



**Łukasz Adamus\***

## **MODELOWANIE INFORMACJI O BUDYNKU (BIM) PODSTAWY TEORETYCZNE**

W artykule przedstawiono koncepcję modelowania informacji o budynku (BIM), związane z nią definicje i główne założenia w kontekście wyzwań stojących przed budownictwem oraz obecne możliwości w zakresie przechowywania informacji.

### **1. Wstęp**

Od połowy dwudziestego wieku we wszystkich dziedzinach działalności intelektualnej obserwowany jest wzrost znaczenia narzędzi informatycznych, ułatwiających obliczenia, a także generowanie, przechowywanie i przekazywanie dużych ilości informacji. Zjawisko to obserwowane jest również w budownictwie, gdzie stosowane są na przykład programy do wspomagania projektowania 2D i 3D (typu CAD) oraz wspomagające wykonywanie złożonych obliczeń inżynierskich. Stosunkowo nową dla przemysłu budowlanego koncepcją jest modelowanie informacji o budynku. Idea ta zakłada współdziałanie wszystkich podmiotów wytwarzających oraz korzystających z informacji o budynku w oparciu o jego spójny, kompleksowy model zapisany w postaci cyfrowej.

W niniejszym artykule została przedstawiona koncepcja modelowania informacji o budynku, związane z nią pojęcia i główne założenia, w kontekście wyzwań stojących przed budownictwem, oraz obecne możliwości w zakresie przechowywania informacji zgodnie z koncepcją BIM.

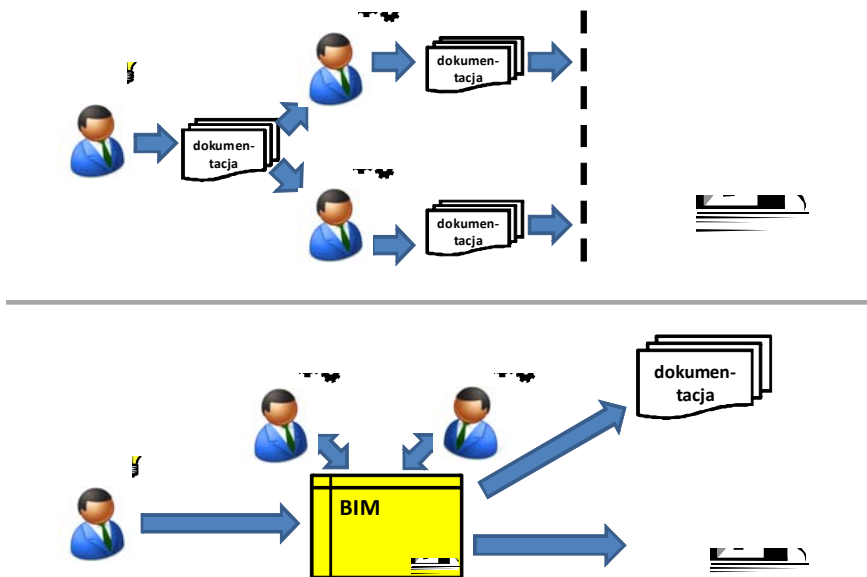
### **2. Podstawowe informacje o koncepcji BIM**

Modelowanie informacji o budynku (BIM) jest odzwierciedleniem szeroko przyjętej w wielu gałęziach przemysłu – na przykład samochodowym, lotniczym, stoczniowym –

---

\* mgr inż. – Zespół ds. Harmonizacji Technicznej w Budownictwie ITB

koncepcji modelowania informacji o produkcie (*Product Information Modeling*), zaadaptowanej do potrzeb budownictwa [1]. Jej wdrożenie wymaga zmiany sposobu postrzegania znaczenia i metod przepływu informacji o budynku, począwszy od procesu projektowania. Tradycyjna metoda zakłada kreację wizji budynku w wyobraźni architekta, po czym obraz ten jest przekształcany (za pomocą narzędzi analogowych lub cyfrowych) na tradycyjną (płaską lub trójwymiarową) dokumentację, będącą jedynie graficznym odwzorowaniem kształtu obiektu, stanowiącą źródło informacji dla innych uczestników procesu. Zgodnie z koncepcją modelowania informacji o budynku na podstawie wizji architekta, tworzony jest cyfrowy, trójwymiarowy model budynku, wzbogacony o dodatkowe informacje, który stanowi zarówno źródło informacji, jak i obszar działania kolejnych zaangażowanych w prace podmiotów (rys. 1). Jeżeli zachodzi konieczność stworzenia tradycyjnej dokumentacji, jest ona uzyskiwana na podstawie aktualnych danych zawartych w modelu, co zapewnia spójność wszystkich jej elementów [2]. Zaletą cyfrowego modelu budynku jest przede wszystkim możliwość uwzględnienia w nim obszernych informacji, takich jak między innymi semantyka części składowych budynku, relacje przestrzenne i zależności pomiędzy nimi, liczby i właściwości materia-

