

Integracja dokumentacji w procesie budowlanym z wykorzystaniem modelowania informacji o budynku

Krzysztof Zima¹

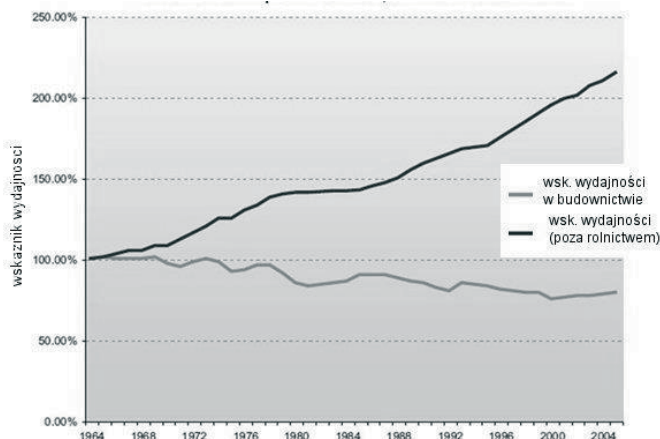
¹ Zakład Technologii i Organizacji Budownictwa, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Krakowska, e-mail: kzima@izwbit.pk.edu.pl

Streszczenie: Artykuł przedstawia praktyczne podejście do problemu gromadzenia danych z wykorzystaniem modelu BIM. Celem jest pokazanie sposobu wykorzystania modelu BIM do przechwytywania danych z 3D dokumentacji projektowej, dokumentów budowy, harmonogram budowy, a także wykorzystanie BIM do pozyskiwania i przechowywania dokumentów, w tym specyfikacji, szczegółów materiałowych, informacji producenckich, rysunków warsztatowych, zdjęć itp.

Słowa kluczowe: modelowanie informacji o budynku, BIM, gromadzenie danych, przechowywanie informacji.

1. Wprowadzenie

Podstawowe wymagania wpływające na poprawne „przekazywanie informacji” (information delivery) są takie, aby informacje były powszechnie rozumiane w procesie budowlanym oraz wpływały pozytywnie na rezultaty działań prowadzonych z ich wykorzystaniem. [1]. Sprawny obieg informacji oraz nośność informacyjna są ważnym czynnikiem warunkującym udaną współpracę między uczestnikami inwestycji budowlanej. Z badań przeprowadzonych w USA wynika, że wskaźnik wydajności pracy w budownictwie w przedziale lat 1964-2004 spadł o ok. 20%. W porównaniu do innych gałęzi gospodarki z wyłączeniem rolnictwa różnica wskaźnika wydajności przekroczyła nawet 100% (rys. 1).



Rys. 1. Wskaźnik wydajności w budownictwie w porównaniu do innych gałęzi gospodarki (źródło: US Department of Commerce Bureau of Labour Statistics)

Wyniki badań były zaskakujące biorąc pod uwagę ustawiczny rozwój technologii wykonywania robót budowlanych oraz oprogramowania wspomagającego projektowanie, planowanie i podejmowanie decyzji. Winę za taki stan rzeczy ponosi między innymi wadliwy obieg informacji między uczestnikami inwestycji budowlanej, utrudniony dostęp do kompletnej dokumentacji, powielanie tworzenia tych samych opracowań.

Nie ma dzisiaj liczącego się producenta oprogramowania, który nie zaaplikowałby tej platformy; na świecie jest już ponad 130 takich systemów. W Polsce mimo dostępności oprogramowania CAD/BIM, projekty wykonane konsekwentnie według założeń BIM należą do rzadkości, a znajomość technologii BIM wśród projektantów jest znikoma[2]. Brakuje jednak badań prowadzonych w Polsce określających ilość inwestycji realizowanych w technologii BIM, czy też oprogramowania wykonywanego w tej technologii.

Tradycyjnym sposobem komunikacji pomiędzy uczestnikami przedsięwzięcia budowlanego w różnych fazach inwestycji to dwuwymiarowe rysunki. Obecnie w oparciu o oprogramowanie CAD możliwe jest przecież korzystanie z potencjału, jaki niosą ze sobą trójwymiarowe modele obiektów budowlanych, wzbogacone o szereg dodatkowych informacji definiowanych jako warstwy n-wymiarowe (4D, 5D itp.) Koo i Fischer [3] pokazali przydatność modeli 4D do analizy zakłóceń i identyfikacji konfliktów w przestrzeni trójwymiarowej (clash detection). Model 5D ułatwia określenie wpływu zmian dotyczących projektu i wspomaga podejmowanie decyzji przez inwestorów, inżynierów lub zarządców [4].

