

Błędy poznawcze i nowa empatyczna definicja BIM



dr inż.

ANDRZEJ SZYMON BORKOWSKI

Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania
Wydział Architektury

ORCID: 0000-0002-7013-670X



mgr inż. arch.

MIKOŁAJ MICHALAK

Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania
Wydział Architektury

ORCID: 0009-0006-4369-8877

W artykule przedstawiono błędy poznawcze w rozumieniu BIM – modelowania informacji o obiekcie budowlanym. Pod koniec pracy w toku rozważań przedstawiono nową empatyczną definicję BIM. Najnowszy stan wiedzy i techniki umożliwia sformułowanie konstatacji, że BIM jest przyszłością cyfrowego budownictwa w dobie Przemysłu 4.0/5.0.

Akronim technologii BIM (ang. Building Information Modeling) jest różnie rozwijany i rozumiany w sektorze budowlanym – AECOO (ang. Architecture, Engineering, Construction, Owner Operator). Badacze, organizacje pozarządowe czy uczestnicy procesu inwestycyjno-budowlanego mają problem z jednoznacznym zdefiniowaniem BIM [1]. Brak konsensusu w sprawie definicji skutkuje trudnościami w rozumieniu, czym BIM jest i jednocześnie czym BIM nie jest. Architekci, inżynierowie budownictwa czy geodeci z reguły kojarzą BIM z semantyczną bazą danych, która towarzyszy obiektowi budowlanemu przez cały cykl jego życia [2] i jednocześnie może być wykorzystywana do różnych celów (nie tylko decyzyjnych).

Modelowanie BIM pozwala na projektowanie bardziej wydajnej i efektywnej architektury wraz z możliwością przewidywania zachowania obiektu, co z kolei zapewnia możliwość zarządzania tymi informacjami na późniejszym etapie [3]. Wszystkie użyteczne dane i informacje, które składają się na model budynku, są zawarte w relacyjnej bazie danych, którą można wykorzystać w fazie operacyjnej. Jednocześnie popularne cyfrowe bliźniaki (ang. digital twins) to szersza koncepcja, która obejmuje wirtualne kopie faktycznie zrealizowanych lub planowanych obiektów. Jednocześnie taki cyfrowy bliźniak jest modelem aktywnym, rozwijanym i aktualizowanym w trakcie życia obiektu budowlanego [4]. Koncepcja BIM jest podstawą dochodzenia do idei cyfrowego bliźniaka, jednakże mnogość zastosowań BIM, wielorakość możliwości i szerokie spektrum interesariuszy powoduje błędy poznawcze.

W celu dogłębnego zrozumienia BIM dokonano przeglądu literatury, stosując nieco odmienne podejście. Przeanalizowano literaturę pod kątem odpowiedzi na refleksyjne pytanie: czym BIM nie jest?

BIM nie jest

BIM nie jest jedynie modelem 3D. Już w pierwszej dekadzie XXI wieku zauważono, że BIM utożsamiany jest z CAD'em 3D [5]. To błędne przekonanie wynikało głównie ze stopniowego przechodzenia z oprogramowania rysującego w 2D do modelującego w 3D. Pierwszą wewnętrzną przeszkodą było poradzenie sobie z błędnymi przekonaniem i permanentne wyjaśnienie, że BIM nie jest tylko kolejnym wymyślnym trójwymiarowym modelarzem geometrii, jak to zwykle było postrzegane [6], a semantyczną bazą danych o przemyślanej strukturze [7]. BIM oparty jest na tzw. modelowaniu E-R (ang. E-R modeling), gdzie „E” oznacza encje (ang. entities), a „R” oznacza relacje (ang. relationships). Dzięki temu w BIM operuje się składnikami i topologią (ang. syntax and topology), które razem dają semantykę (ang. semantics). W CAD (ang. Computer Aided Design) postępuje się jedynie składnikami, które są obiektami wektorowymi, pomiędzy którymi nie ma relacji i nie dochodzi do interakcji [3]. BIM idzie w generowaniu wartości dalej niż tradycyjne rysunki CAD, poprzez dostarczenie informacji i świadomości na temat działania całego systemu obiektu budowlanego, oprócz prostych relacji przestrzennych opartych na danych [8].

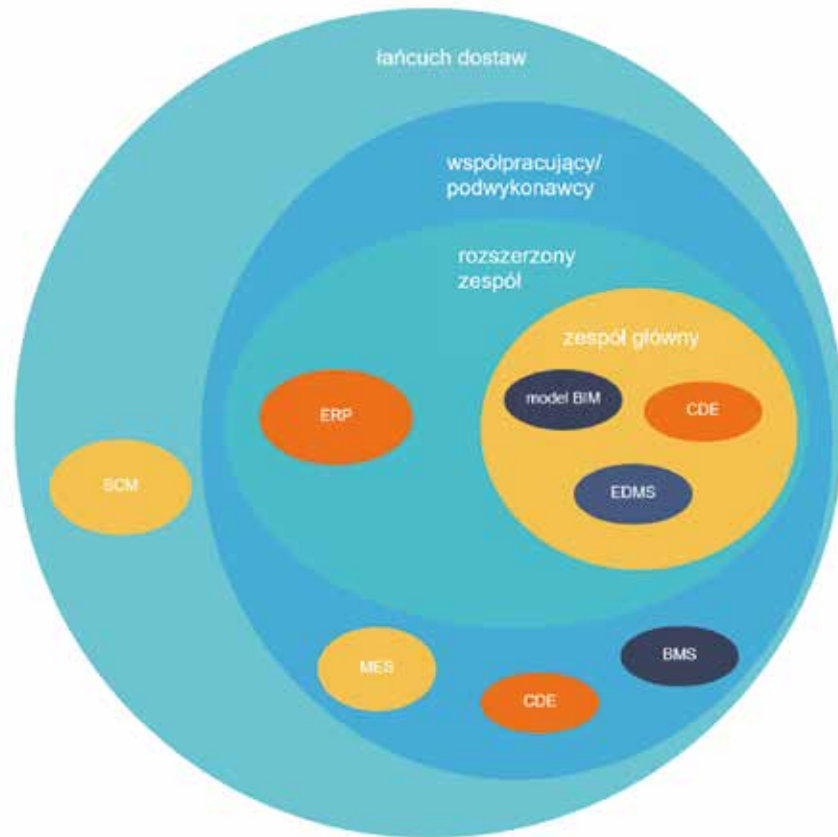
BIM nie jest aplikacją czy pakietem oprogramowania. BIM nie jest oprogramowaniem, ale jest platformą integrującą różne

