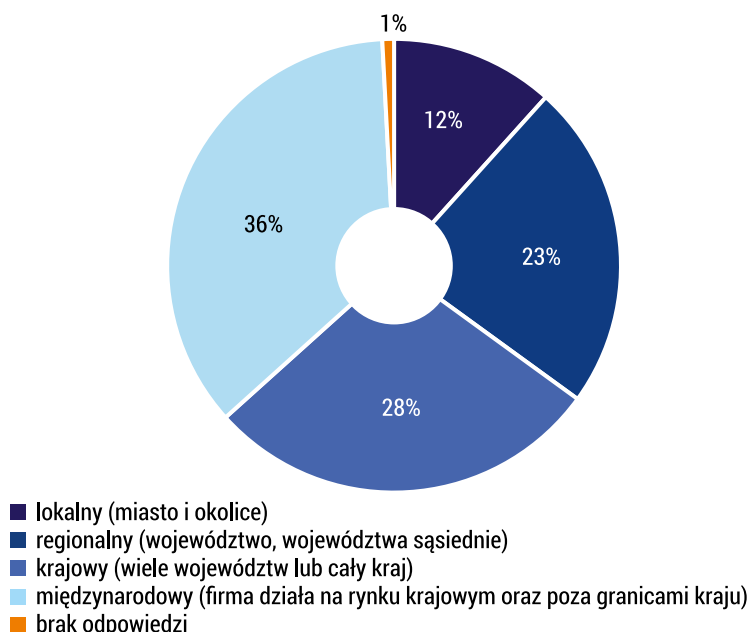


■ mniej niż 5 lat ■ od 6 do 10 lat ■ od 11 do 15 lat
 ■ od 16 do 20 lat ■ powyżej 20 lat ■ brak odpowiedzi

RYSUNEK 2.2. Struktura respondentów ze względu na czas funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

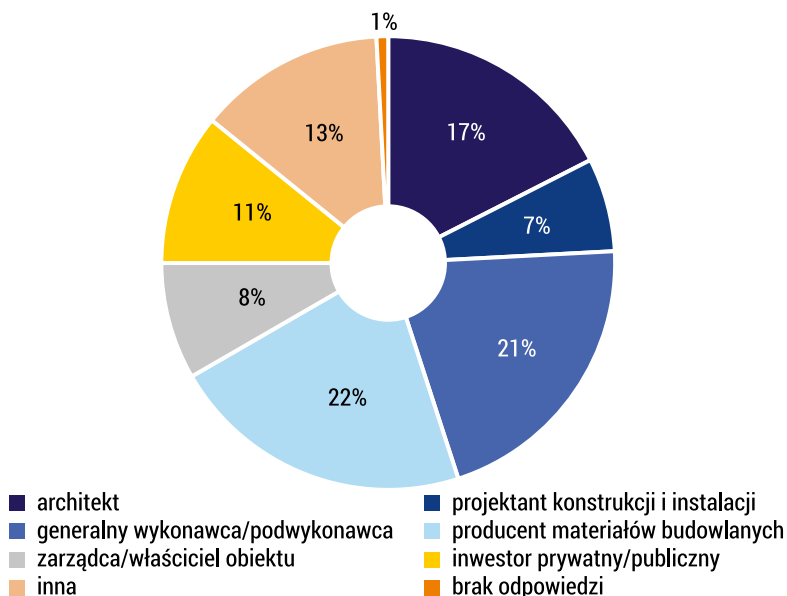
Większość badanych (36% próby badawczej) to przedsiębiorstwa międzynarodowe działające na rynku krajowym oraz poza granicami kraju. Dużą grupę stanowiły też firmy krajowe prowadzące działalność w całej Polsce lub większej liczbie województw (28% próby badawczej). Spośród analizowanych przedsiębiorstw 23% to firmy regionalne, obecne w jednym lub kilku sąsiadujących województwach, a 12% to przedsiębiorstwa lokalne (rys. 2.3).



RYSUNEK 2.3. Struktura respondentów ze względu na zasięg działania przedsiębiorstwa na rynku

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Wśród przedstawicieli analizowanych przedsiębiorstw znalazło się 21 architektów, 25 generalnych wykonawców/podwykonawców, 8 projektantów konstrukcji i instalacji, 26 producentów materiałów budowlanych, 10 zarządców/właścicieli obiektów oraz 13 inwestorów prywatnych/publicznych. Część respondentów deklarowała, że pełni więcej niż jedną funkcję przy realizacji inwestycji (odpowiedzi skumulowane jako „inna”; rys. 2.4).



RYSUNEK 2.4. Struktura respondentów ze względu na główną funkcję przedsiębiorstwa pełnioną przy realizacji inwestycji budowlanej

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

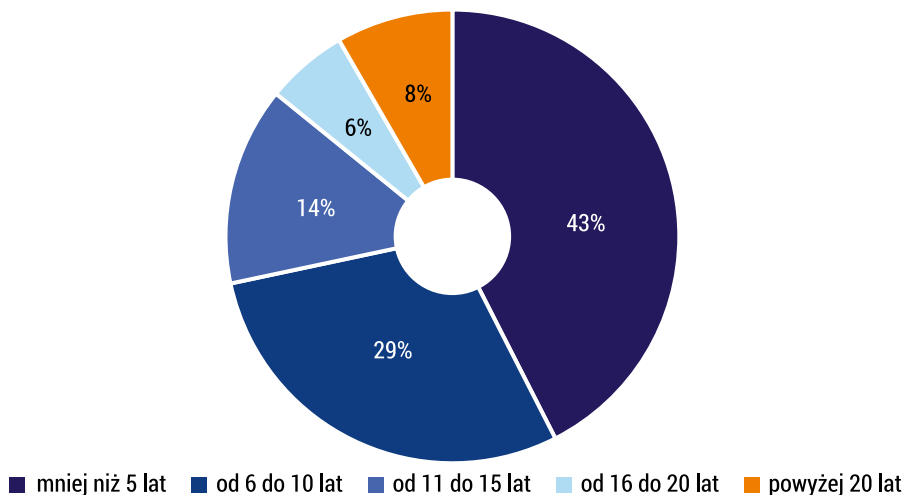
W tabeli 2.4 przedstawiono szczegóły związane z pełnieniem przez badane przedsiębiorstwa więcej niż jednej funkcji podczas realizacji inwestycji.

TABELA 2.4. Funkcje pełnione przez przedsiębiorstwa podczas realizacji inwestycji – odpowiedzi respondentów

Funkcja podczas realizacji inwestycji	Liczba wskazań
Architekt, projektant konstrukcji i instalacji, generalny wykonawca/podwykonawca	2
Generalny wykonawca/podwykonawca, producent materiałów budowlanych	2
Architekt, projektant konstrukcji i instalacji, generalny wykonawca/podwykonawca, producent materiałów budowlanych	3
Zarządcą/właściciel obiektu, inwestor prywatny/publiczny	2
Generalny wykonawca/podwykonawca, producent materiałów budowlanych	2
Generalny wykonawca/podwykonawca, inwestor prywatny/publiczny	2
Architekt, projektant konstrukcji i instalacji	1
Projektant konstrukcji i instalacji, generalny wykonawca/podwykonawca, producent materiałów budowlanych	1
Architekt, projektant konstrukcji i instalacji, producent materiałów budowlanych	1

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Respondenci badania to osoby z różnym doświadczeniem zawodowym – stażem pracy krótszym niż 5 lat (43% badanych), od 6 do 10 lat (29% badanych), od 11 do 15 lat (14% badanych), od 16 do 20 lat (6% badanych) i powyżej 20 lat (8% badanych; rys. 2.5).



RYSUNEK 2.5. Struktura respondentów ze względu na staż pracy

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

2.3. Etap II. Określenie perspektyw rozwoju BIM – metody badawcze, charakterystyka próby badawczej

W drugim etapie badań zastosowano metodę delficką. Jest to technika systematycznego wprowadzania eksperckich informacji za pomocą serii kwestionariuszy z kontrolowanymi opiniami zwrotnymi. Można ją zdefiniować jako ustrukturyzowany proces komunikacji grupowej, mający na celu zebranie danych z panelu wybranych ekspertów, ponieważ informacje będą bardziej wiarygodne niż od pojedynczego eksperta.

Metoda delficka stanowi rodzaj badania eksperckiego, w którym opinie ekspertów, często intuicyjne, traktowane są jako znaczący wkład w ustalaniu wizji przyszłości przedmiotu badań. Zastosowanie tej metody jest uzasadnione w sytuacji wysokiej niepewności, w tym przypadku – perspektyw rozwoju BIM w Polsce.

W klasycznym podejściu badanie delfickie poprzedzone jest sformułowaniem tez delfickich. Odnoszą się one do przyszłego opisu zależności między zagadnieniami wynikającymi z obszaru badań a otoczeniem wyznaczonym przez cel prowadzonych badań. Pytania pomocnicze mogą obejmować takie elementy jak poziom wiedzy eksperckiej, czynniki sprzyjające realizacji tezy czy bariery jej realizacji.

W monografii przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych we wrześniu i październiku 2023 roku. W ramach drugiego etapu badań zrealizowano trzy cele szczegółowe:

1. Identyfikacja trendów w rozwoju BIM.
2. Ocena istotności trendów w rozwoju BIM.
3. Ocena istotności czynników sprzyjających oraz barier rozwoju BIM.

Identyfikacji trendów w rozwoju BIM służyło opracowanie jedenastu tez delfickich. Do tego celu wykorzystano polską i zagraniczną literaturę przedmiotu z zakresu BIM, obejmującą zarówno opracowania teoretyczne, jak i wyniki badań wtórnych. Główna tematyka poruszana w powyższych publikacjach dotyczyła perspektyw rozwoju BIM w Polsce i na świecie oraz czynników ją determinujących.

Kwestionariusz ankiety zawierający zestaw tez delfickich i czynników sprzyjających perspektywom rozwoju BIM, a także barier je ograniczających wysłano do ekspertów z zakresu BIM drogą elektroniczną (aneks, Załącznik nr 3. Kwestionariusz badania metodą delficką – perspektywy rozwoju BIM w branży budowlanej). Zastosowano internetowy wariant metody delfickiej, który pozwala na skrócenie czasu potrzebnego na przeprowadzenie badania. Wariant ten jest szczególnie przydatny, gdy eksperci są rozproszeni geograficznie i nie mogą się spotykać w jednej grupie. Obecnie w badaniach delfickich coraz częściej wykorzystuje się internet do dystrybucji kwestionariuszy.

Eksperci zostali poproszeni o ocenę istotności realizacji tez dla rozwoju BIM w Polsce. Do dyspozycji mieli skalę od 1 do 5, gdzie 1 oznacza, że realizacja tezy jest „zupełnie nieistotna”, a 5 – że jest „bardzo istotna”. W kolejnym etapie eksperci oceniali prawdopodobieństwo realizacji tez w perspektywie 5–10 lat. Wykorzystali do tego taką samą skalę, gdzie 1 oznacza „bardzo małe prawdopodobieństwo”, a 5 „bardzo duże prawdopodobieństwo” realizacji tezy.

W ostatniej części ankiety eksperci wyrażali opinię na temat istotności wybranych czynników sprzyjających i barier ograniczających zastosowanie BIM w branży budowlanej w Polsce.

W ocenie znaczenia poszczególnych tez dla rozwoju BIM w Polsce wykorzystano wskaźnik istotności (znaczenia) I_p , wyznaczony według równania (2.1)⁶⁴.

$$I_i = \frac{100 \cdot n_{vH} + 75 \cdot n_H + 50 \cdot n_A + 25 \cdot n_L + 0 \cdot n_{vL}}{n} \quad (2.1)$$

gdzie:

n_{vH} – liczba odpowiedzi „bardzo duże”, n_H – liczba odpowiedzi „duże”, n_A – liczba odpowiedzi „przeciętne”, n_L – liczba odpowiedzi „małe”, n_{vL} – liczba odpowiedzi „bardzo małe”, n – liczba wszystkich odpowiedzi.

⁶⁴ K. Kuźmicz, U. Ryciuk, E. Glińska, H. Kiryluk, E. Rollnik-Sadowska, *Perspectives of mobility development in remote areas attractive to tourists*, „Economics and Environment” 2022, Vol. 80 (1), s. 150–188.

Wskaźnik I_i przyjmuje wartości z zakresu od 0 do 100, a im wartość bliższa jest 100, tym większe znaczenie tezy dla rozwoju BIM w Polsce.

Znaczenie czynników sprzyjających (C_i) i barier (B_i) wyznaczono odpowiednio według równania (2.2) i równania (2.3)⁶⁵.

$$C_i = \frac{100 \cdot n_{vH} + 75 \cdot n_H + 50 \cdot n_A + 25 \cdot n_L + 0 \cdot n_{vL}}{n} \quad (2.2)$$

gdzie:

n_{vH} – liczba odpowiedzi „bardzo duże”, n_H – liczba odpowiedzi „duże”, n_A – liczba odpowiedzi „przeciętne”, n_L – liczba odpowiedzi „małe”, n_{vL} – liczba odpowiedzi „bardzo małe”, n – liczba wszystkich odpowiedzi.

$$B_i = \frac{100 \cdot n_{vH} + 75 \cdot n_H + 50 \cdot n_A + 25 \cdot n_L + 0 \cdot n_{vL}}{n} \quad (2.3)$$

gdzie:

n_{vH} – liczba odpowiedzi „bardzo duże”, n_H – liczba odpowiedzi „duże”, n_A – liczba odpowiedzi „przeciętne”, n_L – liczba odpowiedzi „małe”, n_{vL} – liczba odpowiedzi „bardzo małe”, n – liczba wszystkich odpowiedzi.

Wskaźniki (C_i) i (B_i) również przyjmują wartości z zakresu od 0 do 100, a im wartość bliższa 100, tym większe znaczenie czynników sprzyjających lub barier.

Dobór ekspertów do badania metodą delficką oparty został na czynniku doświadczenia zawodowego. W badaniu wzięły udział 22 osoby. Eksperti odznaczali się doświadczeniem zawodowym z zakresu wykorzystania metodyki BIM w całym cyklu życia budynku – projektowania, wykonawstwa i zarządzania obiektami budowlanymi (tabela 2.5). Wśród ekspertów znaleźli się także nauczyciele akademicki zajmujący się naukowo tematyką z zakresu BIM. Kilku z nich zajmowało więcej niż jedno stanowisko, będąc np. jednocześnie nauczycielem akademickim oraz projektantem konstrukcji/installacji czy architektem, bądź pełniło funkcję projektanta konstrukcji/installacji i inwestora prywatnego/publicznego. Wśród ekspertów znaleźli się również przedstawiciele branży IT zajmujący się oprogramowaniem BIM.

TABELA 2.5. Struktura zawodowa i demograficzna ekspertów

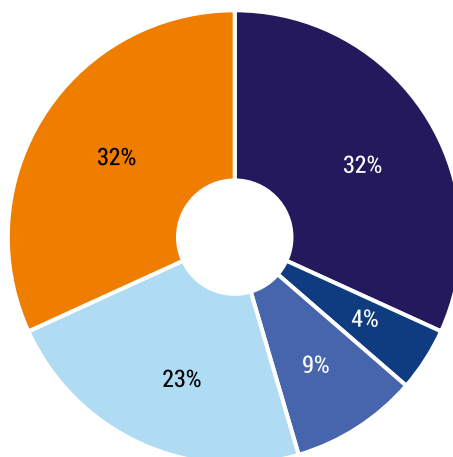
Ekspert	Stanowisko	Staż w przedsiębiorstwie	Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM
1	nauczyciel akademicki	od 16 do 20 lat	0 projektów
2	architekt	od 11 do 15 lat	1–2 projekty

⁶⁵ Ibidem.

Ekspert	Stanowisko	Staż w przedsiębiorstwie	Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM
3	nauczyciel akademicki	powyżej 20 lat	0 projektów
4	programista IT	od 6 do 10 lat	3–5 projektów
5	projektant konstrukcji/instalacji, kierownik działu BIM w biurze projektów	od 16 do 20 lat	6–10 projektów
6	architekt, nauczyciel akademicki / BIM Manager	od 6 do 10 lat	więcej niż 10 projektów
7	nauczyciel akademicki	powyżej 20 lat	1–2 projekty
8	architekt	od 11 do 15 lat	więcej niż 10 projektów
9	nauczyciel akademicki	mniej niż 5 lat	0 projektów
10	nauczyciel akademicki	od 6 do 10 lat	0 projektów
11	projektant konstrukcji i instalacji, inwestor prywatny/publiczny	mniej niż 5 lat	1–2 projekty
12	nauczyciel akademicki	powyżej 20 lat	0 projektów
13	nauczyciel akademicki	powyżej 20 lat	0 projektów
14	nauczyciel akademicki	od 6 do 10 lat	0 projektów
15	projektant konstrukcji i instalacji	od 6 do 10 lat	3–5 projektów
16	projektant konstrukcji i instalacji, nauczyciel akademicki	od 6 do 10 lat	więcej niż 10 projektów
17	zarządca/właściciel obiektu	mniej niż 5 lat	1–2 projekty
18	generalny wykonawca/ podwykonawca	mniej niż 5 lat	1–2 projekty
19	projektant konstrukcji/instalacji, inżynier BIM	od 6 do 10 lat	więcej niż 10 projektów
20	programista IT	mniej niż 5 lat	więcej niż 10 projektów
21	projektant konstrukcji i instalacji	od 11 do 15 lat	więcej niż 10 projektów
22	projektant konstrukcji i instalacji	od 16 do 20 lat	więcej niż 10 projektów

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Największą grupę ekspertów objętych badaniem metodą delficką stanowiły osoby, które mają doświadczenie w realizacji projektów w metodyce BIM (rys. 2.6). W więcej niż 10 projektach w tej metodyce uczestniczyło 32% ekspertów, 36% realizowało od 1 do 10 projektów, a 32% nie brało udziału w takich projektach. Ci ostatni to nauczyciele akademicki, których doświadczenie związane jest z prowadzeniem prac naukowych w zakresie BIM.

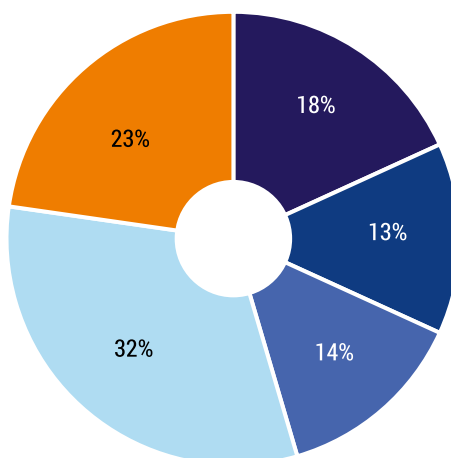


■ więcej niż 10 projektów ■ 6-10 projektów ■ 3-5 projektów ■ 1-2 projekty ■ 0 projektów

RYSUNEK 2.6. Doświadczenie ekspertów w realizacji projektów w metodyce BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Eksperci to w większości osoby, które mają staż pracy krótszy niż 10 lat: od 6 do 10 lat (32%) i poniżej 5 lat (23%). Świadczyć to może o tym, że BIM częściej znają i stosują osoby młodsze, które niedawno weszły na rynek pracy (rys. 2.7). W przypadku 14% ekspertów staż pracy w badanym przedsiębiorstwie wynosił od 11 do 15 lat, 13% – od 16 do 20 lat, a 18% ekspertów miało staż powyżej 20 lat.

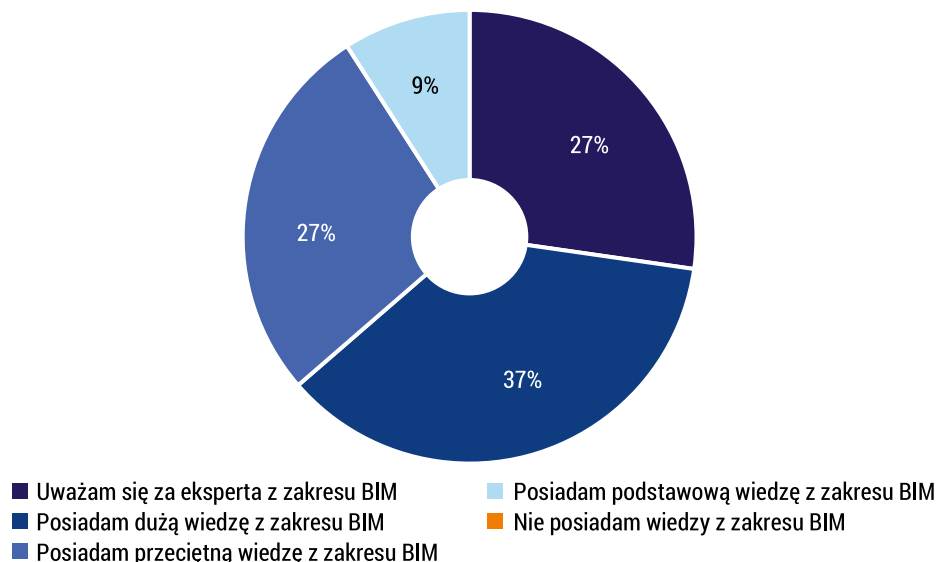


■ powyżej 20 lat ■ od 16 do 20 lat ■ od 11 do 15 lat ■ od 6 do 10 lat ■ mniej niż 5 lat

RYSUNEK 2.7. Staż zawodowy ekspertów z zakresu BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Eksperci biorący udział w badaniu metodą delficką zostali poproszeni o ocenę swojej wiedzy związanej z BIM, w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza: „Nie posiadam wiedzy z zakresu BIM”, a 5 oznacza: „Uważam się za eksperta z zakresu BIM”. „Wysoki” lub „bardzo wysoki” poziom wiedzy zadeklarowało 64% ekspertów, 27% określiło swój poziom wiedzy w zakresie BIM jako „przeciętny”, a 9% jako „podstawowy”. Nikt nie uznał, że „nie posiada wiedzy z zakresu BIM” (rys. 2.8).



RYSUNEK 2.8. Ocena wiedzy ekspertów z zakresu BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

2.4. Etap III. Ocena szkoleń i usług doradczych oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM – metody badawcze, charakterystyka próby badawczej

W etapie trzecim przeprowadzono badania zarówno jakościowe, jak i ilościowe. Oparto je na analizie usług oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM działającego przy Polskim Kłastrze Budowlanym Polskiego Centrum BIM. Celami szczegółowymi badań jakościowych były:

1. Identyfikacja i ocena znaczenia kompetencji niezbędnych w prowadzeniu projektów BIM.
2. Identyfikacja luki kompetencyjnej.
3. Ocena wykazu szkoleń (możliwości wypełnienia luki kompetencyjnej).

Badania jakościowe zrealizowano we wrześniu 2023 roku. Zostały one przeprowadzone techniką wywiadu grupowego połączonego z wypełnieniem częściowo ustrukturyzowanego kwestionariusza wywiadu (aneks, Załącznik nr 4. Kwestionariusz wywiadu – luka kompetencyjna oraz potrzeby doradcze i szkoleniowe).

W badaniu brali udział eksperci reprezentujący przedsiębiorstwa z Polskiego Klastra Budowlanego, mający różne doświadczenie zawodowe – staż pracy krótszy niż 5 lat, od 6 do 10 lat, od 11 do 15 lat i powyżej 20 lat – oraz pracujący w różnych podmiotach gospodarczych (tabela 2.6). Badani:

- pochodzili z przedsiębiorstw o różnej wielkości: mikro (zatrudniających poniżej 10 pracowników), małych (od 10 do 49 pracowników), średnich (od 50 do 249 pracowników) oraz dużych (zatrudniających 250 lub więcej pracowników);
- pochodzili z przedsiębiorstw o różnym zasięgu działania: lokalnym (miasto i okolice), regionalnym (województwo, województwa sąsiednie), krajowym (wiele województw lub cały kraj) i międzynarodowym (działających na rynku krajowym oraz poza granicami kraju);
- pochodzili z przedsiębiorstw o różnym czasie funkcjonowania na rynku: mniej niż 5 lat, od 6 do 10 lat, od 11 do 15 lat, od 16 do 20 lat i powyżej 20 lat;
- pełnili różne funkcje przy realizacji inwestycji budowlanej: zarządca/właściciel obiektu, generalny wykonawca/podwykonawca, architekt, projektant konstrukcji i instalacji, producent materiałów budowlanych, inwestor prywatny/publiczny;
- posiadali różne doświadczenie w realizacji projektów z zastosowaniem BIM: bez doświadczenia (0 projektów), mający małe (zrealizowane 1–2 projekty) i większe doświadczenie (zrealizowane 3–5 projektów).

TABELA 2.6. Struktura ekspertów badania jakościowego

Respondent	Wielkość przedsiębiorstwa	Czas funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku	Zasięg działania przedsiębiorstwa	Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych	Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM w przedsiębiorstwie	Staż pracownika w przedsiębiorstwie
1	małe	od 16 do 20 lat	międzynarodowy	zarządca/ właściciel obiektu, generalny wykonawca/ podwykonawca, architekt	0 projektów	od 16 do 20 lat
2	duże	powyżej 20 lat	regionalny	projektant konstrukcji i instalacji	1–2 projekty	powyżej 20 lat
3	małe	od 6 do 10 lat	międzynarodowy	producent materiałów budowlanych	0 projektów	od 6 do 10 lat

Respondent	Wielkość przedsiębiorstwa	Czas funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku	Zasięg działania przedsiębiorstwa	Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych	Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM w przedsiębiorstwie	Staż pracownika w przedsiębiorstwie
4	mikro	mniej niż 5 lat	lokalny	zarządca/ właściciel obiektu	3–5 projektów	mniej niż 5 lat
5	średnie	powyżej 20 lat	międzynarodowy	inwestor prywatny/ publiczny	1–2 projekty	mniej niż 5 lat
6	mikro	od 11 do 15 lat	regionalny	inwestor prywatny/ publiczny	1–2 projekty	od 11 do 15 lat
7	mikro	mniej niż 5 lat	regionalny	architekt	0 projektów	mniej niż 5 lat
8	małe	powyżej 20 lat	krajowy	zarządca/ właściciel obiektu	0 projektów	powyżej 20 lat
9	mikro	mniej niż 5 lat	regionalny	generalny wykonawca/ podwykonawca	0 projektów	mniej niż 5 lat
10	małe	powyżej 20 lat	międzynarodowy	architekt	1–2 projekty	powyżej 20 lat
11	średnie	powyżej 20 lat	regionalny	generalny wykonawca/ podwykonawca	1–2 projekty	mniej niż 5 lat
12	duże	od 16 do 20 lat	międzynarodowy	generalny wykonawca/ podwykonawca	0 projektów	od 16 do 20 lat

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Natomiast dwa badania ilościowe przeprowadzono w okresie wrzesień–listopad 2023 roku. Pierwsze dotyczyło oceny szkoleń oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM. W ramach drugiego badania oceniono świadczone usługi doradcze. Badania zostały przeprowadzone metodą sondażu diagnostycznego z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety online (aneks, Załącznik nr 5. Kwestionariusz badania ankietowego – ocena szkoleń i usług doradczych oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM). Zakładały realizację następujących szczegółowych celów badawczych:

1. Identyfikacja przyczyn odbycia przez przedstawicieli przedsiębiorstw PKB szkoleń oferowanych w Centrum Kompetencji BIM (pretest).
2. Ocena jakości szkoleń (posttest).
3. Identyfikacja oczekiwań przedstawicieli przedsiębiorstw PKB wobec usługi doradczej (pretest).
4. Ocena satysfakcji z usługi doradczej (posttest).

Respondenci badań ilościowych reprezentowali przedsiębiorstwa PKB. W przypadku badania dotyczącego szkoleń kwestionariusz ankiety został wypełniony przez 40 respondentów (zarówno pretest, jak i posttest). Natomiast w badaniu dotyczącym usługi doradczej wzięło udział 18 respondentów przy preteście oraz 20 respondentów w postteście.

Wśród uczestników szkoleń większość stanowili architekci, a następnie generalni wykonawcy/podwykonawcy. Z reguły osoby te miały mniejsze doświadczenie zawodowe (poniżej 5 lat) oraz nie miały doświadczenia lub było ono niewielkie w realizacji projektów w BIM, co uzasadnia chęć rozwoju zawodowego poprzez udział w szkoleniach (tabela 2.7).

TABELA 2.7. Struktura respondentów w badaniu dotyczącym szkoleń

Kategoria	Udział
Stanowisko	
Architekt	37,5%
Projektant konstrukcji i instalacji	7,5%
Generalny wykonawca/podwykonawca	22,5%
Producent materiałów budowlanych	2,5%
Zarządca/właściciel obiektu	5,0%
Inwestor prywatny/publiczny	7,5%
Inne (pracownik firmy zajmującej się projektami UE) / nie podano	17,5%
Staż w przedsiębiorstwie	
mniej niż 5 lat	70,0%
Od 6 do 10 lat	17,5%
Od 11 do 15 lat	5,0%
Od 16 do 20 lat	2,5%
Liczba projektów w BIM	
0 projektów	60,0%
1–2 projekty	35,0%
3–5 projektów	5,0%

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W przypadku osób korzystających z usług doradczych największą grupę stanowili projektanci konstrukcji i instalacji (tabela 2.8).

TABELA 2.8. Struktura respondentów (według stanowiska) w badaniu dotyczącym usług doradczych

Kategoria	Udział
Architekt	15%
Projektant konstrukcji i instalacji	50%
Generalny wykonawca/podwykonawca	5%
Producent materiałów budowlanych	10%
Inwestor prywatny/publiczny	5%
Inne / nie podano	15%

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

3. Stan wdrażania BIM w Polsce

3.1. Analiza poziomu wiedzy o BIM oraz specyfika wdrażających go przedsiębiorstw

Wprowadzenie BIM w polskim sektorze budowlanym to nie tylko rewolucja technologiczna, lecz także wyzwanie dla przedsiębiorstw adaptujących się do nowej rzeczywistości. W kontekście świadomości oraz stosowania BIM istnieją różnice między uczestnikami procesu budowlanego. Badania przeprowadzone przez Magdalenę Apollo i Beatę Grzyl wykazały, że świadomość możliwości i zakres wykorzystania BIM są większe wśród architektów, projektantów konstrukcji i instalacji, w porównaniu z deweloperami, wykonawcami, inwestorami prywatnymi i zamawiającymi publicznymi oraz właścicielami i/lub zarządcami obiektów, oraz że w polskich przedsiębiorstwach najszerze zastosowanie BIM występuje w budownictwie kubaturowym, a oprogramowanie tej technologii jest zdecydowanie częściej wykorzystywane podczas procesu projektowania niż przy realizacji inwestycji czy zarządzaniu obiektem⁶⁶. Na częstsze stosowanie BIM przez przedsiębiorstwa projektowe zwracają także uwagę Waldemar Kosiedowski i Marek Wirkus⁶⁷.

Podobne wnioski płyną z raportu Autodesk, z którego wynika, że kontakt z metodyką BIM w pracy zawodowej deklaruje blisko 40% respondentów, przy czym jego znajomość była ponaddwukrotnie większa pośród osób związanych z projektowaniem niż z wykonawstwem⁶⁸. W 2019 roku poziom wiedzy o BIM był najwyższy wśród architektów (75%), projektantów konstrukcji i instalacji (63%), natomiast znacznie niższy wśród wykonawców (29%), właścicieli i/lub zarządzających obiektami (21%) oraz legislatorów (10%)⁶⁹.

Ponadto poziom wdrożenia BIM może determinować sektor własnościowy. Badanie firmy Antal z roku 2016 przeprowadzone na stu specjalistach BIM wykazało, że polskie przedsiębiorstwa budowlane sektora prywatnego były znacznie bardziej zaawansowane we wdrażaniu BIM niż te z sektora publicznego, które dopiero

⁶⁶ M. Apollo, B. Grzyl, *Aktualny stan wdrożenia BIM...*

⁶⁷ W. Kosiedowski, M. Wirkus, *Bariery i ograniczenia wdrażania...*

⁶⁸ Autodesk, *Raport z badania. BIM, współpraca, chmura w polskim budownictwie*, 2019, https://www.zgpz.itb.org.pl/wp-content/uploads/2019/11/2Raport_Autodesk_Chmura_A4_14_10_roz.pdf [dostęp: 30.07.2023].

⁶⁹ Ibidem.

zaczynały dostrzegać taką potrzebę⁷⁰. Z kolei raport firmy Autodesk z 2019 roku wskazuje, że poziom wiedzy na temat BIM jest wyższy wśród inwestorów publicznych (30%) niż prywatnych (21%). BIM częściej znają i stosują także osoby młodsze, o krótszym stażu pracy⁷¹, które mają szansę otrzymać wiedzę o BIM w trakcie studiów.

Technologia BIM częściej stosowana jest w większych przedsiębiorstwach⁷², zwłaszcza globalnych⁷³ – w naszym kraju są to w większości polskie oddziały firm zagranicznych⁷⁴. Duże zachodnie korporacje z przedstawicielstwami w Polsce mają dostęp do szerszych kontaktów oraz funduszy służących rozwijaniu BIM⁷⁵ i często pochodzą z krajów, gdzie BIM jest wymagany przy realizacji inwestycji budowlanych. Na niższe wykorzystanie oprogramowania, szczególnie w mniejszych przedsiębiorstwach, zwracają także uwagę Marek Nalepka i Rafał Mrozek⁷⁶. BIM łatwiej jest zastosować w kontraktach typu projektuj i buduj (*design & build*), gdzie model obiektu stanowi wspólne narzędzie zarówno dla projektanta, jak i wykonawcy.

Warto również zaznaczyć, że BIM znajduje zastosowanie przede wszystkim w projektach kubaturowych, nie liniowych (infrastrukturalnych), które charakteryzuje wolniejszy rozwój narzędzi przeznaczonych do projektowania obiektów infrastruktury. Ponadto istotnymi czynnikami wpływającymi na specyfikę tych projektów są ich lokalizacja przestrzenna oraz potrzeby zarządzania modelami informacji geograficznej GIS, zwłaszcza w przypadku obiektów transportowych⁷⁷. Budownictwo drogowe cechuje ciągła zmienność, wynikająca z różnic pomiędzy kolejnymi odcinkami drogi⁷⁸. Przyczyną jest też to, że większość projektów infrastrukturalnych dotyczy sektora zamówień publicznych, w którym proces inwestycji jest zazwyczaj bardziej złożony, trudniejszy i czasochłonny. Różnice między cechami modeli budynków kubaturowych i modeli obiektów infrastruktury liniowej zostały szczegółowo opisane przez Marka Salamaka i in.⁷⁹

Biorący udział w zogniskowanym wywiadzie grupowym (grupa fokusowa) podkreślali, że każde przedsiębiorstwo może wdrożyć BIM. Zdaniem ekspertów podmioty zarówno małe, nawet prowadzące jednoosobową działalność gospodarczą, jak i duże,

⁷⁰ Antal, *Rozwój Building Information Modeling w Polsce*, 2017, <https://antal.pl/wiedza/raport/rozwoj-building-information-modeling-w-polsce> [dostęp: 27.12.2023].

⁷¹ T. Howiacki, *BIM. Perspektywy...*

⁷² Ibidem.

⁷³ J. Górecki, J. Bizon-Górecka, *Problemy realizacyjne budowlanych przedsięwzięć drogowych*, „Autobusy” 2017, nr 12, s. 1733–1737.

⁷⁴ A. Tomana, *BIM w Polsce...*

⁷⁵ P. Szumski, *Rewolucja nadchodzi*, „Biuletyn Informacyjny” 2017, nr 1, s. 36–37.

⁷⁶ M. Nalepka, R. Mrozek, *Zalety i wady technologii...*, s. 118–123.

⁷⁷ M. Salamak, W. Drzyzga, *Transformacja cyfrowa w budownictwie infrastrukturalnym*, „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2021, nr 3 (96), s. 94–97.

⁷⁸ J. Górecki, J. Bizon-Górecka, *Problemy realizacyjne...*

⁷⁹ M. Salamak, M. Januszka, T. Płaszczek, *Technologia BIM+AR w zarządzaniu infrastrukturą kolejową*, „Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie” 2016, nr 3 (110), s. 137–151.

z międzynarodowym kapitałem, mogą wdrożyć i stosować BIM (tabela 3.1). Ważne są przede wszystkim świadomość korzyści, jakie można osiągnąć, i powiązanie celu wdrożenia z wyraźnie sprecyzowanymi celami biznesowymi.

Eksperti ocenili poziom wiedzy na temat BIM na polskim rynku budowlanym jako niski. Ich zdaniem na rynku istnieje wiele przedsiębiorstw, które „nie do końca wierzą albo nie mają wiedzy i przekonania, że muszą się na zmiany przygotować”, aby w przyszłości się na nim utrzymać. Z jednej strony widoczna jest wprawdzie większa znajomość zagadnienia wśród większych przedsiębiorstw, z drugiej zaś częsty brak właściwego rozumienia koncepcji w organizacjach, które wdrożyły rozwiązania BIM. Problemem jest myślenie o BIM jedynie w wąskim zakresie – ograniczonym do wybranego projektu budowlanego czy zakupu oprogramowania. Błędne rozumienie tej koncepcji powoduje jej rozpatrywanie i płynące z niej korzyści na poziomie pojedynczej organizacji, a nie całego projektu czy portfolio projektów. Niewłaściwe podejście do wdrożenia, traktowanie BIM jako mody, elementu działań marketingowych najczęściej prowadzi do niepowodzenia. Jeśli w przedsiębiorstwach brakuje wiedzy i doświadczenia, to skuteczność tego wdrożenia jest słabsza.

Wyniki badań potwierdzają również większą świadomość oraz bardziej zaawansowane wdrożenia rozwiązań BIM w przedsiębiorstwach projektowych i wśród producentów materiałów budowlanych. Respondenci wskazują też, że inicjatorami zmian i prekursorami wdrożeń tych rozwiązań powinny być większe przedsiębiorstwa, organizacje realizujące skomplikowane projekty, generalni wykonawcy. Natomiast wzrost liczby projektów realizowanych z wykorzystaniem BIM spowoduje jego popularyzację także wśród podwykonawców i mniejszych podmiotów na rynku budowlanym.

TABELA 3.1. Wypowiedzi respondentów na temat przedsiębiorstw wdrażających BIM w Polsce

„Istotnym aspektem przede wszystkim jest świadomość kierunku, w jakim podążamy, jeśli chodzi o rynek budowlany oraz istnienie bądź nie przekonania, albo wystarczająco silnego przekonania, po stronie właścicieli i zarządów poszczególnych podmiotów co do tego, że inwestowanie w BIM, jego wdrożenie i edukację jest koniecznością z perspektywy rozwoju firmy. Jeżeli taka świadomość istnieje, to takie przedsiębiorstwo siłą rzeczy będzie podążało w kierunku BIM. Jeżeli takiej świadomości nie ma, albo jest myślenie, że tak, ale w przyszłości może nie aż tak bardzo koniecznie, to zdecydowanie tworzy się bariera wdrożenia BIM, rozwoju w tym kierunku i nawet jeżeli są podejmowane jakieś kroki, to nie w formie realnych działań biznesowych”
„Myślę, że istotne są wiedza i pewna świadomość po stronie managementu co do kierunku, w jakim zmierza rynek i jakie potrzeby są na rynku. Kwestia traktowania BIM pojawia się na obecnym etapie rozwoju w Polsce jako element przewagi konkurencyjnej. Szczególnie dotyczy to mniejszych firm, także podwykonawczych. Ogólnie generalni wykonawcy już to wiedzą, inwestują i będą domagać się pewnych działań po stronie podwykonawców. A rynek podwykonawczy – jedni traktują to jako przewagę konkurencyjną, zakładając, że generalni wykonawcy do nas przyjdą, ponieważ będziemy mieli już wdrożone odpowiednie rozwiązania. Inni natomiast nie do końca w to wierzą albo nie mają wiedzy i przekonania, że rzeczywiście muszą się na to przygotować, aby w przyszłości na rynku pozostać”

„Każda firma może wdrożyć BIM, ale praktycznie żadna tego nie robi skutecznie i to wynika m.in. z braku świadomości z jednej strony, a z drugiej strony z braku celów. Oczywiście ta przewaga konkurencyjna związana z tym, że rok temu nie mogliśmy brać udziału w przetargu BIM, a dzisiaj jakieś doświadczenie BIM mamy, oprogramowanie kupiliśmy, być może zatrudniliśmy jakiegoś człowieka, który może zaprezentować referencje z projektu BIM, pozwalają nam w danym przetargu wystąpić. To jest niewątpliwie cel i jest to niewątpliwa korzyść dla organizacji. Niemniej, starając się zawsze myśleć o tym BIM dużym, czyli o tym BIM, który ma dawać przewagę nie tylko konkretnej organizacji, ale zamawiającemu, czy szerzej projektowi czy portfolio projektów danego zamawiającego, to mam niestety wrażenie, że te cele ciągle są bardzo nieostro definiowane, a jeszcze mniej ostro definiowane są procesy służące do spełnienia tych celów. I to są podstawowe bariery we wdrażaniu BIM, bo nawet najmniejsza organizacja, i to obserwuję na rynku, że nawet bardzo małe firmy jedno-, dwuosobowe, jeżeli podejść do wdrażania BIM od strony celów i standardów i procesów, to są w stanie ten BIM realizować z sukcesami. Natomiast bardzo duże organizacje często tych celów ani nie mają ani, co ciekawe, potem nie badają ich spełnienia poprzez obiektywne wskaźniki sukcesu. No i te organizacje, ja bym twierdził, że nie do końca ten BIM mają wdrożony skutecznie”

„Wszystkie przedsiębiorstwa bardzo mocno kładą nacisk na element finansowy. W związku z tym jakakolwiek możliwość wejścia w nowe technologie będzie bardzo mocno obserwowana pod kątem finansowym. Czy warto zainwestować w takie rozwiązanie, czy nie? I z mojego doświadczenia tak naprawdę zarówno z branży budowlanej, jak i z każdej innej branży najlepszym przyczynkiem do tego, żeby dana technologia została wdrożona, są pewne wymagania normatywne, które się pojawiają. W związku z tym, patrząc na to, czy istnieje taka specyfika przedsiębiorstw, które taką technologię wdrażają, to wydaje mi się, że zaczynamy tutaj od generalnych wykonawców, czy od takich największych firm, które muszą patrzeć w kierunku dalszego horyzontu, i tych wymagań, które bardzo możliwe, że się pojawiają, i te inwestycje, które oni zaczynają realizować, one są inwestycjami, które są traktowane jako inwestycje rozwojowe, która będą pozwalały im zdecydowanie nabyć umiejętności i to zarówno pod kątem umiejętności technicznych, jak i umiejętności procesowych. Natomiast jeśli ci generalni wykonawcy zaczynają w tym kierunku iść, no to zaczyna też troszeczkę propagować na podwykonawców, na poszczególne firmy, które będą to realizować. Natomiast zgadzam się, że jest to czasami realizowane dość powierzchownie”

„Generalnie do firm, które wdrażają BIM z większym lub mniejszym sukcesem, należą te firmy, które mają bardzo dobrze sprecyzowaną strategię biznesową. To jest strategia biznesowa, która jest strategią wieloletnią i od strony biznesowej firmy wiedzą, do czego mają dążyć, a technologia czy metodyka BIM jest tylko środkiem do realizacji tego celu. Kiedy są bowiem dobrze sprecyzowane cele biznesowe, to wiadomo, w jaki sposób tej metodyki czy technologii użyć, aby osiągnąć te cele. I na pewno te firmy, które mają dobrze sprecyzowany model biznesowy, określoną strategię biznesową, one są w stanie, co do zasady, lepiej wykorzystać technologię BIM, metodykę BIM niż firmy, które skupiają się na tym, że wszyscy wkoło zaczynają mówić na głos o tym BIM, to my też to zrobimy, ale nie do końca wiedzą, do czego ma ten BIM im posłużyć. Oni tylko słyszą, że ktoś na tym BIM zarabia albo ktoś dzięki temu BIM ma większe oszczędności i może np. trochę lepiej zarządzać ryzykiem finansowym w swoich inwestycjach. Natomiast jeśli w tych firmach brakuje wiedzy i doświadczenia, to skuteczność tego wdrożenia jest zdecydowanie gorsza lub zerowa. Czyli jeżeli mówimy o specyfice przedsiębiorstw, które już na chwilę obecną wdrażają technologię, to ja bym powiedziała, że to są przedsiębiorstwa, które są bardzo biznesowo świadome”

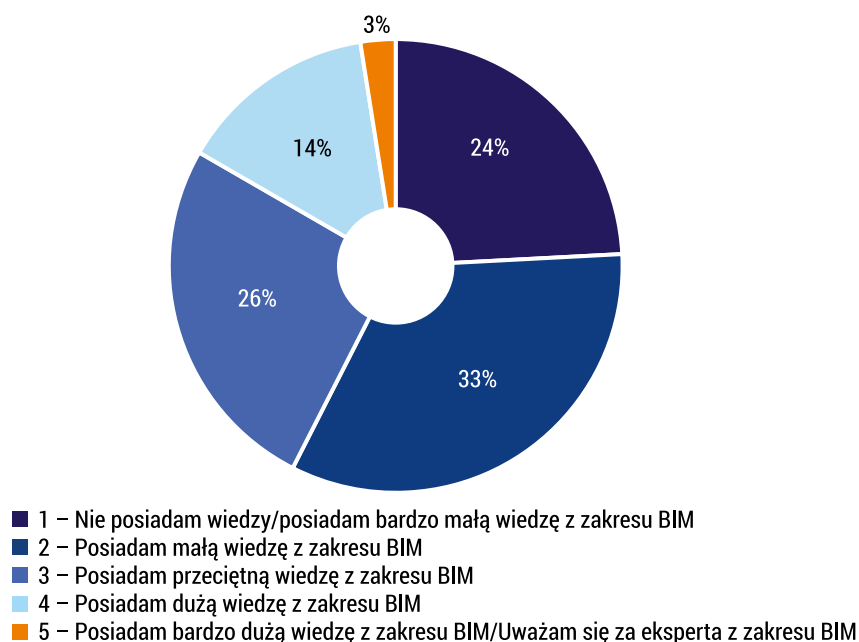
„Zdecydowanie uważam, że chodzi tutaj o świadomość, a nie o samą technologię, ponieważ jeżeli ktoś ma świadomość tego, co i w którym momencie może uzyskać za pomocą BIM, to bez względu na to, czy pracuje w gigantycznej spółce z międzynarodowym kapitałem, czy prowadzi jednoosobową działalność gospodarczą, to będzie szukał w tej metodyce i w technologii rozwiązań dla siebie i będzie z niej brał wszystko to, co może”

„Każda organizacja, przy odpowiednio ustawionych celach, jest w stanie BIM wdrażać, ale BIM rozumiany jako doskonałe zarządzanie informacją, nie jako modelowanie w oprogramowaniu danego typu, danego producenta. Jeżeli zacniemy rozmawiać o BIM jako o pewnej ustrukturyzowanej i wykorzystywanej bazie danych, to każda organizacja może to robić z sukcesami, bez względu na specyfikę. Natomiast faktycznie organizacje duże, organizacje realizujące skomplikowane projekty będą miały, można powiedzieć, więcej możliwości wykorzystania tej bazy danych w bardziej zaawansowany sposób i to tylko tyle, bo nawet najprostsza, najmniejsza organizacja może mieć dobrze ustrukturyzowaną bazę danych, darmową przeglądarkę modeli IFC, jeżeli jest taka konieczność, żeby ta darmowa przeglądarka modeli IFC w ogóle tym procesie występowała, i właściwie nie inwestując w żadne oprogramowanie, takie typowe, płatne BIM, znowu rozumiane jako BIM, czyli modelowanie obiektów budowlanych w dedykowanym środowisku, jest w stanie czerpać korzyści po prostu z dobrego zarządzania informacją”

„Z praktyki Polskiego Centrum BIM widzimy, że największy opór na możliwości wdrożenia jest wśród podwykonawców i generalnych wykonawców, bo projektanci, producenci materiałów budowlanych są bardziej zaawansowani. Oni obserwują nowinki technologiczne, obserwują rynek, są obecni na targach międzynarodowych i tak dalej. I oni widzą potrzebę wprowadzenia BIM. Natomiast na końcu są generalni wykonawcy i podwykonawcy odpowiedzialni za tę stricte fizyczną realizację i tu z naszej perspektywy jest największy problem”

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

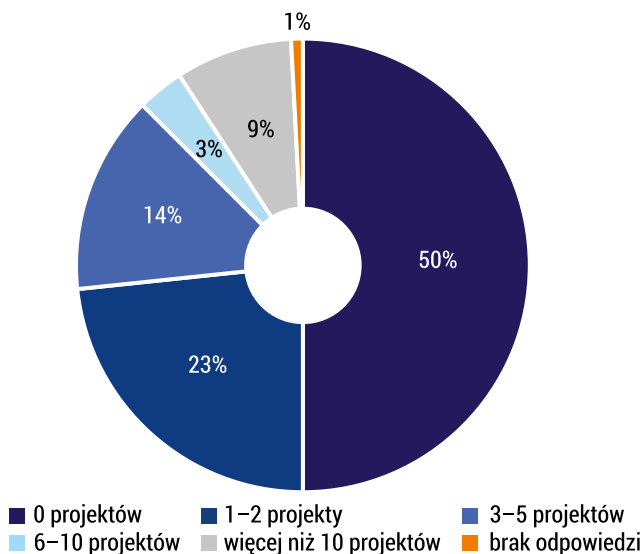
Wyniki badań CAWI potwierdzają, że przedstawiciele przedsiębiorstw budowlanych mają raczej małą wiedzę na temat BIM. Respondenci badania oceniali swoją wiedzę w skali pięciostopniowej. Prawie 1/4 z nich (24%) wskazuje, że nie ma wiedzy z zakresu BIM, a 59%, że posiada jedynie wiedzę „małą” lub „przeciętną”. Za eksperta z tego zakresu uznaje się tylko 3% badanych (rys. 3.1).



RYSUNEK 3.1. Deklarowany poziom wiedzy respondentów z zakresu BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Niski deklarowany poziom wiedzy respondentów z zakresu BIM może wynikać z małego doświadczenia przedsiębiorstw w realizacji projektów z wykorzystaniem BIM. Większość przedstawicieli branży budowlanej nie ma doświadczenia w prowadzeniu takich projektów (50% badanych). Na realizację ponad 10 projektów wskazuje jedynie 9% badanych (rys. 3.2).



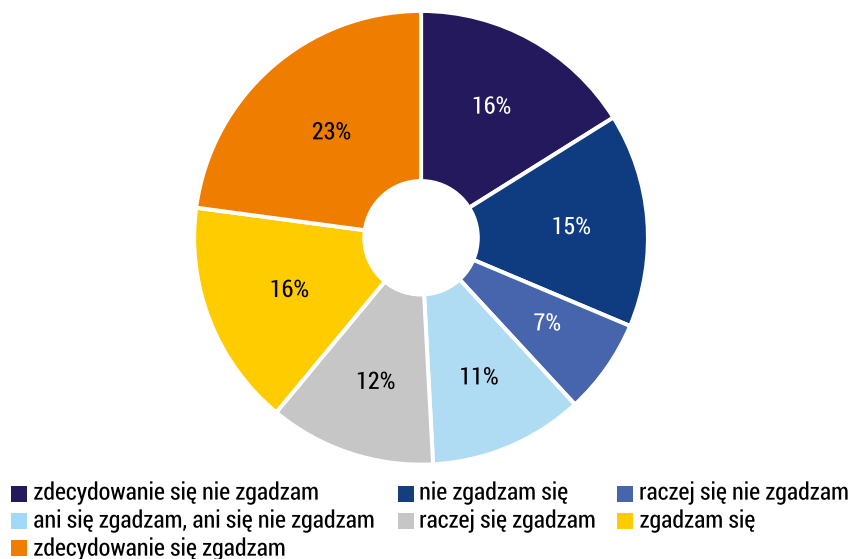
RYSUNEK 3.2. Liczba projektów zrealizowanych z wykorzystaniem BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Połowa badanych deklaruje jednak, że ma kontakt z BIM w pracy zawodowej (ocena w skali siedmiostopniowej; rys. 3.3).

