

Praktyczne aspekty zastosowania *Building Information Modeling*

Dr inż. Paweł Nowak – Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Lądowej

Mgr inż. Krzysztof Nowosiński, mgr inż. Anna M. Ogrodowczyk – Mott MacDonald Polska, Sp. z o.o.

Building Information Modeling (BIM) jest to koordynacja wszelkich procesów projektowania, wspieranych przez technologię, dodając wartości podczas tworzenia, zarządzania i udostępniania właściwości aktywów w całym ich cyklu życia. BIM zawiera dane fizyczne, komercyjne, środowiskowe i operacyjne dla każdego elementu na każdym etapie zaawansowania projektu. W odniesieniu do technologii oprogramowania, BIM składa się z dwóch głównych elementów składowych. Pierwszy z nich - to trójwymiarowa, cyfrowa reprezentacja geometrii budynku, obejmująca wizualizację konstrukcji i projektu. Drugi zaś - stanowi relacyjną bazę danych, w której przechowywane są wszelkiego rodzaju informacje, właściwości, relacje i wyniki. Ze względu na wzajemne powiązania ze sobą bazy danych i obiektów geometrycznych, to wszelkie informacje mogą być odnoszone do określonych elementów projektu, uwzględnionych w wizualizacji 3D. Autorzy zidentyfikowali 10 głównych korzyści, jakie przynosi użycie BIM (na podstawie praktyki jednej z firm budowlanych [3]). Są to:

- lepsze wyniki projektowania dzięki współpracy wszystkich partnerów w projekcie: klient, wykonawca, jednostki specjalistyczne i dostawcy - korzystają z jednego, wspólnego modelu 3D, kultywując współpracę w relacjach zawodowych przy realizacji zadań w projekcie,
- zwiększona wydajność prac: BIM umożliwia szybkie i dokładne porównanie różnych opcji projektowych, umożliwiając rozwój rozwiązań bardziej efektywnych, oszczędnych i trwałych,
- osiągnięcie zoptymalizowanych rozwiązań: dzięki wdrożeniu nowych technologii modelowania rozwiązania mogą być zoptymalizowane w stosunku do określonych parametrów,
- większa przewidywalność: projekty mogą być wizualizowane na wczesnym etapie, dając właścicielom i operatorom jasne wyobrażenie o intencji projektu i umożliwiając im zmodyfikowanie projektu w celu osiągnięcia rezultatów, jakie założyli,
- szybsza realizacja projektu: oszczędność czasu w wysokości (nawet!) do 50% jest możliwa do osiągnięcia poprzez uzgodnienie koncepcji projektu na początku realizacji w celu wyeliminowania opóźnień wynikających ze zmian na projekcie w późniejszych etapach; rozwiązywania skomplikowanych szczegółów konstrukcyjnych zanim projekt będzie wykonany; uniknięcie konfliktów i pomyłek, dzięki inteligencji i automatyki w ramach modelu, co pozwala sprawdzić integralność konstrukcji i ilości szacunkowe materiałów; umożliwienie produkcji prefabrykatów i rysunków wykonawczych, warsztatowych, bezpośrednio wykorzystując dane techniczne z modelu,
- zwiększenie bezpieczeństwa: np.: możliwość modelowania zachowania się pożaru i tłumu podczas zagrożenia pomaga zoptymalizować projekt pod kątem bezpieczeń-

stwa publicznego; zarządzający aktywami mogą korzystać z modelu 3D w celu zwiększenia bezpieczeństwa pracy; wykonawcy mogą zminimalizować ryzyka podczas realizacji projektu, przeglądając skomplikowane szczegóły oraz procedury przed rozpoczęciem prac na placu budowy,