Brak konsensusu w sprawie definicji skutkuje trudnościami w rozumieniu, czym BIM jest i jednocześnie czym BIM nie jest.

parametry z wykorzystaniem oprogramowania, dlatego jest często kolokwialnie przedstawiany jako platforma do cyfrowej prezentacji, która nie tylko pozwala na interdyscyplinarną wymianę informacji, ale także ma użytkownikom ułatwić interoperacyjność całego projektu, wykrywając konflikty czy kolizje [9]. BIM nie jest aplikacją typu Autodesk Revit, Graphisoft Archicad, Allplan itd. Używanie popularnego oprogramowania, takiego jak np. Revit, nie oznacza automatycznie, że ktoś stosuje BIM [10]. Choć aplikacje do projektowania są niewątpliwie ważne, to ich użytkownicy nie dostrzegają, że oprócz umiejętności pracy w programie ważną jest znajomość standardów, procesów, dokumentów, instrukcji, metod czy technik. Mnogość akronimów, nietrywialnych pojęć czy skomplikowanych procesów może wprawiać w zakłopotanie. Aczkolwiek im częściej doświadcza się BIM, tym bardziej dostrzega się jego „sprawczość”.

BIM nie jest odporny na błędy. Sektor budowlany odnotowuje obecnie pewne zjawiska związane ze zmianą paradygmatu od fragmentarycznych procesów na cyfrowe innowacje. BIM, jako przykład, obiecuje szeroki zakres atrybutów, które może wygenerować wiele potencjalnie radykalnych rezultatów, zwiększając efektywność i jakość. W przeciwieństwie do fragmentarycznego tradycyjnego procesu inwestycyjno-budowlanego BIM wyzwala możliwości ulepszenia procesów poprzez swoje platformy integracyjnej komunikacji, daje możliwość lepszego zrozumienia i zaangażowania interesariuszy w ducha całego zespołu oraz jednoznacznie podkreśla znaczenie efektywnej współpracy w celu osiągnięcia konkretnych korzyści [11]. Praktyka BIM pokazuje jednak, że modele BIM mogą być nafaszerowane błędami, często oczywistymi, np. geometrycznymi, które teoretycznie w idealnym świecie BIM nie powinny zaistnieć. Wynikają one jednak, podobnie jak w dokumentacji CAD, z błędów ludzkich – nieprawidłowego modelowania, niezachowania „higieny” plików czy braku koordynacji międzybranżowej [12].

BIM nie jest pojedynczym projektem czy standardem. Standardy są powszechne w całej branży AEC (ang. Architecture Engineering Construction) [13], ale wdrożenie BIM wymaga opracowania nowych standardów. Wiele krajów ma własne standardy BIM, które zwiększają efektywność komunikacji w całym procesie inwestycyjnym. Brak krajowego

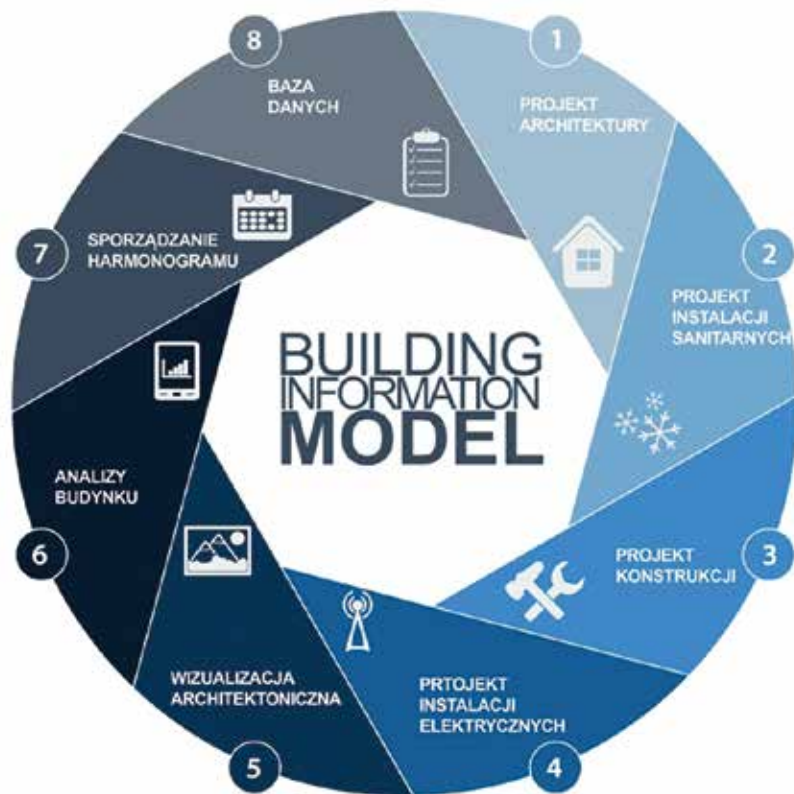


Rys. 1. Rozchodzenie się BIM od głównego zespołu po łańcuch dostaw; źródło: [27]

standardu wymiany danych pomiędzy wszystkimi zainteresowanymi stronami w procesie wdrażania jest postrzegany jako bariera [14]. Jednak posiadanie standardu nie sprawia, że projekt nagle staje się lepszy i dostarcza mierzalne efekty. Do stosowania BIM potrzeba wiedzy, umiejętności i kompetencji spotecznych, które w toku edukacji powinny zostać odpowiednio przekazane, tak by BIM dobrze stosować [15]. Wykonanie pojedynczego projektu w BIM nie daje od razu przewagi, gdyż kolejne mogą się od niego drastycznie różnić. Ważne, by adaptacja do nowych warunków i wymagań przebiegała sprawnie, płynnie i efektywnie. Ponowne wykorzystanie danych (ang. reusable) z jednego projektu do drugiego może dać dodatni zwrot i jeszcze bardziej zwiększyć efektywność w procesie BIM, aczkolwiek opracowanie jakichś komponentów nie zawsze daje gwarancję ponownego ich wykorzystania w innym projekcie. Jednocześnie powstają już dwukierunkowe systemy wymiany danych między fizycznymi komponentami budowlanymi a ich wirtualnymi odpowiednikami w BIM, dzięki czemu informacje o ich cyklu życia – w tym historia własności, historia konserwacji, specyfikacje techniczne i stan fizyczny – mogą być śledzone, monitorowane i zarządzane [16]. Tym samym standardy też będą się zmieniać wraz ze zmieniającym się BIM.