Deklarowany przez respondentów poziom wiedzy z zakresu BIM różni się w zależności od zasięgu działania przedsiębiorstwa oraz funkcji pełnionej w czasie realizacji inwestycji budowlanych (tabela 3.2). Istotnie statystycznie różnice w ocenie średniego poziomu wiedzy z zakresu BIM w tych grupach stwierdzono na podstawie wyników nieparametrycznego testu Kruskala–Wallisa. Najwyższa średnia ocena poziomu wiedzy z zakresu BIM występuje w przypadku architektów ($M = 2,52$) i przedsiębiorstw pełniących więcej niż jedną funkcję podczas realizacji inwestycji budowlanych ($M = 2,44$) oraz tych o zasięgu międzynarodowym ($M = 2,49$). Im mniejsze przedsiębiorstwo i zasięg jego działania, tym niższy deklarowany przez respondentów poziom wiedzy z zakresu BIM. Jeśli chodzi o przedsiębiorstwa działające na rynkach lokalnych (miasto i okolice), ich poziom wiedzy z zakresu BIM w skali pięciostopniowej wynosi $M = 1,43$. Niższy poziom wiedzy deklarują także inwestorzy publiczni/prywatni ($M = 1,69$) i producenci materiałów budowlanych ($M = 1,81$). Respondenci z większych przedsiębiorstw, o większym zasięgu działania oraz architekci i osoby z przedsiębiorstw pełniących więcej niż jedną funkcję podczas realizacji inwestycji budowlanych deklarują też większy kontakt z metodyką BIM

w pracy zawodowej (średnia ocena w skali siedmiostopniowej to $M = 5,0$ w przypadku dużych przedsiębiorstw, $M = 5,35$ – przedsiębiorstwa o zasięgu międzynarodowym, $M = 5,00$ – architekci i $M = 5,25$ – przedsiębiorstwa pełniące więcej niż jedną funkcję podczas realizacji inwestycji budowlanych). Wyniki testu Kruskala–Wallisa potwierdziły, że istnieją statystycznie istotne różnice w średnim deklarowanym poziomie kontaktu z metodyką BIM w pracy zawodowej ze względu na zasięg działania przedsiębiorstwa (tabela 3.3).



RYSUNEK 3.3. Kontakt z BIM w pracy zawodowej

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.2. Deklarowany poziom wiedzy z zakresu BIM a rodzaj przedsiębiorstwa budowlanego

Rodzaj przedsiębiorstwa		Deklarowany poziom wiedzy z zakresu BIM (M) ^a	Wyniki testu Kruskala–Wallisa	
Wielkość przedsiębiorstwa	mikro (<10 pracowników)	1,90	Statystyki testu ^{a,b}	Pani/Pana poziom wiedzy z zakresu BIM
	małe (10–49 pracowników)	2,17	chi-kwadrat	5,554
	średnie (50–249 pracowników)	2,25	df	3
	duże (250 lub więcej pracowników)	2,31	istotność asymptotyczna	0,14
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: wielkość przedsiębiorstwa				

Rodzaj przedsiębiorstwa		Deklarowany poziom wiedzy z zakresu BIM (M)*	Wyniki testu Kruskala–Wallisa	
Zasięg działania przedsiębiorstwa	lokalny	1,43	Statystyki testu ^{a,b}	Pani/Pana poziom wiedzy z zakresu BIM
	regionalny	1,89	chi-kwadrat	22,69
	krajowy	2,00	df	3
	międzynarodowy	2,49	istotność asymptotyczna	0,00
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: zasięg działania przedsiębiorstwa				
Główna funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych	architekt	2,52	Statystyki testu ^{a,b}	Pani/Pana poziom wiedzy z zakresu BIM
	projektant konstrukcji i instalacji	1,88	chi-kwadrat	16,47
	generalny wykonawca/ podwykonawca	2,12	df	6
	producent materiałów budowlanych	1,81	istotność asymptotyczna	0,01
	zarządca/właściciel obiektu	1,90		
	inwestor prywatny/publiczny	1,69		
	inna (więcej niż 1 funkcja)	2,44		
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: główna funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych, * Średnia ocena w skali pięciostopniowej.				

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

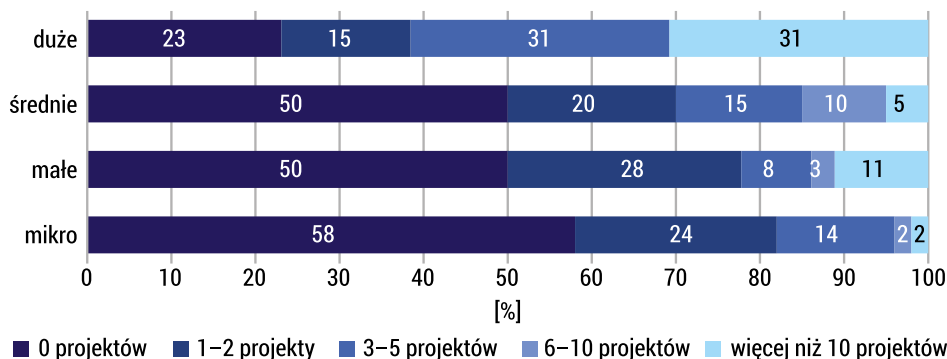
TABELA 3.3. Kontakt z metodyką BIM w pracy zawodowej a rodzaj przedsiębiorstwa budowlanego

Rodzaj przedsiębiorstwa		Deklarowany kontakt z metodyką BIM w pracy (M)*	Wyniki testu Kruskala–Wallisa	
Wielkość przedsiębiorstwa	mikro (<10 pracowników)	3,92	Statystyki testu^{a,b}	Mam kontakt z metodyką BIM w pracy
	małe (10–49 pracowników)	4,25	chi-kwadrat	3,52
	średnie (50–249 pracowników)	4,65	df	3
	duże (250 lub więcej pracowników)	5,00	istotność asymptotyczna	0,32
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: wielkość przedsiębiorstwa				

Rodzaj przedsiębiorstwa		Deklarowany kontakt z metodyką BIM w pracy (M)*	Wyniki testu Kruskala–Wallisa	
Zasięg działania przedsiębiorstwa	lokalny	3,17	Statystyki testu ^{a,b}	Mam kontakt z metodyką BIM w pracy
	regionalny	3,43	chi-kwadrat	19,57
	krajowy	3,97	df	3
	międzynarodowy	5,35	istotność asymptotyczna	0,00
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: zasięg działania przedsiębiorstwa				
Główna funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych	architekt	5,00	Statystyki testu ^{a,b}	Mam kontakt z metodyką BIM w pracy
	projektant konstrukcji i instalacji	3,75	chi-kwadrat	11,22
	generalny wykonawca/ podwykonawca	4,20	df	6
	producent materiałów budowlanych	3,72	istotność asymptotyczna	0,08
	zarządca/właściciel obiektu	4,67		
	inwestor prywatny/publiczny	3,08		
	inna (więcej niż 1 funkcja)	5,25		
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: główna funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych, * Średnia ocena w skali pięciostopniowej.				

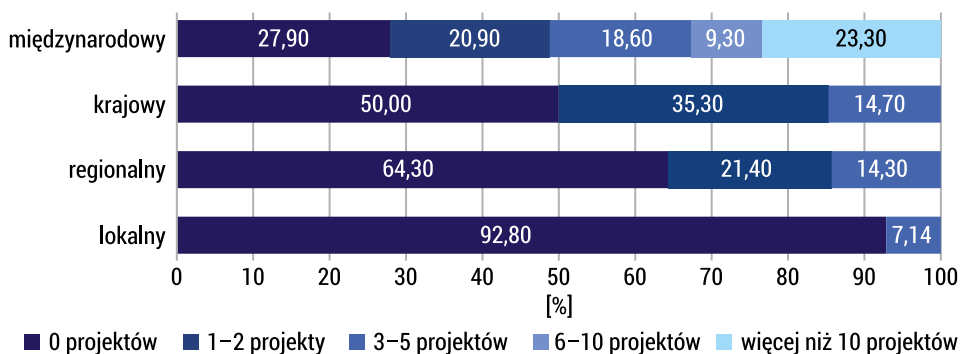
ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Brak kontaktu w pracy zawodowej z metodyką BIM oraz niższy poziom wiedzy z tego zakresu związane są z brakiem realizacji projektów z zastosowaniem tej technologii. Przedsiębiorstwa duże, zatrudniające 250 lub więcej pracowników (rys. 3.4) oraz te działające na rynku międzynarodowym (rys. 3.5) mają najwięcej projektów, przy których wykorzystano BIM. Również największą liczbę projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM deklarują architekci oraz przedsiębiorstwa pełniące więcej niż jedną funkcję w czasie inwestycji budowlanych (rys. 3.6).



RYSUNEK 3.4. Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM w przedsiębiorstwie a wielkość przedsiębiorstwa

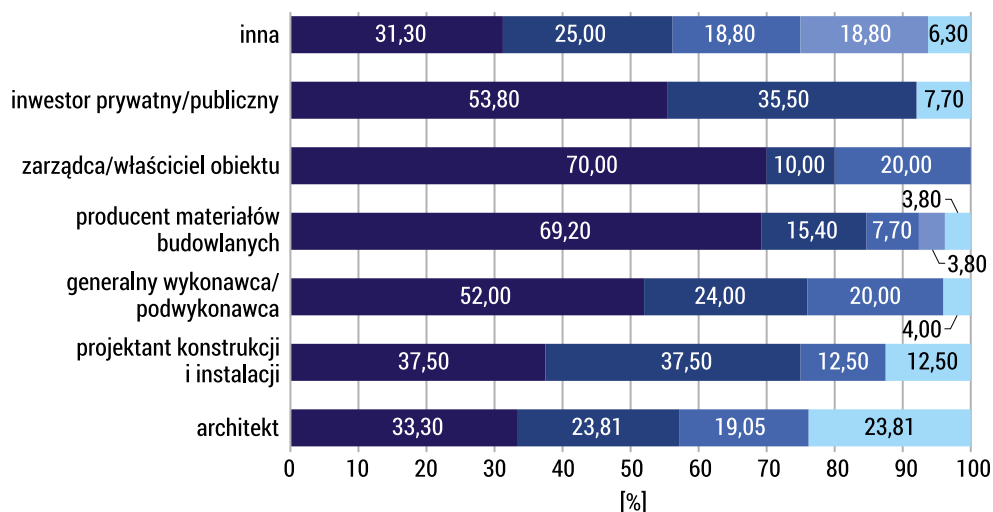
ŹRÓDŁO: opracowanie własne.



RYSUNEK 3.5. Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM w przedsiębiorstwie a zasięg działania przedsiębiorstwa

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Wśród źródeł wiedzy o BIM przedsiębiorstwa z branży budowlanej najlepiej oceniają portale branżowe i społecznościowe ($M = 4,11$), doświadczenie z pracy zawodowej ($M = 4,04$), szkolenia i warsztaty ($M = 3,94$), prasę branżową i publikacje naukowe ($M = 3,82$) oraz konferencje i seminaria ($M = 3,70$) (tabela 3.4). Wykorzystanie portali branżowych i społecznościowych oraz szkoleń i warsztatów najczęściej oceniane było jako „częste” ($Mo = 5$). Najsłabiej jako źródła informacji o BIM oceniane były studia wyższe i podyplomowe (odpowiednio $M = 2,30$ i $M = 2,17$ i $Mo = 1$). Badani wskazywali także (w kategorii „inne”), że źródłem informacji może być klastrowy budowlany.



■ 0 projektów ■ 1–2 projekty ■ 3–5 projektów ■ 6–10 projektów ■ więcej niż 10 projektów

RYSUNEK 3.6. Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM w przedsiębiorstwie a funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.4. Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM

Źródło wiedzy o BIM	Minimum (Min)	Maximum (Max)	Mediana (Me)	Dominanta (Mo)	Średnia (M)
Portale branżowe i społecznościowe, blogi	1	7	4	5	4,11
Doświadczenie nabyte w pracy	1	7	4	1	4,04
Szkolenia, warsztaty, webinaria	1	7	4	5	3,94
Prasa branżowa, publikacje naukowe	1	7	4	4	3,82
Konferencje, seminaria	1	7	3	3	3,70
Wiedza przekazana przez znajomych	1	7	3	1	3,53
Targi i wystawy	1	7	3	1	3,09
Budynki demonstracyjne	1	7	2	1	2,80
Studia wyższe I lub II stopnia	1	7	1	1	2,30
Studia podyplomowe	1	7	1	1	2,17

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

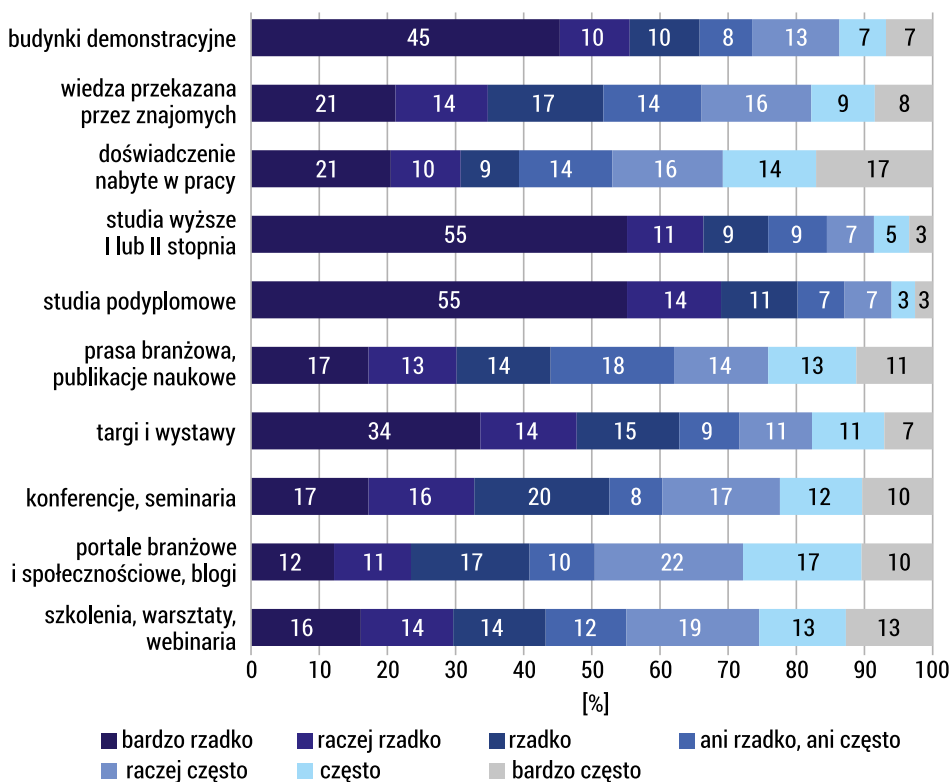
Ocenę częstotliwości wykorzystywania przez respondentów poszczególnych źródeł wiedzy o BIM w skali od 1 do 7, gdzie 1 oznacza „bardzo rzadko”, a 7 „bardzo często” przedstawiono na rys. 3.7.

Popularność wykorzystania poszczególnych źródeł wiedzy o BIM jest podobna bez względu na wielkość przedsiębiorstwa. Respondenci reprezentujący duże przedsiębiorstwa deklarują jednak, że wiedzę najczęściej pozyskują w pracy zawodowej ($M = 5,17$). Z kolei przedsiębiorstwa średnie i mikro za źródła wiedzy wskazują portale branżowe, społecznościowe i blogi (odpowiednio $M = 4,84$ i $M = 3,84$), a małe – konferencje i seminaria ($M = 4,38$). Wyniki testu Kruskala–Wallisa potwierdzają, że istnieją statystycznie istotne różnice w wykorzystaniu konferencji i seminariów jako źródła wiedzy o BIM w przedsiębiorstwach o różnej wielkości (tabela 3.5).

TABELA 3.5. Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM a wielkość przedsiębiorstwa

Wielkość przedsiębiorstwa	Średnia ocena									
	szkolenia, warsztaty, webinaria	portale branżowe i społecznościowe, blogi	konferencje, seminaria	targi i wystawy	prasa branżowa, publikacje naukowe	studia podyplomowe	studia wyższe I lub II stopnia	doświadczenie nabyte w pracy	wiedza przekazana przez znajomych	budynki demonstracyjne
Mikro (<10 pracowników)	3,72	3,84	3,43	2,96	3,59	2,10	2,12	3,68	3,30	2,68
Małe (10–49 pracowników)	4,17	4,12	4,38	3,48	4,00	2,12	2,32	4,06	3,59	3,06
Średnie (50–249 pracowników)	4,32	4,84	4,00	3,47	4,42	2,68	2,63	4,42	3,80	3,37
Duże (250 lub więcej pracowników)	3,83	4,17	2,62	2,08	3,23	1,92	2,58	5,17	3,77	1,83
Statystyki testu ^{a,b}										
Chi-kwadrat	1,64	3,35	10,39	6,35	3,89	2,78	1,01	5,23	1,98	5,58
df	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Istotność asymptotyczna	0,65	0,34	0,02	0,10	0,27	0,43	0,80	0,15	0,58	0,13
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: wielkość przedsiębiorstwa										

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.



RYSUNEK 3.7. Częstotliwość wykorzystania poszczególnych źródeł wiedzy o BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Popularność wykorzystania niektórych źródeł wiedzy o BIM zależy od zasięgu działania przedsiębiorstw. Wyniki testu Kruskala–Wallisa potwierdzają, że istnieją statystycznie istotne różnice w średniej ocenie wykorzystania portali branżowych, społecznościowych i blogów, prasy branżowej i publikacji naukowych oraz wiedzy przekazywanej przez znajomych jako źródeł wiedzy o BIM w przedsiębiorstwach o różnym zasięgu działania (tabela 3.6). Można też zauważyć, że najbardziej popularnym źródłem wiedzy dla przedsiębiorstw międzynarodowych, krajowych oraz o zasięgu lokalnym są portale branżowe, społecznościowe i blogi (odpowiednio $M = 4,71$, $M = 4,41$ i $M = 3,29$).

TABELA 3.6. Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM a zasięg działania przedsiębiorstwa

Zasięg działania przedsiębiorstwa	Średnia ocena									
	szkolenia, warsztaty, webinaria	portale branżowe i społecznościowe, blog	konferencje, seminaria	targi i wystawy	prasa branżowa, publikacje naukowe	studia podyplomowe	studia wyższe I lub II stopnia	doświadczenie nabyte w pracy	wiedza przekazana przez znajomych	budynki demonstracyjne
Lokalny	3,21	3,29	2,71	2,23	2,77	2,07	1,86	3,14	2,29	2,36
Regionalny	3,70	3,27	3,44	2,50	3,22	2,30	2,48	3,70	3,36	2,81
Krajowy	4,38	4,41	4,21	3,58	4,29	2,53	2,50	4,06	3,94	3,24
Międzynarodowy	4,05	4,71	3,83	3,40	4,12	1,85	2,20	4,63	3,71	2,63
Statystyki testu ^{a,b}										
Chi-kwadrat	3,94	11,07	7,18	7,61	9,08	3,12	0,90	6,52	8,71	2,09
df	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Istotność asymptotyczna	0,27	0,01	0,07	0,06	0,03	0,37	0,83	0,09	0,03	0,56
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: zasięg działania przedsiębiorstwa										

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że architekci i reprezentanci przedsiębiorstw pełniący więcej niż jedną funkcję podczas realizacji inwestycji budowlanych (np. architekta, projektanta konstrukcji i instalacji, generalnego wykonawcy/podwykonawcy i producenta materiałów budowlanych), którzy deklarują także większy kontakt z metodyką BIM w pracy zawodowej i wyższy poziom wiedzy z zakresu BIM, wskazują częściej na doświadczenie nabyte w pracy oraz wiedzę przekazaną przez znajomych jako źródła wiedzy o BIM (średnia ocena wykorzystania tych źródeł wiedzy jest w tych grupach największa i wyższa od 4,0; tabela 3.7). Wyniki testu Kruskala–Wallisa nie potwierdzają jednak, że istnieją statystycznie istotne różnice w ocenie wykorzystania poszczególnych źródeł wiedzy o BIM w przedsiębiorstwach pełniących różną funkcję podczas realizacji inwestycji budowlanych.

Istnieją natomiast różnice w ocenie wykorzystania poszczególnych źródeł wiedzy o BIM w przedsiębiorstwach, które zrealizowały różną liczbę projektów z zastosowaniem BIM. Istotny wynik testu Kruskala–Wallisa stwierdzono w przypadku oceny takich źródeł wiedzy o BIM, jak: portale branżowe i społecznościowe, blog, prasa branżowa, publikacje naukowe oraz doświadczenie nabyte w pracy (tabela 3.8). Częstotliwość wykorzystania tych źródeł jest większa w przypadku przedsiębiorstw,

które zrealizowały więcej niż 6 projektów z zastosowaniem metodyki BIM. W grupie przedstawicieli przedsiębiorstw, które nie realizowały projektów, jako źródła wiedzy najwyżej oceniano: szkolenia, warsztaty, webinaria, portale branżowe i społecznościowe, blog oraz konferencje i seminaria.

TABELA 3.7. Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM a główna funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych

Funkcja przedsiębiorstwa	Średnia ocena									
	szkolenia, warsztaty, webinaria	portale branżowe i społecznościowe, blog	konferencje, seminaria	targi i wystawy	prasa branżowa, publikacje naukowe	studia podyplomowe	studia wyższe I lub II stopnia	doświadczenie nabyte w pracy	wiedza przekazana przez znajomych	budynki demonstracyjne
Architekt	4,24	4,29	3,76	3,00	3,95	1,90	2,43	4,62	4,29	3,14
Projektant konstrukcji i instalacji	4,38	3,67	3,88	2,63	3,75	2,00	2,25	3,50	3,00	2,13
Generalny wykonawca/ podwykonawca	3,28	3,80	3,32	2,83	3,48	2,24	2,56	4,16	3,28	2,48
Producent materiałów budowlanych	3,44	3,68	3,50	3,18	3,91	2,09	2,09	3,08	3,42	2,58
Zarządca/właściciel obiektu	5,00	5,00	4,50	4,50	3,80	2,30	2,50	4,60	3,40	3,30
Inwestor prywatny/ publiczny	3,69	4,08	3,25	2,17	3,31	2,62	1,85	3,69	2,77	2,77
Inna (więcej niż 1 funkcja)	4,93	4,80	4,40	3,67	4,47	2,27	2,40	5,00	4,01	3,40
Statystyki testu ^{a,b}										
Chi-kwadrat	11,89	6,77	5,17	8,62	3,40	3,03	2,33	10,38	7,99	6,84
df	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Istotność asymptotyczna	0,07	0,34	0,52	0,20	0,76	0,81	0,89	0,11	0,24	0,34
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: funkcja przedsiębiorstwa										

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.8. Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM a liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM

Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM	Średnia ocena									
	szkolenia, warsztaty, webinaria	portale branżowe i społecznościowe, blog	konferencje, seminaria	targi i wystawy	prasa branżowa, publikacje naukowe	studia podyplomowe	studia wyższe I lub II stopnia	doświadczenie nabyte w pracy	wiedza przekazana przez znajomych	budynki demonstracyjne
0 projektów	3,57	3,55	3,56	2,81	3,28	2,46	2,40	3,48	3,24	2,51
1–2 projekty	4,29	4,68	3,89	3,26	4,41	1,70	1,81	3,74	3,26	2,71
3–5 projektów	4,53	4,50	3,82	3,24	4,12	2,41	2,82	5,65	4,59	3,88
Więcej niż 6 projektów	4,29	4,86	3,86	3,79	4,43	1,71	2,29	5,21	3,93	3,00
Statystyki testu ^{a,b}										
Chi-kwadrat	4,50	9,14	0,90	3,07	8,60	4,55	2,24	17,76	7,39	5,18
df	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Istotność asymptotyczna	0,21	0,03	0,83	0,38	0,04	0,21	0,52	0,00	0,06	0,16
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: liczba projektów										

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

3.2. Ocena poziomu dojrzałości wdrożenia BIM

Zważywszy na dowiedzione korzyści płynące z BIM, przewiduje się rozwój modeli mających na celu zwiększenie efektywności i różnorodności w zakresie szeroko pojmowanych analiz oraz tworzenia modeli nD. Jednym z kluczowych parametrów wyznaczających stopień zaawansowania w korzystaniu z BIM jest tzw. poziom dojrzałości, określany np. w czterostopniowej skali, którą opisują Robert Bouška⁸⁰ czy Jacek Nawrot⁸¹.

Wprowadzenie BIM wymaga holistycznego spojrzenia, uwzględniającego zarówno technologiczne aspekty implementacji, jak i organizacyjne zmiany niezbędne do pełnego wykorzystania jego potencjału. Jak zauważają Salamak i Drzyzga⁸², obecnie w Polsce dopiero definiowany jest trzeci poziom dojrzałości BIM, który znajdzie

⁸⁰ R. Bouška, *Evaluation of maturity of BIM tools across different software platforms*, „Procedia Engineering” 2016, Vol. 164, s. 481–486.

⁸¹ J. Nawrot, *Wykorzystanie technologii BIM w procesie eksploatacji budynku*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej” 2018, nr 24, s. 249–254.

⁸² M. Salamak, W. Drzyzga, *Transformacja cyfrowa...*, s. 94–97.

zastosowanie w obszarach analiz środowiskowych oraz utrzymania obiektu w cyklu jego życia, będących w stadium prac koncepcyjnych lub badawczych. Także według Kosiedowskiego i Wirkusa osiągnięcie poziomu trzeciego przez przedsiębiorstwa w Polsce jest jeszcze kwestią przyszłości⁸³.

O obecny i przewidywany poziom dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce zapytano uczestników zogniskowanego wywiadu grupowego (tabela 3.9). Zdaniem ekspertów na pewno rośnie liczba przedsiębiorstw stosujących narzędzia do modelowania 3D oraz liczba przetargów w BIM. Również coraz więcej ludzi szkoli się w zakresie BIM. Natomiast eksperci oceniają, że poziom dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce jest bardzo niski. Dzieje się tak także dlatego, że nadal niewielu uczestników rynku budowlanego, nawet tych, którzy wdrożyli rozwiązania z zakresu BIM, rozumie jego cele i metodykę i dalej „definiuje BIM przez pryzmat oprogramowania, z którego korzysta”.

W opinii ekspertów na polskim rynku budowlanym są przedsiębiorstwa, które (zwłaszcza gdy wytwarzają produkty czy oferują usługi na rynek zagraniczny) są bardzo wysoko zaawansowane i są w stanie dostarczyć modele 6D czy 7D. Badani podkreślali jednak, że w przypadku Polski na obecnym etapie realne jest myślenie o stosowaniu modeli 3D, co się nie zmieni, dopóki nie zmieni się podejście inwestorów, generalnych wykonawców itp., którzy z modeli BIM będą korzystać świadomie. Zwłaszcza że polski rynek budowlany to w zdecydowanej większości przedsiębiorstwa małe i średnie, które ze względu na swoją wielkość świadczą głównie usługi podwykonawcze. Według badań wykształcenie inżynierów BIM nic nie zmieni, jeżeli nie zmieni się myślenie środowiska budowlanego. Wprowadzanie zmian w budownictwie jest szczególnie trudne ze względu na hermetyczność branży i zidentyfikowane w niej problemy – brak odpowiedzialności za całość projektu, koncentracja na celach krótkoterminowych i osiąganie własnych korzyści oraz ograniczona wymiana informacji wynikająca z niskiego zaufania.

Ważnym aspektem jest odniesienie BIM do całego cyklu życia obiektu, od stadium koncepcji przez realizację i eksploatację aż do rozbiórki oraz utylizacji, co oznaczać powinno odpowiednie podejście do określenia zakresu odpowiedzialności oraz udziału w kosztach, zyskach i ryzyku uczestników procesu inwestycyjnego. Ważna jest zmiana myślenia fragmentarycznego na myślenie całościowe o projekcie, pozwalające, zgodnie z koncepcją BIM, efektywnie zarządzać obiektem podczas całego cyklu jego życia. W takim podejściu np. wyższe nakłady poniesione na etapie projektowania inwestycji powinny być rekompensowane z etapu budowy, który realizowany jest sprawniej, dzięki usunięciu kolizji z wcześniejszego etapu.

Spostrzeżenia odnośnie do tego, jak będzie kształtował się poziom dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce za 5–10 lat, są raczej pesymistyczne. Badani zwracali także uwagę, że ta ocena jest szczególnie trudna ze względu na różne czynniki „pozabimowe”, środowiskowe, biznesowe, które będą to warunkowały. Istotną rolę może odegrać m.in. szybki rozwój technologii (np. generatywnej sztucznej inteligencji), której wpływ trudno jest przewidzieć.

⁸³ W. Kosiedowski, M. Wirkus, *Bariery i ograniczenia wdrażania...*

TABELA 3.9. Wyowiedzi respondentów na temat poziomu dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce

„Jest szalenie trudno oceniać w ogóle poziom dojrzałości obecnie w Polsce. Z mojej perspektywy coraz więcej firm inwestuje w narzędzia firmowe, więc tutaj ten poziom dojrzałości narzędziowej rośnie, coraz więcej ludzi się szkoli, rozumie, jak modelować. Poziom dojrzałości procesowej natomiast jest szalenie niski. Bardzo niewielu uczestników rynku budowlanego, nawet tych zaangażowanych, BIM rozumie w ogóle, jakie są cele i metody wykorzystania metodyki BIM i dalej definiuje BIM przez pryzmat oprogramowania, z którego korzysta. To jest bardzo niebezpieczne. Jeżeli chodzi o poziom dojrzałości wdrożenia BIM w przyszłości, ja bym powiedział, że znowu w zależności od tego jak świadomy będzie zamawiający, tak ten poziom będzie rósł. Niestety też obawiam się, że jeżeli w jakimś stopniu nie podniesiemy przejrzystości i takiej egalitarności technologii BIM i procesów BIM, to ta dojrzałość wcale nie musi jakoś wykładniczo rosnąć. To jest takie moje pesymistyczne spostrzeżenie”
„BIM jest tak silną zmianą paradygmatu, w ogóle myślenia o projektach budowlanych, że fakt wykształcenia 100 000 inżynierów BIM nic nie zmieni, dlatego że ciągle cała reszta rynku będzie patrzyła na dokumentację 2D. Więc tak, część budynków będzie się budowała szybciej, sprawniej, lepiej, wyżej i tak dalej. Ale jeżeli my mówimy o BIM w rozumieniu zarządzania bazą danych, paradoksalnie może się nic nie zmienić, bo jest to hermetyczne środowisko, hermetyczne oprogramowanie i hermetyczna baza danych. Dopóki nie otworzymy tej konserwy, to może technologia będzie szła błyskawicznie do przodu, a my dalej będziemy się ekscytowali w wąskim gronie”
„Wydaje mi się, że teraz jest tak, że trochę myślimy o 6D, 7D, natomiast cały czas to jest tylko i wyłącznie 3D. I wydaje mi się, że żeby się rozwinąć mocniej w ciągu tych 5–10 lat, no to jednak musi być zwiększenie świadomości inwestorów, generalnych wykonawców itp., że oni na końcu chcą jednak korzystać z tego modelu”
„Jeżeli mówimy o poziomie dojrzałości, czy w ogóle poziomie szczegółowości dostarczania pewnych informacji, to są na rynku polskim firmy, które nie wytwarzają usług czy produktów na rynek polski, tylko na rynek zagraniczny i one są bardzo wysoko zaawansowane. One są w stanie dostarczyć modele 6D czy 7D [...]. Natomiast dopóki środowisko się nie zmieni, my możemy być megazaawansowani technologicznie i będziemy zmuszani do wystawiania produktu, który nie jest zaawansowany technologicznie, bo środowisko, które zbiera te dane, nie jest zaawansowane technologicznie. Na polskim rynku z trzech, może czterech generalnych wykonawców, którzy bardzo dobrze mają ustawione swoje procesy biznesowe, wiedzą, do czego chcą wykorzystać BIM, i wchodzą na etap łączenia czy wykonywania projektów w taki sposób, by łatwo pozyskiwać informacje do zarządzania budynkami. Tak, ale znowu 3–4 gigantyczne firmy versus całe środowisko to jaki to jest procent? A czy polskie budownictwo jest napędzane przez dużych generalnych wykonawców, czy przez rzesze innych mniejszych firm wykonawczych, podwykonawczych, które nawet nie mają aspiracji do tego, żeby w takim poziomie zaawansowania pracować, ponieważ im się to finansowo nie opłaca. Tak samo jest z projektantami. Są projektanci, którzy są w stanie dostarczyć bardzo szczegółowe modele i mają te projekty na wysokiej marży, więc biznesowo to się wszystko pięknie spina. Ale są też tacy projektanci, którzy nawet jeśli mają zasoby techniczne, ludzkie do tego, żeby dostarczać takie szczegółowe modele, nie będą tego robić, ponieważ ich kontrakty nie są odpowiednie, nie są na odpowiedniej marży, ponieważ ich klienci nie będą czerpali korzyści z tego, że dostaną na etapie projektowania więcej, więc gdyby procentowo chcieli odpowiedzieć na to pytanie, jaki procent naszego środowiska jest w chwili obecnej na tym wysokim poziomie dojrzałości czy procesów, czy technologii, to naprawdę będą małe procenty. Natomiast jeżeli chodzi o świadomość, na pewno jesteśmy dużo wyżej zaawansowani, niż byliśmy 10 lat temu i to jest konsekwencja różnych procesów, które się do tej pory zadziały. Kiedyś w ciągu roku mieliśmy 2, może 4 przetargi w BIM. Teraz w ciągu roku ogłaszanych jest 10, czy naście przetargów, więc dążymy do tego, żeby tego było więcej. Ale czy w ciągu 10 lat uda nam się osiągnąć 50–60% rynku pracującego na wysokim poziomie dojrzałości BIM? To jest bardzo trudno określić, jest zbyt dużo czynników pozabimowych, środowiskowych, biznesowych, które będą to warunkowały”

„Ja odniosę się trochę do części technologicznej, bo sam okres 5–10 lat to jest naprawdę bardzo, bardzo dużo, jeśli chodzi o sam rozwój technologii, i gdzieś tutaj nam się pojawiały tematy związane z wymaganiami prawnymi, wymaganiami organizacyjnymi, które są bardzo istotne i wydaje mi się, że one będą kluczowe. Natomiast z mojego punktu widzenia część technologiczna też musi w jakiś sposób odpowiadać temu, co będzie potrzebne w kolejnych latach. Na przykład generatywna sztuczna inteligencja mogłaby wpłynąć na obszar, który pozwoliłby na zrozumienie maszynie tych modeli, które są dostarczane do środowisk i wymieniane. One rzeczywiście mogłyby pomóc tutaj w tym, żeby ta wymiana informacji postępowała zdecydowanie szybciej, żeby ta niepewność tych informacji, która się pojawia pomiędzy różnymi uczestnikami, była lepiej rozumiana i lepiej przetransformowana przez maszynę do tego, żeby każdy rozumiał, jakie elementy są wprowadzane przez poszczególnych uczestników modelu, i to może rzeczywiście być jakimś takim przyczynkiem do tego, żeby te możliwości były zdecydowanie szybciej wdrażane ze względu na to, że samoograniczenia technologii, które są dość duże i wymagają dużo inwestycji, wiedzy zarówno od strony wykonawcy, jak i od strony zamawiającego, może tutaj by pomogły, ale to jest nie tylko i wyłącznie rynek polski, ale w ogóle cały rynek światowy w tym obszarze”

„Problemem jest, że od projektantów są wymagane projekty w BIM w takiej samej powiedzmy cenie, co tradycyjne projekty, przy czym wiadomo, że ten nakład pracy jest o wiele, wiele większy. I nie jest to niestety rekompensowane powiedzmy z tej części finansowej budowy, gdzie już tych np. w kolizji, które rozwiązujemy na etapie projektowania, nie ma”

„Kto inwestuje i kto w efekcie końcowym na procesie inwestycyjnym zarabia? Inwestor. I gdybyśmy realizowali absolutnie wszystkie kontrakty w systemie, zaprojektuj, wybuduj i utrzymaj, i wszystkie kontrakty rozpatrywalibyśmy w kontekście tego, że generalnie za ten proces w całości płaci inwestor, bo to jest jego inwestycja, czyli jego nakłady finansowe, żeby ta inwestycja potem na niego zarabiała. Tak w ogóle, patrząc na jakikolwiek obszar inwestycyjny, to jest normalne podejście, że inwestor inwestuje, czyli płaci, ponosi koszty, a potem ma z tego tytułu zyski, bo inwestuje po to, żeby zarabiać. No i jeżeli teraz w swoim portfelu trzymał strukturę inwestorską związaną z zarządzaniem inwestycją, utrzymaniem tej inwestycji, obsługą inwestycji, projektowaniem i wykonawstwem i hipotetycznie nie posiłkowałby się podwykonawcami, bo miałby własny zespół w każdym tym obszarze, to nie byłoby dyskusji o tym, kto ponosi koszty, nie byłoby dyskusji o tym, że nie ma pieniędzy na projekty, ponieważ ten cały przepływ pieniędzy pozostawałby w gestii jednego przedsiębiorstwa. Inwestor, rozumiejąc korzyści, jakie da mu wdrożenie technologii BIM, przesuwałby sobie te pieniądze i przesuwałby sobie te nakłady, zwiększył nakłady na projektowanie. Natomiast sytuacja na rynku jest taka, że nie każdy inwestor chce utrzymywać takie duże struktury organizacyjne, mieć wszystkich u siebie i posiłkuje się podwykonawcami, bo jest taniej. No i w tym momencie schodzimy w taki obszar, że ktoś, kto jest odpowiedzialny za pozyskanie projektu, musi się wykazać czymś i najprościej się wykazać tym, że negocjowaliśmy cenę na projektantach i na budowie. Tak i dzięki temu inwestor wydał mniej. Dopóki nie zmienimy tego podejścia do zarządzania pieniędzmi w inwestycjach, dopóty będzie bardzo trudno wprowadzać BIM, ponieważ będziemy mieć non stop do czynienia z argumentem, który poniekąd jest pokłosiem przetargów publicznych – wygrywa cena”

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Oceny obecnego i przyszłego wykorzystania BIM w Polsce dokonali także respondenci badania ilościowego. W tym celu skorzystano z siedmiostopniowej skali, od 1 – „zupełnie się nie zgadzam” do 7 – „zdecydowanie się zgadzam” (tabela 3.10). Stwierdzeniami, które uzyskały najwyższą ocenę, były: „Wdrożenie BIM w budownictwie może się przyczynić do zmniejszenia problemów, z którymi zmagają się branża (brak sprawnego przepływu informacji i ścisłej współpracy pomiędzy uczestnikami

procesu, nadmierne koszty, niekiedy niska jakość i długi czas realizacji inwestycji)” ($Mo = 7$; $M = 5,42$) oraz „Inwestowanie w BIM, jego wdrożenie i edukację jest koniecznością z perspektywy rozwoju mojego przedsiębiorstwa” ($Mo = 7$; $M = 5,10$).

TABELA 3.10. Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce

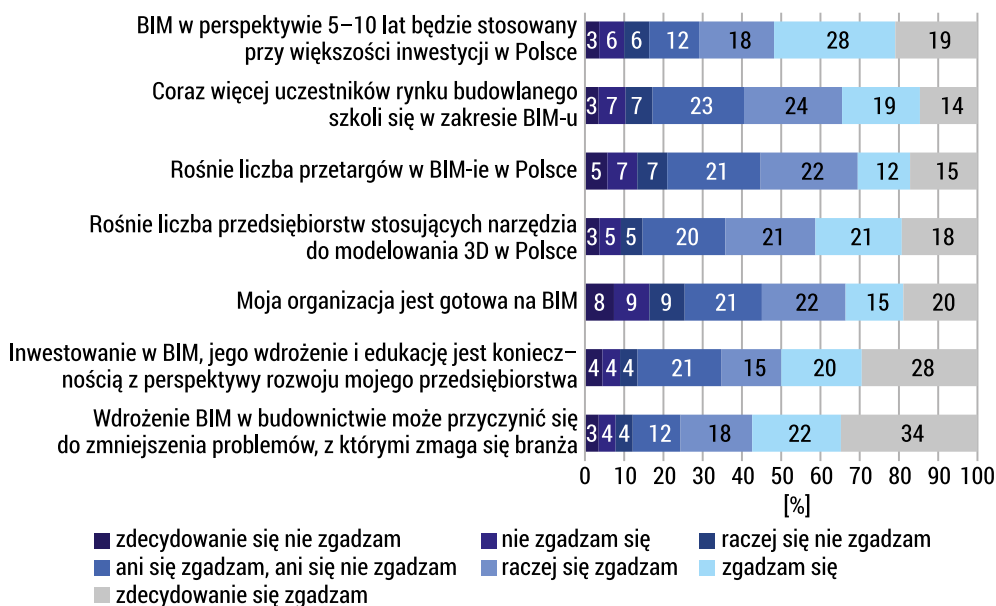
Stwierdzenia odnoszące się do wykorzystania BIM w Polsce	Minimum (Min)	Maximum (Max)	Mediana (Me)	Dominanta (Mo)	Średnia (M)
Wdrożenie BIM w budownictwie może się przyczynić do zmniejszenia problemów, z którymi zmagają się branża	1	7	6,00	7	5,42
Inwestowanie w BIM, jego wdrożenie i edukację jest koniecznością z perspektywy rozwoju mojego przedsiębiorstwa	1	7	5,00	7	5,10
BIM w perspektywie 5–10 lat będzie stosowany przy większości inwestycji w Polsce	1	7	5,00	6	4,96
Rośnie liczba przedsiębiorstw stosujących narzędzia do modelowania 3D w Polsce	1	7	5,00	5	4,84
Coraz więcej uczestników rynku budowlanego szkoli się w zakresie BIM	1	7	5,00	5	4,72
Moja organizacja jest gotowa na BIM	1	7	5,00	5	4,65
Rośnie liczba przetargów w BIM w Polsce	1	7	4,00	5	4,43

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Uczestnicy badania zgodzili się (większość odpowiedzi pozytywnych – „raczej się zgadzam”, „zgadzam się” i „zdecydowanie się zgadzam”) także z pozostałymi stwierdzeniami (rys. 3.8). Według ankietowanych:

- rośnie liczba przedsiębiorstw stosujących narzędzia do modelowania 3D w Polsce;
- rośnie liczba przetargów w BIM w Polsce;
- coraz więcej uczestników rynku budowlanego szkoli się w zakresie BIM;
- BIM w perspektywie 5–10 lat będzie stosowany przy większości inwestycji w Polsce.

Oceny poszczególnych stwierdzeń są jednak niespodziewanie wysokie w zestawieniu z niskim deklarowanym poziomem wiedzy o BIM oraz niewielką liczbą projektów zrealizowanych przez polskie przedsiębiorstwa z jego wykorzystaniem. Szczególnie zastanawia wysoka ocena stwierdzenia „Moja organizacja jest gotowa na BIM”. Oznaczać to może jednak, że przedstawiciele przedsiębiorstw budowlanych są świadomi zmian, które zachodzą na rynku.



RYSUNEK 3.8. Struktura odpowiedzi na pytania odnoszące się do wykorzystania BIM w Polsce

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W kolejnym etapie dokonano analizy oceny stwierdzeń odnoszących się do obecnego oraz przyszłego wykorzystania BIM w Polsce ze względu na wielkość, zasięg działania przedsiębiorstw, funkcję pełnioną przy realizacji inwestycji budowlanych oraz liczbę zrealizowanych projektów. Istotny wynik testu Kruskala–Wallisa wskazuje na różnice w średniej ocenie wszystkich stwierdzeń wśród przedsiębiorstw o różnym zasięgu działania oraz różnej liczbie zrealizowanych projektów w metodyce BIM (tabele 3.12–3.13). Średnie ocen tych stwierdzeń najwyższe są w przedsiębiorstwach o zasięgu międzynarodowym oraz tych, które zrealizowały więcej projektów w BIM (3–5 projektów lub 6 i więcej projektów).

Nie stwierdzono istotnych różnic w ocenie stwierdzeń przez przedstawicieli przedsiębiorstw zróżnicowanych ze względu na wielkość oraz pełnioną funkcję przy realizacji inwestycji budowlanych (tabele 3.11, 3.14).

TABELA 3.11. Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce a wielkość przedsiębiorstwa

Wielkość przedsiębiorstwa	Wdrożenie BIM w budownictwie może się przyczynić do zmniejszenia problemów, z którymi zmagają się branża (brak sprawnego przepływu informacji i ścisłej współpracy pomiędzy uczestnikami procesu, nadmierne koszty, niekiedy niska jakość i długi czas realizacji inwestycji)	Inwestowanie w BIM, jego wdrożenie i edukację jest koniecznością z perspektywy rozwoju mojego przedsiębiorstwa	Moja organizacja jest gotowa na BIM	Rośnie liczba przedsiębiorstw stosujących narzędzia do modelowania 3D w Polsce	Rośnie liczba przetargów w BIM w Polsce	Coraz więcej uczestników rynku budowlanego szkoli się w zakresie BIM	BIM w perspektywie 5–10 lat będzie stosowany przy większości inwestycji w Polsce
Mikro (<10 pracowników)	5,00	4,71	4,39	4,47	4,36	4,48	4,60
Małe (10–49 pracowników)	5,74	5,23	4,72	5,06	4,58	4,78	5,00
Średnie (50–249 pracowników)	6,06	5,78	4,94	5,33	4,65	5,20	5,55
Duże (250 lub więcej pracowników)	5,23	5,23	5,08	4,92	3,92	4,69	5,23
Statystyki testu^{a,b}							
Chi-kwadrat	5,95	5,40	2,15	4,28	2,14	2,33	4,25
df	3	3	3	3	3	3	3
Istotność asymptotyczna	0,11	0,14	0,54	0,23	0,54	0,51	0,24
^a Test Kruskala-Wallis, ^b Zmienna grupująca: wielkość przedsiębiorstwa							

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.12. Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce a zasięg działania przedsiębiorstwa

Zasięg działania przedsiębiorstwa	Wdrożenie BIM w budownictwie może się przyczynić do zmniejszenia problemów, z którymi zmaga się branża (brak sprawnego przepływu informacji i ścisłej współpracy pomiędzy uczestnikami procesu, nadmierne koszty, niedługo niska jakość i długi czas realizacji inwestycji)	Inwestowanie w BIM, jego wdrożenie i edukację jest koniecznością z perspektywy rozwoju mojego przedsiębiorstwa	Moja organizacja jest gotowa na BIM	Rośnie liczba przedsiębiorstw stosujących narzędzia do modelowania 3D w Polsce	Rośnie liczba przetargów w BIM w Polsce	Coraz więcej uczestników rynku budowlanego szkoli się w zakresie BIM	BIM w perspektywie 5–10 lat będzie stosowany przy większości inwestycji w Polsce
Lokalny	3,86	3,43	3,64	3,71	3,21	3,43	3,29
Regionalny	5,18	4,96	3,71	4,07	4,07	4,36	4,54
Krajowy	5,47	5,06	4,79	5,12	4,76	4,91	4,97
Międzynarodowy	6,10	5,82	5,55	5,53	4,79	5,21	5,74
Statystyki testu^{a,b}							
Chi-kwadrat	18,24	19,29	21,59	21,25	12,19	13,82	23,43
df	3	3	3	3	3	3	3
Istotność asymptotyczna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: zasięg działania							

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.13. Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce a liczba zrealizowanych projektów w metodyce BIM

Liczba zrealizowanych projektów	Wdrożenie BIM w budownictwie może się przyczynić do zmniejszenia problemów, z którymi zmaga się branża (brak sprawnego przepływu informacji i ścisłej współpracy pomiędzy uczestnikami procesu, nadmierne koszty, niekiedy niska jakość i długi czas realizacji inwestycji)	Inwestowanie w BIM, jego wdrożenie i edukację jest koniecznością z perspektywy rozwoju mojego przedsiębiorstwa	Moja organizacja jest gotowa na BIM	Rośnie liczba przedsiębiorstw stosujących narzędzia do modelowania 3D w Polsce	Rośnie liczba przetargów w BIM w Polsce	Coraz więcej uczestników rynku budowlanego szkoli się w zakresie BIM	BIM w perspektywie 5–10 lat będzie stosowany przy większości inwestycji w Polsce
0 projektów	5,00	4,43	3,93	4,27	3,93	4,23	4,43
1–2 projekty	5,54	5,46	4,64	5,11	4,57	4,68	5,07
3–5 projektów	6,35	6,18	6,00	5,59	5,18	5,53	6,00
6 i więcej projektów	5,83	5,92	6,33	5,92	5,36	5,86	5,64
Statystyki testu^{a,b}							
Chi-kwadrat	9,81	18,71	29,37	17,05	12,72	17,95	15,84
df	3	3	3	3	3	3	3
Istotność asymptotyczna	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: liczba zrealizowanych projektów							

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.14. Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce a funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych

Funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych	Wdrożenie BIM w budownictwie może się przyczynić do zmniejszenia problemów, z którymi zmaga się branża (brak sprawnego przepływu informacji i ścisłej współpracy pomiędzy uczestnikami procesu, nadmierne koszty, niekiedy niska jakość i długi czas realizacji inwestycji)	Inwestowanie w BIM, jego wdrożenie i edukację jest koniecznością z perspektywy rozwoju mojego przedsiębiorstwa	Moja organizacja jest gotowa na BIM	Rośnie liczba przedsiębiorstw stosujących narzędzia do modelowania 3D w Polsce	Rośnie liczba przetargów w BIM w Polsce	Coraz więcej uczestników rynku budowlanego szkoli się w zakresie BIM	BIM w perspektywie 5–10 lat będzie stosowany przy większości inwestycji w Polsce
Architekt	5,76	5,67	5,19	5,29	4,67	5,29	5,19
Projektant konstrukcji i instalacji	5,88	5,38	4,25	4,75	4,25	4,63	5,13
Generalny wykonawca/ podwykonawca	4,67	4,71	4,13	4,00	3,76	4,24	4,16
Producent materiałów budowlanych	5,68	4,84	4,77	4,96	4,50	4,73	5,23
Zarządca/ właściciel obiektu	5,20	5,00	4,20	4,90	5,00	4,70	5,00
Inwestor prywatny/ publiczny	5,15	4,38	4,46	4,69	4,38	4,15	4,77
Inna	5,86	5,93	5,29	5,50	4,81	5,19	5,44
Statystyki testu^{a,b}							
Chi-kwadrat	4,09	9,06	7,132	8,11	5,509	6,13	4,59
df	6	6	6	6	6	6	6
Istotność asymptotyczna	0,66	0,17	0,31	0,23	0,48	0,41	0,59
^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: główna funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych							

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

3.3. Identyfikacja i ocena korzyści wynikających z wdrożenia BIM

BIM otwiera nowe możliwości w sposobie projektowania, budowy i zarządzania obiektami budowlanymi. Jego zastosowanie stwarza wiele potencjalnych możliwości/korzyści w porównaniu z konwencjonalnym podejściem⁸⁴. Zasadnicze obszary wykorzystania w praktyce możliwości BIM to: wykrywanie kolizji, w tym międzybranżowych i w rozwiązaniach konstrukcyjnych, zliczanie ilości materiałów do przygotowania zamówienia, zarządzanie usterkami, monitorowanie poprawek, tworzenie wizualizacji 3D, opracowanie rysunków konstrukcyjnych.