- eliminacja potrzeby przeprojektowania w trakcie realizacji: integracja interdyscyplinarnych rozwiązań projektowych przy użyciu jednego modelu 3D pozwala na zidentyfikowanie i rozwiązanie konfliktów, zanim projekt zacznie być realizowany, eliminując koszty i czas związany z przeprojektowywaniem,
- redukcja odpadów: znajomość dokładnej ilości materiałów potrzebnych do realizacji projektu nie pozwala na nadmierne ich zamawianie; precyzyjne planowanie umożliwia, że dostawa materiałów i sprzętu jest terminowa, zmniejszając ryzyko uszkodzenia; wykorzystanie modelu BIM do zautomatyzowanego wytwarzania urządzeń i komponentów umożliwia efektywniejsze wykorzystanie materiałów łącznie z odzyskiem odpadów,
- lepsza kontrola nad cyklem życia aktywów: model BIM zawiera informacje o produktach, które pomagają w rozruchu, eksploatacji i utrzymaniu działalności, np. w sekwencji rozruchu i wyłączenia, interaktywne wykresy 3D pokazują, jak rozebrać i złożyć elementy wyposażenia, a dane techniczne pozwalające na zamówienie odpowiednich części zamiennych,
- ciągłe doskonalenie procesu: członkowie zespołu projektowego otrzymują informacje zwrotne o wydajności procesów i elementów wyposażenia, dzięki czemu można osiągnąć znaczącą poprawę w rozwiązaniach projektowych w kolejnych projektach.

ASPEKTY BARIER TECHNICZNYCH WPROWADZENIA BIM W POLSCE

Podstawowe bariery, jakie stoją na drodze wdrożenia w Polsce zintegrowanego projektowania z zastosowaniem metodologii BIM mogą być następujące [2]:

- budownictwo jest bardzo mało elastycznym rodzajem przemysłu, wprowadzający nowinki i innowacje potrzebuje dużo czasu na przeprowadzenie zmian oraz edukację personelu,
- tradycyjna obawa przed zmianami wśród zarządzających w budownictwie (podobnie zresztą jak w innych branżach) – zmiana sposobu organizacji, jednorazowy wzrost kosztów, ale z dużymi oszczędnościami w przyszłości,
- utrudnione użytkowanie komputerów na terenach budów – dostęp do aktualizowanych danych w nieprzyjaznym elektronicznym środowisku budowy, brak sieci, dostępu do internetu na budowach poza centrami miast,

- utrudniona współpraca między architektem i konstruktorem nad tworzeniem wspólnego modelu projektu z powodu bardzo wąskiej specjalizacji poszczególnych branż (brak wzajemnego zrozumienia), niezrozumienie różnicy między ideą BIM a zwykłymi projektami w technologii 3D, praca nad projektem z wykorzystaniem rozmaitych formatów danych, możliwe bariery prawne (własność intelektualna i rozkład odpowiedzialności za części projektu oraz całość dokumentacji).

Szczegółowe procedury pracy z BIM są uzależnione od skali projektu, zastosowanego oprogramowania oraz kwalifikacji uczestników przedsięwzięcia. Dlatego też, poszczególne zadania różnicuje się w zależności od rodzaju projektu oraz cyklu życia obiektu budowlanego.

Poniżej zaprezentowano ich krótki opis [1]:

- faza koncepcyjna i przygotowawcza: inwestor, konsultanci i projektanci muszą wzajemnie powiązać z sobą i zwizualizować poszczególne cele oraz koncepcje projektu w ramach BIM, aby jednoznacznie określić realną wykonalność przedsięwzięcia; ponadto, należy uzgodnić sposób organizacji projektu, obejmujący szczegółowe przepływy pracy, standardy wymagania oraz zakresy kompetencji i odpowiedzialności w ramach BIM; w ten sposób BIM przyczynia się do zdefiniowania życzeń i wymagań klienta już we wczesnej fazie realizacji projektu,
- faza projektowania: na podstawie działań zrealizowanych w fazie koncepcyjnej i przygotowawczej do bazy BIM przy udziale wszystkich członków zespołu wprowadza się projekty, struktury i instalacje w modelu 3D; rysunki 2D lub rzuty nadal stanowią cenny element procesu budowlanego, a model BIM umożliwia dodatkowo ich pobieranie, podobnie jak i inne rodzaje danych; informacje pokrewne, jak koszty, harmonogramy oraz specyfikacje przetargowe, należy odpowiednio powiązać z modelem; wykonalność całej budowy i utrzymania obiektu należy zweryfikować za pomocą odpowiednich symulacji modelu BIM, który wspomaga proces komunikacji i wzajemnej wymiany informacji pomiędzy właścicielem, projektantami i wykonawcami w odniesieniu do skutecznych rozwiązań i nowych propozycji,
- faza budowy: całościowe zrealizowanie i właściwe powiązanie ze sobą złożonych procesów budowlanych wymaga zintegrowania danych pochodzących z takich obszarów, jak projektowanie, przygotowanie robót czy kontrola; wzbogacenie modelu BIM za pomocą tych danych sprawia, że staje się on źródłem informacji, które można modyfikować, w celu zapewnienia stałego zwiększania spójności procesów zarządzania; wszyscy zaangażowani w proces budowlany partnerzy mają możliwość przewidywania skutków zaistnienia ewentualnych zmian oraz - adekwatnie do potrzeb - optymalizowania świadczonych przez siebie usług,
- faza użytkowania: z chwilą zakończenia fazy budowy BIM należy przekazać właścicielowi lub zarządcy obiektu; model może być włączony do systemu zarządzania i wykorzystany do celów planowania i kontroli utrzymania, jak również warunków obsługi takich systemów, jak

ogrzewanie czy wentylacja; ponadto, w razie konieczności wprowadzenia określonych zmian w projekcie, np. gdy niezbędny jest remont lub renowacja, to zarządca budynku może w pełni opierać się na danych zawartych w modelu BIM; ponowne dokonywanie pomiarów nie jest więc już konieczne. Wszystkie informacje o wykonawcach dostępne są w systemie, co umożliwia składanie ponownych zamówień oraz zgłaszanie ewentualnych konieczności wymiany elementów.

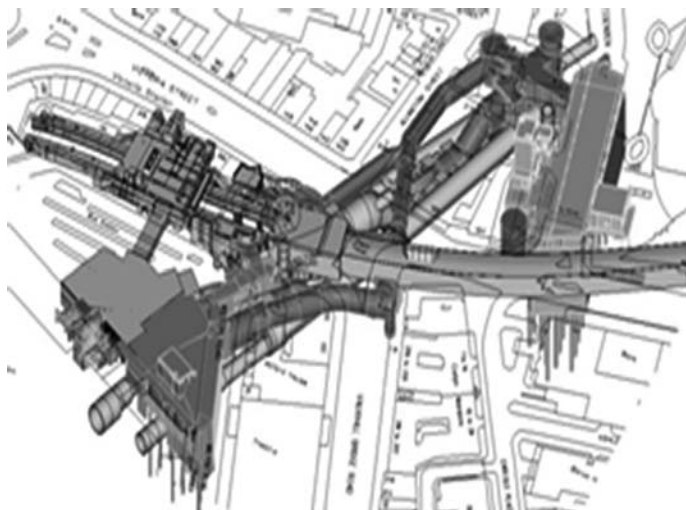
- faza rewitalizacji lub rozbiórki: model BIM stanowi doskonałą bazę danych w przypadku konieczności rewitalizacji, modyfikacji lub rozbiórki budynku, informacje zawarte w modelu BIM są analizowane przez właścicieli i zarządców, aby zapewnić odpowiedzialną, szybką i tanią rewitalizację lub rozbiórkę obiektu; w ten sposób metodyka BIM przyczynia się do realizowania koncepcji zrównoważonego rozwoju i zapewnia racjonalne wykorzystanie budynków, konstrukcji i materiałów.

