

Wykorzystanie technologii BIM w pracy projektanta instalacji

The use of BIM technology in the installation designer's work

Projektowanie instalacji jest długofalowym procesem, przy większych inwestycjach wymagającym ingerencji kilku lub nawet kilkunastu osób. Coraz bardziej istotne staje się pojęcie wpływu budynku na środowisko w całym cyklu jego życia. Technologia projektowania zintegrowanego pozwala pogodzić wszystkie te elementy, a także wykonywać projekty szybciej i efektywniej.

Projektowanie oparte na rysowaniu najprostszych nieparametryzowanymi elementami, tzw. rysowanie kreską, powoli staje się przeszłością – obecnie znajdujemy się w fazie wkraczania w erę projektowania obiektowego. Tak jak kiedyś koniecznym wyposażeniem biura projektowego była deska kreślarska, a teraz oprogramowanie typu CAD, tak w niedalekiej przyszłości niezbędne będą aplikacje umożliwiające projektowanie obiektowe. Koncepcja tworzenia obiektowego jest nierozdzielnie związana z ideą Building Information Modeling, czyli modelowania informacji o budynku.

Idea BIM narodziła się równolegle w Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii na początku XXI wieku i szybko zdobyła dużą popularność (w USA funkcjonuje wymóg projektowania w BIM wszystkich projektów rządowych i NASA). Również w Polsce od paru lat cieszy się coraz większym zainteresowaniem projektantów. Przyjęta w styczniu br. dyrektywa 2014/24/UE w sprawie zamówień publicznych [14] nadaje duże znaczenie rachunkowi kosztów cyklu życia, który obejmuje poniesione przez instytucję zamawiającą lub innych użytkowników koszty: związane z nabyciem, użytkowaniem (zużycie energii i innych zasobów), utrzymaniem, związane z wycofaniem z eksploatacji (zbiórka i recykling) oraz przypisywane ekologicznym efektom zewnętrznym (np. koszty emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń oraz inne związane z łagodzeniem zmian klimatu). Wdrożenie jej wymagań do regulacji krajowych ma nastąpić do 18 kwietnia 2016 r. i tym samym w niedalekiej przyszłości pojawi się konieczność stosowania narzędzi elektronicznego modelowania danych budowlanych.

Wyznacznikiem idei BIM jest skoordynowana i spójna baza danych o obiekcie, która tworzy wirtualny model. Modelowanie

odbywa się poprzez generowanie w wybranym pakiecie komputerowym tzw. komponentów parametrycznych, czyli trójwymiarowych elementów danego obiektu z nadanymi im wcześniej atrybutami. Cyfrowy model zawiera zdefiniowane wszystkie możliwe parametry odpowiadające rzeczywistemu obiektowi. Komponentów tych można używać do tworzenia form podstawowych, np. przegród budynku czy przewodów instalacyjnych, ale również form o wysokim poziomie szczegółowości, takich jak np. zawory.

Technologia BIM umożliwia tworzenie modeli trójwymiarowych, ale jej głównym atutem jest wykorzystanie otwartego systemu graficznego również do obliczeń, symulacji oraz opartych na nich analiz i raportów. Automatyczne generowanie raportów jest dużym wsparciem dla projektantów, co w połączeniu z doświadczeniem przekłada się na szybszą

i trafniejszą interpretację oraz zastosowanie najefektywniejszego rozwiązania. Szczególnie warta podkreślenia jest współpraca międzybranżowa – wszyscy uczestnicy procesu tworzenia budynku pracują na jednym modelu cyfrowym jednocześnie, widząc zmiany i postępy pozostałych zespołów projektantów. Otwiera to bardzo duże możliwości w zakresie wprowadzania kreatywnych, innowacyjnych rozwiązań, które mogą być bezpośrednio weryfikowane przez pozostałych członków procesu tworzenia obiektu, zwiększając tym samym wydajność na wielu płaszczyznach.