Kluczowymi atutami BIM są zwiększenie efektywności procesów budowlanych przez lepszą koordynację i integrację danych między różnymi uczestnikami projektu oraz poprawa jakości realizowanych projektów zapewniona przez zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego. BIM umożliwia także ograniczenie liczby błędów projektowych oraz kolizji międzybranżowych i uznawany jest za odpowiednie narzędzie do przeprowadzania analizy budynku na wczesnym etapie projektowania, które pomaga modelować i monitorować zużycie energii, przepływ ciepła, wzorce oświetlenia. Uważa się, że BIM wspiera wybór najlepszego projektu budowlanego i pozwala skutecznie wdrożyć zrównoważony projekt i znacznie poprawić efektywność energetyczną budynku⁸⁵.

Identyfikacja korzyści wynikających z zastosowania BIM w branży budowlanej była jednym z celów realizowanych badań. Uczestnicy zogniskowanego wywiadu grupowego wskazywali na takie korzyści, jak: lepszy dostęp do danych, lepsze zarządzanie informacją, skrócenie czasu i zmniejszenie kosztów realizacji projektu, lepszą koordynację projektu oraz zbudowanie silnej podstawy wzrostu umożliwiającej ekspansję przedsiębiorstwa na rynki zagraniczne (rys. 3.9).

W opinii ekspertów wdrożenie BIM umożliwia szybszy przepływ precyzyjnych informacji (tabela 3.15). Ogranicza to ryzyko związane z hamowaniem postępu budowy ze względu na nieefektywne przekazywanie informacji między różnymi podmiotami biorącymi udział w procesie budowlanym. Warunkiem skuteczności jest praca wszystkich uczestników w jednym środowisku, w optymalnej wersji – na BIM serwerze. Dostęp do aktualnych informacji uczestnicy badania określili jako „be on the same page”, co oznacza, że dzięki BIM wszyscy uczestnicy projektu (architekci, inżynierowie, wykonawcy, zarządzający nieruchomością itp.) mają dostęp do aktualnych, wspólnych informacji o modelu i danych związanych z konkretnym projektem.

⁸⁴ *The True Potential of BIM for the Construction Industry*, <https://www.monarch-innovation.com/the-true-potential-of-bim-for-the-construction-industry> [dostęp: 15.08.2023].

⁸⁵ F. Alkhatib, A. Mohsen Alawag, *Building Information Modelling (BIM) and Energy Performance of Building – A Review*, „Journal of Applied Artificial Intelligence” 2021, Vol. 2 (1), s. 22–31.

Eksperci zwrócili jednak uwagę na konieczność właściwego rozumienia „ciągłego dostępu do danych”. Ich zdaniem należy to rozumieć nie jako permanentny dostęp do danych, ale dostęp do bieżących informacji w momencie, kiedy są one dostępne („zweryfikowane, sprawdzone i gotowe, żeby się nimi podzielić”). Respondenci podkreślali także znaczenie informacji pochodzących od wykonawców, bezpośrednio z budowy, które wzbogacają dane obecne w środowisku i w całym procesie.



RYSUNEK 3.9. Korzyści wynikające z wykorzystania BIM w opinii ekspertów – chmura słów

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Wdrożenie BIM umożliwia również właściwe planowanie inwestycji budowlanej. Etap ten jest kluczowy dla skutecznej realizacji projektu. Uczestnicy wywiadu akcentowali, że obecnie faza planowania projektu w Polsce jest bardzo ograniczona lub nie występuje. Tworzony jest np. jedynie program funkcjonalno-użytkowy budynku (PFU), czyli dokument w postępowaniu przetargowym w trybie „zaprojektuj i wybuduj”, w którym zamawiający szczegółowo przedstawia opis przedmiotu zamówienia (koncepcję).

Wymienione zostały także możliwości ograniczenia ryzyka finansowego, co ma szczególne znaczenie przy dokładniejszym szacowaniu ofert i w związku z tym większej konkurencyjności podczas przetargów. Ponadto bardziej precyzyjne kalkulacje kosztów zapewniają obniżenie wydatków przedsiębiorstwa. Badani eksponowali też możliwości sprawnej koordynacji procesu budowlanego, ograniczenia kolizji i w efekcie skrócenia czasu realizacji projektu.

Zdaniem ekspertów strategiczne korzyści wynikające z BIM mogą się różnić w zależności od wielkości przedsiębiorstwa. W małych przedsiębiorstwach jest to element działań marketingowych mających na celu budowanie przewagi konkurencyjnej, a w przypadku dużych przedsiębiorstw celem są możliwości rozwoju i ekspansja zagraniczna. Podkreślano także potencjał polskich przedsiębiorstw i zasobów ludzkich we wdrażaniu innowacyjnych rozwiązań takich jak BIM.

TABELA 3.15. Wyowiedzi respondentów na temat korzyści wynikających z wykorzystania BIM

„Technologia BIM umożliwia dzielenie informacji pomiędzy osobami, pomiędzy zespołami w taki sposób, który jest na tyle ustrukturyzowany i na tyle określony wspólnie, że ta wymiana informacji jest sprawna i pozwala być zdecydowanie na tej samej płaszczyźnie, jeśli chodzi o wszystkich uczestników, czyli rozmawiamy o tym samym i w związku z tym możemy mówić o tych samych komponentach i o tych samych rozwiązaniach, nawet jeśli realizujemy projekty w różnych branżach i w różnych dziedzinach, które dotychczas musiały wymieniać te informacje i jednak tracić pewien kontekst. W związku z tym ten kontekst, który jest takim kontekstem wspólnym, zdecydowanie jest też dobrym rozwiązaniem, jeśli chodzi o tę część użyteczną, zarówno dla dużych, jak i małych firm”
„Rzeczywiście to, że pracujemy na tym jednym, spójnym modelu danych (BIM), to umożliwia pewne przekazywanie bardziej szczegółowych informacji, szybciej. I tutaj mówię głównie o śledzeniu postępu budowy, czyli o tym, że żeby zaraportowane informacje rzeczywiście trafiały szybko do osób, które są zainteresowane tym i odpowiednio były w stanie decydować na temat tego, co na danym etapie budowy jest realizowane. Aby określić i ewentualnie w jakiś sposób wyeliminować te wszystkie problemy, które się pojawiają, związane z opóźnieniami w realizacji albo z niewykonawstwem, mogą być rzeczywiście szybciej rozwiązane i szybciej zaradzone ze względu na to, że te informacje, które przesyłamy, do systemów, które służą do wizualizacji tych informacji w metodyce BIM, pozwalają zdecydowanie szybciej wiedzieć, co się rzeczywiście dzieje na budowie i trudniej też jest to oszukiwać ze względu na to, że czasami te informacje przekazywane w formie celowej czy formie zwykłej ustnej, gdzieś tam giną, albo są troszeczkę inaczej przekazywane, niż jest w rzeczywistości. Przy wdrożonym BIM jest to zdecydowanie łatwiejsze i to ryzyko związane z tym hamowaniem postępu budowy przez słaby przepływ informacji jest rzeczywiście ograniczone”
„Od lat jestem bardzo blisko zamawiających, wskazują na to także wszystkie badania, że faza planowania projektu i faza koncepcyjna projektu są krytyczne dla skutecznego wdrożenia czy realizacji projektu. Czyli myślimy wolno, działamy szybko. Ale żeby myśleć wolno, trzeba mieć przestrzeń do wolnego myślenia, i teraz przestrzeń do wolnego myślenia wymaga, po pierwsze, przewidzenia czasu na planowanie. Właściwie ta faza planowania w Polsce nie występuje. Brytyjczycy mają <i>planning phase</i> i <i>concept phase</i> czy <i>conceptual phase</i>. My w Polsce mamy właściwie przetarg i od razu jest realizowana koncepcja. Mamy niby PFU [program funkcjonalno-użytkowy budynku – dokument w postępowaniu przetargowym w trybie «zaprojektuj i wybuduj», w którym zamawiający w sposób szczegółowy przedstawia opis przedmiotu zamówienia], niby są jakieś formy, które pozwalają nam to planowanie wstępne wykonać, ale one są bądź to bardzo często pomijane, bądź też traktowane właściwie jako koncepcja. Tworzyliśmy kilka PFU i wiem z własnego doświadczenia, jak trudno jest rozdzielić, co jest właściwie planowaniem, a co jest PFU. Inwestor <i>de facto</i> wymaga od twórców PFU, żeby oni stworzyli mu koncepcję, którą on będzie mógł dać generalnemu wykonawcy do wykonania projektu. Planowanie to jest też działanie ukierunkowane właśnie na ograniczenie ryzyka. Pominiecie fazy planowania w moim przekonaniu stanowi jedno z podstawowych ryzyk, któremu trzeba przeciwdziałać, i też ta faza planowania zakłada tworzenie dokumentów BIM”
„Analizując realizację projektów, należy podkreślić, że chodzi nie o projekty <i>sensu stricte</i>, o modele i dokumentację, tylko o inwestycje. To BIM generalnym wykonawcom pozwoli lepiej szacować ryzyko biznesowe, finansowe, co powoduje, że np. startując do jakiegoś przetargu i wiedząc, że dane do wyceny tej inwestycji, tego przetargu pozyskiwane są na bazie modeli tworzonych w procesie przetargowym przez siebie, przez swoją własną ekipę, to dane te są bardziej dokładne niż te, które byłyby pozyskiwane metodą tradycyjną. Pozwala to zmniejszyć margines finansowy, który dodaje się do wyceny. Jeśli nasz zespół pracuje w BIM, robi dokładniejszą analizę. W związku z tym jesteśmy w stanie bardziej precyzyjnie to wycenić i w porównaniu z konkurencją mamy tańszą ofertę”

„Na etapie wykonawstwa, szczególnie w drogach i w gruntach, jest dużo pieniędzy, ale także w drogownictwie jest bardzo dużo pieniędzy w materiałach. Jeżeli mamy technologię, która umożliwia nam bardziej precyzyjne tyczenie i układanie materiałów na budowie, to centymetr czy półtora centymetra masy asfaltowej na odcinku 10 km to są gigantyczne pieniądze. Jeżeli tyczymy ręcznie, to ryzyko popełnienia tego błędu i wylania większej ilości tej masy jest dużo wyższe. Jeżeli zainwestujemy w tę technologię, która jest bardziej precyzyjna, oszczędzamy ogromne ilości pieniędzy”
„W przypadku mniejszych firm występują trochę inne zalety niż w przypadku dużych przedsiębiorstw. W przypadku małych firm jest to zbudowanie przewagi konkurencyjnej, a przy dużych przedsiębiorstwach są to podstawy wzrostu, czyli możliwości rozwoju i ekspansja zagraniczna”
„Z mojego punktu widzenia jesteśmy jako polscy przedsiębiorcy, szczególnie te firmy, które znają BIM, dobrym partnerem dla zagranicznych inwestorów, zagranicznych generalnych wykonawców czy szczególnie takich dużych firm z międzynarodowym kapitałem. A to dlatego, że, po pierwsze, mamy wiedzę, techniczne możliwości. Polacy są bardzo dobrzy w technika i w automatyzację nie tylko w budownictwie, ale ogóle w IT, więc dowozimy bardzo dużo, jesteśmy po prostu tańsi, w połączeniu tych dwóch czynników po prostu mamy duże szanse konkurencyjne”
„Wysoka zdolność techniczna i jednocześnie niska cena usług powodują, że bardzo dużo firm zagranicznych decyduje się na wdrażanie pilotaży BIM właśnie w Polsce i te firmy, które mają międzynarodowe struktury, to właśnie do Polski zrzucają pierwsze BIM projekty i na tej podstawie budują potem standardy firmowe. Natomiast jeżeli chodzi o marketing, tego marketingu jest ciągle bardzo dużo. Pewnie aż za dużo momentami, ale rzeczywiście dochodzimy do takiego momentu, w którym jeżeli firma chce się na rynku pokazać i pokazuje się bez tych modeli, bez tej metodyki, to bardzo dużo traci, a wiadomo marketing czy też reklama dźwignią handlu, więc na pewno nie należy deprecjonować tego czynnika komercyjnego właśnie i marketingowego w budowaniu strategii organizacji”
„Wydaje mi się, że BIM jest takim wspólnym językiem dla wszystkich, niezależnie od granic, więc polskie firmy również mogą zaistnieć, bo umawiamy się w BEP-ie jak tę informację kodujemy i dzięki temu jesteśmy otwarci na wszystkich i możemy się wymieniać tą informacją ze wszystkimi”
„Wykażę się dozą sceptycyzmu odnośnie do ostatniego komentarza dotyczącego ciągłego dostępu do najnowszych danych. Bardzo nie lubię określenia ciągle dostęp. On w zespołach projektowych, w zespołach inwestycyjnych budzi bardzo duże opory i moim zdaniem te opory są uzasadnione. Procesy inwestycyjne, procesy projektowe wymagają pewnego czasu. I w sposób ciągły to nie znaczy codziennie, to nie znaczy nawet co tydzień. Trzeba pamiętać moim zdaniem o tym, że ciągłość dostępu to nie chodzi o permanentny dostęp, tylko chodzi o dostęp do informacji na bieżąco, czyli w momencie, kiedy ta informacja, która zostanie wyprodukowana, ona jest zweryfikowana, sprawdzona i ona jest dobra do tego, żeby się nią podzielić. A dlaczego zwracam na to uwagę? Dlatego, że mam doświadczenia, że przychodzili klienci, inwestorzy, którzy mówili: BIM mi daje ciągły dostęp do informacji, więc ja od was codziennie oczekuję nowego, zaktualizowanego modelu, bo codziennie będę chciał sprawdzać wasze postępy pracy. Także w tym ciągłym dostępie do najnowszych danych należy uważnie podchodzić do znaczenia słowa «ciągły»”
„Jak dla mnie najlepszym sposobem współpracy jest wspólne środowisko, najlepszym, optymalnym, gdzie właśnie wtedy mamy [projektanci] ten ciągły dostęp do najnowszych danych z różnych modeli. To już nie chodzi o rysunki same, tylko o to, co robią projektanci, właśnie o wartości, elementy w modelach i o każdą synchronizację modelu i już wtedy chociażby te kolizje możemy na bieżąco niwelować”.
„I tutaj rzeczywiście w przypadku tym wyjątkowym, kiedy wszyscy pracujecie w jednym środowisku, jeszcze na jakimś BIM serwerze, czy tam jakimś innym BIM cloud. Super, ale jeżeli tego środowiska wspólnego, wspólnej pracy nie ma, to znowu ten ciągły dostęp do informacji jest nieosiągalny. To są cykle koordynacyjne i też różnie z nimi bywa. Ale zupełnie szczerze i z dużym podziwem obserwuję budowę waszej organizacji, gdzie ci wszyscy projektanci są razem i możecie sobie pozwolić na tego typu pracę, co jest niewątpliwie bardzo dużym zyskiem”

„Natomiast należy też pamiętać, że tutaj właściwie z mojego doświadczenia ta część związana z samym wykonawstwem, tym, co rzeczywiście już dzieje się bezpośrednio na budowie, to też są pewne informacje, które służą do tego, żeby wzbogacić może nie sam model trójwymiarowy, ale wzbogacić informacje, które są w środowisku i w całym procesie. W związku z tym ta część związana z tym postępem pracy na budowie, czyli tym elementem związanym z pracami kontrolnymi ze wszystkimi elementami, które są takim elementem nadzorowanym bezpośrednio na placu budowy, i już tym informacjom ona może być w jakiś sposób dostarczana w miarę na bieżąco. Oczywiście tutaj nie mówimy o tym, że w ciągu danej sekundy, ale mówimy o tym, że ta informacja na temat tego, co się rzeczywiście dzieje na budowie, może być tą informacją bieżącą”

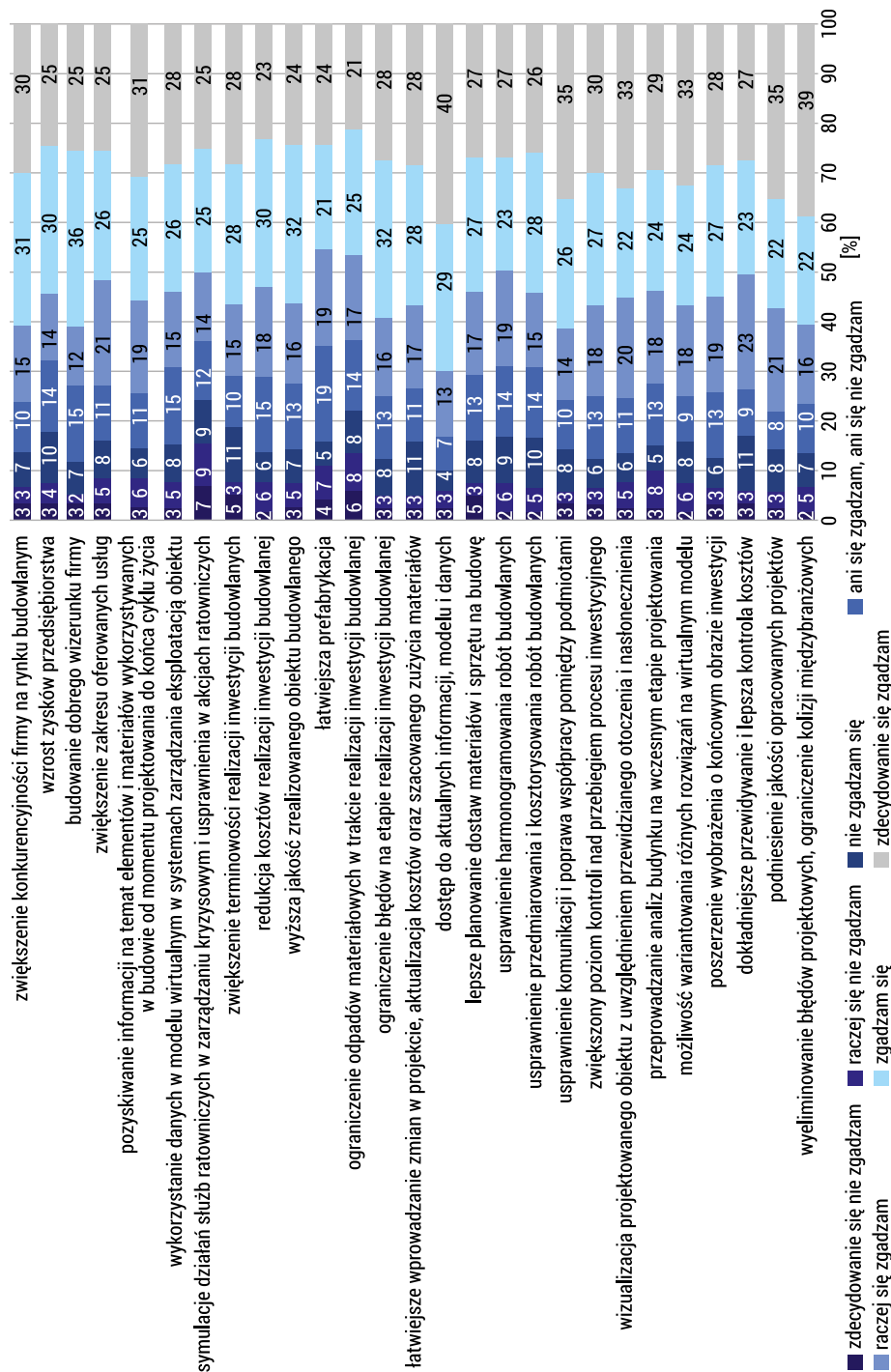
ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Badani odnieśli się też do korzyści z zastosowania planu wykonania BIM (BEP, *BIM Execution Plan*). Jest to dokument, który określa strategię, metodyki oraz procesy związane z wdrożeniem i wykorzystaniem BIM w projekcie budowlanym. Z jednej strony zaletą BEP może być zapewnienie spójności i efektywności pracy zaangażowanych stron, bez względu na kraj pochodzenia uczestnika procesu budowlanego. Z drugiej strony respondenci wskazywali na barierę językową i różnice kulturowe oraz trudność w zrozumieniu dokumentu, gdy jest opracowany w języku obcym, niezrozumiałym dla wszystkich uczestników. Zdaniem ekspertów warto pamiętać, że stosowanie BIM, zwłaszcza przy projektach międzynarodowych, wymaga czasu, który jest potrzebny na tłumaczenie dokumentacji, zapoznanie się ze specyfiką norm, przepisów i kwestii kulturowych danego kraju.

Respondenci przeprowadzonego badania ilościowego oceniali dwadzieścia siedem zidentyfikowanych korzyści wynikających z zastosowania BIM w branży budowlanej. Wykorzystali w tym celu siedmiostopniową skalę, od 1 do 7, gdzie 1 oznacza „zdecydowanie się nie zgadzam”, a 7 „zdecydowanie się zgadzam” (rys. 3.10). Wszystkie wymienione korzyści postrzegane są jako znaczące. Wśród badanych dominowały odpowiedzi „zgadzam się” i „zdecydowanie się zgadzam”, że zastosowanie BIM w branży budowlanej pozwala na:

- wyeliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych;
- podniesienie jakości opracowanych projektów;
- dokładniejsze przewidywanie i lepszą kontrolę kosztów;
- poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, co pozwala ocenić spodziewany efekt końcowy i uniknąć nieporozumień w fazie koncepcji;
- możliwość wariantowania różnych rozwiązań na wirtualnym modelu;
- przeprowadzanie analiz budynku na wczesnym etapie projektowania, które pomaga modelować i monitorować zużycie energii, przepływ ciepła, wzorce oświetlenia itp.;
- wizualizację projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia;
- zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego;
- usprawnienie komunikacji i poprawę współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji;

- usprawnienie przedmiarowania i kosztorysowania robót budowlanych na podstawie opracowanych modeli obiektów;
- usprawnienie harmonogramowania robót budowlanych;
- lepsze planowanie dostaw materiałów i sprzętu na budowę;
- dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem;
- łatwiejsze wprowadzanie zmian w projekcie, aktualizację kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów;
- ograniczenie błędów na etapie realizacji inwestycji budowlanej;
- ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji inwestycji budowlanej;
- łatwiejszą prefabrykację, w tym indywidualnych komponentów (zwiększenie udziału modelu „realizacji poza placem budowy”);
- osiągnięcie wyższej jakości zrealizowanego obiektu budowlanego;
- redukcję kosztów realizacji inwestycji budowlanej;
- zwiększenie terminowości realizacji inwestycji budowlanych;
- symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych;
- wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu;
- pozyskiwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia, wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego;
- zwiększenie zakresu oferowanych usług;
- budowanie dobrego wizerunku przedsiębiorstwa;
- wzrost zysków przedsiębiorstwa;
- zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym.



RYŚUNEK 3.10. Korzyści wynikające z zastosowania BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Analizując średnią ocenę wymienionych korzyści, można stwierdzić, że badani najwyżej ocenili dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem ($M = 5,75$); wyeliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych ($M = 5,54$) oraz usprawnienie komunikacji i poprawę współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji budowlanej ($M = 5,50$; tabela 3.16).

Najniżej zaś oceniono symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych ($M = 4,92$) oraz ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji inwestycji budowlanej ($M = 4,90$), które nie są korzyściami kojarzonymi w pierwszej kolejności z BIM.

Wśród innych korzyści, wcześniej niewskazanych, respondenci wymienili możliwość realizacji inwestycji budowlanej poza Polską. Znajomość BIM pozwala bowiem na poszukiwanie partnerów budowlanych i udział w realizacji inwestycji w krajach, w których technologia jest bardziej popularna czy wręcz wymagana przy projektach budowlanych.

TABELA 3.16. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM

Korzyści	Minimum (Min)	Maximum (Max)	Mediana (Me)	Dominanta (Mo)*	Średnia (M)
Dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem	1	7	6,0	7	5,75
Wyeliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych	1	7	6,0	7	5,54
Usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji	1	7	6,0	7	5,50
Podniesienie jakości opracowanych projektów	1	7	6,0	7	5,48
Zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym	1	7	6,0	6	5,43
Ograniczenie błędów na etapie realizacji inwestycji budowlanej	1	7	6,0	6	5,42
Wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia	1	7	6,0	7	5,40
Możliwość wariantowania różnych rozwiązań na wirtualnym modelu	1	7	6,0	7	5,39
Zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego	1	7	6,0	7	5,39
Budowanie dobrego wizerunku przedsiębiorstwa	1	7	6,0	6	5,39
Poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, co pozwala ocenić spodziewany efekt końcowy i uniknąć nieporozumień w fazie koncepcji	1	7	6,0	7	5,35

Korzyści	Minimum (Min)	Maximum (Max)	Mediana (Me)	Dominanta (Mo) [*]	Średnia (M)
Łatwiejsze wprowadzanie zmian w projekcie, aktualizacja kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów	1	7	6,0	6 ^a	5,35
Pozyskiwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia, wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego	1	7	6,0	7	5,35
Wyższa jakość zrealizowanego obiektu budowlanego	1	7	6,0	6	5,29
Przeprowadzanie analiz budynku na wczesnym etapie projektowania, które pomagają modelować i monitorować zużycie energii, przepływ ciepła, wzorce oświetlenia itp.	1	7	6,0	7	5,28
Wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu	1	7	6,0	7	5,26
Dokładniejsze przewidywanie i lepsza kontrola kosztów	1	7	6,0	7	5,25
Usprawnienie przedmiarowania i kosztorysowania robót budowlanych na podstawie opracowanych modeli obiektów	1	7	6,0	6	5,24
Redukcja kosztów realizacji inwestycji budowlanej	1	7	6,0	6	5,24
Zwiększenie terminowości realizacji inwestycji budowlanych	1	7	6,0	6 ^a	5,24
Lepsze planowanie dostaw materiałów i sprzętu na budowę	1	7	6,0	6 ^a	5,23
Zwiększenie zakresu oferowanych usług	1	7	6,0	6	5,22
Usprawnienie harmonogramowania robót budowlanych	1	7	5,0	7	5,19
Wzrost zysków przedsiębiorstwa	1	7	6,0	6	5,18
Łatwiejsza prefabrykacja, w tym indywidualnych komponentów (zwiększenie udziału modelu „realizacji poza placem budowy”)	1	7	5,0	7	5,03
Symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych	1	7	5,5	6 ^a	4,92
Ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji inwestycji budowlanej	1	7	5,0	6	4,90

* Istnieje wiele wartości modalnych. Podano wartość najmniejszą.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W celu rozpoznania struktury danych – ograniczenia liczby korzyści i identyfikacji ich głównych grup – przeprowadzona została eksploracyjna analiza czynnikowa (EFA, *Exploratory Factor Analysis*). Jej wykorzystanie pozwala na wyodrębnienie niewielkiej liczby konstruktów teoretycznych (czynników).

Procedura analizy czynnikowej poprzedzona została analizą korelacji badanych zmiennych. W tym celu zastosowano statystykę Kaisera–Meyera–Olkina (KMO) oraz test sferyczności Bartletta. Jeśli ten ostatni jest istotny, to znaczy, że macierz

korelacji zawiera istotne współczynniki korelacji. Wysoka wartość statystyki KMO (zalecana powyżej 0,5) wskazuje na powiązanie zmiennych umożliwiające zastosowanie analizy czynnikowej (tabela 3.17).

TABELA 3.17. Testy Kaisera–Meyera–Olkina i Bartletta

Miara KMO adekwatności doboru próby		0,95
Test sferyczności Bartletta	Przybliżone chi-kwadrat	3862,70
	df	351
	Istotność	0,00

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W procesie identyfikacji liczby czynników wykorzystano analizę głównych składowych. Liczbę czynników wspólnych określono, wykorzystując kryterium Kaisera, które zakłada, że z analizy powinny być wyłączone czynniki, których wartość własna jest mniejsza od jedności (te, które nie wyodrębniają przynajmniej tylu wariancji, ile jedna zmienna oryginalna), oraz analizy wykresu osypiska. Przy wyborze czynników oprócz kryteriów statystycznych brano pod uwagę także kryteria merytoryczne.

Analiza czynnikowa przeprowadzona została z zastosowaniem metody rotacji ortogonalnej Varimax (zakładającej, że czynniki są wzajemnie niezależne). Ostatecznie wyodrębniono trzy czynniki (tabela 3.18):

- Czynn timer 1. Lepszy projekt (mniejsza liczba błędów, wariantowanie, wizualizacje, analizy energetyczne, kosztowe itp.) oraz zwiększony poziom kontroli i mniejsza liczba błędów na etapie realizacji projektu inwestycyjnego.
- Czynn timer 2. Zwiększenie zakresu i jakości oferowanych usług, poprawa wizerunku, wzrost konkurencyjności i zysków przedsiębiorstwa.
- Czynn timer 3. Redukcja kosztów, łatwiejsze planowanie i wzrost terminowości realizacji inwestycji budowlanych.

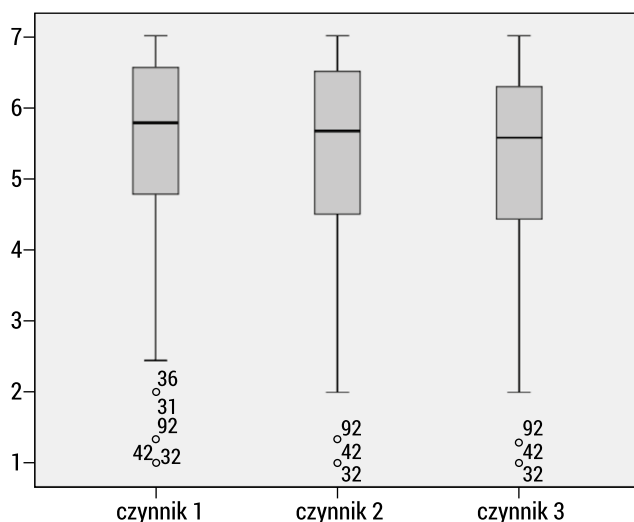
TABELA 3.18. Korzyści wynikające z zastosowania BIM – wyniki eksploracyjnej analizy czynnikowej

Macierz rotowanych czynników ^a	Czynnik		
	1	2	3
Wyeliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych	0,841		
Podniesienie jakości opracowanych projektów	0,772		
Poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, co pozwala ocenić spodziewany efekt końcowy i uniknąć nieporozumień w fazie koncepcji	0,719		
Dokładniejsze przewidywanie i lepsza kontrola kosztów	0,713		
Usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji	0,668		

Macierz rotowanych czynników ^a	Czynnik		
	1	2	3
Ograniczenie błędów na etapie realizacji inwestycji budowlanej	0,644		
Przeprowadzanie analiz budynku na wczesnym etapie projektowania, które pomagają modelować i monitorować zużycie energii, przepływ ciepła, wzorce oświetlenia itp.	0,644		
Łatwiejsze wprowadzanie zmian w projekcie, aktualizacja kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów	0,621		
Dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem	0,617		
Możliwość wariantowania różnych rozwiązań na wirtualnym modelu	0,615		
Zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego	0,602		
Wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia	0,594		
Usprawnienie przedmiarowania i kosztorysowania robót budowlanych na podstawie opracowanych modeli obiektów	0,529		
Zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym		0,772	
Wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu		0,737	
Budowanie dobrego wizerunku przedsiębiorstwa		0,721	
Pozyskiwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia, wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego		0,695	
Wzrost zysków przedsiębiorstwa		0,689	
Zwiększenie zakresu oferowanych usług		0,675	
Wyższa jakość zrealizowanego obiektu budowlanego		0,621	
Ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji inwestycji budowlanej			0,785
Redukcja kosztów realizacji inwestycji budowlanej			0,687
Symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych			0,683
Zwiększenie terminowości realizacji inwestycji budowlanych			0,675
Lepsze planowanie dostaw materiałów i sprzętu na budowę			0,596
Łatwiejsza prefabrykacja, w tym indywidualnych komponentów (zwiększenie udziału modelu „realizacji poza placem budowy”)			0,589
Usprawnienie harmonogramowania robót budowlanych			0,578
Metoda wyodrębniania czynników – czynnika głównego. Metoda rotacji – Varimax z normalizacją Kaisera.			
^a Rotacja osiągnęła zbieżność w siedmiu iteracjach.			

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W kolejnym kroku porównano znaczenie wyodrębnionych głównych korzyści wynikających z zastosowania BIM (rys. 3.11). Dane przedstawiono na wykresie skrzynkowym, z którego wynika, że wartość mediany $Me = 5,77$ (reprezentowana wewnątrz prostokąta przez pionową linię) jest najwyższa w przypadku czynnika 1 (Lepszy projekt oraz zwiększony poziom kontroli i mniejsza liczba błędów na etapie realizacji projektu inwestycyjnego), a respondenci badania, mimo widocznych na wykresie odpowiedzi „odstających”, byli dość zgodni w ocenie – wartości pierwszego i trzeciego kwartyłu (górna i dolna krawędź skrzynki) wskazują, że ocena mieści się pomiędzy wartościami $Q1 = 4,83$ a $Q3 = 6,44$. Wartości mediany dla pozostałych czynników są również wysokie i wynoszą $M = 5,66$ i $M = 5,42$.



RYSUNEK 3.11. Znaczenie głównych korzyści wynikających z zastosowania BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W kolejnym kroku sprawdzono, czy istnieją różnice w ocenie znaczenia poszczególnych korzyści wynikających z zastosowania BIM w przedsiębiorstwach o różnej wielkości, zasięgu działania, liczbie projektów zrealizowanych przy zastosowaniu BIM oraz funkcji pełnionej przy realizacji inwestycji budowlanych.

Istotny wynik testu Kruskala–Wallisa wskazuje na różnice w ocenie takich korzyści wynikających ze stosowania BIM jak: wyeliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych oraz dokładniejsze przewidywanie i lepsza kontrola kosztów w przedsiębiorstwach o różnej wielkości (tabela 3.19). Średnia ocena tych korzyści jest wyższa w przedsiębiorstwach dużych i średnich.

TABELA 3.19. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM a wielkość przedsiębiorstwa

Wielkość przedsiębiorstwa				
Wyeliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych				
Podniesienie jakości opracowanych projektów				
Dokładniejsze przewidywanie i lepsza kontrola kosztów				
Poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, co pozwala ocenić spodziewany efekt finalny i uniknąć nieporozumień w fazie koncepcji				
Możliwość wariantowania różnych rozwiązań na wirtualnym modelu				
Przeprowadzanie analiz budynku na wczesnym etapie projektowania, które pomagają modelować i monitorować zużycie energii, przepływ ciepła, wzorce oświetlenia itp.				
Wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia				
Zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego				
Usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji				
Usprawnienie przedmiarowania i kosztorysowania robót budowlanych na podstawie opracowanych modeli obiektów				
Usprawnienie harmonogramowania robót budowlanych				
Lepsze planowanie dostaw materiałów i sprzętu na budowę				
Dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem				
Łatwiejsze wprowadzanie zmian w projekcie, aktualizacja kosztów oraz szacowanie zużycia materiałów				

^a Test Kruskala-Wallis, ^b Zmienna grupująca: wielkość przedsiębiorstwa

Istotność asymp- tyczna	df	Chi- kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}				Wielkość przedsiębiorstwa
			Duże	Średnie	Małe	Mikro	
0,21	3	4,49	5,46	6,10	5,33	5,18	Ograniczenie błędów na etapie realizacji inwestycji budowlanej
0,29	3	3,79	4,54	5,45	5,14	4,57	Ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji inwestycji budowlanej
0,39	3	3,04	4,92	5,45	5,29	4,70	Łatwiejsza prefabrykacja, w tym indywidualnych komponentów (zwiększenie udziału modelu „realizacji poza placem budowy”)
0,15	3	5,27	5,23	5,80	5,49	4,92	Wyższa jakość zrealizowanego obiektu budowlanego
0,19	3	4,76	4,77	5,75	5,37	5,04	Redukcja kosztów realizacji inwestycji budowlanej
0,35	3	3,32	4,62	5,60	5,47	5,06	Zwiększenie terminowości realizacji inwestycji budowlanych
0,09	3	6,48	4,62	5,63	5,24	4,49	Symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych
0,64	3	1,67	5,00	5,40	5,53	5,08	Wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu
0,36	3	3,20	5,23	5,70	5,65	5,00	Pozyskiwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia, wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego
0,20	3	4,62	4,69	5,30	5,49	5,12	Zwiększenie zakresu oferowanych usług
0,87	3	0,71	5,38	5,45	5,60	5,20	Budowanie dobrego wizerunku przedsiębiorstwa
0,48	3	2,47	4,92	5,50	5,49	4,88	Wzrost zysków przedsiębiorstwa
0,52	3	2,26	5,46	5,53	5,71	5,16	Zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: wielkość przedsiębiorstwa

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Najwięcej różnic w ocenie korzyści stwierdzono w przypadku rozróżnienia przedsiębiorstw ze względu na ich zasięg działania (tabela 3.20). Były to: wyeliminowanie błędów projektowych; ograniczenie kolizji międzybranżowych; podniesienie jakości opracowanych projektów; dokładniejsze przewidywanie i lepsza kontrola kosztów; poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, co pozwala ocenić spodziewany efekt finalny i uniknąć nieporozumień w fazie koncepcji; wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia; usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji; usprawnienie przedmiarowania i kosztorysowania robót budowlanych na podstawie opracowanych modeli obiektów; dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem; łatwiejsze wprowadzanie zmian w projekcie, aktualizacja kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów; ograniczenie błędów na etapie realizacji inwestycji budowlanej; łatwiejsza prefabrykacja, w tym indywidualnych komponentów (zwiększenie udziału modelu „realizacji poza placem budowy”); ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji; wyższa jakość zrealizowanego obiektu budowlanego; symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych; wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu; pozyskiwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego; budowanie dobrego wizerunku; wzrost zysków oraz zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym. W przypadku każdej z wymienionych korzyści jej ocena jest największa w przypadku przedsiębiorstw o zasięgu międzynarodowym. Stwierdzić też można, że ogólnie przedsiębiorstwa o większym zasięgu działania – krajowe i międzynarodowe – oceniają wyżej znaczenie korzyści z wprowadzenia BIM.

Różnice w ocenie korzyści istnieją także w przypadku rozróżnienia przedsiębiorstw ze względu na liczbę zrealizowanych projektów budowlanych (tabela 3.21). Średnia ocena jest najmniejsza wśród przedsiębiorstw, które nie mają doświadczenia w realizacji projektów w metodyce BIM, największa zaś, co ciekawe, wśród tych, które zrealizowały od 3–5 projektów. Wśród przedsiębiorstw, które zrealizowały więcej niż 6 projektów, średnie oceny korzyści nieco maleją. Statystycznie istotne różnice potwierdzono w przypadku takich korzyści jak:

- wyeliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych;
- wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia;
- usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji;
- dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem;
- pozyskiwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia, wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego;
- zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym.

TABELA 3.20. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM a zasięg działania przedsiębiorstwa

Istotność asymptotyczna		df	Chi-kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}					Zasięg działania przedsiębiorstwa	
				Między-narodowy	Krajowy	Regionalny	Lokalny			
0,00	3		14,5	6,17	5,53	5,21	4,21		Wyeliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych	
0,02	3		9,57	5,95	5,59	5,32	4,07		Podniesienie jakości opracowanych projektów	
0,05	3		7,65	5,57	5,48	4,96	4,08		Dokładniejsze przewidywanie i lepsza kontrola kosztów	
0,01	3		12,1	5,86	5,53	4,93	4,14		Poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, co pozwala ocenić spodziewany efekt finalny i uniknąć nieporozumień w fazie koncepcji	
0,11	3		6,13	5,72	5,50	5,04	4,71		Możliwość wariantowania różnych rozwiązań na wirtualnym modelu	
0,08	3		6,74	5,67	5,35	4,89	4,57		Przeprowadzanie analiz budynku na wczesnym etapie projektowania, które pomaga modelować i monitorować zużycie energii, przepływ ciepła, wzorce oświetlenia itp.	
0,02	3		10,2	5,95	5,44	4,93	4,50		Wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia	
0,06	3		7,33	5,74	5,59	5,21	4,14		Zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego	
0,00	3		17,5	6,14	5,56	5,07	4,07		Usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji	
0,00	3		18,4	5,95	5,06	4,89	4,07		Usprawnienie przedmiarowania i kosztorysowania robót budowlanych na podstawie opracowanych modeli obiektów	
0,08	3		6,89	5,60	5,12	5,11	4,21		Usprawnienie harmonogramowania robót budowlanych	
0,37	3		3,14	5,37	5,42	5,21	4,21		Lepsze planowanie dostaw materiałów i sprzętu na budowę	
0,00	3		13,1	6,26	5,71	5,75	4,21		Dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem	

^a Test Kruskala-Wallisa, ^b Zmienna grupująca: zasięg działania

			Zasięg działania przedsiębiorstwa				
			Między- narodowy	Krajowy	Regionalny	Lokalny	
0,02	3	10,3	5,81	5,35	5,14	4,21	Łatwiejsze wprowadzanie zmian w projekcie, aktualizacja kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów
0,00	3	13,3	5,98	5,24	5,43	4,07	Ograniczenie błędów na etapie realizacji inwestycji budowlanej
0,10	3	6,38	5,26	5,15	4,37	4,14	Ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji inwestycji budowlanej
0,03	3	9,38	5,55	5,09	4,71	3,93	Łatwiejsza prefabrykacja, w tym indywidualnych komponentów (zwiększenie udziału modelu „realizacji poza placem budowy”)
0,00	3	13,7	5,90	5,15	5,14	3,93	Wyższa jakość zrealizowanego obiektu budowlanego
0,16	3	5,16	5,59	5,21	5,22	4,29	Redukcja kosztów realizacji inwestycji budowlanej
0,13	3	5,68	5,53	5,38	5,18	4,07	Zwiększenie terminowości realizacji inwestycji budowlanych
0,03	3	8,65	5,26	5,24	4,68	3,64	Symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych
0,05	3	7,74	5,58	5,41	5,29	3,93	Wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu
0,01	3	10,9	5,75	5,35	5,50	3,79	Pozyskiwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia, wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego
0,08	3	6,74	5,41	5,59	5,04	4,07	Zwiększenie zakresu oferowanych usług
0,01	3	11,2	5,83	5,32	5,54	3,93	Budowanie dobrego wizerunku przedsiębiorstwa
0,01	3	10,7	5,56	5,56	4,82	3,79	Wzrost zysków przedsiębiorstwa
0,00	3	15,9	6,02	5,52	5,07	4,00	Zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: zasięg działania

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Ze względu na doświadczenie przedsiębiorstw, które zrealizowały projekty, stosując BIM, są to cechy, na które szczególnie należy zwrócić uwagę.

TABELA 3.21. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM a liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem tej technologii

Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM		0 projektów	1-2 projekty	3-5 projektów	6 i więcej projektów
Wycelowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych		5,12	5,61	6,47	5,93
Podniesienie jakości opracowanych projektów		5,08	5,75	6,35	5,50
Dokładniejsze przewidywanie i lepsza kontrola kosztów		5,03	5,44	5,59	5,21
Poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, co pozwala ocenić spodziewany efekt finalny i uniknąć nieporozumień w fazie koncepcji		5,00	5,54	5,94	5,71
Możliwość wariantowania różnych rozwiązań na wirtualnym modelu		5,13	5,68	5,65	5,50
Przeprowadzanie analiz budynku na wczesnym etapie projektowania, które pomagają modelować i monitorować zużycie energii, przepływ ciepła, wzorce oświetlenia itp.		5,10	5,29	5,65	5,43
Wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia		5,00	5,57	6,29	5,50
Zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego		5,05	5,75	5,71	5,71
Usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji		5,00	5,79	6,29	5,86
Usprawnienie przedmiarowania i kosztorysowania robót budowlanych na podstawie opracowanych modeli obiektów		4,92	5,32	5,82	5,64
Usprawnienie harmonogramowania robót budowlanych		4,98	5,32	5,41	5,43
Lepsze planowanie dostaw materiałów i sprzętu na budowę		5,07	5,26	5,59	5,29
Dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem		5,32	5,96	6,47	6,14
Statystyki testu ^{a,b}					
Istotność asymptotyczna	df	Chi-kwadrat			
0,03	3	8,61			
0,06	3	7,43			
0,83	3	0,88			
0,18	3	4,85			
0,68	3	1,51			
0,56	3	2,04			
0,05	3	7,68			
0,28	3	3,86			
0,04	3	8,53			
0,19	3	4,74			
0,67	3	1,54			
0,89	3	0,62			
0,05	3	7,81			

^a Test Kruskala-Wallisa, ^b Zmienna grupująca: liczba projektów

			Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM				
Istotność asymptotyczna	df	Chi-kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}				
			6 i więcej projektów	3-5 projektów	1-2 projekty	0 projektów	
0,22	3	4,40	5,64	5,88	5,32	5,12	Łatwiejsze wprowadzanie zmian w projekcie, aktualizacja kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów
0,27	3	3,95	5,79	6,00	5,57	5,08	Ograniczenie błędów na etapie realizacji inwestycji budowlanej
0,94	3	0,39	5,07	5,00	4,93	4,79	Ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji inwestycji budowlanej
0,14	3	5,56	5,71	5,12	5,32	4,69	Łatwiejsza prefabrykacja, w tym indywidualnych komponentów (zwiększenie udziału modelu „realizacji poza planem budowy”)
0,24	3	4,16	5,79	5,82	5,25	5,00	Wyższa jakość zrealizowanego obiektu budowlanego
0,80	3	1,00	5,43	5,53	5,11	5,16	Redukcja kosztów realizacji inwestycji budowlanej
0,42	3	2,85	5,71	5,47	5,04	5,12	Zwiększenie terminowości realizacji inwestycji budowlanych
0,37	3	3,15	5,36	5,25	5,15	4,60	Symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych
0,15	3	5,39	5,50	5,71	5,67	4,88	Wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu
0,03	3	8,64	5,50	6,24	5,52	4,95	Pozyскиwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia, wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego
0,68	3	1,51	5,50	5,65	5,33	4,97	Zwiększenie zakresu oferowanych usług
0,26	3	3,98	5,86	5,94	5,56	5,03	Budowanie dobrego wizerunku przedsiębiorstwa
0,11	3	6,01	5,71	5,53	5,59	4,75	Wzrost zysków przedsiębiorstwa
0,00	3	13,4	6,14	6,29	5,59	4,91	Zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym

^a Test Kruskala-Wallis, ^b Zmienna grupująca: liczba projektów

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Nie stwierdzono natomiast różnic w ocenie korzyści przez przedstawicieli przedsiębiorstw pełniących różne funkcje przy realizacji inwestycji budowlanych (tabela 3.22).

TABELA 3.22. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM a funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych

Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych		Architekt	Projektant konstrukcji i instal.	Generalny wyk./ podwykon.	Producent materiałów budowlanych	Zarządca/ właściciel obiektu	Inwestor prywatny/ publiczny	Inna	Istotność asymptotyczna	df	Chi-kwadrat
Wyliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych		5,62	5,38	5,28	5,56	5,80	5,08	6,00			
Podniesienie jakości opracowanych projektów		5,38	5,63	5,00	5,60	6,10	5,08	6,00		6	7,51
Dokładniejsze przewidywanie i lepsza kontrola kosztów		5,14	5,50	4,76	5,42	5,70	4,92	5,63	0,77	6	3,30
Poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, co pozwala ocenić spodziewany efekt finalny i uniknąć nieporozumień w fazie koncepcji		5,43	5,50	4,96	5,42	5,80	5,31	5,38	0,91	6	2,08
Możliwość wariantowania różnych rozwiązań na wirtualnym modelu		5,57	5,75	4,72	5,69	6,00	5,15	5,25	0,43	6	5,95
Przeprowadzanie analiz budynku na wczesnym etapie projektowania, które pomaga modelować i monitorować zużycie energii, przepływ ciepła, wzorce oświetlenia itp.		5,57	4,88	4,68	5,60	6,00	4,69	5,44	0,26	6	7,76
Statystyki testu ^{a,b}											

^a Test Kruskala-Wallisa, ^b Zmienna grupująca: funkcja

Istotność asymp- tyczna	df	Chi- kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}							Inna	Inwestor prywatny/ publiczny	Zarządca/ właściciel obiektu	Producent materiałów budowlanych	Generalny wyk./ podwykon.	Projektant konstrukcji i instal.	Architekt	Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych
0,16	6	9,23							5,69	4,92	6,40	5,67	4,76	5,63	5,29		Wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, następcznictwa
0,58	6	4,76							5,81	4,92	6,00	5,46	5,08	5,25	5,38		Zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego
0,38	6	6,38							5,75	5,08	6,30	5,76	5,16	5,63	5,10		Usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji
0,08	6	11,2							5,81	4,31	5,90	5,62	4,88	5,25	4,95		Usprawnienie przedmiarowania i kosztorysowania robót budowlanych na podstawie opracowanych modeli obiektów
0,48	6	5,48							5,63	4,77	5,70	5,40	4,88	5,38	4,86		Usprawnienie harmonogramowania robót budowlanych
0,32	6	7,00							5,69	4,77	5,90	5,38	4,72	5,50	5,05		Lepsze planowanie dostaw materiałów i sprzętu na budowę

^a Test Kruskala-Wallis, ^b Zmienna grupująca: funkcja

Istotność asympto- tyczna	df	Chi- kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}							Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych
0,26	6	7,73	Inna	Inwestor prywatny/ publiczny	Zarządca/ właściciel obiektu	Producent materiałów budowlanych	Generalny wyk./ podwykon.	Projektant konstrukcji i instal.	Architekt	Dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem
			6,38	5,62	6,10	5,88	5,32	5,63	5,52	
0,44	6	5,87	5,56	4,77	6,20	5,58	4,88	5,38	5,33	Łatwiejsze wprowadzanie zmian w projekcie, aktualizacja kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów
0,73	6	3,60	6,00	5,00	5,80	5,42	5,16	5,13	5,43	Ograniczenie błędów na etapie realizacji inwestycji budowlanej
0,91	6	2,12	4,81	4,69	5,50	5,20	4,56	4,88	4,80	Ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji inwestycji budowlanej
0,36	6	6,62	5,38	4,69	5,60	5,40	4,40	4,75	5,10	Łatwiejsza prefabrykacja, w tym indywidualnych komponentów (zwiększenie udziału modelu „realizacji poza placem budowy”)
0,10	6	10,5	5,88	4,38	5,90	5,56	4,80	5,50	5,19	Wyższa jakość zrealizowanego obiektu budowlanego
0,40	6	6,22	5,50	4,92	6,22	5,33	4,72	5,38	5,24	Redukcja kosztów realizacji inwestycji budowlanej

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: funkcja

Istotność asymp- tyczna		Chi- kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}							Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych	
0,20	6	8,64	Inna	Inwestor prywatny/ publiczny	Zarządca/ właściciel obiektu	Producent materiałów budowlanych	Generalny wyk./ podwykon.	Projektant konstrukcji i instal.	Architekt	Zwiększenie terminowości realizacji inwestycji budowlanych	
			5,38	4,54	6,10	5,61	4,60	5,38	5,38		
0,47	6	5,57	5,38	4,00	5,44	5,30	4,64	4,63	4,90	Symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych	
0,14	6	9,66	6,19	4,85	5,70	5,13	4,76	5,63	5,19	Wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu	
0,29	6	7,34	6,00	4,23	5,60	5,43	4,96	5,75	5,57	Pozyskiwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia, wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego	
0,19	6	8,72	5,50	5,00	6,30	5,21	4,72	5,50	5,10	Zwiększenie zakresu oferowanych usług	
0,67	6	4,03	5,63	4,69	5,90	5,54	5,08	5,50	5,52	Budowanie dobrego wizerunku przedsiębiorstwa	
0,91	6	2,12	5,38	4,69	5,50	5,33	5,04	5,25	5,10	Wzrost zysków przedsiębiorstwa	
0,26	6	7,77	5,94	4,46	5,70	5,88	5,08	5,29	5,43	Zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym	

^a Test Kruskala-Wallis, ^b Zmienna grupująca: funkcja

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

3.4. Identyfikacja i ocena czynników sprzyjających oraz barier wdrażania BIM

W ostatnich latach w kraju rośnie liczba osób, które deklarują wiedzę na temat BIM. Można też obserwować stopniowy wzrost liczby przedsiębiorstw wdrażających rozwiązania z zakresu BIM, co jest rezultatem zmieniającej się postawy wobec tego innowacyjnego rozwiązania. Niemniej jednak, pomimo pozytywnego trendu, BIM wciąż jest nowością w polskim sektorze budowlanym.

