

dr inż. Andrzej Szymon Borkowski^{1*)}
 ORCID: 0000-0002-7013-670X
 inż. Magdalena Królikowska¹⁾
 ORCID: 0000-0002-6274-0325

Zastosowanie technologii BIM w istniejących obiektach na przykładzie budynku biurowego

Use of BIM technology in existing objects on the example of an office building

DOI: 10.15199/33.2022.06.11

Streszczenie. Inwestorzy i zarządcy nieruchomości w wielu przypadkach nie mają dostatecznej wiedzy, jakie korzyści mogą mieć ze stosowania BIM. Inwestorzy, posiadając model trójwymiarowy, mogą usprawnić proces sprzedaży czy wynajmu poszczególnych mieszkań/biur, a zarządcy nieruchomości wspomagać się w codziennych obowiązkach, do których należy planowanie remontów i konserwacji, przeprowadzanie ćwiczeń ewakuacyjnych, pilnowanie terminów oraz przeprowadzenie przeglądów itp. Celem artykułu było pokazanie zalet i korzyści stosowania BIM z perspektywy osoby, która zarządza obiektem, w tym przypadku budynkiem biurowym. Analogiczną wartość dodaną można obserwować podczas zarządzania innymi budowlami czy obiektami infrastrukturalnymi.

Słowa kluczowe: technologia BIM; zarządzanie obiektami; zarządzanie nieruchomościami; zarządzanie inwestycjami.

Abstract. Investors or property managers in many cases do not yet have enough knowledge about the benefits of using BIM. Investors with a three-dimensional model can use it to improve even the process of selling or renting individual flats/offices. On the other hand, property managers can support oneself in their daily duties, which include planning repairs and maintenance, conducting evacuation drills, keeping appointments and carrying out inspections, etc. The purpose of this article was to show these advantages and benefits of using BIM from the perspective of the person who manages the facility, in this case an office building. Similar added value can be observed in the case of the management of structures or infrastructure facilities.

Keywords: BIM technology; facility management; property management; investment management.

Inwestorzy, podejmując się realizacji projektu, liczą przede wszystkim na potencjalny zwrot z inwestycji, dlatego ważne jest jak najdokładniejsze oszacowanie stosunku kosztów niezbędnych do poniesienia do możliwych zysków. Największych nakładów finansowych wymaga faza eksploatacji nieruchomości, a nie, jak mogłoby się wydawać, etap budowy. Różne źródła podają, że koszt realizacji (projekt i budowa) obiektu budowlanego w stosunku do kosztów ponoszonych na utrzymanie (eksploatacja) obiektu w całym cyklu życia wynosi 20 – 30% [1]. Zależy to jednak od rozpatrywanej perspektywy czasu – im jest dłuższa, tym większy wpływ mają koszty zarządzania obiektem. Na tym etapie następuje także realizacja korzyści oraz uzyskiwanie efektów z poniesionej pracy [2]. Tym samym należy przeanalizować, w jaki sposób zastosować BIM w modelu cyfrowym istniejącej inwestycji, aby usprawnić proces zarządzania i administrowania. W artykule przedstawiono przykłady usprawnienia codziennych działań administratora budynku biurowego z wykorzystaniem aplikacji Revit.

Zarządzanie obiektem budowlanym

Zarządzanie zasobami (ang. *Asset Management, AM*) to termin określający zdolność i możliwości danego składnika aktywów do osiągnięcia założonych celów. Informacje wyma-

