

Zalety i wady technologii BIM

mgr inż. Marek Nalepka

Politechnika Opolska, Wydział Budownictwa i Architektury, marek.nalepka@gmail.com

mgr inż. Rafał Mrozek

Biurowisko projektowe CONST-PRO Grupa Inżynierska, Olesno, rafal.mrozek@cpgi.pl

Tradycyjny proces projektowy oraz wykonawczy obiektu kojarzony jest z ogromną ilością rysunków i opisów, tworzących dokumentację jego budowy. Technologia BIM, będąca cyfrowym odwzorowaniem charakterystyki obiektu oraz cech fizycznych zastosowanych materiałów, ma na celu udoskonalenie formy prowadzenia dokumentacji procesu budowlanego.

Pojęcie BIM pojawiło się na początku XXI wieku, pomysł powstania pojęcia wywodzi się bezpośrednio od koncepcji modelowania informacji o produkcie (PIM – *Product Information Modeling*), stosowanej w przemyśle od lat 80. XX wieku [1, 4]. Ogólnie rzecz ujmując, polega to na tworzeniu inwestycji budowlanej w wirtualnym środowisku, począwszy od koncepcji aż po oddanie do użytkowania, a w szerszym ujęciu – aż po rozbiórkę. Stosując technologię BIM, można dużo łatwiej i szybciej niż tradycyjnie analizować informacje niezbędne do prowadzenia inwestycji, w tym [2, 3]:

- przeanalizować czas realizacji oraz ilość materiałów, a co za tym idzie – koszty inwestycji;
- wyszukać wszelkie kolizje, nieścisłości i błędy w projekcie pomiędzy poszczególnymi branżami;
- rozplanować budowę z uwzględnieniem zasad BHP.

BIM – definicje i założenia

Technologię BIM można zdefiniować w dwojaki sposób [18]:

- *building information modeling*, polegający na reprezentacji cyfrowej modelu składającego się z różnych

elementów sporządzonych przez projektantów (m.in. konstruktorów, architektów, technologów), wykonawców i użytkowników;

- *building information management*, rozumiany jako sposób uporządkowania przepływu informacji o obiekcie na każdym etapie całego jego cyklu życia (rys. 1.), od koncepcji poprzez projektowanie, budowę, użytkowanie, renowację aż po rozbiórkę [9, 13].

Technologia BIM, biorąc pod uwagę oba wyżej podane ujęcia, jest dużym wsparciem zarówno dla osób odpowiedzialnych za końcowy wygląd obiektu, jak i utrzymania obiektu w odpowiednim stanie, zapewniającym odpowiednie warunki eksploatacyjne. Modelowanie informacji ma tak wiele zalet, że Komisja Europejska rekomenduje zastosowanie struktury BIM w przypadku przetargów dotyczących inwestycji publicznych [19, 20].

Zalety technologii BIM

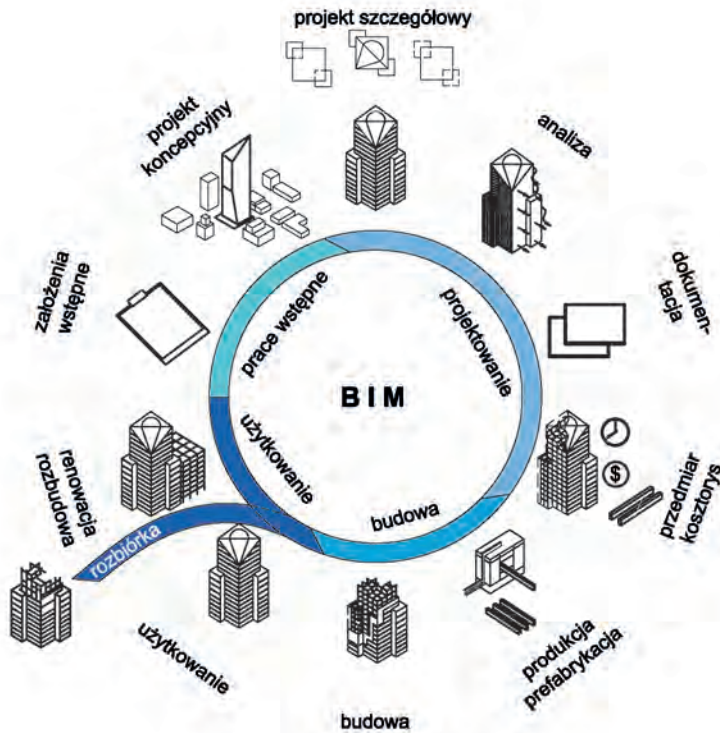
Najważniejszą zaletą, wynikającą z samej idei wprowadzenia BIM, jest poprawa współpracy pomiędzy poszczególnymi uczestnikami procesu budowlanego – inwestorami, pro-