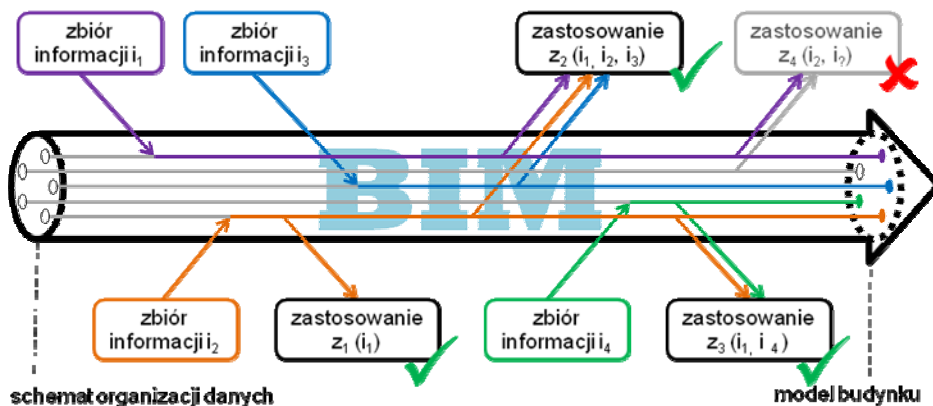


łów i wyrobów budowlanych [3].

Rys. 1. Proces projektowania budynku według koncepcji: klasycznej (na górze) oraz opartej na BIM (na dole)

Fig. 1. Building design process according to methods: classical (upper part) and BIM-based (lower part) – comparison

Zastosowania koncepcji BIM są związane przede wszystkim z odwzorowywaniem informacji o budynku w modelu budynku oraz ich późniejszym wykorzystaniem. W sposób ogólny przepływ informacji przedstawia rysunek 2, na którym wyszczególniono zestawy informacji ( $i_n$ ) wprowadzane do modelu oraz ich wykorzystanie do poszczególnych zastosowań ( $z_n$ ). Zestawy informacji są umieszczane w modelu zgodnie ze schematem organizacji danych. Model budynku zaczyna istnieć, gdy zostanie do niego wprowadzona pierwsza informacja, którą na rysunku symbolizuje zbiór informacji  $i_1$ . Jest on wykorzystywany dwukrotnie ( $z_2, z_4$ ), bez konieczności ponownego wprowadzania informacji. Dostępność zastosowań  $z_1, z_2, z_3$  i  $z_4$  jest uwarunkowana ilością informacji zawartych w modelu budynku. Zastosowania  $z_1(i_1), z_2(i_1, i_2, i_3), z_3(i_1, i_4)$  są możliwe do zrealizowania, ponieważ w czasie, kiedy występują, model budynku zawiera wszystkie niezbędne informacje. Zastosowanie  $z_4(i_2, i_7)$  jest niedostępne, gdyż model budynku nie zawiera części wymaganych informacji, przewidzianych w schemacie organizacji danych.



Rys. 2. Schemat wprowadzania i wykorzystywania informacji w BIM  
 Fig. 2. Schema of filling building model with data and using it

Przykładowe obszary wykorzystania koncepcji BIM to:

- projektowanie architektoniczne i inżynierskie – oprogramowanie do projektowania zgodne z koncepcją BIM umożliwia poprawę komunikacji pomiędzy uczestnikami procesu [4], automatyczne wykrywanie błędów w projektach i konfliktów (ang. *clash detection*) pomiędzy specjalistycznymi elementami projektu budowlanego (np. projektem konstrukcyjnym a projektem instalacji wodociągowej) [5],
- analizy budynku – dostępność informacji o budynku w postaci danych nadających się do automatycznego przetwarzania umożliwia komputerowe wspomaganie analiz konstrukcyjnych, energetycznych, środowiskowych itp. [6], [7],

- wykonawstwo – przenośne urządzenia zapewniają dostępność na placu budowy szczegółowych wytycznych odnośnie do prac budowlanych, przedstawionych w przejrzysty sposób [8],

- zarządzanie budynkiem – model budynku może być źródłem informacji o budynku i jego częściach składowych, na przykład o umiejscowieniu instalacji lub okresach gwarancyjnych urządzeń [9],

Obecnie najbardziej powszechne jest wykorzystanie narzędzi związanych z koncepcją BIM w procesie projektowania budynku, jednak w miarę jej rozwoju są opracowywane i wdrażane narzędzia informatyczne przeznaczone do użytku na innych etapach cyklu życia budynku [10].

W Ameryce Północnej w 2007 r. używanie oprogramowania BIM deklarowało 28% przedsiębiorstw, w 2009 – 49% [11], natomiast w wybranych państwach Europy Zachodniej (Wielka Brytania, Francja, Niemcy) w 2010 r. było to 36%. W przebadanych państwach Europy Zachodniej w największym stopniu z narzędzi BIM korzystały przedsiębiorstwa zajmujące się architekturą (ich stosowanie deklarowało 46% przedsiębiorstw). Spośród wszystkich przebadanych europejskich przedsiębiorstw wykorzystujących narzędzia BIM, 74% z nich stwierdziło, że uzyskało dodatni współczynnik zwrotu z inwestycji (ROI – *return on investment*) poniesionych na ich wdrożenie [12].

