

Zintegrowane modelowanie i analizy w BIM z wykorzystaniem Dynamo

Integrated modelling and analysis of structure with BIM and Dynamo

WOJCIECH KOPKA *

Materiały z XX SKWPPWiE, Jurata 2016 r.
DOI: 10.17814/mechanik.2016.7.148

Building Information Modeling (BIM) jest szeroko stosowaną technologią w projektowaniu, realizacji i zarządzaniu w przemyśle budowlanym. Dynamo jest środowiskiem programowania wizualnego BIM w architekturze i w konstrukcji. W pracy przedstawiono rezultaty testów modelowania i analizy konstrukcji przestrzennej opartej na powierzchni o dowolnym kształcie.

SŁOWA KLUCZOWE: BIM, Dynamo, Revit, free-form

BIM is wide used approach to design, construction and management in building industry. Dynamo is a visual programming environment for Building Information Modeling. The paper present results of modelling and analyses of space structures based on free-form surfaces.

KEYWORDS: BIM, Dynamo, Revit, free-form

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat dokonuje się w przemyśle budowlanym najbardziej rozwiniętych krajów rewolucja, spowodowana wprowadzeniem technologii informatycznych do projektowania i zarządzania. W ostatnich kilku latach jej postęp nie tylko nie zwalnia, ale nawet przyspiesza. W rewolucji tej można wyróżnić kilka etapów. Pierwszy, trwający do ok. 2000 r., w którym komputery wykorzystywano głównie do obliczeń konstrukcyjnych i wykonywania rysunków 2D, jednak metody pracy i przebieg procesów były zasadniczo takie same jak wcześniej – zalicza się do etapu CAD (rys. 1). Około 2000 r. pojawił się BIM – Building Information Modeling, który w kolejnych latach znacznie zmienił procesy budowlane. Od kilku lat, w związku z zebraniem doświadczeń i rozwojem narzędzi informatycznych pojawiają się głosy o nadejściu ery BIM 2.0.

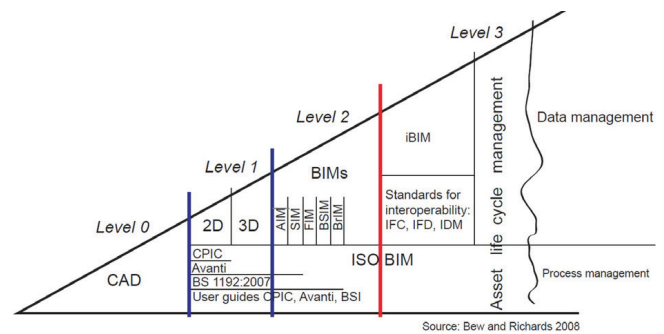
BIM 1.0

BIM koncentruje się wokół tworzenia modelu informacyjnego budynku (budowli, budowy), jego wykorzystania w celu analiz, generowania dokumentacji projektowej, produkcji elementów, montażu i późniejszego utrzymywania oraz zarządzania obiektem. Model BIM tworzony jest z trójwymiarowych elementów geometrycznych uzupełnionych o informację (fizyczną, ekonomiczną itd.), wyposażonych w znaczenie i relacje względem innych obiektów. Rozwój BIM, poszczególne etapy jego rozwoju opisuje się często w postaci tzw. *maturity levels* jak na rys. 1.

W pierwszym etapie BIM (*Level 1*) modelowanie 3D służy do generowania i dokumentacji 2D i wizualizacji. Projektanci i realizatorzy działają oddzielnie, a pośrednikiem między nimi jest papierowa dokumentacja wyrażana w tradycyjnych symbolach graficznych.

Drugi etap polega na wymianie informacji w formie plików, modeli obiektów budowlanych w formie obiektowej 3D, uzupełnionej o relacje pomiędzy nimi i informacje powiązane z nimi. Dotyczy to nie tylko faz projektowania i realizacji, ale całego cyklu życia obiektów budowlanych.

Trzeci etap, który ma polegać głównie na pracy projektantów i realizatorów na wspólnych modelach informatycznych, jest rozwijany od kilku lat.

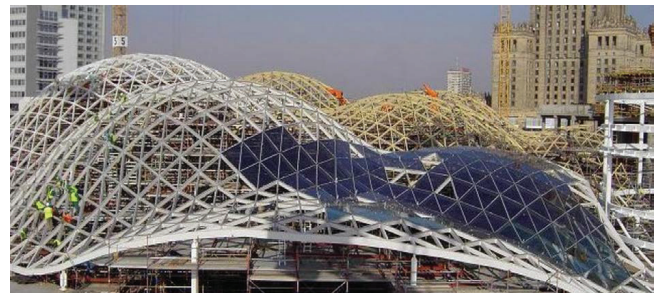


Rys. 1. Fazy rozwoju BIM 1.0

BIM 2.0

Rozwój Internetu, w szczególności mobilnego i związanych z tym technologii „chmury”, a także robotyki, upowszechnienie komputerowych urządzeń mobilnych, zapowiedź „Internetu rzeczy” itp. skłaniają do myślenia o nowych rozwiązaniach w technologii BIM.

