

Analiza możliwości zastosowania modelu IFC do opisania obiektów infrastrukturalnych na wybranych przykładach

Analysis of the possibility of using the IFC model
to describe infrastructural objects on selected examples

Michał Wyszomirski ¹, Andrzej Szymon Borkowski ²

Politechnika Warszawska, Wydział Geodezji i Kartografii

¹Zakład Kartografii

²Katedra Gospodarki Przestrzennej i Nauk o Środowisku Przyrodniczym

Słowa kluczowe: technologia BIM, IFC, projekty infrastrukturalne

Keywords: BIM technology, IFC, infrastructure projects

Wprowadzenie

Projekt o charakterze infrastrukturalnym to zamierzenie budowlane lub inna ingerencja w środowisko przyrodnicze polegająca na przekształceniu lub zmianie sposobu wykorzystania terenu, obejmujące między innymi budowę: dróg, mostów, kolei, lotnisk, sieci oraz innych budowli o charakterze liniowym, które pełnią rolę służebną, a ich czas użytkowania jest stosunkowo długi. Projekty infrastrukturalne spełniają z reguły jedną lub kilka z wymienionych funkcji: transferową, usługową, integracyjną, akceleracyjną. Standardy wykorzystywane w technologii BIM (ang. *Building Information Modeling*) są szeroko stosowane w branży AEC (ang. *Architecture Engineering and Construction*), ale możliwość przetwarzania neutralnego modelu danych dla obiektów infrastrukturalnych nie jest dostępna wśród standardów *OpenBIM* zakładających wykorzystanie otwartych standardów do tworzenia modeli BIM. Organizacja BuildingSMART International utworzyła grupę roboczą o nazwie *InfraRoom*, która podejmuje inicjatywy mające na celu uzupełnienie tej luki (BuildingSMART International, 2018). Zadaniem grupy *InfraRoom* jest wypracowanie wspólnych zasad dla osiągnięcia integracji procesu w fazie projektowania, budowy i utrzymania infrastruktury. Grupa uważa, że opracowanie i wdrożenie odpowiednich modeli informacji o budynku (BIM) jest ważnym czynnikiem umożliwiającym osiągnięcie oczekiwanych celów. Przewiduje się, że praca grupy doprowadzi do opracowania nowych standardów IDM i MVD oraz odpowiednich zestawów terminów określonych w bSDD dla infrastruktury (BuildingSMART International, 2018). Ponadto konieczność zapewnienia interoperacyjności modeli stosowa-

nych w dziedzinach budownictwa oraz informacji przestrzennej została dostrzeżona przez komitety techniczne ISO/TC 59/SC 13 (*Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM)*) (International Organization for Standardization, 1987) oraz ISO/TC 211 (*Geographic information/Geomatics*) (International Organization for Standardization, 1994) w raporcie technicznym ISO/AWI TR 23262 (*GIS (Geospatial) / BIM interoperability*) (International Organization for Standardization, 2018). Należy się zatem spodziewać rozszerzenia standardu IFC (*Industry Foundation Classes*), będącego modelem danych stosowanym w BIM, o nowe klasy obiektów reprezentujących obiekty infrastrukturalne. Zanim jednak to nastąpi będą pojawiały się modele BIM obiektów infrastrukturalnych wykorzystujące do zapisania tych obiektów dostępne obecnie klasy IFC. W związku z tym systemy informacji przestrzennej korzystające z danych pochodzących z modeli BIM, w tym systemy GIS, powinny być przygotowane na przetwarzanie danych z modeli IFC, w których zapisano obiekty infrastrukturalne, wykorzystując do tego celu klasy obiektów dotychczas stosowane wyłącznie do reprezentacji elementów składających się na konstrukcję, wyposażenie budynku lub zagospodarowanie terenu w bezpośrednim sąsiedztwie budynku. Wprowadzenie możliwości modelowania obiektów infrastrukturalnych w technologii BIM ma olbrzymie znaczenie dla kierunków przepływu i metod transformacji danych BIM i GIS. Dotychczas zakładało się, że modele BIM będą dostarczały danych o wnętrzach budynków, natomiast systemy GIS będą zasilaly systemy Smart City danymi o topografii miasta, obejmując wszystko inne poza wnętrzami budynków. W przypadku rozszerzenia IFC o możliwość modelowania obiektów infrastrukturalnych kierunki przepływu danych pomiędzy BIM i GIS mogą być inne.

Proces projektowy w technologii BIM obejmuje pewne ustalenia wizualne, systemowe lub geometryczne określające relacje między poszczególnymi elementami architektonicznymi bądź konstrukcyjnymi. W znacznej mierze relacje te powstają w wyniku pewnego procesu, przepływu informacji, dostosowywania się do przepisów, uzgodnień oraz regulacji. Ostatycznym efektem tych działań jest przejście od fazy koncepcji do uzyskania realnego i spełniającego wszystkie założenia obiektu finalnego (Borkowski, 2018). Tym samym modele BIM i GIS różnią się znacznie zarówno na poziomie koncepcyjnym, jak i technologicznym. Warto też zwrócić uwagę na różnice w zastosowanych modelach pojęciowych: GIS zazwyczaj wykorzystuje model semantyczny CityGML, BIM model parametryczny IFC. Wymiana informacji pomiędzy różnymi systemami opierającymi się na różnych modelach to zagadnienie złożone, ale też znane w informatyce. Rozwiązań problemu interoperacyjności poszukuje się przede wszystkim na poziomie uzyskania zgodności semantycznej, czyli na poziomie modeli pojęciowych. Sam problem konwersji na poziomie technicznym (np. kwestia formatu danych) zwykle nie stanowi istotnej bariery (Gotlib, Wyszomirski, 2018).