### 3. Pojęcia związane z koncepcją BIM

Nazewnictwo związane z BIM nie jest ujednocnione. W anglojęzycznej literaturze naukowej, prasie branżowej oraz w Internecie występują różne określenia odnoszące się do tych samych pojęć, stosowane są też określenia wieloznaczne. Na potrzeby artykułu zostały sformułowane następujące definicje, będące również propozycją polskiej terminologii w zakresie koncepcji BIM:

- **modelowanie budynku** (ang. *building information modeling, building modeling*) – proces tworzenia i pozyskiwania informacji o budynku i jego elementach składowych oraz odwzorowywania ich w postaci modelu budynku (przeważająca część procesu modelowania budynku jest realizowana w ramach projektowania architektonicznego i inżynierskiego, jednak możliwe jest też uzupełnianie informacji zawartych w modelu na kolejnych etapach cyklu życia budynku);

- **model budynku** (ang. *building model, building information model*) – zbiór danych dotyczących abstrakcyjnej koncepcji budynku lub konkretnego budynku, uporządkowanych zgodnie z określonym schematem organizacji danych, zapisanych w postaci cyfrowej (jako cyfrowa reprezentacja modelu), nadających się do automatycznego przetwarzania;

- **schemat organizacji danych** – zestaw wytycznych, określających zakres i sposób uporządkowania (strukturę) danych zawartych w modelu budynku (równolegle funkcjonują różne określenia anglojęzyczne, takie jak: *meta-model, data model, data model structure, data schema, data format, BIM schema*);

- **cyfrowa reprezentacja modelu** – dane składające się na model budynku zapisane na fizycznym nośniku (lub wielu nośnikach) danych;

- **modelowanie informacji o budynku**, BIM (ang. *Building Information Modeling, BIM*) – koncepcja obejmująca całość zagadnień związanych z modelowaniem budynku, opracowywaniem schematów organizacji danych, zapisywaniem i przechowywaniem modeli budynków, a także narzędziami wykorzystującymi zawarte w nich informacje.

Powyższe pojęcia są analogiczne do określeń odnoszących się do koncepcji związanych z budownictwem (rys. 3). Pojęcie „budynek” jest abstraktem, do którego można przyporządkować obiekty mające określone w definicji właściwości. Dalsze określanie właściwości obiektu, niedecydujących o jego unikalności, prowadzi do powstania abstrakcyjnej koncepcji budynku, określającej większą liczbę właściwości niż definicja, jednak nie odnoszącej się do konkretnego obiektu. Jeżeli koncepcja budynku posiada właściwości decydujące o unikalności obiektu, którego dotyczy (np. określoną lokalizację geograficzną), staje się koncepcją konkretnego budynku. Odwołując się do cyklu życia budynku można stwierdzić, że koncepcja konkretnego budynku jest to konkretny budynek na wczesnym etapie cyklu życia – planowania [13], dlatego też na rysunku 3 oba te pojęcia zostały zobrazowane wspólnie.

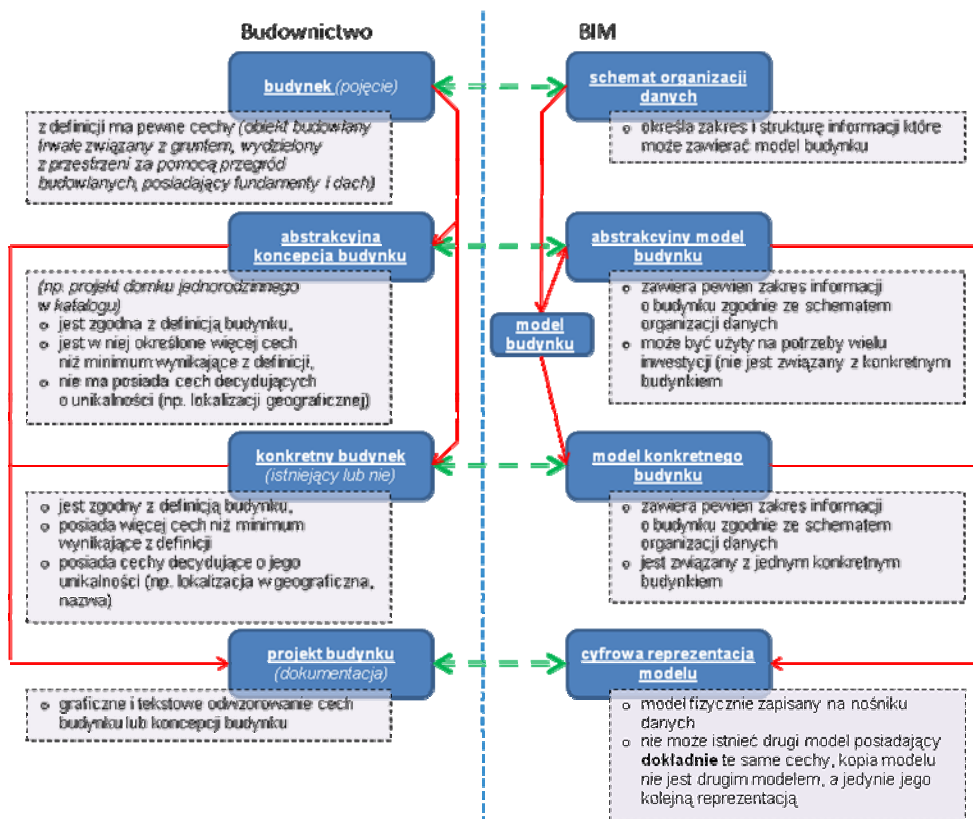
Pojęcia abstrakcyjnej koncepcji budynku oraz konkretnego budynku nie są związane ani ze stopniem szczegółowości koncepcji, ani ze stopniem zaawansowania procesu inwestycyjnego. Abstrakcyjną koncepcją budynku może być zarówno wstępna wizja w wyobraźni architekta, jak i szczegółowy projekt budowlany (rys. 4). Podobnie w przypadku konkretnego budynku, jego cykl życia rozpoczyna się w chwili, kiedy zostanie określona pierwsza unikalna właściwość (np. od decyzji, że budynek zostanie zbudowany w określonej lokalizacji geograficznej, nawet jeżeli nie został określony jego typ) i jest kontynuowany aż do zakończenia etapu demontażu fizycznie istniejącego obiektu. Informacje związane z abstrakcyjną koncepcją budynku lub z konkretnym budynkiem mogą być zapisane w postaci rysunków i tekstu na papierze lub w postaci cyfrowej, stanowią wtedy projekt (dokumentację). Abstrakcyjna koncepcja budynku może być wykorzystana na potrzeby konkretnego budynku (przykładem takiej sytuacji może być zakup projektu domu jednorodzinnego, zgodnego z wcześniej sformułowanymi założeniami dotyczącymi funkcjonalności konkretnego budynku).