gane w przypadku AM muszą być wyodrębnione z modelu BIM i połączone z odpowiednią bazą danych, która przechowuje wszystkie informacje związane z budowanym obiektem, tworząc model informacyjny eksploatacji [3]. AIM (ang. *Asset Information Model*) to cyfrowy model obiektu wzbogacony o dane dotyczące zarządzania, utrzymania i eksploatacji. Składa się z modeli BIM, raportów kolizji i kompletności, przedmiarów, harmonogramów, wizualizacji, analiz, specyfikacji, zestawień, map, dokumentacji rysunkowej, pozwoleń, wyników testów, uwag i komentarzy, modeli powykonawczych i archiwalnych, dokumentacji powykonawczej, informacji o prawach, ograniczeniach, własności i stanie technicznym. Wygenerowanie takiego modelu powinno być poprzedzone zdefiniowanym zakresem informacji koniecznej do przekazania we wczesnym etapie projektu, aby odpowiednio zaplanować proces BIM. Jego dalsze dostosowywanie zależy od wymagań i potrzeb zarządcy, co ma na celu poprawę wydajności i efektywności przechowywania danych. AIM jest zwykle uzupełniany za pomocą oprogramowania CMMS (ang. *Computerised Maintenance Management System*). Część platform może być wykorzystywana jako rozwiązanie chmurowe dostępne z poziomu przeglądarki internetowej [4]. Zintegrowana baza danych BIM-AM aktywów może zapewnić kilka korzyści, w tym udoskonalenie zwrotu z inwestycji, redukcję kosztów, umożliwienie podejmowania lepszych decyzji, zmniejszenie ponoszonych strat finansowych, poprawę bezpieczeństwa i zdrowia, zwiększenie satysfakcji klienta,

¹⁾ Politechnika Warszawska; Wydział Geodezji i Kartografii

^{*)} Adres do korespondencji: andrzej.borkowski@pw.edu.pl

świadomości i zaufania interesariuszy. Dużym wyzwaniem w przypadku wdrożenia BIM w AM jest interoperacyjność, czyli zdolność do wymiany danych między aplikacjami bez utraty danych i potrzeby ich ponownego wprowadzania. Aby umożliwić wymianę informacji w całym procesie inwestycyjnym, w tym również w fazie eksploatacji, powstał m.in. niezależny format danych IFC (ang. *Industry Foundation Classes*), format specyfikacji struktury danych COBie (ang. *Construction Operation Building information exchange*), platformy CDE czy tzw. własnościowe oprogramowania pośredniczące (ang. *proprietary middleware*) [3].

Do najważniejszych kwestii wymagających zdefiniowania w modelu AIM należy odpowiedni i rozsądny poziom szczegółowości geometrii oraz informacji LOD i LOI (ang. *Level Of Detail/Development, Level of Information*) [5]. Nie ma uniwersalnego sposobu określenia, jaki poziom szczegółowości należy zastosować na danym etapie realizacji. Zarządca ma za zadanie optymalizować koszty związane z funkcjonowaniem nieruchomości. W różnych fazach realizacji inwestycji powstają odpowiednio zmodyfikowane modele. Tym samym koncentrując się na etapie eksploatacji, który wyróżnia się dużym zapotrzebowaniem na informacje, potencjał BIM w zakresie pozyskiwania i zachowywania danych w cyklu życia budynku może zmniejszyć tradycyjną utratę informacji charakteryzującą wymianę plików pomiędzy różnymi interesariuszami i fazami procesu budowlanego, np. rotacja danych od fazy projektowania do użytkowania [6]. Warto podkreślić, że w BIM oprócz modelu fizycznego powstają modele analityczne, które można oddzielnie modyfikować [7]. BIM zawiera również zdefiniowany zbiór metod i zasad zarządzania obiektem budowlanym [8].