Niektóre aplikacje CAD umożliwiają rysowanie w trójwymiarze, ale nawet w ograniczonym jedynie do grafiki zakresie aplikacje BIM zyskują przewagę (tabela 1). Technologia CAD wymusza pewien schemat procesu projektowania – w pierwszej kolejności pracuje nad nim zespół architektów, a następnie

Streszczenie

Artykuł przedstawia potencjalne możliwości wykorzystania technologii BIM (ang. Building Information Modeling) w pracy projektanta instalacji. Przedstawione zostały zalety tej technologii w kontekście projektowania opartego na popularnych programach CAD. Artykuł zawiera również przegląd przykładowych aplikacji, które realizują idee BIM i mogą być przydatnym narzędziem w procesie projektowym. Zwrócono także uwagę na format wymiany danych gbXML przeznaczony do transferu informacji pomiędzy architektem a inżynierem zajmującym się analizą energetyczną budynku oraz na przykłady aplikacji mających możliwość obsługi tego formatu. W końcowej części zawarto analizę czynników hamujących proces wdrażania oprogramowania BIM w polskich pracowniach projektowych.

Abstract

The paper presents the possibilities of using technology BIM (Building Information Modeling) during the design of installations. Presented are the advantages of this technology in the context of the design based on the popular CAD programs. Article also contains an overview of the sample applications that implement the ideas of BIM and can be a useful tool in the design process. It also highlighted the data exchange format gbXML dedicated to the transfer of information between the architect and engineer involved in building energy analysis and examples of applications with the ability to use that format. In the final part of the article an analysis of factors inhibiting the implementation of BIM software in Polish design studios.

konstruktorów i instalatorów. W razie konieczności naniesienia zmian projekt przechodzi ponownie przez kolejne pracownice. Pod tym względem technologia projektowania obiektowego ma bardzo dużą zaletę: jednoczesną pracę wszystkich zespołów nad danym projektem oraz takie zdefiniowanie składowych elementów modelu, że zmiana jednego z nich powoduje dostosowanie się elementów sąsiadujących. W związku z tym nie ma również konieczności manualnej koordynacji rzutów z przekrojami – wszystko jest automatycznie aktualizowane, generowane na rysunkach 2D i widoczne dla każdego uczestnika procesu tworzenia budynku. Tak więc po zmianie np. przebiegu przewodów instalacyjnych ich położenie zmienia się również w pozostałych przekrojach, rzutach, widokach 3D i zestawieniach, co skutkuje skróceniem czasu realizacji takiego projektu.

Z punktu widzenia projektanta instalacji niezmiernie istotna wydaje się funkcja wykrywania kolizji, która umożliwia sprawdzenie kolizji w odniesieniu do określonej geometrii, np. typu konstrukcja nośna – instalacja wymagająca przebić teże konstrukcji czy pozostałych instalacji (rys. 1). Powiązanie testów na występowanie kolizji z symulacjami i animacjami obiektów pozwala w przystępny sposób analizować różne rozwiązania. Istnieje możliwość zarówno analizy bezpośrednich kolizji elementów budynku, jak i kolizji wynikających z minimalnych odległości narzuconych przez przepisy czy wytyczne. Praca w modelu 3D daje również lepsze wyobrażenie o przestrzeni, która jest projektowana, co ma duże znaczenie dla jakości projektu. W aspekcie zmierzania współczesnego budownictwa w kierunku budownictwa inteligentnego umożliwiającego sterowanie wszystkimi parametrami obiektu, a co za tym idzie, z bardzo dużą różnorodnością i liczbą instalacji (nie tylko sanitarnych, ale również technologicznych czy elektrycznych), jest to ogromna zaleta.

Na rys. 1 pokazano przykładowy projekt realizowany w aplikacjach opartych na idei BIM. Szczególną uwagę należy zwrócić na możliwość automatycznego wykrywania wszelkiego rodzaju kolizji (rys. 2).

Nie do przecenienia jest możliwość łatwego wprowadzania zmian czy tworzenia pakietu alternatywnych rozwiązań będących podstawą optymalizacji projektu oraz weryfikacji w fazie niegenerującej dużych nakładów finansowych, czyli na etapie modelu cyfrowego. Obecnie używane aplikacje muszą umożliwiać nie tylko dokonywanie zmian w architekturze, takich jak np. orientacja, rodzaj i wielkość przeszklenia, dobór elewacji, oświetlenia, ale