Podstawy modelu IFC

Model danych IFC jest standardem zapisu trójwymiarowego modelu obiektu, wspomagającym przetwarzanie i zarządzanie danymi o obiekcie budowlanym. Specyfikacja IFC jest cały czas rozwijana przez buildingSMART. IFC to otwarty format zapisu danych służący do przekazywania informacji między uczestnikami procesu budowlanego (inwestor, projektant, wykonawca), oparty na strukturach danych bazujących na obiektach i relacjach. Plik w formacie IFC zawiera kompletne dane o obiekcie, takie jak (Kaszniak i in., 2017):

- położenie w przestrzeni,
- struktura i układ obiektu z rozbiciem na elementy składowe,
- szczegółowe dane o typach elementów wraz z ich atrybutami (typowymi lub dodatkowymi),
- zależności pomiędzy elementami.

IFC to format danych, który w założeniu ma zapewnić bezstratne przekazywanie informacji o obiekcie inżynierskim między różnymi programami lub systemami informatycznymi. Format ten wykorzystuje model relacyjny i został napisany w języku modelowania danych przemysłowych EXPRESS zdefiniowany przez komitet ISO TC184/SC4, jako ISO10303-11 (International Organization for Standardization, 2004). Ten sam język definicji danych jest używany w formacie STEP. Jego zaletą jest to, że jest kompaktowy i w łatwy sposób pozwala włączać reguły sprawdzania poprawności danych w obrębie ich specyfikacji. Model danych wykorzystany w IFC zakłada istnienie kilkuset typów elementów podlegających dziedziczeniu obiektowemu, zorganizowanych w strukturze hierarchicznej (ang. *object-based inheritance hierarchy*). Może przenosić informacje o całym budynku (nawet grupie budynków) lub o jego fragmencie, na przykład jednej kondygnacji. Przyjmuje się, że w projekcie każdy oddzielny budynek zostanie przekazany jako model niezależny. Jeśli to konieczne, budynek można podzielić na kilka części lub branże według uzgodnienia zespołu projektowego. Każdy budynek jest przekazywany jako pojedynczy plik. W przypadku dużych budynków konieczny może się okazać podział całego modelu na kondygnacje i segmenty lub jedno i drugie dla uproszczenia operacji związanych z projektem (Tomana, 2016).

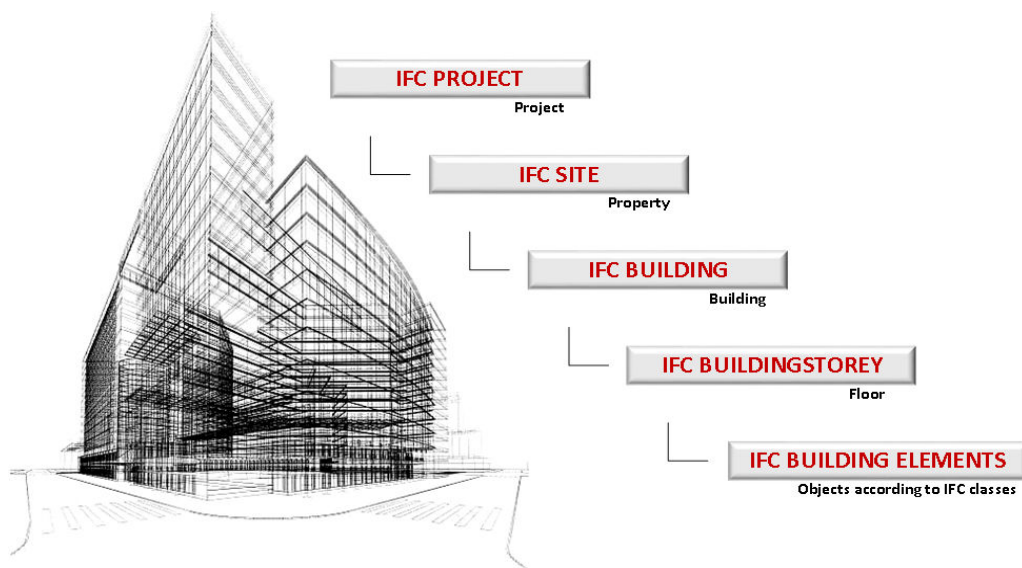
Sposób zapisu modelu budynku w IFC

Zgodnie z definicją w IFC4 (*Industry Foundation Classes Release 4*), struktura danych dotyczących elementów budynku ma postać hierarchiczną, obejmującą podział budynku na kondygnacje i pomieszczenia (rys. 1).

Sposób zapisu obiektów w modelu IFC i relacji pomiędzy nimi został poniżej opisany na przykładzie obiektu klasy pomieszczenie (*IfcSpace*), jednak jest on aktualny dla wszystkich klas obiektów dziedziczących z klasy *IfcProduct*, reprezentującej każdy obiekt mający kontekst geometryczny lub przestrzenny. Obiekty klas pochodnych klasy *IfcProduct* zawierają reprezentację kształtu i lokalizację obiektów w przestrzennej strukturze projektu (buildingSMART International Ltd, 2018).

Obiekty przestrzennej struktury budynku: *IfcProject* (projekt), *IfcSite* (działka), *IfcBuilding* (budynek), *IfcBuildingStorey* (kondygnacja) i właściwy obiekt klasy *IfcSpace* (pomieszczenie) są ze sobą powiązane za pomocą obiektów agregujących klasy *IfcRelAggregates*. Relacje pomiędzy obiektami stanowiącymi przestrzenną strukturę budynku, w tym obiektami klasy *IfcSpace* i obiektami przenoszącymi atrybuty opisowe są realizowane przez obiekty klasy *IfcRelDefinesByProperties*. Obiekty tej klasy definiują zależności pomiędzy obiektami wskazywanymi przez atrybut *RelatedObjects* a zbiorem atrybutów (klasy *IfcPropertySet*) wskazywanym przez atrybut *RelatingPropertyDefinition*. Atrybut obiektu klasy *IfcPropertySet* o nazwie *HasProperties* wskazuje na listę obiektów klasy *IfcComplexProperty* określających zestawy atrybutów. Atrybut obiektu klasy *IfcComplexProperty* o nazwie *HasProperties* wskazuje na listę obiektów klasy *IfcPropertySingleValue* przenoszących pojedyncze atrybuty. Relacje pomiędzy obiektami klasy *IfcSpace* i obiektami opisującymi cechy geometrycz-

