

# Praktyczne aspekty technologii BIM w biurach architektonicznych

dr inż. **Kostiantyn Protchenko**  
Politechnika Warszawska, BIMplatform  
dr inż. **Krzysztof Kaczorek**  
Politechnika Warszawska

Przejsie na pracę w BIM staje się niezbędnym działaniem dla utrzymania konkurencyjności nie tylko przez duże firmy budowlane, ale również przez średnie i małe.

Implementacja technologii BIM (ang. Building Information Modeling) w biurach architektonicznych zbiega się w czasie ze zmianą w procesach przebiegu inwestycji z tradycyjnego DBB (ang. Design/Bid/Build) – projektowania, wyboru wykonawcy i realizacji, do IPD (ang. Integrated Project Delivery) – zintegrowanej realizacji przedsięwzięcia (inne rozwinięcia skrótu to zintegrowany proces inwestycyjny lub zintegrowana realizacja projektu), gdzie działania inwestora, projektantów, wykonawców oraz innych uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego mogą być od samego początku przeprowadzone wspólnie [1]. Podczas gdy CAD (ang. Computer Aided Design) tworzy dwu- lub trójwymiarowe rysunki, których elementy nie zawierają dodatkowych informacji, **BIM zawiera takie atrybuty, jak na przykład 4-D (czas) i 5-D (koszty) itp., co pozwala użytkownikom inteligentnie zarządzać informacjami przez cały cykl życia projektu**, automatyzując procesy, takie jak sporządzenie projektu budowlanego, projektu wykonawczego, analizy konstrukcji, dokumentacji, procesów produkcji, logistyki, obsługi, inwentaryzacji, naprawy lub demontażu [2]. BIM to coś więcej niż komputerowe wspomaganie projektowania – to nowe podejście do modeli cyfrowych i inny sposób współpracy uczestników procesu projektowania. Technologia BIM pozwala opracować i przypisać informacje do elementów projektu dostępnych dla pozostałych podmiotów w czasie rzeczywistym. Umożliwia to natychmiastowy i ciągły dostęp do aktualnych informacji o projekcie.

## BIM a współpraca

Koncepcja BIM zrewolucjonizowała podejście do projektowania, realizacji inwestycji i zarządzania budynkiem podczas całego



Rys. 1. Proces BIM [5]

cyklu jego życia [3]. BIM umożliwia przeprowadzenie testów i 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 wykonania szczegółowych analiz, takich jak nasłonecznienia, energetycznych, ekonomicznych i innych usprawniających poszczególne procesy. Ponadto przestrzenny cyfrowy model budynku umożliwia wszystkim uczestnikom zaangażowanym w proces projektowy pracę w jednym zintegrowanym środowisku [4].

## Poziom zaawansowania projektu

Podstawową strukturę modelu tworzą architekci, następnie jest ona zawsze dostępna dla innych uczestników projektu, którzy mogą ją modyfikować oraz dostosowywać na różnych fazach projektu. Uzupełnianie modelu o dodatkowe elementy i informacje wpływa na poziom szczegółowości LOD (ang. Level of Development). Poszczególne komponenty modelu mogą zawierać informacje, takie jak dane dotyczące materiałów i ich charaktery-

