

Paweł KOGUT<sup>1</sup> (12 pkt.)  
Andrzej TOMANA<sup>2</sup>  
Datacomp sp. z o.o. Kraków

## BIM JAKO PLATFORMA INTEGRACJI BRANŻ

### SRESZCZENIE

W pracy omówiono zagadnienia związane z integracją systemów wspomagających wszystkie etapy w cyklu życia budowli na platformie BIM - od projektu, poprzez realizację, remonty i eksploatację do jej likwidacji. W szczególności omówiono problemy towarzyszące tworzeniu wymianie wirtualnych modeli budowli, zagadnienia klasyfikacji elementów budowlanych i zintegrowanej realizacji przedsięwzięć budowlanych. Tytułowe zadanie zilustrowano przykładem pierwszego polskiego systemu integrującego projektowanie i kosztorysowanie.

**SŁOWA KLUCZOWE:** BIM, IFC, IPD, CAD 4D-5D, integracja branż, interoperatywność, projektowanie, kosztorysowanie

*1 wiersz wolny*

### **1. BIM - WPROWADZENIE** (bold, wersaliki, 12 pkt, wyrównać do strony lewej)

*1 wiersz wolny*

Technologia BIM (Building Information Modeling) jest kolejnym znaczącym etapem ewolucji systemów CAD (pierwszy to przejście z deski kreślarskiej drewnianej na elektroniczną, drugi to wyjście z 2D do 3D). Istotą tej technologii jest posługiwanie się modelem wirtualnym budowli, w którym zapisane są wszystkie informacje o budowli - geometryczne, topologiczne, materiałowe i fizyczne, a w pewnym zakresie technologiczne i ekonomiczne. Otwiera to możliwości efektywnej współpracy pomiędzy branżami i systemami informatycznymi wspomagającymi wszystkie cykle życia budowli [1]. Technologia BIM od czasu Phila Bernsteina, któremu przypisuje się autorstwo tego akronimu i Laiserina, który go spopularyzował, przebyła długą drogę i stała się obecnie dojrzałą koncepcją dyktującą rozwój systemów CAD. 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. Podobnie jak to miało miejsce w USA, Kanadzie i krajach zaawansowanych technologicznie,

---

<sup>1</sup> Student WIMIR AGH Paweł KOGUT      p.kogut@datacomp.com.pl

<sup>2</sup> Dr inż. Andrzej TOMANA              a.tomana@datacomp.com.pl

technologia BIM nie upowszechni się w Polsce jeśli inwestorzy nie będą jej głównymi promotorami.

Podstawy BIM odwołują się do ekonomii, są odpowiedzią na relatywnie malejącą produktywność budownictwa na tle innych gałęzi przemysłu począwszy od lat 70' ubiegłego stulecia. We wszystkich niemal monografiach poświęconych BIM prezentowane są stosowne, ilustrujące to wykresy. Jako główne źródło tej niskiej produktywności wskazano braki organizacyjne, przede wszystkim brak interoperacyjności. W fazie projektu jest to brak należytej współpracy pomiędzy branżami.

*1 wiersz wolny*

### 1.1. Wymiana wirtualnych modeli budowli poprzez format IFC (*bold*,

*1 wiersz wolny*

Warunkiem technicznym dobrej współpracy poszczególnych branż jest wymiana danych pomiędzy systemami informatycznymi wspierającymi projektowanie. W technologii BIM przedmiotem wymiany danych są wirtualne modele budowli. Jednym z podstawowych założeń technologii BIM jest uniezależnienie użytkownika od systemów CAD jednego producenta i stworzenie uniwersalnego formatu wymiany danych. Obecnie w ramach porozumienia Building Smart Alliance został opracowany i jest ciągle udoskonalany format IFC (Industry Foundation Classes), którego aktualna wersja IFC 2x4 zadowalająco spełnia swoją rolę – uniwersalnego formatu wymiany danych o modelu. Przekazują one dane zarówno geometryczne, topologiczne jak i fizyczne oraz w pewnym zakresie także technologiczne i ekonomiczne. Format IFC uwzględnia także strukturę projektu określoną przez projektantów (rys.1).