Rozwój oprogramowania jest istotnym czynnikiem ułatwiającym wymianę informacji cyfrowych pomiędzy różnymi uczestnikami projektu i może zastąpić tradycyjne sposoby wymiany informacji w formie papierowej. Pozwala na uproszczenie i przyspieszenie obiegu informacji, czyniąc ją dostępną dla wszystkich uczestników inwestycji oraz pełniejszą i bardziej spójną. Hajjar i AbouRizk [5], Hjelt i Bjork [6] i Bjork [7], opisali pozytywne rezultaty zarządzania informacjami przy użyciu elektronicznego systemu zarządzania dokumentami.

Obecnie informacje przekazywane współpracownikom są często niekompletne, przyczyniając się do problemów w prowadzonych analizach inżynierskich, błędnych wyników analiz i raportów, konieczność korekt lub powielanie wykonywania tych samych czynności oraz obliczeń. W literaturze [1], [8], [9], często zwraca się uwagę na zwiększenie wydajności pracy przez poprawę obiegu informacji.

Zarządzanie dokumentami budowy jest nie tylko istotnym elementem skutecznego zarządzania budową, ale także obiektem w fazie postkonstrukcyjnej. Typowa dokumentacja budowy zawiera zbiór informacji przeniesionych przez wykonawcę na koniec przedsięwzięcia w wielu różnych formatach. Informacje te są z reguły nieprzydatne dla zarządcy budynku, czy jego właściciela, gdyż są zorganizowane przez konstruktorów, wykonawców w formie zgodnym z ich potrzebami.

Doskonałym narzędziem do zarządzania danymi zdolnym do pobierania i wyświetlania informacji w formie zgodnym z każdymi wymaganiami, konstruktora lub właściciela jest BIM [10]. Głównym celem idei modelowania informacji o budynku BIM jest przechowywanie w cyfrowej wersji modelu budynku informacji nie tylko o kształcie i wymiarach budynku, ale także innych niezbędnych w procesie inwestycyjnym informacji. Można tego dokonać m.in. przez stworzenie jednego repozytorium danych obiektu dostępnego dla wszystkich uczestników inwestycji budowlanej.

Celem artykułu jest prezentacja sposobu wykorzystania modelu BIM do przechwytywania informacji nie tylko w zakresie geometrii obiektu, ale także informacji wynikających z dokumentów budowy, harmonogramu budowy. Celem jest także wykorzystanie modelu BIM do pozyskiwania i przechowywania dokumentów, w tym specyfikacji technicznych, właściwości materiałowych, informacji producenckich, rysunków warsztatowych, zdjęć itp. Przedstawiono także koncepcję zintegrowanego systemu zarządzania informacjami.

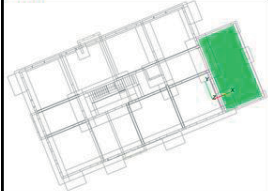
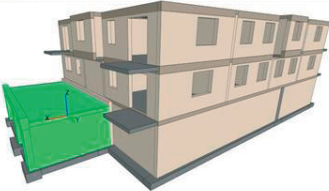
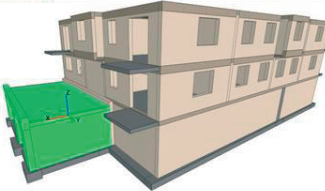
2. Zawartość informacyjna modeli budynków w 2D i 3D.

Większość systemów modelowania 3D reprezentuje tylko przestrzeń przez ściany, płyty, sufity i inne obiekty, które ją tworzą. W 2D, pomieszczenia są zdefiniowane przez użytkownika na rzutach ze skojarzoną nazwą obszaru. Najczęściej projekty architektoniczne obejmują program przestrzenny, który określa parametry przestrzeni, definiuje zestaw pomieszczeń według nazwy i ich pożądaných właściwości. Dopiero później tej przestrzeni przypisane są lokalizacja i kształt [1]. Przykład opisu pomieszczeń w projekcie 2D oraz 3D z rozszerzoną informacją został przedstawiony na rys. 2.