IFC TREE – VIEW – *The IFC tree structure*



Rysunek 1. Postać hierarchiczna struktury danych dotyczących elementów budynku

ne są zapisywane w inny sposób. Atrybut obiektu klasy *IfcSpace* o nazwie *Representation* wskazuje na obiekt klasy *IfcProductDefinitionShape*. Atrybut obiektu klasy *IfcProductDefinitionShape* o nazwie *Representations* wskazuje na listę obiektów klasy *IfcShapeRepresentation*. Atrybut obiektu klasy *IfcShapeRepresentation* o nazwie *Items* wskazuje na listę obiektów klasy *IfcExtrudedAreaSolid*. Atrybut obiektu klasy *IfcExtrudedAreaSolid* o nazwie *SweptArea* wskazuje na obiekt klasy *IfcArbitraryClosedProfileDef*. Atrybut obiektu klasy *IfcArbitraryClosedProfileDef* o nazwie *OuterCurve* wskazuje na obiekt klasy *IfcPolyline*. Atrybut obiektu klasy *IfcPolyline* o nazwie *Points* wskazuje na listę obiektów klasy *IfcCartesianPoint*, które reprezentują punkty narożne łamanej zamkniętej stanowiącej obrys pomieszczenia w lokalnym układzie współrzędnych tego pomieszczenia. Relacje pomiędzy lokalnym układem współrzędnych pomieszczenia a lokalnym układem współrzędnych projektu są zapisywane w oderwaniu od samej geometrii obiektu. Atrybut obiektu klasy *IfcSpace* o nazwie *ObjectPlacement* wskazuje na obiekt klasy *IfcLocalPlacement*. Atrybut obiektu klasy *IfcLocalPlacement* o nazwie *PlacementRelTo* wskazuje na obiekt klasy *IfcLocalPlacement*. Atrybut obiektu klasy *IfcLocalPlacement* o nazwie *RelativePlacement* wskazuje na obiekt klasy *IfcAxis2Placement3D*. Atrybut obiektu klasy *IfcAxis2Placement3D* o nazwie *Location* wskazuje na obiekt klasy *IfcCartesianPoint*. Atrybut obiektu klasy *IfcAxis2Placement3D* o nazwie *Axis* wskazuje na obiekt klasy *IfcDirection*. Atrybut obiektu klasy *IfcAxis2Placement3D* o nazwie *RefDirection* wskazuje na obiekt klasy *IfcDirection*. Relacje pomiędzy obiektami reprezentującymi strukturę przestrzenną budynku są realizowane poprzez obiekty

agregujące klasy *IfcRelAggregates*, których atrybuty *RelatingObject* i *RelatedObjects* wskazujące na obiekty klasy *IfcObjectDefinition* definiują wektory relacji pomiędzy obiektami. Poniżej zestawiono wszystkie atrybuty klasy *IfcRelAggregates* z uwzględnieniem atrybutów odziedziczonych z klasy *IfcRoot* oraz wprowadzonych bezpośrednio przez definicję klasy *IfcRelAggregates* (tab. 1).

Zarówno atrybut *RelatingObject* jak i *RelatedObjects* są wskaźnikami na obiekty klasy *IfcObjectDefinition* (tab. 1). Przy czym atrybut *RelatedObjects* przechowuje kolekcję wskaźników. Jest to naturalne, ponieważ w budynku (wskazywanym przez *RelatingObject*) znajduje się zazwyczaj kilka kondygnacji (wskazywanych przez atrybut *RelatedObjects*), a na kondygnacji (wskazywanej przez atrybut *RelatingObject* innego obiektu agregującego *IfcRelAggregates*) znajduje się jedno lub więcej pomieszczeń (wskazywanych przez atrybut *RelatedObjects*). Klasa *IfcObjectDefinition* jest uogólnieniem jakiegokolwiek semantycznie traktowanego obiektu lub procesu. Definicja obiektu może być nazwana z wykorzystaniem dziedziczonego atrybutu *Name*, który powinien być rozpoznawalną przez użytkownika etykietą dla obiektu. Klasą dziedziczącą z klasy *IfcObjectDefinition* jest klasa *IfcObject* (rys. 2). *IfcObject* jest uogólnieniem jakiegokolwiek semantycznie traktowanej rzeczy lub procesu. Przykłady obiektów klasy *IfcObject* obejmują ściany, belki, pomieszczenia, modele ogólne, ale również procesy, koszty lub aktorów procesu inwestycyjnego, czyli osoby zaangażowane w proces projektowania bądź realizację obiektu. Następnie w hierarchii dziedziczenia klas obiektów budynku w modelu IFC występuje klasa *IfcProduct*, dziedzicząca z *IfcObject* oraz klasa *IfcSpatialElement* dziedzicząca z klasy *IfcProduct*.

Tabela 1. Zestawienie atrybutów obiektu klasy *IfcRelAggregates*

Atrybut	Typ	Zdefiniowany przez
<i>GlobalId</i>	<i>IfcGloballyUniqueId</i> (STRING)	<i>IfcRoot</i>
<i>OwnerHistory</i>	<i>IfcOwnerHistory</i> (ENTITY)	<i>IfcRoot</i>
<i>Name</i>	<i>IfcLabel</i> (STRING)	<i>IfcRoot</i>
<i>Description</i>	<i>IfcText</i> (STRING)	<i>IfcRoot</i>
<i>RelatingObject</i>	<i>IfcObjectDefinition</i> (ENTITY)	<i>IfcRelAggregates</i>
<i>RelatedObjects</i>	SET OF <i>IfcObjectDefinition</i> (ENTITY)	<i>IfcRelAggregates</i>