Lp.	Nr	Ifc typ	Nazwa / opis	Wart.	Gr.	Dł.	Szer.	Wys.	Pow.	Obj.
1	54	IfcProject	'Projekt'							
2	64	IfcSite	'Lokalizacja'							
3	77	IfcBuilding	'PROJEKT'							
4		DC_Drzwi								
5		DC_Okna								
16	5190	IfcBuildingStorey	'1. Poziom 0 (+3670mm)'							
17		DC_Drzwi								
18		DC_Okna								
19	5468	IfcWallStandardCase	'ŚCIANA ŻEW'							
20	5258	DCMaterialNode	'Tynk'		5,00					
21	5291	DCMaterialNode	'Cegła zwykła'		120,00					
22	5401	DCMaterialNode	'Styropian'		50,00					
23	5447	DCMaterialNode	'Bloczki betonowe'		240,00					
24	5449	DCMaterialNode	'Tynk'		15,00					
25		DC_PropertyBranch								
26	5611	IfcPropertySet	'Graphisoft AC140 WALL'							
27	5606	IfcComplexProperty	'WALL'							'ArchicAD'
28	5634	IfcElementQuantity	'BaseQuantities'							
29	5618	IfcQuantityLength	'Width'	430,						
30	5620	IfcQuantityLength	'Height'	3 670,						
31	5622	IfcQuantityLength	'Length'	7 372,6896						
32	5624	IfcQuantityArea	'GrossSideArea'	27,057771						
33	5626	IfcQuantityArea	'NetSideArea'	27,057771						
34	5628	IfcQuantityVolume	'GrossVolume'	11,292013						
35	5630	IfcQuantityVolume	'NetVolume'	11,292013						
36	5632	IfcQuantityArea	'GrossFootprintArea'	3,076843						
37	6340	IfcWallType	'bloczki z betonu kom—rkowego gr.'							

Rys. 1 Drzewiasta struktura wirtualnego modelu zapisana w formacie IFC

Realizacja formatu IFC w systemach CAD nie zawsze niestety bywała w pełni zgodna z definicją formatu, co powodowało że modele nie były przekazywane w sposób prawidłowy co często zniechęcało użytkowników. Dzisiaj, przynajmniej gdy idzie o takie systemy jak Archicad, DDS CAD, Tekla czy VectorWorks, format IFC działa bez większych zarzutów.

## 1.2. Warunki efektywnej wymiany wirtualnych modeli budowli *(bold, italic)*

### Biblioteki<sup>3</sup>

W interesie użytkownika jest niezależność wirtualnego modelu budowli od systemów, którymi są tworzone. Jednym z warunków takiego projektowania jest posługiwanie się uniwersalnymi bibliotekami elementów. Obecnie systemy CAD nie umożliwiają posługiwania się dostępnymi z zewnątrz bibliotekami elementów konstrukcyjnych takich jak ściany, stropy, fundamenty, dachy. Wymienialne są natomiast biblioteki pozostałych elementów - stolarki, instalacji, wyposażenia itp. (obecnie dostępne są w Polsce dwie darmowe biblioteki elementów BIM o nazwie ARCAT i BIMSTOP). Elementy konstrukcyjne są obsługiwane w sposób szczególny i odmienny od pozostałych, co może wyjaśniać trudności, które mamy aby je doczytać z biblioteki zewnętrznej. Producenci oprogramowania nie rozwiązali tej funkcjonalności, na którą bez wątpienia czekają użytkownicy.

### Klasyfikacja

Dla powiązania elementów biblioteki BIM z innymi bibliotekami – cennikami, specyfikacji itp. systemy informatyczne stosują klasyfikację jednoznacznie identyfikującą elementy. Obecnie, jak się wydaje, główną kandydatką do uzyskania statusu powszechnego standardu jest klasyfikacja OmniClass. Kolejne sekwencje numeracji określają informacje o wzrastającej szczegółowości (rys. 2). Ma ona strukturę otwartą i umożliwia definiowanie własnych identyfikatorów [4]. W Polsce nie ma klasyfikacji tego typu, a istniejące takie jak KOB są opracowane dla potrzeb GUS, mają zamkniętą strukturę i z tego względu nie nadają się do celów o których mowa. Obecnie rozpoczęto prace nad polską wersją klasyfikacji OmniClass.

