

PROGRAMOWANIE STROPÓW W BIM

mgr inż. Andrzej Szymon Borkowski
Wydział Geodezji i Kartografii
Politechnika Warszawska

Wykorzystanie programowania graficznego do wykonania koncepcji stropów wszystkich kondygnacji budynku pozwala na szybką i sprawną ocenę koncepcji oraz ewentualną jej modyfikację. Dzięki technologii BIM zostają wygenerowane zestawienia podstawowych parametrów obiektu niezbędnych w pracach na etapie studium przedrealizacyjnego.

Od wielu lat obserwujemy rosnącą popularność technologii BIM w procesie projektowania zarówno w fazie przedprojektowej, projektowej, jak i wykonawczej [3]. Moduł parametryczny zastosowany w aplikacjach pracujących w technologii BIM pozwala nie tylko na sprawne i szybkie projektowanie, ale umożliwia również projektantowi tworzenie wielu wariantów koncepcji [6]. W fazie przedprojektowej (studium przedrealizacyjne, studium wykonalności) projektant generuje kilka lub kilkanaście różnych wariantów planowanej inwestycji. Zastosowanie programowania graficznego daje możliwość tworzenia w pełni parametrycznych oraz adaptacyjnych elementów modelu, które można w bardzo prosty sposób edytować na każdym etapie projektowania [2]. Przykładem takiego elementu modelu może być strop. Jeśli bryła budynku ma kształt „organiczny” (płynna, elastyczna forma bryły), łatwiej zaprojektować jej warianty, parametryzując element modelu. Oprogramowanie Revit, wykorzystujące moduł zmian parametrycznych, umożliwia wymodelowanie obwiedni stropu, która będzie się zmieniać w zależności od bryły budynku. Z kolei aplikacja Dynamo, współpracująca z Revitem, programuje element, zaś projektant może go dowolnie kształtować w prosty sposób, nie mając specjalistycznej wiedzy programistycznej. Każdy wariant bryły i występujących w niej stropów można poddać analizie i zestawiać takie parametry, jak: powierzchnia zabudowy, powierzchnia całkowita stropów czy kubatura kondygnacji.

Technologia BIM

Technologia BIM jest szeroko wykorzystywana w zachodnich krajach wysoko rozwiniętych [5]. Zaletą tej technologii jest wiele, lecz niezaprzeczalnie jedną z nich jest możliwość poszerzenia wyobrażenia o końcowym obrazie inwestycji z wykorzystaniem modelu 3D [4]. Operowanie modelem 3D pozwala uniknąć wielu nieporozumień już na etapie koncepcji. We wczesnej fazie projektu inwestor zwykle chce poznać kilka wariantów planowanej inwestycji, podstawowe obliczenia dotyczące obiektu oraz wskaźniki zwrotu z inwestycji. W tych przypadkach technologia BIM znajduje szerokie zastosowanie, umożliwiając projektantowi sprawne modelowanie oraz przeprowadzenie obliczeń. Większość aplikacji BIM to potrafi, lecz jeden duży program wyróżnia się na tym polu – mianowicie Revit-Dynamo.

Oba programy posiadają ogromne możliwości, ale przede wszystkim zapewniają obustronną wymianę danych (tzw. interoperacyjność).

Proces projektowy w technologii BIM obejmuje pewne ustalenia wizualne, systemowe lub geometryczne określające relacje między poszczególnymi elementami konstrukcyjnymi. W znacznej mierze relacje te powstają w wyniku pewnego procesu, przepływu informacji, dostosowywania się do przepisów, uzgodnień oraz regulacji [1]. Ostatecznym efektem tych działań jest przejście od fazy koncepcji do uzyskania realnego i spełniającego wszystkie założenia obiektu finalnego.

Programowanie wizualne

Dynamo jest aplikacją Generative Design (czasami tłumaczone w języku polskim jako projektowanie generatywne) i jest wyposażona w interfejs, który działa w oparciu o programowanie graficzne (ang. *Visual Programming*). Programowanie graficzne to język programowania, który jest prosty w nauce i nie wymaga znajomości innych języków programowania czy doświadczenia w tym zakresie [7]. Umożliwia ono tworzenie geometrii na podstawie reguł, zasad oraz zależności, w przeciwieństwie do modelowania bryłowego dostępnego w wielu programach pracujących w technologii CAD czy BIM. Aplikacja Dynamo pozwala na tworzenie skomplikowanych form geometrycznych, często niemożliwych do wykonania przy pomocy tradycyjnego modelowania bryłowego. Wynik projektowania za pomocą programowania wizualnego jest w pełni parametryczny i jest skutecznym sposobem na odkrywanie wielu rozwiązań projektowych. Model, który powstał w wyniku programowania wizualnego, może stanowić część modelu BIM, ale równie dobrze może rozwijać się poza nim.