W przypadku pojęć związanych z koncepcją BIM odpowiednikiem definicji budynku jest schemat organizacji danych, przyjęty dla danego modelu budynku, który narzuca mu pewne właściwości związane ze strukturą i zakresem danych. Utworzony model może dotyczyć konkretnego budynku (model konkretnego budynku), lub być odzwierciedleniem abstrakcyjnej koncepcji budynku (abstrakcyjny model budynku). W tym przypadku również liczba danych zawartych w modelu i ich szczegółowość nie ma wpływu na jego rodzaj. Istnienie modelu rozpoczyna się w momencie, kiedy odwzorowana zostanie w nim pierwsza informacja. Utrwalenie modelu budynku odbywa się poprzez jego zapis na fizycznym nośniku danych (np. dysku magnetycznym lub optycznym) w postaci cyfrowej reprezentacji modelu (np. pliku, bazy danych). Jeden model może być zapisany na wielu nośnikach danych, a więc może mieć wiele cyfrowych reprezentacji. Można przyjąć, że niemożliwe jest skopiowanie modelu budynku,

a jedynie utworzenie jego kolejnej cyfrowej reprezentacji. Zmiana dokonana tylko w jednej z reprezentacji modelu budynku oznacza utworzenie kolejnego modelu budynku na podstawie poprzedniego.

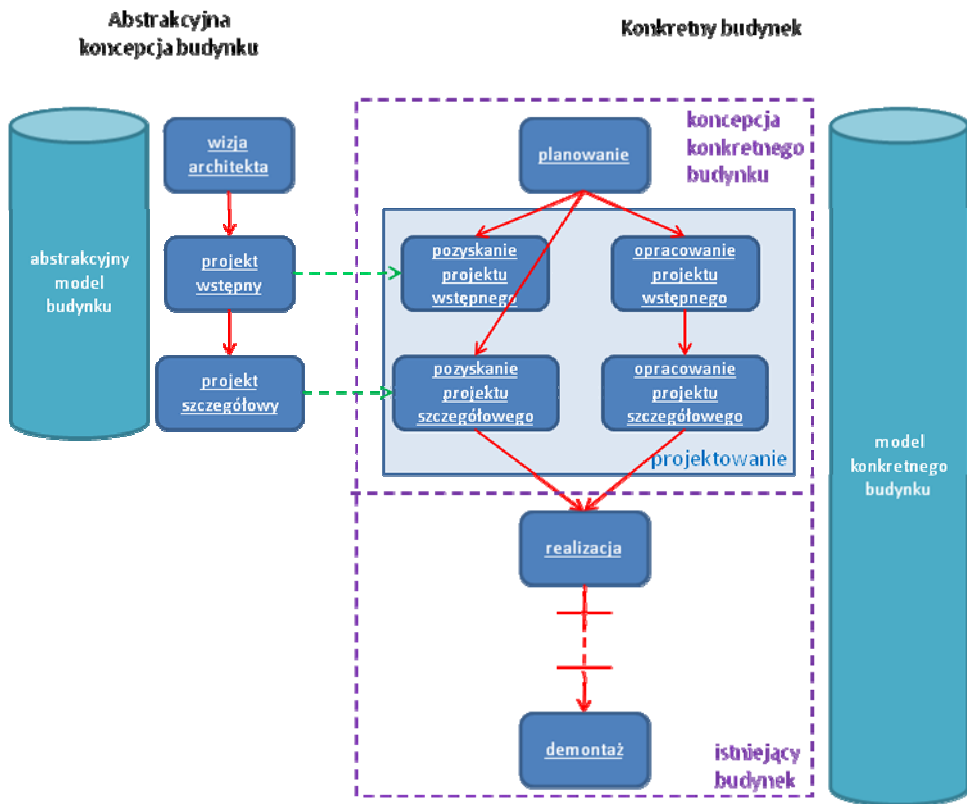
W rozważaniach związanych z koncepcją BIM stosowane są też pojęcia:

- interoperacyjność (ang. *interoperability*) – zdolność dwóch lub większej liczby systemów informatycznych lub ich komponentów do wymiany informacji i do jej użycia [14],
- cykl życia budynku – kolejne i połączone ze sobą etapy istnienia branego pod uwagę budynku [15].