jektantami, kierownikami budowy (wraz z wykonawcami) i inspektorami nadzoru, poprzez stworzenie trójwymiarowego, wielopłaszczyznowego i wielobranżowego modelu, który jest dostępny na każdym etapie powstawania obiektu [18]. Do współpracy tej korzystne byłoby też włączenie użytkowników lub zarządców obiektów budowlanych.

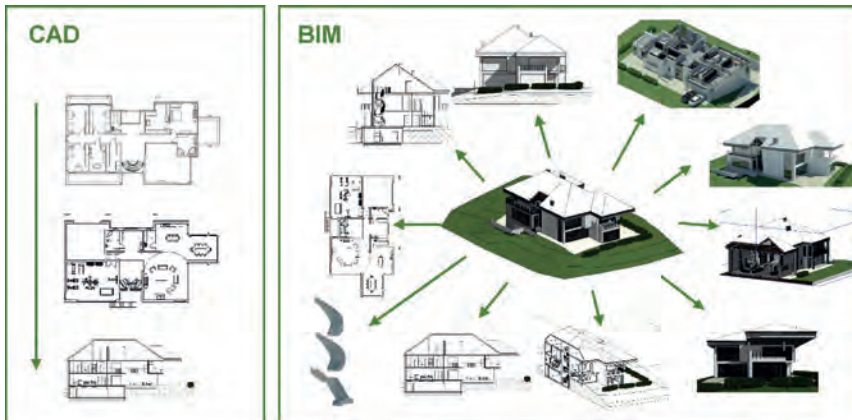
Poszerzenie wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji, poprzez wizualizację inwestycji z wykorzystaniem modelu 3D, pozwala zobaczyć, jaki jest spodziewany efekt końcowy (rys. 2.) i uniknąć wielu błędów oraz nieporozumień powstających w fazie koncepcji. Wgląd w model obiektu pozwala inwestorom i użytkownikom, którzy często nie mają wykształcenia budowlanego, na [2, 17]:

- spersonalizowanie podejścia do rozplanowania wnętrza;
- wprowadzanie prostego wariantowania rozwiązań w celu dostosowania efektu do wymagań;
- dostosowanie efektu końcowego do wymagań;
- zachowanie kompromisu między efektem a stawianymi wymaganiami.

Model BIM obiektu pozwala na automatyzację tworzenia dokumentacji, co przekłada się na skrócenie pracy związanej z wprowadzeniem zmian w projekcie (nazywanych potocznie rewizjami). Korzystne jest to, że każda zmiana będzie uwzględniana niejako automatycznie na obrazie efektu końcowego, pozwoli również na aktualizację kosztów oraz szacowanego zużycia materiałów. Wirtualny model obiektu pozwala również ograniczyć lub wręcz wyeliminować częste błędy projektowe, powstające w projekcie tradycyjnym na styku różnych branż [8], takich jak kolizje instalacji z elementami konstrukcyjnymi, które czasem trudno wykryć na rysunkach



Rys. 1. Zarządzanie danymi w technologii BIM na poszczególnych etapach powstawania i użytkowania obiektu budowlanego (23)