BIM nie jest opłacalny w małych inwestycjach. Bardzo często w literaturze i praktyce zwraca się uwagę, że BIM daje świetne, mierzalne wyniki w dużych inwestycjach. Wiele biur i przedsiębiorców uważa, że BIM może nie być odpowiedni dla ich projektów [17]. To, że BIM pozwala zmniejszyć zużycie energii i zoptymalizować korzyści ekonomiczne, nie wymaga szczegółowych wyjaśnień [18]. Natomiast studia przypadków z całego świata pokazują, że efektywność można zwiększyć nawet na przykładach budownictwa jednorodzinne [19]. Norwegowie stosują BIM nawet do ponownego wykorzystania materiałów budowlanych i komponentów budynków z rozebranych inwestycji w celu ich ponownego użycia. Zatem BIM może przynieść wartość architektowi, który projektuje zarówno „małą” zabudowę jednorodzinna, jak i budynek użyteczności publicznej. Choćby adaptacja projektów czy ich edycja będzie sprawniejsza niż w CAD [20], [21].

BIM nie jest kompletny. Istnieje pogląd, że argumenty przemawiające za BIM nie zostały w pełni udowodnione, a ogólna skuteczność wykorzystania BIM nadal nie jest w pełni uzasadniona [22], [23]. Pomimo wieloletnich starań BIM nadal nie jest wystarczająco dojrzały i ciągle zmienia swoje oblicze. BIM nie jest gwarancją oszczędności pieniędzy czy czasu. Jednakże prawidłowo wykorzystany BIM



Rys. 2. BIM jako model cyfrowy; źródło: opracowanie własne

może to zapewnić, o ile jest umiejętnie wdrożony, zgodnie ze specyfiką projektu i wymaganiami zamawiającego. Narzędzia metodyki BIM doskonałą produkt końcowy, dając wartość różnym interesariuszom. Tym samym BIM wchodzi w fuzję z innymi metodami, np. lean, czy technologiami, np. GIS.

BIM nie jest tym, czym jest dzisiaj. BIM ciągle ewoluje. Co prawda trendy badawcze nie zmieniają się radykalnie i wciąż pozostają takie same: zarządzanie budową i projektami, uczenie się, wdrażanie i praktyka BIM [24], aczkolwiek wraz z dynamicznym rozwojem sztucznej inteligencji coraz więcej badaczy zwraca uwagę na rozwój integracji BIM-AI w celu promowania branży AECOO [25]. Naukowcy pracują nad automatycznym modelowaniem np. z chmur punktów, automatycznym i jednocześnie nadzorowanym podejmowaniem decyzji czy nad aplikacjami do jeszcze ściślejszego integrowania ludzi. Dziś stosujemy z reguły podejście BIG-BIM, które skupia się na łączeniu technologii BIM-GIS-CAFM-CMMS (ang. GIS – Geographic Information System, CAFM – Computer Aided Facility Management, CMMS – Computerized Maintenance Management System) z programowaniem, natomiast ciągle uczymy się zwinnego i adaptacyjnego podejścia do zarządzania środowiskiem zbudowanym, które zakłada zrównoważony rozwój i racjonalne gospodarowanie

zasobami środowiska przyrodniczego [26]. Niektóre organizacje i przedsiębiorstwa stosują podejście openBIM, wykorzystując wciąż rozwijające się otwarte standardy. Jednocześnie powstają nowe standardy, nowe teorie, koncepcje czy podejścia. BIM ewoluje i będzie ewoluował.

Zalety i korzyści nie muszą być jednak rozpatrywane z punktu widzenia konkretnej organizacji czy interesariusza. Zacieśnienie współpracy może prowadzić do realizacji idei IPD (ang. Integrated Project Delivery), gdzie większość zyska więcej, działając wspólnie, aniżeli uzyskaliby osobno. Jednakże, w celu osiągnięcia mierzalnych wskaźników, niezbędna jest integracja systemów, procesów czy struktur (rys. 1.). Główny zespół opracowujący model BIM z wykorzystaniem CDE musi być wspomagany przez systemy ERP (ang. Enterprise Resource Planning) czy EDMS (ang. Electronic Document Management System). Otwieranie się na zewnątrz i współpraca narzędzi (integracja z systemami MES – ang. Manufacturing Execution System, BMS – ang. Building Management System, SCM – ang. Supply Chain Management) w ramach różnych organizacji realizujących inwestycję będzie prowadzić do szybszej wymiany informacji, a to z kolei przyspiesza proces decyzyjny, zwiększa entuzjazm zaangażowanych osób i prowadzi do zacieśniania więzi.

Czym w takim razie jest BIM?