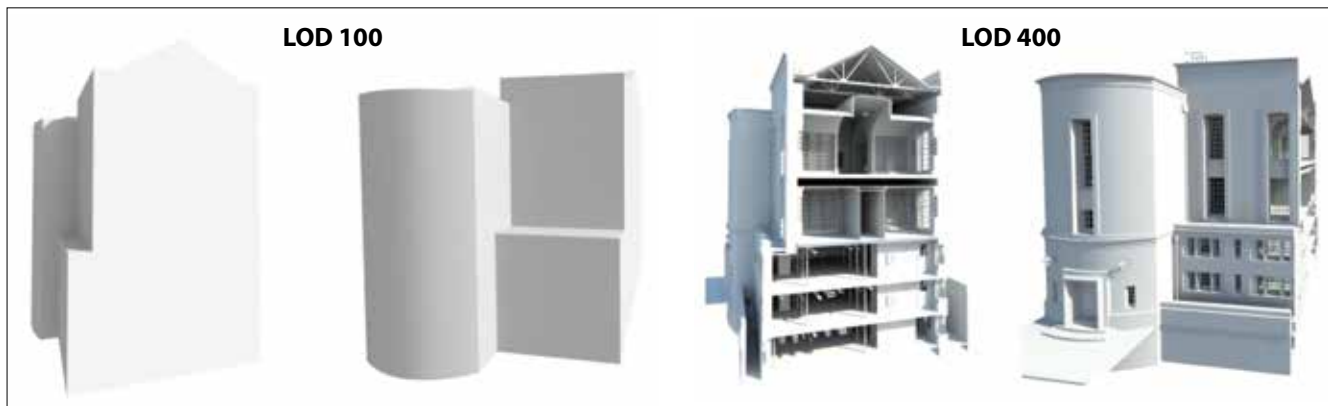
styk, koszty, terminy możliwej dostawy, dane kontaktowe niezbędne do nabycia materiałów, informacje dotyczące bezpieczeństwa pożarowego, skany dokumentów i pozwoleń różnego rodzaju, a także wiele innych.

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 zarówno sposób przedstawienia wymagań zleceniodawcy, jak i przedstawienie wizji projektanta. Szybszy staje się również proces określania, kiedy konkretne informacje będą w modelu dostępne [6].

## Klasy LOD [6]

Obecnie różni się sześć klas ocen systemem LOD:

- ▶ 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, zorientowania i ilości;
- ▶ LOD 300 – element modelu jest przedstawiony graficznie w odpowiadającym rzeczywistości kształcie wraz z dokładnymi informacjami dotyczącymi wielkości, kształtu, położenia, zorientowania i ilości;
- ▶ LOD 350 – cechy LOD 300 + określone są relacje elementu modelu z innymi elementami budynku;
- ▶ LOD 400 – cechy LOD 350 + określone są cechy dotyczące produkcji, montażu, instalacji;
- ▶ LOD 500 – element modelu jest zweryfikowany na budowie i odpowiada rzeczywistości pod względem wielkości, kształtu, położenia, zorientowania i ilości.



Rys. 2. Przykład LOD w praktyce [7]

Model BIM o wysokim poziomie LOD charakteryzuje się najbardziej zbliżonym do rzeczywistości odwzwiedleniem obiektu, który ma powstać, dzięki czemu projekt jest sporządzony również pod kątem racjonalności ekonomicznej, a ilości niezbędnych materiałów nie są przekraczane.

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

- ▶ Wysoki poziom szczegółowości zapewnia spełnienie wymagań projektu budowlanego, zawartych w § 12.1 [8], które stanowią, 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 poziomu terenu, rodzaju konstrukcji i jej przekrojów.
- ▶ Modele wzbogacone o szczegóły geometryczne nadają się do stworzenia wizualizacji obiektu.
- ▶ Dzięki takiemu przedstawieniu elementów nie ma konieczności modyfikacji elementów pod kątem projektu wykonawczego [9].