Według Kosiedowskiego i Wirkusa upowszechnienia BIM w Polsce można upatrywać na czterech płaszczyznach⁸⁶:

- ekonomicznej – poprzez zwiększenie źródeł subwencji na zakup oprogramowania;
- informacyjnej – doskonalącej istniejące i tworzącej nowe zasoby wiedzy o BIM oraz jej propagowania;
- prawnej – ułatwiającej implementację i zwiększającej wymagania stosowania BIM w projektach budowlanych;
- edukacyjnej – poprzez zwiększenie udziału kształcenia w kierunku BIM.

W raporcie *BIM, współpraca, chmura w polskim budownictwie*, którego podstawą były badania przeprowadzone w 2019 roku wśród osób znających metodykę, wskazywane są następujące działania potrzebne do zwiększenia wykorzystania tej metody w Polsce⁸⁷:

- budowanie świadomości inwestorów na temat możliwości wykorzystania danych gromadzonych dzięki BIM;
- opracowanie polskich standardów BIM;
- zmiany w przepisach prawnych (m.in. ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, zmiany w ustawie prawo budowlane);
- edukacja rynku w kierunku upowszechnienia wiedzy na temat BIM;
- wprowadzenie edukacji o BIM na uczelniach;
- budowanie świadomości na temat BIM wśród osób odpowiedzialnych za inwestycje publiczne;
- rozwój bibliotek BIM;
- wprowadzenie przepisów upraszczających proces formalno-prawny z wykorzystaniem BIM.

W szczególności działania, które mogą wpłynąć na zwiększenie wykorzystania BIM w Polsce, powinny obejmować opracowanie zintegrowanych i jednolitych systemów modelowania cyfrowego, co wymaga usystematyzowania poszczególnych etapów procesu inwestycyjnego, stworzenia scentralizowanych baz danych, odpowiadających różnorodnym rodzajom obiektów, unifikacji wymagań dla modelowania informacji

⁸⁶ W. Kosiedowski, M. Wirkus, *Bariera i ograniczenia wdrażania...*

⁸⁷ Autodesk, *Raport z badania...*

o budynku, a także opracowania jednolitej klasyfikacji i standaryzacji oraz przyjęcia międzynarodowych formatów wymiany danych⁸⁸. Czynnikiem wspierającym wdrożenie BIM w Polsce będą uruchomienie dofinansowań oraz dostosowanie prawa do specyfiki realizacji projektów z wykorzystaniem BIM. Kluczowe jest także postawienie wymogu stosowania BIM, choć proces ten powinien odbywać się małymi krokami⁸⁹.

Określenie, jakie działania należałoby podjąć, aby zwiększyć wykorzystanie BIM w Polsce, było m.in. celem przeprowadzonego zogniskowanego wywiadu grupowego. Jego uczestnicy zwrócili uwagę przede wszystkim na następujące aspekty (rys. 3.12):

- szkolenia, działania edukacyjne angażujące szerokie grono interesariuszy mające na celu propagowanie informacji o korzyściach wynikających z wykorzystania BIM w praktyce przedsiębiorstw;
- wdrożenia BIM wynikające z rzeczywistych potrzeb przedsiębiorstw, odpowiadające ich potrzebom, z uwzględnieniem posiadanych zasobów;
- wymóg realizacji projektów w metodyce BIM w zamówieniach publicznych.

EDUKACJA

WYMAGANIA PRAWNE, FORMALNE

ROZMOWY O CELACH I REALNYCH POTRZEBACH WYNIKAJĄCYCH Z WYMIENIANYCH INFORMACJI

ZAANGAŻOWANIE SZEROKIEGO GRONA INTERESARIUSZY
PODEJMOWANIE DECYZJI NA BAZIE DANYCH RZECZYWISTYCH

PRAWO ZAMÓWIEŃ PUBLICZNYCH

ZWIĘKSZENIE ŚWIADOMOŚCI UCZESTNIKÓW CAŁEGO PROCESU

SZKOLENIA

BIM W PRZETARGACH PUBLICZNYCH

KOMUNIKOWANIE O KORZYŚCIACH

BADANIE RZECZYWISTOŚCI W PRZEDSIĘBIORSTWACH

RYSUNEK 3.12. Działania niezbędne do zwiększania wykorzystania BIM w Polsce w opinii ekspertów – chmura słów

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Z odpowiedzi respondentów wynika przede wszystkim, że istotne są działania edukacyjne mające na celu zwiększenie świadomości wszystkich uczestników procesu oraz rozpowszechnianie informacji o korzyściach wynikających z wykorzystania BIM (tabela 3.23). Działania szkoleniowe powinny być realizowane na konkretnych przykładach oraz odpowiadać potrzebom przedstawicieli różnych grup interesariuszy – producentów, projektantów, inwestorów prywatnych i publicznych, generalnych

⁸⁸ L. Ustinovičius, D. Walasek, R. Rasiulis, J. Cepurnaite, *Wdrażanie technologii informacyjnych w budownictwie – praktyczne studium przypadku*, „Economics and Management” 2015, Vol. 1, s. 290–310.

⁸⁹ Ministerstwo Rozwoju i Technologii, *BIM w Polsce...*

wykonawców, podwykonawców oraz zarządców i właścicieli obiektów. Samo wdrożenie BIM także musi angażować szerokie grono interesariuszy i odpowiadać rzeczywistym potrzebom, które będą odzwierciedlone w dostępie do modelu i niezbędnych danych wynikających z potrzeb interesariuszy.

Warunkami rozwoju i rozpowszechniania rozwiązań BIM na rynku polskim powinny być powszechna popularyzacja korzyści z wykorzystania BIM w realizacji obiektów oraz opłacalność jej stosowania. Niezbędną stymulantą rozwoju jest też wymóg realizacji obiektów w metodyce BIM w zamówieniach publicznych. Liderem zmian powinny być przede wszystkim instytucje publiczne i odpowiednie rozwiązania prawne.

TABELA 3.23. Wypowiedzi respondentów na temat działań niezbędnych do zwiększenia wykorzystania BIM i rozpowszechniania informacji o BIM w Polsce

„Zaangażowanie jak najszerszego grona interesariuszy do rozmów o BIM, bo BIM to nie są modele do projektowania czy do realizacji, tylko to jest metodyka, z której mają korzystać wszyscy, a nie będą korzystali wszyscy, jak nie będą mieli szansy, żeby się wypowiedzieć. W związku z tym to jest całkowita zmiana kultury organizacji w kierunku, można tak powiedzieć z angielskiego, <i>data oriented organization</i> . Chodzi o to, że nie możemy poprzestać na poziomie średniego managementu i próbować wciskać ludziom z dołu tablety do ręki i mówić: to teraz korzystajcie z BIM, jak oni w takich grubych rękawicach chodzą po budowie i te tablety to im są absolutnie do niczego niepotrzebne. Musimy zaangażować szerokie grono interesariuszy i pytać, czego oni chcą, a nie dawać im rozwiązania, które są im zupełnie nieprzydatne”
„Kluczowym działaniem, które potrafi dobrze ustawić wdrożenie w każdej organizacji, jest podejmowanie decyzji na bazie danych rzeczywistych i trzeba mieć te dane, które są właściwymi danymi. We wdrożeniach BIM spotykam się właściwie prawie w każdej organizacji z komentarzem typu: my nie potrzebujemy tutaj żadnej ankiety, żadnego badania, my znamy swoją organizację. I mówię: OK, dobrze, to zrobimy to w taki sposób, żeby potwierdzić wasze przypuszczenia, i w 100 procent przypadków przypuszczenia i to, co zarząd, dyrekcja myślą o swoim zespole, nie odpowiada rzeczywistości. Więc jeśli mamy zwiększać wykorzystanie BIM w Polsce w poszczególnych przedsiębiorstwach, warto postawić na edukowanie rynku w tym, że nie ma nic złego w badaniu rzeczywistości, ankietowaniu własnych ludzi. Bo to naprawdę nie jest nic złego, ale oczywiście my mamy te uwarunkowania, które mówią nam o tym, że jak ktoś nas sprawdza, to robi to po to, żeby nam zrobić krzywdę, więc to jest bardzo trudny wątek”
„Ważna rzecz to szkolenia, czyli pokazanie ludziom, ale na konkretnych przykładach, analizy ich obserwacji, ich działań. I żeby ta informacja bezpośrednio z budowy trafiała do tych modeli i pokazywała rzeczywistość co się dzieje na budowie. To jest chyba taki klucz i te informacje, te szkolenia, przekazywanie wiedzy to jest coś, co pozwoli dość intensywnie pracować nad tym, a dodatkowo – wymagania prawne, formalne, czyli sposób, aby wymuszać ten proces w ramach przetargów publicznych (ta wiedza zdecydowanie zamawiającym też jest potrzebna). [...] Niektórzy główni gracze wydaje mi się, że mogą być takimi liderami, jeśli chodzi o prowadzenie takich zamówień, takich zapotrzebowań”.
„Głównym czynnikiem jest zwiększenie świadomości wszystkich uczestników procesu”

„Myślę, że zamawiający coś zmienia, zamawiający publiczni, i tutaj widzimy bardzo, bardzo dynamiczny zwrot w stronę metodyki BIM po stronie zamawiających publicznych w Polsce. Widzimy działania, jeżeli chodzi o prawo zamówień publicznych. Tutaj BIM standard PL, który już wisi na stronie od dłuższego czasu, pojawiają się kolejne opracowania, kolejne manuale, kolejne dobre praktyki, ale to jest nic w porównaniu po prostu z kolejnymi przetargami publicznymi, które BIM mają wpisane w swoich wymogach. Ani zespoły, ani firmy, ani organizacje, tak jak to już było mówione wielokrotnie, nie będą wdrażały BIM dla samego BIM, przynajmniej te mądre, ale będą go wdrażały i uczyły się na trudnych i ciekawych projektach i przede wszystkim wysokomarżowych projektach. Bo jak się nagle okaże po pięciu latach, że trzy organizacje albo cztery padną, bo był BIM i nikomu się to na koniec nie opłacało, to oczywiście może być różnie. Ale z mojej perspektywy to tylko zamawiający publiczny jest w stanie wymusić dynamiczny rozwój metodyki w Polsce”
„Najskuteczniejszym sposobem komunikacji o technologii BIM jest komunikowanie o korzyściach, które człowiek będzie miał z tego, że używa tej technologii”
„Ja bym to odwrócił – z neuropsychologicznego punktu widzenia najlepiej działają na nas bodźce negatywne, więc równie dobrze można sugerować, jakie straty może przedsiębiorstwo bądź człowiek ponieść w wyniku braku wdrożenia BIM. A takich strat jest potencjalnie sporo, nawet nie tych finansowych czy harmonogramowych, czy jakościowych, o które trudno właśnie przy braku wysokiej dojrzałości. Ale można po prostu powiedzieć, nikt z tobą nie będzie chciał pracować, jak po prostu nie będziesz miał BIM w firmie i tyle. Tak, ja oczywiście bardzo upraszczam, bo to nie jest prawda. Rynek jest jeszcze bardzo niedojrzały i w związku z tym jest jeszcze dużo pracy dla ludzi, którzy też w BIM nie pracują”
„Ja ciągle wracam jak do mantry, moim zdaniem to musi być jakiś aspekt taki bardzo, bardzo przejrzystego dostępu do danych. Ja wyobrażam sobie taką komunikację, jakich danych potrzebujesz w swoim projekcie. Wchodzę do klienta i pytam, jakich danych potrzebujesz ze swojego projektu, co cię interesuje? Liczba okien – proszę, <i>cashflow</i> w tym miesiącu – proszę, ilość przerobu mas ziemnych w tym miesiącu – proszę. Jeżeli ja jestem w stanie te dane wyciągnąć w przeciągu 5, no niech będzie 10 minut, i są one weryfikowalne, to ja nie muszę nic więcej komunikować. Natomiast dopóki, tak jak często jest na tych prezentacjach, my pokazujemy modele, a siedzi jeden menadżer z tyłu, nie odzywa się przez cały dzień i nagle wyskakuje z jakąś informacją, o której nikt nigdy nie pomyślał, nie było jej w strategii, nie było jej w BEP, nie było jej w wymaganiach i tej danej po prostu nie ma, albo trzeba ją sobie w jakiś sposób złożyć z różnych innych danych, to jeżeli to trwa dłużej niż 5 minut, to ten menadżer wyjdzie i na kolejne lata zapomni o BIM”
„Dla mnie tak naprawdę istotnym elementem związanym z komunikacją o technologii BIM są dobre przykłady, czyli niekoniecznie bardzo ogólnie o całym procesie i bardzo ogólnie o całych technologiach. Tylko konkretne przykłady z życia, czyli dla poszczególnych branż, dla poszczególnych użytkowników. W jaki sposób taki element został zrealizowany w ramach takiej metodyki i co to rzeczywiście daje. [...] Wydaje mi się, że byłoby to dobre, bo pokazuje, jak rzeczywiście rozwiązać aktualny problem, a nie tylko i wyłącznie mówić o całej technologii, która rozwiązuje całkowicie problemy budownictwa”

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Czynniki sprzyjające zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce oceniali respondenci badania ilościowego. Oceny dokonywano w skali od 1 do 7, gdzie 1 oznacza „zdecydowanie się nie zgadzam”, a 7 – „zdecydowanie się zgadzam”, że czynnik może sprzyjać procesowi wdrożenia BIM w Polsce. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że wszystkie analizowane czynniki zostały wysoko ocenione przez badanych – przewaga ocen pozytywnych (powyżej 60% odpowiedzi – „raczej się zgadzam”, „zgadzam się” i „zdecydowanie się zgadzam”) (rys. 3.13) oraz średnia ocena wyższa od 5,0 (tabela 3.24). Jednak za najbardziej sprzyjające czynniki respondenci

uznali: sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, prawo budowlane; $M = 5,62$); instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje; $M = 5,62$); działania ukierunkowane na współpracę w branży w zakresie wdrożenia BIM ($M = 5,61$); wdrożenie polskich standardów BIM ($M = 5,57$); stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych ($M = 5,54$); postęp cyfryzacji branży budowlanej ($M = 5,54$) oraz dostęp do budynków demonstracyjnych (demonstracja procesu inwestycyjnego na podstawie BIM; $M = 5,52$).

TABELA 3.24. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce

Czynniki sprzyjające zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce	Minimum (Min)	Maximum (Max)	Mediana (Me)	Dominanta (Mo)*	Średnia (M)
Sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, prawo budowlane)	1	7	6,00	7	5,62
Instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje)	1	7	6,00	7	5,62
Działania ukierunkowane na współpracę w branży w zakresie wdrożenia BIM	1	7	6,00	7	5,61
Wdrożenie polskich standardów BIM	1	7	6,00	7	5,57
Stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych	1	7	6,00	7	5,54
Postęp cyfryzacji branży budowlanej	1	7	6,00	7	5,54
Dostęp do budynków demonstracyjnych (demonstracja procesu inwestycyjnego na podstawie BIM)	1	7	6,00	7	5,52
Doradztwo w zakresie wdrożenia (dostęp do ekspertów zewnętrznych, poradników, publikacji)	1	7	6,00	7	5,47
Skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM	1	7	6,00	7	5,47
Budowanie świadomości na temat BIM wśród osób odpowiedzialnych za inwestycje publiczne	1	7	6,00	7	5,47
Rozwój bibliotek BIM	1	7	6,00	7	5,46
Budowanie ogólnopolskiej bazy wiedzy o BIM (np. portal internetowy)	1	7	6,00	7	5,40

Czynniki sprzyjające zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce	Minimum (Min)	Maximum (Max)	Mediana (Me)	Dominanta (Mo)*	Średnia (M)
Opracowanie podręczników dobrych praktyk BIM	1	7	6,00	7	5,28
Akcje informacyjne na temat możliwości BIM i korzyści płynących z jego wykorzystania	1	7	5,00	7	5,05

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W kolejnym etapie poszczególne czynniki sprzyjające zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce oceniono także w zależności od wielkości przedsiębiorstwa, zasięgu działania, liczby projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM oraz funkcji pełnionej przy realizacji inwestycji budowlanych.

W przypadku analizy przedsiębiorstw ze względu na ich wielkość istotny wynik testu Kruskala–Wallisa wskazuje na różnice w ocenie jednego czynnika prowadzącego do zwiększenia wykorzystania BIM w Polsce, a mianowicie wprowadzenia sprzyjającego prawa zamówień publicznych (tabela 3.25). Średnia ocena tego czynnika jest najwyższa w małych przedsiębiorstwach.

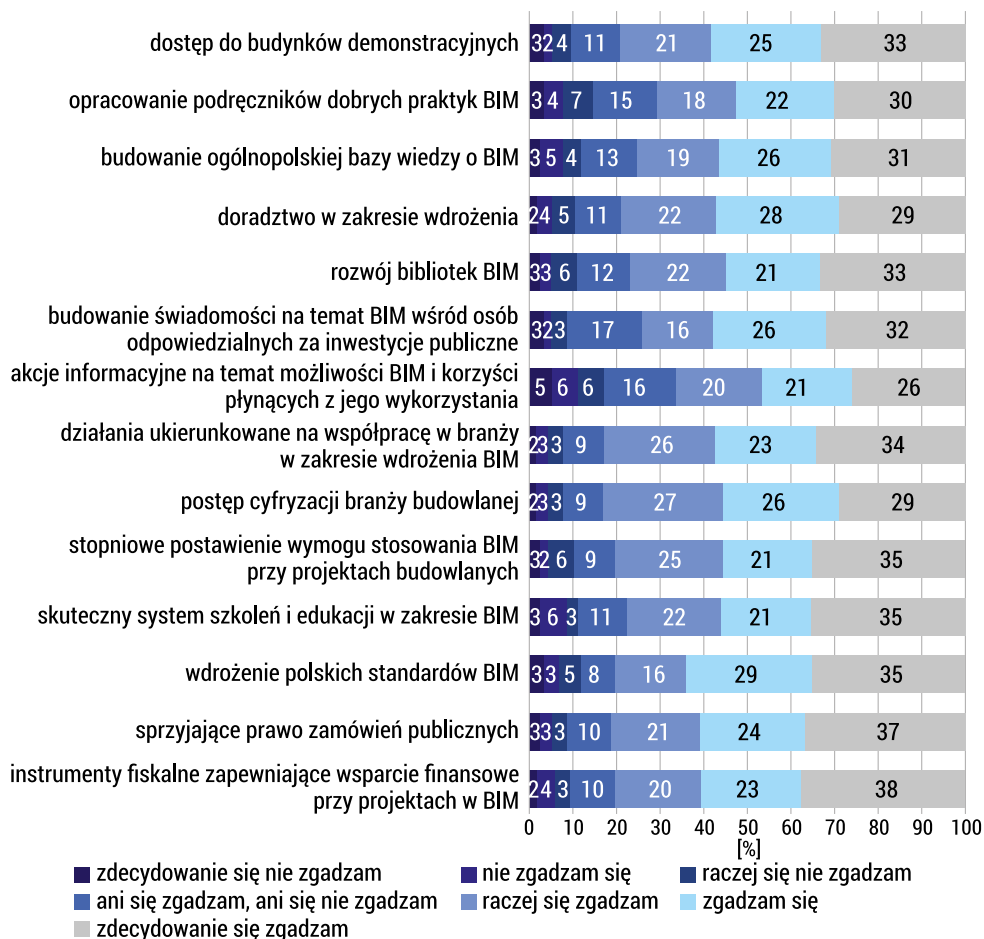
Najwięcej różnic w ocenie czynników sprzyjających rozwojowi BIM w Polsce stwierdzono w przypadku rozróżnienia przedsiębiorstw ze względu na ich zasięg działania (tabela 3.26). Statystycznie istotne różnice potwierdzono w przypadku takich czynników jak:

- instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje);
- sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, prawo budowlane);
- wdrożenie polskich standardów BIM;
- skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM;
- stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych;
- postęp cyfryzacji branży budowlanej;
- działania ukierunkowane na współpracę w branży w zakresie wdrożenia BIM;
- budowanie świadomości na temat BIM wśród osób odpowiedzialnych za inwestycje publiczne;
- doradztwo w zakresie wdrożenia (dostęp do ekspertów zewnętrznych, poradników, publikacji).

Różnice w ocenie czynników sprzyjających rozwojowi BIM stwierdzono też w przypadku przedsiębiorstw ze względu na liczbę zrealizowanych projektów (tabela 3.27). Były to następujące czynniki:

- wdrożenie polskich standardów BIM;
- skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM;
- postęp cyfryzacji branży budowlanej;
- działania ukierunkowane na współpracę w branży w zakresie wdrożenia BIM;

- akcje informacyjne na temat możliwości BIM i korzyści płynących z jego wykorzystania;
- budowanie świadomości na temat BIM wśród osób odpowiedzialnych za inwestycje publiczne;
- doradztwo w zakresie wdrożenia (dostęp do ekspertów zewnętrznych, poradników, publikacji);
- budowanie ogólnopolskiej bazy wiedzy o BIM (np. portal internetowy).



RYSUNEK 3.13. Czynniki sprzyjające zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Nie stwierdzono natomiast różnic w ocenie czynników stymulujących rozwój BIM w Polsce przez przedstawicieli przedsiębiorstw pełniących różne funkcje przy realizacji inwestycji budowlanych (tabela 3.28).

TABELA 3.25. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce a wielkość przedsiębiorstwa

Istotność asymptotyczna		df	Chi-kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}					Wielkość przedsiębiorstwa	
				Duże	Średnie	Małe	Mikro			
0,70	3	3	1,41	5,62	5,72	5,89	5,37		Instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje)	
0,03	3	3	8,79	5,38	5,89	6,14	5,20		Sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, prawo budowlane)	
0,19	3	3	4,71	5,69	6,06	5,89	5,10		Wdrożenie polskich standardów BIM	
0,17	3	3	5,09	5,92	5,94	5,71	4,96		Skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM	
0,27	3	3	3,91	5,54	5,61	5,89	5,22		Stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych	
0,30	3	3	3,68	5,54	6,00	5,64	5,27		Postęp cyfryzacji branży budowlanej	
0,60	3	3	1,88	5,77	6,00	5,67	5,35		Działania ukierunkowane na współpracę w branży w zakresie wdrożenia BIM	
0,44	3	3	2,70	4,85	5,72	5,06	4,84		Akcje informacyjne na temat możliwości BIM i korzyści płynących z jego wykorzystania	
0,28	3	3	3,81	5,77	5,94	5,57	5,12		Budowanie świadomości na temat BIM wśród osób odpowiedzialnych za inwestycje publiczne	
0,48	3	3	2,48	5,69	5,89	5,53	5,16		Rozwój bibliotek BIM	
0,31	3	3	3,56	5,62	6,06	5,56	5,15		Doradztwo w zakresie wdrożenia (dostęp do ekspertów zewnętrznych, poradcików, publikacji)	
0,47	3	3	2,54	5,38	5,94	5,42	5,18		Budowanie ogólnopolskiej bazy wiedzy o BIM (np. portal internetowy)	
0,14	3	3	5,51	5,46	5,89	5,40	4,90		Opracowanie podręczników dobrych praktyk BIM	
0,08	3	3	6,86	5,62	6,22	5,63	5,13		Dostęp do budynków demonstracyjnych (demonstracja procesu inwestycyjnego na podstawie BIM)	

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: wielkość przedsiębiorstwa

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.26. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce a zasięg działania przedsiębiorstwa

Istotność asymptotyczna	df	Chi-kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}					Zasięg działania przedsiębiorstwa
			Między-narodowy	Krajowy	Regionalny	Lokalny		
0,05	3	8,05	5,78	5,71	5,86	4,43	Instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje)	
0,00	3	15,29	6,05	5,79	5,50	4,21	Sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, prawo budowlane)	
0,00	3	14,69	6,15	5,82	5,07	4,21	Wdrożenie polskich standardów BIM	
0,02	3	9,88	6,03	5,65	5,07	4,14	Skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM	
0,01	3	12,39	5,98	5,71	5,18	4,50	Stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych	
0,00	3	15,34	6,00	5,65	5,29	4,36	Postęp cyfryzacji branży budowlanej	
0,01	3	11,20	6,03	5,68	5,54	4,29	Działania ukierunkowane na współpracę w branży w zakresie wdrożenia BIM	
0,14	3	5,43	5,23	5,35	4,93	4,00	Akcje informacyjne na temat możliwości BIM i korzyści płynących z jego wykorzystania	
0,01	3	11,42	5,97	5,56	5,29	4,14	Budowanie świadomości na temat BIM wśród osób odpowiedzialnych za inwestycje publiczne	
0,11	3	6,00	5,75	5,62	5,36	4,36	Rozwój bibliotek BIM	
0,01	3	11,67	5,62	5,82	5,56	4,07	Doradztwo w zakresie wdrożenia (dostęp do ekspertów zewnętrznych, poradników, publikacji)	
0,09	3	6,45	5,65	5,44	5,57	4,21	Budowanie ogólnopolskiej bazy wiedzy o BIM (np. portal internetowy)	
0,02	3	10,30	5,77	5,18	5,36	3,93	Opracowanie podręczników dobrych praktyk BIM	
0,14	3	5,47	5,87	5,61	5,43	4,43	Dostęp do budynków demonstracyjnych (demonstracja procesu inwestycyjnego na podstawie BIM)	

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: zasięg działania

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.27. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce a liczba zrealizowanych projektów w metodyce BIM

Liczba zrealizowanych projektów		Liczba zrealizowanych projektów					Liczba zrealizowanych projektów	
Istotność asymptotyczna	df	Chi-kwadrat	Statystyki testu ^{a, b}					Liczba zrealizowanych projektów
			0 pro-jektów	1-2 pro-jekty	3-5 pro-jektów	6 i więcej projektów	0 pro-jektów	
0,43	3	2,75	5,37	5,89	5,94	5,67	5,37	Instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje)
0,10	3	6,18	5,29	5,96	6,00	5,92	5,29	Sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, prawo budowlane)
0,03	3	9,14	5,14	6,07	5,71	6,25	5,14	Wdrożenie polskich standardów BIM
0,04	3	8,19	5,00	5,93	5,94	5,83	5,00	Skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM
0,09	3	6,45	5,19	5,89	6,06	5,58	5,19	Stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych
0,02	3	9,96	5,14	5,89	6,18	5,67	5,14	Postęp cyfryzacji branży budowlanej
0,00	3	20,61	5,02	6,14	6,41	6,00	5,02	Działania ukierunkowane na współpracę w branży w zakresie wdrożenia BIM
0,01	3	11,03	4,62	5,79	5,53	4,67	4,62	Akcje informacyjne na temat możliwości BIM i korzyści płynących z jego wykorzystania
0,00	3	15,32	4,90	6,00	6,18	5,92	4,90	Budowanie świadomości na temat BIM wśród osób odpowiedzialnych za inwestycje publiczne
0,06	3	7,48	5,05	5,96	5,88	5,58	5,05	Rozwój bibliotek BIM
0,00	3	13,76	5,00	6,00	6,12	5,58	5,00	Doradztwo w zakresie wdrożenia (dostęp do ekspertów zewnętrznych, poradników, publikacji)
0,03	3	8,68	4,95	6,00	5,82	5,58	4,95	Budowanie ogólnopolskiej bazy wiedzy o BIM (np. portal internetowy)
0,07	3	7,10	4,84	5,71	5,41	6,08	4,84	Opracowanie podręczników dobrych praktyk BIM
0,23	3	4,29	5,17	6,07	5,65	5,67	5,17	Dostęp do budynków demonstracyjnych (demonstracja procesu inwestycyjnego na podstawie BIM)

^a Test Kruskala-Wallis, ^b Zmienna grupująca: liczba zrealizowanych projektów

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.28. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce a funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych

Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych		Instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje)		Sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, prawo budowlane)		Wdrożenie polskich standardów BIM		Skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM		Stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych		Postęp cyfryzacji branży budowlanej		Działania ukierunkowane na współpracę w branży w zakresie wdrożenia BIM	
Architekt	Projektant konstrukcji i instalacji	Generalny wyk./ podwykonawca	Producent materiałów budowlanych	Zarządcą/ właściciel obiektu	Inwestor prywatny/publiczny	Inna	Chi-kwadrat	df	Istotność asymptotyczna	6	1,52	6	0,96	6	0,89
5,71	5,75	5,33	5,88	5,70	5,38	5,50	2,29	6	0,89	6	1,52	6	0,96	6	0,89
5,76	5,88	5,04	5,88	5,70	5,54	5,79	6,74	6	0,35	6	6,74	6	0,35	6	0,35
5,67	5,50	4,79	5,69	6,10	5,62	6,07	10,37	6	0,11	6	10,37	6	0,11	6	0,11
5,24	5,50	4,96	5,44	6,30	5,23	6,21	7,45	6	0,28	6	7,45	6	0,28	6	0,28
5,24	5,88	4,79	5,73	6,20	5,62	6,07	8,01	6	0,24	6	8,01	6	0,24	6	0,24
5,19	6,25	5,00	5,73	5,90	5,38	6,00	4,65	6	0,59	6	4,65	6	0,59	6	0,59
5,38	6,25	5,08	5,73	6,00	5,69	5,79									
Statystyki testu ^{a,b}															

^a Test Kruskala-Wallisa, ^b Zmienna grupująca: funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych

Istotność asymp- tyczna	df	Chi- kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}							Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych
			Inna	Inwestor prywatny/ publiczny	Zarządca/ właściciel obiektu	Producent materiałów budowlanych	Generalny wyk./ podwyko- nawca	Projektant konstrukcji i instalacji	Architekt	
0,54	6	5,05	5,50	4,92	5,70	5,24	4,63	5,50	4,57	Akcje informacyjne na temat możliwości BIM i korzyści płynących z jego wykorzystania
0,64	6	4,24	6,07	5,54	5,90	5,52	4,88	5,50	5,38	Budowanie świadomości na temat BIM wśród osób odpowiedzialnych za inwestycje publiczne
0,29	6	7,41	6,00	4,92	6,10	5,62	4,88	5,63	5,48	Rozwój bibliotek BIM
0,96	6	1,56	5,50	5,33	5,90	5,52	5,22	5,75	5,43	Doradztwo w zakresie wdrożenia (dostęp do ekspertów zewnętrznych, poradników, publikacji)
0,70	6	3,83	5,57	5,15	6,10	5,58	5,04	5,75	5,14	Budowanie ogólnopolskiej bazy wiedzy o BIM (np. portal internetowy)
0,16	6	9,17	6,07	5,00	5,90	5,24	4,67	5,88	5,10	Opracowanie podręczników dobrych praktyk BIM
0,21	6	8,43	6,00	5,54	6,30	5,71	4,83	5,38	5,38	Dostęp do budynków demonstracyjnych (demonstracja procesu inwestycyjnego na podstawie BIM)

^a Test Kruskala-Wallisa, ^b Zmienna grupująca: funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Mimo istnienia obiecujących perspektyw i wielu korzyści ze stosowania BIM występują różnego rodzaju bariery, które utrudniają pełne wykorzystanie potencjału tej innowacyjnej technologii w Polsce. Ensar Ademci i Selin Gundes klasyfikują bariery wdrożenia BIM w budownictwie w pięciu następujących kategoriach: technologiczne, prawne, zarządcze, kosztowe, personalne⁹⁰. Taka różnorodność barier jest postrzegana przez badaczy jako wyzwanie wymagające od przedsiębiorstwa znacznego wysiłku i poczynienia głębokich zmian w swojej organizacji, aby wdrożenie BIM zakończyło się sukcesem⁹¹.

Bariery wdrożenia BIM w polskich przedsiębiorstwach identyfikowali uczestnicy przeprowadzonego badania jakościowego (rys. 3.14). Wskazywali, że w Polsce wynikają one przede wszystkim z aspektów finansowych oraz braku świadomości, jakie korzyści przedsiębiorstwom może dawać BIM. W mniejszym stopniu ograniczenia wynikają z braku wyszkolonych kadr, kwestii prawnych, najrzadziej natomiast z przyczyn technicznych. Ponadto bariery dotyczą wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego.



RYSUNEK 3.14. Bariery ograniczające wykorzystanie BIM w Polsce w opinii ekspertów – chmura słów

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W zakresie aspektów prawnych respondenci uważali, że funkcjonujące w polskim systemie prawnym przepisy powinny być tak opracowane, aby mogły przyspieszać rozwój BIM w kraju z perspektywy publicznej. Takie wsparcie może zapewnić opracowanie wytycznych czy zestawu dobrych praktyk, które będą wspomagały polskie przedsiębiorstwa we wdrażaniu BIM (tabela 3.29). Wśród ekspertów pojawiły się jednak głosy wskazujące na konieczność wdrożenia BIM systemowo, we wszystkich

⁹⁰ E. Ademci, S. Gundes, *Review of studies on BIM adoption in AEC industry*, 5th International Project and Construction Management Conference (IPCMC) Proceedings 2018, s. 1046–1055.

⁹¹ K. Zima, E. Plebankiewicz, D. Wiczorek, *A SWOT Analysis of the Use of BIM Technology in the Polish Construction Industry*, „Buildings” 2020, Vol. 10 (1), 16.

podmiotach, ale bez przymusu stosowania. Uczestnicy zogniskowanego wywiadu grupowego zalecali ewentualnie wprowadzenie takiego wymogu w dużych podmiotach publicznych wykonujących powtarzalne inwestycje.

TABELA 3.29. Wypowiedzi respondentów na temat barier ograniczających wykorzystanie BIM w Polsce

„Zacznę od tego, że rzeczywiście te bariery, jeśli się pojawiają, to one na pewno nie są technologiczne, tak jak w każdym zresztą rozwoju technologii. Jak spojrzeć troszkę szerzej, to my technologicznie zasadniczo zawsze jesteśmy w stanie zrobić więcej, niż robimy. To zawsze są bariery bardziej ekonomiczne, czasem może gdzieś tam prawne, na pewno nie techniczne”
„Jeżeli chodzi o kwestie prawne, to nie dostrzegam zasadniczo w tym momencie aspektów prawnych, które mogłyby albo blokowałyby rozwój BIM. Chyba że przyjmimy perspektywę, która akurat mi jest osobiście obca, że należy ten BIM w jakiś sposób narzucić, ale to już jest nie dyskusja o tym, czy są w polskim systemie prawnym przepisy, które rozwój BIM blokują, tylko dyskusja co do tego, czy prawo powinno, czy nie przyspieszać rozwój BIM w kraju z perspektywy publicznej. Bo jak spojrzeć na przepisy, to lata temu w zasadzie już toczyła się dyskusja dotycząca tego, czy prawo zamówień publicznych blokuje wdrożenie BIM w Polsce. Wiemy, że nie blokuje. Wiemy, że nie jest żadną barierą. Więc tutaj można się zastanowić jedynie nad tym, czy państwo jest w stanie mobilizować bardziej rynek do tego, żeby wdrażać takie rozwiązania, i ja akurat nie jestem zwolennikiem tego, żeby to robić przez jakieś wymogi w stosunku do firm, a przez wdrażanie rozwiązań, które umożliwiłyby wykorzystanie BIM dużo bardziej elastycznie. Mamy przykłady estońskie, gdzie umożliwia się składanie chociażby wniosków o pozwolenie na budowę z wykorzystaniem BIM. I to już jest jakiś krok do przodu, żeby pokazać firmom, gdzie ta przyszłość z perspektywy państwa jest”
„Tak naprawdę w warunkach polskich trzeba by się bardzo mocno skupić na takiej polityce wewnętrznej i ewentualnie tworzeniu wytycznych, wymogów czy rozwoju projektów pilotażowych po stronie konkretnych dużych instytucji. W pierwszej kolejności powinniśmy iść w kierunku zamawiających, którzy wykonują powtarzalne inwestycje – Generalna Dyrekcja [Dróg Krajowych i Autostrad], Polskie Sieci Elektroenergetyczne, a przez to BIM długofalowo nie będzie jakimś obciążeniem, dodatkowym wymogiem, ale rzeczywiście zaletą po stronie tych podmiotów”
„Chyba taką pierwszą podstawową barierą, która bardzo utrudnia wprowadzanie BIM do przedsiębiorstw, jest trudność w komunikacji, porozumieniu i wzajemnym zrozumieniu się pomiędzy top managementem, zarządem a ludźmi, którzy pracują w firmie na poziomie operacyjnym. To znaczy mamy do czynienia z taką sytuacją, że top management, zarząd operują biznesowym językiem, bo są odpowiedzialni za biznesowe spięcie danego przedsiębiorstwa. Kiedy zarząd spotyka się z ludźmi od BIM i słyszy, że będziemy mieć mniej kolizji, bo będziemy coś szybciej robić, to z jednej strony nie do końca są w stanie sobie uzmysłować, w jaki sposób to szybciej, w jaki sposób to mniej wpłynie na wynik finansowy, albo jaki poziom dofinansowania w danym przedsiębiorstwie trzeba wprowadzić, żeby uzyskać konkretny wynik finansowy. Z drugiej strony osoby, które są świetnymi specjalistami od technologii BIM, świetnie układają procesy według metodyki BIM, to są osoby, które nie operują na co dzień językiem biznesowym, więc dogadanie się przedstawicieli tych dwóch grup jest bardzo trudne i jeżeli się nie dogadają, to te wdrożenia po prostu nie wychodzą. Bo zarząd, który jest niezadowolony z wyniku, po roku czy po dwóch latach wdrażania BIM po prostu stopuje to, albo ludzie się wypalają, ponieważ brakuje im siły i energii na to, żeby dalej ciągnąć te zmiany, bo non stop jest coś nie tak i non stop muszą coś tłumaczyć, zamiast się skupić na swojej pracy”

„Jeżeli chodzi o opór na zmiany, to mówię o poziomie ludzkim. Nie mówię o oporze na poziomie gospodarki, przedsiębiorstw, tylko o oporze człowieka na zmianę. Nowe technologie, które właściwie w chwili obecnej zmieniają się co roku, co roku pojawiają się nowości, udoskonalenia programów, to znaczy co roku człowiek musi uczyć się, w jaki sposób wydajnie korzystać z tej technologii BIM. Niektórzy ludzie nie lubią takiej zmienności. I o ile na początku można jechać na takim dużym ładunku emocjonalnym, zachwyceniu się czymś nowym, na nadziei, że będzie lepiej, że będzie nam się dobrze pracowało, to w pewnym momencie, jak człowiek widzi, że on non stop musi się dokształcać i non stop musi poznawać coś nowego, non stop musi dbać o to, żeby być na czasie, ludzie się męczą i mówią, nie, nie chcemy tego robić, albo mamy już dosyć. Jest też grupa osób, która w ogóle nie lubi nowości, nie lubi zmian. Te osoby, kiedy stają w obliczu uczenia się nowego oprogramowania, przejścia z rysowania w 2D na modelowanie 3D mówią, po co nam to, my do tej pory pracowaliśmy i było OK, a teraz musimy to zmieniać. Po co zmieniać coś, co funkcjonuje prawidłowo. I to powoduje, że nawet jeżeli w danym przedsiębiorstwie mamy grupę specjalistów, którzy są w stanie dobrze ustawić procesy, wprowadzić narzędzia, metody, które usprawnią pracę, sprawią, że w danym czasie pracownik będzie wykonywać więcej, to jeśli nie pokonają tego czynnika oporu ludzkiego i nie przekonają swoich współpracowników do pracy po nowemu, to nie będzie mowy o wdrożeniu nowej technologii, ponieważ ludzie nie będą chcieli tego robić”
„Część osób nie lubi się uczyć nowego oprogramowania, to jest oczywiste, ale część osób fizycznie nie ma na to czasu i pieniędzy, i to jest jeszcze bardziej istotne w kontekście w ogóle myślenia o strategii, myślenia o organizacji, bo priorytety 99% osób w biurach projektowych i na placach budowy są dalekie od wykorzystywania nowych narzędzi, które pojawiają się na rynku. Po prostu priorytety są zupełnie gdzie indziej, ale teraz to, co jest, wydaje mi się jeszcze bardziej istotne, że w BIM ciągle brakuje synchronizacji technologii. Ja nie chcę uczyć się nowego oprogramowania. Ja chcę mieć jeden przycisk, który bez względu na oprogramowanie, z którego korzystają wszyscy moi partnerzy, dostarczy mi informacji, której ja potrzebuję”
„Natomiast z mojego punktu widzenia ja zawsze patrzę też od strony technicznej i narzędzia, które w tym momencie są, i wymieniałość danych, czy to <i>interoperability</i>, która się tam pojawia, ono jest dużym problemem, jeśli chodzi o to, co rzeczywiście chcemy wykorzystać. Z mojego doświadczenia wykorzystujemy te informacje, które są w modelach, i pojawiają się bardzo duże problemy, jeśli chodzi o to. I jest taka anegdota, że jeśli zapytamy zawsze informatyka, czy da się cokolwiek zrobić, on odpowie tak, ale... I o to «ale» tu naprawdę chodzi, żeby to «ale» było jak najmniejsze w przypadku tych procesów, i żeby narzędzia rzeczywiście pozwoliły realizować te procesy informatyczne w bardzo sprawnym i szybkim sposób”
„Chciałem pokusić się o może trochę przewrotną teorię dotyczącą tych barier, bo rozmawialiśmy raczej o tych barierach po stronie przedsiębiorstw, po stronie projektantów. Natomiast też wydaje mi się, że są pewne aspekty po stronie zamawiających. Wytyczne dotyczące BIM są nie do końca dobrze sprecyzowane, że powodują po stronie projektantów też takie pewne bariery, problem we wprowadzaniu tej technologii”
„Myślę, że jeżeli chodzi o edukację, jeżeli chcemy coś poprawić w środowisku i przyspieszyć w sposób globalny stosowanie technologii i metodyki BIM w budownictwie, to potrzebujemy postawić nacisk na naukę nie tylko samego procesu, nie tylko samych narzędzi, ale na naukę ludzi, tego, co im to da... Mamy taki trend, że rynek potrzebuje tych umiejętności. Twoja decyzja, czy chcesz być konkurencyjny jako osoba na rynku i zwiększać sobie szansę na to, żeby więcej zarabiać, ponieważ więcej dowodzisz, ponieważ masz większe możliwości techniczne”

„Dużą barierą, którą ja widzę w ogóle, też w nauczaniu czy we wdrażaniu metodyki BIM, są pewne opory, które są oporami wynikającymi z kontekstu historycznego, jaki mamy w Polsce. Kiedy mówimy o współpracy, mówimy o... *collaboration* – robimy skróty myślowe, tak działa nasz umysł, tak działa nasz mózg. Dla nas *collaboration* nie oznacza współpracy w duchu dobra, tylko oznacza kolaborację, która z tytułu naszej historii i doświadczeń wojennych ma bardzo pejoratywne znaczenie i wielu osobom kojarzy się bardzo negatywnie. Współpraca w kontekście sytuacji politycznej, powojennej w Polsce również Polakom nie kojarzy się pozytywnie. Myślimy, że tylko możemy współpracować w gronie swoich zaufanych ludzi, a ta współpraca z podmiotami zewnętrznymi – to tak podejrzewamy – oni chcą nas oszukać, oni jak chcą czegoś od nas, to na pewno mają jakiś ukryty interes, więc ten kontekst społeczny jest dużą barierą we wdrażaniu BIM, ale na poziomie psychologicznym. Chociaż z drugiej strony ta sama historia, ta sama sytuacja powoduje, że my jako polskie społeczeństwo zrobimy to i to wdrożymy, jeżeli będzie nam to odgórnie narzucone. Także z jednej strony to jest taki ciekawy case, bo z jednej strony ten kontekst i uwarunkowania społeczne są blokadą, ale z drugiej strony mogą być szansą, jeżeli w sposób scentralizowany, odgórny będzie to dobrze poprowadzone... Jeżeli powstanie jakaś organizacja, która to mądrze robi, to bardzo szybko można to wdrożenie BIM w Polsce poprowadzić”

„Tak troszeczkę chciałem się nie zgodzić. Chociaż, co do zasady, oczywiście BIM może być tak jak każda baza danych wspólnym językiem, ale muszę powiedzieć z własnego doświadczenia, ponieważ obecnie pracujemy właściwie na rynku francuskojęzycznym, a w innym znowu projekcie mamy kontakty z rynkami bliskowschodnimi, że w teorii rzeczywiście tak to powinno wyglądać i na pewno na projektach anglosaskich tak to wygląda, natomiast wszędzie tam, gdzie jest bariera językowa, jest bardzo trudno. BEP jest napisany np. po francusku i przy braku jasnych paralel pomiędzy jednym sformułowaniem a drugim, jasnych tłumaczeń pewnych definicji, które *de facto* wywodzą się z rynku brytyjskiego, a zupełnie nie odpowiadają rynkom lokalnym (na całe szczęście za chwilę będziemy mieli normę polską, to znaczy przetłumaczoną na język polski tę normę międzynarodową ISO 19 650), te różnice kulturowe i nawet różnice w podejściu do pewnych procesów są mimo wszystko bardzo wyraźne i muszę powiedzieć, jako autor francuskojęzycznego BEP z zeszłego roku, że było bardzo trudno go uzgodnić, napisać i zrozumieć się ze wszystkimi branżystami w zakresie poszczególnych terminów. Tak że to jest jednak bardzo duża bariera i trzeba ją też brać pod uwagę w kontekście np. czasu przeznaczonego na tworzenie danych dokumentów czy na planowanie danych inwestycji, bo ta bariera językowa i bariera kulturowa to jest bardzo istotny aspekt”

„Jeżeli mówimy tutaj o ekspansji i o pewnej strategii organizacji i o planowaniu wdrażania BIM i myślimy sobie, że jak wdrożymy BIM i napiszemy BEP, to pójdzie nam łatwiej i «jak z płatką», to trzeba brać jednak pod uwagę, że te różnice kulturowe nie znikną, a BIM jest tylko jednym z wielu środków do osiągnięcia pewnego celu strategicznego. I na pewno różnice kulturowe ani problemy związane z językiem i pewnym niezrozumieniem terminów nie znikną, dlatego że będziemy mieli modele 3D. A jeżeli tworzymy bazę, bo ja bym też może troszeczkę znowu tak przekornie, bo nie do końca się z tym zgadzam, że jak mamy rysunek płaski i jest wymiarowany, i mamy wymiar i mamy obiekt, który mniej więcej inżynier rozumie, to taki rysunek płaski zrozumie prawdopodobnie i człowiek w Omanie, i człowiek w Szwajcarii, i we Francji, i w Niemczech i w Polsce. Ale jak mamy w modelu BIM klocek i ten klocek już jest opisany po francusku, no to jak nie jest dowymiarowany, więc właściwie muszę wiedzieć, jak go dowymiarować, potem muszę zrozumieć, czym ten klocek jest i tak dalej i tak dalej. Oczywiście mówię przekornie bardzo, bo inżynier rozumie, czym jest ten klocek, czy jest podłączony do systemu i tak dalej, ale przekornie mówię to dlatego, żeby zwrócić uwagę na to, że czas, który jest wymagany na tłumaczenia, na uzgadniania, na kolejne rewizje dokumentów, jeżeli one w ogóle oczywiście są, jest znaczący i jest potrzebny w tej fazie planowania”

„Tak jeszcze chcę się podzielić takim przykładem z mojego doświadczenia à propos dokumentów i pracy w międzynarodowym środowisku. Standardy, tak jak to już zostało powiedziane, są ważne, bo każdy dokument jest lepszy niż brak dokumentu, każde działanie jest lepsze niż brak działania i stanie w miejscu, natomiast jeżeli chodzi o te dokumenty i te standardy, to mamy na całym świecie szereg podręczników, które definiują poziomy szczegółowości geometrycznej, niegeometrycznej. A i tak jest, albo bywa, problemem, który wynika właśnie z tego kontekstu kulturowego i z pewnych zasad pracy obowiązujących w danym kraju. Na przykład w Polsce konstruktor nie jest odpowiedzialny za obliczanie mas ziemnych, jeżeli mówimy o przygotowaniu placu budowy, czyli oddaje projekt i na pokazaniu chudego betonu kończy. Natomiast we Francji, w Azji konstruktorzy zwykle podają jeszcze informacje na temat mas ziemnych i robią jakieś wstępne obliczenia. Jeżeli się nie zna tych różnic wynikających ze specyfiki danego zawodu, danej branży w danym kraju, to często można popełnić błąd w interpretowaniu tych wszystkich wytycznych i tych wszystkich dokumentów ogólnodostępnych. Komunikacja jest kluczowa”

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Ograniczeniem hamującym rozwój BIM w Polsce jest także brak świadomości w środowisku, czym jest BIM i jakie niesie korzyści. Badani uważali, że ważny jest proces edukacyjny w tym zakresie, upowszechnienie korzyści, które przynosi wdrożenie tej technologii.

Według badanych istotną grupę stanowią bariery personalne, które utrudniają wprowadzanie BIM do polskich przedsiębiorstw. Polegają one głównie na trudnościach w komunikacji, porozumieniu i we wzajemnym zrozumieniu kierownictwa, zarządu i ludzi, którzy pracują w przedsiębiorstwie na poziomie operacyjnym. Istotny jest również opór na zmiany. Pracownicy obawiają się trudności z dostosowywaniem się do zmian, koniecznością zdobywania nowej wiedzy i umiejętności. Często są przyzwyczajeni do projektowania i pracy w sposób tradycyjny i adaptacja do nowej technologii oraz dodatkowe obowiązki powodują, że są oni negatywnie nastawieni, nie chcą wdrażać usprawnień, a w związku z tym proces nie funkcjonuje. Do oporu na zmiany wśród pracowników może się też przyczyniać brak zaufania i chęci współpracy. Z jednej strony pracownicy są często przyzwyczajeni do współpracy w stałym zespole, rzadko natomiast są otwarci na współpracę z podmiotami zewnętrznymi. Z drugiej strony podkreślano, że Polacy są w stanie zaakceptować i wdrożyć odgórnie narzucone zasady (pod warunkiem sprawnej instytucji, która ten proces by koordynowała).