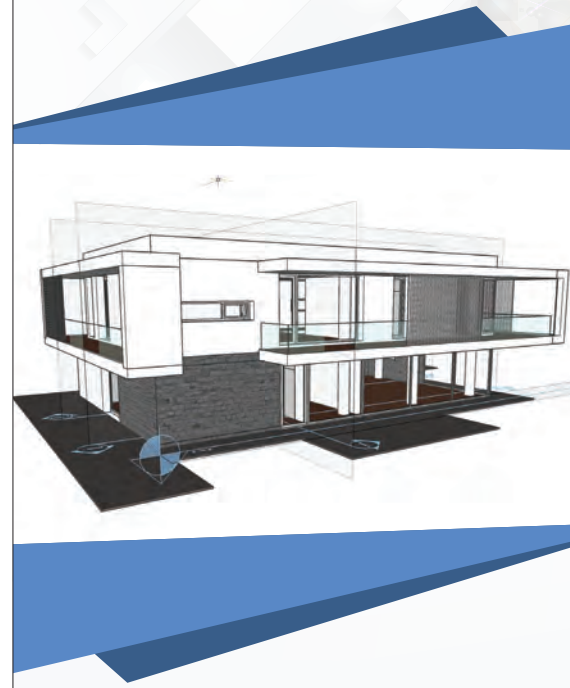


Rys. 2. Porównanie dostępu do informacji w procesie tradycyjnym oraz wykorzystującym technologię BIM. Rysunki udostępnione przez firmę Const-Pro (22)

tradycyjnych. Możliwość eliminacji błędów już na etapie dokumentacji wpływa korzystnie na skrócenie czasu całej inwestycji z uwagi na wyeliminowanie dodatkowego czasu i kosztów, które zostałyby przeznaczone na wprowadzanie zmiany [2]. Patrząc ogólnie na sposób tworzenia dokumentacji, pod kątem pracochłonności i kosztowności względem standardowych rozwiązań, można wywnioskować zmianę rozkładu i przesunięcie tych wyznaczników na etap koncepcji i opracowania (rys. 3a). Jeśli oprogramowanie oferuje możliwość szczegółowego podejścia do konstruowania obiektu, to dodatkową zaletą staje się możliwość rozmieszczenia przebiegu zbrojenia. Pozwala to sprawdzić i wy-

eliminować kolizje kotwienia oraz przebiegu prętów pochodzących z różnych elementów konstrukcyjnych, co również wpływa efektywnie na eliminację późniejszych kosztów związanych ze zmianami w trakcie realizacji obiektu. Wykonawca z użyciem modelu BIM może dodatkowo rozplanować i usprawnić harmonogram dostaw w celu eliminacji kosztownych przestojów [2].

Zamknięcie realizacji obiektu oczywiście nie kończy zastosowania technologii BIM (rys. 3a), bowiem informacje można z efektem wykorzystywać w zarządzaniu obiektem, planowaniu kolejnych inwestycji, realizacji remontów, modernizacji, konserwacji czy też rozbiórce [9]. Informacja o obiekcie zmagazynowa-



CAD



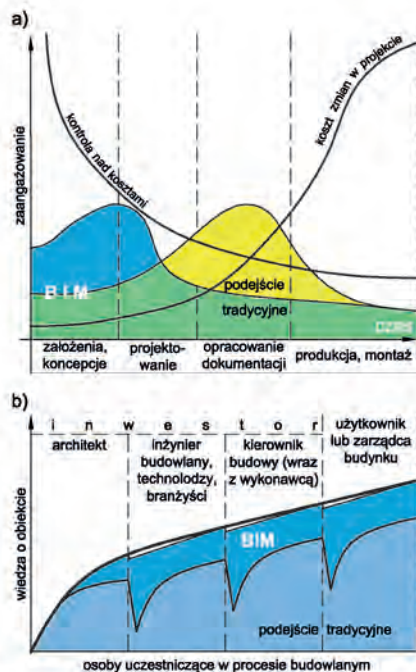
SHEET METAL



BIM



Datacomp Sp. z o.o.
 ul. gen. H. Dąbrowskiego 24,
 30-532 Kraków
 tel. +48 12 412-99-77
 www.datacomp.com.pl



Rys. 3. Różnice pomiędzy podejściem tradycyjnym a technologią BIM, a) zależność nakładu pracy nad projektowaniem od zastosowanej technologii, b) możliwa utrata danych technicznych pomiędzy etapami powstawania obiektu budowlanego, wg [18]

na w takim procesie może wpłynąć w poważny sposób na odzysk odpadów porozbiórkowych oraz efektywność przeprowadzenia tych rozbiórek [12]. Technologia BIM zakłada minimalizację utraty danych pomiędzy poszczególnymi etapami realizacji obiektu, choć przy przenoszeniu i przetwarzaniu informacji pomiędzy różnymi systemami niestety nie można całkowicie uniknąć pewnych strat, spowodowanych brakiem kompatybilności (rys. 3b).