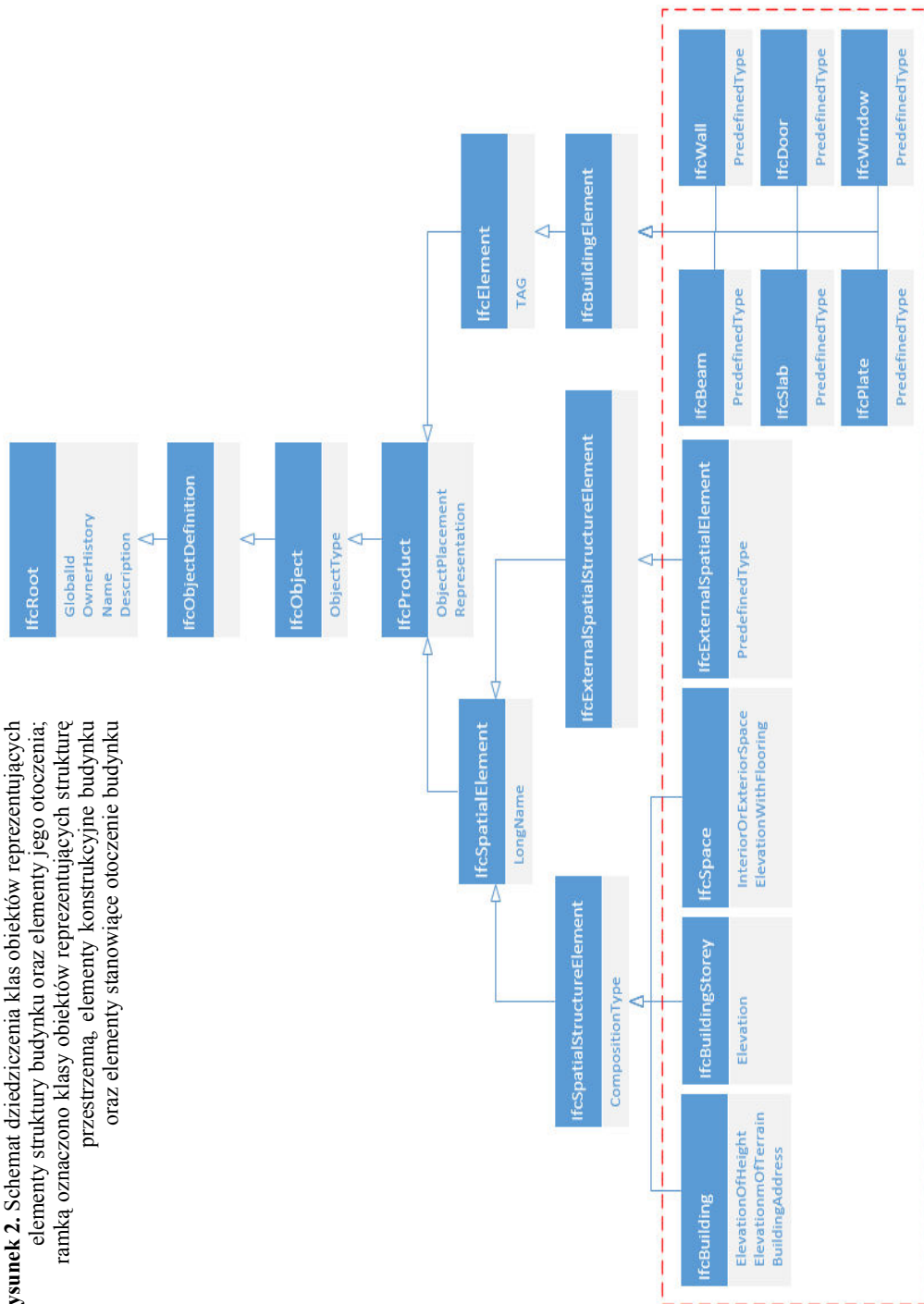
Problematyka wykorzystania modelu IFC do zapisu danych obiektu infrastrukturalnego

Definicja klasy *IfcSpatialElement* w modelu IFC to uogólnienie wszystkich elementów przestrzennych, które mogą być użyte do zdefiniowania struktury przestrzennej lub do zdefiniowania stref w obiekcie.

Zatem *IfcSpatialElement* może reprezentować:

- Element hierarchicznej struktury przestrzennej budynku jako *IfcSpatialStructureElement* – struktura przestrzenna jest hierarchiczną dekompozycją projektu. Jest często wykorzystywana do opisu struktury w celu zorganizowania projektu budowlanego. Przestrzenna struktura projektu może definiować tyle poziomów dekompozycji, ile jest konieczne dla projektu budowlanego. Elementy w przestrzennej strukturze projektu to: działka, budynek, kondygnacja i pomieszczenie.

Rysunek 2. Schemat dziedziczenia klas obiektów reprezentujących elementy struktury budynku oraz elementy jego otoczenia; ramką oznaczono klasy obiektów reprezentujących strukturę przestrzenną, elementy konstrukcyjne budynku oraz elementy stanowiące otoczenie budynku



- Zewnętrzny element przestrzenny jako *IfcExternalSpatialStructureElement*, który definiuje zewnętrzne regiony na placu budowy. Regiony te można zdefiniować (buildingSMART International Ltd, 2018):
 - logicznie, na przykład instancja obiektu *IfcExternalSpatialElement* może reprezentować przestrzeń wokół budynku bez własnej reprezentacji kształtu lub
 - fizycznie, na przykład instancja obiektu *IfcExternalSpatialElement* może przedstawiać pochyły teren wokół budynku, aby zidentyfikować część zewnętrznej powierzchni budynku, która znajduje się pod ziemią.

Klasa *IfcExternalSpatialElement* wprowadza jeden własny atrybut o nazwie *PredefinedType*, który jest typu *IfcExternalSpatialElementTypeEnum* (tab. 2).