OmniClass Number	Level 1 Title	Level 2 Title	Level 3 Title	Level 4 Title	Level 5 Title	Level 6 Title	Level 7 Title
23-13 35 21			Structural Walls				
23-13 35 21 11				Concrete Structural Walls			
23-13 35 21 13				Masonry Structural Walls			
23-13 35 21 15				Wood Framed Structural Walls			
23-13 35 21 17				Metal Framed Structural Walls			
23-13 35 21 19				Structural Panels			
23-13 35 21 19 11					Cementitious Reinforced Structural Panels		
23-13 35 21 19 13					Stressed Skin Structural Panels		
23-13 35 21 19 15					Structural Insulated Panels		
23-13 35 21 21				Other Structural Walls			
23-13 35 23			Structural Floors and Flat Roofs				
23-13 35 23 11				Structural Floor Decks			
23-13 35 23 11 11					Concrete Structural Floor Decks		
23-13 35 23 11 13					Metal Structural Floor Decks		
23-13 35 23 11 13 11						Raceway Deck Systems	
23-13 35 23 11 13 13						Acoustical Metal Floor Decks	
23-13 35 23 11 15					Wood Structural Floor Decks		
23-13 35 23 13				Structural Roof Decks			
23-13 35 23 13 11					Concrete Structural Roof Decks		
23-13 35 23 13 13					Metal Structural Roof Decks		
23-13 35 23 13 13 11						Acoustical Metal Roof Deck	
23-13 35 23 13 15					Wood Structural Roof Decks		

Rys. 2 Fragment jednej z tabel OmniClass. Widoczna wielopoziomowa struktura numeracji.

### Organizacja przedsięwzięcia budowlanego

Bardzo ważnym rozwiązaniem organizacyjnym towarzyszącym BIM jest IPD (Integrated Project Delivery). Pozwala ono na efektywną współpracę wykonawców przedsięwzięcia inwestycyjnego, w tym wymianę modeli zarówno między projektantami, w ramach branż w zespole projektowym, jak i pomiędzy bez przeszkód jakie towarzyszą tradycyjnym procedurom (rys. 3). IPD obniża koszty np. z tytułu ubezpieczeń i stwarza warunki rzeczywistej współpracy. IPD nie jest wprawdzie immanentną cechą BIM lecz technologia ta

<sup>3</sup> W systemach CAD funkcjonuje określenie biblioteki elementów BIM, które są bazami danych elementów BIM

umożliwia współpracę pomiędzy uczestnikami przedsięwzięcia na poziomie technicznym. W ramach IPD opracowano wzorcowe procedury i umowy, które zwiększają produktywność.

Tradycyjna realizacja projektu		Zintegrowana realizacja projektu IPD
Rozproszony, montowany „stosownie do potrzeb” lub "minimum konieczności", mocno zhierarchizowany, kontrolowany	ZESPÓŁ	Zintegrowany zespół składający się z kluczowych uczestników projektu, zintegrowany na początku procesu, otwarty, współpracujący
Liniowy, odrębne, oddzielne; zasoby wiedzy zgromadzonych „stosownie do potrzeb”	PROCES	Jednoczesny i wielopoziomowy; wczesny wkład wiedzy i doświadczenia, informacje otwarte i udostępnione dla całego zespołu
Indywidualnie zarządzane, przekazywane w największym możliwym stopniu	RYZYO	Wspólnie zarządzane, odpowiednio dzielone
Indywidualnie prowadzona; minimum wysiłku maksymalny zwrot (zazwyczaj)	REKOMPENSATA /NAGRODA	Sukces zespołu związany z powodzeniem projektu,
W formie papierowej, 2- wymiarowa dokumentacja	KOMUNIKACJA /TECHNOLOGIA	Cyfrowa, wirtualna; modelowanie dwukierunkowe informacji o budynku (3, 4 i 5 wymiarowe)
Zachęcanie do jednostronnych działań; alokacja i transfer ryzyka, nie ma podziału ryzyka	UMOWY	Zachęcanie, wspieranie, promowanie i wielostronnego otwartego dzielenia się i współpracy; podział ryzyka

