

Modelowanie infrastruktury przesyłowej w środowisku BIM

Streszczenie. Artykuł przedstawia możliwości wykorzystania innowacyjnej technologii BIM do projektowania infrastruktury technicznej, a konkretnie linii przesyłowych. Opisane są w nim możliwości trójwymiarowego przedstawiania istniejącego zagospodarowania przestrzennego oraz wykorzystania go do prezentacji zaprojektowanej sieci przesyłowej. W pracy zawarto informacje o aktualnej możliwości wykorzystania popularnych narzędzi takich jak Autodesk Revit, a także poruszono temat przeszkód i barier jakie utrudniają wykorzystanie technologii BIM do projektowania infrastruktury przesyłowej. Podjęto też próbę modelowania tzw. rodzin, inaczej komponentów, których nie ma w ogólnodostępnych zasobach internetu. Udowodniono, że przy odpowiednich kompetencjach możliwe jest zamodelowanie poszczególnych obiektów, niezbędnych z kolei, do modelowania całej sieci przesyłowej danego typu.

Abstract. The article presents the possibilities of using BIM technology to design technical infrastructure, specifically transmission lines. It describes the possibilities of three-dimensional representation of existing land use and its use to present the designed transmission network. The paper includes information about the current possibility of using popular tools such as Autodesk Revit and addresses the obstacles and barriers that hinder the use of BIM technology for transmission infrastructure design. An attempt was also made to model so-called "families," in other words, components that are not found in publicly available Internet resources. It was proved that with the right competence it is possible to model individual objects necessary in turn to model the entire transmission network of a given type. **(Modelling of transmission infrastructure in BIM technology)**

Słowa kluczowe: sieci przesyłowe, technologia BIM, IFC, model terenu
Keywords transmission networks, BIM technology, IFC, terrain model

Wprowadzenie

BIM (ang. *Building Information Modeling*) to technologia umożliwiająca gromadzenie informacji dotyczących obiektu budowlanego w całym cyklu jego życia tj. w procesie jego projektowania, realizacji i eksploatacji [1]. Obecnie technologia ta stosowana jest głównie dla przedsięwzięć kubaturowych, czyli np. budynków. Projektanci często decydują się na trójwymiarową prezentację zagospodarowania terenu, na którym powstanie dany obiekt. Pozwala to na lepsze wyobrażenie jego potencjalnego wyglądu w danym otoczeniu oraz umożliwia analizę jego wpływu na istniejące zagospodarowanie przestrzenne czy środowisko przyrodnicze.

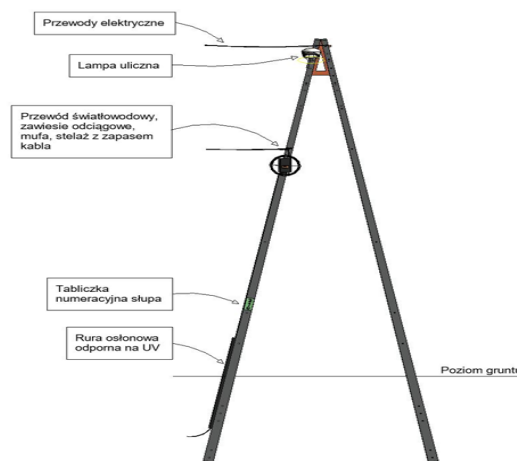
W celu zapewnienia długoterminowego bezpieczeństwa energetycznego kraju planuje się i wykonuje bardzo dużo nowych przyłączy [2]. Nowoprojektowane sieci mogłyby skorzystać z możliwości płynących z wykorzystania nowoczesnych technologii. Aplikacje wykorzystywane do pracy w BIM takie jak Autodesk Revit pozwalają na wymodelowanie ukształtowania terenu, budynków i budowli, roślinności, czy analizę położenia słońca w trakcie doby. Wykorzystanie technologii na dużą skalę pozwoliłoby na weryfikację jej przydatności i ulepszenie funkcjonalności wymaganych do jej prawidłowego działania.



