

Implementacja technologii BIM w projektowaniu architektonicznym

Implementacja technologii BIM (ang. *Building Information Modeling*) w biurach architektonicznych zbiega się w czasie z procesem zmiany sposobu realizacji inwestycji z tradycyjnego DBB (ang. *Design-Bid-Build*) – projektowania, wyboru wykonawcy i realizacji, do IPD (ang. *Integrated Project Delivery*) – Zintegrowanej Realizacji Przedsięwzięcia (często: Zintegrowanego Procesu Inwestycyjnego lub Zintegrowanej Realizacji Projektu), gdzie działania wszystkich uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego: inwestora, projektantów, wykonawców i innych mogą być od samego początku prowadzone wspólnie [1].

BIM to coś więcej niż komputerowe wspomaganie projektowania. To nowe podejście do modeli cyfrowych i inny sposób współpracy uczestników projektowania. Technologia BIM pozwala przypisać parametry techniczne do elementów tworzących obiekt budowlany, a następnie udostępniać informacje, dzięki czemu uczestnicy procesu inwestycyjno-budowlanego mogą mieć stały dostęp do potrzebnych danych.

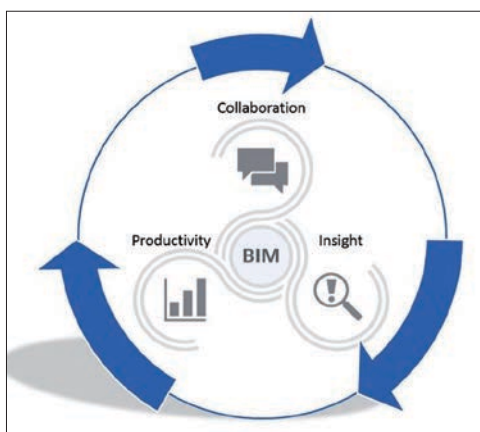
BIM A WSPÓŁPRACA

Koncepcja BIM zrewolucjonizowała podejście do projektowania, realizacji inwestycji i zarządzania budynkiem podczas całego cyklu jego życia [3]. BIM umożliwia przeprowadzenie testów oraz wykonanie obliczeń i analiz na modelu komputerowym, w warunkach wysoce zbliżonych do rzeczywistych. Cyfrowy model jest bazą projektu i może zostać rozszerzony o dodatkowe elementy i systemy lub być wykorzystany do

BIM umożliwia przeprowadzenie testów oraz wykonanie obliczeń i analiz na modelu komputerowym, w warunkach wysoce zbliżonych do rzeczywistych

Podczas gdy CAD (ang. *Computer Aided Design*) tworzy dwu- lub trójwymiarowe rysunki, których elementy nie zawierają dodatkowych informacji, BIM zawiera takie atrybuty, które umożliwiają zarządzania czasem (BIM 4D) czy kosztami (BIM 5D). Ponadto, użytkownicy mogą inteligentnie zarządzać informacjami przez cały cykl życia projektu, automatyzując procesy takie jak: wykonanie projektu budowlanego, projektu wykonawczego, analizy konstrukcji, dokumentacji, procesów produkcji, logistyki, obsługi, inwentaryzacji, naprawy lub demontażu [2].

wykonania szczegółowych analiz, np. nasłonecznienia, zapotrzebowania energetycznego, itp. Ponadto, przestrzenny cyfrowy model budynku umożliwia wszystkim uczestnikom zaangażowanym w proces projektowy pracę w jednym, zintegrowanym środowisku [4]. Podstawową strukturę modelu opracowują architekci, następnie jest ona udostępniana innym uczestnikom projektu, którzy mogą go na różnych etapach projektu uzupełniać, modyfikować oraz dostosowywać do zadanych warunków. Uzupełnianie modelu o dodatkowe elementy i informacje wpływa na poziom



Rys. 1
Proces BIM [5]

Większość modeli powstaje od razu w dość zaawansowanym stopniu dokładności geometrycznej (LOD 350–LOD 400)

szczegółowości – LOD (ang. *Level of Development*).

Poszczególne elementy mogą zawierać informacje, takie jak dane dotyczące materiałów i ich charakterystyk, koszty, terminy możliwej dostawy, dane kontaktowe niezbędne do nabycia materiałów, informacje dotyczące bezpieczeństwa pożarowego, skany dokumentów i pozwoleń różnego rodzaju, itp. Stosowanie standaryzacji LOD definiuje wymaganą zawartość modelu na koniec każdego etapu projektu. Korzystanie z klas LOD jest szczególnie pomocne w aspekcie komunikacji. Łatwy staje się sposób przedstawienia wymagań zleceniodawcy, jak również przedstawienie wizji projektanta. Szybszy staje się także proces określania, kiedy konkretne informacje będą w modelu dostępne [6].