CAD	BIM
Pierwotnie tworzona dokumentacja obiektu, na podstawie której może zostać utworzony model 3D	Pierwotnie tworzony model cyfrowy, na podstawie którego generowana jest dokumentacja
Elementy obiektu 3D mają tylko informacje związane ze swoją geometrią (elementy zbudowane z krzywych mających swoje współrzędne)	Elementy modelu 3D mają wszystkie niezbędne do analizy dane (są nie tylko zbudowane z kresek, ale również z materiałów o danych właściwościach)
Brak możliwości równoczesnej pracy na jednym modelu poszczególnych członków zespołu	Platforma umożliwiająca jednoczesną pracę i wprowadzanie zmian widocznych dla pozostałych
Po wprowadzeniu zmian w jednym z elementów konieczność manualnego dopasowania pozostałych elementów	Po dokonaniu zmian jednego z elementów modelu automatyczne dostosowywanie się pozostałych elementów

Tabela 1. Porównanie modeli 3D w technologii CAD i BIM [10]

również posiadać narzędzia do szybkiej oceny skutków zastosowania tych rozwiązań. Technologia oparta na BIM dzięki automatycznej aktualizacji danych umożliwia stosunkowo szybkie wykonanie symulacji energetycznych, prowadzi też do równoczesnego zapisywania i gromadzenia wszystkich danych niezbędnych do wyznaczenia zużycia i zapotrzebowania na energię danego budynku. Pozwala to na dobór rozwiązań optymalnych zarówno pod względem kosztów eksploatacji, jak i zanieczyszczenia środowiska naturalnego.

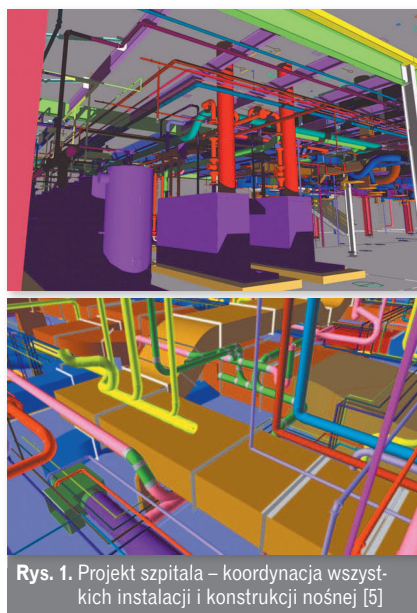
Dostępne oprogramowanie

Przykładem oprogramowania realizującego założenia BIM, wyposażonego w narzędzia do przeprowadzania symulacji i analiz energetycznych jest Revit. Obliczenia wykonywane są w tzw. chmurach obliczeniowych, które umożliwiają szybkie porównywanie zużycia energii i kosztów cyklu życia obiektu w różnych wariantach projektowych (rys. 3).

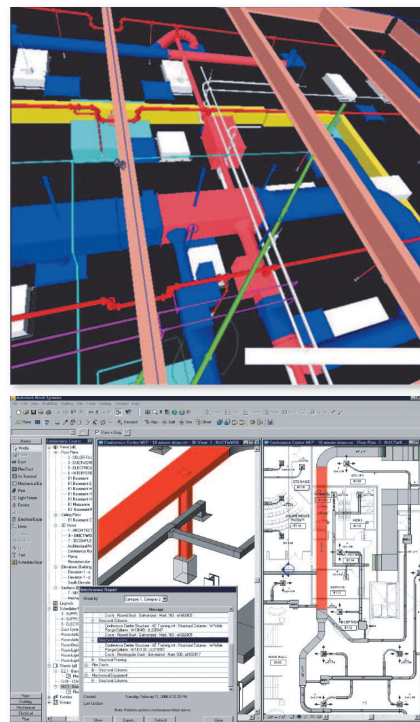
Idee BIM wdrożyły już w swoich aplikacjach takie firmy jak Autodesk (pakiet Build-

ding Design Suite, w tym Revit, Navisworks; 3Ds Max, Robot Structural Analysis, Vasari), Graphisoft (popularne oprogramowanie ArchiCAD) czy Tekla. Z technologii BIM od wielu lat mają możliwość korzystania architekci. Rynek programów, które mogą wykorzystać projektanci pozostałych branż, jest aktualnie w fazie rozwoju. Problemem hamującym wykorzystanie wielu aplikacji na polskim rynku jest obecnie dostosowanie ich do naszych wymagań i przepisów.