BIM 2.0 można określić jako parametryczny BIM uzupełniony o zautomatyzowane analizy, ewaluację i optymalizację. Parametryczny BIM ułatwia projektowanie, analizy i dokumentację budynków o skomplikowanym kształcie zwanym *free-form* (rys. 2).



Rys. 2. Złote tarasy w Warszawie [http://www.pokoal.com/zlote-tarasy-w-warszawie]

Samo generowanie modelu o skomplikowanej parametrycznej geometrii nie jest procesem łatwym. Modelowanie parametryczne stosowano już wcześniej. Jednak modele tworzone w tych programach są czysto geometryczne, bez informacji o właściwościach fizycznych i innych modelowanych obiektów.

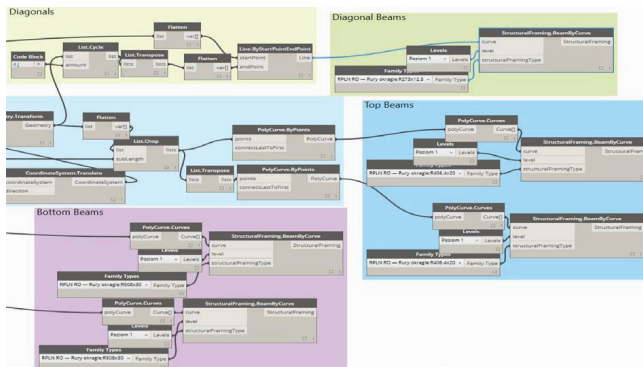
Znacznie dalej idzie Dynamo – środowisko programowania wizualnego rozwijane wraz z językiem programowania Design Script przez firmę Autodesk i udostępnione jako *open source*.

Podstawowe możliwości, jakie daje Dynamo: generowanie modelu, w tym z wykorzystaniem istniejących elementów modelu, manipulacje elementami modelu (geometrią, materiałem, więzami), analizy i symulacje na podstawie modelu, wyciągi danych, optymalizacje, a także opcja dynamicznej wymiany danych pomiędzy aplikacjami bez udziału operatora.

* Dr inż. Wojciech Kopka (wkopka@pk.edu.pl) – Politechnika Krakowska

Modelowanie i analiza kratownicy przestrzennej opartej na powierzchni free-form

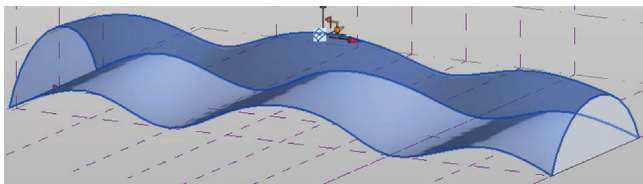
W pracy podjęto próbę wygenerowania struktury kratownicy, a następnie jej analizy w zintegrowanym środowisku Revit, Structural Analysis for Revit i Robot. Modele zaprogramowano w języku wizualnym programu Dynamo. Przyjęta wyjściowa bryła stanowi model koncepcyjny zadania dworca kolejowego.



Rys. 3. Fragment kodu programu generujący pręty struktury

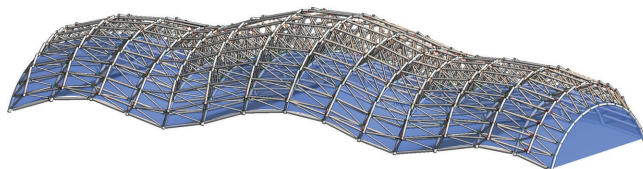
Poszczególne etapy oraz wyniki pracy przedstawiono na rys. 4÷9.

Pierwszy etap stanowiło modelowanie bryły o wymiarach w rzucie 100×30 m. Wysokość jest zmienna – maksymalnie wynosi ok. 20 m.