Programowanie wizualne opiera się głównie na węzłach, które projektant wyszukuje i przenosi na obszar roboczy. Węzły łączą się w obszarze roboczym za pomocą różnych zależności, tworząc konkretny skrypt. Przykładami elementów, które można tworzyć przy pomocy programowania wizualnego, mogą być skomplikowane fasady, nieregularne elementy konstrukcyjne czy nietypowe szprosy. Takim elementem może być również strop konstrukcyjny w nietypowej bryle budynku. Celem niniejszej pracy było dostosowanie obwiedni stropów konstrukcyjnych do zmieniającej się bryły budynku w fazie projektowania koncepcyjnego.

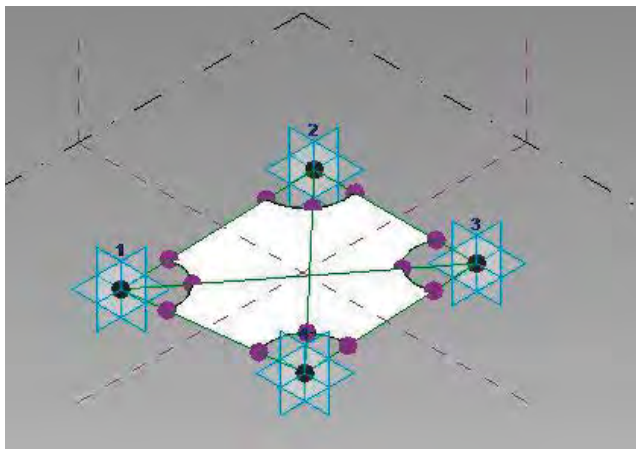
Wykorzystanie adaptacyjnych stropów

W pierwszej kolejności wymodelowano obwiednię płyty konstrukcyjnej w edytorze rodzin w aplikacji Revit. Edytor rodzin ma bardzo podobne narzędzia do środowiska projektowego wielu programów CAD czy BIM. Ważne, by przy modelowaniu obiektów postępować zgodnie z ogólnie przyjętymi schematami postępowania. W przypadku stropu rozpoczęto od wyboru szablonu, następnie wybrano podkategorię rodziny jako „płytę konstrukcyjną”, a potem stworzono płaszczyznę i linie odniesienia. Te ostatnie zwymiarowano i przypisano im odpowiednie parametry, tak by „poruszały” się zgodnie z wyznaczonymi płaszczyznami. Dzięki temu obwiednia przyszłych stropów jest adaptacyjna, tzn. będzie dostosowywać się do przyszłego kształtu bryły budynku (rys. 1.).

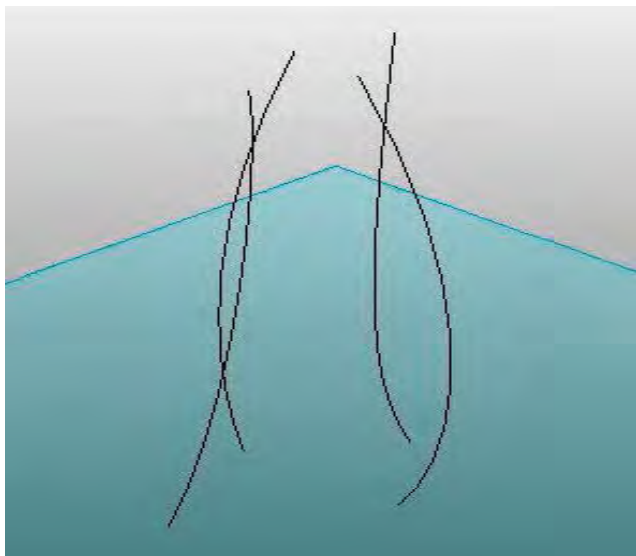
Podobnie wymodelowano linie odpowiadające za kształt bryły budynku, wykorzystując linie odniesienia. Specyficzna ścieżka linii specjalnie została „wygięta” w co najmniej dwóch płaszczyznach, tak by można było ją kształtować w środowisku programowania graficznego (rys. 2.).