Rys. 1. Model terenu wykonany na podstawie mapy zasadniczej

Na rynku istnieją narzędzia dedykowane projektowaniu linii przesyłowych takie jak PLS-CADD [3] oraz Power Path [4], które pozwalają w sprawny sposób zaplanować przebieg sieci, również w przestrzeni trójwymiarowej. Wizualizacje tworzone w tych programach są jednak mało szczegółowe i oddają głównie ukształtowanie terenu. Podobnie jest z oprogramowaniem Autodesk Civil 3D [5],

które owszem przystosowane jest do projektowania infrastruktury, ale sposób prezentacji danych nie jest zbliżony do fotorealistycznego. Wykorzystanie aplikacji Revit pozwala na bardzo dokładne odwzorowanie wyglądu otoczenia i lepszą ocenę, jak projektowana infrastruktura będzie wyglądać w odniesieniu do sąsiadujących obiektów, a także jak będzie na nie wpływać. Celem artykułu było zamodelowanie projektowanych sieci przesyłowych wraz z istniejącym zagospodarowaniem terenu. Tym samym przy projektowaniu nowych obiektów kubaturowych czy infrastrukturalnych można wziąć również pod uwagę istniejącą infrastrukturę przesyłową.

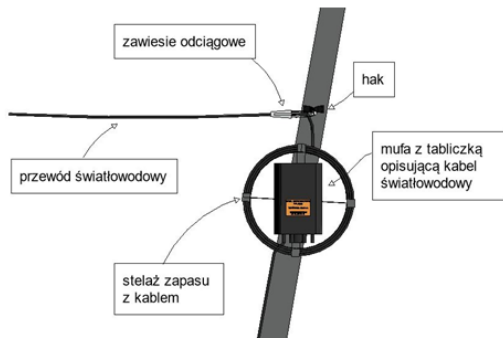


Rys. 2. Rodzina konstrukcji wsporczej

W przypadku projektowania infrastruktury technicznej takiej jak sieci elektroenergetyczne i teletechniczne, konieczność zamodelowania terenu przedsięwzięcia jest jeszcze bardziej widoczna. Elementy takie jak linie, czy słupy muszą być umieszczone w odpowiednich miejscach, tak by spełniały wszystkie normy i standardy, a przede wszystkim nie stanowiły zagrożenia dla ludzi. Infrastruktura przesyłowa umieszczana jest zazwyczaj na terenach zurbanizowanych, w których istnieje już zabudowa, wysoka roślinność, czy drogi, które muszą być uwzględniane w trakcie planowania przebiegu sieci. Jednym ze źródeł obecnego zagospodarowania terenu jest mapa zasadnicza lub mapa do celów projektowych. Można je wykorzystać

jako podkład do zamodelowania przestrzeni 3D (Rys.1), wiąże się to jednak z dość długim procesem poprzedzającym docelowe projektowanie samej infrastruktury, a uzyskane dane np. o wysokości roślinności nie są do końca dokładne.

Innowacyjnym sposobem pozyskiwania danych przestrzennych jest skaning laserowy. Pomiary mogą być wykonywane na wiele sposobów, np. naziemnie za pomocą stacjonarnych urządzeń lub bezzałogowymi statkami powietrznymi tzw. dronami, czy zdalnie sterowanymi urządzeniami na kołach lub gąsienicach. Metoda skanowania pozwala na zebranie szczegółowych informacji o terenie, które po odpowiedniej obróbce w aplikacjach takich jak ReCap można wykorzystać do wizualizacji przestrzeni w modelu Revit [6].