BIM jest bardzo szerokim pojęciem obejmującym wiele płaszczyzn związanych z procesem projektowania, powstawania budynku i okresem jego eksploatacji. W licznych publikacjach dotyczących modelowania informacji o obiekcie budowlanym (oficjalne tłumaczenie z wieloczęściowej normy ISO19650) akronim BIM tłumaczony jest w zależności od zagadnienia poruszanego przez autora publikacji. Różne rozwinięcia skrótu BIM pojawiają się również w dokumencie wydanym w styczniu 2012 roku przez organizację buildingSMART [28]. W publikacji pojawiają się trzy formy rozwinięcia akronimu BIM: Building Information Model, Building Information Modeling oraz Building Information Management. Polskie tłumaczenie zaproponowane przez organizację buildingSMART pojawiło się w opracowaniu Szymona Dorny oraz Adama Glemy w pracy przygotowanej na XII Konferencję Naukowo-Techniczną [29]. Odpowiednio: model informacyjny budynku, modelowanie informacji o budynku, zarządzanie informacją o budynku. Po blisko dekadzie istnieje konsensus, że litery B w akronimie nie należy ograniczać tylko do „budynku”, trafniej używać sformułowania – modelowanie informacji o obiekcie budowlanym, zgodnie z wieloczęściową normą ISO19650. Nie ma konsensusu naukowego, czy traktować BIM jako technologię, proces czy metodykę. Wynika to z licznych publikacji i tym samym różnych punktów widzenia. W 2010 roku Gu i London podkreślali zgodnie z ówczesnymi definicjami, że „BIM to podejście oparte na technologii informatycznej, które obejmuje stosowanie i utrzymywanie integralnej cyfrowej reprezentacji wszystkich informacji o budynku w różnych fazach cyklu życia projektu w formie repozytorium danych”. Azhar, Khalfan, Maqsood w swojej publikacji z 2012 roku zaznaczają, że BIM to nie tylko oprogramowanie i technologia. BIM „to proces, który polega na wprowadzaniu istotnych zmian w procesach przepływu pracy oraz realizacji projektu i budowy”. Z kolei inna publikacja z roku 2014, która badała pojęcia BIM od roku 1975 do 2013, podkreśla, że „BIM staje się nową metodyką, która obejmuje wykorzystanie technologii w celu poprawy współpracy i komunikacji podmiotów budowlanych, jak również zarządzania dokumentacją” [30]. Mniej więcej w tym samym czasie inni naukowcy zauważają, że może być trudno ustalić wspólną definicję BIM dla całego sektora budowlanego. Podejście buildingSMART z rozbiem BIM na trzy akronimy wydaje się dobrym wyjściem z tej konsternacji.

Building Information Model

BIM definiowany jako model informacyjny budynku „to cyfrowy opis fizycznych i funkcjonalnych właściwości budowli, służący jako źródło wiedzy i wszelkich danych o obiekcie,

Koncepcja BIM jest podstawą dochodzenia do idei cyfrowego bliźniaka.

w pełni dostępnych dla uczestników procesu inwestycyjnego i stanowiący niezawodną podstawę dla podejmowania decyzji w trakcie cyklu jego funkcjonowania, od pierwszej koncepcji do rozbiórki budynku” [28].

Model BIM charakteryzuje się następującymi cechami: jest zarówno trójwymiarowym modelem, który stanowi geometryczną reprezentację danego budynku bądź obiektu budowlanego, jak i wirtualną bazą danych informacji o budynku oraz o poszczególnych jego składowych (rys. 2.). Upraszczając, ściana w modelu BIM nie jest tylko prostopadłościanem mającym swoje właściwości geometryczne, jak wysokość, szerokość czy objętość, jest również źródłem informacji dotyczących materiałów, z jakich się składają jej poszczególne warstwy, właściwości fizycznych, energetycznych, akustycznych tych materiałów czy informacji dotyczących przeznaczenia. Dodatkowo do danej ściany można przypisać kolejne informacje związane z producentem, montażem czy właściwościami ognioodpornościowymi. Dostępne aplikacje BIM pozwalają dodawać dowolną ilość informacji zarówno do całego modelu, jak i do poszczególnych jego części. Nasylenie informacją jest mierzone wskaźnikiem LOI (ang. level of information), co również ma wpływ na ogólny wskaźnik zaawansowania modelu zwany LOD (ang. level of development). Specyfikacje LOD opublikowane przez BIMForum nie zawierają zróżnicowania LOD/LOI [31], w tabelach jest określony jedynie przykładowy zakres zawartości informacyjnej. Takie rozróżnienie zawierają za to np. standardy brytyjskie [32]. Należy zaznaczyć, że bardzo często wskaźnik LOD kojarzony jest błędnie, jedynie ze wzrostem geometrycznej szczegółowości modelu, jednak równie ważną cechą jest ilość informacji (graficznych i niegraficznych), jaką możemy wydobyć z całego modelu bądź poszczególnych jego składowych.

Warto również zwrócić uwagę na samą rolę oraz definicję informacji, którą nasycony jest model BIM. Informacje w modelu BIM to odpowiednie dane, które uporządkowane i dostarczone na czas konkretnemu interesariuszowi, pozwalają na zwiększenie zrozumienia i zmniejszenie niepewności [33]. Informacja, która jest ustrukturyzowana, może być interpretowana, analizowana, udostępniana czy dalej przetwarzana [34]. Model BIM służy w procesie inwestycyjno-budowlanym jako główne aktualne źródło informacji o obiekcie budowlanym.



Rys. 3. BIM jako platforma współpracy; źródło: opracowanie własne

Building Information Modeling

BIM tłumaczony jako modelowanie informacji o budynku (lub szerzej obiekcie budowlanym) definiowany jest jako „twórczy proces generowania i wykorzystywania danych o obiekcie, jej projektowania, etapu budowy i eksploatacji w trakcie pełnego cyklu funkcjonowania. BIM pozwala, aby wszyscy zainteresowani uczestnicy inwestycji mieli dostęp do tych samych informacji, w tym samym czasie, przez interoperacyjność platform technologicznych. Projektowanie budowli jest procesem, w którym bierze udział wiele stron zaangażowanych w powstanie inwestycji” [28].

Jedną z głównych cech BIM jest interoperacyjność [35]. Rozumiana jako zdolność do przekazywania, zarządzania i modyfikowania danych pomiędzy współpracującymi ze sobą uczestnikami (rys. 3.), która znacząco usprawnia proces projektowy. W branży AEC definicję interoperacyjności można kolokwialnie uprościć do możliwości przekazywania modeli BIM pomiędzy różnym oprogramowaniem. Bardzo ważnym aspektem wynikającym z możliwości wymiany danych między specjalistycznymi programami, jakie oferuje BIM, jest dostęp przez wspólny (federowany/międzybranżowy) model do zaktualizowanych danych. Skuteczniejsza wymiana informacji i ich natychmiastowa aktualizacja dostępna dla wszystkich organizacji zaangażowanych

w projekt prowadzą do powstania lepszego finalnego efektu.

