

Archivolta 1/2012

## Technologia BIM w tworzeniu nowej formy

### BIM technology in creating a new forms

Asymptote Architecture, Strata Tower, Abu Dhabi, UAE

Przemysław Jaworski

WA Politechnika Wroclawska

Słowa kluczowe: architektura, Technologia BIM, projektowanie cyfrowe, nowe formy

**Keywords:** architecture, BIM Technology, digital designing, new forms

#### Streszczenie

Przedstawia się pierwsze zastosowanie technologii BIM w projektowaniu architektonicznym. Strata Tower projektu Asymptote będzie, po jej zrealizowaniu, jest pierwszą w historii budowlą, w projektowaniu której zastosowaną unikatową wówczas (w roku 2006) technologię, uwzględniającą parametryczne narzędzia projektowania oraz modelowanie informacji o budynku (BIM). W tym wypadku od samego początku model wirtualny był trójwymiarową bazą danych, umożliwiającą automatyczne obliczanie kosztów materiałów, samej budowy czy też wydatków związanych z użytkowaniem budynku po jej zakończeniu. Nie chodzi tu jednak o automatyczne zbudowanie ostatecznej formy. Najważniejsza jest tutaj eksploracja tzw. „przestrzeni rozwiązań”. Używając tradycyjnych technik modelowania 3D, za każdym razem gdy zmienia się położenia atriów, trzeba budować nowy model od podstaw. Tutaj zmieniał się on automatycznie, pozwalając na szybką wizualną ocenę rozwiązania. Tego rodzaju strategię projektową nie są jeszcze podejmowane przez większość biur projektowych na świecie, aczkolwiek zmienia się to w szybkim tempie. Coraz częściej dokumentacja budowlana w formie trójwymiarowego modelu połączonego z bazą danych służy nie tylko do wstępnych symulacji kosztów i przebiegu budowy, ale też do zarządzania budynkiem podczas normalnej eksploatacji. Firmy przodujące w rozwoju tych technologii cyfrowych (np. Autodesk i Bentley) pracują nad konwersją technologii BIM ze swoich programów i jest jedynie kwestią czasu, gdy pojawią się międzynarodowe standardy.

#### Abstract

Building information modeling (BIM) is the process of generating and managing building data during its life cycle. Although numerous construction industries in the world have traditionally resisted the use of BIM technology, architects H. Rashid and A. Couture managed to adopt these new tools in the development of Strata Tower in Abu Dhabi. It was the first case of applying BIM in creating a new form in architecture.

In 2006 Asymptote Architecture was asked by the main investor to develop a design proposal which would be an original, sculptural and beautiful landmark for the expanding city. Design team consisted of Arup New York for structural design and analysis, Gehry Technologies for specialist geometry and BIM modelling, Front Inc. as façade consultant and Atelier Ten for environmental studies. Several design proposals were developed, but the architect together with the main client quickly distilled a form that was both mathematically rigorous and beautiful. Floor plates resembling a propeller are gently curved and smoothly twisting as the tower rises. External skeleton envelopes the building and protects it from being overheated by middle-eastern hot climate. On the other hand, high ratio of glazing allows excellent visibility of the entire surrounding and the marina area. Most interesting part though, is the design process, which was specially optimized and conducted with the aid of Building Information Modelling technology, coupled with parametric modeling tools. In the case of Strata Tower, virtual model was used as a three-dimensional database from the very beginning, allowing nearly real-time cost analysis, simulation of building process, or post-construction phase maintenance. These strategies are not very popular in the studios around the world yet, but the situation is changing very dynamically, as construction industry evolves.

Strata Tower ma stać się ikoną wyznaczającą jeden z kluczowych punktów założenia Al Raha Beach w Abu Dhabi. Obecnie w budowie, ten 160-metrowy budynek z czterdziestoma piętrami apartamentów będzie najwyższą budowlą w ekskluzywnej, ciągle jeszcze powstającej dzielnicy biznesowej Al Dana. Biuro projektowe Asymptote Architecture w 2006 zostało poproszone przez głównego inwestora, Aldar Properties, o zaprojektowanie oryginalnego budynku, który byłby znakiem przestrzennym nowo powstałej dzielnicy miasta. Do projektu konstrukcji zatrudniono firmę inżynierską

Arup, która była zaangażowana w projekt już od stadium koncepcji, a skomplikowaną geometrią zajęło się biuro Gehry Technologies, specjalizujące się w projektowaniu z użyciem narzędzi algorytmicznych oraz technologii BIM.

Powstało kilka różnych pomysłów na to, jak wieża mogłaby wyglądać, ale architekt razem z inwestorem dość szybko wypracowali formę, która jest matematycznie rygorystyczna i piękna zarazem: rzuty piętra przypominające potrójne śmigło, z gładko zaokrąglonymi krawędziami, które łagodnie skręcają się i pochylają aż do ostatniej kondygnacji. Zewnętrzny szkielet podtrzymujący żaluzje opasuje budynek i chroni go przed przegrzaniem od wszechobecnych promieni słonecznych, zaś obszerne przeszklenia odsłaniają widoki na okolicę.