Rys. 3. Rodzina urządzeń elektroenergetycznych i teletechnicznych



Rys. 4. Rodzina słupów

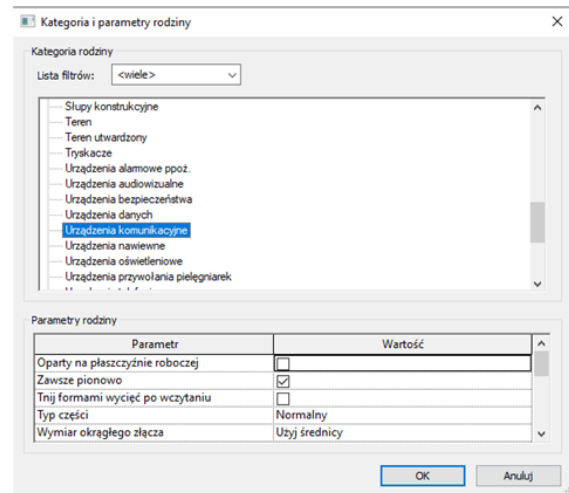
Modelowanie Infrastruktury energetycznej i teletechnicznej

Projektując obiekty kubaturowe, czy instalacje MEP (ang. *Mechanical Engineering Plumbing*) w budynkach, inżynierowie mają możliwość wykorzystania tzw. rodzin (ang. *family*) czyli istniejących elementów przygotowanych przez producentów lub mogą stworzyć je samodzielnie na potrzeby projektu. W zależności od branży możliwe jest wykorzystanie modeli: drzwi, schodów, systemów rur, kształtek, słupów konstrukcyjnych, belek, itp. Rodziny te są przypisane do poszczególnych kategorii, które mają przypisaną z kolei klasę IFC (ang. *Industry Foundation Classes*), która zapewnia pewien stopień interoperacyjności, o ile eksportowane parametry są prawidłowo zmapowane. To z kolei daje możliwość współpracy branżowej lub międzybranżowej [7].

Aktualną przeszkodą w projektowaniu infrastruktury zewnętrznej takich jak sieci przesyłowe z wykorzystaniem technologii BIM jest brak dedykowanych klas dla elementów i urządzeń tych sieci. Z tego względu producenci przewodów, konstrukcji wsporczych i innych urządzeń używanych w tej branży nie przygotowują modeli swoich produktów w rozszerzeniu .rfa (ang. *revit family*). Aplikacje typu Revit nie są również przystosowane do modelowania takich sieci. Na ten moment nie ma odpowiednich,

dedykowanych narzędzi umożliwiających narysowanie przewodu, wstawienia konstrukcji wsporczej czy podłączenia urządzenia (np. mufy). Jednak oprogramowanie cały czas się rozwija i niewykluczone jest pojawienie się takich funkcjonalności w przyszłości.

Z wykorzystaniem obecnego zaawansowania aplikacji Revit możliwe jest wymodelowanie rodzin geometrycznie odpowiadających słupom elektroenergetycznym (Rys. 2.), przewodom i urządzeniom (Rys. 3.) oraz użycie ich np. w modelu zagospodarowania terenu, w którym miałyby się one znajdować.

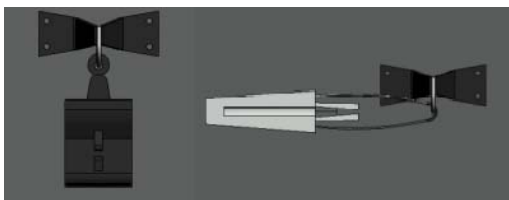


Rys. 5. Okno wyboru kategorii i parametrów tworzonej rodziny

Za pomocą graficznego edytora rodzin można stworzyć rodzinę słupa, której geometria i zastosowane materiały są dopasowane do rzeczywistych cech konstrukcji (Rys. 4). Utworzona rodzina nie ma co prawda wszystkich cech jakie powinny zawierać komponenty typu BIM służące do tworzenia sieci przesyłowych, ale jednak oddaje ona geometrię i pozwala zwizualizować przebieg całej sieci. Trzeba jednak mieć na uwadze, że rodziny tego typu nie umożliwiają automatycznego łączenia ich w jeden system. Utworzone w ten sposób rodziny słupów cechuje szczegółowość na poziomie LOD (ang. *Level of Detail*) 300 wg AIA, co oznacza, że zgadzają się ich wymiary i zastosowany materiał.