Straty czasu, jakie zostają poniesione z powodu nieodpowiedniego przepływu informacji, przynoszą drastyczne wzrosty kosztów. Badania przeprowadzone przez Narodowy Instytut Standaryzacji i Technologii w USA wycenił koszty związane z nieodpowiednią interoperacyjnością oprogramowania AEC na 16 miliardów dolarów [3]. Wynik analizy potwierdza strategiczne znaczenie dla ulepszenia, usprawnienia procesu projektowego, który skutkuje istotnym obniżeniem kosztów. Interoperacyjność aplikacji BIM zawdzięczamy opracowaniu przez główne firmy produkujące oprogramowanie dla branży AEC wspólnego otwartego formatu IFC (ang. Industry Foundation Class). Według badaczy możemy wyróżnić cztery poziomy wymiany danych. Są to kolejno: poziom podstawowy umożliwiający użytkownikom wymianę plików pomiędzy różnym oprogramowaniem, poziom drugi, polegający na możliwości analizy tych plików, poziom trzeci, dotyczący zgodności wizualnej modeli, i ostatni, o którym stanowi zgodność danych [36]. Dzięki najwyższemu poziomowi wymiany informacji do wspólnego formatu IFC zostanie przekazana jak największa liczba danych, co umożliwi lepszą współpracę na wspólnym projekcie. Sposób wymiany informacji jest



Rys. 4. BIM jako platforma do zarządzania procesem budowlanym; źródło: opracowanie własne

również związany ze stopniem wdrożenia kolejnych poziomów BIM.

Building Information Management

BIM zdefiniowany jako metodyka i jednocześnie narzędzie zarządzania szeroko rozumianym procesem inwestycyjno-budowlanym to „organizacja i kontrola procesów inwestycyjnych poprzez wykorzystywanie parametrów cyfrowego modelu budynku dla dokonywania wymiany informacji o składnikach aktywów w całym cyklu inwestowania. Korzyści wynikają ze scentralizowanej wymiany danych, wizualnej komunikacji poprzez obiekty trójwymiarowe, wczesnego rozpoznawania możliwości, zrównoważonego i efektywnego interdyscyplinarnego i interakcyjnego projektowania, kontroli w trakcie i na miejscu budowy, aktualizacji dokumentacji do stanu rzeczywistego” [28].

W tej definicji BIM traktuje się jako platformę do zarządzania informacjami oraz procesami zachodzącymi podczas powstawania obiektów (rys. 4). Proces można podzielić na trzy główne etapy: projekt, budowa, zarządzanie obiektem. BIM umożliwia zarządzanie informacjami oraz procesami w całym cyklu życia budynku. Już od dawna w branży budowlanej do dokumentacji projektowych próbowano dopisać parametry wykraczające poza fazę projektową, jak np. koszt danego

rozwiązania, czy inne opracowywania związane np. z harmonogramem prac budowlanych. Prace nad dodatkowymi aspektami projektu rozpoczynane są pod koniec fazy projektowej, kiedy większość decyzji dotyczących obiektu została już podjęta. Skutkuje to bardzo małą możliwością dokonania poprawek, które mogłyby ulepszyć parametry inwestycji. Niestety przy użyciu CAD tworzenie tego rodzaju opracowań na wstępnym fazach projektu jest czasochłonne, a brak automatyzacji i aktualizacji danych może powodować wiele błędów i kolizji. Dla rozwiązania tej kwestii cyfrowe narzędzia BIM pozwalają zdefiniować już we wczesnych fazach projektu parametry takie jak koszt czy czas powstania danych elementów, co z kolei umożliwia dokonanie optymalizacji projektu już w fazie koncepcji.

Dojrzałość BIM – wyróżnienie podpoziomów na poziomie 3

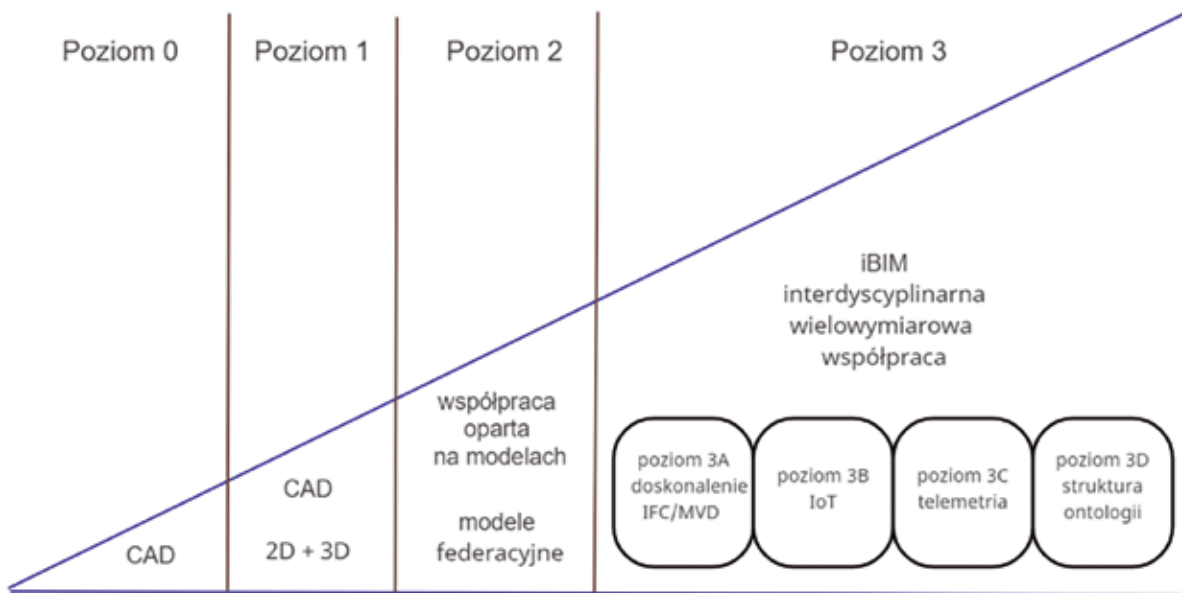
Drogę, jaką przedsiębiorstwo musi przejść, by dojrzałe pracować w BIM, prezentuje tzw. klin Bewa-Richardsa (rys. 5). W 2008 roku Mark Bew i Mervyn Richards przedstawili na diagramie brytyjski model zwany dojrzałością BIM, bez którego trudno byłoby zrozumieć rozwój BIM. Model ten, rozpozszechniony przez British Standards Institution (BSI), obejmował wówczas cztery poziomy BIM, które były nośnikami informacji

BIM oparty jest na tzw. modelowaniu E-R, gdzie „E” oznacza encje, a „R” oznacza relacje.

związanych m.in. z dokumentacją papierową, dwuwymiarową oraz zaawansowanym modelem cyfrowym 3D.