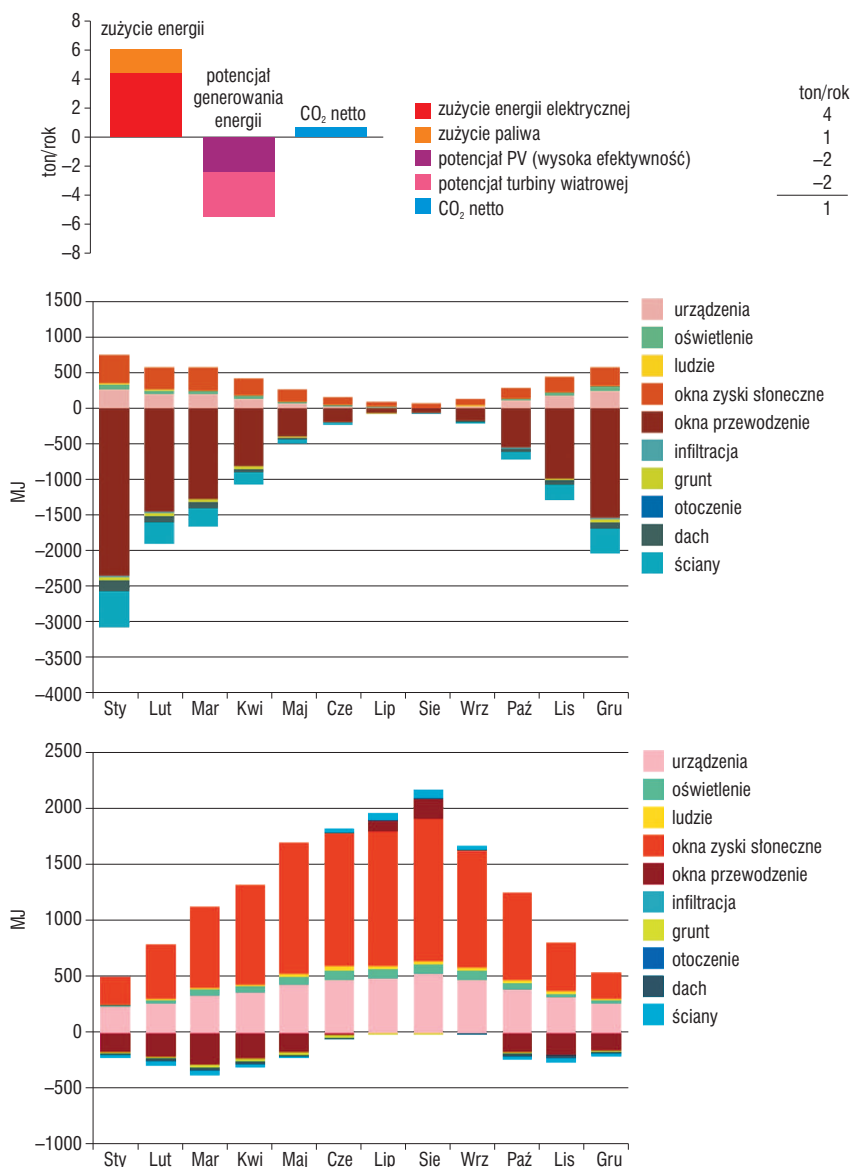
Przykładami aplikacji rozwijających idee BIM w branży instalacyjnej, które obsługują format IFC będący standardem w tej technologii, są Revit MEP firmy Autodesk oraz DDS-CAD firmy Data Design System. Aplikacja DDS-CAD MEP to zaawansowane narzędzie do projektowania



Rys. 1. Projekt szpitala – koordynacja wszystkich instalacji i konstrukcji nośnej [5]



Rys. 2. Przykład automatycznego wykrywania kolizji w projekcie bazującym na BIM (elementy kolidujące zaznaczone kolorem czerwonym) [5, 7]



Rys. 3. Przykładowe zestawienia analityczne: roczna emisja dwutlenku węgla, miesięczne obciążenie na potrzeby ogrzewania oraz miesięczne obciążenie na potrzeby chłodzenia

Rys. archiwum autora

►► instalacji wewnątrz budynku umożliwiające korzystanie z technologii BIM przy projektowaniu instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnej, sanitarno-grzewczej, elektrycznej, a także systemów fotowoltaicznych (rys. 4).