Projekt 2D zawiera na podstawowe informacje dotyczące geometrii elementów i to rozproszone (na rzutach długość i szerokość, a na przekrojach wysokość elementu), co

utrudnia postrzeganie elementu oraz obliczenia ilości robót. Trudno również znaleźć błędy projektowe, ponieważ wszystkie rysunki architektoniczne, konstrukcyjne, instalacyjne są pokazane na odrębnych rysunkach. Sytuacja, w której w trakcie realizacji okazuje się, że dwa elementy instalacyjne przecinają się w tym samym miejscu nie należy w praktyce do rzadkich. W przypadku modeli 3D zdecydowanie łatwiej zauważyć takie sytuacje, jest dostępne na rynku specjalne oprogramowanie do znajdowania błędów projektowych tego typu (tzw. „clash detection”).

Dokładność oszacowań kosztowych, analiz energetycznych, harmonogramu prac zdecydowanie wzrasta w modelu 3D uzupełnionym o informacje. Co więcej informacje te zostają zgromadzone w modelu budynku w jednym pliku (model BIM jest uzupełniony o dodatkowe informacje). Zwiększa się, więc nośność informacyjna modeli i dodatkowe informacje mogą służyć kolejnym analizom. BIM reprezentuje rzeczywiste elementy budowlane jako ich wirtualne prezentacje w trzech wymiarach takie jak ściany, drzwi i okna, itp. Oprócz informacji geometrycznych, inne informacje mogą być załączone do tych trójwymiarowych obiektów, w tym informacje producentów, parametry przeciwpożarowe, harmonogram wykonania budynku, czy też szacunkowe koszty [9]. Kolejną zaletą modelu BIM jest łatwość aktualizacji lub modyfikacji danych cyfrowych przez właścicieli, klientów, inżynierów, architektów, wykonawców, dostawców itd.

| Projekt 2D | Model 3D | Model BIM |
|---|--|--|
|  |  |  |
| Nazwa Geometria pomieszczenia 2D (długość, szerokość) | Nazwa Geometria pomieszczenia 3D (długość, szerokość, wysokość) Powierzchnia, kubatura Charakterystyka strefy Relacje | Nazwa Geometria pomieszczenia 3D (długość, szerokość, wysokość) Powierzchnia, kubatura Charakterystyka strefy Relacje Koszt wykonania Harmonogram robót Analizy energetyczne Informacje o zabezpieczeniach ... |

Rys. 2. Przykład opisu pomieszczenia w projektach 2D i 3D (źródło: opracowanie własne).

3. Zintegrowany model zarządzania informacjami

Proponowane zintegrowane rozwiązanie składa się z rdzenia, które można określić jako n-wymiarowy (nD) model obiektu budowlanego i czterech głównych obszarów gromadzenia i przetwarzania informacji (rys. 3).

Wszystkie informacje zgromadzone w jednym obszarze stanowią już w pewnym sensie unikalne źródło informacji bezpośrednio połączone z geometrycznym modelem budynku. Wynikające z tych obszarów informacje są m.in. doskonałym źródłem informacji o niezbędnych korektach, jakie należy wprowadzić w modelu. Korekty są potrzebne, aby uniknąć konfliktów i stosunkowo wcześniej rozwiązać pojawiające się problemy.

Idea modelowania informacji o budynku polega na prezentacji wirtualnego modelu budynku wraz z niezbędnymi w procesie inwestycyjnym informacjami. Informacje zawarte w modelu BIM można podzielić na:

- 1) **Podstawowe informacje.** Przeznaczone do potrzeb podstawowych aplikacji BIM, a więc podstawowe informacje zawarte w jądrze modelu, szczególnie dotyczące geometrycznej informacji o obiekcie.
- 2) **Informacje strukturalne.** W tym informacje dotyczące typów elementów, profili w tym właściwości materiałów, ciężkości, momenty bezwładności, składowanie materiałów

materiałów, warunki załadunku, itp.

3) **Informacje uzupełniające.** Informacje dodatkowe generowane w trakcie prowadzenia i uszczegółowienia przedsięwzięcia budowlanego. Są to informacje pozwalające na symulacje budowy i zarządzanie budową, analizy inżynierskie i projektowe, koszty budowy, projekty zagospodarowania placu budowy wraz z zabezpieczeniami BHP itp.