STUDIUM PRZYPADKU

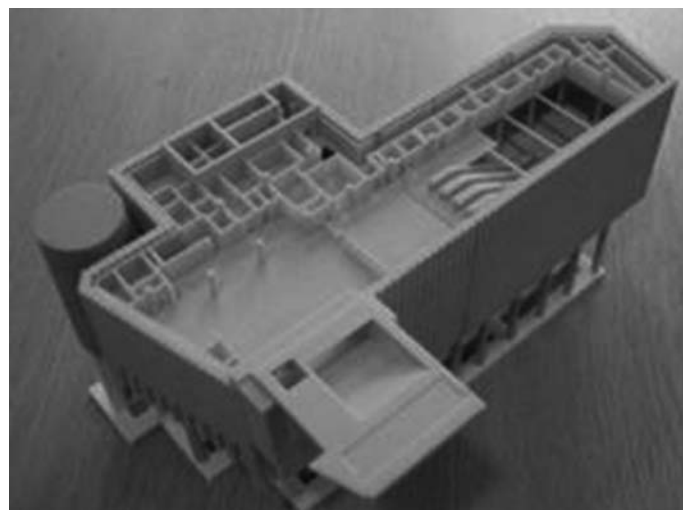
Pośród wielu projektów, które zasługują na wyróżnienie i w których zastosowano metodykę BIM, są np. [3]: Victoria Station modernizacja stacji metra w Londynie, Wielka Brytania; Adelaide Oval, Australia; Port Mann / Autostrada 1, Vancouver, Kanada; Royal Welsh College of Music & Drama, Wielka Brytania. Firma, która realizowała prezentowane projekty jest wyjątkowo zróżnicowaną, globalną firmą konsultancką, która dostarcza nowatorskie rozwiązania przy projektowaniu, używając BIM dla klientów sektora prywatnego i publicznego. Coraz częściej model BIM jest stosowany przy realizacji projektów, niezależnie od wielkości czy stopnia kompleksowości projektu.

Victoria Station – modernizacja stacji metra w Londynie, Wielka Brytania

Obecnie ze stacji korzysta 80 mln pasażerów rocznie. Celem projektu jest zwiększenie przepustowości stacji o co najmniej 50%, usprawnienie ewakuacji pasażerów i dostępu dla służb ratowniczych. W tym celu istniejący hol z kasami biletowymi będzie powiększony oraz będzie dobudowany nowy hol z dodatkowymi kasami biletowymi wraz nowymi wejściami i tunelami dla pasażerów. Zarządzanie ryzykiem było podstawowym motorem do użycia BIM w tym projekcie. Modernizacja stacji była wykonywana w bardzo ograniczonym obszarze, ze względu na to, że stacji nie można było zamknąć na czas prowadzonych prac budowlanych. Użycie BIM umożliwiło na rozwiązanie kompleksowych problemów projektowych poprzez wizualizację oraz na koordynację tego projektu. Oszczędność czasu i kosztów uzyskano za pomocą zintegrowanego modelu BIM w celu sprawdzenia konstrukcji i wczesnego wykrycia konfliktów między różnymi specjalnościami oraz przeliczeń strukturalnych po zmianach architektonicznych. W trakcie realizacji bogactwo informacji zawartych w modelu 3D poprawiło zdolność wykonawcy do zrozumienia i rozwiązania szczegółów. Umożliwiło to również zamawiającemu sprawdzić prace wykonawcy wobec specyfikacji. BIM wykorzystano również do planowania budowy. Po zakończeniu, szczegółowy model będzie stanowił także



Rys. 1. Wizualizacje BIM modernizowanej Victoria Station [3]