Budowa skryptu za pomocą węzłów

Programowanie graficzne, na którym opiera się Dynamo, polega na łączeniu ze sobą odpowiednich węzłów (ang. *nodes*). Za każdym razem, gdy łączone są dwa węzły, tworzy się formalne i wyraźne sprecyzowane połączenie – relacja (ang. *wires*) pomiędzy nimi [8]. Każdy węzeł jest zagregowany w konkretnej kategorii i posiada odpowiednie położenie w bibliotece. Węzły są dokładnie opisane i zawierają informację na temat potrzebnych danych wejściowych oraz wyjściowych.



Rys. 1. Adaptacyjna płyta stropowa



Rys. 2. Linie bryły koncepcyjnej



gammaCAD

POBIERZ I PRZETESTUJ

AXISVM X4

*Program
do analiz
i wymiarowania
konstrukcji
budowlanych*

- GOTOWY NA BIM
- LICENCJA WIECZYSTA
- ZAAWANSOWANE MOŻLIWOŚCI
- WYMIAROWANIE WG PN-EN

GammaCAD sp. z o.o.

a: ul. R. Maya 1/102, Poznań

e: biuro@gammacad.pl

t: 61 307 16 33

www.gammacad.pl

Większość węzłów w programie składa się z pięciu elementów (rys. 3.), a ich konstrukcja zawiera: (1) nazwę, (2) główną część węzła, (3) porty, (4) ikonę danych, (5) wartości domyślne.

Relacje pomiędzy węzłami prezentowane są w aplikacji jako czarne lub niebieskie linie (rys. 4.), które mogą mieć wygląd krzywych (1) lub prostych łamanych (2). Węzły w zależności od etapu projektowania skryptu przyjmują różne stany: aktywny, nieaktywny, błąd, zamrożony, zaznaczony, ostrzeżenie lub podgląd wyłączony. Dzięki temu projektant może na bieżąco kontrolować przepływ danych i prawidłowość tworzenia skryptu.

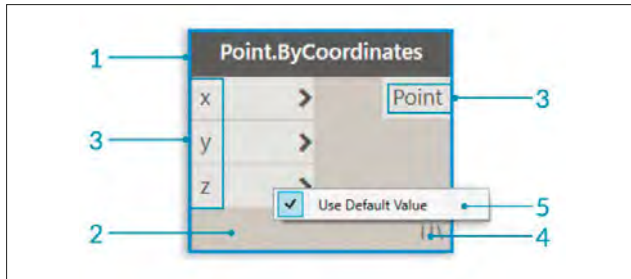
Po zdefiniowaniu węzłów oraz połączeniu ich w całość (rys. 5.) projektant może uruchomić skrypt: zarówno manualnie, jak i automatycznie. Tryb manualny zapewnia jednak większą kontrolę nad skryptem.

Wynik modelowania

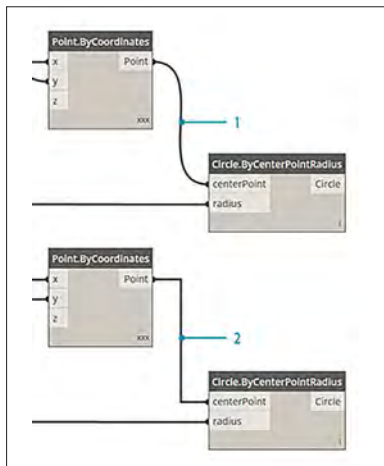
Stworzony skrypt umożliwia tworzenie różnych rozwiązań projektowych. Wprowadzanie różnych wartości w danych wejściowych powoduje np. zmianę liczby kondygnacji, zmianę wysokości poszczególnych kondygnacji, zmianę fasad itd. Wybrany wariant (rys. 6.) wyeksportowano do aplikacji Revit oraz obliczono podstawowe parametry projektowanego budynku (tab. 1.). Na podstawie otrzymanych parametrów modyfikowano bryłę, uzyskując najlepszy możliwy wariant. Współpraca obu programów pozwala na sprawną wymianę danych, w tym wymodelowanych obwiedni stropów, i kontynuowanie prac projektowych.