BIM Poziom 0 – nie obejmuje współpracy zespołu projektowego, a jedynie tworzenie płaskich rysunków CAD, gdzie praca odbywa się etapami, a komunikacja przebiega za pomocą jednostronnie zintegrowanego systemu zarządzania. Na tym poziomie wymagana jest stała komunikacja z każdą zainteresowaną stroną, ponieważ trudno śledzić wszystkie zmiany, co powoduje większe prawdopodobieństwo błędu, tym bardziej że podstawą do komunikowania się jest papierowa dokumentacja. Poziom BIM 1 – charakteryzuje się współpracą zespołu projektowego, gdzie kooperacja oparta jest na plikach w środowiskach CAD 3D i/lub BIM, co pozwala lepiej zarządzać pracami nad projektem. Współpraca odbywa się z reguły w ramach danej branży (nie są federowane modele), która zapewnia lepszą metodę opracowywania, organizowania i zarządzania informacjami dla branży budowlanej, przy ściśle określonej polityce związanej z kodyfikacją nazewnictwa. Poziom BIM 2 – wyznacza standard, w którym każdy pracuje na własnym modelu w środowisku 3D i korzysta z możliwości współpracy z innymi członkami zespołu oraz innymi branżami. Na tym poziomie używa się CDE (ang. common data environment), czyli wspólnego środowiska danych, które w założeniu ma stanowić podstawowe repozytorium i główny kanał komunikacji pomiędzy interesariuszami. Na tym poziomie pojawiają się nowe formy współpracy i dokumentacji, takie jak EIR, BEP czy macierz odpowiedzialności BIM. Wszystko dąży do tzw. zintegrowanego procesu inwestycyjnego IPD (ang. integrated project delivery), który ma zapewnić korzyści i zalety dla wszystkich stron. Poziom BIM 3 – zakłada otwartą integrację danych z różnych źródeł, co umożliwia scentralizowaną współpracę i zarządzanie projektami nie tylko w kooperacji z innymi branżami, lecz także zarządzania finansami oraz cyklem życia budynku. Poziom ten zakłada interoperacyjność na każdym szczeblu. Ciągłe powiadomienia o zmianach są umożliwiające przez otwarte formaty IFC czy BCF (BIM Collaboration Format). Poziom 3 często określane jako antycypowany iBIM (ang. integrated BIM).

Konotacje i zależności pomiędzy różnymi poziomami są abstrakcyjne i trudne do określenia. Ciężko stwierdzić, czy dane przedsiębiorstwo już pracuje na poziomie 3, czy to



Rys. 5. Poziomy dojrzałości technologii BIM; źródło: [33]

nadal poziom 2. Stąd w poziomie 3 zaczęto wyróżniać podpoziomy [37]. Ostatnie badania sugerują, że doskonalenie wymiany informacji z pomocą otwartych standardów to poziom 3A. Poziomem 3B określa się dodatkowo bezpośrednie połączenie z sensorami urządzeń i maszyn (IoT – ang. Internet of Things). W przypadku przesyłania danych z sensorów w czasie rzeczywistym (telemetry) mamy do czynienia z poziomem 3C. Monitoring stanu urządzeń i ich potencjalnych awarii przybliża tym samym do idei cyfrowego bliźniaka. Poziomem najwyższym jest 3D, gdzie dodatkowo zdefiniowane są ramy i struktura ontologii. Tym samym nie powinno być problemów w komunikacji, a jej stopień efektywności jest na możliwie najwyższym poziomie. W ten sposób dąży się do osiągnięcia idealnego zintegrowanego modelu BIM.

Według raportu Budownictwo. Innowacje. Wizje liderów branży 2025 „Najczęściej pojawiającym się wyznacznikiem budownictwa przyszłości będą kwestie związane z Ekobudowaniem. Pod tym hasłem mieści się wiele zagadnień, jednak najczęściej: podnoszenie efektywności energetycznej obiektów, poszukiwanie nowych materiałów budowlanych, stosowanie alternatywnych źródeł energii”. Dzięki BIM przeprowadzanie analiz energetycznych, śledzenie śladu węglowego czy wodnego na wczesnych fazach projektowania, zwiększy świadomość projektantów i inwestorów, umożliwiając im wcielenie w swoje projekty i inwestycje doktryny zrównoważonego rozwoju w drodze ku gospodarce cyrkularnej (ang. circular economy).

BIM to „proces”, który całkowicie zmienia status quo w branży budowlanej. Tym

samym pojawia się paradygmat: BIM to nowy sposób organizacji pracy w całym procesie realizacji projektu budowlanego. Model BIM to zbiór wiedzy i informacji o obiekcie budowlanym, który stanowi podstawę do podejmowania decyzji w całym cyklu życia tego obiektu. Jeden z największych twórców BIM – Charles „Chuck” Eastman i jego grupa definiują go w następujący sposób: Modelowanie Informacji o Budynku (BIM) to oparty na współpracy sposób multidyscyplinarnego przechowywania, udostępniania, wymiany i zarządzania informacjami w całym cyklu życia projektu budowlanego, w tym w fazie planowania, projektowania, budowy, eksploatacji, konserwacji i rozbiórki [38].

Eastman wielokrotnie podkreślał, że BIM dotyczy działań podejmowanych przez ludzi, a nie modelu zbudowanego przez ludzi [38]. Jernigan również stopniował BIM na tzw. mały BIM (ang. little BIM) i duży BIM (ang. BIG BIM) [26]. Stąd BIM można rozpatrywać z dwóch perspektyw – szerszej i węższej. BIM sensu largo to proces oparty na współpracy ludzi, systemów informatycznych, baz danych i oprogramowania. W znacznie szerszym ujęciu może obejmować również sprzęt, zasoby materialne i niematerialne czy wiedzę. BIM sensu stricto to semantyczna baza danych obiektu budowlanego towarzysząca mu przez cały cykl życia [39].