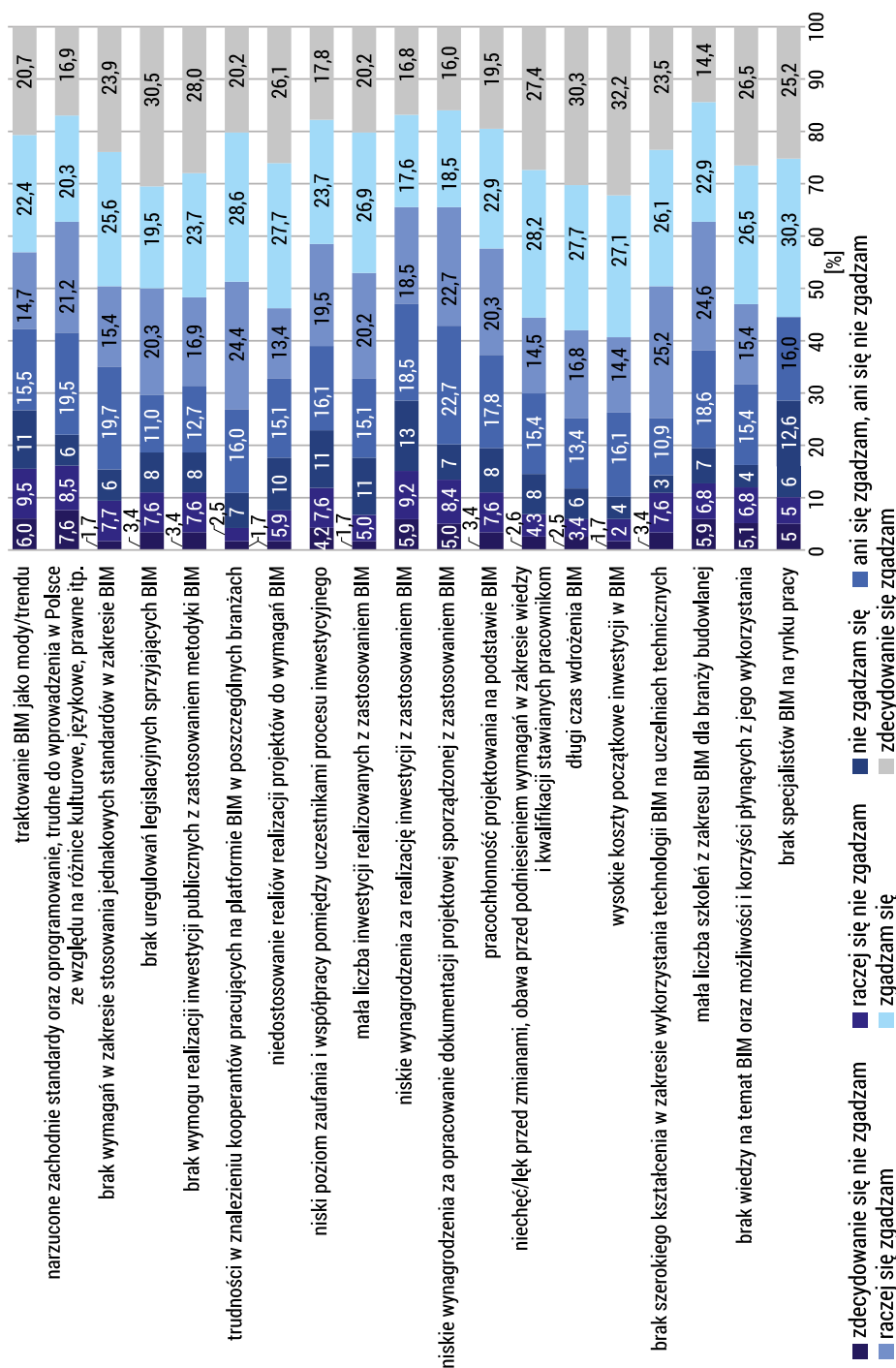
Ekspertiści jako bariery postrzegali także problem w wymianie informacji pomiędzy różnymi programami oraz brak przejrzystych interfejsów. W BIM potrzebne jest przyjazne użytkownikowi oprogramowanie, które umożliwia szybką adaptację do nowych rozwiązań.

Nie bez znaczenia są również bariery wdrożenia BIM występujące przy projektach międzynarodowych, które wynikają z różnic kulturowych, bariery językowej oraz różnic prawnych i technicznych występujących w różnych krajach zaangażowanych w inwestycję. Problemy, które mogą wynikać z tych barier, mogą mieć negatywny wpływ na jakość i czas realizowanego projektu. Według respondentów można ich uniknąć dzięki właściwej komunikacji pomiędzy partnerami biorącymi udział w projekcie.

Respondenci przeprowadzonego badania ilościowego oceniali dziewiętnaście barier ograniczających zastosowanie BIM w branży budowlanej. Były one oceniane w skali siedmiostopniowej. Wszystkie analizowane bariery postrzegane są jako znaczące (rys. 3.15). Wśród badanych dominowały odpowiedzi „raczej się zgadzam”, „zgadzam się” i „zdecydowanie się zgadzam”, że zastosowanie BIM w branży budowlanej w Polsce ograniczają:

- brak specjalistów BIM na rynku pracy;
- brak wiedzy na temat BIM oraz możliwości i korzyści płynących z jego wykorzystania;
- mała liczba szkoleń z zakresu BIM dla branży budowlanej;
- brak szerokiego kształcenia w zakresie wykorzystania BIM na uczelniach technicznych;
- wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM (zakup oprogramowania, szkolenia pracowników);
- długi czas wdrażania BIM;
- niechęć/lęk przed zmianami, obawa przed podniesieniem wymagań w zakresie wiedzy i kwalifikacji stawianych pracownikom;
- pracochłonność projektowania na podstawie BIM;
- niskie wynagrodzenia za opracowanie dokumentacji projektowej sporządzonej z zastosowaniem BIM;
- niskie wynagrodzenia za realizację inwestycji z zastosowaniem BIM;
- mała liczba inwestycji realizowanych z zastosowaniem BIM – brak możliwości szybkiego zwrotu poniesionych wysokich nakładów;
- niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego;
- niedostosowanie realiów realizacji projektów do wymagań BIM (np. zbyt krótkie terminy realizacji projektów, brak czasu na fazę planowania i koncepcyjną projektu);
- trudności w znalezieniu kooperantów pracujących w BIM w poszczególnych branżach;
- brak wymogu realizacji inwestycji publicznych z zastosowaniem metodyki BIM;
- brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM; brak wymagań w zakresie stosowania jednakowych standardów w zakresie BIM;
- narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe, prawne itp.
- traktowanie BIM jako mody/trendu.

Respondenci badania jako najbardziej znaczące bariery wskazali (tabela 3.30): wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM (zakup oprogramowania, szkolenia pracowników; $M = 5,47$); długi czas wdrożenia BIM ($M = 5,43$); niechęć przed zmianami, obawa przed podniesieniem wymagań w zakresie wiedzy i kwalifikacji stawianych pracownikom ($M = 5,29$); trudności w znalezieniu kooperantów pracujących na platformie BIM w poszczególnych branżach ($M = 5,25$) oraz brak specjalistów BIM na rynku pracy ($M = 5,21$).



RYSUNEK 3.15. Bariery ograniczające zastosowanie BIM

Źródło: opracowanie własne.

TABELA 3.30. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM w branży budowlanej

Barьеры ograniczające zastosowanie BIM	Minimum (Min)	Maximum (Max)	Mediana (Me)	Dominanta (Mo)*	Średnia (M)
Wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM (zakup oprogramowania, szkolenia pracowników)	1	7	6,00	7	5,47
Długi czas wdrożenia BIM	1	7	6,00	7	5,43
Niechęć/lęk przed zmianami, obawa przed podniesieniem wymagań w zakresie wiedzy i kwalifikacji stawianych pracownikom	1	7	6,00	6	5,29
Trudności w znalezieniu kooperantów pracujących na platformie BIM w poszczególnych branżach	1	7	5,00	6	5,25
Brak specjalistów BIM na rynku pracy	1	7	6,00	6	5,21
Niedostosowanie realiów realizacji projektów do wymagań BIM (np. zbyt krótkie terminy realizacji projektów, brak czasu na fazę planowania i koncepcyjną projektu)	1	7	6,00	6	5,20
Brak szerokiego kształcenia w zakresie wykorzystania BIM na uczelniach technicznych	1	7	5,00	6	5,19
Brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM	1	7	5,50	7	5,18
Brak wiedzy na temat BIM oraz możliwości i korzyści płynących z jego wykorzystania	1	7	6,00	6 ^a	5,15
Brak wymogu realizacji inwestycji publicznych z zastosowaniem metodyki BIM	1	7	6,00	7	5,15
Brak wymagań w zakresie stosowania jednakowych standardów w zakresie BIM	1	7	5,00	6	5,12
Mała liczba inwestycji realizowanych z zastosowaniem BIM – brak możliwości szybkiego zwrotu poniesionych wysokich nakładów	1	7	5,00	6	5,08
Pracochłonność projektowania na podstawie BIM	1	7	5,00	6	4,91
Niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego	1	7	5,00	6	4,81
Mała liczba szkoleń z zakresu BIM dla branży budowlanej	1	7	5,00	5	4,75
Traktowanie BIM jako mody/trendu	1	7	5,00	6	4,73

Bariery ograniczające zastosowanie BIM	Minimum (Min)	Maximum (Max)	Mediana (Me)	Dominanta (Mo)*	Średnia (M)
Niskie wynagrodzenia za opracowanie dokumentacji projektowej sporządzonej z zastosowaniem BIM	1	7	5,00	4 ^a	4,69
Narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe, prawne itp.	1	7	5,00	5	4,67
Niskie wynagrodzenia za realizację inwestycji z zastosowaniem BIM	1	7	5,00	4 ^a	4,55

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Jako najmniej znaczące bariery ocenione zostały narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe, prawne itp. ($M = 4,67$), oraz niskie wynagrodzenia za realizację inwestycji z zastosowaniem BIM ($M = 4,55$) i niskie wynagrodzenia za opracowanie dokumentacji projektowej sporządzonej z zastosowaniem BIM ($M = 4,69$).

W celu ograniczenia liczby wymienionych barier przeprowadzona została eksploracyjna analiza czynnikowa. Jej procedura poprzedzona została analizą korelacji badanych zmiennych. Istotny test sferyczności Bartletta oraz wysoka wartość statystyki Kaisera–Meyera–Olkina wskazują na powiązanie zmiennych umożliwiające zastosowanie analizy czynnikowej (tabela 3.31).

TABELA 3.31. Testy Kaisera–Meyera–Olkina i Bartletta

Miara KMO adekwatności doboru próby		0,951
Test sferyczności Bartletta	Przybliżone chi-kwadrat	3862,704
	df	351
	Istotność	0,000

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W procesie identyfikacji liczby czynników wykorzystano analizę głównych składowych. Przeprowadzona ona została z zastosowaniem metody rotacji ortogonalnej Varimax. Wykorzystanie analizy czynnikowej umożliwiło wyodrębnienie czterech czynników (tabela 3.32):

- Czynnik 1. Niskie wynagrodzenie za opracowanie dokumentacji projektowej i realizację inwestycji oraz obawa przed zmianami.
- Czynnik 2. Brak regulacji prawnych oraz trudności w znalezieniu kooperantów i realizacji projektów w obecnych warunkach rynkowych.

- Czynniki 3. Brak specjalistów, wiedzy oraz wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM.
- Czynniki 4. Traktowanie BIM jako mody i narzuconego sposobu współpracy.

TABELA 3.32. Bariery ograniczające zastosowanie BIM – wyniki eksploracyjnej analizy czynnikowej

Macierz rotowanych czynników ^a	Czynnik			
	1	2	3	4
Niskie wynagrodzenia za opracowanie dokumentacji projektowej sporządzonej z zastosowaniem BIM	0,85	0,20	0,12	0,17
Niskie wynagrodzenia za realizację inwestycji z zastosowaniem BIM	0,81	0,18	0,18	0,16
Pracochłonność projektowania na podstawie BIM	0,71	0,16	0,26	0,24
Mała liczba inwestycji realizowanych z zastosowaniem BIM – brak możliwości szybkiego zwrotu poniesionych wysokich nakładów	0,61	0,49	0,30	0,07
Niechęć/lęk przed zmianami, obawa przed podniesieniem wymagań w zakresie wiedzy i kwalifikacji stawianych pracownikom	0,52	0,30	0,37	0,17
Niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego	0,51	0,38	0,29	0,24
Brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM	0,14	0,85	0,19	0,16
Brak wymogu realizacji inwestycji publicznych z zastosowaniem metodyki BIM	0,17	0,76	0,21	0,29
Brak wymagań w zakresie stosowania jednakowych standardów w zakresie BIM	0,32	0,65	0,18	0,29
Trudności w znalezieniu kooperantów pracujących na platformie BIM w poszczególnych branżach	0,42	0,61	0,43	0,14
Niedostosowanie realiów realizacji projektów do wymagań BIM (np. zbyt krótkie terminy realizacji projektów, brak czasu na fazę planowania i koncepcyjną projektu)	0,47	0,60	0,30	0,01
Brak specjalistów BIM na rynku pracy	0,12	0,10	0,80	0,18
Brak wiedzy na temat BIM oraz możliwości i korzyści płynących z jego wykorzystania	0,12	0,19	0,78	0,11
Brak szerokiego kształcenia w zakresie wykorzystania BIM na uczelniach technicznych	0,29	0,35	0,66	0,07
Mała liczba szkoleń z zakresu BIM dla branży budowlanej	0,27	0,17	0,63	0,27
Wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM (zakup oprogramowania, szkolenia pracowników)	0,47	0,34	0,55	-0,07
Długi czas wdrożenia BIM	0,43	0,41	0,52	0,03

Macierz rotowanych czynników ^a	Czynnik			
	1	2	3	4
Narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe, prawne itp.	0,25	0,30	0,26	0,76
Traktowanie BIM jako mody/trendu	0,42	0,28	0,15	0,49

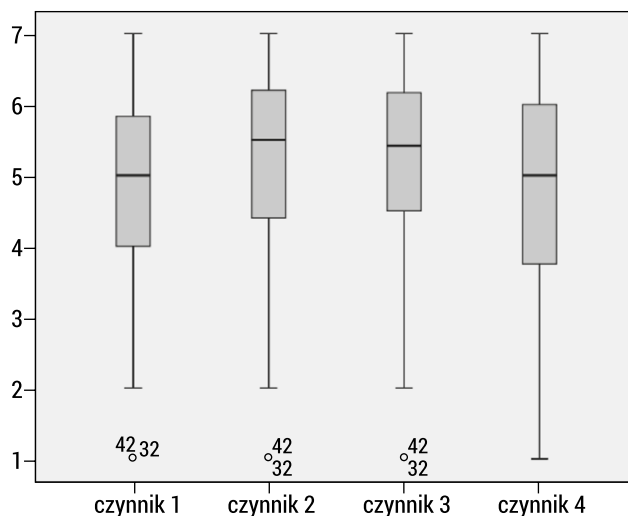
Metoda wyodrębniania czynników – czynnika głównego.

Metoda rotacji – Varimax z normalizacją Kaisera.

^a Rotacja osiągnęła zbieżność w 5 iteracjach.

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W kolejnym kroku porównano znaczenie wyodrębnionych głównych barier ograniczających wdrożenie BIM w Polsce. Dane przedstawiono na wykresie skrzynkowym (rys. 3.16). Brak regulacji prawnych, trudności w znalezieniu kooperantów i realizacji projektów w obecnych warunkach rynkowych ($Me = 5,60$) oraz brak specjalistów, wiedzy i wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM ($Me = 5,50$) zostały ocenione jako najbardziej znaczące bariery.



RYSUNEK 3.16. Znaczenie głównych barier zastosowania BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Nie stwierdzono natomiast różnic w ocenie barier w przedsiębiorstwach o różnej wielkości (tabela 3.33), zasięgu działania (tabela 3.34), liczbie zrealizowanych projektów w metodyce BIM (tabela 3.35) oraz pełniących różne funkcje przy realizacji inwestycji budowlanych (tabela 3.36).

TABELA 3.33. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM a wielkość przedsiębiorstwa

		Statystyki testu ^{a,b}		Duże	Średnie	Małe	Mikro	Wielkość przedsiębiorstwa
Istotność asymptotyczna	df	Chi-kwadrat						Brak specjalistów BIM na rynku pracy
0,21	3	4,49		5,23	5,90	5,14	4,96	
0,12	3	5,86		5,08	5,70	5,56	4,64	Brak wiedzy na temat BIM oraz możliwości i korzyści płynących z jego wykorzystania
0,94	3	0,40		4,92	5,05	4,79	4,58	Mała liczba szkoleń z zakresu BIM dla branży budowlanej
0,46	3	2,57		5,46	5,60	5,34	4,88	Brak szerokiego kształcenia w zakresie wykorzystania BIM na uczelniach technicznych
0,19	3	4,72		5,92	6,00	5,50	5,16	Wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM (zakup oprogramowania, szkolenia pracowników)
0,85	3	0,81		5,54	5,80	5,37	5,30	Długi czas wdrożenia BIM
0,71	3	1,38		5,15	5,55	5,59	5,02	Niechęć/lęk przed zmianami, obawa przed podniesieniem wymagań w zakresie wiedzy i kwalifikacji stawianych pracownikom
0,21	3	4,48		5,69	5,25	4,79	4,64	Pracochłonność projektowania na podstawie BIM
0,24	3	4,26		5,54	4,65	4,66	4,50	Niskie wynagrodzenia za opracowanie dokumentacji projektowej sporządzonej z zastosowaniem BIM
0,28	3	3,80		5,31	4,75	4,46	4,32	Niskie wynagrodzenia za realizację inwestycji z zastosowaniem BIM

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: wielkość przedsiębiorstwa

			Statystyki testu ^{a,b}				Wielkość przedsiębiorstwa
Istotność asymp- tyczna	df	Chi- kwadrat	Duże	Średnie	Małe	Mikro	
0,07	3	7,16	6,00	5,20	5,17	4,72	Mała liczba inwestycji realizowanych z zastosowaniem BIM – brak możliwości szybkiego zwrotu poniesionych wysokich nakładów
0,56	3	2,06	5,08	4,55	4,65	4,94	Niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego
0,56	3	2,06	5,77	5,20	5,34	4,94	Niedostosowanie realiów realizacji projektów do wymagań BIM (np. zbyt krótkie terminy realizacji projektów, brak czasu na fazę planowania i koncepcyjną projektu)
0,47	3	2,55	5,62	5,50	5,31	5,00	Trudności w znalezieniu kooperantów pracujących na platformie BIM w poszczególnych branżach
0,46	3	2,57	5,25	5,20	5,54	4,84	Brak wymogu realizacji inwestycji publicznych z zastosowaniem metodyki BIM
0,11	3	6,08	4,92	5,50	5,67	4,78	Brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM
0,48	3	2,47	5,46	5,17	5,34	4,84	Brak wymagań w zakresie stosowania jednakowych standardów w zakresie BIM
0,45	3	2,63	4,38	4,17	5,00	4,70	Narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe, prawne itp.
0,25	3	4,07	3,92	4,56	5,03	4,82	Traktowanie BIM jako mody/trendu

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: wielkość przedsiębiorstwa

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.34. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM a zasięg działania przedsiębiorstwa

Istotność asymptotyczna	df	Chi-kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}					Między-narodowy	Krajowy	Regionalny	Lokalny	Zasięg działania przedsiębiorstwa
0,44	3	2,68					5,24	5,44	5,25	4,43		Brak specjalistów BIM na rynku pracy
0,45	3	2,67					5,22	5,33	5,21	4,29		Brak wiedzy na temat BIM oraz możliwości i korzyści płynących z jego wykorzystania
0,39	3	3,01					4,71	5,12	4,75	4,07		Mała liczba szkoleń z zakresu BIM dla branży budowlanej
0,22	3	4,42					5,38	5,29	5,46	3,93		Brak szerokiego kształcenia w zakresie wykorzystania BIM na uczelniach technicznych
0,62	3	1,80					5,78	5,44	5,46	4,79		Wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM (zakup oprogramowania, szkolenia pracowników)
0,79	3	1,03					5,55	5,50	5,46	4,86		Długi czas wdrożenia BIM
0,69	3	1,49					5,59	5,24	5,07	5,00		Niechęć/lęk przed zmianami, obawa przed podniesieniem wymagań w zakresie wiedzy i kwalifikacji stawianych pracownikom
0,65	3	1,66					5,10	4,82	4,61	5,14		Pracochłonność projektowania na podstawie BIM
0,17	3	5,08					5,12	4,24	4,57	4,71		Niskie wynagrodzenia za opracowanie dokumentacji projektowej sporządzonej z zastosowaniem BIM
0,55	3	2,12					4,81	4,26	4,39	4,71		Niskie wynagrodzenia za realizację inwestycji z zastosowaniem BIM

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: zasięg działania

Istotność asympto- tyczna		df	Chi- kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}					Zasięg działania przedsiębiorstwa
				Między- narodowy	Krajowy	Regionalny	Lokalny		
0,48		3	2,47	5,40	4,82	5,07	4,71	Mała liczba inwestycji realizowanych z zastosowaniem BIM – brak możliwości szybkiego zwrotu poniesionych wysokich nakładów	
0,71		3	1,39	5,00	4,56	4,89	4,64	Niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego	
0,26		3	4,02	5,52	5,29	5,00	4,36	Niedostosowanie realiów realizacji projektów do wymagań BIM (np. zbyt krótkie terminy realizacji projektów, brak czasu na fazę planowania i koncepcyjną projektu)	
0,12		3	5,87	5,60	5,06	5,39	4,36	Trudności w znalezieniu kooperantów pracujących na platformie BIM w poszczególnych branżach	
0,10		3	6,35	5,54	5,18	5,21	3,86	Brak wymogu realizacji inwestycji publicznych z zastosowaniem metodyki BIM	
0,16		3	5,15	5,59	5,15	5,14	4,14	Brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM	
0,10		3	6,17	5,58	5,00	5,04	4,21	Brak wymagań w zakresie stosowania jednakowych standardów w zakresie BIM	
0,68		3	1,51	4,56	4,74	5,00	4,21	Narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe, prawne itp.	
0,69		3	1,49	4,45	4,94	4,86	4,86	Traktowanie BIM jako mody/trendu	

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: zasięg działania

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.35. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM a liczba zrealizowanych projektów w metodyce BIM

Liczba zrealizowanych projektów		0	1-2	3-5	6 i więcej	Statystyki testu ^{a,b}	
Brak specjalistów BIM na rynku pracy		5,05	5,50	5,65	4,71		
Brak wiedzy na temat BIM oraz możliwości i korzyści płynących z jego wykorzystania		5,04	5,39	5,35	4,79	Chi-kwadrat	3
Mała liczba szkoleń z zakresu BIM dla branży budowlanej		4,67	5,14	5,00	4,07	2,52	3
Brak szerokiego kształcenia w zakresie wykorzystania BIM na uczelniach technicznych		5,08	5,50	5,12	5,21	1,33	3
Wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM (zakup oprogramowania, szkolenia pracowników)		5,33	5,79	5,59	5,43	4,72	3
Długi czas wdrożenia BIM		5,27	5,82	5,82	4,86	0,72	3
Niechęć/lęk przed zmianami, obawa przed podniesieniem wymagań w zakresie wiedzy i kwalifikacji stawianych pracownikom		5,09	5,59	5,29	5,57	2,13	3
Pracochłonność projektowania na podstawie BIM		4,88	4,96	4,71	5,14	5,11	3
Niskie wynagrodzenia za opracowanie dokumentacji projektowej sporządzonej z zastosowaniem BIM		4,58	4,50	4,82	5,36	2,17	3
Niskie wynagrodzenia za realizację inwestycji z zastosowaniem BIM		4,39	4,54	4,94	4,71	0,20	3
						2,87	3
						1,64	3

^a Test Kruskala-Wallis, ^b Zmienna grupująca: liczba zrealizowanych projektów

Liczba zrealizowanych projektów	0 projektów	1-2 projekty	3-5 projektów	6 i więcej projektów	Statystyki testu ^{a,b}	Chi-kwadrat	Istotność asympto-tyczna
Mała liczba inwestycji realizowanych z zastosowaniem BIM – brak możliwości szybkiego zwrotu poniesionych wysokich nakładów	5,03	5,18	5,29	4,79		1,21	
Niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego	4,71	4,82	5,41	4,43		3,03	
Niedostosowanie realiów realizacji projektów do wymagań BIM (np. zbyt krótkie terminy realizacji projektów, brak czasu na fazę planowania i koncepcyjną projektu)	4,85	5,36	5,94	5,43		6,94	
Trudności w znalezieniu kooperantów pracujących na platformie BIM w poszczególnych branżach	5,02	5,39	5,76	5,29		3,09	
Brak wymogu realizacji inwestycji publicznych z zastosowaniem metodyki BIM	4,83	5,43	5,82	5,15		3,85	
Brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM	4,90	5,68	5,35	5,17		3,88	
Brak wymagań w zakresie stosowania jednakowych standardów w zakresie BIM	4,80	5,54	5,12	5,67		4,56	
Narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe, prawne itp.	4,78	5,07	4,18	3,92		3,77	
Traktowanie BIM jako mody/trendu	4,85	4,93	4,47	4,17		1,88	

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: liczba zrealizowanych projektów

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

TABELA 3.36. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM a funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych

Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych		Architekt	Projektant konstrukcji i instal.	Generalny wyk./podwykon.	Producent materiałów budowlanych	Zarządca/właściciel obiektu	Inwestor prywatny/publiczny	Inna	Istotność asymptotyczna	Chi-kwadrat
Brak specjalistów BIM na rynku pracy		4,48	5,88	5,04	5,36	5,40	5,15	5,75		
Brak wiedzy na temat BIM oraz możliwości i korzyści płynących z jego wykorzystania		4,86	5,88	4,68	5,17	5,30	5,08	5,75	0,66	4,12
Mała liczba szkoleń z zakresu BIM dla branży budowlanej		4,29	5,13	4,20	5,21	4,80	5,00	5,19	0,26	7,70
Brak szerokiego kształcenia w zakresie wykorzystania BIM na uczelniach technicznych		5,05	5,63	4,80	5,56	5,10	4,92	5,56	0,77	3,29
Wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM (zakup oprogramowania, szkolenia pracowników)		5,19	5,63	5,20	5,79	5,10	5,46	6,06	0,76	3,35
Długi czas wdrożenia BIM		5,10	6,13	5,20	5,56	5,50	5,38	5,69	0,78	3,25
Niechęć/lęk przed zmianami, obawa przed podniesieniem wymagań w zakresie wiedzy i kwalifikacji stawianych pracownikom		4,76	6,25	5,00	5,75	5,30	5,38	5,19	0,22	8,26
Statystyki testu ^{a,b}										

^a Test Kruskala-Wallisa, ^b Zmienna grupująca: funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych

Istotność asympto- tyczna	df	Chi- kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}						Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych
			Inna	Inwestor prywatny/ publiczny	Zarządca/ właściciel obiektu	Producent materiałów budowlanych	Generalny wyk./ podwykon.	Projektant konstrukcji i instal.	Architekt
0,20	6	8,59	5,19	4,85	5,00	4,92	5,08	5,63	4,19
0,35	6	6,71	4,88	4,08	4,70	4,88	4,80	5,50	4,24
0,60	6	4,57	4,81	3,92	4,40	4,68	4,76	5,13	4,14
0,30	6	7,26	5,44	4,62	5,00	5,60	4,92	5,50	4,52
0,60	6	4,55	5,06	5,15	4,70	5,21	4,48	5,00	4,29
1,00	6	0,69	5,50	5,08	5,00	5,24	5,04	5,38	5,19

^a Test Kruskala-Wallisa, ^b Zmienna grupująca: funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych

Istotność asympto- tyczna	df	Chi- kwadrat	Statystyki testu ^{a,b}						Inna	Inwestor prywatny/ publiczny	Zarządca/ właściciel obiektu	Producent materiałów budowlanych	Generalny wyk./ podwykon.	Projektant konstrukcji i instal.	Architekt	Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych
0,56	6	4,90						5,63	5,08	5,60	5,44	4,92	5,75	4,86		Trudności w znalezieniu kooperantów pracujących na platformie BIM w poszczególnych branżach
0,74	6	3,51						5,47	4,77	5,60	5,28	4,64	5,88	5,14		Brak wymogu realizacji inwestycji publicznych z zastosowaniem metodyki BIM
0,87	6	2,47						4,93	5,08	5,40	5,42	4,64	5,88	5,38		Brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM
0,89	6	2,33						5,00	5,31	4,90	5,32	4,76	5,75	5,10		Brak wymagań w zakresie stosowania jednakowych standardów w zakresie BIM
0,11	6	10,34						4,79	5,23	4,70	5,23	4,28	5,38	3,76		Narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe, prawne itp.
0,15	6	9,52						5,00	4,23	4,80	5,16	4,56	6,13	4,05		Traktowanie BIM jako mody/ trendu

^a Test Kruskala–Wallisa, ^b Zmienna grupująca: funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

4. Perspektywy rozwoju BIM w Polsce

4.1. Wyznaczenie trendów rozwoju BIM – zestaw tez delfickich

Na sukces wdrożenia modelowania informacji o budynku wpływa szerokie grono interesariuszy zaangażowanych w proces budowlany – projektantów, inżynierów, wykonawców, inwestorów, właścicieli nieruchomości, kierowników projektu, konsultantów, organizacji branżowych i instytucji edukacyjnych. Ponadto perspektywy rozwoju BIM obejmują różne etapy procesu budowlanego. W przyszłości także w Polsce firmy wykonawcze będą w coraz większym stopniu polegać na modelowaniu informacji dotyczących obiektu budowlanego w planowaniu, projektowaniu i zarządzaniu projektami budowlanymi. Projektanci wykorzystają BIM do projektowania i analizy konstrukcyjnej, co pozwoli na zwiększenie efektywności i dokładności projektów inżynierskich. BIM może być też wykorzystany w branży architektonicznej do tworzenia nD-modeli i wizualizacji obiektów, co ułatwi współpracę między architektami a innymi interesariuszami. W przemyśle, w tym głównie w produkcji prefabrykatów budowlanych, BIM może pomóc w zoptymalizowaniu procesów produkcyjnych i zarządzaniu łańcuchem dostaw. W sektorze zarządzania nieruchomościami BIM może stanowić wsparcie w zarządzaniu budynkami i infrastrukturą, co zwiększy efektywność i długoterminową opłacalność. Może być wykorzystywany do projektowania i zarządzania obiektami budowlanymi i infrastrukturą z myślą o zrównoważonym rozwoju i efektywności energetycznej. Warto podkreślić, że koncepcja BIM powinna odnosić się do całości procesu modelowania obiektu budowlanego oraz zarządzania informacją budowlaną w czasie przygotowania budowlanej do realizacji, a także podczas jej trwania. Projektanci, inżynierowie i wszyscy zaangażowani w proces budowlany powinni efektywnie współpracować, korzystając z jednej, zintegrowanej platformy.

Perspektywy rozwoju BIM są obiecujące, ponieważ umożliwia on nie tylko lepsze zarządzanie projektem, lecz także optymalizację kosztów, zwiększenie efektywności energetycznej oraz ułatwienie utrzymania i zarządzania obiektem w dłuższej perspektywie czasowej. W miarę postępu technologicznego można się spodziewać dalszych innowacji, które jeszcze bardziej usprawnią procesy budowlane. BIM będzie coraz częściej integrowany z wykorzystaniem sztucznej inteligencji i analizy danych, co umożliwi jeszcze bardziej precyzyjne prognozowanie, optymalizację projektów oraz szybsze podejmowanie decyzji. Ponadto rosnące znaczenie zrównoważonego

rozwoju skłania branżę budowlaną do wykorzystywania BIM w celu projektowania bardziej ekologicznych i efektywnych energetycznie obiektów. W miarę upowszechniania się standardów BIM na całym świecie perspektywy jego rozwoju obejmują również standaryzację, co ułatwi współpracę międzynarodową i zwiększy interoperacyjność między różnymi systemami BIM.

Wraz z upowszechnieniem się BIM następuje także rozwój programów edukacyjnych z zakresu BIM w szkołach i na uczelniach technicznych, przygotowujących przyszłe pokolenia specjalistów do pracy z tą technologią.

Rozwój BIM jest wspierany przez wiele czynników, zarówno technicznych, ekonomicznych, jak i organizacyjnych, które przyczyniają się do wzrostu znaczenia tej technologii.

Pomimo licznych korzyści płynących z zastosowania BIM jako innowacyjnego narzędzia w branży budowlanej istnieje również pewna niepewność co do skali jego przyszłego rozwoju. Wynika to z ograniczeń finansowych przedsięwzięć w zakresie możliwości wdrożenia BIM, różnorodności jego platform i narzędzi, szybkości zmian technologicznych oraz zróżnicowanego poziomu akceptacji BIM przez uczestników procesu budowlanego. Ponadto przepisy dotyczące stosowania BIM są jeszcze niepełne lub niejednoznaczne. Niepewność perspektyw rozwoju tej technologii wynika także z obaw w zakresie bezpieczeństwa danych.

W związku z tym, że perspektywy rozwoju BIM charakteryzują się niepewnością i zróżnicowanym prawdopodobieństwem, istnieje potrzeba przeprowadzenia badań dotyczących przyszłości BIM, które będą się opierać na wiedzy i doświadczeniu ekspertów. W tym celu przeprowadzono badania jakościowe metodą delficką.

W wyniku analizy literatury opracowano jedenaście tez delfickich, które zaprezentowano poniżej i w kolejnym etapie poddano ocenie ekspertów.

Teza 1. Chmura obliczeniowa będzie odgrywać kluczową rolę w umożliwianiu współpracy i udostępnianiu danych w projektach BIM⁹².

Jednym z fundamentalnych aspektów efektywnego wykorzystania BIM jest zdolność do współpracy i wymiany danych między różnymi uczestnikami projektu. Chmura obliczeniowa odgrywa tu kluczową rolę i wpływa na kilka istotnych aspektów: współpracę w czasie rzeczywistym, dostępność z dowolnego miejsca, udostępnianie i aktualizację danych, bezpieczeństwo danych, elastyczność skalowania. Dzięki chmurze obliczeniowej zespoły projektowe mogą pracować równocześnie nad projektem w czasie rzeczywistym. To umożliwia projektantom, inżynierom i innym uczestnikom projektu pracę, bez względu na lokalizację, co zwiększa efektywność i redukuje

⁹² J. Wong, X. Wang, H. Li, G. Chan, H. Li, *A review of cloud-based BIM technology in the construction sector*, „Journal of Information Technology in Construction” 2014, Vol. 19, s. 281–291; I. Onungwa, N. Olugu-Uduma, D.R. Shelden, *Cloud BIM Technology as a Means of Collaboration and Project Integration in Smart Cities*, „SAGE Open” 2021, Vol. 11 (3), s. 1–9.

opóźnień. Chmura pozwala na łatwe udostępnianie i aktualizację danych BIM. Wszyscy uczestnicy projektu mają dostęp do bieżących informacji, co pomaga w unikaniu konfliktów i błędów. Współpraca w chmurze może być zarządzana z zapewnieniem wysokiego poziomu bezpieczeństwa danych. Dzięki odpowiednim procedurom autoryzacji i kontroli dostępu chmura zapewnia przechowywanie i udostępnianie poufnych informacji. Oferuje także elastyczność w skalowaniu zasobów, co oznacza, że można dostosować ilość przestrzeni dyskowej i mocy obliczeniowej do potrzeb projektu.

Teza 2. Narzędzia BIM staną się bardziej zaawansowane, umożliwiając modelowanie i symulację aspektów takich jak efekty energetyczne, przepływy wewnętrzne czy analizy strukturalne⁹³.

W miarę jak BIM się rozwija, można przewidzieć, że jego narzędzia staną się jeszcze bardziej zaawansowane, co ma potencjał do przekształcenia sposobu projektowania, budowy i zarządzania projektami budowlanymi. Narzędzia BIM ewoluują w kierunku umożliwiania kompleksowej analizy efektywności energetycznej budynków. Będą one pozwalały na modelowanie i symulację, w jaki sposób różne rozwiązania projektowe wpływają na zużycie energii, co pomoże projektantom dostosować projekty do osiągnięcia wyższych standardów zrównoważonego budownictwa i efektywności energetycznej. Zaawansowane narzędzia BIM pozwolą na modelowanie przepływów wewnętrznych w budynkach. Oznacza to, że projektanci będą mogli symulować poruszanie się ludzi wewnątrz budynku, co ma znaczenie zwłaszcza w projektach komercyjnych, gdzie efektywność przestrzeni jest kluczowa. Narzędzia BIM będą umożliwiać bardziej zaawansowane analizy strukturalne budynków, czyli inżynierowie będą w stanie dokładniej ocenić nośność konstrukcji i przewidywać, jak różne oddziaływania wpływają na budowlę. Przewiduje się, że dzięki narzędziom BIM możliwe będzie przeprowadzanie symulacji klimatycznych, co pozwoli na lepsze dostosowanie projektów do warunków klimatycznych i zmian klimatu.

Narzędzia BIM będą w coraz większym stopniu integrowane z innymi rozwiązaniami, takimi jak sztuczna inteligencja, co umożliwi automatyzację niektórych procesów projektowych i analiz.

Zaawansowane narzędzia BIM będą uzupełnione o informacje dotyczące czasu (4D) i kosztów (5D), efektywności energetycznej (6D) oraz o parametry eksploatacji (7D), co ułatwi zarządzanie budową, kontrolę kosztów, ocenę wpływu inwestycji na środowisko naturalne oraz zarządzanie budynkiem (*facility management*).

Narzędzia BIM będą umożliwiać współpracę między uczestnikami projektu w czasie rzeczywistym, co zwiększy efektywność i zredukuje opóźnienia. Wszystkie te zaawansowane funkcje narzędzi BIM pozwalają na bardziej precyzyjne projektowanie,

⁹³ M. Salamak, D. Kasznia, *Technologia BIM w projektach mostowych jako element rewolucji przemysłowej 4.0*, „Mosty” 2017, nr 6, s. 34–40.

analizę i zarządzanie projektami budowlanymi. Staną się one kluczowe dla profesjonalistów branży budowlanej, a jednocześnie przyczynią się do oszczędności czasu i kosztów w projektach budowlanych.

Teza 3. BIM będzie integrowane z rozwiązaniami z zakresu internetu rzeczy, umożliwiając monitorowanie i kontrolowanie elementów budynków w czasie rzeczywistym⁹⁴.

Integracja BIM z danymi w czasie rzeczywistym pochodzącymi z urządzeń internetu rzeczy (IoT) stanowi istotne rozwiązanie technologiczne dla zastosowań mających na celu poprawę efektywności w budownictwie.

Integracja BIM z IoT pozwala na monitorowanie stanu różnych elementów budynków, takich jak instalacje elektryczne, hydrauliczne, wentylacyjne i inne. Czujniki IoT mogą zbierać dane o parametrach pracy tych systemów i przekazywać je do modeli BIM. Dzięki temu operatorzy budynków i inżynierowie mogą śledzić wydajność i stan techniczny urządzeń w czasie rzeczywistym, co ułatwia utrzymanie budynków w dobrej kondycji.

Dzięki integracji BIM z IoT budynki mogą być bardziej efektywne pod względem zużycia energii. Czujniki monitorujące zużycie energii elektrycznej, energii na ogrzewanie i chłodzenie mogą przysyłać dane do modelu BIM, co pozwala na optymalizację zarządzania energią w czasie rzeczywistym. To z kolei przyczynia się do jej oszczędności i obniżenia kosztów eksploatacji.

IoT umożliwia monitorowanie dostępu do budynków w czasie rzeczywistym. Dzięki integracji z BIM można tworzyć wirtualne mapy dostępu i śledzić, kto i kiedy wchodzi do budynku. Zastosowanie to jest istotne nie tylko w kwestiach bezpieczeństwa, lecz także w zarządzaniu przestrzenią biurową.

Czujniki IoT mogą wykrywać awarie, takie jak wycieki wody, czy problemy z systemami HVAC (ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja). Dzięki integracji z BIM awarie te mogą być szybko zlokalizowane na mapie modelu BIM, co pozwala na błyskawiczną reakcję i naprawę.

IoT może pomagać w zarządzaniu przestrzenią biurową poprzez monitorowanie wykorzystania biur i pomieszczeń konferencyjnych. W ten sposób można zoptymalizować wykorzystanie przestrzeni i dostosować ją do aktualnych potrzeb.

⁹⁴ C. Ramonell, R. Chacón, H. Posada, *Knowledge graph-based data integration system for digital twins of built assets*, „Automation in Construction” 2023, Vol. 156, 105109; S. Tang, R.D. Shelden, Ch.M. Eastman, P. Pishdad-Bozorgi, X. Gao, *A review of building information modelling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends*, „Automation in Construction” 2019, Vol. 101, s. 127–139.

Integracja BIM z danymi IoT umożliwia lepsze planowanie modernizacji i remontów budynków. Dzięki monitorowaniu stanu elementów budynku można dokładnie określić, które z nich wymagają modernizacji, co pozwala oszczędzić czas i zasoby. Dane zbierane z IoT mogą być wykorzystywane do analizy długoterminowej, a następnie do planowania inwestycji i strategii związanych z zarządzaniem nieruchomościami.

Teza 4. Rozwój otwartych formatów wymiany danych BIM (np. IFC) będzie nadal kluczowy dla poprawy interoperacyjności między różnymi platformami i narzędziami⁹⁵.

Interoperacyjność w kontekście BIM to kluczowy aspekt, który wpływa na efektywność i skuteczność procesów budowlanych. Otwarte formaty wymiany danych, takie jak IFC (*Industry Foundation Classes*), odgrywają istotną rolę w zapewnieniu płynnej współpracy między różnymi platformami i narzędziami BIM. Pozwalają na bardziej efektywną wymianę danych między fazami projektu budowlanego, co skraca czas realizacji projektu i obniża koszty. Otwarte formaty danych są zgodne z wieloma przepisami i standardami branżowymi, co ułatwia spełnianie wymogów regulacyjnych.

Teza 5. Rozwinięte zostaną narzędzia wizualizacyjne, w tym rzeczywistości wirtualnej (VR), które umożliwią interaktywne doświadczenia przestrzenne⁹⁶.

Rozwój narzędzi wizualizacyjnych w BIM przynosi rewolucję w projektowaniu i zarządzaniu przestrzenią. W szczególności rozwiązania z zakresu rzeczywistości wirtualnej (VR) odgrywają kluczową rolę w tworzeniu interaktywnych doświadczeń przestrzennych.

Narzędzia BIM rozwijają się w kierunku oferowania bardziej immersyjnych doświadczeń projektowania. Dzięki VR projektanci i inżynierowie mogą wchodzić do wirtualnych modeli przestrzeni, co pozwala im lepiej zrozumieć projekt i jego kontekst przestrzenny.

⁹⁵ M. Laakso, L. Nyman, *Exploring the Relationship between Research and BIM Standardization: A Systematic Mapping of Early Studies on the IFC Standard (1997–2007)*, „Buildings” 2016, Vol. 6 (1), 7; L. Huahui, X. Deng, *Interoperability analysis of IFC-based data exchange between heterogeneous BIM software*, „Journal of Civil Engineering and Management” 2018, Vol. 24 (7), s. 537–555.

⁹⁶ T. Vilutiene, D. Kalibatiene, M.R. Hosseini, E. Pellicer, E.K. Zavadskas, *Building Information Modeling (BIM) for Structural Engineering: A Bibliometric Analysis of the Literature*, „Advances in Civil Engineering” 2019, Vol. 1.

Dla klientów i inwestorów możliwość eksploracji wirtualnych modeli przy użyciu gogli VR jest znacznie bardziej przekonująca niż tradycyjne rysunki czy animacje. Pozwala to na bardziej realistyczną prezentację projektów, a także umożliwia klientom dokładniejsze zrozumienie, jak przestrzeń będzie wyglądać w rzeczywistości.

Dzięki rozwiązaniom z zakresu VR możliwe jest interaktywne planowanie przestrzeni. Użytkownicy mogą zmieniać układ pomieszczeń, eksperymentować z wyposażeniem i materiałami wykończeniowymi oraz oceniać wpływ tych zmian na funkcjonalność i estetykę przestrzeni.

W branży budowlanej VR może być wykorzystywana do szkoleń pracowników. Mogą oni trenować wirtualnie w bezpiecznych warunkach, co jest szczególnie istotne w kontekście bezpieczeństwa i zdrowia w miejscu pracy. VR umożliwia dokładniejszą analizę projektów i identyfikację potencjalnych problemów konstrukcyjnych. To pozwala na szybszą reakcję i uniknięcie kosztownych poprawek na etapie budowy.

Teza 6. Wykorzystanie BIM nie ograniczy się tylko do fazy projektowania i budowy, ale będzie się rozciągać na cały cykl życia budynku, ułatwiając zarządzanie i utrzymanie⁹⁷.

Wdrożenie BIM nie ogranicza się jedynie do faz projektowania i wznoszenia budynków. Jest to podejście, które dąży do stworzenia cyfrowego modelu budynku używanego przez cały cykl jego życia. BIM umożliwia stworzenie wirtualnego modelu budynku, który zawiera informacje o wszystkich jego elementach, od konstrukcji po instalacje. Ten model stanowi cenne źródło danych dla zarządzania nieruchomościami.

BIM ułatwia komunikację między wszystkimi podmiotami zaangażowanymi w zarządzanie budynkiem. Dostęp do wspólnego modelu pozwala na szybką wymianę informacji i lepszą współpracę.

Teza 7. W odpowiedzi na zapotrzebowanie na specjalistyczne umiejętności pracowników branży budowlanej wzrośnie liczba kierunków kształcenia na uczelniach wyższych i liczba firm szkoleniowych edukujących z zakresu BIM⁹⁸.

Wprowadzenie BIM do branży budowlanej oznacza zwiększone zapotrzebowanie na specjalistów, którzy są w stanie efektywnie korzystać z tej technologii. Dlatego też

⁹⁷ M. Nwodo, Ch.J. Anumba, S. Asadi, *BIM-Based Life Cycle Assessment and Costing of Buildings: Current Trends and Opportunities*, Conference: ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering, 2017; Y. Teng, J. Xu, W. Pan, Y. Zhang, *A systematic review of the integration of building information modelling into life cycle assessment*, „Building and Environment” 2022, Vol. 221, 109260.

⁹⁸ R. Sacks, E. Pikas, *Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management. I: Industry Requirements, State of the Art, and Gap Analysis*, „Journal of Construction Engineering and Management” 2013, Vol. 139 (11).

uczelnie wyższe wprowadzają nowe kierunki i programy kształcenia z zakresu BIM i inżynierii cyfrowej. Studenci mogą zdobyć specjalistyczną wiedzę i umiejętności, które są istotne dla przemysłu budowlanego.

Jednocześnie zwiększa się liczba firm szkoleniowych oferujących kursy BIM i szkolenia zawodowe. Umożliwi to osobom pracującym w branży budowlanej doskonalenie swoich umiejętności w zakresie BIM, co jest istotne w kontekście nowoczesnych projektów budowlanych.

Wraz z rosnącym znaczeniem BIM pojawiają się także certyfikacje potwierdzające umiejętności związane z tą technologią. Pracownicy branży budowlanej mogą zdobywać certyfikaty BIM, które świadczą o ich kompetencjach i wiedzy. Uczelnie i firmy szkoleniowe coraz częściej nawiązują współpracę z przedsiębiorstwami budowlanymi, co pozwala na dostosowanie programów kształcenia do rzeczywistych potrzeb rynku pracy. Gwarantuje to przygotowanie absolwentów, uczestników kursów BIM do wyzwań branży.

Teza 8. Tradycyjne rysunki i dokumentacja zostaną zastąpione cyfrowymi modelami i dokumentacją, co zwiększy dostępność i aktualność informacji⁹⁹.

Wprowadzenie BIM przyczynia się do rewolucji w zakresie dokumentacji i sposobu przechowywania informacji w branży budowlanej.

Cyfrowe modele BIM są dostępne w czasie rzeczywistym dla wszystkich zainteresowanych stron projektu. Dzięki temu projektanci, inżynierowie, inwestorzy i wykonawcy mogą na bieżąco mieć dostęp do aktualnych danych.

BIM umożliwia wspólną pracę nad projektem w trybie online. Eliminuje to konieczność przysyłania tradycyjnych dokumentów między różnymi zespołami i pozwala na bieżącą wymianę informacji.

BIM rejestruje historię zmian w projekcie. Można precyzyjnie śledzić, kto dokonał modyfikacji i kiedy to nastąpiło. Jest to przydatne w przypadku sporów i kontroli jakości.

Cyfrowe modele BIM można przeglądać na różnych urządzeniach, od komputerów po smartfony i tablety. Zwiększa to dostępność informacji, niezależnie od lokalizacji.

Wdrażając BIM, branża budowlana zmniejsza potrzebę drukowania ogromnych ilości papierowych dokumentów. Przekłada się to na obniżenie kosztów i korzyści ekologiczne.

⁹⁹ M. Jamróży, *BIM w zintegrowanym procesie projektowym*, „Środowisko Mieszkaniowe” 2017, nr 21, s. 25–31.

Teza 9. Zmiany w polskim systemie prawnym (m.in. ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, zmiany w ustawie prawo budowlane) dotyczące wymogu realizacji inwestycji budowlanych z wykorzystaniem BIM spowodują, że większość projektów budowlanych będzie wymagała zastosowania metodologii BIM jako standardowego procesu projektowego i realizacyjnego¹⁰⁰.

Zmiany w polskim systemie prawnym związane z wprowadzeniem BIM jako wymogu w inwestycjach budowlanych mają istotny wpływ na przemysł budowlany.

Nowe przepisy prawne, takie jak modyfikacje w ustawie o zamówieniach publicznych i zmiany w ustawie prawo budowlane, wprowadzają konieczność korzystania z BIM w procesie projektowania i realizacji inwestycji budowlanych. Wprowadzenie BIM jako standardu procesu projektowego i realizacyjnego jest zgodne z globalnymi trendami w branży budowlanej. Dlatego przedsiębiorstwa budowlane dostosowują się do nowych wymogów, aby spełniać standardy jakości i konkurencyjności.

Teza 10. Upowszechnienie BIM znacząco poprawi współpracę między uczestnikami projektu budowlanego¹⁰¹.

Wdrożenie BIM znacząco wpłynie na sposób, w jaki różni uczestnicy projektu budowlanego współpracują i komunikują się między sobą.

BIM stanowi wspólną platformę, na której gromadzone są wszystkie informacje dotyczące projektu. Dla projektantów, inżynierów, wykonawców i innych uczestników oznacza to dostęp do jednego źródła informacji, co eliminuje konflikty wynikające z różnych wersji dokumentacji.

BIM umożliwia współpracę w czasie rzeczywistym. Wszyscy uczestnicy projektu mogą jednocześnie pracować nad modelem, co pozwala na natychmiastowe reagowanie na zmiany i nowe pomysły. BIM ułatwia komunikację między różnymi zespołami projektowymi. Możliwość dodawania komentarzy, oznaczania problemów i śledzenia historii zmian usprawnia przepływ informacji.