Dodatkowym efektem wykorzystania BIM, z uwagi na etap wykonawstwa, jest możliwość oszacowania zagrożeń BHP [2]. Zdrowie i bezpieczeństwo pracowników jest również ważne, jak efekt końcowy, dlatego wgląd do planowanych prac pozwala na przygotowanie procedur zabezpieczających, minimalizujących lub nawet eliminujących zagrożenia. Bezpieczeństwo końcowego użytkownika jest kolejnym możliwym do usprawnienia aspektem, który jest zwykle pomijany przy projektowaniu i zarządzaniu obiektem oddanym do użytku.

Przestrzenny model budynku z rozkładem pomieszczeń i komunikacji wspomaga symulacje działań służb ratowniczych w zarządzaniu kryzysowym i wprowadza usprawnienia w akcjach ratowniczych [2].

Innym, często niedocenianym elementem, ważnym z uwagi na odbiór wizualny budynku, są łatwe do uzyskania z poziomu programu informacje o nasłonecznieniu i sposobie wkomponowania obiektu w otoczenie (rys. 2.).

Wady technologii BIM

Stosowanie BIM wiąże się z wieloma zaletami, ale również barierami, przed którymi musi stanąć osoba wprowadzająca tę technologię w swojej działalności (rys. 4.).



Rys. 4. Bariery dotyczące wdrożenia BIM, wg [16]

Każdy etap procesu budowlanego oraz każda osoba mająca wkład w końcowy odbiór obiektu i cały cykl życia budynku generują bardzo dużą ilość danych. Kluczowym elementem wpływającym na kształt inwestycji są informacje, które powinny swobodnie przepływać przez każdego uczestnika procesu budowlanego i efektywnie wpływać na jego pracę. BIM składa się z szeregu programów o podobnych narzędziach, sposobie działania i zakresie funkcji, jednak problemem rodzi się w momencie, gdy dany obiekt tworzony jest w różnych systemach pochodzących od różnych producentów. Wymiana informacji z użyciem różnych programów stwarza problem kompatybilności plików roboczych [15], a zapis i otwarcie pliku w innym programie przyczynia się do „zgubienia” informacji. Proces wymiany można usprawnić dzięki stworzeniu ogólnego standardu wymiany informacji, co prowadzi do minimalizacji utraty informacji między plikami pochodzącymi z różnych programów. W tym celu wprowadzony został standard wymiany plików IFC (ang. *Industry Foundation Classes*) [5], który z uwagi na swój neutralny charakter ma zapewnić możliwe

jak najszerszą współpracę pomiędzy użytkownikami aplikacji służących do projektowania architektoniczno-inżynieryjno-konstrukcyjnego (ACE – *Architecture, Engineering, Construction*) [15]. Wprowadzenie standardu IFC nie pozwala jednak wykluczyć wszystkich problemów z kompatybilnością. Odzworowanie domyślnego standardu dla jednego programu nie jest jeszcze niestety w pełni odwzorowywane w pliku IFC podczas eksportowania. W zależności od rodzaju wymienionej informacji jej dokładne odzworowanie w pliku IFC sięgać może od 96% do zaledwie 26%, co przekłada się bezpośrednio na częściową utratę danych [6].

Poznanie technik efektywnego wykorzystywania oprogramowania BIM jest procesem bardzo pracochłonnym, wymaga dostosowania umiejętności użytkownika, w tym poznania narzędzi i niejednokrotnie zmiany „przyzwyczajajeń”, co przekłada się na wydłużenie pracy związanej z opanowaniem programu i efektywnym wykorzystaniem w pracy. Brak znajomości programu przeszkadza w realizacji głównej idei stosowania BIM, która ma na celu poprawienie współpracy na linii projektant – wykonawca – inwestor.

Implementacja BIM w użytkowniku wymaga stosowania nowoczesnego sprzętu, który byłby w stanie obsługiwać narzędzia wykorzystywane przez programy. Z uwagi na większą informację o elementach i pracę w przestrzennym modelu obiektu konieczny jest sprzęt o większej mocy obliczeniowej, niż w przypadku wykonywania standardowej dokumentacji. Głównym kosztem, często większym od kosztów komputerów, jest zakup oprogramowania, które pozwala na wykorzystywanie narzędzi BIM. Przeszkodą jest też to, że narzędzia te są stale rozwijane i udoskonalane – z uwagi na ich niedawny start w branży. Dlatego efektywne działanie w zakresie stosowalności BIM wymaga ciągłej aktualizacji oprogramowania. Firmy tworzące programy coraz częściej porzucają możliwość zakupu licencji wieczystej z odpowiednią liczbą aktualizacji na rzecz „wynajmu” programów na określony czas. Wymuszenie aktualizacji spowodowane jest również tym, że jeśli nad danym modelem pracuje wielu autorów, to każdy z nich powinien działać na tej samej wersji programu. Każdy bowiem zapis i otwarcie modelu w innej wer-