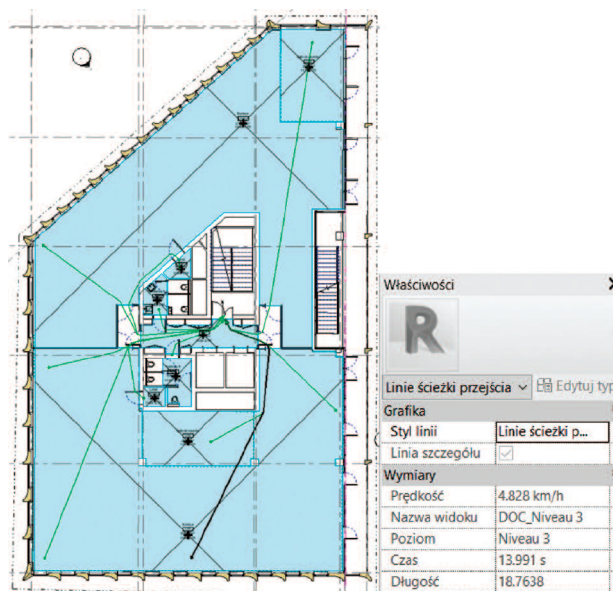
Zarządzanie obiektem budowlanym w technologii BIM może odbywać się w sposób natywny w branżowych programach, np. Autodesk Revit, bądź w aplikacjach chmurowych, np. EcoDomus, Dalux. W wielu pakietach oprogramowania istnieje możliwość otwarcia danej aplikacji z poziomu przeglądarki internetowej. Dzięki tym możliwościom administrator oraz podmioty wynajmujące nie muszą mieć drogiego oprogramowania i wydajnego sprzętu komputerowego oraz specjalistycznej wiedzy.

Planowanie i symulacje ewakuacji

Jedną z ważniejszych kwestii codziennej pracy zarządcy jest bezpieczeństwo na terenie nieruchomości oraz zaplanowanie potencjalnej ewakuacji. Odpowiednie warunki ewakuacji powinny być zapewnione z każdego miejsca, w którym będą przebywać ludzie. Miejscami takimi są nie tylko pomieszczenia przeznaczone na pobyt ludzi, jak np. biuro, sala konferencyjna, ale także pomieszczenia socjalne, takie jak szatnia, jadalnia czy toalety [9].

Obowiązek przeprowadzenia ewakuacji następuje podczas wybuchu pożaru, zamachu terrorystycznego, zagrożenia zatrucia toksycznymi środkami czy ubytkiem w konstrukcji budynku. Na poszczególnych kondygnacjach powinny być umieszczone plany dróg ewakuacji, a same drogi oznaczone odpowiednimi znakami. Aplikacja Autodesk Revit umożliwia analizowanie odległości pomiędzy dwoma wybranymi punk-

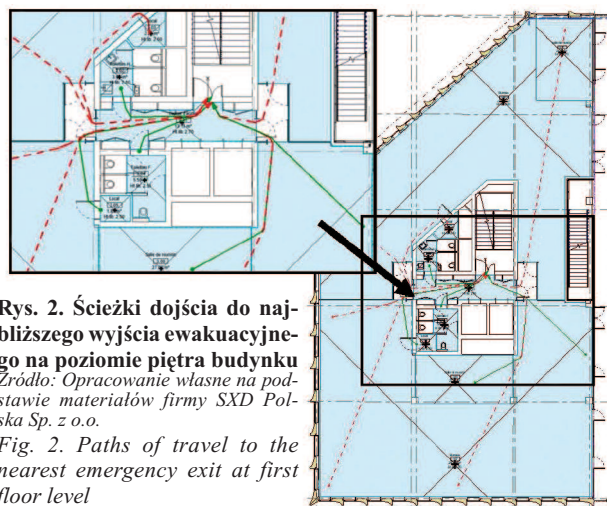
tami w modelu – punktem początkowym i końcowym. Analiza bazuje na elementach modelu traktowanych jako przeszkody wzdłuż wyznaczonej linii. Obliczona ścieżka uwzględnia najkrótszą odległość (rysunek 1). Właściwości ścieżki ukazują czas potrzebny do przebycia trasy i jej długość. Prędkość poruszania się jest stała i wynosi 4,8 km/h.