Jednak poza tymi cechami warto zwrócić też uwagę na unikatową wówczas (rok 2006) technologię projektowania, uwzględniającą parametryczne narzędzia projektowania oraz modelowanie informacji o budynku (BIM). W tym wypadku od samego początku model wirtualny był trójwymiarową bazą danych, umożliwiającą automatyczne obliczanie kosztów materiałów, samej budowy czy też wydatków związanych z użytkowaniem budynku po jej zakończeniu. Tego typu strategii projektowe nie są jeszcze podejmowane przez większość biur projektowych na świecie, aczkolwiek zmienia się to w szybkim tempie.

Mimo że budowanie spójnego parametrycznego modelu wieży pochłania na początku więcej czasu, niż tworzenie go tradycyjnymi narzędziami do modelowania trójwymiarowego, inwestycja szybko się zwraca w czasie. Modyfikacje mogą być wprowadzane manualnie w wirtualnym modelu albo numerycznie w arkuszach bazy danych zawierających informację o każdej kolumnie, ścianie czy całym piętrze. To pozwalało projektantom na manipulowanie wieżą i dynamiczną obserwację skutków ich decyzji w czasie rzeczywistym, na ekranie komputera.

Żelbetowa konstrukcja i kształt stropów nad każdym piętrzem zostały potraktowane w projekcie konstrukcyjnym jako elastyczne schematy zależności geometrycznych, które umożliwiają zmianę parametrów takich jak stopień skrętu, pochylenie czy wysokość poszczególnych pięter. To umożliwiło rozpoznanie nowych sytuacji formalnych i możliwości przestrzennych, które mogą być wykorzystane podczas gdy kubatura i powierzchnie użytkowe zostają zachowane. Wynikowa forma budynku jest rezultatem optymalizacji geometrii pod względem kryteriów przestrzennych i klimatycznych.

Żaluzje na budynku zostały zaprojektowane z użyciem specjalnego inteligentnego systemu, który opierał się na wynikach analiz jakie osiągnięto, stosując symulacje oddziaływania czynników środowiskowych. Chodziło przede wszystkim o rozwiązanie problemu absorpcji energii słonecznej w stosunku do każdego panela fasady. Tak opracowane elementy fasadowe zostały wpisane w unikatowy, wspornikowy egzo-szkielet zapewniający im odpowiednią sztywność. Całość została za pomocą oprogramowania rozwinięta na płaszczyznę i przygotowana do zautomatyzowanej fabrykacji. Panele żaluzji zostały wymodelowane z różnymi głębokościami i zmieniającą się na krzywoliniowej fasadzie gęstością, co było bezpośrednim wynikiem studiów performatywnych skupiających się na tej strefie klimatycznej<sup>3</sup>.

Na uwagę zasługuje tutaj fakt, że system ten ma na celu nie tylko automatyczne zbudowanie ostatecznej formy. Najważniejsza jest tutaj jego przydatność w samym procesie projektowym, i eksploracja tzw. „przestrzeni rozwiązań”. Używając tradycyjnych technik modelowania 3D, za każdym razem gdy zmienią się położenia atriów, trzeba budować nowy model od podstaw. Tutaj zmieniał się on automatycznie, pozwalając na szybką wizualną ocenę rozwiązania.

Na szczęście poprzez analizy i symulacje znaleziono konwencjonalne metody na wzmocnienie konstrukcji, zapobiegając skręceniu i niepożądanym naprężeniom. To pozwoliło także zminimalizować koszty, które w innym przypadku mogły niepotrzebnie zwiększyć wartość inwestycji. Sprzężenie narzędzi symulacyjnych, parametrycznych i modelowania informacji o budynku (BIM) formuje nowy, zupełnie innowacyjny proces projektowy. Architekt pełni tutaj rolę głównego innowatora, eksperymentatora, kierującego polemiką dotyczącą kierunku, w którym pójdzie projekt.

Technologie takie jak ta nie mają na celu wytyczenia sztywnego toru dla tej innowacji, lecz wzmocnienia i „uskrzydlenia” badań nad architektonicznymi, socjalnymi i kulturowymi aspektami projektowania. Głównym celem jest szybkie sprawdzanie nowych pomysłów projektowych i odsiewanie gorszych od lepszych, aby znaleźć te najbardziej optymalne.

Podczas intensywnego procesu projektowego sprawdzanych jest dużo opcji i pod-opcji (tzw. „optioneering”), co jest niczym innym jak przeszukiwaniem przestrzeni rozwiązań. To co widzimy na koniec jest ostatnim, zwycięskim pomysłem, ale aby do niego dojść, wymagane jest wygenerowanie

ścieżki lub „drzewa” wytyczającego trasę poszukiwań. Ocena takich pośrednich opcji jest możliwa tylko z pomocą analiz i algorytmów, zaś parametryzacja tejże przestrzeni pozwala na łatwiejsze jej zbadanie i szybsze znalezienie optimum.