Rys. 3. Schemat analogii pomiędzy pojęciami tradycyjnymi a opisującymi elementy związane z koncepcją BIM

Fig. 3 Analogies between concepts traditionally used in construction industry and concepts introduced by idea of BIM



Rys. 4. Porównanie abstrakcyjnej koncepcji budynku i konkretnego budynku  
 Fig. 4. Comparison of abstract building conception and specific, real building

#### 4. BIM w kontekście wyzwań w zakresie zarządzania informacjami w budownictwie

Budownictwo jest nieustannie rozwijającą się branżą. Ciągły postęp w zakresie materiałów budowlanych uzasadnia rozwój metod projektowania i wznoszenia budynków [16]. Wśród wyzwań stojących przed budownictwem autorzy artykułu „Kierunki prac badawczo-rozwojowych w budownictwie” jako jeden z priorytetów wskazują dostosowanie do paradygmatu zrównoważonego rozwoju, którego realizacja staje się nadrzędnym wymaganie podstawowym w zakresie projektowania, wznoszenia, użytkowania i rozbiierania obiektów budowlanych. Realizacja tej idei wymaga efektywnego zarządzania informacjami o budynku w jego cyklu istnienia. Kluczowy dla spełnienia wymagań podstawowych wobec obiektu budowlanego staje się dobór materiałów

i wyrobów, tak aby spełniały one warunki granicznych stanów nośności i użyteczności, a jednocześnie cechowały się jak najmniejszym negatywnym oddziaływaniem na środowisko w cyklu życia. Informacje o ich parametrach środowiskowych są niezbędne do analizy oddziaływania na środowisko obiektu budowlanego w całościowym ujęciu w ciągu pełnego cyklu istnienia.

Wyzwania stojące przed budownictwem na drodze do zwiększenia jego efektywności zostały również zidentyfikowane w raporcie „Rethinking Construction”, opartym na doświadczeniach branży budowlanej w Wielkiej Brytanii [17]. Wskazane zostały między innymi potrzeby w zakresie usprawnienia procesu budowlanego, takie jak:

- możliwość wykorzystania powtarzalności elementów procesu projektowania w przypadku podobnych budynków, powielania informacji i schematów,
- zwiększenie integralności procesu powstawania budynku i zacieśnienie współpracy pomiędzy jego uczestnikami – brak ciągłości pomiędzy kolejnymi etapami powoduje utrudnienia w przepływie wiedzy i w procesie wdrażania innowacji,
- możliwość prowadzenia działań z pełną świadomością ich wpływu na produkt końcowy procesu,
- możliwość ulepszania oferowanych produktów (budynków) na podstawie obserwacji i analizy jakości wcześniej zrealizowanych projektów,
- usprawnienie produkcji i dostawy elementów specyficznych dla danego projektu dzięki lepszemu przepływowi informacji pomiędzy projektantem a producentem.

Kolejna publikacja prognozuje zagadnienia, które będą stanowiły kluczowe wyzwania dla budownictwa w ciągu 20 lat od daty publikacji artykułu (2011) [10], w związku z dużą liczbą i różnorodnością wymagań stawianych wobec budynku, które często są względem siebie przeciwstawne. Wskazane zostały następujące zagadnienia:

- wymagania związane z jakością środowiskową budynku; dotyczą one wielu parametrów, które kumulują się w trakcie całego cyklu życia budynku, a o ich ostatecznej wartości decyduje przede wszystkim proces projektowania, dlatego projektant powinien mieć dostęp do narzędzi umożliwiających analizy i symulacje środowiskowe,
- konieczność lepszego zrozumienia potrzeb odbiorcy budynku w kontekście zamiany krótkoterminowego rachunku kosztu i wartości budynku (rozważanych w momencie oddania budynku do użytkowania) na długoterminowe podejście, uwzględniające cały cykl istnienia obiektu,
- konieczność projektowania wieloaspektowego, uwzględniającego różnego typu wymagania i kryteria, które muszą być brane pod uwagę w celu uzyskania optymalnego produktu. Istnieje potrzeba zapewnienia projektantowi różnorodnych narzędzi wspomagających analizy i symulacje w oparciu o jak najszerszy zakres informacji o budynku,
- konieczność zapewnienia dostępu do informacji o budynku w ciągu całego okresu jego istnienia, co jest szczególnie trudne na etapie użytkowania, który – w zależności od przewidzianego oraz realizowanego scenariusza – może wynosić kilkadziesiąt lub nawet powyżej stu lat. Również po upływie tego okresu powinny być dostępne informacje na temat zastosowanych w budynku materiałów i wyrobów wraz z instrukcjami w zakresie ich demontażu i recyklingu lub zagospodarowania jako odpadów.