Rys. 1. Ścieżki dojścia z różnych miejsc pracy do najbliższego wyjścia ewakuacyjnego oraz zaznaczonej na niebiesko właściwości ścieżki

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o.
Fig. 1 Paths of travel from different workplaces to the nearest emergency exit and path properties highlighted in blue

W celu sprawdzenia spełniania warunku długości oraz czasu przejścia ścieżki do najbliższego wyjścia ewakuacyjnego z konkretnych punktów w budynku, obowiązkowe jest stworzenie filtra, który następnie należy dodać do widoku. Za wartość maksymalną przykładowo przyjęto 12 m, przy czym ścieżki niespełniające tego kryterium przedstawione są za pomocą czerwonej linii przerywanej, a ścieżki spełniające warunek – zielonej linii ciągłej (rysunek 2). Utworzono również zestawienie, gdzie na czerwono podświetlono wyniki przekra-



Rys. 2. Ścieżki dojścia do najbliższego wyjścia ewakuacyjnego na poziomie piętra budynku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o.
Fig. 2 Paths of travel to the nearest emergency exit at first floor level

czające długość 12 m (tabela). Informacje uzyskane w ten sposób mogą pomóc zarządcy w aranżowaniu pomieszczeń czy wyznaczaniu korytarzy ewakuacyjnych.

Wynajmowanie powierzchni

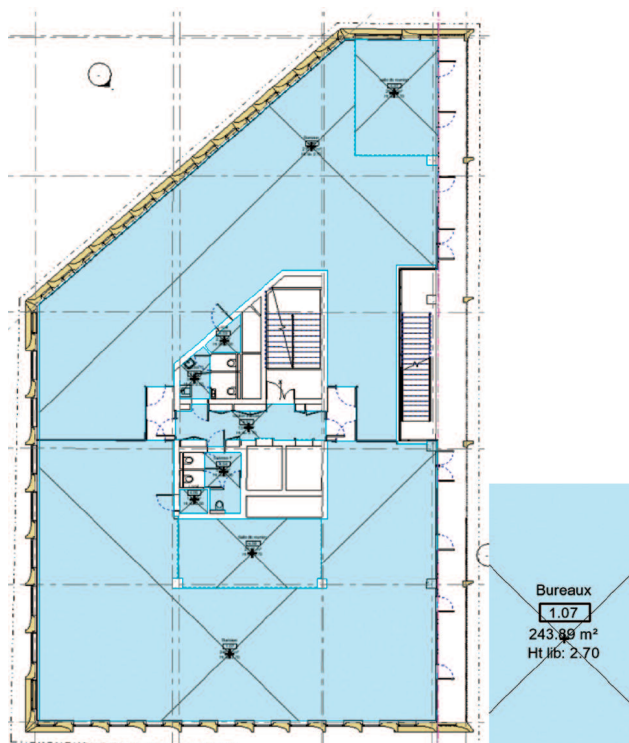
Najem powierzchni usługowych czy dzierżawa pomieszczeń to klasyczne obowiązki wielu zarządców nieruchomości w budynkach wielorodzinnych czy komercyjnych. Nowi najemcy często wymagają zmian wybranych elementów konstrukcji czy instalacji, które powinny być jednocześnie aktualizowane w modelu cyfrowym i uzasadnione analizami co do możliwości ich wykonania. Właściciel odpowiada za ryzyko utraty czasu podczas sytuacji awaryjnej – zapewnia nie tylko informację, ale i sprawny serwis [4]. W prezentowanym przykładzie posłużono się wersją natywną zarządzania, obsługiwaną z poziomu aplikacji Autodesk Revit. Oznaczono pomieszczenia, do których dodano etykiety z ich nazwą, polem powierzchni i przesunięciem granicy (rysunek 3). Etykiety poddano edycji, aby dodać nazwę firmy wynajmującej (rysunek 4).

W danych identyfikacyjnych konkretnego elementu możliwe jest dodanie obrazu, komentarza, np. o firmie produkcyjnej, budynku. Określony zostaje także etap budowy oraz pa-

Zestawienie ścieżek przejścia Paths of travel schedule

Zestawienie ścieżek przejścia		
A	B	C
Poziom	Długość [m]	Czas [s]
3	5,87	4,4
3	13,96	10,4
3	11,97	8,9
3	22,54	16,8
3	22,07	16,5
3	14,93	11,1
3	18,76	14,0
3	4,47	3,3
3	10,61	7,9
3	9,74	7,3
3	12,33	9,2

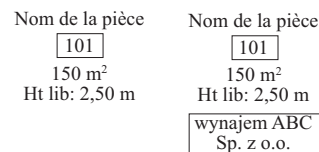
Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o.