sji oprogramowania może spowodować utratę ważnych informacji lub nawet uniemożliwić otwarcie czy zapis w formacie zgodnym ze starszą wersją oprogramowania.

Narzędzia BIM, choć bardzo efektywne, wymagają ciągłej aktualizacji wbudowanych bibliotek i stwarzają problem przy realizacji inwestycji, której elementy składowe odbiegają od standardowych. W takich przypadkach problemem staje się takie „przeskoczenie” możliwości i ograniczeń programu, aby stworzyć to, co w przypadku pracy na standardowej płaskiej dokumentacji trwałoby chwilę.

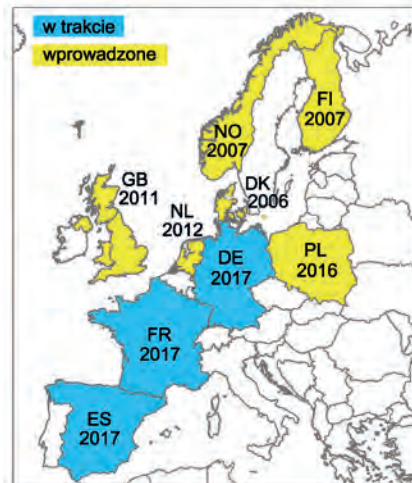
Dumna idea głosząca koordynację projektów branżowych jest trudna do wykonania z uwagi na ciągle małe możliwości wykonania rysunków warsztatowych. Stosowanie programów jest również problematyczne z uwagi na możliwość kształtowania elementów konstrukcyjnych według wytycznych projektanta. Wprowadzenie wprowadzanie geometrii nie jest problemem (oprócz paru wyjątków), jednak tworzenie rysunków warsztatowych odbiega jeszcze od naszych

wyobrażeń „multizadaniowości” pakietów BIM. W przypadku wykonywania rysunków warsztatowych przeszkoda ta wymaga powrotu do płaskiej formy. Płaska forma również jest ciągle wykorzystywana i zalecana z uwagi na możliwości użytkowania narzędzi BIM bezpośrednio na budowie. Takie informacje, jak rozmieszczenie zbrojenia, rozkład strzemion czy zakotwienie prętów głównych nie są w wystarczający sposób zaimplementowane w modelach BIM, dlatego płaska forma rysunku cały czas jest koniecznym uzupełnieniem.

Wprowadzenie standardów BIM w Europie i w Polsce

Rozwój, implementacja i standaryzacja BIM w krajach europejskich trwa od kilku lat i jest postrzegana jako główny czynnik rozwoju gospodarczego i przewaga na konkurencyjnym rynku. Kraje członkowskie Unii Europejskiej przygotowują odpowiednie plany i nowelizacje prawa, aby umożliwić wprowadzenie tych zmian [7, 10] (rys 5.).

Kraje skandynawskie jako jedne z pierwszych zawarły w przepisach



Rys. 5. Wprowadzenie standardów BIM w Europie wg 7, 10. Litery są oznaczeniem państwa wg ISO 3166, a cyfry – orientacyjnym rokiem wprowadzenia

prawnych zmiany dotyczące możliwości wykorzystania BIM w procesie projektowania i wykonywania inwestycji. Dania jest krajem, która zaczęła wdrażać BIM już w 2006 roku. Wydano wtedy rozporządzenie w sprawie wykorzystywania informacyjnych i komunikacyjnych

REKLAMA

Wszystko w NORMIE

- Najpopularniejsze programy do kosztorysowania w Polsce
- Obszerna baza Katalogów Nakładów Rzeczowych
- Komunikacja on-line z bazą realnych cen INTERCENBUD
- Możliwość współpracy z popularnymi bazami cenowymi
- Współpraca z innymi programami kosztorysowymi
- Import przedmiarów i kosztorysów z formatu PDF
- Import obmiarów z dokumentacji projektowej
- Współpraca z programami z rodziny MS Office
- Możliwość przesyłania danych do programów harmonogramujących (MS Project, Planista)