Z powyższych informacji wynika, że do kluczowych zagadnień w kwestii logistyki budynku w ciągu najbliższych lat należeć będą: rozszerzenie zakresu przechowywanych informacji, zapewnienie możliwości korzystania z nich (w zakresie odpowiednim do potrzeb) wszystkim podmiotom zaangażowanym w poszczególne etapy cyklu życia budynku oraz usprawnienie współpracy pomiędzy nimi. Kompleksowe wdrożenie koncepcji modelowania informacji o budynku i pełne wykorzystanie jej potencjału może w znacznej mierze zniwelować niedoskonałości branży budowlanej, poprzez wprowadzenie zmian w procesach i technologiach w zakresie zarządzania informacjami w cyklu życia budynku.

Zastosowanie koncepcji BIM jest również wskazywane jako element pozwalający na wdrożenie w budownictwie nowych standardów produkcji i zarządzania, wśród których można wymienić:

- prowadzenie procesów budowlanych zgodnie z popularną w wielu branżach produkcyjnych koncepcją „Lean” [18], [19], zakładającą zredukowanie wszystkich czynności, które nie są niezbędne do uzyskania produktu końcowego lub nie prowadzą do zwiększenia jego wartości,
- realizację koncepcji integralnej realizacji projektu (IPD – *Integrated Project Delivery*) [20], sformułowanej przez Amerykański Instytut Architektów (AIA), wymagającej pełnego wykorzystania wiedzy i zdolności wszystkich podmiotów uczestniczących w inwestycji budowlanej na każdym z etapów jej prowadzenia, w celu optymalizacji jej efektów [21].

Koncepcja BIM, definiowana jako metodyka zarządzania kluczowymi informacjami w postaci cyfrowej na przestrzeni wszystkich faz istnienia budynku uznawana jest za nowy paradygmat komputerowo wspomaganego projektowania (CAD) w budownictwie [20].

## 5. Założenia koncepcji BIM

Obecne działania w zakresie realizacji koncepcji BIM stanowią początkowe etapy tworzenia i wykorzystywania narzędzi i technologii z nią związanych, w związku z czym dotyczą jej wybranych elementów i realizują część założeń. Na podstawie przeglądu wybranych pozycji literatury przedmiotu [10], [17], [20], [22–24] można sformułować następujące założenia docelowe koncepcji BIM, których spełnienie pozwoli w pełni wykorzystać jej możliwości:

- model budynku zawiera informacje w postaci danych nadających się do automatycznego przetwarzania,
- wszystkie informacje zawarte w modelu budynku są prawdziwe (rzeczywisty obiekt jest wznoszony przy zachowaniu pełnej zgodności z modelem budynku) i aktualne (równocześnie ze zmianą wprowadzaną w budynku modyfikowany jest model budynku),
- model budynku towarzyszy budynkowi w ciągu całego jego cyklu życia,
- model budynku i jego cyfrowa reprezentacja są niezależne od konkretnego programu komputerowego, oprogramowanie zgodne z koncepcją BIM cechuje się Interoperacyjnością,

- informacje zawarte w modelu budynku są dostępne (w odpowiednim zakresie) dla wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego, model budynku funkcjonuje jako obszar współpracy pomiędzy nimi,
- elementy modelu budynku zawierają informacje na temat swojej istoty i zachowania.

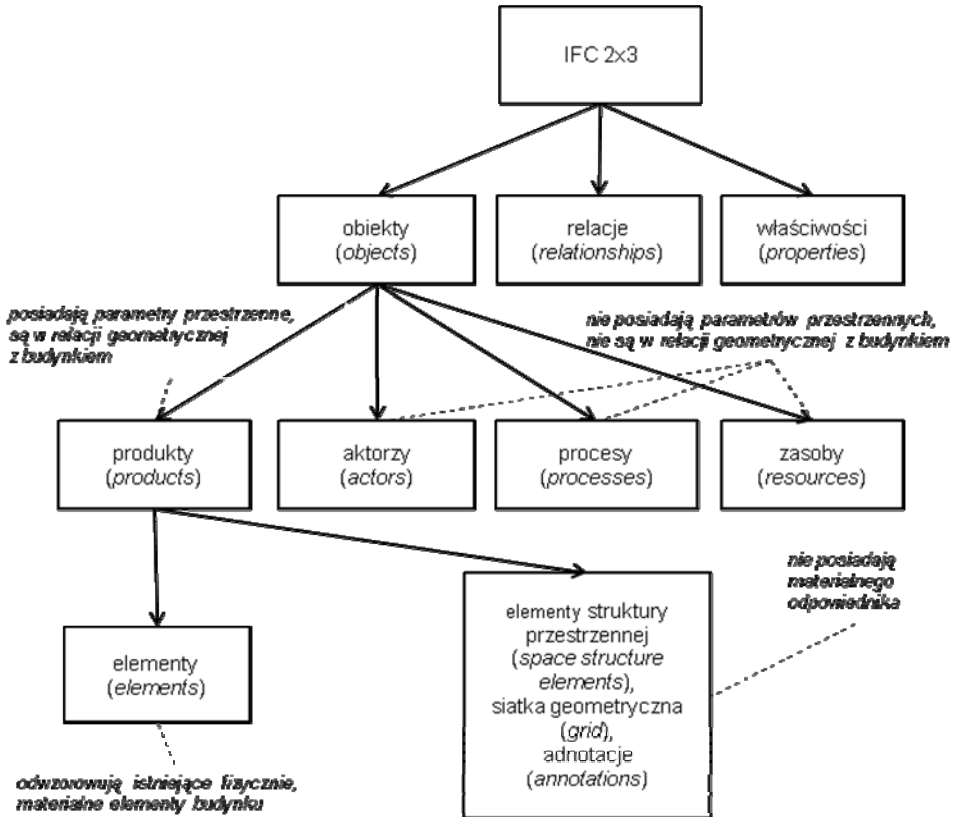
## **6. Informacje o budynku zgodnie z koncepcją BIM – zakres i struktura**