Rys. 3. Oznaczone pomieszczenia w budynku i zbliżenie na etykiety
Fig. 3. Created rooms in the building and close – up on the label

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o.

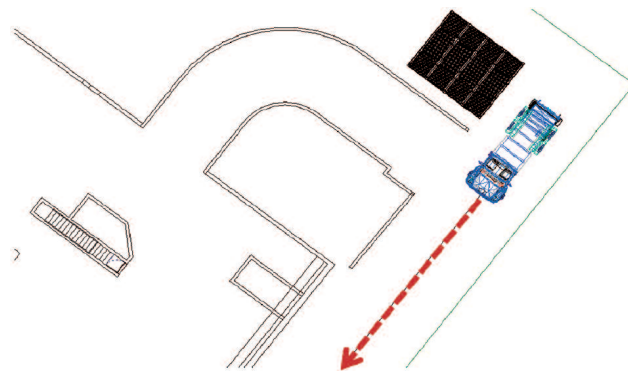
rametr IFC. Można również dodać załącznik umowy lub źródło do niej. Z kolei w platformach CDE (ang. *Common Data Environment*) lub prostych aplikacjach chmurowych możliwe jest dodanie przypomnienia o konieczności przeglądu (np. kominowego), wymianie eksploatacyjnej części czy kończącej się umowie najmu.



Rys. 4. Etykieta przed i po edycji
Fig. 4. Label before and after edition
Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o.

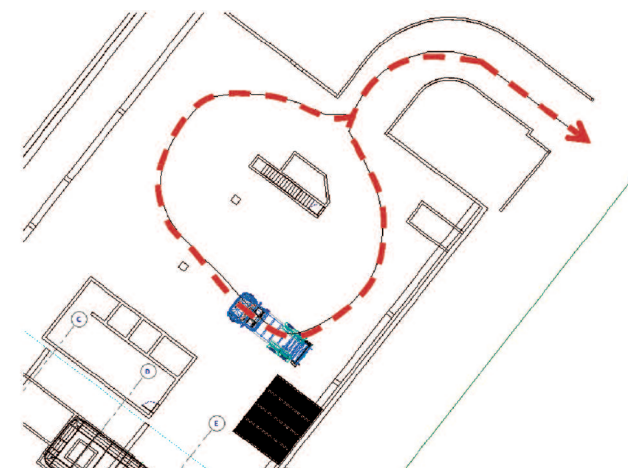
Organizowanie wywozu odpadów

W przypadku projektowania i obsługi inwestycji ważne jest zaplanowanie miejsca składowania odpadów stałych oraz organizacji ruchu pojazdów komunalnych. Do przedstawienia uproszczonych schematów organizacji wywozu odpadów wykorzystano darmowe gotowe pliki rodzin ze strony revitcity.com. Opracowano dwa warianty umiejscowienia punktu gromadzenia odpadów. Pierwszy (rysunek 5) przewiduje lokalizację obiektu przy drodze, poza placem przed budynkiem. Śmieciarka dogodnie mogłaby dojechać do tego miejsca bez konieczności zawracania zarówno z jednego, jak i drugiego kierunku. Wariant drugi (rysunek 6) zakłada zlokalizowanie wiaty na placu przed budynkiem. W takim wy-



Rys. 5. Wariant I organizacji wywozu odpadów

Fig. 5. Option I of organisation waste disposal
Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o.