Osprzęt został oddany ze szczegółowością LOD 200, czyli wizualnie szczegółowo, ale bez dokładnych wymiarów. Tak przygotowana rodzina ma wszystkie cechy konstrukcji wsporczej, ale nie możemy przypisać jej do konkretnej kategorii (np. „elektroenergetyczna konstrukcja wsporcza” – nie przewidział takiej producent), która pozwoliłaby na tworzenie ciągłych i kompleksowych systemów z innymi elementami sieci. W tym przypadku najbliższą kategorią w Revicie są „urządzenia komunikacyjne” (Rys.5), jednak nawet po przypisaniu do nich słupów oraz ich uzbrojenia projektant musi manualnie łączyć ze sobą elementy i ustawiać wszystkie parametry przebiegu sieci, jednocześnie manipulując ich ułożeniem w przestrzeni 3D. Rodzina pozwalająca na tworzenie systemu znacznie ułatwiłaby projektowanie sieci, dodając funkcjonalności i tym samym przyspieszając pracę. Obecnie modelując odpowiednie zawieszki (Rys. 6), trzeba poprowadzić przez nie przewód i ręcznie zamocować go na kolejnym słupie. Dedykowana rodzina mogłaby ograniczyć manualne działania, np. do wybrania miejsca na słupy i przeprowadzenia przewodu. Odpowiednie konstrukcje wsporcze i zawieszki byłyby dobrane automatycznie na podstawie ukształtowania terenu, odległości, sił i oddziałujących na słupy oraz innych parametrów.

Możliwość działania z wykorzystaniem BIM mogłaby pozwolić na lepsze i sprawniejsze projektowanie infrastruktury przesyłowej. Pierwszym krokiem mogłoby być wprowadzenie do oprogramowania Revit narzędzi dedykowanych do wstawiania konstrukcji wsporczych, rysujących przewody i dobierających odpowiednie zawieszki odciągowe w zależności od naciągu, a także przypisanie im konkretnych klas IFC.



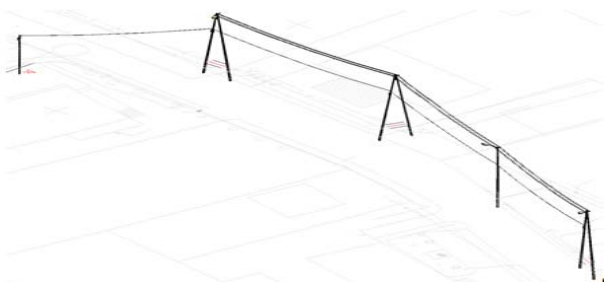
Rys. 6. Zawieszanie przelotowe i odciągowe



Rys.7. Przekrój

Korzyści wykorzystania technologii BIM

Wykorzystanie technologii BIM w innych gałęziach budownictwa mogłoby przynieść ze sobą wiele udogodnień, które obecnie wykorzystuje się w projektach kubaturowych. Dużą zaletą projektowania w technologii BIM jest możliwość wizualizacji projektu w 3D. Przedstawienie aktualnego zagospodarowania przestrzeni wraz z zaprojektowaną infrastrukturą pozwala na analizę założenia jeszcze przed jego wdrożeniem i realizacją. Na podstawie modelu 3D w bardzo łatwy sposób możliwe jest przygotowanie rysunków do dokumentacji projektowej. Może być to rzut terenu z zaprojektowaną infrastrukturą, przekroje przez poszczególne elementy projektu (Rys. 7.), czy widoki uzbrojenia poszczególnych słupów ułatwiające pracę wykonawcom.



Rys. 8. Rodzina przyłącza telekomunikacyjnego

Oddanie przebiegu sieci w Revicie pozwala nam pokazać jej przebieg, nie tylko w odniesieniu do podkładu (mapa zasadnicza) (Rys. 8.), ale również w obecności otaczającego ją zagospodarowania terenu (Rys. 9.)