Koncepcja BIM umożliwia odwzorowanie w modelu budynku wszystkich informacji o budynku, które mogą okazać się przydatne w dowolnym momencie jego cyklu istnienia. Obecny poziom rozwoju technologii informatycznych pozwala na przechowywanie wystarczającej ilości danych, zakres informacji zawartych w modelu budynku ograniczony jest więc przez:

- dostępność informacji lub możliwości ich pozyskania,
- późniejszą przydatność informacji (przechowywanie informacji, które nie będą w przyszłości wykorzystane, jest bezcelowe, jednak biorąc pod uwagę rozwój metodyki ocen i analiz związanych z budynkiem, trudno ocenić, jakie dane będą brane pod uwagę w przyszłości),
- dostępne modele struktur danych i sposoby przechowywania informacji.

Aktualne możliwości techniczne w zakresie przechowywania informacji składających się na model budynku określa struktura danych zawarta w otwartej specyfikacji IFC – *Industry Foundation Class*, która jest cały czas rozwijanym, międzynarodowym, niezależnym od producentów oprogramowania typu BIM schematem organizacji danych. Wersja IFC 2x została opublikowana jako specyfikacja ISO/PAS 16739.

Obecnie najnowszą wersją jest *IFC 2x Edition 3 Technical Corrigendum 1*, jednak w zaawansowanym stadium jest już jego kolejna edycja – *IFC 2x Edition 4*, opublikowana w wersji testowej jako *Release Candidate 3*. Ostateczna wersja specyfikacji IFC 2x4 ma zostać uznana za normę międzynarodową o numerze ISO 16739 [25]. Specyfikacja IFC nie odzwierciedla funkcjonalności wszystkich dostępnych na rynku programów komputerowych wykorzystujących koncepcję BIM, jednak jej uniwersalność i dostępność dla wszystkich potencjalnych podmiotów związanych z cyklem życia budynku czyni ją najbliższą założeniom koncepcji modelowania informacji o budynku. Jej struktura pozwala sklasyfikować informacje, które może zawierać, na dwa sposoby: ze względu na jej rolę w strukturze danych (A), oraz ze względu na obszar tematyczny, którego dotyczy (B).



Rys. 5. Elementy schematu organizacji danych IFC 2x3 TC1  
 Fig. 5. Elements of data schema IFC 2x3 TC1

A: Na najwyższym poziomie ogólności, struktura danych IFC 2x3 TC1 zakłada istnienie trzech podstawowych jednostek: **obiektów** (*objects*), **relacji** (*relationships*) (rys. 5), obrazujących powiązania pomiędzy obiektami oraz **właściwości** (*properties*), przekazujących informacje o parametrach i stanie obiektu. Wśród obiektów wyróżniane są te, które posiadają parametry przestrzenne i pozostają w geometrycznej relacji z budynkiem, tzw. **produkty** (*products*), oraz pozostałe, takie jak **aktorzy** (*actors*) – **osoby** lub instytucje pełniące określone funkcje w związku z projektem, **procesy** (*processes*) oraz **zasoby** (*resources*). Nazwa kategorii **produkty** wprowadza w błąd, ponieważ należą do niej zarówno obiekty będące odpowiednikami fizycznie istniejących części budynku,

takich jak belki, słupy, ściany, drzwi, okna, rury wodociągowe itp., czyli **elementy** (*elements*), jak również obiekty odpowiadające strukturom logicznym lub elementom opisu budynku istniejące tylko wirtualnie, na przykład piętra, pomieszczenia (*space structure elements*), siatka geometryczna (*grid*), adnotacje, linie wymiarowe (*annotations*) itp.

B: Specyfikacja IFC 2x3 TC1 wyróżnia 9 obszarów tematycznych (*domains*), dla których posiada wyspecjalizowane zestawy definicji obiektów. Należą do nich: systemy automatyki i kontroli budynku oraz alarmy (*building control*), instalacje wodno-kanalizacyjne oraz przeciwpożarowe (*plumbing & fire protection*), elementy konstrukcyjne (*structural elements*), analizy konstrukcyjne (*structural analysis*), ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja (*HVAC*), instalacje elektryczne (*electrical*), zagadnienia architektoniczne (*architectural*), zarządzanie budową (*construction management*), zarządzanie obiektem (*facility management*).