Wadą oprogramowania Revit MEP jest amerykańska baza danych, co mimo zaawansowania programu uniemożliwia korzystanie z aplikacji przy polskich projektach (polska norma jedynie w nakładce do obliczania obciążenia cieplnego). Próbą dostosowania aplikacji Revit do krajowych wymagań zajmuje się firma Robobat. Opublikowano już moduł służący do wyznaczania obciążenia cieplnego oraz aplikację do sporządzania certyfikatu energetycznego (wg aktualnego rozporządzenia), symulator energetyczny pozwalający dobrać najlepsze ekonomicznie i energetycznie

rozwiązanie w oparciu o dane dostarczane z modelu BIM.

Formaty plików

Żeby możliwe było projektowanie zgodne z ideą BIM, niezbędne są narzędzia pozwalające na wymianę danych pochodzących z różnego rodzaju programów, np. pomiędzy informacjami, które są zawarte w aplikacji CAD, a programami obliczeniowymi. Formatem wykorzystywanym przez aplikacje BIM jest bardzo uniwersalny i obszerny IFC (Industry Foundation Classes). Jednak w aspekcie analizy energetycznej budynku zawiera on wiele niepotrzebnych, za to wydłużających czas operacji i danych. Interesujący z punktu widzenia projektowania zgodnie z koncepcją zrównoważonego rozwoju jest format Green

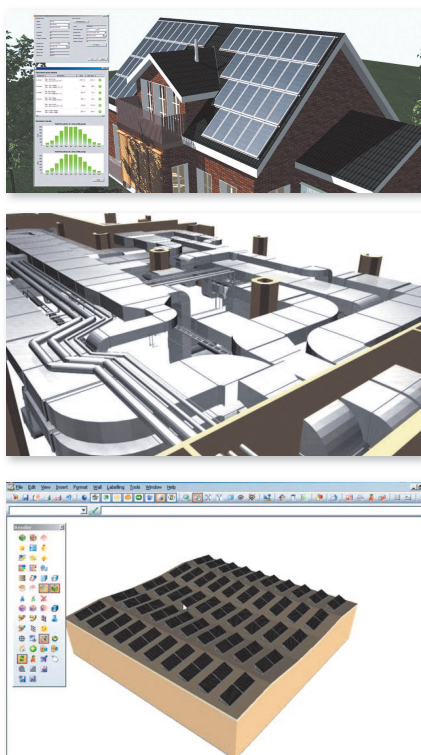
Building XML (w skrócie gbXML). Ma on służyć transferowi niezbędnych w aspekcie analizy energetycznej budynku danych, jednocześnie eliminując nieistotne dla tego typu analizy inne elementy modelu.

GbXML umożliwia szybką analizę danego modelu pod kątem energochłonności, certyfikacji energetycznej, kosztów eksploatacji czy wpływu użytych materiałów na środowisko naturalne. Dużą zaletą formatu jest jego otwartość, która umożliwia korzystanie każdemu. W skrócie można powiedzieć, że gbXML jest otwartym formatem zawierającym zarówno geometrię, jak i informacje energetyczne dotyczące budynku wraz z założeniami dotyczącymi funkcjonowania obiektu, np. wymaganą temperaturą czy rodzajem instalacji grzewczej. Podobnie jak popularny język HTML będący podstawą tworzenia stron internetowych format gbXML należy do języków znaczników, co oznacza, że tekst wewnątrz dokumentu wzbogacony jest o znaczniki informujące o jego cechach. Dokumenty w języku XML to zwykle dokumenty tekstowe (otwierane np. w programie Notepad firmy Microsoft). Archiwizowanie projektów w formacie gbXML daje możliwość automatycznego transferu danych, np. w celu utworzenia certyfikatu energetycznego.

Format ten wykorzystywany jest obecnie przez takie dostępne oprogramowanie, jak np. Revit firmy Autodesk (eksport do formatu gbXML jest jedną z funkcji), ArchiCAD firmy Graphisoft (powstał specjalny dodatek eksportujący do pliku gbXML) czy gModeller dla SketchUp firmy Google.