¹⁰⁰ K. Stolarski, *Prawo a BIM*, <https://www.izbudujemy.pl/artykuly/1049/Prawo-a-BIM> [dostęp: 4.11.2023]; M. Nalepka, R. Mrozek, *Zalety i wady technologii...*, s. 118–123.

¹⁰¹ B. Abbasnejad, S.S. Moeinzadeh, A. Ahankoob, P.S.P. Wong, *The Role of Collaboration in the Implementation of BIM-Enabled Projects*, w: *Handbook of Research on Driving Transformational Change in the Digital Built Environment*, red. J. Underwood, M. Shelbourn, IGI Global, Hershey 2021, s. 27–62; K. Bråthen, *Collaboration with BIM – Learning from the front runners in the Norwegian industry*, „Procedia Economics and Finance” 2015, Vol. 21, s. 439–445; J. Cheng, L. Huang, L. Jiang, J. Chen, W. Chen, Y. He, *Fostering Knowledge Collaboration in Construction Projects: The Role of BIM Application*, „Buildings” 2023, Vol. 13 (3), 812.

Teza 11. Wdrożenie skutecznych strategii komunikacji i edukacji spowoduje skuteczne upowszechnianie i wykorzystanie BIM w branży budowlanej¹⁰².

Wprowadzenie BIM do branży budowlanej wymaga nie tylko technologicznej transformacji, lecz także skutecznych działań w zakresie komunikacji i edukacji.

Pierwszym krokiem do skutecznego wdrożenia BIM jest zapewnienie, że uczestnicy branży budowlanej zdają sobie sprawę z istnienia i potencjału tej technologii. Skuteczne strategie komunikacji, takie jak kampanie informacyjne, seminaria i konferencje, mogą pomóc w zwiększeniu świadomości.

Wdrażanie BIM wymaga odpowiedniego przeszkolenia pracowników w zakresie obsługi tej technologii. Programy edukacyjne, kursy i szkolenia dostarczają niezbędnej wiedzy i umiejętności.

Skuteczna komunikacja powinna skoncentrować się na korzyściach, jakie niesie ze sobą BIM. To może obejmować poprawę jakości projektów, redukcję kosztów, zwiększenie efektywności i zrównoważone zarządzanie projektem.

Ważne jest przekonanie inwestorów, wykonawców i projektantów do korzyści wynikających z BIM. Komunikacja powinna uwzględniać różne grupy interesariuszy i dostosować przekaz do ich potrzeb.

Praktyczne przykłady zastosowania BIM w konkretnych projektach mogą być silnym narzędziem przekonującym. Studia przypadków (ang. *case studies*) przedstawiają realne wyniki i efektywność BIM w działaniu.

Branża budowlana musi zrozumieć nowe wymagania prawne dotyczące BIM. Komunikacja powinna wyjaśnić, jakie zmiany wprowadza prawo i jakie konsekwencje niesie ze sobą niewdrożenie BIM.

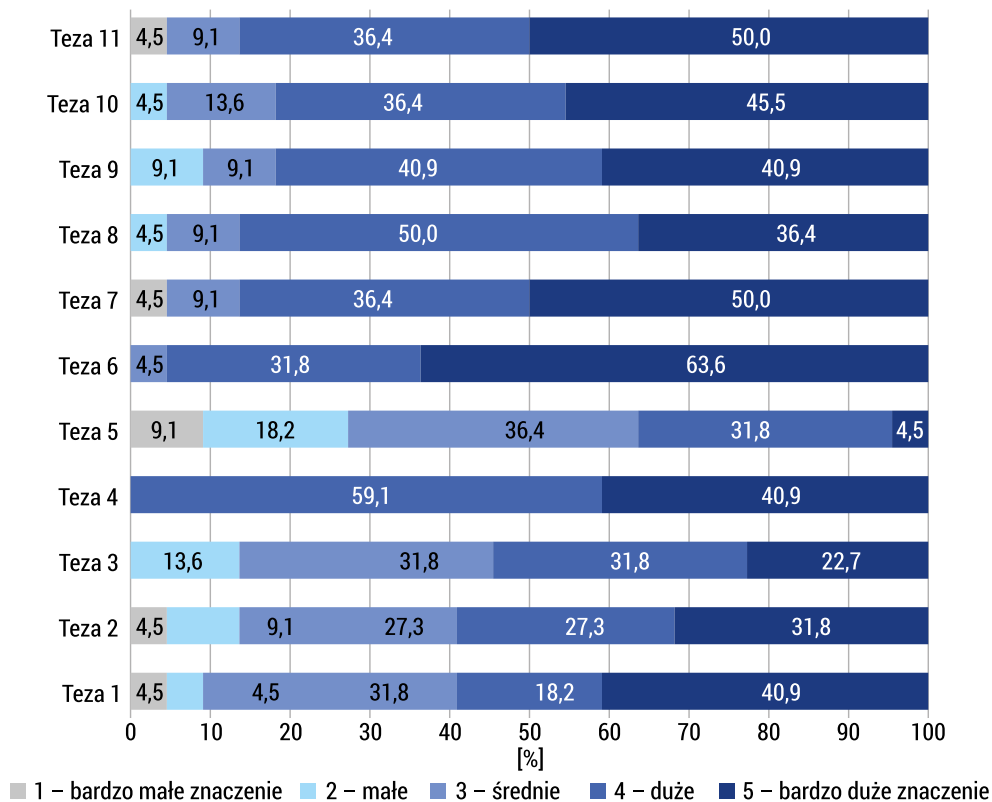
Zapewnienie dostępu do odpowiednich narzędzi BIM i wsparcia technicznego jest kluczowe dla sukcesu wdrożenia. Przedsiębiorstwo musi być gotowe na dostarczenie niezbędnych zasobów.

BIM stale się rozwija, dlatego edukacja nie powinna być jednorazowym wysiłkiem. Strategie edukacyjne powinny uwzględniać stałe szkolenia i rozwijanie umiejętności pracowników. Skuteczność strategii komunikacji i edukacji powinna być monitorowana i oceniana. Feedback od pracowników i uczestników projektów może pomóc w doskonaleniu działań.

¹⁰² E. Alreshidi, M. Mourshed, Y. Rezgui, *Factors for effective BIM governance*, „Journal of Building Engineering” 2017, Vol. 10, s. 89–101.

4.2. Ocena istotności i prawdopodobieństwa wystąpienia tez rozwoju BIM

Przeprowadzone badanie delfickie miało na celu poznanie opinii ekspertów na temat istotności i prawdopodobieństwa zaistnienia tez dotyczących perspektyw rozwoju BIM w Polsce. Wyniki dokonanej przez ekspertów oceny znaczenia jedenastu tez przedstawiono na rys. 4.1.



RYSUNEK 4.1. Znaczenie tez dla rozwoju BIM w Polsce

ŹRÓDŁO: opracowanie własne

Wskaźniki istotności tez I_i wyznaczone według równania (2.1) wahają się od 51,1 do 89,8 (tabela 4.1).

Analizując wyniki, należy wskazać, że w opinii ekspertów najistotniejsze znaczenie dla rozwoju BIM w Polsce mają: teza 6 – Wykorzystanie BIM nie ograniczy się tylko do fazy projektowania i budowy, ale będzie się rozciągać na cały cykl życia budynku, ułatwiając zarządzanie i utrzymanie, teza 4 – Rozwój otwartych formatów wymiany danych BIM (np. IFC) będzie nadal kluczowy dla poprawy interoperacyjności

między różnymi platformami i narzędziami, teza 7 – W odpowiedzi na zapotrzebowanie na specjalistyczne umiejętności pracowników branży budowlanej wzrośnie liczba kierunków kształcenia na uczelniach wyższych i liczba firm szkoleniowych edukujących z zakresu BIM oraz teza 11 – Wdrożenie skutecznych strategii komunikacji i edukacji spowodują skuteczne upowszechnianie i wykorzystanie BIM w branży budowlanej.

TABELA 4.1. Wskaźniki znaczenia tez dla rozwoju BIM w Polsce

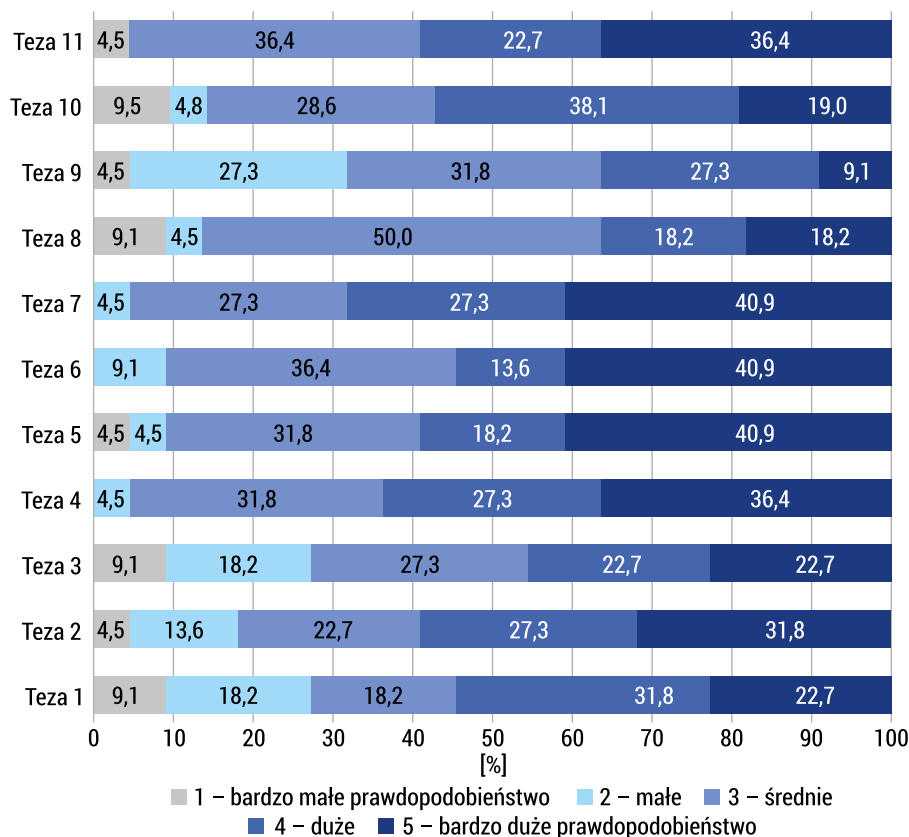
Teza	Wskaźniki istotności tezy (II)
Teza 1	71,6
Teza 2	68,2
Teza 3	65,9
Teza 4	85,2
Teza 5	51,1
Teza 6	89,8
Teza 7	81,8
Teza 8	79,5
Teza 9	78,4
Teza 10	80,7
Teza 11	81,8

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Wskaźniki istotności w przypadku tez 4 i 6 przekroczyły wartość 85,0, a w przypadku tez 7 i 11 wartość 80,0. Znaczenie realizacji tez dla rozwoju BIM w Polsce eksperci ocenili jako „bardzo duże” (63,6% wskazań) i „duże” (31,8% wskazań) w przypadku tezy 6, „bardzo duże” (40,9% wskazań) i „duże” (59,1% wskazań) w przypadku tezy 4 oraz „bardzo duże” (50,0% wskazań) i „duże” (36,4% wskazań) przy tezach 7 i 11.

Tezę o najniższej wartości wskaźnika istotności jest teza 5 – Rozwinięte zostaną narzędzia wizualizacyjne, w tym rozwiązania z zakresu rzeczywistości wirtualnej (VR), które umożliwią interaktywne doświadczenia przestrzenne. Znaczenie tej tezy jako „bardzo duże” i „duże” dla rozwoju BIM w Polsce zostało wskazane przez odpowiednio 4,5% i 31,8% respondentów.

W kolejnym kroku eksperci wyrażali opinię na temat prawdopodobieństwa realizacji tez w perspektywie 5–10 lat (rys. 4.2). Ocena dokonywana była w skali 1–5, gdzie 1 oznacza „bardzo małe prawdopodobieństwo”, a 5 oznacza „bardzo duże prawdopodobieństwo” realizacji.



RYSUNEK 4.2. Prawdopodobieństwo realizacji tez w perspektywie 5–10 lat

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Ekspertci uczestniczący w badaniu delfickim jako tezy, które mają największe prawdopodobieństwo realizacji w perspektywie 5–10 lat, wskazali tezę 7 – W odpowiedzi na zapotrzebowanie na specjalistyczne umiejętności pracowników branży budowlanej wzrośnie liczba kierunków kształcenia na uczelniach wyższych i liczba firm szkoleniowych edukujących z zakresu BIM i tezę 4 – Rozwój otwartych formatów wymiany danych BIM (np. IFC) będzie nadal kluczowy dla poprawy interoperacyjności między różnymi platformami i narzędziami. Prawdopodobieństwo realizacji tez w ciągu 5–10 lat jako „duże” i „bardzo duże” określone zostało przez 68,2% badanych w przypadku tezy 7 oraz 63,6% w przypadku tezy 4.

Oznacza to, że zarówno kwestia kształcenia specjalistów BIM (oferowanego na uczelniach wyższych oraz przez firmy szkoleniowe), którzy są w stanie efektywnie korzystać z technologii, jak i rozwój otwartych formatów wymiany danych (IFC), umożliwiających płynną wymianę danych między różnymi platformami i narzędziami BIM, są uważane nie tylko za jedne z najbardziej istotnych dla rozwoju BIM, lecz także najbardziej prawdopodobne do realizacji w ciągu 5–10 lat w Polsce.

Jako wysoce prawdopodobne do realizacji w perspektywie 5–10 lat (ok. 60% wskazań „duże” i „bardzo duże” prawdopodobieństwo) zostały ocenione także: teza 2 – Narzędzia BIM staną się bardziej zaawansowane, umożliwiając modelowanie i symulację aspektów takich jak efekty energetyczne, przepływy wewnętrzne czy analizy strukturalne, teza 5 – Rozwinięte zostaną narzędzia wizualizacyjne, w tym rzeczywistości wirtualnej (VR), które umożliwią interaktywne doświadczenia przestrzenne, i teza 11 – Wdrożenie skutecznych strategii komunikacji i edukacji spowoduje skuteczne upowszechnianie i wykorzystanie BIM w branży budowlanej.

Tezy o najmniejszym prawdopodobieństwie realizacji w perspektywie 5–10 lat wskazywane przez ekspertów to teza 9 – Zmiany w polskim systemie prawnym (m.in. ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, zmiany w ustawie prawo budowlane) dotyczące wymogu realizacji inwestycji budowlanych z wykorzystaniem BIM spowodują, że większość projektów budowlanych będzie wymagała zastosowania metodologii BIM jako standardowego procesu projektowego i realizacyjnego oraz teza 3 – BIM będzie integrowany z technologią internetu rzeczy, umożliwiając monitorowanie i kontrolowanie elementów budynków w czasie rzeczywistym. O ile realizacja tezy 3, która dotyczy rozwoju IoT i przetwarzania informacji w czasie rzeczywistym, może być oceniana jako wymagająca czasu na rozwój i wdrożenie, o tyle niepokojąca jest opinia ekspertów na temat mało prawdopodobnych zmian w polskim systemie prawnym możliwych do przeprowadzenia w najbliższym czasie. Wymóg realizacji obiektów w metodyce BIM w zamówieniach publicznych i odpowiednie rozwiązania prawne są bowiem kluczowe dla rozwoju BIM w Polsce.

4.3. Ocena znaczenia czynników sprzyjających oraz barier rozwoju BIM

W kolejnym etapie eksperci badania delfickiego oceniali znaczenie wybranych czynników sprzyjających oraz hamujących wdrożenie BIM w projektach budowlanych w Polsce. Oceny dokonywano w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznaczało czynnik „zupełnie nieistotny”, a 5 „bardzo istotny”.

Wśród czynników sprzyjających i barier wzięto pod uwagę te, które są często wymieniane w literaturze oraz zostały zidentyfikowane w badaniach jakościowych jako istotne i dodatkowo uzyskały wysokie noty w badaniach ilościowych zrealizowanych wśród przedsiębiorstw Polskiego Klastra Budowlanego (por. rozdział 4).

Pod ocenę ekspertów poddano osiem czynników sprzyjających rozwojowi BIM w Polsce:

- C.1.** Sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, BIM w przetargach publicznych).
- C.2.** Skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM dla przedstawicieli branży.
- C.3.** Zaangażowanie szerokiego grona interesariuszy do realizacji projektów w BIM.
- C.4.** Akcje informacyjne w zakresie korzyści BIM.

- C.5.** Instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje).
- C.6.** Stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych.
- C.7.** Postęp cyfryzacji branży budowlanej.
- C.8.** Wdrożenie polskich standardów BIM.

Jako bariery rozwoju BIM w projektach budowlanych oceniano:

- B.1.** Ograniczenia finansowe. Wysokie koszty oprogramowania i szkoleń pracowników.
- B.2.** Ograniczony dostęp do pracowników z odpowiednimi kompetencjami.
- B.3.** Niski poziom wiedzy o BIM, brak świadomości dotyczącej korzyści z wdrożenia BIM.
- B.4.** Brak przejrzystych interfejsów w BIM. Nieprzyjazne dla użytkownika oprogramowanie w BIM.
- B.5.** Brak sprzyjających rozwiązań prawnych – brak standardów, systemu certyfikacji.
- B.6.** Niechęć do zmian wśród pracowników i pozostałych członków procesu inwestycyjnego.
- B.7.** Niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego.
- B.8.** Złożoność projektów międzynarodowych wynikająca z różnic kulturowych, bariery językowej oraz różnic prawnych i technicznych występujących w różnych krajach zaangażowanych w inwestycję.

Wyniki dokonanej przez ekspertów oceny znaczenia czynników sprzyjających rozwojowi BIM przedstawiono na rys. 4.3, a barier na rys. 4.4.

Zdaniem ekspertów czynnikami, które w największym stopniu sprzyjają rozwojowi BIM w Polsce, są „Sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, BIM w przetargach publicznych)” oraz „Skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM dla przedstawicieli branży”. Oba czynniki zostały uznane za „istotne” i „bardzo istotne” przez ponad 85% badanych. Jako znaczący czynnik uznano także „Instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje)” – 68,2% badanych wskazało, że jest on „bardzo istotny”, a 18,2% że „istotny”. Wyznaczone wskaźniki istotności czynników (C_i) wynoszą ponad 85,0 (tabela 4.2).

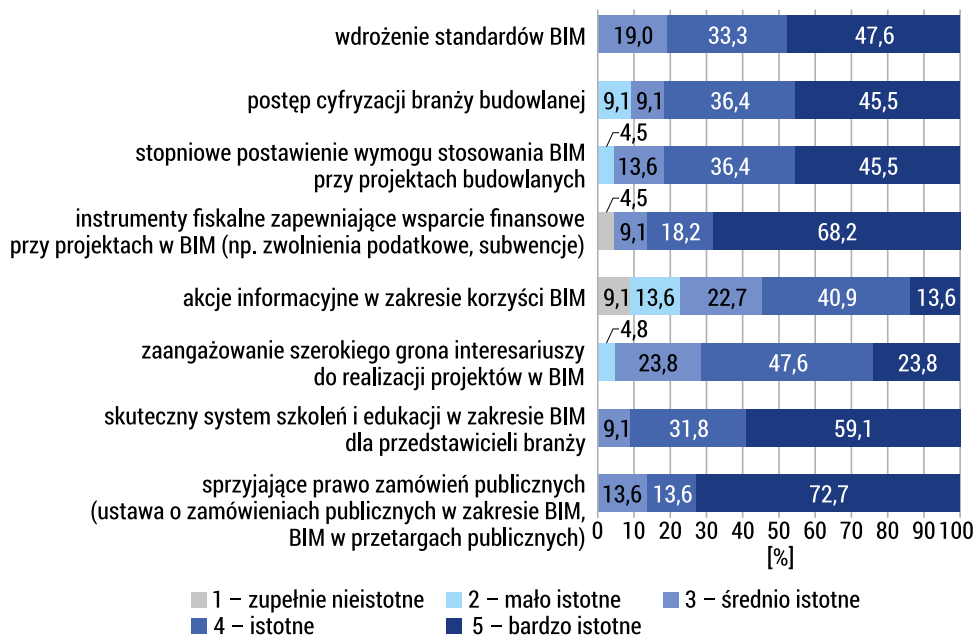
Za najmniej ważne uznano „Akcje informacyjne w zakresie korzyści BIM”. Wskaźnik istotności tego czynnika wynosi 59,1. Jedynie 13,6% badanych stwierdziło, że jest to bardzo ważna stymulanta rozwoju BIM w Polsce.

Należy jednak podkreślić, że znaczenie wszystkich czynników zostało wysoko ocenione. Trzy wspomniane wyżej czynniki przez żadnego z ekspertów nie zostały uznane za „zupełnie nieistotne” lub „mało istotne”. W przypadku pozostałych czynników odsetek odpowiedzi „zupełnie nieistotne” i „mało istotne” nie przekraczał 10% (wyjątkiem był czynnik „Akcje informacyjne w zakresie korzyści BIM”).

TABELA 4.2. Wskaźniki istotności czynników sprzyjających wdrożeniu BIM w Polsce

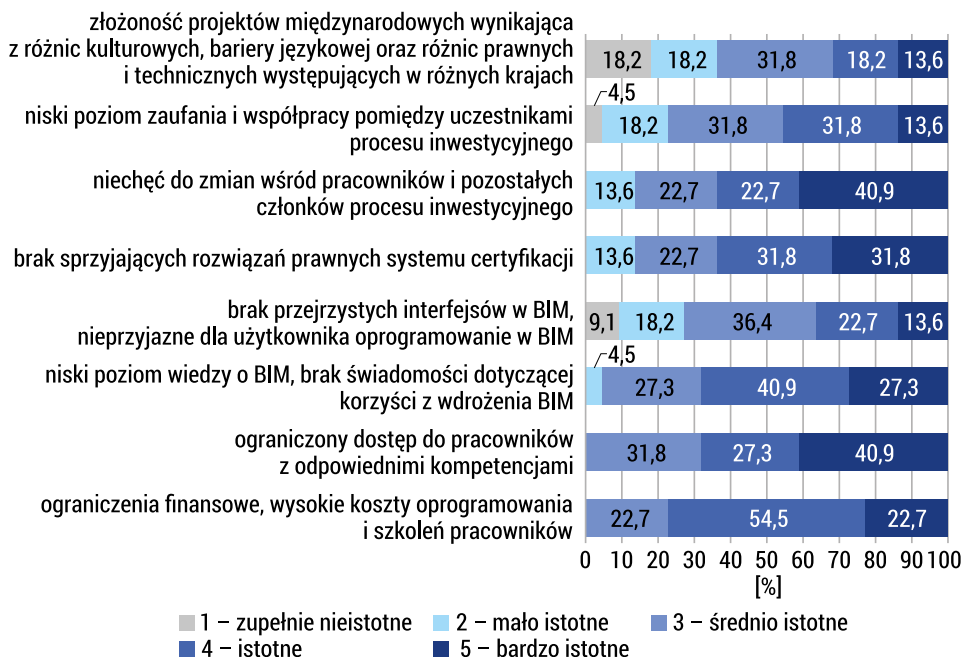
Czynnik	Wskaźnik istotności czynnika (Ci)
Sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, BIM w przetargach publicznych)	89,8
Skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM dla przedstawicieli branży	87,5
Zaangażowanie szerokiego grona interesariuszy do realizacji projektów w BIM	69,3
Akcje informacyjne w zakresie korzyści BIM	59,1
Instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje)	86,4
Stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych	80,7
Postęp cyfryzacji branży budowlanej	79,5
Wdrożenie standardów BIM	78,4

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.



RYSUNEK 4.3. Ocena czynników sprzyjających wdrożeniu BIM w Polsce

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.



RYSUNEK 4.4. Ocena barier wdrożenia BIM w Polsce

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Jako najważniejsze bariery rozwoju BIM w projektach budowlanych wskazano przede wszystkim „Ograniczony dostęp do pracowników z odpowiednimi kompetencjami”, „Ograniczenia finansowe. Wysokie koszty oprogramowania i szkoleń pracowników”, „Niski poziom wiedzy o BIM, brak świadomości dotyczącej korzyści z wdrożenia BIM” oraz „Niechęć do zmian wśród pracowników i pozostałych członków procesu inwestycyjnego”. Większość ekspertów wskazywała, że są to „istotne” i „bardzo istotne” bariery stosowania BIM w Polsce. Wskaźniki istotności wymienionych barier (B_i) są wyższe niż 72,0 (tabela 4.3).

TABELA 4.3. Wskaźniki istotności barier wdrożenia BIM w Polsce

Bariera	Wskaźnik istotności bariery (B_i)
Ograniczenia finansowe. Wysokie koszty oprogramowania i szkoleń pracowników	75,0
Ograniczony dostęp do pracowników z odpowiednimi kompetencjami	77,3
Niski poziom wiedzy o BIM, brak świadomości dotyczącej korzyści z wdrożenia BIM	72,7

Bariera	Wskaźnik istotności bariery (Bi)
Brak przejrzystych interfejsów w BIM. Nieprzyjazne dla użytkownika oprogramowanie w BIM	53,4
Brak sprzyjających rozwiązań prawnych – brak wdrożonych standardów, systemu certyfikacji	70,5
Niechęć do zmian wśród pracowników i pozostałych członków procesu inwestycyjnego	72,7
Niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego	58,0
Złożoność projektów międzynarodowych wynikająca z różnic kulturowych, bariery językowej oraz różnic prawnych i technicznych występujących w różnych krajach	47,7

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Za najmniej istotne bariery rozwoju BIM w Polsce eksperci uznali „Złożoność projektów międzynarodowych wynikająca z różnic kulturowych, bariery językowej oraz różnic prawnych i technicznych występujących w różnych krajach” oraz „Brak przejrzystych interfejsów w BIM. Nieprzyjazne dla użytkownika oprogramowanie w BIM”.

5. Kompetencje, potrzeby szkoleniowe i doradcze w zakresie wdrożenia BIM

5.1. Ocena kompetencji inżynierskich niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM

W Polsce niski poziom wiedzy na temat BIM oraz mała liczba specjalistów na rynku wskazywane są jako jedne z głównych barier uniemożliwiających szerokie rozpowszechnienie i stosowanie BIM w praktyce. Potwierdzają to przeprowadzone badania ilościowe, których wyniki zaprezentowano w niniejszej monografii (patrz rozdział 4), a w których wykazano, że brak specjalistów, wiedzy i wysokie koszty początkowe inwestycji stanowią najbardziej znaczące bariery rozwoju BIM w Polsce. Zakres możliwości wykorzystania BIM nieustannie się poszerza, a co za tym idzie – kompetencje (wiedza, umiejętności) i kwalifikacje inżynierów uczestniczących w procesach budowlanych realizowanych zgodnie z BIM muszą być coraz szersze.

Przeprowadzone badania jakościowe pozwoliły na określenie znaczenia poszczególnych kompetencji niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM. Punktem wyjścia jest zestaw niezbędnych kompetencji inżynierskich przygotowany na podstawie publikacji Abdullahi Saki i Daniela Chana¹⁰³ (tabela 5.1).

Badani oceniali zestaw kompetencji BIM w skali 1–5, gdzie 1 oznacza kompetencje „zupełnie nieistotne”, a 5 – „bardzo istotne” (rys. 5.1).

TABELA 5.1. Kompetencje inżynierskie niezbędne w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM

Lp.	Kompetencje
1.	Znajomość projektowania konstrukcji i procedur zawierania umów jest konieczna, ponieważ BIM nie działa samodzielnie, ale w ramach procesu projektowania konstrukcji i kontraktowania w branży AEC. Proces kontraktowania, taki jak zintegrowana realizacja projektu (IPD), zapewnia efektywną współpracę wszystkich głównych interesariuszy projektu. Podstawami zintegrowanego projektowania i realizacji inwestycji są umowa łącząca uczestników procesu, określająca udział w kosztach, zyskach i ryzyku oraz zasady określające współpracę i zakres odpowiedzialności
2.	Znajomość zalet i wad BIM w projektowaniu, wykonawstwie i eksploatacji

¹⁰³ A.B. Saka, D.W.M. Chan, *Knowledge, skills...*, s. 227–246.

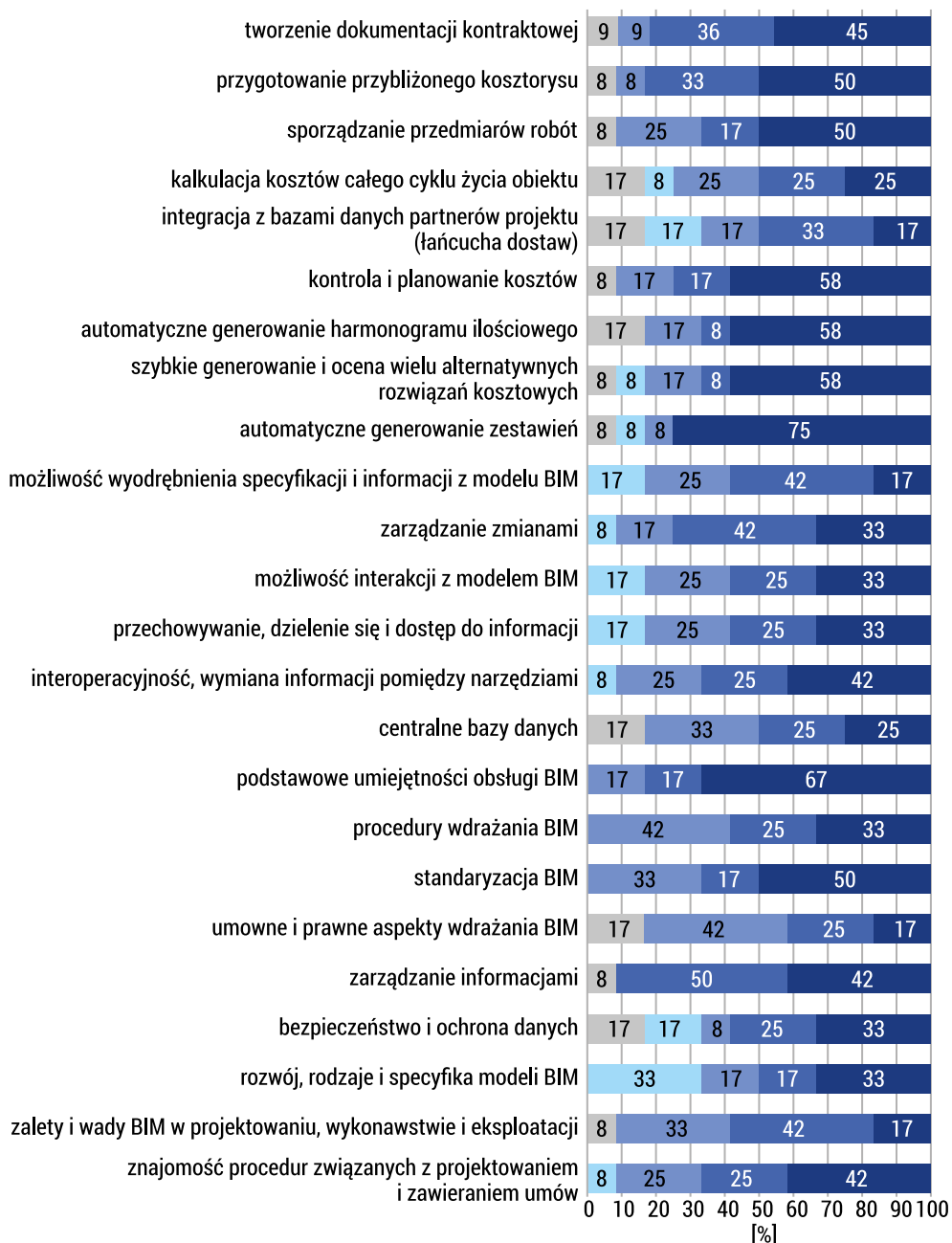
Lp.	Kompetencje
3.	Rozwój i specyfikacja modelu BIM wiąże się z bogactwem zawartych w nim informacji, co często określa się jako poziom szczegółowości lub poziom rozwoju (LoD). Specyfikacja rozwoju modelu zakłada, że wraz ze wzrostem poziomu szczegółowości w procesie projektowania budżetowany koszt (szacunkowy) staje się coraz dokładniejszy. Specyfikacja rozwoju modelu to język przeznaczony dla właścicieli, projektantów i wykonawców, który definiuje każdy element i zadanie w procesie budowy budynku
4.	Umiejętność zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony danych. Na ochronę cyfrowych zasobów BIM przed ryzykiem niewłaściwego wykorzystania, utraty, niezamierzonego ujawnienia lub kradzieży informacji składają się zbiór narzędzi, polityk, koncepcji bezpieczeństwa i zabezpieczenia bezpieczeństwa, wytyczne zarządzania ryzykiem, podejścia, działania, szkolenia, a także najlepsze praktyki, zapewnienie oraz technologie, które można wykorzystać do ochrony. Bezpieczeństwo danych staje się coraz ważniejsze, szczególnie w obliczu wzrostu współpracy między działami lub firmami
5.	Umiejętność zarządzania informacjami. Zasadnicze znaczenie ma zrozumienie, że zarządzanie informacją dotyczy wszystkich informacji określanych łącznie jako „model informacji”. Istotne jest, aby branża skupiała się na „informacjach jako aktywach” w równym stopniu, jak na samych aktywach fizycznych. Zarówno na poziomie biznesowym, jak i projektowym wyniki zależą od decyzji, a decyzje opierają się na informacjach
6.	Znajomość umownych i prawnych aspektów wdrażania BIM. Można do nich zaliczyć alokację ryzyka, praw autorskich i ubezpieczeń, a także bardziej szczegółowe kwestie, takie jak: własność „wspólnego” projektu BIM; dokładne cele, do jakich model będzie używany, harmonogramy dostaw czy kwestie interoperacyjności
7.	Umiejętność standaryzacji BIM. Używa się do tego procedur i wytycznych mających na celu lepsze zarządzanie wszystkimi operacjami przewidzianymi w całym cyklu życia. Ustanowienie ram umownych dla projektów, które zostały zamówione przy użyciu BIM, aby zapewnić spójność, uniknąć nieporozumień i zachęcić do otwartej, wspólnej pracy
8.	Znajomość procedury wdrażania BIM
9.	Podstawowe umiejętności obsługi BIM
10.	Znajomość centralnych baz danych (przejście od przepływu informacji opartego na rysunkach i dokumentach do takiego, w którym wszystkie informacje o budynku są przechowywane w centralnej bazie danych i przez nią zarządzane)
11.	Interoperacyjność, wymiana informacji pomiędzy narzędziami. Interoperacyjność zachodzi, gdy różne zespoły i organizacje pracujące nad tym samym projektem mogą współużytkować te same dane. Wszystkie informacje o projekcie są przechowywane w jednym miejscu i mogą być dostępne dla różnych dziedzin, za pomocą różnych narzędzi
12.	Umiejętność przechowywania, dzielenia się i dostępu do informacji. Dotyczy przedstawiania informacji obliczeniowych w 3D, które można następnie analizować i testować podobnie jak model fizyczny, na długo przed faktyczną budową. Projektanci, konstruktorzy i właściciele mogą symulować zachowanie systemów budynku, uzyskując dostęp, udostępniając i wykorzystując szczegółowe i obszerne informacje. Korzystając z BIM, generowane są bazy danych zawierające dostępne informacje w celu analizowania, testowania i modyfikowania projektów w trakcie ich opracowywania. Architekci i inżynierowie mogą w ten sposób oceniać i zmieniać obszary, konstrukcje lub ruchy powietrza w postępującym projekcie, aby uzyskać najlepszy możliwy wynik
13.	Umiejętność interakcji z modelem BIM

Lp.	Kompetencje
14.	Zarządzanie zmianami (aktywne zarządzanie, edytowanie, analizowanie i komunikowanie się z modelem BIM w trakcie całego cyklu życia budynku lub projektu infrastrukturalnego)
15.	Umiejętność wyodrębnienia specyfikacji i informacji z modelu BIM. Polega na ekstrakcji dokładnych danych technicznych, informacji o materiałach i specyfikacji elementów budynku lub infrastruktury z cyfrowego modelu BIM. Następuje automatyczne generowanie dokumentacji technicznej, raportów i innych informacji niezbędnych do realizacji projektu
16.	Automatyczne generowanie ilości (możliwość szybkiego i dokładnego obliczania ilości materiałów, komponentów i innych elementów budynku lub infrastruktury na podstawie cyfrowego modelu BIM)
17.	Szybkie generowanie i ocena wielu alternatywnych rozwiązań kosztowych
18.	Automatyczne generowanie harmonogramu ilości (tworzenie graficznych lub tekstowych przedstawień ilości materiałów, komponentów bądź prac związanych z budynkiem albo projektem infrastrukturalnym na podstawie danych zawartych w modelu BIM). Harmonogram ten może obejmować informacje o ilościach, jednostkach miary, kosztach, etapach projektu i innych istotnych parametrach
19.	Umiejętność kontroli i planowanie kosztów
20.	Umiejętność integracji z bazami danych partnerów projektu (łańcucha dostaw)
21.	Umiejętność kalkulacji kosztów całego cyklu życia obiektu
22.	Sporządzanie przedmiarów robót według określonej standardowej metody pomiaru, zgodnie ze specyfikacjami
23.	Przygotowanie przybliżonego kosztorysu
24.	Sporządzanie dokumentacji kontraktowej (tworzenie dokumentów i zarządzanie tymi, które są niezbędne do formalizacji umów i kontraktów związanych z projektem budowlanym)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie A.B. Saka, D.W.M. Chan, *Knowledge, skills and functionalities requirements for quantity surveyors in building information modelling (BIM) work environment: an international Delphi study*, „Architectural Engineering and Design Management” 2020, Vol. 16 (9), s. 227–246.

Eksperci jako kompetencje „bardzo istotne” (wskazane przez 50% i więcej respondentów) wybrali:

- automatyczne generowanie zestawień;
- podstawowe umiejętności obsługi BIM;
- szybkie generowanie i ocena wielu alternatywnych rozwiązań kosztowych;
- automatyczne generowanie harmonogramu ilościowego;
- kontrola i planowanie kosztów;
- standaryzacja BIM;
- sporządzanie przedmiarów robót;
- przygotowanie przybliżonego kosztorysu.



RYSUNEK 5.1. Ocena znaczenia kompetencji niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Wartość mediany dla wymienionych kompetencji wynosi 4,5 i 5 (tabela 5.2).

TABELA 5.2. Ocena znaczenia kompetencji niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM

Kompetencje	Średnia	Mediana	Dominanta
Podstawowe umiejętności obsługi BIM	4,5	5	5
Automatyczne generowanie zestawień	4,3	5	5
Zarządzanie informacjami	4,2	4	4
Standaryzacja BIM	4,2	4,5	5
Kontrola i planowanie kosztów	4,2	5	5
Przygotowanie przybliżonego kosztorysu	4,2	4,5	5
Tworzenie dokumentacji kontraktowej	4,1	4	5
Znajomość procedur związanych z projektowaniem, zawieraniem umów	4,0	4	5
Interoperacyjność, wymiana informacji pomiędzy narzędziami	4,0	4	5
Zarządzanie zmianami	4,0	4	4
Szybkie generowanie i ocena wielu alternatywnych rozwiązań kosztowych	4,0	5	5
Sporządzanie przedmiarów robót według określonej standardowej metody pomiaru zgodnie ze specyfikacjami	4,0	4,5	5
Procedury wdrażania BIM	3,9	4	3
Automatyczne generowanie harmonogramu ilościowego	3,9	5	5
Przechowywanie, dzielenie się i dostęp do informacji	3,8	4	5
Możliwość interakcji z modelem BIM	3,8	4	5
Zalety i wady BIM w projektowaniu, wykonawstwie i eksploatacji	3,6	4	4
Możliwość wyodrębnienia specyfikacji i informacji z modelu BIM	3,6	4	4
Rozwój, rodzaje i specyfika modeli BIM	3,5	3,5	2, 5
Bezpieczeństwo i ochrona danych	3,4	4	5
Centralne bazy danych	3,4	3,5	3
Umowne i prawne aspekty wdrażania BIM	3,3	3	3
Kalkulacja kosztów całego cyklu życia obiektu	3,3	3,5	3, 4, 5
Integracja z bazami danych partnerów projektu (łańcucha dostaw)	3,2	3,5	4

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Należy jednak zauważyć, że większość kompetencji została oceniona jako „istotna” i „bardzo istotna” w przypadku realizacji procesów budowlanych z BIM. Najwięcej najwyższych ocen (dominanta równa 5) uzyskało aż szesnaście kompetencji/obszarów wiedzy. W przypadku dwóch z nich badani nie byli jednak zgodni. O ile w przypadku kompetencji „Kalkulacja kosztów całego cyklu życia obiektu” większość ocen

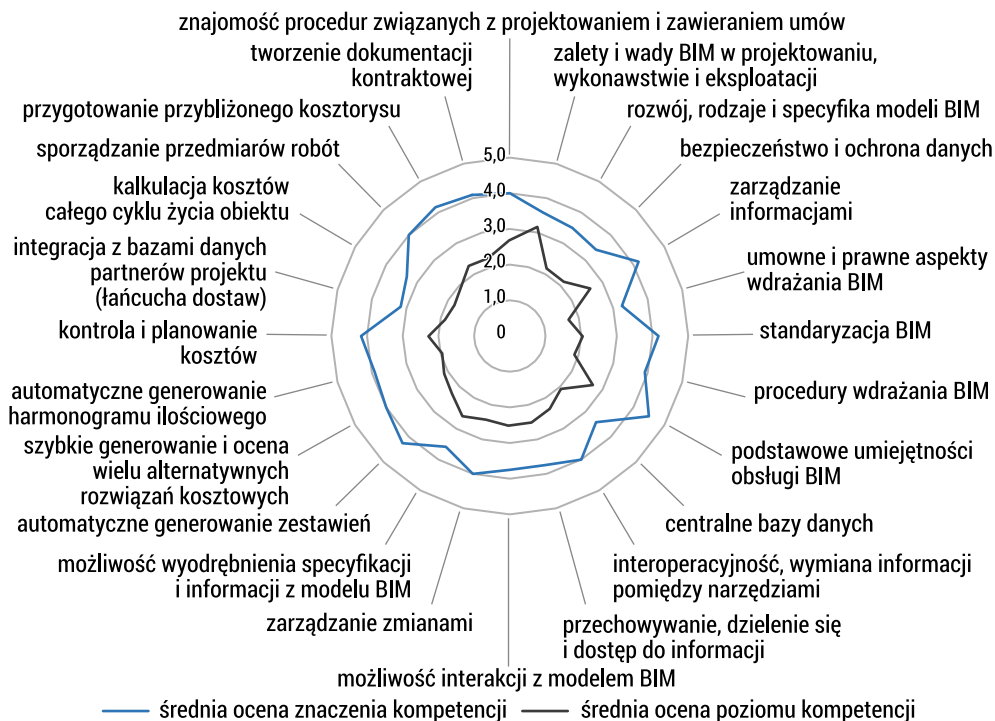
to oceny wysokie – 3, 4 lub 5 na skali pięciostopniowej, o tyle w przypadku wiedzy z zakresu „Rozwój, rodzaje i specyfika modeli BIM” dominują odpowiedzi 5 „bardzo istotne” i 2 – „mało istotne”.

Najniżej oceniono znaczenie takich kompetencji, jak „Znajomość umownych i prawnych aspektów wdrażania BIM”, „Procedury wdrażania BIM” i „Zarządzanie centralną bazą danych”.

5.2. Luka kompetencyjna w zakresie wdrożenia BIM

Przygotowanie oraz wdrożenie szkoleń i usług doradczych z zakresu BIM wymaga analizy luki kompetencyjnej środowiska budowlanego. Luka kompetencyjna to zbiór wiedzy i umiejętności, których pracownicy jeszcze nie mają, a które są pożądane przy realizacji inwestycji budowlanych w BIM.

Lukę kompetencyjną wyznaczono, porównując ekspercką ocenę znaczenia kompetencji niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM z oceną istniejącego, według ekspertów, poziomu kompetencji przedstawicieli przedsiębiorstw budowlanych. Zestawienie zbiorcze porównania przedstawiono na rys. 5.2.



RYSUNEK 5.2. Analiza luki kompetencyjnej

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że zakres oferowanych szkoleń i usług doradczych z zakresu BIM powinien być szeroki. Pracownicy przedsiębiorstw budowlanych mają zbyt niski poziom kompetencji niezbędnych przy realizacji inwestycji budowlanych w BIM.

Zdaniem ekspertów najmniejsza różnica pomiędzy średnią oceną znaczenia kompetencji i średnią oceną jej posiadania występuje w przypadku znajomości zalet i wad BIM w projektowaniu, wykonawstwie i eksploatacji.

Największe różnice występują w następujących kompetencjach:

- standaryzacja BIM;
- procedury wdrażania BIM;
- automatyczne generowanie zestawień (pozwalających na dokładne obliczanie ilości materiałów, komponentów itp.);
- automatyczne generowanie harmonogramu ilościowego;
- sporządzanie przedmiarów robót według określonej standardowej metody pomiaru zgodnie ze specyfikacjami.

5.3. Potrzeby doradcze i szkoleniowe – wypełnienie luki kompetencyjnej

Eksperti uczestniczący w badaniach jakościowych poddali analizie wykaz szkoleń, które będą wchodzić w skład oferty Centrum Kompetencji BIM (tabela 5.3). Szkolenia te wraz z usługą doradczą mają na celu wypełnienie luki kompetencyjnej przedsiębiorstw branży budowlanej w zakresie BIM.

TABELA 5.3. Proponowany wykaz szkoleń

Numer szkolenia	Nazwa szkolenia	Opis
1	Zamówienia publiczne w BIM	Szkolenie będzie obejmowało następujące moduły: BIM zamawiającego; przygotowanie realizacji inwestycji zgodnie z metodyką BIM; opis przedmiotu zamówienia; jakość BIM – kontrola i koordynacja realizacji projektu z wykorzystaniem BIM; EIR, czyli SWZ BIM – sporządzenie dokumentacji przetargowej dla inwestycji realizowanej w BIM; rodzaje postępowań z wymogiem BIM; pozacenowe kryteria oceny ofert – warunki umowy, możliwość zmiany kontraktu i wymagania BIM
2	Koordynator BIM w organizacji	Szkolenie buduje umiejętności uczestników w zakresie zarządzania projektami BIM. Po ukończeniu uczestnicy będą w stanie koordynować modele, analizować dokumenty, zapewniać jakość modeli BIM oraz skutecznie zarządzać informacją w procesie inwestycji. Zdobędą umiejętności rozpoznawania i rozwiązywania błędów, a także skutecznego korzystania z platform CDE. Będą gotowi do efektywnej współpracy zespołowej, unikania kolizji oraz administracji projektami w środowisku BIM

Numer szkolenia	Nazwa szkolenia	Opis
3	Cyfryzacja produktów na różnym poziomie szczegółowości	Szkolenie obejmuje praktyczne i teoretyczne umiejętności korzystania z Autodesk Revit. Uczestnicy nauczą się tworzenia i modyfikacji modeli architektonicznych, pracy w zespołach, wykrywania i usuwania kolizji oraz koordynacji projektów. Skupią się na tworzeniu własnych szablonów, pracy z plikami centralnymi, dostosowywaniu parametrów i eksportowaniu do Navisworks. Praktyczne ćwiczenia stanowią główną część programu
4	Konstrukcje budowlane w BIM – Biblioteki BIM	Szkolenie zapewnia wiedzę o standardach i najlepszych praktykach w tworzeniu i wykorzystaniu bibliotek elementów budowlanych, co zwiększa spójność projektów i efektywność pracy
5	Inwentaryzacje w architekturze z wykorzystaniem chmury punktów (BIM)	Szkolenie będzie obejmowało następujące moduły: chmura punktów jako sposób pozyskiwania danych; poziomy szczegółowości – najlepsze praktyki; podstawowe błędy i wyzwania – możliwości i ograniczenia chmur punktów, dobre praktyki określania zakresu modelowania; modelowanie z chmury punktów; modelowanie z chmury punktów w dedykowanym oprogramowaniu; modelowanie komponentów na podstawie częściowych skanów; parametryzacja
6	Skanowanie laserowe w technologii LiDAR	Szkolenie będzie obejmowało następujące moduły: badania nieinwazyjne, metoda fotogrametryczna, LiDAR; pomiar i przygotowanie danych do pracy w oprogramowaniu; przygotowanie i przeprowadzanie skanowania; obróbka danych pod kątem modelowania

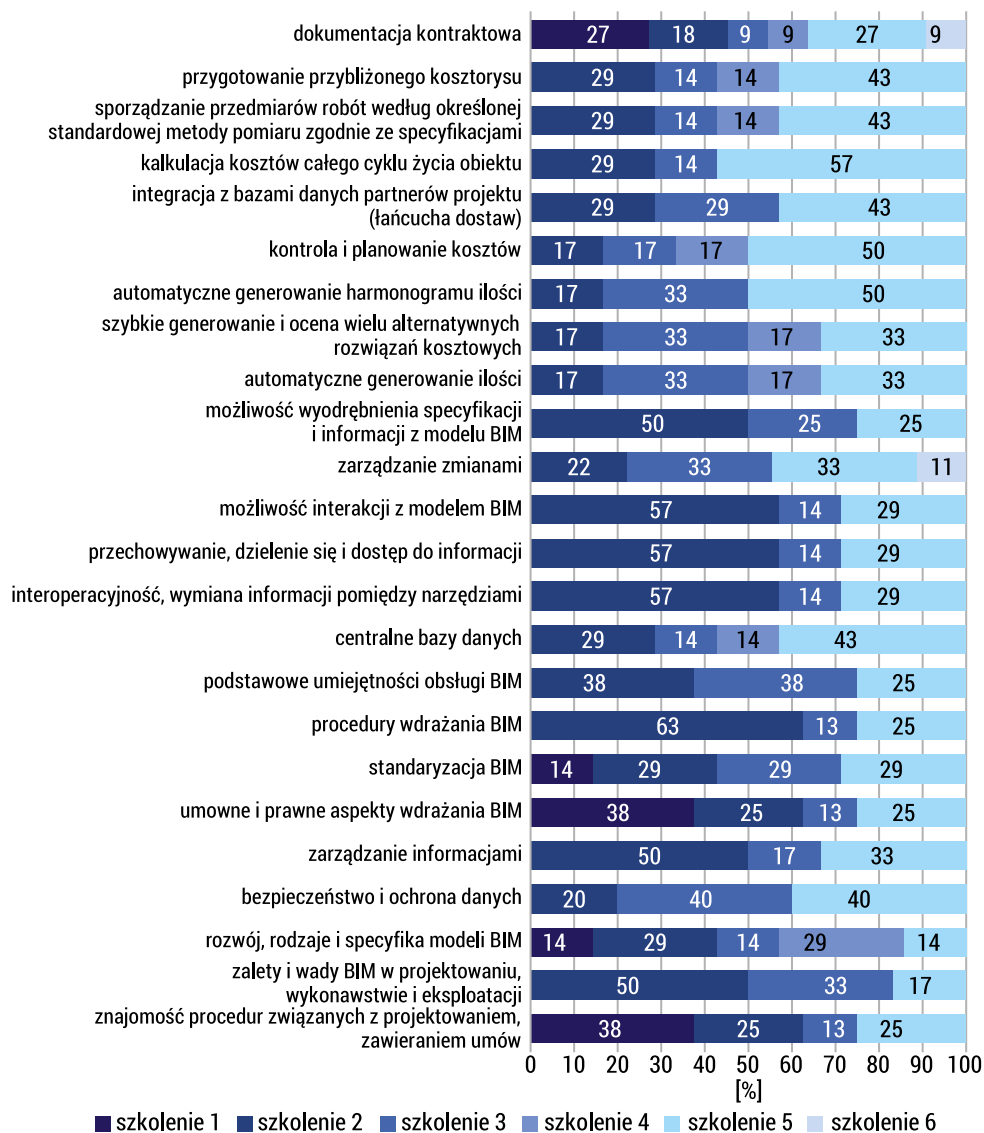
ŹRÓDŁO: opracowanie własne na podstawie materiałów przekazanych przez Polski Klaster Budowlany.