Czy to oznacza, że architekt przestaje być głównym twórcą i oddaje kontrolę algorytmom? Nie. Zmieniają się tylko narzędzia, których zrozumienie zajmie z pewnością trochę czasu (może całe pokolenie?). W gruncie rzeczy dają one dużo więcej swobody projektowej niż dotychczas, między innymi dzięki sprzężeniu ich z technikami cyfrowego wytwarzania. Strata Tower w Abu Dhabi jest znakomitym przykładem ich zastosowania, pokazującym, że w dzisiejszych czasach limitem w projektowaniu jest tylko nasza wyobraźnia.

Dokumentacja budowlana w formie trójwymiarowego modelu połączonego z bazą danych służy nie tylko do wstępnych symulacji kosztów i przebiegu budowy, ale też do zarządzania budynkiem podczas normalnej eksploatacji. Ponadto sam proces konstrukcyjny może być przeprowadzony wirtualnie zanim budowa się rozpocznie, więc wszystkie potencjalne konflikty i błędy mogą zostać zauważone dużo wcześniej. Jedno miejsce składowania informacji (model BIM) wyklucza takie zajścia jak nieaktualne rysunki, różne pozycje kolumn na dwóch różnych planach, informacja służąca do przeprowadzenia procesu konstrukcyjnego jest spójna i zawsze aktualna. Często same plany nie są już zbiorem prostych, krzywych, wymiarów i tekstu, lecz interaktywnym widokiem bądź przekrojem trójwymiarowej geometrii. Tak przygotowane obrazy są przesyłane do druku z odpowiednimi grubościami linii, wypełnieniami ścian i automatycznym wymiarowaniem. Technologia BIM to przyszłość inżynierii budowlanej. Obecnie w wielu krajach niektóre publiczne inwestycje mają zapisany w specyfikacji zamówienia obowiązek wykonania projektu w standardzie BIM. Kwestią czasu pozostaje też zakładanie specjalistycznych firm zamieniających dokumentację CAD na BIM dla potrzeb inwentaryzacji. Nie istnieje jeszcze jeden wspólny standard wymiany informacji BIM, ale firmy przodujące w rozwoju tych technologii (np. Autodesk i Bentley) pracują nad konwersją modeli ze swoich programów i jest jedynie kwestią czasu, gdy pojawią się międzynarodowe standardy. Organizacje takie jak angielska RIBA (Royal Institute of British Architects) już w marcu 2011 opublikowały wytyczne dotyczące przebiegu procesu projektowego zgodnego z technologią BIM, a rząd ogłosił, że BIM będzie wymaganym standardem wymiany informacji przy państwowych projektach od roku 2016. Podobne rezolucje przyjmują też stowarzyszenia architektów w USA, Kanadzie i Francji. Miejmy nadzieję, że także polscy architekci podejmą kroki ku opracowaniu krajowych norm dotyczących BIM, a nowoczesny proces projektowy zagości na dobre w naszych realiach.

#### Przypisy

<sup>1</sup> Por. G. Lee, R. Sacks, C.M. Eastman, *Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system*, *Automation in Construction*, 15 (6), 2006, s. 758–776.

<sup>2</sup> Więcej o zaletach i wadach technologii BIM patrz: D. Smith, M. Tardif, *Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers*, Wiley, London 2009.

<sup>3</sup> Por. H. Rashid, L.A. Couture, *Al Racha Beach, United Arab Emirates, 2006-*. *Asymptote, AD*, Vol. 79, No 2, March-April 2009, s. 84–87.

<sup>4</sup> Więcej o projektowaniu konstrukcji patrz: D.B. Farnsworth, D.M. Scott, *Tapered and Twisted, Al Raha Plot 815a* w: *Structures Congress 2010* (red.) S. Senapathi, K. Casey, M. Hoit, 2010 Structures Congress and 19th Analysis and Computation Specialty Conference, Orlando, Florida, May 12–15, 2010, Sponsored by the Structural Engineering Institute of ASCE, s. 3051–3065.

#### BIBLIOGRAFIA

[1] D.B. Farnsworth, D.M. Scott, *Tapered and Twisted, Al Raha Plot 815a* w: *Structures Congress 2010* (red.) S. Senapathi, K. Casey, M. Hoit, 2010 Structures Congress and 19th Analysis and Computation Specialty Conference, Orlando, Florida, May 12–15, 2010, Sponsored by the Structural Engineering Institute of ASCE, s. 3051–3065.

- [2] G. Lee, R. Sacks, C.M. Eastman, *Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system*, *Automation in Construction*, 15 (6), 2006, s. 758–776.
- [3] H. Rashid, L.A. Couture, Al Racha Beach, United Arab Emirats, 2006-. *Asymptote, AD*, Vol. 79, No 2, March-April 2009, s. 84–87.
- [4] D. Smith, M. Tardif, *Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers*, Wiley, London 2009.