KLASY LOD

Obecnie rozróżnia się sześć klas oceny systemem LOD [6]:

- LOD 100 – element modelu jest przedstawiony graficznie w ogólnym kształcie za pomocą symbolu
- LOD 200 – element modelu jest przedstawiony graficznie w ogólnym kształcie z przybliżonymi informacjami dotyczącymi wielkości, kształtu, położenia, orientacji i ilości
- LOD 300 – element modelu jest przedstawiony graficznie w odpowiadającym rzeczywistości kształcie wraz z dokładnymi informacjami dotyczącymi wielkości, kształtu, położenia, orientacji i ilości
- LOD 350 – cechy LOD 300 + określone są relacje elementu modelu z innymi elementami budynku
- LOD 400 – cechy LOD 350 + określone są cechy dotyczącymi produkcji, montażu, instalacji
- LOD 500 – element modelu jest zweryfikowany na budowie i odpowiada rzeczywistości pod względem wielkości, kształtu, położenia, orientacji i ilości.

Model BIM o wysokim poziomie LOD charakteryzuje się najbardziej rzeczywistym odzwierciedleniem obiektu, który ma powstać, dzięki czemu projekt jest optymalnie zaprojektowany, zaś wymagane zasoby są określone na poziomie minimalizującym ewentualne straty.

Większość modeli powstaje od razu w dość zaawansowanym stopniu dokładności geometrycznej (LOD 350–LOD 400). Wynika to z kilku powodów:

- taki poziom szczegółowości zapewnia spełnienie wymagań projektu budowlanego, zawartych w § 12.1 [N1], które wyjaśniają, że część rysunkowa projektu na cele uzyskania pozwolenia na budowę powinna zawierać m.in. układ funkcjonalno-przestrzenny obiektu, jego rozwiązania budowlano-konstrukcyjne itd., z nawiązaniem wszystkich elementów do pozio-

mu terenu, rodzaju konstrukcji i jej przekrojów

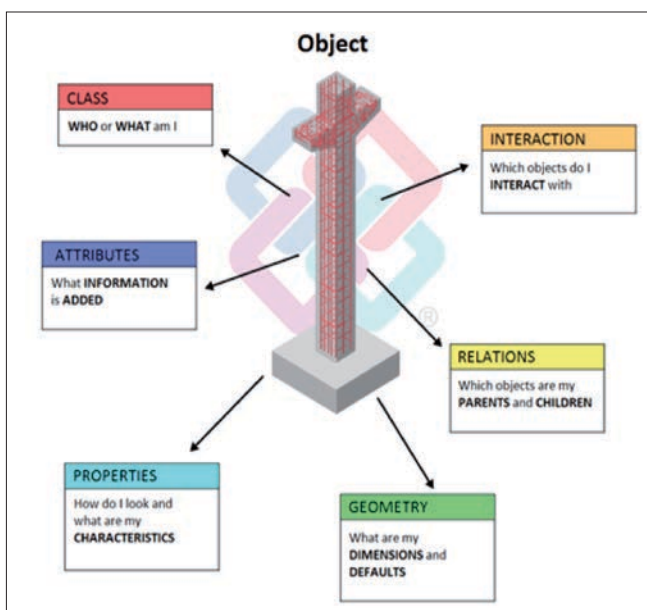
- modele wzbogacone o szczegóły geometryczne nadają się do generowania wizualizacji obiektu
- dzięki takiemu przedstawieniu elementów, nie ma konieczności modyfikowania elementów podczas opracowywania projektu wykonawczego [8].

OTWARTY FORMAT ZAPISU IFC

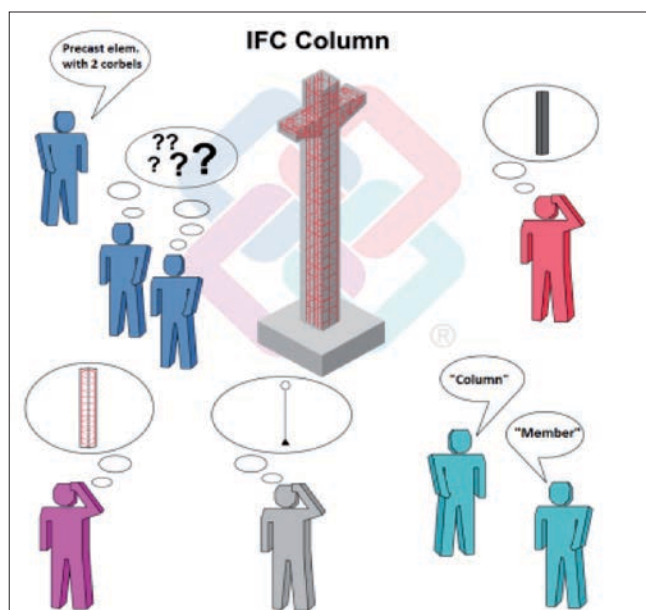
Kolejnym ważnym aspektem współpracy jest prawidłowy eksport projektu, gdzie wszystkie elementy modelu powinny być odpowiednio „odczytane” i nie stracić informacji przypisanych poprzednio. Problem może powstać na przykład przy elementach o nietypowej geometrii albo elementach wielowarstwowych. Istnieje wiele różnych metod i zasad umożliwiających prawidłową interoperacyjność, jednak jednym z najbardziej rozpowszechnionych formatów służących do