Podsumowanie

Konkludując: BIM nie jest jedynie modelem 3D, nie jest aplikacją czy pakietem oprogramowania, nie jest pojedynczym projektem czy standardem. BIM nie jest odporny na błędy, nie jest kompletny i nie jest tym, czym

jest dzisiaj. BIM nieustannie ewoluuje. Takie badania podstawowe nad BIM jak jego zrozumienie będą wspierać badania aplikacyjne. Stosowanie BIM na wysokim poziomie dojrzałości wymaga jego prawdziwego, dogłębnego poznania. Przedstawiona w artykule definicja może to ułatwić.

Zaprezentowana w pracy emfaticzna definicja BIM rozbija spojrzenie na dwie perspektywy: szerszą i węższą. Im szerszy jest zakres znaczeniowy poddanego emfazie pojęcia, tym uboższa jest treść przypisana temu pojęciu. I tak jest w przypadku szerokiego znaczenia (łac. sensu largo) – proces oparty na współpracy ludzi, systemów informatycznych, baz danych, oprogramowania. W znacznie szerszym ujęciu może obejmować również sprzęt, zasoby materialne i niematerialne czy wiedzę. Taką definicję będzie łatwo podać osobom, które z BIM nie miały do czynienia lub zaczynają go poznawać. Natomiast im węższy zakres znaczeniowy poddanego emfazie pojęcia, tym treść przypisana temu pojęciu staje się bogatsza. Tak jest w przypadku wąskiego znaczenia (łac. sensu stricto) – semantyczna baza danych obiektu budowlanego towarzysząca mu przez cały cykl życia. To przemawia do osób, które już stosują BIM, niezależnie od stopnia dojrzałości.

Nowa definicja może stać się przyczynkiem do dyskusji na temat konieczności cyfryzacji sektora budowlanego, ale rozumiana nie jako zwykły krok w komputeryzacji AEC, ale podstawa dochodzenia do idei cyfrowego bliźniaka. BIM rozumiany jako symboliczna reprezentacja obiektu ma szansę stać się głównym repozytorium informacji stanów przeszłych, obecnych i przyszłych cyfrowego bliźniaka.



BIBLIOGRAFIA

- [1] Borkowski A.S. (2023). A Literature Review of BIM Definitions: Narrow and Broad Views, *Technologies*, 2023, vol. 11, nr 6, s. 1–14.
- [2] Kensek K.M. (2014). *Building Information Modeling*, Routledge Taylor and Francis Group, New York, s. 285.
- [3] Kumar B. (2015). *A Practical Guide to Adopting BIM in Construction Projects*, Whittles Publishing, s. 128.
- [4] Borkowski A.S., Maroń M. (2023). Zastosowanie cyfrowego bliźniaka w zarządzaniu obiektom użyteczności publicznej studium przypadku przedszkola w gminie Secemin, „Builder”, nr 6/2023, s. 8-14. DOI:10.5604/01.3001.0053.6016.
- [5] Doan D., Ghaffarianhoseini A., Naismith N., Zhang T., Tookey T. (2019). What is BIM?: a need for a unique BIM definition.
- [6] Ibrahim M. (2006). To BIM or not to BIM, This is NOT the Question: How to Implement BIM Solutions in Large Design Firm Environments, in *Communicating space (s) 24th eCAADe conference proceedings*, <https://www.researchbank.ac.nz/handle/10652/4572> (dostęp: 12.05.2023).
- [7] Niknam M., Karshenas S. (2017). A shared ontology approach to semantic representation of BIM data, „Automation in Construction”, Vol. 80 (s. 22–36), <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.03.013> (dostęp: 12.05.2023).
- [8] Naamane A., Boukara A. (2015). A Brief Introduction to Building Information Modeling (BIM) and its interoperability with TRNSYS, „Renewable Energy and Sustainable Development”, 1(1), s. 126–130.
- [9] Chen Y-J., Fang C-W., Wang Y-R., Wu H-M. (2011). Using BIM Model and Genetic Algorithms to Optimize the Crew Assignment for Construction Project Planning, „International Journal of Technology”, Vol. 2(3), s. 179–187.
- [10] Kelly K. (2022). BIM is Not a software application, „IMIESA”, Vol. 47, No. 2, s. 40–41, https://hdl.handle.net/10520/ejcm-imesa_v47_n2_a20 (dostęp: 12.05.2023).
- [11] Olatunji O. (2011). A preliminary review on the legal implications of BIM and model ownership, „Journal of Information Technology in Construction”, 16, s. 687–696.
- [12] Borkowski A.S. (2019). File Hygiene and BIM Models Restrictions, „Trends in Civil Engineering and its Architecture”, vol. 3, nr 3, s. 430–435, <https://lupinepublishers.com/civil-engineering-journal/fulltext/file-hygiene-and-bim-models-restrictions.ID.000164.php> (dostęp: 12.04.2023).
- [13] Björk B.-C., Laakso M. (2010). CAD standardisation in the construction industry – A process view, „Automation in Construction”, 19(4), s. 398–406, <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2009.11.010> (dostęp: 22.04.2023).
- [14] Liu S., Xie B., Tivendale L., Liu C. (2015). Critical barriers to BIM implementation in the AEC industry. Deakin University, „Journal contribution”, <https://hdl.handle.net/10536/DRO/DU:30080935> (dostęp: 29.04.2023).
- [15] Borkowski A.S. (2023). Experiential learning in the context of BIM, „STEM Education”, nr 3 (3), s. 190–204, DOI:10.3934/2023012.
- [16] Xing K., Kim K.P., Ness D. (2020). Cloud-BIM Enabled Cyber-Physical Data and Service Platforms for Building Component Reuse, „Sustainability”, 12, no. 24: 10329, <https://doi.org/10.3390/su122410329> (dostęp: 5.05.2023).
- [17] Crimale A., Langar S. (2017). Challenges with BIM implementation: a review of literature. In 53rd ASC annual international conference proceedings, s. 329–335.
- [18] Mehndi S.M., Chakraborty I. (2020). Simulation for a Cost-Effective and Energy Efficient Retrofits of the Existing Building Stock in India using BIM, 2020 International Conference on Contemporary Computing and Applications (IC3A), Lucknow, India, s. 237–243, doi: 10.1109/IC3A48958.2020.233305.
- [19] Salehabadi Z.M., Rupaathna R. (2022). User-centric sustainability assessment of single family detached homes (SFDH): A BIM-based methodological framework, „Journal of Building Engineering”, 50, 104139.
- [20] Badea A.C., Badea G., Vasilca D., Iliescu-Cremeneanu A., Badea D. (2018). BIM, GIS and CAD (Astre) under the current challenges, „International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM”, 18(2.3), s. 329–336.
- [21] Klaschka R. (red.). (2019). *BIM in Small Practices: illustrated case studies*. Routledge.
- [22] Jung Y., Joo M. (2010). Building information modelling (BIM) framework for practical implementation, „Automation in Construction”, 20 (2), s. 126–133.
- [23] Habibi S. (2017). The promise of BIM for improving building performance, „Energy and Buildings”, 153, s. 525–548.
- [24] Olawumi T.O., Chan D.W.M., Wong J.K.W. (2017). Evolution in the intellectual structure of BIM research: a bibliometric analysis, „Journal of Civil Engineering and Management”, Vol. 23, Issue 8, s. 1060–1081, <https://doi.org/10.3846/13923730.2017.1374301> (dostęp: 29.05.2023).
- [25] Zhang F., Chan A.P.C., Darko A., Chen Z., Li D. (2022). Integrated applications of building information modeling and artificial intelligence techniques in the AEC/FM, „Automation in Construction”, 139, 104289.
- [26] Jernigan F. (2017). *BIG BIM 4.0. Ecosystems for a Connected World*, eds. Mike Bordenaro, 4SitePress, s. 435.