Należy też pamiętać o możliwości tworzenia dokładnych zestawień materiałów, wyliczaniu kosztów inwestycji, a także generowaniu technicznych obliczeń np. obciążenia słupów.

Rośnie znaczenie inteligentnych sieci energetycznych (ang. *Smart Grid*), które pozwalają planować produkcję i przesył prądu z użyciem nowoczesnych programów [8]. Wykorzystanie technologii BIM do planowania przebiegu

sieci pozwoliłoby adekwatnie usprawnić proces ich projektowania i budowy. Bardzo dobrze zostało to zaprezentowane w serii projektów realizowanych przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A., które mogą być wzorem dla podobnych realizacji w innych instytucjach i przedsiębiorstwach [9].



Rys. 9. Widok na umieszczoną w modelu terenu infrastrukturę przesyłową

Podsumowanie

Powyższe doświadczenia pokazują, że technologia BIM jest narzędziem uniwersalnym i może być wykorzystana w procesie projektowania sieci przesyłowych. Z odpowiednią wiedzą, umiejętnościami, zapleczem, a przede wszystkim zasobami ludzkimi jest to realne oraz wykonalne.

Budowany model informacyjny sieci musi zawierać nie tylko elementy samej sieci, ale także powinien mieć poprawną lokalizację, na przykład w przestrzeni GIS czy na odpowiednio przygotowanych podkładach mapowych. Niezwykle istotne jest modelowanie poszczególnych komponentów z uwzględnieniem rzeczywistych wymiarów i na odpowiednim, rozsądnym poziomie szczegółowości. Przedstawione w artykule przykłady modelowania obiektów mogą stać się inspiracją dla modelerów bibliotek i producentów materiałów budowlanych. Polski rynek przechodzi rewolucję w cyfryzacji procesów oraz dokumentów w budownictwie i architekturze – technologia BIM, zdaniem autorów, powinna w tym odegrać podstawową rolę.

Autorzy. dr inż. Andrzej Szymon Borkowski, E-mail: andrzej.borkowski@pw.edu.pl Adiunkt na Wydziale Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej. Pasjonat i entuzjasta technologii BIM oraz jej zastosowania w różnych branżach.
inż. Sandra Alicja Firlńska, E-mail: Sandra.firlinska@gmail.com Inżynier Gospodarki przestrzennej, absolwentka Politechniki Warszawskiej. Technik BIM w Buro Happold. Zainteresowania to technologia BIM oraz jej zastosowanie w innych branżach.

LITERATURA

- [1] Kasznia D., Magiera J., Wierzowiecki P., BIM w praktyce: standardy, wdrożenie Case study, Warszawa: PWN (2017), s. 16
- [2] Bartosik M., Kamrat W., Kaźmierkowski M., Lewandowski M., Pawlik M., Peryt T., Skoczowski T., Strupczewski A., Szelaż A., Przesył energii elektrycznej – potrzeby, progi i bariery, Przegląd Elektrotechniczny Listopad 2016, nr.11, s.299
- [3] Power Line, <<https://www.powerlinesystems.com/plscadd>> (dostęp 13.08.2022)
- [4] Power Path <<https://www.power-path.com/>> (dostęp 13.08.2022)
- [5] Autodesk, Civil 3D <<https://www.autodesk.com/products/civil-3d/>> (dostęp 13.08.2022)
- [6] Borkowski A. S., Model BIM z chmury punktów, *Builder* Styczeń 2020, nr.1, s. 42-44
- [7] Kacprzyk, Z., Werner, W. A., Procedury inwestycyjno-budowlane. Podstawy BIM, Warszawa: POLCEN Sp. z o.o., (2019), s. 181
- [8] Matusiak B., Pamuła A., Zieliński J. S., New idea in power networks development. Selected problems, Przegląd Elektrotechniczny Luty 2011, nr.2, s. 148-150.
- [9] Kalisz W., Kordziński B., Rusin J., BIM w Polskich Sieciach Elektroenergetycznych S.A., Materiały Budowlane Listopad 2018, nr.555, s. 73-75.