Uczestnicy badań jakościowych ocenili sześć szkoleń. Respondenci wykazywali, które z nich zapewnią uzyskanie kompetencji niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM.

Dzięki wszystkim zaproponowanym szkoleniom możliwe jest nabycie kompetencji niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM (rys. 5.3). Aczkolwiek szkolenie numer 2: Koordynator BIM w organizacji oraz szkolenie numer 5: Inwentaryzacje w architekturze z wykorzystaniem chmury punktów (BIM) zapewniają, według ekspertów, uzyskanie największej liczby kompetencji. Natomiast najwęższe szkolenie, odnoszące się do najmniejszej liczby zidentyfikowanych kompetencji kluczowych w BIM, to szkolenie numer 6: Skanowanie laserowe w technologii LiDAR.

W ramach dyskusji uczestnicy badań jakościowych zaproponowali także szkolenia i usługi doradcze ukierunkowane na wypełnienie luki kompetencyjnej, które nie zostały uwzględnione w wykazie przygotowanym przez Centrum Kompetencji BIM. Do dodatkowych szkoleń wymienianych przez ekspertów można zaliczyć:

- szkolenia w programie Archicad;
- wprowadzenie do BIM i jego zalety;
- wykonawstwo a BIM;
- przedmiarowanie w BIM;
- bezpieczeństwo i ochrona danych w BIM.



RYSUNEK 5.3. Ocena wykazu szkoleń – możliwości wypełnienia luki kompetencyjnej

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Ponadto respondenci wyrazili opinię na temat tego, jakie elementy powinny zostać uwzględnione w projektowaniu usługi doradczej w zakresie BIM. Zwrócili uwagę na następujące kwestie:

- potrzebę elastycznego, indywidualnego podejścia do klienta w ramach świadczonej usługi, uwzględniającego specyfikę projektu i branży oraz miejsce jej świadczenia;

- #### 5.4. Ocena szkoleń i usług doradczych oferowanych w Centrum Kompetencji BIM

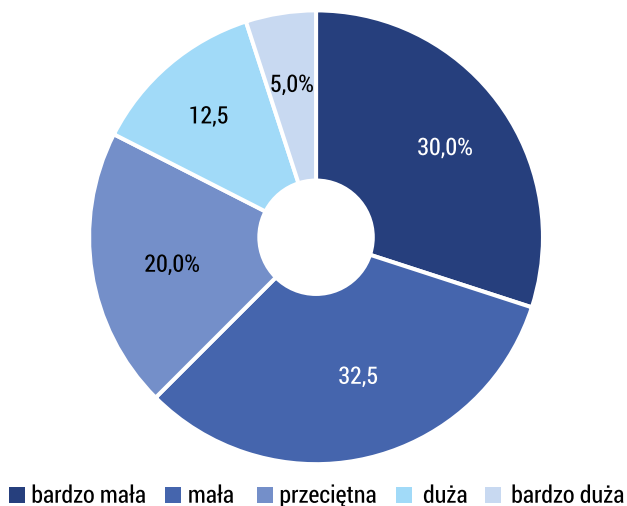
Głównymi przyczynami, z powodu których przedstawiciele przedsiębiorstw PKB zdecydowali się na udział w szkoleniu, były podniesienie umiejętności zawodowych, poszerzenie wiedzy, nabycie nowych kompetencji zawodowych (rys. 5.4). Respondenci wskazywali też na chęć poszerzenia wiedzy z zakresu BIM w zamówieniach publicznych czy na temat koordynacji projektu BIM. Identyfikując przyczyny odbycia szkoleń, badani oceniali szkolenia również przez pryzmat swych firm, gdyż wskazywali na chęć wdrożenia BIM w przedsiębiorstwie czy zwiększenie jego konkurencyjności.

RYSUNEK 5.4. Przyczyny uczestnictwa w szkoleniu (pretest)

Uzasadniając podawane przyczyny uczestnictwa w szkoleniu, badani wskazywali na nowość tematyki BIM, brak wiedzy i doświadczenia w tym obszarze, brak znajomości programu REVIT.

161

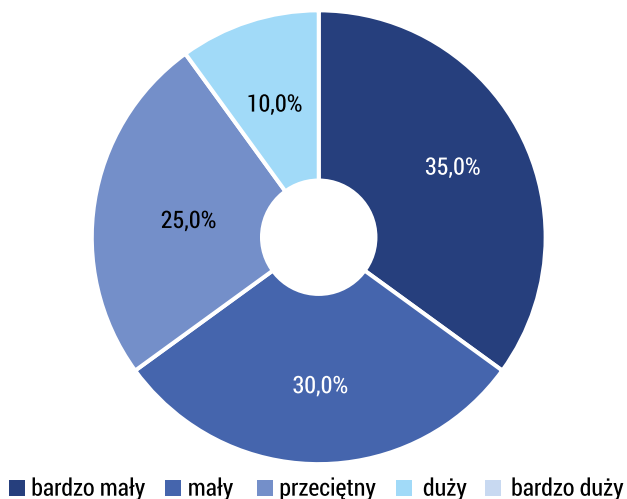
respondentów wskazało, że ich poziom wiedzy w zakresie tematu szkolenia jest bardzo duży.



RYSUNEK 5.5. Wiedza w zakresie tematu szkolenia (pretest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Podobnie jak wiedzę z obszaru szkolenia, respondenci oceniali również swoje doświadczenie w tej tematyce (rys. 5.6). Na „bardzo małe” doświadczenie wskazało 35% badanych, 30% zaś określiło je jako „małe”. Żaden z respondentów nie określił swojego doświadczenia w zakresie tematu szkolenia jako „bardzo duże”.

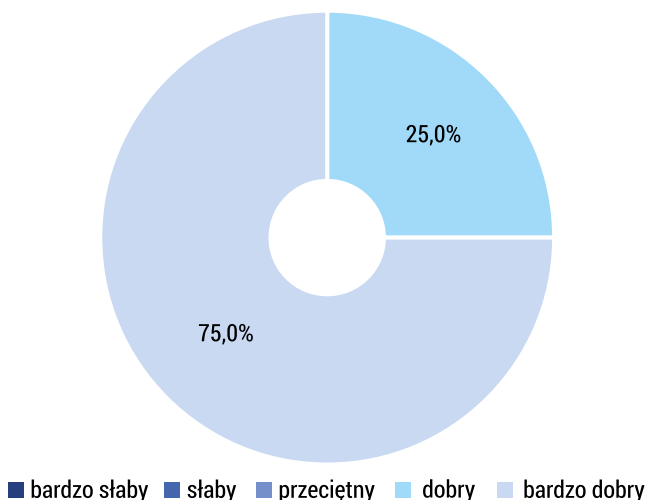


RYSUNEK 5.6. Poziom doświadczenia w zakresie tematu szkolenia (pretest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W uzasadnieniu swojej oceny w zakresie doświadczenia z tematyki szkolenia przed jego odbyciem respondenci sygnalizowali, że mieli doświadczenie w zamówieniach publicznych, jednak nie w kontekście BIM; tematyka ta jest dla nich czymś nowym; wcześniej nie mieli możliwości, by poszerzyć wiedzę w tym obszarze; do tej pory nie pracowali z programem REVIT.

Respondenci uzupełniali także posttest, oceniając poziom zadowolenia po zakończonym szkoleniu. Ogólny poziom satysfakcji ze szkoleń był bardzo wysoki – 75% respondentów oceniło szkolenia „bardzo dobrze”, a 25% – „dobrze” (rys. 5.7).



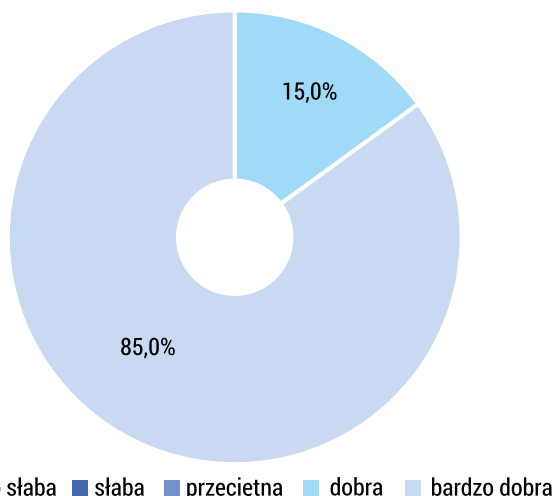
RYSUNEK 5.7. Poziom satysfakcji w zakresie tematyki szkolenia (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W uzasadnieniu oceny satysfakcji ze szkolenia respondenci wskazywali na bardzo dobrze przygotowaną jego tematykę, ciekawy materiał, dobrze ułożony program; szeroki zakres tematyki, kompleksowość szkolenia; zgodność tematyki z oczekiwaniami; wyczerpująco omówiony temat. Wśród komentarzy pojawiła się także uwaga, że uczestnicy szkolenia dużo czasu spędzili na zagadnieniach dotyczących branż, a program dla architektów nie został do końca zrealizowany.

Respondenci „bardzo dobrze” (85% respondentów) i „dobrze” (15%) ocenili jakość treści prezentowanej podczas szkoleń (rys. 5.8).

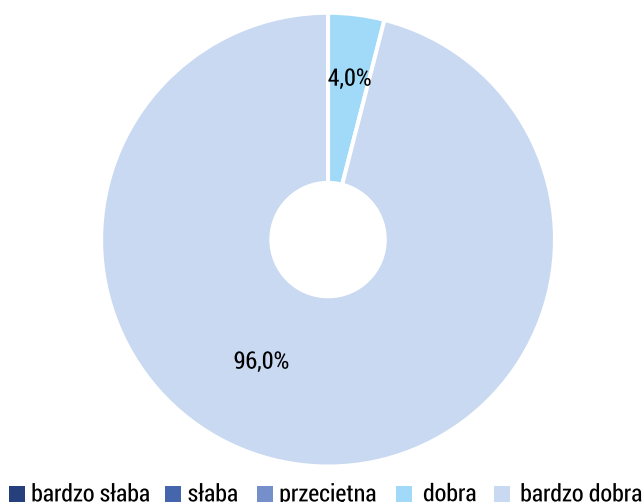
W komentarzach do oceny jakości treści prezentowanej w trakcie szkoleń respondenci podkreślali ciekawy przekaz; intuicyjność; przejrzystość, czytelność przygotowanych prezentacji; szerokie omówienie tematów szkoleń; komunikatywność i duże doświadczenie prowadzącego, który, odpowiadając na zadawane pytania, poszerzał treści z prezentacji. Badani doceniali też praktyczność przekazywanych treści oraz rzetelność podawanych informacji, które były poparte przykładami. Pojawiła się jednak uwaga, że szkolenie było zbyt intensywne, co powodowało niekiedy zbyt szybkie lub zbyt ogólne omówienie tematu.



RYSUNEK 5.8. Jakość treści prezentowanej w trakcie szkoleń (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Zdecydowanie „bardzo dobrze” zostały ocenione kompetencje trenera. Aż 96% badanych podało taką odpowiedź, a 4% wskazało opcję – „dobrze” (rys. 5.9).

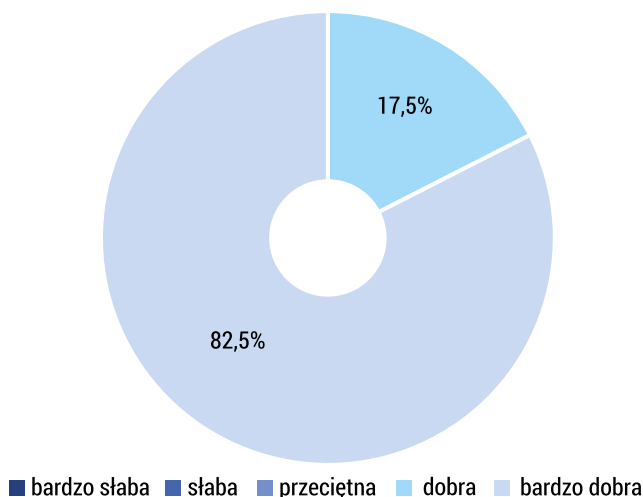


RYSUNEK 5.9. Ocena kompetencji trenera (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W uzasadnieniu do tak wysokiej oceny trenera respondenci wskazywali na bardzo duże doświadczenie prowadzącego; szeroki zakres wiedzy; bardzo dobre przygotowanie; profesjonalizm; duże doświadczenie praktyczne w zakresie koordynacji BIM; a także bardzo wysokie umiejętności przekazania odbiorcom prezentowanych treści, w tym odpowiedź na pytania zadawane przez uczestników szkolenia.

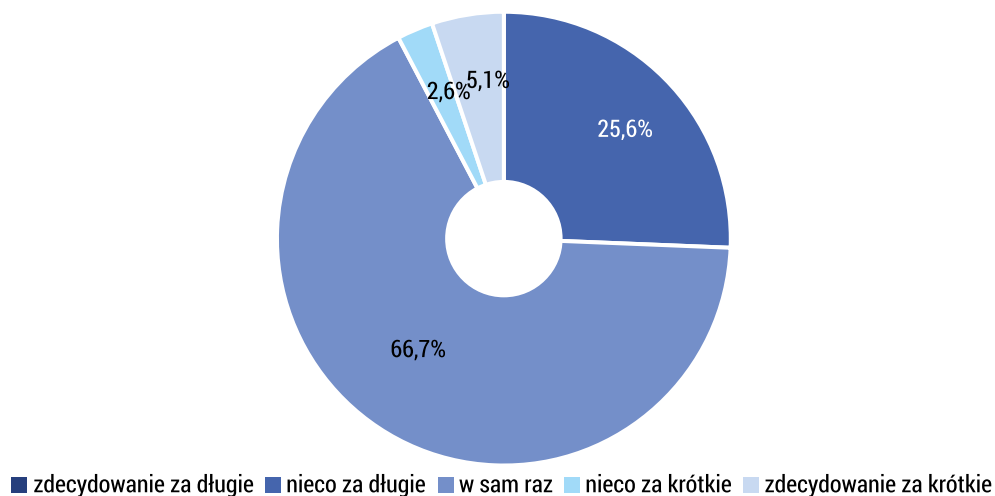
Zdecydowanie „bardzo dobrze” zostały też ocenione materiały szkoleniowe – 82,5% takich odpowiedzi (rys. 5.10).



RYSUNEK 5.10. Ocena materiałów szkoleniowych (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

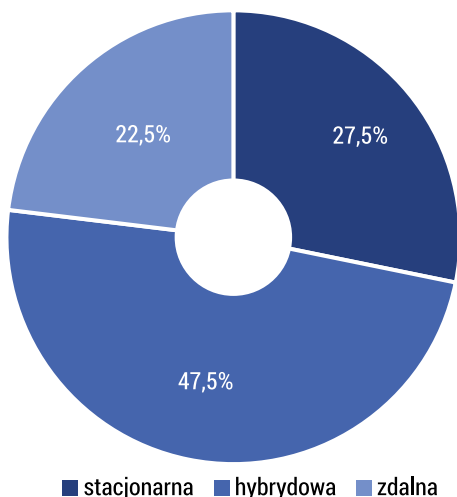
Oceniając długość szkolenia, większość badanych uważała, że była ona „w sam raz” (66,7% respondentów podało taką odpowiedź). Według 25,6% uczestników było ono „nieco za długie”, a zaledwie 2,6% osób wskazało, że było „nieco za krótkie”. Odpowiedzi „zdecydowanie za krótkie” udzieliło 5,1% respondentów (rys. 5.11).



RYSUNEK 5.11. Ocena długości szkoleniowych (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Preferowaną formą odbywania szkolenia była forma hybrydowa (wskazało na nią 47,5% badanych). Formę stacjonarną preferowało 27,5% respondentów, a 22,5% uczestników – formę zdalną (rys. 5.12).



RYSUNEK 5.12. Preferowana forma szkolenia (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Respondenci w ramach badania pretest deklarowali swoje oczekiwania w zakresie usługi doradczej. Jako główne przyczyny podjęcia decyzji o skorzystaniu z takiej usługi w ramach Centrum Kompetencji BIM były podawane: podniesienie umiejętności w pracy, wsparcie w tworzeniu bibliotek BIM, pomoc przy wdrożeniu systemów BIM, pomoc w wyborze odpowiednich narzędzi BIM, prace projektowe czy rozwiązywanie problemów występujących w przedsiębiorstwie (rys. 5.13).



RYSUNEK 5.13. Oczekiwania wobec usługi doradczej (pretest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

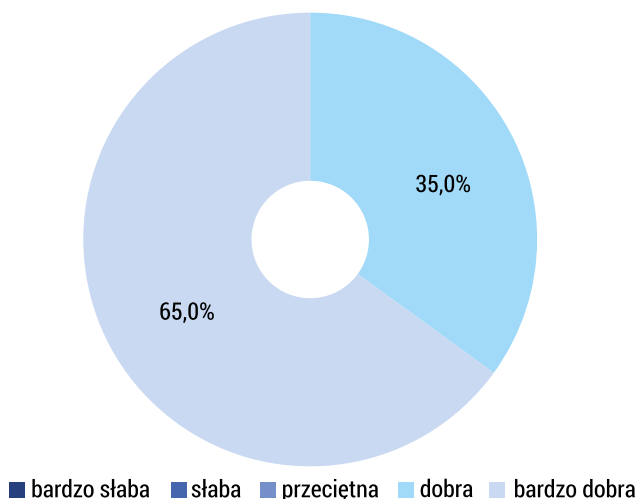
Badani sugerowali także konkretne problemy lub obszary, na których chcieliby się skoncentrować się podczas sesji doradczych (rys. 5.14). Zaliczyli do nich głównie: wsparcie w rozwiązywaniu problemów w prowadzonej działalności gospodarczej, zarządzanie danymi, monitoring niebezpieczeństw, pomoc w kontroli standardów BIM, opracowanie strategii wdrożenia BIM oraz ocenę jej postępów.



RYSUNEK 5.14. Problemy do analizy podczas usługi doradczej (pretest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

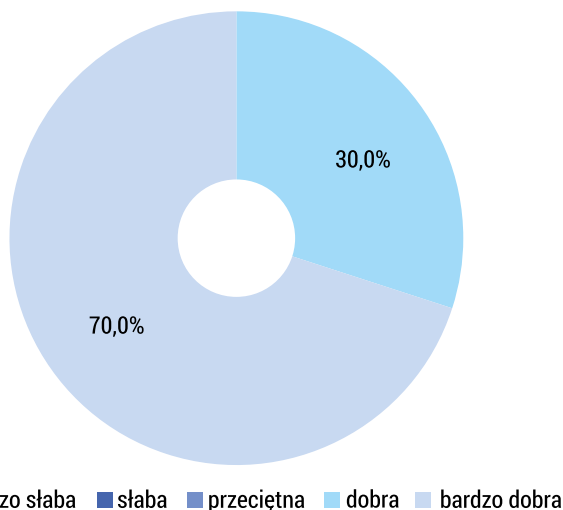
Po odbyciu usługi doradczej respondenci ocenili jej jakość na wysokim poziomie (rys. 5.15). Dominowała odpowiedź „bardzo dobrze” (65% wskazań), pozostałe osoby oceniły usługi „dobrze”.



RYSUNEK 5.15. Ocena jakości usługi doradczej (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

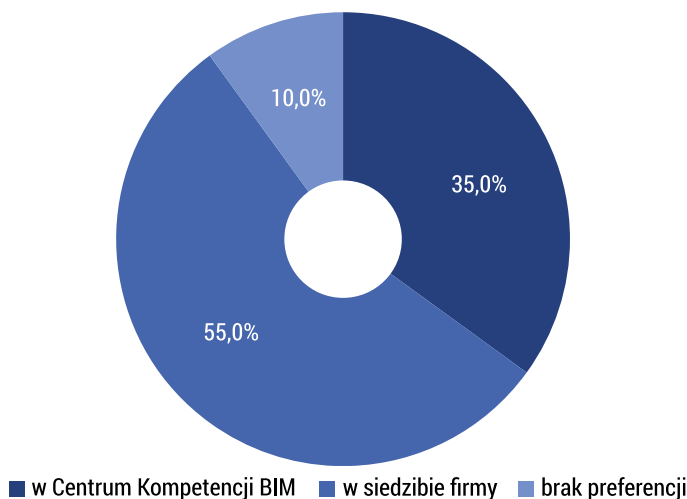
Ewaluacji poddano też zakres usługi doradczej obejmującej udostępnienie sprzętu, licencji, szkolenia i wsparcie doradców (rys. 5.16). Respondenci w większości (70%) wybrali najwyższą ocenę dla zakresu usługi, 30% oceniło ją „dobrze”.



RYSUNEK 5.16. Ocena zakresu usługi doradczej (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

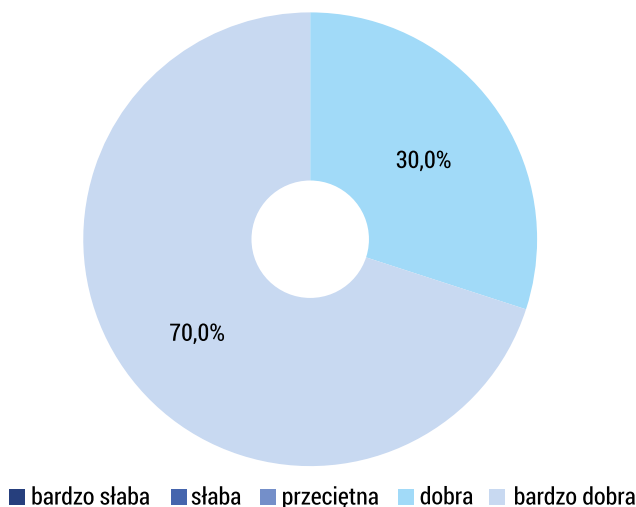
Według badanych najdogodniejszym miejscem świadczenia usług jest siedziba ich przedsiębiorstwa (55% odpowiedzi). Z kolei 35% badanych preferowało realizację usługi doradczej w Centrum Kompetencji BIM (rys. 5.17).



RYSUNEK 5.17. Ocena miejsca świadczenia usługi doradczej (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

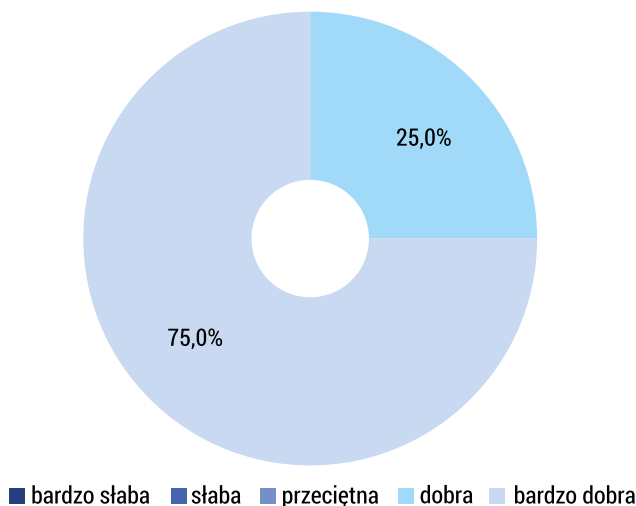
Badani oceniali również wiedzę i kompetencje doradców w zakresie świadczonej usługi (rys. 5.18). Według nich doradcy posiadali bardzo dużą wiedzę i wysokie kompetencje (70% respondentów wskazało notę „bardzo dobrze”).



RYSUNEK 5.18. Ocena wiedzy i kompetencji doradców (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

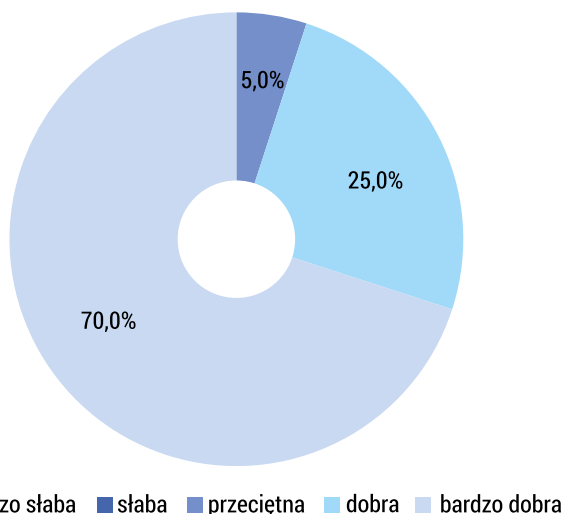
Zdaniem przedstawicieli przedsiębiorstw PKB doradcy świadczący usługi w Centrum Kompetencji BIM odznaczali się także wysokim poziomem komunikatywności – 75% badanych przyznało najwyższą ocenę w tym zakresie (rys. 5.19).



RYSUNEK 5.19. Ocena komunikatywności doradców (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

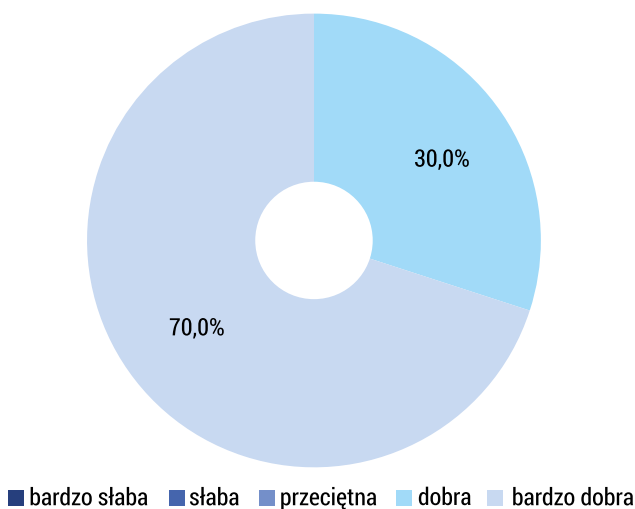
Badani docenili też dużą elastyczność doradców – 70% respondentów także w tym obszarze przyznało najwyższą ocenę (rys. 5.20).



RYSUNEK 5.20. Ocena elastyczności doradców (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

Przedstawiciele przedsiębiorstw PKB korzystający z usługi doradczej uznali ją za skuteczną, ponieważ po skorzystaniu z niej odnieśli korzyści zawodowe – 70% oceniło tę kwestię „bardzo dobrze”, a 30% dobrze (rys. 5.21).



RYSUNEK 5.21. Ocena korzyści zawodowych z usług doradczych (posttest)

ŹRÓDŁO: opracowanie własne.

W pytaniu otwartym dotyczącym sugestii usprawnień w usługach doradczych respondenci wskazywali na swoje zadowolenie ze świadczonej usługi, podkreślając dostosowanie jej do potrzeb klienta, sprawne przeprowadzenie oraz wartościowe spotkania projektowe.

Podsumowanie

Wdrożenie *Building Information Modeling* w branży budowlanej stwarza znaczne możliwości poprawy efektywności projektowania, budowy i zarządzania nieruchomościami. Zaspokajając potrzeby związane z tworzeniem precyzyjnych projektów, lepszą koordynacją procesu budowlanego, zmniejszeniem kosztów, poprawą jakości oraz skróceniem czasu realizacji, BIM może stać się kluczowym narzędziem dla nowoczesnych projektów budowlanych.

W monografii przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w projekcie „Cyfryzacja procesu produkcyjnego w budownictwie – Polskie Centrum BIM” (POIR.02.03.07-20-0001/21) realizowanym w ramach Polskiego Klastra Budowlanego. Podzielono je na trzy etapy. W pierwszym etapie badań oceniono stan wdrożenia BIM w Polsce. W drugim podjęto próbę identyfikacji trendów w rozwoju BIM oraz oceny znaczenia czynników sprzyjających, a także barier rozwoju BIM. Etap trzeci to ocena szkoleń i usług doradczych oferowanych w ramach Centrum Kompetencji BIM.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że poziom dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce, który odzwierciedla stopień zaawansowania w korzystaniu z tej technologii, jest bardzo niski. Widoczne są wprawdzie coraz większa znajomość zagadnienia wśród przedsiębiorstw na rynku oraz bardziej zaawansowane wdrożenia rozwiązań związanych z BIM przede wszystkim w przedsiębiorstwach projektowych i tych o zasięgu międzynarodowym, ale nadal istotnym ograniczeniem jest brak właściwego rozumienia koncepcji, nawet w organizacjach, które ją wdrożyły. Problemem jest myślenie o BIM w zakresie zawężonym do wybranego projektu budowlanego czy zakupu oprogramowania. Błędne rozumienie koncepcji BIM powoduje rozpatrywanie tej technologii i korzyści, które przynosi, na poziomie pojedynczej organizacji, a nie całego projektu czy portfolio projektów.

Wyniki badań potwierdzają, że przedstawiciele przedsiębiorstw budowlanych w Polsce mają raczej małą wiedzę na temat BIM. Wynika to z ich małego lub w ogóle braku doświadczenia w realizacji projektów z wykorzystaniem BIM. Połowa badanych deklaruje jednak, że ma kontakt z BIM w pracy zawodowej. Jako źródła wiedzy o nim przedsiębiorstwa wskazują: portale branżowe i społecznościowe, szkolenia i warsztaty, prasę branżową, publikacje naukowe, konferencje i seminaria, a także doświadczenie nabyte w pracy zawodowej. Najrzadziej jako źródła informacji o BIM wskazywane były studia wyższe i podyplomowe.

Wyniki badań wskazują, że BIM otwiera nowe możliwości w sposobie projektowania, budowy i zarządzania obiektami budowlanymi, a jego zastosowanie oferuje wiele korzyści w porównaniu z konwencjonalnym podejściem. Do głównych korzyści wynikających z wdrożenia technologii zaliczyć można:

- lepszy projekt (z mniejszą liczbą błędów, umożliwiający wariantowanie, tworzenie wizualizacji, analiz energetycznych, kosztowych itp.) oraz zwiększony poziom kontroli i mniejszą liczbę błędów na etapie realizacji projektu inwestycyjnego;
- zwiększenie zakresu i jakości oferowanych usług, poprawę wizerunku, wzrost konkurencyjności i zysków przedsiębiorstwa;
- redukcję kosztów, łatwiejsze planowanie i wzrost terminowości realizacji inwestycji budowlanych.

Wdrożenie BIM umożliwia wszystkim uczestnikom projektu dostęp do aktualnych informacji o modelowanym obiekcie i danych związanych z projektem. Ogranicza to ryzyko hamowania postępu prac budowlanych ze względu na nieefektywne przekazywanie informacji między różnymi podmiotami biorącymi udział w procesie budowlanym. Warunkiem skuteczności jest praca wszystkich uczestników w jednym środowisku na BIM serwerze. Stały dostęp do danych należy rozumieć jednak jako dostęp do informacji w momencie, kiedy są one zweryfikowane, sprawdzone i gotowe, żeby się nimi podzielić. Podkreślić należy także znaczenie informacji wzbogacających model w całym cyklu życia budynku.

Wdrożenie BIM pozwala również na właściwe planowanie inwestycji budowlanej. Etap ten jest kluczowy dla późniejszej skutecznej realizacji projektu, a obecnie faza planowania projektu w Polsce jest bardzo ograniczona lub nie występuje. Istotne jest ograniczenie ryzyka finansowego dzięki BIM, co ma szczególne znaczenie przy dokładniejszym szacowaniu ofert i w związku z tym większej konkurencyjności podczas przetargów. Ponadto bardziej precyzyjne kalkulacje kosztów w BIM zapewniają obniżenie wydatków i wzrost zysków przedsiębiorstw. Jego wdrożenie może też być wykorzystane jako element promocyjny i w efekcie może się przyczynić do budowania pozytywnego wizerunku przedsiębiorstwa na rynku.

Mimo wielu korzyści wynikających ze stosowania BIM występują różnego rodzaju bariery, które mogą utrudniać pełne wykorzystanie potencjału tej innowacyjnej technologii. Bariery upowszechnienia BIM, z którymi zmagają się przedsiębiorstwa w Polsce, to przede wszystkim:

- niskie wynagrodzenie za opracowanie dokumentacji projektowej i realizację inwestycji oraz obawa przed zmianami;
- brak regulacji prawnych oraz trudności zarówno w znalezieniu kooperantów, jak i realizacji projektów w obecnych warunkach rynkowych;
- brak specjalistów, wiedzy oraz wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM;
- traktowanie BIM jako mody i narzuconego sposobu współpracy.

Bariery upowszechnienia technologii to zatem głównie ograniczenia finansowe, w mniejszym stopniu kwestie prawne czy techniczne. Bariery finansowe wynikają z wysokich przewidywanych kosztów początkowych inwestycji w BIM oraz niedostosowania realiów realizacji projektów do wymagań BIM – pracochłonności i wysokich kosztów projektowania, niskiego wynagrodzenia za opracowanie dokumentacji projektowej i za realizację inwestycji z zastosowaniem BIM, a także braku możliwości szybkiego zwrotu poniesionych wysokich nakładów ze względu na małą liczbę inwestycji realizowanych na rynku.

Bariery personalne wynikają z braku wyszkolonych kadr czy trudności w komunikacji i we wzajemnym zrozumieniu kadry zarządzającej i osób, które pracują na poziomie operacyjnym. Istotne są także opór na zmiany i brak zaufania do nowej technologii. Pracownicy obawiają się trudności wynikających z konieczności zdobywania nowej wiedzy, umiejętności, często są przyzwyczajeni do projektowania i pracy w sposób tradycyjny. Ograniczeniem są też istniejące rozwiązania prawne – brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM, brak wymagań w zakresie stosowania jednakowych standardów w zakresie BIM oraz zachodnie standardy i oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe czy prawne. Bardzo ważną barierą jest również brak świadomości w branży, czym jest BIM i jakie niesie korzyści. Traktowanie go jako mody i narzuconego sposobu współpracy najczęściej prowadzi do nieporozumień, wpływa na jakość i czas realizowanego projektu.

Spostrzeżenia odnośnie do tego, jak będzie kształtował się poziom dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce za 5–10 lat, są raczej pesymistyczne, co się nie zmienia, dopóki nie zmieni się podejście w branży, która z modeli BIM zacznie korzystać właściwie. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że pomimo tego, że na polskim rynku budowlanym są przedsiębiorstwa, które są bardzo wysoko zaawansowane jeżeli chodzi o stosowanie BIM, duża część branży nie jest w pełni świadoma, czym jest BIM i nie wiąże jego wdrożenia z wyraźnie sprecyzowanymi celami biznesowymi. Dynamiczny rozwój nowoczesnego zarządzania procesem budowlanym w Polsce jest trudny ze względu na hermetyczność branży i problemy, które identyfikuje się w budownictwie – brak odpowiedzialności za całość projektu, koncentracja na celach krótkoterminowych i osiąganiu własnych zysków oraz ograniczona wymiana informacji wynikająca z niskiego zaufania.

Wśród analizowanych trendów w rozwoju BIM zidentyfikowano: rozwój rozwiązań chmurowych, które będą odgrywać kluczową rolę w umożliwianiu współpracy i udostępnianiu danych w projektach BIM; rozwój narzędzi umożliwiających coraz bardziej zaawansowane modelowanie i symulację; coraz szerszą integrację BIM z technologią internetu rzeczy, co umożliwia monitorowanie i kontrolowanie elementów budynków w czasie rzeczywistym; rozwój otwartych formatów wymiany danych poprawiających interoperacyjność między różnymi platformami i narzędziami; rozwój narzędzi wizualizacyjnych, w tym rzeczywistości wirtualnej (VR), które umożliwią interaktywne doświadczenia przestrzenne; wzrost wykorzystania BIM w całym cyklu życia budynku; wzrost liczby kierunków kształcenia na uczelniach wyższych i liczby firm szkoleniowych edukujących z zakresu BIM; zastępowanie tradycyjnych

rysunków i dokumentacji cyfrowymi modelami i dokumentacją, co zwiększy dostępność i aktualność informacji; wprowadzenie zmian w polskim systemie prawnym dotyczących wymogu realizacji inwestycji budowlanych z wykorzystaniem BIM; poprawę współpracy między uczestnikami projektu budowlanego dzięki upowszechnieniu BIM oraz wdrożenie skutecznych strategii komunikacji i edukacji o BIM.

Wnioski z badań wskazują, że zarówno kwestia kształcenia specjalistów BIM, którzy są w stanie efektywnie korzystać z technologii, jak i rozwój otwartych formatów wymiany danych (IFC) umożliwiających płynną wymianę informacji między różnymi platformami i narzędziami BIM są nie tylko najbardziej istotne dla rozwoju BIM, lecz także najbardziej prawdopodobne do realizacji w ciągu 5–10 lat w Polsce.

Czynnikami, które w największym stopniu mogą sprzyjać rozwojowi BIM w Polsce, są zmiany w prawie zamówień publicznych (wprowadzenie zmian w ustawie o zamówieniach publicznych oraz obowiązek wykorzystywania BIM w przetargach publicznych), wprowadzenie skutecznego systemu szkoleń i edukacji w zakresie BIM dla przedstawicieli branży, a także opracowanie i wdrożenie odpowiednich instrumentów fiskalnych zapewniających wsparcie finansowe przy projektach. Wyniki badań wskazują też, że zmiany nie muszą być obligatoryjne dla wszystkich, lecz wprowadzane stopniowo, a ich inicjatorami i prekursorami wdrożeń rozwiązań BIM powinny być większe przedsiębiorstwa, organizacje realizujące skomplikowane projekty, generalni wykonawcy. Natomiast wzrost liczby projektów realizowanych na podstawie BIM spowoduje jego popularyzację także wśród podwykonawców i mniejszych podmiotów na rynku budowlanym.

Rozwój BIM w Polsce wynikać będzie również z wdrażania tej metody nie tylko na etapie projektowania i budowy budynków, lecz także w całym cyklu ich życia. Jest to podejście, którego celem jest stworzenie i wykorzystanie cyfrowego modelu budynku, pozwalającego na szybką wymianę informacji i lepszą współpracę między różnymi podmiotami. Aby przyszłość BIM w Polsce była jeszcze bardziej obiecująca, konieczne będzie skoncentrowanie się na skutecznych strategiach komunikacji i edukacji o BIM, zwłaszcza w kontekście przekonania uczestników rynku budowlanego do korzyści płynących z wdrożenia tej innowacyjnej technologii.

Niezwykle ważne dla rozwoju BIM w Polsce są odpowiednie kompetencje kadry w branży budowlanej. Istotne są działania edukacyjne mające na celu zwiększenie świadomości wszystkich uczestników procesu oraz rozpowszechnianie informacji o korzyściach wynikających z wykorzystania BIM. Działania szkoleniowe powinny być realizowane na konkretnych przykładach oraz odpowiadać potrzebom przedstawicieli różnych grup interesariuszy – producentów, projektantów, inwestorów prywatnych i publicznych, generalnych wykonawców, podwykonawców oraz zarządców i właścicieli obiektów.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że zakres oferowanych szkoleń i usług doradczych z zakresu BIM powinien być szeroki. Pracownicy przedsiębiorstw budowlanych nie posiadają bowiem wiedzy, doświadczenia i kwalifikacji niezbędnych

w realizacji inwestycji budowlanych w BIM. Jednocześnie oferowane szkolenia powinny być na tyle kompleksowe, żeby zapewnić nabycie wielu kompetencji kluczowych, niezbędnych w stosowaniu BIM.

Lukę kompetencyjną wypełnić mogą usługi szkoleniowe i doradcze, jak np. te oferowane przez działające przy Polskim Kłastrze Budowlanym Polskie Centrum Kompetencji BIM, które prowadzi szkolenia z zakresu inteligentnego modelowania budynku. Usługi szkoleniowe mają wymiar praktyczny, który jest unikatowy na rynku, gdyż za podstawowy materiał szkoleniowy wykorzystują cyfrowy model rzeczywiście wybudowanego budynku w BIM.

Zaproponowana oferta sześciu szkoleń w Centrum Kompetencji BIM uwzględnia nabycie większości zidentyfikowanych kompetencji niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM. Najbardziej kompleksowe szkolenia zapewniające nabycie większości pożądaných kompetencji to Koordynator BIM w organizacji oraz Inwentaryzacje w architekturze z wykorzystaniem chmury punktów (BIM). Głównymi przyczynami, z powodu których przedstawiciele przedsiębiorstw Polskiego Klastra Budowlanego decydują się na udział w szkoleniach z zakresu BIM, są podniesienie umiejętności zawodowych, poszerzenie wiedzy, nabycie nowych kompetencji zawodowych, chęć wdrożenia BIM w przedsiębiorstwie czy zwiększenie jego konkurencyjności. Tematyka BIM stanowi nowość dla większości pracowników badanych przedsiębiorstw, którzy nie posiadają wiedzy i doświadczenia w tym obszarze.

Ważny jest także wybór właściwej formy szkolenia. Według przeprowadzonych badań preferowana jest forma hybrydowa – realizowana częściowo w siedzibie instytucji szkoleniowej, częściowo w przedsiębiorstwie. Oferowane usługi doradcze powinny mieć indywidualny charakter odnośnie do treści i miejsca świadczenia usług. Zdaniem badanych najdogodniejszym miejscem świadczenia usług doradczych jest siedziba przedsiębiorstwa.

W związku z tym, że tematyka BIM jest bardzo szeroka i dotyczy wielu problemów społecznych i technicznych i prawnych, przedstawione wyniki badań nie wyczerpują listy zagadnień związanych z BIM. Jako rekomendacje przyszłych badań można zaproponować analizę zastosowania BIM we wsparciu celów zrównoważonego rozwoju w projektach budowlanych, rozwój nowych strategii zarządzania danymi generowanymi przez modele BIM, ich przechowywaniem, udostępnianiem, aktualizacją i ochroną w celu zwiększenia efektywności zarządzania projektami i ułatwienia współpracy międzybranżowej, rozwoju narzędzi do monitorowania i kontroli postępu prac w czasie rzeczywistym, optymalizacji procesów konstrukcyjnych przy użyciu BIM czy analizy ekonomicznej i społecznej jego zastosowania.

Literatura

1. Abbasnejad B., Moeinzadeh S.S., Ahankoob A., Wong P.S.P., *The Role of Collaboration in the Implementation of BIM-Enabled Projects*, w: *Handbook of Research on Driving Transformational Change in the Digital Built Environment*, red. J. Underwood, M. Shelbourn, IGI Global, Hershey 2021, s. 27–62.
2. Adamus Ł., *Modelowanie informacji o budynku (BIM): podstawy teoretyczne*, „Prace Instytutu Techniki Budowlanej” 2012, R. 41, nr 4, s. 13–26.
3. Ademci E., Gundes S., *Review of studies on BIM adoption in AEC industry*, 5th International Project and Construction Management Conference (IPCMC) Proceedings 2018, s. 1046–1055.
4. Alkhatib F., Mohsen Alawag A., *Building Information Modelling (BIM) and Energy Performance of Building – A Review*, „Journal of Applied Artificial Intelligence” 2021, Vol. 2 (1), s. 22–31.
5. Alreshidi E., Mourshed M., Rezgui Y., *Factors for effective BIM governance*, „Journal of Building Engineering” 2017, Vol. 10, s. 89–101.
6. Antal, *Rozwój Building Information Modeling w Polsce*, 2017, <https://antal.pl/wiedza/raport/rozwoj-building-information-modeling-w-polsce> [dostęp: 27.12.2023].
7. Apollo M., Grzyl B., *Aktualny stan wdrożenia BIM w polskich firmach budowlanych*, „Materiały Budowlane” 2023, nr 606, s. 28–31.
8. Autodesk, *Raport z badania. BIM, współpraca, chmura w polskim budownictwie*, Warszawa 2019, https://www.zgpz.itb.org.pl/wp-content/uploads/2019/11/2Raport_Autodesk_Chmura_A4_14_10_roz.pdf [dostęp: 30.07.2023].
9. Bałazy A., *Wprowadzenie do openBIM*, <https://bimagination.pl/wprowadzenie-do-openbim/> [dostęp: 20.03.2024].
10. Bednarczyk R. et al., *BIM Standard PL*, Polski Związek Pracodawców Budownictwa, Warszawa 2020, <https://www.gov.pl/web/uzp/bim-standard-pl> [dostęp: 20.03.2024].
11. Bew M., Richards M., *BIM Maturity Model*, paper presented at the Construct IT Autumn 2008 Members’ Meeting, Brighton, UK.
12. *BIM adoption in Nordic countries*, <https://www.bimspot.io/blogs/bim-adoption-nordic-countries/> [dostęp: 20.03.2024].
13. *BIM Collaboration Format (BCF)*, <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/bim-collaboration-format-bcf/> [dostęp: 20.03.2024].
14. *BIM Implementation BIM 3D through 7D*, <https://www.elogictech.com/blog/bim-implementation-bim-3d-through-bim-7d> [dostęp: 20.03.2024].
15. *BIM – innowacyjne podejście do zamówień publicznych w sektorze budowlanym*, red. J. Pożarowska, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa–Gdańsk 2022, <https://www.gov.pl/web/uzp/bim---innowacyjne-podejscie-do-zamowien-publicznych-w-sektorze-budowlanym> [dostęp: 20.03.2024].

16. BIM Klaster, *Onas*, <https://www.bimklaster.org.pl/bim-klaster/o-nas/> [dostęp: 20.03.2024].
17. Bohatkiewicz J., Bohatkiewicz J., *Rozwój systemów projektowania i zarządzania w budownictwie drogowym – od Euklidesa i systemów CAD do eLBIM w terenach wrażliwych środowiskowo i społecznie*, „Budownictwo i Architektura” 2016, nr 15 (1), s. 269–279.
18. Borkowski A.S., *Wdrożenie BIM w przedsiębiorstwie projektowym*, „Izolacje” 2023, nr 9, s. 30–34.
19. Bouška R., *Evaluation of maturity of BIM tools across different software platforms*, „Procedia Engineering” 2016, Vol. 164, s. 481–486.
20. Bråthen K., *Collaboration with BIM – Learning from the front runners in the Norwegian industry*, „Procedia Economics and Finance” 2015, Vol. 21, s. 439–445.
21. British Standard Institution, *B/555 Roadmap (February 2015 Update). Design, Construction & Operational Data & Process Management for the Built Environment*, 2015.
22. Bukowski H., Fabrycka W., *Budownictwo w obiegu zamkniętym w praktyce*, INNOWO, Warszawa 2019.
23. Cheng J., Huang L., Jiang L., Chen J., Chen W., He Y., *Fostering Knowledge Collaboration in Construction Projects: The Role of BIM Application*, „Buildings” 2023, Vol. 13 (3), 812.
24. Club Managers Association of America, *CMAA Owners Survey 2005 – CMAA Industry Report 2007*, www.cmaa.org/surveys.aspx [dostęp: 20.03.2024].
25. *Complete Guide to BIM Maturity Levels*, <https://pinnacleinfotech.com/complete-guide-to-bim-maturity-levels/> [dostęp: 20.03.2024].
26. Dainty A.J.R., Briscoe G.H., Millet S.J., *New perspective on construction supply chain integration*, „Supply Chain Management: An International Journal” 2001, Vol. 6 (4), s. 168–169.
27. Drzazga M., *BIM – zapis informacji o przedsięwzięciu budowlanym (projektowanie 5D)*, „Przegląd Budowlany” 2016, nr 6, s. 33–37.
28. Enegbuma W.I., Aliagha U.G., Ali K.N., *Preliminary building information modelling adoption model in Malaysia*, „Construction Innovation” 2014, Vol. 14 (4), s. 408–432.
29. Glinka S., Strach M., *Zastosowanie technologii BIM (Building Information Modeling) w geodezyjnej obsłudze budowy tras kolejowych*, „Transport Miejski i Regionalny” 2020, nr 7, s. 27–33.
30. Górecki J., Bizon-Górecka J., *Problemy realizacyjne budowlanych przedsięwzięć drogowych*, „Autobusy” 2017, nr 12, s. 1733–1737.
31. Gorgolewski Ł., *BIM i jego wdrażanie w Polsce*, „Inżynier Budownictwa” 2021, nr 2, s. 44–47.
32. Grzyl B., Apollo M., Miszewska-Urbańska E., *Building Information Modeling – analiza zakresu i stanu implementacji w polskiej branży budowlanej*, „Autobusy” 2016, nr 12, s. 1762–1768.
33. Hague P., *Badania marketingowe. Planowanie, metodologia i ocena wyników*, Helion, Gliwice 2002.
34. Howiacki T., *BIM. Perspektywy w branży żelbetowej*, „Builder” 2018, nr 254 (9), s. 48–51.
35. Huahui L., Deng X., *Interoperability analysis of IFC-based data exchange between heterogeneous BIM software*, „Journal of Civil Engineering and Management” 2018, Vol. 24 (7), s. 537–555.

36. *Industry Foundation Classes (IFC)*, <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc> [dostęp: 20.03.2024].
37. Jamróży M., *BIM w zintegrowanym procesie projektowym*, „Środowisko Mieszkaniowe” 2017, nr 21, s. 25–31.
38. Janczura S., *BIM w prefabrykacji*, „Nowoczesne Hale” 2017, nr 3, s. 70–76.
39. Januszkiewicz K., Kowalski K., *Modelowanie informacji budowlanych w technologii BIM – rola modelu parametrycznego*, „Architecturae et Artibus” 2020, nr 12 (4), s. 18–41.
40. Kasznia D., *BIM dla sektora publicznego – zagadnienia związane z wymaganiami informacyjnymi zamawiającego*, <https://gov.pl/web/uzp/bim-dla-sektora-publicznego-zagadnienia-zwiazane-z-wymaganiami-informacyjnymi-zamawiajacego2> [dostęp: 20.03.2024].
41. Kasznia D., *Wersje BIM*, „Materiały Budowlane” 2017, nr 539, s. 76–77.
42. Kasznia D., Magiera J., Wierzowiecki P., *BIM w praktyce*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2022.
43. Kogut P., Tomana A., *BIM – technologie informatyczne od projektu do eksploatacji budowl*, I Konferencja Naukowo Techniczna PZITB, Kraków 2013.
44. Kosiedowski W., Wirkus M., *Bariery i ograniczenia wdrażania technologii BIM – wyniki badań pilotażowych*, „Builder” 2021, nr 10, s. 28–31.
45. Kuźmich K., Ryciuk U., Glińska E., Kiryluk H., Rollnik-Sadowska E., *Perspectives of mobility development in remote areas attractive to tourists*, „Economics and Environment” 2022, Vol. 80 (1), s. 150–188.
46. Laakso M., Nyman L., *Exploring the Relationship between Research and BIM Standardization: A Systematic Mapping of Early Studies on the IFC Standard (1997–2007)*, „Buildings” 2016, Vol. 6 (1), 7.
47. McPartland R., *BIM Levels explained*, <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained> [dostęp: 20.03.2024].
48. Malewczyk M., *The usage of the openBIM idea in architectural design on the example of Blender and BlenderBIM add-on*, „Architectus” 2021, Vol. 2 (66), s. 99–104.
49. Maturana S., Alarcon L., Vrsalovic M., *Achieving collaboration in the construction supply chain: an onsite subcontractors’ evaluation methodology*, Proceedings of the 12th Conference of the International Group for Lean Construction, Elsinore, Dinamarca 2004.
50. Ministerstwo Rozwoju i Technologii, *BIM w Polsce oczami branży 2021*, Warszawa 2021, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/podsumowanie-wynikow-ankiety-bim-w-polsce-oczami-branzy---2021> [dostęp: 30.08.2023].
51. Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii, *BIM w Polsce*, 2021, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/bim-w-polsce> [dostęp: 20.03.2024].
52. Nalepka M., Mrozek R., *Zalety i wady technologii BIM*, „Builder” 2017, nr 21 (6), s. 118–123.
53. Nawrot J., *Wykorzystanie technologii BIM w procesie eksploatacji budynku*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej” 2018, nr 24, s. 249–254.
54. Nwodo M., Anumba Ch.J., Asadi S., *BIM-Based Life Cycle Assessment and Costing of Buildings: Current Trends and Opportunities*, Conference: ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering, 2017.