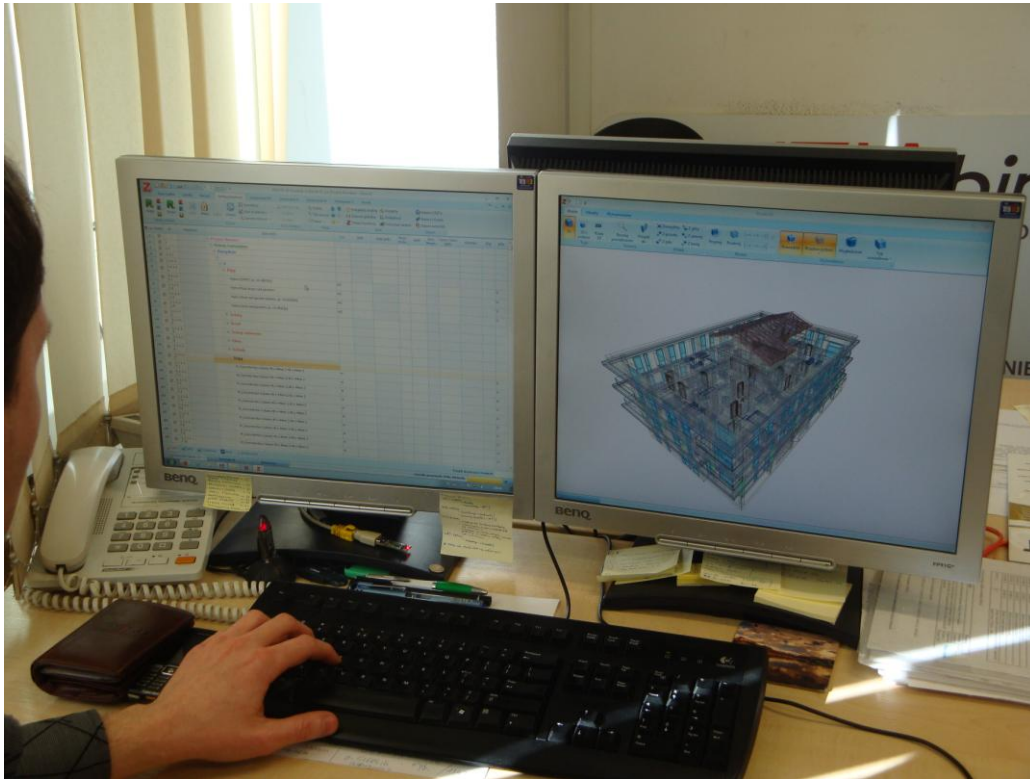
Rys. 3 Porównanie tradycyjnej realizacji przedsięwzięcia z IPD wg. [3]

### 1.3. Przykład integracji projektowania i kosztorysowania. *(bold,*

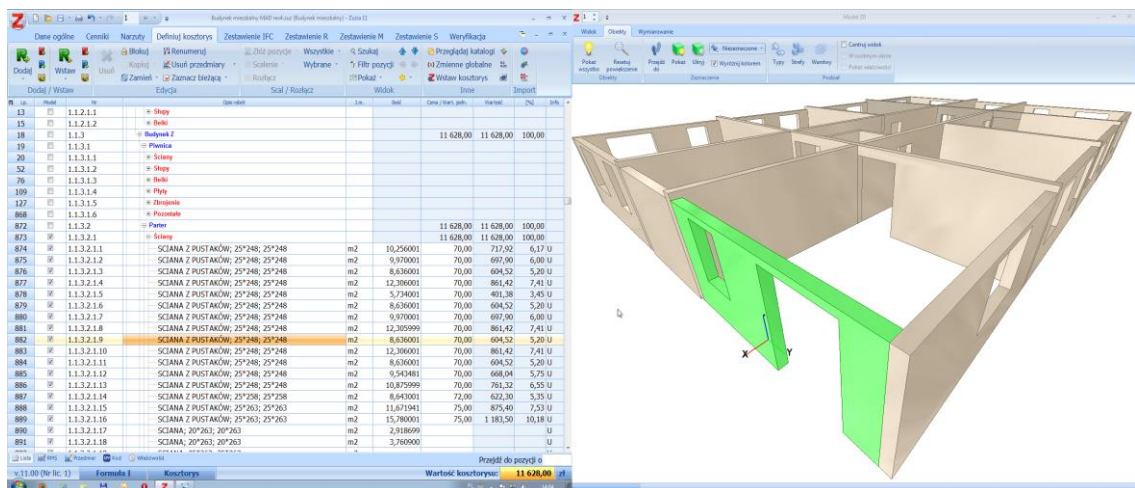
Jednym z podstawowych elementów kosztorysu jest przedmiar. Opracowanie przedmiaru jest najbardziej pracochłonną częścią pracy kosztorysanta i może być źródłem błędów dużej wagi. Dotychczas standardem jest korzystanie z dokumentacji papierowej, z której odczytuje się potrzebne wymiary i tworzy wyrażenia arytmetyczne prowadzące do obliczeń wielkości geometrycznych zgodnych z technologią prac będących przedmiotem kosztorysowania. I tak dla wyznaczenia kosztów fundamentów oblicza się ich objętość, zaś punktem wyjścia dla obliczenia kosztów instalacji elektrycznej jest m.in. wyznaczenie długości przewodów. Jest pewnym paradoksem, że dane te, mimo, że są często dostępne explicite w systemach CAD, nie są wykorzystywane w programach kosztorysowych. Krokiem we właściwym kierunku było pojawienie się aplikacji, które wspomagają wyznaczenie przedmiaru na podstawie płaskich rysunków w postaci elektronicznej, zapisanych w formacie wektorowym [5]. Kolejnym logicznym krokiem jest wykorzystanie w systemie kosztorysowym wirtualnego modelu budowli, z którego można wyznaczyć przedmiary w sposób zautomatyzowany, bez potrzeby własnoręcznego tworzenia złożonych formuł. Wymaga to wyposażenia systemu kosztorysowego w oprzyrządowanie do posługiwania się takim modelem, odczytania lub obliczania danych do przedmiaru i przeniesienia ich do kosztorysu.