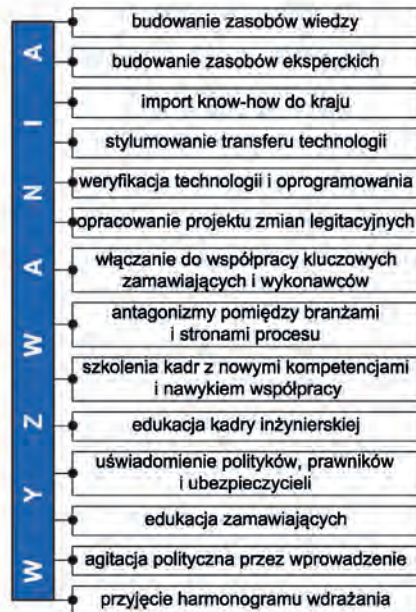
tel.: 22 - 594 05 66 | fax: 22 - 594 05 95
e-mail: info@ath.pl | www.ath.pl



technologii (ICT – *Information and Communication Technology*) w budownictwie, wg którego każda inwestycja o wartości wyższej niż 3 mln koron netto wymagała wykorzystania tej technologii. Wprowadzono wtedy również platformę ProjektWEB, służącą do przesyłania wszystkich informacji o projekcie przez Internet.

W Finlandii pierwsze dyrektywy zostały wprowadzone w 2007 roku, zawierały one wymóg stosowania technologii BIM wprowadzony przez instytucje zarządzające gruntami, budynkami i inwestycjami publicznymi. Norwegia rozpoczęła prace związane z technologią BIM w 2006 roku, a standardy objęły cały cykl życia budynku. Od 2010 roku wszystkie inwestycje publiczne realizowane są tam z użyciem narzędzi BIM. Wielka Brytania wprowadziła BIM do zamówień publicznych w 2011 roku.

Implementacja technologii BIM w Polsce nie jest tematem łatwym (rys. 6.), znajomość technologii BIM w naszym kraju, w stosunku do innych krajów europejskich, jest niestety na niższym poziomie. Wzmianki o BIM znaleźć można głównie na stronach internetowych producentów oprogramowania. Z uwagi na względnie wysokie koszty BIM jest traktowany raczej jako przyszłość, a nie teraźniejszość. Przeszkodą jest również sama znajomość nowego podejścia do kształtowania dokumentacji. W celu rozpoznania stopnia znajomości technologii BIM i świadomości jej zalet w polskiej branży budowlanej firma Autodesk przeprowadziła w 2015 roku badania 350 firm z branży architektoniczno-bu-



Rys. 6. Wyzwania przy wdrożeniu technologii BIM, wg (16)

dowlanej, a wyniki raportu pod tytułem „BIM – polska perspektywa” zostały udostępnione publicznie [11]. Podobne badania przeprowadziły w 2016 roku również firma ANTAL [1] oraz firma KPMG wraz z ARUP [7] (na zlecenie Ministerstwa Infrastruktury i Budownictwa). Raporty zawierają szereg danych statystycznych odnoszących się do znajomości w branży technologii BIM (rys. 7.).

W kraju ogólnie istnieje zainteresowanie wprowadzeniem technologii BIM, a projektanci i inwestorzy są przychylni wdrażaniu tej technologii. Problemem jest raczej proces wykonywania i konieczność wspierania się standardowymi rozwiązaniami, bowiem na budowach na-

dal wykorzystywana jest najczęściej dokumentacja 2D. Przeszkodą również jest sposób komunikacji między uczestnikami procesu budowlanego oraz małe rozpowszechnienie się programów w firmach, szczególnie tych mniejszych.