## 7. Wnioski

- Rozwój technologii informacyjnych sprawia, że w działalności przemysłowej zmienia się znaczenie informacji oraz sposób zarządzania nimi. Dotyczy to również budownictwa.
- Koncepcja modelowania informacji o budynku (BIM) określa zbiór zasad dotyczących zarządzania informacjami o budynku w całym jego cyklu życia.
- Informacje zawarte w modelu budynku znajdują zastosowanie na wielu etapach cyklu życia budynku.
- Większość przedsiębiorstw stosujących narzędzia związane z koncepcją BIM deklaruje, że przynosi to widoczne korzyści ekonomiczne, więc prawdopodobnie ich popularność będzie wzrastać.
- Narzędzia wykorzystujące koncepcję BIM znajdują się na wczesnym etapie rozwoju, nie są w pełni zgodne z jej założeniami. Pełne wykorzystanie jej potencjału będzie wymagało dalszego rozwoju metodyki i technologii przy współpracy specjalistów z branży budowlanej (jako użytkowników narzędzi), producentów oprogramowania (opracowujących narzędzia), środowiska naukowego, instytucji normalizacyjnych oraz organów ustawodawczych.

## Bibliografia

- [1] See R.: Building Information Models and Model Views. *Journal of Building Information Modeling*, Fall 2007, NIBS, Washington D.C.
- [2] Tomana A.: Nowe technologie w projektowaniu budowli. *Wiadomości Projektanta Budownictwa*, 2 (241), 2011, s. 10–12
- [3] Sang Kyu Jeong, Yong Un Ban: Computational algorithms to evaluate design solutions using Space Syntax. *Computer-Aided Design*, 43, 2011, s. 664–676

- [4] Weilin Shen, Qiping Shen, Quanbin Sun: Building Information Modeling-based user activity simulation and evaluation method for improving designer–user communications. *Automation in Construction*, 21, 2012, s. 148–160
- [5] Love P., Edwards D., Han S., Goh Y.: Design error reduction: toward the effective utilization of building information modeling. *Research in Engineering Design*, 22, 2011, s. 173–187
- [6] Schlueter A., Thesseling F.: Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages. *Automation in Construction*, 18, 2009, s. 153–163
- [7] Azhar S., Carlton W., Olsen D., Ahmad I.: Building information modeling for sustainable design and LEED® rating analysis. *Automation in Construction*, 20, 2011, s. 217–224
- [8] Berlo L., Helmholt K., Hoekstra W.: C2B: Augmented reality on the construction site. 9th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, 2009
- [9] East E. W.: BIM for Construction Handover. *Journal of Building Information Modeling*, Fall 2007, NIBS, Washington D.C.
- [10] Watson A.: Digital buildings – Challenges and opportunities. *Advanced Engineering Informatics*, 25, 2011, s. 573–581
- [11] The Business Value Of Bim. McGraw-Hill Construction, 2009
- [12] The Business Value of BIM in Europe. McGraw-Hill Construction, 2010
- [13] Schevers Ir. H., Tolman Ir. F. P.: Modelling The First Building Life Cycle Stages, Construction Informatics Digital Library <http://itc.scix.net/paper/w78-2001-13.content>
- [14] Institute of Electrical and Electronics Engineers. *IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. New York, NY, 1990
- [15] PN-EN 15643-1 Sustainability of construction works – Sustainability assessment of buildings – Part 1: General framework
- [16] Czarnecki L., Kaproń M.: Kierunki prac badawczo-rozwojowych w budownictwie. *Wiadomości projektanta budownictwa*, 6, 2010
- [17] Egan J.: Rethinking Construction, The report of the Construction task Force, HMSO, UK, 1998
- [18] Arayici Y., Coates P., Koskela L., Kagioglou M., Usher C., O'Reilly K.: Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. *Automation in Construction*, 20, 2011, s. 189–195
- [19] Sacks R., Radosavljevic M., Barak R.: Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. *Automation in Construction*, 19, 2010, s. 641–655
- [20] Succar B.: Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18, 2009, s. 357–375
- [21] The American Institute of Architects, Integrated Project Delivery: A Guide, The American Institute of Architects, AIA California Council, 2007
- [22] Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K.: BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors, Wiley Publishing, 2008
- [23] Bernstein P., Pittman J.: Barriers to the Adoption of Building Information Modeling in the Building Industry, Autodesk Building Solutions White Paper, 2004

- [24] Cerovsek T.: A review and outlook for a „Building Information model” (BIM): A multi-standpoint framework for technological development. *Advanced Engineering Informatics*, 25, 2011, s. 224–244
- [25] buildingSmart – strona internetowa organizacji <http://buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-releases>, dostęp: 19.03.2012

## BASICS OF THE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

### Summary

This paper presents the need for use of information tools based on BIM, in the context of existing and predicted challenges and opportunities for the construction industry, mainly associated with increasing amount of information that have to be processed in order to improve the efficiency and meet requirements of sustainable development. On this basis and according to literature, the fundamental principles of the BIM concept, which shall be fulfilled to address its entire potential of benefits for the construction industry, are proposed.

In general, the role of a building model is to store and share information. Therefore, possible applications of the particular model depends on the scope and the quality of contained data. Assuming that appropriate information sets are included, the use of building model based on the BIM concept can be beneficial during all lifecycle stages of the building it represents, for example during the design process, the construction stage, the operation and maintenance stage etc. The paper introduces schema representing general rules of creating a building model by filling it with data and its application afterwards. It also presents some practical examples of BIM applications on a different stages of a building lifecycle, explains basic notions connected with the BIM concept, and briefly explains general rules of storing information according to IFC - open and independent data schema specification, the effect of collaboration among industry and science, widely accepted as a data exchange format in the construction industry.

*Praca wpłynęła do Redakcji 5 IX 2012 r.*