Rys. 2. Przykład LOD w praktyce [7]



Rys. 3. Informacje przypisane do elementu [9]



Rys. 4. Różne rozumienie elementów [9]

przekazywania danych i koordynowania prac jest format IFC (ang. *Industry Foundation Classes*). Otwarty format zapisu IFC powstał na bazie formatu STEP (ang. *Standard for the Exchange of Product Model Data*). Jego główną zaletą jest to, że działa on zgodnie z technologią Open BIM. Coraz więcej projektów jest wykonywanych na bazie plików IFC.

Warto też zaznaczyć, że format IFC nie zawsze jest formatem docelowym, a stosowane są różne formaty, w zależności od tego, który będzie najlepiej odpowiadać konkretnemu celom. Na przykład format Unitechnik będzie dedykowany do wysyłania elementów na linię produkcyjną, maszyny CNC (ang. *Computer Numerically Controlled*), a format SKP posłuży do przekazywania modelu specjalistycznym programom do wizualizacji [10].

AUTOMATYZACJE W PROJEKTOWANIU ARCHITEKTONICZNYM
Ważnym elementem pracy w BIM jest możliwość opracowania przestrzennego cyfrowego modelu oraz przesłania i wyszukiwania w nim ewentualnych błędów projektowych

i niezgodności. Pozwala to zaoszczędzić projektantom wiele czasu oraz umożliwia uniknięcie konfliktów i kolizji we wczesnym etapie. Specjalistyczne narzędzia i platformy umożliwiają również podgląd zmian wprowadzanych w projekcie w czasie rzeczywistym wszystkim uczestnikom procesu inwestycyjno-budowlanego.

Warto też zaznaczyć, że format IFC nie zawsze jest formatem docelowym, a stosowane są różne formaty, w zależności od tego, który będzie najlepiej odpowiadać konkretnemu celom

Oprogramowanie działające zgodnie z filozofią Open BIM pozwala na wykorzystanie tego samego modelu przez różne programy, przeznaczone do konkretnych zadań, takich jak:

- obliczenia strukturalne
- analiza gruntu
- analiza pod kątem fizyki budowli
- kosztorysowanie
- opracowanie dokumentacji
- planowanie prac i procesów logistycznych

- produkcja materiałów i elementów
- zarządzanie obiektem.

Podczas pracy na przestrzennym, trójwymiarowym modelu, fachowcy będąc nawet w odległych od siebie lokalizacjach, bez trudu mogą na bieżąco kontrolować stan prac pozostających

pewne niezgodności, dlatego model i części modelu powinny być odpowiednio opracowane w zależności od tego, do czego ten model służy. Chodzi przede wszystkim o takie kwestie, jak „rozbicie elementów”, „przypisanie elementów do odpowiednich płaszczyzn”, „stosowanie prawidłowej struktury” albo „lokalizacja elementów uzupełniających model” (czy to jest struktura modelu czy pochodne ze struktury), itp. Z tych powodów wszystkie szczegóły związane z kreowaniem modelu, muszą być omówione z pozostałymi projektantami już na samym początku.

Niektóre „nietypowe” elementy mogą nie być przypisane do elementów architektonicznych, czyli wykreowane poprzez modelowanie 3D. Do takich elementów należy dodać atrybut IFC „typ obiektu”. Często narzędzia działające zgodnie z technologią BIM pozwalają zautomatyzować prace przy takich nietypowych kształtach, dzięki zaawansowanemu modelowaniu 3D. Ponadto, funkcje są połączone ze sobą i program sam podpowiada możliwe działania (po użyciu jednej funkcji program wyświetla,

co można zrobić dalej). Opcja „Visual Scripting” może jeszcze bardziej przyspieszyć pracę, ponieważ pozwala w sposób wizualny (Visual) uzależnić funkcje między sobą i w taki sposób opracować zupełnie nowe.

Nie bez znaczenia pozostaje fakt zdecydowanie bardziej atrakcyjnego przedstawienia projektu przez architekta. Przy najnowszych możliwościach technologicznych wizualizacje dopracowane są do perfekcji, ich realizm sprawia, że niekiedy są nie do odróżnienia od zdjęć.