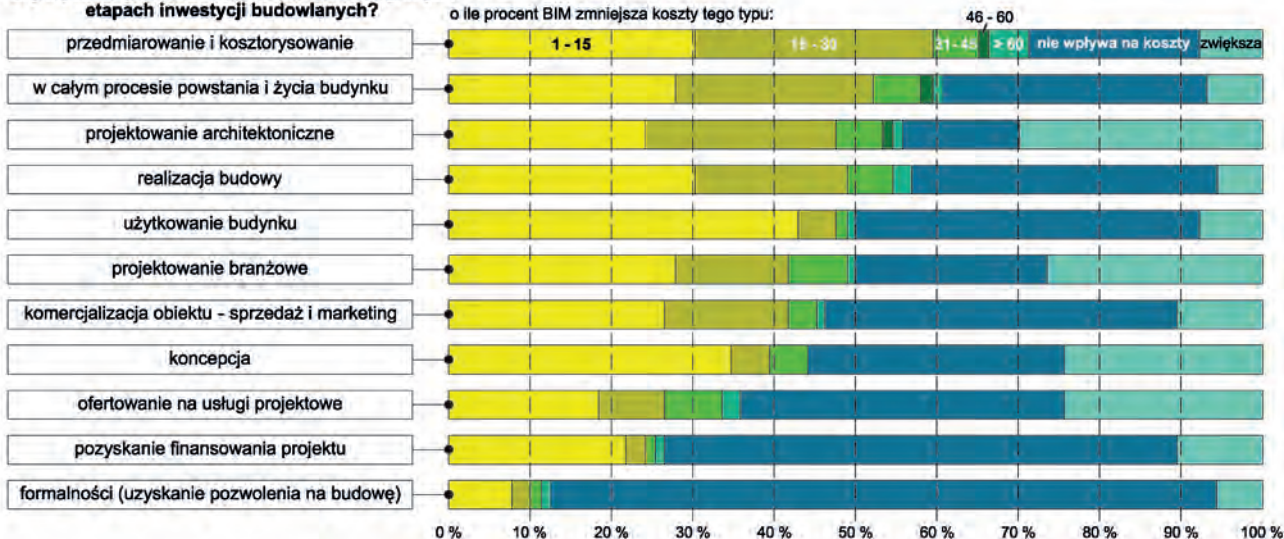
Technologia BIM nie była dotychczas promowana na polskim rynku, niewielkie są również regulacje prawne w tym zakresie. Nowelizacja prawa dotycząca zamówień publicznych, umożliwiająca pokrycie kosztów wdrożenia nowej technologii, została wprowadzona 13 maja 2016 roku, na bazie dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2014/24/UE [19] i 2014/25/UE [20]. Pojawił się w nich wymóg stosowania nowoczesnych technik i standardów dokumentacji, samego procesu projektowania oraz współpracy wszystkich uczestników projektu, a także wprowadzenia wielokryterialnej oceny ofert w przetargach.

Zmiany w prawie polskim [21] ograniczyły się głównie do zmiany ustalania kryteriów oceny ofert – obecnie najniższa cena nie musi być głównym kryterium, jeśli oferta zawiera ocenę kosztów eksploatacji budynku w całym cyklu użytkowania obiektu.

Uwagi końcowe

Rozwój technologii BIM jest aktualnie bardzo szybki z uwagi na wprowadzenie prawnych regulacji, które promują/narzucają stosowanie tej technologii. Twórcy oprogramowania, wychodząc naprzeciw wymaganiom, starają się zaimplementować w swoich dziełach rozwiązania, któ-

Czy są oszczędności dzięki BIM na poszczególnych etapach inwestycji budowlanych?



Rys. 7. Opinia ankietowanych na temat wpływu BIM na oszczędności poszczególnych etapów inwestycji uzyskana w badaniu „BIM – polska perspektywa”, wg (11)

re przyspieszą sam proces projektowania, ale również przyczynią się do prześcignięcia konkurencji, na czym teoretycznie winien zyskać użytkownik. Niemniej należy mieć na uwadze niedoskonałość samego oprogramowania i ciągły brak pełnej kompatybilności pomiędzy poszczególnymi platformami – bezpośrednia konieczność „przywiązania się” do dystrybutora oprogramowania. ■