Tabela 2. Zestawienie atrybutów obiektu klasy *IfcExternalSpatialElement*

Atrybut	Typ	Zdefiniowany przez
<i>GlobalId</i>	<i>IfcGloballyUniqueId</i> (STRING)	<i>IfcRoot</i>
<i>OwnerHistory</i>	<i>IfcOwnerHistory</i> (ENTITY)	<i>IfcRoot</i>
<i>Name</i>	<i>IfcLabel</i> (STRING)	<i>IfcRoot</i>
<i>Description</i>	<i>IfcText</i> (STRING)	<i>IfcRoot</i>
<i>ObjectType</i>	<i>IfcLabel</i> (STRING)	<i>IfcObject</i>
<i>ObjectPlacement</i>	<i>IfcObjectPlacement</i> (ENTITY)	<i>IfcProduct</i>
<i>Representation</i>	<i>IfcProductRepresentation</i> (ENTITY)	<i>IfcProduct</i>
<i>LongName</i>	<i>IfcLabel</i> (STRING)	<i>IfcSpatialElement</i>
<i>PredefinedType</i>	<i>IfcExternalSpatialElementTypeEnum</i> (ENUM)	<i>IfcExternalSpatialElement</i>

Definicje typu wyliczeniowego *IfcExternalSpatialElementTypeEnum* w modelu IFC są następujące (buildingSMART International Ltd, 2018):

- EXTERNAL – zewnętrzna przestrzeń powietrzna wokół budynku,
- EXTERNAL_EARTH – obiekt kubaturowy zewnętrzny pokryty ziemią znajdujący się bezpośrednim sąsiedztwie budynku,
- EXTERNAL_WATER – obiekt kubaturowy zewnętrzny pokryty wodą znajdujący się w bezpośrednim sąsiedztwie budynku,
- EXTERNAL_FIRE – przestrzeń zajmowana przez sąsiadujący budynek,
- USERDEFINED – zdefiniowany przez użytkownika,
- NOTDEFINED – niezdefiniowany.

Na ten moment model IFC pozwala zapisywać obiekty:

- stanowiące wnętrze budynku – obiekty klas *IfcBuilding*, *IfcBuildingStorey*, *IfcSpace*,
- obiekty zewnętrzne klasy *IfcExternalSpatialElement*, których atrybut *IfcExternalSpatialElementTypeEnum* określa ich typ,
- obiekty stanowiące elementy konstrukcyjne, pochodne klasy *IfcElement*, która jest generalizacją wszystkich komponentów, które składają się na produkty branży AEC; elementy te mogą być logicznie zawarte w elemencie struktury przestrzennej – budynku, kondygnacji lub pomieszczeniu,
- ponadto możliwe jest wykorzystanie klasy *IfcSpatialZone* – niehierarchiczna i potencjalnie nakładająca się dekompozycja projektu pod pewnymi względami funkcjonalnymi. Strefa przestrzenna może być używana do reprezentowania strefy termicznej, strefy konstrukcyjnej, strefy oświetleniowej lub strefy użytkowej. Strefa przestrzenna może mieć swoje niezależne rozmieszczenie i reprezentację kształtu.

Zapisanie infrastrukturalnego projektu BIM w modelu IFC, który nie ma jeszcze definicji klas obiektów infrastrukturalnych, będzie się wiązało z koniecznością kompromisu i wykorzystania klas dostępnych w modelu IFC do zapisu obiektów w modelu.

Obecnie opracowywane są propozycje poszerzenia koncepcji i standardów BIM dla dziedziny infrastruktury. BuildingSMART pracuje nad rozszerzeniem IFC w zakresie reprezentowania infrastruktury. Aktualna wersja modelu IFC koncentruje się głównie na domenie budynków i obejmuje szeroki zakres klas, które umożliwiają wymianę szczegółowych modeli budynków, ale nie nadaje się dobrze do modelowania obiektów infrastrukturalnych. Aby rozwiązać ten problem podejmowane są starania standaryzacyjne (Vilgertshofer et al., 2017). Głównym zadaniem nowej wersji standardu IFC jest zamodelowanie danych dotyczących projektów infrastrukturalnych, takich jak: drogi, linie kolejowe, mosty i tunele. Pozwoli to zaspokoić zapotrzebowanie na znormalizowane dane dotyczące obszaru infrastruktury, szczególnie, że obecnie istnieje bardzo ograniczone wsparcie dla wymiany danych dla tego sektora (Gao et al., 2016). Równolegle są rozwijane projekty rozwoju modelu IFC dla:

- projektów mostowych (*IFC-Bridge*) (Yabuki et al., 2006; Lebegue et al., 2012),
- tuneli (*IFC-Tunnel*) w oparciu o niemiecki projekt *IFC Tunnel Project* (Amann et al., 2013; Borrmann et al., 2012; Borrmann, Jubierre, 2013; Hegemann et al., 2012) oraz projekt *The Japanese Shield-Tunnel Project* (Yabuki et al., 2007),
- dróg (*IFC-Road*) (Lee, Kim, 2011).

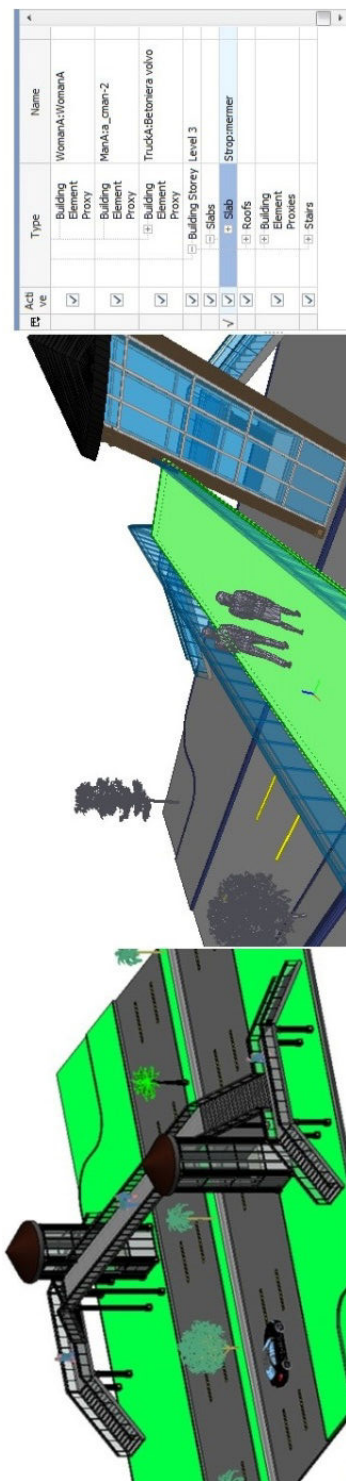
Ponadto w 2012 roku zostało założone konsorcjum *OpenINFRA* w ramach działalności *buildingSMART* w celu opracowania opartych na IFC modeli danych dla obiektów infrastrukturalnych, w tym dróg, mostów, tuneli i kolei, które znajdują się w standardzie IFC 5 (Liebich, 2019; Borrmann et al., 2019).