Powstaje również oprogramowanie mogące importować tego rodzaju pliki. W zakresie analiz energetyczno-instalacyjnych przydatne mogą być takie programy, jak Audytor OZC firmy Sankom (eksport danych z programu Revit na potrzeby obliczania charakterystyki energetycznej oraz obciążenia cieplnego) oraz EXPERT Certyfikat Energetyczny i ProGreen firmy Robobat Polska (eksport danych z programu Revit na potrzeby obliczania charakterystyki energetycznej).

Aplikacja firmy Sankom ma na celu umożliwienie transportu danych z popularnego wśród architektów programu, tj. Revit Architecture, do programu używanego przez instalatorów, tj. Audytor. Z programu Revit można wyeksportować i na tej podstawie stworzyć dane niezbędne do analizy cieplnej budynku. Transfer może obejmować dane związane z takimi elementami, jak ściany (osłowne i standardowe), sufity (w tym sufity złożone), dachy, stropy, okna i drzwi. Do tych elementów dodawane są informacje związane z analizą cieplno-wilgotnościową.



Rys. 4. Moduł instalacji wentylacyjno-klimatyzacyjnej i fotowoltaicznej [11]

Program EXPERT Certyfikat Energetyczny+ służy do obliczenia zapotrzebowania na energię budynku (lub jego części) z uwzględnieniem instalacji ogrzewania, wentylacji, klimatyzacji, ciepłej wody użytkowej oraz oświetlenia. Program umożliwia również sporządzenie świadectwa charakterystyki energetycznej lub projektowanej charakterystyki energetycznej. Aplikacja ma funkcję importowania danych geometrycznych z pliku zapisanego w formacie gbXML (współpraca m.in. z Revit Architecture, Revit MEP) w postaci informacji o rodzaju, powierzchni, orientacji przegród oraz geometrii, lokalizacji okien/drzwi wraz z możliwością ustalenia domyślnych parametrów (U, g, c).

Drugim narzędziem mającym możliwość importu pliku gbXML jest aplikacja ProGREEN (możliwość importu danych o geometrii z Autodesk Revit Architecture oraz z programu EXPERT Certyfikat Energetyczny). ProGREEN służy do wspierania procesu projektowania budynków z uwzględnieniem aspektów ekologicznych. Prowadzi analizy symulacyjne zużycia energii i pozwala na stworzenie optymalnej konfiguracji parametrów budynku w taki sposób, żeby uzyskać obiekt spełniający kryteria ekologiczne w ramach narzuconych ograniczeń kosztowych. System dodatkowo pozwala zweryfikować model budynku poprzez generowanie świadectwa charakterystyki energetycznej. Optymalizacja energetyczna budynku w systemie ProGREEN prowadzona

jest w kilku głównych obszarach decydujących o jego ekologiczności: geometrii, właściwości obudowy, rodzaju systemu wentylacji, instalacji grzewczej (rodzaj paliwa, rodzaj źródła ciepła, budowa instalacji) oraz instalacji ciepłej wody (rodzaj paliwa, rodzaj źródła ciepła, budowa instalacji).

W przypadku bardziej zaawansowanych narzędzi do analizy i wykonywania symulacji interoperacyjność z modelem BIM zapewniają programy takie, jak Energy Plus i stworzony na jego bazie DesignBuilder. Funkcja importu w postaci formatu gbXML pozwala na transfer architektonicznych modeli 3D stworzonych w programach Revit, ArchiCAD lub Microstation do programu obliczeniowego.

Ważną z punktu widzenia tworzenia modelu i korzystania z technologii BIM jest możliwość wykorzystania laserowego skanowania obiektów rzeczywistych w celu utworzenia dokładnych cyfrowych modeli trójwymiarowych. Efektem skanowania jest chmura punktów zawierająca wszystkie współrzędne każdego z nich. Odbывается się to w bardzo krótkim czasie – pomiar rzędu miliona punktów z dokładnością ± 1 mm w zasięgu nawet 300 m.