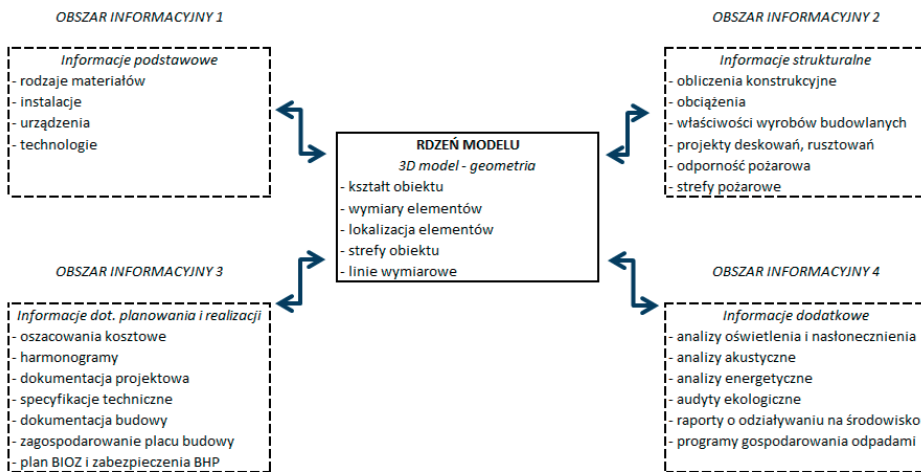
Obszary informacyjne (rys. 3) gromadzące informacje umożliwiają wykonywanie szeregu analiz i zarządzanie ewentualnymi konfliktami. Obszary informacyjne zostały podzielone ze względu na zawartość informacyjną na cztery obszary:

Obszar informacyjny 1) – typowe informacje dotyczące materiałów, instalacji i urządzeń projektowanych w obiekcie budowlanym, technologii wykonania poszczególnych elementów budynku.

Obszar informacyjny 2) – analiza strukturalna bezpieczeństwa: zależne od czasu modele strukturalne i odpowiadające im typy jednostek, obciążenia, właściwości materiału warunki brzegowe, itp., mogą być generowane na podstawie modelu informacji w dowolnym określonym przez użytkownika czasie. Obliczenia mogą być przeprowadzone, a wymagania bezpieczeństwa może być spełniony poprzez dostosowanie planu budowy lub projekt systemu rusztowań w przypadku zagrożenia bezpieczeństwa.

Obszar informacyjny 3) – zarządzanie konfliktami czasu: W dowolnym miejscu określonym przez użytkownika czasie, zaplanować analizy konfliktów może być przeprowadzone zgodnie z planowanym harmonogramem, rzeczywistym harmonogramem. Jeśli występują konflikty, rozwiązanie może pomóc menedżerom dopasować harmonogramy do kontynuacji prac w zależności od postępów projektu.

Obszar informacyjny 4) – informacje dodatkowe zbierane w trakcie kolejnych etapów projektowania i realizacji inwestycji wynikające z wykonywanych analiz, gromadzonej dokumentacji, opinii i raportów.



Rys. 3. Rdzeń modelu informacji o budynku wraz z obszarami gromadzenia i przetwarzania informacji (źródło: opracowanie własne).

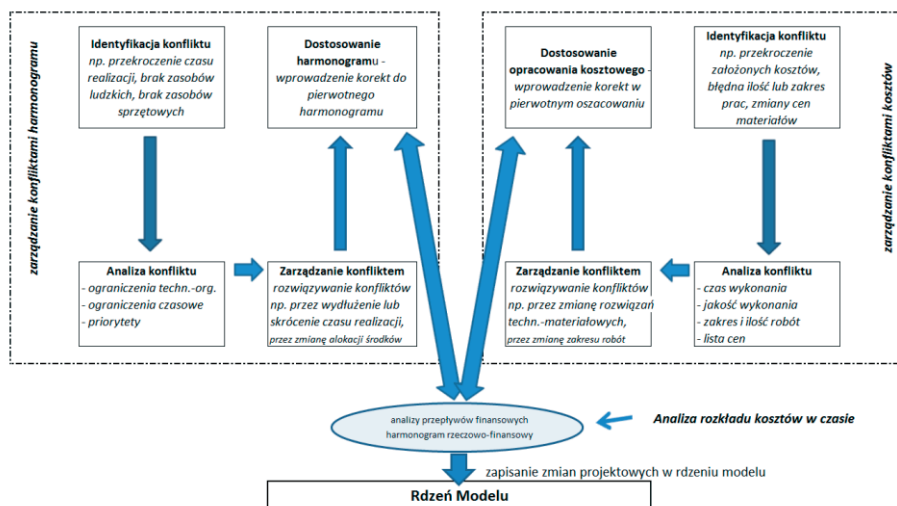
W ramach jednego obszaru informacyjnego mogą działać autonomiczne systemy zarządzania konfliktami. Zarządzanie konfliktem składa się z modułu identyfikacji konfliktu (częściowo zautomatyzowanego), analizy konfliktu, zarządzania konfliktem (możliwe rozwiązania i wybór najlepszego rozwiązania) i wdrożenia wybranego rozwiązania.