### Przygotowanie plików

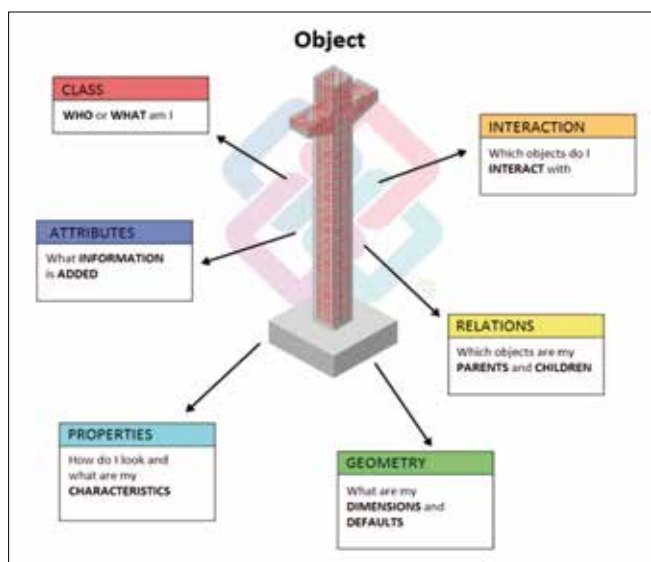
Kolejnym ważnym aspektem współpracy jest prawidłowy eksport projektu, gdzie wszystkie elementy projektu powinny być odpowiednio „odczytane” i nie utracić informacji przypisanych poprzednio. Problem może powstać na przykład przy elementach o nietypowej geometrii albo przy elementach wielowarstwowych. Istnieje wiele różnych metod i zasad dla

prawidłowej interoperacyjności, jednak jednym z najbardziej rozpowszechnionych formatów służących do przekazywania i koordynacji modelu jest format IFC (ang. Industry Foundation Classes). Otwarty format zapisu IFC powstał w oparciu o format STEP (ang. Standard for the Exchange of Product Model Data). Jego główną zaletą jest to, że działa 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, **stosuje się różne formaty, w zależności od tego, który będzie najlepiej odpowiadać konkretnym celom**, na przykład format Unitechnik będzie optymalny do wysłania elementów na linie produkcyjne lub maszyny CNC (ang. Computer Numerically Controlled), natomiast format SKP będzie zalecany do przekazywania modelu do specjalistycznych programów do wizualizacji [11].

### Automatyzacja w procesie projektowym

Ważnym elementem pracy w BIM jest możliwość stworzenia przestrzennego cyfrowego modelu oraz przesiedlenia i wyszukania w nim ewentualnych błędów projektowych oraz niezgodności. Pozwala to zaoszczędzić projektantom wiele czasu oraz umożliwia uniknięcie konfliktów i kolizji już w wczesnym etapie prac projektowych. Specjalistyczne narzędzia i platformy umożliwiają również podgląd zmian wprowadzanych w projekcie w czasie rzeczywistym przez wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego. Projektowanie za pomocą narzędzi BIM pozwala na używanie zdefiniowanych komponentów z wieloma parametrami (np. z bibliotek), samodzielne przypisywanie parametrów i dodawanie swoich atrybutów do stworzonych własnych komponentów. Różne sposoby wprowadzenia i modyfikacji (parametrycznie



Rys. 3

Informacje przypisane do elementu [10]

lub graficznie) dają możliwość przypisywania informacji do każdego komponentu w sposób najbardziej wygodny. Wprowadzenie tych informacji umożliwia uzyskanie więcej korzyści na etapie tworzenia dokumentacji (sporządzanie zestawienia materiałów, kosztorysy, harmonogramy itd.), a przy wprowadzeniu swoich parametrów – stworzenie indywidualnych raportów lub innej dokumentacji oraz zaprezentowanie jej w pożądanym sposobie [1].