Przykłady wykorzystania modelu IFC do zapisu modelu obiektu infrastrukturalnego

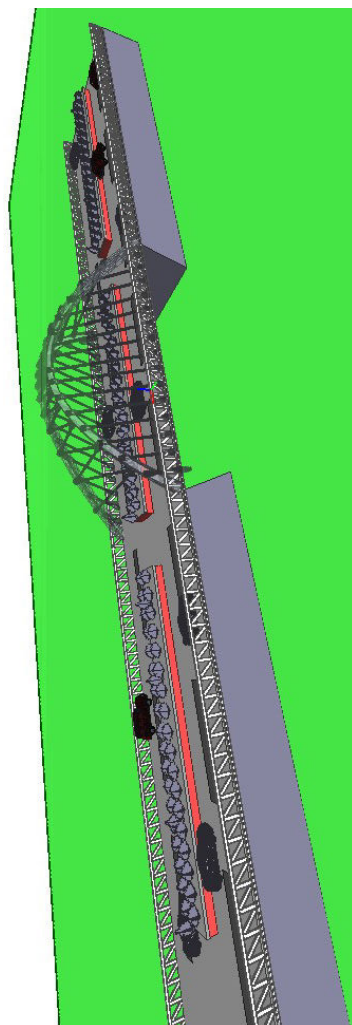
Do zbadania struktury zapisu danych dotyczących projektów infrastrukturalnych w modelu IFC wybrano trzy modele BIM: 1) kładkę dla pieszych z windami dla osób z niepełnośprawnościami, 2) most konstrukcji łukowej (rozporowej) 3) drogę wojewódzką o parametrach drogi ruchu przyspieszonego (M.A.D. Engineers, 2018), (GrabCAD, a STRATASYS solution, 2018).

W modelu kładki, chodnik, po którym poruszają się piesi, zapisany został jako *IfcSlab* (rys. 3), barierki to klasa *ifcRailing* (poręcz), natomiast schody odpowiadają *IfcStairFlight*. Słupy konstrukcyjne kładki oraz szybów windowych odnotowano jako *IfcBuildingElement Proxy*. Przeszklenia i wejścia do windy zostały zapisane jako *IfcPlate* (płyta), dach dźwigu osobowego – *IfcRoof*, a szprosły w ścianach osłonowych szybu windy to obiekt klasy *IfcMember* (liniowy element konstrukcyjny). Droga pod kładką utożsamiona jest z klasą *IfcSlab* (strop). Krawężniki nietypowo zapisane są jako *IfcFurnishingElement* (mebel).

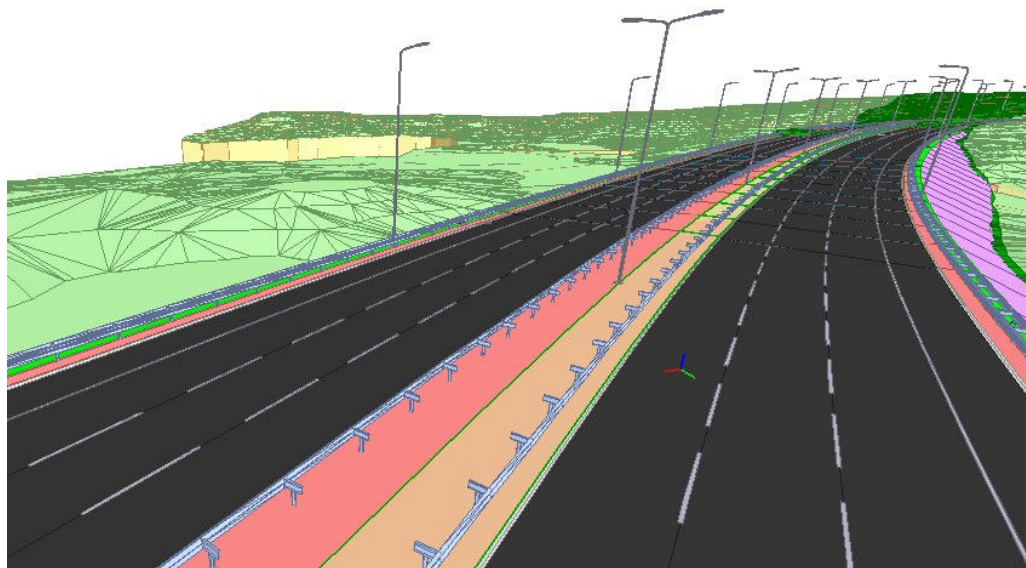
W przypadku modelu mostu barierki stworzone zostały z wykorzystaniem dwóch klas IFC: *IfcBeam* (belka) i *IfcMember* (rys. 4). Filary i konstrukcja łukowa na moście to elementy utożsamione z klasą *IfcElementBuildingProxy*. Pas zieleni rozdzielający pasy ruchu również powstał z dwóch klas: trawnik to standardowe *IfcSlab*, ale podwyższenie, na którym znajduje się powierzchnia trawnika, to klasa *IfcWallStandardCase* (ściana podstawowa). Jezdnia, to *IfcSlab*.