Na rys. 4 przedstawiono przykładowy system zarządzania konfliktami kosztów i harmonogramu wykonania robót. Wybrane rozwiązanie konfliktu, po uprzedniej identyfikacji i analizie zostaje wdrożone poprzez zmiany w harmonogramie robót lub kosztorysie.

Następnie wprowadzone zmiany zostają zweryfikowane w formie analizy przepływów finansowych i harmonogramu rzeczowo-finansowego. Analiza rozkładu kosztów w czasie polega na zbudowaniu rozkładu kosztów w czasie, czyli pierwotnego harmonogramu

kosztów (tzw. Cost Baseline). Kontrola kosztów oraz innych ważnych parametrów projektu (czasu, wydajności, itp.) prowadzona może być metodą wartości wykonanych prac (Earned Value Method). Gotowe, poprawne kalkulacje kosztowe oraz harmonogramy robót zostają porównane z modelem budynku i przyjęte zmiany rozwiązań projektowych zapisane w rdzeniu modelu.

Architekci, inżynierowie, wykonawcy budowlani i inwestorzy w praktyce powinni myśleć o współpracy poprzez utworzenie zintegrowanego zespołu we wczesnej fazie projektu, pracując razem, w celu określenia zakresu przedsięwzięcia, jego celów i sposobów ich osiągnięcia [12]. Dzięki możliwości wykorzystania modelu informacji o budynku od samego początku, uczestnicy inwestycji kreują wspólną wizję przedsięwzięcia oraz plan jej osiągnięcia.



Rys. 4. System zarządzania konfliktami na przykładzie kosztorysowania i harmonogramowania (źródło: opracowanie własne).

4. Pozyskiwanie informacji

Pozyskiwanie informacji do modelu z założenia ma być procesem ciągłym w trakcie prowadzenia inwestycji. Sposób pozyskiwania informacji jest zróżnicowany w zależności od fazy inwestycji.

W fazie planowania:

Informacje geometryczne, instalacje, urządzenia zaprojektowane, obliczenia konstrukcyjne oraz stosowane materiały (wraz z odnośnikami do stron producentów) i technologie bezpośrednio z projektów branżowych w formie cyfrowej, pozostałe informacje pozyskiwane z pozwoleń, opinii wymagają wpisania informacji w cyfrowy model.

Dotatkowe informacje wynikają z przeprowadzanych analiz inżynierskich, sporządzonych kalkulacji kosztorysowych, harmonogramów wykonywane są w oparciu o dane pochodzące z modelu. Wynikowe dane uzupełniają na bieżąco podstawowe informacje przechowywane w modelu BIM.

W fazie budowy

Model BIM może zostać uzupełniony o dodatkowe informacje takie jak: zdjęcia z postępów budowy, informacje pochodzące z protokołów odbiorów częściowych itp. Szczególnie istotne i wygodne z punktu widzenia użytkownika są technologie pozwalające na tworzenie dokumentacji powykonawczej z wykorzystaniem fotogrametrii i skanowania. Technologie te pozwalają na wychwytywanie współrzędnych x, y, z elementów obiektu i pozwalają na tworzenie dokumentacji CAD istniejących obiektów wraz z przygotowaniem dokumentacji powykonawczej oraz wykonywanie raportów i inspekcji pomiarowych, czy porównanie zeskanowanego detalu z modelem CAD. Pozwala to na uproszczenie, przyspieszenie i dokładność procesu odbioru obiektu.