Chmury punktów są cennym źródłem danych wyjściowych w procesie modelowania informacji o budynku i jego otoczeniu. Narzędzia współpracujące z laserem dają możliwość edycji chmury punktów, tworząc konkretne elementy będące podstawą obiektów w technologii BIM. Żeby model cyfrowy mógł funkcjonować w tej technologii, konieczne jest nadanie elementarnych opisów, tj. nazwy, cech materiałowych, i przydzielenie ich do odpowiedniej rodziny elementów. Technika ta jest bardzo przydatna w początkowej fazie projektowania, kiedy niezbędna jest inwentaryzacja (stanu rzeczywistego obiektu czy ukształtowania terenu) i stworzenie modelu bazowego oraz w fazie powykonawczej, żeby sprawdzić zgodność wykonania z pierwotnym projektem i stworzyć dokumentację powykonawczą. Skanowanie jest techniką tak dokładną, że wykorzystując trójwymiarowy obraz istniejącej architektury i konstrukcji, można nie tylko dopasować bezkolizyjnie przebieg nowej instalacji lub wykorzystać istniejącą, ale również zinwentaryzować i zamodelować zamontowane na rurach zawory [12]

Podsumowanie

Koncepcja modelowania informacji o budynku jest przyszłością projektantów. Jednak proces wdrażania BIM w polskich pracowniach projektowych może sprawnie przebiegać tylko w przypadku dużych korporacji. W mniejszych pracowniach jest on hamowany przez dość

wysokie jak na razie koszty oprogramowania (w przypadku projektanta instalacji koszt stworzenia stanowiska to ok. 25 tys. zł) oraz szkoleń i wdrożeń pracowników (ok. 500–2000 zł za dzień szkolenia) [13].

Inwestycja w projektowanie w technologii BIM to nie tylko koszty, ale również czas niezbędny do przestawienia się na inny rodzaj projektowania i związany z nim inny sposób myślenia o projekcie – nie w kategorii kresek, rzutów, ale całego budynku, łącznie z jego wszystkimi parametrami, zachowaniem w świecie rzeczywistym i wpływem na otoczenie. Żeby efektywnie projektować, wykorzystując wszystkie możliwości oprogramowania BIM, wymagana jest spora wiedza. Specyfika działania większości firm projektowo-wykonawczych (z dużą liczbą projektów prowadzonych równocześnie i przy wymuszonym krótkim czasie ich realizacji) powoduje, że kwestia czasu wydaje się być często bardziej zaporowym warunkiem niż finanse. Żeby wszystko się powiodło, potrzeba siły napędowej w postaci zrozumienia i analizy opłacalności kosztów – inwestycja w technologię może się zwrócić parokrotnie, biorąc pod uwagę efektywność późniejszej pracy oraz mniejsze ryzyko błędów, które generują niemałe koszty. Firmy, które już wdrożyły technologię BIM w swoich pracowniach, wykorzystują to skutecznie w celach marketingowych, zyskując przewagę nad konkurencją.

Literatura

1. Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K., *BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*, John Wiley & Sons, 2008.
2. Jones S., *SmartMarket Report, The Business Value of BIM in Europe*, McGraw-Hill Professional, 2009.
3. Jones S., *SmartMarket Report, Building Information Modeling Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity*, McGraw-Hill Professional, 2009.
4. Krygiel E., Read P., Vandezande J., *Mastering Autodesk Revit Architecture 2011*, Wiley Publishing Inc., 2010.
5. Kymme W., *Building information modeling: Planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations*, McGraw-Hill Professional, 2008.
6. Wing E., *Autodesk Revit Architecture 2011: No Experience Required*, Sybex, 2010.
7. Materiały firmy Autodesk.
8. Materiały firmy Robobat.
9. Materiały firmy Bentley.
10. www.projektowaniebim.pl.
11. www.dds-cad.net.
12. Dorna S., Glema A., *Zastosowanie techniki skanowania dla geotechnicznych, architektonicznych, konstrukcyjnych oraz instalacyjnych aspektów tworzenia modelu BIM budynku*, XIII Konferencja Naukowo-Techniczna „Techniki komputerowe w inżynierii”, 2014.
13. Dejer M., *Akademia BIM. BIM – kosztowny czy opłacalny?*, „Builder” nr 1/2014.
14. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/24/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie zamówień publicznych, uchylająca dyrektywę 2004/18/WE (DzU UE L 94/65).