Port Mann / Autostrada 1, Vancouver, Kanada

Projekt obejmuje 37 kilometrów największego przedsięwzięcia drogowego w Kanadzie. Model BIM jest używany przez projektanta i wykonawcę, aby zrozumieć kompleksowość projektu, zoptymalizować procesy projektowe, sekwencję prac, rozwiązań robót tymczasowych i kontroli sprzętu budowlanego. Celem projektu było połączenie trzech głównych dróg przecinających się z linią kolejową. Projekt obejmował zaprojektowanie skrzyżowania wielopoziomowego, wiaduktów i przejść podziemnych. Poprawa skrzyżowania obejmuje budowę nowych obwałowań oraz przebudowę istniejących przepustów drenażowych, linii energetycznych, rurociągów i tuneli świadczących usługi użyteczności publicznej, jak i nieruchomości komercyjnych. W sumie aktualizacja obejmuje przebudowę 13 skrzyżowań i dodanie dwóch nowych węzłów, wszystko przy zachowaniu nieprzerwanego ruchu. BIM odegrał główną rolę w rozwoju projektu technicznego i obecnie jest wykorzystywany do optymalizacji konstrukcji. Obszerne dane z dokumentacji i skanów laserowych istniejącej infrastruktury uwzględniono w modelu BIM, który przyczynił się znacząco do polepszenia efektywności w projektowaniu umocnień gruntów tak, że mogą przenosić obciążenia z nowych konstrukcji autostrady. Model BIM użyto przy projektowaniu robót tymczasowych, ustalenia ilości materiałów i maszyn.

Royal Welsh College of Music & Drama, Wielka Brytania

Zastosowanie BIM pomogło w stworzeniu interaktywnego modelu 3D, zmniejszyło ryzyko zmiany w projekcie, a to wpłynęło na znaczne przyspieszenie harmonogramu projektu. Projekt składał się z Sali Koncertowej (450 siedzeń), Sali Teatralnej (160 siedzeń), dwóch sal do prób, kawiarni, baru. Konstrukcja jest wystarczająco kompleksowa ze względu na zmieniającą się geometrię budynku. Nie małym wyzwaniem było również wyizolowanie akustyczne Sali Koncertowej od reszty budynku. Dodatkowym wyzwaniem było osiągnięcie wysokiego standardu zrównoważonego rozwoju BREEAM. Zatem, użycie BIM

dla zamawiającego dokładny zapis aktywów – zawierający informacje przestrzenne, techniczne, model pomoże operatorowi London Underground w zarządzaniu stacją przez 150 lat życia projektu.

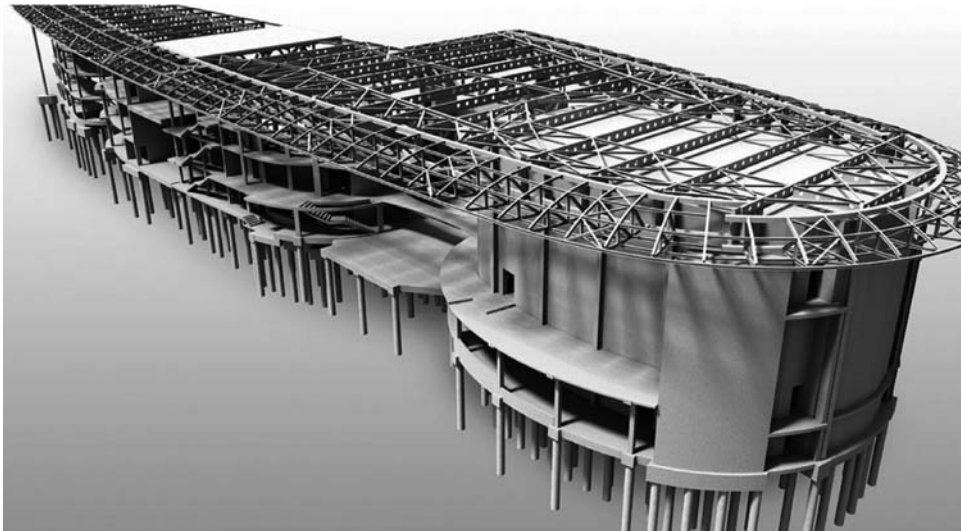
Stadion Adelaide Oval, Australia

Adelaide Oval to jeden z największych na świecie stadionów do krykieta. W ciągu najbliższych trzech lat stadion ten będzie przebudowywany, aby mogły się na nim odbywać międzynarodowe mecze krykieta oraz piłki nożnej. W tym projekcie BIM odegrał kluczową rolę podczas uaktualniania Adelaide Oval. BIM jest używany w celu osiągnięcia precyzyjnego projektowania, dostawy i koordynacji budowy projektu.