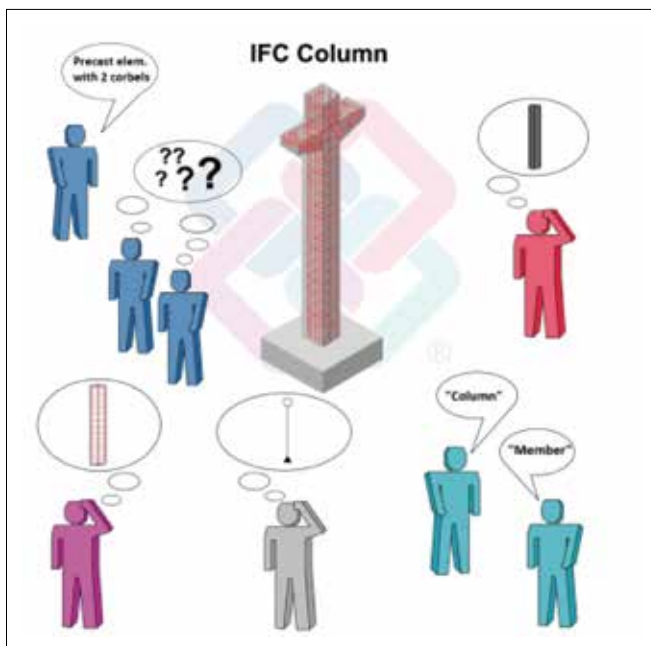
Ilości materiałów mogą zostać automatycznie i bezbłędnie obliczone oraz zestawione w dowolnej formie, np. w specjalistycznych raportach, co znacznie usprawnia szacowanie kosztów. Raport może zostać wydrukowany, zapisany w różnych formatach lub bezpośrednio wysłany do innego oprogramowania/systemu. Po jednorazowym przygotowaniu szablonu można go wielokrotnie używać w dowolnych projektach [12].

## Czytelność projektu

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 itp.

Podczas pracy na przestrzennym, trójwymiarowym modelu fachowcy, będąc nawet w odległych od siebie lokalizacjach, bez trudu mogą na bieżąco kontrolować stan prac pozostałych członków procesu inwestycyjnego. Wszystkie zmiany wprowadzane w modelu oraz ich wpływ na poszczególne aspekty budowlane są natychmiast widoczne dla uczestników procesu inwestycyjno-budowlanego. Wspólne znalezienie optymalnego rozwiązania przez specjalistów z różnych dziedzin jest w znacznej mierze usprawnione dzięki dedykowanym narzędziom i platformom.

Trzeba jednak pamiętać, że **nawet podczas używania formatu IFC mogą się pojawić pewne niezgodności, dlatego model i jego części powinny być odpowiednio opracowane w zależności od tego, do czego mają posłużyć.** Chodzi przede wszystkim o takie kwestie, jak „rozbież-



Rys. 4

Różne rozumienie elementów [10]

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 tworzenia modeli muszą być omówione z innymi uczestnikami projektowania już na samym początku.

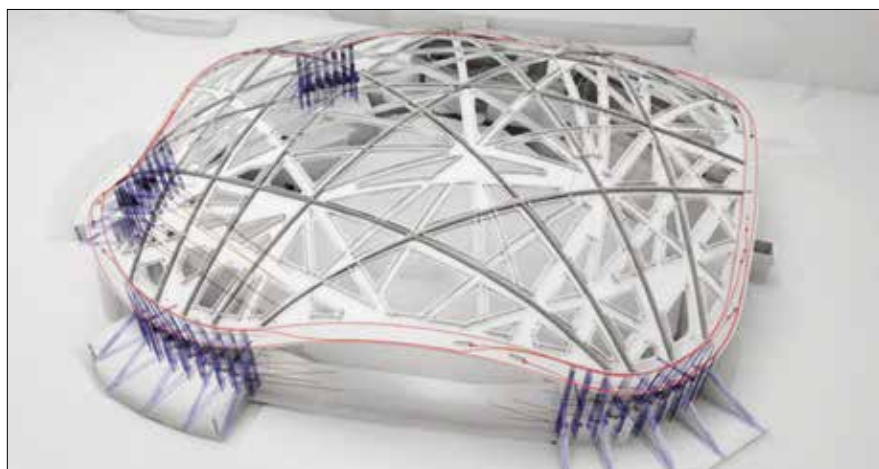
Często narzędzia działające zgodnie z technologią BIM pozwalają przyspieszyć prace przy nietypowych kształtach poprzez zaawansowane modelowanie i uzupełnianie modelu w środowisku 3D. Do takich nietypowych elementów, które w innych programach mogą być nieodpowiednio rozpoznane, należy dodać

atribut IFC „typ obiektu”. Może to ułatwić pracę na kolejnych etapach projektu.