Na bazie własnego systemu kosztorysowego, opracowano pierwszą polską aplikację ZuziaBIM integrującą projektowanie i kosztorysowanie [2]. Jak wspomniano, nowym elementem takiego rozwiązania jest moduł interpretujący dane o modelu budowli, zapisane w formacie IFC. Model ten jest następnie wizualizowany i może być wykorzystany do interaktywnej pracy kosztorysanta na etapie przedmiarowania. Kosztorysant pracuje na dwóch monitorach – na jednym ma do dyspozycji przestrzenną wizualizację budowli, na drugim kosztorys (rys 4). Przedmiar powstaje automatycznie, bez potrzeby używania kalkulatora lub wypisywania formuł liczących, przez wskazanie na rysunku elementów

budowli i przeniesienia do kosztorysu określonych przedmiarów, które są odczytywane z pliku IFC lub są doliczane w aplikacji. Do prac na modelu opracowano przeglądarkę modeli, zapisanych w IFC o nazwie BIM Vision. Jest to pierwsza polska przeglądarka IFC, niezależna od jakiegokolwiek systemu CAD, udostępniona nieodpłatnie zainteresowanym<sup>4</sup>.



Rys. 4 Fotografia stanowiska pracy kosztorysanta – na jednym monitorze obrazek na drugim kosztorys



Rys. 5 Ekran roboczy systemu ZuziaBIM z zaznaczoną kondygnacją na której wykonywany jest przedmiar.

<sup>4</sup> Przeglądarkę BIM Vision można pobrać ze strony [www.datacomp.com.pl](http://www.datacomp.com.pl)

Przeglądarka umożliwi wszechstronne oglądanie modeli utworzonych w jednym z systemów pracujących w technologii BIM. Model który służy do opracowania kosztorysu, jest wizualizowany wraz ze strukturą nadaną mu przez projektanta, z możliwością selekcji wybranych części jak na przykład kondygnacje (rys. 5). Po wykonaniu przedmiaru dalszy sposób postępowania przy opracowaniu kosztorysu jest taki sam jak dotąd. Ten nowy sposób pracy ma wiele zalet. Oprócz przyspieszenia pracy do najważniejszych trzeba zaliczyć eliminację błędów rachunkowych i kontrolę postępu prac; elementy wliczone do przedmiaru są zaznaczane na rysunku.

#### **1.4. Dotychczasowe rezultaty, rozwój technologii.**

**Rezultaty wydajnościowe.** Testy funkcjonalności i efektywności prowadzone w kilku firmach wykazują istotną redukcję nakładu pracy na etapie przedmiarowania i zmniejszenie liczby błędów. Kosztorysanci oceniają wysoko komfort pracy w tej nowej technologii.

**Automatyzacja kalkulacji szacunkowej.** Opisany sposób kosztorysowania szczegółowego jest udogodnieniem przeznaczonym dla kosztorysantów. Innym rozwiązaniem adresowanym do projektantów, głównie architektów, jest kalkulacja szacunkowa, którą można przeprowadzić na dowolnym etapie pracy i sprawdzić koszt rozważanego wariantu projektowego. Ten sposób kalkulacji wymaga jednak wielu prac przygotowawczych m.in. posługiwania się systemem klasyfikacji dla jednoznacznego przypisania elementom budowli danych z cennika. Ponadto konieczne jest opracowanie automatu kalkulacji szacunkowej w ramach poszczególnych systemów CAD.

## **REFERENCES**

1. Eastman Ch. et al., BIM Handbook, Wiley&Sons 2008
2. Tomana A. Integracja projektowania i kosztorysowania na platformie BIM, Konferencja Naukowo-Techniczna Augustów 2011
3. Integrated Project Delivery: A Guide, The American Institute of Architects 2007, v.1
4. OmniClass<sup>TM</sup> A Strategy for Classifying the Built Environment, Edition: 1, 2006, Release
5. Moryc S. Pakiet Koszt Office, (1/2011) Informatyka w Budownictwie
6. Zima K., Building Information Modeling w procesie szacowania kosztów. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, seria Budownictwo i Inżynieria Środowiska. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej. Rzeszów 2011.