Bibliografia

- [1] Antal. Rozwój Building Information modeling w Polsce. Raport z badania; 2017.
- [2] Boldkowski J.: BIM – przełom w metodach projektowania I nie tylko... Buduj z głową. „Kwartalnik kosztorysanta” 04/2015.
- [3] Blog internetowy poświęcony technologii BIM, prowadzony przez HYPERLINK "http://mpti.krakow.pl/" Małopolski Park Technologii Informatycznych w Krakowie, www.bimblog.pl.
- [4] Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Listo K.: BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. Hoboken (New Jersey): Wiley, 2008, p. 490.
- [5] Froese T.: Future directions for IFC-based interoperability. ITcon Vol. 8, Special Issue IFC – Product models for the AEC arena, 2003, pp. 231–246.
- [6] Jeong Y. S., Eastman C. M., Sacks R., Kaner I., Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete. Automation in Construction 2009, 18, 469–484.
- [7] KPMG. Building Information Modeling. Ekspertyza dotycząca możliwości wdrożenia metodyki BIM w Polsce, Ministerstwo Infrastruktury i Budownictwa; 2016.
- [8] Kuchta K., Tylek I., Rawska-Skotniczna A.: Przyczyny

- i metody zapobiegania błędem ludzkim w inżynierskiej działalności budowlanej. Część 1: Klasyfikacja i źródła błędów. Przegląd Budowlany 5/2017.
- [9] Miettinen R., Paavola S.: Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. Automation in Construction 43, 2014, pp. 84-91.
- [10] Miecznikowski P.: BIM – wybór czy konieczność? „Materiały Budowlane” 10/2013.
- [11] MillwardBrown. BIM – polska perspektywa. Raport z badania; 2015.
- [12] Nalepka M., Rawska-Skotniczna A.: Roboty rozbiórkowe w kontekście zrównoważonego rozwoju. „Builder” 06/2016.
- [13] Rawska-Skotniczna A., Margazyn A.: Rozbiórki budynków i budowli. WN PWN, Warszawa 2016.
- [14] See R, Building information models and model views, Journal of Building Information Modeling (JBIM), Fall 2007.
- [15] Tomana A., BIM, Innowacyjna technologia w budownictwie, Kraków, 2015.
- [16] Ustinovicus L., Wierzowiecki P., Puzinas A., Modelowanie informacyjne budowli (BIM) – stan rozwoju i perspektywy wdrażania w Polsce, Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji Tom I Opolo, 2016.
- [17] Walczak Z., Szymczak-Graczyk A., Walczak N.: BIM jako narzędzie przyszłości w projektowaniu i rewitalizacji obiektów budowlanych. „Przegląd Budowlany” 1/2017.
- [18] Żabicki D.: Zalety modelowania informacji o budynku (BIM). „Inteligentny Budynek” 02/2016.
- [19] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/24/UE w sprawie zamówień publicznych. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 2014.
- [20] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/25/UE w sprawie udzielania zamówień przez podmioty działające w sektorach gospodarki wodnej, energetyki, transportu i usług pocztowych. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej 2014.
- [21] Ustawa z dnia 22 czerwca 2016 r. o zmianie ustawy – Prawo zamówień publicznych oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2016 poz. 1020).

[22] Materiały informacyjne biura projektowego Const-Pro (www.const-pro.pl).

[23] Materiały informacyjne serwisu Lloyd's Register (www.lr.org).

Streszczenie: Tradycyjny proces projektowy oraz wykonawczy obiektu nieodwrotnie kojarzony jest z ogromną ilością rysunków i opisów tworzących dokumentację budowy obiektu. Technologia BIM, będąca cyfrowym odwzorowaniem charakterystyki obiektu oraz cech fizycznych zastosowanych materiałów, ma na celu udoskonalenie formy prowadzenia dokumentacji procesu budowlanego.

Słowa kluczowe: Projekt, bim, cyfrowa dokumentacja, proces budowlany
Advantages and disadvantages of BIM technology

Abstract: The traditional design and execution project of facility is intrinsically associated with a large amount of drawings and descriptions. BIM technology is used to improve the form of documentation of the building process, while being a digital representation of the characteristics of the designed facility and the physical characteristics of the used materials.

Keywords: Design, bim, digital model, building proces

REKLAMA

BUDUJ INNOWACYJNIE

Wdrożenia BIM 4D i BIM 5D

- ofertuj szybciej,
- negocjuj z sukcesem,
- kontroluj budżet,
- prowadź prace zgodnie z harmonogramem

Usługi asysty wdrożeniowej Lidera wdrożeń BIM w Polsce

 **AUTODESK**
Gold Partner

 **AUTODESK**
Authorized Training Center

KONTAKT:

piotr.lapinski@aecdesign.pl
tel. 696 988 403

katarzyna.szajrych@aecdesign.pl
tel. 501 094 251

www.aecdesign.pl