Podsumowanie

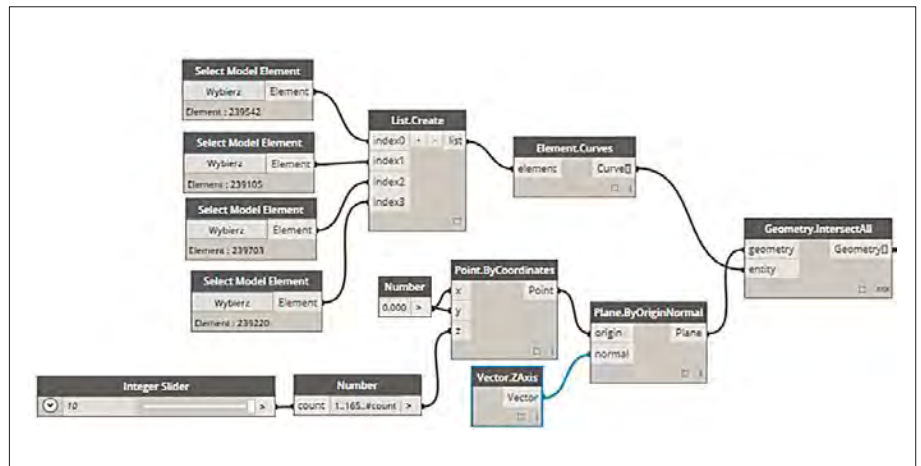
Programowanie graficzne stanowi nową perspektywę dla technologii BIM. Dotychczasowe żmudne procesy projektowania koncepcyjnego mogą zostać znacząco zautomatyzowane. Parametryczność wykorzystywanych obiektów usprawnia nie tylko prace projektowe, ale również poprawia interoperacyjność oraz dokładność tworzenia dokumentacji i sporządzania analiz. Programowanie graficzne może również stanowić niezastąpioną platformę dla projektantów do tworzenia własnych narzędzi i rozwiązywania problemów projektowych. ■



Rys. 3. Budowa węzła



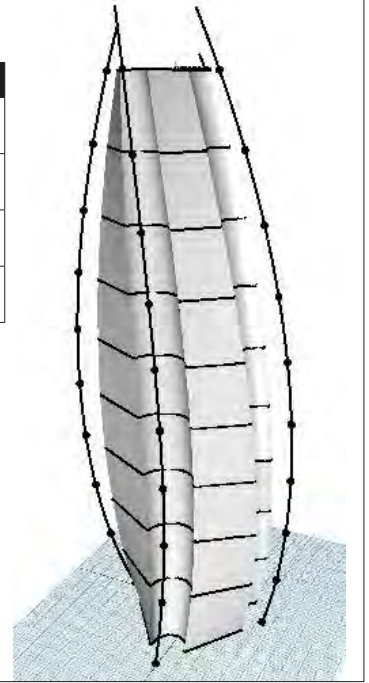
Rys. 4. Rodzaje zależności (połączeń)



Rys. 5. Przykłady węzłów i relacje pomiędzy nimi

Tabela 1. Podstawowe parametry budynku

Nazwa	Suma
Liczba kondygnacji	9
Powierzchnia zabudowy	910 m ²
Powierzchnia całkowita	1197 m ²
Kubatura obiektu	10107 m ³



Rys. 6. Jeden z wariantów koncepcji bryły budynku

Bibliografia

- [1] Eastman C., Teicholz P., Sacks R., Liston K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd Edition, July, 2011, s. 648.
- [2] Kensek K. Visual programming for building information modeling: energy and shading analysis case studies, "Journal of Green Building", Vol. 10, No. 4, Fall 2015, s. 28-43.
- [3] Lee S., Yu J., Jeong D. BIM Acceptance Model in Construction Organizations, Journal of Management in Engineering, Volume 31, Issue 3, May 2015, s. 203-211.
- [4] Nalepka M., Mrozek R. Zalety i wady technologii BIM, "Builder", czerwiec 2017, s. 118-123.
- [5] Tomana A. BIM, Innowacyjna technologia w budownictwie, Builder, Kraków, 2016, s. 288.
- [6] Węgierek P., Borkowski A. Sz. Revit Architecture. Podstawy projektowania, Ośrodek Kształcenia Zawodowego ELPRO Sp. z o.o., Lublin, 2015, s. 58.
- [7] www.dynamobim.org [dostęp z dn. 06.07.2017].
- [8] http://www.dynamoprimer.com [dostęp z dn. 08.07.2017].

Abstract: Visual programming makes it possible to create fully parametric and adaptive model elements used in BIM technology. The use of visual programming to design ceilings on all floors of a building allows for quick and efficient assessment of the concept and possible modification of the concept. The use of BIM technology generated the list of basic parameters of the object necessary in the work at the stage of the conceptual study. Calculations allows to perform analysis of various variants of investment project.

Key words: visual programming, parametric design, floors, BIM