55. Onungwa I., Olugu-Uduma N., Shelden D.R., *Cloud BIM Technology as a Means of Collaboration and Project Integration in Smart Cities*, „SAGE Open” 2021, Vol. 11 (3), s. 1–9.
56. Pathak B., *Top Countries that are Leading BIM Adoption in the World*, <https://www.bim-servicesindia.com/blog/leading-bim-adoption-countries-in-world/> [dostęp: 20.03.2024].
57. Pinho T., Telhada J., Carvalho M.S., *Definition of a Supply Chain Management model in construction – case study*, Proceedings 15th IGLC Conference, 18–20 July 2007, Michigan.
58. Polski Klaster Budowlany, *Cyfryzacja procesu produkcyjnego w budownictwie*, <https://polskiklaster.pl/projekty/cyfryzacja-procesu-produkcyjnego-w-budownictwie/> [dostęp: 7.01.2024].
59. Polskie Centrum BIM, <https://polskiecentrumbim.pl/> [dostęp: 29.12.2023].
60. *Powiązanie wymagań technicznych dotyczących drogowych obiektów inżynierskich z technologią BIM*, oprac. J. Rymśa, M. Salamak, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2021, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/bim> [dostęp: 20.03.2024].
61. Ramonell C., Chacón R., Posada H., *Knowledge graph-based data integration system for digital twins of built assets*, „Automation in Construction” 2023, Vol. 156, 105109.
62. Ryciuk U., *Koncepcja i specyfika łańcucha dostaw w budownictwie*, „Przedsiębiorczość i Zarządzanie” 2014, t. 15, z. 6, cz. 1, s. 429–439.
63. Ryciuk U., *Zaufanie międzyorganizacyjne w łańcuchach dostaw w budownictwie*, PWN, Warszawa 2016.
64. Sacks R., Pikas E., *Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management. I: Industry Requirements, State of the Art, and Gap Analysis*, „Journal of Construction Engineering and Management” 2013, Vol. 139 (11).
65. Saka A.B., Chan D.W.M., *Knowledge, skills and functionalities requirements for quantity surveyors in building information modelling (BIM) work environment: an international Delphi study*, „Architectural Engineering and Design Management” 2020, Vol. 16 (9), s. 227–246.
66. Salamak M., Drzyzga W., *Transformacja cyfrowa w budownictwie infrastrukturalnym*, „Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne” 2021, nr 3 (96), s. 94–97.
67. Salamak M., Januszka M., Płaszczyk T., *Technologia BIM+AR w zarządzaniu infrastrukturą kolejową*, „Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji w Krakowie” 2016, nr 3 (110), s. 137–151.
68. Salamak M., Kasznia D., *Technologia BIM w projektach mostowych jako element rewolucji przemysłowej 4.0*, „Mosty” 2017, nr 6, s. 34–40.
69. Sompolgrunk A., Banihashemi S., Mohandes S.R., *Building information modelling (BIM) and the return on investment: a systematic analysis*, „Construction Innovation” 2023, Vol. 23 (1), s. 129–154.
70. *Stan wdrożenia BIM w 2021 roku: porównanie 7 krajów*, <https://www.planradar.com/pl/stan-wdrozenia-bim-w-2021-roku-porownanie-7-krajow/> [dostęp: 20.03.2024].
71. Stolarski K., *Prawo a BIM*, <https://www.izbudujemy.pl/artykuly/1049/Prawo-a-BIM> [dostęp: 4.11.2023].
72. Succar B., *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*, „Automation in Construction” 2009, Vol. 18, s. 357–375.
73. Szarata A., *Nowoczesne technologie w budownictwie LiDAR, BIM, GIS, AI – wybrane zagadnienia*, „Przegląd Budowlany” 2022, nr 3–4, s. 64–69.

74. Szóstak M., *Wymagania Zamawiających w zakresie stosowania technologii BIM w zamówieniach publicznych*, „Przegląd Budowlany” 2023, nr 1–2, s. 43–47.
75. Szumski P., *Rewolucja nadchodzi*, „Biuletyn Informacyjny” 2017, nr 1 (56), <https://pdl.piib.org.pl/> [dostęp: 21.08.2023].
76. Tang S., Shelden R.D., Eastman Ch.M., Pishdad-Bozorgi P., Gao X., *A review of building information modelling (BIM) and the internet of things (IoT) devices integration: Present status and future trends*, „Automation in Construction” 2019, Vol. 101, s. 127–139.
77. Teng Y., Xu J., Pan W., Zhang Y., *A systematic review of the integration of building information modelling into life cycle assessment*, „Building and Environment” 2022, Vol. 221, 109260.
78. Tomana A., *BIM – nowe rozwiązanie dla budownictwa*, „Builder” 2012, nr 1, s. 48–49.
79. Tomana A., *BIM w Polsce*, „Builder” 2013, nr 9, s. 52–54.
80. Tomana A., *BIM. Innowacyjna technologia w budownictwie. Podstawy, standardy, narzędzia*, PWB Media Zdziebłowski, Kraków–Warszawa 2016.
81. *The True Potential of BIM for the Construction Industry*, <https://www.monarch-innovation.com/the-true-potential-of-bim-for-the-construction-industry> [dostęp: 15.08.2023].
82. *The 2023 global guide to BIM mandates and initiatives*, <https://business.bimobject.com/pl/materialy/globalny-przewodnik-po-przepisach-i-inicjatywach-bim/> [dostęp: 20.03.2024].
83. Ustinovičius L., Walasek D., Rasiulis R., Cepurnaite J., *Wdrażanie technologii informacyjnych w budownictwie – praktyczne studium przypadku*, „Economics and Management” 2015, Vol. 1, s. 290–310.
84. Vilutiene T., Kalibatiene D., Hosseini M.R., Pellicer E., Zavadskas E.K., *Building Information Modeling (BIM) for Structural Engineering: A Bibliometric Analysis of the Literature*, „Advances in Civil Engineering” 2019, Vol. 1.
85. Walczak Z., Szymczak-Graczyk A., Walczak N., *BIM jako narzędzie przyszłości w projektowaniu i rewitalizacji obiektów budowlanych*, „Przegląd Budowlany” 2017, nr 1, s. 20–26.
86. *What Are BIM Dimensions? 3D-10D Explained*, <https://www.technostructacademy.com/blog/what-are-bim-dimensions-3d-10d-explained/> [dostęp: 20.09.2024].
87. *Which countries are leading in the BIM adoption across world?*, <https://www.qecad.com/cadblog/which-countries-are-leading-the-bim-adoption-across-world/> [dostęp: 20.03.2024].
88. Wong J., Wang X., Li H., Chan G., Li H., *A review of cloud-based BIM technology in the construction sector*, „Journal of Information Technology in Construction” 2014, Vol. 19, s. 281–291.
89. *Wprowadzenie do stosowania technologii BIM w budownictwie drogowym*, oprac. J. Magiera, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa 2022, <https://www.gov.pl/web/infrastruktura/bim> [dostęp: 20.03.2024].
90. Wu Ch., Xu B., Mao Ch., Li X., *Overview of BIM maturity measurement tools*, „Journal of Information Technology in Construction” 2017, Vol. 22, s. 34–62.
91. Xue X., Wang Y., Shen Q., Yu X., *Coordination mechanisms for construction supply chain management in the Internet environment*, „International Journal of Project Management” 2017, Vol. 25, s. 150–151.
92. Zabielski J., *Poziom wdrożenia technologii BIM w procesie kształcenia budowlanego w Polsce*, „Przegląd Budowlany” 2023, nr 3–4, s. 88–94.

93. Zima K., Plebankiewicz E., Wieczorek D., *A SWOT Analysis of the Use of BIM Technology in the Polish Construction Industry*, „Buildings” 2020, Vol. 10 (1), 16.

Aneks

Załącznik nr 1. Scenariusz zogniskowanego wywiadu grupowego – stan wdrożenia BIM w Polsce

- Czy według Pani/Pana istnieje specyfika przedsiębiorstw, które wdrażają BIM w Polsce? Jeżeli tak, czym one się charakteryzują?
- Jakie korzyści identyfikują Państwo z wdrożenia BIM w polskich przedsiębiorstwach?
- Jakie są bariery wdrożenia / rozwoju stosowania BIM w polskich przedsiębiorstwach?
- Jakie czynniki prawne, ekonomiczne, technologiczne będą wpływały na wdrożenie metodyki BIM w Polsce w perspektywie 5–10 lat?
- Jak oceniają Państwo możliwości wdrożenia BIM wśród uczestników łańcucha wartości procesu budowlanego w Polsce?
- Jakiego ryzyka można uniknąć przy realizacji projektów metodyką BIM?
- Jaki jest obecny poziom dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce?
- Jaki poziom dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce można przewidywać w perspektywie 5–10 lat?
- Jakie są najskuteczniejsze sposoby komunikacji o BIM dla polskich przedsiębiorstw?
- Jakie działania są potrzebne do zwiększenia wykorzystania BIM w Polsce?

Załącznik nr 2. Kwestionariusz badania ankietowego – stan wdrożenia BIM w Polsce

A. Proszę wskazać, skąd Pani/Pan czerpie wiedzę o BIM?

Proszę ocenić częstotliwość korzystania z wymienionych źródeł w skali od 1 do 7, gdzie 1 oznacza „bardzo rzadko”, a 7 „bardzo często”.

	Źródła	1	2	3	4	5	6	7
A1	szkolenia, warsztaty, webinaria	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A2	portale branżowe i społecznościowe, blogi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A3	konferencje, seminaria	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A4	targi i wystawy	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A5	prasa branżowa, publikacje naukowe	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A6	studia podyplomowe	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A7	studia wyższe I lub II stopnia	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A8	doświadczenie nabyte w pracy	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A9	wiedza przekazana przez znajomych	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A10	budynki demonstracyjne	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
A11	inne, jakie...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

B. Proszę wskazać, jakie Pani/Pana zdaniem korzyści przynosi zastosowanie BIM w branży budowlanej

Proszę ocenić w skali od 1 do 7, gdzie 1 oznacza „zdecydowanie się nie zgadzam”, a 7 „zdecydowanie się zgadzam”.

	Korzyści	1	2	3	4	5	6	7
B1	wyeliminowanie błędów projektowych, ograniczenie kolizji międzybranżowych	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B2	podniesienie jakości opracowanych projektów	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B3	dokładniejsze przewidywanie i lepsza kontrola kosztów	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B4	poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, co pozwala ocenić spodziewany efekt końcowy i uniknąć nieporozumień w fazie koncepcji	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B5	możliwość wariantowania różnych rozwiązań na wirtualnym modelu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

	Korzyści	1	2	3	4	5	6	7
B6	przeprowadzanie analiz budynku na wczesnym etapie projektowania, które pomagają modelować i monitorować zużycie energii, przepływ ciepła, wzorce oświetlenia itp.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B7	wizualizacja projektowanego obiektu z uwzględnieniem przewidzianego otoczenia, nasłonecznienia	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B8	zwiększony poziom kontroli nad przebiegiem procesu inwestycyjnego	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B9	usprawnienie komunikacji i poprawa współpracy pomiędzy podmiotami zaangażowanymi w przygotowanie i realizację inwestycji	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B10	usprawnienie przedmiarowania i kosztorysowania robót budowlanych na podstawie opracowanych modeli obiektów	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B11	usprawnienie harmonogramowania robót budowlanych	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B12	lepsze planowanie dostaw materiałów i sprzętu na budowę	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B13	dostęp do aktualnych informacji, modelu i danych związanych z konkretnym projektem	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B14	łatwiejsze wprowadzanie zmian w projekcie, aktualizacja kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B15	ograniczenie błędów na etapie realizacji inwestycji budowlanej	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B16	ograniczenie odpadów materiałowych w trakcie realizacji inwestycji budowlanej	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B17	łatwiejsza prefabrykacja, w tym indywidualnych komponentów (zwiększenie udziału modelu „realizacji poza placem budowy”)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B18	wyższa jakość zrealizowanego obiektu budowlanego	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B19	redukcja kosztów realizacji inwestycji budowlanej	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B20	zwiększenie terminowości realizacji inwestycji budowlanych	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B21	symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i usprawnienia w akcjach ratowniczych	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B22	wykorzystanie danych w modelu wirtualnym w systemach zarządzania eksploatacją obiektu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B23	pozyskiwanie informacji na temat elementów i materiałów wykorzystywanych w budowie od momentu projektowania do końca cyklu życia, wspomagające wdrożenie budownictwa cyrkularnego	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

	Korzyści	1	2	3	4	5	6	7
B24	zwiększenie zakresu oferowanych usług	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B25	budowanie dobrego wizerunku przedsiębiorstwa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B26	wzrost zysków przedsiębiorstwa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B27	zwiększenie konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku budowlanym	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
B28	inne, jakie...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

C. Proszę wskazać, jakie Pani/Pana zdaniem bariery ograniczają zastosowanie BIM w branży budowlanej

Proszę ocenić w skali od 1 do 7, gdzie 1 oznacza „zdecydowanie się nie zgadzam”, a 7 „zdecydowanie się zgadzam”.

	Bariery	1	2	3	4	5	6	7
C1	brak specjalistów BIM na rynku pracy	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C2	brak wiedzy na temat BIM oraz możliwości i korzyści płynących z jego wykorzystania	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C3	mała liczba szkoleń z zakresu BIM dla branży budowlanej	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C4	brak szerokiego kształcenia w zakresie wykorzystania BIM na uczelniach technicznych	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C5	wysokie koszty początkowe inwestycji w BIM (zakup oprogramowania, szkolenia pracowników)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C6	długi czas wdrożenia BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C7	niechęć/lęk przed zmianami, obawa przed podniesieniem wymagań w zakresie wiedzy i kwalifikacji stawianych pracownikom	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C8	pracochłonność projektowania na podstawie BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C9	niskie wynagrodzenia za opracowanie dokumentacji projektowej sporządzonej z zastosowaniem BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C10	niskie wynagrodzenia za realizację inwestycji z zastosowaniem BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C11	mała liczba inwestycji realizowanych z zastosowaniem BIM – brak możliwości szybkiego zwrotu poniesionych wysokich nakładów	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C12	niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C13	niedostosowanie realiów realizacji projektów do wymagań BIM (np. zbyt krótkie terminy realizacji projektów, brak czasu na fazę planowania i koncepcyjną projektu)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

	Bariery	1	2	3	4	5	6	7
C14	trudności w znalezieniu kooperantów pracujących na platformie BIM w poszczególnych branżach	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C15	brak wymogu realizacji inwestycji publicznych z zastosowaniem metodyki BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C16	brak uregulowań legislacyjnych sprzyjających BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C17	brak wymagań w zakresie stosowania jednakowych standardów w zakresie BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C18	narzucone zachodnie standardy oraz oprogramowanie, trudne do wprowadzenia w Polsce ze względu na różnice kulturowe, językowe, prawne itp.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C19	traktowanie BIM jako mody/trendu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
C20	inne, jakie...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

D. Proszę wskazać, jakie Pani/Pana zdaniem czynniki mogą sprzyjać procesowi wdrożenia BIM w Polsce

Proszę ocenić w skali od 1 do 7, gdzie 1 oznacza „zdecydowanie się nie zgadzam”, a 7 „zdecydowanie się zgadzam”.

	Czynniki	1	2	3	4	5	6	7
D1	instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D2	sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, prawo budowlane)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D3	wdrożenie polskich standardów BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D4	skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D5	stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D6	postęp cyfryzacji branży budowlanej	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D7	działania ukierunkowane na współpracę w branży w zakresie wdrożenia BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D8	akcje informacyjne na temat możliwości BIM i korzyści płynących z jego wykorzystania	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D9	budowanie świadomości na temat BIM wśród osób odpowiedzialnych za inwestycje publiczne	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D10	rozwój bibliotek BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D11	doradztwo w zakresie wdrożenia (dostęp do ekspertów zewnętrznych, poradników, publikacji)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

	Czynniki	1	2	3	4	5	6	7
D12	budowanie ogólnopolskiej bazy wiedzy o BIM (np. portal internetowy)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D13	opracowanie podręczników dobrych praktyk BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D14	dostęp do budynków demonstracyjnych (demonstracja procesu inwestycyjnego na podstawie o BIM)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
D15	inne, jakie...	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

E. Proszę wskazać, czy zgadza się Pani/Pan z następującymi stwierdzeniami

Proszę ocenić w skali od 1 – „zupełnie się nie zgadzam” do 7 – „zdecydowanie się zgadzam”.

	Stwierdzenie	1	2	3	4	5	6	7
E1	Wdrożenie BIM w budownictwie może się przyczynić do zmniejszenia problemów, z którymi zmagają się branża (brak sprawnego przepływu informacji i ścisłej współpracy pomiędzy uczestnikami procesu, nadmierne koszty, niekiedy niska jakość i długi czas realizacji inwestycji)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E2	Inwestowanie w BIM, jego wdrożenie i edukację jest koniecznością z perspektywy rozwoju mojego przedsiębiorstwa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E3	Moja organizacja jest gotowa na BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E4	Rośnie liczba przedsiębiorstw stosujących narzędzia do modelowania 3D w Polsce	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E5	Rośnie liczba przetargów w BIM w Polsce	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E6	Coraz więcej uczestników rynku budowlanego szkoli się w zakresie BIM	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E7	BIM w perspektywie 5–10 lat będzie stosowany w większości inwestycji w Polsce	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
E8	Mam kontakt z metodyką BIM w pracy zawodowej	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Metryczka

Wielkość przedsiębiorstwa

☐	mikro (<10 pracowników)
☐	małe (10–49 pracowników)
☐	średnie (50–249 pracowników)
☐	duże (250 lub więcej pracowników)

Czas funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku

☐	mniej niż 5 lat
☐	od 6 do 10 lat
☐	od 11 do 15 lat
☐	od 16 do 20 lat
☐	powyżej 20 lat

Zasięg działania przedsiębiorstwa

☐	lokalny (miasto i okolice)
☐	regionalny (województwo, województwa sąsiednie)
☐	krajowy (wiele województw lub cały kraj)
☐	międzynarodowy (kraj oraz poza granicami kraju)

Funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych

☐	architekt
☐	projektant konstrukcji i instalacji
☐	generalny wykonawca/podwykonawca
☐	producent materiałów budowlanych
☐	zarządca/właściciel obiektu
☐	inwestor prywatny/publiczny

Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM w Pani/Pana przedsiębiorstwie

☐	0 projektów
☐	1-2 projekty
☐	3-5 projektów
☐	6-10 projektów
☐	więcej niż 10 projektów

Pani/Pana poziom wiedzy z zakresu BIM (w skali od 1-5)

☐	1 – Nie posiadam wiedzy / posiadam bardzo małą wiedzę z zakresu BIM
☐	2 – Posiadam małą wiedzę z zakresu BIM
☐	3 – Posiadam przeciętną wiedzę z zakresu BIM
☐	4 – Posiadam dużą wiedzę z zakresu BIM
☐	5 – Posiadam bardzo dużą wiedzę z zakresu BIM / Uważam się za eksperta z zakresu BIM

Pani/Pana staż w przedsiębiorstwie

☐	mniej niż 5 lat
☐	od 6 do 10 lat
☐	od 11 do 15 lat
☐	od 16 do 20 lat
☐	powyżej 20 lat

Załącznik nr 3. Kwestionariusz badania metodą delficką – perspektywy rozwoju BIM w branży budowlanej

Szanowna Pani, Szanowny Panie,

zwracamy się z prośbą o wypełnienie ankiety na temat perspektyw wdrożenia BIM w branży budowlanej w Polsce.

Wypełnienie ankiety zajmie ok. 10 minut. Ankieta jest anonimowa i będzie przetwarzana zbiorczo.

Bardzo dziękujemy za poświęcony czas!

Proszę ocenić, jaki jest Pani/Pana poziom wiedzy z zakresu BIM

☐	Nie posiadam wiedzy z zakresu BIM
☐	Posiadam podstawową wiedzę z zakresu BIM
☐	Posiadam przeciętną wiedzę z zakresu BIM
☐	Posiadam dużą wiedzę z zakresu BIM
☐	Uważam się za eksperta z zakresu BIM

Proszę ocenić, jakie bariery ograniczają zastosowanie BIM w branży budowlanej

Oceny należy dokonać w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „zupełnie nieistotne”, a 5 „bardzo istotne”.

1. Ograniczenia finansowe. Wysokie koszty oprogramowania i szkoleń pracowników.
2. Ograniczony dostęp do pracowników z odpowiednimi kompetencjami.
3. Niski poziom wiedzy o BIM, brak świadomości dotyczącej korzyści z wdrożenia BIM.
4. Brak przejrzystych interfejsów w BIM. Nieprzyjazne dla użytkownika oprogramowanie w BIM.
5. Brak sprzyjających rozwiązań prawnych – brak wdrożonych standardów, systemu certyfikacji.
6. Niechęć do zmian wśród pracowników i pozostałych członków procesu inwestycyjnego.
7. Niski poziom zaufania i współpracy pomiędzy uczestnikami procesu inwestycyjnego.
8. Złożoność projektów międzynarodowych wynikająca z różnic kulturowych, bariery językowej oraz różnic prawnych i technicznych występujących w różnych krajach zaangażowanych w inwestycję.
9. Inne, jakie...?

Proszę ocenić, jakie czynniki sprzyjałyby wdrożeniu BIM w branży budowlanej

Oceny należy dokonać w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „zupełnie nieistotne”, a 5 „bardzo istotne”.

1. Sprzyjające prawo zamówień publicznych (ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, BIM w przetargach publicznych).
2. Skuteczny system szkoleń i edukacji w zakresie BIM dla przedstawicieli branży.
3. Zaangażowanie szerokiego grona interesariuszy do realizacji projektów w BIM.
4. Akcje informacyjne w zakresie korzyści BIM.
5. Instrumenty fiskalne zapewniające wsparcie finansowe przy projektach w BIM (np. zwolnienia podatkowe, subwencje).
6. Stopniowe postawienie wymogu stosowania BIM przy projektach budowlanych.
7. Postęp cyfryzacji branży budowlanej.
8. Wdrożenie standardów BIM.
9. Inne, jakie...?

TEZY

Proszę ocenić znaczenie (istotność) 10 tez delfickich odnoszących się do rozwoju wdrożenia BIM w Polsce oraz prawdopodobieństwo ich zaistnienia w perspektywie 5–10 lat

Oceń znaczenie (istotność) tezy dla rozwoju wdrożenia BIM w Polsce w skali 1–5, gdzie 1 – „bardzo małe znaczenie”, a 5 – „bardzo duże znaczenie”.

Oceń prawdopodobieństwo realizacji tezy w perspektywie 5–10 lat w skali 1–5, gdzie 1 – „bardzo małe prawdopodobieństwo”, a 5 – „bardzo duże prawdopodobieństwo”.

1. Chmura obliczeniowa będzie odgrywać kluczową rolę w umożliwianiu współpracy i udostępnianiu danych w projektach BIM.
2. Narzędzia BIM staną się bardziej zaawansowane, umożliwiając modelowanie i symulację aspektów takich jak efekty energetyczne, przepływy wewnętrzne czy analizy strukturalne.
3. BIM będzie integrowane z internetem rzeczy, umożliwiając monitorowanie i kontrolowanie elementów budynków w czasie rzeczywistym.
4. Rozwój otwartych formatów wymiany danych BIM (np. IFC) będzie nadal kluczowy dla poprawy interoperacyjności między różnymi platformami i narzędziami.
5. Rozwinięte zostaną narzędzia wizualizacyjne, w tym technologie rzeczywistości wirtualnej (VR), które umożliwią interaktywne doświadczenia przestrzenne.

6. Wykorzystanie BIM nie ograniczy się tylko do fazy projektowania i budowy, ale będzie się rozciągać na cały cykl życia budynku, ułatwiając zarządzanie i utrzymanie.
7. Wzrośnie liczba kierunków kształcenia na uczelniach wyższych i liczba firm szkoleniowych edukujących z zakresu BIM w odpowiedzi na zapotrzebowanie na specjalistyczne umiejętności pracowników branży budowlanej.
8. Tradycyjne rysunki i dokumentacja zostaną zastąpione cyfrowymi modelami i dokumentacją, co zwiększy dostępność i aktualność informacji.
9. Zmiany w polskim systemie prawnym (m.in. ustawa o zamówieniach publicznych w zakresie BIM, zmiany w ustawie prawo budowlane) dotyczące wymogu realizacji inwestycji budowlanych z wykorzystaniem BIM spowodują, że większość projektów budowlanych będzie wymagała zastosowania metodyki BIM jako standardowego procesu projektowego i realizacyjnego.
10. Upowszechnienie BIM przyczyni się do znaczącej poprawy współpracy między uczestnikami projektu budowlanego.
11. Wdrożenie efektywnych strategii komunikacji i edukacji spowoduje skuteczne upowszechnianie i wykorzystanie BIM w branży budowlanej.

Metryczka

Stanowisko

☐	architekt
☐	projektant konstrukcji/instalacji
☐	generalny wykonawca/podwykonawca
☐	producent materiałów budowlanych
☐	zarządca/właściciel obiektu
☐	inwestor prywatny/publiczny
☐	nauczyciel akademicki
☐	inne,

Pani/Pana staż w przedsiębiorstwie

☐	mniej niż 5 lat
☐	od 6 do 10 lat
☐	od 11 do 15 lat
☐	od 16 do 20 lat
☐	powyżej 20 lat

*Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM, w których Pani uczestniczyła /
Pan uczestniczył*

☐	0 projektów
☐	1–2 projekty
☐	3–5 projektów
☐	6–10 projektów
☐	więcej niż 10 projektów

Załącznik nr 4. Kwestionariusz wywiadu – luka kompetencyjna oraz potrzeby doradcze i szkoleniowe

Wiedza/kompetencje	Ocena istotności poszczególnych pozycji z kolumny (1) w zakresie możliwości rozwoju BIM 1 – zupełnie nieistotne, 5 – bardzo istotne	Ocena wiedzy/kompetencji w zakresie poszczególnych pozycji z kolumny (1) w skali 1–5 1 – brak wiedzy/kompetencji, 5 – bardzo wysoka wiedza/kompetencje	Luka kompetencyjna	Szkolenia i usługi doradcze ukierunkowane na wypełnienie luki kompetencyjnej – numer szkolenia z proponowanych	Szkolenia i usługi doradcze ukierunkowane na wypełnienie luki kompetencyjnej – propozycja własna
(1)	(2)	(3)	(2)–(3)	wykaz szkoleń	
Znajomość procedur związanych z projektowaniem, wykonawstwem i zawieraniem umów					
Zalety i wady BIM w projektowaniu, wykonawstwie i eksploatacji					
Rozwój, rodzaje i specyfika modeli BIM					
Bezpieczeństwo i ochrona danych					
Zarządzanie informacjami					
Umowne i prawne aspekty wdrażania BIM					
Standaryzacja BIM					
Procedury wdrażania BIM					
Podstawowe umiejętności obsługi BIM					
Centralne bazy danych					
Interoperacyjność, wymiana informacji pomiędzy narzędziami					
Możliwość interakcji z modelem BIM					
Zarządzanie zmianami					

Wiedza/kompetencje	Ocena istotności poszczególnych pozycji z kolumny (1) w zakresie możliwości rozwoju BIM 1 – zupełnie nieistotne, 5 – bardzo istotne	Ocena wiedzy/kompetencji w zakresie poszczególnych pozycji z kolumny (1) w skali 1–5 1 – brak wiedzy/kompetencji, 5 – bardzo wysoka wiedza/kompetencje	Luka kompetencyjna	Szkolenia i usługi doradcze ukierunkowane na wypełnienie luki kompetencyjnej – numer szkolenia z proponowanych	Szkolenia i usługi doradcze ukierunkowane na wypełnienie luki kompetencyjnej – propozycja własna
(1)	(2)	(3)	(2)–(3)	wykaz szkoleń	
Możliwość wyodrębnienia specyfikacji i informacji z modelu BIM					
Automatyczne generowanie ilości					
Szybkie generowanie i ocena wielu alternatywnych rozwiązań kosztowych					
Automatyczne generowanie harmonogramu ilości					
Kontrola i planowanie kosztów					
Integracja z bazami danych partnerów projektu (łańcucha dostaw)					
Kalkulacja kosztów całego cyklu życia obiektu					
Sporządzanie przedmiarów robót według określonej standardowej metody pomiaru zgodnie ze specyfikacjami					
Przygotowanie przybliżonego kosztorysu					
Dokumentacja kontraktowa					

Wykaz proponowanych szkoleń

Numer szkolenia	Nazwa szkolenia	Opis
1	Zamówienia publiczne w BIM	Szkolenie będzie obejmowało następujące moduły: BIM zamawiającego; przygotowanie realizacji inwestycji zgodnie z metodyką BIM; opis przedmiotu zamówienia; jakość BIM – kontrola i koordynacja realizacji projektu z wykorzystaniem BIM; EIR, czyli SWZ BIM – sporządzenie dokumentacji przetargowej dla inwestycji realizowanej w BIM; rodzaje postępowań z wymogiem BIM; pozacenowe kryteria oceny ofert – warunki umowy, możliwość zmiany kontraktu i wymagania BIM
2	Koordynator BIM w organizacji	Szkolenie buduje umiejętności uczestników w zakresie zarządzania projektami BIM. Po jego ukończeniu uczestnicy będą w stanie koordynować modele, analizować dokumenty, zapewniać jakość modeli BIM oraz skutecznie zarządzać informacją w procesie inwestycji. Zdobędą umiejętności rozpoznawania i rozwiązywania błędów, a także skutecznego korzystania z platform CDE. Będą gotowi do efektywnej współpracy zespołowej, unikania kolizji oraz administracji projektami w środowisku BIM
3	Cyfryzacja produktów na różnym poziomie szczegółowości	Szkolenie obejmuje praktyczne i teoretyczne umiejętności korzystania z Autodesk Revit. Uczestnicy nauczą się tworzenia i modyfikacji modeli architektonicznych, pracy w zespołach, wykrywania i usuwania kolizji oraz koordynacji projektów. Skupią się na tworzeniu własnych szablonów, pracy z plikami centralnymi, dostosowywaniu parametrów i eksportowaniu do Navisworks. Praktyczne ćwiczenia stanowią główną część programu
4	Konstrukcje budowlane w BIM – Biblioteki BIM	Szkolenie zapewnia wiedzę o standardach i najlepszych praktykach w tworzeniu i wykorzystaniu bibliotek elementów budowlanych, co zwiększa spójność projektów i efektywność pracy
5	Inwentaryzacje w architekturze z wykorzystaniem chmury punktów (BIM)	Szkolenie będzie obejmowało następujące moduły: chmura punktów jako sposób pozyskiwania danych; poziomy szczegółowości – najlepsze praktyki; podstawowe błędy i wyzwania – możliwości i ograniczenia chmur punktów, dobre praktyki określania zakresu modelowania; modelowanie z chmury punktów; modelowanie z chmury punktów w dedykowanym oprogramowaniu; modelowanie komponentów na podstawie częściowych skanów; parametryzacja
6	Skanowanie laserowe w technologii LiDAR	Szkolenie będzie obejmowało następujące moduły: badania nieinwazyjne, metoda fotogrametryczna, LiDAR; pomiar i przygotowanie danych do pracy w oprogramowaniu; przygotowanie i przeprowadzanie skanowania; obróbka danych pod kątem modelowania

Załącznik nr 5. Kwestionariusz badania ankietowego –
ocena szkoleń i usług doradczych oferowanych
w ramach Centrum Kompetencji BIM

Ocena szkoleń

PRETEST

Oczekiwania

1. Co skłoniło Panią/Pana do uczestnictwa w tym szkoleniu?

.....

.....

.....

.....

Poziom wiedzy i doświadczenia przed szkoleniem

2. Jak ocenia Pani/Pan swoją obecną wiedzę w zakresie tematu szkolenia?

Oceń w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „bardzo mała”, a 5 – „bardzo duża”.

1 – bardzo mała	2 – mała	3 – przeciętna	4 – duża	5 – bardzo duża
☐	☐	☐	☐	☐

Uzasadnij ocenę

.....

3. Czy miała Pani / miał Pan wcześniej jakiekolwiek doświadczenie związane z tematem szkolenia?

Oceń w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „bardzo mała”, a 5 – „bardzo duża”.

1 – bardzo małe	2 – małe	3 – przeciętne	4 – duże	5 – bardzo duże
☐	☐	☐	☐	☐

Uzasadnij ocenę

.....

.....

.....

POSTTEST

Satysfakcja – tematyka

1. W jakim zakresie tematyka szkolenia spełniła Pani/Pana oczekiwania?

Oceń w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „bardzo słabo”, a 5 – „bardzo dobrze”.

1 – bardzo słabo	2 – słabo	3 – przeciętnie	4 – dobrze	5 – bardzo dobrze
☐	☐	☐	☐	☐

Uzasadnij ocenę

.....

.....

2. Jak Pani/Pan ocenia jakość prezentowanej treści?

Oceń w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „bardzo słabo”, a 5 – „bardzo dobrze”.

1 – bardzo słabo	2 – słabo	3 – przeciętnie	4 – dobrze	5 – bardzo dobrze
☐	☐	☐	☐	☐

Uzasadnij ocenę

.....

.....

Kompetencje trenera

3. Jak ocenia Pani/Pan wiedzę i kompetencje trenera?

Oceń w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „bardzo słabo”, a 5 – „bardzo dobrze”.

1 – bardzo słabo	2 – słabo	3 – przeciętnie	4 – dobrze	5 – bardzo dobrze
☐	☐	☐	☐	☐

Uzasadnij ocenę

.....

.....

Materiały szkoleniowe

4. Jak ocenia Pani/Pan jakość materiałów szkoleniowych?

Oceń w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „bardzo słabo”, a 5 – „bardzo dobrze”.

1 – bardzo słabo	2 – słabo	3 – przeciętnie	4 – dobrze	5 – bardzo dobrze
☐	☐	☐	☐	☐

Uzasadnij ocenę

.....

.....

Długość szkolenia

5. Jak ocenia Pani/Pan długość trwania szkolenia?

Oceń w skali od 1 do 5, gdzie 1 oznacza „zdecydowanie za długie”, a 5 – „zdecydowanie za krótkie”.

1 – zdecydowanie za długie	2 – nieco za długie	3 – w sam raz	4 – nieco za krótkie	5 – zdecydowanie za krótkie
☐	☐	☐	☐	☐

Uzasadnij ocenę

.....

.....

Forma szkolenia

6. Jaką formę szkolenia Pani/Pan preferuje?

☐	zdalna
☐	stacjonarna
☐	hybrydowa

Metryczka

Stanowisko

☐	architekt
☐	projektant konstrukcji i instalacji
☐	generalny wykonawca/podwykonawca
☐	producent materiałów budowlanych
☐	zarządca/właściciel obiektu
☐	inwestor prywatny/publiczny
☐	nauczyciel akademicki
☐	inne

Pani/Pana staż w przedsiębiorstwie

☐	mniej niż 5 lat
☐	od 6 do 10 lat
☐	od 11 do 15 lat
☐	od 16 do 20 lat
☐	powyżej 20 lat

Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM, w których Pani uczestniczyła / Pan uczestniczył

☐	0 projektów
☐	1-2 projekty
☐	3-5 projektów
☐	6-10 projektów
☐	więcej niż 10 projektów

Ocena usług doradczych

PRETEST

Zakres oczekiwań

1. Jakie są Pani/Pana oczekiwania w zakresie usługi doradczej polegającej na wsparciu podmiotów w procesie wdrożenia BIM we własnej działalności, świadczonej przez Polskie Stowarzyszenie Doradcze i Konsultingowe?

.....

.....

.....

.....

2. Jakie są konkretne problemy lub obszary, na których Pani chciałaby / Pan chciałby skoncentrować się podczas sesji doradczych?

.....

.....

.....

.....

POSTTEST

Ogólna satysfakcja z usługi

1. Jak Pani/Pan ocenia jakość usługi doradczej polegającej na wsparciu podmiotów w procesie wdrożenia BIM we własnej działalności, świadczonej przez Polskie Stowarzyszenie Doradcze i Konsultingowe?

1 – bardzo słabo	2 – słabo	3 – przeciętnie	4 – dobrze	5 – bardzo dobrze
☐	☐	☐	☐	☐

Zakres usługi

2. Jak Pani/Pan ocenia zakres usługi doradczej obejmującej udostępnienie sprzętu, licencji, szkolenia i wsparcie doradców?

1 – bardzo słabo	2 – słabo	3 – przeciętnie	4 – dobrze	5 – bardzo dobrze
☐	☐	☐	☐	☐

3. Jakie są Pani/Pana ewentualne sugestie dotyczące zmiany zakresu usługi doradczej?

.....

.....

.....

.....

Miejsce świadczenia usługi

4. Jakie miejsce świadczenia usługi Pani/Pan preferuje?

☐	w siedzibie przedsiębiorstwa
☐	w Centrum Kompetencji BIM

Kompetencje doradców

5. Jak Pani/Pan ocenia wiedzę i kompetencje doradców w zakresie świadczonych usług?

1 – bardzo słabo	2 – słabo	3 – przeciętnie	4 – dobrze	5 – bardzo dobrze
☐	☐	☐	☐	☐

6. Jak Pani/Pan ocenia komunikację ze strony doradców?

1 – bardzo słabo	2 – słabo	3 – przeciętnie	4 – dobrze	5 – bardzo dobrze
☐	☐	☐	☐	☐

Dostosowanie do indywidualnych potrzeb

7. W jakim zakresie doradcy byli elastyczni i gotowi dostosować się do Pani/Pana oczekiwań?

1 – bardzo słabo	2 – słabo	3 – przeciętnie	4 – dobrze	5 – bardzo dobrze
☐	☐	☐	☐	☐

Skuteczność porad doradczych

8. Czy dostrzega Pani/Pan konkretne korzyści zawodowe wynikające z usług doradczych?

1 – zdecydowanie nie	2 – nie	3 – ani tak ani nie	4 – tak	5 – zdecydowanie tak
☐	☐	☐	☐	☐

9. Czy ma Pani/Pan jakiegokolwiek sugestie dotyczące usprawnień w świadczo-
nych usługach doradczych?

.....

.....

.....

.....

Metryczka

Stanowisko

☐	architekt
☐	projektant konstrukcji i instalacji
☐	generalny wykonawca/podwykonawca
☐	producent materiałów budowlanych
☐	zarządca/właściciel obiektu
☐	inwestor prywatny/publiczny
☐	inne,

Spis tabel

Tabela 1.1.	Korzyści z wdrożenia BIM	17
Tabela 1.2.	Korzyści wdrożenia BIM według grup użytkowników	23
Tabela 1.3.	Bariery wdrożenia BIM	24
Tabela 1.4.	Stan wdrożenia BIM.....	27
Tabela 2.1.	Cele, etapy oraz metody i techniki badawcze	37
Tabela 2.2.	Kodowanie danych	39
Tabela 2.3.	Doświadczenie ekspertów zogniskowanego wywiadu grupowego	40
Tabela 2.4.	Funkcje pełnione przez przedsiębiorstwa podczas realizacji inwestycji – odpowiedzi respondentów	44
Tabela 2.5.	Struktura zawodowa i demograficzna ekspertów	47
Tabela 2.6.	Struktura ekspertów badania jakościowego	51
Tabela 2.7.	Struktura respondentów w badaniu dotyczącym szkoleń	53
Tabela 2.8.	Struktura respondentów (według stanowiska) w badaniu dotyczącym usług doradczych.....	54
Tabela 3.1.	Wypowiedzi respondentów na temat przedsiębiorstw wdrażających BIM w Polsce.....	57
Tabela 3.2.	Deklarowany poziom wiedzy z zakresu BIM a rodzaj przedsiębiorstwa budowlanego	61
Tabela 3.3.	Kontakt z metodyką BIM w pracy zawodowej a rodzaj przedsiębiorstwa budowlanego	62
Tabela 3.4.	Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM	65
Tabela 3.5.	Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM a wielkość przedsiębiorstwa.....	66
Tabela 3.6.	Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM a zasięg działania przedsiębiorstwa	68
Tabela 3.7.	Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM a główna funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych	69
Tabela 3.8.	Ocena wykorzystania źródeł wiedzy o BIM a liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM	70
Tabela 3.9.	Wypowiedzi respondentów na temat poziomu dojrzałości wdrożenia BIM w Polsce.....	72
Tabela 3.10.	Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce.....	74
Tabela 3.11.	Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce a wielkość przedsiębiorstwa	76

Tabela 3.12. Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce a zasięg działania przedsiębiorstwa.....	77
Tabela 3.13. Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce a liczba zrealizowanych projektów w metodyce BIM.....	78
Tabela 3.14. Ocena stwierdzeń odnoszących się do wykorzystania BIM w Polsce a funkcja przedsiębiorstwa przy realizacji inwestycji budowlanych	79
Tabela 3.15. Wypowiedzi respondentów na temat korzyści wynikających z wykorzystania BIM.....	82
Tabela 3.16. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM.....	87
Tabela 3.17. Testy Kaisera–Meyera–Olkina i Bartletta	89
Tabela 3.18. Korzyści wynikające z zastosowania BIM – wyniki eksploracyjnej analizy czynnkowej.....	89
Tabela 3.19. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM a wielkość przedsiębiorstwa	92
Tabela 3.20. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM a zasięg działania przedsiębiorstwa	95
Tabela 3.21. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM a liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem tej technologii	97
Tabela 3.22. Ocena korzyści wynikających z zastosowania BIM a funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych.....	99
Tabela 3.23. Wypowiedzi respondentów na temat działań niezbędnych do zwiększenia wykorzystania BIM i rozpowszechniania informacji o BIM w Polsce.....	105
Tabela 3.24. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce.....	107
Tabela 3.25. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce a wielkość przedsiębiorstwa	110
Tabela 3.26. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce a zasięg działania przedsiębiorstwa.....	111
Tabela 3.27. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce a liczba zrealizowanych projektów w metodyce BIM.....	112
Tabela 3.28. Ocena czynników sprzyjających zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce a funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych	113
Tabela 3.29. Wypowiedzi respondentów na temat barier ograniczających wykorzystanie BIM w Polsce.....	116
Tabela 3.30. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM w branży budowlanej.....	122
Tabela 3.31. Testy Kaisera–Meyera–Olkina i Bartletta	123
Tabela 3.32. Bariery ograniczające zastosowanie BIM – wyniki eksploracyjnej analizy czynni- kowej.....	124
Tabela 3.33. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM a wielkość przedsiębiorstwa	126
Tabela 3.34. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM a zasięg działania przedsię- biorstwa.....	128
Tabela 3.35. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM a liczba zrealizowanych projektów w metodyce BIM	130

Tabela 3.36. Ocena barier ograniczających zastosowanie BIM a funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych.....	132
Tabela 4.1. Wskaźniki znaczenia tez dla rozwoju BIM w Polsce	145
Tabela 4.2. Wskaźniki istotności czynników sprzyjających wdrożeniu BIM w Polsce	149
Tabela 4.3. Wskaźniki istotności barier wdrożenia BIM w Polsce	150
Tabela 5.1. Kompetencje inżynierskie niezbędne w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM	152
Tabela 5.2. Ocena znaczenia kompetencji niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM	156
Tabela 5.3. Proponowany wykaz szkoleń.....	158

Spis rysunków

Rysunek 1.1. Poziomy dojrzałości BIM.....	14
Rysunek 2.1. Struktura respondentów ze względu na wielkość przedsiębiorstwa.....	42
Rysunek 2.2. Struktura respondentów ze względu na czas funkcjonowania przedsiębiorstwa na rynku.....	42
Rysunek 2.3. Struktura respondentów ze względu na zasięg działania przedsiębiorstwa na rynku	43
Rysunek 2.4. Struktura respondentów ze względu na główną funkcję przedsiębiorstwa pełnioną przy realizacji inwestycji budowlanej	44
Rysunek 2.5. Struktura respondentów ze względu na staż pracy	45
Rysunek 2.6. Doświadczenie ekspertów w realizacji projektów w metodyce BIM.....	49
Rysunek 2.7. Staż zawodowy ekspertów z zakresu BIM	49
Rysunek 2.8. Ocena wiedzy ekspertów z zakresu BIM	50
Rysunek 3.1. Deklarowany poziom wiedzy respondentów z zakresu BIM.....	59
Rysunek 3.2. Liczba projektów zrealizowanych z wykorzystaniem BIM	60
Rysunek 3.3. Kontakt z BIM w pracy zawodowej.....	61
Rysunek 3.4. Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM w przedsiębiorstwie a wielkość przedsiębiorstwa.....	64
Rysunek 3.5. Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM w przedsiębiorstwie a zasięg działania przedsiębiorstwa	64
Rysunek 3.6. Liczba projektów zrealizowanych z zastosowaniem BIM w przedsiębiorstwie a funkcja przy realizacji inwestycji budowlanych.....	65
Rysunek 3.7. Częstotliwość wykorzystania poszczególnych źródeł wiedzy o BIM	67
Rysunek 3.8. Struktura odpowiedzi na pytania odnoszące się do wykorzystania BIM w Polsce	75
Rysunek 3.9. Korzyści wynikające z wykorzystania BIM w opinii ekspertów – chmura słów	81
Rysunek 3.10. Korzyści wynikające z zastosowania BIM	86
Rysunek 3.11. Znaczenie głównych korzyści wynikających z zastosowania BIM	91
Rysunek 3.12. Działania niezbędne do zwiększania wykorzystania BIM w Polsce w opinii ekspertów – chmura słów.....	104
Rysunek 3.13. Czynniki sprzyjające zwiększeniu wykorzystania BIM w Polsce.....	109
Rysunek 3.14. Bariery ograniczające wykorzystanie BIM w Polsce w opinii ekspertów – chmura słów.....	115
Rysunek 3.15. Bariery ograniczające zastosowanie BIM	121

Rysunek 3.16. Znaczenie głównych barier zastosowania BIM	125
Rysunek 4.1. Znaczenie też dla rozwoju BIM w Polsce	144
Rysunek 4.2. Prawdopodobieństwo realizacji też w perspektywie 5–10 lat.....	146
Rysunek 4.3. Ocena czynników sprzyjających wdrożeniu BIM w Polsce	149
Rysunek 4.4. Ocena barier wdrożenia BIM w Polsce.....	150
Rysunek 5.1. Ocena znaczenia kompetencji niezbędnych w procesie budowlanym realizowanym zgodnie z BIM.....	155
Rysunek 5.2. Analiza luki kompetencyjnej.....	157
Rysunek 5.3. Ocena wykazu szkoleń – możliwości wypełnienia luki kompetencyjnej	160
Rysunek 5.4. Przyczyny uczestnictwa w szkoleniu (pretest)	161
Rysunek 5.5. Wiedza w zakresie tematu szkolenia (pretest)	162
Rysunek 5.6. Poziom doświadczenia w zakresie tematu szkolenia (pretest)	162
Rysunek 5.7. Poziom satysfakcji w zakresie tematyki szkolenia (posttest)	163
Rysunek 5.8. Jakość treści prezentowanej w trakcie szkoleń (posttest)	164
Rysunek 5.9. Ocena kompetencji trenera (posttest).....	164
Rysunek 5.10. Ocena materiałów szkoleniowych (posttest)	165
Rysunek 5.11. Ocena długości szkoleniowych (posttest)	165
Rysunek 5.12. Preferowana forma szkolenia (posttest)	166
Rysunek 5.13. Oczekiwania wobec usługi doradczej (pretest)	166
Rysunek 5.14. Problemy do analizy podczas usługi doradczej (pretest)	167
Rysunek 5.15. Ocena jakości usługi doradczej (posttest)	167
Rysunek 5.16. Ocena zakresu usługi doradczej (posttest).....	168
Rysunek 5.17. Ocena miejsca świadczenia usługi doradczej (posttest).....	168
Rysunek 5.18. Ocena wiedzy i kompetencji doradców (posttest)	169
Rysunek 5.19. Ocena komunikatywności doradców (posttest)	169
Rysunek 5.20. Ocena elastyczności doradców (posttest).....	170
Rysunek 5.21. Ocena korzyści zawodowych z usług doradczych (posttest).....	170

Streszczenie

Monografia przedstawia aktualny stan oraz perspektywy wdrożenia modelowania informacji o budynku (BIM) w Polsce. W publikacji podkreślono transformacyjną rolę BIM w sektorze budowlanym, z naciskiem na integrację tej technologii z cyfrowym modelowaniem, co umożliwia efektywne zarządzanie projektami przez cały cykl życia budynków i infrastruktury. Autorki monografii opisują kompleksowe ramy obejmujące koncepcyjne podstawy BIM, stopień wdrożenia oraz korzyści i wyzwania, z jakimi mierzą się polskie przedsiębiorstwa w procesie implementacji tej technologii.

Badania realizowane na potrzeby monografii miały na celu określenie możliwości, potrzeb oraz przyszłości BIM w polskiej branży budowlanej. Równie istotne były identyfikacja i ocena potrzeb szkoleniowych oraz doradczych przedsiębiorstw zrzeszonych w Polskim Kłastrze Budowlanym w kontekście usług oferowanych przez Centrum Kompetencji BIM. Przeprowadzono triangulację metod badawczych, wykorzystując zarówno jakościowe, jak i ilościowe podejścia. W proces badawczy zaangażowano szeroką grupę interesariuszy, w tym przedsiębiorstwa, środowisko akademickie oraz ekspertów BIM, co pozwoliło uzyskać pełniejszy obraz wpływu BIM na sektor budowlany w Polsce.

Summary

The monograph presents the current state and future prospects for implementing Building Information Modeling (BIM) in Poland. The publication emphasizes BIM's transformative role in the construction sector, focusing on the integration of this technology with digital modeling to enable effective project management throughout the entire life cycle of buildings and infrastructure. The authors outline a comprehensive framework covering the conceptual foundations of BIM, its level of adoption, and the benefits and challenges faced by Polish companies in implementing this technology.

The research conducted for the monograph aimed to identify the potential, needs, and future outlook for BIM in the Polish construction industry. Another key focus was identifying and assessing the training and advisory needs of companies in the Polish Construction Cluster, particularly in the context of services provided by the BIM Competence Center. A methodological triangulation was applied, utilizing both qualitative and quantitative approaches. The research process engaged a broad group of stakeholders, including companies, academia, and BIM experts, providing a well-rounded view of BIM's impact on the construction sector in Poland.