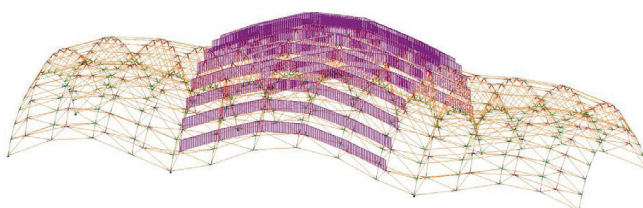
Rys. 4. Bryła z zaznaczoną powierzchnią definiującą strukturę

Drugi etap to programowe generowanie struktury. Jej podstawą jest górna powierzchnia bryły. Podstawę podzielono na pola: 14 poprzecznie i podłużnie (przyjęte arbitralnie) tworząc dolną siatkę. Górna siatka powstaje przez odsunięcie wzdłuż normalnej, w środku każdego pola. Siatkę dolną i górną połączono zastrzałami. Wszystkim prętom przypisano odpowiednie przekroje z rur okrągłych.



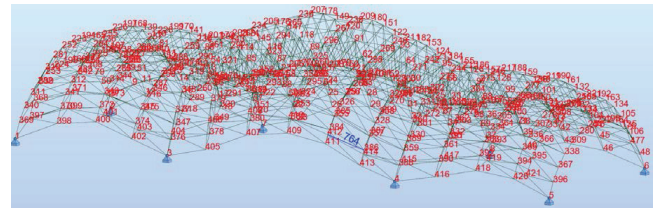
Rys. 5. Model struktury w programie Revit z widoczną powierzchnią definiującą

Wraz z modelem struktury wygenerowany został automatycznie model analityczny. Dla wybranych prętów podłużnych siatki górnej przyjęto obciążenie użytkowe.



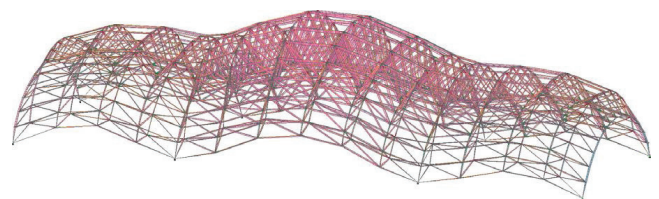
Rys. 6. Model analityczny w programie Revit z zadanymi obciążeniami

Kolejno utworzono model analityczny w programie Robot poprzez bezpośrednią integrację. Model ten może posłużyć do alternatywnej analizy lokalnie w programie Robot.

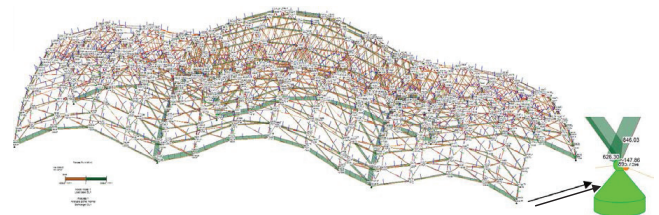


Rys. 7. Model analityczny w programie Robot

Model z programu Revit poddano analizie w usłudze Structural Analysis for Revit. Po wykonaniu analizy zaimportowano wyniki do programu Revit oraz dokonano przeglądu przemieszczeń i sił wewnętrznych.



Rys. 8. Przemieszczenia konstrukcji



Rys. 9. Siły podłużne w prętach

Podsumowanie

Przeprowadzone testy numeryczne wykazały, że Dynamo jest znakomitym narzędziem o znacznych możliwościach i dużym potencjale rozwojowym. Można za jego pomocą generować, modyfikować, a następnie analizować modele bardzo skomplikowanych konstrukcji o praktycznie dowolnym kształcie. Dotychczasowe doświadczenia pozwalają na półautomatyczną optymalizację poprzez generowanie modeli o różnych rozwiązaniach i porównawczą analizę wyników. Modelowanie w środowisku programu Revit umożliwia późniejszą dokumentację projektowanej struktury.

W dalszym ciągu badań przewiduje się analizę modeli o innych kształtach, o innych rozwiązaniach konstrukcyjnych, oraz próby automatycznej optymalizacji.

LITERATURA

1. Kensek K. i in. „Building Information Modeling, BIM in Current and Future Practice”. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2014.
2. Eastman C. i in. „BIM Handbook”. Wiley, 2011.
3. Knippers J. „Integriertes Entwerfen im digitalen Prozess”. *Bautechnik* 91 (2014)4, pp. 257÷261.
4. Ritter F. i in. „Visuelle Programmiersprachen im Bauwesen”. *Proc. of the 27th Forum Bauinformatik*, Aachen (Germany), 2015.
5. Kopka W. „Open BIM – IFC”. *Mechanik* 88 (2015)7, s. 425÷434 (CD).
6. Rębielak J. „Shaping of Space Structures”. Wrocław: OW Politechniki Wrocławskiej, 2005.
7. <https://revitbeyondbim.wordpress.com/>, dostęp dn. 27.03.2016.
8. <https://vasshaug.net/>
9. <http://dynamobim.org/>