- [27] Race S. (2013). *BIM Demystified*, RIBA Publishing, s. 159.
- [28] buildingSMART. (2023). <https://www.buildingsmart.org/standards/bsi-standards/> (dostęp: 8.06.2023).
- [29] Dorna S., Glema A. (2014). Zastosowanie techniki skalowania dla geotechnicznych, architektonicznych, konstrukcyjnych oraz instalacyjnych aspektów tworzenia modelu BIM budynku. *Konferencja Naukowo-Techniczna*.
- [30] Latiffi A.A., Ibrahim J., Fathi M.S. (2014). The development of building information modeling (BIM) definition, „Applied mechanics and materials”, 567, s. 625–630.
- [31] BIMForum, <https://bimforum.org/resource/lod-level-of-development-lod-specification/> (dostęp: 9.01.2024).
- [32] Eynon J., *Construction Manager's BIM Handbook*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester 2016.
- [33] Borkowski A.S. (2023). Dane a Informacje w BIM, „Izolacje”, nr 7/8/2023, s. 130–133.
- [34] Magiera J., Wala K., Czapelewicz A. (2021). Słownik podstawowych pojęć i terminów norm ISO 19650-1 i 19650-2 – propozycja polskiej terminologii BIM, „Builder”, 285 (6), s. 68–77.
- [35] Borkowski A.S. (2024). Konstytutywne cechy BIM – parametryczność, interoperacyjność, wielowymiarowość, „Builder” 01 (318), s. 12–17. DOI: 10.5604/01.3001.0054.1433.
- [36] Tomana A. (2016). *BIM – innowacyjna technologia w budownictwie: podstawy, standardy, narzędzia*, Warszawa.
- [37] Esser S., Vilgershofer S., Borrmann A. (2023). A reference framework enabling temporal scalability of object-based synchronization in BIM Level 3 systems, *European Conference on Computing in Construction, 40th International CIB W78 Conference Heraklion, Crete, Greece, July 10–12*.
- [38] Eastman C.M., Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, John Wiley & Sons, s. 626.
- [39] Borkowski A.S. (2023). Evolution of BIM: epistemology, genesis and division into periods, „Journal of Information Technology in Construction”, vol. 8, s. 646–661, <https://doi.org/10.36680/jitcon.2023.034>.

DOI: 10.5604/01.3001.0054.4810

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Borkowski Andrzej Szymon, Michalak Mikołaj, 2024, Błędy poznawcze i nowa emfaticzna definicja BIM, „Builder” 05 (322). DOI: 10.5604/01.3001.0054.4810

STRESZCZENIE:

Zastosowanie innowacyjnych technologii w sektorze budowlanym postępuje w tempie geometrycznym. Najbardziej widocznym oraz szeroko komentowanym procesem wydaje się stosowanie technologii BIM – modelowania informacji o obiekcie budowlanym w projektowaniu, wykonawstwie i zarządzaniu obiektami kubaturowymi, infrastrukturalnymi czy przestrzeniami publicznymi. Idea cyfrowego bliźniaka wydaje się coraz bliższa realizacji, o ile nastąpi integracja BIM z innymi technologiami. W ostatnich latach zaobserwowano liczne i różne opinie na temat technologii BIM. O BIM często mówi się, że to technologia, proces lub metodyka. W artykule przedstawiono błędy poznawcze w rozumieniu BIM – modelowania informacji o obiekcie budowlanym. Pod koniec pracy w toku rozważań przedstawiono nową emfaticzną definicję BIM. Najnowszy stan wiedzy i techniki umożliwia sformułowanie konstatacji, że BIM jest przyszłością cyfrowego budownictwa w dobie Przemysłu 4.0/5.0.

SŁOWA KLUCZOWE:

BIM, modelowanie informacji o obiekcie budowlanym, definicja BIM, projektowanie, budowa, zarządzanie

ABSTRACT:

COGNITIVE ERRORS AND THE NEW EMPHATIC DEFINITION OF BIM. The use of innovative technologies in the construction sector is progressing at a geometric rate. The most visible and widely reported process seems to be the use of BIM technology – building object information modelling, in the design, construction and management of buildings, infrastructure or public spaces. The idea of the digital twin seems to be getting closer to realisation, provided there is integration of BIM, with other technologies. In recent years, numerous and differing opinions on BIM technology have been observed. BIM is often said to be a technology, a process or a methodology. The paper presents cognitive errors in the understanding of BIM - the modelling of building object information. Towards the end of the paper, a new emphatic definition of BIM is presented for consideration. The state of the art enables the conclusion that BIM is the future of digital construction in the era of Industry 4.0/5.0.

KEYWORDS:

BIM, building information modelling, BIM definition, design, construction, management