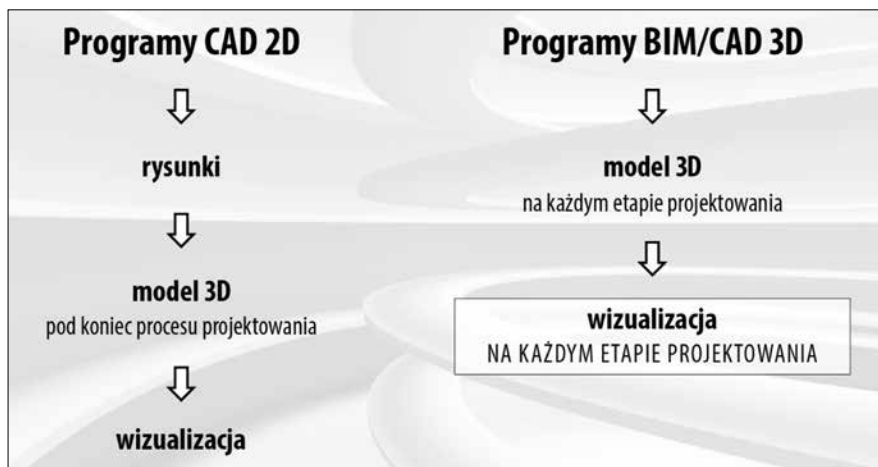
## Tworzenie wizualizacji na dowolnym etapie projektu

Nie bez znaczenia pozostaje możliwość atrakcyjniejszego przedstawienia projektu przez architekta. Dzięki najnowszym możliwościom technologicznym wizualizacje dopracowane są do perfekcji, a ich realizm sprawia, że niekiedy są nie do odróżnienia od zdjęć.

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



Fot. 1. Elephant House Zoo w Zurychu, Szwajcaria [13]



Rys. 5. Wizualizacja w procesie IPD vs. tradycyjnie [14]

### Wnioski

W przypadku rozwiązań tradycyjnych konieczne jest opracowanie własnego modelu od początku przez każdego użytkownika procesu budowlanego. 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 właściwych narzędzi do komunikacji. Narzędzia BIM przeznaczone dla projektantów pozwalają na nieograniczoną

kreatywność w modelowaniu przestrzennych obiektów, zautomatyzowane tworzenie profesjonalnej dokumentacji, wizualizacji oraz efektywną współpracę z innymi specjalistami. Przejście na pracę w BIM staje się wyjątkowo ważnym działaniem w celu utrzymania konkurencyjności, nie tylko przez duże firmy budowlane, ale również przez średnie i małe. 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.

### Literatura

1. K. Protchenko, *BIM w biurach projektowych*, „Builder”, styczeń 2018, IT&BIM, 2018.
2. <https://www.archdaily.com/>
3. <https://www.jarbud.eu>
4. K. Kaczorek, S. Janczura, *Korzyści z projektowania w BIM*, „Inżynier Budownictwa” nr 10/2017.
5. <https://sztuka-architektury.pl/>
6. <http://blubim.pl/>
7. <https://www.3deling.pl/>
8. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U. z 2012 r. poz. 462).
9. <https://www.bimblog.pl/>
10. A. Niedermaier, R. Back, *Allplan BIM Compendium*, Theory and Practice, 3rd updated and extended edition, 2016.
11. K. Protchenko, K. Kaczorek, *BIM w automatyzacji procesu projektowania konstrukcji prefabrykowanych*, „Przewodnik Projektanta” nr 3/2019.
12. K. Protchenko, K. Kaczorek, *Przejście z 2D do BIM w projektowaniu konstrukcji*, „Przewodnik Projektanta” nr 4/2019.
13. <https://allbim.pl/>
14. <http://rapan.pl/> ◀