Zespół projektowy składa się z trzech firm architektonicznych, czterech konsultantów, 20 specjalistycznych podwykonawców, obejmuje tak różne dyscypliny, jak aranżacja wnętrza, rozkład siedzeń, zadaszienia i projektowanie komunikacji. BIM był kluczowym narzędziem dla projektantów i wykluczony z kryteriów cenowych przy wyborze wykonawców. BIM jest w centrum procesu projektowania od początku projektu.

Korzyści zastosowania BIM obejmują:

- oszczędność czasu na przejście od pomysłu do projektu szczegółowego – zazwyczaj architekci zaczynają rysować od nowa, kiedy przechodzą od koncepcji projektu do kolejnego etapu, tutaj konstrukcję wykonano przy użyciu jednego modelu,
- wykorzystanie projektu modelu 3D przy projektowaniu oświetlenia, bezpieczeństwa pożarowego, akustyki – wszystkie dziedziny, które tradycyjnie inwestują czas w tworzeniu własnego modelu 3D,
- automatyzacja ilości materiałów do kosztorysowania,
- oszczędność czasu na opracowanie rysunków szczegółowych, warsztatowych,
- koordynacja na budowie poprzez lepszą kontrolę zamówień i harmonogramu działań – model będzie wykorzystany do budowy Oval w środowisku wirtualnym przed rozpoczęciem prac.



Rys. 2. Wizualizacja projektu Royal Welsh College [3]

było konieczne do koordynacji działań wszystkich specjalności w celu sprawnego dostarczenia projektu. Sale mają duże otwarte przestrzenie, w połączeniu z unikalną geometrią budynku, dzięki temu mamy w obiekcie bardzo ciekawe rozwiązania konstrukcji stalowych. Firma realizująca projekt opracowała model 3D, integrując architekturę, konstrukcję i instalacje. Dzięki temu w czasie projektowania, gdy każda ze specjalności dokonywała zmian, model centralny był aktualizowany na bieżąco, a więc jeżeli belkę lub słup przeniesiono i na przykład powstał konflikt z kanałem wentylacyjnym, model zaalarmował zespół, umożliwiając rozwiązanie problemu od razu, co skutkuje brakiem błędów podczas wykonywania budynku wynikających z przeoczeń w trakcie projektowania.

Inteligentny model pozwolił na szybką analizę i optymalizację konstrukcji w trakcie zmian konstrukcyjnych. Model generował również automatycznie harmonogram oraz informacje na temat ilości materiałów potrzebnych do realizacji budynku. Szczegółowe plany, elewacje i przekroje niezbędne do budowy były generowane bezpośrednio z modelu, oszczędzając czas na wykonywaniu rysunków w porównaniu do metod tradycyjnych.

PODSUMOWANIE

Nie ulega wątpliwości, że już wkrótce BIM będzie standardowym sposobem na to, jak dostarczyć projekty budowlane i infrastrukturalne, a proces ten będzie napędzany przez firmy wykonawcze, które poprzez scentralizowanie informacji o projektowanym i wykonywanym obiekcie będą mogły sprawniej, w porozumieniu z inwestorem, prowadzić proces inwestycyjno-budowlany. Mniejsza liczba błędów wynikających z braku porozumienia między uczestnikami procesu, przyspieszenie prac oraz czytelność dokumentacji w znaczny sposób powinno poprawić relacje wykonawcy z inwestorem.

LITERATURA

1. Motzko C., Binder F., Bergmann M., Zieliński B., Zabielski M., Gajewski R.: Metody komputerowe w zarządzaniu projektami budowlanymi. Darmstadt, Warszawa, OWPW, 2011.
2. Nowak P., Szczepaniak R.: Praktycy o barierach stosowania metodologii BIM. Materiały budowlane, nr 5/2013 (nr 489).
3. Materiały projektowe firmy Mott MacDonald.