Rys. 6. Wariant II organizacji wywozu odpadów

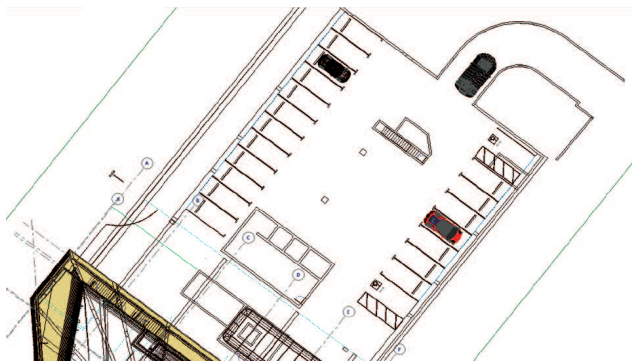
Fig. 6. Option II of organisation waste disposal
Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o.

padku śmieciarka musiałaby mieć zapewnione miejsce do zwracania. Jej trasa została schematycznie zaznaczona linią. Minusem jest wjazd pojazdu na obszar inwestycji, gdyż generuje to duży hałas. Symulacje wymagają jedynie podstawowej wiedzy dotyczącej obsługi aplikacji typu BIM.

Podczas projektowania trasy większych pojazdów niż standardowy samochód osobowy warto skorzystać z oprogramowania do sprawdzania trajektorii przejazdu, w celu spełnienia wymagania przejezdności, np. aplikacji AutoTURN czy Vehicle Tracking. Pod uwagę zostają wtedy wzięte m.in.: szerokość pasa ruchu, oddzielenie pasów, krawędzie jezdni i wysp, powierzchnie dla pieszych czy rowerzystów.

Projektowanie miejsc postojowych

Zapewnienie odpowiedniej liczby miejsc parkingowych i organizacja komunikacji na osiedlu jest ważnym aspektem pracy zarządcy danej nieruchomości. Do analizy wykorzystano ogólnodostępne komponenty parkingu oraz samochodów pobrane ze strony revitcity.com. Posłużono się zarządzaniem natywnym z aplikacji Revit. W pierwszym przykładzie (rysunek 7) wyznaczono 19 standardowych miejsc postojowych oraz 2 miejsca dla osób niepełnosprawnych. Widoczne w rzucie ściany znajdują się na poziomie -1, dlatego na nich również znajdują się miejsca. Wjazd i wyjazd z miejsca są wygodne ze względu na dużą przestrzeń między rzędami miejsc. Przykład drugi (rysunek 8) zakłada zwiększenie liczby miejsc do 27



Rys. 7. Wersja 1 projektowanego parkingu

Fig. 7. Option I of designed car park

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o.



Rys. 8. Wersja 2 projektowanego parkingu z miejscami pośrodku placu

Fig. 8. Option II of designed car park

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o.

przez dodanie stanowisk na środku placu. Z racji tego, że projektowane miejsca mają ograniczniki, zdecydowano się usytuować je naprzemiennie. Pas ruchu ma szerokość ok. 5,5 m.

Projektując parking, warto posłużyć się dedykowanym do tego oprogramowaniem, takim jak np. aplikacja ParkCAD. Wybierając określony obszar, parking tworzy się automatycznie, dopasowując się do założonych kryteriów projektowych. Zliczona zostaje liczba miejsc postojowych, a na jej podstawie koszty uwzględniające długość i powierzchnię obszaru.