Pozyskiwanie informacji za pomocą metod AR (Rzeczywistość rozszerzona - ang. Augmented Reality) to system łączący świat rzeczywisty z generowanym komputerowo. Zazwyczaj wykorzystuje się obraz z kamery, na który nałożona jest generowana w czasie rzeczywistym grafika 3D. Rynek budowlany jest powszechnie uznawany za jeden z najbardziej obiecujących pól aplikacji dla rzeczywistości rozszerzonej AR. Najnowsze osiągnięcia w zakresie urządzeń mobilnych, jakości wykorzystywanych kamer, czujników, infrastruktury bezprzewodowej umożliwiają wdrożenie aplikacji AR w wymagającym środowisku mobilnym. Wykorzystanie metod AR uzupełniająco do klasycznych metod pozyskiwania informacji pozwala na kontrolę prawidłowości wykonania robót budowlanych przez porównanie wirtualnego budynku z rzeczywistością wykonanymi pracami.

Poniżej zaprezentowano kilka podstawowych przypadków użycia rzeczywistości rozszerzonej wynikającego z zastosowania mobilnego AR w nieruchomościach i sektorze budownictwa [13]:

1. Wizualizacja i weryfikacja zadań i planów w trakcie prac budowlanych. Na niektórych zaawansowanych budowach, modele 3D/4D informacji o budynku (BIM) zaczynają zastępować rysunki papierowe jako nośnik informacji dla pracowników budowlanych. W połączeniu z rozszerzoną rzeczywistością, BIM 4D może ułatwić porównanie sytuacji na placu budowy z planowanym stanem i właściwościami w danym momencie.

2. Interaktywne prezentacje nowo zaprojektowanych rozwiązań np. dociepleń w kontekście już istniejących obiektów. Dotyczy to w szczególności modernizacji istniejących obiektów oraz remontów budowlanych. Takie roboty są odpowiedzialne za stale rosnący udział działalności budownictwa w wielu krajach. Dlatego rozwiązania do wizualizacji oraz nowe wzory oparte na obecnie istniejących środowiskach pracy są również ważne.

3. Interaktywne prezentacje tymczasowych obiektów i ich umiejscowienia. Plac budowy jest ciągle zmieniających środowisko pracy, gdzie tymczasowe uzgodnienia pracy są na porządku dziennym. Jednym z kluczowych aplikacji jest tworzenie realistycznych wizualizacji i symulacji dla personelu na miejscu w celu poprawy bezpieczeństwa witryny i produktywności.

4. Charakterystyka zastosowanych rozwiązań podczas cyklu życia budowy porównane z aktualnym stanem obiektu budowlanego. Informacje z modelu BIM wykorzystywane do wizualizacji elementów budowlanych podczas budowy mogą często służyć także w całym cyklu życia budynku do różnych aplikacji.

Model uzupełniony o powyższe informacje pozwala na skuteczną kontrolę procesu budowy. Dane zgromadzone w trakcie przygotowania inwestycji oraz w trakcie budowy, przekazane inwestorowi po odbiorze budynku mogą także służyć w procesie zarządzania nieruchomością.

Warunkiem stosowania AR jest stworzenie odpowiednich aplikacji na urządzenia mobilne typu smartfon lub tablet, służących wizualizacjom cyfrowych projektów 3D w czasie rzeczywistym. Dzięki AR możemy przenosić wybrane obiekty takie, jak dom, elementy budowlane czy też wykończenia wewnątrz z wirtualnego świata w rzeczywisty, przy pomocy strumienia video urządzeń mobilnych. Potencjał AR wydaje się być nieskończony, a wraz z nim możliwości jego wykorzystania. Augmented Reality to przyszłość prezentacji projektów w budownictwie i architekturze, łatwiej jest projektować i pokazywać, kontrolować rzeczywiste wykonanie nadając płaskim projektom 2D przestrzenny i rozszerzony wymiar. W celu tworzenia użytecznych aplikacji konieczna jest więc współpraca ekspertów z dziedziny budownictwa, architektury oraz informatyków.