Rysunek 3. Widok aksjonometryczny zaprojektowanej kładki oraz podgląd struktury pliku IFC w popularnej przeglądarce plików IFC BIMVision



Rysunek 4. Widok aksjonometryczny mostu w widoku cieniowanym w aplikacji Revit



Rysunek 5. Droga wojewódzka o parametrach drogi ruchu przyspieszonego

W przypadku drogi wojewódzkiej (rys. 5) podstawowe elementy modelu to jest: jezdnie, kostka betonowa dzieląca pasy ruchu w przeciwnie strony, trawnik w obrębie linii rozgraniczających lub nasyp drogowy zostały zapisane w klasie *IfcSlab* (strop). Mniejsze elementy, takie jak: barierki lub latarnie wzdłuż drogi zostały skojarzone z *IfcBuildingElementProxy*, reprezentujące specjalne elementy, którym IFC nie przyznał jeszcze definicji.

Przedstawione przykłady potwierdzają konieczność utworzenia oddzielnych klas elementów infrastrukturalnych, w celu zapewnienia odpowiednich powiązań (relacji) wymaganych w procesie interoperacyjności aplikacji typu BIM.

Wnioski

Coraz większa popularność technologii BIM w projektach infrastrukturalnych wymusza konieczność opracowania modelu IFC dedykowanego dla projektów infrastrukturalnych, w których znajdują się definicje klas obiektów reprezentujących elementy składowe budowli i/lub budynków o charakterze infrastrukturalnym. Umożliwi to tworzenie modeli tych obiektów z użyciem dedykowanych klas obiektów zamiast dotychczas używanych elementów geometrycznie podobnych, ale reprezentujących zupełnie inne klasy. Istnieje pilna potrzeba stworzenia kompleksowego, neutralnego modelu danych, zdolnego do reprezentowania zarówno semantycznych, jak i geometrycznych aspektów głównych prac infrastrukturalnych. Ułatwi to wymianę danych i otwarty dostęp do danych w kontekście planowania, realizacji i konserwacji projektów infrastruktury cywilnej, w tym drogowej i kolejowej, mostów oraz tuneli, a ostatecznie wszystkich budowli (BuildingSMART International, 2018).

Główne wyzwania w tym zakresie:

- umożliwienie wymiany danych opartych o otwarte standardy w zakresie planowania, realizacji i konserwacji prac infrastrukturalnych, takich jak: transport drogowy i kolejowy, a ostatecznie wszystkich aspektów środowiska budowlanego;
- umożliwienie wymiany informacji i otwarty dostęp do danych między bazami danych stosowanymi przez aplikacje do zarządzania aktywami;
- umożliwienie trwałego archiwizowanie informacji o aktywach opartych o otwarte standardy;
- umożliwienie zarządzania informacjami o cyklu życia obiektów infrastrukturalnych opartych o otwarte standardy;
- umożliwienie łączenia informacji związanych z projektem, na przykład wymagania i analizy ryzyka wraz z informacjami o aktywach.

Zanim jednak powstanie rozszerzony model IFC, zawierający klasy reprezentujące obiekty infrastrukturalne i ich elementy składowe, będą powstawały modele BIM używające klas obiektów stanowiących elementy budynku do tworzenia modeli obiektów infrastrukturalnych. W procesie analizy modelu BIM, jak również w procesie integracji danych BIM i GIS należy uwzględnić tę przejściową sytuację, w której klasy obiektów nie będą odzwierciedlały rzeczywistości, na przykład trawnik reprezentowany przez obiekt *IfcSlab*, czyli strop, co będzie prowadziło do tworzenia semantycznie niespójnych modeli danych.

Podziękowania. Autorzy dziękują dwóm anonimowym recenzentom za cenne wskazówki.

Finansowanie. Publikacja artykułu została sfinansowana ze środków statutowych Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej.

Literatura (References)

- Amann Julian, Borrmann Andre, Hegemann Felix, Jubierre Javier, Flurl Matthias, Koch Christian, König Marcus, 2013: A Refined Product Model for Shield Tunnels based on a Generalized Approach for Alignment Representation. Proceedings of the 1st International Conference on Civil and Building Engineering Informatics (ICCBEI 2013, November).
- Autodesk Inc., 2018: Revit IFC manual. Autodesk Inc.
- Borkowski Andrzej S., 2018: Programowanie stropów w BIM (Floor programming in BIM). *Builder 118*: 70-73.
- Borrmann Andre, Jubierre Javier, 2013: A Multi-Scale Tunnel Product Model Providing Coherent Geometry and Semantics. Proceedings of the ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering Conference (2013, June).
- Borrmann Andre, Amann Julian, Chipman Tim, Hyvärinen Juha, Liebich Thomas, Muhič Sergej, Plume Jim, Scarponcini Paul, 2019: IFC Infra Overall Architecture Project. Documentation and Guidelines. Retrieved 2019.01.07 from https://www.buildingsmart.org/wp-content/uploads/2017/07/08_bSI_OverallArchitecture_Guidelines_final.pdf
- Borrmann Andre, Ji Yang, Jubierre Javier, 2012: Multi-scale geometry in civil engineering models: Consistency preservation through procedural representations. Proceedings of the 14th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering.
- BuildingSMART International, 2018: BuildingSMART Infrastructure Room. Retrieved 2018.05.25 from BuildingSMART International: <https://www.buildingsmart.org/standards/rooms-and-groups/infrastructure-room/>