Projektowanie zieleni i zagospodarowania terenu

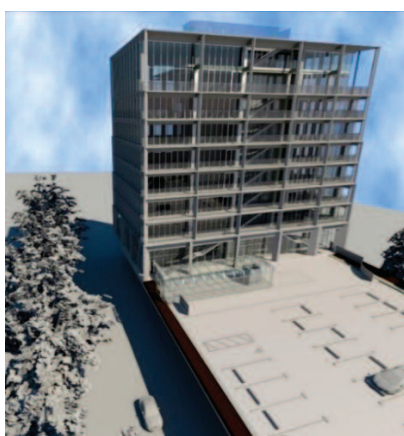
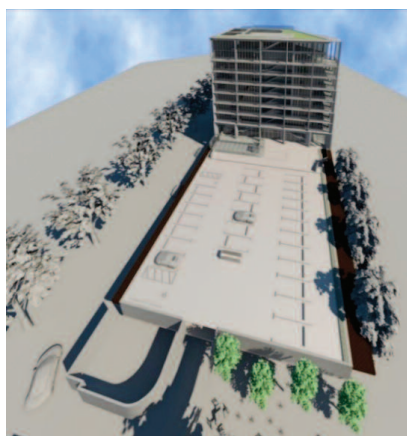
Mając podstawowe umiejętności pracy w BIM, można zbudować model, który będzie bazować na dotychczasowym modelu 3D, tym samym planować nowe rozwiązania komunikacyjne, małą architekturę czy zieleni. Budując przestrzeń wokół inwestycji, powstaje model LIM (ang. *Landscape Information Modelling*), przydatny w przypadku planowania przestrzennego oraz urbanistyki, model informacyjny wspierający wielu uczestników kształtowania krajobrazu, udoskonalający wymianę informacji między architektami a urbanistami [10]. Dla przykładu do analizowanego budynku dodano teren z drzewami, komponentami zieleni, parking, samochody oraz stoliki z krzesłami, a tło jest zdjęciem nieba. Wykonano podstawowe wizualizacje, które mogą obrazować potencjalny wygląd przyszłej inwestycji (fotografia).

Generowanie zestawień

Zestawienia generowane z modelu BIM pozwalają na określenie zakresu robót budowlanych i ich ceny. W programie Revit możliwe jest ich automatyczne i półautomatyczne opracowanie. Zainteresowani mają pewność, że otrzymane w zestawieniu informacje mają poparcie w rzeczywistości i charakteryzują się bardzo dużą dokładnością, gdyż model tworzony jest w skali 1 : 1, a wszystkie wartości obliczeniowe są wielkościami autentycznymi [11]. Dane można również zestawić w arkuszu kalkulacyjnym, np. Microsoft Excel, dzięki czemu zarządca nie musi posiadać oprogramowania BIM. Wadą jest to, że arkusz nie wskaże miejsca montażu danego elementu i powiązań z innymi składowymi projektu [12]. Tworzenie tego typu zestawień może odbywać się za pomocą przeglądarki modeli IFC (np. BIMVision), co też nie wymaga kompetencji cyfrowych.

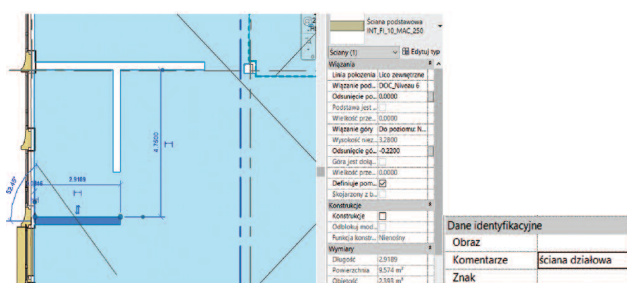
Planowanie remontów, modernizacji i przebudowy

Każdy obiekt budowlany na pewnym etapie cyklu życia wymaga remontu, modernizacji lub konserwacji. Istotny jest łatwy i szybki dostęp do informacji o dostawcach, producentach, hurtowniach w przypadku awarii dowolnego urządzenia, także z wyposażenia pomieszczeń. Zarządca z poziomu urządzenia mobilnego może sprawdzić adres oraz kontakt do konkretnej firmy. Wszystkie wymienione informacje powinny być zgromadzone w modelu. Planowanie remontów w programie Revit odbywa się przez dodanie etapów budowy. Możliwe jest stworzenie kilku wariantów prac. Do przebudowy potrzebny jest etap, np. zmiany układu ścian działowych (rysunek 9), wyburzenie istniejących, dobudowy nowych.



Wizualizacja budynku biurowego i placu
Views of the office building and square

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o..