5. Wnioski

Zaprezentowany model zarządzania informacjami oparty na idei BIM może pozwolić na usprawnienie procesu przygotowania inwestycji budowlanej oraz prowadzenia budowy poprzez zgromadzenie informacji podzielonej na jednorodne obszary informacyjne w jednym miejscu. Udostępnienie każdemu uczestnikowi pełnej informacji o obiekcie budowlanym, systemy pozwalające na automatyczną detekcję błędów projektowych oraz zarządzanie konfliktami pozwalają na dużą oszczędność czasu i kosztów już w trakcie realizacji obiektu budowlanego. Wykorzystanie technologii rzeczywistości rozszerzonej AR, jako uzupełnienia zaproponowanego modelu powoduje łatwą kontrolę prowadzonych prac poprzez porównanie ich z wirtualnym modelem budynku i zawartymi w nim informacjami.

W celu usprawnienia zaproponowanego modelu zarządzania informacjami opartego na BIM koniecznym wydaje się usystematyzowanie wymagań dotyczących szczegółowości opisu projektu budowlanego i wykonawczego oraz stworzenie ogólnie dostępnych bibliotek elementów budowlanych w celu ułatwienia projektowania budynków. Biblioteki elementów będące niejako szablonami, zawierające usystematyzowane dane o elementach budowlanych o określonym stopniu szczegółowości pozwolą na przyspieszenie procesu projektowania i opis elementów obiektu przy zachowanym poziomie szczegółowości wymaganym przez wszystkich uczestników inwestycji budowlanej.

Literatura

- 1 Wix J. Improving information delivery, in Collaborative Construction Information Management. (ed. Quipin Shen G., Brandon P., Baldwin A.) Spon Press, London, 2009, 156-165.
- 2 Kogut P., Tomana A. BIM jako platforma integracji branż. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej (283) Budownictwo i Inżynieria Środowiska z. 59 (2012) 277-282.
- 3 Koo, B., Fischer M. Feasibility study of 4D CAD in commercial construction. Journal of Construction Engineering and Management 126(4) (2000) 251–260.
- 4 Tanyer A. M., Aouad G. Moving beyond the fourth dimension with an IFC-based single project database. Automation in Construction 14(1) (2005) 15–32.
- 5 Hajjar D., AbouRizk S. M. Integrating document management with project and company data. Journal of Computing in Civil Engineering 14(1) (2000) 70–77.
- 6 Hjelt M., Bjork B. Experiences of EDM usage in construction projects. Journal of Information Technology in Construction 11 (2006) 113–125.
- 7 Bjork B. Electronic document management in construction research issues and results. Journal of Information Technology in Construction 8 (2003) 105–117.
- 8 Mesároš P., Mandičák T., Management of information flows in construction processes, IX. International Scientific Conference of Faculty of Civil Engineering IV International PhD. Conference Young Scientist 2012 Faculty of Civil Engineering, proceeding on CD, May 23 – 25, 2012.
- 9 Nitithamyong P., Skibniewski M.J. Success/failure factors and performance measures of web-based construction project management systems: professional viewpoint, Journal of Construction Engineering and Management 132 (1) (2006) 80–87.
- 10 Goedert J. D., Meadati P., Integrating Construction Process Documentation into Building Information Modeling. Journal of Construction Engineering and Management. ASCE / July (2008) 509-516.
- 11 Lee J-K., Lee J., Jeong Y., Sheward H., Sanguinetti P, Abdelmohsen S, Eastman Ch. M. Development of space database for automated building design review systems. Automation in Construction 24 (2012) 203–212.
- 12 Zima K. Zarządzanie informacjami w zintegrowanej realizacji inwestycji. Zeszyty Naukowe WSOWL 4(166) (2012) 146-158.
- 13 Woodward Ch., Hakkarainen M., Korkalo O., Kantonen T., Aittala M., Rainio K., Kähkönen K. Mixed reality for mobile construction site visualization and communication, 10th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, Nov. 4-5, (2010) 1-10.

Integrating Construction Process Documentation with the use of Building Information Modeling

Krzysztof Zima¹

¹ *Section of Building Technology and Organization, Faculty of Civil Engineering, Cracow University of Technology, e-mail: kzima@izwbit.pk.edu.pl*

Abstract: This paper presents a practical approach to the problem of data collection using the BIM model. The aim is to show how to use the BIM model to capture the data from the 3D design documentation, construction documents, construction schedule, and the use of BIM for the acquisition and storage of documents, including specifications, details of materials, information producers, workshop drawings, photographs, etc.

Keywords: building information modeling, BIM, construction data collection, construction information storage.