- BuildingSMART International, 2018: BuildingSMART International Infrastructure Room Work Plan 2015 – Summary. Retrieved 2018.05.23 from BuildingSMART International home of openBIM: <https://buildingsmart-1xbd3ajdayi.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/07/2015-Work-Plan.pdf>
- BuildingSMART International, 2018: Infrastructure Room Charter. Retrieved 2018.05.23 from BuildingSMART International home of openBIM: <https://buildingsmart-1xbd3ajdayi.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/07/Draft-Charter-v11-20160310.pdf>
- BuildingSMART International, 2018: Industry Foundation Classes Release 4 (IFC4). Retrieved 2018.12.11 from IFC4 Documentation: <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/final/html/>
- Gao G., Liu Y.-S., Wu J.-X., Gu M., Yang X.-K., & Li H.-L., 2016: IFC Railway: A Semantic and Geometric Modeling Approach for Railways based on IFC. Proceedings of the 16th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering: 1188-1195.
- Gotlib Dariusz, Wyszomirski Michał, 2018: Cele i wybrane problemy konwersji modeli BIM na modele GIS (Conversion between BIM and GIS models – objectives and selected issues). *Roczniki Geomatyki* 16 (1): 19-31, Warszawa, PTIP.
- GrabCAD, a STRATASYS solution, 2018: Popular models | 3D CAD Model Collection | GrabCAD Community Library. Retrieved 2018.06.11 from GrabCAD: Design Community, CAD Library, 3D Printing Software: <https://grabcad.com/library>
- Hegemann F., Lehner Karlheinz, König Markus, 2012: IFC-based product modeling for tunnel boring machines. Proceedings of the 9th European Conference on Product and Process Modeling: 289-296.
- International Organization for Standardization, 1987: ISO/TC 59/SC 13 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM). Lysaker, Norway: International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization, 1994: ISO/TC 211 Geographic information/Geomatics. Stockholm, Sweden: International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization, 2004: ISO 10303-11:2004 Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange – Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual. International Organization for Standardization.
- International Organization for Standardization, 2018: ISO/AWI TR 23262 GIS (Geospatial) / BIM interoperability. International Organization for Standardization. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/75105.html>
- Kaszniak Dariusz, Magiera Jacek, Wierzowiecki Paweł, 2017: BIM w praktyce (BIM in practice). Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN: 306 s.
- Lebegue E., Fiès B., Gual J., 2012: IFC-Bridge V3 Data Model – IFC 4, Edition R1.
- Lee Sangho, Kim, Bonggueun, 2011: IFC Extension for Road Structures and Digital Modeling. *Procedia Engineering* 14. The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-12): 1037-1042.
- Liebich T., 2019: IFC for Infrastructure. (Retrieved 2019.01.07 from buildingSMART) Model Support Group: <https://www.buildingsmart.de/kos/WNetz?art=File.download&id=1601>
- M.A.D. Engineers Sp. z o. o, 2018: Modele IFC (IFC Models). Pobrano 2018.06.11 z lokalizacji BIMblog.pl: <http://www.bimblog.pl/modele-ifc/>
- Tomana Andrzej, 2016: BIM – Innowacyjna technologia w budownictwie. Podstawy, standardy, narzędzia (Innovative technology in construction. Foundations, standards, tools). Kraków, PWB MEDIA Zdziełowski Spółka Jawna.
- Vilgertshofer Simon, Amann Julian, Willenborg Bruno, Borrmann Andre, Kolbe Thomas H., 2017: Linking BIM and GIS Models in Infrastructure by Example of IFC and CityGML. ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering, 2017 June.
- Yabuki Nobuyoshi, Azumaya Yuichiro, Akiyama Minoru, Kawanai Yasushi, Miya Toru, 2007: Fundamental study on development of a shield tunnel product model. *Journal of Civil Engineering Information Application Technology* 16: 261-268.
- Yabuki Nobuyoshi, Lebegue Eric, Gual Jean, Shitani Tomoaki, Li Zhantao, 2006: International Collaboration for Developing the Bridge Product Model “IFC-Bridge”. Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, 2006, June 14-16: 1927-1936.

Streszczenie

Standardy wykorzystywane w modelowaniu budynków są dojrzałe, ale aktualnie nie obejmują metod modelowania obiektów infrastrukturalnych. Należy się zatem spodziewać rozszerzenia standardu IFC o nowe klasy obiektów reprezentujących obiekty infrastrukturalne w najbliższym czasie. Zanim jednak to nastąpi będą pojawiały się modele BIM obiektów infrastrukturalnych wykorzystujące dostępne obecnie klasy IFC. Analiza dostępnych autorom modeli BIM obejmujących obiekty infrastrukturalne wykazała, że do budowy modelu są wykorzystywane klasy obiektów stanowiących elementy budynku. W procesie analizy modelu BIM, jak również w procesie integracji danych BIM i GIS należy uwzględnić sytuację, w której klasy obiektów nie będą odzwierciedlały rzeczywistości. Ponadto istniejące już modele BIM obiektów infrastrukturalnych najprawdopodobniej nie zostaną przebudowane po wprowadzeniu rozszerzonego modelu IFC, zatem semantyka tych modeli będzie niepoprawna. Budowa spójnych systemów informacji przestrzennej obejmujących dane pochodzące z modeli BIM musi zatem uwzględnić konieczność translacji klas użytych w tych modelach do ich właściwych odpowiedników.

Abstract

The standards used in Building Information Modelling are mature, but currently they do not include methods for modelling of infrastructural objects. It is expected that the IFC standard will be extended with new classes of objects representing infrastructural objects in the near future. However, before this happens, BIM models of infrastructural objects will appear that will use the currently available IFC classes. The analysis of BIM models available to the authors, including infrastructural objects, showed that the classes of elements of a building are used to build the model. When the BIM model is analysed, as well as when BIM and GIS data are integrated, attention should be paid to such cases when object classes will not reflect the reality. In addition, existing BIM models of infrastructural objects are unlikely to be rebuilt after the introduction of the extended IFC model, so the semantics of these models will be incorrect. Development of coherent spatial information systems including data from BIM models must therefore take into account the need to translate the classes used in these models to their respective counterparts.

Dane autorów / Authors details:

mgr inż. Michał Wyszomirski
<https://orcid.org/0000-0002-5407-0536>
michal.wyszomirski@pw.edu.pl

mgr inż. Andrzej Szymon Borkowski
<https://orcid.org/0000-0002-7013-670X>
andrzej.borkowski@pw.edu.pl

Przesłano / Received	3.09.2018
Zaakceptowano / Accepted	31.01.2019
Opublikowano / Published	30.03.2019