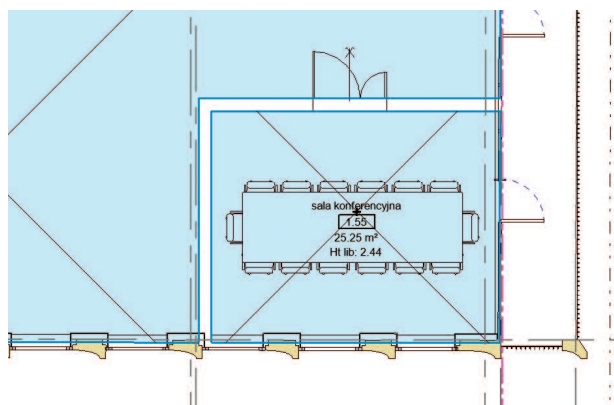


Rys. 9. Planowanie przebudowy biura wraz z komentarzem

Fig. 9. Planning redevelopment of office with comment

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o..

W budynku biurowym ważna jest separacja przestrzeni różnych działów lub firm oraz zaprojektowanie sal konferencyjnych. Korzystając z komponentów (rodzin) dostarczanych przez producentów, właściciel jest w posiadaniu informacji na temat materiałów, gwarancji, dokładnych wymiarów, a pomieszczenie staje się dostosowane do oczekiwań wynajmujących (rysunek 10). Jednak w tego typu działaniach wymagana jest podstawowa wiedza dotycząca projektowania, a sam projekt powinien zostać sporządzony zgodnie z obowiązującym prawodawstwem.



Rys. 10. Projektowana sala konferencyjna

Fig. 10. Designed conference room

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów firmy SXD Polska Sp. z o.o..

Podsumowanie

Wymienione w artykule przypadki to tylko jedno z licznych działań rozważanych na etapie projektowania czy eksploatacji budynku. Technologia BIM staje się narzędziem uniwersalnym i wykorzystywanym w różnych fazach życia inwestycji budowlanej. Przedstawione w artykule przykłady wykorzystania modelu 3D powinny być inspiracją dla zarządców nieruchomości do wdrożenia nowoczesnych rozwiązań, które wykorzystują proste rozwiązania chmurowe. Polski rynek przechodzi rewolucję w cyfryzacji procesów oraz dokumentów w budownictwie i architekturze. Technologia BIM, zdaniem autorów, powinna w tym odegrać podstawową rolę.

Literatura

- [1] Kasznia D, Magiera J, Wierzowiecki P. BIM w praktyce. Wydawnictwo Naukowe PWN. 2017.
- [2] Bryx M. Zarządzanie nieruchomością jako faza procesu inwestycyjnego. Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości. Olsztyn, Towarzystwo Naukowe Nieruchomości. 2006: 27 – 34.
- [3] Farghaly K i inni. Taxonomy for BIM and Asset Management Semantic Interoperability. Journal of Management in Engineering. 2018; 34: 4.
- [4] Anger A, Łąguna P, Zamara B. BIM dla managerów. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN SA. 2021.
- [5] Bednarczyk R i inni. BIM Standard PL, Warszawa, Polski Związek Pracodawców Budownictwa. 2020.
- [6] Bonanomi M. Building Information Modeling (BIM) and Facility Management (FM), Knowledge Management and Information Tools for Building Maintenance and Facility Management, aut. książki Bonanomi Marcela, Talamo Cinzia, Springer. 2015.
- [7] Borkowski AS. Model analityczny w technologii BIM. Materiały Budowlane. 2017; 8: 206 – 208; DOI: 10.15199/33.2017.08.59.
- [8] Lelek W. Technologia BIM – narzędzie do zarządzania projektem, Materiały Budowlane. 2020; 12: 56 – 57.
- [9] Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719, 2010, Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów.
- [10] Borkowski A, Wyszomirski M. Landscape Information Modelling: an important aspect of BIM modelling, examples of cubature, and planning projects, Geomatics, Landmanagement and Landscape. 2021: 7 – 22.
- [11] Kacprzyk Z. Projektowanie w procesie BIM. Warszawa, Politechnika Warszawska. 2020.
- [12] Puszek K. BIM jako przejaw innowacji logistycznych w budownictwie, Autobusy. Technika, Eksploatacja, Systemy transportowe. Radom, Instytut Naukowo-Wydawniczy Spatium sp. z o.o., 2016: 1486 – 1490.

Przyjęto do druku: 02.06.2022 r.