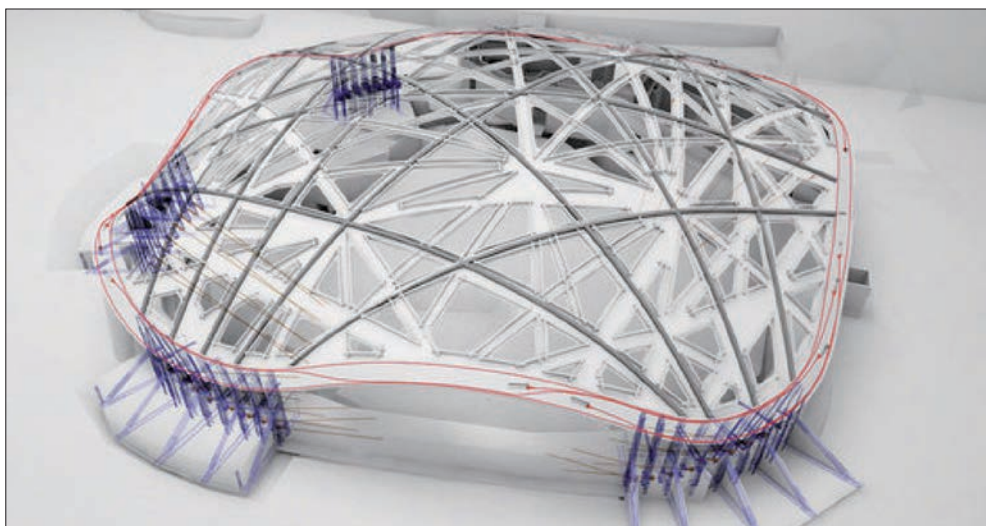
Zmiana procesu projektowania wpłynęła również na tworzenie wizualizacji i umożliwiła ich wykonywanie na każdym etapie procesu projektowania, natomiast w tradycyjnym procesie wizualizacja dostępna była dopiero na końcu.

WNIOSKI

W przypadku rozwiązań tradycyjnych konieczne jest opracowanie własnego modelu od początku przez każdego uczestnika procesu projektowego. Wiąże się to z długim czasem oczekiwania, wysokimi kosztami, koniecznością wielokrotnego powtarzania tych samych czynności, większym prawdopodobieństwem wystąpienia błędów, trudnościami w przypadku wprowadzania zmian i problemami wynikającymi z braku narzędzi do komunikacji.

Przejęcie na metodę pracy BIM staje się działaniem kluczowym dla utrzymania konkurencyjności, nie tylko przez duże firmy budowlane, ale również przez średnie i małe [13]. Projektowanie w technologii BIM gwarantuje wzrost wartości usług oferowanych dla inwestorów, klientów i zarządców obiektów, dzięki kompleksowemu podejściu do tematu projektowania, realizacji oraz eksploatacji obiektów.

Przy implementacji technologii BIM trzeba rozumieć, że BIM powinien zawierać co najmniej dwa komponenty: przestrzenny cyfrowy model, który jest kompleksowym „hub-em” informacji oraz możliwość prawidłowego wykorzystywania danych,



Rys. 5. Elephant House Zoo w Zurychu, Szwajcaria [11]



Rys. 6. Wizualizacja w procesie IPD vs tradycyjnie [12]

które ten model zawiera. W celu osiągnięcia tego drugiego, należy opracować odpowiedni model podstawowy, który najczęściej jest dziełem architektów, uzgadniając przy tym detale z innymi uczestnikami procesu projektowania. ◀

NORMY I ROZPORZĄDZENIA

N1. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dn. 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. poz. 462, 27 kwiecień 2012 r.)

LITERATURA

1. Protchenko K., *BIM w biurach projektowych*, BUILDER, styczeń 2018, IT&BIM, 2018, str. 44–45.
2. www.archdaily.com
3. www.jarbud.eu
4. Kaczorek K., Janczura S., *Korzyści z projektowania w BIM*, Inżynier Budownictwa, nr 10/ 2017, str. 54–57.

5. www.sztuka-architektury.pl
6. www.blubim.pl
7. www.3delling.pl
8. www.bimblog.pl
9. Niedermaier A., Back R., *Allplan BIM Compendium, Theory and Practice*, 3rd updated and extended edition, München, 2016.
10. Protchenko K., Kaczorek K., *BIM w automatyzacji procesu projektowania konstrukcji prefabrykowanych*, Przewodnik projektanta, nr 3/2019.
11. www.allbim.pl
12. www.rapan.pl
13. Protchenko K., Kaczorek K., *Przejęcie z 2D do BIM w projektowaniu konstrukcji*, Przewodnik Projektanta, nr 4/2019.